

GIS を活用した流域環境情報の統合化と
その現象解析・計画論への適用に関する研究
－琵琶湖流域を対象として－

2000 年

増田貴則

目次

第一章	序論	1
第一節	背景	1
1.1	琵琶湖の水質概要	1
1.2	琵琶湖総合開発事業と水質保全対策	2
第二節	流域単位の水質管理の必要性和現象解析の可能性の萌芽	3
2.1	行政目標の変化	3
2.2	計算機と分布型モデルの発展とそのメリット	3
2.3	分布型モデル利用上の問題点	3
2.4	地理情報システムの発展とその利点	4
2.5	背景のまとめ	4
第三節	本研究の目的と論文の構成	4
3.1	目的	4
3.2	構成	4
	参考文献	5
第二章	環境情報のGIS化に関する検討	7
第一節	本章の背景および目的	7
第二節	既往の環境情報の問題点の考察	7
2.1	既往の環境情報とその問題点	7
2.1.1	国土数値情報	7
2.1.2	滋賀県地域環境アトラス	7
2.1.3	うごくアトラス（滋賀県）	8
2.1.4	滋賀県GIS	8
2.1.5	流域別下水道整備総合計画（流総計画）	8
2.1.6	指定統計	9
2.2	既往の環境情報の問題点のまとめ	9
2.2.1	制度上の問題点	9
2.2.2	技術上の問題点	9
第三節	従来の環境情報の問題点を解決するためのデータ整備手法の検討とGISの選択	10
3.1	概説	10
3.2	GISデータ整備上の留意点について	11
3.2.1	事物の形を表現するデータ構造について	11
3.2.2	属性情報と地図情報の統一	11
3.3	GIS環境の選定	12
第四節	環境情報のGISデータ化手法の検討	13
4.1	環境情報のデータソース	13
4.2	既存の紙面地図からのGISデータの作成	15
4.3	既存の文書情報からのGISデータの作成	17
4.4	既存のその他のGISデータの変換（インポート）	17
4.5	MapInfoあるいはARC/INFO上に整備されているデータの導入	18

第五節	収集し、GISへ整備した環境情報　ー琵琶湖流域を対象としてー	19
第六節	まとめ	19
参考文献		20
第三章	GISを用いた環境情報の統合化とその流域環境把握への適用	21
第一節	本章の目的および概説	21
第二節	オーバーレイによる論理和分割	21
2.1	オーバーレイとは	21
2.2	オーバーレイによる情報の結合	22
第三節	オーバーレイ分割による流域内のミクロな特性把握とその集計	22
3.1	土地利用の変化等、流域内のミクロな特性把握と流域毎面積の集計	22
3.1.1	土地利用の変化の把握	22
3.1.2	土地利用変化の流域毎面積の集計	24
3.2	流域内のその他の特性把握	25
3.3	本節の考察	26
第四節	オーバーレイによる属性（統計）データの流域への分配とその集計	27
4.1	下水処理形態別人口の分配	27
4.1.1	滋賀県の下水処理の状況	27
4.1.2	用いたデータと方法論	27
4.1.3	集計結果：流域別下水処理形態別人口	30
4.2	工業出荷額の分配	31
4.2.1	方法	31
4.2.2	集計結果	31
4.3	畜産頭数の分配	32
4.3.1	方法	32
4.3.2	集計結果	32
4.4	本節のまとめと考察	33
第五節	まとめ	34
参考文献		35
第四章	GIS環境情報を用いた琵琶湖流域の汚濁負荷量の推定	36
第一節	本章の背景および目的	36
第二節	文献考察	36
2.1	汚濁負荷量を表す用語の整理	36
2.2	従来の汚濁負荷推定方法とその結果	37
2.3	従来の汚濁負荷推定方法の総括	41
第三節	GIS流域環境情報を用いた発生量・排出量の推定	43
3.1	既往の汚濁負荷推定法の問題点に対するGISの活用	43
3.2	対象とした汚濁発生源	45
3.3	発生源の位置と排出位置の決定（GISを用いたものと現実との差）	46
3.4	各発生源からの排出負荷量の推定方法	48
3.4.1	事業所からの排出負荷量の推定	49
3.4.2	処理プラント系（off-site系）からの排出負荷量の推定	52
3.4.3	家庭直接系（on-site系）からの排出負荷量の推定	55
3.4.4	畜産からの排出負荷量の推定	57
3.4.5	面源からの排出負荷量の推定	57

3.5	本節の考察 — GIS の有効性について —	58
3.5.1	計算の有効性	58
3.5.2	推定精度	58
第四節	流域別発生源別汚濁負荷量推定結果	59
4.1	事業所排水負荷	59
4.2	家庭直接系 (on-site 系) 排水負荷	60
4.3	畜産排水負荷	61
4.4	面源負荷	62
4.5	総負荷量	63
4.6	本節の考察	64
4.6.1	汚濁負荷推定結果について	64
4.6.2	本方法の推定精度の限界について	64
第五節	まとめ	65
5.1	本章のまとめ	65
5.2	今後の展望と課題	66
	参考文献	66
第五章	流入河川の基底汚濁負荷量の推定とそれに基づく非特定汚染源汚濁負荷量の推定	69
第一節	本章の背景および目的	69
第二節	文献考察	69
2.1	概説	69
2.2	河川水質と流域特性との関係についての従来の研究	70
2.3	従来の非特定汚染源負荷量の推定方法	71
第三節	基底状態の導入と基底汚濁負荷量の推定	71
3.1	基底状態、基底汚濁負荷量の定義	71
3.2	データと対象流域	72
3.3	基底状態を満たす条件について	73
3.3.1	雨天時観測データ、先行降雨の影響を受けたデータの除去	73
3.3.2	積雪・融雪の影響の除去	76
3.3.3	灌漑期の除去	76
3.3.4	ダムの存在する河川	76
3.4	基底状態の水量・水質データの抽出	77
3.5	基底汚濁負荷量の算定結果	77
第四節	基底汚濁負荷量の原因解析 (人間活動・土地利用の関係)	78
4.1	期間基底汚濁負荷量の定義	78
4.2	期間の決定と期間基底汚濁負荷量の算定	78
4.3	基底汚濁負荷量の原因解析	78
第五節	基底汚濁負荷量に基づく非特定汚染源汚濁負荷量の推定	80
5.1	非特定汚染源からの汚濁負荷量推定方法	80
5.2	GIS で推定した特定汚染源からの負荷量と基底汚濁負荷量の比較	80
5.3	非特定汚染源からの汚濁負荷量の推定結果	81
5.3.1	森林からの汚濁負荷量の推定	81
5.3.2	農地からの汚濁負荷量の推定	82
第五節	まとめ	82

5.1	まとめ	82
5.2	今後の展望	84
	参考文献	84
第六章	逆水灌漑地域における水・汚濁物移動の推定 一日野川流域土地改良区を例として	86
第一節	本章の背景および目的	86
第二節	文献考察	86
2.1	原単位法による汚濁負荷推定法の問題点	86
2.2	土地利用別汚濁負荷流出タンクモデルの問題点	86
第三節	対象流域の概要	87
3.1	琵琶湖総合開発と農業水利	87
3.2	日野川流域	88
3.3	日野川農業水利事業と日野川流域土地改良区9)	89
3.4	日野川流域の用水系統	89
3.5	現在の日野川流域の農業用水量（取水源別（琵琶湖、ダム、堰、雨水））	91
第四節	日野川流域のデータの整備	92
4.1	日野川流域界	92
4.2	日野川流域取配水施設	92
4.3	県営日野川地区土地改良事業一般計画平面図（1:10,000）	93
4.4	水田GIS（農水GIS）	93
4.5	道路	94
4.6	減反面積率	94
4.7	土壌分類	94
4.8	降水量	95
4.9	検証用データ	95
第五節	水田からの排水量の推定	95
5.1	概説	95
5.2	水田の水収支のモデル化	96
5.2.1	作付け期間の水田水収支	96
5.2.2	非作付け期間の水田水収支	96
5.3	水田への供給水	97
5.3.1	各用水系統への配水量（用水系統から）の推定式	97
5.3.2	各用水系統に属する水田面積の決定	97
5.3.3	各用水系統に属する水田への配水量の推定	99
5.4	蒸発散量	99
5.5	浸透	101
5.6	土壌貯留	102
5.7	維持湛水深	102
5.8	排水支川系統の決定	103
5.9	排水量の計算	104
第六節	水田からの排水量推定結果と考察	105
6.1	水田への給水量	105
6.2	水田水位と水田からの排水量	105
6.3	水田からの排水量と河川水量の関係の考察	106

6.3.1	水位データから流量の算出	106
6.3.2	河川流量と水田排水量の比較とその考察	107
第七節	水田からの汚濁負荷量の推定	109
7.1	概要	109
7.2	排水濃度モデルの作成	109
7.3	汚濁負荷量の推定と考察	109
7.4	水田からの汚濁負荷原単位の推定	110
第八節	まとめ	111
	参考文献	112
第七章	下水道からの雨天時流出量および流出負荷量の推定とその削減のためのシナリオ解析 ー大津市を対象としてー	114
第一節	本章の背景および目的	114
第二節	既往のモデルの考察	114
第三節	分布型モデルHydroWorksの概要と使用したモデルの解説	115
3.1	HydroWorksの概要	115
3.2	使用したモデルの解説4)	115
3.2.1	初期損失	115
3.2.2	降雨流出	116
3.2.3	流出追跡	116
3.2.4	管路内水理	116
3.2.5	地表面汚濁負荷堆積	117
3.2.6	地表面汚濁負荷掃流	118
3.2.7	雨水桝汚濁負荷堆積	119
3.2.8	雨水桝汚濁負荷掃流	120
3.2.9	管路内汚濁負荷輸送	120
3.2.10	雨水流出モデル選択に関する今後の課題	121
第四節	対象地域 大津市公共下水道6)	122
第五節	シミュレーションに必要なデータの整備	123
5.1	GISを用いた下水管網、地表面、人口データの準備	123
5.1.1	対象地域の分割	123
5.1.2	下水管網データの整備	124
5.1.3	ティーセン分割による支配流域の決定	126
5.1.4	支配流域毎の人口の算定	126
5.1.5	土地利用工種の算定	127
5.1.6	データのコンバート	129
5.2	流入汚水データの準備	129
5.2.1	他排水区からの流入汚水	130
5.2.2	汚水日変動	131
5.3	実測降雨による検証およびキャリブレーション	133
第六節	シナリオ解析によるシステムの評価手順	133
6.1	計画降雨の作成	133
6.2	通常のシミュレーション	134
6.3	シナリオ① 上流側の分流区域がない場合	134
6.4	シナリオ② 上流側の分流区域を合流区域にした場合	134

6.5 シナリオ解析の結果と考察	135
第七節 まとめ	135
参考文献	137
第八章 GIS データを用いた河川の任意地点における低水時および雨天時の流量・汚濁負荷量の推定	139
第一節 本章の背景および目的	139
第二節 流出モデルの発展	139
2.1 合理式	139
2.2 ユニットハイドログラフ法	139
2.3 等価粗度法	140
2.4 タンクモデル	140
2.5 分布型モデルの開発	140
2.6 ISIS の適用例	140
第三節 流出モデル ISIS の日野川流域への適用	141
3.1 地表面モデルと河道モデルの対象範囲ー河道ネットワークと流域界ー	141
3.2 日野川流域の河道モデル部分のデータ整備	141
第四節 低水時における流量シミュレーションの安定化	142
4.1 計算の条件	142
4.2 問題点の整理	143
4.3 低水時流量計算の安定化の検討	144
4.3.1 内挿補間断面ユニットの追加	144
4.3.2 河道輸送量の改善	146
4.3.3 堰・合流地点での河道分割	149
第五節 現場断面測量	150
5.1 測量に至る背景と測量対象断面	150
5.2 横断面測定	150
5.2.1 横断面測定方法	150
5.2.2 堤防上の測点の標高測定結果	151
5.2.3 横断面測定結果	151
5.3 流速、流水断面積の測定と流量の算定	151
5.3.1 流速、流水断面積の測定と流量の算定方法	151
5.3.2 流速、流水断面積の測定と流量の算定結果	151
5.4 測定位置の地図上での確認	151
5.5 測量結果を用いたことによる計算の改善について	152
第六節 地表面モデルデータの GIS を用いた整備と雨天時流量の計算	153
6.1 地表面モデルに必要なデータの概略	153
6.2 CN 値の算出	153
6.2.1 土地利用データの準備	153
6.2.2 表層地質データの準備	155
6.2.3 流域界データの準備	155
6.2.4 降水量データの準備	155
6.2.5 CN 値の算出	156
6.3 ピーク時間の算出	158
6.3.1 流路長、河道平均勾配、斜面延長、斜面勾配の算定	159

6.3.2	斜面の粗度係数の算定	159
6.4	雨天時流量シミュレーション	159
6.4.1	計算条件	159
6.4.2	計算結果と検証	159
第七節	まとめ	160
参考文献		161
第九章	結論	163
第一節	概要	163
第二節	各章の成果	163
第三節	まとめ	166
第四節	今後の課題	167
謝辞		168

付録目次

付録 A	滋賀県の環境情報データベースの収録項目	1
付録 B	地理情報システム (GIS)	3
B.1	地理情報システムとは	3
B.2	GIS の扱うデータ構造	3
B.2.1	図形データ	3
(1)	ラスター型	3
(2)	ベクター型	3
B.2.2	属性データ	4
(1)	ラスター型図形データに対する属性データ	4
(2)	ベクター型図形データに対する属性データ	4
B.3	GIS の主な解析機能	4
B.3.1	レイヤー管理 (マルチレイヤー)	5
B.3.2	ティーンセン分割	5
B.3.3	ラスターベクター変換 (境界線抽出機能)	5
B.3.4	その他の機能	5
(1)	検索	6
(3)	地理的計量	6
(4)	近接分析	6
(5)	バッファリング	6
(6)	ネットワーク分析	6
付録 C	座標系と投影法の選択について	7
C.1	回転楕円体	7
C.2	地理座標系	8
C.3	投影法と平面座標系	8
付録 D	リレーショナルデータベース	9

D.1	リレーショナルデータベースとは	9
D.2	リレーショナルデータベースの関係演算子の働き	10
付録 E	G I S 図形データの入力ミスのチェック	12
付録 F	収集し G I S 化した資料 一琵琶湖流域を対象として一	13
F.1	行政界（人口・出荷額等が集計される基本単位となる図形群）	13
	(1) 集落	13
	(2) 小字境界	13
	(3) 大字境界	15
	(4) 市町村境界	15
	(5) 都道府県境界	16
F.2	琵琶湖流入河川の流域界・河道網	16
F.3	土地利用等地表面表層に関わるデータ	16
	(1) 植生	16
	(2) 土地利用	16
	(3) 表層地質	17
F.4	利水施設	17
	(1) 昭和 43 年取水施設	17
	(2) 昭和 43 年井戸	17
F.5	上水道	17
F.6	事業所・排水処理施設	18
	(1) 事業所排水量・排水水質	18
	(2) 下水処理場と下水道区域界	18
	(3) 平成 7 年屎尿処理場と平成 7 年屎尿処理区域界	18
	(4) 昭和 43 年屎尿処理場と昭和 43 年処理区域界	18
	(5) 農業集落排水処理施設	19
F.7	農業	19
	(1) 水田・畑地	19
	(2) ため池	19
F.8	気象観測・河川測定	19
	(1) 気象観測点（降水量）	19
	(2) 流量・水質	20
	(3) 水位	20
	(4) 水質自動測定	20
付録 G	琵琶湖流入河川流域別フレーム値算定結果	46
付録 H	工業出荷額等デフレーター	64
付録 I	琵琶湖流入河川流域別 汚濁負荷量推定結果	65
付録 J	G I S 情報を用いた日野川流域の水田分類結果	86
付録 K	既存の都市雨水流出モデルの概要 45, 46)	89
K.1	修正 RRL 法	89
K.2	特性曲線法	89
K.3	準線形貯留モデル	91
K.4	タンクモデル	91
K.5	土研モデル	91

付録 L ISIS の概要 94

 L.1 ISIS を構成するモジュール 94

 L.2 ISIS-Flow の河道モデル 94

 L.2.1 概要 94

 L.2.2 河道モデルに必要なデータ 94

 L.2.3 水理学的基礎式 95

 L.2.4 複断面の計算 95

 L.2.5 河道モデルの数値計算の流れ 96

 L.3 ISIS-Flow の地表面モデルについて 98

 L.3.1 概要 98

 L.3.2 SCS 法の概要 98

 L.3.3 SCS 法による有効降雨の計算法 98

 L.3.4 カープナンバーの補正 100

付録 M 測量結果 101

 M.1 測点直接水準測量結果 101

 M.2 河道横断面水準測量結果 102

参考文献 111

図目次

図 1-1 琵琶湖の水質 (BOD, TP) 1

図 1-2 琵琶湖の水質 (COD, TN) 1

図 2-1 流域別下水道整備総合計画策定の組織例 8

図 2-2 従来の環境情報の問題点 9

図 2-3 GIS属性データの表表示とその用語 12

図 2-4 ソフトウェアの作業分担 12

図 2-5 本研究で提示するデータ整備作業のフロー 14

図 2-6 本研究で用いたGISシステム構成 15

図 2-7 代表的な図形データエラー 16

図 2-8 ブラウザへの属性値入力 16

図 2-9 ラスターベクター変換 18

図 3-1 オーバーレイ処理の基本パターン 21

図 3-2 論理和をとるオーバーレイ 22

図 3-3 昭和43年土地利用と平成7年土地利用のオーバーレイによる昭和43年建物用地部分の変化 23

図 3-4 昭和43年土地利用と平成7年土地利用のオーバーレイによる昭和43年森林部分の変化 23

図 3-5 昭和43年土地利用と平成7年土地利用のオーバーレイによる昭和43年水田地部分の変化 23

図 3-6 流域別の土地利用 24

図 3-7 論理和分割によって細分化された地図 25

図 3-8 下水種類別の集落と土地利用 28

図 3-9 下水種類別の集落と土地利用の拡大図 29

図 3-10 集落に格納されている属性の例 29

図 3-11 建物用地への人口の配分概念図 30

図 3-12	建物用地への集落人口の割付と分割	30
図 3-13	流域別の下水処理形態別人口	31
図 3-14	流域別工業出荷額の変化	32
図 3-15	流域別畜産頭数	33
図 4-1	負荷流出の概念図	36
図 4-2	汚濁負荷の挙動と用語	37
図 4-3	小領域カルテ（領域毎のフレーム値）	38
図 4-4	汚濁負荷発生源の分類	46
図 4-5	建物用地への人口の配分概念図	47
図 4-6	食品工業の排水量別 COD 濃度	50
図 4-7	排水量別の汚濁負荷量比	51
図 4-8	家庭からの負荷量の内訳	56
図 4-9	事業所排水負荷	59
図 4-10	家庭排水負荷	60
図 4-11	畜産排水負荷	61
図 4-12	面源負荷	62
図 4-13	合計負荷	63
図 5-1	流域変数の3つのグループ	70
図 5-2	対象流域と各種の水文観測所位置	72
図 5-3	葉山川における環境基準監視調査結果の経年変化	73
図 5-4	流域ティーンセン分割の一例	75
図 5-5	日野川仁保橋地点における API と水位の関係（左側が全データの散布図、右側が拡大図）	75
図 5-6	ダム・逆水灌漑の影響のある流域	76
図 5-7	基底状態を満たす条件の測定水質概念図	77
図 5-8	葉山川の全期間 TP 負荷量と基底時 TP 負荷量	77
図 5-9	基底汚濁比負荷量と土地利用との関係	79
図 5-10	基底汚濁比負荷量と人間活動との関係	80
図 5-11	面源基底汚濁負荷量の求め方	80
図 5-12	GISで推定した特定汚染源負荷量と基底汚濁負荷量	81
図 5-13	森林面積率と基底比負荷量の散布図	81
図 5-14	農業からの汚濁負荷量推定手法の概念図	82
図 5-15	水田率と農業からの汚濁負荷量	82
図 6-1	逆水灌漑地域	87
図 6-2	日野川流域	88
図 6-3	日野川流域と市町村	88
図 6-4	昭和43年当時の日野川流域の利水状況	89
図 6-5	日野川農業利水事業図	89
図 6-6	用水系統模式図	90
図 6-7	日野川地区の用水系統図	90
図 6-8	日野川土地改良区の農地への供給水量	91
図 6-9	日野川流域の集水域	92
図 6-10	日野川地区の水田排水性分類（農水 GIS より）	93
図 6-11	日野川流域の市町村の道路データ	94
図 6-12	日野川用水地区の土壌タイプ分類	95
図 6-13	水田の水収支模式図	96

図 6-14	蒸発散量計算結果	101
図 6-15	維持湛水深モデル	103
図 6-16	水田の排水系統への分割	104
図 6-17	日野川流域の水循環系路模式図	104
図 6-18	配水・排水系統別、排水性・表層地質別に求まった供給水量・排水量・水位の例	106
図 6-19	仁保橋地点における実測流量と水田排水量の比較	108
図 6-20	仁保橋における水田排水量／実測河川流量	108
図 6-21	水田排水の TN, TP 濃度モデル	109
図 6-22	計算された水田汚濁負荷量と河川流下負荷量	110
図 6-23	日野川下流部（仁保橋、桐原橋近傍）における水田排水負荷量／実測河川負荷量	111
図 7-1	大津市公共下水道模式図	114
図 7-2	プライスマン・スロット（Preissman Slot）	117
図 7-3	大津市公共下水道	122
図 7-4	対象地域における分流と合流	123
図 7-5	ティーセン分割一例	126
図 7-6	都市計画総括図に基づく用途地域図	128
図 7-7	市域図に基づく用途地域図	129
図 7-8	システムの応答関係	131
図 7-9	汚水日変動比	132
図 7-10	実測値との比較（流量）	133
図 7-11	実測値との比較（BOD）	133
図 7-12	実測値との比較（TN）	133
図 7-13	計画降雨	134
図 7-14	通常のシミュレーション	134
図 7-15	シナリオ①	134
図 7-16	シナリオ②	135
図 7-17	シナリオシミュレーションの結果（越流量）	135
図 7-18	シナリオシミュレーションの結果（越流 BOD）	135
図 7-19	シナリオシミュレーションの結果（越流 TN）	135
図 8-1	日野川流域モデルの模式図	141
図 8-2	日野川ダムからの放流量と降雨量	144
図 8-3	日野川縦断方向の流量	144
図 8-4	計算結果の例（明治橋地点（左）と明治橋周辺の計算流量の時間変化（右））	144
図 8-5	日野川の縦断勾配	145
図 8-6	断面数を加える前後の明治橋での計算結果の比較	145
図 8-7	河道輸送量の計算法の概念図	148
図 8-8	垂直的な横断面の例（河口から 30990m 地点）	148
図 8-9	断面を表現する点を加えた地点の計算結果の変化	148
図 8-10	断面を表現する点を加えたことによる下流の計算結果の変化（明治橋）	149
図 8-11	河道構造物ごとに 17 の区間に分割	149
図 8-12	河道を分割したときの改善結果	150
図 8-13	区間 15 での計算流量の時間推移	150
図 8-14	合流部における断面の不足	150
図 8-15	実測断面を用いた場合の計算改善結果	152
図 8-16	計算水深の実測値との比較	152
図 8-17	計算流速の実測値との比較	152

図 8-18	ISIS の SCSBDY ユニットのデータ入力画面	153
図 8-19	日野川の土地利用	154
図 8-20	日野川の表層地質分布	155
図 8-21	降雨観測所による日野川流域ティーセン分割図	156
図 8-22	カーブナンバー値の日野川流域分布	156
図 8-23	SCSユニットハイドログラフ	158
図 8-24	計算結果 各地点における水位ハイドログラフ	160
図 B -1	ラスター型データ	付録 3
図 B -2	ベクター型データ	付録 3
図 B -3	ファイルには属性データは並べて保存されている	付録 4
図 B -4	ベクター型図形データに対する属性データ	付録 4
図 B -5	レイヤー管理	付録 5
図 B -6	ティーセン分割	付録 5
図 B -7	ラスターベクター変換	付録 6
図 C -1	UTM座標系と平面直角座標系(19座標系)	付録 8
図 D -1	SQLによる処理検索の流れ(左図)とRDBおよびGIS属性データの表表示(右図)	付録 9
図 D -2	リレーショナルデータベースの関係演算子の働き	付録 10
図 F -1	滋賀県行政界、字界、集落	付録 27
図 F -2	琵琶湖の流入河川と流域	付録 28
図 F -3	滋賀県の植生分布(平成7年)	付録 29
図 F -4	滋賀県の植生分布(平成7年)	付録 30
図 F -5	滋賀県の土地利用、昭和43年(左図)、平成7年(右図)	付録 31
図 F -6	滋賀県の土地利用、平成7年 拡大図	付録 32
図 F -7	土地利用の入力に用いた地形図	付録 33
図 F -8	滋賀県の地質分布(平成7年)	付録 34
図 F -9	滋賀県の地質分布(平成7年)	付録 35
図 F -10	昭和43年取水施設(水道、工業、農業用)	付録 36
図 F -11	井戸(水道、工業、農業)	付録 37
図 F -12	昭和43年、平成10年、水道、簡易水道	付録 38
図 F -13	滋賀県の事業所分布(平成2年)	付録 39
図 F -14	下水処理場と処理区域	付録 40
図 F -15	屎尿処理場と処理区域 左:43年、右:平成9年	付録 41
図 F -16	農業集落排水処理施設と集落	付録 42
図 F -17	水田、畑(圃場整備、排水性)	付録 43
図 F -18	ため池(左:43年、右:平成7年)	付録 44
図 F -19	気象観測(降雨)、水質、水位測定点	付録 45
図 L -1	ISISを構成するモジュールの概要	付録 94
図 L -2	パネルにより分割された河道横断面	付録 96
図 L -3	ISISの計算の流れ	付録 96
図 L -4	定常流計算結果(. z z s ファイル)	付録 97
図 L -5	定常流計算診断ファイル(. z z d ファイル)	付録 97
図 L -6	Preissmann の4点法	付録 97
図 L -7	非定常流計算の診断ファイル(. z z d ファイル)	付録 98

図 L-8 計算中に示される収束情報..... 付録 98

図 L-9 累積降雨量と累積有効降雨量の関係..... 付録 99

表目次

表 1-1 琵琶湖の水質環境基準..... 2

表 1-2 琵琶湖総合開発事業における水質保全事業..... 2

表 1-3 琵琶湖の水質保全に関する法令および条例..... 2

表 2-1 ベクター型データとラスター型データ..... 11

表 2-2 本研究で用いたGISソフトウェア環境とその役割分担..... 13

表 2-3 本研究で用いたハードウェア環境..... 14

表 3-1 琵琶湖総合開発前後の土地利用面積 クロス集計結果..... 24

表 3-2 琵琶湖総合開発前後の下水処理形態別人口構成..... 27

表 3-3 建物用地の人口密度代表値di..... 29

表 3-4 琵琶湖総合開発前後の工業出荷額等..... 32

表 3-5 琵琶湖総合開発前後の畜種別頭数..... 33

表 4-1 汚濁発生量を求める計算式と原単位..... 39

表 4-2 物質別総流達率..... 40

表 4-3 汚濁負荷原単位調査の概要(滋賀県土木部下水道建設課)..... 40

表 4-4 琵琶湖に流入する 133 河川による..... 41

表 4-5 琵琶湖流域の従来の汚濁負荷推定結果..... 42

表 4-6 既往の研究の問題点..... 42

表 4-7 既往の汚濁負荷推定法の問題点とそれに対して本研究が採った対策..... 43

表 4-8 本研究の汚濁負荷推定方法について..... 45

表 4-9 汚濁負荷源の一般的分類..... 45

表 4-10 各発生源の位置決定法の概略..... 46

表 4-11 事業所の排水基準濃度 (mg/l)..... 49

表 4-12 業種ごとの事業所数 (件)..... 49

表 4-13 業種ごとの排水量 (m3/日) と水質測定がなされている排水量の割合..... 50

表 4-14 事業所の排水負荷量の求め方概略..... 50

表 4-15 全事業所の平均排水濃度 (mg/l)..... 51

表 4-16 日排水量 30m3 未満の事業所の平均排水濃度 (mg/l)..... 51

表 4-17 昭和43年の事業所からの負荷算定に使用した原単位一覧..... 52

表 4-18 滋賀県の下水処理場と処理水放流先..... 53

表 4-19 滋賀県の屎尿処理場と屎尿処理水放流先..... 53

表 4-20 農業集落排水処理施設のデータと配属流域..... 54

表 4-21 下水処理場の運転実績..... 54

表 4-22 屎尿処理場の運転実績..... 54

表 4-23 昭和43年のし尿処理場排水負荷原単位..... 54

表 4-24 各処理形態の処理対象物質..... 55

表 4-25	生活排水負荷原単位	55
表 4-26	畜産排水負荷原単位	57
表 4-27	面源負荷原単位	57
表 4-28	汚濁負荷量推定結果の比較	64
表 4-29	流域別汚濁負荷量推定のために本研究で統合化した環境情報	66
表 5-1	対象流域一覧	72
表 5-2	ティーンセン分割で求めた対象流域の年間降雨量	75
表 5-3	琵琶湖流域のダム一覧	76
表 5-4	測定全期間平均流量と基底時の平均流量	77
表 5-5	各期間の平均流量、汚濁物濃度、基底汚濁負荷量	79
表 5-6	琵琶湖流域の主な逆水灌漑一覧	82
表 5-7	基底汚濁負荷量と非特定汚染源からの負荷量推定のために本研究で統合化した環境情報	83
表 6-1	逆水灌漑一覧	87
表 6-2	日野川流域の土地利用	88
表 6-3	日野川地区の用水系統	90
表 6-4	水源別年間農地供給水量	91
表 6-5	日野川流域の小流域の流域面積	92
表 6-6	日野川土地改良区で記録されている送水量記録箇所と送水先	93
表 6-7	各市町村の年度ごと減反率	94
表 6-8	用水系統への配水量計算式	98
表 6-9	日野川地区用水系統の農地面積	98
表 6-10	用水系統地区毎の減反率	99
表 6-11	湖東地方の平均減水深	101
表 6-12	横方向浸透量	101
表 6-13	排水性、表層地質の水田土壌分類との対応	102
表 6-14	土壌間隙率	102
表 6-15	土壌ごと土壌貯留量	102
表 6-16	排水系統で分割された水田の面積	104
表 6-17	用水系統毎の取水源別給水量合計（1998年 灌漑期）	105
表 6-18	水田からの汚濁負荷原単位推定結果	111
表 6-19	従来の水田からの汚濁負荷原単位	111
表 6-20	水田からの排水量・汚濁負荷量推定のために本研究で統合化した環境情報	112
表 7-1	流出係数	116
表 7-2	減衰係数と増加係数	118
表 7-3	浸食係数	119
表 7-4	Potency Factor	119
表 7-5	雨水桝における汚濁負荷堆積モデルのパラメータ	120
表 7-6	対象地域の基本データ	127
表 7-7	用途地域の分類	128
表 7-8	各用途地域の地表面工種面積割合	128
表 7-9	市域図の分類	129
表 7-10	各エリア毎の流出係数の差	129
表 7-11	各支配流域からの流入汚水	130
表 7-12	点源汚水	130
表 7-13	他排水区からの流入汚水量	130

表7-14	仮定した他排水区からの流入水質	131
表7-15	終末処理場への流入水質シミュレーション結果および次シミュレーションの流入水質の仮定	131
表7-16	仮定した他排水区からの流入水質	131
表7-17	1.2倍流入汚水シミュレーションによる大津市公共下水道の応答関係	132
表7-18	汚水日変動比	132
表7-19	越流量推定のための本研究で統合化した環境情報	136
表8-1	日野川の小流域と流域面積	141
表8-2	日野川モデルの横断面と位置	143
表8-3	補間断面ユニットを加える前後の定常流診断ファイルの比較	145
表8-4	加えた補間断面ユニット	146
表8-5	分割した区間の起終点	149
表8-6	GPSで測定した各測点の緯度、経度	151
表8-7	植生分類と土地利用分類の対応(日野川流域)	154
表8-8	日野川流域での表層地質分類の対応表	155
表8-9	降雨観測所データ	155
表8-10	カーブナンバーの土地利用別の標準値	156
表8-11	流域ごとの土地利用面積率	157
表8-12	流域ごとのカーブナンバーの値	158
表8-13	河川の任意地点の流量推定のため本研究で統合化した環境情報	161
表9-1	地理情報として統合した環境情報とそれによって解析された現象	167
表A-1	滋賀県地域環境アトラス構成項目	付録1
表A-2	滋賀県GISのデータ項目	付録1
表C-1	主な回転楕円体、その長半径と短半径	付録7
表E-1	エラー種類毎のエラーチェックの発見方法	付録12
表F-1	GISに整備した流域環境情報	付録14
表F-2	昭和43年当時の滋賀県の屎尿処理場	付録15
表F-3	琵琶湖流域界一覧	付録21
表F-4	植生と土地利用の対応表	付録22
表F-5	表層地質レイヤーの属性フィールドとコード	付録23
表F-6	「農水GIS」の属性コード表	付録26
表G-1	流域別土地利用面積[m](平成7年)	付録46
表G-2	流域別土地利用面積[m](昭和43年)	付録49
表G-3	流域別人口、下水処理形態別人口[人](平成7年)	付録52
表G-4	流域別人口、下水処理形態別人口[人](昭和43年)	付録55
表G-5	流域別畜産頭数[頭](平成8年)	付録56
表G-6	流域別畜産頭数[頭](昭和45年)	付録57
表G-7	流域別中分類工業出荷額等[万円](平成7年)	付録58
表G-8	流域別中分類工業出荷額等[万円](昭和43年)	付録61
表H-1	1990年度を基準とした中分類工業出荷額等の価格デフレーター	付録64

表 I -1	非特定汚濁源からの TN 負荷 [kgTN/ 日](平成 7 年)	付録 65
表 I -2	非特定汚濁源からの TN 負荷 [kgTN/ 日](昭和 43 年)	付録 68
表 I -3	処理プラントおよび家庭直径系からの TN 負荷[kgTN/ 日](平成 7 年)	付録 71
表 I -4	処理プラントおよび家庭直径系からの TN 負荷[kgTN/ 日](昭和 43 年)	付録 74
表 I -5	畜産からの TN 負荷 [kgTN/ 日](平成 7 年)	付録 75
表 I -6	畜産からの TN 負荷 [kgTN/ 日](昭和 43 年)	付録 76
表 I -7	事業所からの TN 負荷 [kgTN/ 日](昭和 43 年)	付録 77
表 I -8	合計 TN 負荷 [kgTN/ 日](平成 7 年)	付録 80
表 I -9	合計 TN 負荷 [kgTN/ 日](昭和 43 年)	付録 83
表 J -1	配水・排水系統別、排水性・表層地質別に分割された水田とその面積	付録 86
表 L -1	河道を表現するユニット	付録 91
表 L -2	カーブナンバーのアメリカでの標準値	付録 99
表 L -3	カーブナンバーのアメリカでの標準値	付録 99
表 L -4	土壌分類	付録 100
表 L -5	先行降雨条件	付録 100
表 M -1	各測点間の直接水準測量結果	付録 101
表 M -2	河道横断面水準測量結果	付録 102
表 M -3	河道横断面スタジア測量結果	付録 104
表 M -4	水深測量結果	付録 106
表 M -5	測定横断面座標	付録 108
表 M -6	流速測定結果と流量算出結果	付録 110

第一章 序論

第一節 背景

1.1 琵琶湖の水質概要

琵琶湖は、かつては貧栄養湖であり、北湖では10mを越える透明度を誇っていた。しかし、1960年頃から、琵琶湖に流れ込む汚濁物量が増え、南湖から琵琶湖全体へと悪化が進み、1970年代初頭には悪化のピークを示した。その後、一時的に回復したものの、1975年以降再び悪化し、1980年代前半に一定の改善傾向を示した。BOD、TPに関しては1985年以降はほぼ横這いあるいは若干の改善傾向がみられている（図 1-1¹⁾）。しかしCOD、TNに関しては、1985以降、やや上昇傾向にあり、悪化が懸念されている（図 1-2¹⁾）。琵琶湖には、湖沼AA類型および全窒素・全リンについてはⅡ類型の環境基準が当てはめられており（表 1-1²⁾）、1997年度の北湖のCOD2.5mg/l、全窒素0.33mg/lは環境基準値の1.0mg/l、0.2mg/lを達成していない。

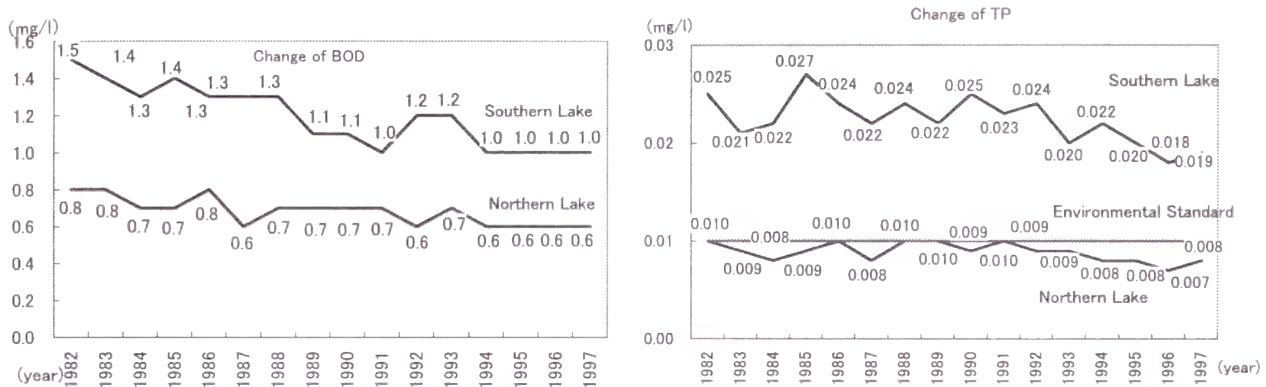


図 1-1 琵琶湖の水質（BOD, TP）

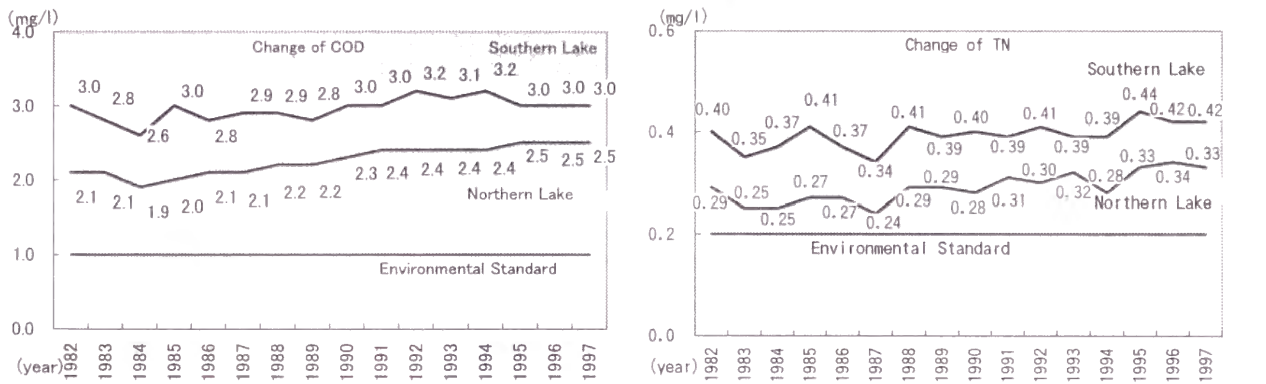


図 1-2 琵琶湖の水質（COD, TN）

表1-1 琵琶湖の水質環境基準

生活環境の保全に関する環境基準 <琵琶湖>								
(一般項目)								
項目 類型	利用目的の適応 性	基準値					達成期間	
		pH	COD	SS	DO	大腸菌群 数		
AA	水道1級、水産1級、自然環境保全及びA以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	1mg/l 以下	1mg/l 以下	7.5mg/l 以上	50MPN/ 100ml以下	南湖 5年を超える 期間で可 及的速やか に達成	北湖 直ちに達成
(窒素、りん)								
項目 類型	利用目的の適応 性	基準値		達成期間				
		全窒素	全りん					
Ⅱ	水道1,2,3級(特殊なものを除く。)、水産1種、水浴及びⅢ以下の欄に掲げるもの	0.2mg/l以下		0.01mg/l以下			段階的に暫定目標を達成しつつ、環境基準の可及的速やかな達成に努める。	

1.2 琵琶湖総合開発事業と水質保全対策

琵琶湖流域においては、1972年度から1996年度の25年間にわたり「琵琶湖総合開発事業」が実施され、40m³/secの新規利水を確保するために様々な事業が流域内で展開された。これは、琵琶湖の水資源をより有効に利用できるようにするための「利水事業」と、琵琶湖周辺の洪水被害を解消するための「治水事業」と、このような「開発事業」に伴う琵琶湖の水質や自然環境の悪化から琵琶湖を守るための「保全事業」とからなる事業である。これらの事業が行われるのと並行して、人口、工業、その他第3次産業が集中し、汚濁発生量そのものが増加し、この事業前後で流域から琵琶湖へと流入する汚濁負荷量は大きく変化したものと予想される。

この琵琶湖総合開発事業における水質保全事業³⁾として、表1-2に示す水質保全事業が琵琶湖総合開発事業の一環として行われてきた。上述した事業の他に、滋賀県では表1-3に示す法や条例による規制によって水質保全を行ってきた。

表1-2 琵琶湖総合開発事業における水質保全事業

(1)下水道…	琵琶湖の水質保全と生活環境等の改善を図るため、下水道事業を水質保全対策の重要な柱として位置付け、また琵琶湖の富栄養化を防止することを主眼として全国に先駆けて窒素やリンを除去する高度処理施設の整備を行ってきた。
(2)し尿処理…	琵琶湖の水質保全と生活環境の改善向上を図るため、下水道の整備と併せて、し尿の衛生的な処理に必要な施設を整備するし尿処理事業を11地区50市町村において実施し1日あたり約880klの処理能力の増加を図ることとし、琵琶湖の富栄養化を防止するため、窒素やリンを除去する高度処理施設を整備した。
(3)畜産環境整備施設…	畜舎を畜産の適地に移転誘導するため、飼育管理施設の整備を11地域で行うとともに、家畜ふん尿を乾燥処理あるいは発酵処理し堆肥化するために、家畜ふん尿処理施設を29地域で整備した。
(4)農村集落排水処理施設…	琵琶湖の流域内の集落を対象に、汚水処理施設、管路施設を整備するもので、合計102地区220集落の農業集落排水処理施設を整備した。なお、全施設で窒素除去をおこない、また琵琶湖周辺の施設では、これに加えリン除去の高度処理施設を整備した。
(5)ごみ処理施設…	自然環境の保全や生活環境の改善向上を図るため、13地区50市町村において、ごみ処理施設、粗大ごみ処理施設、埋立処分地施設を整備することとした。事業の実施により12地区49市町村で353t/日のごみ処理施設、172t/日の粗大ごみ処理施設および1,285m ³ の埋立処分地施設が整備された。
(6)水質観測施設…	琵琶湖水質自動測定局8局と河川水質自動測定局8局を新設するとともに、中央局の衛生環境センター受信装置や情報処理システム等の整備を行った。

表1-3 琵琶湖の水質保全に関する法令および条例

法、条例	主な内容
(1)滋賀県公害防止条例 (1969年制定、1970年施行)：	汚水を出す施設を特定し、それを設置している工場等は届け出義務づけるとともに排水量が100m ³ /日以上以上の工場について、規制値を定めた ⁴⁾ 。
(2)水質汚濁防止法 (1970年制定、1971年施行)：	公共用水域、地下水の水質汚濁の防止を図ることを目的、事業所からの排水を規制するものである。滋賀県では、上乗せ条例(1971年制定、1972年改正、1973年施行)を定め、日平均排水量が30m ³ 以上の施設を対象に法律より2～10倍厳しい上乗せ基準が設けられた ⁴⁾ 。
(3)滋賀県公害防止条例の改正 (1972年改正、1973年施行)：	公害の発生源となる施設に関する規制、公害防止のための措置を講じることによって、住民の健康を保護するとともに生活環境を保全することを目的としている。水質汚濁防止法で規制されていない学校、旅館等も条例で規制(特定施設の横だし)、排水基準値の上乗せ、横だし、およびBOD、COD、SSについて負荷量規制を行うこととしたものである ^{4,5)} 。
(3)滋賀県琵琶湖富栄養化の防止に関する条例 (富栄養化防止条例) (1979制定、1980年施行)：	琵琶湖の富栄養化を防止するため、湖に流入する窒素、リンを減らすためリン、窒素の発生源に対して総合的な対策を定めたものである。1979年10月に制定され、1980年7月から施行された。工場排水の窒素・リンの規制、リンを含む家庭用合成洗剤の使用の禁止を行い、リンは昭和40年代初期から中期の水準に、窒素は昭和50年の水準まで回復させることを目的にしている ⁵⁾ 。
(4)湖沼水質保全特別措置法 (湖沼法) (1984)：	水質汚濁防止法では対応できない各種汚染源に対するきめ細かな規制の措置を導入し、湖沼ごとに水質保全に資する事業や汚濁負荷削減のための計画を策定し、水質保全施策を総合的に推進することとしている。琵琶湖は1985年に指定湖沼となった。
(5)琵琶湖水質保全計画 (1986～)：	琵琶湖が1985年12月に指定湖沼に指定されたことにより、1986年度から5年間を計画の期間とする「琵琶湖に係る湖沼水質保全計画」を定めて実施し、1997年3月には、1996年度から2000年度までの5年間を計画の期間とする第3次の計画を定めて実施している。
(6)滋賀県公害防止条例施行規則の一部改正 (小規模排水事業所に対する排水規制) 1996年施行)：	排水基準の適用されていない日平均排水量30m ³ 未満10m ³ 以上の工場などに対する排水基準を新たに設定した ^{1,2,5)} 。
(7)生活排水対策の推進に関する条例 ～みすすまし条例～(1996)：	1997年4月からの住宅の新築には、合併処理浄化槽の設置を義務づけている ¹⁾ 。

第二節 流域単位の管理の必要性和現象解析の可能性の萌芽

2.1 行政目標の変化

このように様々な水質保全事業、法規制が行われてきたにもかかわらず、毎年のようにアオコが発生するなど、琵琶湖の水質が改善されたとは言えなかった。このため滋賀県では、これまでの排出水質規制が中心の条例だけでは限界に達していると判断し、新たに「水質保全総合条例（仮称）」を制定するとしている⁶⁾。これまでは、対策を立てるのが、農業集落下水道は農水省で、下水道は建設省が、し尿処理施設は厚生省がと、対策が各部局毎に立てられており、事業間の連携がみられない上に、琵琶湖全体を一律に規制していたために効果的な対策が行われなかったからで、この条例では、琵琶湖に注ぐ各流域毎に行政や住民による協議会を設置し、各流域の実状に応じた水質改善目標や対策を策定するとしている。

このように行政主体で新しい流域管理のあり方が求められるようになった。このことは「流入河川の実態」を明らかに、つまりは、実際に河川を通じて流入している汚濁物はいったいどれくらいあって、どこで発生して、どのように流れてきているかといった各流域の現象を明らかにして、それぞれの流域ごとに対策をたてることが求められてきているのだと理解しているが、従来は、流入河川および湖沼内の水質という直接把握できるようなもののみが研究の対象となっていたため、流域毎の発生源および流出現象のメカニズムといったことは十分に議論されてこず、そのための方法論、情報さえ明らかではないというのが実状であった。

2.2 計算機と分布型モデルの発展とそのメリット

流出現象のメカニズムが議論されてこなかったのは、流出現象が非常に複雑な現象で、従来の技術体系では取り扱うことが困難であったからであるが、特に大きな理由として、計算機システムに十分な能力がなかったことがあげられるであろう。当時の計算機といえば、大型計算機のようなメインフレームであっても、現在のパソコンの性能以下であり、計算能力および情報を扱うためのソフトウェアも十分に発展していなかった。しかしながら、水理学と水理学の解を求める数値計算法、計算機の発展により、現象を追跡できる物理的な分布型モデルが欧米を中心に開発されるようになり、計算機上で動かすことができるようになってきた。

物理的分布型モデルのメリットは流域の任意の地点で流量・汚濁負荷量を推定できる点にあり、しかもそのプロセスを物理的に追跡しているために、流域内の人間活動や自然条件の変化や空間的な分布特性を計算に反映させることができることである。

2.3 分布型モデル利用上の問題点

このようにメリットの大きな分布型モデルであるが、これを活用するにはモデルが分布型であるがゆえに流域内の位置に応じて異なってくる様々な情報を必要とする。例えば、地質や透水係数などの自然条件や人口、産業、インフラストラクチャー等の人間活動、さらには河川流量や水質に関する情報等、膨大で詳細な情報が必要となってくると思われる。しかし、在来の情報や従来の情報管理・情報処理システムでは、きめの細かい行政を行うために多様なデータが様々な機関で集められているとはいえ、収集された情報は単目的で使用されることが多く、このような情報を提供することができないため分布型モデルの普及は進んでいない。これは縦割り行政のためにデータ入手が困難であることや、存在していてもそれらを有効に活用するシステムが存在していなかったことによると筆者は考えている。

2.4 地理情報システムの発展とその利点

一方、地理情報システム（Geographical Information System, GIS）の開発と計算機能力の発展によって、データ管理を「位置座標と結びついたままで」行うことが可能となった。このことは大きな進歩であり、従来紙面の地図を用いてしかできなかったことだけでなく、紙面の地図を用いてもできなかったことが計算機上で可能となった。このことにより分布型モデルが必要とする情報や、流域の特徴把握に必要な情報を提供可能になったと考える。

2.5 背景のまとめ

以上、要するに、閉鎖性流域（湖沼）の水質問題に対して、「流域」を「単位」とした情報の整理・現象分析・計画の作成が望まれているのであるが、以上の背景より、筆者は、このような物理的分布型モデルおよびGISを活用することによって、行政が目標としている流域毎の流域内の特徴、すなわち汚濁発生量、排水処理システム、流下特性等を反映した流域管理を推進できるものと考えている。しかしながら、これまで水環境の把握、汚濁物流出現象を明らかにするために例えば分布型モデルやGISが使用されるようなことはなかったために、流域の特性を把握するために必要とする情報、流出現象を明らかにするために必要な情報が、存在しているのかどうか、また実際にどのような情報を使うことができるのか、そしてほんとにどのような情報が必要で、そのためにどのようなテクニック・プロシージャが必要となるかということが明らかではないという問題点が浮き彫りとされるのである。

第三節 本研究の目的と論文の構成

3.1 目的

そこで本研究では、そのための情報と方法論を具体的に示すことによって流域管理の1つの方法論を提示することを目的として、

- ①「流域毎」の水・汚濁物流出に関わる各種の現象解析・流域環境計画策定を可能にするのに必要な「流域環境情報」をGISを用いて作成・整備する方法論の検討を行った。
- ②そして、それら収集したGIS情報群と分布型モデルとを連動させることによって、様々な汚濁物の流出現象の解析・計画論へ適用する方法を検討することを通じて、その実現可能性とそこで必要となってくる地理情報やそのシステムを提示し、それによって、GISを用いた流域情報の統合化とその適用が、現象解析・計画論に有効であることを示すものである。

なお、本論文の現象解析は、汚濁負荷流出に関する全ての現象解析を行うものでも、琵琶湖流域全体を対象とした解析を行うことを目的としたものでもない。一部の流域を対象に、いくつかの現象を明らかにする方法論を提示することを通じて、GISを用いることの有用性、そしてそこで必要とされる情報を示すことを目的としたものであることを再度強調しておく。

3.2 構成

以下に、各章の目的の概要を述べ、本論文の構成とする。

- ・ 第二章では、水環境を把握する上で必要と考えられるデータをGIS上にGISデータとして作成・統合化する基礎的な手法を検討することを目的とし、そこで必要となるソフトウェア、システム構成について述べている。

・ 第三章では、分布型モデルに即した形のデータを作るにはどうすればよいのか、また、流域の特性を把握するのに必要なデータをつくるにはどのようにすればよいのかを示すことを目的とし、GISの機能の1つであるオーバーレイ機能を用いて、元の個別GISデータからより有益なGISデータを作成する手法を提示し、「流域」の特性を明らかにするための「流域毎に整備された」環境情報を作成し、流域毎の人口・土地利用等の特性の把握を行っている。

・ 第四章では、流域特性の把握、そして流域からの汚濁物流出現象を明らかにする上で基礎的な情報となる、流域毎の排出源別、発生・排出負荷量を推定することを目的とし、環境情報をGISで統合化することによって、精度よく、そして、効率よく、任意の流域に対して流域毎の発生・排出負荷量を推定できることを示し、その手法とそこで必要となる情報について提示する。

・ 第五章は、第四章が非特定汚染源からの汚濁負荷量の推定に原単位を用いているために、非特定汚染源からの汚濁負荷量については流域毎の特性を反映できていないことを克服するために、流域の特性を反映できる新しい方法論を提示することを目的とし、河川の環境基準調査データとGISによる汚濁負荷量情報を統合化することによって、非特定汚染源からの汚濁負荷推定を行っている。

・ 第六章では、土地改良区から提供を受けた6年間にわたる毎日の取水量・分水量、さらには各種の水田に関して整備したGIS上の地図情報を統合化し、これに降雨データを加え、各末端水田への毎日の配水量や水田排水の環境負荷量を明らかにし、流域の農業に関する水・汚濁物移動の実態(日野川を対象として)を明らかにする手法とそこで必要となる情報について提示する。

・ 第七章では、最新の都市域分布型モデルHydroWorksとGISによって準備したモデルデータおよびシナリオ解析データを用いて、合・分流式下水道混在都市地域から(大津市を対象として)の越流量、越流負荷量(CSO)および下水道整備手法の違いによるその削減効果を定量化する手法について論じる。

・ 第八章では、分布型汚濁物流出モデルISISと流域のGISデータを用いて、河川の任意地点における低水時および雨天時の流量・汚濁負荷量の推定(日野川流域を対象として)を行うための手法について論じる。

・ 第九章では、これらの結果をうけて、本研究の成果を総括し、今後の課題について論じる。

参考文献

- 1) 滋賀県、環境白書 平成10年、pp. 17-18, pp.120-130, p.138、1998
- 2) 滋賀県琵琶湖環境部、琵琶湖と環境のホームページ、<http://www.pref.shiga.jp/biwako/koai/index.htm>、2000
- 3) 琵琶湖総合開発協議会、琵琶湖総合開発25年のあゆみ、pp. 117～127、1997

- 4) 国際協力事業団国際協力総合研修所&国際湖沼環境委員会、湖沼環境保全対策および適正技術に関する調査研究、p.77-86、pp.108-116、1990
- 5) 日本水環境学会、日本の水環境行政、pp.192-217、1999
- 6) 京都新聞、「琵琶湖の水質保全へ新条例」、2000年2月20日、2000

第二章 環境情報の GIS 化に関する検討

第一節 本章の背景および目的

序論で述べたように、琵琶湖の水環境保全のために、「流域」を「単位」とした情報の整理・現象解析・計画の作成が望まれるようになってきており、琵琶湖の流域環境を把握するために、流域内の人間活動・自然条件に関する大変多くの情報を必要とするようになってきている。現在までに多くの情報が様々な行政機関で収集され、その一部はデジタル化、データベース化されてきたが、それらのデータを取り扱うに有効な手法・ツールが十分ではないために、収集されたデータは単目的のために使用されることが多く、流域環境の把握のために活かすことができなかった。

一方、近年の計算機能力の発展により、多くの情報を計算機上で扱うことができるようになってきた。特に地理情報システム（GIS）というソフトウェアの発展により、従来は紙面上でしか扱うことのできなかった地図情報を計算機で管理・計算処理・表示することができるようになり、場所によって量・質的に異なる多様なデータを統一的に扱うことが可能となってきた。

このGISを上手く利用し、これら行政機関に蓄積されているデータを十分に活用することができれば、琵琶湖の流域環境を把握することができ、流域管理計画の策定を支援できるものと考えている。そこで本章では、流域の現象解析や計画論への適用の際に利用価値が高く、利便性の高い環境情報データベースをGIS上に作成するための方法論・留意点を提示することを目的とし、以下の構成で論を進める。

本章の第二節では、既存の環境情報の問題点を考察している。第三節では、それを受けて、どのようなツールを用いて、どのようにデータ整備を行うべきかを検討し、第四節では、実際のデータ整備における問題点と対策・データ整備手法を示した。なお、本手法の適用例として、各行政機関が作成しているデータの中から琵琶湖の流域環境の把握に必要と考えられる各種のデータ・資料（例えば、流域界、土地利用、人口、産業、水質等である）の収集を行い、その各種環境情報資料のGIS化を行った。その結果については、付録に示した。

第二節 既往の環境情報の問題点の考察

2.1 既往の環境情報とその問題点

2.1.1 国土数値情報

地理的に広がる自然・社会活動のデータベースとしては、日本全国の地理的情報を数値化して集積している国土数値情報の存在がある^{1,2,3)}。これはデータ型式が公表されており、磁気テープ、CD-ROM、MO などにより入手できるが、入手・利用が自由でないことと、GISが発展する前に作成され始めたために、データフォーマットがGISになじまずに利用が滞っている。

2.1.2 滋賀県地域環境アトラス

各都道府県でも国土数値情報と同じ様なデータベースを整備しようとした先駆的な試みも多い。その1つとして、滋賀県が作成した「滋賀県地域環境アトラス」がある。

「滋賀県地域環境アトラス」とは滋賀県と琵琶湖に関する地域情報データベースの内容を広

く知らしめ、その利用の普及を図るため、昭和60年に琵琶湖研究所により編集・出版されたものである^{4,5)}。なお、「滋賀県地域環境アトラス」に収録されている項目については巻末付録の表 A-1⁶⁾に示している。これは一旦コンピュータ上にデジタル化された情報をアナログ的な印刷物の地図集として公刊したもので、データベースの案内カタログとしての役割を持っていた。しかしいったん印刷物になってしまったものは目で見てイメージする以上の融通がきかず、それ以上の分析や操作には向かなかった。

2.1.3 うごくアトラス（滋賀県）

そこで「滋賀県地域環境アトラス」に収録されていたデータにその作画プログラムを加え、フロッピーディスクに収納し、解説文を付けたものが「うごくアトラス」として昭和63年に公刊された⁷⁾。しかしながら、フロッピーディスクの容量の制限から、データの多くは約1km四方の粗いメッシュベースで整備されており、データフォーマットが独自のフォーマットであったこともあり、これを使用した行政的施策や研究例はほとんどなかった。

2.1.4 滋賀県 GIS

現在、「うごくアトラス」を発展するような形で、滋賀県の地域環境情報がGIS上に集められている。これは、森林の公益的機能、経済的機能等の機能評価を目的に実施された「森林情報システム調査」（農林水産部林務緑政課：平成6年～8年度）や県土の利用に当たっての利用適合度や制限条件についての分級評価を目的に実施された「滋賀県土地利用分級評価調査」（企画部土地対策課：平成8年度）等の目的で作成された情報を、滋賀県琵琶湖環境部水政課がGIS上にとりまとめを行っているものである。以下、本論文ではこれを「滋賀県GIS」と呼ぶ。「滋賀県GIS」に収録が行われているデータ項目を巻末付録の表 A-2に示す。

現在も情報の収集・整備が進行中であるが、一般に対して公開される予定は立っていない。本研究では、滋賀県よりこのデータの一部の提供を受け使用しているが、図形どうしの重なりや隙間等の論理的な矛盾を有しており、空間的な計算処理を行うにはこれらの間違いを直さねば使用できない。

2.1.5 流域別下水道整備総合計画（流総計画）

下水道法により、指定された流域においては下水道整備に関する総合的な基本計画（流域別下水道整備総合計画）を策定すべきことが定められており、そのために流域に関する様々な情報が収集・活用されている⁸⁾。ここで集められている情報は、自然条件（地形、河川、湖沼、気象）、水質、下水道、排水処理施設、排水基準の状況、土地利用、人口、産業（鉱工業、農業）、

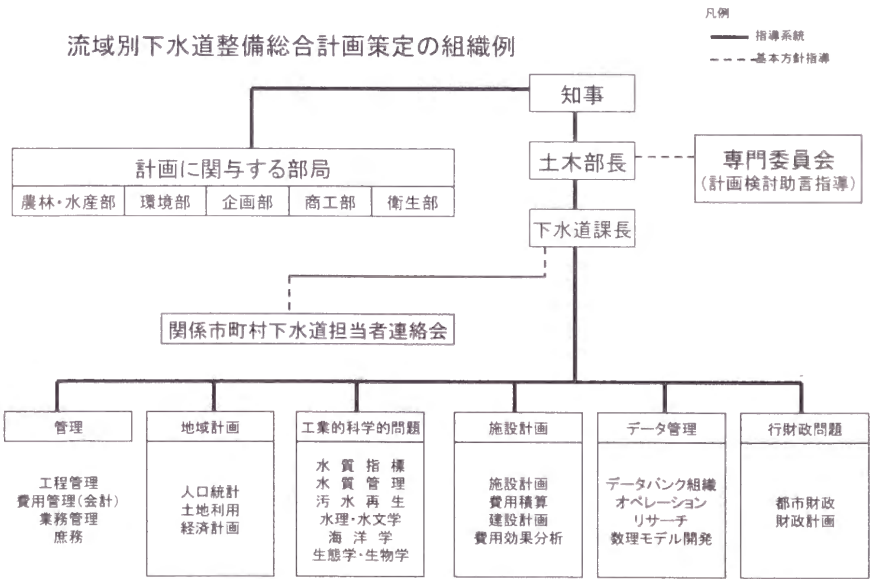


図 2-1 流域別下水道整備総合計画策定の組織例

水利用等の現況である。収集されるデータの多くは関係各部局から、下水道サイドに報告されたものである（図 2-1⁹⁾）。このように流総計画では、非常に多くの流域環境情報が収集されているが、そのデータが流域別下水道整備総合計画以外に使用されることはなかった。

2.1.6 指定統計

「国勢調査」「事業所統計」「商業統計」「工業統計」「農林業センサス」「漁業センサス」。これらは統計法に基づく指定統計で、総務庁統計局、通商産業省、農林水産省が関係対象を全数調査かつ経年的に調査している。最近ではデジタルデータとして配布されるようになってきたが、最小統計地区単位が、市区町村単位で集計単位が粗い。

2.2 既往の環境情報の問題点のまとめ

ここまで既存の環境情報データベースやその利用例を紹介してきたが、これらは環境情報を活用しやすい形で整備統合し、普及させるといった点をあまり考慮しておらず、利便性がきわめて悪く利用価値の少ないものであった。以下、その問題点をまとめる。

2.2.1 制度上の問題点

「国土数値情報」、「滋賀県 GIS」や「流総計画」の例に見られるように、「情報」が1部の目的、1部の機関での利用に限られており、「環境」を記述するような他目的の利用や、他機関での利用が認められなかった。このことは、ここでは考察してこなかったが、各省庁や、地方自治体各部局が所有する情報についても同じで、情報の公開性という制度上の問題点である。

2.2.2 技術上の問題点

一方、技術上の問題点からデータの利用価値が限定されることが多々ある。既存の環境情報データベースの技術上の問題点を整理し直すと、図 2-2 に示すように整理できると思われる。

以下、そのそれぞれについて論じる。

・演算能力、情報容量

例えば、「うごくアトラス」のデータが1kmメッシュと粗く、フロッピーで配布されていたことは、計算機の当時の技術水準を考慮すると仕方ないこととはいえ、情報量の点で利用価値が十分ではなかったであろう。

・2次情報の生成が困難

計算機およびGIS技術の発展が不十分であった当時は、地図データや統計データをデジタル化し、計算機上で表現できるように自前のソフトウェアを開発することがよく行われていた。「うごくアトラス」でも独自のソフトウェアを開発して環境情報を計算機上で取り扱うことを可能としているが、情報の表示以外にこれといって操作を行うことができなかったため、紙面の地図を見る以上の利用方法の機会を与えることができなかった。

・情報の精度、表現方法

ソフトウェアによっては、メッシュベースのデータしか利用できないものもあるため、情

(1)データとソフトウェアを扱うハードウェアの問題点
・演算能力、情報容量
(2)データを扱うソフトウェアの問題点
・2次情報の生成が困難
・情報の精度、表現方法
・情報の検索性
(3)データとデータ構造の問題点
・情報の検索性
・統計情報と空間情報の乖離
・ファイルフォーマット
・投影法・縮尺の不一致
・空間精度

図 2-2 従来の環境情報の問題点

報の精度をおとさざるを得なかった。当時の技術的な制約から、「国土数値情報」の情報の大半、「うごくアトラス」のデータは、メッシュベースで整備されたと思われる。

- ・情報の検索性

データを計算機上で扱う手法が成熟していなかったため、計算機上ですらデータの検索性が悪く、データ構造もデータの検索性を考慮したものにはなっておらず利用しにくいものとなっていた。例えば、「指定統計」や「国土数値情報」はデータが羅列されているだけのデータ構造となっており、必要な情報だけを検索・抽出することは面倒を伴う。

- ・統計情報と空間情報の乖離

計算機およびGIS技術が発展していなかった当時は、紙を媒体として「地図」および「統計」として環境情報を表現せざるを得ず、そのそれぞれは別々の情報としてとらえられていたために、「指定統計」などの統計情報は地理的な情報として計算に利用することができなかった。一方の地図情報もただデジタル化されるだけでのことが多く、利用価値があまり高くなかった。

- ・ファイルフォーマット

「国土数値情報」「うごくアトラス」のデータのように、フォーマットが統一されておらず、多目的あるいは他目的に利用しにくい。場合によってはデータのフォーマットが公開されておらず利用不可能なものもあった。

- ・投影法・縮尺の不一致

紙面の地図はそれぞれ投影法・座標系・縮尺がことになっているために、2つ以上の地図を重ねて利用することが難しかった。

- ・空間精度

「指定統計」などのように統計的な情報は市町村を基本単位として集計された環境情報である。この時点で既に市町村単位に集約され情報の空間的な精度が落ちている。

第三節 従来の環境情報の問題点を解決するためのデータ整備手法の検討とGISの選択

3.1 概説

前節でまとめた問題点を同時に克服するのは、従来の技術的な枠組みの中では不可能であった。現在のように計算機が高度に発展する以前は、計算機の演算能力、情報容量上の限界から大量で多様なデータを取り扱い、高度な計算を行うことが難しかった。そしてこのハードウェアの制約のために、当時のデータを扱うソフトウェアやデータ構造、さらにはデータそのものにも問題を生じさせていたのだと考えるのが妥当であろう。しかし、コンピュータの発展に伴い、事態は大きく変わりつつある。計算機の発展により、新しいソフトウェアが開発され、図2-2に示した多くの問題点は解決された。特に、地理情報システム (Geographical Information System, GIS) というソフトウェアが開発され、平面に分布している多量多種のデータを、位置の情報と結びつけて管理・計算処理することができるようになったことの貢献は非常に大きい。例えば、GISの一般的な利点として、

- ・元となる地図の縮尺や投影法が異なっている場合でも、GIS上では位置座標を参照としてデータの管理を行うため、同じ縮尺であるかのように統一的に扱える（投影法に関する詳細は付録を参照のこと）。

- ・GISでは、データは項目別にレイヤーに整備されることが一般的である（その詳細と利点については付録を参照）。これによって、データベースの変更・修正はその部分だけを行えばよ

く、その部分のデータを差し替えるだけで計算結果や表示結果にも反映することができるとともに、大幅に検索効率が向上する。

・GISが公開されたデータ形式をもっているために、データの再利用や配布が簡単である。のような点があげられる。

しかし、どのGISでもよいかと言うとそうではなく、従来の技術的な制約条件を引きずったGISを選択しないよう、そして、従来の技術的な制約条件を引きずったデータ構造にならないように注意しなければならない。

本節では、最新のハードウェア、ソフトウェア環境を考慮した上で、データを整備する上での留意点を検討し、どのようなデータ整備を行うべきか、そしてそのために選択したツール、ソフトウェアを示す。なお、本節を理解する上で必要となる基礎的知識としてGISの持つ利点や特徴については付録を参照して欲しい。

3.2 GIS データ整備上の留意点について

3.2.1 事物の形を表現するデータ構造について

GISで扱う地理情報の事物の形を表現する方法として、ラスタ型とベクター型の2つがある(詳細は付録を参照)。両タイプの比較を表 2-1¹⁰⁾に示す。かつてはどちらも有用で、利用目的に応じて選択すべきであると言われていた。従来の地図情報はラスタ型で作成されることが多かったが、近年のコンピュータの発展によって、今まで制約条件となっていたものがほとんど解消されてきているため、現在では事物の形状をそのまま表現することができるベクター型で整備することによって、空間的な精度の問題点を解決できる。このことは情報の配布や多方面への利用という面を考えるとメリットが大きい。従って、本研究ではベクター

表 2-1 ベクター型データとラスタ型データ

比較項目		ベクター型	ラスタ型
特徴	データ形状	任意	一定の形
	精度	基図に依存	メッシュ間隔に依存
	図形表現方法	点、線、面で表現	面で表現
	属性データ	点、線、面のそれぞれの図形情報と結合している	属性データで面を表現している
	図形処理機能	点、線、面を用いた図形処理を行う	面のみを用いた図形処理を行う
データ	データ構造	現象学的な良い表現が可能となるが、複雑なデータ構造となる	単純なデータ構造
	データ量	データ量が少なくできる	一般にデータが多くなる
地図表現	地図表現	基図縮尺に依存するが正確に表現できる	メッシュ間隔に依存するがベクター型と比べると粗い表現になる メッシュ内部の状況は不明
	地図縮尺	地図を拡大しても形状がくずれることがない	地図を拡大するとグリッドが大きくなりすぎて現象の構造が認識できなくなる
加工処理	空間解析	高度なプログラムを必要とする	さまざまな解析が簡単である
	シミュレーション	トポロジーを持つものは、シミュレーションが困難	各単位の形とサイズが均一なためシミュレーションが容易である
	ネットワーク解析	ネットワーク連結によってトポロジー(地理的要素の連結)を表現できる	ネットワーク結合を行うことは困難である

ベースの図形データをGISに整備することにした。なお収集したデータにはラスタ型のデータも含まれていたが、ベクター型に変換して使用することとした。

3.2.2 属性情報と地図情報の統一

ー属性データに対するリレーショナルデータベース(RDB)の利用についてー

GISは地球上の事物の位置情報(または地図情報とも呼ぶ)、属性情報を統一して扱えることに最大の特徴があり、このことによって、属性情報と位置情報の乖離の問題を解決している。

このとき、GISでは、複数のオブジェクトに対する属性データは表形式としても表示する

ことができる (図 2-3⁽¹⁾)。表の 1 行のデータに対して、1 つのオブジェクトが対応しており、行をレコードと呼ぶ。(この図 2-3 はデータ項目毎に属性表が分けられておりマルチレイヤー管理されていることも表している。) 一方、GIS の属性データ表の各列は名称、面積、土地利用等のような属性項目に対応しており、フィールドと呼ばれる。

このようなデータ形式を持つ場合、表で表すことのできるデータを GIS 内で扱うよりも RDB で取り扱い、属性値をコード化することによって、効率の良い情報処理を行うことができる。ただこの場合、位置情報と属性情報の乖離が生じるので、GIS 内のオブジェクトと、RDB 内のオブジェクトに同じ ID 番号を振り当てておく必要がある。このように GIS の属性データを図形データと分けることによって、データが冗長になることがなくデータの修正が容易になるだけでなく、属性値の集計や統計計算が容易となる。

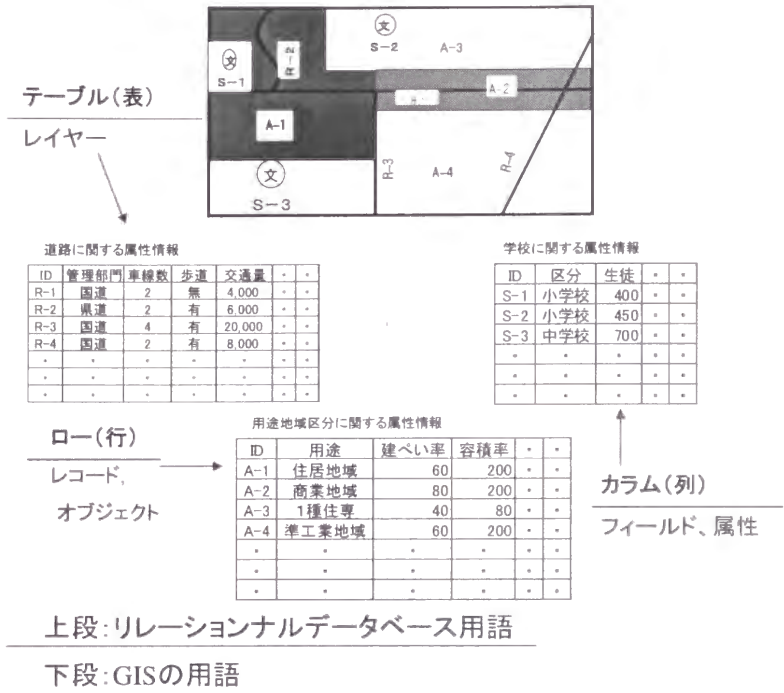


図 2-3 GIS 属性データの表表示とその用語

3.3 GIS 環境の選定

現時点ではデータの入力・編集、解析、データの集計までを一貫して行うことのできる様々な GIS ソフトがあるが、それぞれ得手不得手がある。それぞれのソフトの利点を活かし、作業分担を行うことにし、GIS 環境を選定した。その結果、本研究では、Arc/INFO と MapInfo の 2 つの GIS ソフトとデータベースソフト Access を使用し、主要な作業の分担を行うことにした (図 2-4)。

MapInfo にはデータ表示に利点があり、地理情報の入力、編集、主題図の作成、表示には PC 用の MapInfo を用いた。ARC/INFO にはデータ解析に利点があり、座標系の変換や地理情報の空間的な解析に用いた。2 つの GIS ソフト MapInfo と ARC/INFO の間で図形データの交換を行う必要が生じる。これには MapInfo に標準添付されるデータ変換ソフト ARC/Link を用いた。

また、GIS ソフト MapInfo ではオブジェクトの属性情報を「ブラウ

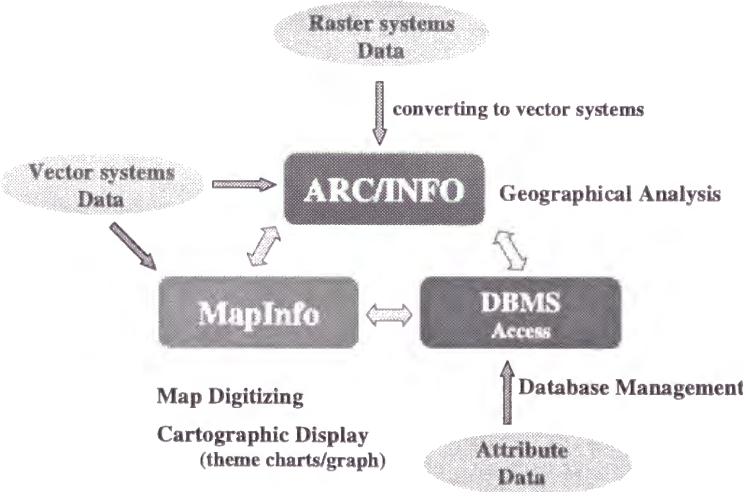


図 2-4 ソフトウェアの作業分担

ザ」と呼ばれる表として表示・入力・表計算できる機能があるが、1つの図形に対して大量の属性データがある場合は、ブラウザを利用したデータ入力は効率が悪い上に、演算速度が遅いという欠点がある。一方、MapInfoはRDBのテーブルを直接ブラウザとして読み込むことができるので、演算や編集等の処理についてはRDB内で行い、その結果をMapInfoに取り込むことにした。ここでは、属性データの管理・計算を行うにあたり、SQL言語を知らなくても、優れたGUI (Graphical User Interface) によりデータの問い合わせが簡単にできると、安価で全世界的に普及していることから、リレーショナルデータベース (RDB) ソフトにACCESSを用いることにし、データの集計やデータ間の関係付け (=リレート) を行った。

さらに、その他にも本研究では、表2-2に示すような様々なソフトウェアを使用しており、外部からのデータの導入に使用した。

表 2-2 本研究で用いた GIS ソフトウェア環境とその役割分担

ソフトウェア		用途	説明	プラットフォーム
GISソフト	(1) MapInfo	流域情報の統合化	MapInfoは米国MapInfo社が開発し、国内では(株)三井造船システム技研が販売している地図ソフトウェアである。ベクターデータを取り扱うことができ、多量の文字、数値データを地図上で分析し、視覚的なインターフェースで容易に操作をおこなえることがこのソフトの特徴である。またMapInfoではデジタイザを接続して独自に地図をベクトルデータとして入力することができる。またプログラム言語MapBasicを用いることによりMapInfoのカスタマイズと自動化を行うことができる。	Windows98,95,NT4.0
	(2) ARC/INFO	流域情報の統合化	ARC/INFOは、米国 ESRI社(Environmental Systems Research Institute Inc.)の開発した汎用の地理情報システムパッケージである。ESRI社が 1981年に ARC/INFOを市場に出して以来、継続的にバージョンアップが重ねられ、現在では全世界で 60,000以上のユーザが利用している。世界的に GISソフトウェアの分野で最大のシェアを誇り、事実上の業界標準(デファクト・スタンダード)とみなされている。	Unix Solaris2.5.1
	(3) Idrisi	ラスターベクター変換	Idrisiはクラーク大学地理学部(アメリカ合衆国、マサチューセッツ州)のJ.R.Eastman教授がディレクターを務めるジョージ・パーキンス・マーシュ研究所がUNEP/GRID国連環境計画やUNITAR国連訓練調査研修所の支援を受けて開発したラスター型GISソフトウェアである ¹⁸⁾ 。本研究ではラスターデータの数値情報を扱いそれをベクター変換するのにこのソフトを用いた。	Windows95
	(4) Arc/View	外部データの導入	(株)パスコのGISソフト	Windows95
	(5) SIS	外部データの導入	(株)Informatrix社のGISソフト	Windows95
データベース、表計算ソフト	(1) Access	属性管理&計算	Microsoft Office アプリケーションシリーズ	Windows98,95,NT4.0
	(2) Excel	属性入力&計算	Microsoft Office アプリケーションシリーズ	Windows98,95,NT4.0
データ変換、プログラム	(1) Perl	データの並び替え、抽出	データの並び替えに強いプログラミング言語	Unix Solaris2.5.1
	(2) MapBasic	MapInfoの自動化	GIS用のプログラミング言語	Windows98,95,NT4.0
	(3) ArcLink	MapInfo,ARC/INFO間のデータ交換	GIS間のデータ交換ソフト	Windows98,95,NT4.0
	(4) AML	ARC/INFOの自動化	GIS用のプログラミング言語	Unix Solaris2.5.1

第四節 環境情報の GIS データ化手法の検討

4.1 環境情報のデータソース

環境情報のデータソース媒体には様々なものがあり、データソースの種類毎にデータの入力、変換等の必要な作業手順を検討した。その結果、4種類のデータソース「既存の紙面地図」、「既存の文書情報」、「MapInfo, ARC/INFO 上のデータ」、「その他の GIS データ」に分けた上で、図 2-5 に示すような手順で GIS データの整備作業を行うこととした。なお、これらのデータソースの地図はそれぞれ縮尺が異なるために、整備した GIS データもそれぞれ精度の

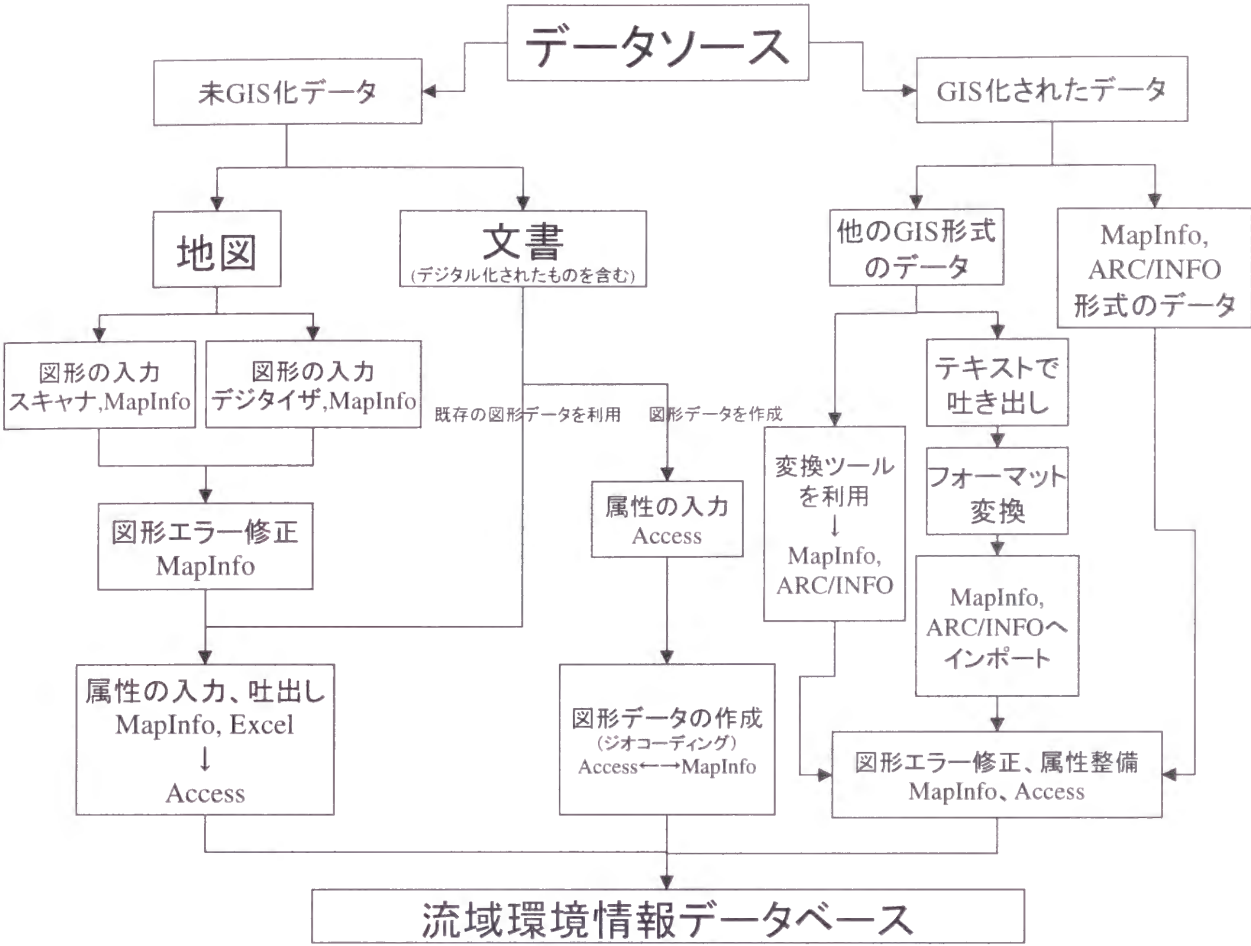


図2-5 本研究で提示するデータ整備作業のフロー

異なったものとならざるを得ないが、第3章以降で進める解析を行う上では問題とならなかったもので、特に取り上げない（なお、精度の違いによって生じる問題点は文献¹¹⁾に詳しい）。本研究では、地図からのデータ入力、外部記憶装置へのデータの入出力、結果の出力のために表2-3、図2-6に示すハードウェア環境を構成した。以下、図2-5のフローに従い、データ整備手順の詳細について述べる。

表2-3 本研究で用いたハードウェア環境

機器の用途	機器	補足
(1)入力機器 (地図をデジタル情報として入力する)	・デジタイザ	入力すべき地図を張り付けカーソルで図形をトレースして入力をおこなうものである。
	・スキャナ	入力すべき地図を画像として読み込みマウスで図形をトレースして入力をおこなえる。
(2)GISソフトが稼働する機器	・PC	表示およびデータの編集
	・ワークステーション	空間解析
(3)出力機器	モニター	表示
	プリンター	表示
(4)データの保存・バックアップ	外付けHDD	保存・データ交換
	8mm	保存・データ交換
	4mm	保存・データ交換
	DVD	保存・データ交換
	MO	保存・データ交換
	CD-R	保存・データ交換

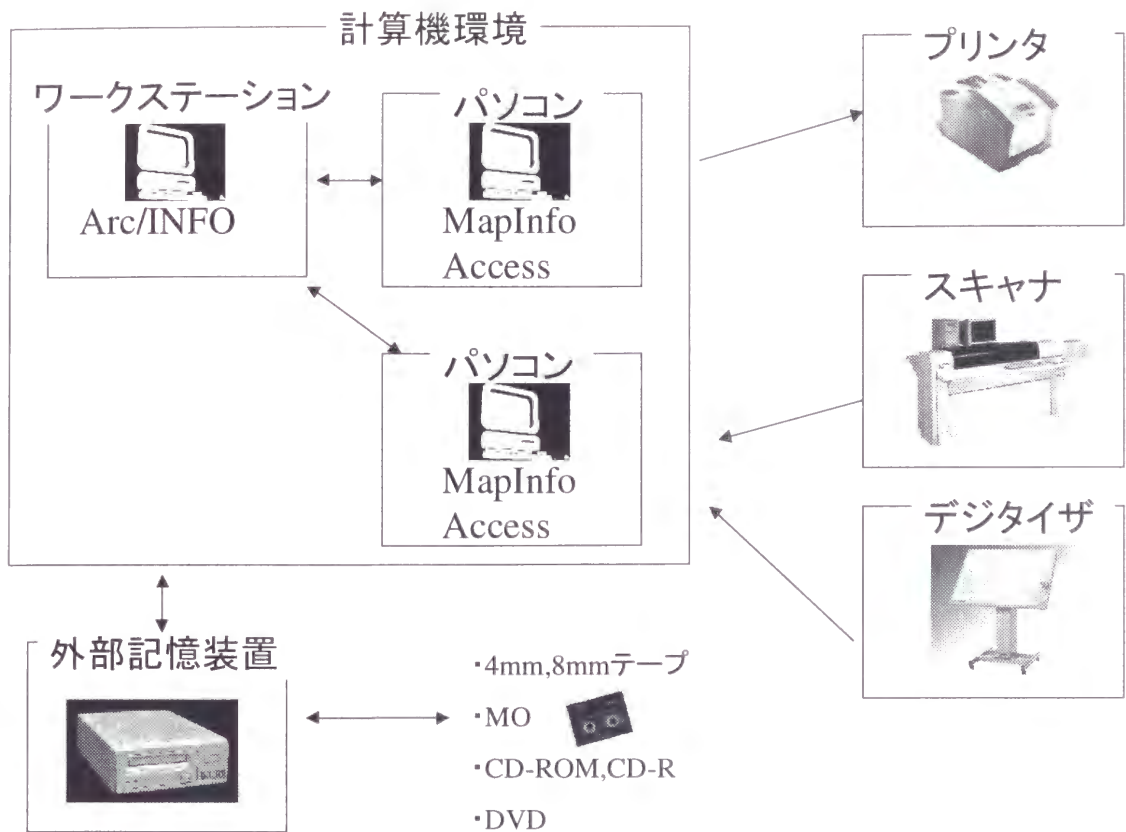


図2-6 本研究で用いたGISシステム構成

4.2 既存の紙面地図からのGISデータの作成

本研究では、これまで整備されていなかったデータや、より詳細な図形データを入力するために、デジタイザもしくはスキャナを用いて、地形図などの既存の地図から独自にデータを作成した。データ作成の流れを、以下、順を追って説明する。

(1) 既存の地図から、事物の位置と形を入力

まず、デジタイザまたはスキャナを用いて、既存の地図から対象とする事物の位置・形をデジタル情報として入力する。

デジタイザを使用する場合は、

- ①デジタイザ上に地図を固定し、
- ②デジタイザとモニターをPCに接続し、PC上のGISソフトMapInfoとデジタイザを連動させて、
- ③MapInfoの設定で既存の地図の4隅の座標と投影法の登録を行い、
- ④デジタイザに接続されているカーソルをデジタイザの地図上で動かし図形を構成するポイントをクリックして入力を行った。

スキャナを用いる場合は、

- ①まず紙の地図をスキャナで画像データとしてコンピュータに読み込む。
- ②それをGISソフトMapInfoで読み込み、
- ③同様に既存の地図の4隅の座標と投影法の登録を行い、1つのレイヤーとして、モニター上に写し出す。
- ④この上で、カーソルをマウスで動かし、図形を構成するポイントをクリックして入力作業を行った。

いずれの方法でも、常にモニターで入力状況を確認できるので操作ミスが少なく、作業が容易である。各オブジェクトにはこの段階で ID を振り当てた。

(2) 図形データのエラーチェック

次に (1) で入力した図形データについては、入力エラーの修正が済んでいないと GIS を用いた空間的な解析には利用することができないので、ポリゴン等図形データの入力エラーを探し出し、修正を行う必要がある。本研究の経験から図形のエラーは大きく次の4つに分けられる (図2-7)。

(1) ねじれ (またはベクトルが交叉している)

(2) オブジェクトが重なり合っている (完全重複あるいは交差)。1つのオブジェクトの上に別のオブジェクトがある場合や2つのオブジェクトに共通部分があるような場合。

(3) 入力時に同じ点に2度打ちしたような場合のノードの重なり。

(4) 中がくり抜かれているオブジェクトで外枠と内枠が接している。

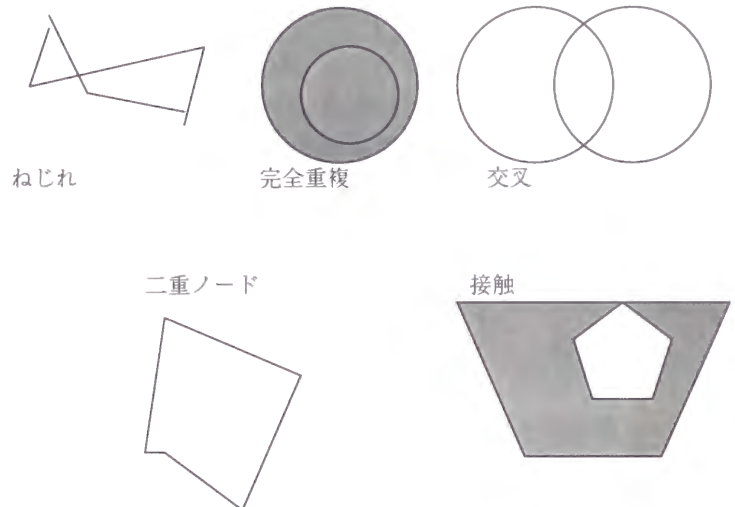


図 2-7 代表的な図形データエラー

入力ミスを探し出す方法は、GISソフトに標準機能あるいは添付ソフトとして用意されている (巻末付録参照)。

(3) 属性データの入力

最後に、図形データに対する属性データの入力を行い、その属性データを Access に移管した。

① MapInfo 上で地図と同様にブラウザを表示することで、このブラウザに地図を見ながらオブジェクト毎に属性情報を入力した (図 2-8)。

② 入力が完成したレイヤーの属性データは、MapInfo から Access ファイルとして吐き出しを行った。



近畿地方府県テーブルブラウザ				
	都道府県名称	行政番号	人口	世帯数
☐	滋賀県	25000	1,287,005	394,848
☐	京都府	26000	2,629,592	966,598
☐	大阪府	27000	8,797,268	3,300,335
☐	兵庫県	28000	5,401,877	1,871,922
☐	奈良県	29000	1,430,862	458,849
☐	和歌山県	30000	1,080,435	369,141
☐	三重県	24000	1,841,358	596,909

図 2-8 ブラウザへの属性値入力

但し、1つの図形に対して大量の属性データがある場合は、ブラウザを利用したデータ入力効率は悪いので、

- ① 表計算ソフトに入力を行った後、
- ② Access ファイル形式に変換した。

なお、Access に移した属性データと MapInfo 内の図形データとは、同じ ID 番号を持つようにしてやることで、データの結びつきは保持される。

4.3 既存の文書情報からの GIS データの作成

(1) 文書中の住所等からポイントデータを作成する場合

多くの場合、既存の情報は GIS で使用することを前提に作成されていないので、事物の位置や形に関する情報は、住所や属性値の集計単位である市町村字名等で記録されているだけである。MapInfo には「住所ジオコーディング」と呼ばれる機能があり、小字までの住所や郵便番号のデータからポイントデータを作成し、GIS 上にプロットできる。

この機能を利用して文書中の住所等からポイントデータの作成を行った。

- ① まず既存の文書データから事業所、下水処理場等の施設の住所を Access に入力した。
- ② そして、MapInfo にそのデータを読み込み、「住所ジオコーディング」機能を用いてポイントデータを作成した。

なお、この「住所ジオコーディング」機能では、ポイントの位置は小字や大字の重心の位置となり、実際の位置とずれることがあるので、手動で相当する住所を探して、ポイントデータとした。また、住所が不明、あるいは不一致のため住所ジオコーディング機能が十分に働かない場合のも同様に手動で入力した。

(2) 既にある図形が入力されており、その属性データが別途存在する場合

属性値の集計単位である市町村字名等で記録されているような統計データについては、既存の図形データに対して属性値を入力、あるいは結びつけることで、地理情報とした。例えば、字毎の人口等については、国勢調査の結果として公表されており、字の図形データはそれとは別に販売されている。このような場合には、4.2 (3) で説明したやり方と同じである。

4.4 既存のその他の GIS データの変換（インポート）

既存の GIS データは様々な GIS ソフトで保存されているので、MapInfo または ARC/INFO のいずれかのフォーマットに変換した。

MapInfo または ARC/INFO 用へのファイル変換プログラムがある場合には、それを利用することによって、MapInfo または ARC/INFO 用のデータを作った。

変換プログラムがない場合は、MapInfo、ARC/INFO のファイル仕様が公開されているので、その他の GIS ソフトから地理情報をテキストコードで吐き出すことにより、MapInfo または ARC/INFO 用のデータを作成した。

なお、MapInfo と ARC/INFO との間ではファイル format が異なるものの、自由にデータを交

換することができる。

ここでは、GISソフトSISからMapInfoへの変換と、ラスターデータのベクター変換について説明する。

(1) SIS → MapInfo

滋賀県では、下水道に関する図形情報をGISソフトSIS ver3.1に整備途上で、属性データについては、SISでの図形オブジェクトのIDとともにAccessに整備している。このSISとARC/INFO、MapInfoの間ではファイル交換用プログラムが準備されていない。SISでは図形データの外部への吐き出しは可能だが、属性データの外部への出力はサポートされていないので、吐き出した図形データにはIDすら消えてしまうので、以下の手順を考案し、SISからMapInfoへとデータを移した。

- ①外部へ吐き出した図形データを、MapInfoで読み込み、
- ②SIS上で図形を1つ1つ選び、図形オブジェクトに振り当ててあるIDを確認し、MapInfoのブラウザを用いて、図形オブジェクトにIDを入力していった。
- ③最後に、MapInfoでAccessのデータを読み込み、図形データと属性データの結びつけを行った。

(2) ラスター型 → ARC/INFO Grid → ベクター型

一般に、GISソフトはラスター型とベクター型のどちらか1つしか扱えないものが多いが、ARC/INFOはその両方のデータ構造を扱うことができる。しかし、後に述べるオーバーレイ解析をARC/INFOで行うには、データをベクター型に統一しておかなければならない。

本研究で収集した土地利用のデータ、国土数値情報のデータの一部は独自のファイルフォーマットで、メッシュ毎のデータがテキストファイルに整然と並べられたラスター型のデータファイル構造となっている。従って、このテキストファイルをARC/INFOで読み込むことのできるフォーマットに変換し、ARC/INFOのラスターデータを扱うセッションであるARC Gridで読み込み、ARC/INFOの境界線抽出機能（巻末付録参照）を用いラスター型からベクター型のデータへと変換した（図2-9）。

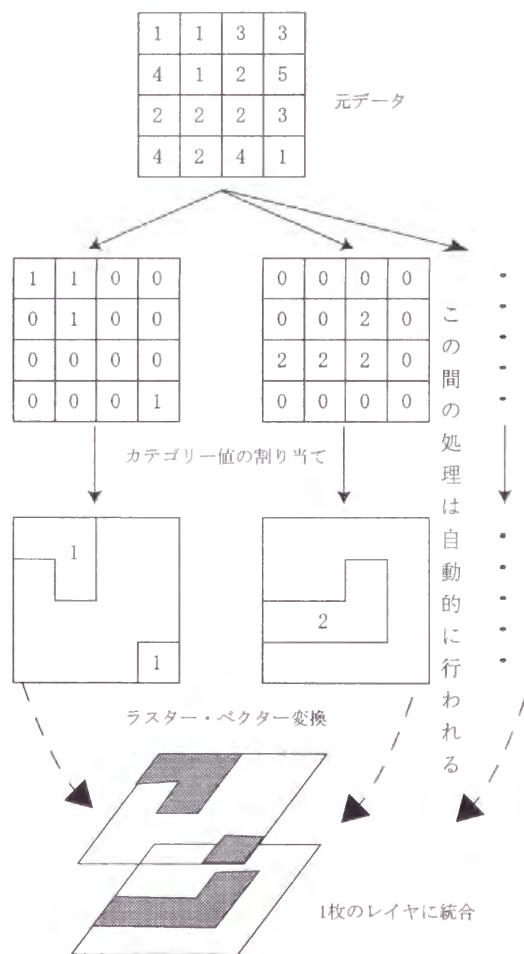


図2-9 ラスターベクター変換

4.5 MapInfoあるいはARC/INFO上に整備されているデータの導入

農水省や滋賀県が整備しているデータにはARC/INFOで整備されたものがあり、そのまま使用することができる。しかしこれらのGISデータは、表示やオブジェクトの検索・管理等が主目的であり、図形データはGISの空間分析に耐えうるように入力されているとは限らなかった。特に、データを元地図の図面毎に作成し、保存しているので、それを1枚の地図と

して統合してみると、図面の接合部ですきまや、重なりがあり、空間的に矛盾を生じていることが多かった。これらについては、隙間部分を埋めるとともに、第3節4.1(2)で述べたようにエラーチェックを行い、データを修正した。

第五節 収集し、GISへ整備した環境情報 ―琵琶湖流域を対象として―

本論文の研究を進めるにあたり、多くの情報をこの章で述べた手法に従いGIS化していった。ここでGIS化していった流域環境情報の結果については、それらをすべて紹介すると冗長になる上に、本章の目的からそれてしまうので、本論文のこれ以降の解析では使用しなかったものも含めて、その説明および一覧について巻末付録にまとめて示すこととした。

なお、データ整備の対象年度は琵琶湖総合開発の前後となる1968年と1995年を中心とし、「滋賀県全域と琵琶湖流域に関わる京都府部分」をデータ整備の対象範囲とした。データに同じ様な情報が存在する場合には精度の高いものを採用した。日野川流域および大津市については、詳細な現象解析を行うためにより詳細なデータを整備しており、これらについては該当の各章で述べる。

第六節 まとめ

本章では、環境情報をGIS化し、流域の現象解析や計画論への適用の際に利用価値が高く、利便性の高い環境情報データベースをGIS上に作成するための方法論・留意点を提示することを目的とし、その技術的方法の検討を行った。

その結果から、特にどのようにデータを整備するかといった点について留意すべき事項を、以下に列挙する。

- ①空間的な精度をあげるために、ベクター形式の地図表現を行うべきである。
- ②オブジェクトのIDが一致するように、地図情報はGISソフトMapInfo、属性データは簡易なRDBソフトACCESSを使用して整備しておく、後の計算処理が簡単である。
- ③既存のGISデータの中には、表示のみを利用目的としたのか、詳細にみると図形にすきまや重なり等、論理的な矛盾を有している場合があり修正が必要であった。後の利用・空間解析に不都合ないようにデータ入力には特に注意を必要とする。

また、異なったデータソース毎にGISデータを作成する手順、フォーマットを統一する手順を示した。これらの手法を適用して、琵琶湖流域の様々な環境情報をGIS化した。整備・作成することのできたレイヤーについての言及は付録にまわしたが、これらの元情報は別々の行政機関に存在していたもので、文書資料の場合は別々の紙面、地図資料の場合は別々の縮尺、デジタル化されたものは別々のフォーマットを有していたものであった。これらを1つのGISシステムにまとめることができたことによってユーザーは任意のレイヤーを組み合わせ、情報を抽出・表示することが可能となり、流域の状況を総合的に把握することが可能となった。このことは、位置情報を参照とする統一的な手法で任意のデータを調べることのできる利便性の高いデータベースができたことを示している。さらには、GISに流域環境情報を統合化することによって、GISのオーバーレイ解析機能を活用することが可能となり詳細な現象解析を行うために必要な流域情報を任意の領域から得ることができるようになったが、これについては次の章で記述することとする。

なお、ここで作成・整備した環境情報データベースは、MapInfoとARC/INFOのファイル形

式で保存している。このデータの利用と普及を図るため、近い将来CD-ROMでデータの一部を公開する予定である。

参考文献

- 1) 建設省国土地理院、数値地図ユーザズガイド、(財)日本地図センター発行、1992
- 2) 国土庁計画・調整局 建設省国土地理院：国土数値情報（改訂版）、大蔵省印刷局、1992
- 3) 国土庁計画・調整局国土情報整備室、<http://www.nla.go.jp/ksj/index.html>、1999
- 4) 滋賀県琵琶湖研究所、滋賀県地域環境アトラス、1985
- 5) 滋賀県琵琶湖研究所、滋賀県地域環境アトラス 琵琶湖データカタログ、1988
- 6) 滋賀県琵琶湖研究所、環境問題への視覚的アプローチ、pp.65、1987
- 7) 滋賀県琵琶湖研究所、うごくアトラス、1988
- 8) 建設省都市局下水道部 平成10年日本の下水道 その現状と課題、pp.115-118、1998
- 9) 日本下水道協会、流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説 平成8年版、pp.7-12、1996
- 10) 町田 聡、地理情報システム入門&マスター、山海堂、pp.18, 28、1994
- 11) P.A. Burrough、安仁屋政武訳、データの質、誤差と自然なばらつき、地理情報システムの原理、pp.119-157、古今書院、1990

第三章 GISを用いた環境情報の統合化とその流域環境把握への適用

第一節 本章の目的および概説

第2章では、琵琶湖流域全体の環境情報をGIS上にまとめることによって、利用しやすいデータベースを作成することができた。本章ではこれをさらに一步押し進め、GISに整備した一次情報を流域水環境の現象解析や環境管理計画立案に対してより有用な情報へと変換する手法を示すこと、そしてそれによって任意の領域内で流域特性を把握することができることを示すことを目的とする。つまり、個別の複数の情報をGIS上で一緒にし(=統合化)、さらにそれらをGISを用いて活用することで付加価値の高い情報を作成することができることを明らかにすることを意味している。

本章ではGISを用いた環境情報の統合化の具体例をいくつかあげながら、環境情報の統合化の活用例と活用手法を示した。第2節では、GISに統合化した情報を活用する1つの方法として、重要な機能の1つになると考えられるオーバーレイ解析機能の特徴をまとめた。第3節では、そのオーバーレイ機能を活用することによって、第2章で作成した琵琶湖流域のGIS環境データの中から複数の「レイヤー」をオーバーレイし、様々な情報の組み合わせからなる論理和ポリゴンを作成することによって、従来は個別のデータでしかなかったものを、付加価値の高い情報へと変換することができることを示し、流域内の特性把握を例として行った。第4節では、第4章以降の流域内の水・汚濁物の現象解析に必要となる環境情報データを流入河川流域単位に分配することを目的とし、その方法および結果を示し、個別の情報をGISに統合することによって、流域の特性を任意の領域で集計・把握することに活用できることを示す。

第二節 オーバーレイによる論理和分割

2.1 オーバーレイとは

オーバーレイ解析機能とは、GISの有する空間解析機能のうち最も重要な機能の1つで、2枚ないしそれ以上のレイヤーを重ねて、複数の図形を重ねて新たな図形を生成する機能である。オーバーレイ処理の基本となる概念は、図形間の論理演算(ブーリアン演算)である。図3-1¹⁾は図形演算間の基本パターンを示したものである。

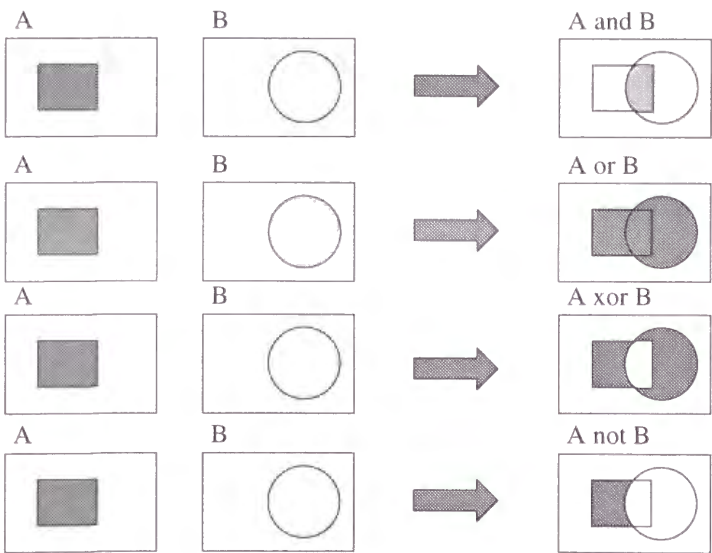


図3-1 オーバーレイ処理の基本パターン

2.2 オーバーレイによる情報の結合

ARC/INFOによるオーバーレイのうち UNION コマンド²⁾を用いると、もとの図形のもつ全ての境界線を新しい一枚の地図に投影して新しいレイヤーを作ることができる。このとき重ね合わせてできた新しいレイヤーのポリゴン領域の面積が自動的に計算され、そのポリゴンには元のレイヤーの属性値、属性コードがそのまま移行する(図3-2)ため、元の個別の情報を結合した新規レイヤーを作成することができることを示している。

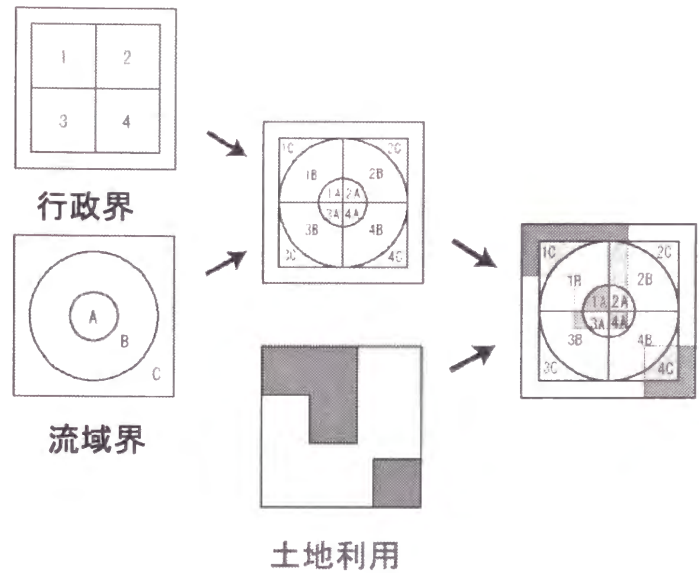


図3-2 論理和をとるオーバーレイ

本研究では、オーバーレイ機能のこの特徴を活かして、流域内の水・汚濁物質の現象解析に対して有用な情報を作成することを「流域情報の統合化」と定義し、次節以降では適用例およびその手順を示す。

第三節 オーバーレイ分割による流域内のミクロな特性把握とその集計

「新しいレイヤーの図形オブジェクトがもつ属性はオーバーレイする前の全てのレイヤーの属性を保持することになり、情報を結合することが可能となる」という特徴を利用して、様々な分析が可能となる。ここでは流域のいずれの場所であっても環境情報を簡単に引き出すことができるようになり、流域内の環境特性を把握することができることを示す。

3.1 土地利用の変化等、流域内のミクロな特性把握と流域毎面積の集計

3.1.1 土地利用の変化の把握

「流域界」と「平成7年土地利用」と「昭和43年土地利用」の3つのレイヤーをオーバーレイし、流域内における土地利用の論理和図形を作成した。

第2章で述べたように、「流域界」は琵琶湖流域全域を203の領域に分割し、それぞれのポリゴンに流域コードを振り当て済みである。「平成7年土地利用」については「森林」「荒地」「果樹園」「その他の樹木畑」「畑」「水田」「ゴルフ場」「水部」「建物用地」「その他の用地」の10種類に分類し、それぞれコードを振り当てている。「昭和43年土地利用」については「森林」「水田」「畑」「建物用地」「水部」「その他の用地」の6種類に分類しコードを振り当てたレイヤーが完成している。

この3つのレイヤーをオーバーレイすると、新しいレイヤーができ、1つ1つの新しくできたポリゴン図形に対しては、前述したように「面積」が自動計算され「流域界コード」「平成7年土地利用コード」「昭和43年土地利用コード」が振り当てられる。

これによって、琵琶湖流域内のどの部分であっても土地利用の変化に関する情報を引き出すことが可能となり、その面積についても知ることができるようになった。土地利用の変化をMapInfoで図示した結果を図3-3～図3-5に示す。図3-3は昭和43年当時に「建物用地」であった土地が平成7年にはどのような土地利用になっているかを示した図である。同様に図3-4は昭和43年当時は「森林」であった土地、図3-5は「水田」であった土地の変化を示し

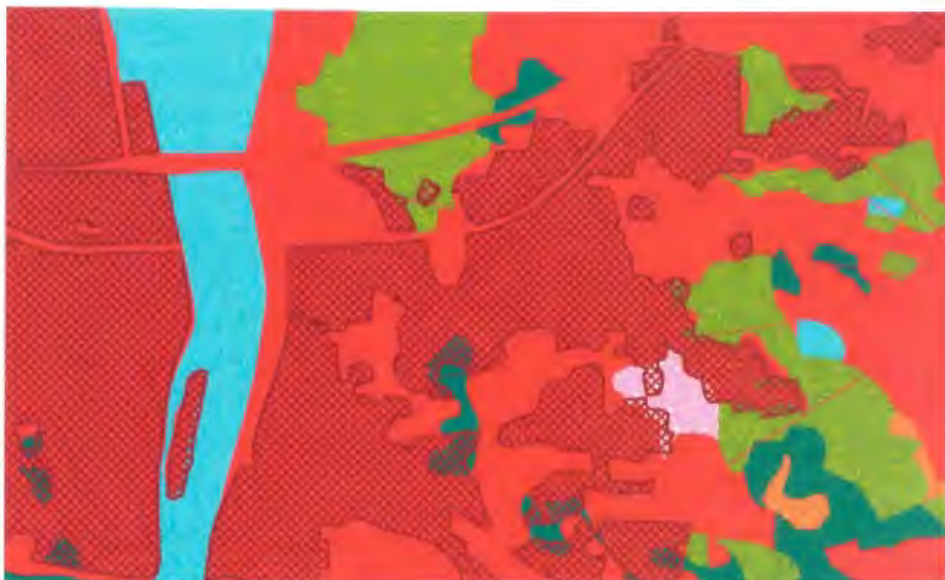
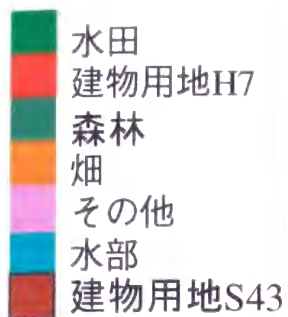


図3-3 昭和43年土地利用と平成7年土地利用のオーバーレイによる昭和43年建物用地部分の変化

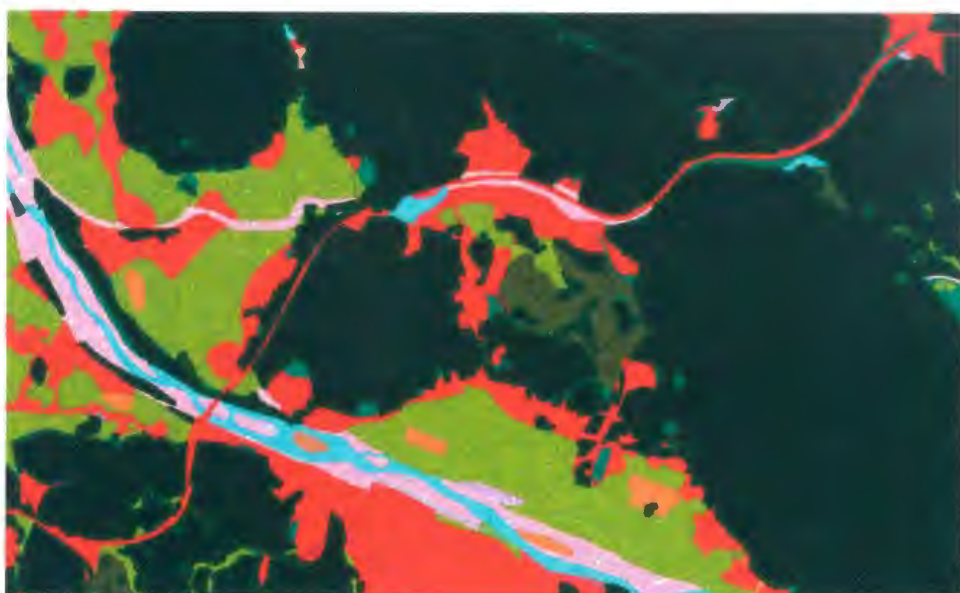
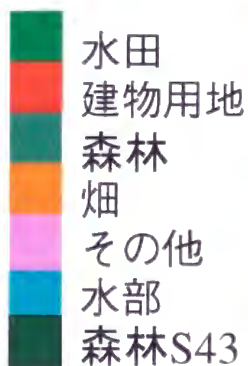


図3-4 昭和43年土地利用と平成7年土地利用のオーバーレイによる昭和43年森林部分の変化



図3-5 昭和43年土地利用と平成7年土地利用のオーバーレイによる昭和43年水田地部分の変化

ている。全ての図形が論理的な組み合わせで分割されたGISデータとなっているので、2時点の土地利用の任意の組み合わせ（＝論理演算）で抽出し図示することが可能となった。

3.1.2 土地利用変化の流域毎面積の集計

オーバーレイの結果できた属性データをRDBソフトACCESSに移し、流域別、2時点の土地利用種別にその面積を集計した。紙面の都合上、各流域の結果を示すことができないので、ここでは琵琶湖流域全体での2時点での土地利用面積の変化を示すクロス集計表を表3-1に示す。建物用地が顕著に増加しており、森林6,320ha、水田7,804haが建物用地へと変化していることを示している。一方、水田の総面積には大きな変化は目立たないが、変化の内訳を見ると、3,000ha余りの森林が水田に、水田が森林へと変化している。水田から建物用地への変化も先に述べたように大きく、局所的には土地利用の変化の大きい領域もあった。

流域別の単年度毎の土地利用別面積の集計結果を図3-6に示す。流域単位で調べると、土地利用が大きく変化している流域もあり、流域毎の特徴をつかめることがわかる。例えば、

表3-1 琵琶湖総合開発前後の土地利用面積 クロス集計結果

土地利用面積 [ha]		昭和43年							
		合計面積	%	森林	水田	建物用地	畑	水部	その他の用地
平成7年	合計面積	407,347	100	221,401	70,172	16,418	3,899	69,019	26,437
	%	100		54.4	17.2	4.0	1.0	16.9	6.5
	森林	213,469	52.4	203,180	3,035	635	610	349	5,660
	水田	69,534	17.1	3,189	56,832	1,331	814	309	7,059
	建物用地	36,273	8.9	6,320	7,804	14,129	724	378	6,919
	畑	2,244	0.6	332	556	114	666	10	565
	果樹園	597	0.1	172	37	9	291	4	84
	その他の樹木園	1,345	0.3	360	101	19	646	2	216
	荒地	7,957	2.0	3,856	844	88	58	271	2,840
	ゴルフ場	3,111	0.8	2,438	165	5	22	11	470
	水部	71,924	17.7	1,050	731	85	65	67,681	2,312
	その他の用地	892	0.2	503	67	3	3	4	312

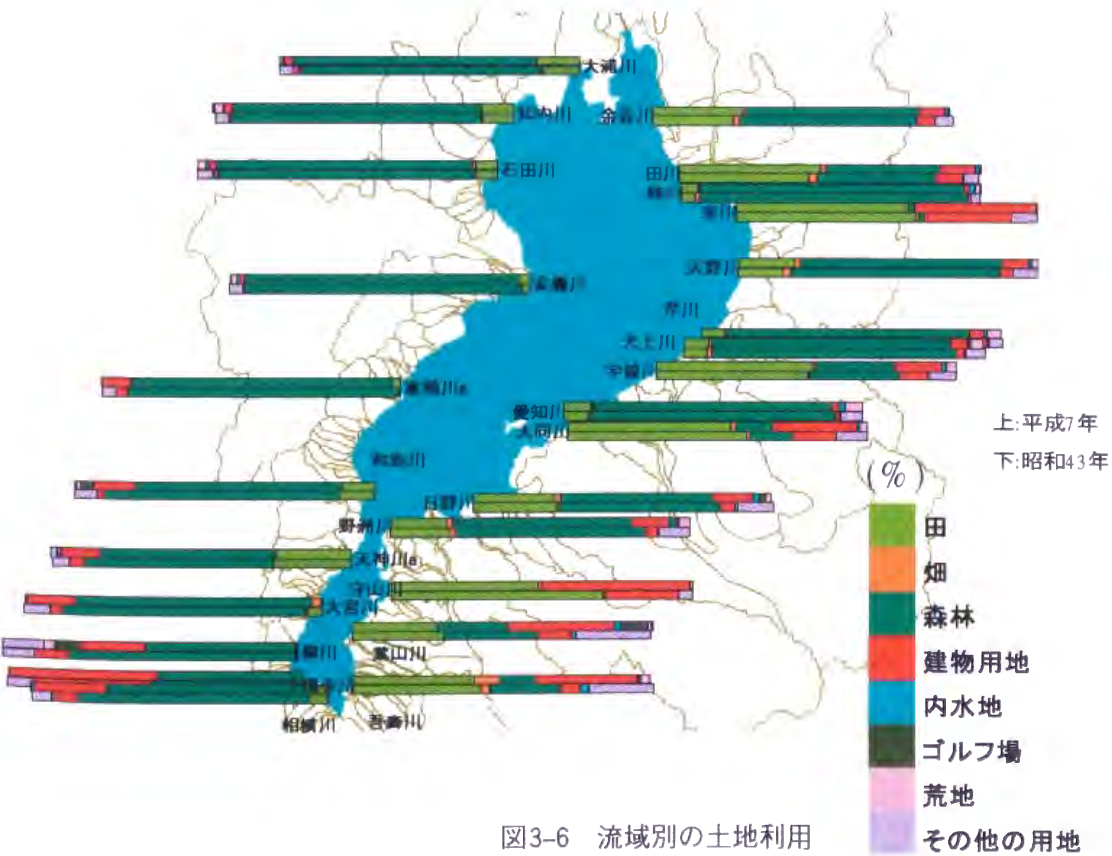


図3-6 流域別の土地利用

南湖周辺の河川では森林および水田が減少しており、建物用地へと変わったことを示している。

3.2 流域内のその他の特性把握

さらにこれに「集落」、「小字」、「地質」、「下水道区域界」、「平成7年屎尿処理区域界」、「昭和43年屎尿処理区域界」の合計6つのポリゴンレイヤーのオーバーレイを行った。

この結果、琵琶湖流域を590,210ヶの領域に細分化することができた。この新しくできたレイヤーの中から日野川流域を抜き出したものとその拡大図を図3-7に示す。多くのレイヤーを重ねたために、ここまで扱ってきた他の地理情報に比べて、線が密に見られ、領域が細かく分かれたところを示している。この1つ1つの領域の図形が元のレイヤーが有していた全ての属性種を持っているために、流域の細部にわたって特性を把握することができる。つまり、ある領域、ある場所が市町村界（字界）、土地利用、下水道普及区域、植生、土壌等のどのような属性の組み合わせを有しているかがわかるので、流域の細部の特徴を把握することが可能となった。また、ある属性値の組み合わせを有している領域はどの位置にあるかをGISを用いて可視化すること、あるいは抽出して現象解析のための計算に用いることができるようになった。



図3-7 論理和分割によって細分化された地図

3.3 本節の考察

本節では、GISに統合化した情報を用い、地図同士を重ね合わせ、「図形の論理和領域からなる新しい地図」を作成することによって有用な情報を提供できることを示した。

従来の方法では、重ね合わせる地図が多ければ多いほど、その作業に要する時間は指数関数的に増大し、せっかく水環境解析に有用な地図を集めることができても、さまざまな情報の組み合わせを作成することには限界があった。従来の紙の地図に頼った方法だと、重ねることのできる地図の枚数、縮尺に制限があり、地図どうしの組み合わせ論理和による面積計算には莫大な時間と労力を必要としたのである。(例えば、「土地利用」がどの「字」どの「流域」に属しているかを決定するために、「土地利用」の地図を「字界」の地図と「流域界」の地図とを重ね合わせて、トレースを行い、手作業で切り取っていく作業を想像して欲しい。それだけでも、気の遠くなるよう作業がそこには待っている。しかし、もっとおぞましいことは、地図に間違いがあり修正が必要であったり、もう一つ別の地図、何でもいいが例えば属性種の多い「土壌」地図などを重ねる必要が生じたとなると、一度切り取ってしまった地図は役に立たないし、とんでもなく非人間的な作業を行わなければならないことは明白である)。

本節では、このような欠点を克服するために、GISを用いる方法を示した。

GISに様々な流域環境情報を整備・統合化したことによって、その中の任意のレイヤーを好きなように組み合わせ、オーバーレイ解析を行うことが可能となった。ここでは、ポリゴンレイヤー同士のオーバーレイを行うことによって、図形の論理和領域からなる新しいレイヤーを作成した。

GISのオーバーレイ機能を用いた空間解析による方法のメリットは、処理が早く、重ねることのできる地図の縮尺による制限がなく、枚数、情報量も紙面より格段に多いということであろう。

さらに、GISを用いたことによって、以下のことが迅速に行えるようになったと言える。

①任意の場所における環境情報を容易に引き出すことができるようになった。計算機上で場所を指定するだけで、例えば、ある集落内の土地利用を調べたり、その集落が属する流域を知ることができるようになった。

②属性の論理演算的な問い合わせによって、流域A内の畑地の地質種がBである土地は？という問い合わせに対して瞬時に答えることが可能となった。そして、その結果をグラフィカルに瞬時にえることができるので、流域の水環境に関する状況を把握するための様々な発想を試し、その結果を画面上で見ることができる。例えば、琵琶湖総合開発前後の土地利用の変化を図示することも、図3-3～3-5で例示したように容易なことであった。さらに、抽出した図形群の属性値を集計することで、例えば、表1に示したように土地利用の組み合わせからなる面積のクロス集計表等を容易に作成することが可能となり、有用な情報を提供できることを示すことができた。

同様の手法は第2章でGISデータとして整備した「下水処理場」、「屎尿処理場」、「農業集落排水処理施設」、「事業所」、「取水施設」、「井戸」、「河川・気象観測点」等のポイントレイヤーにも有効である。ポイントに対しては面積を集計することはできないが、市町村等のポリゴンレイヤーとオーバーレイすることにより、各ポイントがどの領域(例えば、市町村や字)に属しているかがわかり、単独のレイヤーだけではできなかった高度な検索や集計が可能となる。

第四節 オーバーレイによる属性（統計）データの流域への分配とその集計

本節では、GISに複数の情報を統合化し、それらをオーバーレイ手法を活用することによって、元の図形の属性値を新しい図形に振り割り、情報の結合を行い新たな情報を産み出す方法を議論する。

水や汚濁物は流域単位内で挙動しているので、下水道整備総合計画を策定したり、流域の環境基準を設定するためには、流域単位で整備された環境情報データを必要とする。しかし、人口や畜産頭数などの属性値が結びついて市町村や集落の形は、対象としたい流域の形とは一致していないので、流域という任意の形状を持つ領域に属性値を分配する方法を検討する必要がある。さらに、こういった属性値は市町村や、流域といった広い単位内では、均一に分布しているわけではなく、例えば人口なら都市部に、畜産なら農村部に集中して分布している筈であるので、それらを考慮した属性分配を行う方法を検討する。なお、ここでは後の章での利用も考慮して、琵琶湖総合開発前後の平成7年、昭和43年の両時点を対象として行った。

4.1 下水処理形態別人口の分配

4.1.1 滋賀県の下水处理の状況

滋賀県における家庭排水の処理状況について整理する。市町村が建設し管理する公共下水道が津江市に設置され昭和44年(1969年)から供用開始された。その後流域下水道と特定環境保全下水道が昭和57年(1982年)から整備され現在では「湖南中部」、「彦根長浜」、「湖西」、「高島」の4つの流域下水道と津江市公共下水道、近江八幡市の沖島特環公共下水道が整備されている。また滋賀県では農業集落の尿尿と生活雑排水を汚水処理する農業集落排水施設が農林水産省により昭和57年より整備されている。尿尿処理は現在は11の処理区で処理されている。また、下水道整備が遅れた部分には合併、単独浄化槽が導入されている³⁾。琵琶湖総合開発に伴って、下水道建設が活発となり、1999年現在ではその普及率55%となっている。

一方、琵琶湖総合開発前の昭和43年には下水処理場はなく、尿尿処理と自家処理が主な処理方式であった。この期間の滋賀県の総人口は88万9768人(昭和45年)^{4, 5)}から128万6926人(平成7年)⁶⁾へと増加しており、その処理形態別人口の内訳は表3-2に示すとおりである。

このように家庭から発生する汚濁物は様々な処理システムによって処理されているが、琵琶湖へ直接放流されている下水処理場を除いて、各発生源からの汚濁物は水路等へと排出される。汚濁物は流下に伴い流域単位で集水され、その流域の河川を通じて琵琶湖へと流入するので、流域の環境管理施策立案のための基礎データとして、流域内の処理形態別人口数およびその分布を知ることは重要である。

4.1.2 用いたデータと方法論

第2章で示したように滋賀県下水道建設課では「公共下水道システム」と呼ばれるGISを整備中で、平成7年時点の集落毎の居住人口とその排水を受け持つ下水処理システム形態が示されている。さらに、その集落内の実際の下水处理形態を9種類、(流域下水道、単独下水

表 3-2 琵琶湖総合開発前後の下水处理形態別人口構成

下水処理形態	人口 [人]	
	昭和43年	平成7年
農地還元等自家処理	574,768	74,149
尿尿収集処理	315,000	469,467
単独処理浄化槽		156,664
合併処理浄化槽		124,833
農業集落排水処理施設		62,494
下水道人口		399,319
総人口	889,768	1,286,926

道、特環公共下水道、農業集落排水処理施設、合併処理浄化槽、小型合併処理浄化槽、単独処理浄化槽、屎尿処理場、農地還元等自家処理）に分け、それぞれの利用人口を集計している。例えば、ある集落は流域下水道告知地域に属しているが、その集落内で、未だに浄化槽を使用している人数や自家処理を行っている人数を知ることができる。ここで集計がとられている集落数は3,669で、滋賀県の小字（2,202ヶ）より小さな集計単位となっていることから、現在利用できる最も詳細な人口、および下水処理形態別人口の統計値であると言える。

一方、第2章で「植生」データをもとに作成した平成7年「土地利用」データでは、人口が居住していると考えられる土地利用は「建物用地」である。さらに土地利用データの元データとなる植生分類を参照すると、「建物用地」とは「市街地」、「緑の多い住宅地」、「工場用地」、「造成地」の4種類の土地利用に細分することのできる領域となっている。この「集落」と「土地利用」の2つのレイヤーを重ねてGIS上で確認したものが図3-8である。色のついている図形は「集落」の下水処理システムを示し、斜線等の記号を用いて示した図形は、4種類の土地利用の建物用地部分である。集落内に複数の土地利用があったり、建物用地でない部分を有している場合が多く見られる。例えば、琵琶湖岸の1部を拡大した図3-9を見てほしい。赤線で囲った部分が1つの集落を意味し、黄色で塗られているのでこの集落の処理システムは下水道であることを示している。この集落の属性データを示すと、図3-10のようになる。処理システム上は下水道に分類されているが、この属性データの図が示すように集落内には浄化槽や、自家処理に頼っている住民も集計されていることがわかる。さらに、この集落内には異なった斜線のパターンが3種類見られるが、それらは「市街地」「緑の多い住宅地」「工場用地」であることを示している。また何のパターンも無い部分は「建物用地」以

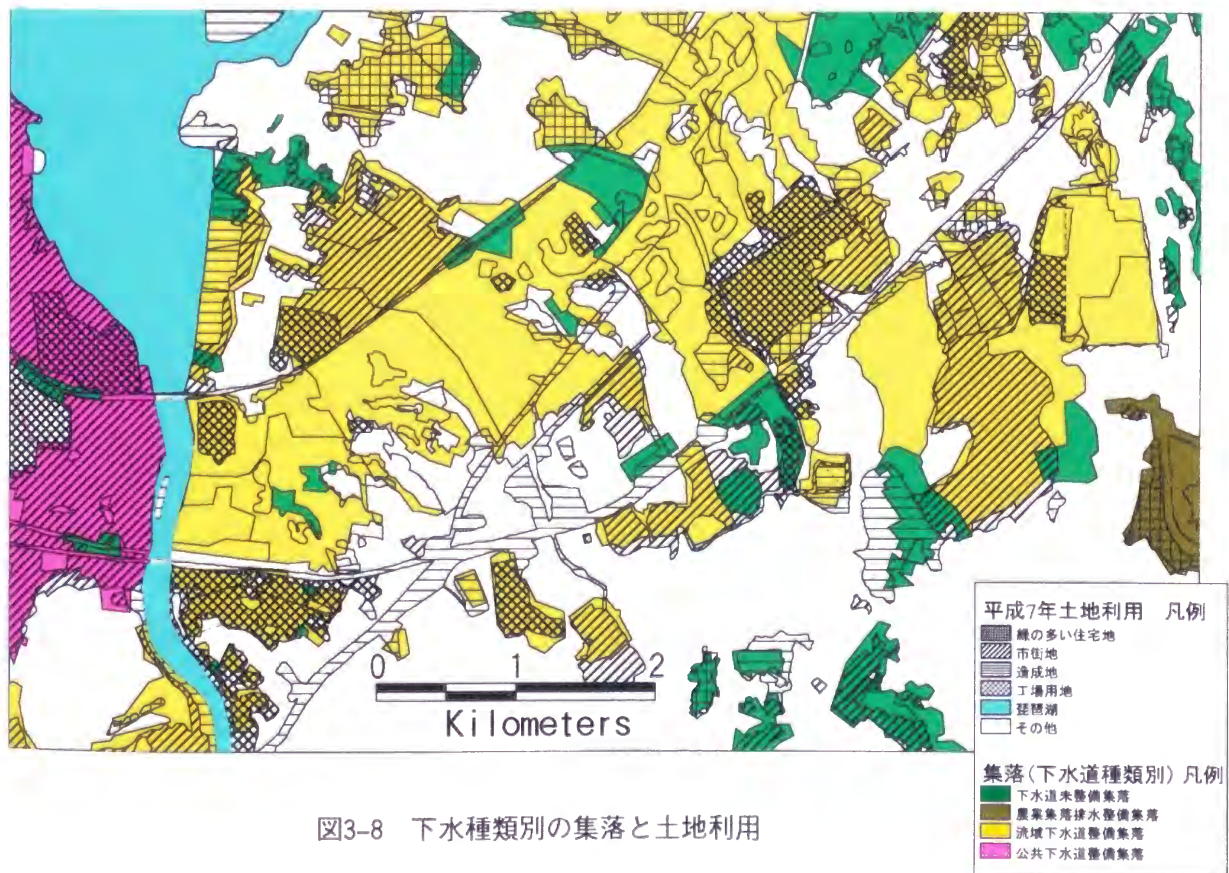


図3-8 下水種類別の集落と土地利用

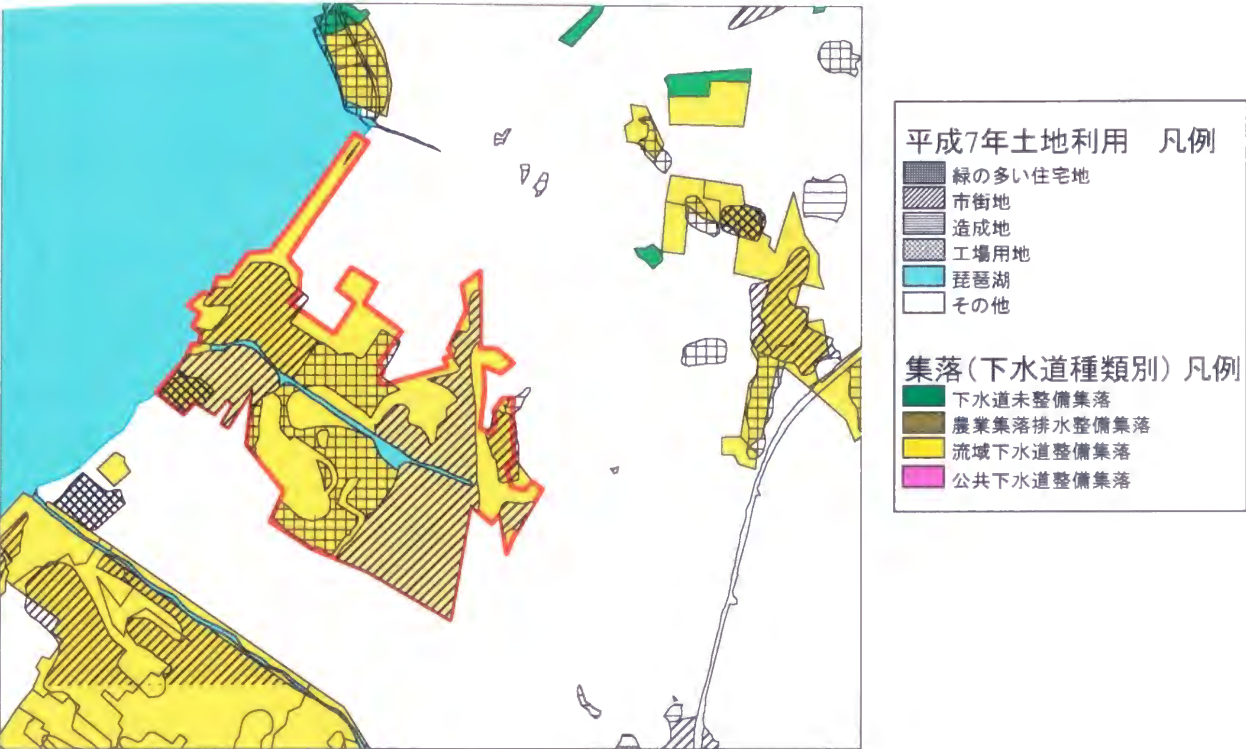


図3-9 下水種類別の集落と土地利用の拡大図

ID番号	集落名	市町村ID	市町村名	総人口	流域水洗	単独水洗	特環水洗	農村水洗	合併処理	小型合併	単独処理	計画収集	自家処理
2,744	〇〇5	25,202	彦根市	1,914	212	0	0	0	0	92	694	868	48

図3-10 集落に格納されている属性の例

外の土地利用であることを示している。

このように集落内に土地利用の分布がある場合、人口が集落全体に均等に存在していると仮定し「集落」と「流域界」とのオーバーレイをとって、単純にその面積比のみ流域へと人口を分配すると、集落内の人口分布を考えていないことになってしまい推定された人口に誤差が生じるおそれがある。

従って、本研究では、4種類の土地利用毎の人口密度を調べた上で、人口密度の違いを考慮した人口の配分を行うこととした。

まず、集落の中で単一の土地利用となっている集落だけを抽出し、それらの集落の人口密度を調べた。抽出された集落の数と人口密度の中央値を表3-3に示す。そして1つの集落に複数の土地利用が存在する場合には表に示した人口密度比率が保たれるものとし、次式で各集落内土地利用オブジェクト毎の人口を推定するものとした（図3-11）。

表3-3 建物用地の人口密度代表値di

コード	用途	集落数	人口密度 中央値 [人/km ²]
810	工場地帯	60	4,195.5
820	市街地	1,028	4,881.0
830	造成地	96	6,065.5
840	緑の多い住宅地	1,122	4,419.0

$$P_i = P \times \frac{d_i A_i}{\sum d_i A_i}$$

ここで、P：集落の人口、 A_i ：集落内の各土地利用種別の面積、 P_i ：各土地利用に結びつけられる人口は、 d_i ：各土地利用種の人口密度の代表値である。

具体的には、GISのオーバーレイ機能を利用して、「土地利用（平成7年）」と「集落」のレイヤーをオーバーレイし、上記の式に従い、「集落ポリゴン」内の「建物用地（4種類）ポリゴン」の領域にのみ集落の人口を分布させた。

これによって集落内の人口分布を求めたこととなるが、本研究では、オーバーレイ機能が面積は自動計算するが属性は元の値を保持するという特徴を鑑み、後々のデータの利便性を図るために、それぞれの「建物用地ポリゴン」の面積を分母としてそれぞれの人口を割り、その「建物用地ポリゴン」の人口密度として属性値を整備しなおした。

このレイヤーを「流域界」レイヤーとオーバーレイさせて、流域内での人口密度分布を確定した（図 3-12）。人口密度でデータが整理されていることによって、人口は各ポリゴンの人口密度と面積を掛けることで求めることができる。

コード	用途
810	工場用地
820	市街地
830	造成地
840	緑の多い住宅地

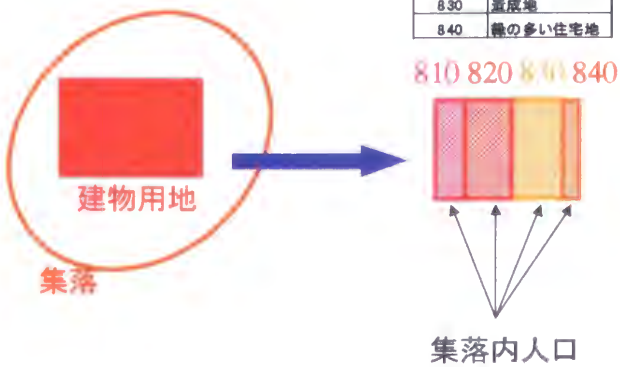


図3-11 建物用地への人口の配分概念図

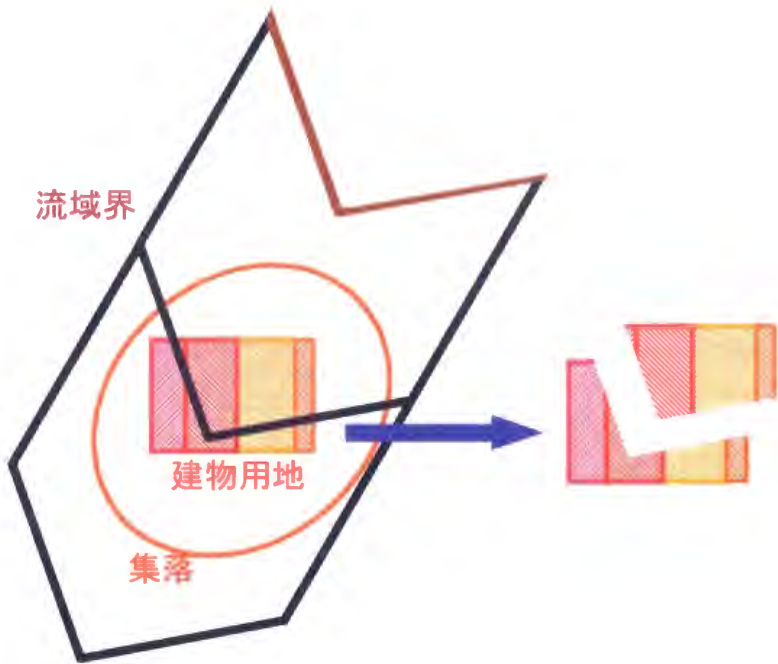


図3-12 建物用地への集落人口の割付と分割

一方昭和43年時点においては、前章において推定した小字毎の下水処理形態別人口（屎尿処理場、農地還元等自家処理人口）を「土地利用（昭和43年）」と「小字」レイヤーをオーバーレイすることによって、「小字ポリゴン」内の「建物用地ポリゴン」である領域にのみ結びつけ、人口密度を求めた。最後に、このレイヤーを「流域界」レイヤーとオーバーレイさせて、流域内での下水処理形態別の人口密度分布を求めた。

4.1.3 集計結果：流域別下水処理形態別人口

このように2時点で各下水処理形態別の人口の分布を求めることができたので、これを流域毎に集計した。その結果を図13、章末の表に示す。図3-13は下水道の整備状況を反映したものとなっており、湖南での下水道整備が進んでいるが、湖北では下水道整備が遅れていることを示している。

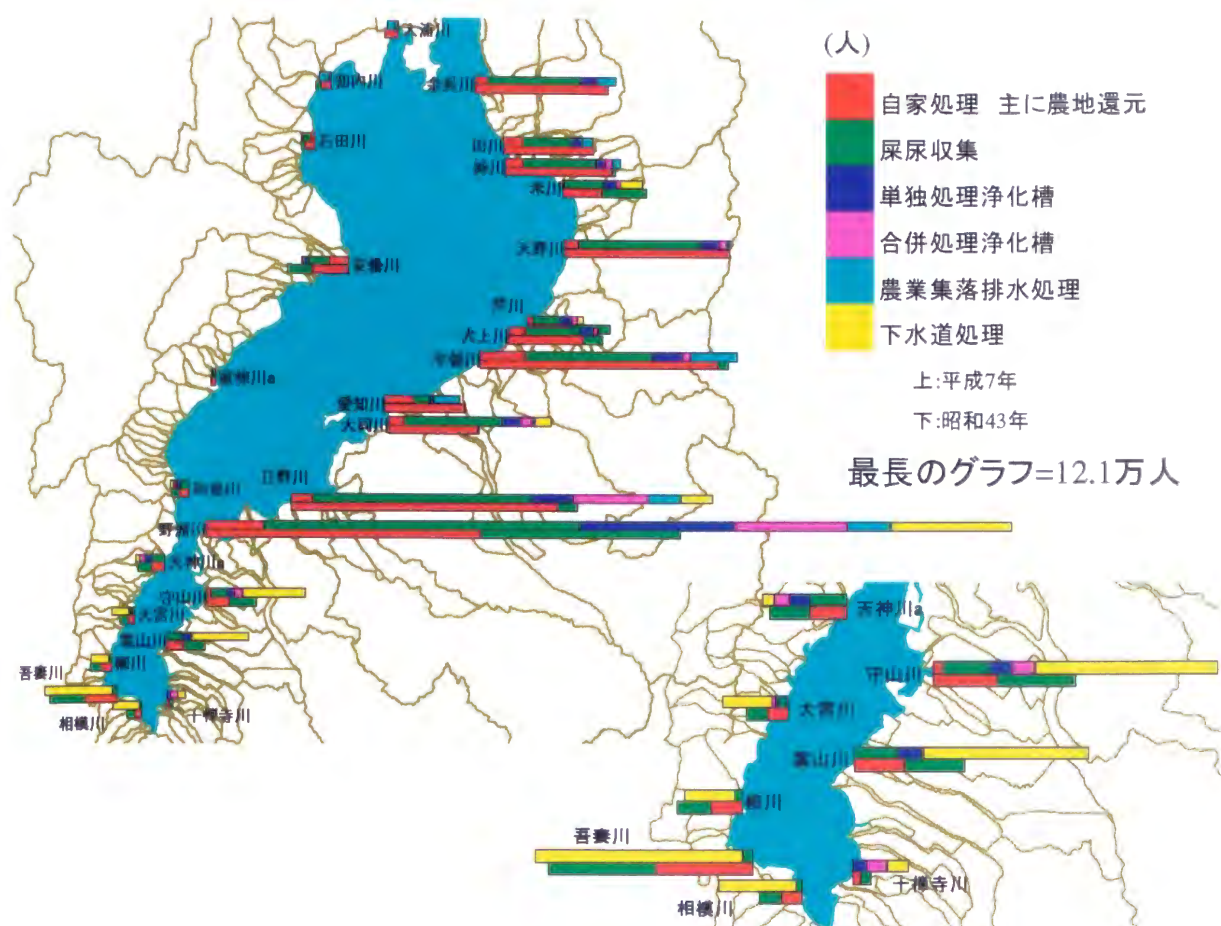


図3-13 流域別の下水処理形態別人口

4.2 工業出荷額の分配

4.2.1 方法

工業出荷額（昭和43年および平成7年）についても同様の考えに基づき市町村内の「建物用地」を表す土地利用オブジェクトに結びつけ、「建物用地ポリゴン」の工業出荷額等密度を求めた後、各流域へと分配、流域の工業出荷額密度分布を作成した。

4.2.2 集計結果

製造品出荷額等については、滋賀県で約4,052億円（昭和43年）から約60,975億円（平成7年）と約15倍に増大している^{7, 8)}。これを琵琶湖流域だけを取り出し分野別にみると、表3-4に示すとおりになる。ここでは、物価変動⁹⁾を考慮し、デフレーターを求め（付録に添付）、その値で補正した製造品出荷額について流域別の結果を図3-14に示した。流域別に見ると、湖東における製造品出荷額の伸びが大きく交通網の整備の影響が見られる。

表3-4 琵琶湖総合開発前後の工業出荷額等

中分類 番号	中分類	工業出荷額等(万円)		伸び率%
		昭和43年	平成7年	
No12	食料品	1,711,426	14,888,285	870
No13	飲料	0	605,357	-
No14	繊維	8,472,295	15,021,176	177
No15	衣服	1,299,124	5,056,436	389
No16	木材	1,663,714	3,602,210	217
No17	家具	350,348	6,697,909	1,912
No18	パルプ・紙	487,078	9,113,734	1,871
No19	出版・印刷	170,006	4,418,727	2,599
No20	化学	3,847,271	42,706,058	1,110
No21	石油・石炭	0	0	-
No22	プラスチック	0	40,640,307	-
No23	ゴム	0	6,354,693	-
No24	皮革	26,150	114,268	437
No25	窯業・土石	3,974,843	48,534,068	1,221
No26	鉄鋼	426,770	3,102,526	727
No27	非鉄金属	447,260	3,925,392	878
No28	金属	722,502	38,647,224	5,349
No29	機械	5,486,682	64,998,682	1,185
No30	電気機械	5,329,390	162,373,124	3,047
No31	輸送機械	481,483	19,351,066	4,019
No32	精密機器	77,167	3,573,420	4,631
No33	武器製造	0	0	-
No34	その他	2,384,194	7,958,698	334
合計		37,357,703	501,683,360	1,343

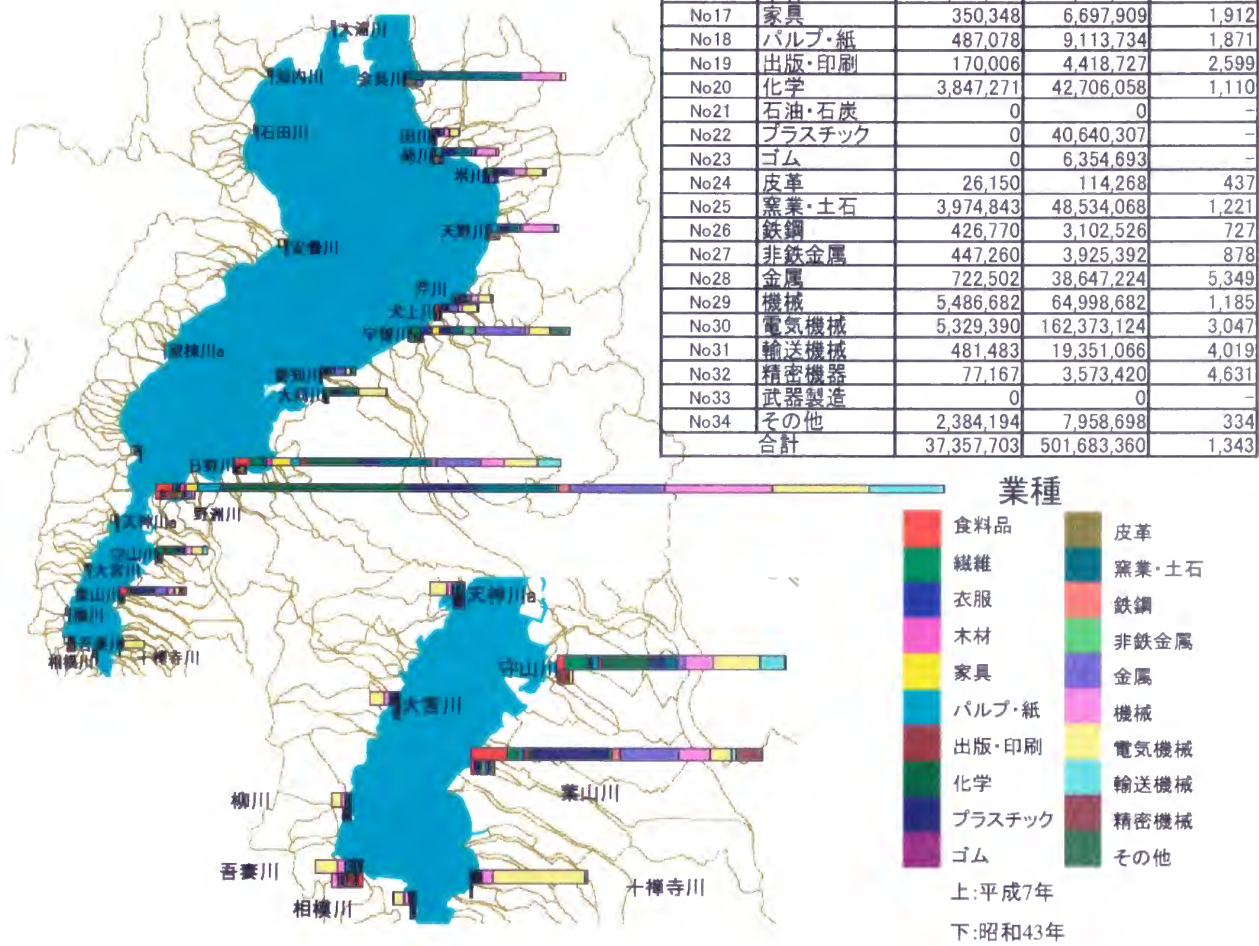


図3-14 流域別工業出荷額の変化

4.3 畜産頭数の分配

4.3.1 方法

第2章で整備した平成8年の各飼養場の飼育頭数および昭和45年の市町村別畜種別頭数「畑」を表す土地利用オブジェクトに結びつけ、「畑ポリゴン」に対する畜産頭数密度を求めた後、各流域に分配した。

4.3.2 集計結果

滋賀県の畜産頭数^{10,11)}の変化を表3-5に示す。流域毎に集計した結果を図3-15に示す。これは、琵琶湖流域全域において畜産頭数が減少していることを示しており、特に南湖周辺での畜産頭数が激減していることがわかる。その反面、商用価値の高い肉用牛の増加が顕著で、特に、湖東日野川流域において、畜産業が盛んに営まれていることがわかる。

表3-5 琵琶湖総合開発前後の畜種別頭数

畜種	頭数または羽数	
	昭和45年	平成8年
乳用牛	10,500	6,996
肉用牛	8,930	18,390
豚	17,530	11,307
採卵鶏	1,309,000	810,674

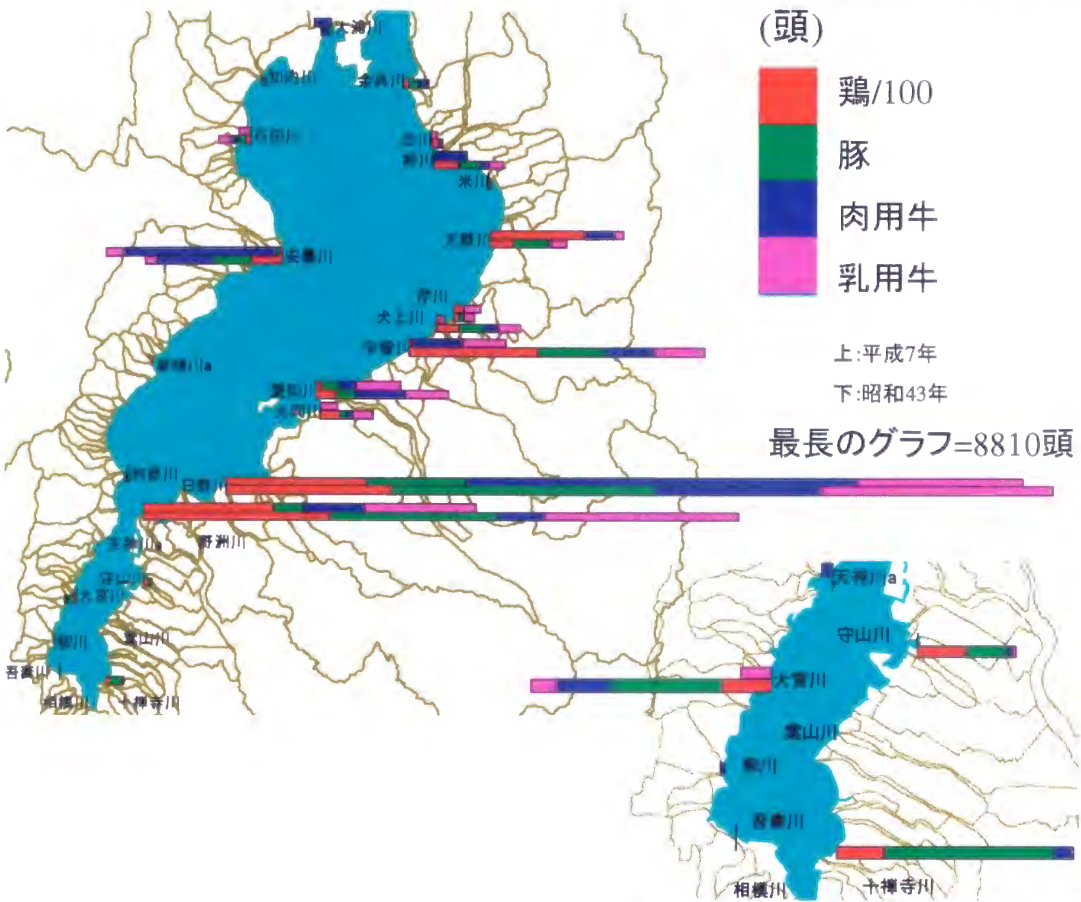


図3-15 流域別畜産頭数

4.4 本節のまとめと考察

本節では、市町村や字等の行政区に基づいて収集作成された属性統計値を流域界に分配する方法として、統計値の行政区内の分布を考慮するために、属性データを土地利用の「建物用地」「畑」リージョンに結びつけて各流域に分配する方法を示した。

これを従来のやり方で行おうとすると、属性値の結びついている行政界のどれだけの面積がどの流域に属しているかという関係を地図から読みとり、その関係の表を作表しなければならず、これらの作業はすべて手作業で行うしか方法がなかったので、膨大な時間とマンパワーを必要とした。しかも、流域の形が変化した場合や、支川流域のようなより小さな領域で属性値を集計なおそうと考えた場合、このような作業をもう一度やらねばならず、そのたびに膨大な作業時間を必要としていたのだが、本文で述べてきたようにGISに様々な情報を統合化し、その上でGISソフトARC/INFOのオーバーレイ機能のうちUNIONコマンドを利用することで、任意の形状の流域に属性統計値を分配することが迅速に行えるようになった。

その結果として、各流域内の人口、畜産頭数、工業出荷額の分布を表現するGISデータを作成することができたが、これらを流域単位で集計することで流域の特徴を把握することが可能となった（その結果については本論文末尾の付録Gの表を参照のこと）。このことによっ

て流入河川毎に下水道人口や工業、畜産業等の状況を把握することができ、流域単位での水環境管理施策を立てやすくなったと考えられよう。

さらにこの結果は、次章第4章で流域単位の汚濁負荷推定に原単位法を用いる際のフレーム値として用いている。なお、フレーム値（人口、工業出荷額、畜産頭数等）の集計は、昭和43年当時と平成7年の2時点で203領域（111流域＋92湖岸域）を対象として行ったことを付記しておく。

第五節 まとめ

本章では、GISに統合化した様々な流域情報を活用（分配、論理和作成）する手法としてのオーバーレイ機能について述べ、論理和の作成手順、属性値の流域への分配手法そしてその結果について述べてきた。ここでは、以上の結果を踏まえ、水環境に関する研究、施策決定に対するGISによる流域情報統合化の利点がどのような点にあるかを以下にまとめた。

①論理演算による情報の抽出

図形同士の境界線で区切られる新しい「ポリゴン」はそれぞれオーバーレイされる前の属性を保持するので、それぞれの属性の組み合わせを持った図形として認識することができ、「ポリゴン」ごとの特性を把握することができる。例えば、分割された図形データの中から、AandB, AorB, AxorB, AnotBといった論理演算結果を抽出・表示を行ったり、計算に用いることができる。これによって、琵琶湖流域の特定の流域を選び、そこに属しているものから必要なデータだけを抽出することが可能となって、流域内のミクロな特性を知ることができるようになった。また、ポリゴンが属性の組み合わせを反映して数十万もの小領域に別れており、その一つ一つの属性データの種類が増えており、利用価値の高いものとなる。

②属性値の面積に応じた分配

属性値は維持され、面積は自動的に再計算されるので、例えば、人口や畜産頭数など図形の属性を面積当たりで計算し直し、人口密度、畜産頭数密度として与えておけば、新しい図形の人口や畜産頭数は、維持されてきた人口密度と新しく自動計算された面積とを掛け合わせることで簡単に算定できる。これによって、今までは、行政管理目的で収集され市町村又は字といった行政区画毎に整理されたデータとして存在するだけであった統計データが、流域に分配された地理的な情報となった。

③面積、属性値の集計

新しくできた地図のポリゴンの中から、例えば特定の河川流域のID属性や特定の土地利用コードを有するポリゴンのみを抽出することによって、その河川流域の属性（例えば、人口等）や土地利用を集計し、その流域全体としてのマクロな特性を把握することができる。これは任意の領域に対して有効で、興味のある領域を示す図形データをGISに準備するだけで、その領域のデータを取りだし集計することができる。

④作業時間の短縮

従来はこれらの作業を手作業で進めざるを得なかったので、膨大な時間と労力を必要としたが、GISのオーバーレイ解析機能を用いることによってその時間を大幅に短縮できた。

これらの利点から、元々は単一目的のために収集されたデータであっても、データとしてGIS上にひとたび整理、統合化を行うことによって、任意のレイヤーのオーバーレイを行う

ことが可能となり、複数の地理情報の活用によって環境管理に有用な情報を得ることができるようになることを示している。つまり、GISに統合化した情報から、流域毎に様々な情報を抽出・利用することができ、流入河川流域あるいは任意の領域に対して、水・汚濁物質の発生と移動に関する現象の分析を行うための環境情報を準備することが可能となったことを本章の結論として導くことができる。その現象解析・環境管理への実際の適用例については次章第4章以降で記述している。

参考文献

- 1) 町田聡、地理情報システム入門&マスター、山海堂、pp. 58、1994
- 2) パスコ、ARC/INFO 入門テキスト、1998
- 3) 琵琶湖総合開発協議会：琵琶湖総合開発 25 年のあゆみ、琵琶湖総合開発協議会、1997、p117～p127
- 4) 滋賀県企画部情報統計課、市町村別人口構成（昭和45年）、滋賀県推計人口年報、pp. 259、1997
- 5) 滋賀県企画部情報統計課、市町村別人口構成（昭和45年）、滋賀県推計人口年報、pp. 259、1997
- 6) 滋賀県琵琶湖環境部下水道建設課提供資料、「公共下水道システム」、1999
- 7) 滋賀県企画部情報統計課：工業統計調査結果報告書(S43)、滋賀県、1969
- 8) 滋賀県企画部情報統計課：工業統計調査結果報告書(H7)、滋賀県、1996
- 9) 日本銀行、<http://www.boj.or.jp/>、物価指数年報
- 10) 近畿農政局滋賀統計調査事務所、滋賀農林水産統計年報、昭和45年次、昭和45年～46年、1970～71、昭和47年1月刊行、pp. 68-73
- 11) 滋賀県農林水産部畜産課、家畜飼養状況および畜産経営調査、平成8年2月1日現在、部外秘資料、pp. 36-68

第四章 GIS環境情報を用いた琵琶湖流域の汚濁負荷量の推定

第一節 本章の背景および目的

流域単位の水環境管理を行うためには流域内での汚濁物質発生状況を把握する必要がある、汚濁源の分布とそれらからの水量・水質（さらには積をとり負荷量）の流出量を明らかにする必要がある。しかし、汚染源毎の悉皆調査が困難なことから、森林などの面源負荷と呼ばれる「発生源の同定」が困難な汚染源が存在しており、定量的な把握が困難であった。

詳細は次節の文献考察で述べるが、従来では、流域から発生する汚濁負荷量を推定する方法として、複数の流域を一つのブロックとして扱ったり、市町村等で大まかに集計された統計データと原単位を用いて推定する方法がとられていた。この結果をもとに削減量の目標が立てられたが、推定された汚濁負荷量は大ブロック単位のものであり、河川流域ごとの特徴を考慮した目標設定ではなかったため、汚濁負荷量の制御にはあまり効果が現れなかった。

しかし、コンピュータの発達によって事態が大きく変わりつつある。場所（位置座標）の情報と結びつけられた多種多量のデータを管理・処理することのできるGISが発達し、汚染源に関わるデータを地理情報として元の精度を落とすことなく計算機上で簡単に扱うことが可能となってきている。

本論文第2章第3章においては、汚染源（集落や事業所、排水処理施設）の位置・人口・排水量・排水水質を含む詳細な流域環境情報をGISに統合化することによって、オーバーレイ機能を活用してそれらの情報を流域単位に振り分けることを行った。これによって元来は別々の行政機関で単目的のために作成され、散在していただけのデータを様々な現象解析を含んだ多目的利用ができるような形にした。

そこで本章では、「流域毎」の排出源別汚濁負荷量の推定精度を向上させることを目的とし、その方法論としてそれら流域環境情報の使い方を検討した。そして、その適用結果として、琵琶湖の200余りの流域に対し、昭和43年（1968年）と平成7年（1995年）の汚濁負荷排出量の推定を行い、その結果を比較し、琵琶湖総合開発事業により導入された様々な施策に伴う水環境の変化を明らかにすることを試みた。以下、本章の構成を述べる。

第二節では、文献考察を行い、汚濁物質の流出過程に関連した汚濁負荷量を表す用語の整理を行った。ついで、従来の汚濁負荷推定方法とその結果のレビューを行い、問題点を考察した。第三節では、GISおよびそのデータを用いた汚濁負荷推定方法について述べ、精度の向上、計算の有効性について考察した。第四節では、200余りの流域に対する推定結果をまとめ、計算結果についての考察を行った。

第五節では本章のまとめを述べる。

第二節 文献考察

2.1 汚濁負荷量を表す用語の整理

汚濁負荷の流出過程にかかわる用語は文献により違う定義をしていることがある。特に、既往の流達負荷量あるいは流達率に関するデータには、晴天時を対象として調査したものと、晴天時と雨天時の

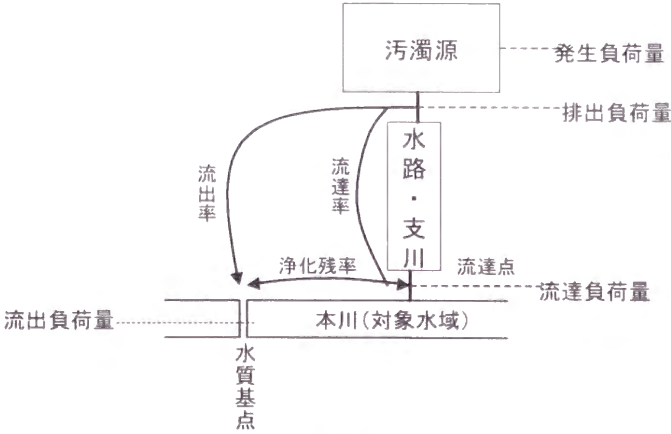


図 4-1 負荷流出の概念図

両方の総流達負荷を含んだものの2通りがあり、既往のデータを利用する際には注意を要する。例えば、下水道計画等で用いている汚濁負荷の挙動に関する用語の概念は図4-1¹⁾の通りである。本研究では、閉鎖性流域への汚濁負荷を取り扱うという立場から、環境庁(1990)²⁾に準拠して用語を以下のように定義して用いることとした。これらの負荷の測定される地点と挙動を表す用語は図4-2²⁾に示す通りである。

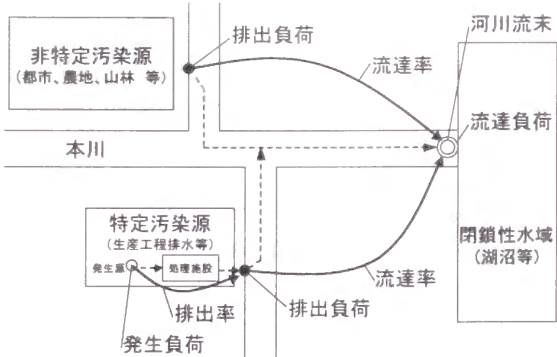


図4-2 汚濁負荷の挙動と用語

- 発生負荷：特定汚染源から発生する汚濁負荷で処理等を行う前の汚濁負荷である。
- 排出負荷：特定汚染源または非特定汚染源の境界から公共用水域に流出する汚濁負荷である。
- 流達負荷：排出負荷のうち河川等を通じて湖沼等の閉鎖性水域に流入する汚濁負荷である。
- 排出率　：排出負荷量と発生負荷量の比率を表す。
- 流達率　：流達負荷量と排出負荷量との比率を表す。

2.2 従来の汚濁負荷推定方法とその結果

(1) 土木学会、琵琶湖の将来水質に関する調査報告書 昭和44年度～昭和52年度のレビュー

土木学会は昭和44年度から11年間、衛生工学委員会の中に、琵琶湖の将来水質に関する調査委員会（委員長：岩井重久氏）を設け、琵琶湖の富栄養化に関する研究の一環として、琵琶湖流域の窒素・リンの発生負荷量・流入負荷の算定を行った^{3~8)}。発生負荷量の推定法は、汚濁物を発生する原因となる社会活動や人口数など（これをフレーム値という）に、「各発生源別の単位汚濁発生量」（＝原単位）を掛ける原単位法が用いられた。フレーム値は琵琶湖流域の湖南東部、湖南西部、湖北東部、湖北西部の4ブロックの値である。対象水質項目は窒素・リンであり、それぞれ各ブロック毎の汚濁発生量が推定された。

各年度別にみると、昭和44年度報告では、流域の人口や産業活動の現状を調査し、家庭下水・工場排水・肥料・家畜糞尿による負荷を原単位法で推定している。家庭から発生する負荷は処理により家庭排水中の窒素30%、リン50%が除去されるとしている。工場排水は、窒素、リンを排出する業種を食品工業と皮革業のみとして負荷量の推定を行っている。また農業排水では、施肥窒素の30%、リンの5%が流出するとし推定している。家畜糞尿については、牛の糞尿の1割が流出、鶏糞は流出しないとしている。琵琶湖流域全体で推定された負荷量は、窒素17.552t/day、リン2.513t/dayであった。

昭和45年度報告では、山林・宅地等ノンポイントソースからの汚濁負荷推定を行うとともに、汚濁流出率の概念を導入し発生した汚濁量のうち一定の割合だけが琵琶湖に流入するという考え方を導入し、工場、農業、畜産、家庭排水についてその流出率を窒素0.20、リン0.13とした。

昭和46年度報告では、農地の肥料からの窒素、リンの溶出率、山林からの流出量の評価、降雨からの汚濁負荷の推定を行っている。また、地下水からの負荷量を算出している。その結果、昭和43年時点の琵琶湖への流入負荷量は窒素で7.4675t/day、リンで0.5387t/dayと報告している。

昭和47年度報告では、再度農業排水の検討を行い、原単位、流出率を得ている。通年にわ

たりライシメーター試験および現地実測調査を実施し、田・畑からの肥料の溶脱率や溢流率を求め、また水田からの年間平均流出量を実測し、肥料による栄養塩の年間流出量を求めている。その結果、昭和45年度の流入量試算値に比しかなり低い結果が得られている。

昭和48年度報告では、それまでに得られた知見から原単位、流出率等の見直しを行い、再度汚濁負荷量を推定している。例えば、瀬戸内海における栄養塩負荷発生量の総合調査の資料⁹⁾をもとに、工場排水負荷の出荷額当たり原単位を用いて、工場からの排水負荷を求めなおしている。その際、窒素、リンの負荷をもつ業種を食品工業、繊維、紙、パルプ、化学、鉄鋼、非鉄金属、窯業、土石、皮革、機械工業とし対象を拡大している。この見直しの結果、昭和45年時点の琵琶湖への負荷量は窒素で9.712t/day、リンで0.7002t/dayとなっている。

上記の調査研究の問題点は、琵琶湖全体を4つのブロックに分けて、それぞれのブロック毎に人口などのフレーム値を集約してしまっていることである。これは、負荷総量は求めることができても、地域ごとの負荷発生構造や分布については明らかにしていない。また、原単位や流出率等を少数回の調査結果から決定しているために、信頼性が乏しいことが問題点としてあげられる。

(2) 滋賀県琵琶湖研究所（1985）の環境問題への視覚的アプローチ

滋賀県下を3,000×6,000の単位メッシュ（約20m×20m）にわけ、その一つ一つのメッシュに対して、メッシュが属する市町村コード番号、町丁大字コード番号、河川流域コード番号、それぞれの代表土地利用種コード番号を与えている¹⁰⁾。河川流域コードは、琵琶湖集水域を159の小領域に分割して番号をつけている（110本の1級流入河川流域、それ以外の県土を市町村で分割した49領域の合計159領域）。同じ河川流域コードをもつ単位メッシュを集め、第2章で紹介した「滋賀県地域環境アトラス」¹¹⁾の地域環境データをもとに土地利用や人口、工業出荷額等のフレーム値の推定が行われており、この推定値を票にまとめたものを「小領域カルテ」と呼んでいる（図4-3）¹²⁾。

土地利用については、1980年当時の滋賀県の植生現況図をもとに上記の約20m四方の単位メッシュに土地利用種コードが振り当てられているので、領域内全メッシュのうち、土地利用種毎のメッシュ数を数え上げることで、領域毎の土地利用種別面積を集計している。

人口については、昭和55年の国勢調査町丁大字別集計から大字毎の人口が既知であるので、大字が複数の領域（流域）にまたがるときには、各領域内の大字内の宅地メッシュの面積比に応じて、もとの大字の人口を各領域に振り当て、これを領域別の

小領域カルテ		領域面積			
領域コード	領域名称				
年度(昭和)		45	50	55	60
家庭系 (人口系)	下水道人口				
	合併浄化槽人口				
	単独浄化槽人口				
	し尿くみ取り人口				
	し尿農地還元人口				
観光客	宿泊観光客数				
	日帰り観光客数				
事業所系	産業中分類別工業出荷額 (20分類)				
	クリーニング店数				
農業系	水田面積				
	畑面積				
	その他				
畜産系	牛頭数				
	豚頭数				
	鶏羽数				
	と畜頭数				
山林系	山林面積				
市街地系	市街地面積				

図4-3 小領域カルテ（領域毎のフレーム値）

総人口として求めている。

下水処理形態別の人口については、昭和55年の下水道人口の市町村統計値より、下水道人口を各領域内の各市町村の宅地メッシュ面積の比率に応じて各領域に振り分けて求めている。同様に市町村毎の農地還元人口を各領域内の畑地メッシュ面積比に応じて配分している。そして各領域の総人口から下水道人口と農地還元人口を差し引いた人口を市町村別の（単独浄化槽：合併浄化槽：尿尿くみ取り）人口比で振り割ってそれぞれの使用形態別の人口としている。

工業出荷額については、基準地域メッシュ（約1km四方メッシュ）の大きさに集計され

表4-1 汚濁発生量を求める計算式と原単位

昭和55年基準値(最終単位はg/日になる)

フレーム値	COD	窒素	リン	原単位×処理流出率
(人口系(人))				
下水道整備人口	4.2	4.7	0.424	(尿尿+雑排水原単位)×下水流出率
合併浄化槽を使用する人口	7.0	4.7	0.636	(尿尿+雑排水原単位)×合併浄化槽流出率
単独浄化槽を使用する人口	24	7.98	0.987	(尿尿×単独浄化槽流出率+雑排水原単位)
尿尿くみ取りの人口	18	2.3	0.33	(ただし、尿尿については処理場データを加える)
農地に尿尿を還元している人口	19	3.01	0.339	(尿尿原単位×農地還元流出率+雑排水原単位)
日帰りの観光客	1.75	1.9	0.174	日帰り観光客原単位×合併浄化槽流出率
宿泊の観光客	6	4.45	0.546	宿泊観光客原単位×合併浄化槽流出率
(工業系(出荷額年間百万円))				
産業中分類に従って計算する。下の分類による各工業(工場)の年間製造品出荷額(単位100万円/年)にそれぞれの業種の原単位をかけて合計する。				
食料品製造業	6.59	3.292	0.616	出荷額×原単位
繊維工業	32.35	7.189	1.524	
衣服・その他繊維製品製造業	0.37	0.224	0.012	
木材・木製品製造業	1.14	0.320	0.054	
家具・装備品製造業	1.92	0.699	0.323	
パルプ・紙・紙加工品製造業	25.39	5.079	0.368	
出版・印刷・同関連産業	2.39	0.463	0.069	
化学工業	19.51	2.788	0.702	
石油製品・石炭製品製造業		(省略)		
ゴム製品製造業	0.34	0.261	0.087	
なめし皮・同製品・毛皮製造業	0.28	0.062	0.016	
窯業・土石製品製造業	1.36	0.340	0.114	
鉄鋼業	1.38	0.259	0.08	
非鉄金属製造業	2.36	0.449	0.139	
金属製品製造業	2.37	0.445	0.138	
一般機械器具製造業	2.06	0.386	0.119	
電気機械器具製造業	1.94	0.364	0.112	
転送用機械器具製造業	0.87	0.165	0.051	
精密機械器具製造業	1.56	0.294	0.091	
その他の製造業	1.33	0.665	0.034	
(クリーニング店(店数))				
クリーニング店	269	124	49.6	店数×原単位
(家畜系(頭数または羽数))				
原単位×流出率をかける。				
牛飼育数	9.52	19.8	0.429	頭数×原単位
豚飼育数	21.0	9.3	0.84	
鶏飼育数	0.28	0.101	0.0023	羽数×原単位
と畜場	567	404	36	と畜数/日×原単位
(土地からの流出(ヘクタール))				
面積あたりの流出量をかける。ただし、水田については季節によってわかる。				
水田(4～8月)	289	78	3.51	面積(ha)×原単位
水田(それ以外)	45	18	0.35	
畑・牧草地	60.2	255	0.54	
宅地・道路	144	38.6	2.00	
山林その他の土地	53	22.0	0.40	

滋賀県琵琶湖研究所、1988、滋賀県地域環境アトラス 琵琶湖データカタログ

た業種別総出荷額を元に、領域内の宅地・道路メッシュ面積の比率に応じて配分して求めている。

家畜飼育数については、市町村統計をベースに領域内の畑地メッシュ面積比に応じて推定している。

このようにして求めた各領域のフレーム値に原単位を掛け合わせて、各領域毎にCOD、窒素、リンの汚濁負荷排出量の推定を行っている。さらにその排出量に流達率を乗じることで昭和55年時点の琵琶湖への流入負荷量の算定が行われた¹²⁾。ここで使用された原単位、流達率を表4-1、表4-2¹³⁾に示す。推定された琵琶湖への総汚濁負荷流入量は湖岸領域を除いた110本の流入河川からの合計値で、CODで49.634t/day、窒素で14.429t/day、リンで1.1837t/dayであった。

この研究においては、従来土木学会がやってきたように琵琶湖全体を粗いブロックに分けてブロックごとの負荷量を推定するのではなく、琵琶湖全体を159もの小さな領域にわけて汚濁負荷の推定を行っていることに特徴がある。また、滋賀県土木部下水道建設課の協力を得て、滋賀県での原単位調査(表4-3¹³⁾)の結果から原単位を設定しているため実状に近い汚濁負荷量の推定となっている。しかしながら、フレーム値の推定に用いた統計値のうち畜産頭数・下水処理形態別人口は市町村単位の集計値、工業出荷額は1kmのメッシュ単位での集計値であるので、集計単位がやや大きい。土地利用は20mメッシュという非常に詳細な解像度を実現し、その土地利用と結びつけて統計値の偏在性を考慮しようとはしているが、下水処理形態別の人口が

市町村単位の集計値であることから、その市町村内に含まれる領域のメッシュはすべて同じ比率の下水処理形態を有しており、分割した流域(領域)の細かさに対応していない点が問題点といえる。さらに、メッシュの土地利用は代表値で整備されたものなので、誤差の生じる余地が残されている。

表 4-2 物質別総流達率
(滋賀県土木部下水道建設課による)

対象	総流達率
BOD	0.4～0.7
COD	1.0
SS	1.0
窒素	1.0
リン	1.0

滋賀県琵琶湖研究所：環境問題への
視覚的アプローチ、1987、pp.95-103

表 4-3 汚濁負荷原単位調査の概要(滋賀県土木部下水道建設課)

調査項目	調査概要	備考(留意事項)
家庭汚濁負荷 原単位調査	合併浄化槽流入口において原則として時間単位の流量観測および採水をおこない、水質はコンポジットサンプルとして測定する。 採水調査と並行して、アンケートによる団地居住者の動態調査をおこなう。	合併浄化槽調査は、団地の規模形態(集合、一戸建て)に留意し、5団地について実施した。調査は季節変動を考慮し、冬、春～夏、秋の3回実施。曜日による変動を考慮し、1回あたり8日間の連続測定。
家畜汚濁負荷 原単位調査	牛、豚、ニワトリについては数頭(羽)を対象にした。 と畜については、処理施設の流入口において観測し、1日のコンポジットサンプルとして測定	一般的な飼育方法の畜舎。1回/年、8日間/回の連続測定とした。
水田汚濁負荷 原単位調査	田地区画の流入、流出部で水質、水量測定をおこなった。	測定が容易で、流水経路が明確な、ほ場整備のいきとどいた田地区画を2ヶ所選定した。 1回/年、8日/回の連続測定とした。
自然汚濁負荷 原単位調査	河川上流部の山林区域で測定。	3回/年(冬、春～夏、秋)、8日/回の連続測定。
市街地非点源負荷 原単位調査	下水道施設が整備され、集水域のあきらかな市街化区域の流出水路で、降雨時に水量、水質の同時観測をおこなう。	調査区域は地形、規模などを考慮して3ヶ所とした。2ヶ所は規模のことなる団地、1ヶ所は都市域の小河川流域。 3降雨について実施。

(3) 国松&滋賀県琵琶湖研究所

国松らは昭和52年から55年にかけて9回にわたり琵琶湖に流入する133本の河川の流量・水質を実測調査した^{14,15)}。その結果、琵琶湖への133の河川からの流入量は5回の平均として、窒素、8.32t/day、リン、0.878t/dayと報告¹⁶⁾、6回の平均として、窒素、8.80t/day、リン、0.907t/day、COD、27.7t/dayと報告している¹⁷⁾。調査の回数が少なく、河川流量レベルができ

るだけ異なるレベルにある時を選んで調査しており（表 4-4¹⁷⁾）、その平均値をもって、晴天時、平～低水位の河川からの流入負荷量を表していると考えている。

さらに、国松と琵琶湖研究所は、真野川、三田川、野洲川での毎日 1 回、1 年間の観測データから、汚濁物質の流入負荷量 (L [t/day]) と流入水量 (Q [m³/day]) が $L=aQ^b$ のモデルによって回帰し得るとし、133 河川のデータから流入汚濁負荷量の推定を行う以下の回帰式¹⁷⁾ を作成した。

$$L_N = 2.47Q^{0.919}$$
$$L_P = 0.131Q^{1.03}$$
$$L_{COD} = 4.17Q^{0.984}$$

式 4-1

ここで、 L 、 Q はそれぞれ流入負荷量 [kg/km² day]、比流量 [m³/km² day] である。

全河川の日流量に関するデータがないことから、琵琶湖逆算流入量から年間の平均流入量を推定し、これを回帰式に代入することで琵琶湖へ流入する総汚濁負荷量を、N,P,COD それぞれ 14.7、1.94、42.4[t/day] と計算した¹⁸⁾。さらに、滋賀県環境室資料による 1980 年の汚濁負荷排出量が TN,TP,COD それぞれ、17.7、1.80、66.6t/day であることから、流達率は TN、TP、COD で 83.1%、108%、63.7% と報告している¹⁹⁾。

この研究では多数の河川を測定対象とし貴重なデータを得ているが、多数河川の測定ゆえに、測定回数が限られてしまっていることから代表性の点で問題があると思われる。また、逆算流入量自体が地下水流入量と湖面蒸発量の推定値を用いて計算していることから、河川流量の推定値は信頼性に乏しい。

(4) 市木らによる流域発生負荷量の推定

市木ら²⁰⁾ は、複数の中小河川の晴天時、降雨時の実測データを基に、流域の人口、土地利用、下水道整備率など流域特性を表すフレーム値を用いて汚濁物流出量を推定するモデルを構築し、これを琵琶湖集水域に適用することにより 1990 年時点の流入汚濁負荷量を算定した。点源の発生負荷量については、人口、産業出荷額および原単位を用いて算定している。発生した負荷は排水系統内に排出されるものと排出系外へ排出されるものとにわけ、排水系統内に排出された成分については、晴天時に一部が堆積し、降雨時に堆積分が LSQ 式に従い流出するとしている。ノンポイント負荷については、市街地からの負荷は堆積を考慮し、LSQ 式で、それ以外の水田、畑、山林の土地利用については、LQ 式で推定している。流達率については、文献²¹⁾ を参考に各河川における流路延長を基に仮定している。この結果によると、年間の総流入負荷量は T-N：11,524t/y、T-P：1,006t/y（＝ T-N：31.6t/day、T-P：2.76t/day）である。但しここでは、大気降下物、畜産排水、地下水流出成分、下水処理水による流入負荷は検討の対象とされていない。

2.3 従来の汚濁負荷推定方法の総括

上述のように琵琶湖流域に関する汚濁負荷の推定は様々な方法で行われている。それらの結果を表 4-5 にまとめる。また、それらの問題点を表 4-6 に示し、その内容を以下に列挙す

表 4-4 琵琶湖に流入する 133 河川による N,P,COD の実測流入負荷量（トン/日）量

観測時	T-N	T-P	COD	流量 (m ³ /s)
1978年9月	3.64	0.596	12.5	40.6
12月	4.95	0.565	12.9	45.1
1979年5月	10.9	1.06	27.5	63.8
7月	6.11	0.530	24.8	54.3
11月	10.7	0.718	42.0	140
1980年6月	16.2	1.98	46.7	175
平均値	8.80	0.907	27.7	86.3

出典：国松孝男：河川からの汚濁負荷流出機構と琵琶湖への汚濁負荷量の推定、琵琶湖研究－集水域から湖水まで－、滋賀県琵琶湖研究所、1988、p.58

表 4-5 琵琶湖流域の従来の汚濁負荷推定結果

		推定法		排出負荷量t/day			流入負荷量t/day			流達率		
		発生負荷	流入負荷	TN	TP	COD	TN	TP	COD	TN	TP	COD
土木学会	昭和44年	原単位法	流達率				17.6	2.51				
	昭和46年	原単位法	流達率				7.5	0.54		0.2	0.13	
	昭和48年	原単位法	流達率				9.7	0.70				
琵琶湖研		原単位法	流達率	14.4	1.18	49.6	14.4	1.18	49.6	1	1	1
国松&琵琶湖研		原単位法	LQモデル	17.7	1.80	66.6	14.7	1.94	42.4	0.831	1.08	0.637
国松(参考値) (133河川の5回平均)			実測				8.3	0.87				
国松(参考値) (133河川の6回平均)			実測				8.8	0.91	27.7			
市木		原単位法	LSQモデル				31.6	2.76				
滋賀県 平成7年		原単位法	?				22.3	1.36	57.4			

- る。
- ①汚染源からの排水水質・排水量の実測値等、使用する汚染源情報を最大限に利用した汚濁負荷量の推定を行っていない。当時データ自体が存在しなかった場合もあったであろうが、むしろ情報が非公開であったとか、縦割り行政のためにデータの取得が困難であったなどの原因があったためであろう。
- ②事業所や処理場などの点源からの負荷推定を実測値ではなく原単位法で行っている。このため、原単位の選び方によっては結果が大きく異なる。特に、事業所からの負荷については市町村等の工業出荷額を利用した原単位法を用いているので、排出位置が特定されないという問題点がある。
- ③用いている原単位の信頼性、代表性が乏しい。そこで使用される原単位がいつ、どこで作成されたものなのかによって、琵琶湖流域に適用できるかどうかという問題がある。
- ④フレーム値に用いている人口や工業出荷額等が市町村の統計値である。この場合、元の統計値の集計単位が粗いため、精度の良い発生負荷量分布推定は期待できない。例えば、一つの市町村内に過疎化の進む山間部と過密の都市部が共存しているような場合には、市町村内での統計量の分布を均一と仮定すると、発生負荷量分布の推定精度が粗くなるという問題点がある。これに対して、土地利用分布等を考慮して、都市部に分布すると仮定したとしても、依然として元の統計値の集計単位が粗いため、負荷量の推定精度は良くない。
- ⑤元データの図形データをメッシュベースで整備し、フレーム値の集計をメッシュベースの土地利用に結びつけて行っている。メッシュデータは計算・集計は楽だが、そのデータの構造上、誤差を有しており、解像度の粗いメッシュを用いるほど精度が落ちる。
- ⑥汚濁負荷推定の際に、琵琶湖流域全体を少数のブロックにわけているだけなので、総負荷量については求めることができるが、流域毎、任意の領域の発生負荷量の分布状況を知ることができない。このことは負荷分布を検討していないことでもある（土木学会）。
- ⑦新しい領域の汚濁負荷量推定や汚染源分布の変更を伴う負荷量再計算やシナリオ解析に時間を要する。従来法では、汚染源の情報があらかじめどの流域に属しているかという表形式のデータを準備した上で計算しており、新しい領域や違う年度のデータを用いて汚濁負

表 4-6 既往の研究の問題点

既往の研究の問題点
① 実測データの活用不足
② 原単位法による推定精度の誤差
③ 元の統計データの精度が粗い
④ メッシュデータ使用による誤差
⑤ 流域毎、任意の領域の汚濁負荷推定ができない。つまり、負荷源の分布を考慮していない。
⑥ 再計算に時間を要する
⑦ 流達率の評価の困難性
⑧ 計算過程、結果の表示が面倒

- 荷を推定しようとする、かなりの部分のデータ整備・計算をやり直す必要があった。そのため迅速に結果を得ることができず、シナリオ比較等を行うことが容易ではなかった。
- ⑧流達率、流出量推定式の評価が難しい。琵琶湖に流入する負荷量については、多くは流達率、L-Q関係を仮定しているが、それを決定するために調査した河川数が小数であるため、その結果の適用を多くの河川へと拡張しているところに問題点がある。また、流達率やパラメータを流域特性と結びつけて説明することが行われているが、そのパラメータの選び方の妥当性についてはまだ検討の余地がある。
- ⑨地図とは離れて、別個に計算をしてしまうために、計算過程のチェックを地図と結びつけて考察するのが面倒で、計算過程の間違いやデータの間違いに気づきにくい。また、汚濁負荷推定方法自身の問題ではないが、計算結果を様々な表現手法を用いて表現することに労力と時間を必要とするので、結果の比較が怠りがちになってしまう。

第三節 GIS 流域環境情報を用いた発生量・排出量の推定

3.1 既往の汚濁負荷推定法の問題点に対する GIS の活用

前節で述べたように、汚濁負荷の推定は様々な方法で行われてきており、列挙したような問題点を有していた。本研究ではこれらの問題点を考慮して、GISによって負荷源に関する流域環境情報を統合化することによって、現時点で最も精度の高い汚濁負荷排出量の推定を行う方法を検討した。

その結果、前節で示した各々の問題点に対して、本研究が採用した対策を表4-7に示し、その詳細を以下に順に述べる。これらの対策事項が本研究の汚濁負荷推定方法の特色となっている。

まず、前節①、②、③の問題点に対しては、従来は、点源からの排水水質の調査値等はほとんどなかったこともあって、汚濁負荷量の推定は原単位法のみに頼っていたのが実状であった。従来の汚濁負荷推定では、対象とするエリアが数個の流域にまたがり、フレーム値も市町村統計値をもとにするなど、おおまかな値を使っていたために、代表性が乏しいと言

表 4-7 既往の汚濁負荷推定法の問題点とそれに対して本研究が採った対策

本研究の方針		既往の研究の問題点
事業所や処理プラント等点源からの排水負荷の実測値を使用	←	① データの活用不足
	←	② データの活用不足
実状に近い原単位を使用	←	③ 原単位法による推定精度の誤差
集落単位の下処理形態別人口を使用	←	
ベクターデータの整備	←	④ 元の統計データの精度が粗い
	←	⑤ メッシュデータ使用による誤差
オーバーレイ解析機能を使用して、任意の領域に対して汚濁負荷推定を可能にし、203の流域毎に推定	←	⑥ 流域毎、任意の領域の汚濁負荷推定をしていない
GISの利用	←	
	←	⑦ 再計算に時間を要する
第4章で検討	←	⑧ 流達率の評価の困難性
GISの利用	←	⑨ 計算過程、結果の表示が面倒

われる原単位を使用しているてもあまり問題とはされなかったからでもある。しかしながら、本章が目指すような単位流域毎の汚濁負荷の推定を行う場合には、対象とするエリアが小さくなりすぎるために原単位を使用することは推定精度の点で問題がある。

従って、本研究では、現時点で入手可能なデータの中から、できる限り排水水質等の「実測データ」を優先させて用いることとし、事業所や処理プラント等の排水の排出量・排水水質の実測値が存在するものについては排水の実測値から汚濁負荷量を推定できるように、その位置を調べ、GIS上にそのデータ群を統合するようにした。

一方、実測値がなく、どうしても原単位法でしか求めることができない部分に対しては、従来の原単位法によらざるをえなかったが、その際にも代表性が高く滋賀県の実状に近い原単位を用いることとし（問題点③に対するもう1つの回答）、フレーム値の集計に用いる元データについても「できるだけ細かい領域の統計値」を使用することができるようデータを整備することによって精度の向上を図ることを目指した。つまり、性質上精度の劣るラスター型図形データを用いずに、すべてのデータをベクター形式でGISに整備することとし、これらの中から「できる限り詳細な集計単位（＝集落、字）」の属性データ（＝人口や畜産頭数等）を、オーバーレイ解析機能を用いて土地利用ポリゴンの図形データと結びつけることによって、流域内の統計値（人口・出荷額等）の分布を詳細にかつ精度良く再現させた。それらを集計することによって人口や畜産頭数等、原単位法のフレーム値の精度を上げることができると考えた（問題点④、⑤に対する答え）。

同様に、GISでは、情報と統合化しオーバーレイ解析機能を用いることによって、任意の領域のフレーム値を求めることができる。本章では、第2章で述べた琵琶湖流入河川の流域単位（琵琶湖流域全体で203ヶの流域界）をフレーム枠とし、この領域ごとに汚濁負荷発生量の計算・集計を行った（第3章）（問題点⑥）。また、その結果について、GISを利用してわかりやすく表現することで、琵琶湖流域全体における負荷分布を知ることができるようにした（問題点⑨）。

このようにGISに流域環境情報を整備した結果として、新しい領域や違う年度のデータを用いて汚濁負荷を推定しようとした場合、データの変更は最小限ですむ。データの変更が合った場合、汚濁負荷量の計算を容易に迅速に行うことができるようにデータおよびデータベースとプロシーチャーの検討を行った（問題点⑦）。

問題点⑧については、実観測の河川水質・流量との比較が必要であり、本章の対象とする範囲を超えるので、次章第5章にて詳細に検討を展開することとした。

以上をまとめると、既往の汚濁負荷推定方法の問題点に対して本研究が採用した方針は、「行政から入手可能なデータ」をGIS上に統合化して用いることであり、それらのうち「できる限りの排水実測値を採用する」と「できる限り細かい領域単位の属性データ（＝人口等）を使用する」とこととなる。その結果として、本研究で扱うことにした各発生源からの排出負荷量の推定方法を表4-8に示す。なお、ここで収集して使用したデータは複数の年度にわたっており、かならずしも同一の年代のものにはならなかった。そのため厳密な意味では現実を反映した汚濁負荷推定にはなっていないのかもしれないが、第2章で行政サイドより集めGISに統合化することのできたデータおよび実測データを用いた新しい方法論を示すことを本章の最大の目的としているので、多少の年代の齟齬は目をつぶることとした。

表 4-8 本研究の汚濁負荷推定方法について

負荷源		平成7年推定方法	昭和43年推定方法
(1)事業所	排水量30t/day以上	=実測水質×実測排水量	=原単位(g/出荷額)×中分類別工業出荷額
	排水量30t/day以下	=原単位(mg/l)×実測排水量	
(2)処理プラント系	尿尿処理場	処理プラント系負荷量=処理場の排水量×排水水質	=処理人口×一人当たり処理場への負荷原単位×(1-処理率)
	下水処理場		無し
	農村集落排水処理施設		
(3)家庭系	尿尿処理場を使用している家庭の雑排水からの負荷	=その人口×雑排水発生負荷原単位	昭和43年についても、同様である。
	合併処理浄化槽を使用している家庭からの負荷	=その人口×(雑排水+尿尿)発生負荷原単位×(1-処理率)	
	単独処理浄化槽を使用している家庭からの負荷	=その人口×雑排水発生負荷原単位+その人口×尿尿発生負荷原単位×(1-処理率)	
	農地還元を行っている家庭からの負荷	=その人口×雑排水発生負荷原単位+その人口×尿尿発生負荷原単位×(1-農地での減少率)	
(3)畜産	牛	=原単位(g/頭)×畜種別頭数	昭和43年についても、同様である。
	豚		
	鶏		
(4)面源	水田	=原単位(g/ha・日)×土地利用種毎面積	昭和43年についても、同様である。
	畑地		
	市街地		
	森林		

表 4-9 汚濁負荷源の一般的分類

3.2 対象とした汚濁発生源

汚染源は排出箇所を特定できるかどうかによって点源（＝特定汚染源）と面源（＝非特定汚染源）に分類する。主な点源と面源を表4-9に示した。なおここに○印をつけたものが本研究で取り上げた負荷発生源である。面源としては森林、水田、市街地、畑、ゴルフ場を取り上げ、降水、地下水については有効な手法、データがなかったので取り扱わないこととした。合流式下水道の雨天時越流（CSO）もその排出箇所が

点源 発生源を特定できる	面源 発生源を特定できない
○工場・事業所 ○畜舎 ○家庭 ○下水処理場 ○尿尿処理場 ○浄化槽 CSO 旅行者	○森林 ○水田 ○畑 ○市街地（＝建物用地） ○ゴルフ場 地下水 降水・大気降下物

○印:本章で取り扱う

わかることから、点源に含めることが多いが、CSOについては第7章において大津市を対象として詳細に扱ったのでここでは取り扱わない。旅行者からの負荷（観光負荷）については総負荷に対する割合が非常に小さいことが知られている¹³⁾ので、ここでは取り扱わなかった。

発生した汚濁負荷の排出形態を考慮すると、本研究で対象とした汚濁負荷発生源は図 4-4に示すように分類できる。

家庭から発生する排水については、その行く先に応じて、下水処理場、尿尿処理場（尿尿のみ）、農村排水処理施設、合併処理浄化槽、単独処理浄化槽、尿尿処理（雑排水）、農地還元の7つに分けた。このうち、前の3つの下水処理場、農業集落排水処理施設、尿尿処理場（尿尿）を処理プラント系（off-site系）、後ろ4つの合併処理浄化槽、単独処理浄化槽、尿尿処理（雑排水）、農地還元を家庭直接系（on-site系）と分類した。これは処理プラント系については実測値を利用することができるが、家庭直接系（on-site系）は排水処理形態別の人口から原単位法を用いて求めざるを得ないからである。

3.3 発生源の位置と排出位置の決定 (GISを用いたものと現実との差)

各発生源の位置決定についての概略を表4-10に示し、以下、実測値のあるケースとそうでないケースにわけて位置決定の方法をまとめる。

(1) 実測値のある発荷源について
実測値のある汚濁発生源は、実測値を測っているわけだから、理論的には厳密に「点源」としてその排出位置を与えることができる。しかし実際には、入手できるデータによって、どこまで位置を厳密にすることができるかは決定される。

処理プラントや事業所等の点源については、入手した住所から、住所ジオコード機能（第2章参照）でその位置を決定しているが、現時点では、その位置は小字の重心位置にプロットするのが限界

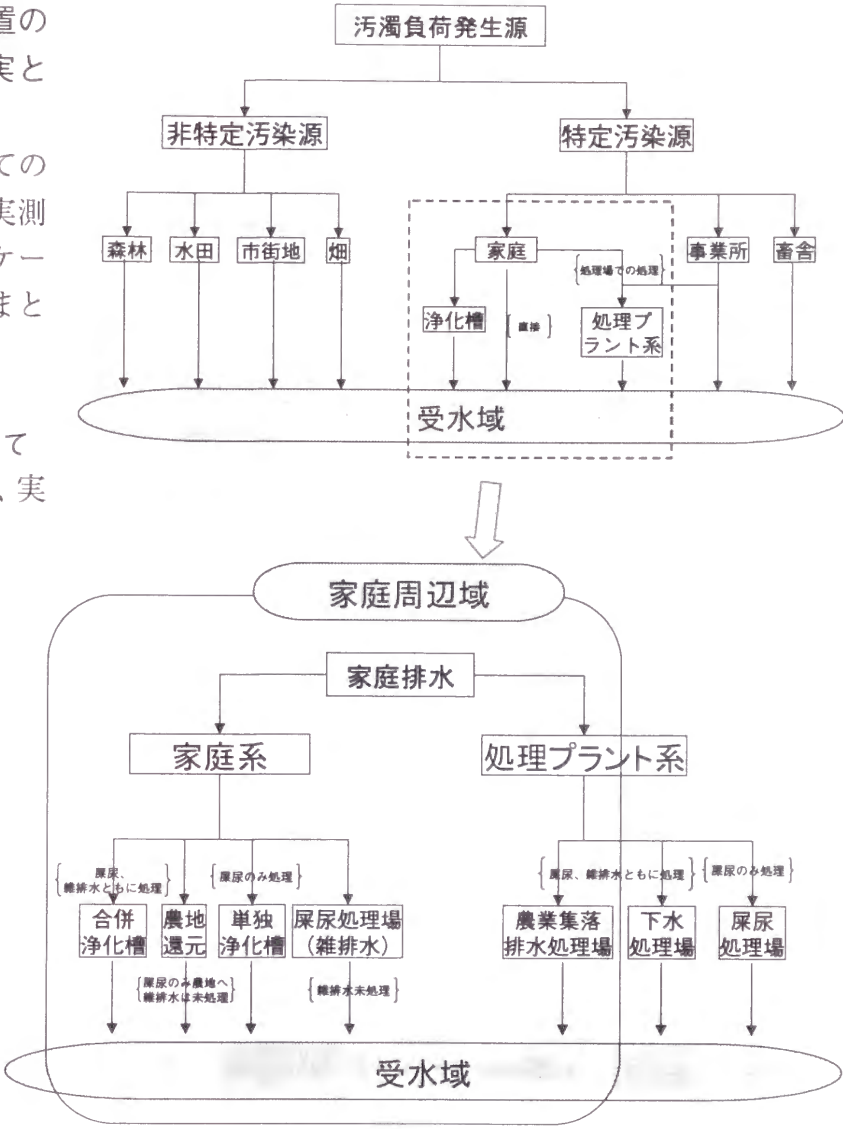


図 4-4 汚濁負荷発生源の分類

表 4-10 各発生源の位置決定法の概略

発生源		平成7年		昭和43年	
		位置決定法	発生源位置と形	位置決定法	発生源位置と形
事業所		事業所の住所から住所ジオコード機能にて小字重心に配置後、位置を補正	施設箇所点	市町村内の建物用地に中分類工業出荷額を均等割付後、流域界で分割	市町村内建物用地領域
処理プラント系	下水処理場	地形図、滋賀県資料等から決定	施設箇所点	-	-
	屎尿処理場	地形図、滋賀県資料等から決定	施設箇所点	地形図、滋賀県資料等から決定	施設箇所点
	農業集落排水処理施設	事業所の住所から住所ジオコード機能にて小字重心に配置後、位置を補正	施設箇所点	-	-
家庭系		集落内の建物用地に均等割付後、流域界で分割	集落内建物用地領域	小字内の建物用地に均等割付後、流域界で分割	小字内建物用地領域
畜産系		大字内の畑に均等割付後、流域界で分割	大字内畑領域	市町村内の畑に均等割付後、流域界で分割	市町村内畑領域
面源系		土地利用を表すポリゴンを流域界で分割	領域	土地利用を表すポリゴンを流域界で分割	領域

の精度である。そのため、1つの小字が複数の流域に分かれる場合、ジオコードによる負荷源の位置と、実際の負荷源の位置とが異なる場合があり、そのまま流域毎の汚濁負荷量を計算し集計すると正確な汚濁負荷推定が行えないという問題がある。

そこで本研究では、下水処理場（滋賀県内で9カ所、付録図2-22参照）、屎尿処理場（県内12カ所、付録図2-23参照）については既に発表されている文献^{22～26)}からその放流先を調べ、その放流先流域への負荷とした。

農業集落排水処理施設（171箇所、付録図2-24参照）、事業所（滋賀県内で1642箇所、付録図2-21参照）についても同様に、住所ジオコード機能で位置を決定した後、各種の資料をもとに施設、事業所の位置を補正し、施設が属する流域を放流先流域と決定した。

ここで決定された各施設の放流先流域は各施設の諸元とともに後で示す。

(2) 実測値のない負荷源について

一方、実測値のないものについては、フレーム値を有する「領域」に対して原単位を適用せざるを得ないので、以下のように「領域」を決定した。

家庭直接系や畜産系の発生源は点源ではあるが、その位置がはっきりとわからない。しかし、フレーム値の元となる統計値の集計単位である行政区内に均一に分布していると仮定するよりは、第2章で論じたように、元の統計値の集計単位となる行政区である集落や字内における「建物用地」や「畑」のオブジェクトに人口や畜産頭数を割り付けて、その偏在性を考慮した方が分布精度を上げることができると考えて、オーバーレイ解析機能を利用して各「領域」を表4-10に示すように決定していった。

特に、「建物用地」は元のデータでは「工業地帯」、「市街地」、「造成地」、「緑の多い住宅地」の4種類の土地利用に細分することができる（第2章の「植生レイヤー」表2-9を参照のこと）

ので、本章では、それぞれの土地利用種による人口密度の違いを考慮した人口の配分を行うことによって、フレーム値のさらなる推定精度向上を目指すこととした（図4-5）。

詳細については、既に前章に記述したので、ここでは再掲しないが、このように建物用地内の小領域に人口を振り割ることによって、この領域内にフレーム値の分布が生じたこととなり、この領域上を流域境界線が通った場合にフレーム値の推定結果が変わる。細分化した土地利用毎に汚濁負荷発生原単位の分布を与えることができれば、さらなる精度向上が見込まれる。

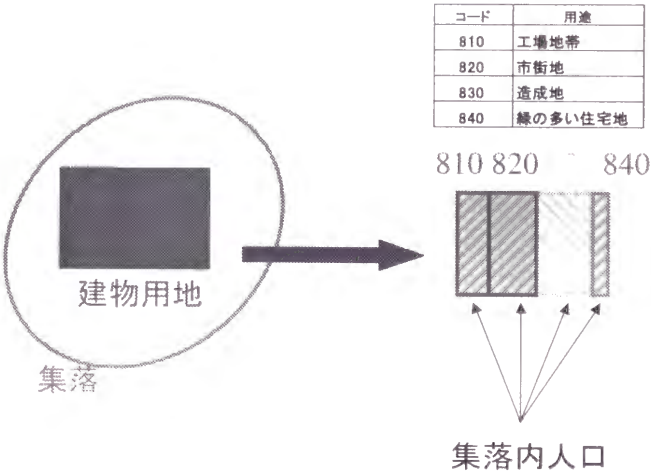


図4-5 建物用地への人口の配分概念図

3.4 各発生源からの排出負荷量の推定方法

本研究ではできるだけ実測値を用いて流域からの汚濁負荷発生量を求めることとし、現時点で入手可能な「実測値」を用いることを原則とした。

実測値が入手できなかった所では「原単位法」を用いて汚濁負荷推定を行うこととし、既に第3章において求めた昭和43年当時と平成7年の2時点についての対象203領域（111流域＋92湖岸域）のフレーム値（人口、工業出荷額、畜産頭数等）を用いて汚濁負荷の推定を行った。

昭和43年当時と平成7年を中心としたデータでは、フレーム値のもととなる統計データの集計単位が異なる（市町村単位あるいは字単位）が、第3章でGISを用いて整備・統合したデータは、どの流域に属しているかの情報を含むようになっているので、これをもとに必要なフレーム値を流域単位で確定した。以下、第3.1節で示した表4-8を再掲し、これに従い各発生源からの汚濁負荷推定方法を述べる。

表 4-8 本研究の汚濁負荷推定方法について（再掲）

負荷源		平成7年推定方法	昭和43年推定方法
(1) 事業所	排水量30t/day以上	=実測水質×実測排水量	=原単位(g/出荷額)×中分類別工業出荷額
	排水量30t/day以下	=原単位(mg/l)×実測排水量	
(2) 処理プラント系	尿尿処理場	処理プラント系負荷量＝処理場の排水量×排水水質	=処理人口×一人当たり処理場への負荷原単位×(1-処理率)
	下水処理場		無し
	農村集落排水処理施設		
(3) 家庭系	尿尿処理場を使用している家庭の雑排水からの負荷	=その人口×雑排水発生負荷原単位	昭和43年についても、同様である。
	合併処理浄化槽を使用している家庭からの負荷	=その人口×(雑排水＋尿尿)発生負荷原単位×(1-処理率)	
	単独処理浄化槽を使用している家庭からの負荷	=その人口×雑排水発生負荷原単位＋その人口×尿尿発生負荷原単位×(1-処理率)	
	農地還元を行っている家庭からの負荷	=その人口×雑排水発生負荷原単位＋その人口×尿尿発生負荷原単位×(1-農地での減少率)	
(3) 畜産	牛	=原単位(g/頭)×畜種別頭数	昭和43年についても、同様である。
	豚		
	鶏		
(4) 面源	水田	=原単位(g/ha・日)×土地利用種毎面積	昭和43年についても、同様である。
	畑地		
	市街地		
	森林		

3.4.1 事業所からの排出負荷量の推定

滋賀県の事業所の排水基準は表 4-11²⁷⁾ に示す通りであり、それらの排水をチェックするため滋賀県によって排水量と排水濃度の監視調査が継続的になされている。この調査では、日排水量 30m³ 以上の事業所では、排水量と排水濃度が共に測定されている。日排水量 30m³ 未満の事業所については、排水量は調査されているが、一部の事業所について排水濃度の測定が行われているだけで、多くの事業所の排水濃度は測定されていない（日排水量および業種で分類した事業所件数と合計排水量を表 4-12、表 4-13 に示す。）

表 4-11 事業所の排水基準濃度（mg/l）

(1)BOD、COD、SSに係る基準値

業種区分 排出m ³ /日		(単位:mg/l)				
		BOD		COD		SS
		既設	新設	既設	新設	
製造業	食料品	100	60	100	60	90
	30～50	70	50	70	50	90
	製造業	50	40	50	40	70
	1000以上	40	30	40	30	70
	10～30	90	30	90	30	90
	弁当	70	30	70	30	90
	製造業	50	30	50	30	70
	50～1000	40	30	40	30	70
	1000以上	40	30	40	30	70
	繊維工業	80	60	80	60	90
	30～50	60	50	60	50	90
	50～1000	50	40	50	40	70
	1000以上	40	30	40	30	70
	化学工業	70	40	70	40	90
その他の業種等	30～50	40	30	40	30	90
	50～1000	30	20	30	20	70
	1000以上	20	15	20	15	70
	ゼラチン	70	40	70	40	90
	製造業	50	40	50	40	90
	50～1000	40	30	40	30	70
	1000以上	30	20	30	20	70
	その他の	70	40	70	40	90
	製造業	40	30	40	30	90
	50～1000	30	20	30	20	70
	1000以上	20	15	20	15	70
	畜産施設	120	120	120	120	150
	10以上	30	20	30	20	70
	屎尿処理施設	30	20	30	20	70
	下水道終末処理施設	20	20	20	20	70
その他の業種等	10以上	60	20	60	20	60
	し尿	30	20	30	20	60
	浄化槽	30	20	30	20	60
	51人～100人	30	20	30	20	60
	101人～200人	30	20	30	20	60
	201人～500人	20	30	20	20	60
	501人以上	20	30	20	20	60
	10～30	90	30	90	30	90
	30～50	70	30	70	30	90
	50～1000	50	30	50	30	70
	1000以上	40	30	40	30	70
	その他の事業所	90	30	90	30	90
	30～50	70	30	70	30	90
	50～1000	50	30	50	30	70
	1000以上	40	30	40	30	70

(2)窒素、リンに係る基準値

業種区分 排出m ³ /日		(単位:mg/l)			
		窒素含有率		リン含有率	
		既設	新設	既設	新設
製造業	食料品	40	30	8	2
	30～50	25	20	4	2
	製造業	20	12	3	1.5
	50～1000	15	10	2	1
	1000以上	15	10	2	1
	10～30	60	45	8	6
	弁当	30	25	5	4
	製造業	25	20	5	3
	50～1000	20	20	3	2
	1000以上	20	20	3	2
	繊維工業	40	30	6	2
	30～50	15	12	2	1.2
	50～1000	12	8	1.5	0.8
	1000以上	10	8	1	0.5
その他の業種等	化学工業	20	15	5	2
	10～30	12	10	2	1.2
	30～50	10	8	1.5	0.8
	50～1000	8	8	1	0.5
	1000以上	8	8	1	0.5
	ゼラチン	20	15	5	2
	製造業	20	15	2	1.5
	50～1000	15	10	1.5	0.8
	1000以上	12	10	1	0.5
	その他の	40	20	2	2
	製造業	15	12	1.5	1
	50～1000	12	8	1.2	0.6
	1000以上	8	8	0.8	0.5
	畜産施設	80	45	25	15
	10以上	20	10	2	1
その他の業種等	屎尿処理施設	20	10	2	1
	10以上	20	20	1	0.5
	下水道終末処理施設	20	15	1	0.5
	3000以上	20	15	1	0.5
	10以上	60	45	8	6
	し尿	60	40	8	5
	浄化槽	60	40	8	5
	51人～100人	25	20	5	5
	101人～200人	25	20	5	5
	201人～500人	25	20	5	5
	501人以上	25	20	5	5
	その他の事業所	60	45	8	6
	10～30	30	25	5	4
	30～50	25	20	5	3
	50～1000	20	20	3	2
	1000以上	20	20	3	2

備考. 基準値は最大値。ただし、し尿処理施設、下水道終末処理施設、し尿浄化槽は日間平均値。

滋賀県：環境白書 平成 10 年版、pp.122、1988

表 4-12 業種ごとの事業所数（件）

業種コード	業種名	事業所数	実測水質データのある事業所数	排水量30m ³ /日以上の事業所数	排水量30m ³ /日未満で実測水質データのある事業所数
8	建設業	38	1	1	0
12	食料品	399	64	52	12
13	飲料	94	17	13	4
14	繊維工業	218	56	50	6
16	木材木製品	7	1	1	0
17	家具	3	2	2	0
18	パルプ紙	10	7	5	2
19	出版印刷	28	4	2	2
20	化学工業	90	48	42	6
22	プラスチック	143	67	63	4
24	皮革	1	0	0	0
25	窯業土石	174	43	35	8
26	鉄鋼業	5	2	2	0
27	非鉄金属	11	7	6	1
28	金属製品	105	54	36	18
29	一般機器	26	18	17	1
30	電気機器	68	46	42	4
31	輸送機器	17	13	9	4
32	精密機器	5	3	2	1
34	その他工業	1	1	1	0
75	クリーニング店	198	13	8	5
89	廃棄物処理場	11	11	11	0
95	と畜場	3	3	3	0
390	下水処理場	5	5	4	1
	合計	1660	486	407	79

表 4-13 業種ごとの排水量（m³/日）と水質測定がなされている排水量の割合

業種コード	業種名	合計排水量 m ³ /day				水質測定されている排水量/全排水量
		全事業所の排水量	排水量30m ³ /日以上 の事業所 A	排水量30m ³ /日未満で 実測水質データのある事業所 B	実測水質データのある事業所 A+B	
8	建設業	87	60	—	60	0.694
12	食料品	14,117	12,101	176	12,278	0.870
13	飲料	21,437	20,607	68	20,675	0.964
14	繊維工業	104,992	103,854	89	103,943	0.990
16	木材木製品	134	99	—	99	0.739
17	家具	602	601	—	601	0.998
18	パルプ紙	30,206	30,150	34	30,184	0.999
19	出版印刷	899	715	13	728	0.810
20	化学工業	132,215	131,867	78	131,945	0.998
22	プラスチック	119,833	119,172	79	119,251	0.995
24	皮革	1	—	—	—	—
25	窯業土石	35,322	34,829	65	34,894	0.988
26	鉄鋼業	332	328	—	328	0.988
27	非鉄金属	4,702	4,640	19	4,659	0.991
28	金属製品	21,922	21,315	269	21,584	0.985
29	一般機器	5,834	5,742	29	5,771	0.989
30	電気機器	47,479	47,238	59	47,297	0.996
31	輸送機器	5,308	5,197	83	5,279	0.995
32	精密機器	275	244	18	262	0.953
34	その他工業	42	42	—	42	1.000
75	クリーニング店	2,302	1,494	59	1,553	0.674
89	廃棄物処理場	10,643	10,643	—	10,643	1.000
95	と畜場	850	850	—	850	1.000
390	下水処理場	111,235	111,235	—	111,235	1.000
	合計	670,770	663,022	1,138	664,160	0.990

事業所からの排水量・水質の調査結果について滋賀県環境政策課の提供を受けたので、それを基にして、日排水量 30m³ 以上と

30m³ 未満の事業所に分けて、表 4-14 に示したような方法で事業所からの汚濁負荷量を求め

た。前者の30m³／日以上の事業所については、その実測排水量と排水濃度を掛け合わせて排水汚濁負荷量の推定を行った。後者の日排水量 30m³ 未満の事業所については、実測水質がある場合は、実測排水量と排水濃度を掛け合わせて求めているが、そうでない場合、業種別の排水濃度水質を別途推定し、排水負荷量の推定を行った。ただ、排水濃度規制がなされていないために排水濃度は日排水量 30m³ 以上の事業所に比べ非常に高い（図 4-6）。このため、すべて

表 4-14 事業所の排水負荷量の求め方概略

排水量/日	排水量 Q	排水水質 C	負荷推定方法	ケース
30m3/日以上	Q _A	C _A	C _A × Q _A	A：Q、Cともに実測値あり
	Q _B	C _B	C _B × Q _B	B：Q、Cともに実測値あり
30m3/日未満	Q _C	×	業種毎にAve.(C _B) × Q _C 業種毎にAve.(C _A) × Q _C	C：Qは実測、Cが30t/day未満に実測値がある D：Qは実測、Cは30t/day以上しか実測値がない

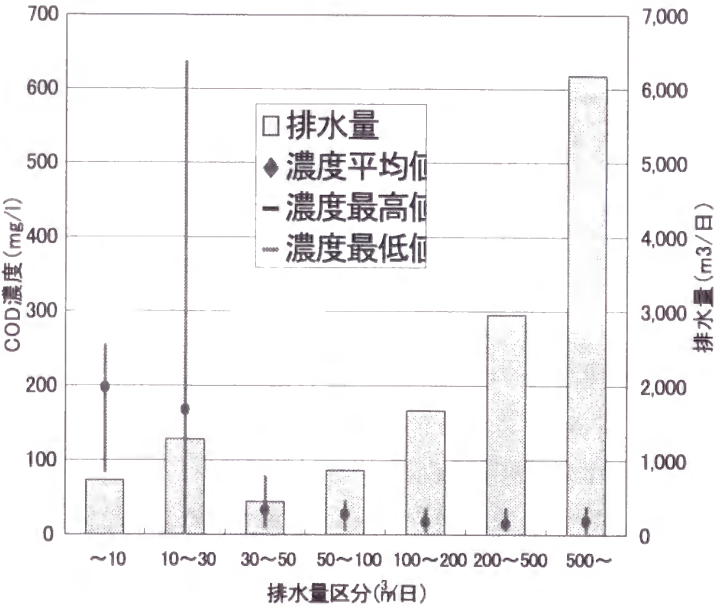


図 4-6 食品工業の排水量別 COD 濃度

表 4-15 全事業所の平均排水濃度 (mg/l) 表 4-16 日排水量 30m³ 未満の事業所の平均排水濃度 (mg/l)

業種 コード	業種名	COD	BOD	T N	T P
8	建設業	1.00	0.50	0.50	0.10
12	食料品	20.38	14.48	6.19	1.13
13	飲料	15.70	4.46	9.05	1.96
14	繊維工業	21.26	13.76	3.96	0.44
16	木材木製品	7.80	6.10	2.60	0.07
17	家具	11.97	8.44	5.89	0.13
18	パルプ紙	32.27	8.60	6.15	0.61
19	出版印刷	11.03	2.51	5.80	0.94
20	化学工業	6.33	8.01	2.93	0.18
22	プラスチック	6.39	5.05	2.10	0.15
24	皮革				
25	窯業土石	6.81	4.52	3.04	0.20
26	鉄鋼業	2.25	1.93	1.48	0.17
27	非鉄金属	7.08	2.48	1.91	0.15
28	金属製品	8.17	3.83	4.84	5.01
29	一般機器	9.52	7.03	4.38	0.44
30	電気機器	8.29	6.84	10.50	0.16
31	輸送機器	14.35	5.07	5.05	0.20
32	精密機器	2.70	2.35	1.01	0.18
34	その他工業	1.20	2.00	1.90	0.04
75	クリーニング店	16.75	11.09	1.84	1.70
89	廃棄物処理場	7.61	3.77	3.94	0.25
95	と畜場	38.16	27.51	27.58	4.81
390	下水処理場	6.27	2.56	7.65	0.19

業種 コード	業種名	COD	BOD	TN	TP
8	建設業				
12	食料品	168.89	128.72	10.37	2.61
13	飲料	251.69	351.79	7.60	3.94
14	繊維工業	13.68	7.74	10.47	0.30
16	木材木製品				
17	家具				
18	パルプ紙	80.02	178.35	29.27	6.76
19	出版印刷	26.40	1.20	46.50	39.80
20	化学工業	26.82	38.16	17.86	1.22
22	プラスチック	7.25	1.69	6.87	0.31
24	皮革				
25	窯業土石	16.15	3.28	0.92	0.14
26	鉄鋼業				
27	非鉄金属	21.30	13.00	3.80	0.20
28	金属製品	11.39	7.42	17.28	0.36
29	一般機器	6.60	2.80	8.90	1.51
30	電気機器	25.96	5.88	198.79	0.36
31	輸送機器	21.36	9.54	16.13	2.29
32	精密機器	29.50	19.90	6.50	1.33
34	その他工業				
75	クリーニング店	103.41	107.01	6.97	36.78
89	廃棄物処理場				
95	と畜場				
390	下水処理場				

の排水量規模の事業所の平均濃度（表 4-15）を排水量に掛けて負荷量を求めることは適当ではなく、排水量規模を考慮して平均排水濃度を設定しなければならないと考えた。そこで、日排水量 30m³ 未満の排水濃度が実測されている事業所（食品・繊維・化学工業など 19 業種）については、その排水平均濃度を求め（表 4-16）、汚濁負荷量の推定を行った。一方、日排水量 30m³ 未満の実測排水濃度の全くない業種（木材木製品・家具・鉄鋼業など 5 業種）については、日排水量 30m³ 以上の事業所の排水平均濃度を求め、汚濁負荷推定を行った。

排水負荷量の算定結果をから各水質項目の排水量別の汚濁負荷量比を描いたものを図 4-7 に示す。このようにして求められた事業所からの負荷量は実際より少なめになると考えられるが、図 4-7 に示

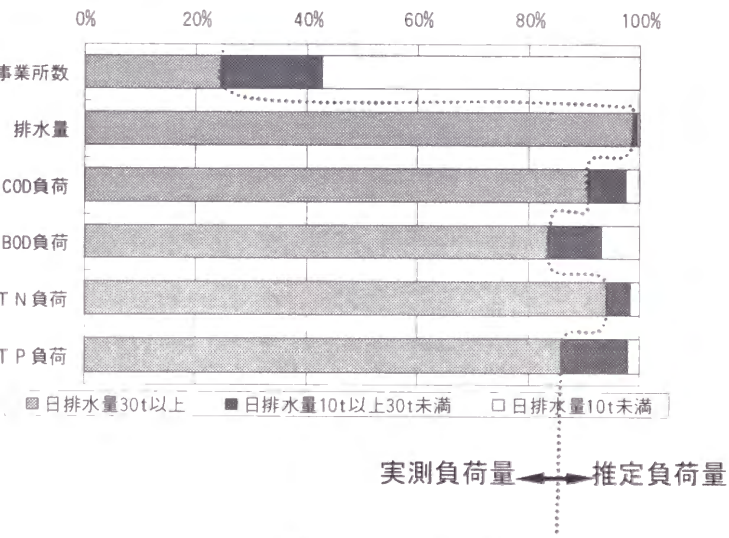


図 4-7 排水量別の汚濁負荷量比

すように、日排水量 30m³ 未満の事業所の排水量の占める負荷量の比率が小さく、計算された負荷量の 80% 以上は実測データから求められていることがわかるので、この値を用いることとした。

以上のことから、本研究においては 30m³/日以上の排水を出す事業所からの排出負荷量は「実測値」から推定し、30m³/日未満の事業所については、若干修正されているとはいえ、「在来の原単位法」に頼らざるを得なかった。しかし、事業所からの総排出負荷量という視点からすれば、実測値による排出負荷量は全体の 85-90% を占めることが明らかとなり、まだ多少の誤差を含むとは言え、「在来の原単位法」より推定精度が格段に向上したと言える。

現在、滋賀県の条例により 10m³/日以上の事業所の規制が行われており、それらの「実態調査」が行われていることを考えると、そのようなデータを活用することにより「排出負荷

量」推定精度がさらに向上するものとする。

昭和43年当時については、このような各事業所毎の実測データが残存していないので、市町村毎の中分類工業出荷額等²⁸⁾に表4-17^{29～32)}に示す原単位をかけて負荷量を求めた。

表 4-17 昭和43年の事業所からの負荷算定に使用した原単位一覧

中分類	業種名	BOD原単位 [g/日・百万 円] ¹⁾	COD原単位 [g/日・百万 円] ²⁾	TN原単位 [g/日・百万 円] ^{3,4)}	TP原単位 [g/日・百 万円] ³⁾
18	食品	162.00	97.65	15.30	1.000
20	繊維	118.00	29.86	5.50	0.560
21	衣服その他の繊維製品業	0.57	0.40	0.04	0.010
22	木材・木製品製造業	0.59	0.30	0.04	0.010
23	家具・装備品製造業	0.68	0.10	0.05	0.010
24	パルプ・紙 紙加工品製造業	827.00	950.70	7.26	0.188
25	出版・印刷 同関連業	1.53	0.66	0.08	0.010
26	化学	871.00	256.22	64.52	3.580
27	石油・石炭製品 石油精製	344.00	19.91	1.66	0.290
28	ゴム製品製造業	4.72	2.33	3.00	0.520
29	皮革・同製品製造業	333.00	57.51	80.65	2.510
30	窯業・土石製品製造業	14.20	11.91	0.67	0.066
31	鉄鋼業	59.70	65.87	2.06	0.045
32	非鉄金属	15.30	2.36	1.06	0.100
33	金属	43.50	0.68	1.69	0.090
34	機械	2.70	0.89	1.88	0.457
35	電気機械	2.85	4.99	0.08	0.010
36	輸送用機械	2.55	21.91	0.04	0.010
37	精密機械	2.55	0.27	13.01	0.160
39	その他	6.00	0.36	3.29	0.390

[1] 建設省、琵琶湖周辺下水道基本計画策定のための調査報告書、p42-46、1970：昭和42年近畿地方の調査値より決定

[2] 日本下水道協会、流域下水道整備総合計画 指針と解説 昭和49年、pp.131-148、1974：昭和43年値、全国調査（環境庁）

[3] 土木学会、琵琶湖の将来水質に関する調査 報告書 昭和48年度、pp.-40-43、1973：（昭和45年価格基準）、瀬戸内海の調査値

[4] 建設省土木研究所、河川の総合負荷量調査実施マニュアル（案）、土木研究所彙報、第53号、pp.38,1989

3.4.2 処理プラント系（off-site系）からの排出負荷量の推定

処理プラント系からの負荷については、下水処理場、屎尿処理場、農業集落排水処理施設^{33～35)}の実績データ（平均排水量、平均排水濃度）から計算した。下水処理場の諸元とその放流先を表4-18に、屎尿処理場の諸元と、住所ジオコードで決定される流域と、実際の放流先とを表4-19に、表4-20に放流先流域を決定した農業集落排水処理施設の一覧表の一部を示す。

平成7年の下水処理場、屎尿処理場の運転実績を表4-21^{37～40)}、表4-22^{41,42)}に示す。なお、昭和43年については、処理場の位置はわかるが、処理水質についての記録が残っていないので、処理プラント系負荷は処理対象人口に原単位を掛けて推定した。使用した原単位を表4-23^{43～46)}に示す。

表 4-18 滋賀県の下水処理場と処理水放流先

No.	事業場名 ¹⁾	分類 ¹⁾	住所 ¹⁾	供用開始 ¹⁾⁽²⁾	処理区域 ³⁾	計画処理面積(ha) ²⁾	計画処理人口(千人) ²⁾	計画処理水量(1000m ³ /日) ²⁾	放流先 ³⁾
1	大津市大津浄化センター	単独公共下水道	大津市由美浜	昭和44年4月	大津市	1,471.0	約109	約95	琵琶湖南湖
2	湖西浄化センター	琵琶湖流域下水道	大津市苗鹿3丁目1番1号	昭和59年11月	大津市、志賀町	3,447.9	約149	約120	琵琶湖南湖
3	東北部浄化センター	琵琶湖流域下水道	彦根市松原町字大洞1550	平成3年4月	彦根市長浜市他17町	11,882.2	約406	約505	琵琶湖北湖
4	高島浄化センター	琵琶湖流域下水道	新旭町餐庭	平成9年4月	高島郡5町	1,995.0	約57	約45	琵琶湖北湖
5	湖南中部浄化センター	琵琶湖流域下水道	草津市矢橋町字掃帆2108番地	昭和57年4月	大津市他4市14町	29,293.5	約881	約789	琵琶湖南湖
6	志賀町南小松浄化センター	特定環境保全公共下水道	志賀町大字南小松字土川1378-1	平成5年4月	志賀町	92.0	約1	約1.3	琵琶湖北湖
7	土山町オー・ディー・プール	特定環境保全公共下水道	土山町大字大野字北川地内	平成9年3月	土山町	466.8	約11	約5.7	野洲川
8	朽木村朽木浄化センター	特定環境保全公共下水道	朽木村大字野尻字麻ノ尻	平成9年10月	朽木村	57.6	約1	約0.49	安曇川
9	近江八幡市沖島浄化センター	特定環境保全公共下水道	近江八幡市沖島町字焼山	昭和57年7月	近江八幡沖島	8.7	約1	約0.42	琵琶湖北湖

[¹⁾] 滋賀県琵琶湖環境部、平成9年度 滋賀県の下水道事業、1997

[²⁾] 滋賀県：環境白書 平成10年版 pp.142-147、1998

[³⁾] 西村文武：琵琶湖集水域での窒素・リンの挙動と水質変動モデル、琵琶湖北湖の水質形成過程解明に関する研究、p.87、1998

表 4-19 滋賀県の尿処理場と尿処理水放流先

No.	事業所名	設置主体名 ¹⁾	所在地 ¹⁾	構成市町村名 ¹⁾	住所ジョコードで決定した流域	実際の放流先 ²⁾	運転開始年月 ¹⁾	規模 kl /日 ¹⁾	処理方法 ¹⁾	高度処理N(生物脱窒) ¹⁾	高度処理P(凝集分離処理) ¹⁾	高度処理その他 ¹⁾
1	北部衛生プラント	大津市	大津市羽栗一丁目18-1	瀬田地区を除く市内全域	御呂戸川	雄琴川	61.4	90	低二段＋高度処理	○	○	オゾン反応 砂ろ過
2	南部衛生プラント	大津市	大津市仰木の里一丁目24-1	大津市瀬田地区	瀬田川	大戸川	57.4	54	湿式酸化＋高度処理	○	○	砂ろ過 活性炭
3	湖南衛生プラント	湖南衛生プラント組合	草津市集町104の1	草津市、守山市、栗東町、中主町、野洲町、大津市、(瀬田)	中ノ井川	中ノ井川	59.1	242	低二段＋高度処理	○	○	オゾン反応 砂ろ過
4	甲賀郡衛生センター	甲賀郡行政事務組合	甲賀郡水口町下真海	石部町、甲西町、水口町、土山町、甲賀町、信楽町	野洲川	野洲川	58.4	160	低二段＋高度処理	○	○	砂ろ過 活性炭
5	八日市衛生プラント組合	八日市衛生プラント組合	八日市市柴原南町1590	八日市市、安土町、蒲生町、竜王町、日野町、永源寺町、五箇荘町、能登川町	長命寺川	白鳥川	8.4	255	標準脱窒素＋高度処理	○	○	砂ろ過 活性炭 オゾン反応
6	近江八幡市立第1衛生プラント	近江八幡市	近江八幡市津田町18-1	近江八幡市	湖岸E	長命寺川	54.4	100	低二段＋高度処理	○	○	活性炭
7	(財)彦根市事業公社	彦根市	彦根市開出今町1330	彦根市	犬上川	琵琶湖	56.4	162	好気性消化＋高度処理	○	○	オゾン反応 砂ろ過
8	湖北広域行政事務センター第1プラント	湖北広域行政事務センター	東浅井郡湖北町海老江1049	長浜市、山東町、伊吹町、近江町、米原町、浅井町、虎姫町、湖北町、びわ町	丁野川	琵琶湖	58.4	157	低二段＋高度処理	○	○	オゾン反応 砂ろ過 活性炭
9	伊香郡衛生処理場	伊香郡衛生プラント組合	伊香郡木之本2106	木之本町、高月町、余呉町、西浅井町	余呉川	余呉川	58.4	40	高負担＋高度処理	○	○	砂ろ過 活性炭
10	湖西広域衛生センター	湖西地域広域市町村圏事務組合	高島郡今津町今津770	マキノ町、今津町、朽木村、高島町、安曇川町、新旭町	庄界川？Or湖岸	琵琶湖	57.4	70	低二段＋高度処理	○	○	砂ろ過 活性炭
11	湖東広域衛生管理組合	湖東広域衛生管理組合	犬上郡農郷町八町500	愛東町、湖東町、奏園町、愛知川町、豊郷町、甲良町、多賀町	宇曾川	豊郷川	54.6	80	低二段＋高度処理	○	○	オゾン反応 砂ろ過
12	志賀町衛生センター	志賀町	滋賀郡志賀町北比良字野1039-3	志賀町	湖岸D	なし	56.4	20	焼却処理	○	○	

[¹⁾] 滋賀県 環境白書 平成10年版,pp.208、1998

[²⁾] 竹澤俊光、GISを用いた琵琶湖流域における水質および負荷量評価に関する研究、京都大学大学院工学研究科修士論文、pp.47、1999

表 4-20 農業集落排水処理施設のデータと配属流域

地区名	施設名	住所	排水量 t/day	排水濃度 mg/l					放流先 流域
				BOD	COD	SS	TN	TP	
地区A	A	愛知県愛東町大字・・・	111	1.1	6.4	4	13.4	3.1	日野川
地区B	B	東浅井郡湖北町大字・・・	395	2.5	4.2	3	10	0.92	余呉川
地区C	C	愛知県湖東町大字・・・	224	24	12	4	14	1.9	宇曽川
地区C	D	愛知県湖東町大字・・・	73	4.8	14	3	23	2.1	宇曽川
地区D	E	八日市市・・・	119	5.8	18	9	15.7	3.2	長命寺川
地区E	F	東浅井郡湖北町大字・・・	92	1.9	4.6	3	16	0.37	丁野川
地区F	G	愛知県湖東町大字・・・	224	3.3	8.8	6	9.9	2.2	宇曽川
地区G	H	八日市市・・・	109	<0.5	14	6	19.8	2.6	長命寺川
地区H	I	愛知県愛東町大字・・・	70	1.1	6.2	3	12.7	2.2	愛知川
地区I	J	伊香郡余呉町大字・・・	250	8.1	17	4	16	2.2	余呉川
地区J	K	甲賀郡土山町大字・・・	108	7.8	9.9	3	13.7	2.2	野洲川
・	・	・	・	・	・	・	・	・	・
・	・	・	・	・	・	・	・	・	・
・	・	・	・	・	・	・	・	・	・
・	・	・	・	・	・	・	・	・	・
・	・	・	・	・	・	・	・	・	・

表 4-21 下水処理場の運転実績

No.	事業場名 ¹⁾	平成9年放流水質[mg/l] ³⁾					平成元年～7年 平均放流水質 [mg/l] ²⁾			平均排水量 (t/d) 平成7年 ²⁾	平均排水量 (t/d) 平成2年 ⁴⁾	処理法 ⁵⁾
		BOD	COD	SS	TN	TP	COD	TN	TP			
1	大津市大津浄化センター						7.0	9.0	0.30	52,060	48,970	活性汚泥法＋凝集剤添加方式
2	湖西浄化センター	1.4	6.7	0.7	6.4	0.07	6.4	6.6	0.06	25,105	13,413	凝集剤添加活性汚泥循環変法＋砂濾過
3	東北部浄化センター	1.1	5.3	0.3	6.5	0.02	5.0	6.6	0.05	12,862	0	凝集剤添加活性汚泥循環変法＋砂濾過
4	高島浄化センター	1.2	4.7	1.0	4.7	0.06	－	－	－	0	0	凝集剤添加活性汚泥循環変法＋砂濾過
5	湖南中部浄化センター	0.9	5.4	0.4	5.7	0.05	5.5	6.6	0.10	98,411	48,748	凝集剤添加活性汚泥循環変法＋砂濾過
6	志賀町南小松浄化センター						?	?	?	?	0	単槽式嫌気好気法＋急速濾過法
7	土山町オーディー・プール						－	－	－	0	0	OD法(生物学的硝化脱窒法＋凝集剤添加方式＋急速濾過法)
8	朽木村朽木浄化センター						－	－	－	0	0	単槽式嫌気好気法＋急速濾過法
9	近江八幡市沖島浄化センター						5.8	4.8	0.20	104	104	OD法(生物学的硝化脱窒法＋凝集剤添加方式＋急速濾過法)

[¹] 滋賀県琵琶湖環境部、平成9年度 滋賀県の下水道事業

[²] 滋賀県、琵琶湖の総合的な保全のための計画調査、水質保全部会委員説明資料、p 9

[³] 滋賀県 環境白書 平成10年版 pp.142-147

[⁴] 滋賀県琵琶湖環境部下水道計画課、内部資料

[⁵] 西村文武：琵琶湖集水域での素素・リンの挙動と水質変動モデル、琵琶湖北湖の水質形成過程解明に関する研究、p.87、1998

表 4-22 屎尿処理場の運転実績

No.	事業所名	平均排水量(m ³ ／日)平成7年 ¹⁾	排水濃度平成7年[mg/l] ¹⁾			備考 ²⁾
			COD	TN	TP	
1	北部衛生プラント	335	2.9	1.1	0.48	
2	南部衛生プラント	?	?	?	?	流域外
3	湖南衛生プラント	726	8.0	6.9	0.13	
4	甲賀郡衛生センター	1,763	7.7	2.8	0.23	
5	八日市衛生プラント組合	1,332	10.0	5.0	0.43	
6	近江八幡市立第1衛生プラント	513	9.7	8.7	0.10	
7	(財)彦根市事業公社	892	8.9	2.7	0.07	
8	湖北広域行政事務センター第1プラント	826	5.2	2.5	0.10	
9	伊香郡衛生処理場	215	4.7	7.0	0.08	
10	湖西広域衛生センター	235	6.3	1.8	0.09	
11	湖東広域衛生管理組合	715	7.3	2.5	0.46	
12	志賀町衛生センター	0				焼却処理

[¹] 滋賀県、琵琶湖の総合的な保全のための計画調査、水質保全部会委員説明資料、p 9

[²] 滋賀県 環境白書 平成10年版 pp.208

表 4-23 昭和43年のし尿処理場排水負荷原単位

屎尿処理場からの排出原単位＝屎尿発生量×(1－除去率)

	単位	BOD ¹⁾³⁾	COD ⁴⁾	TN ²⁾	TP ²⁾
屎尿発生量	g／人・日	13	14.8	8.6	0.90
除去率	%	75	68.5	30	50
排出原単位	g／人・日	3.25	4.662	6.02	0.45

[¹] 建設省、琵琶湖周辺下水道基本計画策定のための調査報告書、p53-55、1970

[²] 土木学会、琵琶湖の将来水質に関する調査 報告書 昭和44年度、pp.16

[³] 日本下水道協会、流域下水道整備総合計画 指針 昭和49年

[⁴] 土木学会、琵琶湖の将来水質に関する調査 報告書 昭和52年度、pp.127-157

3.4.3 家庭直接系（on-site系）からの排出負荷量の推定

家庭直接系（on-site系）からの負荷については、前節で説明したように4つに分類される。それらは処理形態に応じて、処理率、処理対象（尿尿と雑排水）が異なる（表4-24）ので、それぞれの人口に処理対象となるものの発生量原単位と処理率をかけて排出負荷量を推定した。原単位は、ライフスタイルや製法・工程の変化の影響を受けやすく、経年的に変化する。例えば、1983年から1984年の合成洗剤の無リン化に伴い、生活雑排水による全リンの発生負荷量は半減したと言われている⁴⁷⁾。文献値を参考に、昭和43年と、平成7年とでは別々の発生量原単位を設定することとし、使用した原単位を表4-25に示す^{48～51)}。

表 4-24 各処理形態の
処理対象物質

下水処理形態	処理対象物質	
	尿尿	雑排水
合併処理浄化槽	○	○
単独処理浄化槽	○	×
尿尿くみ取り	○	×
農地還元	×	×

○は処理対象物質を示す

表 4-25 生活排水負荷原単位

平成7年の生活系排出原単位

		単位	BOD ⁶⁾	COD ¹⁾	TN ¹⁾	TP ¹⁾	備考
生活系	合併処理	g/人・日	7.6	7.3	6.0	0.70	基本原単位と流出・ 処理率より計算
	単独処理	g/人・日	40.4	25.3	10.2	1.09	
	尿尿処理	g/人・日	34.0	19.2	3.0	0.40	
	農地還元	g/人・日	35.6	20.2	3.9	0.41	

基本原単位

	単位	BOD ⁶⁾	COD ¹⁾	TN ¹⁾	TP ¹⁾	備考
尿尿	g/人・日	16.0	10.1	9.0	0.77	環境庁統一原単位
雑排水	g/人・日	34.0	19.2	3.0	0.40	
合計	g/人・日	50.0	29.3	12.0	1.17	

浄化槽除去率

	単位	BOD ⁶⁾	COD ¹⁾	TN ¹⁾	TP ¹⁾	備考
合併処理	%	85	75	50	40	昭和57年滋賀県実態 調査
単独処理	%	60	40	20	10	昭和53年：浮田ら、公 害と対策

農地還元流出率

	単位	BOD ⁶⁾	COD ¹⁾	TN ¹⁾	TP ¹⁾	備考
流出率	%	10	10	10	1.3	昭和60年滋賀県農業 試験場の文献

平成43年の生活系排出原単位

		単位	BOD ²⁾	COD ³⁾	TN ⁴⁾	TP ⁴⁾	備考
生活系	合併処理	g/人・日	—	—	—	—	浄化槽は考慮しない 基本原単位と流出・ 処理率より計算
	単独処理	g/人・日	—	—	—	—	
	尿尿処理	g/人・日	27	16.1	2.4	1.00	
	農地還元	g/人・日	28	17.6	3.3	1.01	

基本原単位

	単位	BOD ²⁾	COD ³⁾	TN ⁴⁾	TP ⁴⁾	備考
尿尿	g/人・日	13	14.8	8.6	0.90	
雑排水	g/人・日	27	16.1	2.4	1.00	
合計	g/人・日	40	30.9	11.0	1.90	

農地還元流出率

	単位	BOD ⁶⁾	COD ¹⁾	TN ¹⁾	TP ¹⁾	備考
流出率	%	10	10	10	1.3	平成7年と同じ

[¹] 滋賀県、琵琶湖の総合的な保全のための計画調査、水質保全部会委員説明資料
[²] 建設省、琵琶湖周辺下水道基本計画策定のための調査報告書、p53-55、1970
[³] 土木学会、琵琶湖の将来水質に関する調査 報告書 昭和52年度、pp.127-157
[⁴] 土木学会、琵琶湖の将来水質に関する調査 報告書 昭和44年度、pp.16

家庭からの汚濁負荷量の推定結果の内訳を図4-8に示す。TN、TP負荷量については、処理プラント系からの排水による寄与分が、家庭からの全負荷量の30%~40%近くまで達しており、実測から明らかになる負荷量が大きな部分を占めている。従来原単位法で不確かな推定を行っていた部分を「実測値」を用いて確実な部分におきかえていくことによって、汚濁負荷量の推定精度をあげることができたと考えられる。

またこの図4-8より、家庭直接系の負荷のうち、計画収集及び単独処理浄化槽からの負荷量が大

いことがわかり、下水道・農業集落排水処理施設で処理されていない排水からの負荷が「水系汚染」への影響が大きいことが明らかとすることができた。現在、滋賀県での下水道普及率は55%程度であり、今後、下水道、農業集落排水処理施設の普及が進むにつれ、家庭から直接排出される負荷量の寄与分は減少するとは言え、家庭直接系やからの排水負荷については、実測値を調査することが難しく位置が特定されない。このような場合、原単位法に頼らざるを得ないのが現状である。図4-8が示すように、家庭からの汚濁負荷量の場合、CODで80%、TN、TPで60%以上が原単位法によって推定された部分であり、この部分の精度向上も大切であると考えられる。

家庭直接系や畜産系からの排出負荷量のように原単位法で求める負荷量の推定精度を向上させるには、原単位の検討やフレーム値の精度をあげることが重要である。フレーム値の精度については、用いたデータが空間の中で占める大きさや形に関わってくる問題として捉えることができよう。本研究では、人口や畜産頭数等のデータをGISのオーバーレイ解析機能を用いて「集落レイヤー」や字等「できる限り小領域の図形」と対応させることで、発生源の位置に関する精度の向上を図った。

ここで使用した「集落」のデータというのは、通常人口等統計値の集計単位として用いられている小字よりもはるかに小さな領域を示すデータであり、人口等の統計値を流域単位に切り分けるときに、フレーム値の精度を向上させることにつながったと考えられる。

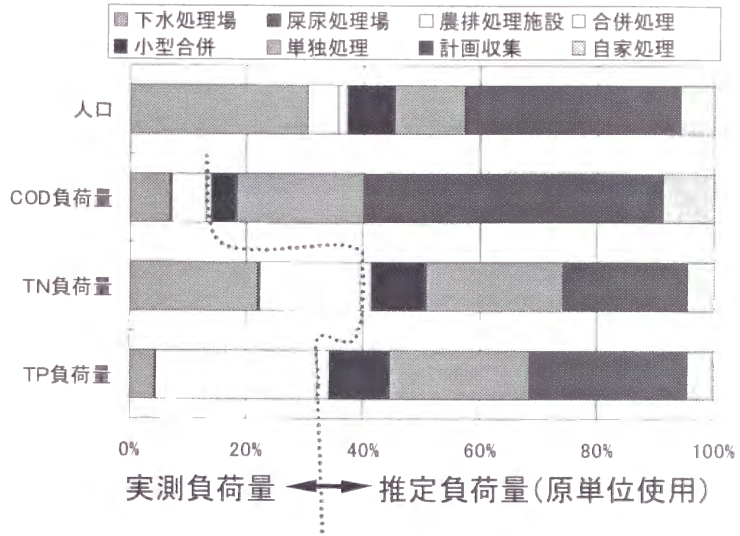


図4-8 家庭からの負荷量の内訳

3.4.4 畜産からの排出負荷量の推定

畜舎からの排水については、畜種別の頭数に対して原単位をかけて求めることとした。使用した原単位を表 4-26^{52～56)} に示す。

3.4.5 面源からの排出負荷量の推定

面源からの負荷は、土地利用種別の面積に土地利用種別の原単位をかけて求めた。使用した原単位を表 4-27^{57～64)} に示す。水田や宅地の原単位が2時点で異なるのは、各年代の負荷発生状況および調査値を反映させるためである。

表 4-26 畜産排水負荷原単位

平成7年の畜産系排出原単位		単位	BOD	COD	TN	TP	備考
畜産系	牛	g/頭・日	64	53.0	29.0	0.65	基本原単位と流出・ 処理率より計算
	豚	g/頭・日	20.4	18.2	5.6	2.75	
	鶏	g/羽・日	0.265	0.28	0.101	0.00234	

畜産系基本原単位						
	単位	BOD	COD ¹⁾	TN ¹⁾	TP ¹⁾	備考
牛	g/頭・日	640 ⁴⁾	530	290	50	環境庁統一原単位 & 流総計画
豚	g/頭・日	200 ⁴⁾	130	40	25	
鶏	g/羽・日	2.65 ⁵⁾	2.8	1.01	0.18	滋賀県調査

家畜糞尿流出率		単位	BOD	COD	TN	TP	備考
牛	%	10	10	10	1.3	農地還元流出率と同じ	
豚	%	10.2	14	14	11	農地還元80%+処理20% として計算	
鶏	%	10	10	10	1.3	農地還元流出率と同じ	

昭和43年の畜産系排出原単位		単位	BOD	COD	TN	TP	備考
畜産系	牛	g/頭・日	64	53.0	26.0	0.85	基本原単位と流出・ 処理率より計算
	豚	g/頭・日	74	48.1	14.8	7.73	
	鶏	g/羽・日	0.265	0.28	0.101	0.00234	

畜産系基本原単位		単位	BOD	COD	TN	TP	備考
牛	g/頭・日	640 ²⁾	530 ²⁾	260 ³⁾	65 ³⁾		
豚	g/頭・日	200 ²⁾³⁾	130 ²⁾	40 ³⁾	25 ³⁾		
鶏	g/羽・日	2.65 ⁵⁾	2.8 ¹⁾	1.01 ¹⁾	0.18 ¹⁾		

家畜流出率		単位	BOD	COD	TN	TP	備考
牛	%	10	10	10	1.3	農地還元流出率と同じ	
豚	%	37.0	37.0	37.0	30.9	農地還元70%+未処理 30%として計算	
鶏	%	10	10	10	1.3	農地還元流出率と同じ	

表 4-27 面源負荷原単位

平成7年の面源からの排出原単位						
面源系	土地利用	単位	BOD	COD ¹⁾	TN ¹⁾	TP ¹⁾
	水田	g/ha・日	87.9 ²⁾	118.0	39.2	2.68
	畑	g/ha・日	7.0 ³⁾	62.0	261.0	0.54
	宅地・道路	g/ha・日	166 ⁴⁾	232 ⁴⁾	35.2 ⁴⁾	4.15 ⁴⁾
	ゴルフ場 ⁵⁾	g/ha・日		274.0	35.6	10.25
	山林	g/ha・日	7.95 ³⁾	51.4	21.0	0.389

昭和43年の面源からの排出原単位						
面源系	土地利用	単位	BOD	COD	TN	TP
	水田	g/ha・日	87.9 ²⁾	86.0 ⁶⁾	84.9 ⁷⁾	6.65 ⁷⁾
	畑	g/ha・日	7.0 ³⁾	86.0 ⁶⁾	20 ⁷⁾⁸⁾	3.99 ⁷⁾⁸⁾
	宅地・道路	g/ha・日	513 ⁴⁾	386 ⁴⁾	53.8 ⁴⁾	7.5 ⁴⁾
	ゴルフ場 ⁵⁾	g/ha・日		274.0	35.6	10.25
	山林	g/ha・日	7.95 ³⁾	51.4 ¹⁾	21.0 ¹⁾	0.389 ¹⁾

[1] 滋賀県、琵琶湖の総合的な保全のための計画調査、水質保全部会委員説明資料

[2] 建設省土木研究所、河川の総合負荷量調査実施マニュアル（案）、土木研究所彙報、第53号、pp.38、1989

[3] 日本下水道協会、富栄養化防止下水道整備基本調査の手引き、pp.52-71、1984

[4] 日本下水道協会、流域下水道整備総合計画 指針と解説 平成8年版、1996

[5] 国松孝男、須戸幹、ゴルフ場の汚濁負荷とその削減、用水と廃水、Vol.32,No.11、p.13-21、1990

[6] 土木学会、琵琶湖の将来水質に関する調査 報告書 昭和52年度、pp.127-157

[7] 土木学会、琵琶湖の将来水質に関する調査 報告書 昭和45年度、pp.16

[8] 土木学会、琵琶湖の将来水質に関する調査 報告書 昭和48年度、pp.44-72

3.5 本節の考察 ― GISの有効性について―

3.5.1 計算の有効性

第2章でも述べたように、GISにデータを整備することによって、今まで手作業と表形式のデータの計算に頼らざるを得なかった部分が計算機で自動的に行うことが可能となった。これによって大幅に計算に要する時間と労力を省くことができ、手作業に起因する間違いが減少する。本章では、200余りの領域に対して汚濁負荷の集計計算を行ったが、これとは別に新規の「領域界」レイヤーを準備するだけで、再計算を直ちに行うことができる。また、汚染源に関する情報に更新があった場合にも、その部分の情報のレイヤーだけを入れ替えるだけでよく、再計算は直ちに行うことができる。このように、GISに整備した情報を活用した計算には時間と労力の点で大きな利点がある。

3.5.2 推定精度

(1) 量的精度

負荷量の推定結果の量的精度については、用いたデータ自体の質に関わっており、GIS自身の有効性と言うよりは、GISにどのようなデータ・情報を整備するかで決定される。従来の原単位を用いた推定方法では、その時代の製造工程、法的排水基準、発生源の規模等によって違いがあり、原単位の値は大きく変動している。それを流域全部に統一的に用いることは、流域の規模を大きくとる場合にはある程度の妥当性をもつだろうが、対象とする流域が小さくなるほど、現実との乖離が大きくなることが予想され、精度の信頼性の点から原単位法を用いることはあまり良い方法ではないと考えられる。

従って、収集できうる限りの実測値を整備し用いることで汚濁負荷推定の量的精度をあげるほうが得策で、実際に本章3.4.1節の図4-7や3.4.2節の図4-8で示したように、事業所からの汚濁負荷量の場合、85%以上が実測値で、家庭からの排出負荷量の場合、TN、TPでは35-40%程度が実測値で説明できたことから明らかである。

(2) 空間精度の向上による負荷量推定精度の向上

従来は、流域から発生する汚濁負荷量は、複数の流域を一つのブロックとして扱ったり、市町村等で大まかに集計された統計データを用いて推定する方法が行われていたのだが、本研究では、第2章においてGISを用いて流域単位で統合化した詳細な流域環境情報（集落単位の下水処理形態別人口や事業所の排水悉皆調査データ等汚染源データの流域への分配）等を利用することで、汚染源の空間分布精度を向上させた。本研究では、発生源の位置について正確な「流域」情報を作るために、事業所や処理場等を結びつける字が2つ以上の流域に分かれている場合には住宅地図等を調べ「個別に発生源の位置同定」を行った。

これはGISによって直接的に空間的精度が上がるわけではないが、GISに正確な位置情報をもった情報として整備することで、汚染源の空間的な分布をより正確に再現・保持できるという意味において精度の向上があったと考える。

また、人口や畜産頭数等のデータをGISのオーバーレイ解析機能を用いて「集落レイヤー」や字等「できる限り小領域の図形」と対応させることで、発生源の位置に関する精度の向上を図った（本章3.3.1節、図4-5を参照）。この「集落」のデータというのは、通常人口等統計値の集計単位として用いられている小字よりもはるかに小さな領域を示すデータであり、人口等の統計値を流域単位に切り分けるときに、フレーム値の精度を向上させることにつながったと考えられる。

第四節 流域別発生源別汚濁負荷量推定結果

4.1 事業所排水負荷

流域毎に推定した事業所からの排出負荷量を合計した。その1日平均排水負荷量をTN,TPについて示す（図4-9）。なお、平成7年の負荷については業種別の分類を行わずにグラフに示している。湖東における負荷量が多く、昭和43年当時より増大していることがわかる。特に犬上川流域、宇曽川流域においては前章で調べた、流域別の工業出荷額と比べると、工業出荷額当たり負荷量がきわめて大きい。

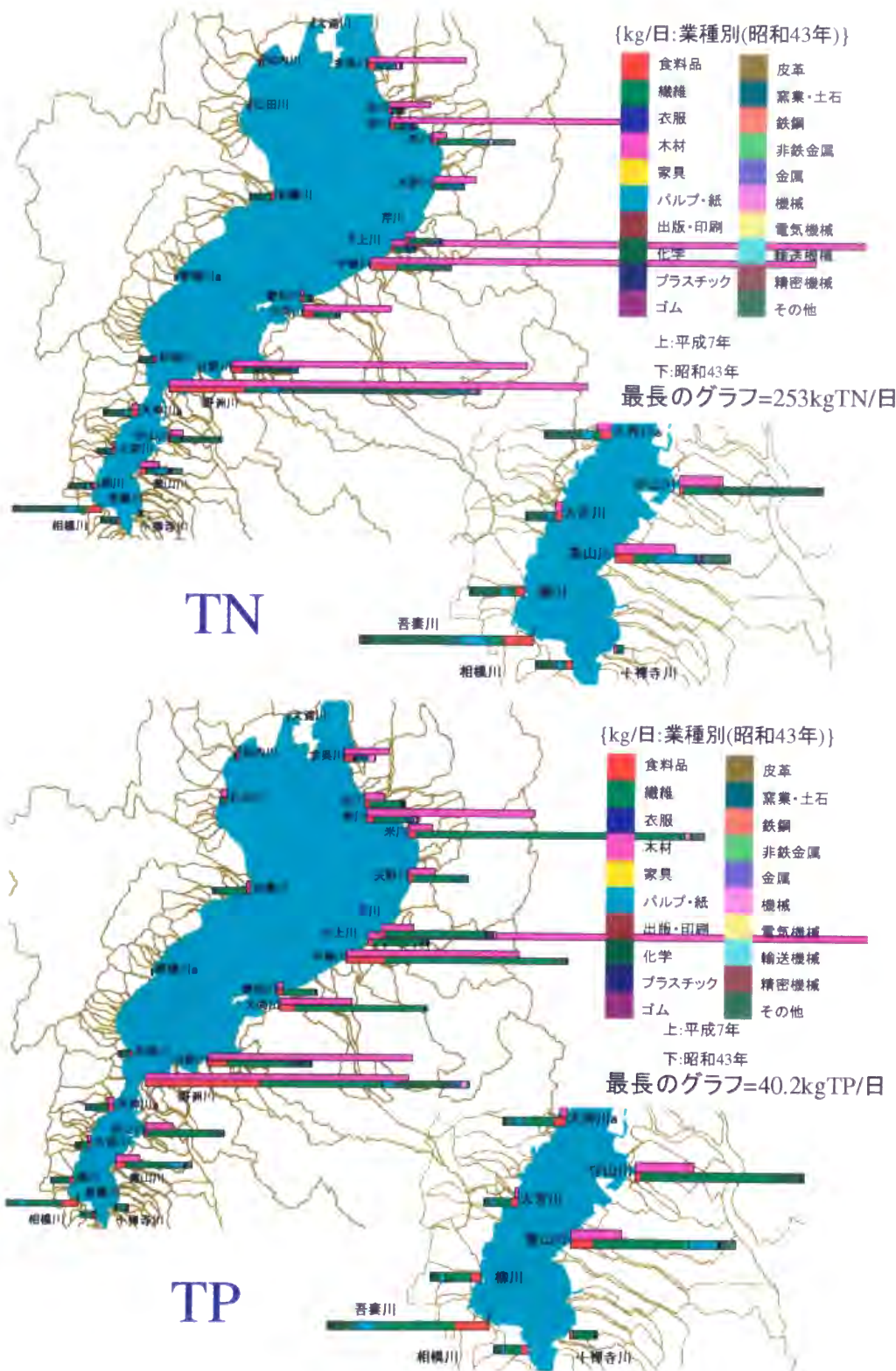


図4-9 事業所排水負荷

4.2 家庭直接系（on-site系）排水負荷

家庭直接系からの排水は尿尿と雑排水に分けられるが、そのどちらをも合わせて、流域内で排出される汚濁負荷について図 4-10 に示す。前章で述べたように、下水道、農業集落排水処理施設を使用している人口が増えているにもかかわらず、この図は家庭から直接排出される窒素負荷量は減っていないことを明らかにしている。一方リンについては、合成洗剤の使用禁止にともない、発生量原単位が減少しているなのでその効果が現れており、いずれの流域においても排出負荷量は減少していることがわかった。これらの図から、南湖以外の流域では依然として尿尿収集、単独処理浄化槽からの排出負荷量が多く、下水道や農業集落排水処理施設の普及によりこれからの負荷量削減が期待される。

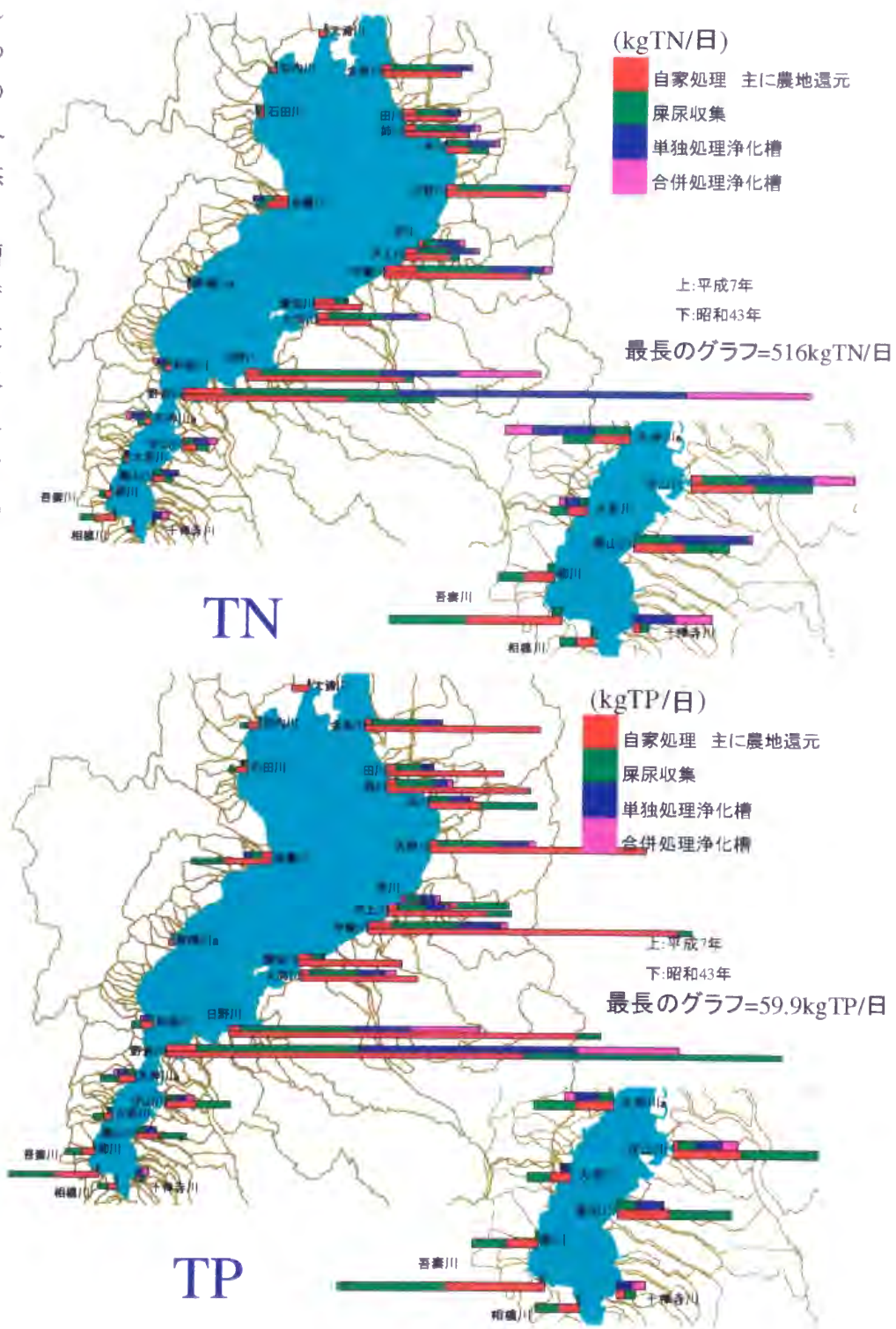


図4-10 家庭排水負荷

4.3 畜産排水負荷

結果を図 4-11 に示す。畜産頭数の減少にともない、流域全体の負荷量も減少している。

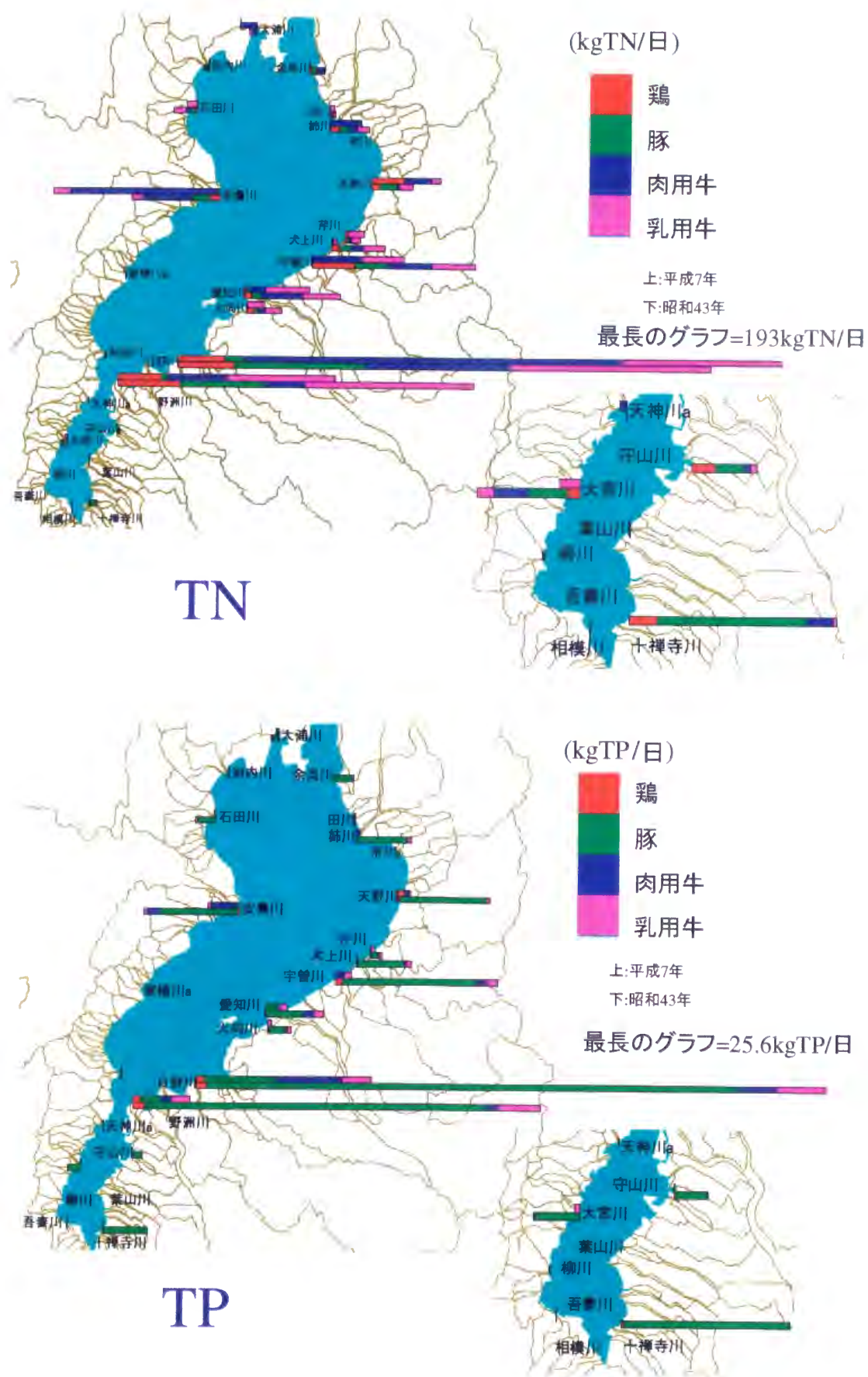


図4-11 畜産排水負荷

4.4 面源負荷

結果を図 4-12 に示す。全窒素、全リンともに、いずれの流域においても建物用地の増加に伴い、建物用地からの負荷量は増大しているが、水田からの負荷量が減少しており、この効果により面源からの総負荷量は減少傾向にある。これは水田における肥料の適正使用推進を反映した排出負荷量推定原単位の変化が主要な原因である。

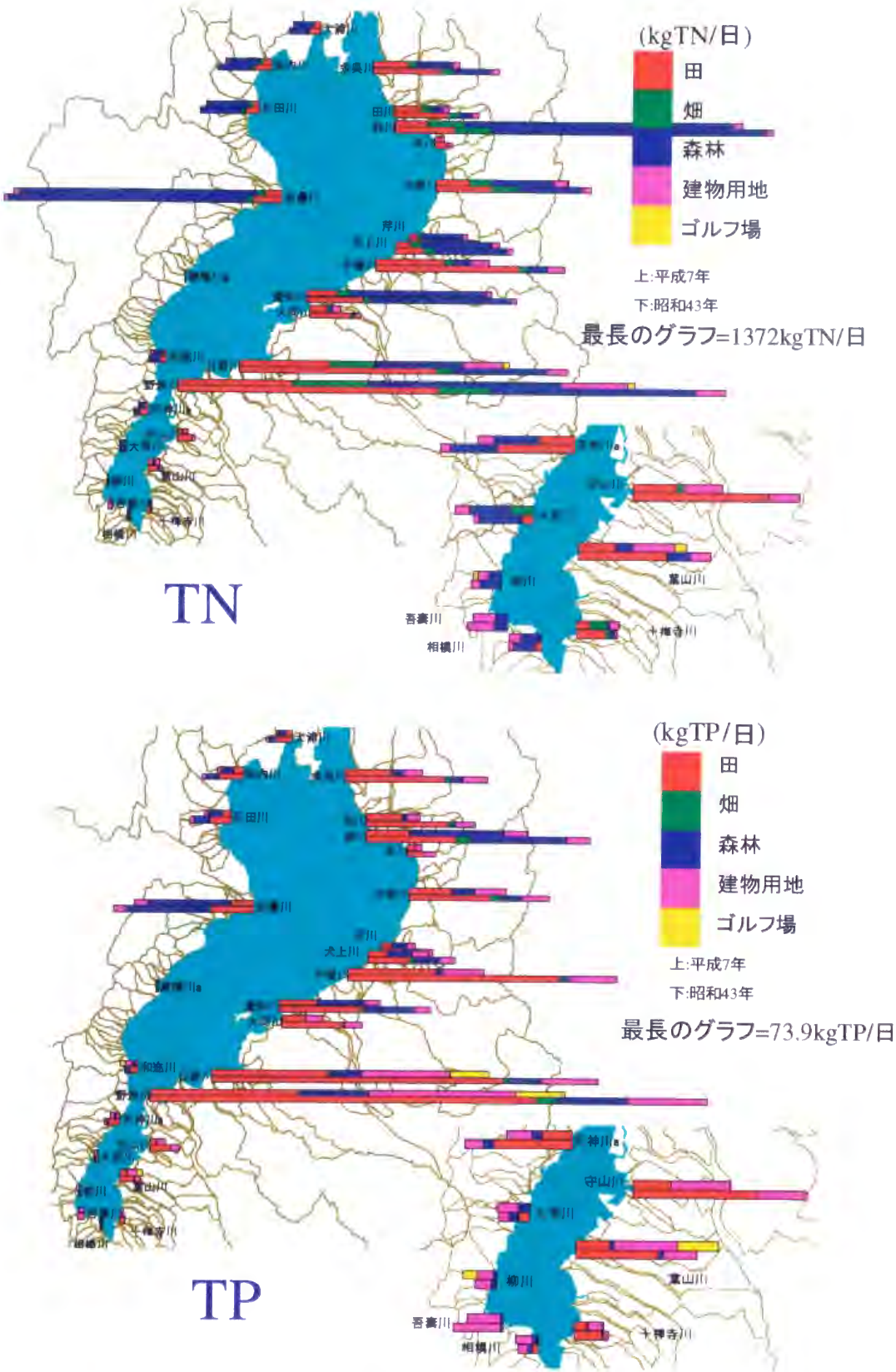


図4-12 面源負荷

4.5 総負荷量

上述したものに、プラント系からの負荷量を合計したものを図 4-13 に示す。流域全体での汚濁総量は減っているが、流域単位で見ると汚濁負荷量が増加している流域も見られる。

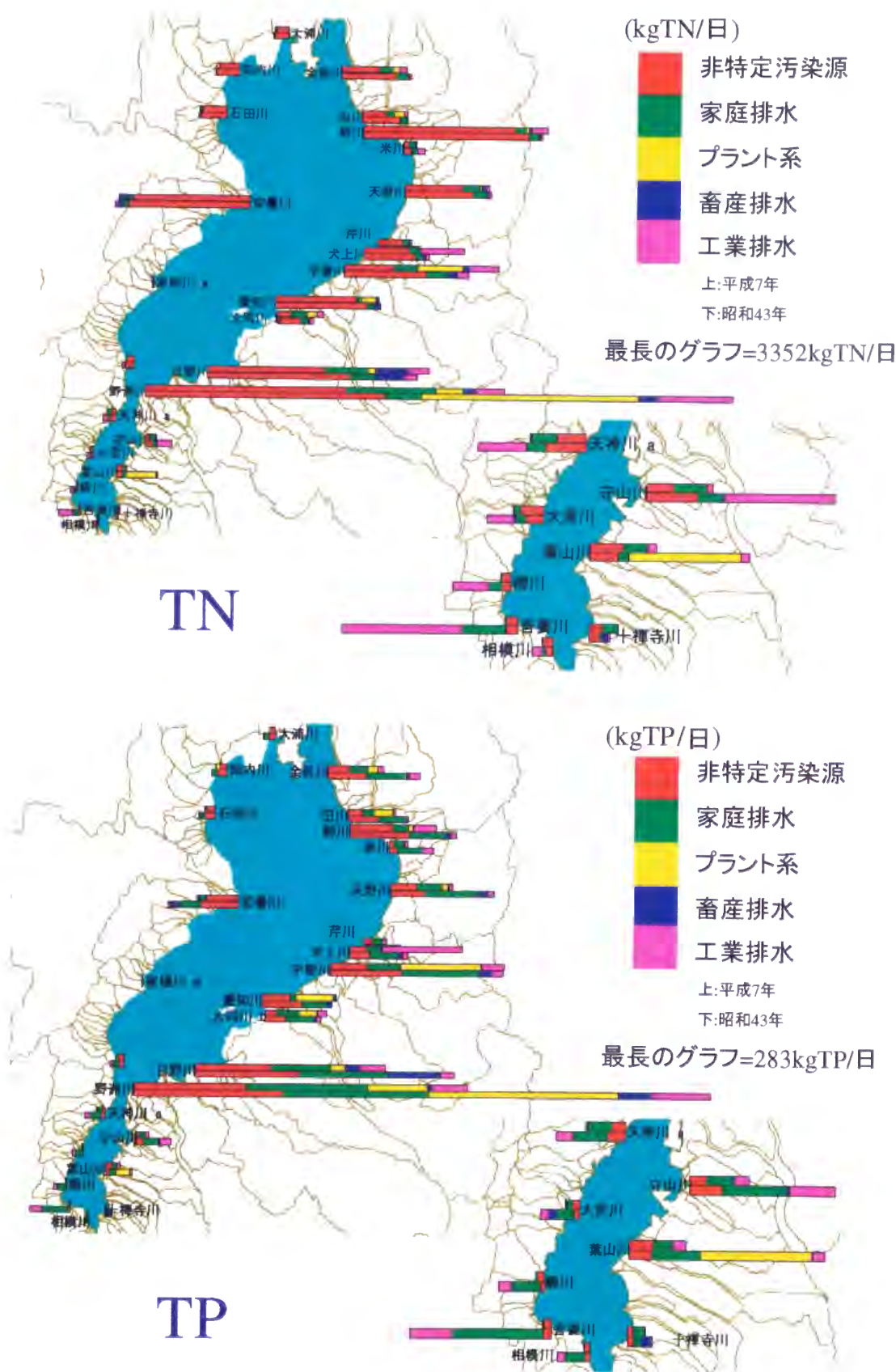


図4-13 合計負荷

4.6 本節の考察

4.6.1 汚濁負荷推定結果について

本章では、地理情報システムGIS と第2章において作成したGIS環境情報を用い、琵琶湖流域内の200あまりの河川流域別に発生・流出する汚濁負荷量の推定を行い、流域毎の汚濁負荷発生特性について明らかにした。また、これを琵琶湖総合開発事業の実施された時期の前後の時点（昭和43年（1968年）と平成7年（1995年））について行った。

つまり、各自治体、各官庁が個別に所有していた汚濁負荷発生源のデータを地理情報としてGISに統合して取り扱い、発生源の位置座標を保持させることにより任意の領域毎に汚濁負荷排出特性をつかむことができるようになった。この汚濁負荷推定結果は「流域界」という図形データに対する属性としてGISで扱ったので、図4-9～図4-13が示すように結果をGISを用いて表示することが容易である。このように推定結果を発生源別・流域別・時点別に表示・比較することによって初めて、琵琶湖総合開発事業により導入された様々な施策に伴う水環境の変化を明らかにすることを試みる事が可能となり、対策の必要な流域、必要な対策種を判断することができ、流域管理を行う上での効率的で適切な政策決定を下せるようになったと考えられる。

これらの結果、流域毎の汚濁負荷発生の特徴を従来より細かくつかむことができるようになった。例えば、琵琶湖南部の人口増加による負荷増加圧力は下水道事業の進捗により相殺されているが、人口の増加がさほどでもない北湖周辺では下水道事業がすすんでおらず、農地還元人口の減少にともない、発生する負荷量が増大してしまっていることが明らかとなった。このようなことから本研究では、流域毎の流域管理計画を立てる基礎的な情報とその情報の作成手法を提示することができたと考えている。

4.6.2 本方法の推定精度の限界について

本方法で求められた汚濁負荷量がどの程度の精度を持っているのかについて検証をしておかなければ、GISの効用がどれくらいあるかについては論ずることができない。しかしながら、検証のための観測データがGISによる汚濁負荷推定のレベルに比べると非常に少ないために、推定結果を検証することが困難である。

但し、従来の方法による琵琶湖流域全体の汚濁負荷量推定結果と本研究の推定結果とを比較すると表4-28のようになる。この表からは琵琶湖流域全体については概ね他の推定結果と近い値を示しており本研究が妥当な結果を出していることが推測される。しかし、既存の研究では、琵琶湖流域全体を対象としたり、いくつかの河川流域をひとまとめにして汚濁負荷

表 4-28 汚濁負荷量推定結果の比較

		推定法		排出負荷量t/day			流入負荷量t/day			流達率		
		発生負荷	流入負荷	TN	TP	COD	TN	TP	COD	TN	TP	COD
土木学会	昭和44年	原単位法	流達率				17.6	2.51				
	昭和46年	原単位法	流達率				7.5	0.54		0.2	0.13	
	昭和48年	原単位法	流達率				9.7	0.70				
琵琶湖研		原単位法	流達率	14.4	1.18	49.6	14.4	1.18	49.6	1	1	1
国松&琵琶湖研		原単位法	LQモデル	17.7	1.80	66.6	14.7	1.94	42.4	0.831	1.08	0.637
国松(参考値)			実測				8.3	0.87				
国松(参考値)			実測				8.8	0.91	27.7			
市木		原単位法	LSQモデル				31.6	2.76				
滋賀県 平成7年		原単位法	?				22.3	1.36	57.4			
本研究	平成7年	実測+		17.96	1.35	53.55						
	昭和43年	原単位法		19.76	2.14							

量を推定していたために、結果の比較・検証は困難であった。

しかしながら、現状ではいくつかの河川で流量・水質が観測されているので、これとの比較から一部の河川については、本章の推定結果の妥当性を検討することができた。データを単位流域に分配し、流域毎に汚濁負荷量を推定することによって、初めてきめの細かい検証作業が可能となったのである。これらについては本章の範囲を越えるので、次章第5章で詳細に述べることにしたが、本研究の成果を検証するためには、より多くの河川水質・流量の観測データが必要となってくることだけはここで強調しておきたい。

第五節 まとめ

以下では、本章で述べてきたことを総括し、今後の流域汚濁負荷量推定に必要と考えられることをまとめる。

5.1 本章のまとめ

①点源についてはその排出位置と負荷量を同定することができることから、点源の排出負荷量の継続的な悉皆調査を積極的に行い、その調査結果のデータを用いて、推定される汚濁負荷量に正確な部分を明らかにしていき、流域管理を行っていくべきものとする。

特に「排水の実測値データ」をGISに統合することによって、推定される汚濁負荷量のかなりの部分を確実なものとしてでき、流域単位発生源別に汚濁負荷発生・排出量の精度の高い推定を行うことができることを示すことができた。

②また本手法では、「集落」という非常に細かい集計単位とベクター形式の「土地利用」の情報をGISを用いて統合することによって流域内の人口、工業出荷額、畜産頭数等の統計値の分布を詳細に推定することができた。これは滋賀県で「集落」単位の下処理形態別人口のデータが採られており、それをGISに統合化することで初めて可能となったのである。琵琶湖流域のような広い範囲でこのような詳細なデータをGIS化することは多大なマンパワーを必要とするが、精度の向上のため是非とも必要なデータ整備だと言えよう。

以上を総括する。本研究は、汚濁負荷推定精度を向上させ、流域管理に役に立つ推定結果を求めるため、GISを活用して情報を統合化し、それらを有効に活用する方法を示したものである。特に従来原単位法で推定されていた部分に大幅に「実測値」を導入すること、そして、できるだけ「集計単位の細かいデータ（集落人口）」を地理情報として使用することを通じて、汚濁負荷の推定精度の向上、任意領域の汚濁負荷推定、そしてその結果のGISによる表示が行えることを示した。

なお、ここで汚濁負荷推定に用いてきた情報の多くは、一部公開されていないデータあるとはいえ、既に地方自治体によってきめ細かく調査されたものであった。今後情報公開が進むことにより情報の入手が容易となり、かつ入手できる情報がより詳細になるものと思われ、そのような情報を統合化し活用する流域管理手法を確立することが望まれているのである。今後そのような動きが活発となることが期待されるが、本章の手法はその先駆けとなるものと考えている。つまり本章は、従来は「単目的」でしか使用されてこなかったデータをGISを用いて統合化することによって情報の相互の連結を行い、それらを活用し汚濁負荷量を推

定する方法を示したものであり、そのような一例について論述を行ったものであり、このことによって、GISによる流域情報の統合化とその管理の有用性を示すことができたと考えている。最後になったが、精度の高い流域毎の汚濁負荷推定を行うために統合化することが必要な環境情報を表4-29に示し、本章での結論とする。

表 4-29 流域別汚濁負荷量推定のために本研究で統合化した環境情報

本研究で地理情報として統合化した環境情報			統合化した情報を適用した現象
図形情報		統合化させた属性環境情報	
河川 流+ 域 図	事業所、排水処理施設分布図	事業所、排水処理施設の排水デー	流域別の事業所・処理場からの排出負荷量
	市町村地図+土地利用(建物)	中分類工業出荷額(S43)	
	市町村地図+土地利用(建物)	畜産頭数(S43)	流域別の畜産からの排出負荷量
	小字地図+土地利用(畑)	畜産頭数(H7)	
	小字地図+土地利用(建物)	下水処理形態別人口(S43)	流域別の家庭からの排出負荷量
	集落単位地図+土地利用(建物)	下水処理形態別人口(H7)	
	土地利用	—	流域別の面源からの排出負荷量

5.2 今後の展望と課題

今後、環境問題の高まりと法規制の強化から、今後より多くの実測データがとられるようになるであろう。具体的には、家庭や畜産を含むすべての点源の位置を厳密にしたデータ整備を行うことや、その排水水質の調査回数を増やすことが検討されるであろう。滋賀県では既に日排水量10トン以上の事業所の排水が規制対象となり監視調査が開始されており、今後汚濁負荷の推定精度はさらに上げることができるであろう。

しかしGISを用いることによって、流域に散らばっている汚染源の位置情報を把握することができるようになったが、現在のGISの方法では住所から位置の推定は不可避免的な誤差を持っている。そのような場合、発生源位置の同定が必要であった。汚濁負荷発生源の位置情報を公開することは難しいのかもしれないが、本研究が示すように利用することを考えると経度・緯度のような正確な位置情報を含んだ形でデータ整備をしておく方が良いように思われる。

今後はより詳細な実測データを含む流域情報のGIS化の推進と充実が行政サイドに望まれる。そしてこれらのデータを整備・公開していくシステムを準備する必要があるのではないだろうか。

参考文献

- 1) 日本下水道協会、流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説 平成8年版、pp. 65、1997
- 2) 環境庁水質保全局水質管理課、非特定汚染源負荷調査マニュアル、pp. 11-22、1990
- 3) 土木学会：琵琶湖の将来水質の関する調査 報告書 昭和44年度、1969
- 4) 土木学会：琵琶湖の将来水質の関する調査 報告書 昭和45年度、1970
- 5) 土木学会：琵琶湖の将来水質の関する調査 報告書 昭和46年度、1971
- 6) 土木学会：琵琶湖の将来水質の関する調査 報告書 昭和47年度、1972
- 7) 土木学会：琵琶湖の将来水質の関する調査 報告書 昭和48年度、1973
- 8) 土木学会：琵琶湖の将来水質の関する調査 報告書 昭和52年度、1977

- 9) 中国地方経済連合会瀬戸内海開発会議汚染専門委員会、瀬戸内海海域汚染の現状解析と今後の課題、1972
- 10) 滋賀県琵琶湖研究所：環境問題への視覚的アプローチ、1987、pp. 59-67
- 11) 滋賀県琵琶湖研究所、1985、滋賀県地域環境アトラス
- 12) 滋賀県琵琶湖研究所、1988、滋賀県地域環境アトラス 琵琶湖データカタログ
- 13) 滋賀県琵琶湖研究所：環境問題への視覚的アプローチ、1987、pp. 95-103
- 14) 国松孝男・宮川良夫：びわ湖流入128河川の水質現況（1977～1978）、文部省特別研究「環境科学」びわ湖とその集水域の環境動態 昭和53年度報告、1979、pp. 98-112
- 15) 国松孝男・宮川良夫：びわ湖流入133河川の水質に対する農業排水の影響、文部省特別研究「環境科学」びわ湖とその集水域の環境動態 昭和54年度報告、1980、pp. 45-53
- 16) 国松孝男：琵琶湖集水域の河川水、地下水、降雨および琵琶湖流水の水質、文部省特別研究「環境科学」びわ湖とその集水域の環境動態、1981、pp. 82-105
- 17) 国松孝男：、河川からの汚濁負荷流出機構と琵琶湖への汚濁負荷量の推定、琵琶湖研究－集水域から湖水まで－、滋賀県琵琶湖研究所、1988、p. 49-63
- 18) 国松孝男、河川から琵琶湖への汚濁負荷量の推定、オウミア、No. 16、1986
- 19) 琵琶湖研究所：河川による物質流送、琵琶湖集水域の現況と湖水への物質移動に関する総合研究（昭和57～59年度）、琵琶湖研究所プロジェクト研究記録集、No. 85, A2, pp. 107-138, 1986
- 20) 市木敦之、大西敏之、山田淳：集水域における下水道整備進捗にともなう琵琶湖流入汚濁負荷量の変化、水環境学会誌、第19巻、第2号、pp109-120、1996
- 21) 海老瀬潜一、陸水域の富栄養化防止に関する総合的研究（I）、霞ヶ浦流入負荷量の算定とその評価、流域内土地利用形態別流出負荷量原単位の解析、国立公害研究所研究報告 第50号、pp. 41-102、1984
- 22) 西村文武：琵琶湖集水域での窒素・リンの挙動と水質変動モデル、琵琶湖北湖の水質形成過程解明に関する研究、p. 87、1998
- 23) 滋賀県琵琶湖環境部、平成9年度 滋賀県の下水道事業、1997
- 24) 滋賀県：環境白書 平成10年版 pp. 142-147、1998
- 25) 竹澤俊光、GISを用いた琵琶湖流域における水質および負荷量評価に関する研究、京都大学大学院工学研究科修士論文、pp. 47, 1999
- 26) 滋賀県 環境白書 平成10年版, pp. 208、1998
- 27) 滋賀県：環境白書 平成10年版、pp. 122、1988
- 28) 滋賀県企画部情報統計課：工業統計調査結果報告書(S43)、滋賀県、1969
- 29) 建設省、琵琶湖周辺下水道基本計画策定のための調査報告書、p42-46、1970
- 30) 日本下水道協会、流域下水道整備総合計画 指針と解説 昭和49年、pp. 131-148、1974
- 31) 土木学会、琵琶湖の将来水質に関する調査 報告書 昭和48年度、pp. -40-43、1973
- 32) 建設省土木研究所、河川の総合負荷量調査実施マニュアル（案）、土木研究所彙報、第53号、pp. 38、1989
- 33) 滋賀県、滋賀県の農業排水（平成9年実績）、1998
- 34) 滋賀県、農業集落排水処理施設（平成10年度排水結果）、1999
- 35) 滋賀県農政水産部農村整備課、平成9年度 滋賀の農業集落排水事業、1997
- 36) 滋賀県琵琶湖環境部、平成9年度 滋賀県の下水道事業
- 37) 滋賀県、琵琶湖の総合的な保全のための計画調査、水質保全部会委員説明資料、p 9

- 38) 環境白書 平成 10 年版 pp. 142-147
- 39) 滋賀県琵琶湖環境部下水道計画課、内部資料
- 40) 西村文武：琵琶湖集水域での窒素・リンの挙動と水質変動モデル、琵琶湖北湖の水質形成過程解明に関する研究、p. 87、1998
- 41) 滋賀県、琵琶湖の総合的な保全のための計画調査、水質保全部会委員説明資料、p 9
- 42) 滋賀県 環境白書 平成 10 年版, pp. 208
- 43) 建設省、琵琶湖周辺下水道基本計画策定のための調査報告書、p53-55、1970
- 44) 土木学会、琵琶湖の将来水質に関する調査 報告書 昭和 44 年度、pp. 16
- 45) 日本下水道協会、流域下水道整備総合計画 指針と解説 昭和 49 年、pp. 131-148、1974
- 46) 土木学会、琵琶湖の将来水質に関する調査 報告書 昭和 52 年度、pp. 127-157
- 47) 海老瀬潜一、水環境質に影響する物質とその量、水文・水資源ハンドブック、水文・水資源学会、朝倉書店、1997、p418
- 48) 滋賀県、琵琶湖の総合的な保全のための計画調査、水質保全部会委員説明資料
- 49) 建設省、琵琶湖周辺下水道基本計画策定のための調査報告書、p53-55、1970
- 50) 土木学会、琵琶湖の将来水質に関する調査 報告書 昭和 52 年度、pp. 127-157
- 51) 土木学会、琵琶湖の将来水質に関する調査 報告書 昭和 44 年度、pp. 16
- 52) 滋賀県、琵琶湖の総合的な保全のための計画調査、水質保全部会委員説明資料
- 53) 日本下水道協会、流域下水道整備総合計画 指針と解説 昭和 49 年、pp. 131-148、1974
- 54) 土木学会、琵琶湖の将来水質に関する調査 報告書 昭和 52 年度、pp. 127-157
- 55) 日本下水道協会、流域下水道整備総合計画 指針と解説 平成 8 年版、1996
- 56) 日本下水道協会、富栄養化防止下水道整備基本調査の手引き、pp. 52-71、1984
- 57) 滋賀県、琵琶湖の総合的な保全のための計画調査、水質保全部会委員説明資料
- 58) 建設省土木研究所、河川の総合負荷量調査実施マニュアル（案）、土木研究所彙報、第 53 号、pp. 38、1989
- 59) 日本下水道協会、富栄養化防止下水道整備基本調査の手引き、pp. 52-71、1984
- 60) 日本下水道協会、流域下水道整備総合計画 指針と解説 平成 8 年版、1996
- 61) 国松孝男、須戸幹、ゴルフ場の汚濁負荷とその削減、用水と廃水、Vol. 32, No. 11, p. 13-21, 1990
- 62) 土木学会、琵琶湖の将来水質に関する調査 報告書 昭和 52 年度、pp. 127-157
- 63) 土木学会、琵琶湖の将来水質に関する調査 報告書 昭和 45 年度、pp. 16
- 64) 土木学会、琵琶湖の将来水質に関する調査 報告書 昭和 48 年度、pp. 44-72

第五章 流入河川の基底汚濁負荷量の推定とそれに基づく 非特定汚染源汚濁負荷量の推定

第一節 本章の背景および目的

琵琶湖流域においては、下水道や排水規制によって特定汚染源からの汚濁負荷の規制が強化されてきたが、水質は改善をみせておらず、非特定汚染源からの汚濁負荷推定および制御の重要性が増してきている。第4章では、琵琶湖流域の流入河川流域毎に、汚染源ごとの排出汚濁負荷量をGISに汚染源と地図情報に関する様々な情報を統合化することによって精度良く推定することができたが、非特定汚染源（＝面源）からの負荷量推定については、在来の手法である原単位法でしか推定できなかった。従来、その非特定汚染源負荷の原単位を求めるために、多くの実測研究がなされているが、発生源である森林の植生・樹齢・表面地質・土壌地質・地形傾斜度等によって負荷発生量が異なるため流域を表現する原単位が求めることができていないのが実状で正確な汚濁負荷の推定とはなっていない。

一方、いくつかの河川については、環境基準を達成しているかどうかを監視調査するために長年にわたり水質・流量が測定されており、河川を流下する負荷量を知ることができる。この流下負荷量から非特定汚染源からの負荷量を推定しようという研究も見られるが、河川水質や流量は先行降雨や人間活動の影響（土地利用や工業・農業活動等）を含んでおり、それらが複雑に絡み合って水質を形成しているために、そこから非特定汚染源からの負荷量を分離・同定することは非常に困難とされてきた¹⁾。

そこで本研究では、河川水質調査値と特定汚染源負荷に関する地理情報を統合化することによって、非特定汚染源からの負荷量を分離し、従来より精度の高い汚濁負荷推定を行う方法論を提示することを目的とし、森林や農地からの汚濁負荷量の推定を行った。以下、本章の構成を述べる。

第2節では、従来の非特定汚染源からの負荷量推定法について考察を加えた。第3節では、河川には流域固有の状況（ここでは特定汚染源と土地利用に関する人間活動）の影響のみを反映した水質・流量が出現する状態、すなわち「基底状態」と定義されるものが存在していると仮定し、その状態の水質調査値を抽出し汚濁負荷量（＝「基底汚濁負荷量」と呼ぶ）を求める方法を検討し、琵琶湖に流入する26河川を対象に、基底汚濁負荷量を求めた。第4節では、その基底汚濁負荷量を「人間活動」である土地利用、人口を示す流域環境情報と比較し、それらの関連性を考察した。第5節では、この基底汚濁負荷量から第4章で推定した特定汚染源からの負荷量を差し引くことによって、非特定汚染源からの汚濁負荷推定を試み、第6章で本章をまとめている。

第二節 文献考察

2.1 概説

本節では、河川中を流下している負荷の負荷源との関係（水質決定因としての土地利用面積や人口等を明らかにしようとした研究をレビューし、河川を流下している負荷が従来どのような汚染源と関連づけて考えられていたかを述べる。さらに現在の非特定汚染源汚濁負荷量推定方法の現状と問題点の考察を行った。

2.2 河川水質と流域特性との関係についての従来の研究

吉良ら^{2,3)}は、流域の状況と河川水質との関係を定量的に把握しようとしている。10河川の採水点に対応する流域の、各植生型の面積比、人口密度、事業所密度、製品出荷額等密度を流域変数として、変数間の相関を求めた結果、図 5-1 に示すように3つのグループに分けることができることを示した。一つは、人間の工業活動および日常生活活動の強さを表す指標で、もう一つは広葉樹林面積率であらわされる自然度の指標、第3は松林、農耕地面積率で表される農業活動の指標であった。これらの流域変数と3年間の水質変数との相関をとった結果、両者の間に高い相関関係があることが認められたので、水質を重回帰式で示している。データの不足から信頼度は高くないが、回帰式による計算値と実測値との間の相関係数はかなり高い値を示した。

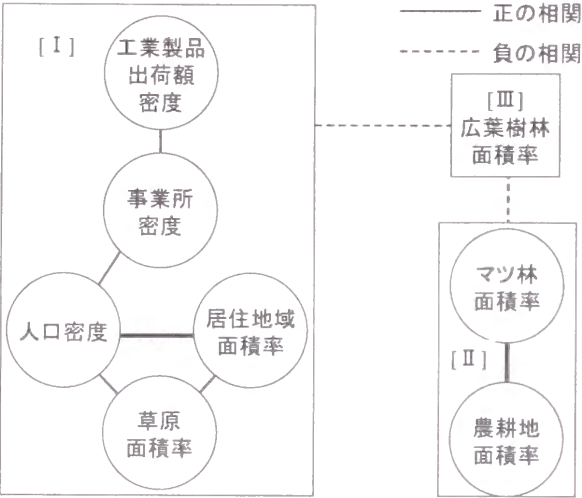


図 5-1 流域変数の3つのグループ

海老瀬⁴⁾は、降雨時の流出負荷量を算定するモデルとして、比累積流出負荷量 ΣL (g/km²/sec) と累積の降雨もしくは流量 ΣQ (m³/km²/sec) からなるいくつかのモデルを提案した。この知見に基づき、國松ら⁵⁾は、琵琶湖に流入する134河川の流量・水質を測定し、1河川の物質の平均比流出速度 L (g/km²/sec) が比流量 Q (m³/km²/sec) のべき乗、

$$L=aQ^b$$

でよく近似できることを示した。吉良⁶⁾はこれに流域の森林面積率F(%)、農耕地面積率A(%)、人口密度P(no/km²)を加え、

$$L=aQ^bF^cA^dP^e$$

の式を使うと、近似度がさらに高まると報告しているが、一般に説明変数とパラメータを増やすと近似度は向上するので、近似度が高まっただけで、現象の理由を説明することまでは到達していない。

海老瀬⁴⁾は、流域の土地利用形態別の負荷の寄与の程度を明らかにし、非特定汚染源負荷の排出原単位との関係を明らかにする試みを行った。霞ヶ浦に流入する10河川での毎週1回1年間測定の水質と土地利用形態（水田、畑地、林地、草地、市街地）の面積比率を用いて、重回帰式を求め、水田、畑地、市街地についての流達負荷量原単位に相当する回帰係数を求めた。この研究では、工場や事業所、屎尿処理場排水など規模の大きな特定汚染源からの負荷も含まれているにもかかわらず、流域からの負荷をすべて非特定汚染源負荷として扱っているため、また、降雨時の調査が十分ではないことから、結果の精度が十分ではない。

このような従来の研究は、河川水質が何らかの人間活動および森林や農地の影響を受けているといったことを明らかとしているが、あくまで特定の流域に限った分析にすぎず、非特定汚染源からの負荷量を定量的に推定する方法論の確立にまでは至っていない。

2.3 従来の非特定汚染源負荷量の推定方法

環境庁が作成した非特定汚染源負荷調査マニュアル¹⁾では、流域から閉鎖性水域等に流入する非特定汚染源負荷量を推定する方法として、原単位法と流入河川実測法の2つの方法をすすめている。

原単位法は、対象流域のなかの各種用途地域を代表できるような「モデル地域」において実測によって設定したモデル地域排出負荷原単位ないし個別原単位にそれぞれ該当する地域の占める面積を掛け合わせることによって、非特定汚染源からの排出負荷量を求める方法である。

しかし、負荷量の発生量は発生場所ごとに大きく変動するので、実地調査データが十分でないことから、実測値の平均値として与えられる原単位の精度は必ずしも高いとは言えない。しかも個々の原単位には、地域性や経年変化が見られるほか、季節的に偏りがあることも多いと言われている⁷⁾。特に降雨時の測定結果を含む場合、汚濁負荷流出が1雨内でも初期と後期とは異なったり、負荷量にピークがあったりするので、測定間隔や測定回数によっては原単位が異なった値をとってしまう。

一方の流入河川実測法は、河川の流末で湖沼等に流入する年間総流達負荷量を実測し、求めた総負荷量からその集水域内の特定汚染源からの負荷量を別途に推定して差し引くことにより、非特定汚染源負荷量を求めるものである。特定汚染源からの負荷量は流域内の工場排水、下水処理場、浄化槽等の個別の特定汚染源からの排出負荷量であるが、河川流末に流達する割合（流達率）を考慮して求めることとしている。

この方法により求める非特定汚染源負荷量の精度は、特定汚染源の排出負荷と流下プロセスにおける各負荷量の流達率の推定精度、河川流下負荷量を正確に実測できるかどうかに影響されるところが大きい。従来は、これらいずれについても正確に見積もることは難しいと言われていた。例えば、流達率は流域のスケール、河床の状況、流達時間、流量や河川勾配の影響を受けると言われており^{8,9)}、同じ物質であっても河川毎に異なる値をとる。

このようにいずれの方法にも短所が見られるのだが、非特定汚染源負荷対策を指向して負荷量の把握をする場合には流入河川実測法による推定では負荷源の評価ができないことから、原単位法による推定が薦められていた¹⁾。

第三節 基底状態の導入と基底汚濁負荷量の推定

3.1 基底状態、基底汚濁負荷量の定義

前節における文献考察で示したように、非特定汚染源からの汚濁負荷推定は原単位法が薦められていた。しかし、森林域はその植生、樹齢、表面地質、土壌地質、傾斜度が多様で、かつ季節により汚濁発生メカニズムが異なるので、過去に行われた調査だけでは、それぞれの状況に即した原単位を設定するだけの実測データの蓄積が行われていないのが現状である。従って、原単位法ではどうしても河川毎の実態に即した負荷量の推定はできないというのが実態ではなかろうか。そこで本研究では、それぞれの河川流域固有の状況を反映している筈である河川の実測水質を抽出する何らかの方法を考案し森林等の汚濁負荷量を推定する方法を模索するものとし、以下に述べていくような考え方、方法を考案した。

まず、研究上の仮定として、河川流量や流下汚濁物に影響を与える条件が均一に近い状態にあれば、河川の流況が安定し、汚濁物の流出量も特定汚染源や土地利用等の人為条件のみに左

右される一定の汚濁物量が流下するだけで、「流域毎の固有の環境状況(土地利用や人間活動)」を反映している水質・流量が河川に現れると考えることにした。この考え方の妥当性について、以下に述べる。

例えば、森林を含む山地からの「基底流」では、山地の土壌や地質条件に左右される地下水を主成分としており、その水質は一定と見なしても差し支えない。農地からも施肥した直後や水田に湛水した水を強制落水するような場合を除けば、排水濃度はほぼ一定と見なすことができよう。家庭や工場からの排水も時間単位、日単位で見ると変動しているが、週単位ないしは月単位、さらに年単位でみると、その発生量は一定と考えてもそれほど大きな誤差とはならないであろう。

一方、河川を流下中に生じる堆積や生物活動による自浄作用については、数日間の降雨がなければ堆積と巻き上げが平衡状態に達すると考え、琵琶湖流入河川のように河道が短い場合には生物による自浄作用の効果は小さいと考えた。

すなわち、降雨や特別な排水条件下にない場合、多数の実測の平均という形で考えると、いずれの汚濁発生源から流出する負荷量も変動が小さく、流下する負荷は一定なものと考えても大きな誤差は生じないと考えた。

このような仮定を妥当と考え、本研究ではこの状態を「基底状態」と定義し、この時の水質、流量から求められる汚濁負荷量を「基底汚濁負荷量」と呼ぶことにした。問題はこの「基底汚濁負荷量」すなわち「基底状態」をいかにして把握するののかということと、この「基底汚濁負荷量」が本当に人間活動を反映しているのかということの2点である。以下の2つの節ではその推定法と、それにより求められた「基底汚濁負荷量」と流域の土地利用・人間活動との関係性について考察することとした。

3.2 データと対象流域

滋賀県では環境基準の適合状況を明らかにするために瀬田川および琵琶湖に流入する29の河川について毎月1回の水質調査を行っている。調査開始年度は河川毎に異なるが、多くの河川では1977年から行われており現在までに20年近くのデータが蓄積されている。本研究では、このうち琵琶湖に流入する26河川を分析の対象とし、数多く測定されている水質項目の中からCOD、BOD、TN、TPの4つを取りあげて分析した。なお、この調査では流量も同時に測定している。本研究では、これらを利用して負荷量の算出を行った。表 5-1 (図 5-2) は対象とした流域とその流域面積の一覧で、

表5-1 対象流域一覧

ID	No	river	ID	No	river
1	4	相模川	14	68	米川
2	6	吾妻川	15	74	天野川
3	9	柳川	16	76	芹川
4	13	大宮川	17	79	犬上川
5	19	天神川	18	82	宇曾川
6	22	和迄川	19	85	愛知川
7	45	安曇川	20	86	大同川
8	53	石田川	21	91	日野川
9	57	知内川	22	92	家棟川
10	58	大浦川	23	95	野洲川
11	62	余呉川	24	98	守山川
12	65	田川	25	103	築山川
13	66	姉川	26	109	十禅寺川

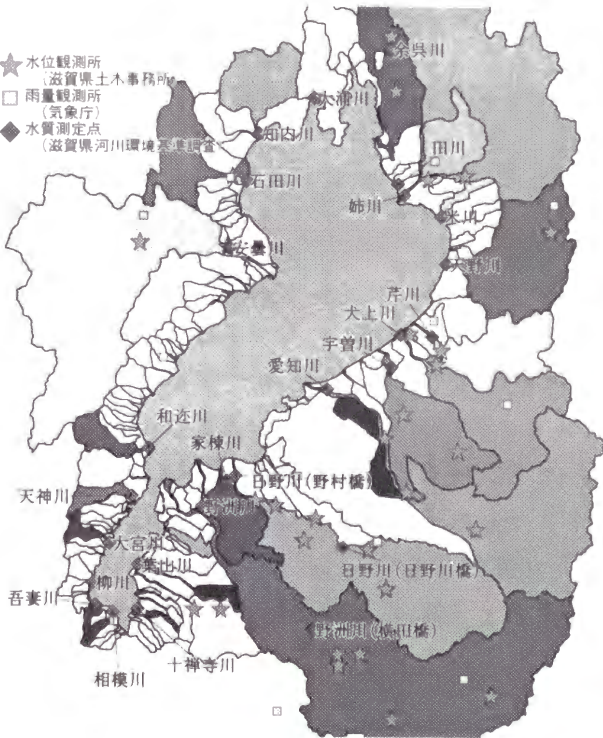


図5-2 対象流域と各種の水文観測所位置

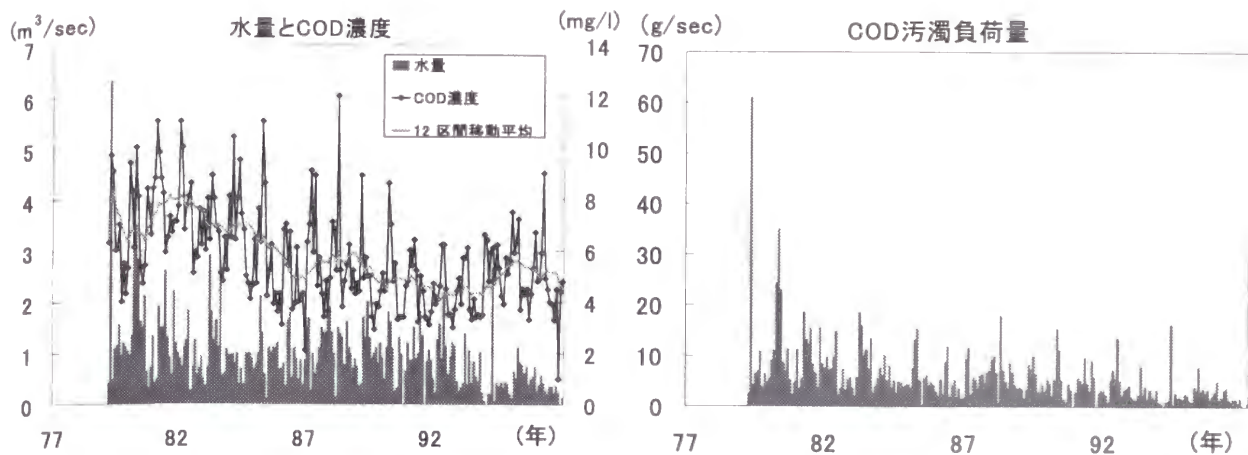


図5-3 葉山川における環境基準監視調査結果の経年変化

Noのフィールドは、琵琶湖に流入する111本の河川に対して瀬田川を起点として時計回りに番号を付けたものである。

環境庁は環境基準監視調査を行うための実施要領を配布しており、滋賀県もこれに準拠した調査を行っている。この実施要領の中で強調していることは、晴天時に調査を実施することである。それは降雨時には土砂の流出や各地で晴天時・積雪期に堆積した汚濁物質が流出するために河川水質が異常な値を示すことが多く、それを避ける必要があるからである。しかし実際には必ずしも晴天時に調査が行われているとは限らない。滋賀県における環境基準調査結果の一部を図5-3に示す。図5-3の左側の図は葉山川の環境基準監視調査結果の全データであり、流量・水質の変動と測定日の天候を示している。この図中に示した実線は水質濃度の移動平均である。移動平均を見ると、水質改善効果を推定することができる。左の図の流量・水質から求めた負荷量を図5-3の右側に示す。流下負荷量は大きく変動している。葉山川では調査開始年度が遅かったために18年間月1度の調査ではあるが、合計で200回程度の調査結果となり「統計解析」が可能なほどの資料数となっている。だからといってこれを単純平均して「基底汚濁負荷量」とすることは、図が示すように流量及びその水質が大きく変動していることから不適当と考える。従って、この「環境基準監視調査」結果より基底汚濁負荷量を算定する方法を考察しなければならない。

3.3 基底状態を満たす条件について

3.3.1 雨天時観測データ、先行降雨の影響を受けたデータの除去

(1) 先行降雨式API

降雨時の水質・流量が大きく変動することはよく知られた事実である。また、大きな出水の後には河道内の堆積物が掃流されており基底状態の定義を満たさない。「環境基準監視調査」の河川の水質調査は降雨の影響を避けて晴天時に行われているが、20年間の水質調査データの中には降雨の日ないしは調査当日は降雨がない場合でも先行降雨の影響のある場合が含まれている。従ってそのような降雨の影響を排除するために先行降雨指数(API、もしくは実効雨量)という概念を導入する。これは前日までに降った雨の河川流量への影響の度合いを考えようという式で、一般に次のように与えられる。

$$API_n = a_0 P_0 + a_1 P_1 + a_2 P_2 + \dots + a_i P_i + \dots + a_n P_n$$

$$\text{もしくはより簡単に、} API_n = \sum_{i=0}^n a_i P_i \quad \text{式 (5-1)}$$

ここで、 API_n は n 日間の先行降雨指数、 P_i は i 日前の降雨量、 a_i は逓減係数 (通常 $0 < a_i$, $a \leq 1$) である。

ここで問題となるのは、逓減係数 a_i または a をどの程度と見積もるか、また、 n を何日前までとるかということである。 $a_i = 1$ ($i=0, \dots, n$) なら考慮した n 日間の累積降雨量を示すことになる。 $a_i = 0$ ($i > n$) なら n 日前以前の雨を考慮していないことを示し、 $a_0 \neq 0$, $a_i = 0$ ($i=1, \dots, n$) のときは、当日の雨量だけを問題にするということを意味する。

この先行降雨式には様々な式が用いられているが、本研究では、文献式¹⁰⁾を参考に、以下のよう先行降雨指数式を定めた。

$$API_5 = 1.414P_0 + 0.707P_1 + 0.354P_2 + 0.177P_3 + 0.088P_4 + 0.044P_5$$

なお、元の文献式では当日の雨量は考慮されていなかった (つまり $a_0 = 0$ であった) が、当日の雨量を考慮に入れるためにここでは前日の係数を倍に設定した。そのためにこの式では当日の降水量に対する係数が 1 を超えているが、先行する降水量の河川流量への影響の度合いを指標 (指数) として表し、降水の影響を受けていない日を抽出することが目的なので、係数の補正は行わなかった。

(2) 降水量の算出

本研究では、滋賀県全域にわたる河川を対象として解析を行っているので、この API 式に代入する降雨量は各河川流域毎の降雨量を求めてやる必要がある。水質調査地点に最も近い降雨観測所の結果を用いるというのが最も簡便な方法であるが、河川流域の形状や地形によっては最も近い降雨観測所の気象条件がその流域の気象条件に一致するとは限らないと考えられたので、滋賀県内の 13ヶ所のアメダス観測地点座標¹¹⁾をもとに、GIS の機能を利用して「ティーンセン分割」(機能については付録を参照)を行い、それぞれのアメダス観測所の降雨観測結果が代表できると考えられる「受け持ち範囲領域」のレイヤーを作成した。それと GIS の「河川流域界」レイヤーをオーバーレイし、各アメダス観測地点の「受け持ち範囲領域」が流域内に占める面積率を求めた。そして、この面積率と滋賀県内の 13ヶ所のアメダス観測データ¹²⁾を用い、以下の式によって降雨量の加重平均値を求め、流域降雨量を算定した。

$$[\text{流域降雨量}] = \sum [\text{アメダス測定点の降雨量}] \times [\text{流域内でアメダス測定点が占める面積率}]$$

但し、アメダス観測所が降雨量観測を休止している時期や欠測の日がある場合には、その観測点を除いた点でティーンセン分割を行い、面積率を求めてから、流域の降水量を求めた。なお、このアメダス観測所の組み合わせ数には 1976 年 1 月 1 日から 1997 年 12 月 31 日までの 8,036 日間で 51 とおりの組み合わせが見られた。アメダス観測所位置と 13ヶ所全てを使った場合のティーンセン分割例について図 5-4 に示す。

このように GIS でティーンセン分割を行った結果を用いて、20 年間の毎日の流域降水量を求めることができた。参考値として各流域の年間降水量の平均値、最大、最小値を表 5-2 に示す。

表5-2 ティーンセン分割で求めた対象流域の年間降雨量

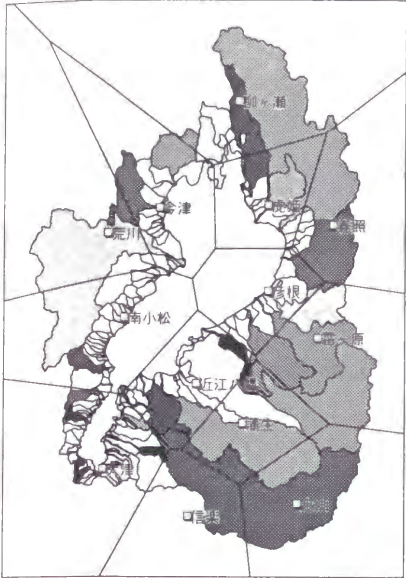


図5-4 流域ティーンセン分割の一例

ID	No	river	降雨量(mm/year)		
			平均	最大	最小
1	4	相模川	1,575	2,095	926
2	6	吾妻川	1,575	2,095	926
3	9	柳川	1,576	2,095	926
4	13	大宮川	1,579	2,095	926
5	19	天神川	1,586	2,099	933
6	22	和迩川	1,892	2,488	1,217
7	45	安曇川	1,903	2,352	1,353
8	53	石田川	1,801	2,160	1,235
9	57	知内川	1,921	2,291	1,338
10	58	大浦川	2,590	3,193	1,873
11	62	余呉川	2,276	2,784	1,627
12	65	田川	1,526	1,901	900
13	66	姉川	2,178	2,624	1,569
14	68	米川	1,524	1,900	900
15	74	天野川	1,721	2,155	1,276
16	76	芹川	1,675	2,151	1,223
17	79	犬上川	1,680	2,133	1,198
18	82	宇曾川	1,578	2,021	1,140
19	85	愛知川	1,574	1,985	1,168
20	86	大同川	1,469	1,806	968
21	91	日野川	1,497	1,867	1,073
22	92	家棟川	1,495	1,968	979
23	95	野洲川	1,572	1,966	1,179
24	98	守山川	1,556	2,030	936
25	103	葉山川	1,561	2,064	934
26	109	十禅寺川	1,575	2,095	926

流域の降雨量は各観測所の降雨量の多寡を反映した結果となっており、水質調査地点から遠く離れた流域内の降雨についても考慮した流域降雨量を計算したことを考えられる。

(3) 先行降雨式による降雨の影響除去

次に、この先行降雨指数の値がいくつ以下だと降雨の影響がないとみなすかを調べるために、先行降雨指数と水位の関係を調べた。その例を図 5-5 に示す。これらの図は積雪・融雪期のデータも含んだものではあるが、先行降雨指数が小さい時は水位が一定の範囲にあり、降水の影響を受けにくいことがわかった。先行降雨指数がいくつ以下だと降雨の影響がないかについて、11河川18測定地点の水位¹³⁾と先行降雨指数の散布図を描いた結果より判断し、先行降雨指数10以下の場合を降水の影響を受けていない測定日だとみなすことにした。

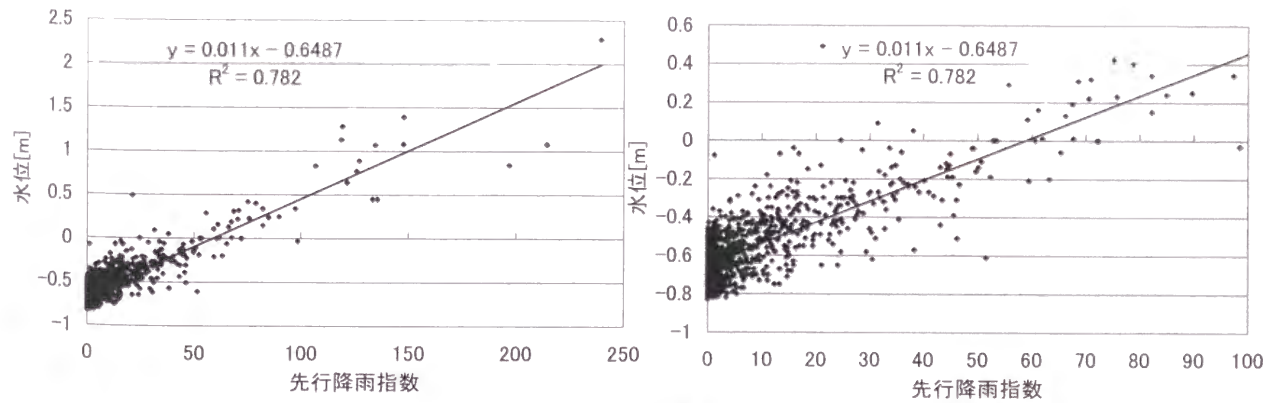


図5-5 日野川仁保橋地点におけるAPIと水位の関係（左側が全データの散布図、右側が拡大図）

表5-3 琵琶湖流域のダム一覧

ダムID	施設名	河川	竣工年	目的
1	北川第一ダム	安曇川支川麻生川	建設中	FN
2	北川第二ダム	安曇川支川北川	建設中	FN
3	奥山ダム	安曇川一ノ瀬川	1972	A
4	淡海池	石田川	1937	A
5	石田川ダム	石田川	1970.3	FN
6	丹生ダム	高時川	建設中	
7	余呉湖	余呉川	1959.3	FN
8	姉川ダム	姉川	2000.3	FN
9	栗栖ダム	芹川	建設中	FN
10	芹川ダム	芹川	1953	A
11	犬上ダム	犬上川	1946	PA
12	宇曾川ダム	宇曾川	1980.3	FN
13	永源寺ダム	愛知川	1972	PA
14	蔵王ダム	日野川	1996	A
15	西鎌掛ダム	日野川 南砂川	1959	A
16	鎌掛ダム	日野川 南砂川 三の谷川	1954	A
17	日溪溜	日野川	1934	A
18	日野川ダム	日野川	1966.3	FN
19	野洲川ダム	野洲川	1951	A
20	頓宮池	野洲川	1961	A
21	大原貯水池	野洲川 榛野川	1962	A
22	青土ダム	野洲川	1988.3	FNWI

図5-6 ダム・逆水灌漑の影響のある流域

目的のFは治水用、Nは流水維持用、Aは農業用、
Pは発電用、Wは上水用

3.3.2 積雪・融雪の影響の除去

流量は降水量に支配されるが、降雪、融雪が流量に大きな影響を与えるためその影響を除外するために、滋賀県における積雪融雪期である12月～3月の調査データを除外した。

3.3.3 灌漑期の除去

一般に農地からの流出負荷量を考えると、灌漑期（＝作付け期間）と非灌漑期（＝非作付け期間）によりその流出量は大きく異なり、灌漑期・非灌漑期の河川流況を同じとして扱うわけにはいかない。灌漑期には河川からの取水が行われるとともに、水田からの排水が河川へと流出しており、河川に与える影響は水田での水や肥料の使用状況によって時々刻々異なっているものと考えられる。それゆえ、灌漑期間は「基底状態」が要求する条件を満足してないと考え、灌漑水田からの流出の混じらない非灌漑期間を条件とすることが必要と考えられる。

本研究では流域内で灌漑すなわち水田農業が行われているかどうかに関係なく、全ての対象河川について灌漑期である4月～9月の調査データを除外することとした。

3.3.4 ダムの存在する河川

ダムにおいて流量が調整されるので、ダムの存在する河川は自然状態にあるとは言えない。滋賀県におけるダムを図 5-6と表 5-3に示す。本研究が対象とした河川の上流部にも多くのダムが建設されている。これらの多くは治水用、灌漑用、およびそれらの目的を含めた多目的ダムである。ここまで述べてきた条件下では、基底状態を表現すると考えられる調査期間は10月11月であり、その間のダム操作を考えると、この期間には大きな降雨が少なく、洪水用の貯留と放流が少ないこと、灌漑用の流量調整が行われてないことから、本研究ではダムがある河川についても、10月11月のみならダム操作による影響は無視することができるものと考え、ダムのある河川を含めて考察することとした。

3.4 基底状態の水量・水質データの抽出

これまでの考察から、「基底状態」とは、

- 1) 晴天時 (= 先行降雨指数が10 以下)
- 2) 非積雪・融雪期 (= 4 月～11 月)
- 3) 非灌漑期 (= 1 月～3 月、10 月～12 月)
- 4) ダムの影響除去 (= ここでは考慮せず)

の条件を満たすものであり(図5-7)、その時の測定水質・水量には森林および特定汚染源からの流量・負荷量を含むと考える。

結果として、26河川の環境基準監視調査結果データから、これらの条件を満たす10月、11月の非灌漑期の晴天時に調査された水質・流量データのみが「基底状態」=「流域固有の環境条件から発生する負荷量」を示すものとして抽出した。

3.5 基底汚濁負荷量の算定結果

こうして抽出した水質と流量を掛けあわせることによって基底汚濁負荷量を求めた。基底汚濁負荷量の時系列の推移を葉山川のTPを例として図5-8に棒グラフで示す。この図は最上段が、全データのグラフを示し、下段が非灌漑期(10月～11月)の基底汚濁負荷量を示している。全測定データ及び基底状態の基本統計を表5-4に示す。

グラフが示すように、元のままだと変化を読みとりにくかった操作前のデータと比べて、データ抽出後の基底状態では負荷量の変動幅は小さくなり、基底汚濁の経年的な減少傾向もはっきりと示されている。

このように基底状態を定義することによって、降雨、融雪や灌漑といった外的変動要因が除かれたために、本章で「基底汚濁負荷量」と定義したものを求めることができた。しかしこの基底状態の河川水質・流量は流域固有の状況を反映しているかどうかはわからないため、その確認のために、次節では、基底汚濁負荷量と人間活動・土地利用の関係の評価を行うこととした。

河川固有の基底状態を知るために取り除く必要がある要因

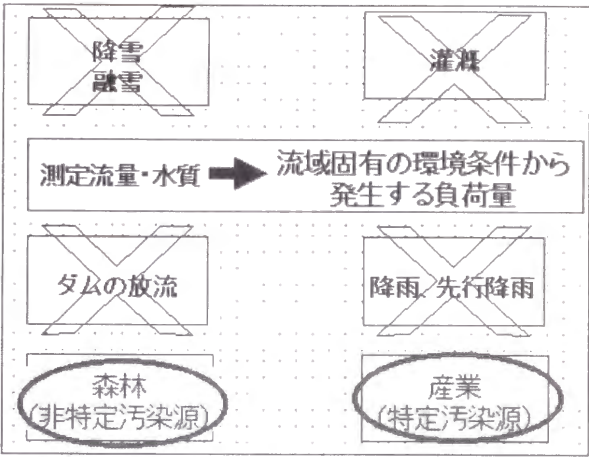


図5-7 基底状態を満たす条件の測定水質概念図

表5-4 測定全期間平均流量と基底時の平均流量

Q毎秒m3	測定全期間			基底状態		
	平均	標準偏差	例数	平均	標準偏差	例数
相模川	0.074	0.086	205	0.062	0.038	23
吾妻川	0.043	0.047	186	0.023	0.022	21
柳川	0.074	0.099	192	0.115	0.173	22
大宮川	0.102	0.129	190	0.078	0.094	22
天神川	0.173	0.164	216	0.165	0.119	24
和迹川	0.337	0.297	205	0.329	0.235	31
安曇川	15.587	14.91	212	9.934	9.907	25
石田川	3.027	3.429	205	1.399	1.234	25
知内川	2.779	2.539	211	1.308	1.061	23
大満川	1.401	1.404	192	0.581	0.295	17
余呉川	0.896	0.716	152	0.748	0.585	13
田川	4.588	2.485	213	3.524	1.944	28
姉川	12.065	14.234	186	4.527	5.657	19
米川	0.742	0.359	154	0.657	0.193	22
大野川	3.341	4.107	212	2.476	1.974	28
芹川	1.718	1.933	149	1.226	1.611	19
犬上川	2.352	3.393	213	1.554	2.101	28
宇留川	3.018	2.751	206	1.935	1.48	27
愛知川	3.114	5.995	184	4.213	5.027	27
大同川	1.624	1.26	126	1.536	1.374	17
日野川野科橋	3.627	5.487	182	4.093	4.676	28
家棟川	0.733	0.737	195	0.506	0.39	27
野洲川服部橋	5.794	6.636	189	6.707	5.054	27
守山川	0.144	0.189	186	0.102	0.073	26
十権寺川	0.089	0.089	191	0.062	0.037	28
葉山川	0.994	0.716	212	0.818	0.336	30
全河川	2.834	6.121	5277	2.176	3.947	675

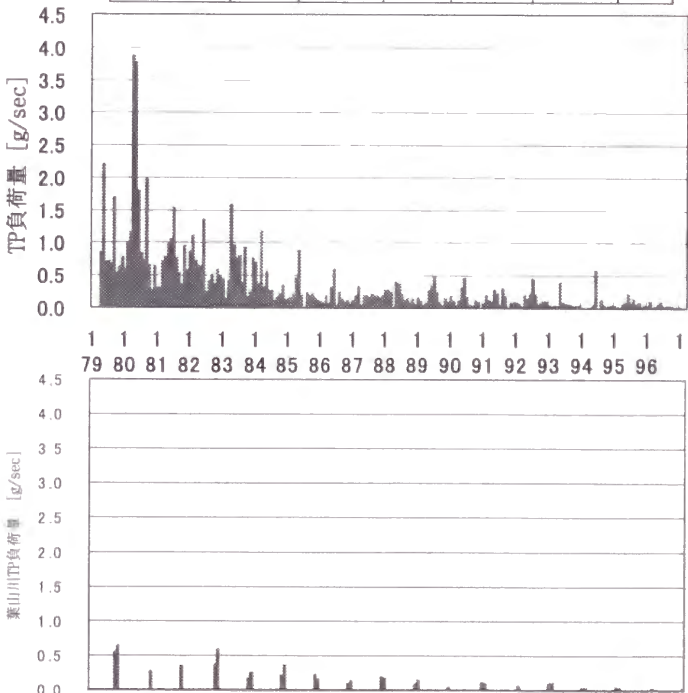


図5-8 葉山川の全期間TP負荷量と基底時TP負荷量

第四節 基底汚濁負荷量の原因解析（人間活動・土地利用の関係）

4.1 期間基底汚濁負荷量の定義

第3節では、降雨、積雪・融雪、灌漑の影響がなく、流域固有の条件を反映したと考えられる流量・水質を表す基底状態のデータを抽出し、基底汚濁負荷量を求めた。このようにして求めた「基底汚濁負荷量」とはいえ、調査日毎・年度毎に変動があり、流域固有の状況との比較を行うには、流域を代表する基底汚濁負荷量をどのように決定するかが問題となる。一般的には、いくつかのデータの平均値をもって、その代表値とすることが多いが、本方法では年ごとのサンプル数が最大で2個しかなく少ないので、単年度毎の平均値はあまり意味がないといえる。

また、この観測期間に滋賀県では、琵琶湖総合開発事業が行われ、「下水道整備」が進められ、琵琶湖条例等による「排水基準の強化」「リンを含む合成洗剤の使用禁止」、農業基盤整備事業として「圃場整備事業」「逆水灌漑事業」が実施され、「工場団地・住宅団地の建設に伴う市街化」「高速道路等の建設による基盤整備事業の進展」等が急速に進み、これらに伴い人口・工業出荷額が大きく増加してきた。そのために年ごとに「基底汚濁負荷量」発生量が変わってきており実際にはそれを一定なものとは考えられない。そのためあまり長期間の平均値をとることも適当ではないと考えた。

そこで、本研究では数年間の平均値をとって、それを「その期間の基底汚濁負荷量」と定義することとした。

4.2 期間の決定と期間基底汚濁負荷量の算定

流域の状況変化の実態がわかれば、それに合わせて期間をとることが望ましいと考えられるが、本研究では、試みに観測期間を第Ⅰ期（1977-83）・第Ⅱ期（1984-90）・第Ⅲ期（1991-1996）のほぼ3等分することとして、それぞれの平均値を求め、その期間の基底汚濁負荷量とした。この負荷量を比負荷量（単位面積当たりの負荷量）に換算したものを表5-5に示す。流域毎に異なるのは流域の利用と人間活動に差があるからと考えることができる。

4.3 基底汚濁負荷量の原因解析

表5-5で示した基底汚濁負荷量を評価するために、第2章、第3章でGIS上に統合することによって流域毎に求めた土地利用・人間活動に関する情報と、基底汚濁負荷量の関係を図5-9に示す。なお、土地利用・人間活動に関するデータは1995年を中心としたデータなので、比較には第Ⅲ期（1991-96）の期間基底汚濁負荷量を用いた。図5-9は森林率との比較、図5-10は人口密度との比較である。

森林との関係を見ると、森林率50%以上の河川流域においては、基底比汚濁負荷量はほぼ一定な値となっていることが分かる。これはこれらの流域からの比汚濁負荷量が森林からの基底汚濁負荷量により支配されているためと思われる。河川流域の森林率が低い流域では、農業を含めた開発が行われており、その開発方法が様でないことから、基底比汚濁負荷量が変化していることを示している。

一方、人口密度との関係はほとんどみられない。それは人口が同じでも下水道整備の状況が異なると、人口（人間生活）からの汚濁負荷量の流出状況が異なるからと考えられる。

表5-5 各期間の平均流量、汚濁物濃度、基底汚濁負荷量

測定項目	測定期	相模川	吾妻川	柳川	大宮川	天神川	和連川	安曇川	石田川	知内川	大浦川	余呉川	田川	姉川	米川
Q(m3/sec)	～83	0.10	0.02	0.09	0.15	0.20	0.40	16.11	2.70	2.26	0.93		2.83	9.30	
	84～90	0.06	0.02	0.16	0.07	0.16	0.31	5.74	0.94	0.95	0.51	0.91	3.54	2.00	0.65
	91～96	0.03	0.03	0.05	0.04	0.14	0.26	11.08	1.04	1.32	0.50	0.49	3.96	4.69	0.67
BOD(mg/l)	～83	3.27	21.23	2.68	4.95	1.90	0.84	0.85	0.83	0.83	1.40		1.23	0.60	
	84～90	2.82	2.37	1.73	2.53	2.18	1.61	1.10	1.12	1.57	2.42	1.32	1.51	1.31	4.84
	91～96	1.63	1.15	1.46	1.53	2.67	0.68	0.50	0.66	0.63	0.86	0.73	0.90	0.76	2.94
COD(mg/l)	～83	2.58	26.95	2.57	4.03	2.18	1.46	0.60	1.56	0.93	1.93		2.17	1.27	
	84～90	3.21	4.56	2.62	3.18	3.18	1.82	1.21	0.90	1.55	3.11	1.31	1.86	1.28	4.99
	91～96	2.20	1.55	2.03	2.23	2.80	1.83	0.86	1.16	1.46	2.28	1.22	1.77	1.19	3.94
TN(mg/l)	～83	1.37	11.15	1.42	1.76	0.52	0.39	0.14	0.30	0.53	0.44		0.90	0.42	
	84～90	1.93	4.80	1.35	1.20	0.64	0.31	0.26	0.51	0.44	0.51	0.58	0.76	0.61	1.63
	91～96	1.64	1.16	1.78	1.00	0.73	0.47	0.35	0.56	0.58	0.57	0.75	0.80	0.60	1.50
TP(mg/l)	～83	0.14	1.34	0.17	0.22	0.07	0.02	0.01	0.03	0.03	0.01		0.04	0.02	
	84～90	0.14	0.44	0.13	0.09	0.08	0.03	0.01	0.01	0.03	0.03	0.07	0.05	0.03	0.19
	91～96	0.06	0.06	0.17	0.07	0.10	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03	0.04	0.06	0.03	0.14
BODload(t/yr)	～83	9.78	5.94	5.31	11.51	11.11	11.98	594.88	66.82	46.54	41.94		116.26	32.16	
	84～90	5.37	1.57	7.97	6.34	10.21	11.85	168.04	32.34	44.08	34.80	38.29	153.94	68.70	92.66
	91～96	1.78	0.96	1.72	1.81	10.25	5.16	141.43	16.75	33.61	12.15	7.05	119.46	34.34	65.66
CODload(t/yr)	～83	7.77	5.47	6.02	10.75	12.09	21.13	283.14	117.86	83.89	56.13		207.03	199.30	
	84～90	6.08	2.76	11.41	6.52	14.95	19.73	209.45	25.92	39.13	45.47	44.00	207.86	53.93	97.71
	91～96	2.41	1.43	3.24	2.62	11.21	15.66	239.10	32.55	61.68	34.26	21.13	235.72	166.15	83.96
TNload(t/yr)	～83	3.87	4.18	5.53	8.22	3.38	5.71	94.95	14.87	18.29	13.41		86.91	126.95	
	84～90	3.67	3.10	6.24	2.91	3.16	3.85	49.35	15.58	14.56	9.01	18.23	89.82	37.17	33.31
	91～96	1.47	0.97	2.83	1.42	3.18	4.00	140.62	18.53	26.00	9.14	10.78	104.35	95.90	31.58
TPload(t/yr)	～83	0.49	0.87	0.36	0.52	0.44	0.25	6.68	3.14	3.04	0.50		3.64	6.26	
	84～90	0.27	0.28	0.55	0.20	0.34	0.42	1.93	0.40	0.74	0.50	1.18	5.74	1.38	3.76
	91～96	0.06	0.06	0.26	0.07	0.43	0.22	7.52	0.73	1.70	0.51	0.60	7.61	4.96	3.11

測定項目	測定期	天野川	芹川	犬上川	宇管川	愛知川	大同川	日野川 日野川橋	日野川 野村橋	家棟川	野洲川 横田橋	野洲川 服部橋	守山川	葉山川	十禅寺川
Q(m3/sec)	～83	3.14		1.42	1.62	4.07		2.59	3.85	0.24	11.09	7.12	0.08	0.69	0.06
	84～90	2.20	1.41	1.28	2.14	4.13	2.29	3.02	3.23	0.77	6.13	5.96	0.11	1.06	0.08
	91～96	2.33	1.03	2.05	1.85	4.42	1.01	5.55	5.96	0.43	6.05	7.40	0.11	0.58	0.05
BOD(mg/l)	～83	1.36		0.88	1.16	0.75		0.89	0.86	1.90	0.90	0.96	1.86	3.24	5.08
	84～90	1.42	1.28	1.42	2.30	1.07	1.88	1.67	1.48	2.25	1.53	1.55	2.26	1.91	2.08
	91～96	0.76	0.73	0.77	1.03	0.53	1.40	0.82	0.69	1.00	0.80	0.65	1.12	1.02	3.11
COD(mg/l)	～83	2.06		1.26	2.10	0.98		2.13	2.23	3.54	1.50	1.46	3.04	6.06	6.33
	84～90	1.88	2.34	2.08	3.66	2.01	3.80	2.45	3.13	4.77	2.41	2.47	3.91	3.91	5.22
	91～96	1.73	1.48	1.46	2.68	0.95	4.01	2.26	2.60	3.92	1.88	1.82	2.53	3.54	6.28
TN(mg/l)	～83	1.14		0.90	1.44	0.47		0.64	0.86	1.56	0.95	1.05	1.66	8.72	2.67
	84～90	1.02	0.87	0.90	1.60	0.46	1.24	0.79	0.96	1.95	0.82	1.10	2.02	2.16	2.98
	91～96	0.97	0.93	1.00	1.85	0.44	1.20	0.78	0.84	1.39	1.01	1.01	1.78	1.87	2.51
TP(mg/l)	～83	0.03		0.02	0.02	0.02		0.03	0.03	0.08	0.05	0.03	0.19	0.59	0.20
	84～90	0.07	0.02	0.03	0.08	0.01	0.05	0.03	0.03	0.07	0.02	0.03	0.11	0.15	0.16
	91～96	0.05	0.05	0.03	0.08	0.02	0.06	0.04	0.03	0.05	0.02	0.02	0.08	0.09	0.27
BODload(t/yr)	～83	141.18		27.04	42.51	37.53		83.10	105.45	12.46	312.01	237.99	6.23	70.52	10.47
	84～90	109.15	68.30	49.95	153.39	140.58	175.14	144.18	138.81	54.39	260.38	292.32	6.29	61.19	6.70
	91～96	48.23	24.57	43.02	46.74	66.42	43.97	96.67	76.01	11.24	130.57	150.09	4.80	18.49	5.26
CODload(t/yr)	～83	227.28		48.24	106.27	140.58		165.06	289.92	23.72	489.37	310.84	8.70	126.78	11.96
	84～90	138.69	69.99	80.72	269.81	535.22	298.19	221.10	288.09	119.15	450.46	459.93	12.61	129.99	12.91
	91～96	101.58	40.09	94.48	130.72	156.00	117.95	299.08	587.09	47.39	354.67	404.21	10.35	63.61	10.85
TNload(t/yr)	～83	108.44		36.76	61.81	56.35		61.11	120.99	10.47	314.75	228.04	3.24	154.81	4.68
	84～90	84.13	41.13	31.78	113.35	55.49	152.67	90.63	101.72	45.66	161.06	218.72	6.88	71.09	7.93
	91～96	86.17	28.80	60.17	113.80	55.06	38.19	174.98	169.85	19.35	200.14	252.29	6.82	35.23	3.96
TPload(t/yr)	～83	3.19		0.81	1.34	4.24		3.05	4.83	0.69	7.39	8.10	0.62	12.60	0.40
	84～90	6.32	0.97	1.19	4.74	1.55	3.79	3.13	3.43	1.55	3.76	6.69	0.35	4.93	0.43
	91～96	3.69	1.88	2.52	5.14	2.00	1.96	7.35	7.91	0.68	4.36	5.68	0.35	1.64	0.43

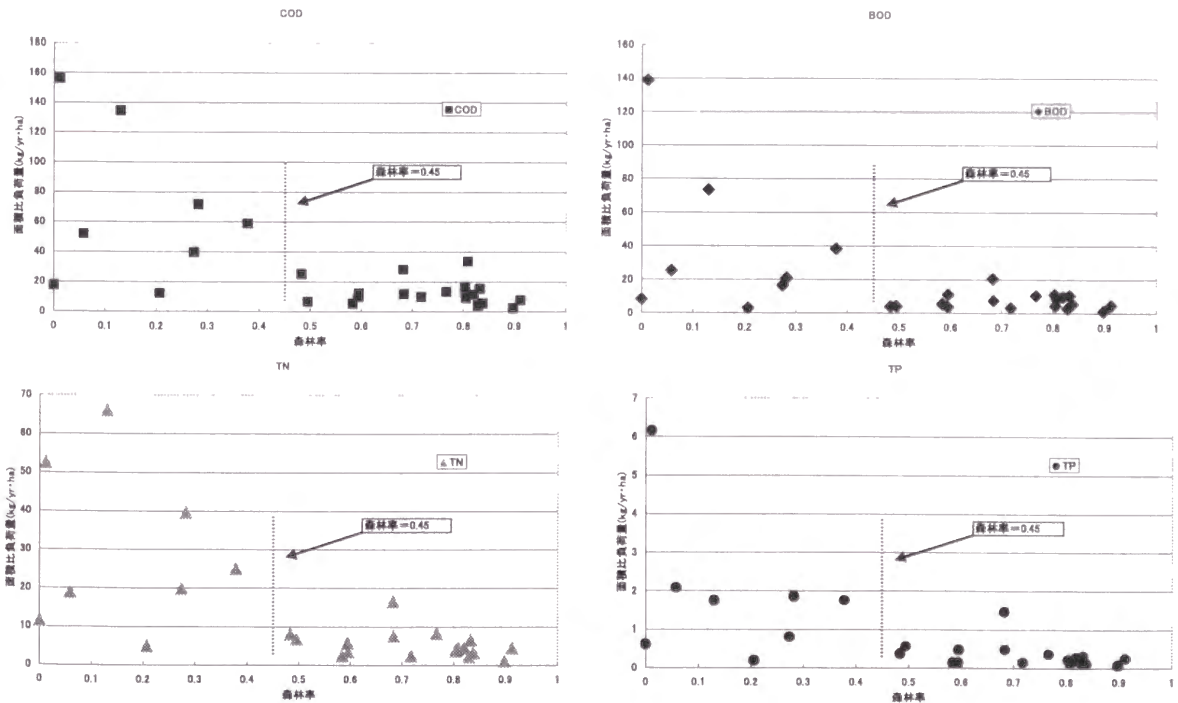


図5-9 基底汚濁比負荷量と土地利用との関係

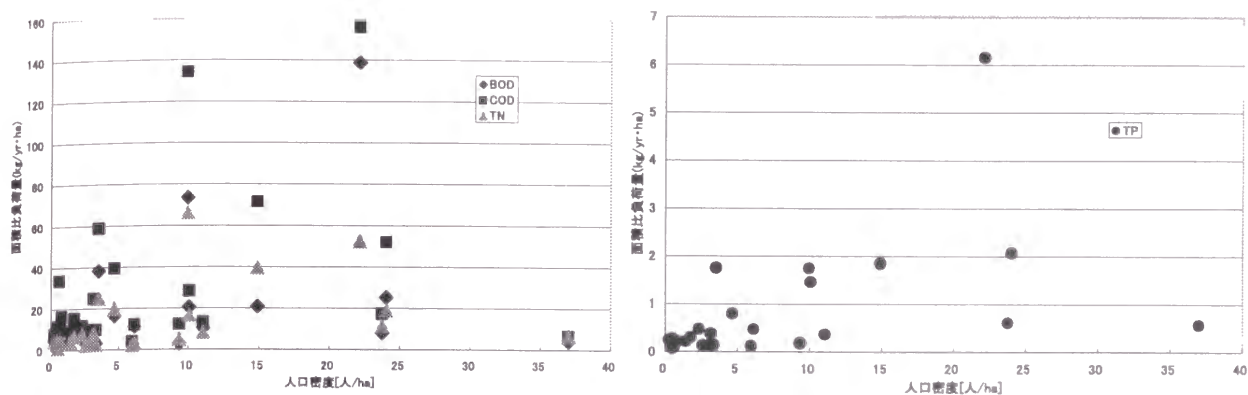


図5-10 基底汚濁比負荷量と人間活動との関係

第五節 基底汚濁負荷量に基づく非特定汚染源汚濁負荷量の推定

5.1 非特定汚染源からの汚濁負荷量推定方法

特定汚染源からの汚濁負荷排出量については、第4章で述べたように、琵琶湖流域に関する詳細なGIS情報をもとに、発生源を家庭、事業所、畜産に分け、203の流域毎に詳細に推定している。図5-11に示すように、これらGISで推定した特定汚染源負荷量が定常かつ正確だとすると基底汚濁負荷量から各特定汚染源の汚濁負荷量を差し引くことによって、基底汚濁負荷量の中の非特定汚染源からの寄与分を推定することができる。第4章で推定した特定汚染源からの負荷量のうち、家庭および事業所、処理場からの排出負荷量は大幅に実測データを使用しているために、その精度は在来原単位法による推定結果より格段に高くなっているものと考えている。

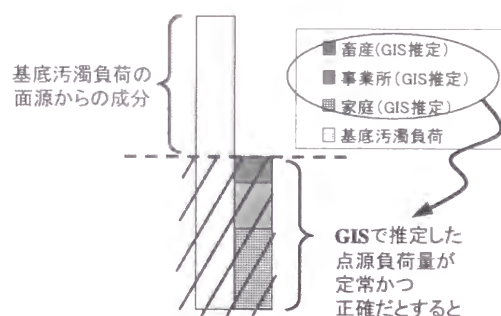


図5-11 面源基底汚濁負荷量の求め方

ただ、特定汚染源からの汚濁量の推定は1995年のデータを中心に推定したものであるため、河川実測負荷量である基底汚濁負荷量から差し引く場合にも1995年周辺の水質調査期間中の基底汚濁負荷量を用いねばならないと考え、1990年から1996年までの期間基底汚濁負荷量を用いることとした。

5.2 GISで推定した特定汚染源からの負荷量と基底汚濁負荷量の比較

負荷量を比較しやすいように各負荷量を河川流域面積で割った比負荷量とした上で、対象とした流域の窒素に関する基底汚濁負荷量と特定汚染源からの負荷量を比較したものを図5-12に示す。各河川毎に2本の棒グラフで示しており、左側の棒グラフが基底汚濁比負荷量(基底汚濁負荷量を流域面積で除したもの)を示し、右側の棒グラフは家庭、事業所、畜産からの特定汚染源汚濁比負荷量の各成分を示している。理論的には基底汚濁負荷量を示す左側の棒グラフの方が、特定汚染源からの負荷量を示す右側より大きくなくてはならないが、そうになっていない河川も見受けられる。一方、流域内の汚染源がここ20年間でほとんど変化していない北部の河川(例えば天野川、安曇川、大浦川、知内川等)では、良い結果が出ている。このように結果にばらつきがみられるのは、特定汚染源からの負荷の推定方法や、環境基準監視調査データの選択方法、その信頼性に問題があるのかも知れない。

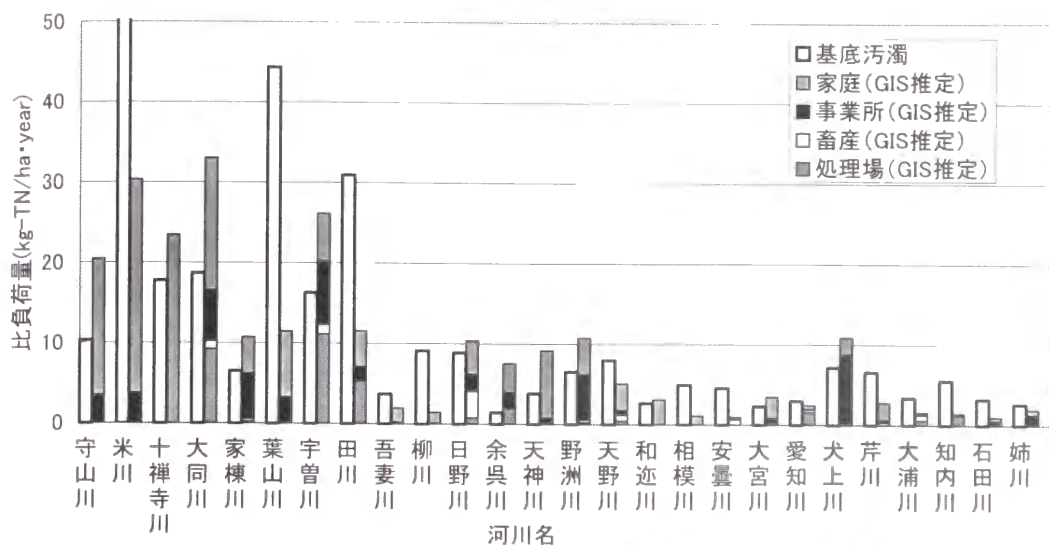


図5-12 GISで推定した特定汚染源負荷量と基底汚濁負荷量

5.3 非特定汚染源からの汚濁負荷量の推定結果

5.3.1 森林からの汚濁負荷量の推定

図5-11の考え方に従うと、この左側の基底汚濁比負荷量から右側の特定汚染源比汚濁負荷量を差し引いたものが非特定汚染源からの基底汚濁負荷量である。各流域の森林面積率と算定した基底汚濁比負荷量の散布図を図 5-13に示す。

結果の図中の○で印をつけた森林面積の多い河川すなわち北部の河川に注目すると、非特定汚染源からの基底汚濁比負荷量はほぼ一定の値の範囲にあり、3~5kg-TN/ha·yearであることを示している。これら TN の平均値は 2.37kg-TN/ha·year (= 6.49g-TN/ha·day) であった。

これらの流域の土地利用がほとんど森林であることを勘案すれば森林からの汚濁負荷流出原単位もこれらの値におさまるものと考えられる。しかもこれは非灌漑期のデータを抽出して作成した基底汚

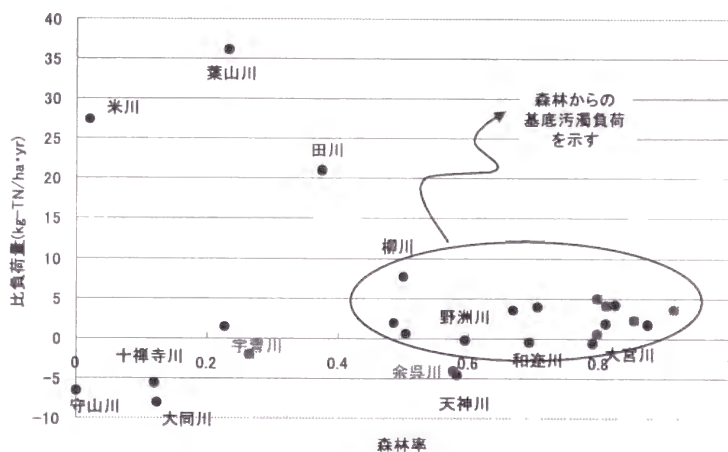


図5-13 森林面積率と基底比負荷量の散布図

濁負荷量であることから、水田からの汚濁負荷は含まれていないため、ここで求めた非特定汚染源からの負荷量は「森林」からの負荷量を示していると考えることができる。滋賀県で用いられている森林からの原単位8.03kg-TN/ha·yearと比べて実際に流下している負荷は少ない可能性を示している。一方森林の少ない河川のうち、守山川・十禅寺川・大同川などの河川は、大きく負の値を示し、米川、葉山川、田川では大きな値を示し、河川間のばらつきが大きかった。これは森林の少ない河川に対する本方法論の適用に検討の余地が残されているか、または、データの蓄積が不十分であることを示しているものと思われる。

5.3.2 農地からの汚濁負荷量の推定

本研究の手法を農業活動からの負荷量推定に応用してみることにする。多くの琵琶湖流入河川流域では灌漑農業が行われており、水循環が人為的に変えられている。特に、琵琶湖から多量の水を上流に汲み上げる逆水灌漑は河川流量・水質に大きな影響を与え、河川本来の固有流量と大きくかけ離れた状況を作り出している。従って、大規模に逆水灌漑が行われている流域についてを分析対象とする場合には、取り扱いに注意を要する。

従って、本研究では、ダムのない河川・大規模な逆水灌漑が行われていない流域のみを対象として、灌漑期の4-9月の先行降雨指数が10以下の日調査された水質・流量から求めた負荷量を「農業活動を含めた基底汚濁負荷量」と考えた。表5-6に琵琶湖流域における大規模な逆水灌漑一覧を示した。

そして「農業活動を含めた基底汚濁負荷量」から、特定汚染源からの負荷量と前項で求めた森林からの汚濁負荷量を差し引き、それを「農業活動から発生する汚濁負荷量」と定義した。図5-14にその概念図を示した。図に示すように灌漑期の基底汚濁負荷量と非灌漑期の基底汚濁負荷量との差が「農地からの基底汚濁負荷量」に相当すると考え、計算を行った。

その結果を、図5-15に水田率と「農地からの基底汚濁負荷量」とを対比させて示す。水田率の高い河川からの汚濁負荷量は、図5-13の森林率との関係と同じように比較的一定の値の範囲内にあった。このことから、この手法によって農業活動に伴う負荷量を推定することが可能と考えられた。この結果から、「農業活動から排出される汚濁負荷量」は27.7g-TN/ha・dayと推定することができた。

表5-6 琵琶湖流域の主な逆水灌漑一覧

ID	使用者	河川名	面積(ha)	最大揚水量(m ³ /sec)
1	鴨川	鴨川	830	3.486
2	新旭	安曇川	394	1.729
3	湖北	余呉川	1,064	1.565
4	姉川左岸	田川	1,042	4.496
5	湖北	田川	5,050	2.700
6	入江	天野川	350	1.189
7	天の川	天野川	827	3.200
8	長浜南部	天野川	714	2.682
9	愛西	宇曽川	1,377	6.177
10	彦根中部	宇曽川	868	3.705
11	能登川	愛知川	579	2.235
12	大中の湖	能登川	511	2.195
13	大中の湖	能登川	504	20.850
14	栗見新田	能登川	147	1.045
15	安土	長命寺川	1,306	5.038
16	岡山	長命寺川	534	3.299
17	日野川	日野川	4,546	7.305
18	野洲川(下流)	野洲川	2,209	7.315
19	守山南部	守山川	493	1.842
20	草津用水	草津川	1,270	4.042

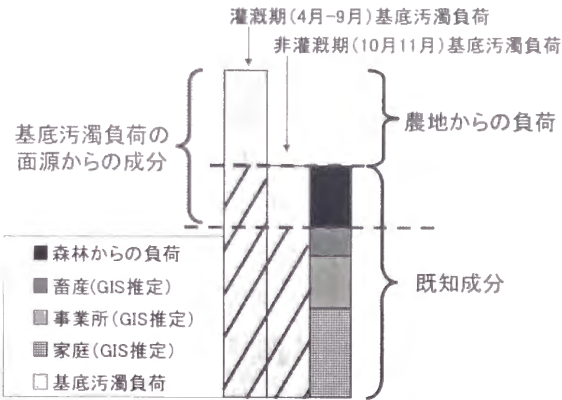


図5-14 農業からの汚濁負荷量推定手法の概念図

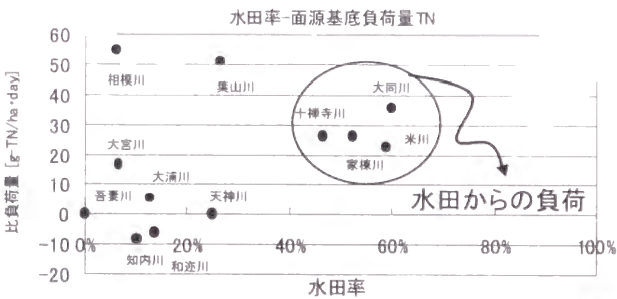


図5-15 水田率と農業からの汚濁負荷量

第五節 まとめ

5.1 まとめ

従来、非特定汚染源からの負荷量は実測データから求めることが不可能で、原単位法に頼った推定がなされていた。しかし、森林等の汚濁負荷については、原単位等の代表性のある値からは求めることが不可能と考えられる。これに対して本章では、環境基準監視調査結果データより求めた流下負荷量と、第4章で環境情報を統合化することによってGISを用いて求めた特

表5-7 基底汚濁負荷量と非特定汚染源からの負荷量推定のために本研究で統合化した環境情報

本研究で地理情報として統合化した環境情報			統合化した情報を適用した現象
図形情報		統合化させた属性環境情報	
河川流域図	降水量観測点	日降水量	流域別の日降水量の算出
	水質測定点	河川環境基準監視調査による河川の水質・流量測定値＋流域別日降水量	基底汚濁負荷量の算出
	土地利用	基底汚濁負荷量	人間活動と基底汚濁負荷量の関係の分析
河川流域図		特定汚染源の負荷量(第4章の成果)＋基底汚濁負荷量	森林や農地からの汚濁負荷量

定汚染源からの負荷量とを差し引くことで、非特定汚染源(＝面源)からの負荷量を推定する方法を提示し、その試算結果を示した。

この節では、本章の検討を行うにあたりGISに統合化することが必要であった環境情報を表5-7に示し、それらの情報の活用方法を示しつつ、本研究で提示した方法とその成果について以下にまとめる。

①河川には流域固有の状況を反映している基本的な状態があると仮定し、その状態を「基底状態」と呼ぶこととし、その状態の流下負荷量である「基底汚濁負荷量」を求める方法を検討した。具体的には、灌漑・積雪の影響を除くため10月と11月のデータのみ抽出し、雨天の影響を除くために、GISを用いて琵琶湖流域内の日降水量の分布を考慮し、先行降雨指数APIが10以下の測定日のデータだけを抽出し、琵琶湖に流入する26の河川流域に対して水質測定値から基底汚濁負荷量を求めた。その結果、この「基底汚濁負荷量」は河川毎に異なるが、河川毎に変動の少ない値をとり、晴天時における流域固有の基本的な汚濁負荷量を表しているものと考えられた。

②その結果とGIS流域環境情報中の土地利用データと比較することによって、流域の土地利用と「基底汚濁負荷量」の関連が示唆され、山地・森林の多い河川では「基底汚濁負荷量」の大部分は森林起源であり、その量は一定となることが推測することができた。

③一方、第4章において、実測値や詳細な地理情報を用いることで、琵琶湖流域の流域毎の各負荷源からの汚濁負荷の排出量を明らかにし、特定汚染源の負荷量を精度良く推定していたので、本章で求めた「基底汚濁負荷量」からこの「流域の特定汚染源負荷量」の差し引き負荷をとることで、従来、流入河川実測法では困難であった非特定汚染源からの基底時汚濁負荷量の推定を行った。

④その結果、非灌漑期のデータを用いた「基底汚濁負荷量」からは森林からの負荷量の推定を行えることが、灌漑期のデータからは農地からの負荷量の推定が行えることを示すことができた。

⑤しかし、特定汚染源の多い河川では、堆積や特定汚染源からの負荷量の変化自体もあるので、

この方法から非特定汚染源の負荷量を推定することは困難であることが示された。さらなるデータの蓄積による汚濁負荷推定精度の向上と水質測定回数の充実化およびこのような河川に対する方法論の再検討が重要となろう。

5.2 今後の展望

本章で示した方法は従来の原単位では求めることが不可能な非特定汚染源からの負荷量について、流域の特定汚染源の情報や、水質測定値、降雨等様々な情報をGISへ統合しそれらを活用することによって推定していくものである。本章ではその方法論と問題点を示すことができたと考える。その際、精度の良いデータを用いることが必要な条件であるが、本研究で使ったデータがその条件を満たしたかどうかは若干の問題があろう。自動水質観測データなど測定回数の多いデータを活用することも1つの課題となろうが、今後、他流域についても流域情報のGISへのデータの整備が進み、かつ水質データも完備されるようになると、本方法の適用範囲流域が拡大するものと考えられる。本方法の適用例を増やすとともに、GISに統合するデータの精度を向上させ、負荷量推定の精度がさらにあげれば、河川ごとの違いを非特定汚染源を構成する例えば土地利用や植生、地質等、GISへ統合した流域情報データと組み合わせることによって、非特定汚染源からの汚濁負荷流出について原単位等何らかの知見を示せるようになるものと思われる。

参考文献

- 1) 環境庁水質保全局水質管理課、非特定汚染源負荷調査マニュアル、pp. 11-22、1990
- 2) 吉良竜夫・國松孝男・浜端悦治・大西行雄・宮地新壘、河川水質と流域状況との相関分析研究、日本生命財団特別研究助成「水資源の保全に関する研究」総括報告書、pp. 148-178、水資源保全特別研究会、1985
- 3) 吉良竜夫・山倉拓夫・浜端悦治・吉岡龍馬、びわ湖流入河川の水質と流域状況の相関関係(予報)、環境科学研究報告集B 105 - R 12 - 12、p. 66-71、文部省環境科学特別研究「びわ湖およびその集水域の環境動態」研究班、1981
- 4) 海老瀬潜一、陸水域の富栄養化防止に関する総合的研究(I)、霞ヶ浦流入負荷量の算定とその評価、降雨時流出負荷量の算定モデル、流域内土地利用形態別流出負荷量原単位の解析、国立公害研究所研究報告 第50号、pp. 41-102、1984
- 5) 國松孝男・宮川良夫：びわ湖流入133河川の水質に対する農業排水の影響、文部省特別研究「環境科学」びわ湖とその集水域の環境動態 昭和54年度報告、pp. 45-53、1980
- 6) 吉良竜夫、琵琶湖一湖にとっての集水域、「陸水と人間活動」(門司正三・高井康雄編)、pp. 255-291、東京大学出版会、東京、1984
- 7) 海老瀬潜一、集水域の総流出汚濁負荷量とその計測方法、水質汚濁研究、Vol. 11 No. 12、pp. 748-752、1988
- 8) 和田安彦、三浦浩之：中小河川における汚濁流出率の諸特性、土木学会論文集、No. 263、pp. 2-4、pp. 215-223、1985
- 9) 國松孝男、村岡浩爾、河川汚濁のモデル解析、技術道出版、pp. 124-136、1989
- 10) Wallingford Software Ltd、1994
- 11) 彦根地方気象台、滋賀県の気象、pp. 18、1993

- 12) 気象業務支援センター、気象庁監修、アメダス観測年報、1976-1997
- 13) 滋賀県河港課、河川水位日報

第六章 逆水灌漑地域における水・汚濁物移動の推定

一日野川流域土地改良区を例として一

第一節 本章の背景および目的

琵琶湖流域は水田の占める割合が大きく、また、琵琶湖総合開発に関連して、大規模圃場整備、用・排水の分離、琵琶湖の水をポンプアップして用いる逆水灌漑事業等が行われ、それに伴い、「パイプ配水」、上流での農業用ダム建設等が行われ、一過性の使用水量が増加したと言われている。それに伴い、琵琶湖への汚濁負荷量も増加していると言われているが、従来は、水・汚濁物収支をブラックボックスの中で計算するような原単位法、もしくは水田タンクモデルのような概念的なモデルしか存在していなかったため、水利用変化によって、真に水かどのような経路で移動しているかという水・汚濁物移動の実態を推定することができなかった。適切な農地の水管理を含む流域管理計画の立案を行うために、このような水利用の変化に伴い、農地からの琵琶湖への流入負荷量の変化を推定することのできる手法を開発することが一つの課題となっていた。

幸いなことに、逆水灌漑とパイプ配水の導入により、「配水量の計量化」とそのデータのコンピュータ管理が実施されるようになり、毎日の揚水量、取水量、分水量のデータを用いることが可能となってきている。

そこで本章では、滋賀県では最も逆水灌漑が盛んなため「配水量」のデータが充実している一日野川流域を取り上げ、それら「配水量」のデータに第2章で整備した水田分布と土壌分布に関するGISデータを統合化し、独自の分布型の水田水収支モデルにそれらを活用することによって、各末端水田への毎日の配水量および各水田からの排水量・環境負荷量を推定する方法論を提示することを目的とした。

第二節 文献考察

2.1 原単位法による汚濁負荷推定法の問題点

従来、水田からの汚濁負荷の調査は、ライシメーターを用いた調査や一筆水田における物質収支調査など、狭い範囲の水田に限られており、その多くは①期間が水稻の作付け期間(約5ヶ月)に限られており、年間流出を考慮していない、②実測頻度が10日に1回以下であるなど精度に問題がある、③実測水田の土壌タイプが偏っている、などの問題があると言われている¹⁾。そのように限られた実測データから栄養塩の流出率や原単位を決めているので、原単位法を用いた汚濁負荷推定は信頼性が乏しくならざるを得なかった。

2.2 土地利用別汚濁負荷流出タンクモデルの問題点

水系の水収支解析のために開発された「複合タンクモデル」^{2~5)}を基本として、水質サブモデルを加えたものである。農業用水の反復利用などの水循環特性を考慮して、水系全体がいくつかのブロックに分割される。それぞれのブロックは山地、水田、畑地、市街地の4種の土地利用ごとに細分され、それぞれの土地利用からの流出は独立した2~4段の直列タンクモデルで表される。これによって水量Qを求めた後に、L-Q式、もしくはC-Q式を用いて水田からの汚濁負荷量を推定するものである⁶⁾。しかしタンクモデルでは土地利用や水田の土壌分類の空間的な違いを考慮せずに集中的に扱ってしまうために、水田毎の水収支や汚濁負荷量推定までは行われておらず、農地からの汚濁負荷流出を予測する有効なモデルは、今のところ提出されていないのが実状である。

第三節 対象流域の概要

本研究で対象としたのは、琵琶湖に流入する日野川流域である。本節では、日野川流域と日野川流域土地改良区の水利用に関する概要を説明する。

3.1 琵琶湖総合開発と農業水利

琵琶湖総合開発事業が発足した1972年以降の農業水利事業は、主として琵琶湖沿岸地域を中心として展開された。法に定められた国庫補助率5%アップを背景として、逆水灌漑事業および圃場整備事業が中心であった。

昭和30年代から40年代にかけては、ダムによる水資源の開発など、近代化施設による大規模灌漑排水事業が農業水利事業の中心であったが、それによる灌漑受益地域は、各河川の上中流域に限られていた。特に、昭和40年代に入って、圃場整備の進展と新しい稲作技術の導入によって、水稻に対する水需要が増大すると、ダムの計画時点で予想した灌漑地域のうち、下流部には水が回らなくなってきた。またそれまでの農業用水は地下水に頼っていたのであるが、琵琶湖総合開発の進展と共に琵琶湖の水位がさがり、地下水からの供給も不足し始めた。

このために琵琶湖沿岸地域では競って、逆水灌漑事業が展開された。滋賀県における逆水灌漑地域を図 6-1⁷⁾に、事業の一覧を表 6-1⁸⁾に示す。この事業は、琵琶湖総合開発事業によって、湖面水位が1.50 m低下するために、揚水機のサクションを、水深4.0 mの沖合まで延長する事業も含まれた。このようにして、用水が確保されると湖岸地域でも、さらに一層圃場整備事業が展開された。それとともに、新しい水需要に対応するために、あるいはまた、新しい用水システムに対応す

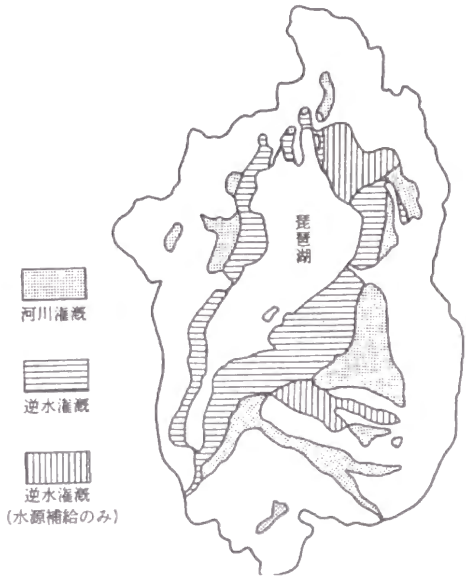


図6-1 逆水灌漑地域

表6-1 逆水灌漑一覧

使用者	所在市町村	組合名	面積 (ha)	最大揚水量 (m ³ /s)	累加取水量 (m ³ /s)	面積あたり (mm/日)
1 日野川(下流)	中主町	日野川下流	2209.00	7.315	7.315	28.61
2 日野川	近江八幡市	日野川	4546.10	7.305	14.620	13.88
3 雲西	彦根市	雲西	1376.90	6.177	20.797	37.76
4 安土	近江八幡市	琵琶湖揚水	1306.00	5.038	25.835	33.33
5 陸川左岸	びわ町	陸川左岸	1042.40	4.496	30.331	37.27
6 草津用水	草津市	草津用水	1270.38	4.042	34.373	27.49
7 彦根中部	彦根市	彦根中部	868.20	3.705	38.078	36.87
8 鶴川	高島町	鶴川	830.00	3.486	41.564	36.29
9 岡山	近江八幡市	岡山	533.70	3.299	44.863	53.41
10 天の川	近江町	天の川	827.00	3.200	48.063	33.43
11 湖北	木之本町	湖北	5050.00	2.700	50.763	4.62
12 長浜南部	長浜市	長浜南部	714.20	2.682	53.445	32.45
13 能登川	能登川町	能登川町	579.00	2.235	55.680	33.35
14 大中の湖	能登川町	大中の湖	510.78	2.195	57.875	37.13
15 大中の湖	能登川町	大中の湖	503.92	2.085	59.960	35.75
16 守山南部	守山市	守山南部	492.80	1.842	61.802	32.29
17 新旭	新旭町	新旭	393.50	1.729	63.531	37.96
18 湖北	びわ町	湖北	1064.00	1.565	65.096	12.71
19 入江	米原町	入江干拓	349.74	1.189	66.285	29.37
20 栗原新田	能登川町	栗原新田	146.60	1.043	67.330	61.59
21 新堀	近江八幡市	雲西	94.00	0.988	68.318	90.81
22 福富	能登川町	福富	175.21	0.981	69.279	47.39
23 水芝	近江八幡市	水芝	165.02	0.923	70.202	48.33
24 城南	安土町	城南	156.10	0.842	71.044	46.60
25 石田川	今津町	今津東部	297.70	0.804	71.848	23.33
26 守山北郡(木の浜)	守山市	木の浜	148.03	0.687	72.535	40.10
27 大比良	志賀町	大比良	92.10	0.685	73.220	64.26
28 マキノ	マキノ町	マキノ	320.10	0.677	73.897	18.27
29 守山北部	守山市	水保北川	74.48	0.538	74.435	62.41
30 早崎内湖	びわ町	早崎内湖	69.75	0.510	74.945	63.17
31 栗登	草津市	草津用水	158.03	0.453	75.398	24.77
32 松原	彦根市	彦根北部	92.00	0.409	75.807	38.41
33 アイノ五十川	新旭町	新旭町	120.00	0.404	76.211	29.09
34 栗原出在家	能登川町	出在家	66.70	0.400	76.611	51.81
35 管根沼	彦根市	管根沼	91.61	0.380	76.991	35.84
36 太田	守山市	法電川沿岸	70.20	0.347	77.338	42.71
37 三津屋	彦根市	三津屋	46.55	0.298	77.636	55.31
38 北津田	近江八幡市	高島町	24.27	0.285	77.921	101.46
39 栗田衣川	大津市	栗田	59.54	0.250	78.171	36.28
40 沖ノ島	能登川町	栗原新田	22.10	0.249	78.420	87.35
41 北島木	安曇川町	安曇川町	78.89	0.244	78.664	26.72
42 安曇川左岸	安曇川町	安曇川	356.17	0.225	78.889	5.46
43 北山田	草津市	草津用水	64.22	0.214	79.103	28.79
44 志那	草津市	草津用水	74.55	0.214	79.317	24.80
45 南小松	志賀町	南小松	50.40	0.180	79.497	30.86
46 八坂・江面東	彦根市	彦根南部	34.05	0.173	79.670	43.90
47 雄等	大津市	雄等町	46.32	0.171	79.841	31.90
48 中島	草津市	草津用水	54.88	0.166	80.007	26.13

使用者	所在市町村	組合名	面積 (ha)	最大揚水量 (m ³ /s)	累加取水量 (m ³ /s)	面積あたり (mm/日)
49 海津	マキノ町	マキノ町	33.70	0.166	80.173	42.56
50 今堅田	大津市	今堅田	60.86	0.161	80.334	22.86
51 木津	新旭町	新旭町	38.40	0.161	80.495	36.23
52 津田内湖	近江八幡市	津田内湖	83.00	0.137	80.632	14.26
53 大江	大津市	大江瀬田浦	38.29	0.130	80.762	23.33
54 龍川	高島町	龍川	25.71	0.130	80.892	43.69
55 谷呂	彦根市	彦根南部	65.05	0.119	81.011	15.81
56 美崎	守山市	美崎	34.93	0.118	81.129	29.19
57 元山田	草津市	草津用水	35.06	0.114	81.243	28.09
58 びわ南	湖北	湖北	71.00	0.113	81.326	13.75
59 新浜	草津市	草津用水	26.50	0.107	81.463	34.89
60 中の庄	近江八幡市	島西部	21.78	0.089	81.552	35.31
61 大宮川	志賀町	志賀町	37.65	0.088	81.640	20.19
62 南浜	志賀町	南浜	17.00	0.086	81.726	43.71
63 苗圃	大津市	苗圃	21.32	0.085	81.811	34.45
64 北比良・南比良	志賀町	大比良	28.10	0.084	81.895	25.83
65 今宿(今宿)	志賀町	今宿	36.32	0.082	81.977	19.51
66 今宿(田中)	志賀町	田中界	36.32	0.082	82.059	19.51
67 北浜	志賀町	北浜	31.80	0.078	82.137	21.19
68 中浜	志賀町	中浜	17.14	0.076	82.213	38.31
69 乙女が池	志賀町	志賀町	37.00	0.069	82.282	18.11
70 北小松	志賀町	龍川	11.48	0.062	82.344	46.66
71 八幡戸	志賀町	八幡戸	20.30	0.060	82.404	25.54
72 龍川	志賀町	龍川	31.46	0.057	82.461	15.65
73 荒川	志賀町	荒川	15.88	0.046	82.507	25.03
74 丹生川	志賀町	小野	5.41	0.045	82.552	71.87
75 今宿(小野)	志賀町	小野	5.41	0.045	82.597	71.87
76 北山田(畑)	草津市	北山田畑地灌漑	39.09	0.045	82.642	9.95
77 七番	守山市	七番	2.38	0.042	82.684	152.47
78 戸	志賀町	志賀町	21.28	0.036	82.720	14.62
79 菅浦	西浅井町	西浅井町	14.63	0.036	82.756	21.75
80 岩熊	西浅井町	西浅井町	13.00	0.036	82.792	23.93
81 大物	志賀町	大物	13.47	0.030	82.822	19.24
82 野畑	大津市	野畑改良区	3.32	0.028	82.850	72.87
83 赤尾	大津市	レーク大津	4.50	0.023	82.873	44.16
84 宮前	高島町	高島町	1.60	0.023	82.896	124.20
85 寺田	大津市	レーク大津	1.90	0.020	82.916	90.95
86 湯	近江八幡市	湯	46.63	0.015	82.931	2.78
87 北小松菅野	志賀町	志賀町	2.90	0.012	82.943	35.75
88 南船路	志賀町	志賀町	6.74	0.012	82.955	15.38
89 岡崎	近江八幡市	岡崎	0.55	0.010	82.965	157.09
90 浜の岸	高島町	高島町	28.10	0.010	82.975	3.07
92 中浜	びわ町	びわ町	3.30	0.003	82.978	7.85

合計			28807.12		82.978	24.89
----	--	--	----------	--	--------	-------

番号のイタリックは国営および県営事業施行分

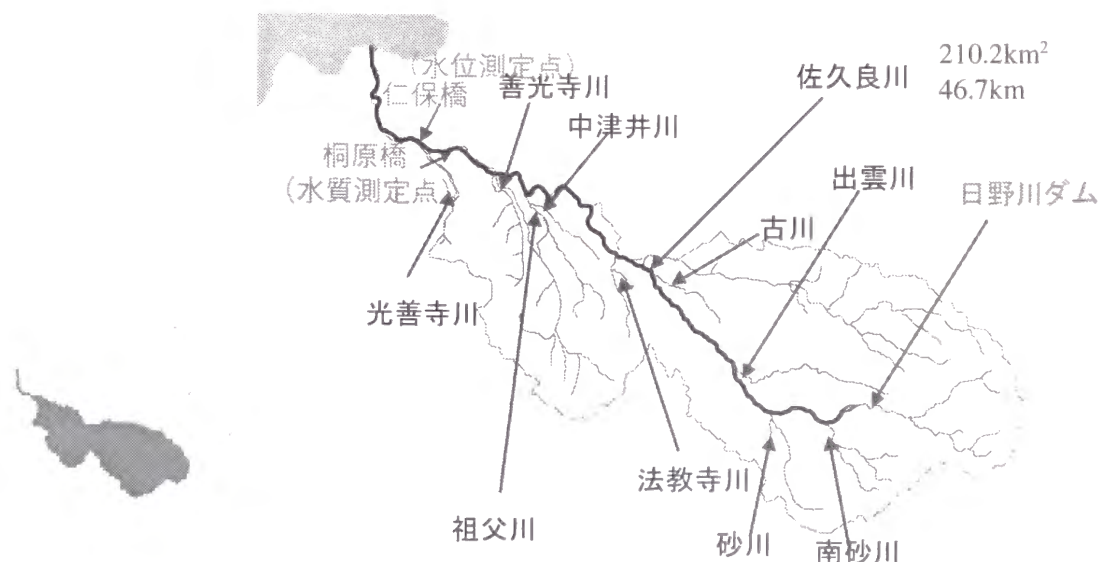


図6-2 日野川流域

るために電算機を利用した水管理システムの導入が図られた。

3.2 日野川流域

日野川は滋賀県南東部の標高の低い山岳地帯を水源とし、琵琶湖に流入する流域面積 210.1km²、流路延長46.7kmの一级河川である。日野川は琵琶湖に流入する河川の中では大規模な河川で、1995年の流域内の人口は約59,000人、工業出荷額は6,400億円/年である。図6-3に日野川流域の市町村、図6-2に日野川流域の位置、日野川流域の河道網、流域界を示す。日野川流域は、北側の愛知川流域と南側の野洲川流域に囲まれており、近江八幡市、野洲町、竜王町、甲西町、蒲生町、日野町、水口町、中主町の1市7町の一部または全域を含んでいる。流域の土地利用は大部分を占める森林を除くと水田が主で、この20年近く大きな変化は見られないが、建物用地だけは顕著に増えている(表6-2)。日野川流域は古くから水田農業の盛んな地域であったが、この地域の経済成長に合わせて、水田の農業生産性、労働生産性を上げるために、琵琶湖から多量の水をポンプで汲み上げ水田に給水する農業水利事業が進められたことにより余剰労働力が生じ、流域内に高速道路が通じたことによって多くの工場立地が進んだ。このように農業・工業による水利用が変化したために、日野川の水の流れ・水質は1960年代の状態から大きくかけ離れたものとなっていることが予想される。



図6-3 日野川流域と市町村

表6-2 日野川流域の土地利用

土地利用	1976		1991	
	面積 [km ²]	%	面積 [km ²]	%
森林	105.2	50.1	101.5	48.3
水田	61.0	29.1	59.2	28.2
その他の農地	2.9	1.4	4.7	2.2
建物用地	11.4	5.4	15.7	7.4
道路	0.6	0.3	0.8	0.4
荒地	5.1	2.4	5.2	2.5
ゴルフコース	-	-	4.0	1.9
その他	13.0	6.2	8.4	4.0
河川・湖沼	10.9	5.2	10.7	5.1
合計	210.1	100.0	210.1	100.0

3.3 日野川農業水利事業と日野川流域土地改良区⁹⁾

かつて日野川流域の水田用水は、日野川およびその支流の佐久良川にある多数の井堰や溜め池、また下流ではクリークや地下水の不安定な水源に頼っていた。この頃の状況については、経済企画庁発行の「淀川・大和川・紀の川利水現況図」に、昭和43年当時の水田と、井戸の所在地・その揚水量、取水施設の所在地（図 6-4）とその常時取水量が記録されている。



図6-4 昭和43年当時の日野川流域の利水状況

日野川農業水利事業は、日野川沿いに広がる水田4,986ha、畑225haに対し、灌漑施設の統合と新たに用水供給を行おうとするもので、井堰、溜め池掛かり地域では井堰を統廃合し日野川本川に6ヶ所（小井口、別所、蒲生、名神日野川、必佐、鎌掛）、佐久良川水系に3ヶ所（原、鳥居平、蓮花寺）の頭首工を設け、既設井堰6ヶ所とともに河川取水し、既設溜め池119ヶ所と併せ地区内に配水している（図 6-5）。これらでなお用水不足を生ずる地域については日野川上流の蔵王ダムおよび近江八幡市の琵琶湖畔にある揚水機場から逆水によって補給している。

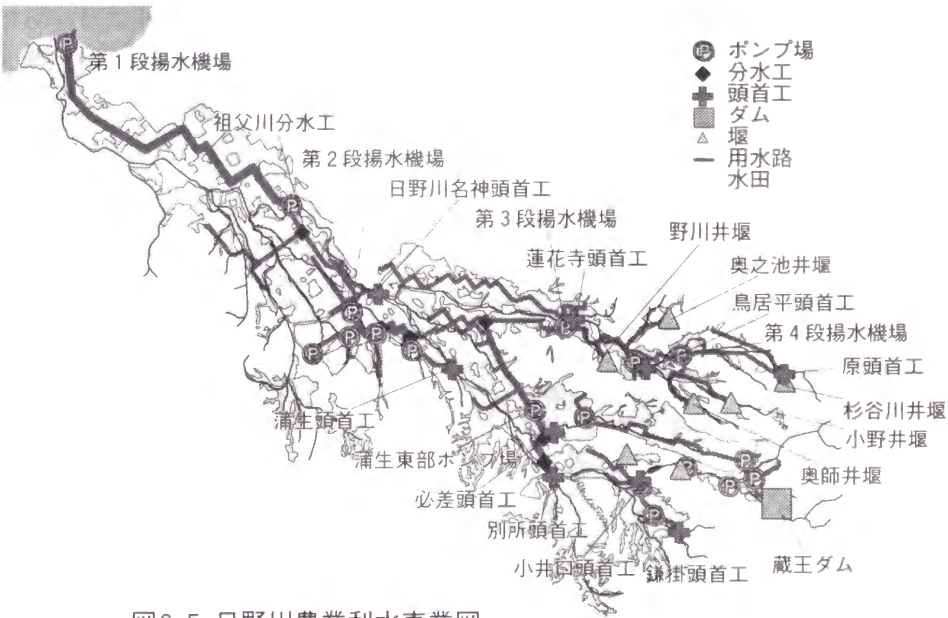


図6-5 日野川農業利水事業図

最大取水量としては、蔵王ダムからは0.976 m³/s、頭首工からは5.36 m³/s、琵琶湖の揚水施設からは7.30 m³/s 取水する事業計画となっており、この管路、用水路と堰、ダムを中心とした用水系統は日野川流域土地改良区で管理されている。

3.4 日野川流域の用水系統

日野川流域では、通常はダムや堰で取水した水とため池の水を用いて灌漑を行っており、そ

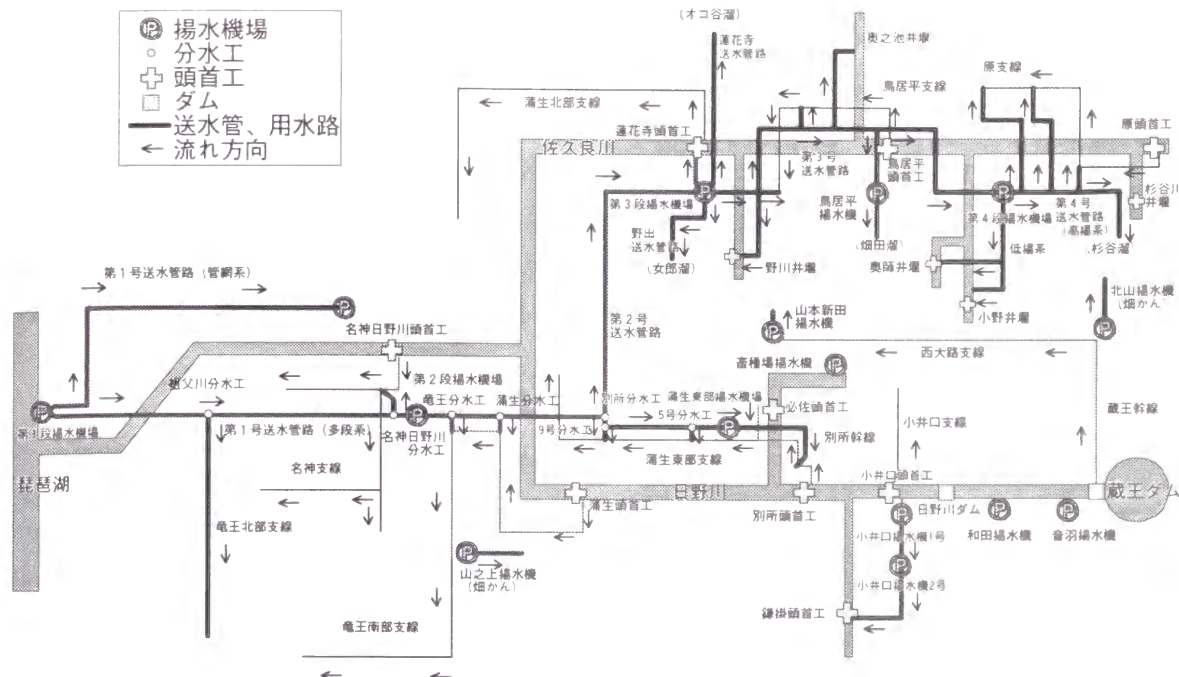


図6-6 用水系統模式図

れて足りない水を琵琶湖からポンプ・管路システムで汲み上げて使用している。図 6-6に日野川と農業用水の系統を模式化したものを示す。琵琶湖から4段のポンプと送水管路を用いて、佐久良川上流域と日野川中流域まで用水を圧送している。途中、分水工で用水路等に用水を分配し、水田への配水を行っている。一方、日野川上流域では、蔵王ダムおよび数個の堰によって日野川本川から取水を行い灌漑を行っている。これらの系統は、30の用水支線系統に分割することができる。また、各用水支線系統内には分水工が設置されており、そこから水田への配水が行われている(表 6-3および図 6-7)。この図は「県営日野川地区土地改良事業一般計画平面図」¹⁰⁾を元に作成したもので、用水系統ごとに色分けした用水系統地区を表している。この図では、同色の用水系統地区がいくつかのブロックに分けられているが、これは分水工別の給水エリアを示すものである。この地図より、日野川用水系統内に121の分水栓が存在していることがわかった。

表6-3 日野川地区の用水系統

主要送水系統	用水支線系統番号	用水支線系統名	水田面積(ha)	系統内分水工数
第1号送水管路系	1	管網系送水管路	1098.60	12
	2	蔵王北部送水管路+柔師送水管路	237.75	7
	3	名神支線用水路	379.61	10
第2号送水管路系	4	山之上幹線+蔵王南部支線用水路+蒲生支線送水管路+宮川支線送水管路+岡屋支線送水管路	482.79	18
	5	山之上畑かん	17.52	2
	6	別所幹線+蒲生東部支線用水路+錦物師支線用水路+岡本支線用水路+田井支線用水路	534.21	15
第3号送水管路系	7	蒲生北部支線用水路	354.15	12
	8	蓮花寺送水管路	56.70	1
	9	蓮花寺右岸直接	17.67	1
	10	蓮花寺左岸直接	34.75	1
	11	野出送水管路	23.89	1
	12	野川送水管路	8.40	1
	13	鳥居平支線用水路	58.90	3
	14	奥之池送水管路	18.05	1
第4号送水管路系	15	鳥居平左岸送水管路+集ぼ水路	19.29	1
	16	鳥居平支線送水管路	15.23	1
	17	原支線用水路	97.76	6
	18	杉谷畑	15.75	1
	19	奥師送水管	8.95	1
	20	小野送水管	57.80	1
	21	蔵王幹線+西大路支線用水路	318.60	13
	22	山本新田	50.33	1
蔵王ダム・日野川上流	23	小井口支線用水路+木津支線用水路	138.93	5
	24	日野川支線	81.75	1
	25	和田井堰	1.71	1
	26	和田ポンプ場	4.05	1
	27	音羽ポンプ場	10.03	1
	28	大井堰		1
	29	四号井堰	0.48	0
	30	大正池	10.63	1
その他			4154.26	121

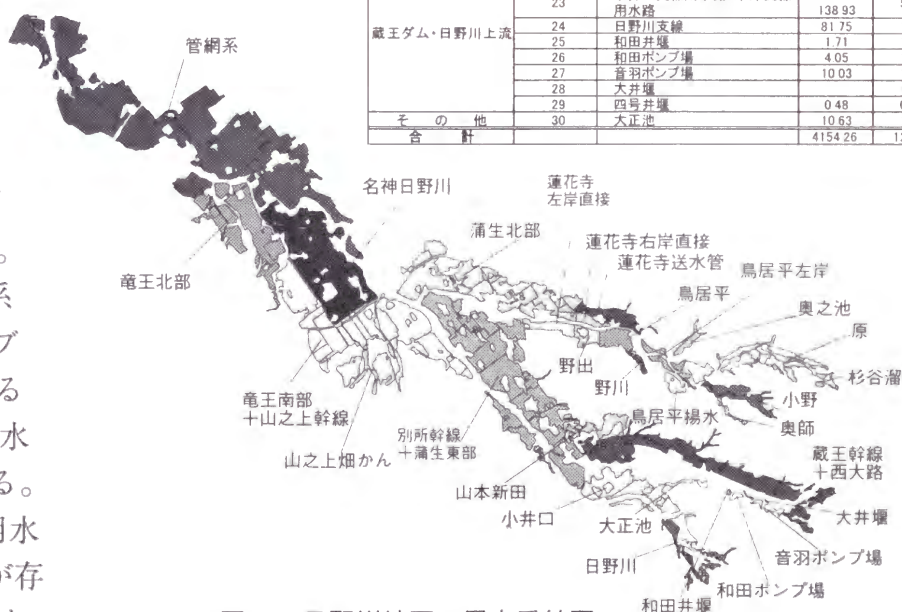


図6-7 日野川地区の用水系統図

3.5 現在の日野川流域の農業用水量（取水源別（琵琶湖、ダム、堰、雨水））

日野川土地改良区では堰、ダム、揚水機場からの取水量が時々刻々記録されている。毎日の取水量が記録されている「管理月報（1993年～1998年）」¹¹⁾と、気象庁蒲生アメダス観測所の日降水量データ¹²⁾をもとに、琵琶湖からの取水、河川からの取水、ダムからの取水、降水の4項目にまとめて、日野川土地改良区全体の農地供給水を明らかにした。1993年～1998年までの結果を図 6-8 に、年間の合計値を表 6-4 に示す。表は非灌漑期間（10月～3月）の降水量

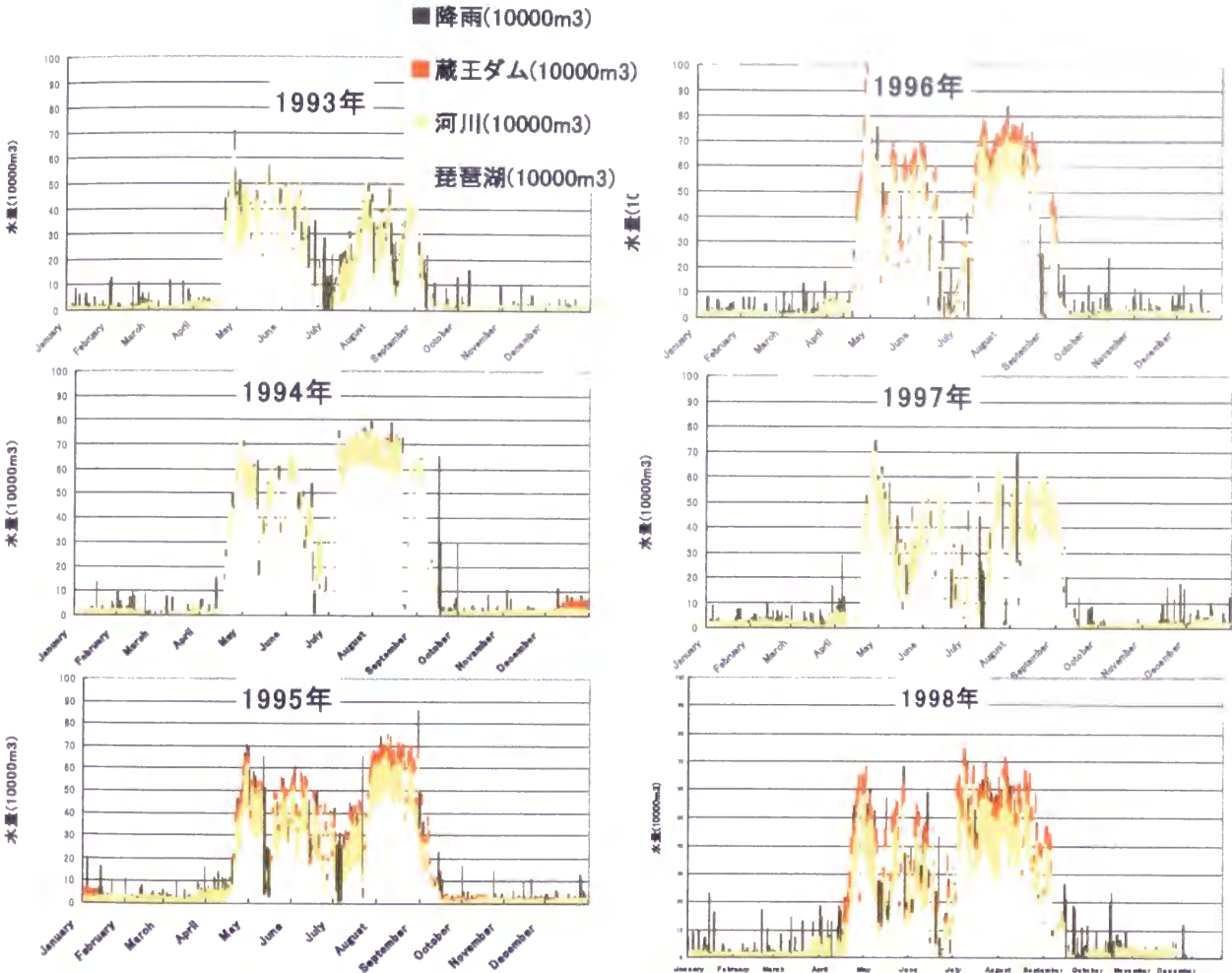


図6-8 日野川土地改良区の農地への供給水量

表6-4 水源別年間農地供給水量

取水源	琵琶湖 A	日野川 B	出雲川 C	北砂川 E	佐久良川 F	河川合計 B-F
年度	100m ³	100m ³	100m ³	100m ³	100m ³	100m ³
1993	256,891	200,544	334	0	45,626	246,503
1994	597,972	184,218	75	714	52,429	237,436
1995	341,493	215,089	8	0	111,400	326,497
1996	448,910	181,756	801	0	84,197	266,755
1997	324,513	207,175	1,764	0	108,486	317,425
1998	315,986	215,740	986	0	107,134	323,860
合計	2,285,765	1,204,522	3,969	714	509,272	1,718,476

取水源	琵琶湖 A	日野川 B	出雲川 C	北砂川 E	佐久良川 F	河川合計 B-F
年度	%	%	%	%	%	%
1993	27	21	0	0	5	26
1994	54	17	0	0	5	22
1995	29	19	0	0	10	28
1996	42	17	0	0	8	25
1997	29	19	0	0	10	29
1998	29	20	0	0	10	30
合計	35	19	0	0	8	27

取水源	蔵王ダム G	総配水量 A-G	降雨		合計 A-H
年度	100m ³	100m ³	年間 mm	灌漑期 4月-9月 mm	100m ³
1993	91	503,485	1,586	1,154	447,506
1994	4,722	840,130	954	670	259,817
1995	45,640	713,630	1,576	1,149	445,567
1996	43,483	759,148	1,366	784	304,025
1997	56,224	698,162	1,540	1,047	406,013
1998	56,093	695,939	1,604	1,003	388,950
合計	206,253	4,210,494	8,626	5,807	2,251,878

取水源	蔵王ダム G	総配水量 A-G	降雨		合計 A-H
年度	%	%		灌漑期 H %	%
1993	0	53		47	100
1994	0	76		24	100
1995	4	62		38	100
1996	4	71		29	100
1997	5	63		37	100
1998	5	64		36	100
合計	3	65		35	100

を除いた値でとした。これによると、灌漑用水の多くを琵琶湖および河川取水堰、降水からの水に頼っていることが示されている。1995年からは蔵王ダムからの用水供給も本格的に始まり、ダムからの用水供給も大きな割合を占めていることがわかる。1994年と1996年の渇水年には、琵琶湖からの給水量が大きく、逆水灌漑事業が用水の安定供給へ果たしている役割は大きいようである。このように水田への用水の多くを琵琶湖の水に頼るということは、水田に使用し得る水が増えたということで、この事業が行われる以前とは農地からの排水量・排水負荷が変化していることが予想される。

第四節 日野川流域のデータの整備

第2章で整備したデータに加え、本章のために整備したデータについてまとめる。

4.1 日野川流域界

滋賀県八日市土木事務所発行の「日野川流域図」¹³⁾によると、本川に合流する支川の集水域に応じて13の小流域に分割することができる。作成した流域界レイヤーを図 6-9に、小流域の流域面積を表 6-5に示す。この地図をもとに、デジタイザ、MapInfoを用いて日野川流域を13の小流域に分割する河川流域境界線をMapInfoへ入力した。この「日野川流域界レイヤーは」、水田からの排水が支川を通じて日野川本川に流下するとし、水田がどの支川流域に属しているかを決定するために使用した。また、このレイヤーは第7章でも使用している。

表6-5 日野川流域の小流域の流域面積

No.	流域名	Area(km ²)
1	蔵王ダム・日野川ダム流域	22.42
2	南砂川流域	17.83
3	出雲川流域	13.03
4	砂川流域	19.02
5	大平川・須川・古川流域	21.89
6	佐久良川上流域	25.63
7	佐久良川下流域	22.09
8	法教寺川流域	7.27
9	祖父川流域	30.09
10	中津井川流域	7.12
11	善光寺川流域	14.64
12	光善寺川流域	7.94
13	仁保橋下流域	1.15
合計		210.10

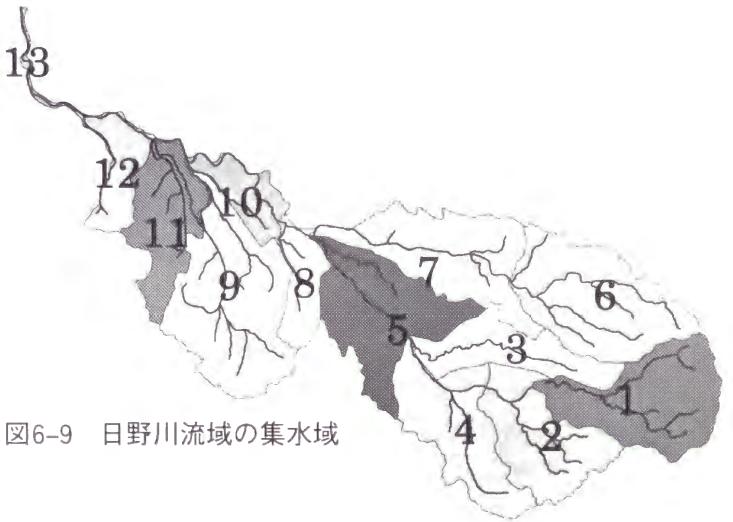


図6-9 日野川流域の集水域

4.2 日野川流域取配水施設

平成7年の農業の利水現況について日野川流域を対象にデータを整備した。図6-5に示した県営日野川地区土地改良事業一般計画平面図¹⁰⁾ (1:10,000) より、揚水機場、頭首工、ダムをポイントデータとして入力した。

また、日野川土地改良区所有の管理月報¹¹⁾ から、1993年～1998年の土地改良区内の揚水機場、頭首工、分水工、ダムの日流量データを属性データとして入力した。送水量が管理月報に記録されている施設は41カ所存在し、これを図6-6、図6-7の用水系統模式図、用水系統図と照らしあわせることで、各取配水施設の水源、送水先の系統を決定した。結果を表 6-6に示す。これらの送水量データおよび送水先の関係は、水田への毎日の配水量を計算するのに用いた。

表6-6 日野川土地改良区で記録されている送水量記録箇所と送水先

記録番号	施設名称	施設の箇所	水源	送水先	主要送水系統
1	管網系	第1段揚水機場	琵琶湖	管網系送水管路	第1号送水管路系
2	第1号送水	第1段揚水機場	琵琶湖	第1号送水管路	
3	祖父川分水	祖父川分水工	琵琶湖	竜王北部送水管路	
4	名神分水	名神日野川分水工	琵琶湖	名神支線用水路	
5	名神頭首工	名神日野川頭首工	日野川	名神支線用水路	
6	第2段吐出	第2段揚水機場	琵琶湖	第2段揚水機場調整池	第2号送水管路系
7	第2号送水	第2段揚水機場	琵琶湖	第2号送水管路	
8	竜王分水	竜王分水工	琵琶湖	山之上幹線	
9	蒲生分水	蒲生分水工	琵琶湖	山之上幹線	
10	蒲生頭首工	蒲生頭首工	日野川	山之上幹線	
11	9号分水	9号分水工	琵琶湖	蒲生東部支線用水路	第3号送水管路系
12	5号分水	5号分水工	琵琶湖	蒲生東部支線用水路	
13	必佐頭首工	必佐頭首工	出雲川	蒲生東部支線用水路	
14	別所頭首工	別所頭首工	日野川	蒲生東部支線用水路	
15	蒲生東部揚水	蒲生東部揚水機場	琵琶湖	別所幹線	
16	第3段吐出	第3段揚水機場	琵琶湖	第3段揚水機場調整池	第4号送水管路系
17	第3号送水	第3段揚水機場	琵琶湖	第3号送水管路	
18	蓮花寺送水	第3段揚水機場第二段調整池	琵琶湖+佐久良川	蓮花寺送水管路	
19	野出送水	第3段揚水機場	琵琶湖	野出送水管路	
20	蒲生北部送水	第3段揚水機場	琵琶湖	蒲生北部支線用水路	
21	蓮花寺頭首工右	蓮花寺頭首工右岸側	佐久良川	蒲生北部支線用水路	第5号送水管路系
22	蓮花寺頭首工右岸送水	蓮花寺頭首工右岸側	佐久良川	蓮花寺左岸へ	
23	第二段調整	第3段揚水機場第二段調整池	琵琶湖+佐久良川	蓮花寺左岸へ	
24	蓮花寺頭首工左	蓮花寺頭首工左岸側	佐久良川	蓮花寺左岸へ	
25	鳥居平頭首工左	鳥居平頭首工左岸側	佐久良川	鳥居平左岸送水管路	
26	鳥居平頭首工右	鳥居平頭首工右岸側	佐久良川	鳥居平支線用水路	第6号送水管路系
27	鳥居平揚水	鳥居平揚水機場	琵琶湖+佐久良川	鳥居平左岸送水管路	
28	第4段吐出	第4段揚水機場	琵琶湖	第4段揚水機場調整池	
29	第4号高揚程	第4段揚水機場	琵琶湖	第4号送水管路(高揚程)	
30	第4号低揚程	第4段揚水機場	琵琶湖	第4号送水管路(低揚程)	
31	原頭首工	原頭首工	佐久良川	原支線用水路	第7号送水管路系
32	杉谷吐出	杉谷溜吐工	琵琶湖	杉谷溜	
33	蔵王ダム	蔵王ダム	蔵王ダム	蔵王幹線+西大路支線用水路	
34	北山畑かん揚水機	北山畑かん揚水機場	蔵王ダム	蔵王幹線+西大路支線用水路	
35	山本新田揚水機	山本新田揚水機場	蔵王ダム	蔵王幹線+西大路支線用水路	
36	鎌掛頭首工	鎌掛頭首工	北砂川	日野川支線	蔵王ダム + 日野川上流系
37	小井口揚水	小井口揚水機場	日野川	日野川支線	
38	小井口頭首工左	小井口頭首工左岸側	日野川	小井口支線用水路	
39	小井口頭首工右	小井口頭首工右岸側	日野川	小井口支線用水路	
40	四号井堰	四号井堰	日野川	四号井堰	
41	大井井堰	大井井堰	日野川	大井井堰	

4.3 県営日野川地区土地改良事業一般計画平面図（1:10,000）

前項4.2の県営日野川地区土地改良事業一般計画平面図¹⁰⁾（1:10,000）を元に、配水区域界をポリゴンデータとして入力した(図6-7)。この地図は日野川土地改良区内の用配水系統および配水区域が示されており、各配水口と配水区域の対応がわかる。すでに述べたように、各末端水田への配水量を算出するために、水田への用水系統の決定と、水田面積の決定に用いた。

4.4 水田GIS（農水GIS）

第2章で整備した「農水GIS」から日野川流域に関連する市町村部分に関連する市町村部分を抽出した。このデータには水田か畑地かを示す「地目コード」と農地の排水性を示す「排水性コード」が含まれている¹⁴⁾。「地目コード」は、前項4.3の配水区域内における水田部分を決定するのに用いた。図 6-10に日野川流域内の「地目コード」が

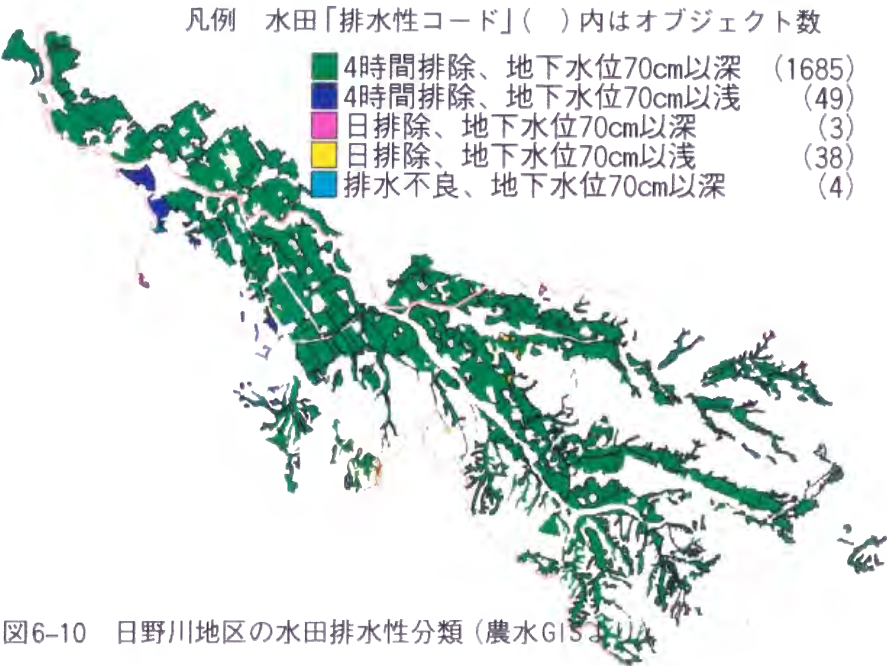


図6-10 日野川地区の水田排水性分類（農水GISより）

水田である区域の「排水性コード」分類図を示す。また、「排水性コード」を利用し、それらの水田の排水性を決定し、浸透水量を計算するのに用いた。

4.5 道路

上記で抽出した農水GISの水田ポリゴンは、道路部分を含んでおり、正確な面積を有していなかった。そこで、「滋賀県GIS」において整備されている滋賀県内の道路データから、日野川流域に関連する市町村内の道路を抽出した。このデータはラインデータで属性データとして幅員を有していた。その幅員は5.5m以上のものしか含まれていないため、GISのバッファリング機能を用いて幅員10mのポリゴンデータとし、水田とオーバーレイ解析を行うことにより、対象エリア内の水田から道路部分を除外し、水田の面積を求めた。ここで、整備した道路データを図 6-11に示す。

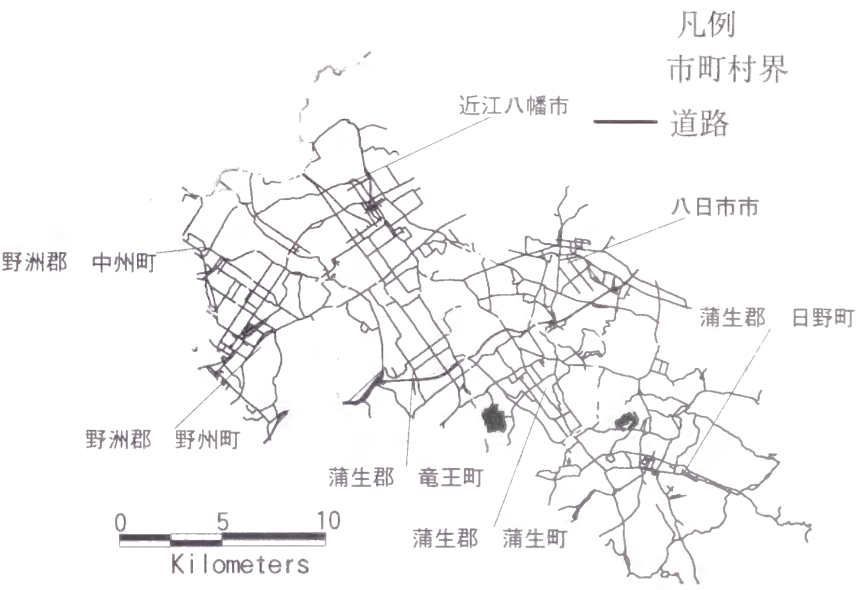


図6-11 日野川流域の市町村の道路データ

4.6 減反面積率

滋賀県における1993年から1997年の米の生産調整にかかわる資料^{15, 16)}から、日野川流域を含む各市町村の各年ごとの減反面積データを抜き出し、各市町村内の水田面積（＝農水GISの「地目コード」水田から道路ポリゴンを差し引いた領域の面積）との比率から各市町村の水田減反率を求めた。但し1998年は資料を入手しなかったため、1993年～97年までの平均値をとった。各市町村の水田減反面積率を表 6-7に示す。農水GISの水田から道路を除外したレイヤーと市町村界と用配水系統の3つのレイヤーをオーバーレイし、日野川流域土地改良区内の各用水系統地区ごとの水田減反率を求めて、水田面積の補正に用いた。

表6-7 各市町村の年度ごと減反率

市町村名	年度					
	H5	H6	H7	H8	H9	H10
近江八幡市	19.51	8.86	11.14	14.91	15.96	14.08
八日市市	18.23	8.23	10.63	12.52	13.03	12.53
蒲生町	18.64	8.17	9.98	13.56	14.11	12.89
日野町	14.30	7.88	9.92	11.72	12.32	11.23
竜王町	19.06	8.91	10.73	14.67	14.98	13.67
中主町	20.90	8.74	11.16	15.58	15.83	14.44
野洲町	19.10	8.79	11.15	15.37	16.14	14.11

4.7 土壌分類

第2章で整備した「地質レイヤー」のデータを、水田の土壌タイプを分類するのに用いた。図 6-12に日野川流域土地改良区内の地質タイプ分類を示す。日野川流域内には18種類の地質タイプがある。

4.8 降水量

気象庁アメダス観測網の蒲生観測所の1993年から1998年までの気象データ¹²⁾、および彦根気象台の相対湿度と大気圧¹⁷⁾を準備した。降雨成分による水田への供給水量の計算と蒸発散量の計算に用いた。

4.9 検証用データ

(9-1) 流量

建設省・琵琶湖工事事務所では、日野川仁保橋地点(図6-2)に

おける8:00, 17:00の水位データを測定している¹⁸⁾。これを流量への換算式¹⁸⁾を用いてその時間における流量を算出した。水田からの排水が日野川の流量に占める割合を検討するのに用いた。

(9-2) 水質

滋賀県立衛生環境センターが、日野川桐原橋地点(図6-2)で行っている水質常時測定データ¹⁹⁾を整備した。水田からの汚濁負荷量との比較をするのに用いた。

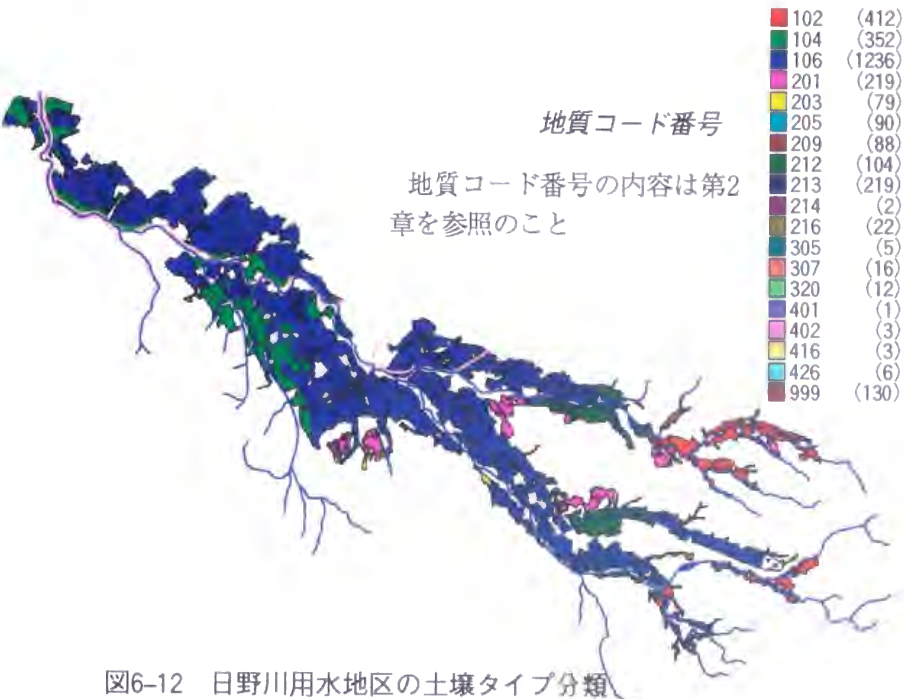


図6-12 日野川用水地区の土壌タイプ分類

第五節 水田からの排水量の推定

5.1 概説

第二節で考察したように、原単位法では実際の水管理を考慮した排水量や汚濁負荷量の推定が行えない。一方、タンクモデルでは用水供給や維持湛水深の変化等の水管理および土壌タイプまで考慮することができるが、各水田毎にパラメータを決定するのが困難であるという欠点があった。

日野川土地改良区では逆水灌漑事業にともない、揚水機の揚水量、頭首工の取水量、分水路の分水量等の詳細なデータが記録されている。また土壌や農地に関する情報を入手することができたので、それらをGISに地理情報として統合し、これらを活用することのできる分布型の水収支モデルを考案し、それらを用いて、水田の水収支を明らかにし、水田からの排水量を算定することとした。本節では、その各コンポーネントの計算の仕方を説明する。なお、日野川流域内には日野川土地改良区管理の用水系統を用いず、天水や地下水に依存した水田経営を行っている農家もあるが、それらの水使用については実態が明らかでないために、以下の計算では日野川土地改良区に所属している水田のみを扱うことにした。

5.2 水田の水収支のモデル化

図 6-13²⁰⁾は水田の水収支を模式的に表している。本研究でも、水田への供給水は用水系統からの配水と降雨からなり、蒸発散、浸透、落水口からの地表排出によって系外へ出ると仮定した。この収支の残差として、貯留量の変化が生じる。水田農業では稲の生育状況によって水田に湛水する水の深さ(維持湛水深)をコントロールするので、この維持湛水深が水田の貯留量、排水量に大きく影響する。維持湛水深は作付け期間のみコントロールされるので、ここでは、水田の水収支を以下のよう

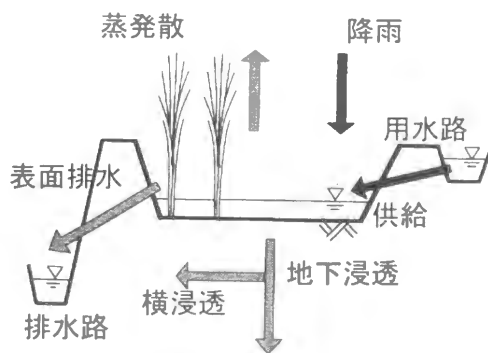


図6-13 水田の水収支模式図

に作付け期間(=灌漑期)、非作付け期間(=非灌漑期)に分けて考えた。
 なお、作付け期間は代かきの開始から、収穫までの期間とし、非作付け期間は作付け期間以外の期間であるとした。本研究では1993年～1998年までの「管理月報」から、それぞれの年の代かきの日にちを1993年は4月22日、1994年は4月18日、1995年は4月14日、1996年は4月21日、1997年は4月19日、1998年は4月20日と決定し、収穫は9月10日とした。

5.2.1 作付け期間の水田水収支

日々の水田への供給量から、蒸発散量と浸透量を差し引いた分が、正味の水田の貯水増加量と見込まれる。前日の水田水深にこれを足し、その量から維持湛水深を超えた分量が水田外へ表面排水されるものとする。

つまり、

$$[\text{当日の貯水量増加分}] = [\text{水田への供給量}] - [\text{浸透量}] - [\text{蒸発散量}]$$

となり、

$$[\text{当日の貯水量増加分}] + [\text{前日の水位}] > [\text{当日の湛水深}] \text{ の場合}$$

$$[\text{表面排水量}] = ([\text{当日の水位}] - [\text{湛水深}]) \times [\text{水田面積}]$$

$$[\text{当日の水位}] = [\text{湛水深}]$$

または、

$$[\text{当日の貯水量増加分}] + [\text{前日の水位}] < [\text{湛水深}] \text{ の場合、}$$

$$[\text{表面排水量}] = 0$$

$$[\text{当日の水位}] = [\text{当日の貯水量増加分}] + [\text{前日の水位}]$$

となる。

5.2.2 非作付け期間の水田水収支

非作付け期間においては、水田に湛水されることはなくなるので、[前日の水位]=0、[湛水深]=0となり、水田における貯留はなくなるが、土壌貯留が存在し、土壌が飽和したときに限り、横方向浸透並びに鉛直方向浸透が生じると考えた。なお、蒸発散は土壌の飽和・非飽和に限らず生じると考えた。

このとき、

$$[\text{前日の土壌貯留量}] + [\text{水田への供給量}] < [\text{蒸発散量}] \text{ の場合、}$$

$$[\text{蒸発散量}] = [\text{前日の土壌貯留量}] + [\text{水田への供給量}]$$

$$[\text{当日の土壌貯留量}] = 0$$

となる。

そうでなく、

$$0 < [\text{前日の土壌貯留量}] + [\text{水田への供給量}] - [\text{蒸発散量}] < [\text{土壌飽和量}]$$

の場合、

$$[\text{排水量}] = 0$$

$$[\text{当日の土壌貯留量}] = [\text{前日の土壌貯留量}] + [\text{水田への供給量}] - [\text{蒸発散量}]$$

となり、

$$[\text{前日の土壌貯留量}] + [\text{水田への供給量}] - [\text{蒸発散量}] > [\text{土壌飽和量}]$$

の場合、

$$[\text{排水量}] = [\text{前日の土壌貯留量}] + [\text{水田への供給量}] - [\text{蒸発散量}] - [\text{土壌飽和量}]$$

$$[\text{当日の土壌貯留量}] = [\text{土壌飽和量}]$$

となる。

なお、[排水量]は[横方向浸透量]、[鉛直方向浸透量]、[表面排水量]の順で優先的に水量を割り当てること、つまり[横方向浸透量]の最大値を超えた場合に、[鉛直方向浸透量]が生じ、[横方向浸透量の最大値]と[鉛直方向浸透量]の和を越えた場合に、[表面排水量]が生じるようにした。

5.3 水田への供給水

水田への供給水は、用水系統からの配水と降水からなる。従って、

[水田への供給水量 mm/day]

$$= [\text{水田への配水量（用水系統から） mm/day}] + [\text{降水量 mm/day}]$$

である。

降水による供給量については、蒲生観測所におけるアメダス観測データを全ての水田に対して用いた。

5.3.1 各用水系統への配水量（用水系統から）の推定式

各水田への配水量を算出するために、まず用水支線系統ごとの配水量の算出を行った。

日野川流域土地改良区では、表6-6で示した揚水機場、分土工等の41箇所の場所で送水量が日々記録されている。これらのデータと図6-6の用水系統模式図をもとに、地区内の30の用水支線系統への配水量推定式を表 6-8のように決定した。これによって、毎日の各用水系統への配水量を推定することができた。

5.3.2 各用水系統に属する水田面積の決定

「県営日野川地区土地改良事業一般計画平面図」から得られる用水地区内には水田以外にも建物用地や道路を含んでいる。ここでは農水GISの「地目コード：水田」のオブジェクトと「道路レイヤー」とオーバーレイ解析を行うことにより、正確な水田エリアを決定し、その各用水系統地区内の水田面積を算出した。表 6-9は各用水系統別に地区面積、水田面積、畑面積等を示している。この表が示すように、各用水系統内において畑地等水田以外の農地利用が占める割合は、水田の面積4796haに対して80.8haと非常に小さいので、各用水系統への配水は全量水田に対して用いられているものとした。

このようにして、各用水系統地区内における「水田」の面積が明らかとなったが、これらの水田は年度ごとに生産調整（＝減反）を行っているので、毎年水田の面積は異なる。前節で整

表6-8 用水系統への配水量計算式

用水支線 系統番号	用水支線系統名	各用水系統への配水量の計算式	水源	主要送水系統	
1	管網系送水管路	管網系	琵琶湖	第1号送水管路系	
2	竜王北部送水管路+薬師送水管路	祖父川分水	琵琶湖		
3	名神支線用水路	名神頭首工+名神頭分水	琵琶湖+日野川		
4	山之上幹線+竜王南部支線用水路+蒲生堂支線送水管路+宮川支線送水管路+岡屋支線送水管路	蒲生頭首工+蒲生分水+竜王分水 一山之上畑かん揚水	琵琶湖+日野川	第2号送水管路系	
5	山之上畑かん	山之上畑かん揚水	琵琶湖+日野川+出雲川		
6	別所幹線+蒲生東部支線用水路+錆物師支線用水路+岡本支線用水路+田井支線用水路	別所頭首工+必佐頭首工 +蒲生東部揚水+5号分水+9号分水	琵琶湖+日野川+出雲川	第3号送水管路系	
7	蒲生北部支線用水路	蒲生北部送水+蓮花寺頭首工右 一蓮花寺頭首工右岸送水	琵琶湖+佐久良川		
8	蓮花寺送水管路	蓮花寺送水	琵琶湖+佐久良川		
9	蓮花寺右岸直接	蓮花寺頭首工右岸送水	佐久良川		
10	蓮花寺左岸直接	蓮花寺頭首工左+第二段調整 一蓮花寺送水	琵琶湖+佐久良川		
11	野出送水管路	野出送水	琵琶湖	第4号送水管路系	
12	野川送水管路	鳥居平頭首工右+鳥居平頭首工左 +第3号送水 一第4段吐出一鳥居平揚水	琵琶湖+佐久良川		
13	鳥居平支線用水路				
14	奥之池送水管路				
15	鳥居平左岸送水管路+県ぼ水路	鳥居平揚水	琵琶湖+佐久良川		
16	鳥居平支線送水管路	原頭首工+第4号高揚程一杉谷溜吐出	琵琶湖+佐久良川		
17	原支線用水路	杉谷溜吐出	琵琶湖		
18	杉谷溜	第4号低揚程	琵琶湖		
19	奥師送水管	蔵王ダム一山本新田 山本新田 小井口頭首工左+小井口頭首工右 鎌掛頭首工+小井口揚水 不明 不明 不明 大井堰 四号井堰 不明	蔵王ダム	蔵王ダム・日野川上流	
20	小野送水管		蔵王ダム		
21	蔵王幹線+西大路支線用水路		蔵王ダム		
22	山本新田		蔵王ダム		
23	小井口支線用水路+木津支線用水路		日野川		
24	日野川支線		日野川+北砂川		
25	和田井堰		日野川		
26	和田ポンプ場		日野川		
27	音羽ポンプ場		日野川		
28	大井堰		日野川		
29	四号井堰		日野川		
30	大正池	不明	大正池	その他	

表6-9 日野川地区用水系統の農地面積

用水支線 系統番号	用水支線系統名	地区面積 ha	水田面積 (現在)ha	畑面積 ha	牧草地 面積 ha	樹園地 面積 ha	農地面積 合計 ha
1	管網系送水管路	1,659	1,272	14.2			1,287
2	竜王北部送水管路+薬師送水管路	347	274				274
3	名神支線用水路	533	437	1.0			438
4	山之上幹線+竜王南部支線用水路+蒲生堂支線送水管路+宮川支線送水管路+岡屋支線送水管路	700	555	1.3			557
5	山之上畑かん		20	43.6		7.6	71
6	別所幹線+蒲生東部支線用水路+錆物師支線用水路+岡本支線用水路+田井支線用水路	758	609	0.1			609
7	蒲生北部支線用水路	505	406	4.7			411
8	蓮花寺送水管路	74	63				63
9	蓮花寺右岸直接	24	20				20
10	蓮花寺左岸直接	47	39				39
11	野出送水管路	34	27				27
12	野川送水管路	11	9				9
13	鳥居平支線用水路	83	66				66
14	奥之池送水管路	50	20				20
15	鳥居平左岸送水管路+県ぼ水路		22				22
16	鳥居平支線送水管路	24	17				17
17	原支線用水路	173	109				109
18	杉谷溜	20	18	0.1			18
19	奥師送水管	12	10				10
20	小野送水管	78	65				65
21	蔵王幹線+西大路支線用水路	502	356	1.4	0.0	0.3	357
22	山本新田		56		1.2		57
23	小井口支線用水路+木津支線用水路	188	155	0.6			156
24	日野川支線	117	91	3.4		1.0	96
25	和田井堰	2	2				2
26	和田ポンプ場	5	5				5
27	音羽ポンプ場	14	11				11
28	大井堰	1	1				1
29	四号井堰						0
30	大正池	14	12	0.4			12
合 計		5,973	4,746	70.7	1.2	8.9	4,827

備した、年度ごとの用水系統地区毎の減反率（表 6-10）をこれに掛け合わせて、毎年の水田面積を補正し、水田面積を決定した。

表6-10 用水系統地区毎の減反率

番号	支線系統名	年毎減反率(%)					
		1993	1994	1995	1996	1997	1998
1	管網系送水管路	19.51	8.86	11.13	14.91	15.96	14.08
2	竜王北部送水管路+薬師送水管路	19.06	8.91	10.73	14.67	14.98	13.67
3	名神支線用水路	19.06	8.91	10.73	14.67	14.98	13.67
4	山之上幹線+竜王南部支線用水路 +岡谷支線送水管路+蒲生堂支線送水管路	18.91	8.64	10.46	14.27	14.67	13.39
5	別所幹線+蒲生東部支線用水路 +鑄物師支線用水路+田井支線用水路 +岡本支線用水路	19.06	8.91	10.73	14.67	14.98	13.67
6	山之上はたかん	18.76	8.32	10.27	14.01	14.62	13.20
7	蒲生北部支線用水路	18.64	8.17	9.99	13.56	14.11	12.89
8	蓮花寺送水管路	19.10	8.78	11.15	15.36	16.13	14.10
9	蓮花寺右岸直接	19.09	8.77	11.13	15.33	16.09	14.08
10	蓮花寺左岸直接	18.64	8.18	10.00	13.58	14.13	12.91
11	野出送水管路	14.39	7.89	9.92	11.76	12.36	11.26
12	野川送水管路	14.30	7.88	9.92	11.72	12.32	11.23
13	鳥居平支線用水路	14.30	7.88	9.92	11.72	12.32	11.23
14	奥之池送水管路	14.30	7.88	9.92	11.72	12.32	11.23
15	鳥居平左岸送水管路+梶ぼ水路	14.30	7.88	9.92	11.72	12.32	11.23
16	鳥居平支線送水管路	14.30	7.88	9.92	11.72	12.32	11.23
17	原支線用水路	14.30	7.88	9.92	11.72	12.32	11.23
18	杉谷溜	14.30	7.88	9.92	11.72	12.32	11.23
19	奥師送水管	14.30	7.88	9.92	11.72	12.32	11.23
20	小野送水管	14.30	7.88	9.92	11.72	12.32	11.23
21	蔵王幹線+西大路支線用水路	14.30	7.88	9.92	11.72	12.32	11.23
22	山本新田	14.30	7.88	9.92	11.72	12.32	11.23
23	小井口支線用水路+木津支線用水路	14.30	7.88	9.92	11.72	12.32	11.23
24	日野川支線	14.30	7.88	9.92	11.72	12.32	11.23
25	和田井堰	14.30	7.88	9.92	11.72	12.32	11.23
26	和田ポンプ場	14.30	7.88	9.92	11.72	12.32	11.23
27	音羽ポンプ場	14.30	7.88	9.92	11.72	12.32	11.23
28	大井堰	14.30	7.88	9.92	11.72	12.32	11.23
29	四号井堰						
30	大正池	14.30	7.88	9.92	11.72	12.32	11.23

5.3.3 各用水系統に属する水田への配水量の推定

次に、用水系統内の各分木工に属する水田への配水量の算出を行った。各水田への配水量は用水系統内で均一にあると考え、水田への配水量[mm/day]は次式で求めた。

[水田への配水量（用水系統から）mm/day]
=[用水系統への配水量]/[用水系統内の水田面積]

同様に、GISのオーバーレイ解析により121ヶの分木工に対する地区面積と配水水田面積を得た。このように、各用水系統に属する各分木工毎の水田面積が分木工毎に明らかになったので、各分木工の水田への配水量については、次式で求めた。

[分木工内水田への配水量m³/day]
=[水田への配水量（用水系統から）mm/day]×[分木工内の水田面積]

5.4 蒸発散量

アメダス観測所データの気温・風速・日照時間と彦根気象台の気圧・相対湿度データおよび、気象ハンドブック²¹⁾から大気外水平面日放射量を引用し、Penman法を用いて蒸発散量を算出した。計算した蒸発散量は、対象エリア内では一様であるとし水田水収支の計算に用いた。

ペンマン法²²⁾は、地表面が短い丈の草で覆われ、水が十分に供給されている条件下の蒸発散と定義される蒸発散位 (potential evapotranspiration) を算定する方法の中で、灌漑計画において蒸発散量の基準として最も一般的に使用されているもの²³⁾で、

$$ETp = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \left(\frac{Rn}{l} \right) + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} f(u_2) [e_{sat}(T) - e] \quad \text{式 (6-1)}$$

$$f(u_2) = 0.35(1 + 0.537u_2) \quad \text{式 (6-2)}$$

$$l = 2500.8 - 2.3668T \quad \text{式 (6-3)}$$

$$\gamma = \frac{CP}{d} \quad \text{式 (6-4)}$$

ここに、 ETp は蒸発散位 (mm/d)、 Δ は温度飽和水蒸気圧曲線の勾配 (hPa/°C) で下のマレーの近似式を T で微分したもので求める、 γ は乾湿計定数 (hPa/°C)、 $f(u_2)$ は風速関数、 u_2 は高度 2 m の風速 (m/s)、 $e_{sat}(T)$ は平均気温に対する飽和蒸気圧 (hPa)、 e は実測蒸気圧 (hPa)、 l は水の蒸発潜熱 (J/g)、 C は乾燥空気の定圧比熱 (1.006 J/°C/g)、 P は大気圧 (hPa) である。 ϵ は水蒸気の分子量と乾燥空気の分子量の比 (0.622)、 T は温度 (°C)、 $e_{sat}(T)$ はマレー (Murray) の近似式で求まる。

$$e_{sat}(T) = 6.1078 \exp \left\{ aT / (T + b) \right\} \quad \text{式 (6-5)}$$

なお、定数 a 、 b は水上でそれぞれ、17.2693882、237.3 である。

ペンマン法は、地表面が飽和しているという仮定の下に熱収支法と空気力学的方法を組み合わせた式で、その算定結果は、定義の条件を満たす芝地のほか、湿潤な土壌面、無植生の湛水池や大型蒸発計などからの蒸発散量とほぼ一致する。

なお、Penman (1963)²⁴⁾ は、純放射量が一般地上気象観測で測定されていないことから、次の純放射量推定式を提案している。

$$Rn = (1 - \alpha) R_T \left(0.18 + 0.55 \frac{n}{N} \right) - 1440 \sigma (T + 273.16)^4 \left(0.56 - 0.09 \sqrt{e} \right) \left(0.1 + 0.9 \frac{n}{N} \right) \quad \text{式 (6-6)}$$

ここに、 R_T は大気外水平面日射量 (MJ/m²)、 n は日照時間 (h)、 N は可照時間 (h)、 σ はステファンボルツマン定数、 α はアルベト水面に対して 0.05。大気外水平面日射量および可照時間は、対象地点の緯度 ϕ (rad) と 1 月 1 日から数えた対象日の通算日数 D (d) から次式によって算定できる。

$$R_T = \frac{0.0864 R_0}{\pi (x/x_0)^2} (\cos \phi \cos \delta \cos w_0 + w_0 \sin \phi \sin \delta) \quad \text{式 (6-7)}$$

$$x/x_0 = 1 + 0.01676 \cos \{ 0.01721(D - 186) \} \quad \text{式 (6-8)}$$

$$\delta = 0.4093 \cos \{ 0.01689(D - 173) \} \quad \text{式 (6-9)}$$

$$w_0 = \cos^{-1} (-\tan \phi \tan \delta) \quad \text{式 (6-10)}$$

$$N = 24(w_0/\pi)$$

式 (6-11)

ここに、 R_0 は太陽定数(1367W/m²)、 x/x_0 は太陽地球間の距離(AU)、 σ は太陽赤緯(rad)、 w_0 は日没時の時角(rad)である。計算結果を図 6-14に示す。

5.5 浸透

[浸透量]=[地下浸透量]
+[横方向浸透量]と考えた。

水田における 1 日の地下浸透量は年間を通してほぼ一定で1mmから2mmと言われている。ここでは、水田から地下への浸透量を1mm/日とし、全水田に適用した。地下への浸透は地下水層の涵養に用いられ、河川へは戻らないと仮定した。

また通常、減水深は 1 日 15mm～30mmと言われている²⁵⁾。「淀川水系広域農業開発

基本調査成績書」²⁶⁾によると、琵琶湖湖東地域での平均減水深は土壌タイプ毎に表 6-11のようになっている。本研究ではこの土壌タイプ毎の平均減水深を利用し、横方向への浸透を以下のように考えた。

まず、灌漑期の平均的な蒸発量が5.5mm/dayと言われている²⁷⁾ ことと、地下への浸透量が1mm/dayと仮定したことを考慮し、横方向への浸透量を、水田の土壌タイプに応じて表 6-12のように設定した。その上で、水田の土壌タイプを「水田：排水性レイヤー」と「表層地質レイヤー」を用いて決定し、この水田の土壌タイプ別に横方向への浸透量を設定することにした。ここで仮定した水田の土壌タイプと「水田：排水性レイヤー」と「表層地質レイヤー」との対応関係を表 6-13に示す。

この横方向への浸透水は、その日の内に排水路へ流出するものと考え、水田からの排水量に加算することにした。

なお、5.2項で既に述べたように、非灌漑期には水田土壌が飽和したときにのみ、浸透が生じると仮定した。

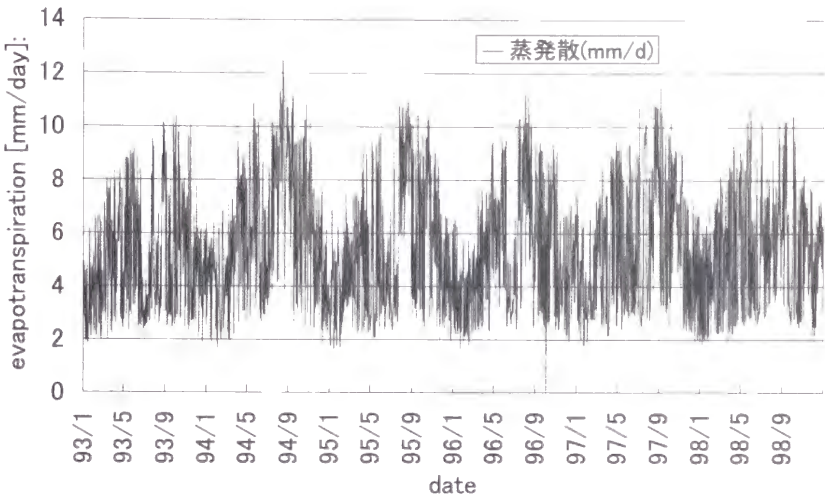


図6-14 蒸発散量計算結果

表6-11 湖東地方の平均減水深

No	項目	平均減水深	ピーク減水深
		mm	mm
1	湿田粘質	11.0	13.4
2	湿田壤質	13.8	15.9
3	湿田砂質	14.4	16.0
4	湿田礫質	9.6	13.2
5	半湿粘質	10.6	14.7
6	半湿壤質	12.6	16.9
7	半湿砂質	不明	不明
8	乾田粘質	13.5	18.2
9	乾田壤質	14.5	19.4
10	乾田砂質	14.2	16.2
11	礫層土	15.3	19.8
12	礫質土	19.6	26.4

表 6-12 横方向浸透量

No	項目	平均浸透量
		mm
1	湿田粘質	4.5
2	湿田壤質	7.3
3	湿田砂質	7.9
4	湿田礫質	3.1
5	半湿粘質	4.1
6	半湿壤質	6.1
7	半湿砂質	不明
8	乾田粘質	7.0
9	乾田壤質	8.0
10	乾田砂質	7.7
11	礫層土	8.8
12	礫質土	13.1

5.6 土壌貯留

土壌貯留量については以下の様に考えた。粘質土壌では土壌貯留量が約40mmであると言われている²⁸⁾。ここでは、各土壌タイプ別の土壌貯留量は間隙率に比例するとし、各土壌の飽和貯留量を決定した。間隙率については文献²⁹⁾によると、水田における間隙率は表 6-14 のようになる。これには壤質が載っていないが、粘質と砂質の中間であるとした。これらの数値の中央値を各土壌の間隙率として、土壌貯留量を決定した(表6-15)。

5.7 維持湛水深

維持湛水深については水田毎に異なった管理がなされているのが通常である。ここでは、各種の文献^{30,31)} および日野川地区における取水現況(第3節)を以下にまとめ、それら参考に作付け期間の維持湛水深のモデルを以下のように決定した。

維持湛水深は水稻の栽培歴、栽培方法に応じて異なる。日野川の水田の多くは栽培方法として移植法がとられている(日野川土地改良区管理課長森嶋氏インタビューによる)。水稻生育ステージは、耕転、代かき、移植、分けつ期、最高分けつ期、幼穂形成期、出穂期、登熟期、収穫にわかれる。

一般に、代掻きは通常2-3週間にわたって行われる。さらに、近年の営農形態の変化(第二種兼業農家の増加)などにより、大量の水を必要とする代掻きが休日に集中する、日曜干ばつといった問題も現れている。また、代掻き期では金曜日に配水量が増加する傾向が顕著に見られた。この事は、金曜日の夜から水をかけ流しておいて土曜日朝から代掻きをするという、事が伺える。

また、近畿地方農政局計画部資源課が日野川流域の横山地区をモデルに水田の水収支を調査した結果³¹⁾によると、移植法における湛水深は、代かき期は30～40mm程度で、移植後6月半ばまでの生育前期には60mm程度に保持されるとある。また、6月半ばから7月上旬にかけて中干しが行われるため、この間の湛水深はほぼ0mmに保たれる。中干し後(生育後期)には、20mm～30mmの湛水深が維持される。その間の灌漑は掛け流し状態にあった。9月上旬から収穫まで

表6-13 排水性、表層地質の水田土壌分類との対応

農水GIS排水性コード	内容:出水時の湛水状況及び地下水の状況	対応	水田分類
1	4時間排除、地下水位70cm以深	←→	乾田
2	4時間排除、地下水位70cm以浅	←→	乾田
3	日除水位、地下水位70cm以深	←→	半湿田
4	日除水位、地下水位70cm以浅	←→	半湿田
5	排水不良、地下水位70cm以深	←→	湿田
6	排水不良、地下水位70cm以浅	←→	湿田

滋賀県GIS地質コード	内容	代表的な内容	対応	水田土壌タイプ
102	未固結堆積物	礫がち堆積物	←→	礫質
104	未固結堆積物	砂がち堆積物	←→	砂質
106	未固結堆積物	泥がち堆積物	←→	粘質
201	半固結堆積物	礫がち堆積物 礫質堆積物 礫質堆積物	←→	礫質
203	半固結堆積物	砂礫質堆積物 砂礫質堆積物	←→	礫質
205	半固結堆積物	砂質堆積物 (山下互層) 砂質堆積物 (浅柄野砂層、南郷互層) 砂 (砂坂砂層) 砂 (葛木砂層) 砂質堆積物	←→	砂質
209	半固結堆積物	砂泥互層 砂泥	←→	壤質
212	半固結堆積物	泥質堆積物 泥 粘土	←→	粘質
213	半固結堆積物	泥優勢な泥・砂互層 泥・砂互層 砂層をはさむ粘土層	←→	壤質
214	半固結堆積物	礫・砂・泥 礫・砂・泥の互層	←→	壤質
216	半固結堆積物	砂質の互層	←→	砂質
305	固結堆積物	珪岩	←→	その他
307	固結堆積物	凝灰質泥岩 溶結凝灰岩	←→	その他
320	固結堆積物	砂岩および頁岩	←→	その他
401	火成岩類	花崗岩 花崗岩質岩石 粗粒黒雲母花崗岩	←→	その他
402	火成岩類	花崗斑岩・石英斑岩	←→	その他
416	火成岩類	黒雲母花崗斑岩、斑状花崗岩	←→	その他
426	火成岩類	流紋岩溶結凝灰岩および凝灰岩	←→	その他
999	水部		←→	その他

表6-14 土壌間隙率

	間隙率(%)
粘質	45-55
砂質	35-40
礫質	30-40
砂礫質	20-35
砂岩	10-20

表6-15 土壌ごと土壌貯留量

	間隙率(%)	土壌貯留量(mm)
粘質	50.0	40.0
壤質	42.5	34.0
砂質	37.5	30.0
礫質	35.0	28.0

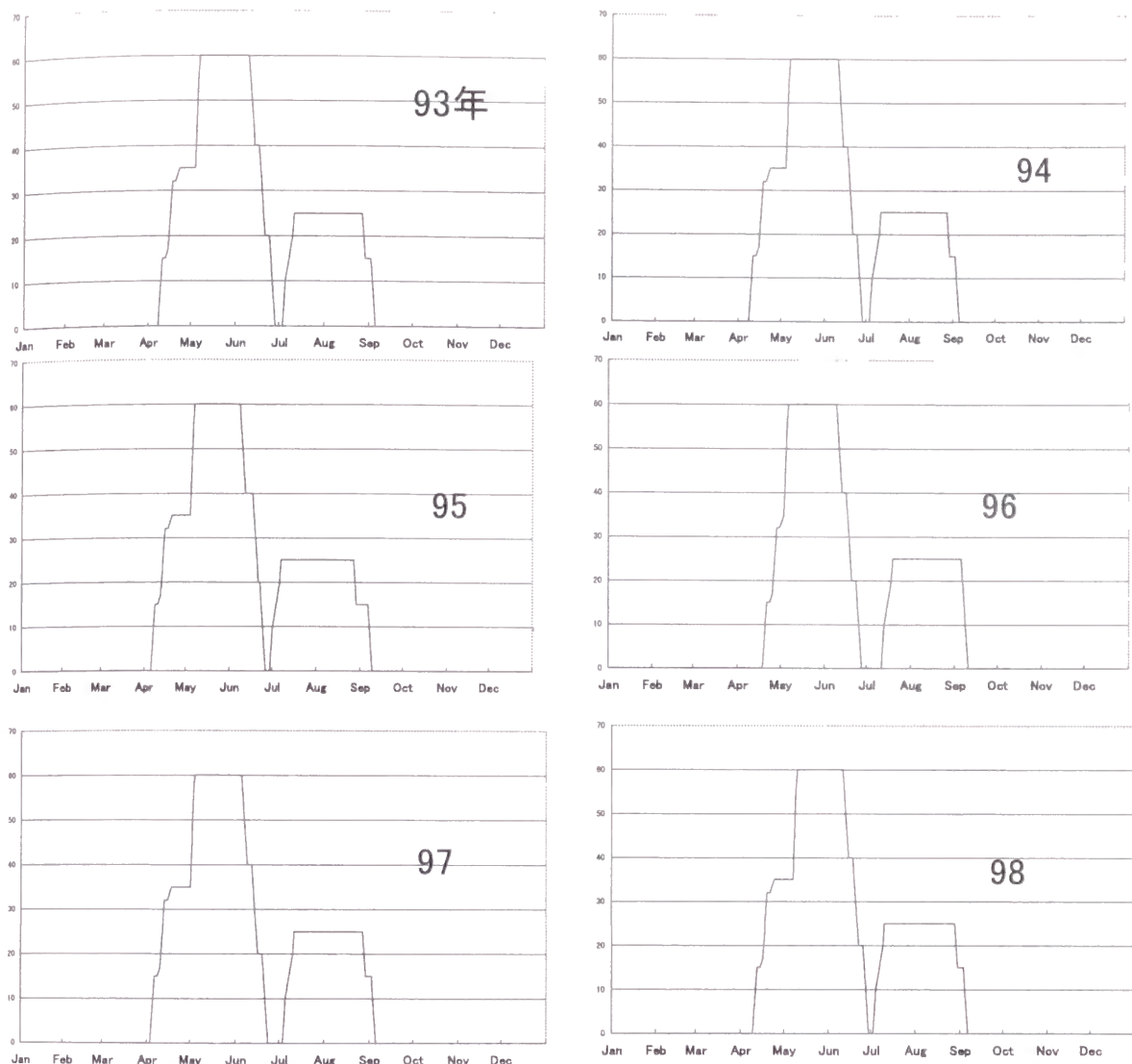


図6-15 維持湛水深モデル

の間は、取水も湛水も行われない。

上記の知見をもとに、維持湛水深のモデルを図 6-15のように決定した。すなわち、「管理月報」をみながら、毎年の代掻き開始の日を決定し、そして、5/5の維持湛水深が35mmになるように、代かきから5/5までの維持湛水深を段階的にあげている。そして、5/6～6/15までを60mmで一定とし、6/23に0mmになるように段階的に維持湛水深を減少、7/11に25mmになるように段階的に増加させ、7/11～8/31までは25mmで一定とし、その後9/7に湛水深が0 mmになるように段階的に減少させた。このようにして年ごとの維持湛水深モデルを決定した。

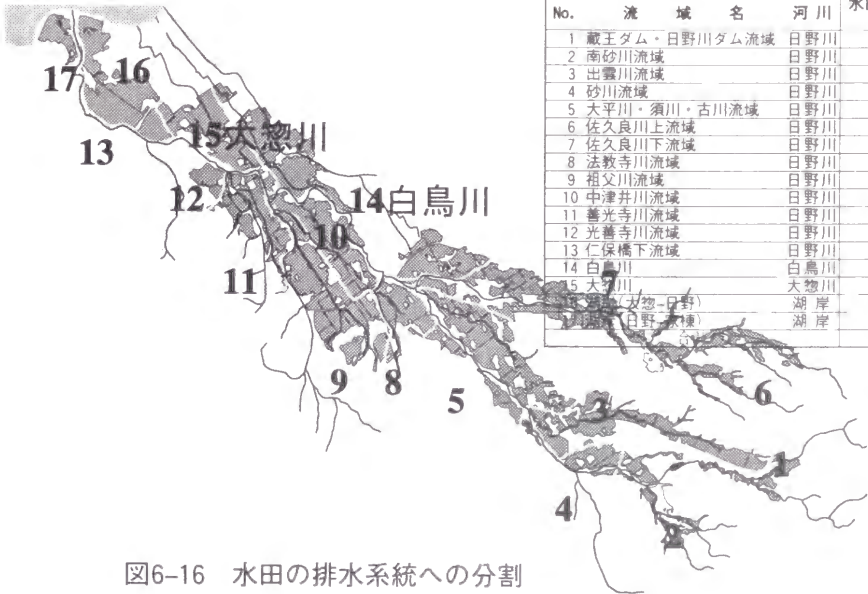
5.8 排水支川系統の決定

各水田で発生した排水は、排水路に流れ込み、支川、本川を通じて琵琶湖へと流下する。日野川流域土地改良区によって配水されている水田、すなわち本研究の対象水田は、日野川流域、白鳥川流域、大惣川流域、湖岸直接琵琶湖流入流域に広がっている（図 6-16、表 6-16）。そこで、本研究では、その水田が属している流域の支川を通じて日野川本川あるいは他の河川を通じて琵琶湖へと流下していくと仮定した。具体的には、「日野川支川、白鳥川、大惣川流域界レイヤー」と「水田レイヤー」をオーバーレイすることによって、各水田を流域界で分割し、各水田から発生した排水がどの支川を伝って日野川本川あるいは琵琶湖へと流下するかを推定

することにした。結果を図 6-17 に示す。日野川流域土地改良区によって配水されている水田のうち、白鳥川流域、大惣川流域、湖岸流域に属する水田、1,620ha からの排水は日野川へ戻ることなく他の河川を通じ、あるいは直接琵琶湖へと流下していることになる。

表6-16 排水系統で分割された水田の面積

No.	流域名	河川	水田面積 ha
1	蔵王ダム・日野川ダム流域	日野川	79
2	南砂川流域	日野川	176
3	出雲川流域	日野川	497
4	砂川流域	日野川	127
5	大平川・須川・古川流域	日野川	592
6	佐久良川上流域	日野川	272
7	佐久良川下流域	日野川	584
8	法教寺川流域	日野川	236
9	祖父川流域	日野川	521
10	中津井川流域	日野川	399
11	善光寺川流域	日野川	289
12	光善寺川流域	日野川	78
13	仁保橋下流域	日野川	5
14	白鳥川	白鳥川	683
15	大惣川	大惣川	375
16	琵琶湖(日野川)	湖岸	469
17	琵琶湖(日野川)	湖岸	93
			5,475



5.9 排水量の計算

上述したように、水田への配水量は用水系統

図6-16 水田の排水系統への分割

毎に計算され、水田からの横方向の浸透量は水田の土壌タイプによって異なる。また、水田からの排水は水田がどの流域に属しているかで流下先が決定されることとなる。従って、水田からの毎日の排水量を計算するのは、水田がどの用水系統に属しており、どんなタイプの土壌属性を有しており、どの集水域に属しているかを調べて、その水田毎に計算を行うことになる。ここではGISのオーバーレイ解析機能を用いて、「土壌レイヤー」と「用水系統地区レイヤー」および「流域界レイヤー」をオーバーレイし、同一の用水系統、同一の属性（排水性・土壌・集水域）を有する水田をGIS上で決定した。このように決定された水田の種類は186種類となっ

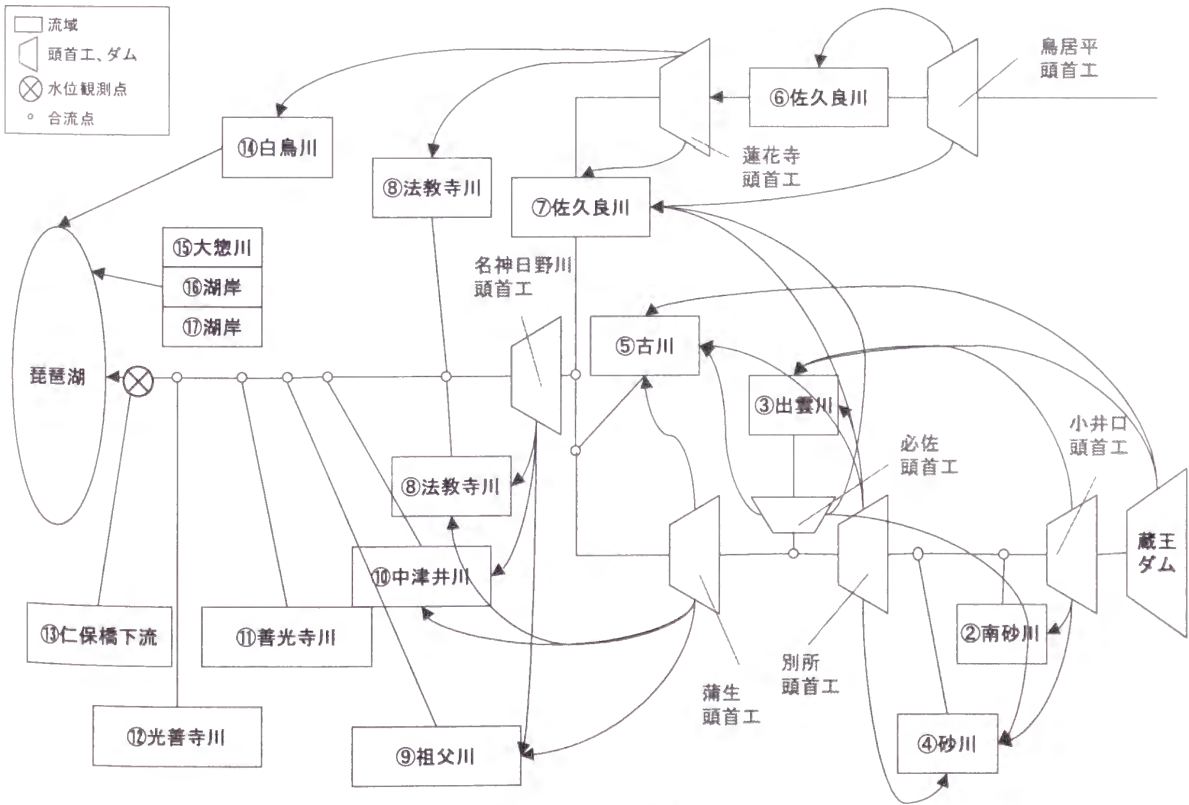


図6-17 日野川流域の水循環系路模式図

た(巻末付録の表 J-1)。そして、そのそれぞれにつき、毎日の水収支を計算し、水田からの排水量を算定した。なお、水田からの排水は表面排水、横方向浸透水のいずれも排水路を通じて当日のうちに河川に流出していると考えた。

第六節 水田からの排水量推定結果と考察

6.1 水田への給水量

いくつかの用水系統についてはデータの不備のため全く計算ができなかったため、30の用水系統のうち21の用水系統について、水田への毎日の給水量が明らかとなった。これにより、各用水系統地区について取水源別の給水量を知ることができた。各用水系統毎の灌漑期間の取水源別給水量を表 6-17に示す。これによると、上流域では蔵王ダムから給水量が多く、下流域では琵琶湖からの給水が多いことがわかった。しかしながら、取水量のデータに欠損が存在するなど、計算結果が過小に評価されている系統もあったので、結果の評価には注意を要するであろう。

6.2 水田水位と水田からの排水量

巻末付録表 J-1に示した186通りの用水系統・排水系統別、排水性・表層地質毎の各水田の毎日の水位および排水量を計算することができた。これによって、各水田の水収支(＝表面排水量、浸透量、蒸発散量等)を知ることができた。結果の一例として、用水系統3番(名神支線用水路系)の乾田砂質田および用水系統12番(野川送水管路系)の乾田礫質田の田面水位の変化と日消費水量(鉛直浸透量、横浸透量、蒸発散量、表面排水量)の例を図 6-18に示す。この図が示すように、年間を通した水田での日単位水収支を計算することができた。

表 6-17 用水系統毎の取水源別給水量合計 (1998 年 灌漑期)

主要送水系統	番号	支線系統名	灌漑期取水源別取水量(1000m3)					
			琵琶湖	日野川	出雲川	佐久良川	蔵王ダム	sum
第一号送水管路系	1	管網系送水管路	17539.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17539.0
	2	竜王北部送水管路+薬師送水管路	3578.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3578.0
	3	名神支線用水路	519.0	9183.0	0.0	0.0	0.0	9702.0
第二号送水管路系	4	山之上幹線+竜王南部支線用水路 +岡谷支線送水管路+蒲生堂支線送水管路			0.0	0.0	0.0	9217.0
	5	別所幹線+蒲生東部支線用水路 +鋳物師支線用水路+田井支線用水路 +岡本支線用水路	159.3	323.7	96.7	0.0	0.0	579.7
	6	山之上はたかん			0.0	0.0	0.0	103.4
第三号送水管路系	7	蒲生北部支線用水路	1479.1	0.0	0.0	7686.6	0.0	9165.7
	8	蓮花寺送水管路		0.0	0.0		0.0	45.1
	9	蓮花寺右岸直接	0.0	0.0	0.0	149.7	0.0	149.7
	10	蓮花寺左岸直接		0.0	0.0		0.0	495.5
	11	野出送水管路	256.9	0.0	0.0	0.0	0.0	256.9
	12	野川送水管路						
	13	鳥居平支線用水路		0.0	0.0		0.0	3473.1
	14	奥之池送水管路						
	15	鳥居平左岸送水管路+渠ぼ水路						
第三号送水管路系	16	鳥居平支線送水管路		0.0	0.0		0.0	31.0
	17	原支線用水路	780.6	0.0	0.0	0.0	0.0	780.6
	18	杉谷溜	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	19	奥師送水管	236.0	0.0	0.0	0.0	0.0	236.0
	20	小野送水管						
四号送水管路系	21	蔵王幹線+西大路支線用水路	0.0	0.0	0.0	0.0	5189.2	5189.2
蔵王ダム+日野川上流	22	山本新田	0.0	0.0	0.0	0.0	417.2	417.2
	23	小井口支線用水路+木津支線用水路	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	24	日野川支線	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	25	和田井堰						
	26	和田ポンプ場						
	27	音羽ポンプ場						
	28	大井堰						
	29	四号井堰						
	30	大正池						

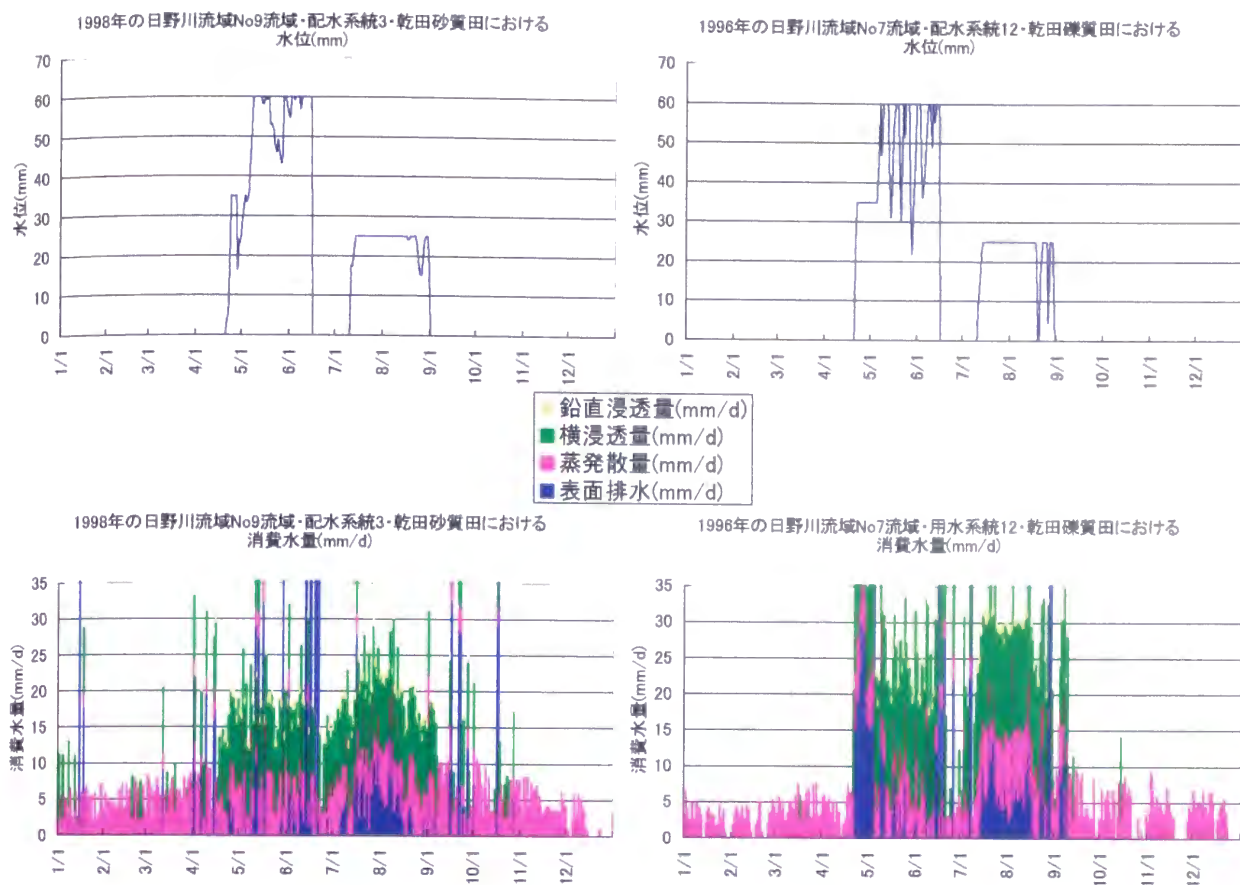


図6-18 配水・排水系統別、排水性・表層地質別に求まった供給水量・排水量・水位の例

6.3 水田からの排水量と河川水量の関係の考察

このように各水田での水収支を計算することはできたが、これを検証するための各水田での水収支データは存在していない。そこで本研究では、水田排水量の集計値と河川流量との比較を通じて計算の妥当性を検討することにした。

各水田から発生する毎日の排水量の計算結果を排水系統である支川の流域単位で集計することによって、各支川を通じて日野川あるいは琵琶湖へ流入する毎日の水田排水量を知ることができる。一方、日野川では下流の仁保橋地点において毎日の水位が測定されている。仁保橋は1～12流域が合流した後の地点であるので、1～12流域における水田排水量の計算結果を合計し、これを仁保橋地点へ流入する水田排水量とした。ただし、仁保橋地点では水位のみしか測定されていないので、以下の手続きに従い、流量を算出した後に、1993年～1997年の間、毎日の水田排水量との比較を行った。

6.3.1 水位データから流量の算出

水位観測データ¹⁸⁾は日野川の仁保橋地点で8:00と17:00に毎日データがとられている(琵琶湖工事事務所)。水位データから以下の換算式(琵琶湖工事事務所)によって、流量に換算した。

$$H = TP + 88.816 \quad \text{式 (6-12)}$$

$$Q = 9.11(H - 87.636)^2 \quad H \leq 88.346$$

$$Q = 30.15(H - 87.956)^2 \quad 88.346 \leq H \leq 89.836 \quad \text{式 (6-13)}$$

$$Q = 21.47(H - 87.606)^2 \quad 89.836 \leq H$$

ここで、TPは観測地点の量水板による観測水位[m]、Hは東京湾を基準水位とした時の観測水位[mAD]、Qは流量[m³/s]である。

これによって、8:00、17:00の両時間の流量が算出することができた。本研究ではこの2つを平均化したものをその日の流量とした。これにより1993年～1997年の日平均流量を算出した。

6.3.2 河川流量と水田排水量の比較とその考察

河川流量と水田排水量を比較するために2つを折れ線グラフで示した。グラフを図 6-19に示す。青い線は「計算水田排水量」を示しており、ピンクの線は「実測河川流量」を示している。それらのグラフの2つの線には若干のずれはあるものの、通年にわたり波形が一致しており、計算結果が良好であることが示されている。2つの折れ線がピークになっているときは雨が降った時であるが、実測流量値の方が大きく跳ね上がるのは水田以外、例えば、山間部からの水の流出があるからと考えられる。

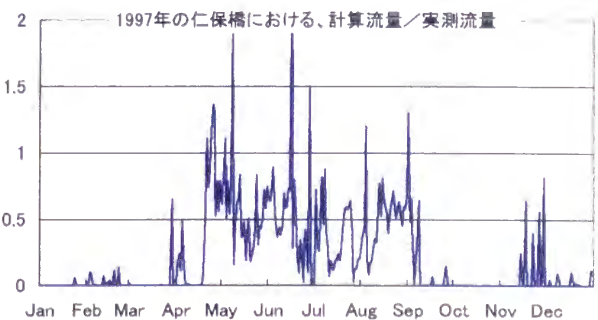
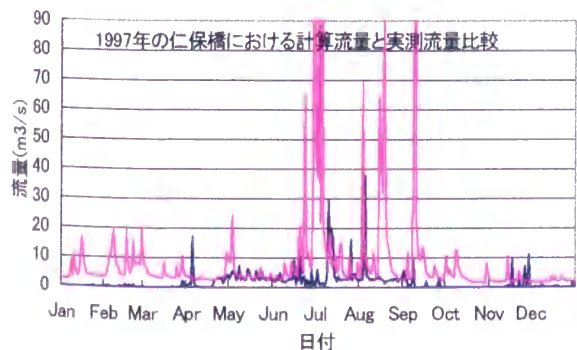
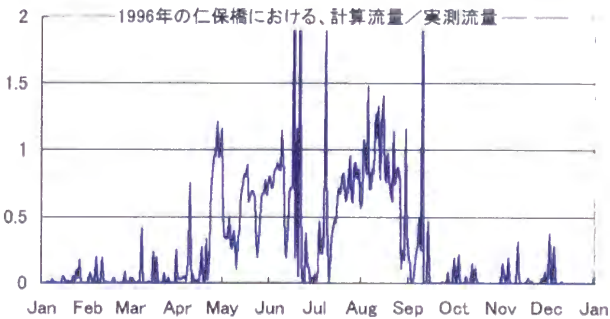
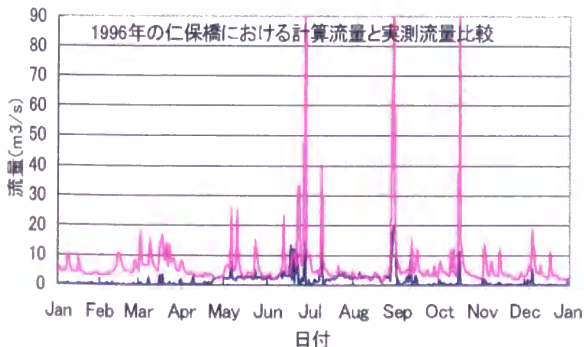
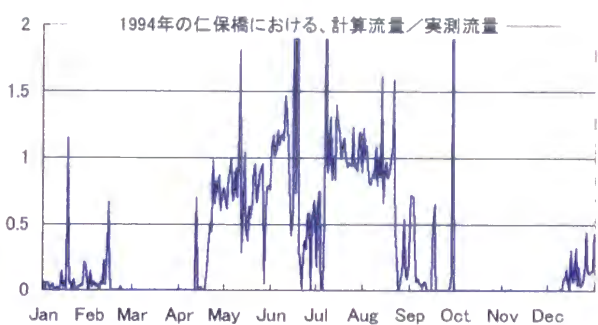
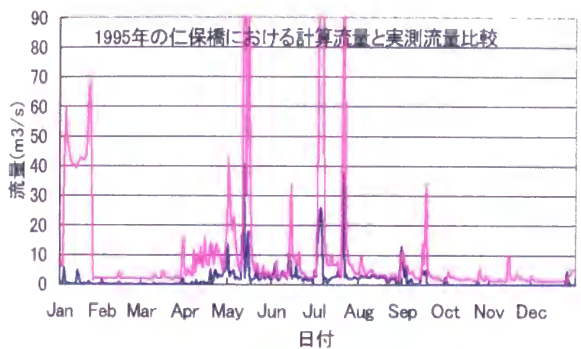
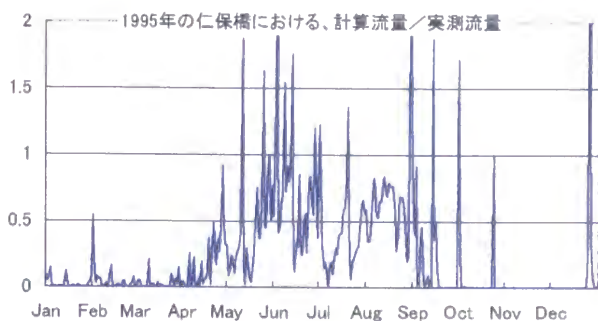
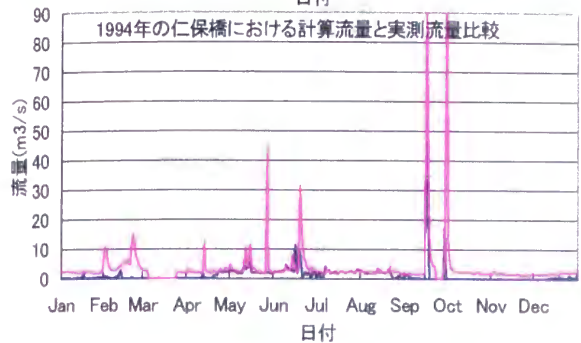
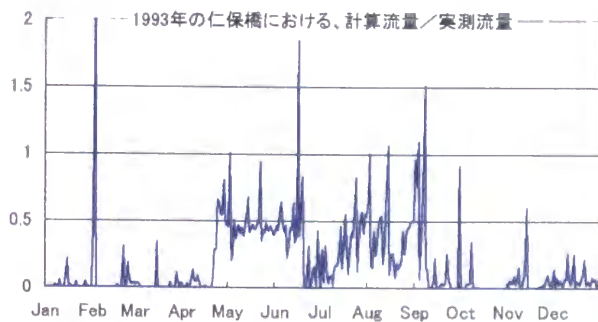
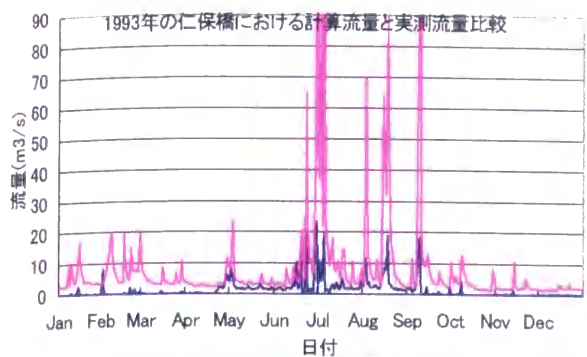
また河川流量にどの程度水田排水が含まれているかを確認するために、図6-19の値を元に、[計算水田排水量]／[実測河川流量]を行った。その結果をグラフにし、図 6-20に示す。この図より、日野川の河川流量に占める灌漑期の水田からの排水量は、通常4割～5割程度であるが、渇水年である1994年と1996年の灌漑期には河川流量の7割以上を占め、河川流量に対する水田排水の影響の大きさを明らかとすることができた。

ただ、この値が1を越すことが年に数回あり、その期間については計算が上手くいっていない。その原因について考察を行う。

①例えば、1993年の2月にピークがみられた。気象・流量データを調べてみるとこの期間に積雪があったことが推測され、本モデルでは積雪・融雪による時間遅れまでは考慮していないので、このような結果になったと思われる。

②また、6月半ばの中干し期、9月の収穫期において、計算/実測比が1を越すことが多い。これについては採用した維持湛水深モデルが田面水を短期間で強制落水させていることが原因であると考えられる。実際には強制落水は水田管理者の都合によって日にちが決定されるため、流域全体では数日から数週間にわたり行われると思われるが、本モデルではすべての水田が1週間で落水を行わせているために、水田排水量が過大に見積もられてしまったものと考えられる。

③その他にも降雨がある日に計算/実測が1を越すことが見られたが、これは計算が日単位であることにより、降雨のタイミングによる排水量出現の違いを再現できないことと、水田の貯留効果による時間遅れを再現できていないからだと考えられる。



— 計算水田排水量(m³/s)
— 実測河川流量(m³/s)

図6-20 仁保橋における水田排水量／実測河川流量

図6-19 仁保橋地点における実測流量と水田排水量の比較

第七節 水田からの汚濁負荷量の推定

7.1 概要

水田は一年の間で様々な状況に変わり、それに伴って水田からの汚濁負荷量も変化していると考えられる。この節では前の節で得られた水田からの排水量の結果を利用して、水田から排出される汚濁負荷を日単位で推定を行った。なお、推定結果については、水田排水量と同様に水田の負荷量を検証するためのデータが存在していないので、各水田からの排水負荷をトータルした汚濁負荷量と河川実測流量との比較を通じて計算の妥当性を評価することにした。

7.2 排水濃度モデルの作成

本研究では、TN、TPについて水田排水の濃度モデルを作成し、水田からの汚濁負荷量の推定を行った。ここで作成した排水濃度モデルとは、全水田の排水濃度がこれに従うとした濃度の時系列変化モデルである。この濃度モデルの示す値に、第6節で求めた水田排水量と掛け合わせて汚濁負荷量の推定を行っている。

なお、水田からの排水濃度モデルの値は「水田群からの汚濁負荷流出に関する研究」³²⁾のグラフから決定した。このグラフは年間を通した水田からの表面排水と侵出水のTN、TPについての測定濃度データであった。このグラフから測定日の濃度を読みとり、それを直線補間することで日々の水田からの排水濃度を決定し、ここでのモデル値とした。結果を図6-21に示す。

7.3 汚濁負荷量の推定と考察

図6-21のTN、TP濃度に第6節で得られた水田排水量を掛け合わせて、毎日の水田排水のTN、TPの負荷量を算出した。図 6-22 ののグラフに1995年の水田からの排水負荷量（1～12流域の合計値）と実測負荷量の変化を示す。実測負荷量は、滋賀県環境衛生センターの桐原橋（仁保橋の約2.5km上流、場所については図6-2を参照）での水質自動観測値と建設省が観測して

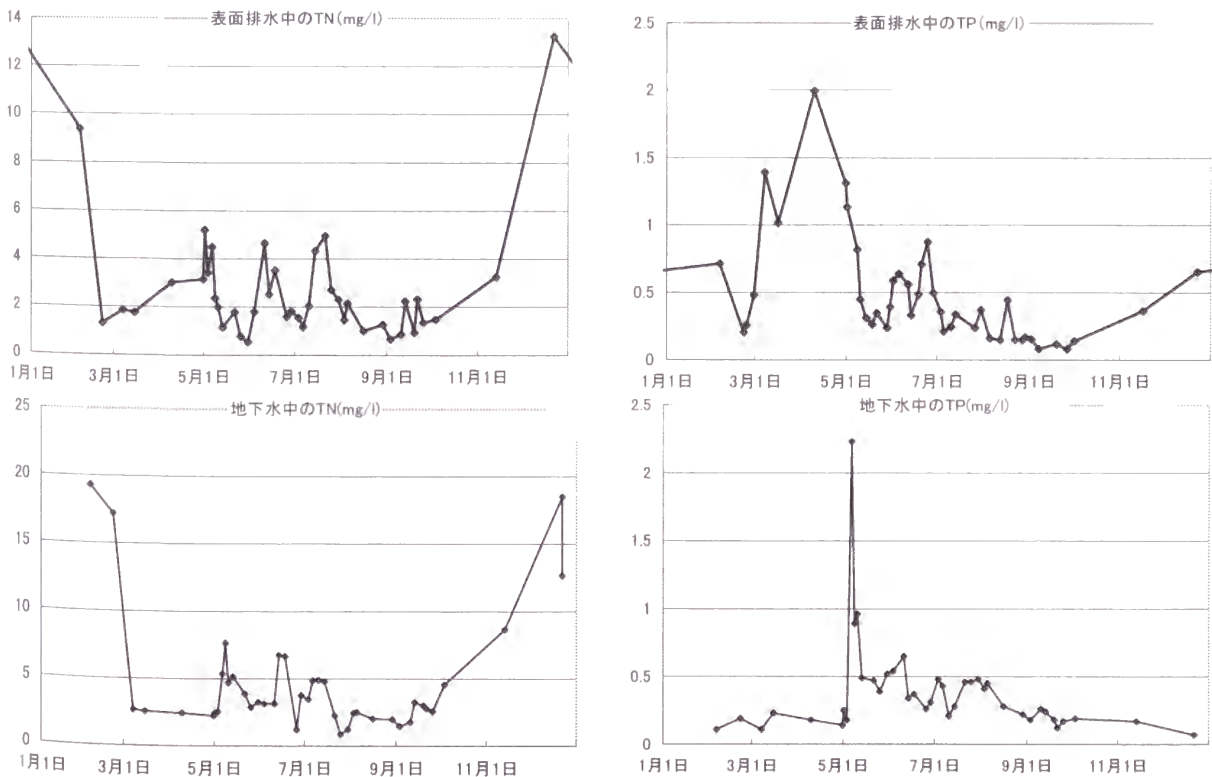


図 6-21 水田排水の TN、TP 濃度モデル

いる仁保橋の水位から換算式(6.3節)で求めた流量とを掛け合わせて計算したものである。桐原橋での水質観測が1995年6月以降であるため、比較は95年以降で行った。

また、排水量のとくと同様に、[水田排水負荷量]／[実測負荷量]の計算を行った。その結果を図 6-23に示す。これらの図より、灌漑期間についてはグラフの形はだいたい同じ傾向を示し、水田排水負荷量の推定はある程度妥当な結果を示した。

しかし、非灌漑期において負荷量、ピークともに大きくずれる結果となった。前節で示したように排水量の計算については非灌漑期においても妥当な計算結果が出ているので、設定した排水濃度モデルに問題があると思われる。

7.4 水田からの汚濁負荷原単位の推定

以上の結果をもとに、水田からの面積当たり汚濁負荷排出量原単位を灌漑期と非灌漑期に分けて計算した。結果を表 6-18に示す。従来提唱されている水田からの汚濁負荷原単位を表 6-19に示す。表に示すように、第4章の琵琶湖流域の汚濁負荷推定において用いた原単位より本章で推定した原単位の方が大きい。

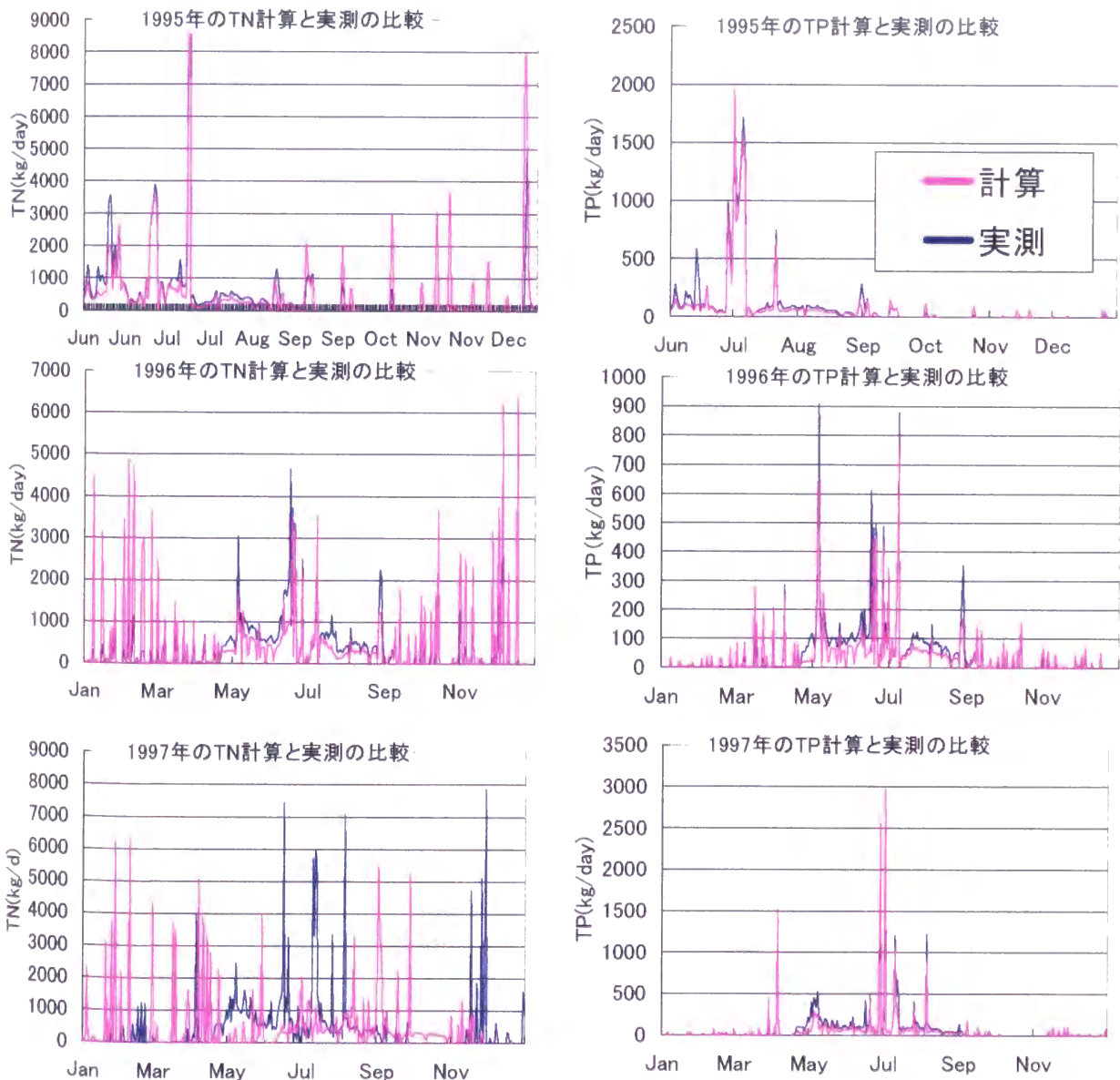


図6-22 計算された水田汚濁負荷量と河川流下負荷量

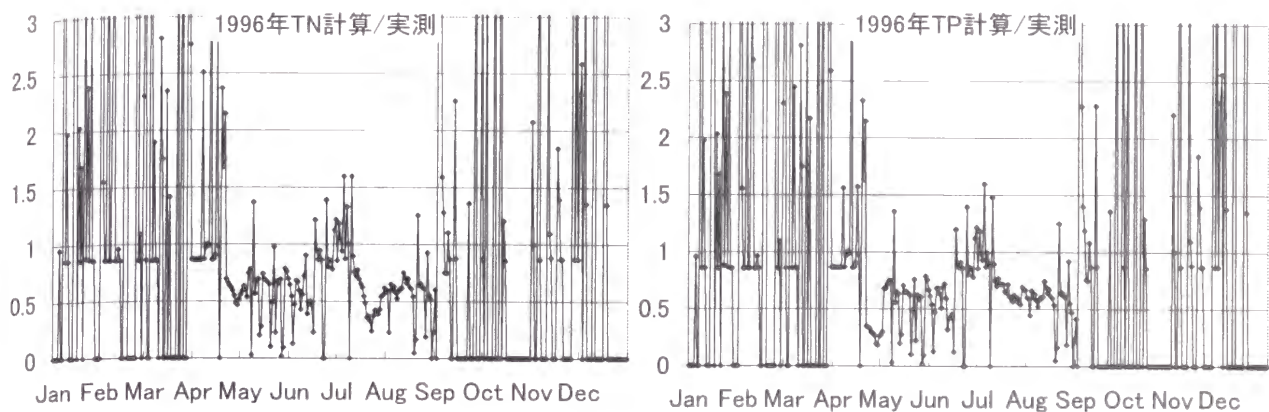


図6-23 日野川下流部（仁保橋、桐原橋近傍）における水田排水負荷量／実測河川負荷量

第八節 まとめ

従来は、原単位法、もしくは水田タンクモデルのような概念的なモデルに頼っており、各水田に対する水移動、水循環は明らかにされてはこなかった。これは各水田への配水量、各水田の特徴が明らかではなかったからである。しかし、逆水灌漑およびパイプ配水の導入により、「配水量の計量化」とそのデータのコンピューター管理が実施されるようになっており、水田への配水量を把握できるようになってきた。また、水田の特徴についても農水省、滋賀県の努力によりGISデータとして得ることが可能なものもある状況となっている。本章では、滋賀県で最も逆水灌漑が盛んなため「配水量」のデータが充実している日野川流域を対象に、「配水量」のデータと水田のGISデータとを組み合わせ、流域内の水田分布を考慮した水田の水収支を再現し、毎日の水田からの排水量の推定と汚濁負荷量の推定を行うことを可能とする方法論を提示することを目的として研究を行った。以下、本章の研究を通じて得られた成果をまとめる。

①日野川流域土地改良区が管理している毎日の琵琶湖からの揚水量、河川頭首工・ダムからの取水量、各配水系統への分水量のデータと気象庁の降雨データ、さらに土地改良区に関するデータをGIS化したものを用いることにより、1993年から1998年までの6年間にわたる各末端水田への毎日の配水量を明らかにした。

②第2章においてデータの統合化手法の説明で示したGISのオーバーレイ機能を用いて、「土地改良区」「水田（排水性）」「道路」「土壌」に関するGISデータのレイヤーをかさねることで、水田面積と水田の特徴を決定した。これによって、各水田の水収支、水田からの排水量をモデル化し計算することができた。

③その結果を利用することによって、水田排水のTN、TP汚濁負荷量の推定を行い、日野川の実

表6-18 水田からの汚濁負荷原単位推定結果

年	水田面積(ha)	年間汚濁発生量		原単位	
		TN(kg/y)	TP(kg/y)	TN(kg/ha/y)	TP(kg/ha/y)
1993	3877.9	151796.2	28888.1	39.1	7.4
1994	4318.1	143549.4	14309.2	33.2	3.3
1995	4355.5	182805.2	21389.2	42.0	4.9
1996	4071.5	163268.3	13464.0	40.1	3.3
1997	4016.3	181833.4	20376.5	45.3	5.1
1998	4127.8	190323.3	19067.9	46.1	4.6
AV	4127.8	168929.3	19582.5	41.0	4.8

表6-19 従来の水田からの汚濁負荷原単位

	TN原単位 (kg/ha/y)	TP原単位 (kg/ha/y)
琵琶湖第3次水質保全計画	14.31	0.99
水環境会議	19.09	2.01
琵琶湖流域総計画	14.42	0.57
国松孝夫氏提唱	47.50	8.72

観測水質と比較を行った。その結果、灌漑期については良い相関が得られたが、非灌漑期については、良い関係が得られなかった。これは設定した排水濃度モデルに問題があることが推測され、非灌漑期の水田排水濃度の測定ケースを増やしより現実にあった設定に変更すべきであることが示唆された。

④計算した水田からの排水量・排水負荷量を合計し、日野川の実観測流量と比較することで、日野川の通常流量に占める水田からの排水量は、河川を流下する負荷量の中に占める水田排水負荷量の割合を算定することができた。

以上を総括し、流域内の水田からの汚濁負荷量の移動を推定するために統合化を行った情報を表6-20に示す。この表と本章の手順が示してきたように「水田に関するGISデータ」および「計量化された配水量」のデータ群を統合し、水田に関する水収支解析に活用することで、従来概念的なモデルでは計算することのできなかった各水田の水収支、そして農業に関する流域内の水移動・水循環を検討することが可能となったと言えよう。今後、作付け稲種や施肥状況についてのデータのGIS化がすすみ、流域環境情報として統合化することができれば、より詳細で現実に近いモデル構築と汚濁負荷量推定が行うことが可能となってくると思われる。

表6-20 水田からの排水量・汚濁負荷量推定のために本研究で統合化した環境情報

本研究で地理情報として統合化した環境情報		統合化した情報を適用した現象
図形情報	統合化させた属性環境情報	
土地改良区用水系統図 ＋水田分布図(農水GIS) ＋道路 ＋市町村図	市町村別減反率	正確な水田分布、面積の決定
表層地質(滋賀県GIS) ＋正確な水田分布図	水田の排水性	浸透量、土壌貯留量の推定
降水量観測点	降水量、各種気象データ	蒸発散量の推定
土地改良区用水系統図 (取水地点、パイプライン網) ＋正確な水田分布図	取水量、揚水量、分水量等の日配水データ	水田への配水量の決定
上記すべての情報 ＋河川流域図	上記すべての情報	水田からの排水量とその移動経路の推定
水質、流量測定点	河川流量、河川水質データ	排水量、排水負荷量の比較

参考文献

1) 國松孝男、村岡浩爾、河川汚濁のモデル解析、pp. 54-59、1989

2) 丸山利輔、富田正彦、小林慎太郎、複合タンクモデルによる広域水収支解析1、複合タンクモデルの特徴とその構成、農土誌 47 (2)、pp. 19-24、1979

3) 富田正彦、小林慎太郎、丸山利輔、複合タンクモデルによる広域水収支解析2、複合タンクモデルの運用、農土誌 47 (3)、pp. 39-44、1979

4) 小林慎太郎他3名、複合タンクモデルによる広域水収支解析3、淀川水系における適用例、農土誌 47 (4)、pp. 29-34、1979

- 5) 小林慎太郎、丸山利輔、複合タンクモデルによる広域水収支解析4、木曽川水系における適用例、農土誌 47 (7)、pp.19-23、1979
- 6) 丸山利輔、三野徹 編、地域環境水文学、朝倉書店、pp.74-75、1999
- 7) 鈴木光剛、水利システムと水管理－新たな水管理をめざして－、公共事業通信社、pp.181、1987
- 8) 滋賀県耕地課資料、琵琶湖湖水取水量
- 9) 日野川流域土地改良区、日野川流域の農業水利
- 10) 日野川流域土地改良区、県営日野川地区土地改良事業一般計画平面図、No.1 - 4
- 11) 日野川流域土地改良区、管理月報、1993 - 1998
- 12) 気象省監修、気象業務支援センター、アメダスCDROM、1993-1998
- 13) 滋賀県八日市土木事務所、日野川流域図
- 14) 農林水産省構造改善局計画部地域計画課、農地整備地理情報システム データコードブック 8、(1996)
- 15) 滋賀県水田営農対策推進本部、水田営農活性化対策実施状況、pp.10-30、1996
- 16) 農林水産省農蚕園芸局企画課、平成4年度水田農業確立対策市町村別実績調査結果表、pp.178-179、1993
- 17) 気象省監修、気象業務支援センター、地上気象観測原簿過去データ、1989-1998
- 18) 建設省琵琶湖工事事務所、仁保橋・時刻水位旬表、1993 - 1997
- 19) 滋賀県立衛生環境センター、水質常時測定データ集、P. 87 - 90、1996
- 20) 渡辺紹裕、丸山利輔ら、水利環境工学、pp.71、朝倉書店、1998
- 21) 気象ハンドブック、P1213、技報堂、1959
- 22) Penman, H.L.、Natural evapotranspiration from open water, bare soil and grass, Proc. Roy. Soc. London, A193, pp.120-146, 1948
- 23) 丸山利輔、三野徹、地域環境水文学、pp.36-37、朝倉書店、1999
- 24) Penman, H.L.、Vegetation and Hydrology, Tech Comm. 53, Commonwealth Beaureau of Soils, Harpenden, 1963
- 25) 土木学会、土木用語大辞典、pp.346、1999
- 26) 近畿農政局、淀川水系広域農業開発基本調査成績書、pp.62-71、1984
- 27) 中川昭一郎、水田用水計画法、農業土木学会誌、Vol.34、1966
- 28) 北陸農業試験場地域基盤研究部農村整備研究室、耕作放棄に伴う流出量の変化、農業土木学会大会講演要旨1994
- 29) 藤縄克之、地下水滋養源としての農業用水の役割、数理モデルによる那須野原の地下水解析、農業土木試験場報告、第21号、pp127-141、1981
- 30) 上村幸正、農業土木技術者のための作物の知識、農業土木学会誌第47巻第12号、pp.953-960、1979
- 31) 近畿地方農政局、先進的水田基盤営農対策実証調査報告書、pp96-122、1998
- 32) 武田育郎、国松孝男・小林慎太郎・丸山利輔、水系における水田群の汚濁物質の収支と流出負荷量量－水田群からの汚濁負荷流出に関する研究(Ⅱ)－、農業土木学会論文集第153号、pp.63-72、1991

第七章 下水道からの雨天時流出量および流出負荷量の推定とその削減のためのシナリオ解析 ―大津市を対象として―

第一節 本章の背景および目的

合流式下水道から雨天時に未処理のまま放流される越流水による放流域への水質に与える影響は従来から問題になっている。琵琶湖においてもその南湖西岸に合流区域を有する大津市公共下水道がある。この公共下水道はその建設が古く今では遮集管の設計が現在の都市発展に合わない状況となっているばかりか、上流側の開発に合わせて分流式下水道が拡張された結果、合流区域と分流区域を併合する複雑な下水道システムになってしまった(図7-1)。なかなか回復しない南湖の水質汚濁の原因の1つと考えられるこの大津市公共下水道からの越流量(CS0)およびその水質を見積もり、それに基づく政策を立てることが緊急の課題となっていたが、こうした複雑なネットワーク構造もあってその定量化は非常に困難であった。

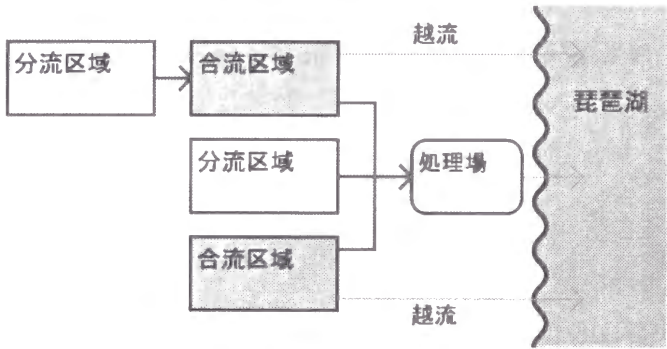


図7-1 大津市公共下水道模式図

一方、近年の情報産業分野の技術発展による恩恵は都市雨水流出の分野にももたらされ、計算機の性能を利用した様々な高度モデルが開発・実用化され始めている。

本章ではそうしたモデルの中でも信頼度・有効性が高く、実流域への活用実績が多い^{1~3)}「HydroWorks」を用いて、大津市公共下水道を対象に都市域からの越流量および越流負荷量の定量化を行うことを主眼とし、そのモデルデータの準備、シナリオ解析データの準備にGISを活用する方法を提示する。

第二節でまず雨天時流出量を推定するために従来用いられていた手法の文献考察を行った。第三節ではHydroWorksに対して本研究で用いたモデルの適用方法について記述した。第四節では本章の研究対象となる大津市下水道について解説した。第五節では対象地域の流出解析をするにあたって必要となるデータの整備についてGISを活用した手法について述べた。第六節ではいくつかのシミュレーションにより対象地域に合わせたパラメータの修正を行った。第七節では構築した対象地域のモデルを利用していくつかの仮定を立てたシナリオシミュレーションを行うことにより、大津市公共下水道による琵琶湖への影響を総合的に評価できることを示した。第八節では本章で得られた成果とHydroWorks活用のために統合化した情報についてまとめた。

第二節 既往のモデルの考察

合流式下水道の雨天時流出量を、管渠の設計のために定量化するためには、ピーク流量を容易に求めることのできる合理式が便利である。しかし合流式下水道が有する越流水対策を初めとした問題点の把握とその対策のためには雨水流出量の時間変化を知らなくてはならない。越

流水の汚濁負荷に関しては濃度ではなくその総量が大きな意味を持ってくるので、時間曲線的な予想値が必要になってくる。適当な時間間隔ごとの流量を求める従来の雨水流出量モデルとしては修正RRL法、特性曲線法、準線形貯留モデル、タンクモデルなどがあり、またこれら流出量を元に雨天時汚濁負荷を推定する負荷量モデルとしては土研モデルが挙げられる。これらのモデルの概要については付録に添付した。

これら従来のモデルを用いた手法はいずれも対象となる流域の下水道ネットワークが複数の雨水吐口やポンプ場を有していたり大津市公共下水道のように合流式と分流式が複雑に絡み合っている場合などは計算や作業が繁雑となり精度良い推定が困難となってくる。そこで雨水流出過程を水理学的に表現し地表面や下水管網構造を詳細に反映できる上に、膨大なデータの管理と整備を容易にし難解な数値計算を自動的に行う総合的な分布型雨水管理モデルが望まれるようになっている。

第三節 分布型モデルHydroWorksの概要と使用したモデルの解説

3.1 HydroWorksの概要

HydroWorksは1995年にウォーリングフォード水理研究所（前の英国水理研究所）により開発された分布型都市雨水流出モデルである。モデルは雨水が地表面を流れて下水管網に流入するまでを計算する水文モデルと、管網内での下水の挙動を計算する水理モデルからなる。「分布型」であるため、水文計算では浸透・不浸透などの地表面の土地利用分布を反映することができる。水理計算では管網システムを具体的に記述することができる。

HydroWorksをはじめとする分布型モデルの多くでは、下水管網はnode（マンホール）とlink（管渠）からなり、位置座標と地盤高の情報はnodeにだけ入力しlinkには上流端および下流端のnode-IDをふるという考え方を基本としている。雨水及び汚水は各nodeから流入することになっているので、その算定に必要な土地利用や人口などの情報も同時にこのnodeに入力する。そして別途時間降雨データを与えることで、吐口を含む下水管網内の任意の地点・任意の時間における水量と水質を求めることができる。また晴天時汚水量の日変動・週変動や管渠内堆積物に関する情報などをモデルに付加することで、より詳細なシミュレーションが可能となる。

3.2 使用したモデルの解説⁴⁾

HydroWorksでは雨水流出の各段階において複数のモデルの中からユーザーが必要に応じてモデルを選択・利用することができる。具体的にどのようなモデルが使用可能であるかはHydroWorksのマニュアルに委ねるとして、ここではその中でも本研究で用いたモデルとその適用方法を示す。

3.2.1 初期損失

凹地における貯留を地表面勾配の関数として表す凹地貯留（初期損失）モデル（拡張版）を使用した。

$$D = \frac{k}{\sqrt{S}} \tag{式 (7-1)}$$

D：初期損失の平均雨量(mm)

S ：支流域の平均勾配(m/m)

k ：係数(mm)

ここで k の値は不浸透域（道路、屋根）で0.071（mm）、浸透域で0.28（mm）が参考値とされている。

3.2.2 降雨流出

降雨量から初期損失を差し引いた有効降雨に対して地表面工種ごとに一定の割合で流出するという流出係数モデルを用いた。

表 7-1 流出係数

	道路	屋根	浸透域
流出係数	0.85	0.90	0.20

HydroWorksでは最大12種類の地表面工種を設定できるが、本研究においては、GISに格納した地表面上土地利用データ使用における便宜上の理由から地表面工種を道路・屋根・地表面の3種類に分けた。各工種の流出係数は表7-1⁵⁴⁾に示すとおりである。

3.2.3 流出追跡

流出した雨水がノードに到達し管網に流入するまでの過程は以下の二重線形貯水池(DLR)モデルを採用した。これはノード上に仮想的な二段に重なったコーン状の貯水池を考えている。

$$S_j = k_j q_j \tag{7-2}$$

S_j ：地表面工種 j における最大可能保水量（貯留量）(mm)

q_j ：地表面工種 j における時間間隔内の流出量(mm)

この貯留関数に連続の式を組み合わせると次の二次微分方程式が得られる。

$$k^2 \frac{d^2 q_j}{dt^2} + 2k \frac{dq_j}{dt} + q_j = i_n \tag{7-3}$$

$$k = C \cdot i_*^{-0.39}$$

$$i_* = 0.5(1 + i_{10})$$

C ：貯留に関するパラメータ

i_{10} ：継続する降雨強度の10分間の平均値

ここで C は多くの実測から導かれた次のような特性曲線から決定される。

$$C = 0.117 S^{-0.13} A^{0.24} \tag{7-4}$$

S ：勾配 (m/m)

A ：面積 (m²)

3.2.4 管路内水理

管路内における汚水の挙動については以下の完全Saint-Venant式に基づいて計算される。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad \text{式 (7-5)}$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \left(\cos \theta \frac{\partial z}{\partial x} - S_0 + \frac{Q|Q|}{K^2} \right) = 0$$

Q : 流量 (m³/sec)

A : 断面積 (m²)

g : 重力加速度 (m/sec²)

θ : 勾配

S_0 : 河床勾配

K : 移送係数

開水路流れと圧力管流れの遷移については、図7-2で示すような管の上端に細長い仮想的なスロットを考
えることで圧力管流れを開水路流れと同等にして計算
するプライスマン・スロットの概念を導入することで
解決している。このスロットの幅については以下とす
ることになっている。

$$B = \frac{gA_f}{C_p^2}$$

式 (7-6)

B : 自由表面の幅 (m)

g : 重力加速度 (m/sec²)

A_f : 満管時の管断面積 (m²)

C_p : 満管時の圧力伝播流速 (m/sec)

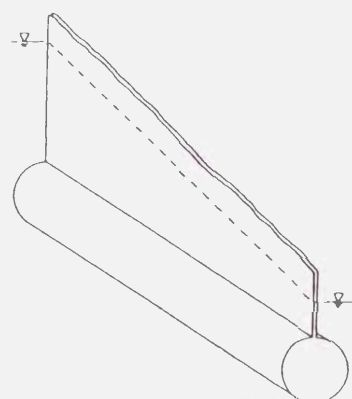


図7-2 プライスマン・スロット (Preissman Slot)

3.2.5 地表面汚濁負荷堆積

地表面に堆積する汚濁負荷は以下の式によって求められる。パラメータは土地利用に依存
すると考えられる。

$$\frac{dM}{dt} = P_s - K_1 \cdot M \quad \text{式 (7-7)}$$

M : 面積あたりの汚濁物質堆積量 (kg/ha)

P_s : 増加係数 (kg/ha/day)

K_1 : 減衰係数 (1/day)

この式を積分して、

$$M_0 = M_d e^{K_1 N_j} + \left\{ \frac{P_s}{K_1 (1 - e^{-K_1 N_j})} \right\} \tag{7-8}$$

M_0 ：単位面積あたりの最終堆積量 (kg/ha)

M_d ：単位面積あたりの初期堆積量 (kg/ha)

K_1 ：減衰係数 (1/day)

N_j ：晴天時日数 (day)

P_s ：増加係数 (kg/ha/day)

表 7-2 減衰係数と増加係数

土地利用	減衰係数 (1/day)	増加係数 (kg/ha/day)
住居地域	0.08	6
商業地域		25
工業地域		35
公園・緑地		6

本研究では初期堆積量を 0 とし、晴天時日数は各シミュレーションごとに調整した。減衰係数と増加係数についてはパラメータを決定するための基礎となる適当なデータがなかったため、表 7-2 に示す HydroWorks におけるデフォルト値を使用した。

3.2.6 地表面汚濁負荷掃流

以下の式に基づき下水管網に流入する汚濁負荷量を求めるモデルを採用した。

$$M_e(t) = K \cdot F(t) \tag{7-9}$$

$M_e(t)$ ：溶存および浮遊汚濁負荷量 (kg/ha)

K ：線形貯留係数（デボルテ流出モデルにおける K 値）(1/sec)

$F(t)$ ：汚濁負荷量 (kg/sec)

線形貯留係数は以下の式で求まる。

$$K = K_{desb} \cdot A_r^{0.18} \cdot P_{nt}^{-0.36} \cdot (1 + C)^{-1.9} \cdot T3^{0.21} \cdot L^{0.15} \cdot H_{pe}^{-0.07} \tag{7-10}$$

K_{desb} ：実測データから決定された実測係数 = 50.0

A_r ：支配流域の面積 (ha)

P_{nt} ：支配流域の勾配 (%)

C ：支配流域における不浸透域面積比率

$T3$ ：降雨継続時間 (sec)

L ：支流の長さ (m)

H_{pe} ：累積有効降雨量 (m)

掃流される汚濁負荷量は以下のように降雨強度と堆積負荷量の関数として表される。

$$\frac{dM_{\epsilon}}{dt} = K_a \cdot M_r(t) \cdot F(t)$$

式 (7-11)

$M_r(t)$: 地表面堆積汚濁負荷量 (kg/ha)

K_a : 降雨強度に基づく溶解／分解係数

ここで

$$K_a = C_1 \cdot I^{C_2} - C_3 \cdot I$$

式 (7-12)

C_i : 浸食係数

I : 有効降雨強度 (mm/hr)

浸食係数については表7-3に示すHydroWorksデフォルト値を用いた。

表 7-3 浸食係数

	C1	C2	C3
浸食係数	100000000	2.022	29.000

汚濁負荷は浮遊物質中にも含まれており、その量はTSS（総浮遊物質質量）に比例すると仮定している。この比率Potency Factorは各指標ごとに決定される。

$$Fn(t) = K_{pn}(i) \cdot Fm(t)$$

式 (7-13)

$Fn(t)$: 汚濁負荷流出量

$K_{pn}(i)$: Potency Factor

$Fm(t)$: TSS の流出量

ここでPotency Factorは次式で定まる。

$$K_{pn}(i) = C_1 \cdot (IMKP - C_2)^{C_3} + C_4$$

式 (7-14)

C_i : Potency Factor 式係数

$IMKP$: 5分以上における最大降雨強度 (mm/hr)

本研究におけるPotency FactorはHydroWorksデフォルト値である表7-4の値を用いた。

表 7-4 Potency Factor

	C1	C2	C3	C4
BOD	0.280	0.000	-0.572	0.000
COD	1.470	0.000	-0.419	0.000
TKN	0.070	0.800	-0.600	0.001
TP	0.000	0.000	0.000	0.000

3.2.7 雨水桝汚濁負荷堆積

前述のとおりシミュレーションにおいては地表面を道路・屋根・浸透域の3種に分けるが、このうち道路からの汚濁負荷については地表面だけでなく雨水桝における汚濁負荷の堆積過程も別途考慮するモデルを採用した。

$$PG_n(0) = \frac{(C + M \cdot N_f) \cdot VGULLY}{1000}$$

式 (7-15)

$PG_n(0)$: 降雨開始直前の雨水桝中の汚濁負荷量 (kg)

C : 初期汚濁物濃度 (mg/l)

M : 増加係数 (mg/l/day)

N_j : 晴天時日数 (day)

$VGULLY$: 雨水桝容積 (m³)

表7-5 雨水桝における汚濁負荷堆積モデルのパラメータ

指標	土地利用	初期汚濁物濃度 (mg/l)	増加係数 (mg/l/day)
BOD	住居地域	6.300	2.800
	商業地域	15.300	1.300
	工業地域	77.900	0.800
	公園・緑地	6.300	2.800
COD	住居地域	67.300	10.800
	商業地域	118.300	18.800
	工業地域	274.600	19.500
	公園・緑地	67.300	10.800
NH4		0.300	0.100
TP		0.000	0.000

初期汚濁物濃度、増加係数は表7-5に示すHydroWorksデフォルト値を用いた。雨水桝容積については以下の式で求められる。

$$VGULLY = DGULLY \cdot AREA$$

式 (7-16)

$VGULLY$: 雨水桝容積 (m³)

$DGULLY$: 雨水桝深度 (m)

$AREA$: 道路の面積 (m²)

雨水桝深度にはデフォルト値の0.0005を用いた。

3.2.8 雨水桝汚濁負荷掃流

雨水桝内の汚濁物質は一様に分布していると仮定する。

$$PIGNT = F_n(t+dt)DT + PG_n(t)$$

式 (7-17)

$PIGNT$: 総汚濁負荷量 (kg)

$F_n(t+dt)$: 溶解性汚濁負荷流入量 (kg/sec)

DT : タイムステップ (sec)

$PG_n(t)$: 雨水桝中の汚濁負荷量 (kg)

溶解性汚濁負荷流入量については次式で求められる。

$$F_n(t+dt) = \frac{Q(t+dt)}{\left\{ Q(t+dt) + \frac{VGULLY}{DT} \right\}} \cdot \frac{PIGNT}{DT}$$

式 (7-18)

$Q(t+dt)$: 道路からの汚濁負荷流出量 (m³/sec)

3.2.9 管路内汚濁負荷輸送

管路内のリンクにおける汚濁負荷輸送は次の一次元移送方程式に従って計算される。

$$\frac{dc}{dt} + u \frac{dc}{dx} = 0$$

式 (7-19)

c :汚濁負荷濃度 (kg/m³)

u :流速 (m/sec)

t :時間 (sec)

x :水平座標 (m)

ノードにおける汚濁負荷の貯留・流入は以下のネットワークモデルで計算される。

$$\frac{dM_J}{dt} = \sum_i Q_i c_i + \frac{dM_{sJ}}{dt} - \sum_o Q_o c_o \quad \text{式 (7-20)}$$

M_J :ノード における浮遊物質および溶存汚濁負荷の質量 (kg)

Q_i :リンク からノード への流量 (m³/sec)

c_i :リンク からノード への汚濁負荷濃度 (kg/m³)

M_{sJ} :外部からノード への流入汚濁負荷量 (kg)

Q_o :ノード からリンク への流量 (m³/sec)

c_o :ノード からリンク への汚濁負荷濃度 (kg/m³)

3.2.10 雨水流出モデル選択に関する今後の課題

本章ではHydroWorksに用意された複数のモデルの中からモデルを選びいくつかのパラメータを与えることでシミュレーションの前準備を行ったが、特に汚濁負荷関連に関するパラメータを決定するための適切なデータが不足していたため、その多くはHydroWorksで予め用意されたデフォルト値で補った。しかしこれらはイギリスやアメリカ、フランスなどで検証された値であり日本の実状にはそぐわない場合も考えられる。今後はHydroWorksのような総合的な分布型都市雨水流出モデルの実用が盛んになると思われるので、日本の都市の実状に適したパラメータを設定するための基礎データの整備をさらに進めていく必要がある。

第四節 対象地域 大津市公共下水道⁶⁾

大津市は琵琶湖南東部湖岸に位置した面積302.30km²、人口約30万人弱を有する滋賀県の県庁所在都市である。滋賀県最大の都市であり事業所も多いため人間活動に起因する琵琶湖の水質に与える影響も大きいとされており、下水道事業をはじめとした対策が積極的に行われている。

1999（平成11）年現在、大津市では中心部においては大津市単独公共下水道が、北部においては琵琶湖湖西流域下水道が、東部においては琵琶湖湖南中部流域下水道がそれぞれ整備されている。大津市公共下水道の藤尾処理区は京都市公共下水道に接続しており、京都市の石田処理場で処理されている。

今回研究対象となる大津市公共下水道は大津市の中心地の家庭排水・事業所排水を一手に引き受け処理・排除している。「皇子山」「大津」「膳所」「晴嵐」の4つの排水区から成る（図7-3）。このうち皇子山排水区と晴嵐排水区は分流式であり、大津排水区と膳所排水区は合流式と分流式の複合システムである。集められた汚水は遮集管を通して北東部にある最終処分場である「大津浄化センター」に運ばれ、処理後琵琶湖に放流される。大津市公共下水道の最終処理施設である大津浄化センターは昭和44年より処理計画約35,900m³/dayで供用を開始した。昭和52年度～昭和54年度に行われた拡張工事により処理計画は約94,900m³/dayとなり、平成9年度末においてその処理能力は約83,200m³/dayである。敷地面積は291a、処理方式は凝集剤添加活性

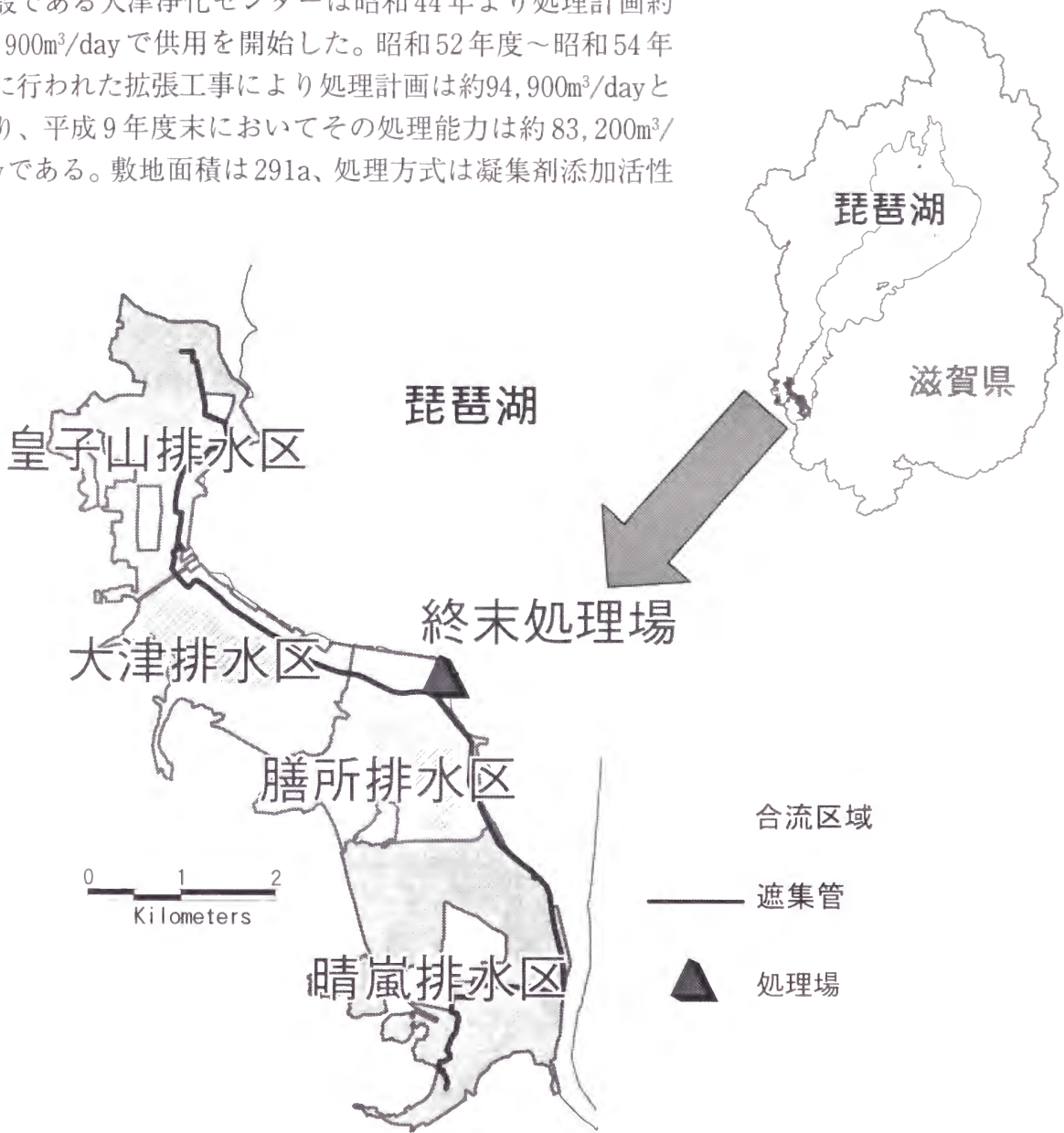


図7-3 大津市公共下水道

汚泥法+急速濾過を全体計画とし、凝集剤添加活性汚泥法が認可されている⁷⁾。

この下水道事業の当初計画段階では合流区域からの寄与分だけを考え越流量を見積もっていた。ところがその後予想以上に大津市の都市開発が進み事業の見直しが必要となり、結果合流区域の上流部に下水管が接続されることとなったのだが、その当時はすでに分流式とされていたのでこの拡張地域も分流式となった。そのため雨天時において合流式下水道区域に過度の雨水が流入した場合は、大津排水区に5カ所、膳所排水区に6カ所ある吐室に汚水の割合が高い計画以上の下水が流れ込み、越流が生じその分は未処理のまま琵琶湖に放流されるという問題が生じているのである。

本研究の対象地域はこの大津市公共下水道大津処理区のシステム全域であるが、研究の目的をふまえて合流式と分流式が併合している大津排水区と膳所排水区に特に焦点をあて、ここに流入する皇子山、晴嵐処理区からの下水量についてはそれぞれの末端での実測流入量を与えることとし、大津排水区と膳所排水区のみ内部での汚水・雨水追跡を行うこととした。

第五節 シミュレーションに必要なデータの整備

5.1 GISを用いた下水管網、地表面、人口データの準備

HydroWorksのシミュレーションを行う上で必要となる.dsdファイルの作成に用いるデータの収集・整備に対してGISを活用した。本節ではその手法を述べる。なお、.dsdファイルに記述する必要のある情報は「下水管網構造」、「地表面工種」および「人口」等である。

5.1.1 対象地域の分割

データ整備に先立って対象地域である大津排水区と膳所排水区を下水管網構造と合流・分流区域界に従い合わせて28のエリアに分割した(図7-4)。このエリアの境界は「大津市・雨天時における放流水質改善に関する調査」により作成された「計画と現況の排水系統相違図1:5000」⁶⁾に記入された区域界に基づいて決定し、デジタイジングしGISソフトMapInfoに入力したものである。

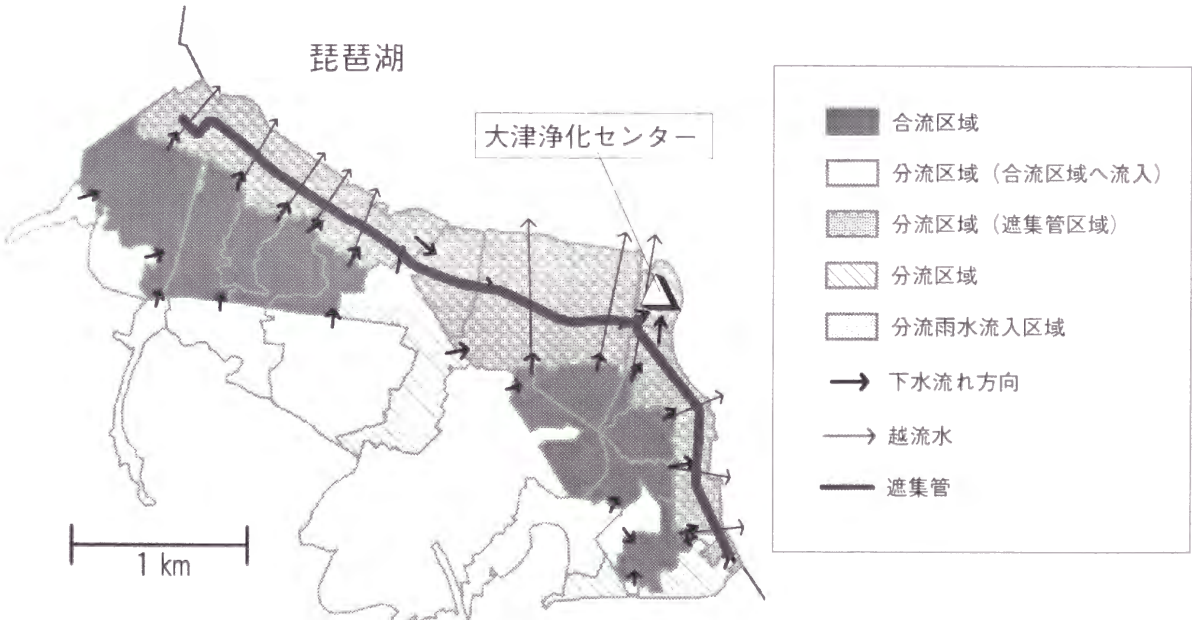


図7-4 対象地域における分流と合流

5.1.2 下水管網データの整備

HydroWorksのシミュレーションを行うに当たって、最低限必要となるデータの 하나가マンホール位置、下水管長などの「下水管網構造」を表すデータである。これが自治体等によって「下水道台帳」としてデジタルデータとして保存されている場合、それを元にプログラムを用いてHydroWorks用の管網データファイルとなる.dsd拡張子ファイルを作ることは可能である。

しかし大津市の場合下水道台帳は紙の地図として記録されており、マンホール位置や下水管長といった数値は下水道計画図上に直接書き込まれているにすぎない。そのため.dsdファイルを作るためにはまずこの地図データから必要な情報を読みとりデータセットとして入力してやる必要があった。「下水道台帳」を利用するプロセスについては既に研究が行われているが、紙面の地図上のデータを利用するプロセスについては明らかではない。本研究ではGISを活用した方法について検討を行った。以下にそのプロセスを示す。

大津市の下水道台帳(地図)⁹⁾は縮尺1:500の住宅道路地図に下水管網の情報を記入したものである。一枚の地図の大きさは縦40cm×横60cm(実測200m×300m)であり入力対象地域である大津排水区と膳所排水区は全部で127枚の地図からなる。地図の投影法は日本直角座標系の第VI系である。

この台帳から読みとることができる情報は以下の通り。

- ①「マンホール、汚水枳、雨水枳、吐室、吐口の位置」
- ②「マンホール、吐室の地盤高」
- ③「主な雨水枳、汚水枳、吐室の面積」
- ④「下水管の位置」
- ⑤「管長」
- ⑥「管径」
- ⑦「管勾配」
- ⑧「管種」
- ⑨「上流端・下流端管底高」

このうち③については、本研究では雨水枳・汚水枳の構造を考慮していない。また吐室の構造については別途詳細な構造図をもとに入力を行った。④については第3章で解説したとおり、HydroWorksにおいて下水道管網情報を構築するにあたってはノードの位置とID、リンクの上流端と下流端のノードIDを与えることによって省力した。⑦についてはHydroWorksが管底高と管長を元に自動的に計算するので必要ない。また⑧については一部の管に対してしか記入されていないため入力しなかった。

一方、上記の前提にたつと、HydroWorksに必要な「下水管網」データは、以下の通りとなる。

- ①「マンホール、汚水枳、雨水枳、吐室、吐口の位置」
- ②「マンホール、吐室の地盤高」
- ⑤「管長」
- ⑥「管径」
- ⑨「上流端・下流端管底高」

本研究では、これらのデータはGISから取得できるように、以下に述べるプロセスでデータの整備を行った。

＜過程 1：ID の取り決め＞

HydroWorks でシミュレーションを行うためには、ノードとなるマンホール、雨水桝、汚水桝、吐室、吐口については8桁のIDを与える必要がある。下水道台帳がデジタルデータとして保存されている場合は既に各ノードに対してこのIDに準ずるものが与えられているのでそれを元にすればよいが、大津市の場合そのようなIDに準ずるものは取り決められていない。そのため本研究独自のIDを以下の定義に従い各ノードに与えた。

▽マンホール、雨水桝、汚水桝のIDの定義

0 1 0 a 0 0 1 0
└─┘ └─┘ └─┘
イ ロ ハ

イ:28に分割した各エリアコード。

ロ:エリアにおける幹線名。

ハ:エリア内において上流側から順番に4桁の数字をふっていく。

ただし後になってからの追加・訂正に備えステップは10の桁で入力した(0010～9990迄)。

上記の例はエリア010における a 幹線の最上流端のマンホールであることを示している。これに従い下流側へ順に 010a0020、010a0030 と ID を振っていった。

▽放流管におけるマンホール、雨水桝、吐室、吐口のIDの定義

第四節で述べたように、大津市では11カ所の吐室から越流水を放流している。

o v 0 1 0 0 1 0
└─┘ └─┘ └─┘
イ ロ ハ

イ:放流管におけるマンホール、雨水桝、吐室、吐口であることを示す。

ロ:放流管No.01から11まで。

ハ:上流側から順番に4桁の数字をふっていく。

ただし吐室は0000、吐口は9990とする。

▽大津浄化センターのIDの定義

l a s t o u t f
とした。

＜過程 2：入力管網の選択＞

実際主な幹線だけを入力してシミュレーションを行っても結果にそれほどの違いは生じないとされている¹⁰⁾ので、作業量や計算時間を考慮して幹線のみを入力とし、対象地域にある全ての管網は入力しなかった。

＜過程 3：位置座標の入力＞

次にGISを用いて①「マンホール、汚水枡、雨水枡、吐室、吐口の位置」を入力した。127枚という膨大な数の地図の入力に対して、スキャナおよびMapInfoを用いてデジタイジングした(方法の詳細については、第2章を参照)。

＜過程 4：ID と地盤高の入力＞

同時に過程 3 で入力した各ノードに対して、IDと地盤高をGISデータベースに属性データとして納めた。

＜過程 5：ノードデータのエクスポート＞

用いたGISデータベースとHydroWorksのデータベースは直接リンケージすることができない。GISデータベースに納められたノードデータをエクスポートしてスプレッドシート形式のファイル(本研究ではExcel)で管理することにより相互のデータ交換ができるように工夫した。

＜過程 6：リンクデータの入力＞

リンクIDと下流端ノードIDを入力したスプレッドシート形式のデータベースファイルを作る。下水道台帳(地図)から各リンクに対する⑤、⑥、⑨を読みとり、それぞれデータベースの新たな項目として入力した。

5.1.3 ティーセン分割による支配流域の決定

本研究ではこの支配領域内の雨水・汚水がそのノードを通して管網内に流入すると仮定している。各ノードにはそれぞれに対応する地表面の「支配流域」を決定する必要がある。実際の雨水はマンホールだけでなく雨水枡などを通して流入するが、雨水枡やその遅れ時間の影響などは流出モデル上で考慮しており、この仮定はそれほどシミュレーションに影響をもたらさないとされている。

支配流域を求める方法としてはGISソフトを用いた各マンホールのティーセン分割を利用し、これを28のエリアごとに行った。図7-5にその一例を示す。1つのマンホールに対する支配流域面積はおおよそ0.05ha-2.00haとなった。

5.1.4 支配流域毎の人口の算定

各ノードに流入する汚水量を算定するために、小字単位で整備された滋賀県の平成2年当時の下水道整備人口データ(第2章第4節を参照)を元に各支配領域の人口を求めた。HydroWorksでは、.wwgファイルに記入した一人あたり污水排出原単位にこの人口を掛けることで流入污水が計

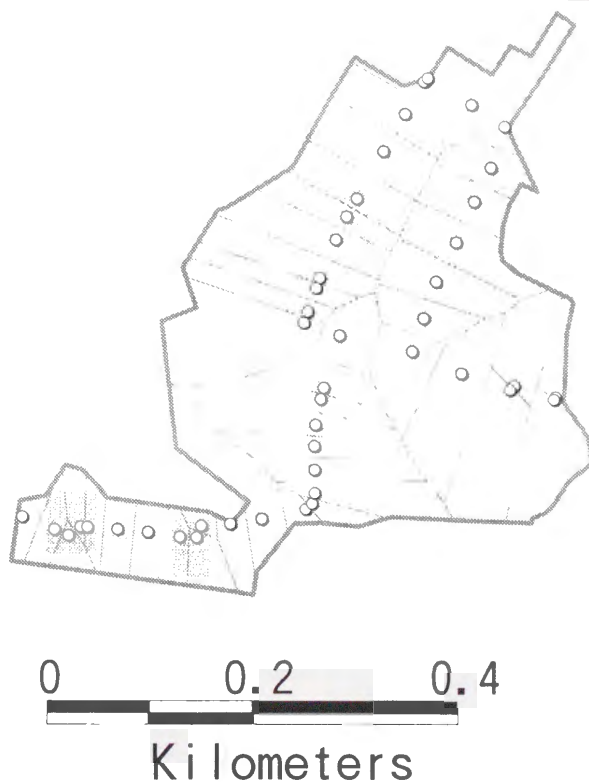


図7-5 ティーセン分割一例

算される。まず下水道整備人口データを「小字単位の行政界レイヤー」のGISデータベースとして組み込む。この行政界レイヤーと先にティーセン分割で作った支配領域レイヤーとオーバーレイ解析を行い、人口は各小字内において等密度に分布すると仮定することで、各支配領域内の人口を見積もった。これを式で表すと以下のようなになる。

$$P_b = \sum_i \frac{A_{bi}}{A_i} P_i$$

式 (7-21)

P_b : 支配流域内人口
 P_i : 字 i の人口
 A_i : 字 i の面積
 A_{bi} : 支配流域内における字 i が占める面積

これにより各支配領域内における人口は整数値ではなくなるので、シミュレーションの際など必要に応じて四捨五入する。この人口データは先に作成したノードについてのスプレッドシート形式データベースに新たな項目として追加した。

以上の過程を経て下水管網のノード、リンクに関するデータをスプレッドシート形式で保存することができ、ノードの支配領域、人口を決定することができた。この過程を経ることによって明らかになった大津排水区と膳所排水区の総括データを表7-6に示す。

5.1.5 土地利用工種の算定

すでに述べたとおりHydroWorksでは各土地利用に対して異なった流出モデルをあてがうことが可能である。本研究では地表面工種ごとに一定の割合で流出するという流出係数モデルを用いたので、各ノードに流入する雨水を算定するために、各支配領域内における土地利用分布を求めた。HydroWorksでは、この土地利用工種については最大12種類まで分別することができるが、本研究では一般に用いられている「道路」「屋根」「浸透域」の3種類の工種に分別した。

各支配流域における3種類の工種の面積の算定については大津市都市整備部都市計画課発行の「都市計画総括図」¹¹⁾（以下「都市計画図」と呼ぶ）と、それとの比較のために「市域図」¹²⁾を用いた。

①「都市計画図」に基づく方法

「都市計画図」は縮尺1:25000の地図で、大津市の都市計画区域内が用途地域別に色分けされている。用途地域は「第一種低層住居専用地域」「第二種低層住居専用地域」「第一種中高層住居専用地域」「第二種中高層住居専用地域」「第一種住居専用地域」「第二種住居専用地域」「準

表 7-6 対象地域の基本データ

	面積 (ha)	整備人口 (人)	入力人孔 (個)
合流区域	157.0	12103	425
分流区域(合流区域へ)	228.8	11957	445
分流区域(遮集管区域)	190.4	12773	185
分流区域	51.6	4293	157
分流雨水流入区域	10.5	-	9
合計	638.3	41125	1221

住居地域」「近隣商業地域」「商業地域」「準工業地域」「工業地域」「工業専用地域」からなる。これに加え「都市計画公園」「都市計画緑地」が別途定められており、本研究ではこれらは表7-7のように5つの土地利用に大別した。

この地図をスキャナを通じて、デジタイジングを行い、GISデータとして取り込んだ(図7-6)。次にこの図と先に作った「ノード毎の支配流域図」とをGISによりオーバーレイ解析することで各支配流域毎の5種類の土地用途面積を求めた。そこで各土地利用に対する「道路」「屋根」「浸透域」の面積比が表7-8であるとして各支配流域ごとの3工種の面積を算出した。これをスプレッドシート形式のデータベースにノードデータとして追加した。

この仮定した表7-8の面積比の実証が困難であることが本地図を利用する上での最大の欠点である。

②「市域図」に基づく方法

この「都市計画図」の欠点を補うために「市域図」を用いることにした。「市域図」は、縮尺1:10000の地図で、大津市内の道路、建物用地、線路、河川等を識別することができる。本研究ではこれらを表7-9のように5つの地表面工種に分類した。

この地図をスキャナで読み込み、デジタイジングを行い、GISデータとした(図7-7)。以下、同様にGISによりオーバーレイ解析することで各支配流域毎の5工種の土地用途面積を求めた。このうち鉄道敷については、流出係数が0.56と見積もられており¹³⁾、道路とも浸透域とも決めることができないので、道路半分浸透域半分として見積もった。これを別途、スプレッドシート形式のデータベースにノードデータとして追加し比較シミュレーションを行うのに用いた。

この2種類の地表面データの違いによる流出係数の差を28のエリア毎に求め、表7-10に示す。これによると市計画図/市域図の比はほぼ一律1.5で変動がないが、合流区域の方が流出係数がやや高い。「市域図」の方が縮尺が小さいため、土地利用は詳細に再現できているものと考えられる。シミュレーション結果に及ぼす影響については後に記述するが、特に記述がない場合は「市域図」を用いた計算を行ったものとする。

表 7-7 用途地域の分類

都市計画総括図での分類	本研究での分類
第一種低層住居専用地域	住居地域
第二種低層住居専用地域	
第一種住居専用地域	
第二種住居専用地域	
準住居地域	
第一種中高層住居専用地域	中・高層住居地域
第二種中高層住居専用地域	
近隣商業地域	商業地域
商業地域	
準工業地域	工業地域
工業地域	
工業専用地域	
都市計画公園	公園・緑地
都市計画緑地	



図7-6 都市計画総括図に基づく用途地域図

表7-8 各用途地域の地表面工種面積割合

凡例	用途地域	道路	屋根	浸透域
	住居地域	10	70	20
	中・高層住居地域	20	50	30
	商業地域	10	90	0
	工業地域	40	30	30
	公園・緑地	0	0	100

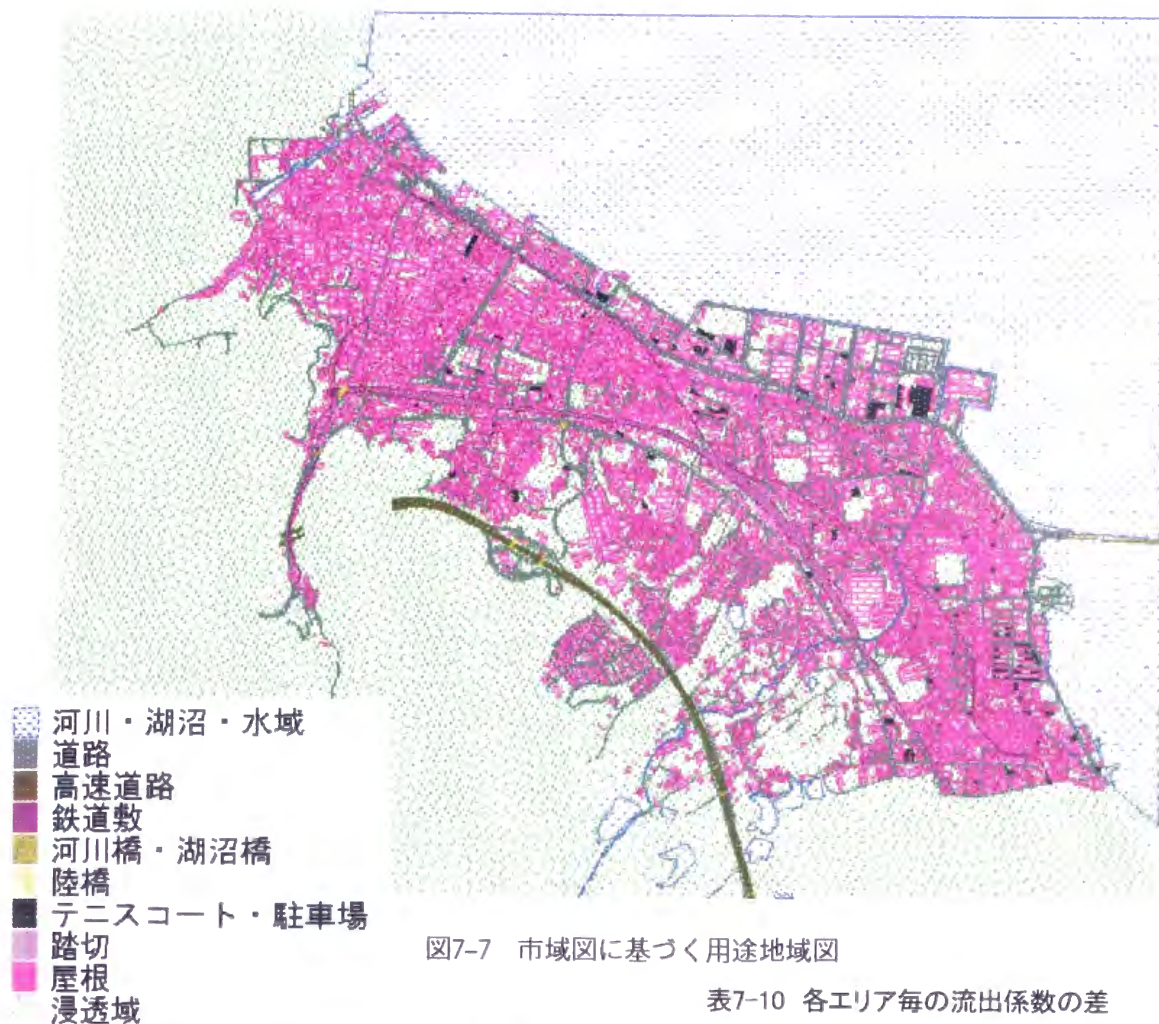


図7-7 市域図に基づく用途地域図

表7-9 市域図の分類

市域図での分類	本研究での分類
道路	道路
駐車場	
テニスコート	
高速道路	
陸橋	
踏切	屋根
建物	
鉄道敷	50%道路,50%浸透域
浸透域	浸透域
川	水域
池	
河川橋	

表7-10 各エリア毎の流出係数の差

エリア	区分	流出係数 (都市計画図)	流出係数 (市域図)	(都市計画図) / (市域図)
010	合流	0.84	0.59	1.43
020	合流	0.88	0.64	1.38
030	合流	0.89	0.62	1.45
040	合流	0.88	0.57	1.54
050	合流	0.82	0.59	1.39
060	合流	0.75	0.56	1.34
070	合流	0.76	0.48	1.57
080	合流	0.76	0.51	1.49
090	合流	0.78	0.49	1.58
100	合流	0.80	0.55	1.46
110	合流	0.79	0.52	1.50
012	分流(雨)	0.25	0.24	1.03
011	分流(上)	0.56	0.36	1.54
013	分流(上)	0.41	0.51	0.81
021	分流(上)	0.69	0.44	1.57
051	分流(上)	0.69	0.46	1.50
101	分流(上)	0.68	0.39	1.73
111	分流(上)	0.75	0.45	1.66
112	分流(上)	0.76	0.47	1.60
113	分流(上)	0.89	0.52	1.71
420	分流(上)	0.55	0.37	1.47
720	分流(遮)	0.83	0.47	1.76
720	分流(遮)	0.82	0.54	1.53
730	分流(遮)	0.81	0.52	1.57
810	分流(遮)	0.73	0.51	1.45
910	分流(遮)	0.47	0.32	1.48
410	分流(他)	0.73	0.47	1.54
510	分流(他)	0.76	0.51	1.49
合計		0.72	0.48	1.51

5.1.6 データのコンバート

以上の過程によってスプレッドシート形式で整備されたノードとリンクについてのデータを.dsdファイルに合わせてフォーマットをし直した。このデータのコンバートについてはPerl スクリプト¹⁴⁾を利用した。

5.2 流入汚水データの準備

前節でHydroWorksのシミュレーションを行う上で最低限必要となる管網構造と地表面に関

するデータがそろった。しかし現実のシステムを再現するためには、流入汚水量の日変化やその水質、降雨量等その他の入力値を準備する必要がある。

5.2.1 他排水区からの流入汚水

大津市終末処理場に流入する汚水量は次式で示される。

総流入汚水量 = ①各支配流域からの流入汚水 + ②点源汚水(大津 S A)
+ ③地下水 + ④他排水区(皇子山、晴嵐)からの流入

このうち①については大津市が調査した値を用いて、前節で求めた各ノード毎の土地利用と人口から推定した(表7-11)。

表 7-11 各支配流域からの流入汚水

	生活汚水量 (l/day)	営業用水率	営業汚水量 (l/day)	総汚水量 (l/day)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)	TKN (mg/l)	NH4 (mg/l)	TPH (mg/l)
住居地域	280	0.29	81	361	172	91	119	26	6	5.7
商業地域	280	0.82	230	510	172	91	119	26	6	5.7
工業地域	280	0.32	90	370	300	170	280	49	11	20
緑地	280	0.29	81	361	172	91	119	26	6	5.7

②の点源からの流入汚水については①の営業汚水で換算されているので点源汚水に含めなかったが、名神高速道路の大津SAからの流入汚水量については①に含まれておらず、別途見積もられているので、これを用いた(表7-12)。

表 7-12 点源汚水

	総汚水量 (l/day)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)	TKN (mg/l)	NH4 (mg/l)	TPH (mg/l)
大津SA	291682.188	310	166	217	90	22	12.9

大津市において③の地下水は4,935m³/day (1,20l/day/person) と見積もられている⁶⁾。他都市に比べて比較的多いのは管の老朽化と琵琶湖の水位による地下水の流入が原因だと考えられている。

④の水量については大津市が調査した値を用いることとした(表7-13⁶⁾)。

表 7-13 他排水区からの流入汚水量

(m ³ /day)	平成05年	平成06年	平成07年	平成08年	本研究
皇子山排水区	8,331	8,287	8,634	8,955	9,000
晴嵐排水区	12,534	12,968	13,410	13,671	14,000

しかし④の水質については測定値がない。「他排水区からの汚水」の流入は遮集管を通じて起り、速やかに終末処理場に流れ込むと考えられることから、「他排水区からの流入汚水水質 = 終末処理場への流入水質になる」という仮定をたて、以下の方法でその水質の推定を試みた。

その方法を簡単に示すと、他排水区からの排水水質を仮定してシミュレーションを行い、「処理場流入水質」を求める。普通流入汚水には時間変動が伴うが、水量・水質ともに時間変動が

ないものとすれば管網内の状態も常に一定となると考えた。具体的には以下のステップをとった。

- ＜過程 1＞他排水区からの流入水質が表7-14であると仮定してシミュレーションを行った。この水質の値は適当でよいが、ここでは家庭排水の水質を用いた。
- ＜過程 2＞このシミュレーションによって求められた終末処理場への流入水質は表7-15のようになった。そしてこの結果を次のシミュレーションでの他排水区からの流入水質であるとする。
- ＜過程 3＞こうしたシミュレーションを数回繰り返し、水質の値が安定したところを最終的な他排水区からの流入水質とした。これはそのまま晴天時における終末処理場へ流入する汚水の水質となる。その最終結果を表7-16に示す。

5.2.2 汚水日変動

HydroWorksでは、汚濁源からの下水管網への汚水の流入下水の量および水質の日変動を与えることができる。しかし、発生源での負荷変動データがなく、終末処理場での処理水量の日変動データしか入手できなかったのもので、これを元に以下の方法で、発生源での日変動データを算出した。

＜過程 1＞システムの応答関係を調べるために、図7-8に示すように「汚水が1時間だけ通常の1.2倍の量だけ流入し、それ以外は常に一定量で流入」という仮定でシミュレーションを行った。この結果から処理場での流入汚水量を Q_i (i は時刻)とすると、以下の式を用いることで全流入量のうち何%が何時間後に終末処理場に運ばれるかというOutput Ratioを求めることができる。結果を表7-17に示す。これは大津市公共下水道システム固有の応答関係を表しており、また同時にシステムの流下時間も示している。

表7-14 仮定した他排水区からの流入水質

(mg/l)	BOD	COD	SS	TKN	NH4	TPH
仮定	172	91	119	26	6.0	5.7

表7-15 終末処理場への流入水質シミュレーション結果
および次シミュレーションの流入水質の仮定

(mg/l)	BOD	COD	SS	TKN	NH4	TPH
結果1	157	83	86	24	5.6	5.5

繰り返し・・・

表7-16 仮定した他排水区からの流入水質

(mg/l)	BOD	COD	SS	TKN	NH4	TPH
最終結果	142	76	102	22	5.1	5.2

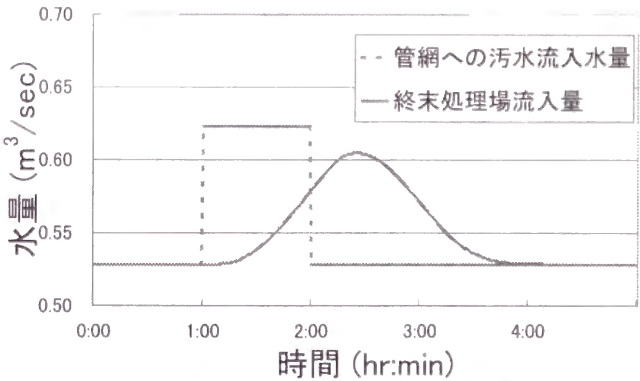


図7-8 システムの応答関係

表7-17 1.2倍流入汚水シミュレーションによる大津市公共下水道の応答関係

経過時間 (hr)	-1	0	1	2	3	4
仮定した流入汚水量 (m3/hr)	1900.8	2241.6	1900.8	1900.8	1900.8	1900.8
終末処理場への到達量 (m3/hr)	1900.8	1957.6	2136.9	1948.2	1901.3	1900.8
到達割合 (Output Ratio)		0.167	0.693	0.139	0.002	0.000

＜過程2＞次に処理場における運転水量の実測値を前式の O_i に代入し、このシミュレーションによって求められたOutput Ratio a_i を用いて汚濁流入源での変動比 I_i を逆算する。

$$O_0 = a_0 I_0 + a_1 I_{23} + a_2 I_{22} + \cdots + a_{23} I_1$$

$$O_1 = a_0 I_1 + a_1 I_0 + a_2 I_{23} + \cdots + a_{23} I_2$$

$$\vdots$$

$$O_{23} = a_0 I_{23} + a_1 I_{22} + a_2 I_{21} + \cdots + a_{23} I_0$$

- ここで、
 $I_0, I_1, \cdots, I_{23}$: 各時刻における管網への流入汚水量
 $O_0, O_1, \cdots, O_{23}$: 各時刻における最終処理場への到達流入汚水量
 a_0 (Output Ratio) : 流入汚水のうち 0 分～60 分に処理場に到達する割合
 a_1 (Output Ratio) : 流入汚水のうち 61 分～120 分に処理場に到達する割合
 $\vdots$

＜過程3＞その予想された流入変動比でシミュレーションを行った。

＜過程4＞逆算された汚濁流入源での変動比、それを用いたシミュレーションによって求められた終末処理場への到達流入汚水変動比、そして実測による終末処理場での処理水量の時間変動比を表7-18、図7-9に示した。

以後、日変動を考慮する必要のあるシミュレーションについてはこの

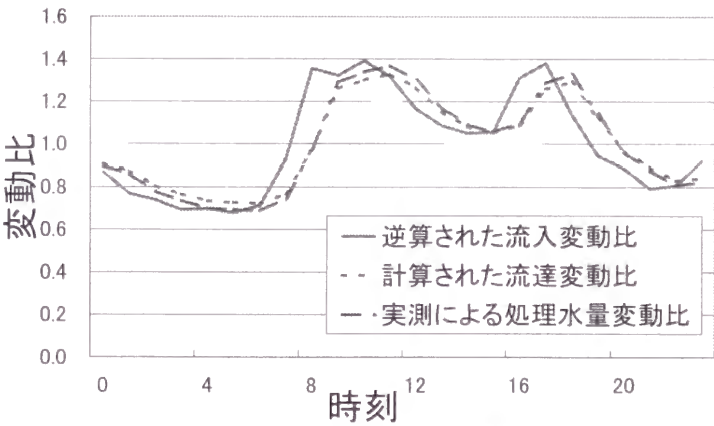


表 7-18 汚水日変動比

時刻 (O'clock)	0	1	2	3	4	5	6	7
逆算された流入変動比	0.867	0.768	0.738	0.693	0.697	0.678	0.713	0.930
計算された流達変動比	0.906	0.874	0.803	0.765	0.734	0.727	0.721	0.768
実測による処理水量変動比	0.895	0.858	0.777	0.735	0.700	0.693	0.687	0.744
時刻 (O'clock)	8	9	10	11	12	13	14	15
逆算された流入変動比	1.356	1.322	1.392	1.316	1.163	1.085	1.050	1.055
計算された流達変動比	0.970	1.261	1.300	1.329	1.266	1.151	1.081	1.050
実測による処理水量変動比	0.970	1.290	1.338	1.369	1.301	1.172	1.091	1.056
時刻 (O'clock)	16	17	18	19	20	21	22	23
逆算された流入変動比	1.310	1.380	1.139	0.945	0.885	0.792	0.807	0.919
計算された流達変動比	1.087	1.258	1.292	1.123	0.968	0.894	0.830	0.842
実測による処理水量変動比	1.097	1.285	1.329	1.141	0.963	0.878	0.808	0.824

図7-9 汚水日変動比

逆算された汚濁流入源での変動比を用いた。

5.3 実測降雨による検証およびキャリブレーション

続いて実測降雨によるシミュレーションを行った。シミュレーションの期間は平成10年9月21日（月）の9:10 - 13:00で行った。この期間において大津市下水道部下水道企画課と財団法人下水道新技術推進機構の共同により吐室1での雨天時流量・水質調査が行われている¹⁵⁾。採取された主なデータは、降雨量、流量、水温、DO、pH、BOD、COD、SS、T-N、T-P、大腸菌群数で、間隔は10分おきである。

降雨量データに基づきHydroWorks用実測降雨データを作成し、地表面データソースが「都市計画図」の場合と「市域図」の場合のシミュレーションをした。その結果と実測値を比較した流量のグラフを図7-10に、BODのグラフを図7-11、TNのグラフを図7-12に示す。

ピーク流量はいずれのケースについてもだいたいの一致を見せたが、流出係数の小ささから「市域図」の方が流量が小さく計算される傾向となった。降雨前後の流量ピーク時間にずれがみられるのは先行降雨の影響だと思われる。BOD、TNについてはファーストフラッシュにおける濃度増加を計算すると共に、濃度波形はほぼ一致した。これらのことからHydroWorksによる計算は大まかではあるが現象を再現しているとみなし、特別なキャリブレーションは行わなかった。また、この結果から「都市計画図」と「市域図」を用いる場合では結果にあまり差が生じないことがわかったので、次節のシナリオ解析では「都市計画図」を用いることとした。

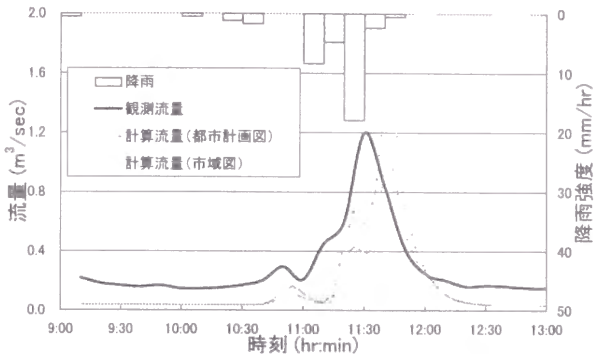


図7-10 実測値との比較（流量）

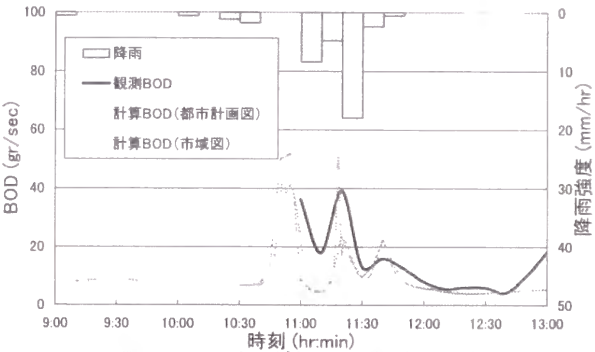


図7-11 実測値との比較（BOD）

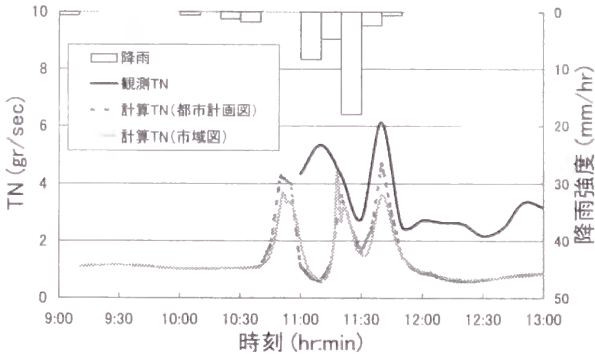


図7-12 実測値との比較（TN）

第六節 シナリオ解析によるシステムの評価手順

本節では前節までで構築した大津市公共下水道固有のモデルにいくつかの仮定を加えたシミュレーションを行いその結果と現状とを比較することで、越流水による水質への影響を評価するシナリオ解析をGISデータを活用しつつ行う手順を示すことを主眼とする。

6.1 計画降雨の作成

大津市公共下水道における計画降雨強度は次のように算定されている⁶⁾。

合流区域：60 (mm/hr)

分流区域： $I = \frac{4950}{t + 30}$ (mm/hr) (確率年 10 年) 式 (7-22)

本研究では、この分流区域におけるタルボット式から降雨継続時間 1 時間、中央集中型のハイエトグラフを作成した(図7-13)。本節におけるシミュレーションは全てこの計画降雨を用いることにし、以下これをモデル降雨と呼ぶ。

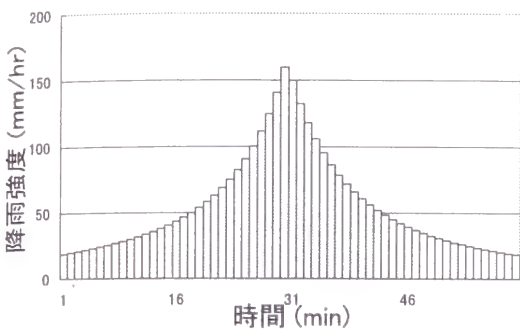


図 7-13 計画降雨

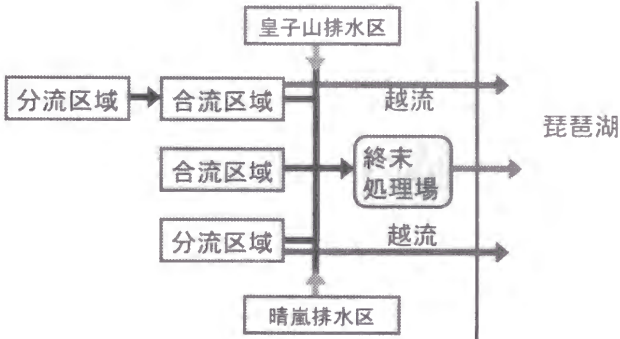


図7-14 通常のシミュレーション

6.2 通常のシミュレーション

特に特別な仮定を加えずにモデル降雨を用いたシミュレーションを「通常のシミュレーション」と呼ぶことにし (図7-14)、以後のシナリオシミュレーションの比較対照とする。

6.3 シナリオ① 上流側の分流区域がない場合

合流区域の上流側に接続されている分流区域を取り除いた場合のシミュレーションを行った。これは1962年の計画当初における状態と考えることができる。これをシナリオ①と呼ぶ (図7-15)。

このとき以下の比較を行うことで、越流水中における上流側の分流区域からの寄与を評価することができると考えられる。

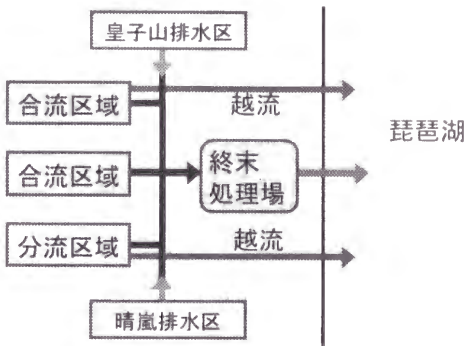


図 7-15 シナリオ①

(通常のシミュレーションの結果) − (シナリオ①の結果)
= 上流に分流区域が拡張されたことにより増加した越流量

6.4 シナリオ② 上流側の分流区域を合流区域にした場合

上流側の分流区域を合流区域とした場合のシミュレーションを行った。これをシナリオ②と呼ぶ (図7-16)。このことによって、本来地表面を流れ雨水升や河川を通じて未処理のまま直接琵琶湖に流出してしまう雨水とそれによる汚濁負荷、すなわち分流区域のノンポイントソースをある程度評価することができると思われる。つまり合流区域の上流に広がる区域を合流式ではなく分流式としたことにより低減された越流量を評価したこととなる。

(シナリオ②の結果)－(通常のシミュレーションの結果)

= 上流側が分流区域で整備されたことにより低減された越流量

6.5 シナリオ解析の結果と考察

ここでで行った通常のシミュレーション、シナリオシミュレーション、およびそれらのシミュレーションによる結果を比較するために、GISを用いて各吐き室ごとに越流によって生じる越流量および負荷量を示すグラフを作成した(図7-17～図7-19)。シナリオ①の結果を見る限り、上流側の分流区域が越流水に与える影響はせいぜい10%程度であり、さほど大きくない。逆に上流側を合流式ではなく分流式にしたことにより吐室No. 05、No. 06などで越流水が大幅に低減されたと言える。このようにGISを用いて結果を図示することで琵琶湖に与える影響を視覚的に判断することができるようになった。

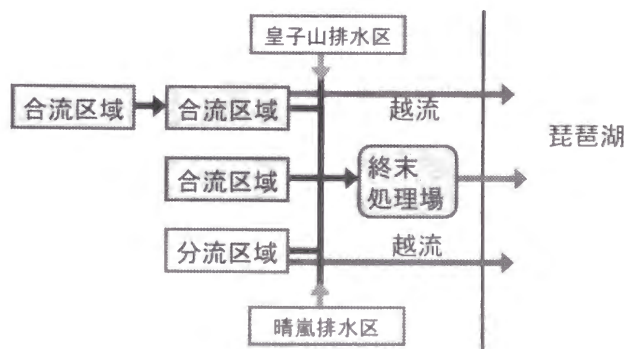


図7-16 シナリオ②

第七節 まとめ

大津市の合・分流式下水道併合地域では、合流式と分流式が複雑に絡み合う複雑なネットワーク構造となっていることから、従来のモデルでは計算や作業が繁雑となり下水道からの越流量およびその水質の精度良い定量化は非常に困難であった。そこで本章では、信頼度・有効性が高いとされている都市雨水流出モデル「HydroWorks」に対して、合流区域と分流区域を併合する複雑なシステムの雨天時流出量および越流による流出負荷量の定量化を行うGISを統合的に用いたモデル構築の方法の確立を試みた。また、下水道整備手法の違いによる汚濁負荷量の違い、合流式下水道からの溢流問題CSOを明らかにするためのシナリオシミュレーションを行う手順を示すことを試みた。そし

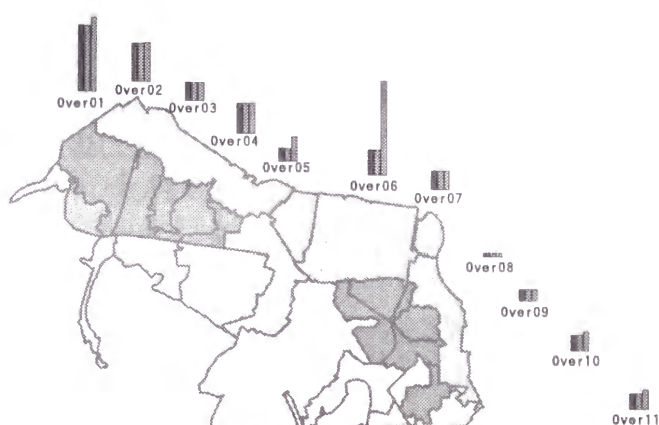


図7-17 シナリオシミュレーションの結果(越流量)

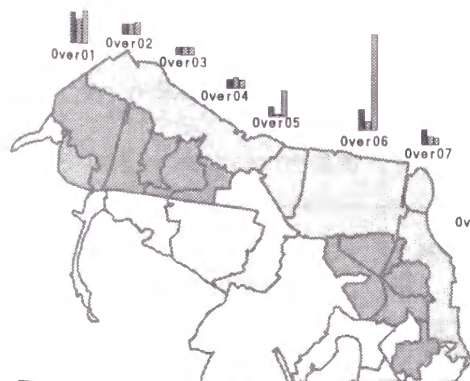


図7-18 シナリオシミュレーションの結果(越流BOD)

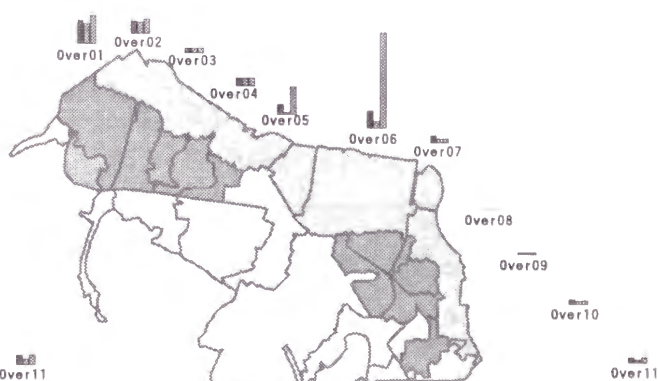


図7-19 シナリオシミュレーションの結果(越流TN)

て、その結果をGISを用いて可視化することによって、大津市公共下水道による琵琶湖への影響を総合的に評価することができることを示そうとした。

本研究で用いたHydroWorksは雨水と汚濁物の流出過程を水理学的に表現し地表面や下水管網構造を詳細に反映できる分布型雨水・汚濁物流出モデルである。このようなモデルを実管網に適用するには地表面や下水管網、人口に関する膨大で詳細なデータの管理と整備が必要となってくる。

そこで、本章では、GISに様々な情報を統合化することによって、GISを活用したデータ整備を行い、人力では到底扱いきれないような膨大な数のデータも効率よく整備し利用できるよう方法を検討した。表7-19にGISに統合化した情報とそれによって明らかとした現象を示す。この表が示すように、モデル構築に必要なデータ、シナリオ設定に必要なGISデータは「地表面土地利用」、「下水管網（マンホール）」、「マンホール支配領域」、「人口」の各レイヤーであり、これらのデータをGISで管理することによって、分布型流出モデルHydroWorksで入力が必要な膨大な量のパラメーターを自動あるいは半自動的に作成できるようにした。

なお、この章で使用したGISデータは第2章で整備した琵琶湖流域全体の環境情報より詳細なものを使わざるをえなかったのも、琵琶湖流域全域について同様の解析を今すぐには行うことはできないが、琵琶湖全域について同様のデータがGIS化されるなら、同じ手順を用いて、どの下水道管網に対しても容易にシミュレーションを行うことができる。

さらに、このようにデータをGIS化して統合化しておくことによって、データの変更が容易で、データの変更結果を目で見て確かめることができ、分布型モデルを構築、シナリオ解析を行うのに非常に便利であることを示した。従来はデータの修正を膨大な時間をかけ手作業で行っていたが、GISのおかげで簡略化する事ができた。例えば、計算に用いる管網の細かさを変更するとすると、マンホールの支配領域の大きさが変化するために、地表面土地利用、人口も集計し直さなければならない。これを手作業でやっていたのでは非効率きわまりないが、GISでは1つのレイヤーの変化だけですみ、あとの変更は自動的に計算することができる。実際、本研究では、大津市については「都市計画図」と「市域図」の2種類の図面から「土地利用データ」のレイヤーを作成し、両方のシミュレーションを行い、その結果を比較した（図10、図11参照）が、モデルに必要なデータの作成は非常に容易であったことを付け加えておきたい。

但し、シミュレーションの結果の汚濁負荷量に関しては、地表面汚濁分加算されるはずのシ

表7-19 越流量推定のための本研究で統合化した環境情報

本研究で地理情報として統合化した環境情報		統合化した情報を適用した現象
図形情報	統合化させた属性環境情報	
下水道台帳図 マンホール位置図	下水管の管径・長さ、管底高 マンホール、吐き室等付属施設	下水道管網の再現
小字地図＋マンホール位置図	下水処理形態別人口	マンホールあたり人口の推定
都市計画図 ＋マンホール位置図 ＋小字地図	土地利用工種別1人あたり汚水量原単位	マンホールあたり汚水量の算定
市域図＋マンホール位置図	土地利用工種別流出係数	マンホールあたり雨水量の推定
上記すべての情報 ＋	10分間隔降雨ハイトグラフ	越流量の推定

ナリオの結果が吐口によっては通常のシミュレーションに比べ少なくなるといったやや奇異な値が求まったので、これらシナリオシミュレーションの結果を下水道施策のための基礎データに用いるためには、さらなるパラメータのキャリブレーションと計算を安定させるためのテクニックが必要となること示唆する。

以下、本研究を総括する。

- ① 都市雨水流出解析にHydroWorks とGISを利用することによって、従来困難であった分
流合流併合地域からの越流量・越流負荷量の定量化が可能となった。
- ② GISデータを活用することで、データ準備作業が大幅に短縮されたので、今までデータ準
備作業に要していた時間を様々なシナリオ解析を行うための時間にまわすことができるよう
になり、シナリオの比較が容易となった。
- ③ 結果を図の重なりとして地図上に表現することが可能となり、シナリオ解析の結果を検討
しやすくなった。

以上のことから、GISが下水道計画、流域管理に対して役に立つツールであることを示すこ
とができたと言えよう。

参考文献

- 1) 下水道新技術推進機構、雨天時汚濁負荷量流出モデル比較検討調査、1994年度下水道新技
術研究所年報[2/2 巻]、pp.77-84、1995
- 2) 藤田昌一、田中一郎、百崎和博、千葉恭人、古北克、宮田篤、雨天時汚濁負荷量流出モ
デル比較検討調査、1995 年度下水道新技術研究所年報[2/2 巻]、pp.83-88、1996
- 3) 篠田康弘、長谷川隆之、流出解析モデルによる効率的な雨水対策について、月刊下水道1999
年10月号、pp.38-41、環境新聞社、1999
- 4) Wallingford Software Ltd. A HydroWorks Engineers' Guide、1997
- 5) 建設省都市局下水道部、下水道施設計画・設計指針と解説 前編 1994年度版、日本下水
道協会、1994
- 6) 大津市下水道部下水道企画課 下水道新技術推進機構、大津市・雨天時における放流水質
改善に関する調査 平成8年度版、1997
- 7) 滋賀県土木部、滋賀県土木要覧 平成10年度、1999
- 8) 肘岡靖明、古米弘明、市川新、日本の下水道システムへのDistributed Model の適用と
今後の課題、水文・水資源学会研究発表会要旨集、pp.94-95、1998
- 9) 大津市下水道部、大津市下水道台帳地図
- 10) HydorWorks document Engineers' Guide、Drainage system data/Defining the
drainage system
- 11) 大津市都市整備部都市計画課、縮尺1:25000、都市計画総括図、1997
- 12) 大津市、大津市市域図7、縮尺1:10000、1994
- 13) 土木学会、水理公式集、p.445、丸善、1985
- 14) 森高志、分布型モデルとGISを用いた合流式と分流式下水道の混在地域からの雨天時越
流量の推定とその削減に関する研究、京都大学大学院工学研究科修士論文、2000

- 15) 大津市下水道部下水道企画課 財団法人下水道新技術推進機構、平成10年度大津市合流改善調査 流量・水質調査報告書、pp.34、平成11年3月

第八章 GISデータを用いた河川の任意地点における低水時 および雨天時の流量・汚濁負荷量の推定 —日野川流域を対象として—

第一節 本章の背景および目的

従来の合理式やタンクモデルのような概念的で集中型の流出モデルでは、場所によって異なる水文量（浸透量、貯留量、流出量など）の空間的な分布を考慮せず、代表値を用いているために、流域の人間活動による土地利用や水利用の変化を反映することができなかった。しかし、近年の水理学とコンピューターの発展により、それらの変化を反映させる分布型流出モデルが開発されてきた。特に、計算技術の発展により、複雑な河川であっても任意の地点で流量・水質を計算できる物理的な分布型モデルが開発されつつあるのが現状である。このような分布型モデルを適用する際の問題は、第七章でも指摘したが、場所によって異なる物理量を入力データとして必要とするため、データ量が膨大となり取り扱いが困難となることである。また、このような分布型物理モデルは欧米において先駆的に開発されているために、日本での適用例がほとんどなく、実用上の問題点が明らかとされていない。

そこで本章では、そのようなモデルの1つである英国で開発中のISISを用いて、晴天時および雨天時の流量・汚濁負荷量に関して、様々な土地利用が混在する流域からの流出と、河道内の流下を日本の河川で計算できるようにすることを目的とし、日本の河川へのモデルの適用方法およびモデルに対する地理情報やその他の情報の利用方法を検討した。

第二節 流出モデルの発展

2.1 合理式

降雨の際、どれだけの流量が発生するかを推定することは、古くて新しい問題である。19世紀後半、イギリスのLloydが今までの考え方を集大成し、合理式(Rational Method)を提案した。このモデルは、対象とする地点の最大流量（ピーク流量）を求めるもので、

$$Q_{\max} = \frac{\text{流出係数} \times \text{降雨強度} \times \text{流域面積}}{360}$$

というきわめて単純なモデルである。必要なパラメーターが流出係数と降雨継続時間（降雨強度算定に用いられる）の二つだけであり、その値がほぼ経験的に与えることができることと、それらが与えられれば容易にピーク流量が求められるため、全世界で広く利用され、日本においては下水道の設計用として現在でも利用されている。しかしモデルが簡単であるということは、それだけ多くの因子を丸め込んだものであるということであり、理論上いろいろな問題点がある。

2.2 ユニットハイドログラフ法

1932年にShermanが単位図法（Unit Hydrograph法）を発表した¹⁾。これは単位降雨に対する流出パターン（これを単位図という）を与え、それを基にして、任意の降雨、降雨強度を線形に足し合わせて「時間—流量曲線：Hydrograph」求める方法である。このモデルの問題点は

単位図をどのようにして求めるか？線形性が保存されるのは極めて限られた条件下に過ぎないのではないか？という点にあり、とくに日本では必ずしも広く用いられなかった。

2.3 等価粗度法

末石富太郎(1955)が等価粗度法を提案している²⁾。「等価粗度法」は、斜面や流路における雨水の流下現象を運動法則と連続の式を用いて、水理学的に追跡するものである。その際運動方程式の解として定常流とし、マンニングの式で表現し、その粗度を流域全体の粗度として与えたものである。これは表面流の計算にキネマティックウェーブ法を適用させるという世界に先駆けた実用的な提案であった。

2.4 タンクモデル

菅原は簡単な「伝達関数」として「水槽（タンク）」を提案し、「タンクモデル」として発表した^{3,4)}。タンクモデルにはタンク毎に流出口径、その高さがパラメーターとなり、与えてやらなければならない。多くの試行錯誤の結果、4段にタンクを積み上げ、第1・2段を地表面モデル、第3段を中間流、第4段を地下水流出（涵養）と見立てることとしている。外国では Cascade Model とか Nash Model といわれている。

2.5 分布型モデルの開発

上記モデルはいずれも流域を一つの系として取り扱っている「集中型モデル Lumped Model」といわれるものである。合理式では、流出係数を流域の平均値として与えており、単位図法では「流域の単位図」が用いられる。しかし、降雨そのものが地形的に変動し一様でないこと、土地利用・土壤などが変化しており、流域を一つの流出係数に置き換えることに無理があることから、流域内の特性をモデルに取り入れた「分布型モデル(Distributed Model)」の開発が求められるようになった。

その後、1980年代から90年代の初頭にかけて、コンピュータの急速な発展により、在来の「特定地域用のモデル」から「汎用性を持ったモデル」へと変わってきた。今までは水理現象が複雑で、それらをすべて記述することが困難であったのが、コンピュータの進歩により、それが可能になったからである。このような進歩は、コンピュータの進歩によるところが大きい。このようにして開発されたモデルが、デンマークの水理研究所（Danish Hydraulic Institute）の MIKE-11⁵⁾ や、英国の水理学研究所の ISIS⁶⁾ である。このほかにアメリカでは工兵隊（Corp of Engineering）が、開発した HEQ-2⁷⁾ モデル（現在は HEC-RAS）というものもあり、アメリカでは広く使用されている。この中でも多様な構造物を含む複雑な河道網において定常流、非定常流の再現にすぐれていると言われている⁸⁾ ISISを本研究では使用することにした。この ISIS についての概要は付録を参照して欲しい。

2.6 ISIS の適用例

海外ではいくつかの ISIS の適用例が報告されている。

ベルギーでは1993年から1994年の冬にかけての Yser 川流域での洪水後の、新水管理プログラムの重要な部分をになうモデルとして ISIS が用いられている⁹⁾。ここでは下流部の流量増加に対する河川改修評価に用いられた。

アイルランドでは都市河川における適用が報告されている¹⁰⁾。ダブリンを流れる Tolka 川の

水質汚濁対策として、ISIS QualityおよびHydroWorksを用いて汚染の原因となっている合流式下水道からの排水評価が行われた。

ポルトガルではPovoa川における都市排水システムの改善を目的としたISISとHaydroWorksによる、都市河川流域の水質評価の論文が報告されている¹¹⁾。そこではこれらのモデルの適用性が示されるとともに、モデルを活かすための詳細なデータの必要性和それらのデータの頻繁なアップデートの重要性が主張された。

南アフリカではOrange川のVanderkloofダムの放流に関するリアルタイム意思決定モデルとしてISISが用いられている¹²⁾。ダム放流量の仮定を評価し下流部の水需要を満たす方策を策定するのに用いられた。

一方、日本でのISISの適用としては一部の建設コンサルタントにおいて商用モデルの比較の際に用いられているだけであり、本格的な適用は報告されておらず、その適用可能性について検討の余地が残っている。

第三節 流出モデル ISIS の日野川流域への適用

3.1 地表面モデルと河道モデルの対象範囲ー河道ネットワークと流域界ー

本研究では、ISISの適用流域として日野川流域を選んだ。河道の流下過程を扱う河道モデルの対象は、河口から日野川ダムまでの日野川本川31.1kmの区間とした。一方、流域表面から河道への流出過程を扱う地表面モデルの対象は以下のように選んだ。

第六章で示したように、日野川流域は13の小流域に分割できる¹³⁾（表8-1、第六章図6-9）。最上流の流域1の日野川ダム流域はダムからの放流量が既知であり、最下流の流域である流域13の仁保橋下流域では流域面積がほとんどないため、これらの流域をのぞいた11個の流域を地表面モデルの対象とした（その詳細は第六節で述べる）。地表面モデルと河道モデルの接続関係を模式的に図8- 1に示す。ここで示すように、11の流域の地表面モデルからの出力を河道モデルの境界条件として用いた。なお、流域6,7とした佐久良川流域は広大で上流・下流で土地利用形態に変化があるため上流域(流域)6と下流域(流域7)とで分割し、上流域からの流出は、本川へ流入する時間を遅らせることにした。

3.2 日野川流域の河道モデル部分のデータ整備

ISISの河道モデルには、

- (1) 河道横断面、断面間の距離、断面標高、断面粗度係数
- (2) 堰、橋などの構造物の諸元、
- (3) 上流端、下流端、地表面モデルの合流点における境界条件

表 8-1 日野川の小流域と流域面積

流 域 名	流 域 番 号	流域面積 (km2)	合流点の 河口からの距離m
蔵王ダム・日野川ダム流域	1	22.42	31140
南砂川流域	2	17.83	29600
出雲川流域	3	13.03	24400
砂川流域	4	19.02	27200
大平川・須川・古川流域	5	21.89	19800
佐久良川上流流域	6	25.63	18400
佐久良川下流流域	7	22.09	18400
法教寺川流域	8	7.27	16800
祖父川流域	9	30.09	10800
中津井川流域	10	7.12	11900
善光寺川流域	11	14.64	9200
光善寺川流域	12	7.94	5604
仁保橋下流域	13	1.15	
全 流 域		210.10	

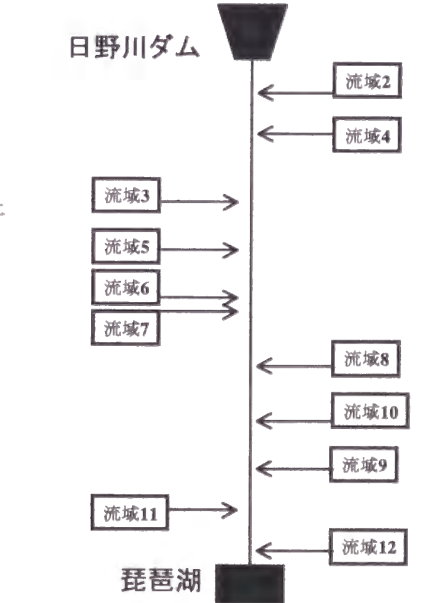


図 8-1 日野川流域モデルの模式図

などを入力する必要がある。以下日野川流域を対象に行ったデータ整備を述べる。

(1) 河道断面データ

株式会社建設技術研究所の平成9年度日野川単独河川改良調査設計業務委託報告書で用いられた河川横断面および日野川ダム管理事務所から断面図を入手し、日野川ダムから琵琶湖流入点までの約30kmの区間に、161個の横断面を与えた。ここでは各地点のマニング数はすべて0.03とした。日野川本川の子な堰は2,500分の1地形図¹⁴⁾ および文献¹⁵⁾ により諸元、位置を確認し入力した。

(2) 水理構造物

ISISは、付録表1に示したように、様々な水理構造物を表すユニットを持っているが、本研究では河道横断面、堰、支川(＝地表面モデル)との合流部を、それぞれ川のユニット(RIVER)堰のユニット(WEIRS)と合流部のユニット(JUNCTION)を用いて表現した。表8-2に、日野川モデルで表現した河道構造物と横断面の場所を示す。()内の橋などは通常の川のユニットで表現している。

(3) 上流端境界条件

河道モデルの最上流端を日野川ダムとした。流域1の日野川ダム流域内に降った降雨はすべて日野川ダムに流入するとして、日野川ダムの時間放流量¹⁶⁾ を上流端境界条件として計算に用い、流域1からの流出量およびベースフローはないこととした。

(5) 下流端境界条件

下流の境界条件として使用した琵琶湖水位は1992年の沖之島における日水位¹⁷⁾ を用いた。

(6) 合流点および合流点境界条件

流入点境界条件は、晴天時には、各小流域から降雨に関係ない基底流出(ベースフロー)があるとし、そのベースフローには桐原橋の時間水位¹⁸⁾ から低水流量を算出し各流域の流域面積によって配分したものを用いた。また、雨天時には、各流域からの地表面流出が地表面モデルによって計算される。これと晴天時のベースフローを足したものが河道モデルの合流点境界条件となるとした。

第四節 低水時における流量シミュレーションの安定化

前節のデータ準備で、ISISの河道モデルを日野川に適用する準備ができた。しかしこの段階で流出シミュレーションを行った場合、計算上ネックとなる点があることが明らかとなった。後述するように、流量が減ってくると計算が正確になされないのである。ISISの開発者にインタビューしたところこのような問題はヨーロッパの河川では知られていないとのことで、急峻で流量が少なく横断面が複雑であるという条件をもつ日本の河川独特の問題であると考えられる。この節では、これらの問題点をまとめ、それについての解決方法を提案する。

4.1 計算の条件

表 8-2 日野川モデルの横断面と位置

断面名称	場所	河口からの 距離(m)	断面名称	場所	河口からの 距離(m)	断面名称	場所	河口からの 距離(m)
s31940d	(日野川ダム)	31140	w26450d		25650	h15200		15200
nw31790u	落差工	30990	h26400		25600	h14800		14800
nw31790d		30990	r26243	(明治橋)	25443	h14400		14400
nw31776u	落差工	30976	h26200		25400	h14000		14000
nw31776d		30976	h26000		25200	h13600		13600
nw31745u	落差工	30945	h25800		25000	h13220	(安吉橋)	13200
nw31745d		30945	h25600		24800	h12720	(1号水管橋)	12720
nw31720u	落差工	30920	h25400		24600	h12660	(1号床止め橋)	12660
nw31720d		30920	izumo	出雲川合流点	24400	h12400		12400
h31600		30800	h24400		24400	nakatsui	中津井川合流点	11900
r31500		30700	r24300		24300	h11900		11900
h31400		30600	r24200		24200	h11600		11600
w31185u	取水堰	30385	h24168	(増田橋)	24168	h11467	(日野川大橋)	11467
w31185d		30385	r24106	(増田橋水位観測所)	24106	h11200		11200
r31150		30350	r24000		24000	sofu	祖父川合流点	10800
r31116	(御代参橋)	30316	r23800		23800	h10800		10800
h31000		30200	h23670	(蒲生大橋)	23670	h10377	(横関橋)	10377
h30800		30000	r23600		23600	h10150		10150
h30600		29800	h23400	(中川原橋)	23400	h10000		10000
nansuna	南砂川合流	29600	h23200	(下川原橋)	23200	h09600		9600
h30400	(安土橋)	29600	r23000		23000	zenkouji	善光寺川合流点	9200
w30253u	2号頭首工	29453	h22800		22800	h09200		9200
w30253d		29453	r22600		22600	h08916	(JR新幹線橋梁)	8916
h30200		29400	h22400		22400	h08800		8800
h30000		29200	r22200		22200	h08400		8400
h29800		29000	h22100	(天神橋)	22100	h08186	(JR琵琶湖線橋梁)	8186
h29714	(木津橋)	28914	r22000		22000	h08126	(桐原橋)	8126
r29600		28800	h21800		21800	h08000		8000
h29525	(木津大橋)	28725	r21600		21600	h07600		7600
h29400		28600	w21417u	蒲生頭首工	21417	h07256	(古川橋)	7256
w29340u	3号頭首工	28540	w21417d		21417	w7256	落差工	6800
w29340d		28540	h21200		21200	h06800		6800
h29200		28400	h21145	(大森橋)	21145	h06400		6400
h29000		28200	h20800		20800	h06000		6000
h28800		28000	h20693	(鈴橋)	20693	kouzenji	光善寺川合流点	5604
h28600		27800	h20498	(鈴橋)	20498	h05604	(仁保橋)	5604
w28465u	4号頭首工	27665	h20167	(2号水管橋)	20167	h05200		5200
w28465d		27665	furu	古川合流点	19800	h04949		4949
h28400		27600	h19800		19800	w4949	落差工	4400
h28258	(別所橋)	27458	h19441	(宮上橋)	19441	h04400		4400
r28173	(新別所橋)	27373	h19200		19200	h04000		4000
suna	砂川合流点	27200	h18800		18800	h03600		3600
h28000		27200	sakura	佐久良川合流点	18400	h03200		3200
w27800	別所頭首工	27000	h18400		18400	h02647	(大畑橋)	2647
h27800		27000	h18000		18000	h02400		2400
h27600		26800	w17704	名神日野川頭首工	17704	h02000		2000
h27418	(近江鉄道橋梁)	26618	h17704		17704	h01663	(野村橋)	1663
h27247	(内池橋)	26447	h17511	(名神高速橋梁)	17511	h01571	(水管橋)	1571
r27200		26400	h17200		17200	h01200		1200
w26990u	5号頭首工	26190	hokyoji	法教寺川合流点	16800	h00800		800
w26990d		26190	h16800		16800	h00400		400
h26800		26000	h16310	(野寺橋)	16310	h00000		0
h26600		25800	h15830	(雪の山橋)	15830	hm0200		
w26450u	6号頭首工	25650	h15600		15600			

まず、どのような状態のときに計算が不安定になるかを調べるために、日野川ダムの放流量を図 8-2 のように徐々に減らして計算を行った。但し、流入河川からの流入量は、比流量を $3\text{m}^3/(\text{s} \cdot 100\text{km}^2)$ に固定して行った。この条件下での、日野川縦断方向の初期流量を図 8-3 に示す。

4.2 問題点の整理

このような計算を行った結果、日野川での ISIS の計算では次のような問題が生じるという傾向をまとめることができた。

- (1) ISIS の非定常流計算の計算開始直後で計算が不安定になる傾向がある(図 8-4)。
- (2) 実際よりかなり大きい流量、水位の時は計算できるが、流量、水位が減ってきたときの計算が不安定である(図 8-4)。特に、流路が急で流量が少ない場合や、断面形状が急変する河道、さらに堰構造物直下や橋脚部分で望ましい計算結果が得られないことが多い。
- (3) 本川に並行する支川などの流路が間違って本川の横断面一部としてモデルに入力されてい

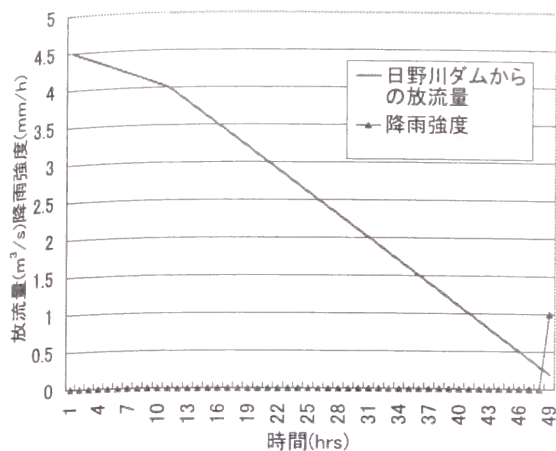


図8-2 日野川ダムからの放流量と降雨量

(総降水量を0には設定できないため
便宜的に1 mm 降らせている)

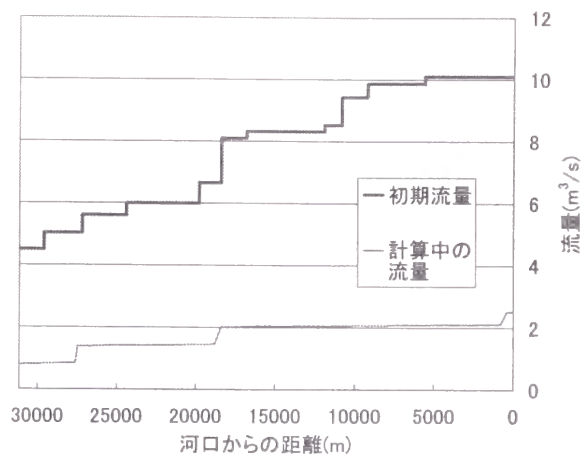


図8-3 日野川縦断方向の流量

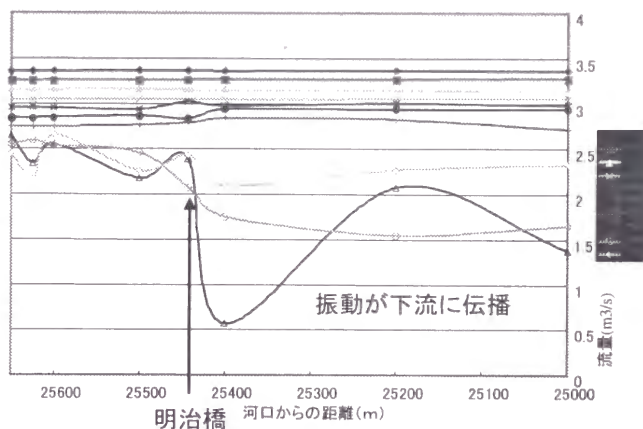
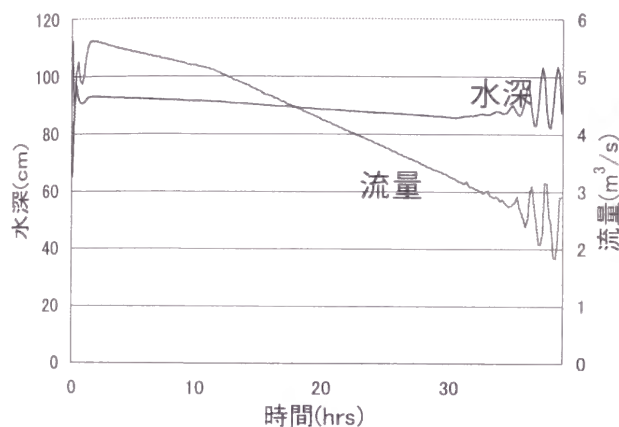


図8-4 計算結果の例(明治橋地点(左)と明治橋周辺の計算流量の時間変化(右))

た断面の近くで望ましい計算結果が得られないことが多かった。

4.3 低水時流量計算の安定化の検討

上記の問題に対して、ISIS 付属のマニュアル¹⁹⁾ には推奨する対策および、本研究独自の対策を行い、その改善効果を検討した。

なおここで検討した対策のうち、(1) 内挿補間断面の追加、(2) 横断面データの見直し(正しく入力、あるいは新規断面の測量)はマニュアル推奨の方法で、(3) 河道輸送量の改善、(4) 堰・合流地点における分割が本研究独自の対策である。以下、その方法と結果について述べる。

4.3.1 内挿補間断面ユニットの追加

上記であげた問題点(3)は間違いやすいミスではあるが、あくまでモデル作成上のミスにすぎないので直ちに修正したが、そのように修正を加えた実測横断面のみからなる河道モデルでも、定常流計算は行えるが、非定常流計算は計算開始直後にストップしてしまう傾向が強かった。ISISでは、定常流計算の結果吐き出される出力ファイル(診断ファイル)に、補間断面ユニットを加えるべき箇所の情報が示されるので、その位置に補間断面ユニットを加えた。

その結果、非定常流計算が行えるようになった。定常流計算の診断ファイル内に示される、加えるべき断面の数が減った例を表 8-3 に示す。

また、平均河床勾配をSとすると、横断面間隔は $1/(2S)$ (m)以上離すべきではないとされている¹⁹⁾。河道モデルの対象区間の縦断勾配を図5に示す。この図が示すように、勾配の変化は大きく、日野川の平均勾配は約 $1/270$ となっており、このことが計算の不安定を招いていたようであった。勾配による

目安によると、全体で約230個の断面が必要とされる。図8-5の平均勾配を参考にして、河道全体にさらに補間断面ユニットを加えた。表 8-4 に、補間断面ユニットを加えた場所を示す。

その結果、各地点での

計算結果が大幅に改善された。図 8-6 にその例として明治橋地点での、勾配をもとにして河道全体に補間断面ユニットを加える前後での計算流量、計算水位の比較を行った。この図より、補間断面ユニットを、勾配を参考にして河道全体に挿入すると、流量、水位の振動が解消された。また、補間断面を加えることにより水位が下降した。

しかし、流量、水位の減少の仕方が、日野川ダムからの放流量の減少の仕方と異なり、不自然であるという問題点が残った。

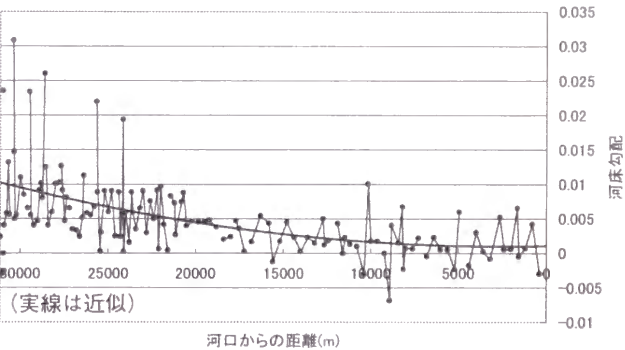
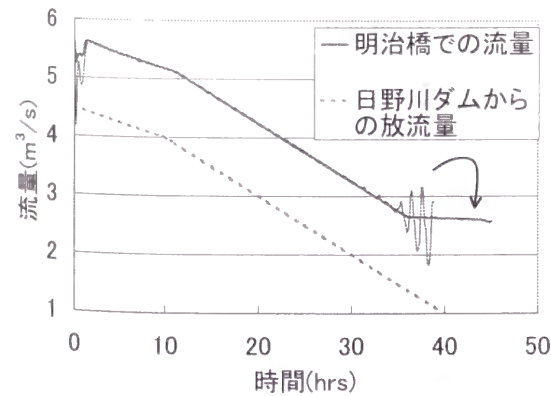


図 8-5 日野川の縦断勾配

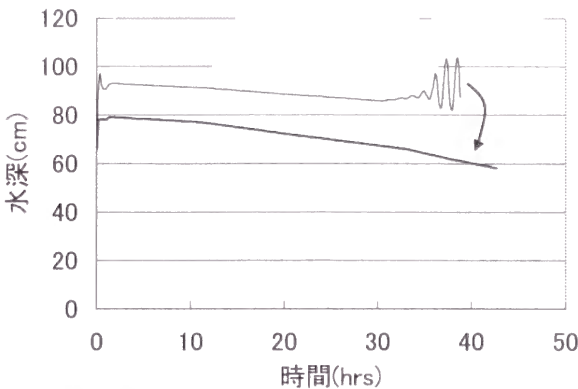


図 8-6 断面数を加える前後の明治橋での計算結果の比較

表 8-4 加えた補間断面ユニット

断面名称	河床勾配	次の断面 までの 距離(m)	とるべき 断面間の 距離(m)	加えた 補間 断面の数	断面名称	河床勾配	次の断面 までの 距離(m)	とるべき 断面間の 距離(m)	加えた 補間 断面の数	断面名称	河床勾配	次の断面 までの 距離(m)	とるべき 断面間の 距離(m)	加えた 補間 断面の数
s31940d	0.002333	150	214.3	1	w26450d	0.022	50	22.7	1	h15200	0.00175	400	285.7	
nw31790u		0			h26400	0.008854	157	56.5	2	h14800	0.0045	400	111.1	1
nw31790d	0.023571	14	21.2		r26243	0.000233	43	2,150.0	3	h14400	0.00225	400	222.2	
nw31776u		0			h26200	0.003	200	166.7	3	h14000	0.00025	400	2,000.0	
nw31776d	-0.0029	31	-172.2		h26000	0.009	200	55.6	3	h13600	0.00225	400	222.2	
nw31745u		0			h25800	0.006	200	83.3	3	h13220	0.001458	480	342.9	
nw31745d	0	25			h25600	0.009	200	55.6	3	h12720	0.005	60	100.0	
nw31720u		0			h25400	0.0025	200	200.0	3	h12660	0.001154	260	433.3	
nw31720d	0.004	120	125.0	2	izumo		0			h12400	0.0018	500	277.8	
h31600	0.0058	100	86.2	1	h24400	0.0088	100	56.8	1	nakatsui		0		
r31500	0.0132	100	37.9	1	r24300	0.0024	100	208.3	1	h11900	0.004333	300	115.4	
h31400	0.005581	215	89.6	4	r24200	0.005625	32	88.9	1	h11600	0	133		
w31185u		0			h24168	0.019355	62	25.8		h11467	0.002247	267	222.5	1
w31185d	0.030857	35	16.2		r24106	0.000189	106	2,650.0		h11200	0.00125	400	400.0	
r31150	0.014706	34	34.0		r24000	0.0059	200	84.7	3	sofu		0		
r31116	0.005	116	100.0	1	r23800	0.001538	130	325.0	1	h10800	0.000946	423	528.7	1
h31000	0.0055	200	90.9	3	h23670	0.008857	70	56.5	1	h10377	-0.00308	227	-162.1	1
h30800	0.011	200	45.5	3	r23600	0.0059	200	84.7	3	h10150	0.01	150	50.0	2
h30600	0.0085	200	58.8	3	r23400	0.0035	200	142.9	3	h10000	0.00175	400	285.7	
nansuna		0			h23200	0.0065	200	76.9	3	h09600	0.00175	400	285.7	
h30400	0.006531	147	76.6	2	r23000	0.009	200	55.6	3	zenkouji		0		
w30253u		0			h22800	0.00295	200	169.5	3	h09200	0	284		
w30253d	0.023396	53	21.4	2	r22600	0.00755	200	66.2	3	h08916	-0.0069	116	-72.5	
h30200	0.0055	200	90.9	3	h22400	0.00495	200	101.0	3	h08800	0.004	400	125.0	1
h30000	0.004	200	125.0	3	r22200	0.0091	100	54.9	1	h08400	0.001402	214	356.7	
h29800	0.004651	86	107.5	1	h22100	0.0006	100	833.3	1	h08186	0.006667	60	75.0	
h29714	0.009123	114	54.8	2	r22000	0.0097	200	51.5	3	h08126	-0.00238	126	-210.0	
r29600	0.010133	75	49.3	1	h21800	0.0041	200	122.0	3	h08000	0.00075	400	666.7	
h29525	0.008	125	62.5	3	r21600	0.000437	183	1,143.8	2	h07600	0.000581	344	860.0	
h29400	0.026	60	19.2	1	w21417u		9000			h07256	0.002193	456	228.0	
w29340u		0			w21417d	0.008295	-8783	60.3		w7256		0		
w29340d	0.012429	140	40.2	2	h21200	0.007273	55	68.8		h06800	-0.0005	400	-1,000.0	
h29200	0.004	200	125.0	3	h21145	0.002609	345	191.7		h06400	0.00225	400	222.2	
h29000	0.006	200	83.3	2	h20800	0.007477	107	66.9		h06000	0.000505	396	990.0	
h28800	0.01	200	50.0	2	h20693	0.008718	195	57.4	1	kouzenji		0		
h28600	0.010222	135	48.9	3	h20498	0.003927	331	127.3	1	h05604	0.000495	404	1,010.0	
w28465u		0			h20167	0.004632	367	107.9		h05200	-0.00239	251	-209.2	2
w28465d	0.012615	65	39.6		furu		0			h04949	0.006011	549	83.2	
h28400	0.009155	142	54.6	2	h19800	0.004457	359	112.2	1	w4949		0		
h28258	0.004706	85	106.2	1	h19441	0.004564	241	109.5	1	h04400	-0.00175	400	-285.7	
r28173	0.008092	173	61.8	2	h19200	0.00475	400	105.3	1	h04000	0.003	400	166.7	1
suna		0			h18800	0.00375	400	133.3	1	h03600	0.00025	400	2,000.0	
h28000	0.0065	200	76.9	3	sakura		0			h03200	-0.0009	553	-553.0	2
w27800		0			h18400	0.002	400	250.0		h02647	0.005263	247	95.0	1
h27800	0.0035	200	142.9	3	h18000	0.002365	296	211.4		h02400	0.0005	400	1,000.0	
h27600	0.003297	182	151.7	2	w17704		0			h02000	0.000593	337	842.5	
h27418	0.002339	171	213.8	3	h17704	0.004663	193	107.2		h01663	0.006522	92	76.7	
h27247	0.005106	47	97.9		h17511	0.003537	311	141.4		h01571	-0.00054	371	-927.5	
r27200	0.011238	210	44.5	4	h17200	0.00025	400	2,000.0		h01200	0.00075	400	666.7	
w26990u		0			hokyoji		0			h00800	0.00425	400	117.6	
w26990d	0.005789	190	86.4	3	h16800	0.001633	490	306.3	2	h00400	-0.003	400	-166.7	
h26800	0.0055	200	90.9	3	h16310	0.005417	480	92.3	2	h00000		0		
h26600	0.006667	150	75.0	2	h15830	0.004348	230	115.0		hm0200		0		
w26450u		0			h15600	-0.00125	400	-400.0						

4.3.2 河道輸送量の改善

(1) 理論的考察

通常 S_f は求めることができないため、水面勾配や河床勾配を測定して代替されるが、各断面で与えることができなかったり、与えたとしても河床断面が複雑で、そのために誤差が大きくなるため、ISISでは、以下に示す式(8-1)の分子分母にそれぞれの流量 Q 、河道輸送量 K を与えて摩擦損失勾配 S_f を計算している。

$$S_f = \frac{Q|Q|}{K^2} \quad \cdots \text{式(8-1)}$$

しかし、 K の値が小さい地点や、後述する K の値が非線形に変化する地点では、 S_f の計算が不安定になり、このような場所ではシミュレーションが安定しない。

一方、以下の式(8-2)に水面勾配 I をかけるとマンニングの式から流量を求める式と等しいことから、河道輸送量 K は、河道断面の移動しうる水の大きさを示している。

$$K^2 = \frac{A^2 R^{\frac{4}{3}}}{n^2}, R = \frac{A}{P} \quad \cdots \text{式(8-2)}$$

この式 (8-2) の両辺に I をかけて、

$$K^2 I = \frac{A^2 R^{\frac{4}{3}}}{n^2} I \quad \cdots \text{式 (8-3)}$$

$$\therefore KI^{\frac{1}{2}} = \frac{AR^{\frac{2}{3}}}{n} I^{\frac{1}{2}} \quad \cdots \text{式 (8-4)}$$

$$\therefore \frac{KI^{\frac{1}{2}}}{A} = \frac{R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}}{n} \quad \cdots \text{式 (8-5)}$$

これを、マンニングの式

$$v = \frac{I^{\frac{1}{2}} R^{\frac{2}{3}}}{n} \quad \cdots \text{式 (8-6)}$$

と比較して、

$$v = \frac{KI^{\frac{1}{2}}}{A} \quad \cdots \text{式 (8-7)}$$

$$\therefore K = \frac{Av}{I^{\frac{1}{2}}} = \frac{Q}{I^{\frac{1}{2}}} \quad \cdots \text{式 (8-8)}$$

となる。よって、一般に、河道輸送量は、流量が少ないときや、勾配が大きいときに値が小さくなることが分かり、急峻で流量の少ない日本の河川では計算が安定しない理由がわかる。

この河道輸送量 K は、河道横断面の水の流れている断面部分の形状から計算される。
式 (8-2) より、

$$K^2 = \frac{A^2 R^{\frac{4}{3}}}{n^2} = \frac{A^2 \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{4}{3}}}{n^2} = \frac{A^{\frac{10}{3}}}{n^2 \cdot P^{\frac{4}{3}}} \quad \therefore K = \frac{A^{\frac{5}{3}}}{n \cdot P^{\frac{2}{3}}} \quad \cdots \text{式 (8-9)}$$

ここで、 A：流積 (m²)、R：径深(m)、P：潤辺(m)、n：マンニングの粗度係数である。

ISISでは、この河道輸送量の計算は、すべての水位において行うわけではなく、横断面内に点がある水深に対して離散的に行われる。そして、横断面内に点のない水位においての河道輸送量は、それから線形補間することにより得ている¹⁹⁾。図 8-7 は、水位と河道輸送量の関係を示している。今、断面内に水位 a と b と c の地点で河道輸送量の値が非線形になっている場合、a と b の中間水位 d の河道輸送量は OA を直線延長した D 点で計算されることとなる。しか

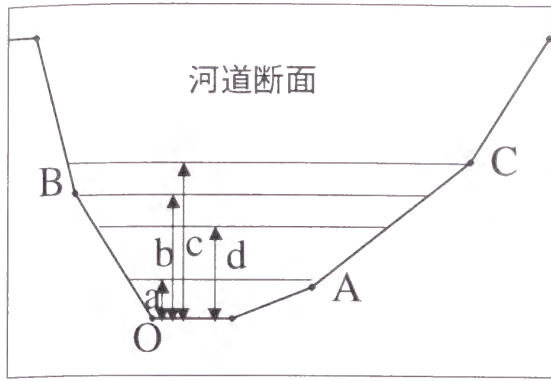
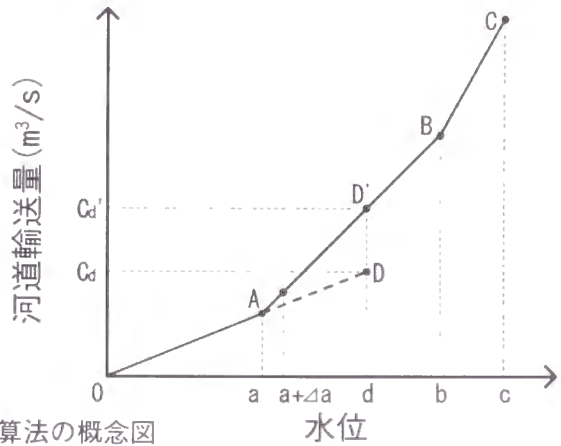


図 8-7 河道輸送量の計算法の概念図



河道輸送量は、断面を表現する点で計算を行っている。それ以外の水位での河道輸送量は、図に示すように直線補間により求めている

し、ここで、水位 $a + \Delta a$ の地点に点を加えると図の D' 点で計算され、実際の値に近づくことになる。このことは、断面の変極点より少し高い水位の地点に点を追加しないと、河道輸送量の計算が不正確になることを意味する。そのため、断面を表現する点が少ない場合は、断面を表現する点を加えることで計算が改善されるものと予想された。

(2) 改善効果の確認

図 8-8 に示す横断面は、河口部から 30990m の地点の落差工の横断面を表したものである。低水の計算時、この断面付近で計算が振動し、計算がストップした。そこで、図 8-8 に示す場所に点を加え、計算を行い、点を加える前後の計算流量、計算水位の比較を行ったところ、図 8-9 に示すように、計算流量、計算水位の振動が解消された。

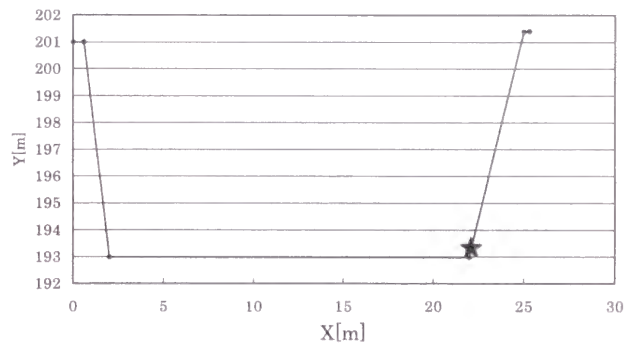


図 8-8 垂直的な横断面の例（河口から 30990m 地点）

★印の箇所に点を加えることで河道輸送量の計算値を改善した

式(8-1)において、河道輸送量が変化することにより、摩擦損失勾配の値が変化したが、こ

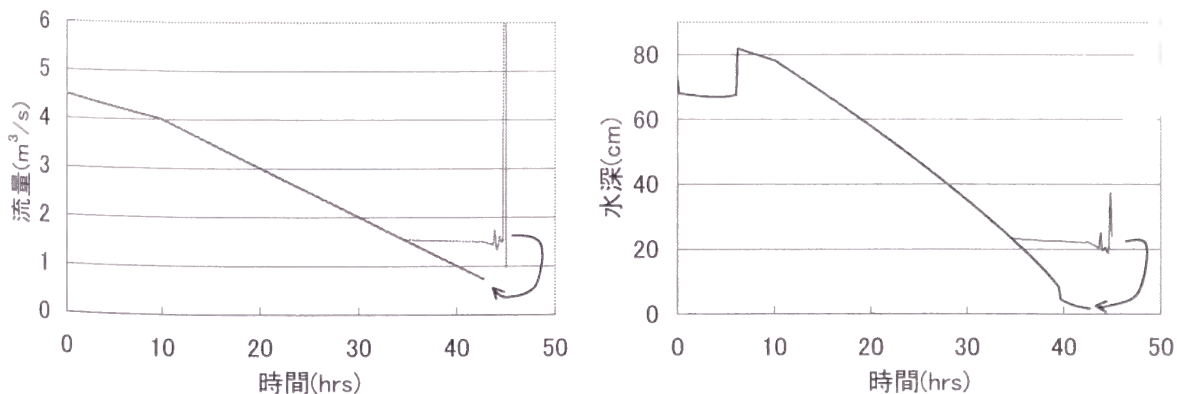


図 8-9 断面を表現する点を加えた地点の計算結果の変化

の値が実際の勾配に近づいたことで、計算結果の振動がなくなったと思われる。
また、この操作により、上流部での計算の振動がなくなったことから、下流側への計算も改善され、明治橋地点においても、計算結果の不自然な貯留が見られなくなった(図 8-10)。

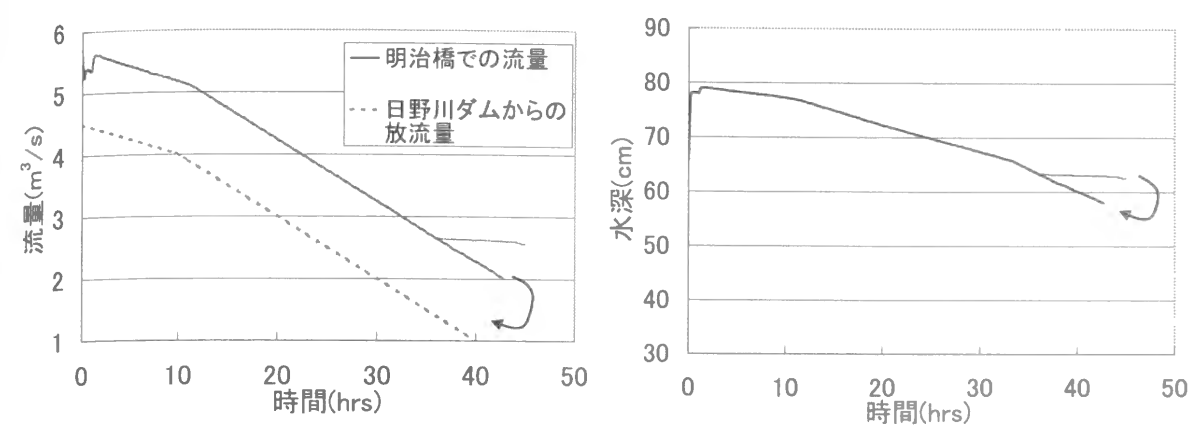


図8-10 断面を表現する点を加えたことによる下流の計算結果の変化(明治橋)

4.3.3 堰・合流地点での河道分割

計算が不安定になる箇所を調べると、堰の近傍で計算が発散することが多く、ISISにおける堰などの河道構造物付近の計算方法が一つのネックとなっているらしきことがわかった。本節では、堰などの河道構造物ごとに河川を区切って計算を行うことによって解決を図った。ここでは、日野川本川の河道を17の区間に分割した(図 8-11、表 8-5)。各区間に河道データが区切られるが、区間の最下流地点における出力データを、次の区間の最上流地点の入力データとすることで、連続性を保っている。その結果、全区間を通じて、ほぼ安定した流量計算が行うことができるようになった(図 8-12)。

表8-5 分割した区間の起終点

区間名	起点	終点
1	日野川ダム	落差工
2	落差工	落差工
3	落差工	落差工
4	落差工	落差工
5	落差工	取水堰
6	取水堰	2号頭首工
7	2号頭首工	3号頭首工
8	3号頭首工	4号頭首工
9	4号頭首工	別所頭首工
10	別所頭首工	5号頭首工
11	5号頭首工	6号頭首工
12	6号頭首工	蒲生頭首工
13	蒲生頭首工	名神日野川頭首工
14	名神日野川頭首工	1号床止め工
15	1号床止め工	落差工
16	落差工	落差工
17	落差工	河口

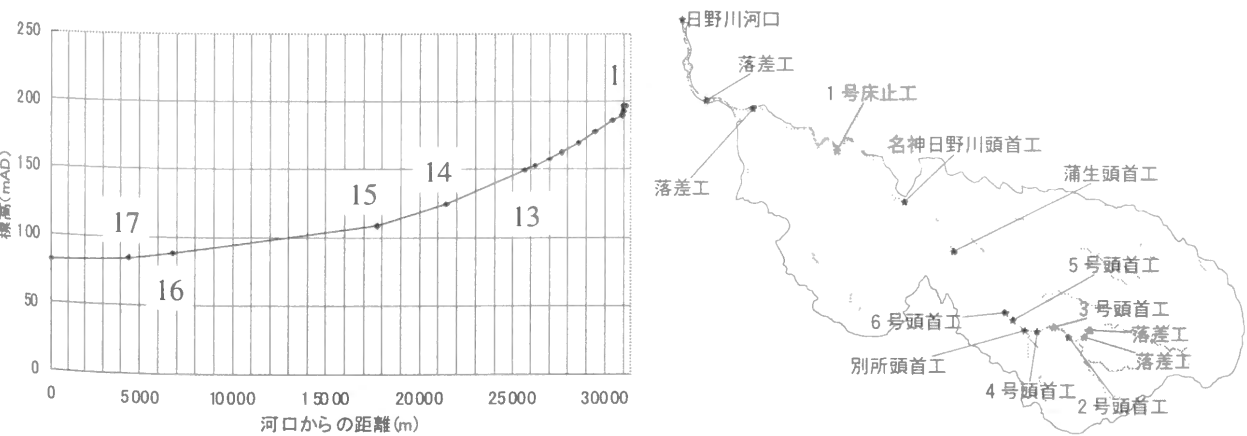


図 8-11 河道構造物ごとに17の区間に分割

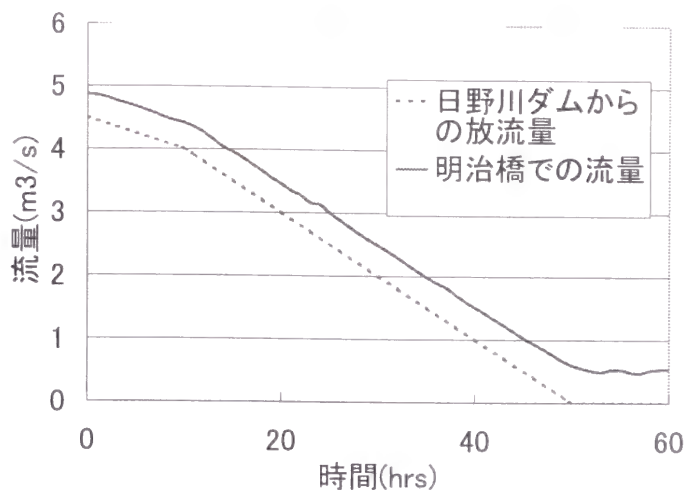


図8-12 河道を分割したときの改善結果

第五節 現場断面測量

5.1 測量に至る背景と測量対象断面

前節で、河道構造物ごとに河川を区切り計算したところ、ほぼ安定した流量計算が行えるようになったが、下流部の一部の区間で計算が不安定であった。図8-13は、区間15での計算流量の時間推移を示したものであり、1時間ごとの縦断方向の計算流量を示している。今回の計算では、流量を徐々に減らして計算したので、時間が経つにつれて計算流量が徐々に減少するはずであるが、祖父川合流点(11159m地点)で計算が不安定となることが分かる。

計算が不安定になる断面を詳細に調べると、支川との合流部(図8-14)や、河床の変動が大きいにも関わらず、実測断面が不足している箇所であることが分かったので、それらの箇所での河道横断面の実測調査を行った。また、同時に検証用データとして、流速計を用いて流量を測定することにした。

5.2 横断面測定

5.2.1 横断面測定方法

本測量では基本的に、横断方向の距離は「スタジア測量」で、標高差は「直接水準測量」で求めた。流水部については、位置を知るための目盛りをあらかじめ付

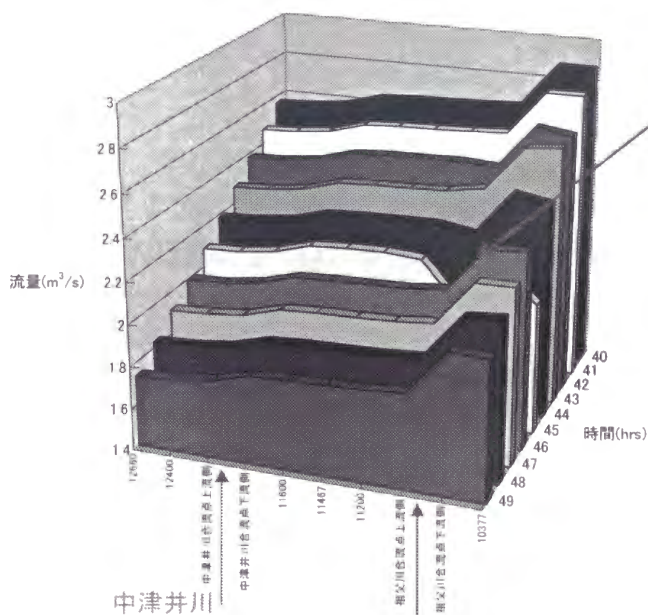
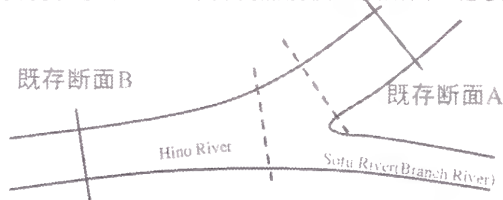


図8-13 区間15での計算流量の時間推移

・合流点を表現するためには、合流点前後の横断面が必要



・今までは、合流点に近い断面をコピーして代用していた

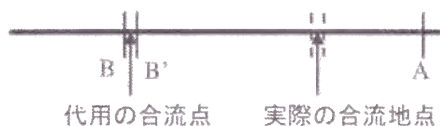


図8-14 合流部における断面の不足

けておいたロープを、両岸に打った杭間に張り、目盛りをつけた棒（塩ビパイプ）で水深を測ることにより断面形を求めた。この際、水面標高も求めた。

5.2.2 堤防上の測点の標高測定結果

横関橋そばの水準点を基準点とし、直接水準測量を繰り返し、堤防上の測点の標高を測った。その結果を付録に示す。

5.2.3 横断面測定結果

スタジア測量と水準測量、棒（塩ビパイプ）による水深測定などにより、各測定地点において断面形を得ることができた。測定結果を付録に示す。視準線が水平な場合、スタジア線間の挟長を l とすると、水平距離 S は、 $S=kl+c$ で得た。ここで、 k は乗定数、 c は加定数と呼ばれる。ここでのスタジア測量における乗定数 k は 100、加定数 c は 0 であった。視準線が水平でない場合、鉛直角を β とすると、水平距離 S は、

$$S = kl \cos^2 \beta \qquad \cdots \text{式 (8-10)}$$

で算出した。その結果を付録に示す。

5.3 流速、流水断面積の測定と流量の算定

5.3.1 流速、流水断面積の測定と流量の算定方法

一つの地点で電磁流速計を用いて平均流速を測定する。流水断面積は、上で求めた横断面図と水深より算出することができる。流水部をいくつかの区間に分割し、各区間の平均流速を v_i 、流水断面積を A_i とすると、ここでの流量は、

$$Q = \sum_i A_i v_i \qquad \cdots \text{式 (8-11)}$$

で算出した。

5.3.2 流速、流水断面積の測定と流量の算定結果

流水部をいくつかの区間に分割し、各区間の平均流速 v_i と、流水断面積 A_i を求めた。平均流速は、電磁流速計を用いて 10 秒間の平均流速とし、水深が 50cm 以下の場合には水面から水深の 0.6 倍の深さで、水深が 50cm 以上の場合には水面から 0.2, 0.8 倍の深さで測定した。それぞれ 3 個ずつの実測値を得、その平均を取り、流水断面積をかけることにより流量を算出した (式 (8-11))。

河口から約 11600m 地点において測定した結果を付録に示す。

5.4 測定位置の地図上での確認

GPS(Global Positioning System)を用い、堤防上の測点の緯度、経度を測定した。表8-6の結果が得られた。それを地図にあてはめて、またはGISソフトであるMapInfoに入力して、測定位置の地図上の位置を確認した。

表 8-6 GPS で測定した各測点の緯度、経度

	緯度(北緯)	経度(東経)
横関橋	35° 05'35"	136° 06'07"
祖父川合流点下流側	35° 05'08"	136° 06'20"
祖父川合流点上流側	35° 05'05"	136° 06'21"
日野川大橋	35° 05'11"	136° 06'36"
河口から約11600m地点	35° 05'19"	136° 06'36"
河口から約11900m地点	35° 05'08"	136° 06'55"
中津井川合流点下流側	35° 05'05"	136° 06'58"
中津井川合流点上流側	35° 05'03"	136° 07'01"
河口から約12660m地点	35° 05'10"	136° 07'12"

5.5 測量結果を用いたことによる計算の改善について

横関橋そばの水準点から、横関橋左岸測点の標高が106.537mと求まったが、日野川平面図では、102～103mであり、ずれがある。これにより、既存の断面と標高のずれが生じた。

そこで、全体の標高を3.5m下げて修正した上でISISへ入力し、既存の断面データに組み入れた。ここでも、勾配に応じて補間断面を挿入し、また、今回測定した断面群と、以前からの断面群との継ぎ目にも、補間断面を挿入した。これを用いて、区間15全体で同様の計算を行い、断面を測量した区間における計算結果を示したのが図 8-15 である。合流点を表す二つの断面を、少し離れた横断面をコピーし、代用して計算した場合に見られた計算流量の振動が、合流点の直前直後の実測断面を用いることにより解消されたことがわかる。

ここで、計算水深と計算流速を、実測の水深と流速と比較してみよう。河口から11600m地点の実測流量は、付録Ⅷ-Ⅲより、約1.074(m³/s)である。ここでやっている流量計算では、これは計算時間62時間に相当し、この時間での各断面地点の水深、流速を出力し、これを実測値と比較する。その結果を図 8-16、図 8-17 に示す。

この図より、水深については0.7cm～65.8cmの差が見られた。祖父川合流点で差が大きいのは、祖父川から流入する基底流量を、実際の値で与えていないことが原因とも考えられる。また、流速については、残念ながら、唯一の測定点である河口から11600m地点の計算、実測の水深差が大きかったこともあり、良い結果は得られなかった。

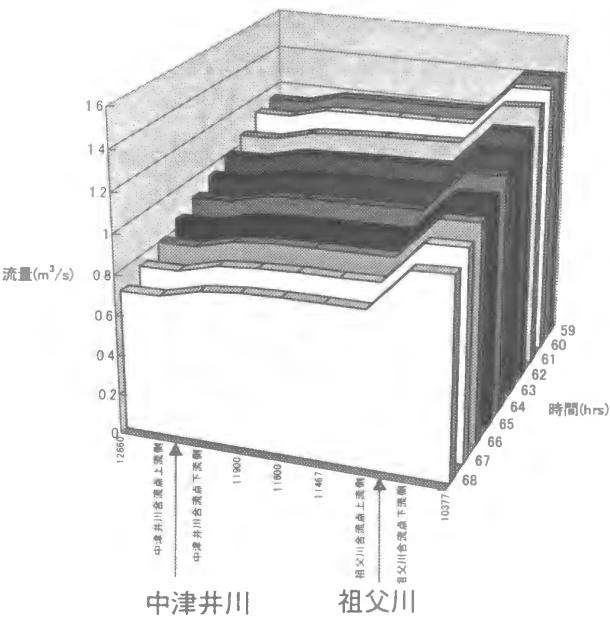


図8-15 実測断面を用いた場合の計算改善結果

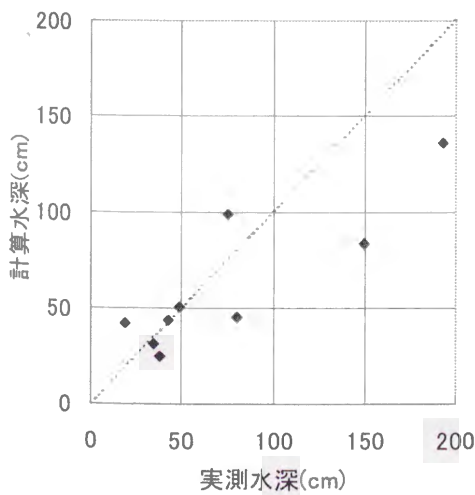


図8-16 計算水深の実測値との比較

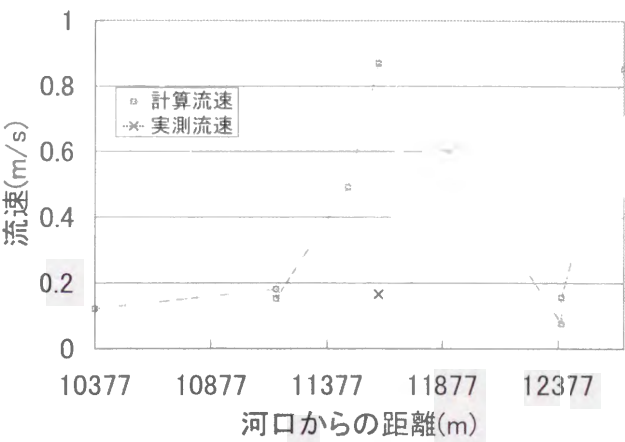


図8-17 計算流速の実測値との比較

第六節 地表面モデルデータの GIS を用いた整備と雨天時流量の計算

第四節、第五節の結果、低水時の流量シミュレーションは安定して行うことができるようになったので、さらに雨天時の流出現象の把握を試みた。

6.1 地表面モデルに必要なデータの概略

本研究では、ISISが準備している地表面モデルのうちSCS法を使用することにした。(SCS法の詳細については付録で記述している。) SCS法を使用することにしたのは、SCS法が地表面の土壌や土地利用特性を反映した地表面流出量算定モデルであるために、それらの地理的な分布を反映した流出量推定ができ、分布型モデルへ適用するのにふさわしいと考えたからである。

ISISでこのSCS法を用いる場合、SCSBDY (SCSBoundary) ユニットの選び、図 8-18 に示すように、

- (1) 各小流域のCN値、流域面積
 - (2) ピーク時間
 - (3) ベースフロー
 - (4) 入力降雨ハイトグラフ
- などのデータを地表面流出量の分布を考慮したい領域（流域）毎に用意する必要がある。

この項では、これらのパラメータを算定するために必要な流域情報を GIS に統合し、それらの情報と GIS を活用したパラメータの準備方法について述べる。

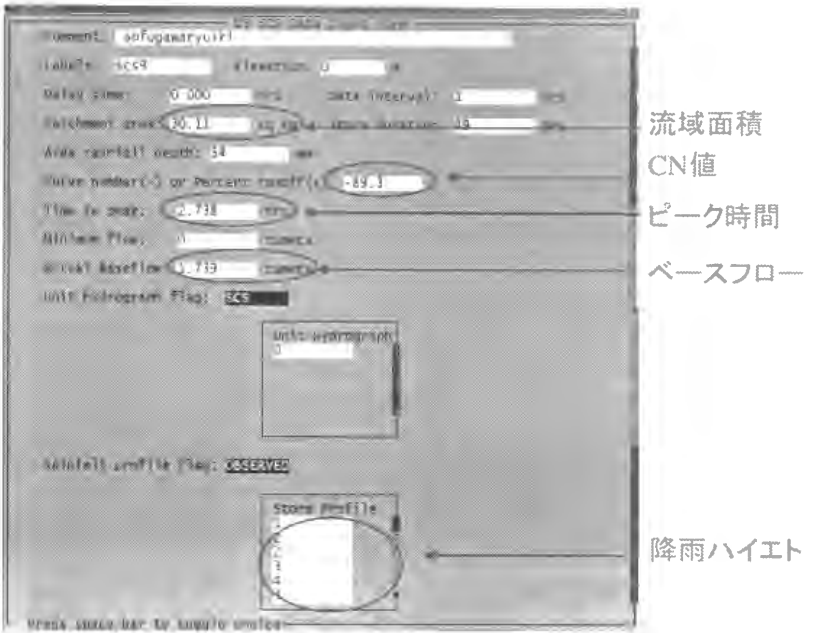


図 8-18 ISIS の SCSBDY ユニットのデータ入力画面

SCS 法では、流域の流出特性をCN値というパラメータで表現し、流域の直接流出量（＝流域の有効降雨量）を推定することができる。この流域のCN値は、先行降雨、土地利用、表層地質から決定されるので、これらの地理的な情報が必要である。本項では、CN算出に必要なデータの整理とCN値の算定について述べる。なお、CN値の考え方、CN値の算定方法、補正方法については既存の文献^{20～23)}に詳しいが、その概略だけは付録で述べているので、CNについてはそちら参照して欲しい。

6.2.1 土地利用データの準備

第2章で整備した「滋賀県GIS」を基とする植生データを、表 8-7に示す土地利用形態に分類しなおすことによって、日野川流域の土地利用データを準備した。このデータを日野川流域内の13の流域で分割し流域ごとの土地利用別面積を求めた。これらはカーブナンバーの決定の他、表面の粗度係数の決定にも用いた。日野川流域の土地利用分布を図 8-19に示す。「滋賀県GIS」の86の植生分類のうち日野川流域に53種類存在するが、本研究では、アメリカの標準値を参考にカーブナンバーを決定しやすいように、その植生データを13種類の土地利用に分類しなおして用いている。

表8-7 植生分類と土地利用分類の対応（日野川流域）

植生コード	植生		植生自然度	土地利用
020	ブナクラス域自然植生	ブナ・イヌブナ群落	クロモジ・ブナ群落	9 WOODS FAIR COVER
099		自然草原	自然草原(ブナクラス)	10 OPEN SPACE FAIR CONDITION
100		ブナ・ミズナラ群落	ブナ・ミズナラ群落	8 WOODS FAIR COVER
120			シロモジ群落	8 WOODS FAIR COVER
130		アカマツ群落(ブナクラス)	アカマツ群落(ブナクラス)	7 WOODS FAIR COVER
140		二次低木林(ブナクラス)	伐跡群落	6 WOODS POOR COVER
149			低木群落(ブナクラス)	6 WOODS POOR COVER
150		二次低木林	ササ草原	5 OPEN SPACE FAIR CONDITION
160			ススキ群団	5 OPEN SPACE FAIR CONDITION
169			二次草原(ブナクラス)	5 OPEN SPACE FAIR CONDITION
230	ヤブツバキクラス域自然植生	シイ・カシ林	ツクバネガシ群落	9 WOODS FAIR COVER
250			シイ・カナムエモチ群落	9 WOODS FAIR COVER
310	ヤブツバキクラス域代償植生	河辺林	ケヤキ・ムクノキ群落	9 WOODS FAIR COVER
340			河辺ヤナギ低木群落	9 OPEN SPACE FAIR CONDITION
349			河辺林	9 OPEN SPACE FAIR CONDITION
400		アカマツ群落(ヤブツバキクラス)	モチツツジ・アカマツ群落	7 WOODS FAIR COVER
410			ヤマツツジ・アカマツ群落	7 WOODS FAIR COVER
430		コナラ群落	クヌゲ・コナラ群落	7 WOODS FAIR COVER
439			落葉樹林(ヤブツバキクラス)	7 WOODS FAIR COVER
440		二次低木林	伐跡群落	6 WOODS POOR COVER
449			二次低木林	6 WOODS POOR COVER
450		二次草原(ヤブツバキクラス)	ススキ群落	5 OPEN SPACE FAIR CONDITION
460			クズ・カナムグラ群落	4 OPEN SPACE FAIR CONDITION
470			セイタカアワダチソウ群落	2 OPEN SPACE FAIR CONDITION
480			ヨモギ群落	4 OPEN SPACE FAIR CONDITION
489			二次草原(ヤブツバキクラス)	5 OPEN SPACE FAIR CONDITION
500		スギ・ヒノキ植林	スギ・ヒノキ植林	6 WOODS FAIR COVER
510			スギ・ヒノキ植林 新植地	6 WOODS FAIR COVER
520		竹林	竹林(モウソウチク・マダケ)	6 WOODS FAIR COVER
530	植林地・耕作地植生	樹園地	落葉果樹園	3 CULTIVATED LAND WITH CONSERVATION TREATMENT
540			桑畑	3 CULTIVATED LAND WITH CONSERVATION TREATMENT
550			苗圃	2 CULTIVATED LAND WITH CONSERVATION TREATMENT
559			樹園地	3 CULTIVATED LAND WITH CONSERVATION TREATMENT
560		畑地・畑跡地	茶畑	2 CULTIVATED LAND WITH CONSERVATION TREATMENT
570			畑地	2 CULTIVATED LAND WITH CONSERVATION TREATMENT
580			ヒメムカシヨモギ・オオアレチノギク群落	4 CULTIVATED LAND WITHOUT CONSERVATION TREATMENT
590			畑地雑草群落(シロザクラス)	4 CULTIVATED LAND WITHOUT CONSERVATION TREATMENT
599			畑地・畑跡地	2 CULTIVATED LAND WITHOUT CONSERVATION TREATMENT
600		水田・水田跡地	水田	2 PADDY FIELD
620			水田雑草群落	4 PADDY FIELD
630			休耕田雑草群落	4 PADDY FIELD
639			水田・人口跡地	2 PADDY FIELD
640		人口草地	牧草地・人口草地	2 PASTURE
650			ゴルフ場	2 GOLF COURSE
710	河辺灌原塩沼地	湿性草地	ヨシクラス	10 OPEN SPACE FAIR CONDITION
720			ツルヨシ群落	10 OPEN SPACE FAIR CONDITION
729			湿性草地	10 OPEN SPACE FAIR CONDITION
740		自然裸地	自然裸地	10 OPEN SPACE FAIR CONDITION
800	その他	開放水域	開放水域	100 WATER
810		工場地帯	工場地帯	1 INDUSTRIAL ESTATE
820		市街地	市街地	1 COMMERCIAL AND BUSINESS AREA
830		造成地	造成地	1 RESIDENTIAL AREA65
840		緑の多い住宅地	緑の多い住宅地	2 RESIDENTIAL AREA30

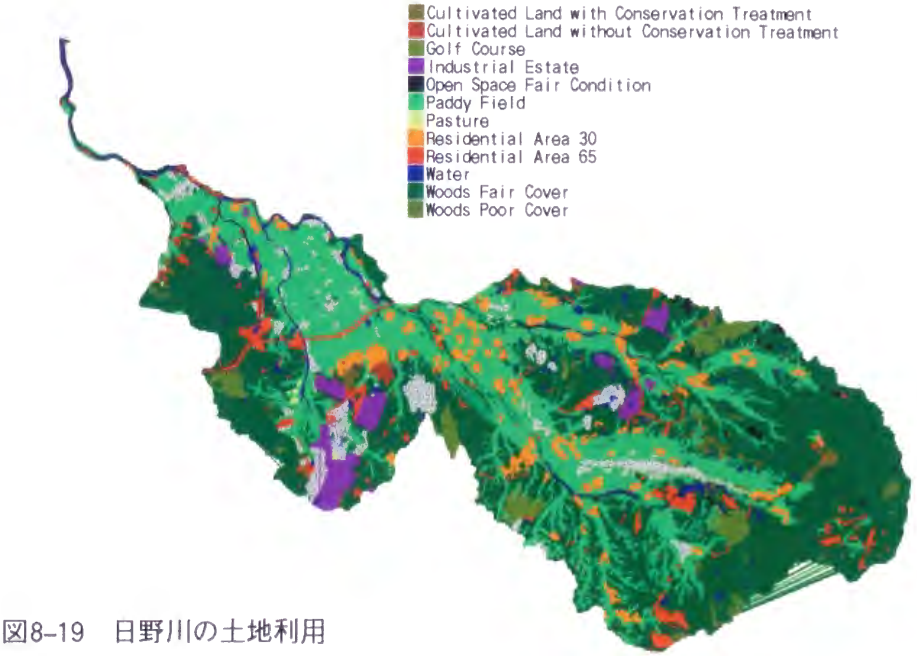


図8-19 日野川の土地利用

6.2.2 表層地質データの準備

第2章で整備した「滋賀県GIS」を基とする表層地質データを用いた。「滋賀県GIS」の218の表層地質分類のうち日野川流域では31種類存在するが、この表層地質データをアメリカのカーブナンバー標準値の表²³⁾(付録参照)に従うように、4つの分類に分けた(表8-8)。4種類に分類し直した日野川流域の表層地質分布を図8-20に示す。

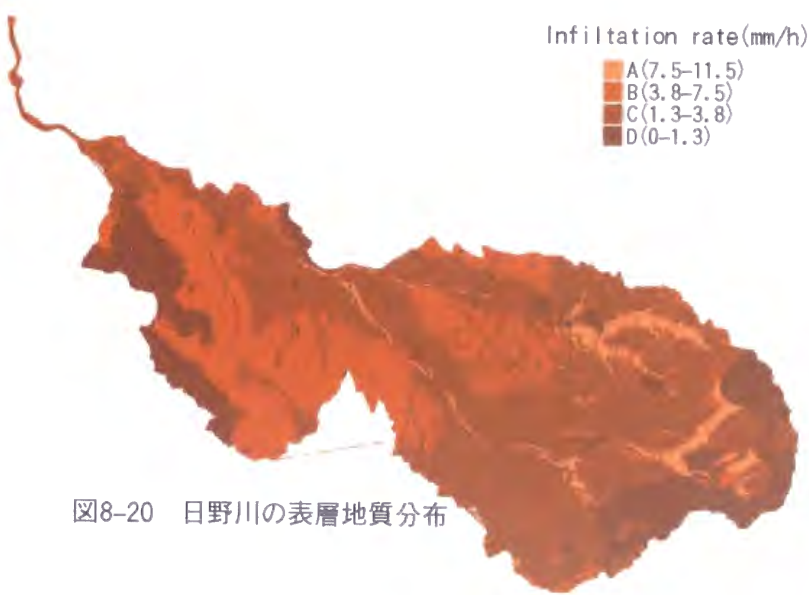


図8-20 日野川の表層地質分布

6.2.3 流域界データの準備

第6章で用いたものと同じものを。ここでは、地表面モデルを適用する小流域界ごとの流域面積を算定することと、小流域毎に各種のデータ、土地利用、地質等をオーバーレイ分割しそれらの面積を集計するために用いた。

表8-8 日野川流域での表層地質分類の対応表

地質コード	内容	内容	4段階分類
102	未固結堆積物	礫がら堆積物	A
104	未固結堆積物	砂がら堆積物	B
105	未固結堆積物	砂質堆積物	B
108	未固結堆積物	泥がら堆積物	C
201	半固結堆積物	礫質堆積物	B
203	半固結堆積物	砂礫質堆積物	B
205	半固結堆積物	砂質堆積物	B
206	半固結堆積物	礫・砂・泥	B
207	半固結堆積物	礫優勢な互層(和南礫層)	B
209	半固結堆積物	砂泥互層	C
209	半固結堆積物	砂泥互層(荒張互層)	C
210	半固結堆積物	砂・泥・礫(山地ブロックの上位層)	C
212	半固結堆積物	泥質堆積物	C
213	半固結堆積物	泥・砂互層(日野粘土層)	C
214	半固結堆積物	泥・砂・礫	C
216	半固結堆積物	砂質の互層(下部未区分層)	C
255	固結堆積物(軟岩)	礫岩(唐子川累層)	C
300	固結堆積物	砂岩および泥岩(砂岩に富む層)	C
305	固結堆積物	チャート	D
307	固結堆積物	凝灰質泥岩	D
312	固結堆積物	石灰岩	D
314	固結堆積物	塩基性火山岩	D
320	固結堆積物(硬岩)	砂岩および頁岩	D
401	火成岩類	花崗岩質岩石	D
402	火成岩類	花崗岩	D
405	火成岩類	粗粒黒雲母花崗岩(鮎川花崗岩)	D
407	火成岩類	アブライト質花崗岩(石子山花崗岩)	D
416	火成岩類	黒雲母花崗岩、斑状花崗岩(犬神花崗岩)	D
426	火成岩類	流紋岩溶結凝灰岩および凝灰岩(未区分溶結凝灰岩層)	D
999	水域	水域	D
0	対象外	対象外	D

6.2.4 降水量データの準備

CNは浸透可能量の関数であるため先行降雨条件によっても変化し、先行5日間の総降雨量によって AMC I (乾燥)、AMC II (標準)、AMC III (湿潤) 条件に分類され、その先行降雨条件

に応じてCNを補正する必要がある^{22~23)}(付録参照)。分類に用いる先行降雨量は日野川流域および隣接流域に存在する14の降雨観測所のデータ^{24~27)}を用い算出した。これらの降雨観測所では時間降水量を得ることができる。降水量の分布に関しては、14の降雨観測所をポイントデータとするレイヤーをGISに準備し、GISの Thiessen分割機能を用いて、各降雨観測所の支配流域レイヤーを作成した。この支配領域レイヤーに、小流域界のレイヤーをオーバーレイすることによって、各流域内に占める各降雨観測所の支配領域面積を求め、それらの面積比を用いて降雨量の加重平均値をとることにより13流域それぞれの降雨量を決定した。表8-9に降雨観測所データを図8-21に降雨観測所による日野川流域のThiessen分割図を示す。

表8-9 降雨観測所データ

観測所名	観測主体	都市	町村	経度	緯度
蒲生	気象庁	蒲生	蒲生	136.19	35.06
竜王	県	竜王	竜王	136.12	35.06
桜谷	県	蒲生	日野	136.27	35.04
春日	建設省	甲賀	水口	136.17	35.01
日野	県	蒲生	日野	136.26	35.02
青土	県	甲賀	土山	136.30	34.96
近江八幡	気象庁	近江八幡	桜宮	136.10	35.13
永源寺	県	神崎	永源寺	136.30	35.08
野洲	県	野洲	野洲	136.03	35.06
熊野	県	蒲生	日野	136.34	34.99
大河原	県	甲賀	土山	136.35	34.97
東寺	建設省	甲賀	石部	136.06	34.98
水口	県	甲賀	水口	136.17	34.97
土山	県	甲賀	土山	136.29	34.94

6.2.5 CN値の算出

CNの決定に際してはアメリカでの経験式と長年の調査に基づいて地質条件、土地利用条件から標準値が定められている²³⁾。しかし、水田のCN標準値は定められていないので、本研究では、文献²⁸⁾の値を使用することとした。本研究で用いたカーブナンバーの土地利用種・表層地質種別の標準値を表8-10に示す。

本研究では上述の土地利用と表層地質分類データおよび流域界を、GISを用いてオーバーレイ（論理和分割）することによって、それぞれの流域内における土地利用種別・表層地質分類別領域レイヤーを作成した。このオーバーレイの結果できたポリゴンの数は、4747個であるが、この4747個のポリゴンと同じ土地利用属性と地質属性を持つものを集め52種類の属性を持つポリゴンに統合にした。このポリゴンはそれぞれの土地利用・地質属性に対応したCNの標準値を属性として持つことになる。このポリゴンごとに持つCN値の日野川流域分布を表したのが図8-22である。これに日野川の13の小流域界を表すレイヤーを重ね、流域毎の土地利用種・表層地質種別面積を求め、分割されたポリゴン毎のCN値の加重平均値を各小流域のCN値とした。表8-11にその面積率を示し、算出した流域ごとのカー

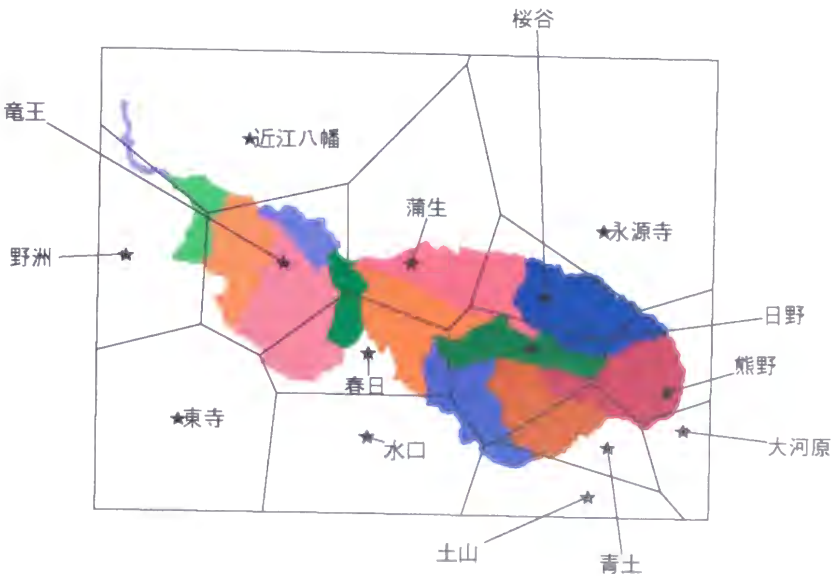


図8-21 降雨観測所による日野川流域ティーセン分割図

表8-10 カーブナンバーの土地利用別の標準値

	A	B	C	D
水田	85.9	85.9	85.9	85.9
その他の農用地	59	74	82	86
森林	36	60	73	79
荒地	49	69	79	84
建物用地	77	85	90	92
幹線交通用地	98	98	98	98
その他の用地	49	69	79	84
河川地及び湖沼	100	100	100	100
ゴルフ場	49	69	79	84

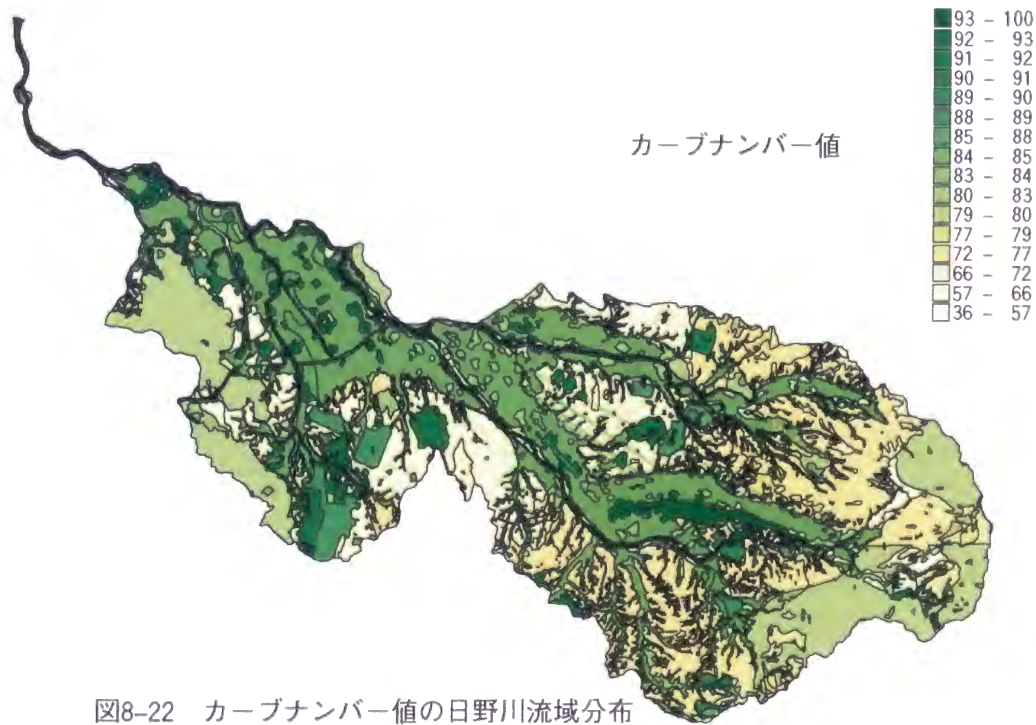


図8-22 カーブナンバー値の日野川流域分布

表 8-11 流域ごとの土地利用面積率

basin	Land Use	A	B	C	D	Total(ha)
1	COMMERCIAL AND BUSINESS AREA	0.54	0.00	18.83	0.00	17.37
1	CULTIVATED LAND	53.46	1.17	17.80	1.46	73.90
1	WITH CONSERVATION TREATMENT					
1	CULTIVATED LAND	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	WITHOUT CONSERVATION TREATMENT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	GOLF COURSE	0.00	0.00	92.18	10.46	102.63
1	INDUSTRIAL ESTATE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	OPEN SPACE FAIR CONDITION	4.91	0.54	15.28	17.75	38.48
1	PADDY FIELD	96.65	3.77	30.91	9.37	140.69
1	PASTURE	0.00	0.00	0.00	1.11	1.11
1	RESIDENTIAL AREA30	12.53	0.00	20.64	0.03	33.20
1	RESIDENTIAL AREA65	7.77	15.86	19.12	19.37	62.12
1	WATER	5.74	0.00	8.03	24.65	38.42
1	WOODS FAIR COVER	147.00	86.88	363.97	1100.13	1697.97
1	WOODS POOR COVER	0.00	1.21	1.16	33.24	35.62

basin	Land Use	A	B	C	D	Total(ha)
3	COMMERCIAL AND BUSINESS AREA	0.00	7.05	129.89	0.00	136.94
3	CULTIVATED LAND					
3	WITH CONSERVATION TREATMENT	1.28	0.65	89.42	0.42	91.77
3	CULTIVATED LAND					
3	WITHOUT CONSERVATION TREATMENT	0.62	0.12	2.54	0.00	3.29
3	GOLF COURSE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	INDUSTRIAL ESTATE	0.00	42.88	0.01	0.69	43.58
3	OPEN SPACE FAIR CONDITION	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	PADDY FIELD	29.37	3.84	579.15	2.81	615.17
3	PASTURE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	RESIDENTIAL AREA30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	RESIDENTIAL AREA65	0.00	4.92	3.94	0.00	8.86
3	WATER	1.01	3.35	4.50	7.73	16.58
3	WOODS FAIR COVER	11.71	117.54	187.00	2.36	318.61
3	WOODS POOR COVER	0.12	4.34	6.26	0.20	10.92

basin	Land Use	A	B	C	D	Total(ha)
5	COMMERCIAL AND BUSINESS AREA	0.00	85.37	48.91	0.43	134.71
5	CULTIVATED LAND					
5	WITH CONSERVATION TREATMENT	0.00	1.51	0.47	0.00	1.98
5	CULTIVATED LAND					
5	WITHOUT CONSERVATION TREATMENT	0.00	1.74	0.13	0.60	2.47
5	GOLF COURSE	0.00	72.01	34.54	0.31	106.86
5	INDUSTRIAL ESTATE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	OPEN SPACE FAIR CONDITION	0.00	0.69	1.93	0.00	2.62
5	PADDY FIELD	22.65	99.34	595.59	18.73	736.31
5	PASTURE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	RESIDENTIAL AREA30	4.33	25.50	88.89	0.32	119.05
5	RESIDENTIAL AREA65	4.87	28.15	3.62	0.67	35.30
5	WATER	0.00	8.55	1.05	11.98	21.58
5	WOODS FAIR COVER	69.82	810.73	123.64	7.87	1012.06
5	WOODS POOR COVER	0.45	11.86	3.53	0.00	15.84

basin	Land Use	A	B	C	D	Total(ha)
7	COMMERCIAL AND BUSINESS AREA	7.69	45.92	24.56	0.53	78.70
7	CULTIVATED LAND					
7	WITH CONSERVATION TREATMENT	0.00	0.00	2.81	0.00	2.81
7	CULTIVATED LAND					
7	WITHOUT CONSERVATION TREATMENT	1.52	0.43	2.70	0.00	4.65
7	GOLF COURSE	0.00	4.13	0.00	0.00	4.13
7	INDUSTRIAL ESTATE	0.00	49.25	50.69	0.76	100.70
7	OPEN SPACE FAIR CONDITION	2.97	3.09	5.91	2.96	14.92
7	PADDY FIELD	25.36	110.60	565.08	10.32	711.36
7	PASTURE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	RESIDENTIAL AREA30	0.52	14.52	120.31	0.22	135.58
7	RESIDENTIAL AREA65	0.65	18.06	14.87	0.00	33.59
7	WATER	2.27	14.13	11.21	28.97	56.58
7	WOODS FAIR COVER	41.71	687.00	259.62	42.91	1031.24
7	WOODS POOR COVER	0.18	30.21	4.34	0.00	34.73

basin	Land Use	A	B	C	D	Total(ha)
9	COMMERCIAL AND BUSINESS AREA	0.39	253.72	61.76	10.57	326.44
9	CULTIVATED LAND					
9	WITH CONSERVATION TREATMENT	0.00	65.34	0.57	11.17	77.08
9	CULTIVATED LAND					
9	WITHOUT CONSERVATION TREATMENT	0.00	24.04	0.36	1.36	25.75
9	GOLF COURSE	0.00	2.30	0.00	1.12	3.42
9	INDUSTRIAL ESTATE	0.00	328.27	1.75	1.18	331.20
9	OPEN SPACE FAIR CONDITION	0.00	17.56	0.50	4.82	22.89
9	PADDY FIELD	0.99	437.88	443.20	14.83	896.90
9	PASTURE	0.00	30.28	0.00	0.00	30.28
9	RESIDENTIAL AREA30	0.00	62.13	18.01	0.33	80.47
9	RESIDENTIAL AREA65	0.00	85.86	16.12	8.10	110.08
9	WATER	0.03	43.41	13.69	33.71	90.83
9	WOODS FAIR COVER	0.00	537.02	67.40	395.04	999.46
9	WOODS POOR COVER	0.00	6.70	0.43	6.89	14.02

basin	Land Use	A	B	C	D	Total(ha)
11	COMMERCIAL AND BUSINESS AREA	0.00	57.47	4.29	0.28	62.04
11	CULTIVATED LAND					
11	WITH CONSERVATION TREATMENT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	CULTIVATED LAND					
11	WITHOUT CONSERVATION TREATMENT	0.38	2.01	0.00	0.32	2.72
11	GOLF COURSE	0.00	34.37	0.00	36.98	71.33
11	INDUSTRIAL ESTATE	0.00	40.92	6.92	1.64	49.48
11	OPEN SPACE FAIR CONDITION	2.14	40.29	8.69	5.28	56.40
11	PADDY FIELD	1.16	259.27	70.49	1.18	332.10
11	PASTURE	0.00	1.39	0.00	0.00	1.39
11	RESIDENTIAL AREA30	0.00	14.77	18.18	0.09	33.03
11	RESIDENTIAL AREA65	0.00	48.38	0.00	9.30	57.68
11	WATER	3.62	16.66	3.28	14.94	38.50
11	WOODS FAIR COVER	0.00	179.73	0.00	578.75	758.49
11	WOODS POOR COVER	0.00	0.00	0.00	0.86	0.86

basin	Land Use	A	B	C	D	Total(ha)
13	COMMERCIAL AND BUSINESS AREA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	CULTIVATED LAND					
13	WITH CONSERVATION TREATMENT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	CULTIVATED LAND					
13	WITHOUT CONSERVATION TREATMENT	0.00	7.82	0.71	0.00	8.53
13	GOLF COURSE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	INDUSTRIAL ESTATE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	OPEN SPACE FAIR CONDITION	0.00	32.64	4.61	9.83	47.08
13	PADDY FIELD	0.00	12.24	11.08	0.23	23.55
13	PASTURE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	RESIDENTIAL AREA30	0.00	0.15	0.48	0.00	0.63
13	RESIDENTIAL AREA65	0.00	0.05	0.02	0.23	0.30
13	WATER	0.00	9.92	4.58	13.20	27.70
13	WOODS FAIR COVER	0.00	5.54	0.34	1.06	6.95
13	WOODS POOR COVER	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

basin	Land Use	A	B	C	D	Total(ha)
2	COMMERCIAL AND BUSINESS AREA	27.06	0.75	54.01	0.00	81.82
2	CULTIVATED LAND					
2	WITH CONSERVATION TREATMENT	3.86	0.00	4.50	0.03	8.39
2	CULTIVATED LAND					
2	WITHOUT CONSERVATION TREATMENT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	GOLF COURSE	0.00	0.01	5.82	6.56	12.39
2	INDUSTRIAL ESTATE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	OPEN SPACE FAIR CONDITION	1.52	1.02	13.62	4.44	20.61
2	PADDY FIELD	71.55	0.47	283.46	4.03	339.51
2	PASTURE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	RESIDENTIAL AREA30	4.53	0.00	9.89	0.00	14.42
2	RESIDENTIAL AREA65	2.83	4.22	66.65	3.13	76.83
2	WATER	4.13	0.15	4.57	10.66	19.52
2	WOODS FAIR COVER	30.22	42.13	585.26	488.80	1146.41
2	WOODS POOR COVER	0.27	7.10	35.99	19.29	62.65

basin	Land Use	A	B	C	D	Total(ha)
4	COMMERCIAL AND BUSINESS AREA	0.00	0.04	32.70	0.00	32.74
4	CULTIVATED LAND					
4	WITH CONSERVATION TREATMENT	0.00	3.10	2.69	0.00	5.79
4	CULTIVATED LAND					
4	WITHOUT CONSERVATION TREATMENT	0.00	0.64	0.00	0.00	0.64
4	GOLF COURSE	0.00	7.08	57.38	1.34	65.81
4	INDUSTRIAL ESTATE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	OPEN SPACE FAIR CONDITION	0.00	0.00	13.35	0.00	13.35
4	PADDY FIELD	19.99	23.02	540.50	6.38	589.89
4	PASTURE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	RESIDENTIAL AREA30	1.20	14.64	89.47	0.10	105.41
4	RESIDENTIAL AREA65	0.18	16.93	35.36	7.85	60.32
4	WATER	12.63	0.50	4.38	8.24	25.76
4	WOODS FAIR COVER	27.77	135.65	816.90	5.45	985.76
4	WOODS POOR COVER	0.00	7.73	8.42	0.14	16.29

basin	Land Use	A	B	C	D	Total(ha)
6	COMMERCIAL AND BUSINESS AREA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	CULTIVATED LAND					
6	WITH CONSERVATION TREATMENT	0.00	8.60	47.95	1.37	57.92
6	CULTIVATED LAND					
6	WITHOUT CONSERVATION TREATMENT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	GOLF COURSE	0.23	1.05	130.84	1.59	133.71
6	INDUSTRIAL ESTATE	0.00	0.00	0.50	0.00	0.50
6	OPEN SPACE FAIR CONDITION	2.05	8.25	74.57	19.30	104.16
6	PADDY FIELD	366.28	19.54	98.42	4.74	488.99
6	PASTURE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	RESIDENTIAL AREA30	49.70	4.76	11.57	1.17	67.20
6	RESIDENTIAL AREA65	0.02	2.54	4.14	0.07	6.76
6	WATER	1.29	0.76	5.19	3.63	10.87
6	WOODS FAIR COVER	93.59	165.22	1120.49	280.75	1660.04
6	WOODS POOR COVER	2.07	3.79	27.15	0.23	33.23

basin	Land Use	A	B	C	D	Total(ha)
8	COMMERCIAL AND BUSINESS AREA	0.17	67.46	4.17	0.42	72.22
8	CULTIVATED LAND					
8	WITH CONSERVATION TREATMENT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	CULTIVATED LAND					
8	WITHOUT CONSERVATION TREATMENT	1.56	10.39	0.22	0.00	12.18
8	GOLF COURSE	0.00	0.76	0.00	0.00	0.76
8	INDUSTRIAL ESTATE	0.19	10.97	2.12	0.00	13.28
8	OPEN SPACE FAIR CONDITION	0.95	0.12	5.79	0.00	6.86
8	PADDY FIELD	6.42	21.89	241.76	2.71	272.78
8	PASTURE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	RESIDENTIAL AREA30	0.00	5.63	19.13	0.12	24.88
8	RESIDENTIAL AREA65	0.32	9.37	1.62	0.12	11.43
8	WATER	2.05	2.10	0.60	3.39	8.14
8	WOODS FAIR COVER	6.59	254.59	29.79	8.53	299.50
8	WOODS POOR COVER	0.00	4.95	0.19	0.00	5.13

basin	Land Use	A	B	C	D	Total(ha)
10	COMMERCIAL AND BUSINESS AREA	0.55	20.34	64.24	1.13	86.27
	CULTIVATED LAND					
10	WITH CONSERVATION TREATMENT	0.00	0.00	2.95	0.14	3.10
	CULTIVATED LAND					
10	WITHOUT CONSERVATION TREATMENT	0.32	0.00	0.51	0.00	0.83
10	GOLF COURSE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	INDUSTRIAL ESTATE	0.00	0.00	1.98	0.00	1.98
10	OPEN SPACE FAIR CONDITION	4.19	8.97	7.19	2.92	21.27
10	POOR FIELD	4.80	37.46	376.15	1.98	420.45
10	PASTURE	0.81	0.00	0.00	0.53	1.34
10	RESIDENTIAL AREA30	0.00	1.36	11.34	0.00	12.70
10	RESIDENTIAL AREA65	0.00	0.65	3.13	0.26	4.04
10	WATER	22.88	7.54	5.62	9.48	45.53
10	WOODS FAIR COVER	8.97	15.89	17.42	71.89	114.17
10	WOODS POOR COVER	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ゲナンバーの値を表 8-12 に示す。

このようにして求めた CN 値と入力降雨量から ISIS は流域の有効降雨量を算出してくれる。

6.3 ピーク時間の算出

ISIS では、CN 法で計算された有効降雨から SCS ユニットハイドログラフを用いて時間流出量を計算している¹⁹⁾。この SCS ユニットハイドログラフとは、図 8-23²⁹⁾ に示すように、ピーク時間を 1、時間単位を 5 としている、すなわち、流出時間はピーク時間の 5 倍で終了、ピーク時間までの流出量は総流出量の 37.5% であるという仮定をもったユニットハイドログラフである²⁹⁾。

一般に、この SCS ユニットハイドログラフを対象流域に適用するにはピーク時間 T_p とピーク流量 Q_{max} を決定しなくてはならない。ISIS の SCSBDY ユニットでは、ピーク時間 T_p と流域面積 A が与えられると、有効降雨 10mm あたりのピーク流量 Q_{max} が以下の式 (8-12) に従い自動的に計算される¹⁹⁾。

$$Q_{max} = \frac{20.38A}{T_p / 6}$$

・・・式 (8-12)

ここで Q_{max} : ピーク流量 (m³/s)、 A : 流域面積 (km²)

従って、ここでは、流域毎のピーク時間 T_p を入力値として必要としている、本研究では、ISIS マニュアル¹⁹⁾ に従い、 T_p は以下で与えられている式を用いることとした。

$$T_p = \frac{D}{2} + 0.6T_c \qquad \qquad \qquad \cdots \text{式 (8-13)}$$

ここで D : ハイエトグラフの時間間隔 (min)、 T_c : 流達時間 (min)

T_p の決定にはまず T_c を決定しなければならない。 T_c を求める方法は様々な式が提案されているが本研究では文献³⁰⁾ を参考に以下の式を用いた。

$$T_c = 0.02L_c^{0.77} S_c^{-0.385} + \left(\frac{2.2nL_o}{\sqrt{S_o}} \right)^{0.467} \qquad \qquad \qquad \cdots \text{式 (8-14)}$$

ここで T_c : 流達時間 (min)、 L_c : 流路長 (m)、 S_c : 河道平均勾配 (m/m)
 L_o : 斜面延長 (m)、 S_o : 斜面勾配 (m/m)、 n : マニングの粗度係数

表 8-12 流域ごとのカーブナンバーの値

流域名	流域番号	AMC1	AMC2	AMC3
蔵王ダム・日野川ダム流域	1		79.27	89.79
南砂川流域	2	55.69	74.95	87.31
出雲川流域	3	62.54	79.90	90.14
砂川流域	4	47.92	68.66	83.44
大平川・古川流域	5	58.26	76.87	88.43
佐久良川上流流域	6	48.41	69.08	83.71
佐久良川下流流域	7	51.84	71.93	85.49
法教寺川流域	8	64.37	81.14	90.82
祖父川流域	9	60.39	78.40	89.30
中津井川流域	10	72.65	86.35	93.57
善光寺川流域	11	66.81	82.74	91.68
光善寺川流域	12	67.03	82.88	91.76
仁保橋下流域	13	87.99	94.58	97.57

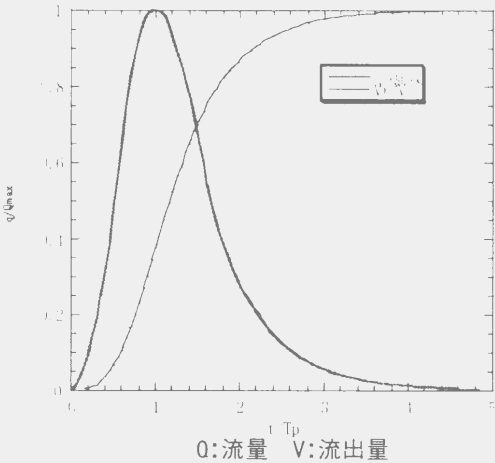


図 8-23 SCS ユニットハイドログラフ

達するまでの時間のことで、Ramserの式と呼ばれる式である。式(8-14)のうち第2項の $\left(\frac{2.2nL_c}{\sqrt{S_0}}\right)^{1.487}$

は流入時間と呼ばれるもので流域の最遠点から河川に流入するまでの時間を意味しており、Kerbyの式と呼ばれる式である。これらの和を T_c とし、求めた T_c を式(8-13)に代入することにより T_p が求まる。

以上の式を用いて、ピーク時間を決定するには、 L_c :流路長(m)、 S_0 :河道平均勾配(m/m)、 L_0 :斜面延長(m)、 S_0 :斜面勾配(m/m)、 n :斜面のマニングの粗度係数を求めてやる必要があるということである。以下、使用したデータとそれらの算定法について述べる。

6.3.1 流路長、河道平均勾配、斜面延長、斜面勾配の算定

国土地理院発行の数値地図50mメッシュ標高³¹⁾をGISに導入したものと、第2章で整備した河道網のGISデータとをもとに、GISソフトを用いて、各流域の流路長、河道平均勾配、斜面延長、斜面勾配を求めた。

流路長と河道平均勾配は、各流域内の支川河道の最上流点と日野川本川との合流点までの河道の距離を求め流路長とし、それとその2点間の標高差から河道平均勾配を算定した。斜面延長と斜面平均勾配は、河川の最上流点とそこから流域内で最も離れている点との2点間の距離と標高差から算出した。

6.3.2 斜面の粗度係数の算定

粗度係数は、滋賀県土木部が使用している値である森林0.3、宅地0.05、平地(水田・畑も含む)0.2を用いた。本研究の土地利用分類では森林、荒れ地を0.3、建物用地を0.05、水田、その他の用地、ゴルフ場を0.2、河川地および湖沼には0を用いた。それを各流域の土地利用率に応じて加重平均をとり流域の粗度係数とした。

6.4 雨天時流量シミュレーション

6.4.1 計算条件

上述のデータをもとに現実の降雨でシミュレーションを行った。シミュレーションの条件は1995年5月11日15時から14日5時までの62時間の降雨について行った。総降雨は日野川流域の中心にある蒲生降雨観測所で158mmが記録されているもので、流域全域に同じ雨が当たると仮定して計算を行った。なおこのときの先行降雨条件は乾燥条件となっている。

6.4.2 計算結果と検証

日野川では桐原橋、仁保橋、安吉橋、増田橋の4地点で時間水位¹⁸⁾が観測されており、その時間水位を用いてISISの計算結果の検証を行った。このシミュレーションの結果と実測の水位ハイドログラフを比較したものが図8-24である。実測ハイドログラフとの比較をすると、下流の仁保橋、桐原橋においてはよい適合性を見せているが、上流の増田橋では実測値より高い水位となっている。ただ、増田橋地点における水位観測結果だけが他の地点の水位観測結果とはかなり異なった波形を示しており、測定データがあまり信頼のおけないものであることが推測される。

上記のことより、SCS法、SCSユニットハイドログラフ、ISISによる流下シミュレーション

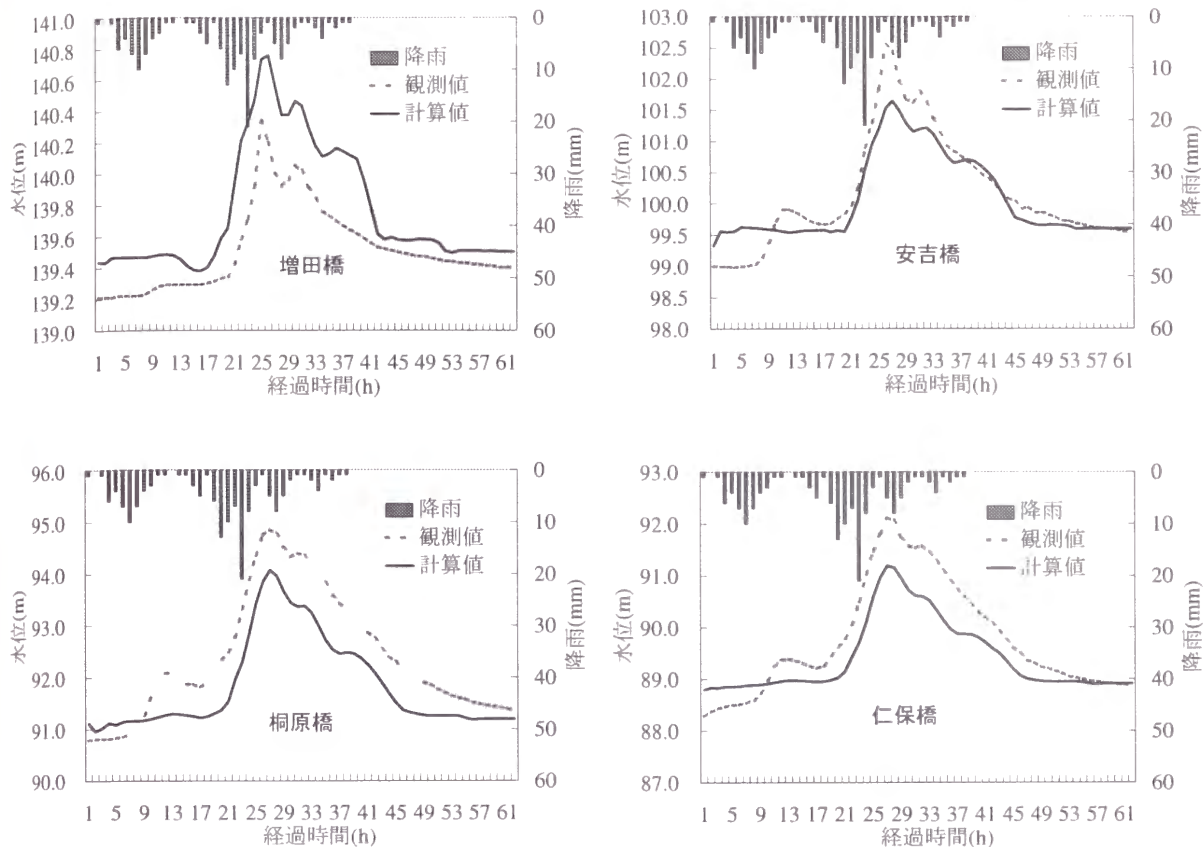


図8-24 計算結果 各地点における水位ハイドログラフ

は実現象への適合性があり、これらのモデルをもとに汚濁物質の移動シミュレーションに使用しても差し支えないと思われる。

第七節 まとめ

従来の合理式やタンクモデルのような概念的で集中型の流出モデルでは、場所によって異なる水文量（浸透量、貯留量、流出量など）の空間的な分布を考慮できなかったため、流域の人間活動による土地利用や水利用の変化を反映した流出シミュレーションを行うことができなかった。しかし、計算機の発展により、空間的な分布を考慮することのできる分布型モデルが開発されるようになった。しかしながら、このようなモデルはヨーロッパで開発されているために、ヨーロッパとは流況の大きく異なる日本の河川へ適用可能性が明らかではない上に、分布型モデルであるが故に必要な空間の膨大なデータを取り扱うことが困難であるという問題があった。

本章ではこのような分布型モデルの1つである ISIS を用いて、急峻で流量が少なく横断面が複雑であるという条件をもつ日本の河川の任意地点において低水時および雨天時の流量・汚濁負荷量の推定を行うことを目的とし、その問題点およびデータ準備における GIS の活用方法を検討した。

その結果、低水流量時シミュレーションにおいて、河川の流量が少なくなると計算が正常に行われなかったり、解が発散したりするという問題が生じることを明らかにした。

そして、これに対する解決策として、河道勾配に応じて横断面間隔を短くすることと、断面

形状が変化する付近に、断面を表現する点を加え、河道輸送量の計算を正確にすることにより、より少ない流量でも計算ができるようになることを示すことができた。

また、必要なデータの入力や計算を繰り返さなければならないというデメリットもあるが、河道構造物ごとに区切ることで、さらに安定した計算が行えることが示せた。

さらに、不足している断面を実測により補うことによって、計算結果の安定を見ることができると明らかにした。

これらの対策を行うことによって、低水時の流量シミュレーションが安定して行うことができるようになることを示すことができた。

一方、雨天時での計算では、分布型モデルが必要とする入力パラメーターを、GISデータおよびGISを用いることによって簡単にモデルのフォーマットに加工し導くことができた。

またいくつかの雨天時シミュレーションを実行し、地表面モデルとしてSCS法、SCSユニットハイドログラフ法を用いたISISによる流出シミュレーションに再現性があることを示すことができた。

以上を総括し、本章の検討によってモデルおよびGISと統合化するために必要な情報を表8-13に示す。結論としては、これらの情報群を統合することによって初めて、分布型の水・汚濁物流出モデル ISIS と GIS を用いて、任意の流量で（低水時でも高水時でも）流出シミュレーションを行えることが明らかとなったと言えよう。これらの知見からこれらのモデルを汚濁物質の移動シミュレーションに使用しても差し支えないと思われるので、汚濁物質流出シミュレーションを行う方法論を検討することが今後の課題となるであろう。

表 8-13 河川の任意地点の流量推定のため本研究で統合化した環境情報

本研究で地理情報として統合化した環境情報			統合化した情報を適用した現象
図形情報		統合化させた属性環境情報	
河 道 図		GPSおよび測量による河川横断面の属性、横断面間隔、河道構造物(堰・頭首工・ダム)ダム放流量、琵琶湖水位	河道モデルによる任意水量(特に低水時)の流出量推定
河川流域図	土地利用図	土地利用種別CN値(=土壌貯留量)	流域CN値(=有効降雨量)の推定
	表層地質図	表層地質種別CN値(=土壌貯留量)	
	降雨観測点	先行降雨量	
	標高図+河道図	河道長、河道勾配 斜面長、斜面勾配	時間流出量、ピーク時間の推定
	土地利用図	土地利用別斜面粗度係数	

参考文献

- 1) Sherman, L.K., Eng. News Record, Vol.108, pp.501-505, 1932
- 2) 末石富太郎、特性曲線法による出水解析について－雨水の流出現象に関する水理学的研究（第2報）－、土木学会論文集、第29号、pp.74-87、1955
- 3) 菅原正巳ら、雨量から流量を予知する方法について、水文諸量の予知に関する研究論文集、pp.14-18、1956
- 4) 菅原正巳、流出解析法、水文講座7、共立出版、1972

- 5) <http://www.dhi.dk/mike11/index.htm>, 1999
- 6) <http://www.hrwallingford.co.uk/software/isis/>, 1999
- 7) <http://www.hec.usace.army.mil/>, 1999
- 8) Richard A.Crowder, Y.Chen & R.A.Falconer, Benchmarking and Scoping Study of Hydralic River Models R&D Technical Report, Envrioment Agency, Bristol, 1997
- 9) Sas M, Fettweis M, Van Erdegheem D, Van Damme L & Heylen J. “A Model of the Yser Basin: Flooding in a Low Land River Basin”, Proc. 1st RIBAMOD workshop, 1997
- 10) HR Wallingford Ltd. & Halcrow Group Ltd, ISIS NEWS, March, 1999
- 11) David LM, Cardoso MA & Matos MR (LNEC) “The use of HydroWorks and ISIS in two Portuguese case studies. “HydroInfomatics ’98, Copenhagen, 1998
- 12) Whitlow CD, McKenzie RS and Fair KA: “Application of Internet Technology in a Real-Time Hydraulic Model of the Orange River” HydroInfomatics ’98, Copenhagen, 1998
- 13) 滋賀県八日市土木事務所、25000 分の 1 日野川流域図
- 14) 滋賀県八日市土木事務所、2500 分の 1 日野川流域地形図
- 15) 日野川流域土地改良区、日野川流域の農業水利
- 16) 滋賀県八日市土木事務所、日野川ダム管理日報、1992-1997
- 17) 建設省琵琶湖工事事務所、琵琶湖水位資料、1992
- 18) 滋賀県河港課、河川水位日報、1992-1997
- 19) Halcrow and HR Wallingford, ISIS User Manual, 1997
- 20) 日野幹雄、長谷川正彦 水文流出解析、森北出版、1985
- 21) Robert E. Rallison and Norman Miller, “Past, Present, and Future SCS Runoff Procedure”, *Rainfall-Runoff Relationship*, International Symposium on Rainfall-Runoff Modeling, Water Resources Pubns, 1982, pp.353-364
- 22) P. T. Adamson and Tom K.F. Chong, *A Review of Estimation Procedures for Urban Flood Risk*, Halcrow, 1992, pp.77-93
- 23) Martin Wanielista, Robert Kersten and Ron Eaglin, *Hydrology: Water Quantity and Quality Control*, 1997, pp.149-161
- 24) 彦根气象台、滋賀県の気象－彦根地方气象台創立 100 周年記念－、大蔵省印刷局、1993
- 25) 気象庁監修、気象業務支援センター、アメダス観測年報
- 26) 建設省琵琶湖工事事務所、(財) 日本気象協会関西支部、管内水文資料（雨量）、1992-1997
- 27) 滋賀県河港課、雨量日報、1992-1997
- 28) 吹田康紀、分布型雨水流出モデル（ISIS）への GIS の導入とその琵琶湖流域への適用に関する研究、京都大学特別研究、1998
- 29) Vijay P. Singh, *Elementary Hydrology*, 1992, pp.553-554
- 30) L. F. Huggins and J. R. Burney, “Surface Runoff, Storage and Routing”, *Hydrologic Modeling of Small Watersheds*, American Society of Agricultural engineers, 1982, pp.209-214
- 31) 国土地理院、数値地図 50m メッシュ標高 CD-ROM 版、1997

第九章 結論

第一節 概要

本論文では、最近のコンピュータの発展により利用が容易となってきたGISや分布型モデルといったソフトウェアを利用し、様々な情報(地図情報だけでなく、統計情報や水質測定データおよび流路河道データ)を地理情報として統合化を行い、それらを流域特性の把握や汚濁負荷流出現象の解析および計画論への適用を行うことによって、流域管理の一つの方法論を提示した。本論で提示することのできた方法論の詳細については各章の記述を繰り返すことになるので割愛し、ここでは本論を通じて得ることのできた成果を、以下各章毎に記す。そして、今後の流域管理にとって地理情報として統合・取り扱うことが必要となるであろう情報群を本論文のまとめとして提示し、最後に今後の課題を記すこととする。

第二節 各章の成果

第一章では、琵琶湖流域の水質と水質保全対策の概要を示し、新たな行政目標として流域毎の特徴に即した流域管理が求められている事実を記述した。そしてこのような目標に対して計算機やGISや分布型モデルといったソフトウェアの発展が寄与しう状況になりつつある一方で、その方法論や必要な情報が欠如しているという問題点があることをまとめ、その問題に対する本論文の目的と構成を記した。

第二章では、在来の環境情報の実態と問題点を文献調査により概括し、それらの問題点を克服するためのデータ管理システムとして、琵琶湖流域のどの位置であっても位置情報や属性情報を参照に瞬時に情報を得ることのできるGISに収めるべきことを示すとともに、GISデータとしてデータを整備する際に留意すべき点を検討した。さらに、元のデータソース種に応じてGISデータを作成・整備していく手法を示し、GIS上で統合的に利用可能にした経緯をまとめた。

そして、この章で述べた手法に従うことによって、琵琶湖流域の流域特性の把握や負荷発生や負荷流出の現象解析を行うために必要と考えられる流域内の人間活動・自然条件に関する多くの環境情報(例えば、流域界、土地利用、人口、産業、水質等である)を各行政機関(国・県・市町村等行政機関)から収集を行い、収集してきたばらばらのデータを容易に計算に利用できるようにGISデータとして整備し、GIS上に統合を行った。

第三章では、GISの機能の1つであるオーバーレイ機能を用いて、多くの情報の有機的結合を可能にし、かつ任意の領域(ここでは各流入河川流域)の有用な情報を作り出す(論理和統合および流域単位に分配する)方法論を明らかにした。このことによって、従来、市町村又は字といった行政区画に結びつけられたデータとして存在するだけであった国や県により行政管理目的で収集されてきた統計データが、任意の領域へと分配され、流域特性の把握や流出現象の解析に必要なデータを抽出・集計することができるようになった。

また、本章では、任意の領域として琵琶湖流入河川の203余りの流域を対象に、人口、工業出荷額等、畜産頭数、土地利用をGIS上に統合化することによって、各流域への分配・集計を可能とし、流入河川流域ごとの環境情報データベースの作成を行い、それらの情報をもとに、琵琶湖総合開発事業の行われたこの25年間の前後で流域内の人口、工業、畜産、土地利用の変化を明らかにし、流域の特徴把握とその比較を行えることを示した。

第四章では、GIS環境情報を用い、琵琶湖流域内で発生する汚濁負荷量の推定精度を向上させる方法の検討を行った。従来は、流域から発生する汚濁負荷量は、複数の流域を一つのブロックとして扱ったり、市町村等で大まかに集計された統計データと滋賀県全県で統一された原単位を用いて推定する方法が行われていたのだが、第2章、第3章において行政機関から取得しGISに整備した詳細な流域環境情報(集落単位の下処理形態別人口や事業所の排水悉皆調査)を統合化し、汚濁負荷発生現象に活用することで、流域別・発生源別に精度の高い汚濁負荷発生・排出量の推定を行う方法を示すことができた。

そしてその適用結果として、琵琶湖に流入する200余りの流域の琵琶湖総合開発事業の実施された時期の前後の時点(昭和43年(1968年)と平成7年(1995年))を対象に、流域河川別に汚濁負荷量の推定を行い、流域毎の汚濁負荷発生特性について明らかにした。また、その結果をGISを用いて表示・比較することによって、琵琶湖総合開発事業により導入された様々な施策に伴う変化を明らかにすることができることを示した。

要するに、汚濁負荷発生源の実測水質データや詳細な人口分布等の行政データを地理情報としてGISで取り扱い、発生源に位置座標を保持させるというこの手法を応用することによって、任意の領域毎に汚濁負荷排出特性をつかむことができ、流域毎の汚濁負荷管理にGISが有効であること、すなわち汚染源に関わる情報をGIS上に統合化することの有効性を示すことができたのである。

第五章は、流域の汚濁負荷排出量情報と河川実測データとの統合化とその非特定汚染源からの負荷量推定への活用について述べたものである。

実測される河川水量・水質は流域内の人間活動の影響を反映したものであるが、従来はデータの不足、データへの雨天時の影響の混入により、実測水質から非特定汚染源の負荷量を推定することは困難であった。一方、原単位による推定も流域の特性を反映した汚濁負荷推定とはなっていなかった。本章ではこれらの問題の解決のために、特定汚染源からの負荷量と土地利用からの負荷量といった流域固有の「人間活動」のみから発生する汚濁負荷量を「基底汚濁負荷量」と定義し、それを求める方法を検討した。具体的には、基底汚濁負荷量以外で河川水質に影響を与える時に調査されたデータを排除することで、非灌漑期、降雪・融雪の無い時期、かつ先行降雨の影響のない時に調査されたデータを選ぶことを行った。

そして、そのようにして求めた各河川の基底汚濁負荷量から第4章のGISを用いた流域毎の特定汚染源ごとの排出汚濁負荷量の推定結果とを統合化し、その両者を差し引くことによって、非特定汚染源(=面源)からの基底時の汚濁負荷量の推定を行う方法を提示した。

この方法を琵琶湖に流入する26の河川流域の環境基準調査データと特定汚染源や土地利用に関する地理情報に適用することによって、基底状態の汚濁負荷量と流域の土地利用との関連が示唆され、山地・森林の多い河川ではこの考え方が有効で、森林からの負荷流出量、さらには農地からの負荷量を求めることができた。このことから、任意のポイントの水質観測点に対して、水質観測情報やその他の流域情報をGISに統合した情報を用いることによって、任意の領域の非特定汚染源からの汚濁負荷推定が可能であり、流域内の特性を活かした流域管理を行うために必要な地理情報とその方法論の1つを示すことができたものと思われる。

他方、特定汚染源の多い河川では、堆積や特定汚染源からの負荷量の変化自体もあるので、この方法から非特定汚染源の負荷量を推定することは困難であることを示唆し、さらなる地理情報の蓄積による汚濁負荷推定精度の向上と水質測定回数の充実化が重要であることを示した。

第六章では、滋賀県において最も逆水灌漑が盛んなため、水田の水収支を明らかにするための「配水量」等の基本データが整備されている日野川流域を取り上げ、その流域の土地改良区の1993年から1997年までの6年間にわたる毎日の琵琶湖からの揚水量、河川頭首工・ダムからの取水量・各配水系統への分水量に降雨データ、蒸発量推定のための各種気象データを加え、各末端水田への毎日の配水量を明らかにした上で、これと水田分布と水田排水性、土壌に関するGISデータとの統合化を行い、それを流域内の水田の水収支、水田からの排水量を推定することに適用する方法を示すことができた。また、その結果を利用することによって、水田排水のTN、TP汚濁負荷量の推定を行うことが可能となることを示すことができた。さらに得られた結果と実測値を比較することにより、モデルの正しさが確認され、そのことにより得られた数値が従来求められている値よりも蓋然性を増し実際の値「真値」に近いものであることが確認された。

従来は、原単位法、もしくは水田タンクモデルのような概念的なモデルに頼っており、流域内の水移動、水循環は明らかにされてはこなかったが、本研究が示すように、様々な情報をGISを用いて統合化し、本研究で示した手法でそれらを活用することによって、水田に関する現象解析、すなわち、各水田の水・汚濁物質の収支、そして、河川と水田の水・汚濁物質の収支・移動を推定することができ、流域の水循環を検討することが可能となったと言える。

第七章：大津市の合・分流式下水道混在地域では、その複雑なネットワーク構造もあって下水道からの越流量（CSO）およびその水質の定量化は非常に困難であった。本章では、信頼度・有効性が高いとされている都市雨水分布型流出モデル「HydroWorks」に対して、様々な情報をGIS上に統合化しそれらを大いに活用することによって、合流区域と分流区域を併合する複雑なシステムに対して雨天時流出量および越流による流出負荷量の定量化を行う方法について検討を行い、それらの定量的評価が可能なることを示した。具体的には、大津市が所有している下水道台帳図や都市計画図および市域図さらには10分間隔の降雨ハイトグラフからの情報を地理情報としてGISに統合化し、それらを活用することによって、下水管網の情報（管路長、管径、管底高）やマンホールに対する土地利用や下水処理形態別の人口分布を元にした汚水量および雨水量、降雨ハイトグラフ等、人力では到底扱いきれないような膨大な数のデータを地理的な情報として効率よく作成することができることを示した。そして、これらの情報を分布型モデルHydroWorksと統合化することによって、各降雨に対する越流量のシミュレーションを容易に行うことが可能となることを示した。さらにここで得られた計算結果を実測値と比較することによりモデルの妥当性を検討した上で、下水道整備手法の違いによるシナリオ解析を行った。その成果として、在来きわめて粗い推定値でしか表現できなかった降雨毎の越流量と、そしてシナリオによる越流量の違いを明らかにし、行政目標となる削減規模の提言を可能とした。

第八章では、英国で開発中の分布型汚濁物流出モデルISISと流域のGISデータを用いて、河川の任意地点における低水時および雨天時の流量・汚濁負荷量の推定（日野川流域を対象として）を行うための手法について述べた。

その結果、ISISを日本に適用するにあたり、急峻で流量が少なく横断面が複雑であるという条件をもつ日本の河川に対しては、低水流量時シミュレーションにおいて、河川の流量が少なくなると計算が正常に行われなかったり、解が発散したりするという問題が生じた。本章では、その解決策として、勾配に応じて横断面間隔を短くすることと、断面形状が変化する付近に、

断面を表現する点を加え、河道輸送量の計算を正確にすることにより、より少ない流量でも計算ができるようになることを示すことができた。また、必要なデータの入力や計算を繰り返さなければならないというデメリットもあるが、河道構造物ごとに区切ることにより、さらに安定した計算が行えることが示せた。さらに、不足している断面を、実測により補い、計算結果が安定することを見ることができるところを明らかにした。これらモデル構築時における入力データ、計算手法の改善によって、低水時の流量シミュレーションは安定して行うことができるようになった。

一方、雨天時での計算では、GISデータを用いることによって分布型の流出モデルで入力が必要なパラメーターを簡単にモデルのフォーマットに加工することができた。これにより詳細なGISデータを用いてパラメーターを設定することの有用性が示せた。

これらの結果として、場所によって異なる水文量（浸透量、貯留量、流出量など）の空間的な分布を考慮しない従来の合理式やタンクモデルのような概念的で集中型の流出モデルではできなかった流域の人間活動による土地利用や水利用の変化を反映した流出シミュレーションを任意の流量（低水時でも高水時でも）で行うことを可能とするには、河道や地表面に関する情報をGIS情報として統合化し、さらにそれらを分布型モデルと統合化することが必要であることを示すことができたと言えよう。

第三節 まとめ

上述の各章の結論を受け、本論文全体の結論をまとめる。本論文では、これまで個別の分野、様々な行政機関で収集され、単独では水環境の把握には役に立たない、あるいは行政上の単目的のためにしか使われなかった人口統計・工業統計・農業統計・土地利用等の統計データや事業所や排水処理施設、そして河川の水質測定データ、さらには河川の流路や横断面のデータ等を、各行政機関より入手し、それらを活用しやすく有用な情報へと変換するためにGISを用い流域毎の環境情報として整備・活用する手法について論じた。

そしてGISに統合化した様々情報を駆使することによって、汚濁負荷発生源となる人口・産業・土地利用等の流域毎の特徴を把握することができることを明らかにした。

さらに、水・汚濁物の流出現象に関するいくつかの分野（汚濁負荷排出量の推定、森林、農地からの排出負荷推定、都市域からの越流負荷量の推定等）についても、GISに統合化した多様な情報を分布型モデルと連動して用いることによって、流域での現象解析を有効に行えることを示すことができた。

これらの事実は、本研究が示してきたことが行政が今後の目標としている流域毎の管理計画の策定に有効な手法の1つとなり得ることを示しているものと思われる。

最後に、本論文が今後の流域管理手法の1モデルとなり得ることを期待して、本論文の各章を通じて地理情報として統合すべきことを明らかにしてきたデータの一覧を表9-1にあげる。この表が示すように、在来では地理情報として扱うことがなかった様々な情報を地理情報として整備し、GISを活用しその情報相互の統合化を行い新規に有用な情報を産み出すことによって、そして、それらを各種のモデルと統合化を図ることによって初めて各種の現象解析・計画論が可能となったのである。そのことを示したのが本論文の成果であると結論したい。

表9-1 地理情報として統合した環境情報とそれによって解析された現象

在来の地図情報	本研究で統合化させた情報	両者を結合させたモデル	解明された現象	取り上げた章
土地利用 小字・集落単位地図 河川流域界	人口データ、排水処理別人口、下水道エリア、各種処理場処理水データ、事業所排水調査、畜産統計	在来法に近い集計モデル	河川流域別汚濁発生負荷量、1968－95年の比較	第4章
第4章の結果	河川別環境基準監視調査結果、日降水量	環境庁：非特定汚染源調査マニュアルモデル	森林域・農地からの基底汚濁負荷量	第5章
水田地図 表層地質 土壌 行政界別減反率	取水地点、逆水灌漑パイプライン網、送水管網、これらの計量システム、日降雨量、蒸発推定の各種気象	独自の水収支モデル	水田別灌漑消費水量、発生汚濁負荷量(TN、TP)	第6章
都市計画図 地域図	下水道台帳図(下水管の管径・勾配・長さ・マンホール等の付属施設等)、10分ハイトグラフ	最新の水理学・水質学の研究成果を基礎に置くモデル:HydroWorks	降雨毎の合流式下水道吐き口からの越流量、同年間越流量	第7章
河川流域界 土地利用図 標高図 表層地質 土壌	河川横断面図、河道構造物(堰・頭首工・ダム)、ダム放流量	最新の水理学・水質学の研究成果を基礎に置くモデル:ISIS	CNナンバー(土壌の可能貯留量)、低水流量時のシミュレーションの安定化、降雨時の流出	第8章

第四節 今後の課題

これらの現象解析は琵琶湖流域全域を対象とすべきであったが、初めての試みが多かったもので、大津市、日野川流域等一部の地域でしか現象を解析しきれなかった部分もあった。それを琵琶湖流域全域に拡張することが今後の課題の1つとなるのであろうが、本論文で各種の現象に対する方法論の確立ができたと考えられるので、それを琵琶湖流域全体に拡張することは難しいことではないと思っている。また、環境情報の精度をさらにあげていくことで、現象解析の精度を上げ、方法論の信頼性・適用範囲を広めることが課題としてあげられるであろうが、むしろ、今後の課題として強調されるべきことは、ここで統合化して得ることのできた情報をGIS上の地図データのような誰にでもわかるような形で公開し、そしてそれを利用していくことのできる仕組みを作ること、行政と市民が一体となって流域管理に本当に必要なデータの種類や精度を、さらには流域管理の目標をも議論していける場を提供することではないだろうか。このことがより一層の研究レベル、水環境保全政策レベルの向上につながることを信じ、本論文の筆を置きたい。

謝辞

本論文は、著者が京都大学大学院工学研究科環境工学専攻の水資源質総合計画講座（クボタ講座）の助手として在職中に行った研究成果です。その1部は国内外の学会等で発表してきましたが、それらを中心としてこのようにまとめることができました。

水資源質総合計画講座は株式会社クボタの出資により、1997年6月に東京大学から市川新教授を迎え発足した工学部初の寄附講座です。本講座は3年間の時限講座であり、今年度でその最終年度にあたります。

本研究を行うに当たり、京都大学大学院工学研究科の市川新教授に貴重なアドバイスや、アイデア、データ収集の斡旋の労をとっていただきました。また国内、海外の数々の学会に参加するチャンスをいただき、多くの優秀な研究者との交流を持つことができ、研究を進める上で多くの有用な情報を得ることができました。ここに深い謝意を表します。

京都大学大学院工学研究科住友恒教授には、講座の発足、運営に大変ご尽力いただいたばかりでなく、京都大学在学中から現在にいたるまで公私にわたり大変お世話になりました。博士課程に進学した私に折りにふれて研究の何たるかを教えていただいたことによって、今日の私があるものと思っており、感謝の念に耐えません。

京都大学大学院工学研究科宗宮功教授には本研究を進めるに当たり大変貴重な意見を数多くいただきました。それとともに、本講座の世話講座担当教授として本講座の運営に当たり面倒を見ていただきました。両先生のおかげで、すばらしいコンピュータ整備環境のもと、最先端の研究を行うことができたことを大変幸せに思っております。誠にありがとうございました。

京都大学大学院工学研究科松岡譲教授には、地理情報システム研究の先駆者として今後の心構えを含む適切なアドバイスをいただきました。先生の研究室の複写機を1年以上にわたり快く使用させていただいたこともあわせて深く感謝いたします。

また、京都大学大学院工学研究科津野洋教授、内藤正明教授、松井三郎教授、清水芳久助教授からは貴重なデータの提供を受けるだけでなく、多くのご支援を賜りました。尾崎博明助教授には、授業の一環で学生と共にタイに研修旅行にいった際に、大変お世話になりました。伊藤禎彦助教授には、講座発足前の準備をお手伝いいただき、運営中にも何かとアドバイスをいただきました。これらすべての方々に心より感謝の意を表します。

その他、官民を問わず多くの機関からご協力を頂き、様々な資料を提供していただきました。また、水資源質総合計画講座の若き学生諸君にも、本研究を遂行する上で、たくさんの興味深い発想を提案してくれましたことに感謝します。修士2回生の植田泰行氏、吹田康紀氏は、講座発足当時から苦難と喜びを共に過ごし、研究生生活を支えてくれたことに、同じく修士2回生の森高志氏には研究室ホームページ運営では大変お世話になりました。修士1回生の稲岡美紀さん、鈴木浩生氏、JilaHatamkhaniさん、学部学生の辻井竜介氏、井林辰憲氏、卒業生の田保雅章氏、研究生のYvesDebayles氏にも、数々の研究活動を助けていただきましたことに謝意を表します。そして私の私生活を支えてくれた人に心より感謝の意を表明したいと思います。

最後に、この講座のスポンサーとして寄附金をいただいた（株）クボタと本講座運営にかかわってきた方々に厚く御礼申し上げます。

2000 年
増田貴則

付録

付録 A 滋賀県の環境情報データベースの収録項目

表A-1 滋賀県地域環境アトラス構成項目¹⁾

総合解説文		地図の効用 環境を地図で表現する 滋賀県地域環境アトラスとは？ コンピュータマッピング技術解説
(図版) (解説版)		
水と土地		
琵琶湖集水域を鳥瞰する 琵琶湖の透明度と土地利用 河川流域別土地利用 メッシュ別土地利用/明治・大正期 メッシュ別土地利用/昭和40年代 マキノ町と草津市の土地利用の時代別変化		琵琶湖・河川と土地利用 土地利用の変化 土地利用の時代別変化
自然環境(基礎図)		
標高・起伏量 地形分類 表層地質 土壌 植生自然度 植生自然度(メッシュ)		標高・起伏量 地形分類 表層地質 土壌 植生自然度
社会環境(統計図)		
人口密度 メッシュあたり人口密度 メッシュあたり人口増減数 転入人口の割合 核家族世帯の割合 第1次産業就業者の割合 製造業就業者の割合 事業所従業者数 ひとりあたり量数 工業製造品出荷額 工業従業者総数 従業者ひとりあたり工業出荷額 総工業用水使用量 単位出荷額あたり工業用水使用量 農家率 第二種兼業農家率 平均経営耕地面積 動力田植機保有台数		人口密度と標高・地形 人口変動と新住民 核家族 就業構造の変化 ひとりあたり量数 工業従業者と出荷額 工業用水の変化 農家構造の変化 農地と機械化
社会環境(地域指定図)		
保安林 自然公園・風致地区・鳥獣保護区 農業振興地域と都市計画用途地域 琵琶湖総合開発計画図		保安林 自然公園・風致地区・鳥獣保護区 農業振興地域と都市計画用途地域 琵琶湖総合開発計画図
透明版		
Ⅰ 鉄道・道路網図 Ⅱ 河川流路・流域図 Ⅲ 町丁大字図		

表A-2 滋賀県GISのデータ項目²⁾[その1]

中区分	カバレッジ内容	タイプ	属性項目	地図情報レベル	出展資料	発行時期
景観資源	自然景観資源(山地)	ポリゴン	名称コード	50,000	第3回自然環境保全基礎調査 自然景観資源図帳	1987
景観資源	自然景観資源(ポリゴン)	ポリゴン	名称コード	50,000	第3回自然環境保全基礎調査 自然景観資源図帳	1987
景観資源	自然景観資源(ポイント)	ポリゴン	名称コード	50,000	第3回自然環境保全基礎調査 自然景観資源図帳	1987
景観資源	自然景観資源(ライン)	ライン	名称コード	50,000	第3回自然環境保全基礎調査 自然景観資源図帳	1987
行政界	町丁目大字	ポリゴン	町丁目大字名称、人口、世帯数など	25,000	町丁目・大字データ(総務庁統計局)	1990
行政界	行政界	ポリゴン	郡・市名、町名など	25,000	数値地図25000(国土地理院)	1994
行政界	行政界	ライン	線種など	25,000	デジタル道路地図データベース(DRMA)	1995
指定地域	都市計画公園(湖辺のみ)	ポリゴン	種別(公園)	2,500	都市計画図	
指定地域	ヨシ群落保全区域	ポリゴン	種別	2,500	ヨシ群落図(1/2,500)(エコライフ推進課)	
指定地域	ヨシ群落保全区域	ポリゴン	種別	50,000	風致・景観関係図(1/50,000マイラー)	
指定地域	用途地域	ポリゴン	用途種別など	50,000	都市計画印刷図(都市計画課)	1995
指定地域	都市計画緑地(湖辺のみ)	ポリゴン	種別(緑地)	2,500	都市計画図(都市計画課)	
指定地域	風致地区(湖岸のみ)	ポリゴン	種別、地区名称	2,500	都市計画図(地域振興室)	1996
指定地域	風致地区	ポリゴン	地区名称	50,000	保全関係図(1/50,000マイラー)(水政室)	
指定地域	鳥獣保護区(鳥獣特別保護区)	ポリゴン	種別	50,000	風致・景観関係図(1/50,000マイラー)(水政室)	
指定地域	都市計画公園・緑地・墓園	ポリゴン	種別(公園、緑地、墓園)	50,000	湖辺レクリエーションなど利用図(1/50,000マイラー)(水政)	
指定地域	琵琶湖景観形成地域	ポリゴン	区域種別(既設、予定)	2,500	琵琶湖景観形成地域図(地域振興室)	1996

表A-2 滋賀県GISのデータ項目[その2]

指定地域	自然公園	ポリゴン	種別(特別保護地区など)	50,000	自然公園図(自然保護課)	
指定地域	琵琶湖景観形成地域	ポリゴン	区域種別(既設、予定)	25,000	琵琶湖景観形成地域指定総括図(水政室)	1986
指定地域	保安林	ポリゴン	水源かん養機能(既設、予定)など	50,000	保安林位置図(水政室)	
指定地域	自然公園(湖辺のみ)	ポリゴン	種別(特別保護地区など)	2,500	琵琶湖景観形成地域図(見直し図)(地域振興室)	1996
指定地域	市街化区域(湖辺のみ)	ポリゴン	区域内・外フラグ	2,500	都市計画図(都市計画課)	
指定地域	中部圏整備法	ポリゴン	保全区域、都市開発区域など	50,000	保全区域等変更図(1/50,000マイラー)(水政室)	
指定地域	急傾斜地崩壊危険箇所	ポリゴン	種別コード	25,000	急傾斜地崩壊危険箇所位置図	1994
指定地域	土石流危険渓流位置	ポリゴン	種別コード	25,000	土石流危険渓流位置図	1992
指定地域	近畿圏整備法	ポリゴン	保全区域、都市開発区域など	50,000	保全区域等変更図(1/50,000マイラー)(水政室)	
施設	工業団地	ポリゴン	名称	50,000	96工業団地しおり(商工課)	1996
森林計画	林小班	ポリゴン	林班、小班など	25,000	森林計画図(林務緑政課)	1994～1996
森林計画	国有林	ポリゴン	林班など	25,000	近畿地域行計画区事業図、管内図(林務緑政課)	
森林計画	林道	ライン	林道名称など	25,000	林班位置図、林道マップ(林務緑政課)	
水系	線水系	ライン	河川など	25,000	デジタル道路地図データベース(DRMA)	1995
水系	面水系	ポリゴン	池、湖など	25,000	デジタル道路地図データベース(DRMA)	1995
水系	湿地分布	ポリゴン	湿地コード	50,000	湿地分布図	1993
水系	琵琶湖	ポリゴン	名称、水面高など	25,000	数値地図25000(水系)(国土地理院)	1994
地域環境	植生	メッシュ	土地利用、樹林率他	1kmメッシュ	「うごくアトラス」(琵琶湖研究所)	1986
地域環境	法規制	メッシュ	風致、砂防指定他	1kmメッシュ	「うごくアトラス」(琵琶湖研究所)	1986
地域環境	琵琶湖総合開発	メッシュ	上・下水道、造林計画他	1kmメッシュ	「うごくアトラス」(琵琶湖研究所)	1986
地域環境	気候	メッシュ	気温、蒸発散量他	1kmメッシュ	「うごくアトラス」(琵琶湖研究所)	1986
地域環境	月別降水量	メッシュ	1～12月	1kmメッシュ	「うごくアトラス」(琵琶湖研究所)	1986
地域環境	公害	メッシュ	河川COD他	1kmメッシュ	「うごくアトラス」(琵琶湖研究所)	1986
地域環境	施設	メッシュ	キャンプ場、遺跡他	1kmメッシュ	「うごくアトラス」(琵琶湖研究所)	1986
地域環境	水系	メッシュ	ため池、水源他	1kmメッシュ	「うごくアトラス」(琵琶湖研究所)	1986
地域環境	地形	メッシュ	断層、起伏量他	1kmメッシュ	「うごくアトラス」(琵琶湖研究所)	1986
地域環境	統計	メッシュ	人口総数、事業所数他	1kmメッシュ	「うごくアトラス」(琵琶湖研究所)	1986
地域環境	冬期降水量	メッシュ	12～2月	1kmメッシュ	「うごくアトラス」(琵琶湖研究所)	1986
地形	25mメッシュ傾斜	グリッド	傾斜(度)	25,000	浜端の重回帰式(琵琶湖研究所)	1986
地形	25mメッシュ標高	グリッド	標高値(m)	25,000	等高線カバレージ(CONTOUR)から	
地形	100mメッシュ標高	グリッド	標高値(m)	25,000	等高線カバレージ(CONTOUR)から	
地形	200mメッシュ標高	グリッド	標高値(m)	25,000	等高線カバレージ(CONTOUR)から	
地形	地形図	ラスター	市街化区域	2,500	都市計画図(各市町村都市計画課)	
地形	等高線	ライン	標高値(m)	25,000	地形図(国土地理院)	1990～1994
地形	地形基本図	ライン	(簡易ベクトル)	25,000	地形図(国土地理院)	1990～1994
鉄道	鉄道	ライン	鉄道種別(新幹線、JRなど)など	25,000	デジタル道路地図データベース(DRMA)	1995
土地	地価調査(農地、山林)	ポイント	基準地所在、価格など	50,000	地価マップ滋賀県(「財」土地情報センター)	1995
土地分類	表層地質	ポリゴン	表層地質分類コード	50,000	土地分類基本調査「表層地質図」(国土庁)	1968,1982～1992
土地分類	土壌	ポリゴン	土壌分類コード	50,000	土地分類基本調査「土壌図」(国土庁)	1968,1982～1992
土地分類	地形分類	ポリゴン	地形分類コード	50,000	土地分類基本調査「地形分類図」(国土庁)	1968,1982～1992
動食物	貴重な動物	ポリゴン	動物名称、貴重ランクABC	200,000	第2回自然環境保全基礎調査(環境庁)	1981
動食物	特定植物群落	ポリゴン	特定植物群落コード	50,000	特定植物群落図(林務緑政課)	
動食物	ニホンカミシロ・クマタカ	ポリゴン	種別コード、名称	100,000	滋賀県自然公園学術調査報告書	1989
動食物	植生	ポリゴン	植生区分コード	25,000	「現存植生図」(環境庁)＋空中写真(林務政課)	
道路	細道路	ライン	管理者、道路種別など	25,000	デジタル道路地図データベース(DRMA)	1995
道路	基本道路	ライン	路線番号、車道幅員など	25,000	デジタル道路地図データベース(DRMA)	1995
道路関連施設	リンク内属性(料金所)	ポイント	管理者、など	25,000	デジタル道路地図データベース(DRMA)	1995
道路関連施設	リンク内属性(トンネル)	ライン	管理者、延長など	25,000	デジタル道路地図データベース(DRMA)	1995
道路関連施設	リンク内属性(洞門等)	ライン	管理者、延長など	25,000	デジタル道路地図データベース(DRMA)	1995
道路関連施設	リンク内属性(踏切)	ライン	管理者、延長など	25,000	デジタル道路地図データベース(DRMA)	1995
道路関連施設	リンク内属性(歩道橋)	ポイント	管理者、など	25,000	デジタル道路地図データベース(DRMA)	1995
道路関連施設	リンク内属性(アンダーパス)	ライン	管理者、延長など	25,000	デジタル道路地図データベース(DRMA)	1995
道路関連施設	リンク内属性(橋・高架)	ライン	管理者、延長など	25,000	デジタル道路地図データベース(DRMA)	1995
流域	流域界(一部河川のみ)	ポリゴン		50,000	河川現況調査図(河港課)	1991

付録B 地理情報システム（GIS）

B.1 地理情報システムとは

地球上には様々な事物（オブジェクトあるいは対象物）が存在あるいは生起している。この事物の位置、形、属性に関する情報を地理情報と呼び、地理情報を取り扱うコンピュータシステムおよび地理情報自体を含めてGISと言う。GISでは、コンピュータを用いることによって、地理情報の加工、データベース作成、解析、図化等、様々な情報処理を行うことが可能である。これらの情報処理を行うコンピュータソフトはGISソフトと呼ばれる。

B.2 GISの扱うデータ構造

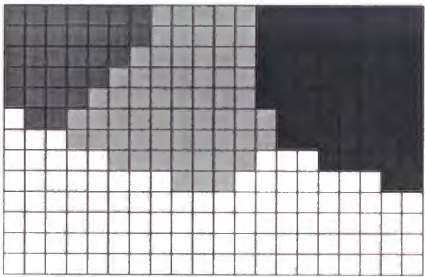
事物の位置と形を表すデータを図形（空間）データ、事物の属性情報を表すデータを属性データと呼ぶ。

B.2.1 図形データ

GISで扱う地理情報の図形データのうち事物の形を表現する方法として、ラスタ型とベクター型の2つがある。

(1) ラスタ型

地表面を等間隔のメッシュに区切って事物の形を表現するものが「ラスタ型データ」である（図 B-1³⁾）。ラスタ型データは理路整然とデータを並べることができることから、計算や解析が容易であるというメリットがある。また、衛星や航空写真から簡単に作成することができることから、その利用頻度は高い。わが国の代表的なラスタデータとして、国土庁や国土地理院の作成している土地利用データがある。しかしながら、メッシュで事物の形を表現しようとするので、形に関する情報はメッシュサイズで制限されることとなり、解像度を上げない限りメッシュと実際の事物の形が一致することはない。

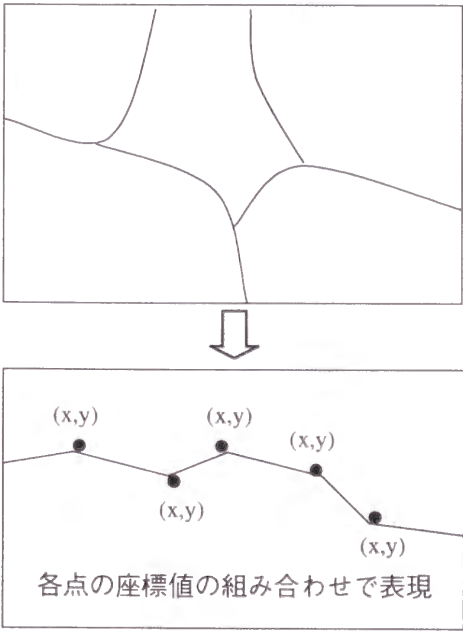


図B-1 ラスタ型データ

(2) ベクター型

事物の形を点とそれを結ぶ直線で表現するものが、「ベクター型データ」である（図 B-2³⁾）。

事物の位置と形は、点の座標とどの点同士を直線で結ぶかの関係（リンク）によって記録される。ベクター型のメリットは、多角形やラインを構成する点の数を増やすことによって、事物の位置・形を精度良く再現できるにもかかわらず、そのわりにデータ量の少ないことである。デメリットとして、データ構造が複雑なので計算処理に複雑なアルゴリズムを必要とし、かつては計算に多大な時間を必要としたが、現在では計算機の発展によりこの制限はなくなった。事物の形状は、多角形、線、あるいは点で表現することができ、それぞれポリゴン（リージョン）データ、ライン（アー



図B-2 ベクター型データ

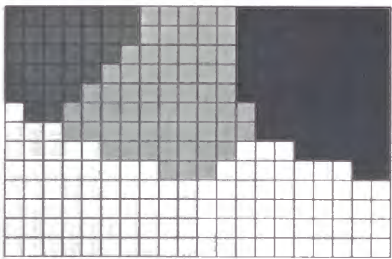
ク) データ、ポイントデータという。

B.2.2 属性データ

事物の属性情報を示すデータを属性データといい。ラスター型ではメッシュ単位で、ベクター型では対象物（オブジェクト）単位で付与される。

(1) ラスター型図形データに対する属性データ

図形データがラスター型の場合、それぞれのメッシュに対して一連の属性データを付与する。衛星画像の各ピクセルをメッシュにおきかえて、それぞれの色や輝度を元に情報を与えたものも属性データの1つである。メッシュの構造に合わせて属性データを並べて保存するデータ構造をとることが多い(図 B-3³⁾)。メッシュと事物の形が一致することはほとんどないので、一般的には、メッシュに付与される属性データは、メッシュ内の事物の代表値(平均値、合計値、優勢値等)が与えられる。従って、メッシュの位置・大きさによっては大きな誤差を生むというデメリットがある。この欠点を克服するためにメッシュ内の事物毎の比率を属性値として与えることも可能となっており、状態を正確に表現することも可能であるが、この場合データが冗長になるという欠点がある。



ラスター型データ



1	1	1	2	2	0
1	1	1	2	2	0
1	1	1	2	0	0
1	1	3	3	3	0

(データの内容)

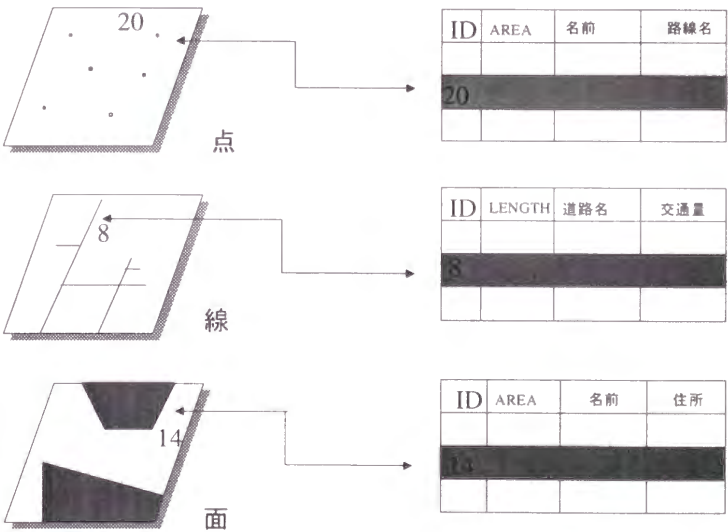
各ピクセルの持つ数
表現される

図B-3 ファイルには属性データは
並べて保存されている

(2) ベクター型図形データに対する属性データ

図形データがベクター型の場合、1つの図形オブジェクトに対して一連の属性情報(例えば、名称、土地利用、人口等)を与える(図 B-4⁴⁾)。ベクター型は事物の形を精度良く再現することができるので、ラスター型のように属性値の精度の問題はないことがメリットである。

現在市販されているベクター型GISソフトの多くでは、同じ事物の図形データと属性データに同一のID番号を振り当てることによって、図形と属性の結びつきを確保し、図形データと属性データを別々に管理することができる。これによって空間的な解析や属性値の計算処理の効率化を図っている。



B.3 GISの主な解析機能

従来、地理情報は紙面上に地図(一般図や主題図)として描くことによって把握してきた。しかし紙面の場合、紙面の

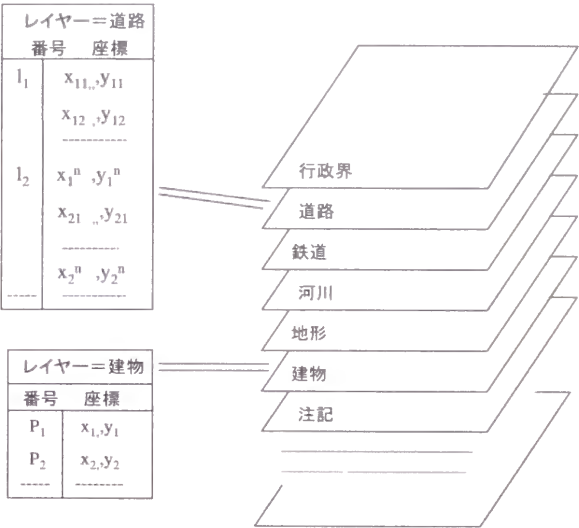
図B-4 ベクター型図形データに対する属性データ

スペースの制限から、限られた情報しか格納・表現することができなかった。また、縮尺を大きくすると表現することのできる情報量は増えるが、必要な紙面の枚数が多くなってしまうという欠点があった。しかしながら、地理情報をGISで扱うことによって、多量の情報を扱うことができ、かつ、書き直しや、プリントアウト、拡大・縮小を任意の範囲で行うことが容易となった。また、紙面上の地図だけではできなかった数量的な解析ができるようになり、高度な解析が可能となった。

ここでは、GISの基本的な機能であるレイヤー管理と、その他の解析機能について概説する。

B.3.1 レイヤー管理（マルチレイヤー）⁵⁾

地理情報処理では、扱うデータ量が大きいと、個々の情報処理をすべてのデータを対象に行っているレスポンスが悪くなってしまうので、それぞれの処理に対して、不要なデータを除外できるようなデータ管理が必要である。例えば、多様な地理情報の中から、道路や学校といった項目に限って表示させたり、計算を行ったりする場合が多い。これらの項目種が個々の図形の属性情報とされ、全データが1つのファイルに雑然と管理されているとすると、項目種が道路であるデータだけを取り出そうとしても結局すべてのデータを検索しなければならない。これに対して、データ項目毎に別々に管理しておけば、必要な項目のデータのみを呼び出すことによって、効率よく目的を達成することができる。このようなデータ項目毎に入力・管理されている情報群の単位を「レイヤー」という（図 B-5⁵⁾）。地理情報をデータ項目ごとに別々のレイヤーに入れて管理しておくことによって、以下のような利点を持つようになった。



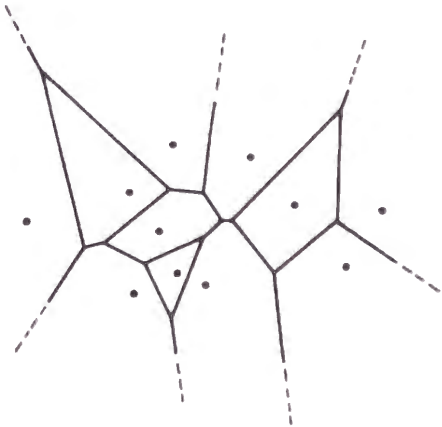
①検索する対象となる情報の含まれるレイヤーだけを取り出すことによって、他のレイヤーの検索の必要性がなくなり、検索効率がよくなる。

図B-5 レイヤー管理

②必要な情報を必要なレイヤーの重なりで表現できるため多様な地図表現、情報表現が可能となる。

B.3.2 ティーンセン分割

平面上に分布している複数の点の相対する2点を結ぶ直線の垂直2等分線の組み合わせによって、平面を分割する機能である（図B-6⁵⁾）。ボロノイ分割と呼ぶこともある。



図B-6 ティーンセン分割

B.3.3 ラスターベクター変換（境界線抽出機能）

この機能は、各メッシュの持つ1つの属性項目に対する内容に関して、隣り合うメッシュとの属性内容を比較参照し、異なる属性内容を持つ境界部に線を発生し、それを結ぶものである（図B-7）。

B.3.4 その他の機能

(1) 検索

特定の属性を持ったオブジェクトを地図上から検索する機能である。

(3) 地理的計量

距離計算や面積計算を行うものである。

(4) 近接分析

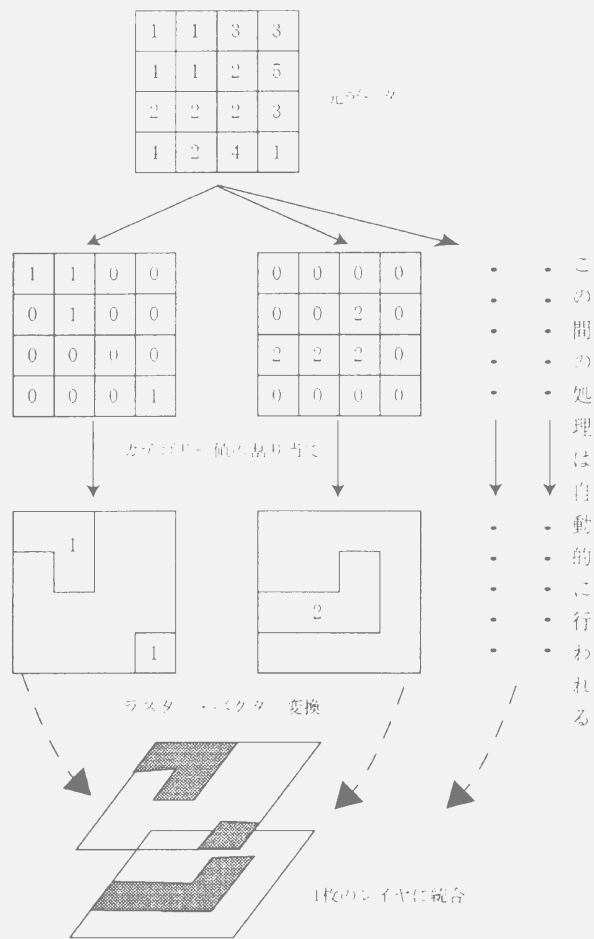
図形情報同士の関係（接する、交わる、重なる等）から図形情報を特定するものである。

(5) バッファリング

図形情報（点、線、面）から等しい距離にある領域を確定する機能である。

(6) ネットワーク分析

最短経路検索、図形情報間の連結性の同定等を行うものである。



図B-7 ラスターベクター変換

付録C 座標系と投影法の選択について

丸い地球を変形することなく平面上に平らに伸ばすことはできないという事実は、平面である地図はすべて必ず投影されていることを意味している。この処理は、必ず形状や面積、距離、方向のいずれか、あるいはいくつかをゆがめる。入手できる地図や、地理情報は様々な投影法、座標系で描かれているために、それらの投影法、座標系の特性を知って、統一的に扱えるように一つの座標系、投影法に変換してやる必要がある。

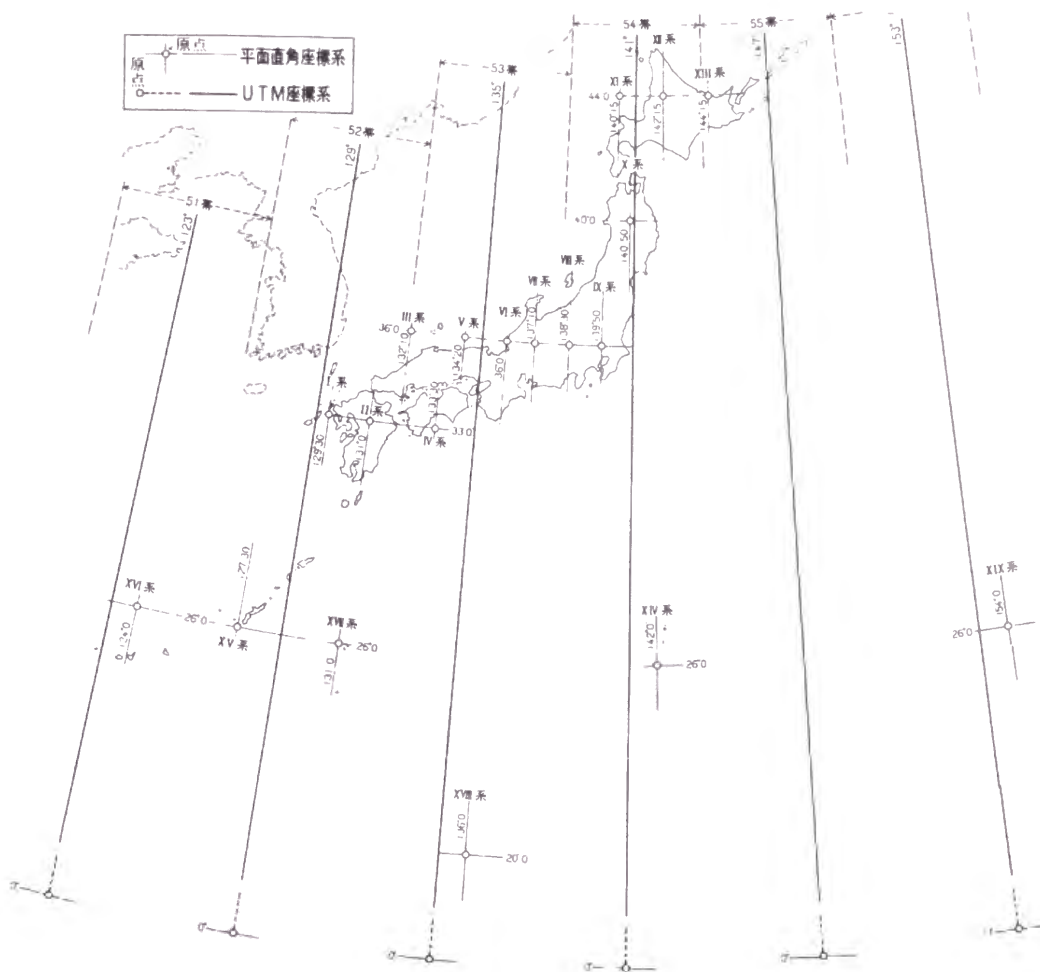
環境情報の統合化のために入力した地図は元の図面や元データによって様々な座標系を持っていた。琵琶湖周辺ではTRANSVERSE第6帯またはUTM第53帯をとることが通常であるので、本研究ではUTM座標系の第53帯に座標系を統一した。ここでは、地図投影を行う上で必要となる知識についてまとめている。

C.1 回転楕円体

大縮尺の地図 (1:1,000,000以上) の精度を維持するためには、地球を回転楕円体として扱う必要がある。地球の形状を測定する毎に楕円の形が異なったために、多くの回転楕円体が存在している。これらは地球を楕円とらえたときの長軸と短軸の長さが異なり、異なった回転楕円体を選ぶと、オブジェクトの位置座標が違う値となる。代表的な回転楕円体を表 C-1⁶⁾ に示す。このうち日本ではBessel回転楕円体が選ばれることが多いようである。

表C-1 主な回転楕円体、その長半径と短半径

名称	年代	長半径(a)	短半径(b)	用途
Air	1830	6377563.396	6356256.91	イギリス
Australian National		6378160	6356774.719	
Bessel	1841	6377397.155	6,356,078.96284	地理、ほとんどの中央ヨーロッパ及びインドネシア
Clarke	1866	6378206.4	6356583.8	北米とフィリピン
Clarke	1880	6378249.145	635,614.86955	フランスとほとんどのアフリカ
Everest	1830	6,377,276.3452	6,356,075.4133	インド、ビルマ、セイロン、マレーシア(一部)
Everest	1956	6377301.243	6,356,100.22837	インドとネパール
Everest	1969	6377295.664	6,356,094.66792	
Everest(Sabah and Sarawak)		6377298.556	6,356,097.5503	ブルネイと東マレーシア
Fischer	1960	6378166	6356784.28	
Fischer	1968	6378150	6356768.33	
GRS80	1980	6378137	6,356,752.31414	北米
Hayford	1909	6378388	6356911.94613	
Helmert	1906	6378200	6356818.17	エジプト
Hough		6378270	6356794.343479	
International	1909	6378388	6356911.94613	International 1924と同じ
Krasovsky	1940	6378245	6356863.0188	ソ連と一部の東ヨーロッパ
Modified Airy		6377340.189	6356034.4479	
Modified Everest	1948	6377304.063	6356103.039	西マレーシアとシンガポール
Modified Fischer	1960	6378155	6356773.32	
Modified Mercury	1968	6378150	6356768.337303	
Mercury	1960	6378166	6356784.283666	
New International	1967	6378157.5	6356772.2	
South American	1969	6378160	6356774.72	
South Asia		6378155	6356773.3205	
Sphere		6370997	6370997	
Walbeck		6376896	6355834.8467	
WGS66	1966	6378145	6356759.769356	
WGS72	1972	6378135	6356750.519915	全世界
WGS84	1984	6378137	6356752.31	全世界



図C-1 UTM座標系と平面直角座標系（19座標系）

C.2 地理座標系

地球上の位置を決定するのに、経度と緯度が使用されることが多い。これを地理座標系という。地理座標は平面図への投影というわけではなく、地球の中心からの角度を測定するために、経緯度は、面積、形状、距離、方向に関して、一定の計測単位とはなり得ない。従って、正確な計測結果を得たいときは、平面図への投影を行わなければならない⁵⁾。

C.3 投影法と平面座標系

面積、形状、距離、方向のうちいずれか1つ以上を正確に計測するために、経度・緯度ではなく、平面座標系に投影された座標系を選ぶ必要がある。投影法は、正確に計測できるものに併せてそれぞれ、正積図法、正角図法、正距図法、方位図法に分けられる。投影されてできた平面座標系については、多くの座標系が用途に応じて知られているが、日本ではTRANSVERSE座標系（＝19座標系または平面直角座標系）またはUTM座標系がよく用いられている。これは小さな領域を扱う場合に適している。これらの座標系の基準点は図C-1⁸⁾のようになっているために、琵琶湖周辺ではTRANSVERSE第6帯またはUTM第53帯をとることが通常である。

付録D リレーショナルデータベース

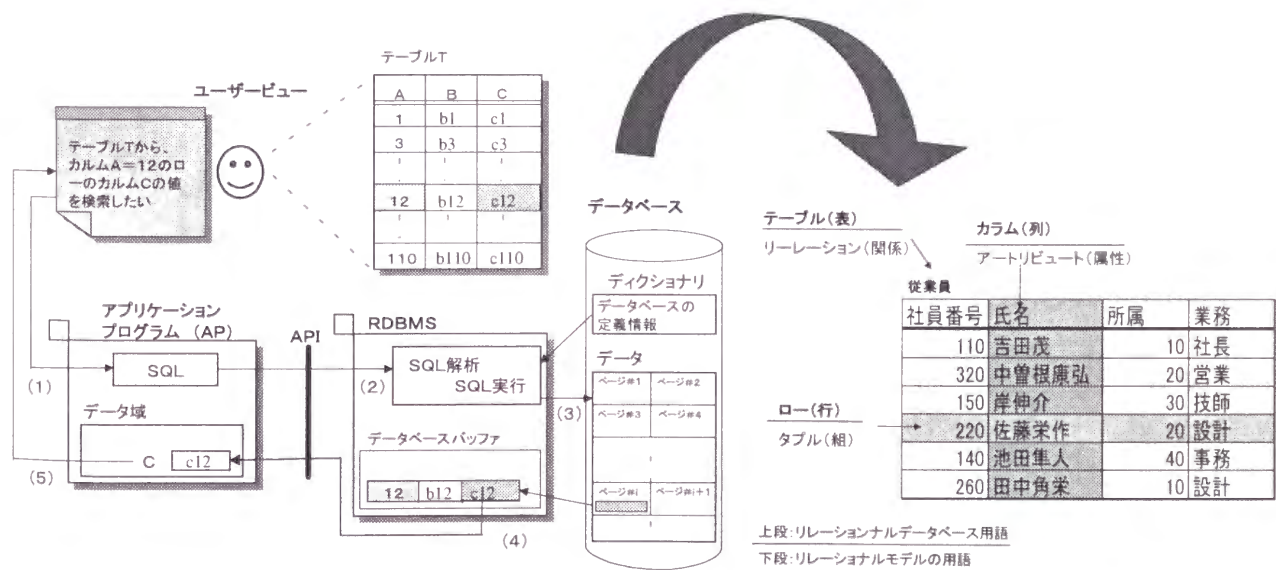
D.1 リレーショナルデータベースとは

リレーショナルデータベース (RDB) とは、1970年に米国のE.F.Coddにより提案された「リレーショナルデータモデル」の考え方に基づいて開発されたものである⁹⁾。数学の集合論に基づいており、集合操作ができることが条件となっており、すべてのデータは数学的リレーション(＝関係演算子)に対応して表(テーブル)で表現される。具体的にはRDBの定義と操作を規定するデータベース言語であるSQL言語 (Structured Query Language) を用いてこれらの操作を行うようになっている。

関係演算子には、以下のものがあり、それぞれの働きについては次頁以降に図¹⁰⁾によって示している。

- ・集合演算
 - －合併演算
 - －共通部分演算
 - －差演算
 - －直積演算
- ・リレーショナル演算
 - －選択演算
 - －射影演算
 - －結合演算
 - －除演算

RDBに格納された情報は、これらの関係演算子をSQL言語上で用いることによって、ユーザーやアプリケーションプログラムから見ると、図D-1¹¹⁾に示すように、表(テーブル)として見る事ができ、データの中からユーザーが見たいと望むデータ群を抽出することができるのである。

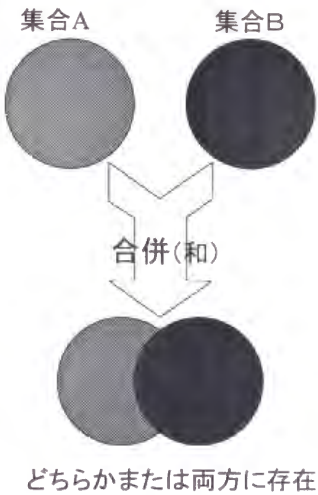


図D-1 SQLによる処理検索の流れ(左図)とRDBおよびGIS属性データの表表示(右図)

D.2 リレーショナルデータベースの関係演算子の働き

リレーショナルデータベースの関係演算子の働きを図D-2¹⁰⁾に示す。

合併演算



店舗Aの販売データ

商品番号	商品名	売場
001	A社Yシャツ-80	紳士用品
003	A社Yシャツ-90	紳士用品
004	B社Yシャツ-80	紳士用品
007	靴-黒	靴
008	靴-白	靴
010	ネクタイ	紳士用品

店舗Bの販売データ

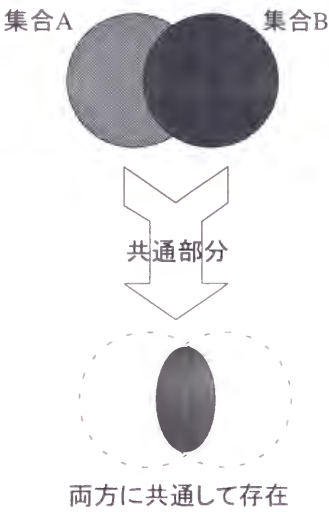
商品番号	商品名	売場
001	A社Yシャツ-80	紳士用品
002	A社Yシャツ-85	紳士用品
004	B社Yシャツ-80	紳士用品
006	靴-赤	靴
008	靴-白	靴
010	ネクタイ	紳士用品

合併

結果のデータ

商品番号	商品名	売場
001	A社Yシャツ-80	紳士用品
002	A社Yシャツ-85	紳士用品
003	A社Yシャツ-90	紳士用品
004	B社Yシャツ-80	紳士用品
006	靴-赤	靴
007	靴-黒	靴
008	靴-白	靴
010	ネクタイ	紳士用品

共通部分演算



店舗Aの販売データ

商品番号	商品名	売場
001	A社Yシャツ-80	紳士用品
003	A社Yシャツ-90	紳士用品
004	B社Yシャツ-80	紳士用品
007	靴-黒	靴
008	靴-白	靴
010	ネクタイ	紳士用品

店舗Bの販売データ

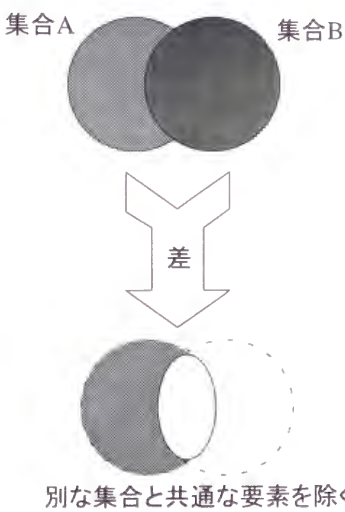
商品番号	商品名	売場
001	A社Yシャツ-80	紳士用品
002	A社Yシャツ-85	紳士用品
004	B社Yシャツ-80	紳士用品
006	靴-赤	靴
008	靴-白	靴
010	ネクタイ	紳士用品

共通部分

結果のデータ

商品番号	商品名	売場
001	A社Yシャツ-80	紳士用品
004	B社Yシャツ-80	紳士用品
008	靴-白	靴
010	ネクタイ	紳士用品

差演算



店舗Aの販売データ

商品番号	商品名	売場
001	A社Yシャツ-80	紳士用品
003	A社Yシャツ-90	紳士用品
004	B社Yシャツ-80	紳士用品
007	靴-黒	靴
008	靴-白	靴
010	ネクタイ	紳士用品

店舗Bの販売データ

商品番号	商品名	売場
001	A社Yシャツ-80	紳士用品
002	A社Yシャツ-85	紳士用品
004	B社Yシャツ-80	紳士用品
006	靴-赤	靴
008	靴-白	靴
010	ネクタイ	紳士用品

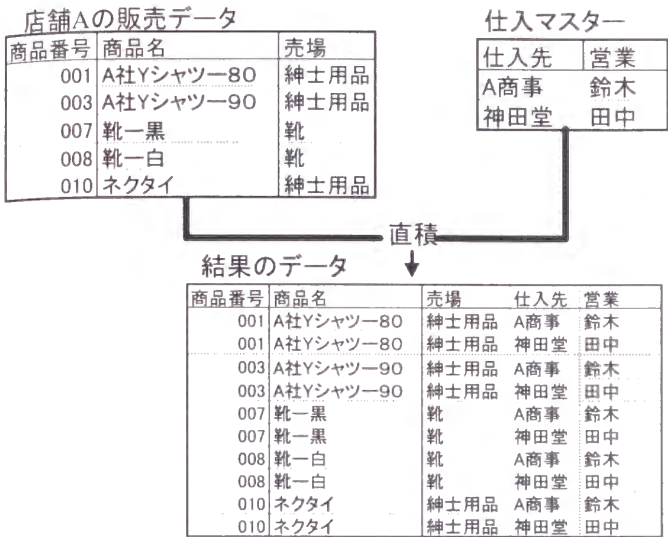
差

結果のデータ

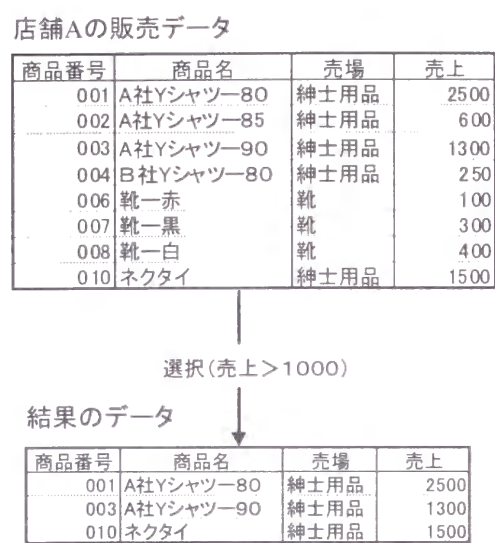
商品番号	商品名	売場
003	A社Yシャツ-85	紳士用品
007	靴-赤	靴

図D-2 リレーショナルデータベースの関係演算子の働き[その1]

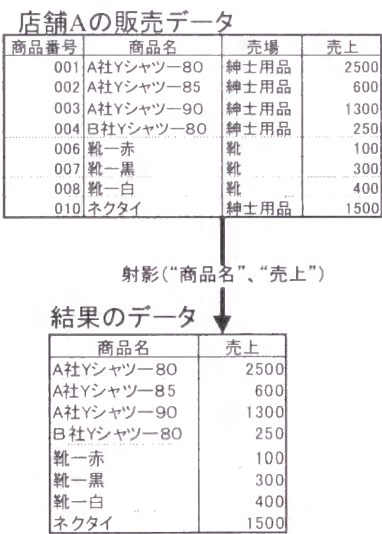
直積演算



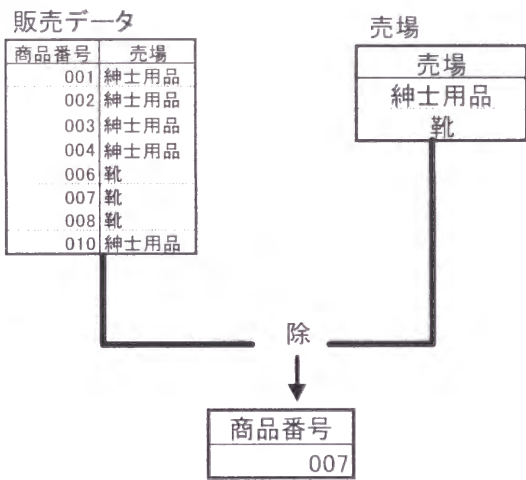
選択演算



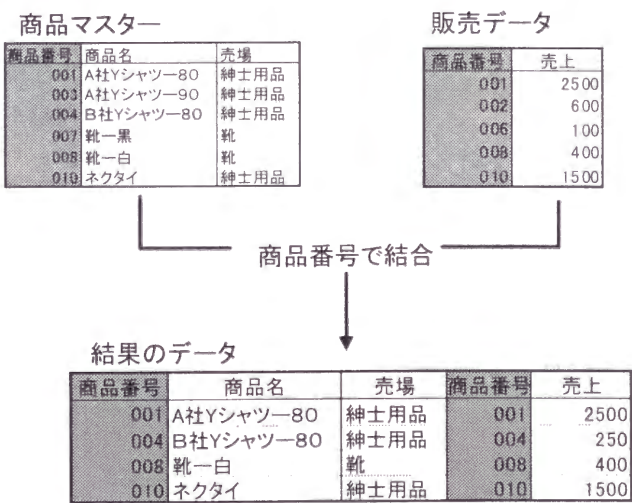
射影演算



除演算



結合演算



図D-2 リレーショナルデータベースの関係演算子の働き[その2]

付録E GIS図形データの入力ミスのチェック

図形データをチェックする機能をMAP-INFOやARC/INFOが持っているので、その機能を利用して、エラーチェックを行う。第2章図2-6で示したように、エラーには数種類の代表的なものがある。エラーチェックの方法によって、発見できるエラーの種類が異なるので、表E-1に示す一連のエラーチェックを行わなければならない。

表E-1 エラー種類毎のエラーチェックの発見方法

エラー発見手法	利用ソフト	ねじれ	重なり		ノードの重なり	接触
			完全重複	交叉		
Map-Check	MapInfo	◎	x	x	x	◎
ARC-Link	MapInfo	○	◎	x	○	○
BUILD	ARC/INFO	○	○	◎	◎	○

◎ : 主要機能、○ : チェック可能、x : チェックしない

MAP-Check :

- (1) MAP-Basic Program 中の MAPCHECK を選ぶ
- (2) 上のツールバーに Datakit ができるので、それを探して、そのなかの Verify Table を選ぶ
- (3) 枠のなかにでてくる *.Tab の中から修正するテーブルを選ぶ
- (4) 修正の必要な「ピン位置」を記録させるテーブル (チェックテーブル) を新しく定義する。
- (5) 実行させると、エラーがあれば、エラー地点が矢印で示されるので、分かる。「接触」エラーについてはチェックテーブルを保存したフォルダにメッセージファイル (mapcheck.msg) が作成されそこにブラウザの上で何番目にエラーオブジェクトあるかが書き込まれる。
- (6) エラー地点を手作業で修正する。

ARC-Link:

- (1) Map-Basic 中の ARCLink を選ぶ。
- (2) ARC-Link 中の MAP-Info→ARC-Info を選ぶ。
- (3) MAP-Table 中から、修正したいテーブルを選ぶ。 (*.tab)
- (4) ARC/INFO に移行するファイルを格納するファイル名 (*.e00) を付けて下さい。
- (5) 以下は MAP-Check に同じ。
- (6) *.e00 ファイルを保存するフォルダもしくは %windows\temp フォルダにメッセージファイル (arclink.mcg) が作成され、そこにエラー地点周辺の座標値が出てくるので、それを基にして、エラーを見つけて修正する。
- (7) なお、この作業はテーブル全体で行う事も可能であるが、そうすると、エラーの発見に時間が掛かり過ぎて作業効率が悪い事が起こる。効率を上げるためには、テーブルの中の幾つかのオブジェクト (10-20ヶ) をブラウザで選択し、それを「選択テーブル」を利用して、別の名前に保存して、行うと作業がはかどる。

付録F 収集しGIS化した資料—琵琶湖流域を対象として—

流域環境の特性を把握し、水・汚濁物を評価するには、流域の水に係わる様々なデータを必要とするが、これらのデータは別々の行政部局に保管されている。まずこれらのデータを収集しGISのデータとして整備していく必要があった。そこで、関係諸機関の協力を得つつ、琵琶湖の流域環境の把握に利用可能と考えられる環境情報（例えば、流域界、行政界、土地利用、人口、産業、水質・上水・下水・農業用排水等）に関する行政資料や地図を収集し、第2章第4節で述べた手順に従い、その各種環境情報資料のGIS化を行い、GISデータとしてGISおよびリレーショナルデータベース（RDB）に整備していった。GISに整備することができた流域環境情報の一覧を次頁表F-1に示す。

なお、データ整備の対象年度は琵琶湖総合開発の前後となる1968年と1995年を中心とし、「滋賀県全域と琵琶湖流域に関わる京都府部分」をデータ整備の対象範囲とした。

F.1 行政界（人口・出荷額等が集計される基本単位となる図形群）

整備したデータはすべてポリゴンデータであり、これらに対し人口や工業出荷額、畜産頭数等の属性データを前節で述べた方法に従い入力・整備していった。行政界に関する図形データについて、図F-1に示す。

(1) 集落

滋賀県琵琶湖環境部下水道建設課では滋賀県の下水処理形態の把握と今後の計画のために、「公共下水道システム」と呼ばれるGISを整備中である。この「公共下水道システム」では、集落毎の下水処理形態別の実績人口と計画人口を属性データとしてAccessで管理しており、図形データはSISに入力されている。これらのデータは整備途上であったため、これにこれらの原データ^{12,13,14)}からデジタル化したものを加えて、集落の図形と下水処理形態別の人口をMapInfo上に整備した。

整備した集落図形データは、3,669箇所の集落のオブジェクトからなり、大字や小字より小さく詳細な図形単位となっている。この図形データに対して、平成7年時点の①下水処理場、②農業集落排水処理場、③合併処理浄化槽、④単独処理浄化槽、⑤尿尿くみ取りー尿尿処理場、⑥農地還元の排出様態別の人口が調査されているので、これを属性データとして整備した。

(2) 小字境界

滋賀県には2,202の小字が存在している。この小字に対して以下のデータを整備した。

(2-1) 図形

(株)三井造船システム技研が販売している町丁目界（いわゆる小字）のデータ¹⁵⁾を使用した（現在では、財団法人統計情報研究開発センターが、総務庁統計局が保有する国勢調査、人口等の統計情報とともに、CD-R、MO、磁気テープ等の媒体で販売している¹⁶⁾）。図形には、国土庁の国土数値情報や総務庁のデータで使用されている11桁（県2桁、市町村3桁、大字3桁、小字3桁）の町丁目コードが振られている。

(2-2) 属性

①滋賀県では平成2年に小字毎に下水処理形態別人口の悉皆調査を行っており、滋賀県環境政策課からデジタルデータの提供を受けた。このデータの住所のフィールドをもとに、住所ジオコーディング機能を用いて小字界との結びつけを行い、小字界の属性データとして整備した。このデータは第7章にて大津市の下水道から汚濁負荷量を算定する際の負荷源としての人口の算出に用いた。

表F-1 GISに整備した流域環境情報

	No.	作成・整備したレイヤー	形状	主な属性データ	図番号	出典文献 番号
1	出荷額・人口・行政	1 集落	ポリゴン	平成7年下水処理形態別人口	図F-1 全体図および 拡大図	12,13,14
		2 町丁目字境界(小字)	ポリゴン	平成2年下水処理形態別人口 昭和45年人口 昭和43年下水処理形態別人口(推定値)		15,17,18
		3 町丁目字境界(大字)	ポリゴン	平成8年畜産頭数		15,19
		4 市町村	ポリゴン	昭和43年中分類工業出荷額 平成2年中分類工業出荷額 昭和45年畜産頭数		15,20, 21,22
		5 県境界	ポリゴン			15
2	河川	6 流域界	ポリゴン	流域面積、流域名	図F-2	24,25
		7 河川流路	ライン	流域面積、河川名、河川延長		24
3	土地・地表面・ 土地利用等	8 植生界(平成7年)	ポリゴン	植生種	図F-3,4	26,27
		9 土地利用分類(昭和43年)	ポリゴン	土地利用種	図F-5,6	
		10 土地利用分類(平成7年)	ポリゴン	土地利用種		
		11 表層地質	ポリゴン	表層地質種(昭和56年、昭和43年)	図F-8,9	28,29
4	利水施設	12 取水施設(水道用)	ポイント	取水量、給水区域面積	図F-10	24,30
		13 取水施設(工業用)	ポイント	給水対象工場等、取水量		
		14 取水施設(農業用)	ポイント	灌漑面積、取水量		
		15 井戸(水道用)	ポイント	揚水量	図F-11	
		16 井戸(工業用)	ポイント	揚水量		
		17 井戸(農業用)	ポイント	揚水量		
		18 井戸(雑用)	ポイント	揚水量		
5	上水道	19 水道、簡易水道受益地区(昭和43年)	ポリゴン	給水面積、給水人口、給水量	図F-12	24,30
		20 水道、簡易水道受益地区(平成10年)	ポリゴン	給水面積、給水人口、給水量		31,32
6	排水・事業施設	21 事業所	ポイント	事業所名、排水量、排水水質	図F-13	33,34
		22 下水処理場	ポイント	施設名、処理量、放流水水質、対象人口	図F-14	
		23 下水道区域界	ポリゴン	下水処理対象区域		図F-15
		24 屎尿処理場(平成7年)	ポイント	施設名、処理能力、対象人口、放流先		
		25 屎尿処理区域界(平成7年)	ポリゴン	屎尿処理施設名		
		26 屎尿処理場(昭和43年)	ポイント	施設名、処理能力		
		27 屎尿処理区域界(昭和43年)	ポリゴン	屎尿処理施設名	図F-16	
		28 農業集落排水処理施設	ポイント	処理量、放流水水質、計画人口		37,38,39
7	農業	29 水田・畑地界	ポリゴン	規模、排水性、地目、圃場整備	図F-17	40
		30 ため池分布	ポイント	ため池名、受益面積、貯水量	図F-18	41
8	河川気象観測	31 気象観測点	ポイント	観測所名、降水量、風速、気圧	図F-19	42
		32 水位測定点	ポイント	測定河川名、測定箇所名、水位		43
		33 水質測定点	ポイント	測定河川名、測定箇所名、水質		
		34 自動連続水質測定点	ポイント	測定河川名、測定箇所名、水質		44

②昭和45年の国勢調査のデータ¹⁷⁾より、小字毎の人口を属性データとして整備した。

③また、昭和43年については、家庭下水の処理は尿尿処理場でのみ行わ

表F-2 昭和43年当時の滋賀県の尿尿処理場

事業主体	所在地	処理能力 (kl・日)	施設処理 対象人口	対象区域
長浜市	長浜市田村町	27	27000	長浜市
彦根市	彦根市開出今町庄塚	54	54000	彦根市
近江八幡市	近江八幡市舟木東沢田	18	18000	近江八幡市
甲賀郡衛生プラント組合	甲賀郡水口町	36	36000	石部町、甲西町、水口町、甲賀町、土山町、甲南町、信楽町
高島衛生プラント	高島郡今津町今津	18	18000	マキノ町、今津町、朽木村、安曇川町、高島町、新旭町
大津市	大津市田上羽栗町	90	90000	大津市
湖南衛生プラント	草津市集町上田前	72	72000	草津市、栗東町、瀬田町、守山町、中主町、野洲町

れており、滋賀県には表 F-2に示す7つの尿尿処理場があった。それぞれの処理対象区域（図F-15の左参照）と処理人口がわかっている¹⁸⁾。これと昭和45年の国勢調査による小字ごとの人口集計結果とをもとに、流域への人口分配を行った。各処理場の対象区域内総人口に対する尿尿処理対象人口比をもとめ、その処理区域内においては、この人口比が一定であると仮定し、各小字の尿尿処理人口を推定した。そして、各小字の総人口から尿尿処理人口を引いた人口を農地還元人口とした。このようにして、昭和43年当時の小字毎の下水処理形態別人口を推定し属性データとして整備した。

(3) 大字境界

滋賀県には1,789の大字が存在している。この大字に対して以下のデータを整備した。

(3-1) 図形

(株)三井造船システム技研が販売している字界（いわゆる大字）のデータを用いた（現在では、財団法人統計情報研究開発センターが、総務庁統計局が保有する国勢調査、人口等の統計情報とともに、CD-R、MO、磁気テープ等の磁気媒体により販売している）。これについては前掲の小字境界データの大字までのコード8桁を用いて同じコードを有するものを抽出・合併すれば同じものができあがる。

(3-2) 属性

滋賀県農林水産部畜産課の「家畜飼養状況および畜産経営調査」¹⁹⁾には、平成8年2月時点における各飼養戸の住所（字まで）、経営類型（酪農、酪肉、一貫、繁殖、肥育、採卵、採卵・肉鶏）、飼育頭数が記録されている。これを大字を示す図形データの属性データとして入力した。従って、各飼養戸の位置は大字界データと結びつけたことになっている。

(4) 市町村境界

(4-1) 図形

前掲の(株)三井造船システム技研が販売している大字、小字のデータの中から同一の市町村を示す図形を抽出・合併して作成した。

(4-2) 属性

①滋賀県企画部情報統計課発行の工業統計調査結果報告書²⁰⁾より昭和43年の市町村毎の産業中分類別工業出荷額データを抽出し、市町村界図形データに対する属性データとして整備した。

②平成7年の中分類工業出荷額²¹⁾を属性データとして整備した。

③農林省滋賀統計調査事務所発行の「滋賀農林水産統計年報」²²⁾より、昭和45年の市町村毎の畜産種別頭数データを抽出し、属性データとして整備した。

(5) 都道府県境界

前掲の(株)三井造船システム技研が販売している大字・小字のデータを統合して作成した。

F.2 琵琶湖流入河川の流域界・河道網

河川流域界については国土庁が作成している「国土数値情報」に収録されているものや滋賀県が作成している「滋賀県GIS」のものは、地形図から読みとったものであり、詳細に見ると流域界を正確に表現しているとは言い難い。上流部の山間部では「稜線」がはっきりしているため、流域界を地形図から読みとることができるので正確に輸入されているが、下流部の平坦地で農業用排水路網が入り組んでいるところでは、河川流域界が未記入あるいは不正確になっている場合が多い。一方、河川管理の必要性から、建設省でも河川図をコンピュータ化する試み（「河川基盤地図データ²³⁾」と呼んでいる）がなされているが、まだ実用化にはいたっていない。

本研究では、昭和43年に経済企画庁が調査を実施し、45年に発行した「淀川・大和川・紀の川利水現況図」²⁴⁾を元に、デジタイザ、MapInfoを用いて琵琶湖に流入する111の河川流域境界線および河道網を入力し、琵琶湖流入点付近の流域界の複雑なところは近畿農政局が昭和48年に発行した「淀川水系開発基本調査 河川現況図」²⁵⁾から農業用排水路の状況から判断して補正した。なお、直接琵琶湖に流入すると考えられる湖岸地域については、2つの河川流域によって囲まれる部分を1つの領域として数え、琵琶湖流域全体で92ヶの領域に分割した。流域界を図F-2、流域のリストを表F-3に示す。

F.3 土地利用等地表面表層に関わるデータ

(1) 植生

滋賀県琵琶湖環境部水政課では、「滋賀県GIS」の一部として、「現存植生図」（環境庁）と空中写真（滋賀県林務緑政課）を資料とし、滋賀県内の植生をARC/INFO上にベクター型データとして整備している。そこでは図形データは、25,000分の1の図郭単位ごとに入力されており、属性データは85の植生種と10の植生自然度が入力されている。その内訳は「ブナクラス域自然植生（12種類）」、「同代償植生（10種類）」、「ヤブツバキクラス域自然植生（13種類）」、「同代償植生（20種類）」、「植林地・耕作地植生（19種類）」、「河辺・湿原植生（6種類）」、「その他（5種類）」であり、内容を表F-4に示している。

このデータの図郭接合部分に論理的な矛盾がなくなるように修正をし、滋賀県以外の琵琶湖流域部分（安曇川上流、京都府内）の「現存植生図」（環境庁）^{26,27)}をスキャナで読み込みんで作成したデータを加え、「滋賀県＋琵琶湖流域（京都府部分）」部分の「植生レイヤー」を作成した。植生自然度で描いた主題図を図F-3、主要な植生分類を抜き出して描いた主題図の拡大図を図F-4に示す。

(2) 土地利用

昭和43年、平成7年の2時点で整備した。できあがった土地利用レイヤーを図F-5に、その拡大図を図F-6に示す。

昭和43年に関しては、昭和43年測量の国土地理院発行の25,000分の1地形図（56枚）（図F-7）を画像ファイルとしてスキャナで読み込み、市街地、森林、畑の境界線をMapInfoを用いてポリゴンデータとして入力した。水田と水部については「淀川・大和川・紀の川利水現況図」から、デ

ジタイザでMapInfoへと入力した。

平成7年に関しては、(1)で述べた「植生レイヤー」を元にして、土地利用区分へと分類しなおした。植生分類と土地利用分類の対応を表 F-4に示す。

(3) 表層地質

「滋賀県 GIS」では、50,000 分の 1 の図郭単位ごとに「表層地質分布」が作成されている。その図郭接合部分のエラーを修正し、さらに滋賀県以外の琵琶湖流域部分（安曇川上流、京都府内）の「地質図」（地質調査所）^{28、29）} をスキャナで読み込み GIS データとして作成したものを加え、「滋賀県＋琵琶湖流域（京都府部分）」の「表層地質レイヤー」を作成した。図を図 F-8 に、拡大図を図 F-9 に、属性種のリストを表 F-5 に示す。

F.4 利水施設

(1) 昭和 43 年取水施設

「淀川・大和川・紀の川利水現況図」を元に、デジタイザ・MapInfo を用いて、取水施設をポイントデータとして入力した。これらは用途別に農業用、上水用、工業用にレイヤーを分けて入力した。これらをまとめて図 F-10 に示す。

属性データは「淀川・大和川・紀の川利水現況図」と同時に発行された「淀川・大和川・紀の川水系調査書」^{30）} から入力した。入力した属性データは、農業用取水施設については、取水河川名、第 1 次支派川名、該当河川名、用水名称、土地改良区又は団体の名称、団体面積[ha]、かんがい面積[ha]、取水量最大、取水量常時、取水量許可水量、取水施設設備、取水施設規模、取水期間であり、上水用取水施設については、河川名、第一次支派川名、該当河川名、取水地点、事業者名(工場名)、給水区域、主要使用事項、水利権者、最大取水量、常時取水量、許可水量、施設種、規模である。

(2) 昭和 43 年井戸

「淀川・大和川・紀の川利水現況図」を元に、デジタイザ・MapInfo を用いて、井戸をポイントデータとして入力した。これらは用途別に農業用、上水用、工業用、その他用にレイヤーを分けて入力した。これらをまとめて図 F-11 に示す。

属性データは「淀川・大和川・紀の川利水現況図」と同時に発行された「淀川・大和川・紀の川水系調査書」から入力した。入力した属性データは、井戸の位置（＝町村字名）、所有者又は管理者、用途、作井年月、深度[m]、井径[mm]、自然水位[m]、揚水水位[m]、揚水量[m³/d]、水温[°C]、ストレーナーの位置[m]である。

F.5 上水道

(1) 昭和43年当時については、「淀川・大和川・紀の川利水現況図」を元に、デジタイザ・MapInfo を用いて、上水道供給区域をポリゴンデータとして入力した。図 F-12 に示す。これに対応する属性データは淀川・大和川・紀の川水系調査書」から入力した。入力した属性データは、所在地、事業主体者名、計画目標年次、計画（給水区域面積）[km²]、計画（給水人口）[人]、現在人口[人]、現在給水面積[km²]、現在給水人口[人]、現況普及率[%]、計画 1 人 1 日あたり平均給水量[l/日]、日最大給水能力（認可済）[m³/d]、日最大給水能力（現在公称）[m³/d]、計画日最大取水量[m³/d]、日最大取水実績量（地下水）[m³/d]、日最大取水実績量（地表水）[m³/d]、使用井戸本

数[本]、許可水量[m³/sec]である。

(2) 一方、平成10年に滋賀県健康福祉部生活衛生課が作成した「滋賀県営水道事業図」³¹⁾よりデジタイザを用いて平成9年度の滋賀県の上水道普及地域の図形データを入力した。これに同課が毎年発行している「滋賀県の水道」³²⁾のデータを属性データとして入力した。入力した属性データは、給水開始年月、基本計画、工期(年度)、原水の種別、浄水施設の種類、認可年月日、事業名、給水人口[人]、一人一日最大給水量[l]、一日最大給水量[m³]、目標年度、給水区域内人口[人]、現在給水人口[人]、実績年間取水量[千m³]、実績年間給水量[千m³]である。図は図F-12に示している。

F.6 事業所・排水処理施設

(1) 事業所排水量・排水水質

滋賀県では日平均排水量が30m³以上の事業所については排水水質が条例で規制されており(但し、平成8年からは排水水質の規制が10 m³以上になった)、排水水質・日平均排水量が調査されている。一方、日平均排水量30 m³以下の事業所に関しても、排水量が記録されているが、水質については一部で調査されているにすぎない。平成2年度の実態調査をもとに、それぞれの事業所の住所からMapInfoの住所ジオコード機能を用いてポイントデータとして整備し、負荷量算定の元データとした。その分布図を図F-13に示す。このレイヤーの属性データは、事業場名、住所、業種コード、平均日排水量m³/day、実測CODmg/l、実測BODmg/l、実測T-Nmg/l、実測T-Pmg/lである。

(2) 下水処理場と下水道区域界

流域とそれに関連する公共下水道として、現在、「湖南中部」「湖西」「彦根長浜」「高島」の4処理区があり、その他単独公共下水道として、大津市(一部)、近江八幡市(沖島)、志賀町(南小松)、土山町、朽木村の5市町があり、合計9カ所の下水道整備が行われている。

本研究では下水処理場についてデータの整備を行った。図形データは地形図、滋賀県資料^{33,34)}を参考にポイントデータとして入力し、属性データは、(1)の事業所排水量・排水水質のデータから、下水処理場のデータを抽出し、平均排水量や処理水水質等のデータを整備した。

また、同じ滋賀県資料より、上記処理場に対する処理対象区域(主に市町村)レイヤーを整備した。下水処理場レイヤーと重ねて、図F-14に示す。

(3) 平成7年屎尿処理場と平成7年屎尿処理区域界

滋賀県資料^{35,36)}をもとに、屎尿処理場をポイントデータとして整備した。属性値は、下水処理場のデータと同様に、(1)事業所排水量・排水水質のデータから、屎尿処理場のデータを抽出して、整備した。同じ滋賀県資料をもとに、屎尿処理の区域界レイヤーを作成した。屎尿処理場と区域界を重ねたものを、図F-15の右に示す

(4) 昭和43年屎尿処理場と昭和43年処理区域界

滋賀県資料¹⁸⁾をもとに、昭和43年当時の屎尿処理場の位置を調べ、ポイントデータとして入力した。同じ滋賀県資料をもとに、屎尿処理の区域界レイヤーを作成した。屎尿処理場と区域界を重ねたものを、図F-15の左に示す

(5) 農業集落排水処理施設

「滋賀県の農業年報（平成9年実績）」³⁷⁾と「農業集落排水処理施設（平成10年度排水結果）」³⁸⁾より各施設の住所データからMapInfoの「住所ジオコーディング機能」を用いて、ポイントデータとして整備した。しかし、「住所ジオコーディング」では対応する小字の重心にプロットされる。一方、滋賀県農政水産部農村整備課監修の「滋賀の農業集落排水事業」³⁹⁾には各施設がどの集落の排水を処理しているかのデータが記述されているので、それをもとに、F.1.(1)で整備した集落データを参考に、施設の位置を補正した。また、同じ資料^{37,38)}より、排水水質、排水量を属性データとして整備した。整備したレイヤーを図 F-16に示す。

F.7 農業

(1) 水田・畑地

農林水産省は、日本全国の農地を対象に25,000分の1の地形図の範囲毎にポリゴンデータとしてARC/INFOに整備している。これを「農地整備地理情報システム」（以下、農水GISと呼ぶ）と呼んでいる。属性はコード化され、各ポリゴンの属性として格納されている⁴⁰⁾。入力されている属性を表 F-6に示す。この農水GISは一般には公開されていないが、本研究では、近畿農政局より滋賀県を含む部分のデータ提供を受けた。元データには図郭の接合部分にエラーがあったので、これを修正しデータ整備を行った。このレイヤーの持つ属性のうち、地目と排水性で描いた主題図を図 F-17に示す。

(2) ため池

滋賀県資料⁴¹⁾を元に、平成7年時点の溜め池分布をレイヤーにした。元の資料には住所が与えられていたので、MapInfoの住所ジオコーディング機能を用いてポイントデータとして作成した。入力した属性値は、溜め池名、住所、管理者名、受益面積、堤高、堤長、貯水量、経過年数、危険箇所および状態、人家、公共の建物である。

昭和43年当時については、「淀川・大和川・紀の川利水現況図」を元に、デジタイザを用いて、MapInfoへポイントデータとして入力した。

この2つのレイヤーを図 F-18に示す。

F.8 気象観測・河川測定

滋賀県内の気象・河川水文測定点をGISに整備した（図 F-19）。整備したレイヤーは以下で説明する。

(1) 気象観測点（降水量）

気象台資料⁴²⁾をもとに、滋賀県内のアメダス観測地点の位置をポイントデータとして入力した。属性値については名称のみ入力した。降水量等の気象観測値については、気象庁監修、気象業務支援センター販売の「アメダス観測年報CD-ROM」には全国のアメダス観測地点の時間降水量および各種の気象データがバイナリ形式で保存されているので、ここから滋賀県内の13カ所のアメダス観測地点の気象データを抜き出して、第5章以降の現象解析で用いた。

(2) 流量・水質

滋賀県では環境基準の適合状況を明らかにするため瀬田川および琵琶湖に流入する29の河川について毎月1回の流量・水質調査を行っており、「滋賀県河川環境基準監視調査結果」に収録されている。このうち琵琶湖に流入する26河川の測定点をポイントデータとし、測定水質や流量を属性値として入力した。このデータは第5章で、非特定汚染源の汚濁負荷量を推定するのに用いた。

(3) 水位

滋賀県河港課所有の管理日報⁴³⁾には、滋賀県の11河川、18観測地点の時刻水位が記録されている。このうち主要な11河川、18水位観測地点の測定点をポイントデータとして入力した。

(4) 水質自動測定

滋賀県立衛生環境センターの資料⁴⁴⁾をもとに、ポイントデータとして入力した。属性には名称のみを入力しただけだが、滋賀県立衛生環境センターから測定データはフロッピーで入手することができる。

表F-3 琵琶湖流域界一覧

No.	流域名	流域面積 km ²	No.	流域名	流域面積 km ²	No.	流域名	流域面積 km ²
1 流域1	兵田川	1.95	71 流域71	深町川	2.21	141 湖岸28	湖岸(滝-北)	0.39
2 流域2	盛越川	2.02	72 流域72	土川	5.71	142 湖岸29	湖岸(北-鶴)	1.39
3 流域3	篠津川	1.80	73 流域73	びわだ川	1.99	143 湖岸30	湖岸(鶴-瀬戸)	6.67
4 流域4	相模川	3.35	74 流域74	天野川	110.97	144 湖岸31	湖岸(瀬戸-和田打)	0.42
5 流域5	常世川	1.38	75 流域75	矢倉川	19.55	145 湖岸32	湖岸(和田打-鈴)	0.29
6 流域6	吾妻川	3.15	76 流域76	芹川	63.20	146 湖岸33	湖岸(鈴-鴨)	2.07
7 流域7	熊野川	2.53	77 流域77	平田川	4.28	147 湖岸34	湖岸(鴨-青井)	0.34
8 流域8	不動川	1.35	78 流域78	野瀬川	3.84	148 湖岸35	湖岸(青井-金丸)	0.41
9 流域9	柳川	3.37	79 流域79	犬上川	106.30	149 湖岸36	湖岸(金丸-安曇)	1.70
10 流域10	際川	4.46	80 流域80	江面川	14.09	150 湖岸37	湖岸(安曇-田井)	13.26
11 流域11	四ッ谷川	3.20	81 流域81	安食川	3.24	151 湖岸38	湖岸(田井-林昭寺)	0.04
12 流域12	藤ノ木川	2.67	82 流域82	宇曾川	84.16	152 湖岸39	湖岸(林昭寺-今)	0.18
13 流域13	大宮川	6.44	83 流域83	文様川	8.11	153 湖岸40	湖岸(今-波布谷)	0.07
14 流域14	足洗川	1.27	84 流域84	不飲川	6.81	154 湖岸41	湖岸(波布谷-天)	0.34
15 流域15	高橋川	1.08	85 流域85	愛知川	203.30	155 湖岸42	湖岸(天川-今津)	1.21
16 流域16	大正寺川	3.03	86 流域86	大同川 b	20.43	156 湖岸43	湖岸(今津-石田)	0.17
17 流域17	雄琴川	4.71	87 流域87	長命寺川	129.19	157 湖岸44	湖岸(石田-境)	0.16
18 流域18	御呂戸川	2.43	88 流域88	八幡川	2.16	158 湖岸45	湖岸(境-百瀬)	6.01
19 流域19	天神川 a	9.24	89 流域89	白鳥川	21.96	159 湖岸46	湖岸(生来-知内)	0.08
20 流域20	真野川	18.76	90 流域90	大惣川	7.76	160 湖岸47	湖岸(知内-大浦)	14.35
21 流域21	丹出川	1.47	91 流域91	日野川	210.10	161 湖岸48	湖岸(大浦-岩熊)	11.52
22 流域22	和述川	15.91	92 流域92	家棟川 b	38.88	162 湖岸49	湖岸(大坪-余呉)	6.33
23 流域23	喜撰川	3.94	93 流域93	幸津川	5.08	163 湖岸50	湖岸(余呉-丁野)	1.55
24 流域24	真光寺川	0.93	94 流域94	立田川	3.16	164 湖岸51	湖岸(丁野-中)	1.69
25 流域25	生川	3.24	95 流域95	野洲川	385.34	165 湖岸52	湖岸(中-姉)	2.76
26 流域26	天川 a	1.49	96 流域96	法竜川	4.06	166 湖岸53	湖岸(姉-川道)	4.69
27 流域27	八屋戸川	2.44	97 流域97	天神川 b	6.65	167 湖岸54	湖岸(川道-米)	5.45
28 流域28	野離子川	2.52	98 流域98	守山川	5.88	168 湖岸55	湖岸(米川-深町川)	7.83
29 流域29	木戸川	2.58	99 流域99	金森川	0.95	169 湖岸56	湖岸(ひわだ-天野)	1.94
30 流域30	大川 a	1.96	100 流域100	山賀川	1.44	170 湖岸57	湖岸(天野-矢倉)	10.05
31 流域31	大谷川	7.46	101 流域101	堺川	11.65	171 湖岸58	湖岸(矢倉-芹)	7.33
32 流域32	比良川	5.72	102 流域102	中ノ井川	11.12	172 湖岸59	湖岸(芹-平田)	0.04
33 流域33	家棟川 a	3.41	103 流域103	葉山川	8.91	173 湖岸60	湖岸(平田-野瀬)	0.07
34 流域34	大同川 a	1.26	104 流域104	伊佐々川	7.36	174 湖岸61	湖岸(野瀬-犬上)	0.15
35 流域35	滝川	3.57	105 流域105	草津川	36.33	175 湖岸62	湖岸(犬上-江面)	0.21
36 流域36	北川 a	1.89	106 流域106	山寺川	0.68	176 湖岸63	湖岸(宇曾-文様)	3.11
37 流域37	鶴川	5.02	107 流域107	伯母川	6.47	177 湖岸64	湖岸(文様-不飲)	3.32
38 流域38	瀬戸川	0.23	108 流域108	北川 b	2.38	178 湖岸65	湖岸(不飲-愛知)	5.47
39 流域39	小田川	3.60	109 流域109	十津寺川	2.11	179 湖岸66	湖岸(愛知-長命寺)	1.48
40 流域40	和田打川	5.75	110 流域110	狼川	5.15	180 湖岸67	湖岸(長命寺-長命寺)	6.17
41 流域41	鈴川	2.17	111 流域111	長沢川	2.83	181 湖岸68	湖岸(長命寺-八幡)	4.11
42 流域42	鴨川	43.41	112 湖1	琵琶湖	672.10	182 湖岸69	湖岸(白鳥-大惣)	0.78
43 流域43	青井川	10.16	113 湖2	余呉湖	1.73	183 湖岸70	湖岸(大惣-日野)	9.42
44 流域44	金丸川	1.96	114 湖岸1	湖岸(瀬田-盛越)	0.03	184 湖岸71	湖岸(日野-家棟)	2.91
45 流域45	安曇川	309.69	115 湖岸2	湖岸(大津市街い)	2.49	185 湖岸72	湖岸(家棟-野洲)	3.86
46 流域46	田井川	3.31	116 湖岸3	湖岸(熊野-不動)	0.56	186 湖岸73	湖岸(野洲-幸津)	2.78
47 流域47	林昭寺川	2.17	117 湖岸4	湖岸(不動-柳)	0.40	187 湖岸74	湖岸(立田-野洲)	0.68
48 流域48	今川	2.50	118 湖岸5	湖岸(際-四ッ谷)	3.18	188 湖岸75	湖岸(野洲-法竜)	4.83
49 流域49	波布谷川	1.31	119 湖岸6	湖岸(四ッ谷-藤ノ木)	0.73	189 湖岸76	湖岸(法竜-天神)	0.20
50 流域50	庄界川	0.86	120 湖岸7	湖岸(藤ノ木-大宮)	0.46	190 湖岸77	湖岸(天神-守山)	0.01
51 流域51	天川 b	7.15	121 湖岸8	湖岸(大宮-足洗)	0.60	191 湖岸78	湖岸(守山-金森)	0.02
52 流域52	今津川	5.13	122 湖岸9	湖岸(足洗-高橋)	0.20	192 湖岸79	湖岸(金森-山賀)	0.22
53 流域53	石田川	57.21	123 湖岸10	湖岸(高橋-大正寺)	0.28	193 湖岸80	湖岸(山賀-堺)	2.52
54 流域54	境川	9.98	124 湖岸11	湖岸(大正寺-雄琴)	1.16	194 湖岸81	湖岸(堺-中ノ井)	0.80
55 流域55	百瀬川	12.95	125 湖岸12	湖岸(雄琴-御呂戸)	0.48	195 湖岸82	湖岸(中ノ井-葉山)	0.44
56 流域56	生来川	9.04	126 湖岸13	湖岸(御呂戸-天神)	0.66	196 湖岸83	湖岸(葉山-伊佐々)	0.47
57 流域57	知内川	47.23	127 湖岸14	湖岸(天神-真野)	4.06	197 湖岸84	湖岸(伊佐々-草津)	0.28
58 流域58	大浦川	26.97	128 湖岸15	湖岸(真野-丹出)	1.76	198 湖岸85	湖岸(草津-山寺)	3.98
59 流域59	岩熊川	2.74	129 湖岸16	湖岸(丹出-和述)	0.74	199 湖岸86	湖岸(山寺-伯母)	0.22
60 流域60	大川 b	20.40	130 湖岸17	湖岸(和述-喜撰)	1.33	200 湖岸87	湖岸(伯母-北川)	3.16
61 流域61	大坪川	3.05	131 湖岸18	湖岸(喜撰-真光寺)	1.15	201 湖岸88	湖岸(北川-十津寺)	2.58
62 流域62	余呉川	73.87	132 湖岸19	湖岸(生-天)	0.26	202 湖岸89	湖岸(十津寺-狼)	0.77
63 流域63	丁野川	11.64	133 湖岸20	湖岸(天-野離子)	0.16	203 湖岸90	湖岸(狼-長沢)	2.34
64 流域64	中川	2.91	134 湖岸21	湖岸(野離子-木戸)	0.43	204 湖岸91	湖岸(長沢-瀬田)	3.42
65 流域65	田川	38.15	135 湖岸22	湖岸(木戸-大)	0.16	205 湖岸92	湖岸(沖島)	1.50
66 流域66	姉川	366.58	136 湖岸23	湖岸(大-大谷)	0.67			
67 流域67	川道川	4.71	137 湖岸24	湖岸(大谷-比良)	4.21			
68 流域68	米川	6.03	138 湖岸25	湖岸(比良-大同)	3.37			
69 流域69	十一川	10.77	139 湖岸26	湖岸(家棟-大同)	0.23			
70 流域70	薬師堂川	3.75	140 湖岸27	湖岸(大同-滝)	1.02			

表 F-4 植生と土地利用の対応表

No.	コード	植生	土地利用	植生自然度	面積率(%)		
1	010	ブナクラス 域自然植生	ヒメアオキ・ブナ群集	森林	9	0.52	
2	020		クロモジ・ブナ群集	森林	9	0.05	
3	030		スギ・ブナ群集	森林	9	0.43	
4	040		ブナ・スズタケ群団	森林	9	0.00	
5	050		ヒメアオキ・ブナ群集	森林	9		
6	059		落葉樹林(ブナクラス・自然植生)	森林	9	0.03	
7	060		自然低木林	自然低木群落	森林	9	0.07
8	070			ヒメヤシャブシ・タニウツギ群落	森林	9	0.14
9	079			自然低木林(ブナクラス)	森林	9	0.00
10	080		自然草原	オオイタヤメイゲツ・ミヤマカタバミ群集	荒地	10	0.10
11	090			自然草原	荒地	10	0.04
12	099			自然草原(ブナクラス)	荒地	10	0.00
13	100	ブナミズナラ群落	ブナ・ミズナラ群落	森林	8	1.73	
14	110		クリ・ミズナラ群落	森林	8	5.98	
15	120		シロモジ群集	森林	8	2.75	
16	129		落葉樹林(ブナクラス・代償植生)	森林	8	0.34	
17	130	アカマツ群落(ブナクラス)	アカマツ群落(ブナクラス)	森林	7	0.14	
18	140	二次低木林(ブナクラス)	伐跡群落	森林	6	1.08	
19	149		低木群落(ブナクラス)	森林	6	0.12	
20	150	二次低木林	ササ草原	荒地	5	0.17	
21	160		ススキ群団	荒地	5	0.12	
22	169		二次草原(ブナクラス)	荒地	5	0.15	
23	200		タブノキ林	イノデ・タブ群集	森林	9	0.01
24	209	タブノキ林		森林	9		
25	210	シイ・カシ林	ヒメアオキ・ウラジロガシ群集	森林	9	0.00	
26	220		アラカシ群集	森林	9	0.00	
27	230		ツクバネガシ群集	森林	9	0.00	
28	240		シラカシ群集	森林	9	0.01	
29	250		シイ・カナメモチ群集	森林	9	0.03	
30	259		シイ・カシ林	森林	9	0.01	
31	260		アカマツ群落(自然植生)	アカマツ・イスノキ群落	森林	9	0.00
32	269	アカマツ群落(自然植生)		森林	9		
33	270	モミ群落	モミ・シキミ群集	森林	9	0.21	
34	279		モミ群落	森林	9		
35	280	フサザクラ群団	フサザクラ群団	森林	9	0.15	
36	290	ハンノキ群落	ハンノキ群落	森林	9	0.00	
37	300	河辺林	ケヤキ・チャボガヤ群集	森林	9	0.10	
38	310		ケヤキ・ムクノキ群集	森林	9	0.03	
39	320		ケヤキ・コウヤワラビ群集	荒地	9	0.03	
40	330		ケヤキ・コウヤボウキ群集	荒地	9		
41	340		河辺ヤナギ低木群落	荒地	9	0.02	
42	349		河辺林	荒地	9	0.04	
43	400		アカマツ群落(ヤブツバキクラス)	モチツツジ・アカマツ群集	森林	7	12.49
44	410	ヤマツツジ・アカマツ群集		森林	7	3.44	
45	419	アカマツ群落(ヤブツバキクラス)		森林	7	1.30	
46	420	クロマツ群落	クロマツ群落	森林	7	0.03	
47	430	コナラ群落	クヌゲ・コナラ群落	森林	7	3.73	
48	439	二次低木林	落葉樹林(ヤブツバキクラス)	森林	7	0.11	
49	440		伐跡群落	森林	6	0.60	
50	449		二次低木林	森林	6	0.36	
51	450	二次草原(ヤブツバキクラス)	ススキ群落	荒地	5	0.22	
52	460		クズ・カナムグラ群落	荒地	4	0.07	
53	470		セイタカアワダチソウ群落	荒地	2	0.18	
54	480		ヨモギ群落	荒地	4	0.14	
55	489		二次草原(ヤブツバキクラス)	荒地	5	0.20	
56	500		スギ・ヒノキ植林	スギ・ヒノキ植林	森林	6	12.75
57	510			スギ・ヒノキ植林 新植地	森林	6	3.40
58	520	竹林	竹林(モウソウチク・マダケ)	森林	6	0.44	
59	530	樹園地	落葉果樹園	果樹園	3	0.15	
60	540		桑畑	その他の樹木畑	3	0.10	
61	550		苗圃	その他の樹木畑	2	0.03	
62	559	畑地・畑跡地	樹園地	その他の樹木畑	3	0.00	
63	560		茶畑	その他の樹木畑	2	0.20	
64	570		畑地	畑	2	0.38	
65	580		ヒメムカシヨモギ・オオアレチノギク群落	畑	4	0.02	
66	590		畑地雑草群落(シロザクラス)	畑	4	0.13	
67	599		畑地・畑跡地	畑	2	0.01	
68	600		水田・水田跡地	水田	田	2	16.92
69	610	休耕地		田	2	0.07	
70	620	水田雑草群落		田	4	0.02	
71	630	休耕地雑草群落		田	4	0.05	
72	639	水田・人口跡地		田	2	0.01	
73	640	人口草地	牧草地・人口草地	その他の用地	2	0.12	
74	650		ゴルフ場	ゴルフ場	2	0.76	
75	700	湿性草地	ヌマガヤオーダー	荒地	10	0.01	
76	710		ヨシクラス	荒地	10	0.14	
77	720		ツルヨシ群集	荒地	10	0.11	
78	729		湿性草地	荒地	10	0.02	
79	730	砂丘植生	砂丘植生	荒地	10	0.01	
80	740	自然裸地	自然裸地	荒地	10	0.29	
81	800	その他	開放水域	内水域	100	17.46	
82	810		工場地帯	建物用地	1	0.79	
83	820		市街地	建物用地	1	4.13	
84	830		造成地	建物用地	1	1.23	
85	840		緑の多い住宅地	建物用地	2	2.75	

表F-5 表層地質レイヤーの属性フィールドとコード[その1]

No	コード	内容	内容	時代	記号	面積率 %
1	101	未固結堆積物	人口改変地 干拓地	A完新統、新生代	y y	0.27
2	102	未固結堆積物	礫がち堆積物 礫がち堆積物 礫がち堆積物(沖積層) 礫がち堆積物(崖錐) 礫がち堆積物(低位段丘)	A完新統、新生代 新生代 A完新統、新生代 c中生代白亜紀 A完新統、新生代	g	6.86
3	103	未固結堆積物	礫がち堆積物	新生代	Ag	4.73
4	104	未固結堆積物	砂がち堆積物	新生代 A完新統、新生代 新生代 D2更新統上部、新生代	As s s s	4.41
5	105	未固結堆積物	碎屑物	新生代	cl d	0.71
6	106	未固結堆積物	泥がち堆積物	A完新統、新生代 新生代 D2更新統上部、新生代 D2更新統上部、新生代	m	12.66
7	107	未固結堆積物	泥がち堆積物	新生代	Am	1.55
8	108	未固結堆積物	地滑り堆積物	A完新統、新生代	ls	0.00
9	201	半固結堆積物	礫がち堆積物(高位段丘) 礫がち堆積物(中位段丘) 礫質堆積物(鈴鹿山脈の礫層) 礫質堆積物(鈴鹿山脈高所の礫層) 礫質堆積物(高位段丘) 礫(時代未詳第3紀礫岩) 礫(山地ブロックの下位層) 礫(笹尾峠礫層S) 礫(信楽礫層) 礫(時代未詳古期礫層u) 礫質堆積物 礫質堆積物(瀬田礫層Ⅰ、瀬田礫層Ⅱ) 礫質堆積物(中位段丘・高位段丘) 礫質堆積物 礫質堆積物(中位段丘) 礫質堆積物(信楽礫層、大福礫層) 礫質堆積物(高位段丘堆積物) 礫質堆積物(中位段丘堆積物)	D2更新統上部、新生代 D2更新統上部、新生代 Np鮮新統、新生代 Np鮮新統、新生代 D2更新統上部、新生代 Nt、新生代 Np鮮新統、新生代 D2更新統上部、新生代 Np鮮新統、新生代 新生代 Np鮮新統、新生代 D2更新統上部、新生代 D2更新統上部、新生代 D2更新統上部、新生代 D2更新統上部、新生代 D2更新統上部、新生代 D2更新統上部、新生代	g	2.57
10	202	半固結堆積物	礫がち堆積物(先古琵琶湖層) 砂礫質堆積物(竜華砂礫層) 砂・礫(禪定寺砂礫層下部) 砂・礫(茶臼山層、神領砂層) 砂礫 砂礫優勢の互層(油日層) 砂礫質堆積物 砂礫堆積物	新生代 D1更新統下部、新生代 Np鮮新統、新生代 NQ鮮新-更新統、新生代 新生代 Np鮮新統、新生代 D2更新統上部、新生代 D1更新統下部、新生代	cl sg sg sg sg sgm sg	0.04
11	203	半固結堆積物	砂・礫・泥(未区分古琵琶湖層) 砂・礫・泥(浅柄野砂層)	Np鮮新統、新生代 NQ鮮新-更新統、新生代	sg sgm	0.39
12	204	半固結堆積物	砂質堆積物(山下互層) 砂質堆積物(浅柄野砂層、南郷互層) 砂(砂坂砂層) 砂(葛木砂層) 砂質堆積物	D1更新統下部、新生代 Np鮮新統、新生代 Np鮮新統、新生代 Np鮮新統、新生代 新生代	s	1.19
14	206	半固結堆積物	礫優勢な互層(八日市累層) 礫・砂・泥(高位段丘) 礫・砂・泥	NQ鮮新-更新統、新生代 D2更新統上部、新生代 D1更新統下部、新生代	gsm	0.30
15	207	半固結堆積物	礫優勢な互層(和南礫層)	NQ鮮新-更新統、新生代	gms	0.08
16	208	半固結堆積物	礫・砂(下古賀礫層) 礫・砂(傍示が谷礫層)	D1更新統下部、新生代 未詳、新生代	gsm	0.41
17	209	半固結堆積物	砂優勢な砂泥互層(中在寺砂泥互層) 砂泥互層(栗原互層より下位) 砂泥互層 砂泥互層(拓植層) 砂泥 砂泥互層(布引山互層) 砂泥互層(荒張互層)	NQ鮮新-更新統、新生代 D1更新統下部、新生代 D1更新統下部、新生代 Np鮮新統、新生代 新生代 Np鮮新統、新生代 Np鮮新統、新生代	sm	1.30
18	210	半固結堆積物	砂・泥・礫(信楽地域の低位古琵琶湖層) 砂・泥・礫(浄善坊山部層) 砂・泥・礫(山地ブロックの上位層)	Np鮮新統、新生代	smg	0.30

表F-5 表層地質レイヤーの属性フィールドとコード[その2]

No	コード	内容	内容	時代	記号	面積率 %
19	211	半固結堆積物	粘土、砂および礫(蒲生累層)	新生代	B	0.22
20	212	半固結堆積物	泥質堆積物(佐川粘土層) 泥質堆積物 泥質堆積物(伊賀累層) 泥質堆積物 泥 粘土(沓岐粘土層) 粘土(小佐治粘土層)	D1更新統下部、新生代 D1更新統下部、新生代 Np鮮新統、新生代 新生代 新生代 Np鮮新統、新生代 Np鮮新統、新生代	m	2.41
21	213	半固結堆積物	泥優勢な泥・砂互層(日野粘土層) 泥・砂互層(日野粘土層) 砂層をはさむ粘土層(甲南層) 砂層をはさむ粘土層(阿山層) 砂層をはさむ粘土層(野尻粘土層)	Np鮮新統、新生代	ms ms ms m m	0.86
22	214	半固結堆積物	泥・砂・礫(富士見台層、秋葉台層) 礫・砂・泥(暁街道層) 礫・砂・泥(瀬田礫層) 泥・砂・礫 礫・砂・泥の互層(荒張互層) 砂・泥・礫の互層(垂炭をはさむ) 砂・礫・泥の互層(瓜生津砂礫層) 泥・砂・礫の互層(佐久良互層)	NQ鮮新-更新統、新生代 D1更新統下部、新生代 NQ鮮新-更新統、新生代 Np鮮新統、新生代 NQ鮮新-更新統、新生代 新生代 NQ鮮新-更新統、新生代 Np鮮新統、新生代	msg gsm gsm msg gsm gsm sgm msg	0.37
23	215	半固結堆積物	泥・礫(長ノ山泥礫層) 海成粘土	Np鮮新統、新生代 新生代	mg	0.09
24	216	半固結堆積物	砂質の互層(下部未区分層)	Np鮮新統、新生代	ud	0.09
25	217	半固結堆積物	砂および礫(段丘堆積物)	新生代	T	0.03
26	301	固結堆積物 固結堆積物(硬岩) 固結堆積物 固結堆積物(硬岩)	砂岩	PM中・古生代 PM古生代・中生代 PM古生代・中生代 PM古・中生代	s ss Sm s	1.29
27	302	固結堆積物	砂岩・頁岩・チャート チャート・砂岩・頁岩 頁岩・砂岩・チャート	M中生代	s ch ms	0.12
28	303	固結堆積物	泥質岩・珪質岩互層		sh	0.15
29	304	固結堆積物 固結堆積物 固結堆積物 固結堆積物 固結堆積物(硬岩) 固結堆積物 固結堆積物	泥岩を主とし、チャート・石灰岩のレンズ岩体を含む 泥岩を主とし、チャート・砂岩のレンズ岩体を含む 泥岩を主とし、チャート・砂岩のレンズ岩体を含む 泥岩を主とし、チャート・砂岩のレンズ岩体を含む 泥岩を主とし、チャート・砂岩のレンズ岩体を含む 泥岩および砂岩(泥岩に富む層) 泥岩を主とする岩体	PM中・古生代 PM中・古生代 PM古生代・中生代 M中生代 PM中・古生代 PM古生代・中生代 C中生代白亜紀	ms ms Ms ms ms Ms ms	19.93
30	305	固結堆積物 固結堆積物 固結堆積物 固結堆積物(硬岩) 固結堆積物(硬岩) 固結堆積物(硬岩) 固結堆積物(硬岩) 固結堆積物 固結堆積物 固結堆積物(硬岩) 固結堆積物(硬岩) 固結堆積物(硬岩) 固結堆積物(硬岩) 固結堆積物 固結堆積物	チャート 珪岩 チャート チャート(米原層) チャート(道ヶ谷層) チャート(霊仙山石灰岩層) チャート チャート チャート チャート(大君ヶ畑層) チャート チャート チャート チャート チャート	PM中・古生代 PM古生代・中生代 PM古生代・中生代 PM古生代・中生代 PM古生代・中生代 M中生代 PM古生代～中生代 PM古生代・中生代 PM古生代・中生代 PM古・中生代 M中生代 PM古生代・中生代 M中生代	ch ch ch ch ch ch Ch Ch Oj ch ch ch ch ch	4.74
31	306	固結堆積物	砂岩・泥質岩互層		ms	0.32
32	307	固結堆積物	凝灰質泥岩 溶結凝灰岩	M中生代 C中生代白亜紀	tm Wt	0.87
33	309	固結堆積物(硬岩)	粘板岩 粘板岩(大君ヶ畑層)	PM古生代・中生代	sl	0.03
34	310	固結堆積物(硬岩)	粘板岩および砂岩(道ヶ谷層) 粘板岩および砂岩(米原層)	PM古生代・中生代	MI MH	0.86
35	311	固結堆積物 固結堆積物 固結堆積物(硬岩) 固結堆積物	輝緑凝灰岩	PM中・古生代 P古生代 PM中・古生代	sch R sch sch	2.46
36	312	固結堆積物(硬岩) 固結堆積物(硬岩) 固結堆積物 固結堆積物(硬岩) 固結堆積物 固結堆積物	石灰岩 石灰岩(霊仙山石灰岩層) 石灰岩 石灰岩 石灰岩 石灰岩	P古生代 PM古生代・中生代 PM古生代・中生代 PM古・中生代 P古生代	ls	1.06
37	313	固結堆積物	石灰岩	PM古生代～中生代	ls	0.00

表F-5 表層地質レイヤーの属性フィールドとコード[その3]

No	コード	内容	内容	時代	記号	面積率 %
38	314	固結堆積物(硬岩)	塩基性火山岩(霊仙山石灰岩層)	PM古生代・中生代	R	3.04
		固結堆積物	塩基性火山岩			
39	320	固結堆積物(硬岩)	砂岩および頁岩	M中生代	ms	1.71
40	401	火成岩類	花崗岩 花崗岩質岩石 花崗岩質岩石 花崗岩質岩石 花崗岩質岩石 粗粒黒雲母花崗岩(鈴鹿花崗岩) 粗粒黒雲母花崗岩(鈴鹿花崗岩)	C白亜紀 C中生代白亜紀 C白亜紀	Gr Gr Gr Gr Gr Gr Gsf	12.05
41	402	火成岩類	花崗斑岩 花崗斑岩 花崗斑岩・石英斑岩	C中生代白亜紀 C白亜紀	Gp	0.27
42	403	火成岩類	中粒斑状角閃石黒雲母花崗閃緑岩(油日岳花崗閃緑岩)		Gp	0.00
43	404	火成岩類	黒雲母花崗岩(鈴鹿花崗岩)	C白亜紀	G	0.79
44	405	火成岩類	粗粒黒雲母花崗岩(鮎川花崗岩)		Gy	0.10
45	406	火成岩類	アブライト質花崗岩(鈴鹿花崗岩)		Gap	0.00
46	407	火成岩類	アブライト質花崗岩(石子山花崗岩)	C白亜紀	Gi	0.01
47	409	火成岩類	斑状黒雲母花崗岩および黒雲母花崗斑岩(鈴鹿花崗岩)		Gsp	0.05
48	410	火成岩類	加太花崗閃緑岩(新期領家花崗岩類)		Gk	0.00
49	411	火成岩類	斑れい岩	C白亜紀	Gap	0.00
50	412	火成岩類	角閃石黒雲母トーナル斑岩(猪ノ鼻トーナル斑岩)		Tp	0.02
51	413	火成岩類	中粒単斜輝石角閃石黒雲母トーナル岩(青土トーナル岩) 斑状黒雲母花崗岩、黒雲母花崗斑岩(谷尻谷斑状花崗岩)	C白亜紀	Tz TG	0.11
52	414	火成岩類	輝石閃緑ひん岩(ひん岩) ひん岩 ひん岩	C白亜紀 C白亜紀	Po	0.01
53	415	火成岩類	黒雲母角閃石花崗斑岩(犬神花崗斑岩)	C白亜紀	I	0.10
54	416	火成岩類	黒雲母花崗斑岩、斑状花崗岩(犬神花崗斑岩)	C白亜紀	IG	0.46
55	417	火成岩類	黒雲母角閃石湍紋火砕岩(八尾山火砕岩層) 黒雲母流紋岩、溶結凝灰岩および軽石凝灰岩(八尾山火砕岩層)	C白亜紀	Y	0.21
56	418	火成岩類	火山角礫層(八尾山火砕岩層最下部層)	C白亜紀	Yls	0.01
57	419	火成岩類	輝石含有黒雲母角閃石石英斑岩(秦荘石英斑岩) 黒雲母石英斑岩(秦荘石英斑岩)	C白亜紀	H	0.46
58	420	火成岩類	かんらん石輝石含有黒雲母角閃石流紋岩溶結凝灰岩(菅原溶結凝灰岩)	C白亜紀	ki	0.16
59	421	火成岩類	角閃石黒雲母花崗閃緑斑岩(風越谷花崗閃緑斑岩)	C白亜紀	KG	0.01
60	422	火成岩類	火砕岩および溶結凝灰石(紅葉尾火砕岩)	C白亜紀	Py	0.02
61	423	火成岩類	角閃岩、凝灰質泥岩(八尾山火砕岩層最下部層および深刻層)	C白亜紀	F	0.01
62	424	火成岩類	角閃石黒雲母流紋デイサイト溶結凝灰岩(菅原溶結凝灰岩層)	C白亜紀	WK	0.92
63	425	火成岩類	黒雲母角閃石流紋岩溶結凝灰岩(佐目溶結凝灰岩層)	C白亜紀	Ws	0.15
64	426	火成岩類	流紋岩溶結凝灰岩および凝灰岩(未区分溶結凝灰岩層)	C白亜紀	Wu	0.01
65	501	変成岩類	ホルンフェルス	PM古生代～中生代 C白亜紀	Hf Hf	0.07

表F-6 「農水GIS」の属性コード表

1. 地目コード

コード	内容	データ件数
0	不明	10
1	水田	5158
2	普通畑	1278
3	牧草地	32
4	樹園地	706
12	???	3
18	その他の地域	4618
19	水部	328
	総計	12133

2. 土地利用計画区分

コード	内容	データ件数
0	不明	10
1	農振農用地区域	4234
2	農振その他区域	4724
3	市街化区域	1478
18	その他の地域	1359
19	水部	328
	総計	12133

3. 区画形状区分

コード	内容	データ件数
0	不明	10
1	1.0ha以上	83
2	0.5～1.0ha未満	76
3	0.3～0.5ha未満	251
4	0.3～0.5ha未満	697
5	0.2～0.3ha未満	68
6	0.2～0.3ha未満	594
7	0.2ha未満	717
8	畑整形	335
9	不整合	2830
16	不明	1
18	その他の地域	6142
19	水部	329
	総計	12133

4. 農道

コード	内容	データ件数
0	不明	10
1	完備 幅員4m以上	779
2	完備 幅員3～4m未満	2018
3	不備	2742
8	不明	1
18	その他の地域	6254
19	水部	329
	総計	12133

5. 用水

コード	内容	データ件数
0	不明	10
1	田 完備 管水路	446
2	田 完備 開水路	2480
3	不備	1293
4	畑地 かんがい有 (事業による)	86
5	畑地 かんがい有 (事業によらない)	166
6	畑地 かんがい無	1219
9	不明	1
18	その他の地域	6103
19	水部	329
	総計	12133

6. 排水

コード	内容:出水時の湛水状況 及び地下水位の状況	データ件数
0	不明	10
1	4時間排除、地下水位70cm以深	2979
2	4時間排除、地下水位70cm以浅	678
3	日除水位、地下水位70cm以深	960
4	日除水位、地下水位70cm以浅	850
5	排水不良、地下水位70cm以深	108
6	排水不良、地下水位70cm以浅	125
18	その他の地域	6094
19	水部	329
	総計	12133

7. 農業基盤整備の実施状況

コード	内容	データ件数
0	不明	10
1	ほ場整備	2145
2	畑地総合整備 畑地かんがい有り	50
3	畑地総合整備 畑地かんがい無し	19
4	末端農道整備	68
11	不明	1
18	その他の地域	9512
19	水部	328
	総計	12133

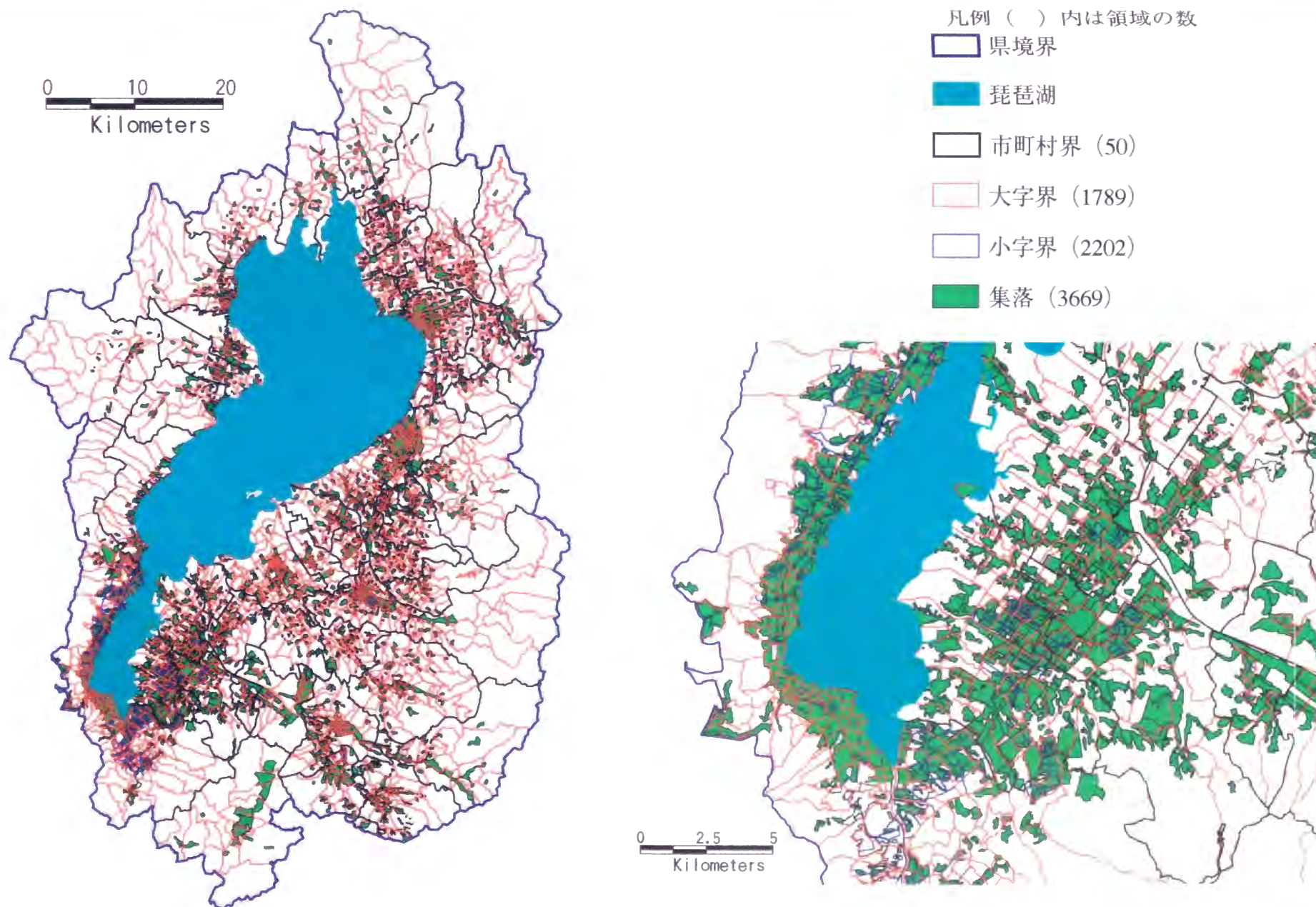


図 F-1 滋賀県行政界、字界、集落

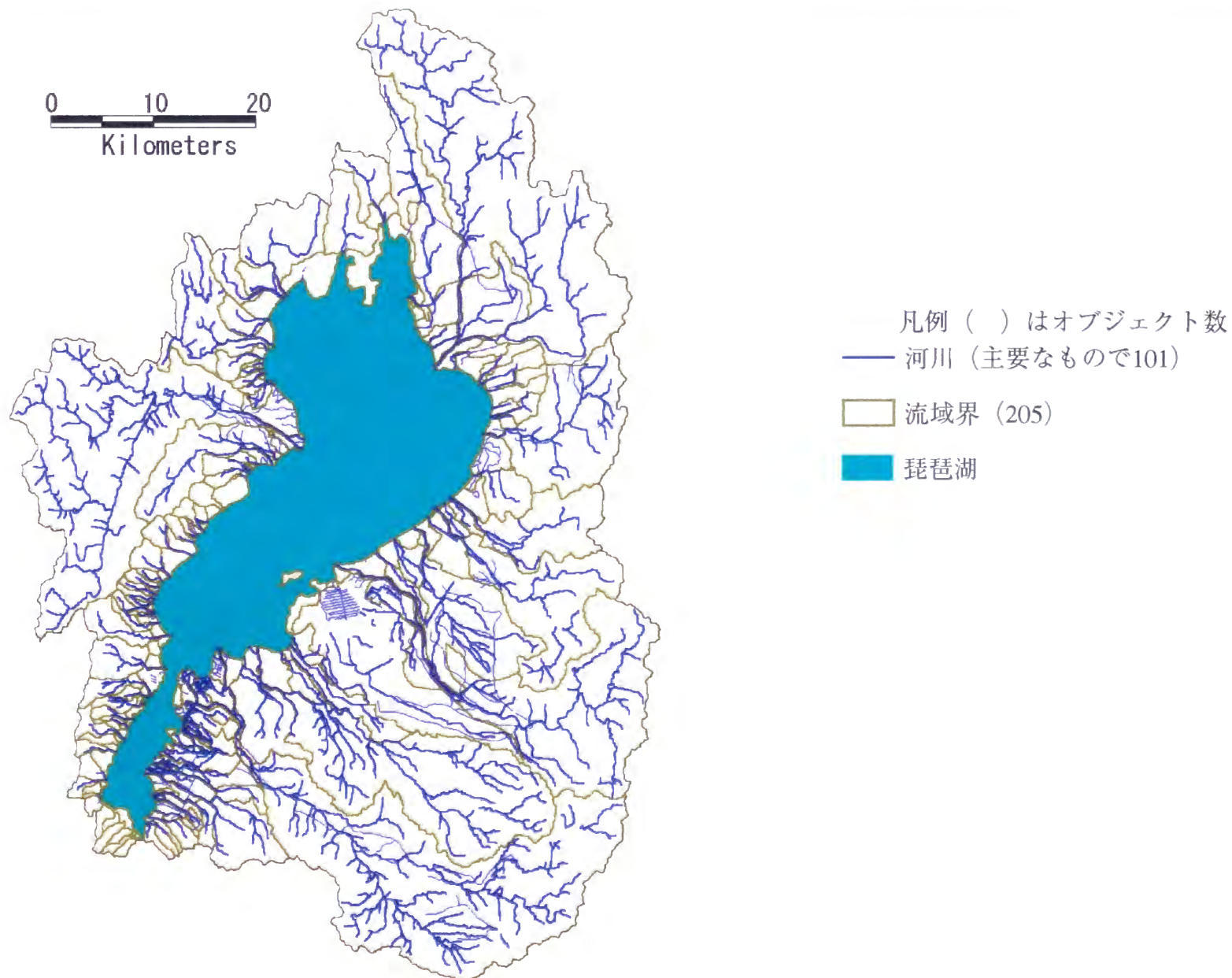
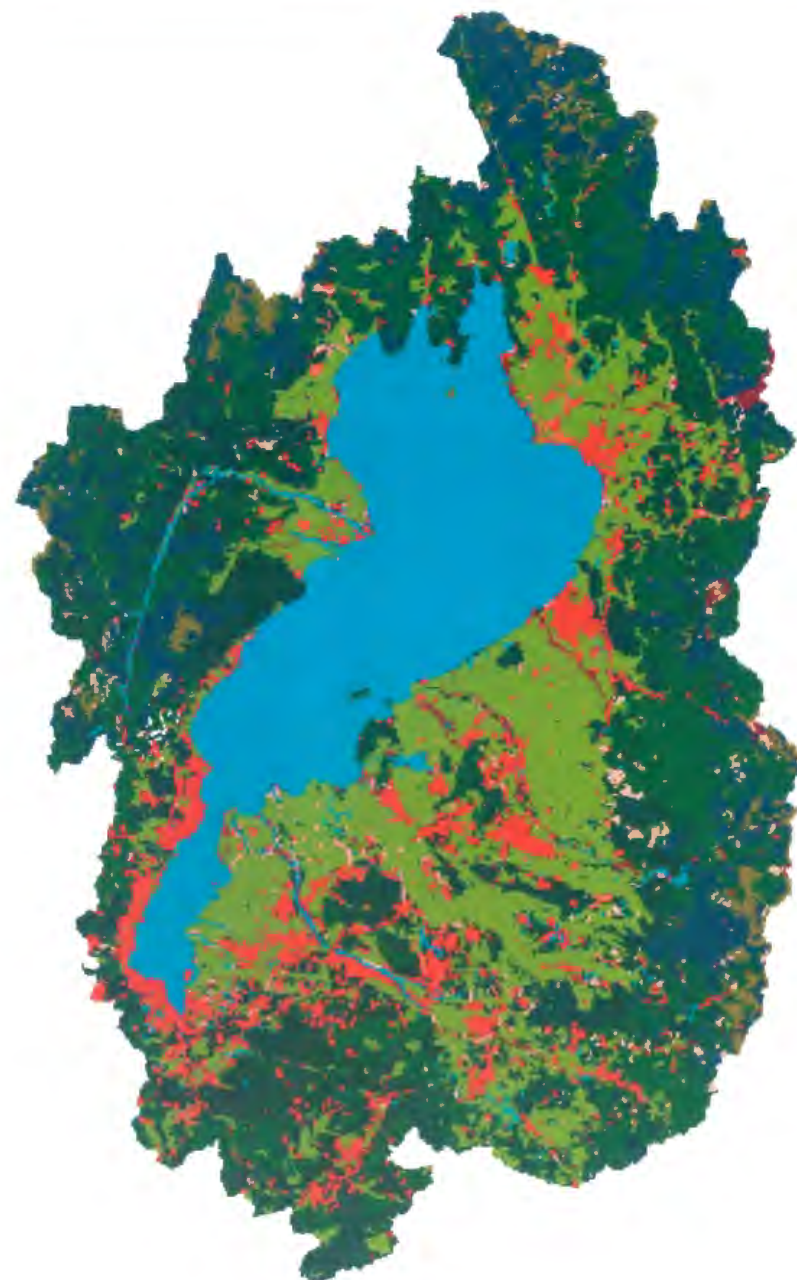
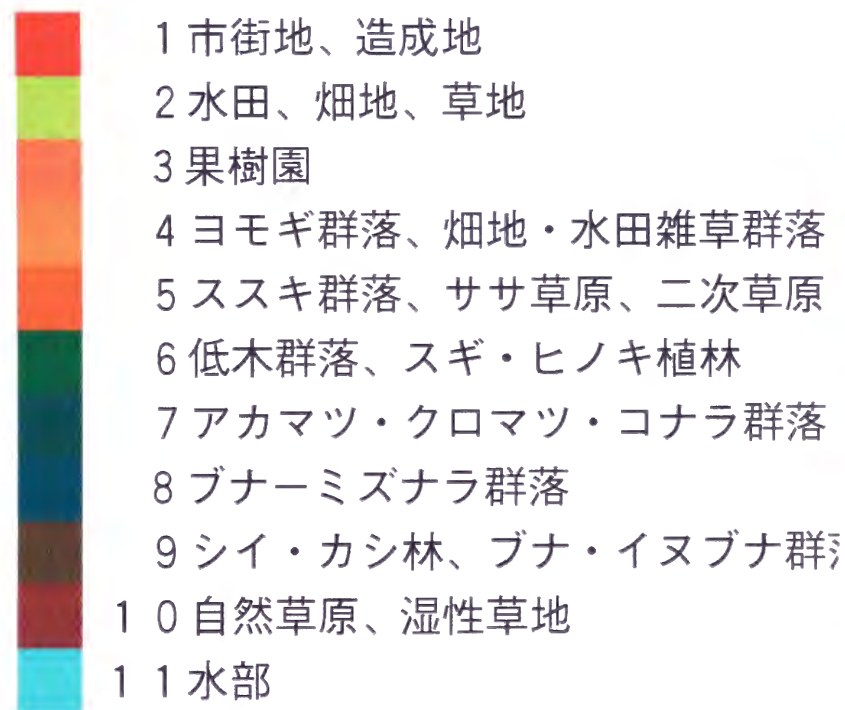
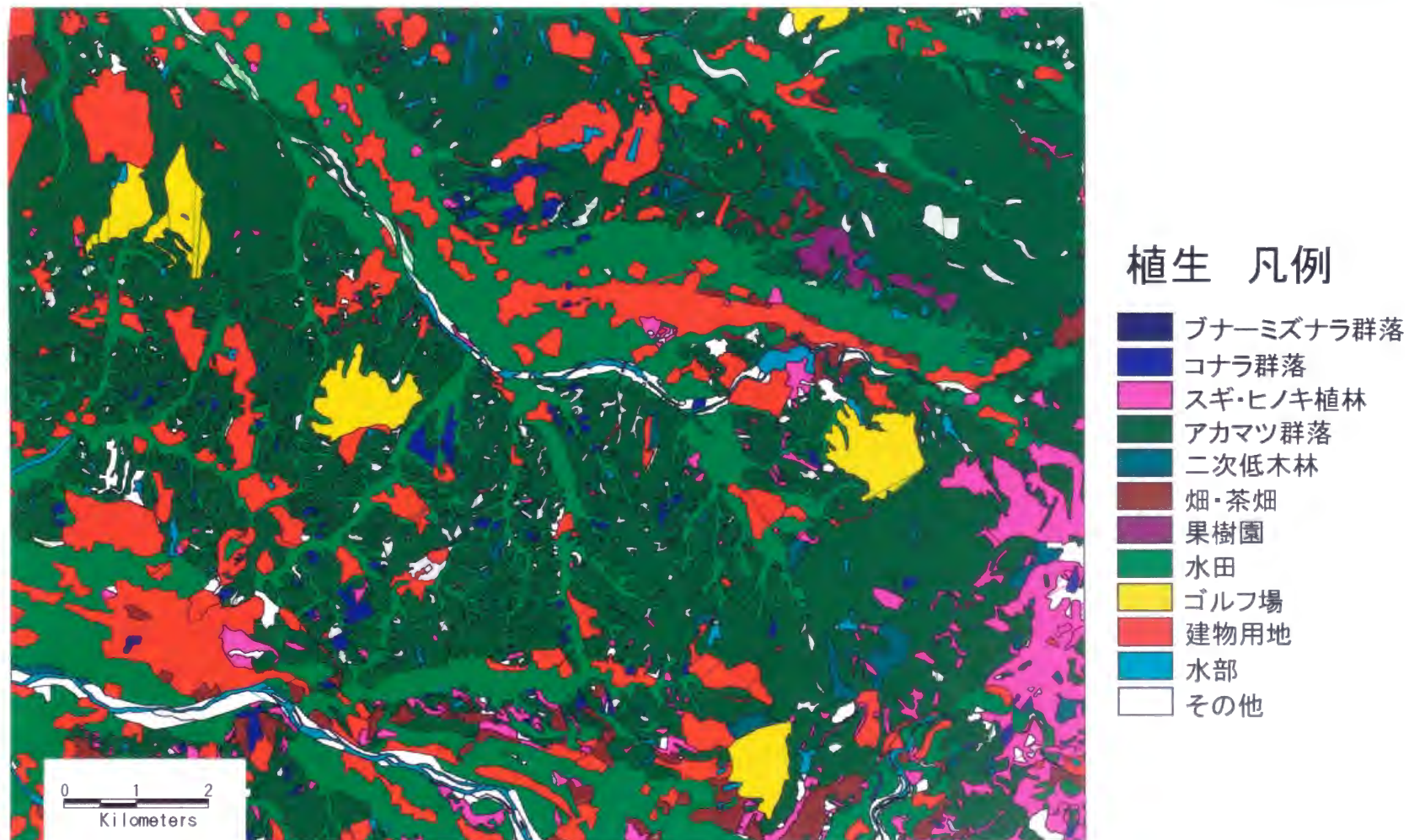


図 F-2 琵琶湖の流入河川と流域

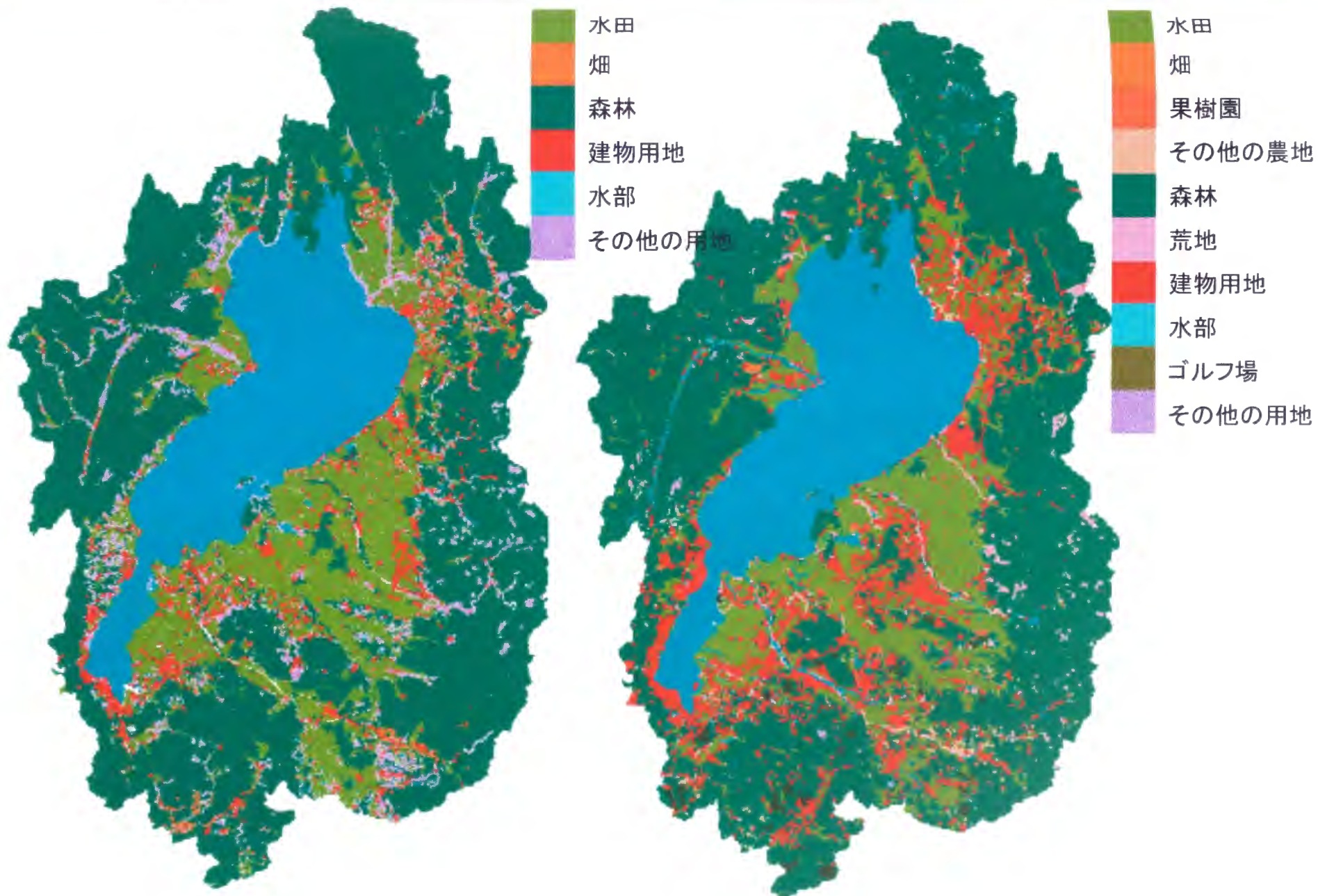


出典：滋賀県琵琶湖環境部水政課+現存植生図

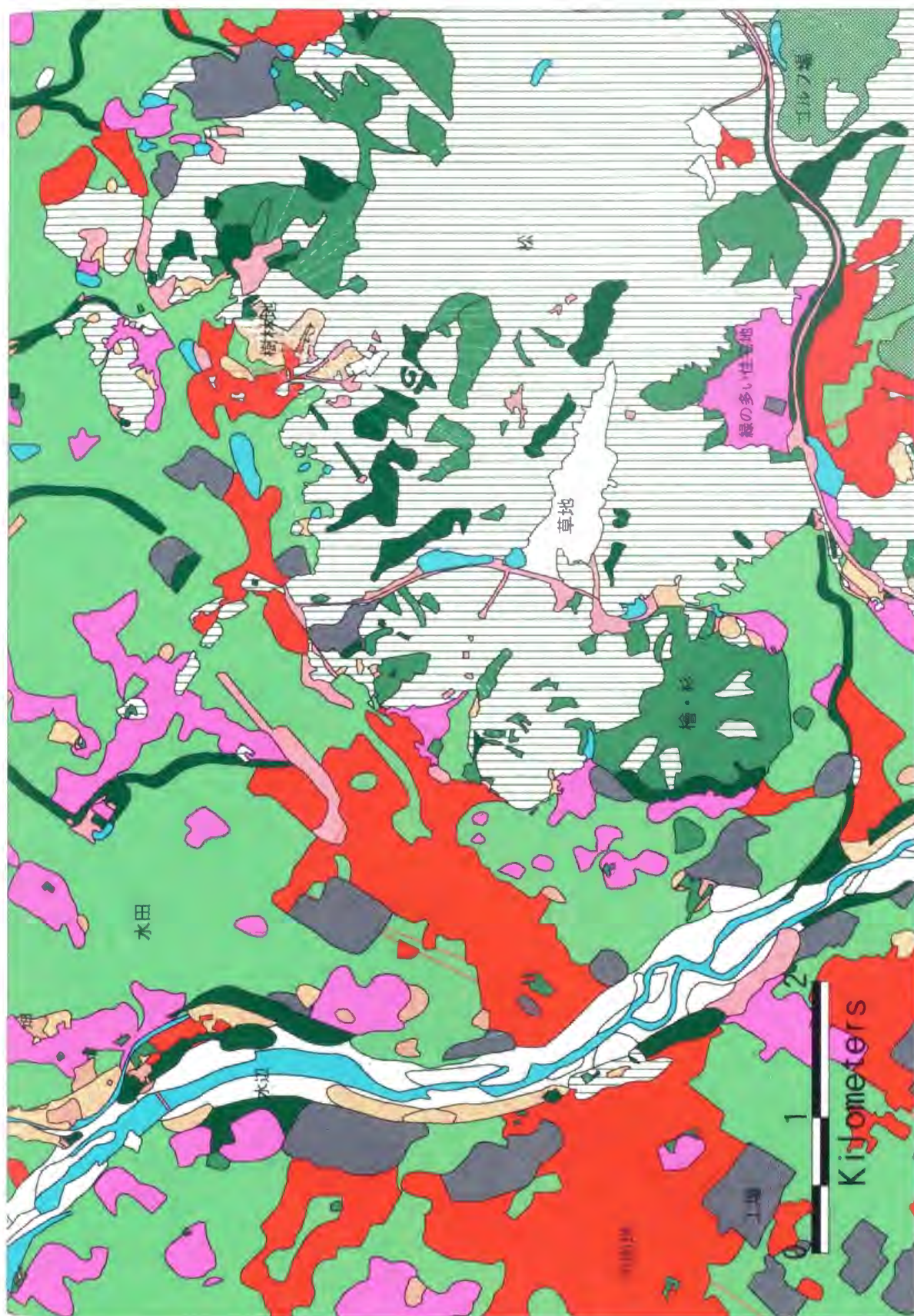
図F-3 滋賀県の植生分布(平成7年)



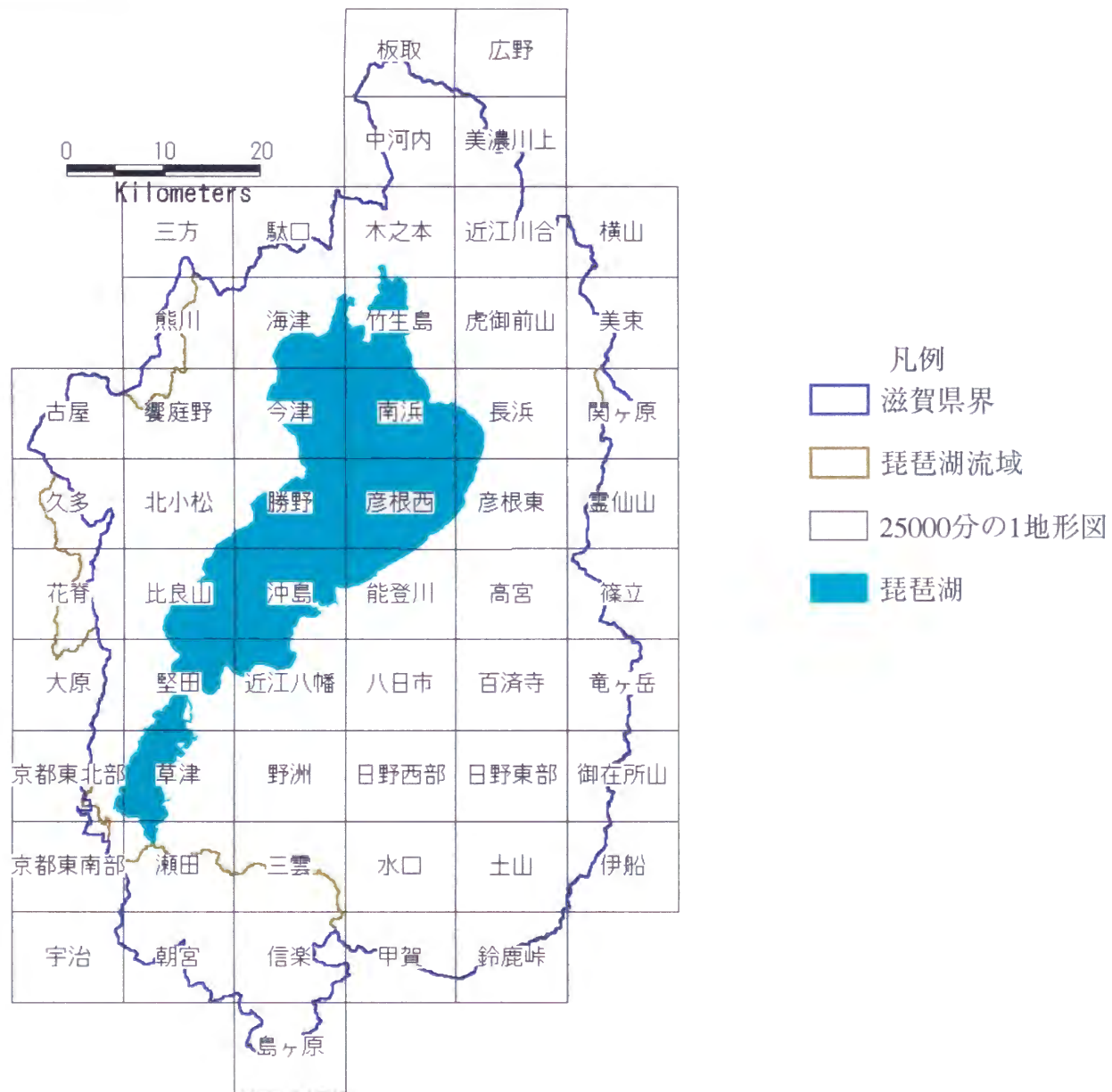
図F-4 滋賀県の植生分布(平成7年)



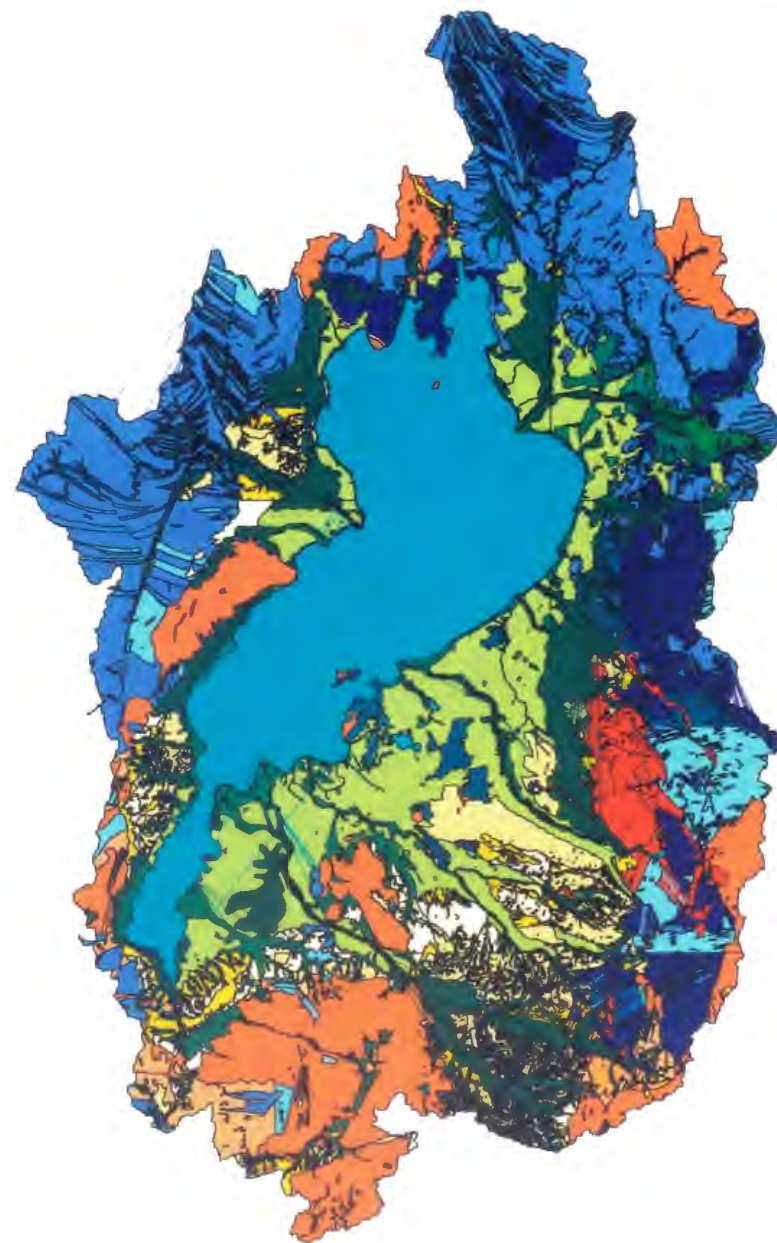
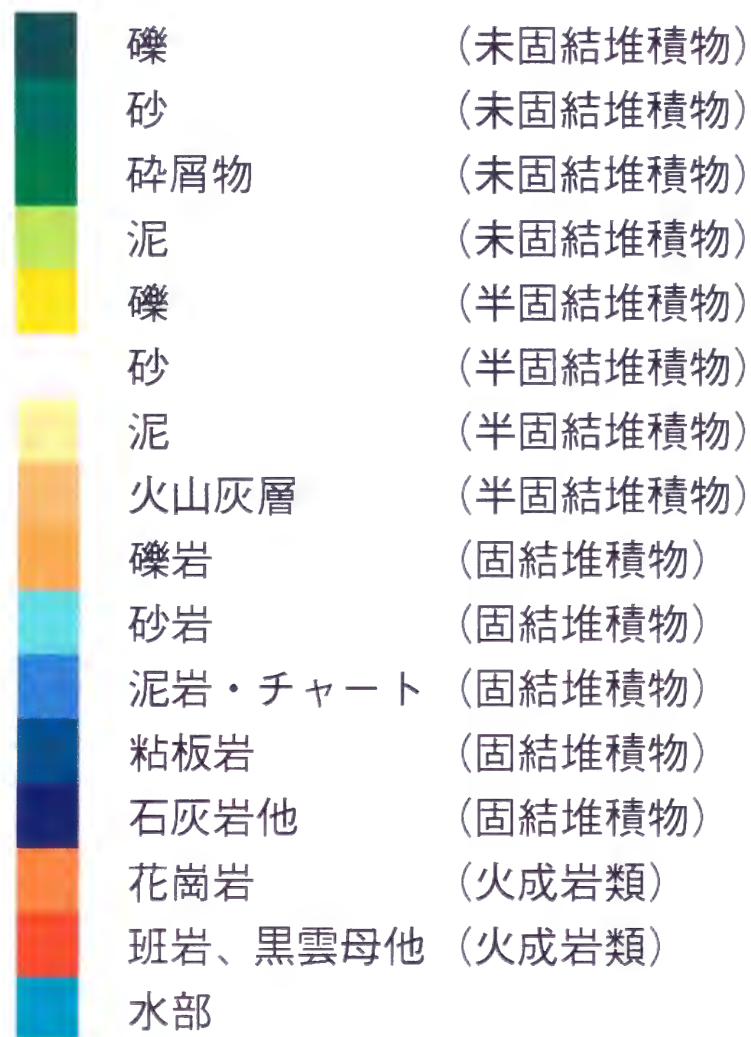
図F-5 滋賀県の土地利用、昭和43年(左図)、平成7年(右図)



図F-6 滋賀県の土地利用、平成7年 拡大図

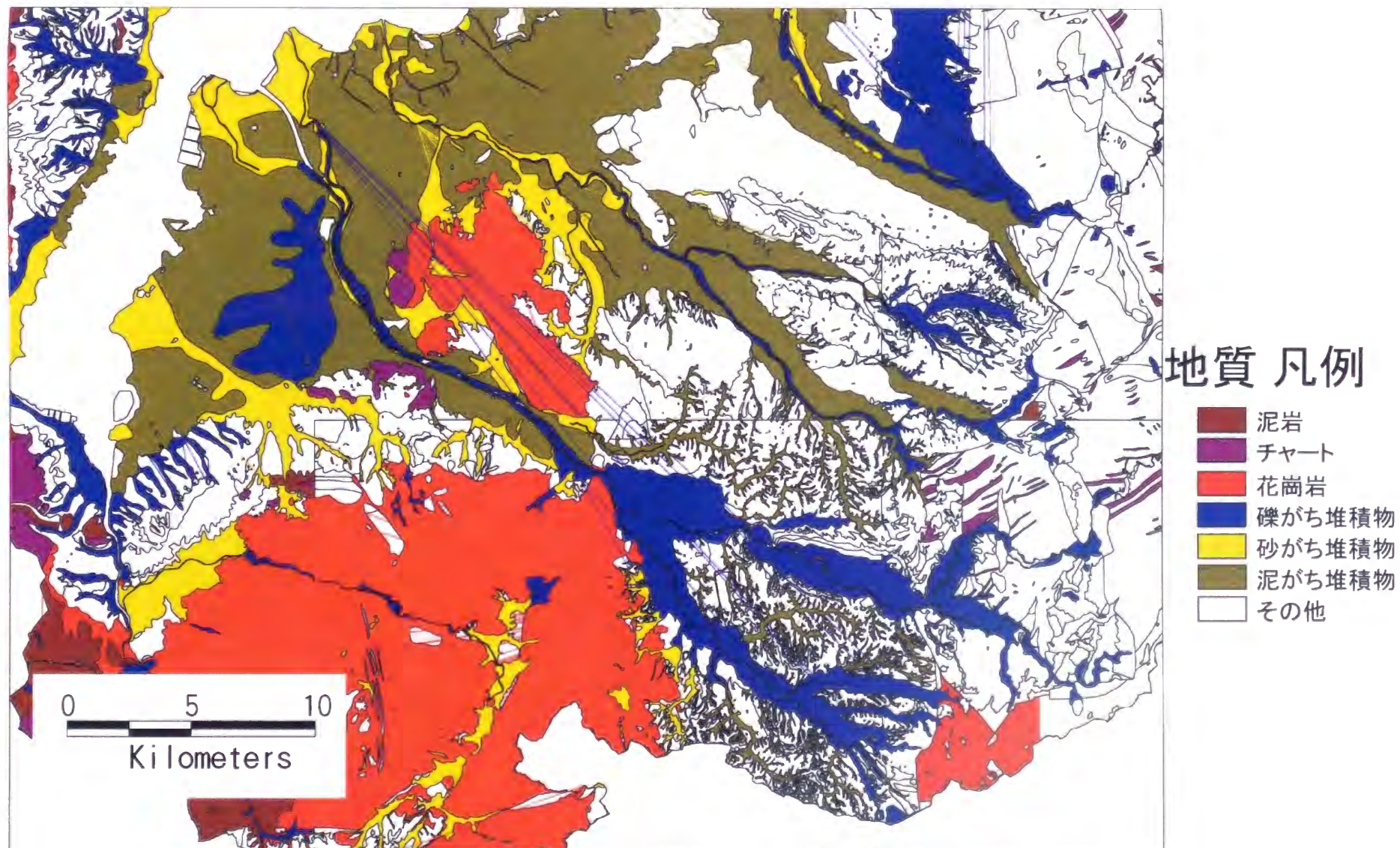


図F-7 土地利用の入力に用いた地形図



出典：滋賀県水政課

図F-8 滋賀県の地質分布(平成7年)



図F-9 滋賀県の地質分布(平成7年)

0 10 20
Kilometers

琵琶流域+滋賀県

琵琶湖

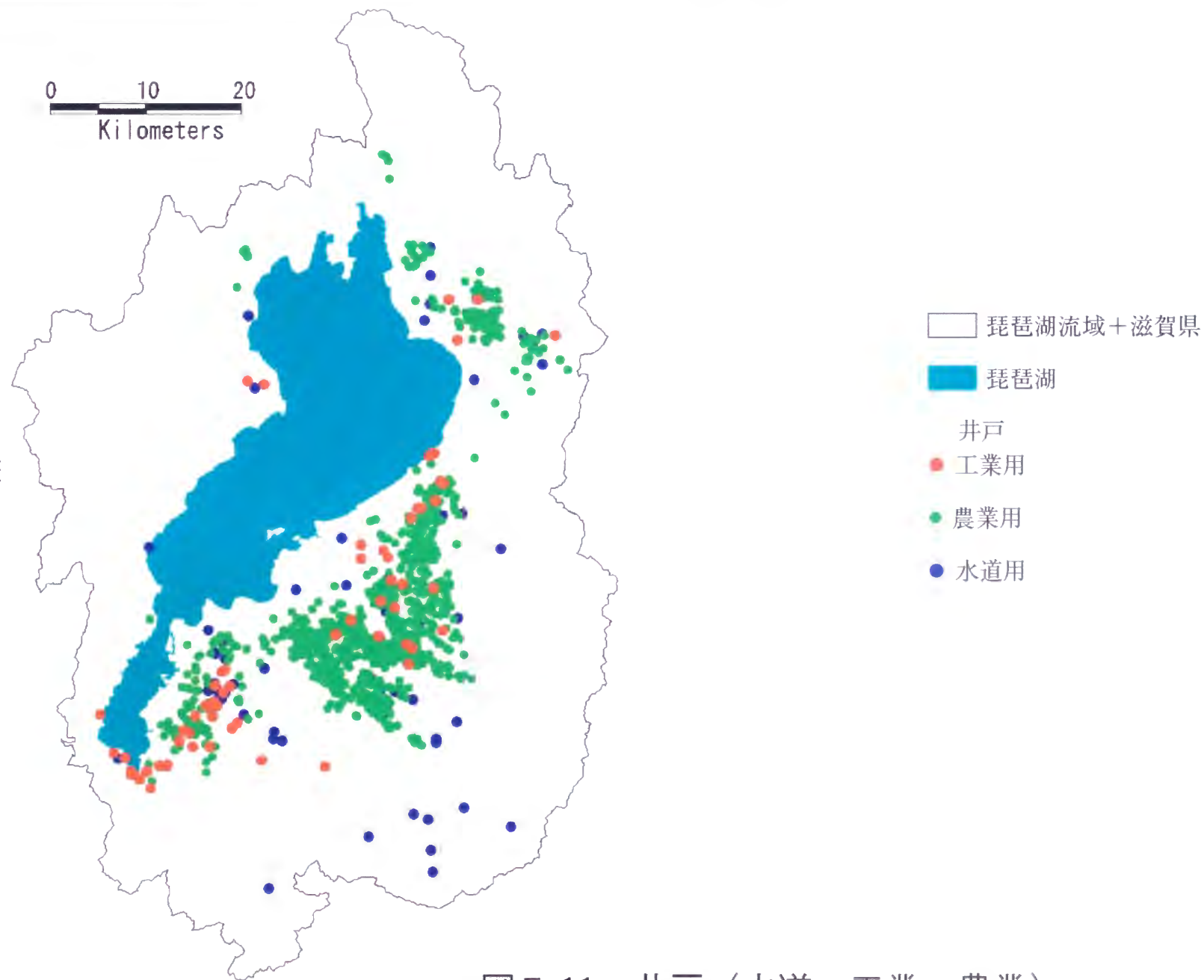
取水施設

工業用

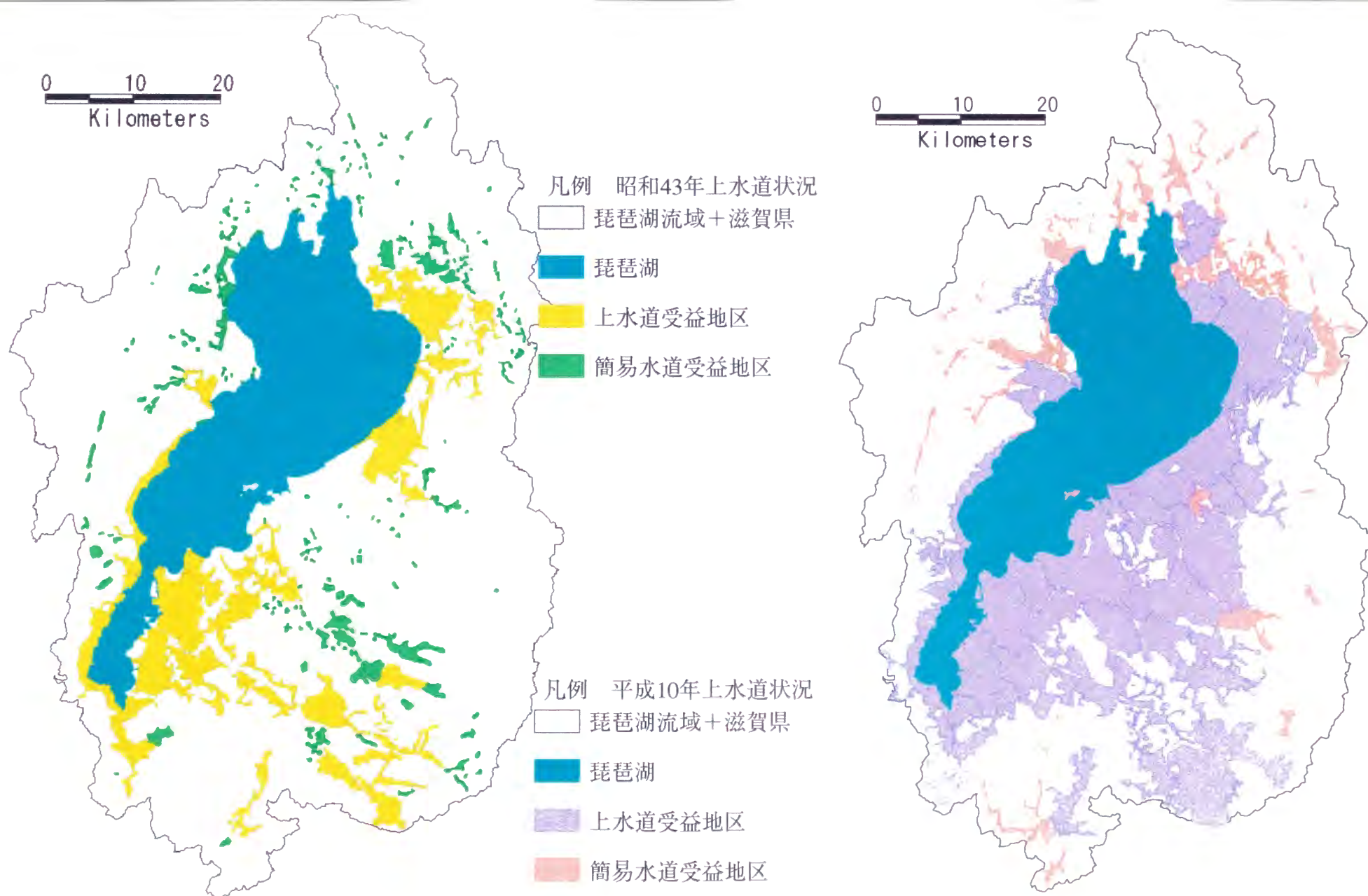
水道用

農業用

図F-10 昭和43年取水施設（水道、工業、農業用）



図F-11 井戸（水道、工業、農業）

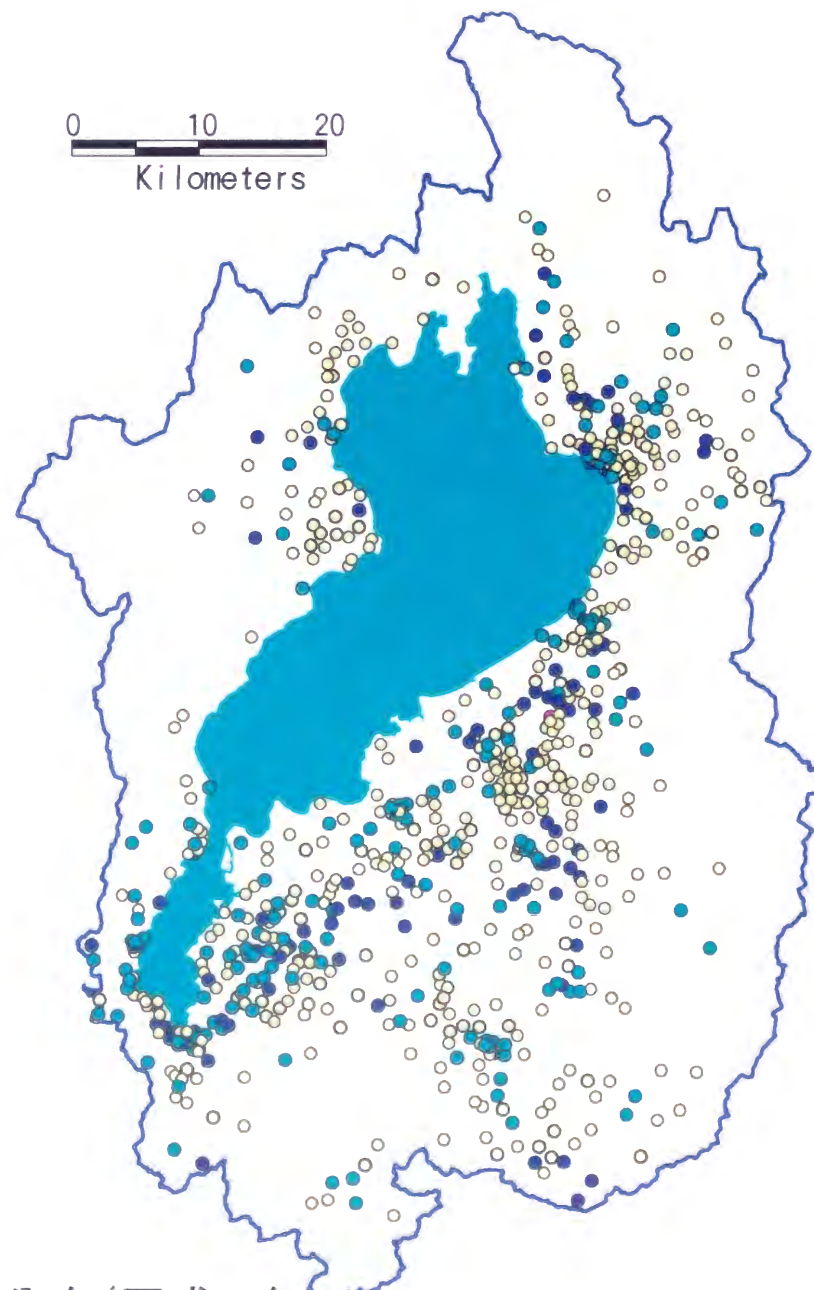


図F-12 昭和43年、平成10年、水道、簡易水道

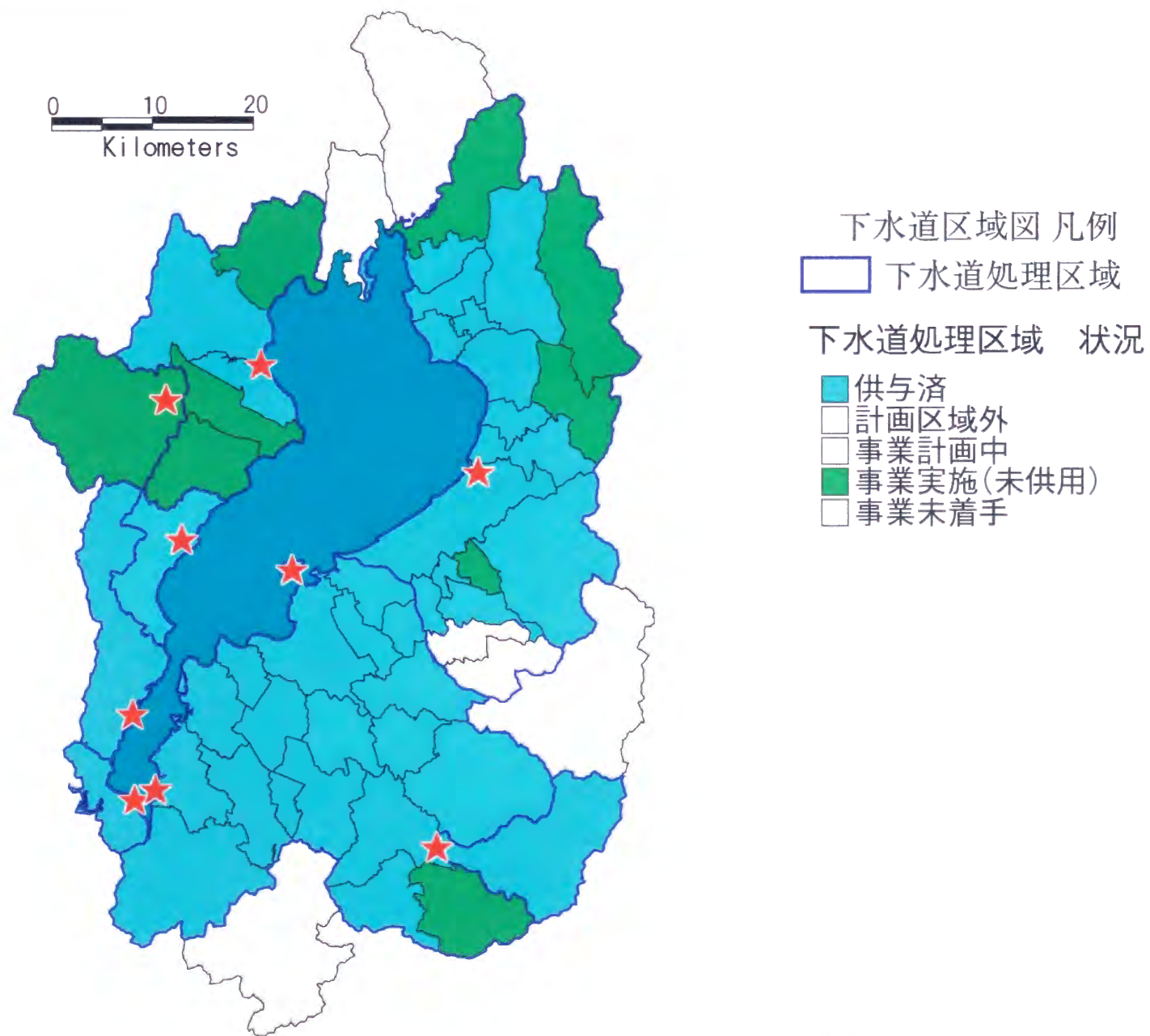
凡例 ()内は箇所数

- 排水日量 30t 以上の事業所 (381)
- 排水日量 30t 未満の事業所 (1062)
- 屠畜場 (3)
- クリーニング店 (196)

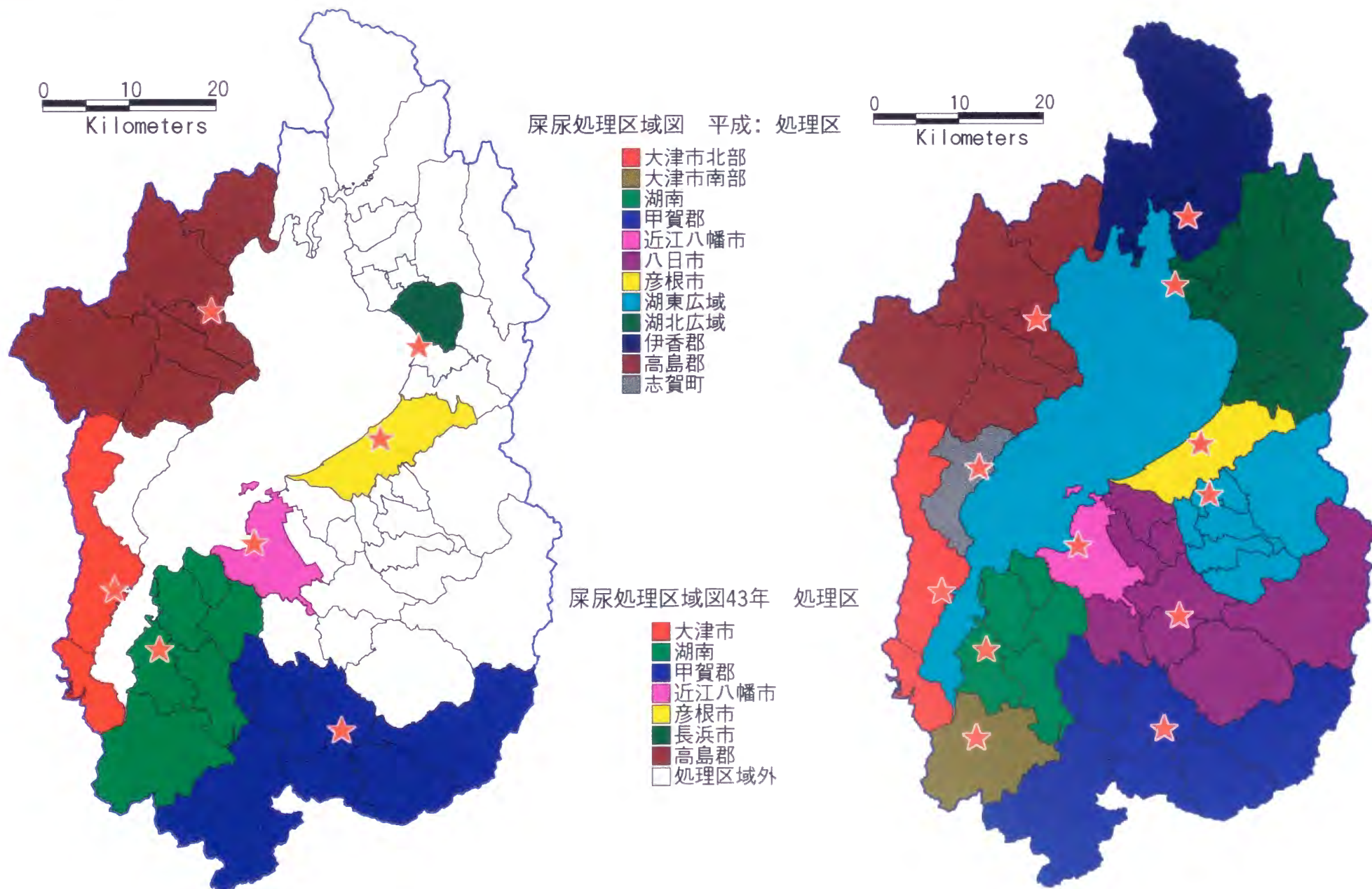
出典：滋賀県下水道計画課



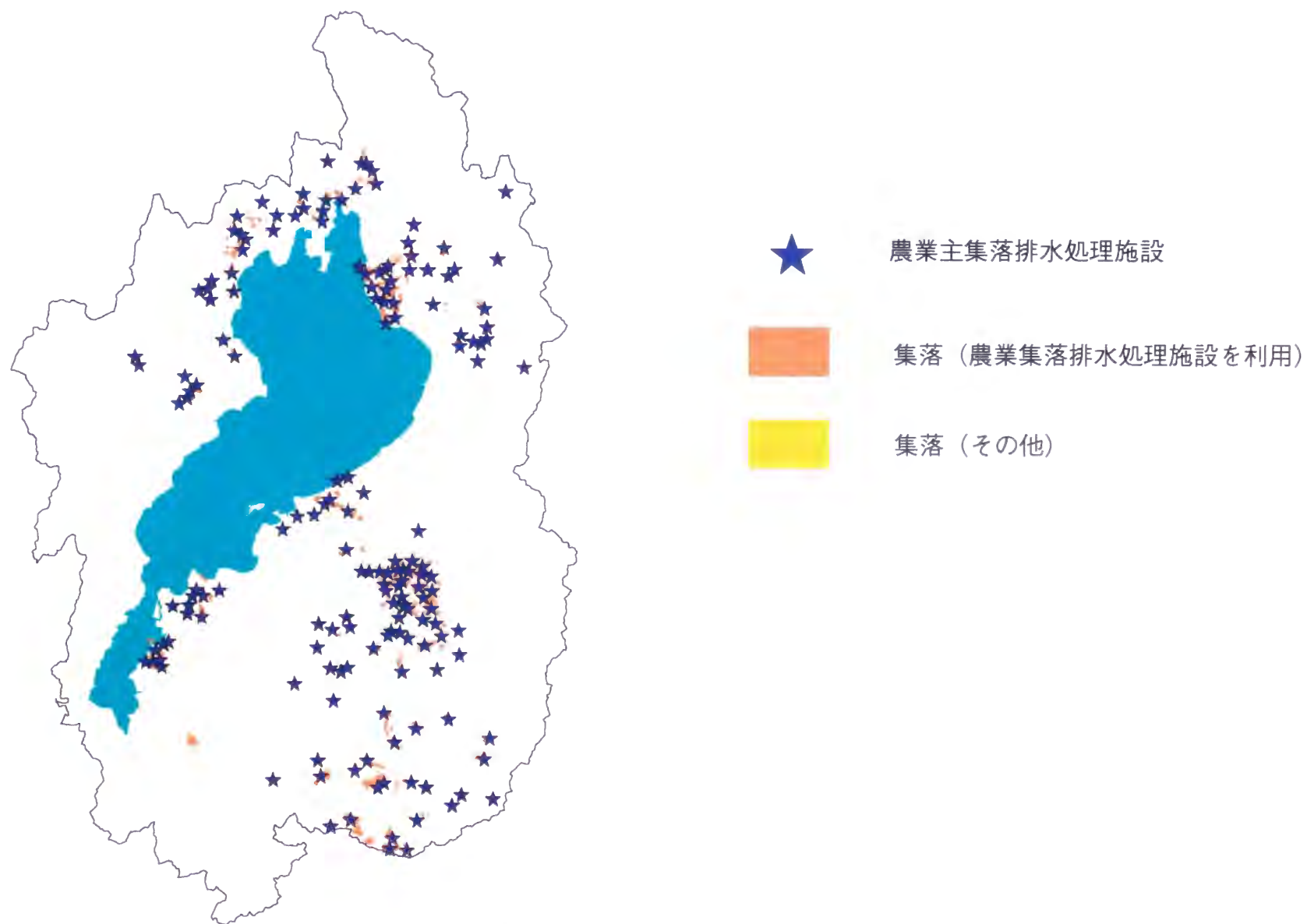
図F-13 滋賀県の事業所分布(平成2年)



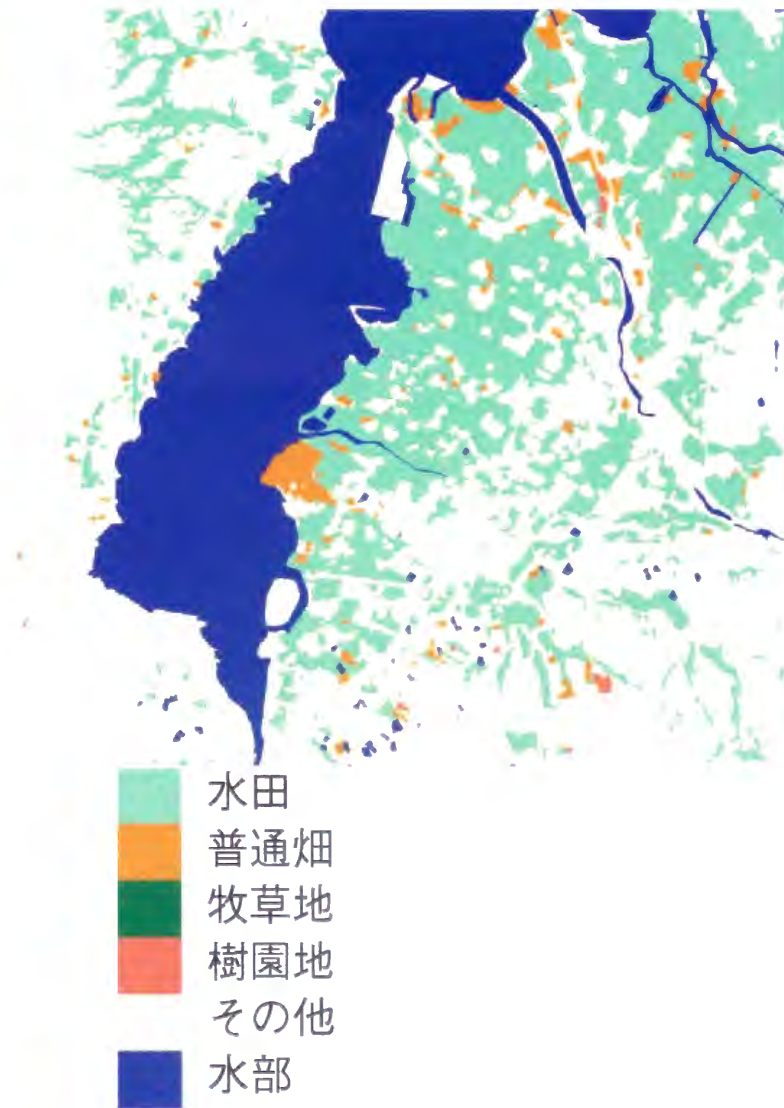
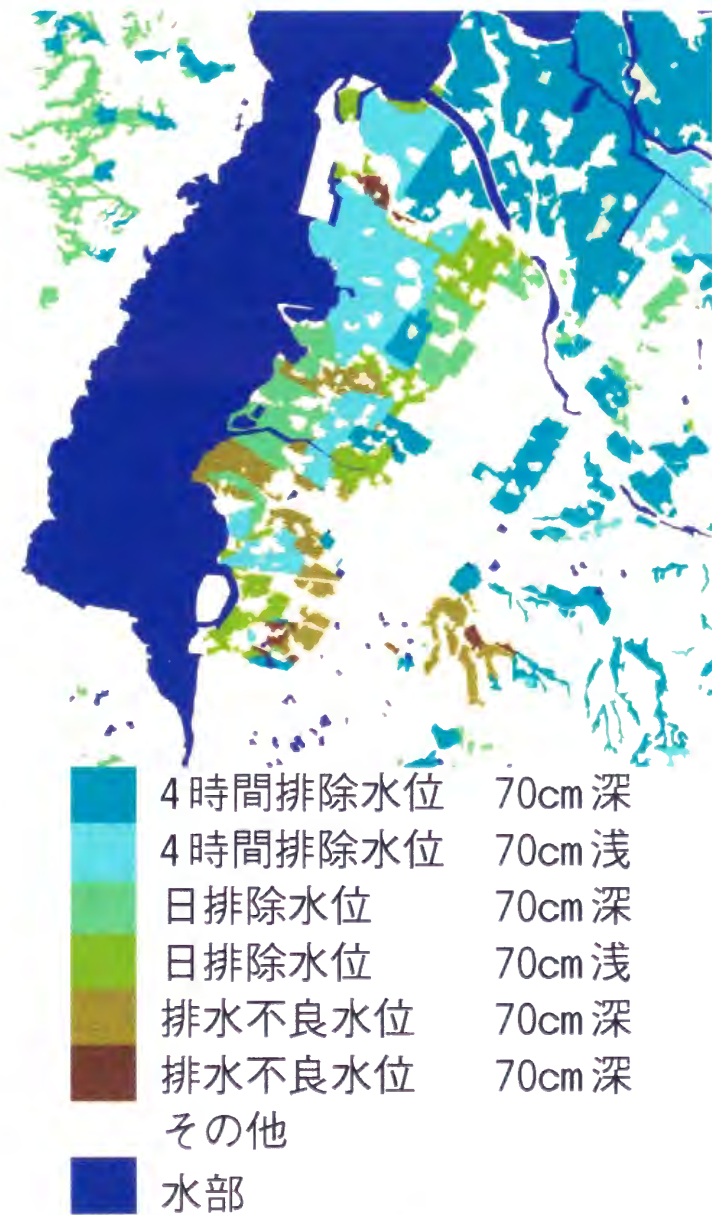
図F-14 下水処理場と処理区域



図F-15 屎尿処理場と処理区域 左：43年、右：平成9年

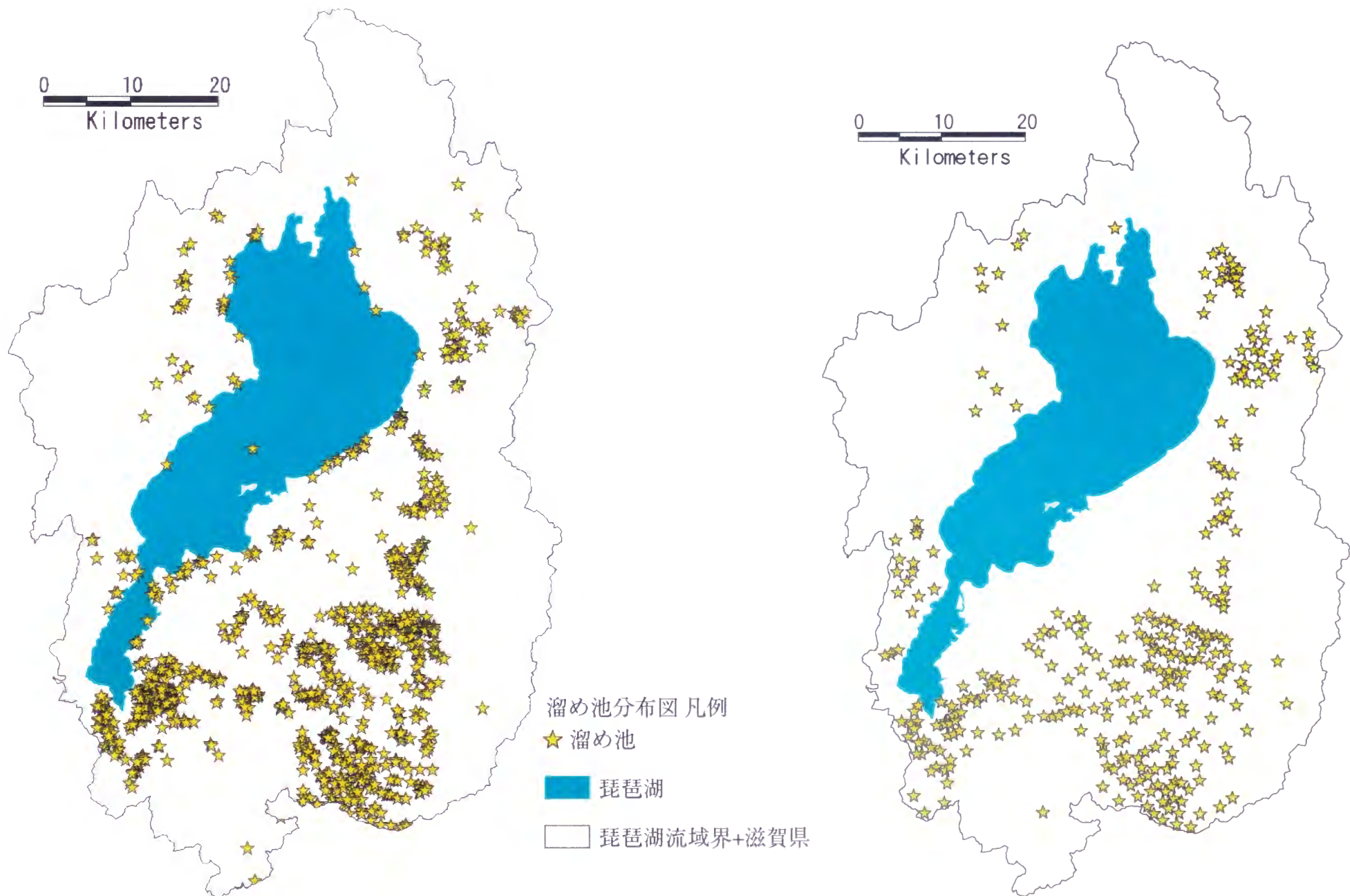


図F-16 農業集落排水処理施設と集落



出典：農林水産省、農地整備 GIS

図 F-17 水田、畑（圃場整備、排水性）



図F-18 ため池(左：43年、右：平成7年)

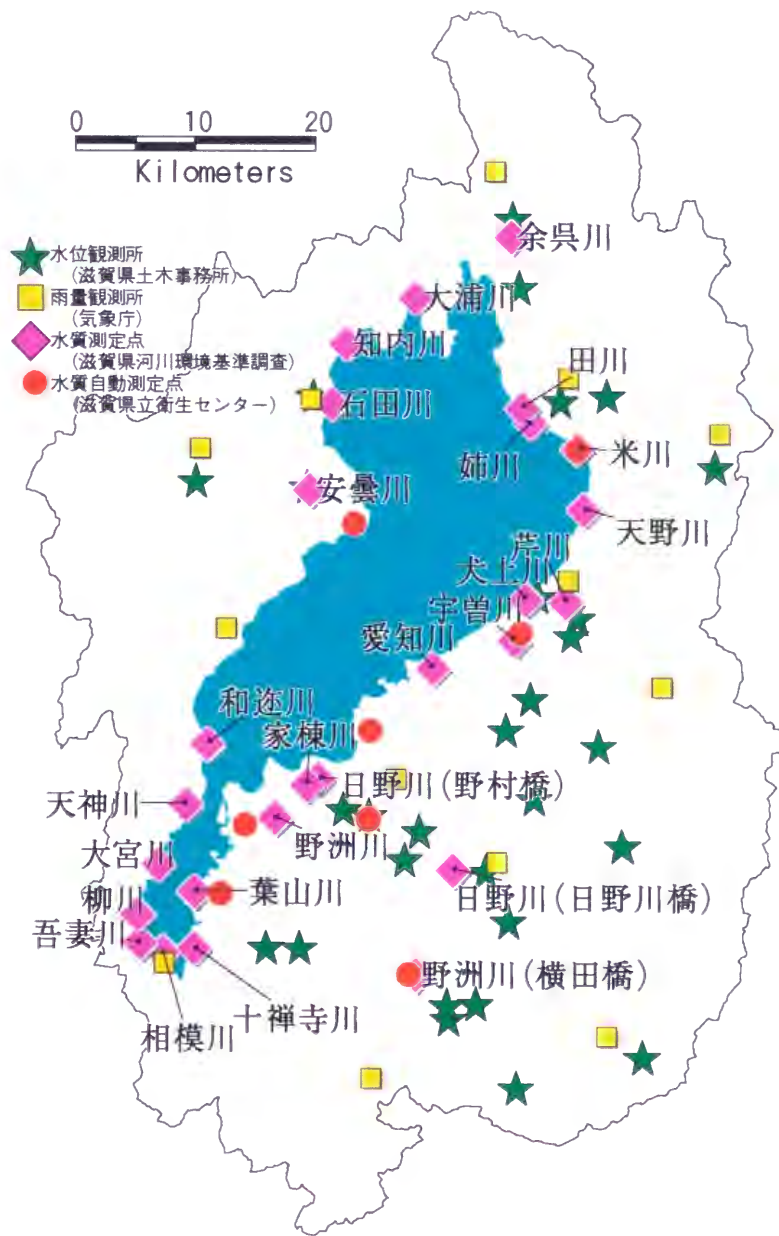


図 F-19 気象観測（降雨）、水質、水位測定点

付録G 琵琶湖流入河川流域別 フレーム値算定結果

表 G-1 流域別土地利用面積 [㎡] (平成7年)[その1]

No	流域名	ゴルフ場	その他の樹木畑	その他の用地	果樹園	建物用地	荒地	森林	田	内水地	畑
1	兵田川	0	0	861	0	1,107,998	0	593,013	178,795	32,272	32,836
2	盛越川	0	0	18,534	0	830,609	0	1,029,652	72,274	70,869	0
3	篠津川	0	0	11,755	0	905,226	0	781,089	59,197	38,692	0
4	相模川	0	0	11,282	0	827,267	0	2,364,063	110,211	27,807	0
5	常世川	0	0	0	0	855,529	0	528,987	0	0	0
6	吾妻川	0	0	0	0	1,621,176	0	1,527,876	0	0	0
7	熊野川	0	0	4,404	0	1,119,402	0	1,402,080	0	3,833	0
8	不動川	0	0	0	0	859,532	61,639	376,029	36,030	4,085	16,389
9	柳川	295,210	0	0	0	749,034	122,451	1,685,429	28,505	0	0
10	際川	0	0	0	0	1,252,755	22,838	2,683,276	442,640	10	59,984
11	四ッ谷川	0	0	0	0	420,621	43,942	2,687,538	26,792	2,715	2,799
12	藤ノ木川	0	0	0	0	982,637	18,234	1,529,650	131,903	4,128	0
13	大宮川	0	0	0	0	1,048,289	38,861	5,085,644	13,456	12,066	223,580
14	足洗川	0	0	0	0	771,066	0	452,290	46,643	22	83
15	高橋川	0	0	0	0	518,862	0	445,342	118,078	0	0
16	大正寺川	0	0	0	0	370,042	63,172	2,227,697	363,696	4,893	4,856
17	雄琴川	0	0	5,193	0	946,004	13,806	2,359,576	1,293,387	32,954	54,573
18	御呂戸川	0	0	138,232	0	1,801,974	0	23,495	453,139	10,527	0
19	天神川 a	0	0	115,014	0	1,196,902	91,521	5,379,768	2,314,549	31,836	23,933
20	真野川	2,368	0	9,031	0	2,475,388	96,460	10,712,549	5,054,219	48,440	247,685
21	丹出川	225,158	0	42,101	0	872,510	0	272,604	60,588	0	0
22	和迹川	667,657	0	0	0	2,235,917	220,810	11,018,027	1,704,920	7,751	0
23	喜撰川	0	0	0	0	417,395	41,180	2,857,789	620,358	0	0
24	真光寺川	0	0	0	0	142,209	11,197	629,975	117,221	3,180	26,426
25	生川	0	0	0	0	241,929	12,808	2,863,061	90,965	10,567	25,086
26	天川 a	0	0	0	0	237,929	0	764,370	468,474	10,109	6,532
27	八屋戸川	0	0	5,393	0	275,072	30,085	2,064,398	68,068	0	0
28	野離子川	0	0	4,206	0	220,136	57,896	2,199,283	41,179	0	0
29	木戸川	0	0	41,277	0	309,573	86,133	2,075,136	65,944	702	0
30	大川 a	0	0	0	0	149,379	40,972	1,469,637	299,522	1,617	0
31	大谷川	0	0	28,338	0	111,578	78,959	7,237,809	0	3,687	0
32	比良川	0	0	0	0	63,433	108,953	5,534,649	3,710	14,154	0
33	家棟川 a	0	0	0	0	339,165	0	2,965,934	100,874	500	0
34	大同川 a	0	0	0	0	97,733	0	880,063	277,166	811	0
35	滝川	0	0	0	0	63,390	20,699	3,417,785	55,814	4,100	6,685
36	北川 a	0	0	0	0	131,747	0	1,632,404	128,720	0	0
37	鶴川	0	0	0	0	19,360	0	4,858,245	142,301	0	0
38	瀬戸川	0	0	0	0	128,756	0	94,153	174	2,246	0
39	小田川	0	0	0	0	119,291	0	3,200,173	273,650	7,010	0
40	和田打川	0	8,576	0	0	549,325	0	3,549,992	1,602,846	9,237	26,114
41	鯉川	0	0	0	0	335,825	0	0	1,771,208	27,579	34,730
42	鴨川	0	0	0	0	1,258,189	3,738	34,822,755	6,076,101	720,252	533,833
43	青井川	0	0	0	8,000	2,346,494	93,718	840,076	6,526,637	56,625	291,515
44	金丸川	0	0	10,620	0	207,275	4,646	0	1,573,374	128,530	39,571
45	安曇川	0	0	1,009,918	117,420	4,317,868	5,620,136	282,881,904	11,334,945	3,444,133	572,791
46	田井川	0	0	0	0	472,568	65,686	937,140	1,726,985	0	110,169
47	林昭寺川	0	0	0	0	216,904	0	1,296,105	590,258	70,069	0
48	今川	0	0	0	0	75,731	14,139	1,741,462	673,666	0	0
49	波布谷川	0	0	0	0	16,334	20,890	1,087,825	184,569	0	0
50	庄界川	0	0	0	0	148,343	113,349	519,381	82,923	0	0
51	天川 b	0	0	0	0	481,382	949,766	5,285,764	428,720	0	0
52	今津川	0	0	0	0	1,048,648	141,697	1,679,661	2,237,463	3,456	22,987
53	石田川	0	0	13,933	0	1,365,132	1,680,862	48,814,035	4,247,588	634,904	440,281
54	境川	0	0	0	99,736	732,756	142,718	5,506,114	3,045,606	81,690	376,256
55	百瀬川	0	0	0	0	96,772	646,865	11,937,199	92,282	119,413	33,173
56	生来川	0	67,930	0	598,495	676,182	519,753	4,904,620	2,072,884	42,528	159,276
57	知内川	0	8,825	0	203,886	1,340,942	1,275,601	38,941,673	5,091,232	113,713	93,172
58	大浦川	0	0	236,978	0	758,536	166,286	21,853,692	3,830,833	41,928	67,697
59	岩熊川	0	0	0	0	132,010	15,260	1,504,750	1,065,257	7,325	16,519
60	大川 b	0	0	0	0	346,419	101,388	18,079,840	1,706,555	18,874	50,373
61	大坪川	0	0	0	0	134,661	0	2,305,576	598,598	4,367	7,266
62	余呉川	0	122,735	0	0	6,252,229	493,680	42,655,294	22,735,695	762,289	627,938
63	丁野川	0	175,325	0	0	1,698,284	59,720	4,590	9,639,076	63,495	0
64	中川	0	96,525	0	0	500,031	4,014	0	2,286,800	20,478	0
65	田川	0	574,701	0	0	4,457,458	131,288	14,306,098	17,912,639	558,324	210,201
66	姉川	0	1,854,409	1	42,130	7,408,006	6,848,847	320,680,040	21,014,324	6,710,804	1,609,278
67	川道川	0	33,663	0	0	1,127,075	0	49,847	3,501,616	0	0
68	米川	0	0	0	0	2,442,191	91	119,052	3,445,496	18,596	5,075
69	十一川	0	0	0	0	3,204,712	0	920,912	6,629,139	3,694	13,820
70	薬師堂川	0	0	0	0	526,072	0	1,286,599	1,838,537	27,322	66,897

表 G-1 流域別土地利用面積 [㎡] (平成7年)[その2]

No	流域名	ゴルフ場	その他の樹木畑	その他の用地	果樹園	建物用地	荒地	森林	田	内水地	畑
71	深町川	0	0	0	0	493,766	16,990	51,225	1,550,721	41,404	60,216
72	土川	0	0	0	0	717,754	52,564	2,649,694	2,263,017	28,622	0
73	びわだ川	0	0	0	1,298	366,752	42,175	0	1,572,421	9,350	0
74	天野川	0	213,087	7,134	618,248	10,098,271	1,946,418	74,167,189	21,557,255	974,571	1,279,586
75	矢倉川	607,627	0	18,782	0	1,385,968	33,974	13,107,121	3,920,321	67,862	412,973
76	芹川	0	0	277	0	3,112,701	3,023,460	51,211,784	5,067,803	451,165	280,835
77	平田川	0	0	5,193	0	2,723,592	205	213,026	1,289,474	22,492	29,466
78	野瀬川	0	0	0	0	1,510,325	2,586	1,633	2,222,134	13,983	89,793
79	大上川	0	0	418	9,780	5,777,570	4,547,797	84,663,449	9,128,846	1,078,432	1,084,957
80	江面川	0	0	0	0	3,325,462	18,475	76,042	10,474,562	107,884	91,640
81	安食川	0	0	0	0	639,177	0	0	2,367,499	167,214	61,382
82	宇曾川	0	0	0	142,395	13,150,481	2,668,396	22,323,564	43,849,797	1,350,729	672,785
83	文禄川	0	0	0	0	1,209,258	59,216	1,020,950	5,789,024	23,854	6,566
84	不飲川	0	0	0	0	1,628,095	52,573	249,831	4,644,095	186,386	52,037
85	愛知川	1,060	540,887	1,938	127,572	4,802,454	12,028,917	161,944,232	19,070,371	4,004,289	598,052
86	大同川 b	0	11,989	0	11,648	5,774,724	442,569	2,532,597	11,137,453	223,346	291,507
87	長命寺川	1,075,643	0	0	514,394	24,624,227	2,383,889	27,581,481	66,806,070	4,454,590	1,746,613
88	八幡川	0	0	0	0	1,308,648	51,459	138,642	564,481	59,549	32,852
89	白鳥川	0	0	0	0	4,596,121	317,303	3,856,958	12,880,545	270,499	42,044
90	大惣川	0	0	0	0	1,814,456	77,687	170,769	5,418,479	31,670	248,916
91	日野川	5,009,986	424,795	367,156	1,896,916	28,381,146	3,970,495	106,023,905	57,768,150	4,285,224	1,974,116
92	家棟川 b	0	19,871	545,693	0	9,015,594	720,983	8,835,162	18,837,961	392,975	510,929
93	幸津川	0	0	175,004	0	844,901	618,967	110,326	2,862,670	358,462	108,779
94	立田川	0	0	0	0	454,680	138,405	44,807	2,431,039	20,737	73,134
95	野洲川	6,215,312	6,042,210	610,081	111,992	47,176,008	13,951,069	229,178,045	73,099,568	7,425,600	1,268,760
96	法竜川	0	0	2,714	0	788,722	36,464	26,445	3,069,458	0	132,847
97	天神川 b	0	0	0	0	1,963,952	140,525	164,368	4,368,662	12,052	0
98	守山川	0	0	0	0	2,887,724	41,654	3,987	2,873,529	0	68,640
99	金森川	0	0	0	0	99,394	477	19,262	830,646	0	0
100	山賀川	0	0	0	0	276,960	0	0	1,164,828	1,967	0
101	堺川	0	0	0	15,111	4,365,495	34,316	137,210	7,074,524	6,923	18,167
102	中ノ井川	0	0	17,101	0	4,755,548	171,889	65,201	6,019,950	65,679	22,420
103	葉山川	791,921	0	46,387	0	3,124,142	126,071	2,085,355	2,527,075	210,197	2,428
104	伊佐々川	0	0	0	32,675	4,095,698	143,751	61,819	2,974,115	37,273	18,946
105	草津川	886,940	4,451	156,541	429,946	6,431,672	861,506	21,314,467	5,733,567	369,002	143,684
106	山寺川	0	0	0	0	159,718	0	10,937	507,033	264	0
107	伯母川	0	0	0	0	2,873,214	351,154	978,516	2,153,118	66,898	48,642
108	北川 b	0	11,980	0	16,254	942,469	138,273	556,891	522,213	79,288	115,338
109	十津寺川	12,587	0	0	69,034	717,170	72,543	250,605	865,706	13,086	111,354
110	狼川	0	0	18,183	203,520	2,648,746	178,824	1,320,899	473,494	124,116	181,292
111	長沢川	0	0	27,962	0	1,955,999	5,718	489,071	267,597	62,046	21,073
112	琵琶湖	46,727	2,050	5,782	0	1,998,956	1,603,907	958,463	375,740	667,062,660	50,281
113	余呉湖	0	0	0	0	2,298	7,173	13,578	26,155	1,677,793	0
114	湖岸(知内-大浦)	0	0	0	0	624,829	302,910	11,842,911	1,345,569	158,813	78,886
115	湖岸(生来-知内)	0	0	0	0	38,791	11,178	10,769	0	14,986	1,532
116	湖岸(境-百瀬)	0	0	0	459,114	715,509	242,694	1,328,295	3,147,284	93,289	20,386
117	湖岸(金丸-安曇)	0	0	6,094	0	543,583	60,732	122,056	862,518	102,576	0
118	湖岸(丹出-和志)	0	0	0	0	320,491	0	0	409,537	11,472	0
119	湖岸(和志-喜撰)	0	0	0	0	898,188	0	81,234	348,696	1,995	0
120	湖岸(雄琴-御呂戸)	0	0	0	0	319,183	0	2,044	113,563	43,531	0
121	湖岸(大正寺-雄琴)	0	0	47,579	0	682,998	0	136,601	208,317	85,556	0
122	湖岸(高橋-大正寺)	0	0	0	0	105,292	0	0	133,220	38,016	0
123	湖岸(足洗-高橋)	0	0	0	0	199,254	0	0	0	0	0
124	湖岸(大宮-足洗)	0	0	0	0	375,496	0	0	191,375	33,607	0
125	湖岸(藤ノ木-大宮)	0	0	0	0	305,041	0	0	139,453	12,321	0
126	湖岸(四ッ谷-藤ノ木)	0	0	0	0	390,640	0	67,102	231,074	22,513	14,814
127	湖岸(際-四ッ谷)	0	0	0	0	1,859,536	39,617	773,178	360,957	64,266	81,346
128	湖岸(長沢-瀬田)	0	0	14,448	0	1,893,081	9,980	485,026	831,734	124,482	56,937
129	湖岸(狼-長沢)	0	0	12,785	0	1,249,013	58,654	256,954	529,853	86,018	147,330
130	湖岸(十津寺-狼)	0	0	0	0	306,765	58,748	27,012	304,893	33,149	36,526
131	湖岸(北川-十津寺)	0	0	0	0	1,001,403	35,124	27,120	1,334,449	44,790	136,809
132	湖岸(伯母-北川)	0	0	0	0	1,082,187	74,039	142,798	1,778,068	27,069	52,402
133	湖岸(山寺-伯母)	0	0	0	0	29,375	98,370	0	77,201	10,340	0
134	湖岸(草津-山寺)	0	0	0	0	1,470,279	71,012	34,920	1,979,068	167,806	254,497
135	湖岸(伊佐々-草津)	0	0	0	0	0	38,485	0	225,123	8,448	3,762
136	湖岸(葉山-伊佐々)	0	0	0	0	68,326	14,602	0	338,831	4,785	41,804
137	湖岸(中ノ井-葉山)	0	0	0	0	3,954	20,798	0	182,467	230,870	0
138	湖岸(堺-中ノ井)	0	0	0	0	132,021	58,019	0	569,949	18,529	25,504
139	湖岸(守山-金森)	0	0	0	0	0	12,696	0	11,398	267	0
140	湖岸(天神-守山)	0	0	0	0	0	0	0	13,436	0	0

表 G-1 流域別土地利用面積 [㎡] (平成7年)[その3]

No	流域名	ゴルフ場	その他の樹木帯	他の用地	果樹園	建物用地	荒地	森林	田	内水地	畑
141	湖岸(法竜-天神)	0	0	0	0	0	44,170	0	151,444	1,644	0
142	湖岸(金森-山賀)	0	0	0	0	2,133	11,286	0	193,299	13,863	0
143	湖岸(山賀-堺)	0	0	0	0	289,105	265,466	0	1,823,878	143,941	2,508
144	湖岸(野洲-法竜)	579,112	0	0	0	816,054	546,302	19,026	2,457,565	287,151	123,808
145	湖岸(立田-野洲)	0	0	0	0	0	62,621	352	524,338	0	93,312
146	湖岸(野洲-幸津)	0	0	29,180	0	443,885	158,051	74,343	1,667,307	147,820	263,416
147	湖岸(家棟-野洲)	0	0	5,991	0	334,262	184,567	141,937	2,890,219	82,683	219,587
148	湖岸(日野-家棟)	0	0	0	0	142,404	126,079	69,022	2,250,871	85,939	235,189
149	湖岸(白鳥-大惣)	0	0	0	0	64,078	22,779	40,042	509,590	119,263	20,182
150	湖岸(大惣-日野)	0	0	0	0	1,391,790	208,187	459,845	6,810,021	442,830	103,967
151	湖岸(長命寺-八幡)	0	0	0	0	626,844	232,814	1,512,951	1,647,330	65,771	27,556
152	湖岸(不飲-愛知)	38,142	0	0	0	973,950	68,774	118,829	3,769,536	114,161	389,427
153	湖岸(文禄-不飲)	0	0	0	0	458,540	0	94,327	2,604,449	114,083	52,873
154	湖岸(宇曾-文禄)	0	0	0	0	191,991	15,867	796,170	1,757,361	287,115	58,752
155	湖岸(犬上-江面)	0	0	0	0	151,025	7,628	0	44,713	7,982	0
156	湖岸(野瀬-犬上)	0	0	0	0	35,918	15,607	59,665	0	3,629	35,005
157	湖岸(大浦-野瀬)	0	0	0	0	46,574	17,562	7,575	1,110	0	0
158	湖岸(芹-平田)	0	0	0	0	21,307	11,074	0	6	0	11,890
159	湖岸(矢倉-芹)	45,831	0	4,164	0	4,480,850	94,461	996,749	1,416,769	187,325	104,087
160	湖岸(余呉-矢倉)	0	0	0	0	2,190,449	51,450	1,356,260	5,551,996	306,249	590,043
161	湖岸(ひわだ-天野)	0	0	0	126,883	266,032	21,141	1,259	1,437,343	90,677	0
162	湖岸(中-姉)	0	259,617	0	0	454,917	76,439	32,364	1,840,212	95,631	0
163	湖岸(丁野-中)	0	77,041	0	0	346,383	97,905	0	1,048,753	121,158	0
164	湖岸(米川-深町川)	0	0	0	23,553	1,294,232	75,084	2,019,051	4,185,393	122,907	110,231
165	湖岸(余呉-丁野)	0	0	0	0	229,709	265,818	1,940	984,284	11,868	53,525
166	湖岸(大坪-余呉)	0	0	0	0	321,506	39,374	5,096,230	732,107	92,470	44,657
167	湖岸(大浦-岩熊)	0	0	0	0	267,919	499	10,841,860	226,424	155,388	25,383
168	湖岸(石田-境)	0	0	0	0	59,795	32,123	32,137	29,404	8,378	0
169	湖岸(今津-石田)	0	0	0	0	116,768	0	621	12,350	36,756	0
170	湖岸(天川-今津)	0	0	0	0	883,998	0	111,600	207,456	2,487	0
171	湖岸(波布谷-天)	0	0	0	0	102,238	0	27,499	167,178	39,853	0
172	湖岸(今-波布谷)	0	0	0	0	24,687	0	13,618	36,571	0	0
173	湖岸(林昭寺-今)	0	0	0	0	47,602	40,176	15,329	81,524	1	0
174	湖岸(田井-林昭寺)	0	0	0	0	0	14,706	3,831	20,746	585	0
175	湖岸(安曇-田井)	0	0	0	55,532	2,791,785	514,880	1,273,689	8,362,535	80,673	184,381
176	湖岸(青井-金丸)	0	0	0	0	130,421	105,311	0	55,237	117,789	0
177	湖岸(鴨-青井)	0	0	0	0	14,084	58,560	64,653	126,531	17,144	63,171
178	湖岸(鯉-鴨)	0	0	0	0	523,221	0	61,173	1,384,255	99,753	0
179	湖岸(和田打-鯉)	0	0	0	0	102,452	8,870	17,915	130,352	28,936	0
180	湖岸(瀬戸-和田打)	0	0	0	0	174,558	0	17,312	220,526	9,450	0
181	湖岸(鴨-瀬戸)	0	0	14,769	0	521,775	4,283	5,191,202	743,927	192,261	0
182	湖岸(北-鴨)	0	0	0	0	96,652	0	958,915	297,239	41,548	0
183	湖岸(滝-北)	0	0	2,919	0	185,459	513	41,710	130,201	30,496	0
184	湖岸(大同-滝)	0	0	0	0	98,873	0	487,596	361,017	46,617	21,541
185	湖岸(家棟-大同)	0	0	0	0	103,921	0	21,294	89,201	14,813	0
186	湖岸(比良-大同)	0	0	0	0	590,133	254,188	1,718,062	645,551	164,423	0
187	湖岸(大谷-比良)	0	0	8,630	0	1,068,991	54,560	1,491,465	1,391,993	130,977	63,178
188	湖岸(大-大谷)	0	0	0	0	283,129	3,261	139,312	224,864	24,209	0
189	湖岸(木戸-大)	0	0	0	0	98,373	0	712	43,267	17,441	0
190	湖岸(野離子-木戸)	0	0	0	0	145,704	0	164,299	108,556	13,565	0
191	湖岸(天-野離子)	0	0	0	0	124,155	0	4,447	25,939	1,182	0
192	湖岸(生-天)	0	0	0	0	176,433	0	5,150	53,154	2,112	20,564
193	湖岸(天神-真野)	0	0	0	0	2,560,668	0	590,438	659,633	233,791	16,151
194	湖岸(御呂戸-天神)	0	0	8,666	0	373,727	0	30,265	233,369	17,073	0
195	湖岸(不動-柳)	0	0	0	0	316,365	0	0	12,331	11,566	59,502
196	湖岸(熊野-不動)	0	0	4,086	0	222,998	0	314,647	0	22,517	0
197	湖岸(姉-川道)	0	708,902	0	0	921,004	113,648	4,106	2,816,396	124,167	0
198	湖岸(川道-米)	0	121,950	0	0	2,235,484	0	0	2,997,156	91,569	0
199	湖岸(喜撰-真光寺)	0	0	0	0	264,610	3,953	429,480	444,628	7,377	4,897
200	湖岸(真野-丹出)	0	0	77,451	0	1,129,998	0	34,975	492,136	21,814	0
201	湖岸(瀬田-盛越)	0	0	0	0	14,031	0	0	0	12,663	0
202	湖岸(大津市街沿い)	0	0	0	0	2,320,695	19,022	28,918	6,954	114,775	0
203	湖岸(愛知-長命寺)	0	0	0	0	218,130	46,121	516	1,118,566	22,590	70,753
204	湖岸(長命寺-長命寺)	0	0	0	0	209,137	5,018	4,671,412	1,023,162	263,614	1
205	湖岸(沖島)	0	0	0	0	83,434	11,100	1,288,246	16,172	64,609	41,259
合計		16,501,282	11,381,519	3,950,178	5,935,534	336,323,763	76,696,526	1,845,366,395	676,192,610	716,591,954	22,156,759

表 G-2 流域別土地利用面積 [m²] (昭和43年)[その1]

No	流域名	田	畑	建物用地	森林	内水地
1	兵田川	160,540	0	841,483	705,522	19,405
2	盛越川	120,959	0	508,028	1,124,975	62,781
3	篠津川	44,988	0	605,377	889,627	66,676
4	相模川	205,046	0	272,866	2,601,482	30,952
5	常世川	35,961	0	370,839	745,190	4,782
6	吾妻川	0	0	1,276,842	1,596,823	0
7	熊野川	0	5,134	897,664	1,365,799	0
8	不動川	228,381	0	406,108	361,610	0
9	柳川	29,111	0	413,407	2,548,842	0
10	際川	652,237	0	610,073	2,919,451	0
11	四ッ谷川	81,279	0	30,665	2,920,472	0
12	藤ノ木川	293,234	4,783	710,654	1,473,643	0
13	大宮川	313,641	27,619	266,654	5,237,465	0
14	足洗川	303,337	7,379	142,390	715,616	0
15	高橋川	438,445	0	11,063	604,975	0
16	大正寺川	574,511	0	98,648	2,211,928	7,105
17	雄琴川	1,466,669	0	153,781	2,700,312	17,039
18	御呂戸川	1,176,416	0	219,299	893,959	0
19	天神川 a	2,382,318	0	490,449	5,820,646	0
20	真野川	5,462,147	0	743,668	11,197,756	49,459
21	丹出川	411,705	0	125,705	827,173	0
22	和迩川	1,931,795	23,917	372,887	12,404,769	1,582
23	喜撰川	1,086,747	27,936	93,233	2,372,216	0
24	真光寺川	205,664	0	12,760	546,528	0
25	生川	287,990	10,693	24,065	2,749,032	0
26	天川 a	449,705	86,098	35,195	757,414	0
27	八屋戸川	50,448	69,455	87,768	2,035,600	0
28	野離子川	54,624	0	185	2,294,087	0
29	木戸川	58,271	0	77,040	2,149,777	0
30	大川 a	321,915	8,347	1,635	1,582,531	0
31	大谷川	0	0	4,625	7,298,376	0
32	比良川	844	0	0	5,538,806	0
33	家棟川 a	38,638	2,008	144,701	3,065,874	0
34	大同川 a	284,750	0	0	924,499	0
35	滝川	43,791	0	190	3,459,470	0
36	北川 a	99,425	0	79,219	1,667,843	0
37	鶴川	133,238	0	2,508	4,871,662	0
38	瀬戸川	26,855	0	80,670	84,932	0
39	小田川	300,022	0	74,662	3,143,012	8,107
40	和田打川	1,682,506	25,979	242,098	3,075,801	1,889
41	鯉川	1,861,858	24,589	159,627	50,781	0
42	鴨川	5,051,491	225,567	368,080	35,343,663	12,341
43	青井川	6,903,530	92,948	1,347,454	1,055,050	9,357
44	金丸川	1,557,465	87,301	161,153	6,910	0
45	安曇川	8,737,155	763,078	2,107,071	284,238,651	1,667
46	田井川	1,656,967	45,314	375,407	917,751	0
47	林昭寺川	599,342	44,329	116,177	1,277,711	0
48	今川	649,413	1,733	17,300	1,762,836	0
49	波布谷川	122,009	18,313	14,580	1,087,926	0
50	庄界川	219,579	0	0	625,547	0
51	天川 b	480,186	0	158,146	5,123,670	236
52	今津川	2,191,348	107,759	445,110	1,317,715	0
53	石田川	4,130,639	542,624	460,126	48,555,126	205,329
54	境川	2,557,773	459,200	442,838	5,291,197	0
55	百瀬川	41,057	0	17,992	12,305,092	3,914
56	生来川	2,051,717	755,264	468,603	5,022,214	0
57	知内川	4,889,219	286,131	549,526	39,387,104	17,579
58	大浦川	3,352,042	166,992	523,182	21,720,357	0
59	岩熊川	962,976	22,874	103,086	1,445,927	0
60	大川 b	1,198,198	49,667	265,505	17,767,203	0
61	大坪川	521,707	55,494	138,539	2,210,629	0
62	余呉川	19,980,915	1,627,131	4,485,289	43,301,493	0
63	丁野川	9,113,294	428,387	1,153,459	96,817	0
64	中川	2,055,297	305,241	311,218	17,216	0
65	田川	16,367,254	1,341,499	3,370,275	14,922,604	151,361
66	姉川	17,762,292	4,432,726	4,035,509	328,201,086	147,544
67	川道川	3,520,196	95,753	628,071	42,076	0
68	米川	3,605,506	58,679	1,758,195	104,647	0
69	十一川	6,632,830	213,879	2,031,615	1,003,067	3,555
70	薬師堂川	1,807,019	44,499	335,398	1,310,954	19,798

表 G-2 流域別土地利用面積 [m²] (昭和43年)[その2]

No	流域名	田	畑	建物用地	森林	内水地
71	深町川	1,438,462	144,430	294,406	61,016	0
72	土川	1,967,016	85,311	283,999	2,873,290	16,232
73	びわだ川	1,483,067	40,318	177,888	8,860	13,674
74	天野川	16,494,154	3,033,531	4,804,194	77,465,040	114,734
75	矢倉川	2,896,660	343,034	504,200	14,005,473	30,692
76	芹川	4,265,787	511,283	2,312,768	52,866,157	174,977
77	平田川	2,353,132	90,185	1,262,441	241,235	29,153
78	野瀬川	2,507,463	195,612	869,228	64,188	0
79	犬上川	8,418,995	1,249,641	2,793,103	86,301,858	405,843
80	江面川	10,763,902	212,699	1,885,973	225,335	36,437
81	安食川	2,392,562	93,713	354,752	0	117,511
82	宇管川	42,385,040	894,001	8,089,112	25,009,253	388,622
83	文禄川	5,888,953	67,733	713,952	1,013,914	30,602
84	不飲川	4,696,148	110,704	1,019,181	430,112	0
85	愛知川	16,549,628	965,348	2,988,649	167,397,637	306,296
86	大同川 b	12,224,770	214,084	2,964,597	2,845,171	22,030
87	長命寺川	70,560,864	906,299	13,906,636	27,376,980	5,085,548
88	八幡川	674,933	23	1,225,411	83,133	32,207
89	白鳥川	14,988,094	0	2,062,163	3,469,739	121,537
90	大惣川	6,120,337	0	1,003,913	124,065	0
91	日野川	58,198,672	1,748,934	10,048,426	112,427,075	1,671,515
92	家棟川 b	21,127,542	81,620	5,237,462	8,703,829	197,326
93	幸津川	3,878,616	27,242	561,910	183,940	11,946
94	立田川	2,625,335	0	365,759	44,820	23,395
95	野洲川	77,014,905	6,279,922	14,241,304	245,243,780	2,600,965
96	法竜川	3,069,865	8,412	616,580	43,527	0
97	天神川 b	5,162,607	6,149	1,122,651	51,964	0
98	守山川	4,139,233	11,025	1,431,391	19,353	0
99	金森川	842,973	0	80,611	24,590	0
100	山賀川	1,171,032	0	201,645	8,837	0
101	堺川	8,204,819	34,702	2,426,749	131,189	0
102	中ノ井川	6,982,651	12,117	2,173,330	140,576	39,178
103	葉山川	2,740,277	0	984,172	2,791,242	127,528
104	伊佐々川	3,700,592	52,135	2,250,206	28,723	160,730
105	草津川	6,377,138	255,223	1,199,183	23,384,538	125,138
106	山寺川	469,872	0	109,219	19,937	0
107	伯母川	3,216,870	54,676	667,935	1,523,983	47,504
108	北川 b	600,957	42,313	243,937	769,296	159,312
109	十禅寺川	900,438	65,522	139,418	491,598	60,184
110	狼川	524,798	341,393	161,176	2,126,544	252,377
111	長沢川	459,937	581	501,439	650,723	96,447
112	琵琶湖	0	0	0	0	672,104,566
113	余呉湖	0	0	0	0	1,726,997
114	湖岸(知内-大浦)	1,585,303	93,703	242,875	11,247,676	24,484
115	湖岸(生来-知内)	0	5,672	23,223	16,262	0
116	湖岸(境-百瀬)	2,950,277	459,316	436,122	1,207,614	4,719
117	湖岸(金丸-安曇)	885,716	26,389	262,121	53,935	0
118	湖岸(丹出-和迹)	524,153	0	95,840	1,984	0
119	湖岸(和迹-喜撰)	741,556	0	347,577	33,068	0
120	湖岸(雄琴-御呂戸)	162,176	0	93,085	132,351	0
121	湖岸(大正寺-雄琴)	291,995	0	359,557	163,292	0
122	湖岸(高橋-大正寺)	246,154	0	7,842	0	0
123	湖岸(足洗-高橋)	88,897	0	59,958	37,090	0
124	湖岸(大宮-足洗)	312,367	0	148,119	11,927	0
125	湖岸(藤ノ木-大宮)	301,180	0	45,188	0	0
126	湖岸(四ッ谷-藤ノ木)	343,846	0	204,964	54,404	0
127	湖岸(際-四ッ谷)	824,713	4,480	630,157	1,036,579	0
128	湖岸(長沢-瀬田)	929,975	0	369,785	814,428	31,786
129	湖岸(狼-長沢)	245,285	10,123	89,317	496,146	100,402
130	湖岸(十禅寺-狼)	414,952	0	174,880	5,870	34,944
131	湖岸(北川-十禅寺)	1,771,391	0	407,930	50,499	32,462
132	湖岸(伯母-北川)	2,058,352	0	535,433	160,243	44,429
133	湖岸(山寺-伯母)	144,242	0	57,454	0	0
134	湖岸(草津-山寺)	2,462,402	0	957,394	12,987	149,251
135	湖岸(伊佐々-草津)	222,889	0	0	0	0
136	湖岸(葉山-伊佐々)	330,741	0	44,555	0	0
137	湖岸(中ノ井-葉山)	252,081	0	0	0	186,008
138	湖岸(堺-中ノ井)	624,432	0	104,975	0	0
139	湖岸(守山-金森)	24,360	0	0	0	0
140	湖岸(天神-守山)	13,436	0	0	0	0

表 G-2 流域別土地利用面積 [㎡] (昭和 43 年)[その 3]

No	流域名	田	畑	建物用地	森林	内水地
141	湖岸(法竜-天神)	197,258	0	0	0	0
142	湖岸(金森-山賀)	218,958	0	1,624	0	0
143	湖岸(山賀-堺)	2,127,081	0	164,221	24,015	141,514
144	湖岸(野洲-法竜)	2,375,489	0	445,581	19,913	184,574
145	湖岸(立田-野洲)	571,731	0	2,068	13,725	0
146	湖岸(野洲-幸津)	2,138,440	0	274,738	62,779	61,002
147	湖岸(家棟-野洲)	2,899,089	2,280	327,570	122,193	79,018
148	湖岸(日野-家棟)	2,260,991	0	79,438	168,229	33,723
149	湖岸(白鳥-大惣)	591,258	0	53,658	0	89,805
150	湖岸(大惣-日野)	7,346,088	0	765,502	477,829	22,170
151	湖岸(長命寺-八幡)	1,947,766	7,604	324,867	1,545,549	0
152	湖岸(不飲-愛知)	3,661,286	556,194	566,521	69,906	11,659
153	湖岸(文禄-不飲)	2,527,977	82,291	376,446	45,809	101,737
154	湖岸(宇曾-文禄)	1,660,517	72,912	127,625	694,180	282,264
155	湖岸(犬上-江面)	0	63,949	74,568	23,478	0
156	湖岸(野瀬-犬上)	0	45,141	30,407	36,263	0
157	湖岸(平田-野瀬)	0	13,481	55,579	0	0
158	湖岸(芹-平田)	0	21,862	19,334	0	0
159	湖岸(矢倉-芹)	1,376,841	146,880	3,298,098	1,172,356	276,693
160	湖岸(天野-矢倉)	5,056,092	516,990	927,180	1,505,148	15,503
161	湖岸(ひわだ-天野)	1,332,943	102,544	205,411	1,288	27,490
162	湖岸(中-姉)	1,530,366	413,536	377,295	10,728	0
163	湖岸(丁野-中)	963,369	164,423	136,200	10,210	22,779
164	湖岸(米川-深町川)	3,663,251	258,170	701,453	2,302,089	2,097
165	湖岸(余呉-丁野)	870,416	188,291	165,797	846	0
166	湖岸(大坪-余呉)	648,176	61,242	191,294	5,052,632	63,281
167	湖岸(大浦-岩熊)	117,399	53,358	158,006	10,358,138	0
168	湖岸(石田-境)	9,970	1,699	1,048	69,410	0
169	湖岸(今津-石田)	6,392	0	85,789	7,712	0
170	湖岸(天川-今津)	292,483	0	574,495	83,653	29,883
171	湖岸(波布谷-天)	122,389	0	26,030	27,127	101,199
172	湖岸(今-波布谷)	23,818	2,948	9,521	4,400	0
173	湖岸(林昭寺-今)	96,527	0	21,699	24,528	0
174	湖岸(田井-林昭寺)	16,998	0	0	7,022	0
175	湖岸(安曇-田井)	8,361,934	404,842	1,650,238	1,172,379	42,559
176	湖岸(青井-金丸)	82,531	33,436	62,237	0	173,365
177	湖岸(鴨-青井)	2	160,038	3,683	55,197	0
178	湖岸(鯉-鴨)	1,404,629	44,769	150,867	63,941	0
179	湖岸(和田打-鯉)	174,829	7,324	55,015	12,169	0
180	湖岸(瀬戸-和田打)	197,358	16,391	131,387	10,215	0
181	湖岸(鵜-瀬戸)	801,117	0	139,428	5,160,622	100,094
182	湖岸(北-鵜)	214,445	0	34,434	982,699	0
183	湖岸(滝-北)	106,589	0	80,590	91,522	0
184	湖岸(大同-滝)	363,761	0	14,890	560,760	0
185	湖岸(家棟-大同)	94,116	0	0	72,483	0
186	湖岸(比良-大同)	726,724	26,445	114,333	1,673,212	63,911
187	湖岸(大谷-比良)	1,514,136	0	341,811	1,596,647	0
188	湖岸(大-大谷)	216,042	4,320	89,959	200,489	0
189	湖岸(木戸-大)	38,400	0	56,621	5,112	0
190	湖岸(野離子-木戸)	106,131	0	17,436	178,771	0
191	湖岸(天-野離子)	51,803	18,969	39,169	5,728	0
192	湖岸(生-天)	100,153	32,753	50,772	18,870	0
193	湖岸(天神-真野)	1,670,846	0	1,214,275	488,246	144,866
194	湖岸(御呂戸-天神)	399,274	0	62,928	78,337	0
195	湖岸(不動-柳)	68,608	0	112,205	0	0
196	湖岸(熊野-不動)	502	0	177,459	269,621	0
197	湖岸(姉-川道)	2,284,871	1,146,173	576,526	56,588	9,370
198	湖岸(川道-米)	3,025,515	387,157	1,351,535	35,552	0
199	湖岸(喜撰-真光寺)	649,651	3,584	81,686	219,664	0
200	湖岸(真野-丹出)	781,101	0	288,453	443,073	6,124
201	湖岸(瀬田-盛越)	0	0	9,635	0	0
202	湖岸(大津市街沿い)	4,003	0	1,973,005	12,265	0
203	湖岸(愛知-長命寺)	1,099,427	69,136	225,822	3,842	0
204	湖岸(長命寺-長命寺)	997,613	0	81,539	4,695,268	0
205	湖岸(沖島)	0	9,098	86,711	1,299,425	0
合計		683,437,861	36,516,149	156,700,763	1,904,611,232	689,868,821

表 G-3 流域別人口、下水処理形態別人口 [人] (平成7年)[その1]

No	流域名	総人口	流域水洗	単独水洗	特環水洗	農村水洗	合併処理	小型合併	単独処理	計画収集	自家処理
1	兵田川	3,644	0	3,418	0	0	0	0	0	223	3
2	盛越川	4,832	0	4,641	0	0	0	0	1	188	2
3	篠津川	6,135	0	5,901	0	0	0	0	1	232	2
4	相模川	4,230	0	3,905	0	0	0	0	2	319	3
5	常世川	5,705	0	5,344	0	0	0	0	1	356	4
6	吾妻川	11,151	0	10,649	0	0	0	0	2	496	4
7	熊野川	6,515	0	6,308	0	0	0	0	1	204	2
8	不動川	5,079	0	4,738	0	0	0	0	2	337	3
9	柳川	3,029	0	2,627	0	0	0	0	2	396	4
10	際川	6,549	342	3,861	0	0	0	352	469	1,499	25
11	四ッ谷川	1,183	609	0	0	0	0	118	157	292	7
12	藤ノ木川	4,268	2,815	0	0	0	0	298	396	741	18
13	大宮川	3,387	2,550	0	0	0	0	172	229	425	11
14	足洗川	3,081	2,475	0	0	0	0	126	165	308	8
15	高橋川	2,552	1,702	0	0	0	0	175	232	432	10
16	大正寺川	1,138	898	0	0	0	0	49	67	121	3
17	雄琴川	3,310	2,025	0	0	0	0	264	352	654	15
18	御呂戸川	9,395	6,438	0	0	0	0	609	807	1,506	35
19	天神川 a	4,427	633	0	0	0	0	781	1,036	1,933	45
20	真野川	9,089	3,840	0	0	0	0	1,081	1,435	2,669	64
21	丹出川	5,369	5,206	0	0	0	0	12	35	115	2
22	和迹川	2,948	548	0	0	0	0	459	680	1,224	38
23	喜撰川	1,074	51	0	0	0	0	225	534	151	113
24	真光寺川	109	0	0	0	0	0	18	12	77	2
25	生川	73	0	0	0	0	0	7	16	38	12
26	天川 a	377	0	0	0	0	0	24	60	204	89
27	八屋戸川	266	0	0	0	0	0	22	64	145	35
28	野離子川	147	0	0	0	0	0	12	37	80	19
29	木戸川	369	119	0	0	0	0	13	51	183	3
30	大川 a	341	101	0	0	0	0	15	54	170	1
31	大谷川	154	11	0	0	0	0	11	33	92	8
32	比良川	79	0	0	0	0	0	6	19	45	8
33	家棟川 a	545	0	0	145	0	0	21	78	276	26
34	大同川 a	76	0	0	20	0	0	3	11	38	3
35	滝川	159	0	0	3	0	0	11	36	95	14
36	北川 a	302	0	0	0	0	0	21	70	183	27
37	鵜川	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	瀬戸川	170	0	0	0	0	0	10	50	63	48
39	小田川	272	0	0	0	0	0	10	76	109	78
40	和田打川	1,387	0	0	0	54	0	63	269	621	380
41	鯉川	813	0	0	0	0	0	47	178	369	220
42	鴨川	2,456	0	0	0	625	0	342	382	711	396
43	青井川	7,880	0	0	0	0	0	463	1,429	4,892	1,096
44	金丸川	467	0	0	0	0	0	4	4	367	92
45	安曇川	6,867	0	0	0	0	0	197	665	3,138	2,867
46	田井川	2,201	0	0	0	235	0	254	481	839	392
47	林昭寺川	453	0	0	0	125	0	69	43	145	72
48	今川	73	0	0	0	0	0	2	12	41	18
49	波布谷川	52	0	0	0	0	0	2	6	28	15
50	庄界川	626	0	0	0	0	0	591	35	0	0
51	天川 b	1,171	0	0	0	0	0	1,055	101	15	0
52	今津川	3,067	0	0	0	0	0	244	633	1,644	546
53	石田川	2,066	0	0	0	255	0	121	104	828	758
54	境川	1,851	0	0	0	423	0	364	61	442	561
55	百瀬川	34	0	0	0	0	0	0	3	17	14
56	生来川	1,694	0	0	0	1,368	0	19	146	90	71
57	知内川	1,757	0	0	0	1,312	0	57	42	213	134
58	大浦川	1,759	0	0	0	1,265	0	5	31	408	49
59	岩熊川	373	0	0	0	150	0	0	6	195	22
60	大川 b	1,107	0	0	0	0	0	0	36	962	109
61	大坪川	653	0	0	0	241	0	8	32	332	40
62	余呉川	21,317	0	0	0	2,893	11	296	2,198	13,909	2,010
63	丁野川	5,074	0	0	0	2,711	39	0	187	1,861	276
64	中川	1,197	0	0	0	905	0	0	0	282	10
65	田川	13,350	0	0	0	1,654	80	25	1,246	7,579	2,766
66	姉川	17,272	0	0	0	1,315	14	905	1,361	11,071	2,605
67	川道川	5,999	181	0	0	144	0	614	1,395	3,215	449
68	米川	12,084	3,325	0	0	5	20	646	2,091	5,680	316
69	十一川	18,276	2,445	0	0	0	27	1,451	4,055	9,415	883
70	薬師堂川	2,197	0	0	0	176	0	27	198	1,352	444

表 G-3 流域別人口、下水処理形態別人口 [人] (平成7年)[その2]

No	流域名	総人口	流域水洗	単独水洗	特環水洗	農村水洗	合併処理	小型合併	単独処理	計画収集	自家処理
71	深町川	1,308	0	0	0	0	0	26	130	801	351
72	土川	2,616	0	0	0	0	0	731	40	1,420	426
73	びわだ川	1,436	157	0	0	0	0	223	11	875	170
74	天野川	25,070	0	0	0	428	437	849	2,951	18,120	2,286
75	矢倉川	4,745	479	0	0	0	54	210	753	2,843	405
76	芹川	8,507	951	0	0	0	1	851	1,644	4,102	957
77	平田川	18,430	1,723	0	0	0	108	1,251	6,402	8,488	459
78	野瀬川	10,411	921	0	0	0	114	1,212	3,155	4,907	103
79	犬上川	13,879	270	0	0	0	29	655	2,152	8,058	2,715
80	江面川	15,529	221	0	0	0	19	4,605	1,962	7,367	1,355
81	安食川	4,143	0	0	0	0	0	1,425	431	1,953	334
82	宇曾川	38,799	0	0	0	7,078	67	1,121	4,559	19,126	6,846
83	文禄川	5,495	0	0	0	0	0	327	672	3,723	773
84	不飲川	4,430	0	0	0	1,084	0	369	641	1,928	409
85	愛知川	11,279	0	0	0	3,919	2	170	198	2,770	4,220
86	大同川 b	24,462	2,380	0	0	465	412	1,291	2,802	14,705	2,406
87	長命寺川	88,037	16,151	0	0	6,089	2,207	9,323	4,512	45,165	4,591
88	八幡川	5,168	1,661	0	0	0	84	588	307	2,528	0
89	白鳥川	18,515	1,321	0	0	108	1,980	2,258	1,443	11,214	190
90	大惣川	8,574	9	0	0	0	704	3,658	207	3,996	0
91	日野川	63,325	4,867	0	0	4,907	1,121	10,095	6,290	32,959	3,085
92	家棟川 b	37,787	24,736	0	0	1,049	115	294	1,377	8,476	1,739
93	幸津川	2,343	0	0	0	1,096	0	9	119	849	270
94	立田川	1,821	0	0	0	45	0	13	296	1,083	384
95	野洲川	121,214	18,179	0	0	6,478	5,196	11,755	23,240	47,636	8,731
96	法竜川	3,172	25	0	0	0	36	308	530	1,736	537
97	天神川 b	10,644	3,305	0	0	0	162	1,207	1,609	3,455	907
98	守山川	14,695	9,449	0	0	5	1,045	147	1,106	2,448	495
99	金森川	622	0	0	0	245	3	0	127	165	80
100	山賀川	1,848	131	0	0	2	45	146	327	1,018	180
101	堺川	26,493	15,926	0	0	1,482	823	681	2,738	4,368	474
102	中ノ井川	21,052	9,522	0	0	482	358	1,193	5,206	4,260	32
103	葉山川	12,117	8,517	0	0	0	2	109	1,246	2,244	0
104	伊佐々川	34,892	26,827	0	0	0	295	268	3,700	3,803	0
105	草津川	14,739	1,906	0	0	993	4	5,004	2,742	3,994	95
106	山寺川	873	60	0	0	0	3	26	213	560	12
107	伯母川	16,666	9,688	0	0	27	225	1,076	2,295	3,333	23
108	北川 b	5,290	906	0	0	0	393	373	715	2,904	0
109	十禅寺川	2,944	1,129	0	0	0	685	396	708	25	0
110	狼川	16,167	4,145	0	0	0	1,046	4,294	3,916	2,761	6
111	長沢川	11,283	8,732	0	0	0	0	535	733	1,252	31
112	琵琶湖	4,220	724	1,899	12	53	15	222	323	881	92
113	余呉湖	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
114	湖岸(知内-大浦)	1,475	0	0	0	9	0	281	100	640	446
115	湖岸(生来-知内)	105	0	0	0	0	0	0	8	54	43
116	湖岸(境-百瀬)	1,918	0	0	0	985	0	128	93	330	382
117	湖岸(金丸-安曇)	1,813	0	0	0	0	0	106	88	1,395	225
118	湖岸(丹出-和迺)	409	116	0	0	0	0	12	51	227	4
119	湖岸(和迺-喜撰)	2,796	1,411	0	0	0	0	153	443	733	55
120	湖岸(雄琴-御呂戸)	1,486	492	0	0	0	0	205	271	506	11
121	湖岸(大正寺-雄琴)	3,991	3,148	0	0	0	0	173	231	428	10
122	湖岸(高橋-大正寺)	86	9	0	0	0	0	16	21	39	1
123	湖岸(足洗-高橋)	556	421	0	0	0	0	27	38	68	1
124	湖岸(大宮-足洗)	1,670	1,317	0	0	0	0	73	98	179	4
125	湖岸(藤ノ木-大宮)	1,418	1,086	0	0	0	0	68	91	170	4
126	湖岸(四ッ谷-藤ノ木)	1,676	925	0	0	0	0	155	205	383	9
127	湖岸(際-四ッ谷)	9,090	6,108	0	0	0	0	613	815	1,518	35
128	湖岸(長沢-瀬田)	10,762	8,254	0	0	0	0	526	723	1,230	30
129	湖岸(狼-長沢)	6,433	4,627	0	0	0	0	376	489	920	20
130	湖岸(十禅寺-狼)	880	816	0	0	0	22	3	1	38	0
131	湖岸(北川-十禅寺)	6,666	5,444	0	0	0	258	67	756	140	0
132	湖岸(伯母-北川)	7,690	2,736	0	0	0	49	328	1,426	3,141	10
133	湖岸(山寺-伯母)	48	0	0	0	0	0	1	9	37	1
134	湖岸(草津-山寺)	10,724	5,325	0	0	0	11	165	2,033	3,144	45
135	湖岸(伊佐々-草津)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
136	湖岸(葉山-伊佐々)	487	22	0	0	0	0	16	80	368	0
137	湖岸(中ノ井-葉山)	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
138	湖岸(堺-中ノ井)	875	0	0	0	519	96	5	54	187	14
139	湖岸(守山-金森)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
140	湖岸(天神-守山)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 G-3 流域別人口、下水処理形態別人口 [人] (平成7年)[その3]

No	流域名	総人口	流域水洗	単独水洗	特環水洗	農村水洗	合併処理	小型合併	単独処理	計画収集	自家処理
141	湖岸(法竜-天神)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
142	湖岸(金森-山賀)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
143	湖岸(山賀-堺)	1,009	0	0	0	135	0	230	199	373	71
144	湖岸(野洲-法竜)	5,738	0	0	0	0	0	3,554	422	1,425	337
145	湖岸(立田-野洲)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
146	湖岸(野洲-幸津)	780	0	0	0	267	0	0	54	414	46
147	湖岸(家棟-野洲)	2,143	77	0	0	1,883	0	0	11	160	13
148	湖岸(日野-家棟)	457	0	0	0	0	0	21	13	423	0
149	湖岸(白鳥-大惣)	204	0	0	0	0	0	19	1	184	0
150	湖岸(大惣-日野)	5,955	121	0	0	0	0	1,985	349	3,500	0
151	湖岸(長命寺-八幡)	2,306	188	0	0	0	0	86	51	1,981	0
152	湖岸(不飲-愛知)	2,829	0	0	0	2,135	0	15	80	494	104
153	湖岸(文祿-不飲)	1,373	0	0	0	196	0	85	160	722	211
154	湖岸(宇曾-文祿)	828	0	0	0	0	0	0	65	593	170
155	湖岸(犬上-江面)	538	207	0	0	0	3	26	150	153	0
156	湖岸(野瀬-犬上)	601	91	0	0	0	9	18	84	399	0
157	湖岸(平田-野瀬)	787	87	0	0	0	2	36	285	357	20
158	湖岸(芹-平田)	412	46	0	0	0	0	20	149	187	10
159	湖岸(矢倉-芹)	23,125	9,430	0	0	0	408	651	3,708	8,799	129
160	湖岸(天野-矢倉)	6,959	1,080	0	0	0	271	836	1,628	2,854	290
161	湖岸(ひわだ-天野)	1,238	749	0	0	0	0	0	0	410	79
162	湖岸(中-姉)	1,596	0	0	0	1,287	0	0	2	293	14
163	湖岸(丁野-中)	530	0	0	0	417	0	0	0	111	2
164	湖岸(米川-深町川)	3,729	146	0	0	431	346	112	424	1,536	734
165	湖岸(余呉-丁野)	567	0	0	0	355	0	0	0	181	31
166	湖岸(大坪-余呉)	750	0	0	0	274	0	3	36	386	51
167	湖岸(大浦-岩熊)	879	0	0	0	0	0	9	31	751	89
168	湖岸(石田-境)	21	0	0	0	0	0	1	2	13	6
169	湖岸(今津-石田)	386	0	0	0	0	0	5	4	328	49
170	湖岸(天川-今津)	2,862	0	0	0	0	252	24	788	1,796	2
171	湖岸(波布谷-天)	488	0	0	0	0	0	4	133	328	23
172	湖岸(今-波布谷)	139	0	0	0	0	0	6	17	76	39
173	湖岸(林昭寺-今)	94	0	0	0	0	0	3	14	53	24
174	湖岸(田井-林昭寺)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
175	湖岸(安曇-田井)	7,394	0	0	0	157	0	913	815	3,626	1,883
176	湖岸(青井-金丸)	474	0	0	0	0	0	7	34	346	87
177	湖岸(鴨-青井)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
178	湖岸(鯉-鴨)	660	0	0	0	0	0	56	187	284	132
179	湖岸(和田打-鯉)	120	0	0	0	0	0	13	25	59	23
180	湖岸(瀬戸-和田打)	366	0	0	0	0	0	25	107	131	103
181	湖岸(鵜-瀬戸)	870	0	0	0	0	0	36	249	335	249
182	湖岸(北-鵜)	105	0	0	0	0	0	5	25	67	9
183	湖岸(滝-北)	597	0	0	0	0	0	42	140	362	53
184	湖岸(大同-滝)	92	0	0	25	0	0	4	13	46	4
185	湖岸(家棟-大同)	128	0	0	34	0	0	5	18	65	6
186	湖岸(比良-大同)	555	0	0	145	0	0	20	78	286	25
187	湖岸(大谷-比良)	1,982	0	0	0	0	0	149	455	1,147	231
188	湖岸(大-大谷)	396	65	0	0	0	0	33	96	203	0
189	湖岸(木戸-大)	196	64	0	0	0	0	7	27	97	1
190	湖岸(野離子-木戸)	104	0	0	0	0	0	8	25	57	14
191	湖岸(天-野離子)	93	0	0	0	0	0	7	25	51	11
192	湖岸(生-天)	231	0	0	0	0	0	19	45	124	43
193	湖岸(天神-真野)	12,166	8,717	0	0	0	0	710	945	1,755	40
194	湖岸(御呂戸-天神)	1,740	620	0	0	0	0	231	306	569	14
195	湖岸(不動-柳)	2,835	0	2,642	0	0	0	0	1	191	2
196	湖岸(熊野-不動)	1,064	0	1,030	0	0	0	0	0	33	0
197	湖岸(姉-川道)	3,028	617	0	0	1,319	0	0	83	829	179
198	湖岸(川道-米)	11,826	2,803	0	0	0	135	1,119	2,405	5,144	220
199	湖岸(喜撰-真光寺)	1,007	3	0	0	0	0	118	237	545	105
200	湖岸(真野-丹出)	5,576	4,007	0	0	0	0	322	429	797	21
201	湖岸(瀬田-盛越)	109	0	106	0	0	0	0	0	3	0
202	湖岸(大津市街沿い)	17,933	0	17,364	0	0	0	0	2	561	6
203	湖岸(愛知-長命寺)	944	0	0	0	0	0	6	190	400	349
204	湖岸(長命寺-長命寺)	473	0	0	0	230	62	10	33	137	0
205	湖岸(沖島)	578	0	0	578	0	0	0	0	0	0
合計		1,198,166	282,704	74,432	963	62,492	19,905	97,194	143,209	444,989	72,278

表G-4 流域別人口、下水処理形態別人口 [人] (昭和43年)

No	流域名	総人口	計画収集	自家処理	No	流域名	総人口	計画収集	自家処理	No	流域名	総人口	計画収集	自家処理
1	兵田川	2,006	1,051	955	71	深町川	1,666	616	1,050	141	湖岸(法竜-天神)	0	0	0
2	盛越川	2,083	1,091	992	72	土川	1,379	430	949	142	湖岸(金森-山賀)	11	6	5
3	森津川	2,048	1,073	975	73	びわだ川	1,053	0	1,053	143	湖岸(山賀-堺)	846	464	381
4	相模川	1,212	635	577	74	天野川	24,012	0	24,012	144	湖岸(野洲-法竜)	2,221	1,219	1,002
5	常世川	3,124	1,637	1,487	75	矢倉川	3,562	2,443	1,120	145	湖岸(立田-野洲)	13	7	6
6	吾妻川	18,136	9,502	8,634	76	芹川	7,794	3,546	4,249	146	湖岸(野洲-幸津)	1,288	707	581
7	熊野川	13,486	7,066	6,420	77	平田川	6,701	4,595	2,106	147	湖岸(家棟-野洲)	1,363	748	615
8	不動川	1,071	561	510	78	野瀬川	4,827	3,310	1,517	148	湖岸(日野-家棟)	401	165	236
9	柳川	2,123	1,112	1,011	79	大上川	14,195	3,686	10,510	149	湖岸(白鳥-大惣)	228	94	135
10	際川	5,515	2,889	2,625	80	江面川	10,164	6,314	3,849	150	湖岸(大惣-日野)	3,903	1,603	2,300
11	四ッ谷川	230	120	109	81	安食川	2,388	1,637	750	151	湖岸(長命寺-八幡)	1,600	657	943
12	藤ノ木川	4,189	2,195	1,994	82	宇曾川	37,170	1,366	35,804	152	湖岸(不飲-愛知)	2,580	1,769	811
13	大宮川	1,813	950	863	83	文様川	3,511	2,408	1,104	153	湖岸(文様-不飲)	1,715	1,176	539
14	足洗川	99	52	47	84	不飲川	4,574	1,698	2,876	154	湖岸(宇曾-文様)	842	578	265
15	高橋川	0	0	0	85	愛知川	11,513	38	11,476	155	湖岸(大上-江面)	330	226	104
16	大正寺川	2,515	1,318	1,197	86	大同川 b	15,487	0	15,487	156	湖岸(野瀬-大上)	144	99	45
17	雄琴川	4,517	2,367	2,150	87	家棟寺川	60,076	6,325	53,751	157	湖岸(平田-野瀬)	436	299	137
18	御呂川	27	14	13	88	八幡川	9,943	4,083	5,860	158	湖岸(芹-平田)	111	76	35
19	天神川 a	3,534	1,852	1,683	89	白鳥川	9,567	2,342	7,225	159	湖岸(矢倉-芹)	26,058	17,868	8,190
20	真野川	2,551	1,336	1,214	90	大惣川	4,398	1,806	2,592	160	湖岸(今-矢倉)	2,320	12	2,308
21	丹出川	397	0	397	91	日野川	40,893	2,005	38,888	161	湖岸(ひわだ-天野)	1,299	0	1,299
22	和近川	1,721	686	1,035	92	家棟川 b	21,865	12,003	9,863	162	湖岸(中-姉)	1,719	0	1,719
23	喜模川	432	0	432	93	幸津川	2,490	1,367	1,123	163	湖岸(丁野-中)	525	0	525
24	真光寺川	67	0	67	94	立田川	1,863	1,023	841	164	湖岸(米川-深町川)	3,947	2,088	1,858
25	生川	165	0	165	95	野洲川	72,360	30,442	41,918	165	湖岸(奈良-丁野)	583	0	583
26	天川 a	93	0	93	96	法竜川	2,488	1,366	1,122	166	湖岸(大坪-奈良)	854	0	854
27	八屋戸川	233	0	233	97	天神川 b	4,774	2,621	2,154	167	湖岸(大浦-岩熊)	888	0	888
28	野離子川	1	0	1	98	守山川	6,539	3,589	2,949	168	湖岸(石田-堺)	5	2	3
29	木戸川	324	0	324	99	金森川	532	292	240	169	湖岸(今津-石田)	808	292	516
30	大川 a	7	0	7	100	山賀川	1,140	626	514	170	湖岸(天川-今津)	3,807	1,376	2,432
31	大谷川	14	0	14	101	堺川	13,586	7,458	6,128	171	湖岸(波布谷-天)	61	22	39
32	比良川	0	0	0	102	中ノ井川	9,040	4,963	4,078	172	湖岸(今-波布谷)	37	13	24
33	家棟川 a	579	0	579	103	葉山川	3,388	1,860	1,528	173	湖岸(林昭寺-今)	85	31	54
34	大同川 a	0	0	0	104	伊佐々川	12,954	7,111	5,843	174	湖岸(田井-林昭寺)	0	0	0
35	滝川	1	0	1	105	草津川	8,978	4,903	4,075	175	湖岸(安曇-田井)	7,142	2,580	4,561
36	北川 a	461	0	461	106	山寺川	627	344	283	176	湖岸(青井-金丸)	411	149	263
37	鶴川	15	0	15	107	伯母川	3,073	1,685	1,387	177	湖岸(鴨-青井)	27	10	17
38	瀬戸川	395	143	252	108	北川 b	804	441	363	178	湖岸(鈴-鴨)	555	201	355
39	小田川	352	127	225	109	十禅寺川	1,597	877	721	179	湖岸(和田打-鈴)	205	74	131
40	和田打川	953	344	608	110	狼川	115	63	52	180	湖岸(瀬戸-和田打)	644	233	411
41	鮎川	678	245	433	111	長沢川	0	0	0	181	湖岸(鶴-瀬戸)	760	275	485
42	鴨川	2,000	723	1,278	112	琵琶湖	0	0	0	182	湖岸(北-鶴)	181	0	181
43	青井川	5,585	2,018	3,567	113	余呉湖	0	0	0	183	湖岸(滝-北)	470	0	470
44	金丸川	830	300	530	114	湖岸(知内-大浦)	1,740	601	1,139	184	湖岸(大同-滝)	87	0	87
45	安曇川	7,867	2,973	4,894	115	湖岸(生来-知内)	85	31	54	185	湖岸(家棟-大同)	0	0	0
46	田井川	1,485	537	949	116	湖岸(境-百瀬)	1,712	619	1,094	186	湖岸(比良-大同)	457	0	457
47	林昭寺川	453	164	289	117	湖岸(金丸-安曇)	1,164	421	744	187	湖岸(大谷-比良)	1,613	0	1,613
48	今川	67	24	43	118	湖岸(丹出-和近)	310	0	310	188	湖岸(大-大谷)	282	0	282
49	波布谷川	57	21	36	119	湖岸(和近-喜模)	1,594	0	1,594	189	湖岸(木戸-大)	238	0	238
50	庄界川	0	0	0	120	湖岸(雄琴-御呂戸)	230	120	109	190	湖岸(野離子-木戸)	73	0	73
51	天川 b	182	66	116	121	湖岸(大正寺-雄琴)	1,236	647	588	191	湖岸(天-野離子)	104	0	104
52	今津川	1,515	547	968	122	湖岸(高橋-大正寺)	40	21	19	192	湖岸(生-天)	348	0	348
53	石田川	2,349	849	1,500	123	湖岸(足洗-高橋)	231	121	110	193	湖岸(天神-真野)	6,600	3,458	3,142
54	境川	2,037	736	1,301	124	湖岸(大宮-足洗)	314	164	149	194	湖岸(御呂戸-天神)	92	48	44
55	百瀬川	72	26	46	125	湖岸(藤ノ木-大宮)	756	396	360	195	湖岸(不動-柳)	227	119	108
56	生来川	1,891	683	1,208	126	湖岸(四ッ谷-藤ノ木)	1,103	578	525	196	湖岸(熊野-不動)	504	264	240
57	知内川	2,100	759	1,341	127	湖岸(際-四ッ谷)	3,456	1,811	1,645	197	湖岸(姉-川道)	2,666	0	2,666
58	大浦川	1,921	0	1,921	128	湖岸(長沢-瀬田)	0	0	0	198	湖岸(川道-米)	9,264	4,628	4,637
59	岩熊川	403	0	403	129	湖岸(狼-長沢)	0	0	0	199	湖岸(喜模-真光寺)	430	0	430
60	大川 b	994	0	994	130	湖岸(十禅寺-狼)	1,084	595	489	200	湖岸(真野-丹出)	998	523	475
61	大坪川	666	0	666	131	湖岸(北川-十禅寺)	4,378	2,403	1,975	201	湖岸(瀬田-盛越)	0	0	0
62	奈良川	20,348	0	20,348	132	湖岸(伯母-北川)	4,113	2,258	1,855	202	湖岸(大津市街沿い)	19,621	10,280	9,341
63	丁野川	4,542	0	4,542	133	湖岸(山寺-伯母)	264	145	119	203	湖岸(愛知-長命寺)	991	0	991
64	中川	1,073	0	1,073	134	湖岸(草津-山寺)	9,516	5,224	4,292	204	湖岸(長命寺-長命寺)	372	111	261
65	田川	12,726	0	12,726	135	湖岸(伊佐々-草津)	0	0	0	205	湖岸(沖島)	672	276	396
66	姉川	18,094	630	17,464	136	湖岸(葉山-伊佐々)	248	136	112					
67	川道川	4,228	2,154	2,074	137	湖岸(中ノ井-葉山)	0	0	0					
68	米川	15,724	8,320	7,404	138	湖岸(堺-中ノ井)	576	316	260					
69	十一川	12,813	6,780	6,033	139	湖岸(守山-金森)	0	0	0					
70	業師堂川	2,056	1,088	968	140	湖岸(天神-守山)	0	0	0					
合計												795,540	270,873	524,667

表 G-5 流域別畜産頭数 [頭] (平成 8 年)

No	流域名	採卵鶏	豚	肉用牛	乳用牛
1	兵田川	0	0	0	0
2	盛越川	0	0	0	0
3	篠津川	0	0	0	0
4	相模川	0	0	0	0
5	常世川	0	0	0	0
6	吾妻川	0	0	0	0
7	熊野川	0	0	0	0
8	不動川	0	0	0	0
9	柳川	0	0	2	1
10	鷲川	0	0	0	21
11	四ッ谷川	0	0	0	0
12	藤ノ木川	0	0	0	0
13	大宮川	0	0	0	17
14	足洗川	0	0	0	0
15	高橋川	0	0	0	0
16	大正寺川	0	0	0	0
17	越後川	8,000	0	3	0
18	御呂戸川	15,100	0	0	0
19	天神川 a	0	0	6	0
20	真野川	0	0	22	42
21	丹出川	0	0	0	0
22	和辻川	0	0	0	0
23	喜撰川	0	0	0	0
24	真光寺川	0	0	0	0
25	生川	0	0	0	0
26	天川 a	0	0	0	18
27	八幡戸川	0	0	0	0
28	野籠子川	0	0	0	0
29	木戸川	0	0	0	0
30	大川 a	0	0	0	0
31	大谷川	0	0	0	0
32	比良川	26,550	0	0	0
33	家棟川 a	0	0	0	26
34	大同川 a	0	0	0	0
35	滝川	0	0	0	0
36	北川 a	0	0	0	0
37	鶴川	0	0	0	0
38	瀬戸川	0	0	0	0
39	小田川	0	0	0	0
40	和田打川	0	0	0	66
41	鯉川	0	0	0	0
42	鴨川	0	0	0	0
43	青井川	59,700	0	20	151
44	金丸川	0	0	0	0
45	安曇川	3,000	40	1,623	188
46	田井川	0	0	0	0
47	林昭寺川	0	0	0	0
48	今川	0	0	0	0
49	波布谷川	0	0	0	0
50	庄界川	0	0	0	0
51	天川 b	0	0	0	0
52	今津川	0	0	21	110
53	石田川	0	0	0	113
54	境川	300	0	0	7
55	百瀬川	0	0	94	0
56	生来川	0	0	0	0
57	知内川	0	0	1	0
58	大浦川	0	0	189	0
59	岩熊川	0	0	0	0
60	大川 b	0	0	0	0
61	大坪川	0	0	0	0
62	余呉川	210	0	6	0
63	丁野川	700	0	0	0
64	中川	0	0	0	0
65	田川	0	0	1	49
66	姉川	850	0	340	0
67	川道川	0	0	0	0
68	米川	0	0	0	0
69	十一川	0	0	3	0
70	薬師堂川	0	0	0	0

No	流域名	採卵鶏	豚	肉用牛	乳用牛
71	深町川	0	0	0	0
72	土川	530	0	36	0
73	びわだ川	0	0	0	0
74	天野川	102,000	0	305	99
75	矢倉川	0	0	0	0
76	芹川	10,900	0	3	186
77	平田川	0	0	0	0
78	野瀬川	0	0	0	0
79	大上川	4,680	0	0	50
80	江面川	0	0	48	15
81	安食川	0	0	0	0
82	宇曾川	3,000	0	537	465
83	文禄川	0	0	0	12
84	不飲川	0	0	0	0
85	愛知川	6,000	174	182	481
86	大同川 b	0	0	0	187
87	長命寺川	118,138	4,414	8,246	1,019
88	八幡川	2,800	0	0	0
89	白鳥川	5,800	596	220	188
90	大惣川	15,750	1,029	0	62
91	日野川	149,236	1,041	4,164	1,768
92	家棟川 b	1,400	0	0	127
93	幸津川	7,950	0	0	0
94	立田川	0	0	0	0
95	野洲川	138,250	292	663	1,197
96	法竜川	0	0	0	0
97	天神川 b	0	0	0	0
98	守山川	0	0	0	0
99	金森川	0	0	0	0
100	山賀川	0	0	0	0
101	堺川	0	0	33	0
102	中ノ井川	0	0	0	0
103	葉山川	0	0	0	0
104	伊佐々川	360	0	7	0
105	草津川	2,400	76	45	0
106	山寺川	0	0	0	0
107	伯母川	0	0	0	0
108	北川 b	0	0	0	0
109	十権寺川	0	0	0	0
110	狼川	0	0	0	0
111	長沢川	80	0	0	0
112	琵琶湖	0	0	0	0
113	余呉湖	0	0	0	0
114	湖岸(知内-大浦)	0	0	0	0
115	湖岸(生来-知内)	0	0	0	0
116	湖岸(境-百瀬)	0	0	0	0
117	湖岸(金丸-安曇)	0	0	0	0
118	湖岸(丹出-和辻)	0	0	0	10
119	湖岸(和辻-喜撰)	0	0	0	0
120	湖岸(越後-御呂戸)	0	0	0	0
121	湖岸(大正寺-越後)	0	0	0	0
122	湖岸(高橋-大正寺)	0	0	0	0
123	湖岸(足洗-高橋)	0	0	0	0
124	湖岸(大宮-足洗)	0	0	0	0
125	湖岸(藤ノ木-大宮)	0	0	0	0
126	湖岸(四ッ谷-藤ノ木)	160	0	162	0
127	湖岸(鷲-四ッ谷)	0	0	0	0
128	湖岸(長沢-瀬田)	0	0	0	0
129	湖岸(狼-長沢)	0	0	0	0
130	湖岸(十権寺-狼)	0	0	0	0
131	湖岸(北川-十権寺)	0	0	0	0
132	湖岸(伯母-北川)	0	0	0	0
133	湖岸(山寺-伯母)	0	0	0	0
134	湖岸(草津-山寺)	230	17	24	7
135	湖岸(伊佐々-草津)	0	0	0	0
136	湖岸(葉山-伊佐々)	0	0	0	0
137	湖岸(中ノ井-葉山)	0	0	0	0
138	湖岸(堺-中ノ井)	0	0	0	0
139	湖岸(守山-金森)	0	0	0	0
140	湖岸(天神-守山)	0	0	0	0

No	流域名	採卵鶏	豚	肉用牛	乳用牛
141	湖岸(法竜-天神)	0	0	0	0
142	湖岸(金森-山賀)	0	0	0	0
143	湖岸(山賀-堺)	0	0	0	0
144	湖岸(野洲-法竜)	0	0	76	0
145	湖岸(立田-野洲)	0	0	0	0
146	湖岸(野洲-幸津)	0	0	0	0
147	湖岸(家棟-野洲)	0	0	0	0
148	湖岸(白野-家棟)	0	0	0	0
149	湖岸(白鳥-大惣)	0	0	0	0
150	湖岸(大惣-日野)	2,300	2,801	0	63
151	湖岸(長命寺-八幡)	0	0	0	0
152	湖岸(不飲-愛知)	0	0	0	0
153	湖岸(文禄-不飲)	0	0	0	0
154	湖岸(宇曾-文禄)	0	0	0	0
155	湖岸(大上-江面)	0	0	0	0
156	湖岸(野瀬-大上)	0	0	0	0
157	湖岸(平田-野瀬)	0	0	0	0
158	湖岸(芹-平田)	0	0	0	0
159	湖岸(矢倉-芹)	0	0	0	0
160	湖岸(天野-矢倉)	0	0	0	0
161	湖岸(ひわだ-天野)	0	277	0	0
162	湖岸(中-姉)	0	0	0	0
163	湖岸(丁野-中)	0	0	0	0
164	湖岸(米川-深町川)	0	0	0	0
165	湖岸(余呉-丁野)	0	0	0	0
166	湖岸(大坪-余呉)	0	0	14	37
167	湖岸(大浦-岩熊)	0	0	0	0
168	湖岸(石田-境)	0	0	0	0
169	湖岸(今津-石田)	0	0	0	0
170	湖岸(天川-今津)	0	0	0	0
171	湖岸(波布谷-天)	0	0	0	0
172	湖岸(今-波布谷)	0	0	0	0
173	湖岸(林昭寺-今)	0	0	0	0
174	湖岸(田井-林昭寺)	0	0	0	0
175	湖岸(安曇-田井)	8,400	0	0	0
176	湖岸(青井-金丸)	27,700	0	1	95
177	湖岸(鶴-青井)	0	0	0	0
178	湖岸(鯉-鶴)	0	0	0	0
179	湖岸(和田打-鯉)	0	0	0	0
180	湖岸(瀬戸-和田打)	0	0	0	0
181	湖岸(鴨-瀬戸)	0	0	0	0
182	湖岸(北-鴨)	0	0	0	0
183	湖岸(滝-北)	0	0	0	0
184	湖岸(大同-滝)	0	0	0	0
185	湖岸(家棟-大同)	0	0	0	0
186	湖岸(比良-大同)	0	0	0	0
187	湖岸(大谷-比良)	0	0	0	0
188	湖岸(大-大谷)	0	0	0	0
189	湖岸(木戸-大)	0	0	0	0
190	湖岸(野籠子-木戸)	0	0	0	0
191	湖岸(天-野籠子)	0	0	0	0
192	湖岸(生-天)	0	0	0	0
193	湖岸(天神-真野)	0	0	0	0
194	湖岸(御呂戸-天神)	0	0	0	0
195	湖岸(不動-柳)	0	35	0	0
196	湖岸(熊野-不動)	0	0	0	0
197	湖岸(姉-川道)	0	0	0	0
198	湖岸(川道-米)	0	0	0	0
199	湖岸(喜撰-真光寺)	0	0	0	0
200	湖岸(真野-丹出)	0	0	0	0
201	湖岸(瀬田-盛越)	0	0	0	0
202	湖岸(大津市街沿い)	0	0	0	0
203	湖岸(愛知-長命寺)	0	504	0	19
204	湖岸(長命寺-長命寺)	0	0	0	0
205	湖岸(沖島)	0	0	0	0

合計	722,474	11,296	17,097	6,896
----	---------	--------	--------	-------

表 G - 6 流域別畜産頭数 [頭] (昭和 45 年)

No	流域名	鶏	豚	肉用牛	乳用牛	No	流域名	鶏	豚	肉用牛	乳用牛	No	流域名	鶏	豚	肉用牛	乳用牛				
1	兵田川	0	0	0	0	71	深町川	3,148	53	1	9	141	湖岸(法竜-天神)	0	0	0	0				
2	盛越川	0	0	0	0	72	土川	1,701	38	0	4	142	湖岸(金森-山賀)	0	0	0	0				
3	篠津川	0	0	0	0	73	びわだ川	708	22	0	1	143	湖岸(山賀-堺)	0	0	0	0				
4	相模川	0	0	0	0	74	天野川	25,122	374	22	176	144	湖岸(野洲-法竜)	0	0	0	0				
5	常世川	0	0	0	0	75	矢倉川	5,147	107	3	35	145	湖岸(立田-野洲)	0	0	0	0				
6	吾妻川	0	0	0	0	76	芹川	5,166	41	22	116	146	湖岸(野洲-幸津)	0	0	0	0				
7	熊野川	517	11	6	3	77	平田川	1,349	28	1	9	147	湖岸(家塚-野洲)	8,843	25	5	16				
8	不動川	0	0	0	0	78	野瀬川	2,926	61	2	20	148	湖岸(日野-家塚)	0	0	0	0				
9	柳川	0	0	0	0	79	大上川	25,011	248	152	258	149	湖岸(白鳥-大惣)	0	0	0	0				
10	鰐川	0	0	0	0	80	江面川	4,372	122	18	30	150	湖岸(大惣-日野)	0	0	0	0				
11	四ッ谷川	0	0	0	0	81	安食川	1,402	29	1	9	151	湖岸(長命寺-八幡)	12,612	465	179	89				
12	藤ノ木川	482	10	5	2	82	宇曾川	137,066	705	534	536	152	湖岸(不飲-愛知)	8,321	173	4	56				
13	大宮川	2,783	60	30	14	83	文祿川	1,013	21	1	7	153	湖岸(文祿-不飲)	1,231	26	1	8				
14	足洗川	744	16	8	4	84	不飲川	8,623	50	36	71	154	湖岸(宇曾-文祿)	1,091	23	1	7				
15	高橋川	0	0	0	0	85	愛知川	21,418	209	517	459	155	湖岸(大上-江面)	957	20	1	6				
16	大正寺川	0	0	0	0	86	大同川 b	21,431	79	81	210	156	湖岸(野瀬-大上)	675	14	0	5				
17	雄琴川	0	0	0	0	87	長命寺川	222,540	4,388	2,134	1,804	157	湖岸(平田-野瀬)	202	4	0	1				
18	御呂戸川	0	0	0	0	88	八幡川	38	1	1	0	158	湖岸(芹-平田)	327	7	0	2				
19	天神川 a	0	0	0	0	89	白鳥川	0	0	0	0	159	湖岸(矢倉-芹)	2,197	46	1	15				
20	真野川	0	0	0	0	90	大惣川	0	0	0	0	160	湖岸(天野-矢倉)	11,401	154	0	27				
21	丹出川	0	0	0	0	91	日野川	176,365	2,792	1,770	2,484	161	湖岸(ひわだ-天野)	1,801	57	0	3				
22	和志川	1,673	8	8	6	92	家塚川 b	7,033	29	21	32	162	湖岸(中-姉)	298	25	0	0				
23	喜撰川	1,954	10	10	7	93	幸津川	9,779	80	11	9	163	湖岸(丁野-中)	118	10	0	0				
24	真光寺川	0	0	0	0	94	立田川	0	0	0	0	164	湖岸(米川-深町川)	6,641	48	2	23				
25	生川	748	4	4	3	95	野洲川	199,014	1,780	499	2,072	165	湖岸(余呉-丁野)	775	0	2	0				
26	天川 a	6,022	30	30	22	96	法竜川	3,019	25	3	3	166	湖岸(大坪-余呉)	295	1	3	2				
27	八屋戸川	4,858	24	24	18	97	天神川 b	2,207	18	2	2	167	湖岸(大淵-岩熊)	150	9	18	10				
28	野離子川	0	0	0	0	98	守山川	3,958	33	4	4	168	湖岸(石田-境)	16	0	0	0				
29	木戸川	0	0	0	0	99	金森川	0	0	0	0	169	湖岸(今津-石田)	0	0	0	0				
30	大川 a	584	3	3	2	100	山賀川	0	0	0	0	170	湖岸(天川-今津)	0	0	0	0				
31	大谷川	0	0	0	0	101	堺川	5,635	82	10	5	171	湖岸(波布谷-天)	0	0	0	0				
32	比良川	0	0	0	0	102	中ノ井川	2,281	28	4	2	172	湖岸(今-波布谷)	139	1	0	0				
33	家塚川 a	140	1	1	1	103	蒙山川	0	0	0	0	173	湖岸(林昭寺-今)	0	0	0	0				
34	大同川 a	0	0	0	0	104	伊佐々川	3,031	108	10	2	174	湖岸(田井-林昭寺)	0	0	0	0				
35	滝川	0	0	0	0	105	草津川	36,339	574	147	74	175	湖岸(安曇-田井)	16,313	107	46	43				
36	北川 a	0	0	0	0	106	山寺川	0	0	0	0	176	湖岸(青井-金丸)	964	0	10	4				
37	鶴川	0	0	0	0	107	伯母川	5,510	119	59	28	177	湖岸(鴨-青井)	4,615	0	49	19				
38	瀬戸川	0	0	0	0	108	北川 b	2,460	88	8	2	178	湖岸(鯉-鴨)	1,381	1	16	11				
39	小田川	0	0	0	0	109	十権寺川	3,810	136	13	2	179	湖岸(和田打-鯉)	396	2	7	13				
40	和田打川	1,403	6	25	45	110	狼川	19,853	707	68	12	180	湖岸(瀬戸-和田打)	885	4	16	28				
41	鯉川	1,328	5	24	42	111	長沢川	59	1	1	0	181	湖岸(鯉-瀬戸)	0	0	0	0				
42	鴨川	6,845	3	78	49	112	琵琶湖	0	0	0	0	182	湖岸(北-瀬)	0	0	0	0				
43	青井川	2,712	0	29	13	113	余呉湖	0	0	0	0	183	湖岸(滝-北)	0	0	0	0				
44	金丸川	2,518	0	27	10	114	湖岸(知内-大淵)	573	0	13	2	184	湖岸(大同-滝)	0	0	0	0				
45	安曇川	32,444	400	597	135	115	湖岸(生来-知内)	35	0	1	0	185	湖岸(家塚-大同)	0	0	0	0				
46	田井川	2,139	19	0	5	116	湖岸(境-百瀬)	3,746	49	53	87	186	湖岸(比良-大同)	1,850	9	9	7				
47	林昭寺川	2,092	19	0	4	117	湖岸(金丸-安曇)	761	0	8	3	187	湖岸(大谷-比良)	0	0	0	0				
48	今川	82	1	0	0	118	湖岸(丹出-和志)	0	0	0	0	188	湖岸(大-大谷)	302	2	2	1				
49	波布谷川	864	8	0	2	119	湖岸(和志-喜撰)	0	0	0	0	189	湖岸(木戸-大)	0	0	0	0				
50	庄界川	0	0	0	0	120	湖岸(雄琴-御呂戸)	0	0	0	0	190	湖岸(野離子-木戸)	0	0	0	0				
51	天川 b	0	0	0	0	121	湖岸(大正寺-雄琴)	0	0	0	0	191	湖岸(天-野離子)	1,327	7	7	5				
52	今津川	992	18	11	30	122	湖岸(高橋-大正寺)	0	0	0	0	192	湖岸(生-天)	2,291	11	11	8				
53	石田川	4,995	88	58	150	123	湖岸(足洗-高橋)	0	0	0	0	193	湖岸(天神-真野)	0	0	0	0				
54	境川	4,227	75	49	127	124	湖岸(大宮-足洗)	0	0	0	0	194	湖岸(御呂戸-天神)	0	0	0	0				
55	百瀬川	0	0	0	0	125	湖岸(藤ノ木-大宮)	0	0	0	0	195	湖岸(不動-柳)	0	0	0	0				
56	生来川	4,655	0	99	17	126	湖岸(四ッ谷-藤ノ木)	0	0	0	0	196	湖岸(熊野-不動)	0	0	0	0				
57	知内川	1,764	0	37	7	127	湖岸(際-四ッ谷)	452	10	5	2	197	湖岸(姉-川道)	856	68	0	1				
58	大浦川	469	28	56	33	128	湖岸(長沢-瀬田)	0	0	0	0	198	湖岸(川道-米)	7,991	62	3	27				
59	岩熊川	64	4	8	4	129	湖岸(狼-長沢)	1,020	22	11	5	199	湖岸(喜撰-真光寺)	251	1	1	1				
60	大川 b	139	8	17	10	130	湖岸(十権寺-狼)	0	0	0	0	200	湖岸(真野-丹出)	0	0	0	0				
61	大坪川	156	9	19	11	131	湖岸(北川-十権寺)	0	0	0	0	201	湖岸(瀬田-盛越)	0	0	0	0				
62	余呉川	5,961	99	92	22	132	湖岸(伯母-北川)	0	0	0	0	202	湖岸(大津市街沿い)	0	0	0	0				
63	丁野川	1,502	7	3	0	133	湖岸(山寺-伯母)	0	0	0	0	203	湖岸(愛知-長命寺)	2,707	15	27	7				
64	中川	230	19	0	0	134	湖岸(草津-山寺)	0	0	0	0	204	湖岸(長命寺-長命寺)	0	0	0	0				
65	田川	6,827	5	21	25	135	湖岸(伊佐々-草津)	0	0	0	0	205	湖岸(沖島)	15,089	557	214	106				
66	姉川	27,006	221	97	147	136	湖岸(葉山-伊佐々)	0	0	0	0	合計						1,231,570	16,502	8,361	10,141
67	川道川	1,063	11	0	4	137	湖岸(中ノ井-葉山)	0	0	0	0										
68	米川	1,509	11	1	5	138	湖岸(堺-中ノ井)	0	0	0	0										
69	十一川	5,501	40	2	19	139	湖岸(守山-金森)	0	0	0	0										
70	薬師堂川	1,145	8	0	4	140	湖岸(天神-守山)	0	0	0	0										

表 G -7 流域別中分類工業出荷額等 [万円] (平成7年) [その1]

No	流域名	total	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
1	兵田川	834,940	20,400	1,568	11,356	2,117	4,345	6,117	22,645	9,901	62,288	0	64,647	0	0	86,711	0	0	8,451	137,421	363,362	3,502	3,116	0	1,988
2	盛越川	625,912	15,293	1,176	8,513	1,587	3,258	4,586	16,976	7,422	46,694	0	48,463	0	0	65,003	0	0	6,335	103,018	272,394	2,625	2,336	0	1,490
3	穂津川	682,140	16,667	1,281	9,278	1,729	3,550	4,998	18,501	8,089	50,889	0	52,816	0	0	70,842	0	0	6,904	112,272	296,864	2,861	2,546	0	1,624
4	相模川	623,393	15,231	1,171	8,479	1,581	3,244	4,567	16,907	7,392	46,506	0	48,268	0	0	64,741	0	0	6,310	102,603	271,298	2,615	2,327	0	1,484
5	常世川	644,691	15,752	1,211	8,768	1,635	3,355	4,723	17,485	7,645	48,095	0	49,917	0	0	66,953	0	0	6,525	106,109	280,566	2,704	2,406	0	1,535
6	吾妻川	1,221,650	29,848	2,295	16,616	3,097	6,358	8,950	33,133	14,486	91,137	0	94,589	0	0	126,872	0	0	12,365	201,069	531,656	5,124	4,559	0	2,908
7	熊野川	843,534	20,610	1,584	11,473	2,139	4,390	6,180	22,878	10,003	62,929	0	65,312	0	0	87,604	0	0	8,538	138,836	367,102	3,538	3,148	0	2,008
8	不動川	647,707	15,825	1,217	8,809	1,642	3,371	4,745	17,567	7,681	48,320	0	50,150	0	0	67,266	0	0	6,556	106,605	281,879	2,716	2,417	0	1,542
9	柳川	561,110	13,710	1,054	7,632	1,423	2,920	4,111	15,218	6,654	41,860	0	43,445	0	0	58,273	0	0	5,679	92,352	244,192	2,353	2,094	0	1,336
10	際川	944,023	23,065	1,773	12,840	2,393	4,913	6,916	25,603	11,194	70,425	0	73,093	0	0	98,040	0	0	9,555	155,375	410,834	3,959	3,523	0	2,247
11	四ッ谷川	316,962	7,744	595	4,311	804	1,650	2,322	8,596	3,759	23,646	0	24,541	0	0	32,917	0	0	3,208	52,168	137,940	1,329	1,183	0	755
12	藤ノ木川	740,474	18,092	1,391	10,071	1,877	3,854	5,425	20,083	8,781	55,240	0	57,333	0	0	76,901	0	0	7,495	121,873	322,250	3,106	2,764	0	1,763
13	大宮川	789,730	19,295	1,483	10,741	2,002	4,110	5,786	21,419	9,365	58,915	0	61,147	0	0	82,016	0	0	7,993	129,980	343,686	3,312	2,947	0	1,880
14	足洗川	581,043	14,197	1,091	7,903	1,473	3,024	4,257	15,759	6,890	43,347	0	44,989	0	0	60,343	0	0	5,881	95,633	252,867	2,437	2,169	0	1,383
15	高橋川	390,993	9,553	734	5,318	991	2,035	2,865	10,604	4,636	29,169	0	30,273	0	0	40,606	0	0	3,957	64,353	170,158	1,640	1,459	0	931
16	大正寺川	278,848	6,813	524	3,793	707	1,451	2,043	7,563	3,307	20,802	0	21,590	0	0	28,959	0	0	2,822	45,895	121,353	1,169	1,041	0	664
17	雄琴川	712,868	17,417	1,339	9,696	1,807	3,710	5,223	19,334	8,453	53,181	0	55,195	0	0	74,034	0	0	7,215	117,330	310,237	2,990	2,660	0	1,697
18	御呂戸川	1,357,891	33,177	2,550	18,469	3,443	7,067	9,948	36,828	16,102	101,301	0	105,138	0	0	141,021	0	0	13,744	223,493	590,947	5,695	5,068	0	3,232
19	天神川 a	901,196	22,019	1,693	12,257	2,285	4,690	6,603	24,442	10,686	67,231	0	69,777	0	0	93,592	0	0	9,121	148,326	392,196	3,780	3,363	0	2,145
20	真野川	1,865,339	45,576	3,504	25,370	4,729	9,708	13,666	50,591	22,119	139,157	0	144,428	0	0	193,721	0	0	18,880	307,013	811,786	7,823	6,962	0	4,440
21	丹出川	44,189	5,625	12	84	16	32	45	167	73	458	0	476	0	0	638	0	0	62	7,424	21,372	26	1,045	0	15
22	和近川	1,197,603	32,873	2,193	15,877	2,960	6,076	8,553	31,661	13,843	87,088	0	90,387	0	0	121,236	0	0	11,815	197,231	522,892	4,896	5,169	0	2,779
23	喜撰川	18,372	2,644	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,097	9,029	0	493	0	0
24	真光寺川	6,259	901	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,055	3,076	0	168	0	0	
25	生川	10,649	1,533	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,795	5,234	0	286	0	0	
26	天川 a	10,473	1,507	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,765	5,147	0	281	0	0	
27	八屋戸川	12,107	1,742	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,041	5,951	0	325	0	0	
28	野離子川	9,689	1,394	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,633	4,762	0	260	0	0	
29	木戸川	13,626	1,961	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,297	6,697	0	366	0	0	
30	大川 a	6,575	946	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,108	3,231	0	177	0	0	
31	大谷川	4,911	707	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	828	2,414	0	132	0	0	
32	比良川	2,792	402	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	471	1,372	0	75	0	0	
33	家模川 a	14,928	2,148	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,516	7,337	0	401	0	0	
34	大同川 a	4,302	619	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	725	2,114	0	116	0	0	
35	滝川	2,790	402	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	470	1,371	0	75	0	0	
36	北川 a	5,799	835	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	977	2,850	0	156	0	0	
37	鶴川	2,086	34	0	18	55	424	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	878	115	0	6	0	206	
38	瀬戸川	16,992	0	0	169	502	3,894	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,700	0	0	0	0	1,891	
39	小田川	15,743	0	0	157	465	3,607	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,134	0	0	0	0	1,752	
40	和田打川	72,493	0	0	721	2,140	16,612	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32,852	0	0	0	0	8,067	
41	鮎川	44,318	0	0	441	1,308	10,155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20,084	0	0	0	0	4,932	
42	鶴川	188,360	869	0	3,960	4,575	30,421	0	0	0	0	0	0	0	0	8,920	0	0	0	56,174	36,585	0	162	0	16,466
43	青井川	704,233	0	0	31,595	11,677	31,992	0	0	0	0	0	0	0	0	102,784	0	0	0	5,599	387,377	0	0	0	35,042
44	金丸川	63,656	0	0	2,896	1,041	2,683	0	0	0	0	0	0	0	0	9,457	0	0	0	0	35,641	0	0	0	3,098
45	安曇川	1,487,693	20,538	2,354	72,371	11,366	24,119	3,969	14,693	6,424	56,921	0	60,996	0	0	131,291	0	0	5,483	89,938	547,147	2,272	2,710	0	26,067
46	田井川	286,373	3,815	3,697	91,484	4,450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70,259	0	0	0	0	542
47	林昭寺川	131,442	1,751	1,697	41,990	2,043	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,248	0	0	0	0	249
48	今川	45,893	611	593	14,661	713	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,259	0	0	0	0	87
49	波布谷川	9,898	132	128	3,162	154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,428	0	0	0	0	19
50	庄界川	56,700	6,978	0	0	148	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	878	3,795	0	810	0	0
51	天川 b	194,155	20,875	355	8,789	861	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,580	17,903	0	2,381	0	52
52	今津川	400,819	49,327	0	0	1,043	0	0	0	0	137,458	0	158,652	0	0	0	0	0	0	6,207	26,826	0	5,728	0	0
53	石田川	534,837	61,942	456	11,290	1,849	0	0	0	0	171,298	0	197,710	0	0	0	0	0	0	7,735	42,101	0	7,138	0	67
54	境川	280,077	34,468	0	0	729	0	0	0	0	96,050	0	110,860	0	0	0	0	0	0	4,337	18,745	0	4,003	0	0
55	百瀬川	48,192	3,472	0	145	508	0	0	0	0	6,456	0	16,383	0	0	0	0	0	0	292	6,718	0	269	0	0
56	生糸川	417,867	16,437	0	2,063	6,530	0	0	0	0	0	0	127,098	0	0	0	0	0	0	0	77,665	0	0	0	0
57	知内川	822,386	32,349	0	4,060	12,851	0	0	0	0	0	0	250,135	0	0	0	0	0	0	0	152,849	0	0	0	0
58	大浦川	278,072	0	0	0	18,417	0	0	0	0	0	0	2,618	0	0	0	0	0	0	225,098	0	0	0	0	0

—付録59—

中分類番号の内容は第3章表3-4を参照

表 G-7 流域別中分類工業出荷額等 [万円] (平成7年) [その3]

No	流域名	total	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
141	湖岸(法善-天神)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
142	湖岸(金倉-山賀)	6,040	148	0	462	30	15	16	110	77	789	0	259	0	0	223	0	107	431	141	484	0	0	0	15
143	湖岸(山賀-沢)	892,944	19,101	0	52,182	3,971	2,939	1,799	14,980	8,754	88,457	0	31,305	0	0	26,858	0	0	14,491	69,041	187,430	57,989	990	0	2,104
144	湖岸(野洲-法善)	2,310,593	56,685	0	176,544	11,630	5,813	6,258	41,919	29,595	294,141	0	98,915	0	0	85,242	0	0	41,094	164,754	53,861	185,118	0	0	5,696
145	湖岸(立田-野洲)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
146	湖岸(野洲-津渡)	555,358	39,922	0	17,799	1,271	5,470	631	22,176	2,984	29,655	0	29,579	0	0	8,594	0	0	91,361	19,018	106,727	18,664	0	0	565
147	湖岸(家棟-野洲)	298,021	31,620	0	0	91	4,515	0	16,593	0	18,124	0	0	0	0	0	0	0	80,622	2,226	93,636	0	0	0	0
148	湖岸(日野-家棟)	99,136	6,029	0	0	1,571	888	7,891	138	151	4,734	0	6,111	0	508	11,713	0	0	2,834	6,144	13,399	28,953	0	0	289
149	湖岸(白鳥-大宮)	44,360	2,646	0	0	721	390	3,621	0	69	2,172	0	2,735	0	233	5,375	0	0	994	2,811	5,792	13,287	0	0	132
150	湖岸(大宮-日野)	963,500	57,477	0	0	15,650	8,481	78,654	0	1,503	47,185	0	59,408	0	5,061	116,754	0	0	21,581	61,060	125,809	288,595	0	0	2,876
151	湖岸(長命寺-八幡)	433,948	25,887	0	0	7,049	3,820	35,425	0	677	21,251	0	26,757	0	2,279	52,584	0	0	9,720	27,501	56,663	129,980	0	0	1,295
152	湖岸(不動-愛知)	1,995,257	17,990	2,433	48,253	15,412	2,018	35,050	3,564	64,325	0	84,572	276,130	0	0	33,438	5,498	110,198	118,144	324,275	635,660	0	7,318	0	107,122
153	湖岸(文種-不動)	939,376	8,470	1,145	22,718	7,256	950	16,502	1,678	30,284	0	39,817	130,003	0	0	15,743	2,589	51,882	55,623	152,670	299,272	0	3,445	0	50,434
154	湖岸(宇賀-文種)	393,316	3,546	480	9,512	3,038	398	6,909	703	12,680	0	16,671	54,432	0	0	6,591	1,084	21,723	23,289	83,923	125,305	0	1,443	0	21,117
155	湖岸(大上-江面)	309,393	2,790	377	7,482	2,390	313	5,435	553	9,974	0	13,114	42,818	0	0	5,185	853	17,088	18,320	50,283	98,568	0	1,135	0	16,611
156	湖岸(野瀬-大上)	73,582	663	90	1,779	568	74	1,293	131	2,372	0	3,119	10,183	0	0	1,233	203	4,064	4,357	11,959	23,442	0	270	0	3,951
157	湖岸(平田-野瀬)	95,412	860	116	2,307	737	96	1,676	170	3,076	0	4,044	13,204	0	0	1,599	263	5,270	5,650	15,507	30,397	0	350	0	5,123
158	湖岸(坪-平田)	43,649	394	53	1,056	337	44	767	78	1,407	0	1,850	6,041	0	0	731	120	2,411	2,585	7,094	13,906	0	160	0	2,343
159	湖岸(矢倉-坪)	9,179,570	82,768	11,193	221,996	70,907	9,283	161,256	16,399	295,939	0	389,092	1,270,391	0	0	153,836	25,297	506,989	543,545	1,491,893	2,924,479	0	33,667	0	492,837
160	湖岸(大野-矢倉)	1,287,355	3,832	206	6,240	197,501	170	3,922	301	5,435	0	7,145	23,330	0	0	2,825	465	9,310	13,145	77,918	53,706	0	618	0	23,184
161	湖岸(ひわだ-大野)	169,556	0	0	4,923	11,846	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27,161	0	0	0	0	0
162	湖岸(中-祐)	385,509	91,426	0	10,447	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126,513	0	0	0	0	0	51,766
163	湖岸(丁野-中)	293,335	69,814	0	7,955	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96,329	0	0	0	0	0	39,416
164	湖岸(米川-深町川)	3,285,830	36,382	8,641	369,041	74,837	19,121	8,000	53,054	38,156	0	0	662,264	0	0	29,541	0	0	115,897	738,753	961,956	19,378	0	0	140,076
165	湖岸(余呉-丁野)	107,146	0	0	2,410	1,864	15,687	0	0	0	0	0	0	0	0	3,105	0	0	772	52,284	0	0	0	0	6,542
166	湖岸(大坪-余呉)	319,817	0	0	1,858	2,852	15,282	0	0	0	0	0	171	0	0	88,006	0	0	596	173,821	3,635	0	0	0	5,338
167	湖岸(大淵-岩熊)	376,426	0	0	0	5,866	0	0	0	0	0	0	746	0	0	250,124	0	0	0	98,627	10,619	0	0	0	0
168	湖岸(石田-境)	22,855	2,813	0	0	59	0	0	0	0	7,838	0	9,046	0	0	0	0	0	0	354	1,530	0	327	0	0
169	湖岸(今津-石田)	44,631	5,493	0	0	116	0	0	0	0	15,306	0	17,666	0	0	0	0	0	0	691	2,987	0	638	0	0
170	湖岸(天川-今津)	337,885	41,582	0	0	880	0	0	0	0	115,875	0	133,741	0	0	0	0	0	0	5,232	22,614	0	4,829	0	0
171	湖岸(波布谷-天)	45,411	3,706	221	5,479	340	0	0	0	0	9,692	0	11,186	0	0	0	0	0	0	438	6,099	0	404	0	32
172	湖岸(今-波布谷)	14,960	199	193	4,779	232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,670	0	0	0	0	28
173	湖岸(林昭寺-今)	28,846	384	372	9,215	448	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,077	0	0	0	0	55
174	湖岸(田井-林昭寺)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
175	湖岸(安曇-田井)	1,678,831	22,186	21,503	532,665	26,100	562	0	0	0	0	0	0	0	0	1,980	0	0	0	416,077	0	0	0	0	3,800
176	湖岸(青井-金丸)	40,054	0	0	1,822	655	1,688	0	0	0	0	0	0	0	0	5,950	0	0	0	22,426	0	0	0	0	1,949
177	湖岸(鶴-青井)	4,325	0	0	197	71	182	0	0	0	0	0	0	0	0	643	0	0	0	2,422	0	0	0	0	210
178	湖岸(鶴-鴨)	133,977	0	0	5,379	2,456	9,410	0	0	0	0	0	0	0	0	16,914	0	0	0	9,120	63,745	0	0	0	7,780
179	湖岸(和田打-鶴)	13,520	0	0	135	399	3,098	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,127	0	0	0	0	1,505
180	湖岸(瀬戸-和田打)	23,036	0	0	229	680	5,279	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,439	0	0	0	0	2,563
181	湖岸(鶴-瀬戸)	68,857	0	0	685	2,033	15,779	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31,204	0	0	0	0	7,662
182	湖岸(北-鶴)	4,397	602	0	2	6	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	802	2,056	0	112	0	24
183	湖岸(溝-北)	8,163	1,175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,376	4,012	0	219	0	0
184	湖岸(大同-溝)	4,352	626	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	734	2,139	0	117	0	0
185	湖岸(家棟-大同)	4,574	658	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	771	2,248	0	123	0	0
186	湖岸(比良-大同)	25,975	3,738	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,378	12,766	0	698	0	0
187	湖岸(大谷-比良)	47,052	6,772	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,931	23,125	0	1,264	0	0
188	湖岸(大-大谷)	12,462	1,794	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,100	6,125	0	335	0	0
189	湖岸(木戸-大)	4,330	823	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	730	2,128	0	116	0	0
190	湖岸(野瀬子-木戸)	6,413	923	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,081	3,152	0	172	0	0
191	湖岸(天-野瀬子)	5,465	786	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	921	2,686	0	147	0	0
192	湖岸(生-天)	7,766	1,118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,309	3,817	0	209	0	0
193	湖岸(天神-真野)	1,929,611	47,146	3,624	26,244	4,892	10,043	14,137	52,334	22,881	143,952	0	149,404	0	0	200,396	0	0	19,530	317,591	839,757	8,093	7,202	0	4,593
194	湖岸(御呂戸-天神)	281,625	6,881	529	3,830	714	1,466	2,063	7,638	3,340	21,010	0	21,805	0	0	29,248	0	0	2,850	46,352	122,562	1,181	1,051	0	670
195	湖岸(不動-柳)	238,399	5,825	448	3,242	604	1,241	1,747	6,466	2,827	17,785	0	18,459	0	0	24,758	0	0	2,413	39,238	103,750	1,000	890	0	567
196	湖岸(熊野-不動)	166,042	4,106	316	2,286	426	875	1,231	4,558	1,993	12,536	0	13,011	0	0	17,452	0	0	1,701	27,658	73,131	705	627	0	400
197	湖岸(鈴-川道)	821,333	167,206	3	19,250	29	8	3	21	15	0	0	260	0	0	6,958	0	0	231,401	26,590	59,162				

表G-8 流域別中分類工業出荷額等 [万円] (昭和43年) [その1]

No	流域名	total	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
1	兵田川	704,910	56,250	0	51,343	8,039	30,411	5,468	24,197	2,143	135,860	0	0	0	0	43,775	12,824	27,702	9,987	51,948	98,818	881	1,797	0	11,915
2	盛越川	425,575	33,960	0	30,998	4,853	18,360	3,301	14,609	1,294	82,022	0	0	0	0	26,428	7,742	16,725	6,029	31,363	59,659	532	1,085	0	7,193
3	篠津川	507,124	40,467	0	36,937	5,783	21,878	3,934	17,408	1,542	97,740	0	0	0	0	31,493	9,226	19,929	7,185	37,372	71,091	634	1,293	0	8,572
4	相模川	228,580	18,240	0	16,649	2,607	9,661	1,773	7,846	695	44,055	0	0	0	0	14,195	4,158	8,983	3,238	16,845	32,043	286	583	0	3,864
5	常世川	310,652	24,789	0	22,627	3,543	13,402	2,410	10,664	945	59,873	0	0	0	0	19,292	5,651	12,208	4,401	22,893	43,549	388	792	0	5,251
6	吾妻川	1,069,610	85,353	0	77,907	12,198	46,145	8,298	36,716	3,252	206,149	0	0	0	0	66,423	19,459	42,035	15,153	78,824	149,943	1,337	2,727	0	18,079
7	熊野川	751,973	60,006	0	54,771	8,575	32,441	5,834	25,813	2,286	144,930	0	0	0	0	46,698	13,680	29,552	10,653	55,416	105,415	940	1,917	0	12,710
8	不動川	340,196	27,147	0	24,779	3,880	14,677	2,639	11,678	1,034	65,567	0	0	0	0	21,126	6,189	13,369	4,820	25,071	47,690	425	867	0	5,750
9	柳川	340,513	27,172	0	24,802	3,883	14,690	2,642	11,689	1,035	65,628	0	0	0	0	21,146	6,195	13,382	4,824	25,094	47,735	426	868	0	5,755
10	際川	511,058	40,781	0	37,224	5,828	22,048	3,965	17,543	1,554	98,498	0	0	0	0	31,737	9,297	20,084	7,240	37,662	71,643	639	1,303	0	8,638
11	四ッ谷川	25,688	2,050	0	1,871	293	1,108	199	882	78	4,951	0	0	0	0	1,595	467	1,010	364	1,893	3,601	32	65	0	434
12	藤ノ木川	595,315	47,505	0	43,361	6,789	25,683	4,618	20,435	1,810	114,737	0	0	0	0	36,969	10,830	23,395	8,434	43,871	83,454	744	1,518	0	10,062
13	大宮川	223,376	17,825	0	16,270	2,547	9,637	1,733	7,668	679	43,052	0	0	0	0	13,872	4,064	8,778	3,165	16,462	31,314	279	569	0	3,776
14	足洗川	119,280	9,518	0	8,688	1,360	5,146	925	4,094	363	22,989	0	0	0	0	7,407	2,170	4,688	1,690	8,790	16,721	149	304	0	2,016
15	高橋川	9,268	740	0	675	106	400	72	318	28	1,786	0	0	0	0	576	169	364	131	683	1,299	12	24	0	157
16	大正寺川	82,637	6,594	0	6,019	942	3,565	641	2,837	251	15,927	0	0	0	0	5,132	1,503	3,248	1,171	6,090	11,584	103	211	0	1,397
17	越等川	128,823	10,280	0	9,383	1,469	5,558	999	4,422	392	24,828	0	0	0	0	8,000	2,344	5,063	1,825	9,494	18,059	161	328	0	2,177
18	御呂戸川	183,706	14,659	0	13,381	2,095	7,925	1,425	6,306	559	35,406	0	0	0	0	11,408	3,342	7,219	2,603	13,538	25,753	230	468	0	3,105
19	天神川 a	410,849	32,785	0	29,925	4,685	17,725	3,187	14,103	1,249	79,184	0	0	0	0	25,514	7,474	18,146	5,821	30,277	57,595	514	1,047	0	6,944
20	真野川	622,970	49,712	0	45,375	7,104	26,876	4,833	21,384	1,894	120,067	0	0	0	0	38,687	11,333	24,482	8,826	45,909	87,331	779	1,588	0	10,530
21	丹出川	6,651	1,424	0	0	0	2,922	0	0	0	0	0	0	0	0	455	0	0	0	0	0	0	822	0	312
22	和近川	213,380	17,924	0	15,056	2,357	11,849	1,604	7,095	628	39,839	0	0	0	0	13,293	3,760	8,123	2,928	15,233	28,977	258	1,352	0	3,807
23	喜撰川	4,933	1,056	0	0	0	2,167	0	0	0	0	0	0	0	0	337	0	0	0	0	0	0	610	0	231
24	真光寺川	675	145	0	0	0	297	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	83	0	32
25	生川	1,273	273	0	0	0	559	0	0	0	0	0	0	0	0	87	0	0	0	0	0	0	157	0	60
26	天川 a	1,862	399	0	0	0	818	0	0	0	0	0	0	0	0	127	0	0	0	0	0	0	230	0	87
27	八屋戸川	4,644	995	0	0	0	2,040	0	0	0	0	0	0	0	0	318	0	0	0	0	0	0	574	0	218
28	野越子川	10	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
29	木戸川	4,076	873	0	0	0	1,791	0	0	0	0	0	0	0	0	279	0	0	0	0	0	0	504	0	191
30	大川 a	87	19	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	11	0	4
31	大谷川	245	52	0	0	0	108	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	30	0	11
32	比良川	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	家棟川 a	3,880	1,640	0	0	0	3,363	0	0	0	0	0	0	0	0	524	0	0	0	0	0	0	947	0	359
34	大同川 a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	滝川	5	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
36	北川 a	2,124	898	0	0	0	1,841	0	0	0	0	0	0	0	0	287	0	0	0	0	0	0	518	0	197
37	鶴川	67	28	0	0	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	16	0	6
38	瀬戸川	4,749	2,485	0	1,653	472	2,972	0	0	0	0	0	0	0	0	333	0	0	0	0	0	0	0	0	1,732
39	小田川	4,395	2,300	0	1,530	437	2,751	0	0	0	0	0	0	0	0	309	0	0	0	0	0	0	0	0	1,603
40	和田打川	14,251	7,459	0	4,960	1,417	8,920	0	0	0	0	0	0	0	0	1,001	0	0	0	0	0	0	0	0	5,198
41	鮎川	9,397	4,918	0	3,270	935	5,881	0	0	0	0	0	0	0	0	660	0	0	0	0	0	0	0	0	3,427
42	鴨川	23,934	9,561	0	9,968	2,446	14,236	44	0	0	0	0	0	0	0	1,575	0	0	0	0	0	0	0	0	8,141
43	青井川	123,358	6,937	0	74,752	13,545	62,762	850	0	0	0	0	0	0	0	6,603	0	0	0	0	0	0	0	0	33,560
44	金丸川	14,896	718	0	9,093	1,638	7,549	104	0	0	0	0	0	0	0	793	0	0	0	0	0	0	0	0	4,029
45	安曇川	194,907	20,442	0	66,008	11,092	70,475	2,163	7,110	637	39,922	0	0	0	0	17,088	3,768	8,140	2,935	15,265	29,038	259	528	0	24,964
46	田井川	121,768	5,772	0	142,814	0	6,274	2,765	0	0	0	0	0	0	0	447	0	0	0	0	0	0	0	0	1,705
47	林昭寺川	37,684	1,786	0	44,228	0	1,942	856	0	0	0	0	0	0	0	138	0	0	0	0	0	0	0	0	528
48	今川	5,612	266	0	6,586	0	289	127	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	79
49	波布谷川	4,729	224	0	5,550	0	244	107	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	66
50	庄界川	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	天川 b	7,510	3,105	0	1,722	79	2,330	0	0	261	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	今津川	21,137	8,739	0	4,846	224	6,558	0	0	735	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	石田川	25,309	8,981	0	9,630	225	6,804	92	0	739	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	57
54	境川	21,029	8,695	0	4,821	222	6,525	0	0	731	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	百瀬川	1,090	447	0	114	551	136	30	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	9
56	生来川	28,384	11,654	0	2,972	14,363	3,551	776	0	0	0	0	0	0	0	1,244	0	0	0	0	0	0	0	0	228
57	知内川	33,286	13,666	0	3,485	16,843	4,164	910	0	0	0	0	0	0	0	1,459	0	0	0	0	0	0	0	0	267
58	大浦川	38,147	0	0	0	0	2,482	0	0	0	0	0	0	0	0	1,254	0	0	0	58,652	0	0	0	0	0
59	岩熊川	7,516	0	0	0	0	489	0	0	0	0	0	0	0	0	247	0	0	0	11,557	0	0	0	0	0
60	大川 b	19,359	0	0	0	0	1,259	0	0	0	0	0	0	0	0	636	0	0	0	29,765	0	0	0		

表 G -8 流域別中分類工業出荷額等 [万円] (昭和43年) [その2]

No	流域名	total	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
71	深町川	141,501	7,093	0	63,431	7,340	23,445	4,999	1,487	847	0	0	0	0	0	1,797	653	0	2,231	67,346	0	1,008	0	0	63,609
72	土川	123,022	6,720	0	55,281	6,507	20,119	4,289	1,276	727	0	0	0	0	0	1,542	580	0	1,914	57,789	0	865	0	0	54,583
73	びわだ川	9,075	3,595	0	4,826	1,186	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	天野川	747,019	23,632	0	89,473	92,596	69,101	12,032	0	0	3,010	0	0	0	0	1,157,909	0	0	6,816	1,110	2,884	0	0	0	1,921
75	矢倉川	212,813	6,628	0	71,314	22,275	7,998	5,903	360	735	15,730	0	0	0	0	38,541	3,429	1,500	1,926	92,413	33,412	0	0	0	2,384
76	芥川	743,194	31,227	0	214,756	67,078	50,619	24,600	1,085	2,212	47,369	0	0	0	0	318,783	10,325	4,516	5,801	278,295	100,617	0	2,539	0	7,180
77	平田川	532,852	16,596	0	178,559	55,772	20,026	14,780	902	1,840	39,385	0	0	0	0	96,500	8,585	3,755	4,823	231,389	83,659	0	2,111	0	5,970
78	野瀬川	366,884	11,427	0	122,943	38,401	13,788	10,177	621	1,267	27,118	0	0	0	0	66,443	5,911	2,585	3,321	159,318	57,601	0	1,454	0	4,111
79	大上川	607,482	29,769	0	104,036	40,854	59,787	20,279	517	1,054	22,558	0	0	0	0	406,239	4,917	2,150	2,762	133,643	47,915	0	1,209	0	3,499
80	江面川	766,268	24,635	0	248,670	79,182	28,410	20,611	1,255	2,558	55,391	0	0	0	0	134,212	11,939	5,222	6,708	322,078	116,352	0	2,936	0	8,303
81	安食川	149,734	4,664	0	50,176	15,672	5,827	4,153	253	517	11,067	0	0	0	0	27,117	2,412	1,055	1,355	65,021	23,508	0	593	0	1,678
82	宇智川	1,318,361	208,578	0	369,161	455,256	48,026	113,232	290	2,168	114,041	0	0	0	0	295,258	22,809	1,206	9,226	134,468	28,868	0	678	0	7,297
83	文様川	301,345	9,388	0	100,981	31,541	11,325	8,359	510	1,040	22,274	0	0	0	0	54,574	4,855	2,123	2,728	130,858	47,312	0	1,194	0	3,376
84	不飲川	390,239	43,349	0	88,988	142,827	11,634	40,056	407	1,319	42,058	0	0	0	0	120,781	3,872	1,693	3,065	114,279	37,731	0	952	0	2,693
85	愛知川	166,040	34,542	0	69,684	52,491	41,387	13,175	10	510	9,576	0	0	0	0	43,798	3,910	41	2,046	13,497	908	0	23	0	3,696
86	大同川 b	403,169	85,036	0	279,692	48,675	27,908	8,766	0	2,438	0	0	0	0	0	159,615	0	0	3,669	13,135	0	0	0	0	13,474
87	長命寺川	1,509,967	375,852	0	573,005	147,307	234,519	72,444	50,647	15,255	70,147	0	0	0	21,416	572,789	12,915	0	65,964	62,806	4,650	15,432	0	0	493,641
88	八幡川	101,079	13,200	0	10,855	7,886	36,103	15,722	15,723	2,310	22,900	0	0	0	6,991	54,302	4,216	0	16,012	734	1,518	5,038	0	0	5,543
89	白鳥川	189,787	42,573	0	23,328	17,111	46,782	15,918	14,861	2,967	21,643	0	0	0	6,608	153,888	3,985	0	17,073	7,636	1,435	4,761	0	0	8,910
90	大惣川	82,809	10,814	0	8,893	6,460	29,577	12,881	12,881	1,892	18,760	0	0	0	5,728	44,486	3,454	0	13,118	601	1,244	4,127	0	0	4,541
91	日野川	796,318	104,018	0	140,265	30,999	165,162	3,865	6,059	2,983	163,117	0	0	0	24,034	711,058	1,025	0	22,732	50,292	6,181	1,225	0	0	2,868
92	家橋川 b	1,125,554	217,162	0	281,006	0	59,290	4,373	11,900	0	820,791	0	0	0	0	61,973	0	0	121,868	215,472	28,867	464	0	0	401
93	幸津川	15,097	3,183	0	53,429	3,245	7,661	735	0	1,422	94,790	0	0	0	0	3,011	0	0	3,649	0	0	44,024	0	0	14,034
94	立田川	9,827	2,072	0	34,778	2,112	4,987	478	0	925	61,701	0	0	0	0	1,960	0	0	2,375	0	0	28,656	0	0	9,135
95	野洲川	3,303,483	614,787	0	263,919	65,930	275,518	12,432	45,789	7,234	1,093,191	0	0	0	0	1,001,057	0	0	166,894	681,812	263,295	10,756	1,801	0	106,484
96	法竜川	16,566	3,493	0	58,627	3,560	8,406	807	0	1,560	104,012	0	0	0	0	3,304	0	0	4,004	0	0	48,307	0	0	15,399
97	天神川 b	35,987	7,514	0	106,483	6,364	15,239	1,446	72	2,789	190,858	0	0	0	0	6,253	0	0	7,277	1,300	174	86,342	0	0	27,523
98	守山川	62,671	12,907	0	135,005	7,771	19,240	1,778	298	3,405	247,598	0	0	0	0	8,656	0	0	9,242	5,404	724	105,432	0	0	33,609
99	金森川	2,166	457	0	7,665	465	1,099	105	0	204	13,599	0	0	0	0	432	0	0	523	0	0	6,316	0	0	2,013
100	山賀川	5,418	1,142	0	19,173	1,164	2,749	264	0	510	34,016	0	0	0	0	1,081	0	0	1,309	0	0	15,798	0	0	5,036
101	堺川	415,746	62,095	0	262,445	18,737	54,281	2,388	22,622	4,984	267,109	0	0	0	0	25,169	32,150	0	44,861	67,766	79,194	124,055	1,088	0	138,729
102	中ノ井川	985,704	123,342	0	210,307	58,958	183,437	142	110,987	6,587	0	0	0	0	0	97,421	14,354	0	192,473	121,270	57,000	0	486	0	649,334
103	栗山川	446,223	55,936	0	95,704	26,493	82,472	68	49,943	2,959	0	0	0	0	0	43,789	6,911	0	86,539	55,236	26,695	0	234	0	291,680
104	伊佐々川	990,248	144,885	0	316,583	17,680	64,294	1,002	48,173	1,666	0	0	0	0	0	31,929	101,626	0	68,360	193,156	245,324	0	3,440	0	173,577
105	草津川	530,975	74,006	0	130,121	19,212	63,196	1,648	41,757	2,396	34,671	0	0	0	0	40,124	28,873	7,070	60,912	83,068	92,048	225	1,325	0	187,383
106	山寺川	47,656	7,264	0	16,697	274	1,428	60	1,439	11	0	0	0	0	0	621	6,101	0	1,554	10,286	14,417	0	207	0	1,707
107	伯母川	291,299	44,426	0	101,017	1,760	9,011	439	8,987	99	1,927	0	0	0	0	4,352	36,828	393	9,478	62,516	87,994	12	1,266	0	10,422
108	北川 b	106,437	16,223	0	37,293	612	3,190	134	3,214	26	0	0	0	0	0	1,387	13,627	0	3,472	22,973	32,200	0	461	0	3,813
109	十津寺川	60,832	9,272	0	21,314	350	1,823	77	1,837	15	0	0	0	0	0	793	7,788	0	1,984	13,130	18,403	0	264	0	2,179
110	狼川	69,489	10,743	0	18,135	903	3,741	510	3,227	190	11,434	0	0	0	0	4,198	6,127	2,331	2,126	12,881	20,244	74	322	0	2,415
111	長沢川	212,867	33,520	0	30,596	4,790	18,122	3,259	14,419	1,277	80,959	0	0	0	0	26,086	7,642	16,508	5,951	30,956	58,885	525	1,071	0	7,100
112	琵琶湖		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
113	余呉湖		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
114	湖岸(知内-大浦)	14,884	5,691	0	1,451	7,014	1,801	379	0	0	0	0	0	0	0	641	0	0	0	1,572	0	0	0	0	111
115	湖岸(生来-知内)	1,407	578	0	147	712	176	38	0	0	0	0	0	0	0	881	0	0	0	0	0	0	0	0	161
116	湖岸(境-百瀬)	25,055	10,301	0	3,239	10,230	4,050	550	0	172	0	0	0	0	0	1,290	0	0	0	0	0	0	0	0	5,553
117	湖岸(金丸-安曇)	24,229	1,167	0	14,790	2,665	12,278	170	0	0	0	0	0	0	0	347	0	0	0	0	0	0	627	0	238
118	湖岸(丹出-和流)	2,570	1,086	0	0	2,228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,258	0	0	0	0	0	0	2,274	0	863
119	湖岸(和流-喜撰)	9,320	3,939	0	0	8,079	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	湖岸(雄琴-御呂戸)	39,516	6,222	0	5,680	889	3,364	605	2,677	237	15,029	0	0	0	0	4,842	1,419	3,064	1,105	5,746	10,931	97	199	0	1,318
121	湖岸(大正寺-雄琴)	152,637	24,035	0	21,939	3,435	12,994	2,337	10,339	916	58,051	0	0	0	0	18,705	5,479	11,837	4,267	22,197	42,224	376	768	0	5,091
122	湖岸(高橋-大正寺)	3,329	524	0	478	75	283	51	225	20	1,266	0	0	0	0	408	120	258	93	484	921	8	17	0	111
123	湖岸(足洗-高橋)	25,453	4,008	0	3,658	573	2,167	390	1,724	153	9,680	0	0	0	0	3,119	914	1,974	712	3,701	7,041	63	128	0	849
124	湖岸(大宮-足洗)	62,878	9,901	0	9,038	1,415	5,353	963	4,259	377	23,914	0	0</												

表G-8 流域別中分類工業出荷額等 [万円] (昭和43年) [その3]

No	流域名	total	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
141	湖岸(法竜-天神)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
142	湖岸(金森-山賀)	44	9	0	154	9	22	2	0	4	274	0	0	0	0	9	0	0	11	0	0	127	0	0	41
143	湖岸(山賀-塚)	11,845	2,035	0	16,664	889	2,229	201	239	372	24,641	0	0	0	0	886	1,014	0	1,207	1,710	2,396	11,444	34	0	3,932
144	湖岸(野洲-法竜)	11,971	2,524	0	42,368	2,573	6,075	583	0	1,127	75,166	0	0	0	0	2,388	0	0	2,893	0	0	34,910	0	0	11,128
145	湖岸(立田-野洲)	56	12	0	197	12	28	3	0	5	349	0	0	0	0	11	0	0	13	0	0	162	0	0	52
146	湖岸(野洲-幸津)	9,623	1,118	0	6,109	371	3,613	509	0	163	10,837	0	0	0	0	826	0	0	12,181	0	0	5,087	0	0	1,651
147	湖岸(家棟-野洲)	12,289	1,173	0	0	0	4,259	661	0	150	0	0	0	0	0	749	0	0	18,307	0	0	83	0	0	72
148	湖岸(日野-家棟)	6,553	856	0	704	511	2,340	1,019	1,019	0	1,484	0	0	0	453	3,520	273	0	1,038	48	98	327	0	0	359
149	湖岸(白鳥-大惣)	4,426	578	0	475	345	1,581	688	688	101	1,003	0	0	0	306	2,378	185	0	701	32	66	221	0	0	243
150	湖岸(大惣-日野)	63,143	8,246	0	6,781	4,926	22,553	9,822	9,822	1,443	14,305	0	0	0	4,367	33,922	2,634	0	10,003	459	948	3,147	0	0	3,463
151	湖岸(長命寺-八幡)	26,797	3,500	0	2,878	2,091	9,571	4,168	4,168	612	6,071	0	0	0	1,853	14,396	1,118	0	4,245	195	402	1,336	0	0	1,470
152	湖岸(不飲-愛知)	239,117	7,447	0	80,129	25,028	8,986	6,633	405	825	17,674	0	0	0	0	43,305	3,852	1,685	2,164	103,836	37,542	0	947	0	2,679
153	湖岸(文禄-不飲)	158,891	4,949	0	53,244	16,631	5,971	4,407	269	549	11,744	0	0	0	0	28,775	2,560	1,120	1,438	68,998	24,946	0	630	0	1,780
154	湖岸(宇曾-文禄)	53,868	1,678	0	18,051	5,638	2,024	1,494	91	186	3,982	0	0	0	0	9,756	868	380	488	23,392	8,457	0	213	0	604
155	湖岸(犬上-江面)	31,474	980	0	10,547	3,294	1,183	873	53	109	2,326	0	0	0	0	5,700	507	222	285	13,667	4,941	0	125	0	353
156	湖岸(野瀬-犬上)	12,834	400	0	4,301	1,343	482	356	22	44	949	0	0	0	0	2,324	207	90	116	5,573	2,015	0	51	0	144
157	湖岸(平田-野瀬)	23,459	731	0	7,861	2,455	882	651	40	81	1,734	0	0	0	0	4,248	378	165	212	10,187	3,683	0	93	0	263
158	湖岸(芹-平田)	8,161	254	0	2,735	854	307	226	14	28	603	0	0	0	0	1,478	131	58	74	3,544	1,281	0	32	0	91
159	湖岸(矢倉-芹)	1,392,063	43,356	0	466,482	145,704	52,316	38,613	2,357	4,806	102,893	0	0	0	0	252,105	22,427	9,809	12,600	604,498	218,556	0	5,516	0	15,597
160	湖岸(天野-矢倉)	146,028	10,622	0	51,170	83,809	13,494	5,316	3	6	3,214	0	0	0	0	77,950	29	13	159	788	285	0	7	0	662
161	湖岸(ひわだ-天野)	10,479	4,151	0	5,573	1,370	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
162	湖岸(中-姊)	12,717	2,485	0	9,458	1,110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	793	0	0	0	0	0	0	0	0	0
163	湖岸(丁野-中)	4,591	897	0	3,414	401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	286	0	0	0	0	0	0	0	0	0
164	湖岸(米川-深町川)	510,422	18,465	0	227,091	24,853	87,982	18,758	5,578	3,178	0	0	0	0	0	6,745	2,449	0	8,372	252,723	0	3,781	0	0	238,701
165	湖岸(余呉-丁野)	8,184	0	0	1,285	328	3,788	0	0	0	0	0	0	0	0	474	0	0	0	8,748	117	0	0	0	17
166	湖岸(大坪-余呉)	18,710	779	0	943	407	3,484	0	0	83	0	0	0	0	0	8,033	0	0	0	20,742	223	0	0	0	526
167	湖岸(大浦-岩熊)	11,521	0	0	0	0	749	0	0	0	0	0	0	0	0	379	0	0	0	17,714	0	0	0	0	0
168	湖岸(石田-境)	50	21	0	11	1	15	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
169	湖岸(今津-石田)	4,074	1,684	0	934	43	1,264	0	0	142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170	湖岸(天川-今津)	27,281	11,280	0	6,254	288	8,464	0	0	949	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
171	湖岸(波布谷-天)	5,536	445	0	6,027	5	414	114	0	17	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	71
172	湖岸(今-波布谷)	3,088	146	0	3,625	0	159	70	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	43
173	湖岸(林昭寺-今)	7,038	334	0	8,261	0	363	160	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	99
174	湖岸(田井-林昭寺)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
175	湖岸(安曇-田井)	532,930	25,264	0	624,951	103	27,883	12,085	0	0	0	0	0	0	0	2,004	0	0	0	0	0	0	0	0	7,704
176	湖岸(青井-金丸)	5,753	277	0	3,512	633	2,915	40	0	0	0	0	0	0	0	306	0	0	0	0	0	0	0	0	1,556
177	湖岸(鴨-青井)	340	16	0	208	37	173	2	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	92
178	湖岸(鶴-鴨)	11,584	2,525	0	5,985	1,231	6,364	52	0	0	0	0	0	0	0	687	0	0	0	0	0	0	0	0	3,523
179	湖岸(和田打-鶴)	3,239	1,695	0	1,127	322	2,027	0	0	0	0	0	0	0	0	227	0	0	0	0	0	0	0	0	1,181
180	湖岸(瀬戸-和田打)	7,734	4,048	0	2,692	769	4,841	0	0	0	0	0	0	0	0	543	0	0	0	0	0	0	0	0	2,821
181	湖岸(鶴-瀬戸)	8,208	4,296	0	2,857	816	5,137	0	0	0	0	0	0	0	0	576	0	0	0	0	0	0	0	0	2,994
182	湖岸(北-鶴)	923	390	0	0	0	800	0	0	0	0	0	0	0	0	125	0	0	0	0	0	0	225	0	85
183	湖岸(滝-北)	2,161	913	0	0	0	1,873	0	0	0	0	0	0	0	0	292	0	0	0	0	0	0	527	0	200
184	湖岸(大同-滝)	399	169	0	0	0	346	0	0	0	0	0	0	0	0	54	0	0	0	0	0	0	97	0	37
185	湖岸(家棟-大同)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
186	湖岸(比良-大同)	3,066	1,296	0	0	0	2,657	0	0	0	0	0	0	0	0	414	0	0	0	0	0	0	748	0	284
187	湖岸(大谷-比良)	9,165	3,873	0	0	0	7,945	0	0	0	0	0	0	0	0	1,237	0	0	0	0	0	0	2,236	0	849
188	湖岸(大-大谷)	2,412	1,019	0	0	0	2,091	0	0	0	0	0	0	0	0	326	0	0	0	0	0	0	588	0	223
189	湖岸(木戸-大)	1,518	642	0	0	0	1,316	0	0	0	0	0	0	0	0	205	0	0	0	0	0	0	370	0	141
190	湖岸(野瀬子-木戸)	468	198	0	0	0	405	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	0	0	0	0	0	114	0	43
191	湖岸(天-野瀬子)	1,050	444	0	0	0	910	0	0	0	0	0	0	0	0	142	0	0	0	0	0	0	256	0	97
192	湖岸(生-天)	1,361	575	0	0	0	1,180	0	0	0	0	0	0	0	0	184	0	0	0	0	0	0	332	0	126
193	湖岸(天神-真野)	515,476	81,170	0	74,090	11,600	43,883	7,891	34,917	3,093	196,048	0	0	0	0	63,169	18,505	39,975	14,411	74,962	142,596	1,271	2,593	0	17,193
194	湖岸(御呂戸-天神)	26,714	4,207	0	3,840	601	2,274	409	1,810	160	10,160	0	0	0	0	3,274	959	2,072	747	3,885	7,390	66	134	0	891
195	湖岸(不動-柳)	47,632	7,501	0	6,846	1,072	4,055	729	3,226	286	18,116	0	0	0	0	5,837	1,710	3,694	1,332	6,927	13,177	117	240	0	1,589
196	湖岸(熊野-不動)	75,334	11,863	0	10,828	1,695	6,413	1,153	5,103	452	28,651	0	0	0	0	9,232	2,704	5,842	2,106	10,955	20,839	186	379	0	2,513
197	湖岸(姉-川道)	36,953	3,617	0	15,360	1,487	1,933	0	0	0	0	0	0	0	0	7,779	0	0	0	1,137	9,766	0	0	0	5,004
198	湖岸(川道-米)	909,004	33,660	0	405,504	44,400	156,063	33,273	9,895	5,637	0	0	0	0	0	12,189	4,344	0	14,850	448,281	0	6,707	0	0	423,407
199	湖岸(喜撰-真光寺)	2,190	926	0	0	0	1,899	0	0	0	0	0	0	0	0	296	0	0	0	0	0	0	534	0	203
200	湖岸(真野-丹出)	122,452	19,282	0	17,600	2,756	10,425	1,875	8,295	735	46,571	0	0	0	0	15,006	4,396	9,496	3						

表H-1 1990年度を基準とした中分類工業出荷額等の価格デフレーター

年度	製造業 全体	中分類番号																					
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	34
1967	50.6	35.4	35.4	79.4	50.9	37.6	37.6	41.9		54.4	23.0				39.7	53.1	60.4	45.0	57.0	113.0	79.0		44.7
1968	50.7	36.9	36.9	77.6	52.7	39.9	39.9	42.2		52.8	23.0				40.1	49.3	61.7	45.1	58.3	111.3	77.9		44.8
1969	51.6	38.1	38.1	74.0	53.5	41.3	41.3	42.9		52.1	22.4				40.5	51.5	67.8	46.4	59.0	111.0	76.8		45.7
1970	53.7	39.5	39.5	78.6	56.4	44.3	44.3	46.2		52.0	23.0				41.3	55.2	69.9	48.2	60.9	113.1	76.7		47.3
1971	53.2	41.5	63.8	71.3	55.8	42.9	38.6	45.4		51.3	25.4		52.2	36.0	42.1	52.5	62.9	48.0	61.4	111.0	77.0	80.8	47.0
1972	53.6	41.5	63.9	70.0	57.2	49.1	39.9	45.9		51.0	25.5		52.1	39.6	43.0	53.3	60.0	47.7	616.9	108.3	77.1	81.3	46.8
1973	61.8	48.6	65.7	96.8	75.4	72.6	55.3	55.9		56.0	27.8		59.4	49.4	49.2	58.7	73.8	54.3	68.3	111.5	78.5	84.6	56.6
1974	79.7	66.7	76.0	92.2	78.0	74.1	67.8	85.7		79.9	50.7		86.1	57.8	66.2	77.1	99.7	77.0	87.6	131.4	93.1	102.3	80.8
1975	81.5	72.1	82.2	90.5	75.8	69.8	66.1	80.0		87.8	62.7		86.0	57.3	67.0	78.8	87.1	75.2	89.3	134.7	98.1	108.6	74.5
1976	85.3	76.6	88.2	99.3	82.1	76.5	67.4	81.1		91.4	68.4		85.5	66.9	69.9	86.3	91.5	76.2	88.8	132.7	99.9	109.3	78.9
1977	87.5	81.0	89.5	92.1	83.0	78.2	71.0	87.8		92.7	70.2		87.9	70.8	72.7	89.6	90.9	79.8	90.3	132.5	99.4	109.2	80.9
1978	86.5	80.7	93.8	92.6	84.7	74.9	71.3	81.4		87.9	64.1		85.7	71.6	77.7	92.1	84.5	81.6	90.1	130.1	98.6	108.0	78.5
1979	91.6	82.4	95.6	99.3	88.7	90.9	75.9	85.5		96.9	75.1		89.5	81.0	83.2	95.8	100.6	83.4	92.0	130.9	100.1	105.5	84.6
1980	105.6	89.7	102.0	108.1	94.0	100.9	88.3	109.1		118.9	124.1		103.1	84.9	96.8	105.2	124.8	91.3	96.3	134.4	102.7	105.0	98.1
1981	107.0	92.6	109.6	107.5	94.6	90.2	89.1	105.6	91.7	117.0	137.2		104.6	84.0	99.9	106.8	111.5	92.9	97.6	134.4	104.6	113.9	98.9
1982	107.9	93.4	102.2	110.3	95.8	92.4	88.8	103.9	93.3	116.1	148.4		106.8	86.2	101.1	108.3	107.3	92.3	98.4	133.2	106.5	110.8	99.4
1983	106.6	95.1	104.0	107.6	94.3	90.1	88.8	101.3	93.7	113.6	141.7		107.0	87.8	100.5	105.1	109.1	91.5	98.0	129.3	106.4	106.5	99.1
1984	106.7	98.2	108.3	113.8	94.9	88.8	89.9	104.3	94.7	111.6	133.3		108.4	91.1	100.6	105.5	106.6	93.3	98.4	128.2	107.1	105.6	100.2
1985	105.7	98.4	99.8	103.7	94.5	88.0	90.2	101.7	95.1	110.0	132.3		108.8	92.2	97.7	104.6	101.5	93.9	98.6	125.2	106.5	105.7	100.7
1986	99.8	97.0	99.2	95.6	94.0	85.2	90.7	96.6	95.5	102.1	104.8	99.5	103.2	92.4	96.6	96.2	86.2	91.9	95.5	115.1	102.2	103.7	99.3
1987	96.6	95.8	98.8	95.0	94.0	91.3	91.0	95.7	94.5	97.4	87.4	95.8	98.5	92.6	95.2	93.7	86.5	89.6	93.5	108.4	99.8	102.3	98.2
1988	95.9	95.9	98.5	97.0	94.5	90.5	93.0	96.5	94.9	96.6	82.8	96.4	96.6	92.4	95.1	95.5	94.4	91.3	93.4	102.9	97.8	100.2	97.3
1989	98.1	97.6	99.1	101.0	97.0	96.0	95.8	99.4	98.9	98.3	87.6	98.5	98.9	95.1	97.3	98.3	101.1	95.6	96.9	101.9	99.0	98.7	97.9
1990	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1991	100.5	103.4	100.9	102.0	102.7	99.5	105.0	100.1	101.4	102.6	101.3	105.7	101.3	101.5	103.1	101.0	92.5	103.4	101.5	95.5	99.6	100.4	102.4
1992	99.5	104.7	101.8	98.9	104.0	98.2	107.5	98.4	103.4	99.2	95.9	103.2	100.7	101.0	103.0	99.1	87.2	103.8	101.4	92.8	100.1	100.8	105.1
1993	97.3	105.1	101.6	92.0	103.2	104.2	109.1	96.1	103.9	96.3	91.6	100.1	99.3	100.1	101.9	95.1	80.4	99.5	100.5	88.9	98.7	100.0	104.7
1994	95.4	106.3	102.2	88.9	102.3	100.0	107.9	94.3	104.6	94.0	87.5	97.4	97.3	99.5	100.1	91.0	80.8	94.8	99.7	85.7	97.5	98.2	104.2
1995	94.3	102.4	103.0	87.6	101.7	96.6	107.8	97.5	104.7	95.1	87.7	97.2	96.5	98.8	99.7	90.9	83.2	93.2	98.9	82.1	96.0	96.4	103.7
1996	94.2	102.2	104.4	87.9	101.3	97.5	107.4	96.8	104.9	94.2	93.3	95.7	97.3	98.7	99.2	89.9	82.3	92.5	99.0	80.9	97.0	97.2	103.5

中分類番号の内容は第3章表3-4を参照

付録Ⅰ 琵琶湖流入河川流域別 汚濁負荷量推定結果

表Ⅰ-1 非特定汚染源からのTN負荷 [gTN/日] (平成7年) [その1]

No	流域名	ゴルフ場	その他の樹木畑	その他の用地	果樹園	建物用地	荒地	森林	田	内水地	畑
1	兵田川	0	0	0	0	3,901	0	1,245	700	0	856
2	盛越川	0	0	0	0	2,925	0	2,163	282	0	0
3	篠津川	0	0	0	0	3,187	0	1,640	233	0	0
4	相模川	0	0	0	0	2,913	0	4,964	431	0	0
5	常世川	0	0	0	0	3,011	0	1,111	0	0	0
6	吾妻川	0	0	0	0	5,708	0	3,209	0	0	0
7	熊野川	0	0	0	0	3,940	0	2,945	0	0	0
8	不動川	0	0	0	0	3,026	0	789	141	0	428
9	柳川	1,051	0	0	0	2,637	0	3,540	111	0	0
10	隠川	0	0	0	0	4,410	0	5,636	1,735	0	1,557
11	四ツ谷川	0	0	0	0	1,480	0	5,644	105	0	74
12	藤ノ木川	0	0	0	0	3,459	0	3,212	517	0	0
13	大宮川	0	0	0	0	3,691	0	10,680	53	0	5,835
14	足洗川	0	0	0	0	2,715	0	950	183	0	1
15	高橋川	0	0	0	0	1,827	0	936	463	0	0
16	大正寺川	0	0	0	0	1,303	0	4,677	1,425	0	127
17	雄琴川	0	0	0	0	3,328	0	4,955	5,070	0	1,426
18	御呂戸川	0	0	0	0	6,345	0	49	1,776	0	0
19	天神川 a	0	0	0	0	4,213	0	11,298	9,074	0	624
20	真野川	8	0	0	0	8,711	0	22,495	19,817	0	6,463
21	丹出川	802	0	0	0	3,070	0	573	238	0	0
22	和迹川	2,378	0	0	0	7,870	0	23,137	6,685	0	0
23	喜撰川	0	0	0	0	1,468	0	6,002	2,431	0	0
24	真光寺川	0	0	0	0	501	0	1,323	458	0	691
25	生川	0	0	0	0	852	0	6,012	358	0	657
26	天川 a	0	0	0	0	836	0	1,605	1,836	0	170
27	八屋戸川	0	0	0	0	968	0	4,336	267	0	0
28	野離子川	0	0	0	0	775	0	4,618	161	0	0
29	木戸川	0	0	0	0	1,090	0	4,357	258	0	0
30	大川 a	0	0	0	0	526	0	3,086	1,174	0	0
31	大谷川	0	0	0	0	392	0	15,200	0	0	0
32	比良川	0	0	0	0	222	0	11,624	15	0	0
33	家棟川 a	0	0	0	0	1,194	0	6,229	395	0	0
34	大同川 a	0	0	0	0	344	0	1,848	1,086	0	0
35	滝川	0	0	0	0	223	0	7,177	219	0	175
36	北川 a	0	0	0	0	464	0	3,428	504	0	0
37	鶴川	0	0	0	0	68	0	10,202	558	0	0
38	瀬戸川	0	0	0	0	453	0	198	1	0	0
39	小田川	0	0	0	0	420	0	6,721	1,073	0	0
40	和田打川	0	224	0	0	1,933	0	7,454	6,285	0	680
41	鯉川	0	0	0	0	1,183	0	0	6,944	0	907
42	鴨川	0	0	0	0	4,427	0	73,128	23,816	0	13,940
43	青井川	0	0	0	209	8,260	0	1,764	25,585	0	7,615
44	金丸川	0	0	0	0	730	0	0	6,167	0	1,026
45	安曇川	0	0	0	3,061	15,199	0	594,052	44,430	0	14,953
46	田井川	0	0	0	0	1,664	0	1,968	6,769	0	2,873
47	林昭寺川	0	0	0	0	764	0	2,721	2,314	0	0
48	今川	0	0	0	0	267	0	3,657	2,642	0	0
49	波布谷川	0	0	0	0	57	0	2,285	724	0	0
50	庄界川	0	0	0	0	523	0	1,090	325	0	0
51	天川 b	0	0	0	0	1,695	0	11,100	1,682	0	0
52	今津川	0	0	0	0	3,691	0	3,528	8,771	0	600
53	石田川	0	0	0	0	4,805	0	102,509	16,651	0	11,494
54	境川	0	0	0	2,603	2,579	0	11,562	11,938	0	9,825
55	百瀬川	0	0	0	0	340	0	25,068	361	0	866
56	生来川	0	1,773	0	15,622	2,381	0	10,299	8,125	0	4,157
57	知内川	0	230	0	5,321	4,721	0	81,778	19,957	0	2,429
58	大浦川	0	0	0	0	2,669	0	45,890	15,018	0	1,767
59	岩熊川	0	0	0	0	465	0	3,159	4,176	0	433
60	大川 b	0	0	0	0	1,220	0	37,967	6,690	0	1,315
61	大坪川	0	0	0	0	474	0	4,842	2,347	0	190
62	余呉川	0	3,199	0	0	22,008	0	89,577	89,128	0	16,386
63	丁野川	0	4,575	0	0	5,976	0	10	37,788	0	0
64	中川	0	2,526	0	0	1,761	0	0	8,964	0	0
65	田川	0	15,011	0	0	15,691	0	30,041	70,218	0	5,486
66	姉川	0	48,428	0	1,098	26,072	0	673,433	82,383	0	41,999
67	川道川	0	881	0	0	3,968	0	104	13,726	0	0
68	米川	0	0	0	0	8,596	0	250	13,508	0	132
69	十一川	0	0	0	0	11,280	0	1,934	25,987	0	360
70	薬師堂川	0	0	0	0	1,852	0	2,702	7,207	0	1,746

表 1-1 非特定汚染源からの TN 負荷 [gTN/日] (平成7年) [その2]

No	流域名	ゴルフ場	その他の樹木畑	その他の用地	果樹園	建物用地	荒地	森林	田	内水地	畑
71	深町川	0	0	0	0	1,738	0	108	6,079	0	1,572
72	土川	0	0	0	0	2,527	0	5,565	8,871	0	0
73	びわだ川	0	0	0	34	1,291	0	0	6,164	0	0
74	天野川	0	5,563	0	16,152	35,549	0	155,757	84,514	0	33,389
75	矢倉川	2,164	0	0	0	4,877	0	27,526	15,370	0	10,775
76	芹川	0	0	0	0	10,953	0	107,543	19,864	0	7,330
77	平田川	0	0	0	0	9,588	0	447	5,055	0	769
78	野瀬川	0	0	0	0	5,317	0	4	8,711	0	2,346
79	犬上川	0	0	0	255	20,335	0	177,797	35,782	0	28,300
80	江面川	0	0	0	0	11,703	0	160	41,060	0	2,391
81	安食川	0	0	0	0	2,250	0	0	9,280	0	1,603
82	宇曽川	0	0	0	3,718	46,290	0	46,879	171,891	0	17,567
83	文様川	0	0	0	0	4,257	0	2,144	22,691	0	171
84	不敷川	0	0	0	0	5,733	0	524	18,203	0	1,362
85	愛知川	2	14,118	0	3,329	16,907	0	340,088	74,753	0	15,608
86	大同川 b	0	313	0	304	20,323	0	5,318	43,663	0	7,613
87	長命寺川	3,830	0	0	13,421	86,680	0	57,923	261,881	0	45,573
88	八幡川	0	0	0	0	4,604	0	291	2,214	0	856
89	白鳥川	0	0	0	0	16,180	0	8,099	50,491	0	1,098
90	大壺川	0	0	0	0	6,387	0	359	21,240	0	6,500
91	日野川	17,845	11,086	0	49,516	99,899	0	222,650	226,447	0	51,533
92	家棟川 b	0	519	0	0	31,732	0	18,555	73,851	0	13,339
93	幸津川	0	0	0	0	2,974	0	231	11,223	0	2,840
94	立田川	0	0	0	0	1,600	0	93	9,528	0	1,905
95	野洲川	22,139	157,730	0	2,913	166,061	0	481,283	286,552	0	33,106
96	法竜川	0	0	0	0	2,774	0	55	12,033	0	3,465
97	天神川 b	0	0	0	0	6,914	0	345	17,123	0	0
98	守山川	0	0	0	0	10,163	0	8	11,268	0	1,788
99	金森川	0	0	0	0	350	0	40	3,256	0	0
100	山賀川	0	0	0	0	975	0	0	4,566	0	0
101	堺川	0	0	0	395	15,366	0	288	27,733	0	474
102	中ノ井川	0	0	0	0	16,736	0	137	23,598	0	584
103	葉山川	2,821	0	0	0	10,998	0	4,380	9,905	0	63
104	伊佐々川	0	0	0	855	14,420	0	130	11,657	0	495
105	草津川	3,159	118	0	11,215	22,636	0	44,761	22,475	0	3,756
106	山寺川	0	0	0	0	561	0	23	1,987	0	0
107	伯母川	0	0	0	0	10,115	0	2,054	8,438	0	1,264
108	北川 b	0	315	0	423	3,318	0	1,169	2,048	0	3,017
109	十禅寺川	45	0	0	1,805	2,524	0	526	3,393	0	2,901
110	狼川	0	0	0	5,311	9,326	0	2,773	1,855	0	4,729
111	長沢川	0	0	0	0	6,885	0	1,027	1,049	0	549
112	琵琶湖	166	51	0	0	7,027	0	2,006	1,467	0	1,296
113	余呉湖	0	0	0	0	8	0	28	101	0	0
114	湖岸(知内-大浦)	0	0	0	0	2,200	0	24,873	5,275	0	2,058
115	湖岸(生来-知内)	0	0	0	0	137	0	23	0	0	40
116	湖岸(境-百瀬)	0	0	0	11,979	2,520	0	2,789	12,338	0	532
117	湖岸(金丸-安曇)	0	0	0	0	1,913	0	257	3,380	0	0
118	湖岸(丹出-和弥)	0	0	0	0	1,129	0	0	1,605	0	0
119	湖岸(和弥-喜撰)	0	0	0	0	3,161	0	170	1,368	0	0
120	湖岸(雄琴-御呂戸)	0	0	0	0	1,124	0	4	445	0	0
121	湖岸(大正寺-雄琴)	0	0	0	0	2,404	0	288	817	0	0
122	湖岸(高橋-大正寺)	0	0	0	0	370	0	0	523	0	0
123	湖岸(足洗-高橋)	0	0	0	0	700	0	0	0	0	0
124	湖岸(大宮-足洗)	0	0	0	0	1,322	0	0	749	0	0
125	湖岸(藤ノ木-大宮)	0	0	0	0	1,073	0	0	547	0	0
126	湖岸(四ッ谷-藤ノ木)	0	0	0	0	1,376	0	141	906	0	383
127	湖岸(際-四ッ谷)	0	0	0	0	6,547	0	1,624	1,416	0	2,115
128	湖岸(長沢-瀬田)	0	0	0	0	6,665	0	1,018	3,259	0	1,486
129	湖岸(狼-長沢)	0	0	0	0	4,396	0	540	2,077	0	3,849
130	湖岸(十禅寺-狼)	0	0	0	0	1,080	0	57	1,196	0	955
131	湖岸(北川-十禅寺)	0	0	0	0	3,524	0	57	5,232	0	3,567
132	湖岸(伯母-北川)	0	0	0	0	3,809	0	300	6,972	0	1,370
133	湖岸(山寺-伯母)	0	0	0	0	104	0	0	303	0	0
134	湖岸(草津-山寺)	0	0	0	0	5,176	0	73	7,761	0	6,643
135	湖岸(伊佐々-草津)	0	0	0	0	0	0	0	883	0	98
136	湖岸(葉山-伊佐々)	0	0	0	0	241	0	0	1,328	0	1,091
137	湖岸(中ノ井-葉山)	0	0	0	0	14	0	0	715	0	0
138	湖岸(堺-中ノ井)	0	0	0	0	465	0	0	2,235	0	666
139	湖岸(守山-金森)	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0
140	湖岸(天神-守山)	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0

表 I-1 非特定汚染源からの TN 負荷 [gTN/日] (平成7年) [その3]

No	流域名	ゴルフ場	その他の樹木帯	他の用地	果樹園	建物用地	荒地	森林	田	内水地	畑
141	湖岸(法竜-天神)	0	0	0	0	0	0	0	594	0	0
142	湖岸(金森-山賀)	0	0	0	0	8	0	0	758	0	0
143	湖岸(山賀-堺)	0	0	0	0	1,017	0	0	7,150	0	65
144	湖岸(野洲-法竜)	2,063	0	0	0	2,871	0	39	9,635	0	3,236
145	湖岸(立田-野洲)	0	0	0	0	0	0	1	2,056	0	2,435
146	湖岸(野洲-幸津)	0	0	0	0	1,563	0	156	6,535	0	6,874
147	湖岸(家棟-野洲)	0	0	0	0	1,176	0	298	11,331	0	5,738
148	湖岸(日野-家棟)	0	0	0	0	501	0	145	8,824	0	6,140
149	湖岸(白鳥-大惣)	0	0	0	0	226	0	84	1,998	0	527
150	湖岸(大惣-日野)	0	0	0	0	4,898	0	966	26,694	0	2,716
151	湖岸(長命寺-八幡)	0	0	0	0	2,206	0	3,177	6,458	0	719
152	湖岸(不飲-愛知)	137	0	0	0	3,428	0	249	14,776	0	10,171
153	湖岸(文禄-不飲)	0	0	0	0	1,615	0	200	10,209	0	1,380
154	湖岸(宇曾-文禄)	0	0	0	0	676	0	1,672	6,888	0	1,534
155	湖岸(犬上-江面)	0	0	0	0	532	0	0	175	0	0
156	湖岸(野瀬-犬上)	0	0	0	0	126	0	126	0	0	913
157	湖岸(平田-野瀬)	0	0	0	0	164	0	16	4	0	0
158	湖岸(芹-平田)	0	0	0	0	75	0	0	0	0	310
159	湖岸(矢倉-芹)	163	0	0	0	15,773	0	2,093	5,555	0	2,718
160	湖岸(天野-矢倉)	0	0	0	0	7,713	0	2,848	21,764	0	15,416
161	湖岸(ひわた-天野)	0	0	0	3,320	936	0	3	5,635	0	0
162	湖岸(中-姉)	0	6,780	0	0	1,604	0	68	7,213	0	0
163	湖岸(丁野-中)	0	2,009	0	0	1,218	0	0	4,112	0	0
164	湖岸(米川-深町川)	0	0	0	615	4,556	0	4,238	16,408	0	2,877
165	湖岸(余呉-丁野)	0	0	0	0	809	0	4	3,860	0	1,387
166	湖岸(大坪-余呉)	0	0	0	0	1,131	0	10,704	2,871	0	1,168
167	湖岸(大浦-岩熊)	0	0	0	0	944	0	22,772	889	0	662
168	湖岸(石田-境)	0	0	0	0	212	0	68	115	0	0
169	湖岸(今津-石田)	0	0	0	0	411	0	1	48	0	0
170	湖岸(天川-今津)	0	0	0	0	3,111	0	234	812	0	0
171	湖岸(波布谷-天)	0	0	0	0	360	0	58	656	0	0
172	湖岸(今-波布谷)	0	0	0	0	87	0	28	143	0	0
173	湖岸(林昭寺-今)	0	0	0	0	168	0	32	319	0	0
174	湖岸(田井-林昭寺)	0	0	0	0	0	0	8	81	0	0
175	湖岸(安曇-田井)	0	0	0	1,451	9,825	0	2,676	32,783	0	4,815
176	湖岸(青井-金丸)	0	0	0	0	460	0	0	217	0	0
177	湖岸(鴨-青井)	0	0	0	0	50	0	135	497	0	1,649
178	湖岸(鯉-鴨)	0	0	0	0	1,842	0	129	5,427	0	0
179	湖岸(和田打-鯉)	0	0	0	0	361	0	38	511	0	0
180	湖岸(瀬戸-和田打)	0	0	0	0	614	0	36	865	0	0
181	湖岸(鶴-瀬戸)	0	0	0	0	1,836	0	10,902	2,917	0	0
182	湖岸(北-鶴)	0	0	0	0	340	0	2,014	1,165	0	0
183	湖岸(滝-北)	0	0	0	0	653	0	88	510	0	0
184	湖岸(大同-滝)	0	0	0	0	348	0	1,024	1,415	0	564
185	湖岸(家棟-大同)	0	0	0	0	366	0	45	350	0	0
186	湖岸(比良-大同)	0	0	0	0	2,077	0	3,609	2,531	0	0
187	湖岸(大谷-比良)	0	0	0	0	3,763	0	3,131	5,458	0	1,648
188	湖岸(大-大谷)	0	0	0	0	997	0	292	882	0	0
189	湖岸(木戸-大)	0	0	0	0	346	0	1	170	0	0
190	湖岸(野離子-木戸)	0	0	0	0	513	0	345	426	0	0
191	湖岸(天-野離子)	0	0	0	0	439	0	9	101	0	0
192	湖岸(生-天)	0	0	0	0	622	0	11	209	0	537
193	湖岸(天神-真野)	0	0	0	0	9,015	0	1,240	2,585	0	419
194	湖岸(御呂戸-天神)	0	0	0	0	1,317	0	64	915	0	0
195	湖岸(不動-柳)	0	0	0	0	1,115	0	0	48	0	1,553
196	湖岸(熊野-不動)	0	0	0	0	785	0	661	0	0	0
197	湖岸(姉-川道)	0	18,496	0	0	3,242	0	9	11,041	0	0
198	湖岸(川道-米)	0	3,185	0	0	7,872	0	0	11,747	0	0
199	湖岸(喜撰-真光寺)	0	0	0	0	931	0	903	1,744	0	128
200	湖岸(真野-丹出)	0	0	0	0	3,980	0	73	1,929	0	0
201	湖岸(瀬田-盛越)	0	0	0	0	51	0	0	0	0	0
202	湖岸(大津市街沿い)	0	0	0	0	8,167	0	61	28	0	0
203	湖岸(愛知-長命寺)	0	0	0	0	768	0	1	4,386	0	1,847
204	湖岸(長命寺-長命寺)	0	0	0	0	736	0	9,811	4,010	0	0
205	湖岸(沖島)	0	0	0	0	294	0	2,707	63	0	1,073
合計		54,534	220,284	0	127,011	932,141	0	1,841,608	2,020,256	0	417,998

表1-2 非特定汚染源からのTN負荷 [gTN/日] (昭和43年) [その1]

No	流域名	田	畑	建物用地	森林	内水地
1	兵田川	1,363	0	702	1,442	0
2	盛越川	522	0	1,454	2,236	0
3	篠津川	0	0	1,020	1,527	0
4	相模川	452	0	547	5,315	0
5	常世川	0	0	1,003	1,111	0
6	吾妻川	0	0	6,493	3,255	0
7	熊野川	0	104	4,773	2,868	0
8	不動川	0	0	725	759	0
9	柳川	247	0	1,995	5,353	0
10	際川	5,537	0	3,278	6,131	0
11	四ッ谷川	690	0	165	6,133	0
12	藤ノ木川	2,490	97	3,823	3,095	0
13	大宮川	2,663	558	1,435	10,999	0
14	足洗川	2,575	149	766	1,503	0
15	高橋川	3,722	0	60	1,270	0
16	大正寺川	4,878	0	531	4,645	0
17	雄琴川	12,452	0	827	5,671	0
18	御呂戸川	9,988	0	1,180	1,877	0
19	天神川 a	20,226	0	2,639	12,223	0
20	真野川	46,374	0	4,001	23,515	0
21	丹出川	3,495	0	676	1,737	0
22	和迹川	16,401	483	2,006	26,050	0
23	喜撰川	9,226	564	502	4,982	0
24	真光寺川	1,746	0	69	1,148	0
25	生川	2,445	216	129	5,773	0
26	天川 a	3,818	1,739	189	1,591	0
27	八屋戸川	428	1,403	472	4,275	0
28	野離子川	464	0	1	4,818	0
29	木戸川	495	0	414	4,515	0
30	大川 a	2,733	169	9	3,323	0
31	大谷川	0	0	25	15,327	0
32	比良川	7	0	0	11,631	0
33	家棟川 a	328	41	778	6,438	0
34	大同川 a	2,418	0	0	1,941	0
35	滝川	372	0	1	7,265	0
36	北川 a	844	0	426	3,502	0
37	鵜川	1,131	0	13	10,230	0
38	瀬戸川	228	0	434	178	0
39	小田川	2,547	0	402	6,600	0
40	和田打川	14,284	525	1,302	6,459	0
41	鯨川	15,807	497	859	107	0
42	鴨川	42,887	4,556	1,980	74,222	0
43	青井川	58,611	1,878	7,249	2,216	0
44	金丸川	13,223	1,763	867	15	0
45	安曇川	74,178	15,414	11,336	596,901	0
46	田井川	14,068	915	2,020	1,927	0
47	林昭寺川	5,088	895	625	2,683	0
48	今川	5,514	35	93	3,702	0
49	波布谷川	1,036	370	78	2,285	0
50	庄界川	1,864	0	0	1,314	0
51	天川 b	4,077	0	851	10,760	0
52	今津川	18,605	2,177	2,395	2,767	0
53	石田川	34,824	10,961	2,475	101,951	0
54	境川	21,715	9,276	2,382	11,112	0
55	百瀬川	349	0	97	25,841	0
56	生来川	17,419	15,256	2,521	10,547	0
57	知内川	41,509	5,780	2,956	82,713	0
58	大浦川	28,459	3,190	2,815	45,613	0
59	岩熊川	8,176	462	555	3,036	0
60	大川 b	10,173	1,003	1,428	37,278	0
61	大坪川	4,429	1,121	745	4,642	0
62	余呉川	169,638	32,868	24,131	90,933	0
63	丁野川	77,372	8,653	6,206	203	0
64	中川	17,449	6,166	1,674	36	0
65	田川	138,958	27,098	18,132	31,337	0
66	姉川	150,802	89,541	21,711	689,222	0
67	川道川	29,886	1,934	3,379	88	0
68	米川	30,611	1,185	8,963	205	0
69	十一川	56,313	4,180	10,929	2,106	0
70	薬師堂川	15,342	899	1,804	2,753	0

表1-2 非特定汚染源からのTN負荷 [gTN/日] (昭和43年) [その2]

No	流域名	田	畑	建物用地	森林	内水地
71	深町川	12,213	2,837	1,386	128	0
72	土川	16,700	1,429	1,261	6,034	0
73	びわだ川	12,568	770	883	19	0
74	天野川	135,465	46,446	19,291	160,630	0
75	矢倉川	21,009	6,314	2,443	29,147	0
76	芹川	32,499	9,941	7,789	110,872	0
77	平田川	19,706	1,587	5,527	41	0
78	野瀬川	21,288	3,951	4,676	135	0
79	犬上川	51,007	19,441	12,231	180,272	0
80	江面川	91,386	4,206	10,147	425	0
81	安食川	20,313	1,630	1,624	0	0
82	宇曾川	359,735	16,544	40,954	51,923	0
83	文禄川	49,997	1,368	3,840	2,118	0
84	不飲川	39,870	2,236	5,217	835	0
85	愛知川	140,506	18,064	15,273	350,061	0
86	大同川 b	103,788	4,324	15,931	5,746	0
87	長命寺川	599,062	18,262	74,818	57,492	0
88	八幡川	5,730	0	6,593	175	0
89	白鳥川	127,249	0	11,094	7,281	0
90	大惣川	51,962	0	5,401	261	0
91	日野川	493,317	35,278	53,694	235,541	0
92	家棟川 b	179,373	1,649	28,170	18,177	0
93	幸津川	32,929	129	3,018	386	0
94	立田川	22,289	0	1,968	94	0
95	野洲川	648,158	122,859	72,901	513,296	0
96	法竜川	26,063	170	3,277	91	0
97	天神川 b	43,831	124	6,040	109	0
98	守山川	35,142	223	7,701	41	0
99	金森川	7,157	0	434	52	0
100	山賀川	9,942	0	1,085	19	0
101	堺川	69,659	662	13,056	275	0
102	中ノ井川	58,822	245	11,396	283	0
103	葉山川	15,740	0	2,399	5,756	0
104	伊佐々川	28,068	1,053	10,428	60	0
105	草津川	50,580	5,156	5,985	48,949	0
106	山寺川	3,989	0	588	42	0
107	伯母川	27,242	1,104	3,593	3,189	0
108	北川 b	4,956	419	942	1,480	0
109	十禅寺川	7,414	758	482	1,004	0
110	狼川	658	436	47	3,980	0
111	長沢川	0	0	0	793	0
112	琵琶湖	0	0	0	0	0
113	余呉湖	0	0	0	0	0
114	湖岸(知内-大浦)	13,459	1,893	1,307	23,620	0
115	湖岸(生来-知内)	0	115	125	34	0
116	湖岸(境-百瀬)	25,048	9,278	2,346	2,536	0
117	湖岸(金丸-安曇)	7,520	533	1,410	113	0
118	湖岸(丹出-和迺)	4,450	0	516	4	0
119	湖岸(和迺-喜撰)	6,296	0	1,870	69	0
120	湖岸(雄琴-御呂戸)	1,377	0	501	278	0
121	湖岸(大正寺-雄琴)	2,479	0	1,934	343	0
122	湖岸(高橋-大正寺)	2,090	0	42	0	0
123	湖岸(足洗-高橋)	755	0	323	78	0
124	湖岸(大宮-足洗)	2,652	0	797	25	0
125	湖岸(藤ノ木-大宮)	2,557	0	243	0	0
126	湖岸(四ッ谷-藤ノ木)	2,919	0	1,103	114	0
127	湖岸(際-四ッ谷)	7,002	91	3,341	2,177	0
128	湖岸(長沢-瀬田)	0	0	0	1,325	0
129	湖岸(狼-長沢)	0	0	0	565	0
130	湖岸(十禅寺-狼)	3,523	0	941	12	0
131	湖岸(北川-十禅寺)	15,039	0	1,607	104	0
132	湖岸(伯母-北川)	17,475	0	2,881	332	0
133	湖岸(山寺-伯母)	1,225	0	309	0	0
134	湖岸(草津-山寺)	20,906	0	5,151	27	0
135	湖岸(伊佐々-草津)	1,892	0	0	0	0
136	湖岸(葉山-伊佐々)	2,808	0	240	0	0
137	湖岸(中ノ井-葉山)	2,140	0	0	0	0
138	湖岸(堺-中ノ井)	5,301	0	565	0	0
139	湖岸(守山-金森)	207	0	0	0	0
140	湖岸(天神-守山)	114	0	0	0	0

表1-2 非特定汚染源からのTN負荷 [gTN/日] (昭和43年) [その3]

No	流域名	田	畑	建物用地	森林	内水地
141	湖岸(法竜-天神)	1,675	0	0	0	0
142	湖岸(金森-山賀)	1,859	0	9	0	0
143	湖岸(山賀-堺)	18,059	0	884	50	0
144	湖岸(野洲-法竜)	19,399	0	1,798	21	0
145	湖岸(立田-野洲)	4,854	0	11	29	0
146	湖岸(野洲-幸津)	18,155	0	1,478	132	0
147	湖岸(家棟-野洲)	24,613	18	1,757	252	0
148	湖岸(日野-家棟)	19,196	0	427	353	0
149	湖岸(白鳥-大惣)	5,020	0	289	0	0
150	湖岸(大惣-日野)	62,368	0	4,118	1,003	0
151	湖岸(長命寺-八幡)	16,537	154	1,748	3,246	0
152	湖岸(不飲-愛知)	31,084	11,235	3,048	141	0
153	湖岸(文禄-不飲)	21,463	1,662	2,025	14	0
154	湖岸(宇曾-文禄)	14,098	1,345	644	1,403	0
155	湖岸(犬上-江面)	0	1,292	401	49	0
156	湖岸(野瀬-犬上)	0	912	164	76	0
157	湖岸(平田-野瀬)	0	272	299	0	0
158	湖岸(芹-平田)	0	442	104	0	0
159	湖岸(矢倉-芹)	11,642	2,783	17,744	2,443	0
160	湖岸(天野-矢倉)	745	375	1,627	2,363	0
161	湖岸(ひわだ-天野)	11,317	2,059	1,105	3	0
162	湖岸(中-姉)	12,993	8,353	2,030	23	0
163	湖岸(丁野-中)	8,179	3,321	733	21	0
164	湖岸(米川-深町川)	31,101	5,111	3,626	4,828	0
165	湖岸(余呉-丁野)	7,390	3,803	892	2	0
166	湖岸(大坪-余呉)	5,503	1,237	1,029	10,611	0
167	湖岸(大浦-岩熊)	997	1,078	850	21,752	0
168	湖岸(石田-境)	85	34	6	146	0
169	湖岸(今津-石田)	54	0	462	16	0
170	湖岸(天川-今津)	2,483	0	3,091	176	0
171	湖岸(波布谷-天)	1,039	0	140	57	0
172	湖岸(今-波布谷)	202	60	51	9	0
173	湖岸(林昭寺-今)	820	0	117	52	0
174	湖岸(田井-林昭寺)	144	0	0	15	0
175	湖岸(安曇-田井)	70,993	8,178	8,878	2,462	0
176	湖岸(青井-金丸)	701	675	335	0	0
177	湖岸(鴨-青井)	0	3,233	20	116	0
178	湖岸(鯨-鴨)	11,925	904	812	134	0
179	湖岸(和田打-鯨)	1,484	148	296	26	0
180	湖岸(瀬戸-和田打)	1,676	331	707	21	0
181	湖岸(鶴-瀬戸)	6,801	0	750	10,837	0
182	湖岸(北-鶴)	1,821	0	185	2,064	0
183	湖岸(滝-北)	905	0	434	192	0
184	湖岸(大同-滝)	3,088	0	80	1,178	0
185	湖岸(家棟-大同)	799	0	0	152	0
186	湖岸(比良-大同)	6,170	534	615	3,514	0
187	湖岸(大谷-比良)	12,855	0	1,839	3,353	0
188	湖岸(大-大谷)	1,834	87	484	421	0
189	湖岸(木戸-大)	326	0	305	11	0
190	湖岸(野離子-木戸)	901	0	94	375	0
191	湖岸(天-野離子)	440	383	211	12	0
192	湖岸(生-天)	850	662	273	40	0
193	湖岸(天神-真野)	14,185	0	6,533	1,025	0
194	湖岸(御呂戸-天神)	3,390	0	339	165	0
195	湖岸(不動-柳)	135	0	224	0	0
196	湖岸(熊野-不動)	0	0	550	566	0
197	湖岸(姉-川道)	19,399	23,153	3,102	119	0
198	湖岸(川道-米)	25,687	7,821	6,498	0	0
199	湖岸(喜撰-真光寺)	5,516	72	439	461	0
200	湖岸(真野-丹出)	6,632	0	1,552	930	0
201	湖岸(瀬田-盛越)	0	0	10,295	18	0
202	湖岸(大津市街沿い)	9,334	1,397	1,215	8	0
203	湖岸(愛知-長命寺)	8,470	0	439	9,860	0
204	湖岸(長命寺-長命寺)	0	184	467	2,729	0
205	湖岸(沖島)	237,565	0	0	24,925	3,560,069
合計		5,919,541	688,955	788,330	4,011,193	3,560,069

表1-3 処理プラントおよび家庭直接系からのTN負荷 [gTN/日] (平成7年) [その1]

No	流域名	下水処理場	屎尿処理場	農排処理場	合併処理	小型合併	単独処理	計画収集	自家処理
1	兵田川	0	0	0	0	0	5	669	11
2	盛越川	0	0	0	0	0	6	565	7
3	篠津川	0	0	0	0	0	8	696	8
4	相模川	0	0	0	0	0	15	958	13
5	常世川	0	0	0	0	0	15	1,067	16
6	吾妻川	0	0	0	0	0	16	1,487	17
7	熊野川	0	0	0	0	0	8	611	9
8	不動川	0	0	0	0	0	16	1,011	10
9	柳川	0	0	0	0	0	16	1,189	16
10	際川	0	0	0	0	2,112	4,784	4,496	99
11	四ッ谷川	0	0	0	0	708	1,601	877	28
12	藤ノ木川	0	0	0	0	1,791	4,042	2,222	68
13	大宮川	0	0	0	0	1,033	2,332	1,276	43
14	足洗川	0	0	0	0	755	1,680	925	30
15	高橋川	0	0	0	0	1,048	2,370	1,297	39
16	大正寺川	0	0	0	0	296	683	362	13
17	雄琴川	0	369	0	0	1,584	3,592	1,961	59
18	御呂戸川	0	0	0	0	3,655	8,230	4,518	137
19	天神川 a	0	0	0	0	4,686	10,566	5,798	175
20	真野川	0	0	0	0	6,484	14,634	8,007	251
21	丹出川	0	0	0	0	71	354	344	8
22	和迹川	0	0	0	0	2,753	6,936	3,671	147
23	喜撰川	0	0	0	0	1,348	5,448	454	442
24	真光寺川	0	0	0	0	108	127	232	6
25	生川	0	0	0	0	41	168	115	45
26	天川 a	0	0	0	0	145	611	612	347
27	八屋戸川	0	0	0	0	129	657	435	138
28	野離子川	0	0	0	0	69	373	239	75
29	木戸川	0	0	0	0	78	519	549	10
30	大川 a	0	0	0	0	90	555	510	5
31	大谷川	0	0	0	0	66	334	275	29
32	比良川	0	0	0	0	36	194	135	33
33	家棟川 a	0	0	0	0	123	791	828	100
34	大同川 a	0	0	0	0	18	110	115	13
35	滝川	0	0	0	0	65	368	285	53
36	北川 a	0	0	0	0	128	719	549	105
37	鶴川	0	0	0	0	0	0	0	0
38	瀬戸川	0	0	0	0	58	508	189	186
39	小田川	0	0	0	0	58	777	326	304
40	和田打川	0	0	115	0	380	2,739	1,864	1,482
41	鯉川	0	0	0	0	283	1,811	1,106	858
42	鴨川	0	0	1,137	0	2,054	3,894	2,134	1,542
43	青井川	0	0	557	0	2,779	14,575	14,675	4,275
44	金丸川	0	0	0	0	26	42	1,100	358
45	安曇川	0	0	286	0	1,180	6,782	9,415	11,181
46	田井川	0	0	13,745	0	1,522	4,903	2,518	1,527
47	林昭寺川	0	0	545	0	411	441	434	282
48	今川	0	0	0	0	10	121	123	70
49	波布谷川	0	0	0	0	14	66	85	57
50	庄界川	0	0	0	0	3,543	357	0	0
51	天川 b	0	0	0	0	6,330	1,031	45	0
52	今津川	0	0	0	0	1,465	6,453	4,932	2,130
53	石田川	0	0	4,453	0	726	1,063	2,484	2,956
54	境川	0	0	1,171	0	2,183	623	1,326	2,187
55	百瀬川	0	0	0	0	0	30	52	54
56	生来川	0	0	11,302	0	114	1,490	270	276
57	知内川	0	0	10,665	0	342	424	638	522
58	大浦川	0	0	4,620	0	31	320	1,225	192
59	岩熊川	0	0	481	0	0	61	585	86
60	大川 b	0	0	4,351	0	0	368	2,887	425
61	大坪川	0	0	0	0	50	331	995	156
62	余呉川	0	1,505	28,722	67	1,775	22,422	41,727	7,838
63	丁野川	0	0	74,776	233	0	1,912	5,584	1,075
64	中川	0	0	4,678	0	0	0	845	41
65	田川	0	0	45,613	481	150	12,709	22,738	10,788
66	姉川	0	0	14,089	87	5,432	13,886	33,214	10,159
67	川道川	0	0	5,970	0	3,686	14,233	9,644	1,753
68	米川	0	0	0	118	3,878	21,331	17,041	1,232
69	十一川	0	0	0	164	8,706	41,360	28,245	3,443
70	薬師堂川	0	0	270	0	164	2,019	4,056	1,730

表1-3 処理プラントおよび家庭直接系からのTN負荷 [gTN/日] (平成7年) [その2]

No	流域名	下水処理場	屎尿処理場	農排処理場	合併処理	小型合併	単独処理	計画収集	自家処理
71	深町川	0	2,065	0	0	158	1,329	2,402	1,369
72	土川	0	0	0	0	4,383	407	4,261	1,660
73	びわだ川	0	0	0	0	1,338	112	2,625	663
74	天野川	0	0	10,166	2,619	5,091	30,099	54,360	8,915
75	矢倉川	0	0	0	327	1,259	7,685	8,529	1,581
76	芹川	0	0	0	8	5,107	16,766	12,306	3,734
77	平田川	0	0	0	645	7,507	65,297	25,463	1,792
78	野瀬川	0	0	0	684	7,271	32,177	14,722	401
79	犬上川	0	0	0	171	3,928	21,955	24,175	10,588
80	江面川	0	0	0	111	27,632	20,012	22,102	5,284
81	安食川	0	0	0	0	8,552	4,395	5,858	1,304
82	宇曾川	0	1,788	237,937	403	6,729	46,504	57,379	26,701
83	文禄川	0	0	3,669	0	1,962	6,853	11,169	3,014
84	不飲川	0	0	3,481	0	2,215	6,535	5,783	1,595
85	愛知川	0	0	69,957	11	1,017	2,021	8,310	16,459
86	大同川 b	0	0	9,791	2,472	7,749	28,581	44,116	9,385
87	長命寺川	0	4,463	31,460	13,242	55,936	46,018	135,494	17,907
88	八幡川	0	0	0	506	3,530	3,134	7,583	0
89	白鳥川	0	6,660	734	11,882	13,548	14,722	33,643	741
90	大惣川	0	0	0	4,224	21,946	2,114	11,987	0
91	日野川	0	0	36,409	6,728	60,573	64,159	98,878	12,031
92	家棟川 b	0	0	1,085	690	1,763	14,048	25,428	6,783
93	幸津川	0	0	10,596	0	54	1,211	2,547	1,054
94	立田川	0	0	1,871	0	78	3,016	3,250	1,498
95	野洲川	0	4,936	100,261	31,175	70,527	237,048	142,907	34,050
96	法竜川	0	0	0	215	1,846	5,405	5,208	2,095
97	天神川 b	0	0	0	970	7,240	16,411	10,366	3,538
98	守山川	0	0	0	6,272	884	11,283	7,343	1,929
99	金森川	0	0	2,436	20	0	1,294	496	314
100	山賀川	0	0	763	267	874	3,340	3,055	701
101	堺川	0	0	41,973	4,937	4,086	27,925	13,104	1,850
102	中ノ井川	0	5,009	0	2,146	7,159	53,104	12,779	125
103	葉山川	0	0	0	10	655	12,704	6,731	0
104	伊佐々川	0	0	0	1,769	1,606	37,743	11,408	0
105	草津川	0	0	3,060	24	30,024	27,966	11,983	371
106	山寺川	0	0	0	15	153	2,169	1,679	48
107	伯母川	0	0	0	1,350	6,454	23,409	10,000	90
108	北川 b	0	0	0	2,356	2,237	7,289	8,711	0
109	十禅寺川	0	0	0	4,111	2,375	7,226	76	0
110	狼川	0	0	0	6,276	25,762	39,940	8,282	25
111	長沢川	0	0	0	0	3,211	7,479	3,755	120
112	琵琶湖	1,369,134	2,831	0	93	1,331	3,293	2,644	358
113	余呉湖	0	0	0	0	0	0	0	0
114	湖岸(知内-大浦)	0	0	0	0	1,684	1,016	1,920	1,739
115	湖岸(生来-知内)	0	0	0	0	0	85	162	168
116	湖岸(境-百瀬)	0	0	6,820	0	767	947	990	1,490
117	湖岸(金丸-安曇)	0	0	0	0	634	898	4,184	876
118	湖岸(丹出-和迺)	0	0	0	0	74	518	681	15
119	湖岸(和迺-喜撰)	0	0	0	0	919	4,520	2,200	216
120	湖岸(雄琴-御呂戸)	0	0	0	0	1,232	2,769	1,519	44
121	湖岸(大正寺-雄琴)	0	0	0	0	1,037	2,358	1,285	40
122	湖岸(高橋-大正寺)	0	0	0	0	96	214	118	3
123	湖岸(足洗-高橋)	0	0	0	0	165	384	205	6
124	湖岸(大宮-足洗)	0	0	0	0	436	998	536	14
125	湖岸(藤ノ木-大宮)	0	0	0	0	408	924	509	17
126	湖岸(四ッ谷-藤ノ木)	0	0	0	0	928	2,087	1,148	36
127	湖岸(際-四ッ谷)	0	0	0	0	3,677	8,310	4,555	138
128	湖岸(長沢-瀬田)	0	0	0	0	3,154	7,371	3,689	116
129	湖岸(狼-長沢)	0	0	0	0	2,257	4,992	2,761	78
130	湖岸(十禅寺-狼)	0	0	0	130	16	8	114	0
131	湖岸(北川-十禅寺)	0	0	0	1,547	401	7,716	420	0
132	湖岸(伯母-北川)	0	0	0	292	1,969	14,548	9,423	37
133	湖岸(山寺-伯母)	0	0	0	0	7	88	111	3
134	湖岸(草津-山寺)	0	0	0	68	989	20,737	9,433	177
135	湖岸(伊佐々-草津)	0	0	0	0	0	0	0	0
136	湖岸(葉山-伊佐々)	0	0	0	0	98	817	1,105	0
137	湖岸(中ノ井-葉山)	0	0	0	0	0	0	0	0
138	湖岸(堺-中ノ井)	0	0	10,274	576	29	552	562	55
139	湖岸(守山-金森)	0	0	0	0	0	0	0	0
140	湖岸(天神-守山)	0	0	0	0	0	0	0	0

表1-3 処理プラントおよび家庭直接系からのTN負荷 [gTN/日] (平成7年) [その3]

No	流域名	下水処理場	尿尿処理場	農排処理場	合併処理	小型合併	単独処理	計画収集	自家処理
141	湖岸(法竜-天神)	0	0	0	0	0	0	0	0
142	湖岸(金森-山賀)	0	0	0	0	0	2	1	0
143	湖岸(山賀-塚)	0	0	2,685	0	1,383	2,025	1,120	278
144	湖岸(野洲-法竜)	0	0	0	0	21,325	4,301	4,275	1,314
145	湖岸(立田-野洲)	0	0	0	0	0	0	0	0
146	湖岸(野洲-幸津)	0	0	3,069	0	0	549	1,242	178
147	湖岸(家棟-野洲)	0	0	1,057	0	0	112	479	51
148	湖岸(日野-家棟)	0	0	0	0	126	133	1,269	0
149	湖岸(白鳥-大惣)	0	0	0	0	114	15	552	0
150	湖岸(大惣-日野)	0	0	0	0	11,910	3,560	10,500	0
151	湖岸(長命寺-八幡)	0	0	0	0	517	521	5,943	0
152	湖岸(不飲-愛知)	0	0	2,498	0	91	817	1,481	407
153	湖岸(文禄-不飲)	0	0	1,637	0	507	1,633	2,165	821
154	湖岸(宇管-文禄)	0	0	807	0	0	667	1,778	662
155	湖岸(犬上-江面)	0	0	0	21	154	1,527	459	0
156	湖岸(野瀬-犬上)	0	0	0	56	107	856	1,198	0
157	湖岸(平田-野瀬)	0	0	0	13	214	2,909	1,071	77
158	湖岸(芹-平田)	0	0	0	0	119	1,525	561	40
159	湖岸(矢倉-芹)	0	0	0	2,449	3,906	37,823	26,397	502
160	湖岸(天野-矢倉)	0	0	0	1,627	5,016	16,603	8,563	1,132
161	湖岸(ひわだ-天野)	0	0	0	0	0	0	1,231	309
162	湖岸(中-姉)	0	0	8,363	0	0	20	880	54
163	湖岸(丁野-中)	0	0	428	0	0	0	334	7
164	湖岸(米川-深町川)	0	0	9,295	2,076	671	4,323	4,609	2,862
165	湖岸(余呉-丁野)	0	0	0	0	0	2	542	121
166	湖岸(大坪-余呉)	0	0	1,806	0	16	372	1,157	198
167	湖岸(大浦-岩熊)	0	0	0	0	53	314	2,252	345
168	湖岸(石田-境)	0	0	0	0	6	17	39	22
169	湖岸(今津-石田)	0	0	0	0	28	42	985	191
170	湖岸(天川-今津)	0	0	0	1,512	145	8,037	5,387	7
171	湖岸(波布谷-天)	0	0	0	0	22	1,355	984	89
172	湖岸(今-波布谷)	0	0	0	0	38	178	228	153
173	湖岸(林昭寺-今)	0	0	0	0	17	141	160	93
174	湖岸(田井-林昭寺)	0	0	0	0	0	0	0	0
175	湖岸(安曇-田井)	0	0	0	0	5,477	8,315	10,878	7,343
176	湖岸(青井-金丸)	0	0	0	0	41	347	1,038	339
177	湖岸(鴨-青井)	0	0	0	0	0	0	0	0
178	湖岸(鯉-鴨)	0	0	0	0	338	1,911	852	516
179	湖岸(和田打-鯉)	0	0	0	0	79	252	177	91
180	湖岸(瀬戸-和田打)	0	0	0	0	150	1,091	392	401
181	湖岸(鵜-瀬戸)	0	0	0	0	217	2,541	1,006	971
182	湖岸(北-鵜)	0	0	0	0	32	251	200	34
183	湖岸(滝-北)	0	0	0	0	252	1,423	1,086	208
184	湖岸(大同-滝)	0	0	0	0	22	138	139	15
185	湖岸(家棟-大同)	0	0	0	0	30	185	194	23
186	湖岸(比良-大同)	0	0	0	0	122	798	859	97
187	湖岸(大谷-比良)	0	0	0	0	891	4,639	3,442	901
188	湖岸(大-大谷)	0	0	0	0	195	975	608	1
189	湖岸(木戸-大)	0	0	0	0	41	275	291	5
190	湖岸(野離子-木戸)	0	0	0	0	48	259	172	53
191	湖岸(天-野離子)	0	0	0	0	41	251	154	42
192	湖岸(生-天)	0	0	0	0	112	462	371	168
193	湖岸(天神-真野)	0	0	0	0	4,260	9,636	5,264	155
194	湖岸(御呂戸-天神)	0	0	0	0	1,385	3,123	1,708	54
195	湖岸(不動-柳)	0	0	0	0	0	9	573	8
196	湖岸(熊野-不動)	0	0	0	0	0	1	100	1
197	湖岸(姉-川道)	0	0	11,332	0	0	845	2,488	698
198	湖岸(川道-米)	0	0	0	810	6,713	24,527	15,433	857
199	湖岸(喜撰-真光寺)	0	0	0	0	705	2,421	1,634	410
200	湖岸(真野-丹出)	0	0	0	0	1,929	4,376	2,392	82
201	湖岸(瀬田-盛越)	0	0	0	0	0	0	10	0
202	湖岸(大津市街沿い)	0	0	0	0	0	23	1,682	24
203	湖岸(愛知-長命寺)	0	0	0	0	36	1,937	1,199	1,360
204	湖岸(長命寺-長命寺)	0	0	0	374	61	342	410	0
205	湖岸(沖島)	0	0	0	0	0	0	0	0
合計		1,369,134	29,626	853,264	119,433	583,162	1,460,731	1,334,966	281,884

表1-4 処理プラントおよび家庭直接系からのTN負荷 [gTN/日] (昭和43年)

No	流域名	総人口	計画収集	自家処理	No	流域名	総人口	計画収集	自家処理	No	流域名	総人口	計画収集	自家処理
1	兵田川	0	5,018	6,193	71	深町川	162540	1478,979	3422.57	141	湖岸(法電-天神)	0	0	0
2	盛越川	0	5,270	6,504	72	土川	0	1032.025	3093.266	142	湖岸(金森-山賀)	0	14	16
3	橋津川	0	5,836	7,203	73	びわだ川	0	0	3431.22	143	湖岸(山賀-堺)	0	1,114	1,243
4	相模川	0	2,355	2,906	74	大野川	0	0	81458.31	144	湖岸(野洲-法電)	0	2,926	3,265
5	常世川	0	3,928	4,848	75	矢倉川	0	6125.421	4867.613	145	湖岸(立田-野洲)	0	17	19
6	吾妻川	0	22,805	28,146	76	芹川	0	9578.148	15830.71	146	湖岸(野洲-幸津)	0	1,697	1,894
7	熊野川	0	16,958	20,930	77	平田川	0	11755.26	7319.354	147	湖岸(家棟-野洲)	0	1,796	2,004
8	不動川	0	3,903	4,818	78	野瀬川	0	7943.418	4945.929	148	湖岸(日野-家棟)	0	395	770
9	柳川	0	3,765	4,646	79	犬上川	0	8845.486	38710.01	149	湖岸(白鳥-大惣)	0	225	439
10	際川	0	6,934	8,559	80	江面川	0	15154.34	12549.2	150	湖岸(大惣-日野)	0	3,847	7,499
11	四ッ谷川	0	289	356	81	安食川	0	3929.047	2446.401	151	湖岸(長命寺-八幡)	0	1,577	3,075
12	藤ノ木川	0	5,267	6,501	82	宇曾川	0	3278.359	11672.11	152	湖岸(不飲-愛知)	0	4,246	2,644
13	大宮川	0	2,280	2,814	83	文様川	0	5778.409	3597.897	153	湖岸(文様-不飲)	0	2,823	1,758
14	足洗川	0	124	154	84	不飲川	0	4075.052	9374.352	154	湖岸(宇曾-文様)	0	1,386	863
15	高橋川	0	0	0	85	愛知川	0	9035104	38449.24	155	湖岸(犬上-江面)	0	543	338
16	大正寺川	0	3,163	3,904	86	大同川 b	0	0	50487.31	156	湖岸(野瀬-犬上)	0	237	148
17	雄琴川	426,386	5,680	7,011	87	長命寺川	108360	15180.18	175226.9	157	湖岸(平田-野瀬)	0	718	447
18	御呂戸川	0	34	41	88	八幡川	0	9799.525	19102.78	158	湖岸(芹-平田)	0	183	114
19	天神川 a	0	4,444	5,485	89	白鳥川	0	5621.633	23553.78	159	湖岸(矢倉-芹)	0	42,882	26,701
20	真野川	0	3,811	4,704	90	大惣川	0	4334.661	8449.812	160	湖岸(天野-矢倉)	0	29	19,902
21	丹出川	0	8	1,303	91	日野川	0	4812.813	126773.6	161	湖岸(ひわだ-天野)	0	0	4,236
22	和辻川	0	1,654	3,384	92	家棟川 b	0	28806.35	32152.32	162	湖岸(中-姉)	0	0	5,602
23	喜撰川	0	0	1,409	93	幸津川	0	3280.784	3661.859	163	湖岸(丁野-中)	0	0	1,710
24	真光寺川	0	0	219	94	立田川	0	2455.04	2740.202	164	湖岸(米川-深町川)	0	5,012	6,059
25	生川	0	0	538	95	野洲川	216720	73512.92	137484	165	湖岸(余呉-丁野)	0	0	1,900
26	天川 a	0	0	305	96	法電川	0	3277.836	3658.569	166	湖岸(大坪-余呉)	0	0	2,783
27	八屋戸川	0	0	760	97	天神川 b	0	6290.072	7020.688	167	湖岸(大浦-岩熊)	0	0	3,308
28	野離子川	0	0	2	98	守山川	0	12515.07	13968.75	168	湖岸(石田-堺)	0	4	10
29	木戸川	0	0	1,055	99	金森川	0	701.3275	782.7894	169	湖岸(今津-石田)	0	701	1,683
30	大川 a	0	0	22	100	山賀川	0	1502.452	1676.967	170	湖岸(天川-今津)	0	3,301	7,927
31	大谷川	0	0	47	101	堺川	0	17899.02	19978.06	171	湖岸(波布谷-天)	0	52	126
32	比良川	0	0	0	102	中ノ井川	0	12923.9	14425.06	172	湖岸(今-波布谷)	0	32	77
33	家棟川 a	0	0	1,887	103	葉山川	548854	7838.438	8748.902	173	湖岸(林昭寺-今)	0	73	176
34	大同川 a	0	0	0	104	伊佐々川	0	17860.55	19935.12	174	湖岸(田井-林昭寺)	0	0	0
35	滝川	0	0	4	105	草津川	0	12927.72	14579.38	175	湖岸(安曇-田井)	0	6,193	14,870
36	北川 a	0	0	1,503	106	山寺川	0	825.9067	921.839	176	湖岸(青井-金丸)	0	356	856
37	鶴川	0	0	48	107	伯母川	0	4045.026	4523.23	177	湖岸(鴨-青井)	0	23	55
38	瀬戸川	0	343	823	108	北川 b	0	1059.237	1182.272	178	湖岸(鯉-鴨)	0	481	1,156
39	小田川	0	305	733	109	十権寺川	0	2104.466	2348.908	179	湖岸(和田打-鯉)	0	178	428
40	和田打川	0	826	1,983	110	狼川	0	700.2927	846.479	180	湖岸(瀬戸-和田打)	0	558	1,340
41	鯉川	0	588	1,412	111	長沢川	0	5172.246	6383.726	181	湖岸(鶴-瀬戸)	0	659	1,582
42	鴨川	0	1,898	4,556	112	琵琶湖	433440	97.97507	172.4657	182	湖岸(北-鶴)	0	0	589
43	青井川	0	4,843	11,629	113	余呉湖	0	0	0	183	湖岸(滝-北)	0	0	1,531
44	金丸川	0	720	1,729	114	湖岸(知内-大浦)	0	1441.507	3712.868	184	湖岸(大同-滝)	0	0	283
45	安曇川	0	7,191	16,092	115	湖岸(生来-知内)	0	73.97896	177.6294	185	湖岸(家棟-大同)	0	0	0
46	田井川	0	1,288	3,092	116	湖岸(堺-百瀬)	0	1484.67	3564.813	186	湖岸(比良-大同)	0	0	1,491
47	林昭寺川	0	393	942	117	湖岸(金丸-安曇)	0	1009.764	2424.525	187	湖岸(大谷-比良)	0	0	5,258
48	今川	0	58	140	118	湖岸(丹出-和辻)	0	0	1010.856	188	湖岸(大-大谷)	0	0	919
49	波布谷川	0	49	118	119	湖岸(和辻-喜撰)	0	0	5197.123	189	湖岸(木戸-大)	0	0	775
50	庄界川	0	0	0	120	湖岸(雄琴-御呂戸)	0	289.1594	356.8883	190	湖岸(野離子-木戸)	0	0	239
51	天川 b	0	157	378	121	湖岸(大正寺-雄琴)	0	1553.823	1917.771	191	湖岸(天-野離子)	0	0	339
52	今津川	0	1,314	3,155	122	湖岸(高橋-大正寺)	0	50.84608	62.75561	192	湖岸(生-天)	0	0	1,135
53	石田川	0	2,037	4,892	123	湖岸(足洗-高橋)	0	290.5083	358.5531	193	湖岸(天神-真野)	0	8,299	10,243
54	堺川	0	1,767	4,242	124	湖岸(大宮-足洗)	0	394.2814	486.6327	194	湖岸(御呂戸-天神)	0	115	142
55	百瀬川	0	63	151	125	湖岸(藤ノ木-大宮)	0	950.2362	1172.807	195	湖岸(不動-柳)	0	1,073	1,324
56	生来川	0	1,640	3,938	126	湖岸(四ッ谷-藤ノ木)	0	1387.123	1712.025	196	湖岸(熊野-不動)	0	634	782
57	知内川	0	1,821	4,372	127	湖岸(際-四ッ谷)	0	4345.604	5363.462	197	湖岸(姉-川道)	0	0	8,692
58	大浦川	0	0	6,264	128	湖岸(長沢-瀬田)	0	4276.205	5277.808	198	湖岸(川道-米)	0	11,566	15,672
59	岩熊川	0	0	1,315	129	湖岸(狼-長沢)	0	433.0133	534.4367	199	湖岸(喜撰-真光寺)	0	0	1,401
60	大川 b	0	0	3,241	130	湖岸(十権寺-狼)	0	1427.573	1593.391	200	湖岸(真野-丹出)	0	1,345	1,660
61	大坪川	0	0	2,172	131	湖岸(北川-十権寺)	0	5767.995	6437.969	201	湖岸(瀬田-盛越)	0	0	0
62	余呉川	0	0	66,333	132	湖岸(伯母-北川)	0	5418.008	6047.33	202	湖岸(大津市街沿い)	0	24,685	30,467
63	丁野川	0	0	14,806	133	湖岸(山寺-伯母)	0	348.0312	388.4563	203	湖岸(雲知-長命寺)	0	0	3,229
64	中川	0	0	3,498	134	湖岸(草津-山寺)	0	12536.43	13992.58	204	湖岸(長命寺-長命寺)	0	266	852
65	田川	0	0	41,488	135	湖岸(伊佐々-草津)	0	0	0	205	湖岸(沖島)	0	662	1,291
66	姉川	0	1,513	57,095	136	湖岸(葉山-伊佐々)	0	326.218	364.1094					
67	川道川	0	5,171	6,760	137	湖岸(中ノ井-葉山)	0	0	0					
68	米川	0	20,047	24,232	138	湖岸(堺-中ノ井)	0	758.4784	846.5785					
69	十一川	0	16,272	19,669	139	湖岸(守山-金森)	0	0	0					
70	薬師堂川	0	2,611	3,156	140	湖岸(天神-守山)	0	0	0					
合計												1,896,300	688,538	1,779,955

表 1-5 畜産からの TN 負荷 [gTN/日] (平成 7 年)

No	流域名	採卵鶏	豚	肉用牛	乳用牛	No	流域名	採卵鶏	豚	肉用牛	乳用牛	No	流域名	採卵鶏	豚	肉用牛	乳用牛
1	兵田川	0	0	1	0	71	深町川	0	0	0	0	141	湖岸(法竜-天神)	0	0	0	0
2	盛越川	0	0	0	0	72	土川	5	0	104	0	142	湖岸(金森-山賀)	0	0	0	0
3	篠津川	0	0	0	0	73	びわだ川	0	0	0	0	143	湖岸(山賀-堺)	0	0	0	0
4	相模川	0	0	0	0	74	天野川	1,030	0	885	236	144	湖岸(野洲-法竜)	0	0	0	0
5	常世川	0	0	0	0	75	矢倉川	0	0	0	0	145	湖岸(立田-野洲)	0	0	0	0
6	吾妻川	0	0	0	0	76	芹川	110	0	9	539	146	湖岸(野洲-幸津)	0	0	0	0
7	熊野川	0	0	0	0	77	平田川	0	0	0	0	147	湖岸(家棟-野洲)	0	0	0	0
8	不動川	0	0	1	1	78	野瀬川	0	0	0	0	148	湖岸(日野-家棟)	8	0	0	72
9	柳川	0	0	4	2	79	犬上川	38	0	3	145	149	湖岸(白鳥-大惣)	13	0	0	72
10	際川	0	0	0	61	80	江面川	0	0	139	44	150	湖岸(大惣-日野)	16	1,560	0	194
11	四ッ谷川	0	0	47	0	81	安食川	0	0	0	0	151	湖岸(長命寺-八幡)	4	0	341	0
12	藤ノ木川	0	0	2	0	82	宇賀川	40	0	1,402	1,054	152	湖岸(不飲-愛知)	0	0	0	0
13	大宮川	0	0	0	6	83	文禄川	0	0	0	34	153	湖岸(文禄-不飲)	0	0	0	0
14	足洗川	0	0	0	0	84	不飲川	0	0	0	0	154	湖岸(宇賀-文禄)	0	0	0	0
15	高橋川	0	0	0	0	85	愛知川	61	177	681	2,028	155	湖岸(犬上-江面)	0	0	0	0
16	大正寺川	0	0	0	5	86	大同川 b	0	0	0	220	156	湖岸(野瀬-犬上)	0	0	0	0
17	雄琴川	70	0	8	30	87	長命寺川	1,193	2,599	23,648	3,116	157	湖岸(平田-野瀬)	0	0	0	0
18	御呂戸川	137	0	0	0	88	八幡川	22	0	0	10	158	湖岸(芹-平田)	0	0	0	0
19	天神川 a	27	0	14	0	89	白鳥川	60	207	512	371	159	湖岸(矢倉-芹)	0	0	0	0
20	真野川	0	0	67	41	90	大惣川	144	576	0	97	160	湖岸(天野-矢倉)	0	0	0	0
21	丹出川	0	0	0	0	91	日野川	1,514	592	12,073	5,185	161	湖岸(ひわだ-天野)	0	155	0	0
22	和恋川	0	0	1	3	92	家棟川 b	14	0	6	274	162	湖岸(中-姉)	0	0	0	0
23	喜撰川	0	0	0	0	93	幸津川	57	0	0	0	163	湖岸(日野-中)	7	0	0	0
24	真光寺川	0	0	0	2	94	立田川	17	0	0	0	164	湖岸(米川-深町川)	0	0	0	0
25	生川	0	0	0	32	95	野洲川	1,391	170	1,916	3,403	165	湖岸(余呉-日野)	0	0	0	0
26	天川 a	0	0	0	0	96	法竜川	0	0	220	0	166	湖岸(大坪-余呉)	0	0	11	30
27	八屋戸川	0	0	0	0	97	天神川 b	0	0	0	0	167	湖岸(大浦-岩熊)	0	0	0	0
28	野離子川	0	0	0	0	98	守山川	0	0	0	0	168	湖岸(石田-境)	0	0	0	10
29	木戸川	0	0	0	0	99	金森川	0	0	0	0	169	湖岸(今津-石田)	0	0	0	0
30	大川 a	0	0	0	0	100	山賀川	0	0	0	0	170	湖岸(天川-今津)	0	0	0	0
31	大谷川	0	0	0	0	101	堺川	0	0	96	0	171	湖岸(波布谷-天)	0	0	0	0
32	比良川	0	0	0	1	102	中ノ井川	0	0	0	0	172	湖岸(今-波布谷)	0	0	0	0
33	家棟川 a	0	0	0	44	103	葉山川	0	0	0	0	173	湖岸(林昭寺-今)	0	0	0	0
34	大同川 a	0	0	0	2	104	伊佐々川	4	0	20	0	174	湖岸(田井-林昭寺)	0	0	0	0
35	滝川	0	0	0	0	105	草津川	24	36	132	0	175	湖岸(安曇-田井)	79	0	0	0
36	北川 a	0	0	0	0	106	山寺川	0	0	0	0	176	湖岸(青井-金丸)	0	0	0	23
37	鶴川	0	0	0	0	107	伯母川	1	5	30	10	177	湖岸(鶴-青井)	280	0	3	238
38	瀬戸川	0	0	0	0	108	北川 b	0	0	0	0	178	湖岸(鈴-鶴)	0	0	0	0
39	小田川	0	0	0	0	109	十禅寺川	0	0	0	0	179	湖岸(和田打-鈴)	0	0	0	0
40	和田打川	0	0	0	191	110	狼川	0	0	0	0	180	湖岸(瀬戸-和田打)	0	0	0	0
41	鯉川	0	0	0	0	111	長沢川	1	0	0	0	181	湖岸(鶴-瀬戸)	0	0	0	0
42	鴨川	317	0	33	220	112	琵琶湖	11	0	3	21	182	湖岸(北-鶴)	0	0	0	0
43	青井川	150	0	14	125	113	余呉湖	0	0	0	0	183	湖岸(滝-北)	0	0	0	0
44	金丸川	0	0	0	0	114	湖岸(知内-大浦)	0	0	0	0	184	湖岸(大同-滝)	0	0	0	0
45	安曇川	166	22	4,763	643	115	湖岸(生来-知内)	0	0	0	0	185	湖岸(家棟-大同)	0	0	0	2
46	田井川	0	0	0	0	116	湖岸(境-百瀬)	0	0	141	0	186	湖岸(比良-大同)	0	0	0	26
47	林昭寺川	0	0	0	0	117	湖岸(金丸-安曇)	0	0	0	0	187	湖岸(大谷-比良)	268	0	0	0
48	今川	0	0	0	0	118	湖岸(丹出-和恋)	0	0	0	20	188	湖岸(大-大谷)	0	0	0	0
49	波布谷川	0	0	0	0	119	湖岸(和恋-喜撰)	0	0	0	5	189	湖岸(木戸-大)	0	0	0	0
50	庄界川	0	0	0	0	120	湖岸(雄琴-御呂戸)	0	0	0	0	190	湖岸(野離子-木戸)	0	0	0	0
51	天川 b	0	0	3	72	121	湖岸(大正寺-雄琴)	0	0	0	0	191	湖岸(天-野離子)	0	0	0	0
52	今津川	0	0	53	225	122	湖岸(高橋-大正寺)	0	0	0	0	192	湖岸(生-天)	0	0	0	19
53	石田川	0	0	20	336	123	湖岸(足洗-高橋)	0	0	0	0	193	湖岸(天神-真野)	0	0	0	0
54	境川	3	0	119	22	124	湖岸(大宮-足洗)	0	0	0	0	194	湖岸(御呂戸-天神)	0	0	0	0
55	百瀬川	0	0	13	0	125	湖岸(藤ノ木-大宮)	0	0	0	0	195	湖岸(不動-柳)	0	19	0	0
56	生来川	0	0	0	0	126	湖岸(四ッ谷-藤ノ木)	1	0	257	0	196	湖岸(熊野-不動)	0	0	1	0
57	知内川	0	0	3	0	127	湖岸(際-四ッ谷)	1	0	164	8	197	湖岸(姉-川道)	0	0	0	0
58	大浦川	0	0	537	0	128	湖岸(長沢-瀬田)	0	0	0	0	198	湖岸(川道-米)	0	0	0	0
59	岩熊川	0	0	6	15	129	湖岸(狼-長沢)	0	0	0	0	199	湖岸(喜撰-真光寺)	0	0	0	0
60	大川 b	0	0	18	38	130	湖岸(十禅寺-狼)	0	0	0	0	200	湖岸(真野-丹出)	0	0	0	80
61	大坪川	0	0	6	15	131	湖岸(北川-十禅寺)	0	0	0	0	201	湖岸(瀬田-盛越)	0	0	0	0
62	余呉川	2	0	17	0	132	湖岸(伯母-北川)	1	2	13	5	202	湖岸(大津市街沿い)	0	0	0	0
63	日野川	0	0	0	0	133	湖岸(山寺-伯母)	0	0	0	0	203	湖岸(愛知-長命寺)	0	203	0	40
64	中川	0	0	0	0	134	湖岸(草津-山寺)	1	2	25	5	204	湖岸(長命寺-長命寺)	0	0	50	0
65	田川	0	0	3	139	135	湖岸(伊佐々-草津)	0	0	0	0	205	湖岸(沖島)	0	0	0	0
66	姉川	9	0	989	55	136	湖岸(葉山-伊佐々)	0	0	0	0						
67	川道川	0	0	0	0	137	湖岸(中ノ井-葉山)	0	0	0	0						
68	米川	0	0	3	0	138	湖岸(堺-中ノ井)	0	0	0	0						
69	十一川	0	0	2	0	139	湖岸(守山-金森)	0	0	0	0						
70	葉師堂川	0	0	0	0	140	湖岸(天神-守山)	0	0	0	0						
合計														7,297	6,326	49,631	#####

表 1-6 畜産からの TN 負荷 [gTN/日] (昭和 43 年)

No	流域名	鶏	豚	肉用牛	乳用牛	No	流域名	鶏	豚	肉用牛	乳用牛	No	流域名	鶏	豚	肉用牛	乳用牛
1	兵田川	0	0	0	0	71	深町川	323	829	17	225	141	湖岸(法竜-天神)	0	0	0	0
2	盛越川	0	0	0	0	72	土川	155	485	6	97	142	湖岸(金森-山賀)	0	0	0	0
3	篠津川	0	0	0	0	73	びわだ川	74	344	0	32	143	湖岸(山賀-堺)	0	0	0	0
4	相模川	0	0	0	0	74	天野川	3,461	6,828	520	4,627	144	湖岸(野洲-法竜)	0	0	0	0
5	常世川	0	0	0	0	75	矢倉川	509	1,533	68	865	145	湖岸(立田-野洲)	0	0	0	0
6	吾妻川	0	0	0	0	76	岸川	569	636	648	3,355	146	湖岸(野洲-幸津)	0	0	0	0
7	熊野川	53	168	148	70	77	平田川	124	379	17	216	147	湖岸(家棟-野洲)	1,101	461	174	521
8	不動川	0	0	0	0	78	野瀬川	309	943	43	538	148	湖岸(日野-家棟)	0	0	0	0
9	柳川	0	0	0	0	79	犬上川	2,445	3,561	3,861	6,339	149	湖岸(白鳥-大笠)	0	0	0	0
10	際川	0	0	0	0	80	江面川	521	1,928	610	840	150	湖岸(大惣-日野)	0	0	0	0
11	四ッ谷川	0	0	0	0	81	安食川	128	389	18	222	151	湖岸(長命寺-八幡)	1,275	6,890	4,656	2,306
12	藤ノ木川	50	157	138	66	82	宇賀川	13,781	10,343	13,772	13,884	152	湖岸(不敷-愛知)	877	2,675	122	1,526
13	大宮川	287	906	796	379	83	文様川	107	327	15	186	153	湖岸(文様-不敷)	130	397	18	226
14	足洗川	77	242	213	101	84	不敷川	876	759	929	1,861	154	湖岸(宇賀-文様)	105	321	15	183
15	高橋川	0	0	0	0	85	愛知川	1,892	2,876	12,750	11,765	155	湖岸(大上-江面)	101	308	14	176
16	大正寺川	0	0	0	0	86	大同川 b	2,277	1,256	2,400	5,527	156	湖岸(野瀬-大上)	71	218	10	124
17	雄琴川	0	0	0	0	87	長命寺川	22,640	65,223	56,062	47,310	157	湖岸(平田-野瀬)	21	65	3	37
18	御呂戸川	0	0	0	0	88	八幡川	4	21	14	7	158	湖岸(丹-平田)	34	104	5	60
19	天神川 a	0	0	0	0	89	白鳥川	0	0	0	0	159	湖岸(矢倉-丹)	218	664	30	379
20	真野川	0	0	0	0	90	大徳川	0	0	0	0	160	湖岸(大野-矢倉)	155	307	0	94
21	丹出川	0	0	0	0	91	日野川	17,769	41,148	45,746	64,214	161	湖岸(ひわだ-天野)	199	921	0	85
22	和辻川	169	124	217	158	92	家棟川 b	710	433	533	837	162	湖岸(中-施)	30	375	0	0
23	喜撰川	197	145	254	185	93	幸津川	341	410	97	78	163	湖岸(丁野-中)	12	149	0	0
24	真光寺川	0	0	0	0	94	立田川	0	0	0	0	164	湖岸(米川-深町川)	670	711	59	595
25	生川	76	55	97	71	95	野洲川	20,307	26,760	13,075	53,921	165	湖岸(余呉-丁野)	78	0	45	0
26	天川 a	608	446	783	569	96	法竜川	448	540	128	103	166	湖岸(大坪-余呉)	30	14	67	39
27	八屋戸川	491	360	632	459	97	天神川 b	328	395	94	75	167	湖岸(大浦-岩熊)	16	137	481	280
28	野瀬子川	0	0	0	0	98	守山川	588	708	168	134	168	湖岸(石田-境)	2	4	5	12
29	木戸川	0	0	0	0	99	金森川	0	0	0	0	169	湖岸(今津-石田)	0	0	0	0
30	大川 a	59	43	76	55	100	山賀川	0	0	0	0	170	湖岸(天川-今津)	0	0	0	0
31	大谷川	0	0	0	0	101	堺川	698	2,337	435	141	171	湖岸(波布谷-天)	0	0	0	0
32	比良川	0	0	0	0	102	中ノ井川	222	405	99	59	172	湖岸(今-波布谷)	14	18	0	8
33	家棟川 a	14	10	18	13	103	栗山川	0	0	0	0	173	湖岸(林昭寺-今)	0	0	0	0
34	大同川 a	0	0	0	0	104	伊佐々川	934	4,876	827	150	174	湖岸(田井-林昭寺)	0	0	0	0
35	滝川	0	0	0	0	105	草津川	3,959	10,224	4,154	1,978	175	湖岸(安曇-田井)	1,648	1,577	1,213	1,124
36	北川 a	0	0	0	0	106	山寺川	0	0	0	0	176	湖岸(青井-金丸)	97	0	265	103
37	鶴川	0	0	0	0	107	伯母川	567	1,794	1,575	749	177	湖岸(鶴-青井)	466	0	1,270	494
38	瀬戸川	0	0	0	0	108	北川 b	372	1,941	329	60	178	湖岸(鶴-鶴)	140	12	421	297
39	小田川	0	0	0	0	109	十神寺川	672	3,508	595	108	179	湖岸(和田打-鶴)	40	23	185	328
40	和田打川	141	83	655	1,164	110	狼川	387	2,018	342	62	180	湖岸(瀬戸-和田打)	89	52	413	735
41	鶴川	134	78	620	1,102	111	長沢川	0	0	0	0	181	湖岸(鶴-瀬戸)	0	0	0	0
42	鶴川	691	43	2,024	1,260	112	琵琶湖	0	0	0	0	182	湖岸(北-鶴)	0	0	0	0
43	青井川	274	4	759	338	113	余呉湖	0	0	0	0	183	湖岸(滝-北)	0	0	0	0
44	金丸川	254	0	693	269	114	湖岸(知内-大浦)	58	4	327	63	184	湖岸(大同-滝)	0	0	0	0
45	安曇川	3,310	6,025	15,599	3,548	115	湖岸(生来-知内)	4	0	19	3	185	湖岸(家棟-大同)	0	0	0	0
46	田井川	216	284	0	117	116	湖岸(境-百瀬)	379	728	1,370	2,262	186	湖岸(比良-大同)	187	137	240	175
47	林昭寺川	212	277	0	115	117	湖岸(金丸-安曇)	77	0	209	81	187	湖岸(大谷-比良)	0	0	0	0
48	今川	8	11	0	4	118	湖岸(丹出-和辻)	0	0	0	0	188	湖岸(大-大谷)	31	22	39	29
49	波布谷川	87	115	0	47	119	湖岸(和辻-喜撰)	0	0	0	0	189	湖岸(木戸-大)	0	0	0	0
50	庄界川	0	0	0	0	120	湖岸(雄琴-御呂戸)	0	0	0	0	190	湖岸(野瀬子-木戸)	0	0	0	0
51	天川 b	0	0	0	0	121	湖岸(大正寺-雄琴)	0	0	0	0	191	湖岸(天-野瀬子)	134	98	172	125
52	今津川	100	260	297	773	122	湖岸(高橋-大正寺)	0	0	0	0	192	湖岸(生-天)	231	170	298	217
53	石田川	504	1,307	1,497	3,893	123	湖岸(足洗-高橋)	0	0	0	0	193	湖岸(天神-真野)	0	0	0	0
54	境川	427	1,106	1,267	3,294	124	湖岸(大宮-足洗)	0	0	0	0	194	湖岸(御呂戸-天神)	0	0	0	0
55	百瀬川	0	0	0	0	125	湖岸(藤ノ木-大宮)	0	0	0	0	195	湖岸(不動-柳)	0	0	0	0
56	生来川	471	0	2,575	454	126	湖岸(四ッ谷-藤ノ木)	0	0	0	0	196	湖岸(熊野-不動)	0	0	0	0
57	知内川	178	0	975	172	127	湖岸(際-四ッ谷)	46	147	129	61	197	湖岸(姉-川道)	87	1,005	0	15
58	大浦川	46	405	1,423	830	128	湖岸(長沢-瀬田)	0	0	0	0	198	湖岸(川道-米)	808	927	71	711
59	岩熊川	7	59	206	120	129	湖岸(狼-長沢)	0	0	0	0	199	湖岸(喜撰-真光寺)	25	19	33	24
60	大川 b	14	127	448	261	130	湖岸(十神寺-狼)	0	0	0	0	200	湖岸(真野-丹出)	0	0	0	0
61	大坪川	16	142	500	291	131	湖岸(北川-十神寺)	0	0	0	0	201	湖岸(瀬田-盛越)	0	0	0	0
62	余呉川	602	1,455	2,399	562	132	湖岸(伯母-北川)	0	0	0	0	202	湖岸(大津市街沿い)	0	0	0	0
63	丁野川	152	103	85	3	133	湖岸(山寺-伯母)	0	0	0	0	203	湖岸(愛知-長命寺)	311	248	800	218
64	中川	23	274	1	0	134	湖岸(草津-山寺)	0	0	0	0	204	湖岸(長命寺-長命寺)	0	0	0	0
65	田川	690	75	554	643	135	湖岸(伊佐々-草津)	0	0	0	0	205	湖岸(沖鳥)	1,520	8,219	5,553	2,750
66	姉川	2,778	3,893	2,582	4,383	136	湖岸(栗山-伊佐々)	0	0	0	0						
67	川道川	110	163	9	94	137	湖岸(中ノ井-栗山)	0	0	0	0						
68	米川	155	165	14	138	138	湖岸(堺-中ノ井)	0	0	0	0						
69	十一川	548	582	49	487	139	湖岸(守山-金森)	0	0	0	0						
70	美師堂川	118	125	10	105	140	湖岸(天神-守山)	0	0	0	0						
													合計	124,350	244,104	217,288	263,626

表 1-7 事業所からの TN 負荷 [gTN/日] (昭和43年) [その1]

No	流域名	total	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
1	兵田川	4,057	239	0	165	0	0	0	56	0	3,488	0	0	0	0	9	10	14	6	43	1	0	14	0	13
2	雲越川	8,405	495	0	342	0	0	0	116	0	7,226	0	0	0	0	18	20	28	12	89	1	0	29	0	27
3	藤津川	5,896	34	0	240	0	0	0	81	0	5,069	0	0	0	0	13	14	20	8	62	1	0	21	0	19
4	相模川	3,163	186	0	129	0	0	0	43	0	2,719	0	0	0	0	7	8	11	4	33	1	0	11	0	10
5	常世川	5,797	342	0	236	0	0	0	80	0	4,984	0	0	0	0	13	14	19	8	61	1	0	20	0	19
6	吾妻川	37,536	2,212	0	1,527	0	0	0	516	0	32,272	0	0	0	0	82	91	126	53	397	6	0	132	0	122
7	熊野川	27,581	1,625	0	1,122	0	0	0	379	0	23,713	0	0	0	0	60	67	93	39	291	5	0	97	0	90
8	不動川	4,191	247	0	171	0	0	0	58	0	3,603	0	0	0	0	9	10	14	6	44	1	0	15	0	14
9	柳川	11,481	676	0	467	0	0	0	158	0	9,871	0	0	0	0	25	28	39	16	121	2	0	40	0	37
10	際川	18,950	1,117	0	771	0	0	0	261	0	16,293	0	0	0	0	41	46	64	27	200	3	0	66	0	62
11	四ッ谷川	954	56	0	39	0	0	0	13	0	820	0	0	0	0	2	2	3	1	10	0	0	3	0	3
12	藤ノ木川	22,084	1,301	0	899	0	0	0	304	0	18,987	0	0	0	0	48	53	74	31	233	4	0	77	0	72
13	大宮川	8,293	489	0	337	0	0	0	114	0	7,130	0	0	0	0	18	20	28	12	88	1	0	29	0	27
14	足洗川	4,429	261	0	180	0	0	0	61	0	3,807	0	0	0	0	10	11	15	6	47	1	0	16	0	14
15	高橋川	244	20	0	14	0	0	0	5	0	296	0	0	0	0	1	1	1	0	4	0	0	1	0	1
16	大正寺川	3,068	181	0	125	0	0	0	42	0	2,638	0	0	0	0	7	7	10	4	32	1	0	11	0	10
17	雄琴川	4,783	282	0	195	0	0	0	66	0	4,112	0	0	0	0	10	12	16	7	51	1	0	17	0	16
18	御呂戸川	6,821	402	0	278	0	0	0	94	0	5,864	0	0	0	0	15	16	23	10	72	1	0	24	0	22
19	天神川 a	15,254	899	0	621	0	0	0	210	0	13,115	0	0	0	0	33	37	51	22	161	2	0	53	0	50
20	真野川	23,129	1,363	0	941	0	0	0	318	0	19,886	0	0	0	0	50	56	78	33	244	4	0	81	0	75
21	丹出川	63	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	2
22	和志川	7,738	482	0	312	0	0	0	106	0	6,598	0	0	0	0	17	19	26	11	81	1	0	59	0	27
23	喜撰川	47	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	1
24	真光寺川	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
25	生川	12	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
26	天川 a	18	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0
27	八屋戸川	44	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	1
28	野籠子川	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	木戸川	39	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	1
30	大川 a	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	大谷川	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
32	比良川	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	家塚川 a	73	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	36	0	2
34	大岡川 a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	瀧川	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	北川 a	40	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
37	鶴川	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
38	瀬戸川	87	51	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
39	小田川	80	47	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
40	和田打川	260	154	0	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	28
41	鯉川	171	101	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	18
42	鶴川	398	197	0	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	44
43	青井川	1,496	143	0	1,165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	181
44	金丸川	179	15	0	142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	22
45	安曇川	8,685	534	0	1,107	0	0	0	106	0	6,612	0	0	0	0	21	19	26	11	81	1	0	27	0	141
46	田井川	2,354	119	0	2,225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
47	林昭寺川	728	37	0	689	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
48	今川	108	5	0	103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	波布谷川	91	5	0	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	庄界川	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	天川 b	91	64	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	今津川	257	181	0	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	石田川	350	186	0	164	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	境川	256	180	0	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	百瀬川	11	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	生来川	289	240	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
57	知内川	339	282	0	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
58	大浦川	236	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	235	0	0	0	0	0
59	岩熊川	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	0
60	大川 b	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	119	0	0	0	0	0
61	大坪川	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	0	0	0	0
62	糸鼻川	5,075	1,070	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,110	0	0	0	2,622	1	0	0	0	209
63	丁野川	548	57	0	197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	0	0	0	218	0	0	0	0	8
64	中川	166	42	0	122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	田川	2,363	449	0	1,080	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	0	0	58	198	5	0	0	0	460
66	跡川	4,235	832	0	1,193	0	1	0	11	0	0	0	0	0	0	701	2	0	71	1,123	0	0	0	0	303
67	河道川	5,590	340	0	3,135	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0	6	8	0	21	891	0	0	0	0	1,133
68	米川	15,705	946	0	8,798	0	1	0	155	0	0	0	0	0	0	16	23	0	58	2,512	0	0	0	0	3,194
69	十一川	19,149	1,153	0	10,728	1	2	0	189	0	0	0	0	0	0	20	28	0	71	3,063	0	0	0	0	3,894
70	薬師堂川	3,162	190	0	1,771	0	0	0	31	0	0	0													

No	流域名	total	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
71	深町川	1,509	133	0	840	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	5	226	0	0	0	0
72	土川	1,445	123	0	805	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	1	2	0	5	218	0	0	0	0	
73	びわだ川	149	74	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
74	天野川	3,699	553	0	1,592	1	0	0	0	0	488	0	0	0	0	1,031	0	0	19	4	0	0	0	0	
75	矢倉川	3,634	135	0	1,096	0	0	0	4	0	1,930	0	0	0	0	37	13	4	5	364	1	0	32	0	
76	芹川	7,338	488	0	2,083	0	0	0	8	0	3,669	0	0	0	0	269	24	7	10	693	2	0	61	0	
77	平田川	8,221	305	0	2,480	0	0	0	4	0	4,367	0	0	0	0	84	28	8	12	824	2	0	72	0	
78	野瀬川	6,955	258	0	2,098	0	0	0	8	0	3,695	0	0	0	0	71	24	7	10	698	2	0	61	0	
79	大上川	5,776	601	0	1,530	0	0	0	5	0	2,647	0	0	0	0	395	17	5	7	504	1	0	44	0	
80	江面川	14,101	554	0	4,219	1	0	0	15	0	7,508	0	0	0	0	143	48	14	20	1,402	4	0	123	0	
81	安食川	2,415	89	0	728	0	0	0	3	0	1,283	0	0	0	0	25	8	2	4	242	1	0	21	0	
82	宇曾川	25,686	4,372	0	5,777	4	0	1	3	0	14,509	0	0	0	0	298	85	3	26	543	1	0	26	0	
83	文様川	5,711	212	0	1,723	0	0	0	6	0	3,034	0	0	0	0	59	20	6	8	573	2	0	50	0	
84	不飲川	9,223	1,029	0	1,526	1	0	0	5	0	5,938	0	0	0	0	135	16	4	10	502	1	0	40	0	
85	愛知川	2,054	523	0	1,049	0	0	0	0	0	373	0	0	0	0	23	14	0	5	45	0	0	1	0	
86	大向川 b	6,398	1,751	0	4,355	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156	0	0	10	53	0	0	0	0	
87	長命寺川	31,933	7,735	0	8,932	1	1	1	566	0	8,727	0	0	0	2,270	561	48	0	184	251	0	0	0	0	
88	八幡川	4,356	272	0	169	0	0	0	176	0	2,851	0	0	0	742	53	16	0	45	3	0	0	0	0	
89	白鳥川	5,089	872	0	362	0	0	0	166	0	2,695	0	0	0	701	152	15	0	48	30	0	0	0	0	
90	大聖川	3,569	223	0	139	0	0	0	144	0	2,336	0	0	0	608	44	13	0	37	2	0	0	0	0	
91	日野川	28,330	2,160	0	2,183	0	1	0	69	0	20,373	0	0	0	2,549	704	4	0	65	206	0	0	0	0	
92	家様川 b	111,411	4,435	0	4,341	0	0	0	132	0	101,247	0	0	0	0	60	0	0	339	854	1	0</			

- 付録78-

表1-7 事業所からのTN負荷 [gTN/日] (昭和43年) [その3]

No	流域名	total	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
141	湖岸(法電-天神)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
142	湖岸(金森-山賀)	38	0	0	2	0	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
143	湖岸(山賀-界)	3,534	42	0	268	0	0	0	3	0	3,184	0	0	0	0	1	4	0	3	7	0	0	1	0	22
144	湖岸(野洲-法電)	7,827	40	0	510	0	0	0	0	0	7,222	0	0	0	0	2	0	0	6	0	0	0	0	0	46
145	湖岸(立田-野洲)	48	0	0	3	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
146	湖岸(野洲-幸津)	1,526	23	0	96	0	0	0	0	0	1,363	0	0	0	0	1	0	0	34	0	0	0	0	0	9
147	湖岸(家様-野洲)	76	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	51	0	0	0	0	0	0
148	湖岸(日野-家様)	282	18	0	11	0	0	0	11	0	185	0	0	0	48	3	1	0	3	0	0	0	0	0	2
149	湖岸(白鳥-大惣)	191	12	0	7	0	0	0	8	0	125	0	0	0	32	2	0	0	2	0	0	0	0	0	1
150	湖岸(大惣-日野)	2,721	170	0	106	0	0	0	116	0	1,781	0	0	0	463	33	10	0	28	2	0	0	0	0	19
151	湖岸(長命寺-八幡)	1,155	72	0	45	0	0	0	4	0	756	0	0	0	197	14	4	0	12	1	0	0	0	0	8
152	湖岸(不飲-愛知)	4,533	188	0	1,367	0	0	0	5	0	2,408	0	0	0	0	46	16	4	7	455	1	0	40	0	16
153	湖岸(文禄-不飲)	3,012	112	0	909	0	0	0	3	0	1,600	0	0	0	0	31	10	3	4	302	1	0	26	0	10
154	湖岸(宇賀-文禄)	959	36	0	289	0	0	0	1	0	509	0	0	0	0	10	3	1	1	96	0	0	8	0	3
155	湖岸(犬上-江面)	597	22	0	180	0	0	0	1	0	317	0	0	0	0	6	2	1	1	60	0	0	5	0	2
156	湖岸(野洲-犬上)	243	9	0	73	0	0	0	0	0	129	0	0	0	0	2	1	0	0	24	0	0	2	0	1
157	湖岸(平田-野洲)	445	16	0	134	0	0	0	0	0	236	0	0	0	0	5	2	0	1	45	0	0	4	0	2
158	湖岸(芹-平田)	155	6	0	47	0	0	0	0	0	82	0	0	0	0	2	1	0	0	16	0	0	1	0	1
159	湖岸(矢倉-芹)	26,390	978	0	7,960	1	0	0	29	0	14,019	0	0	0	0	270	91	26	38	2,847	8	0	232	0	92
160	湖岸(天野-矢倉)	1,066	153	0	564	0	0	0	0	0	288	0	0	0	0	54	0	0	0	3	0	0	0	0	3
161	湖岸(ひわだ-天野)	187	93	0	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
162	湖岸(中-崎)	200	51	0	148	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
163	湖岸(丁野-中)	72	19	0	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
164	湖岸(米川-深町川)	6,352	382	0	3,559	0	1	0	63	0	0	0	0	0	0	7	9	0	23	1,016	0	0	0	0	1,292
165	湖岸(余呉-丁野)	56	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0
166	湖岸(大坪-余呉)	125	16	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	83	0	0	0	0	3
167	湖岸(大浦-岩熊)	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	0	0	0	0	0
168	湖岸(石田-境)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
169	湖岸(今津-石田)	50	35	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170	湖岸(天川-今津)	328	231	0	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
171	湖岸(波布谷-天)	103	9	0	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
172	湖岸(今-波布谷)	60	3	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
173	湖岸(林昭寺-今)	136	7	0	129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
174	湖岸(田井-林昭寺)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
175	湖岸(安曇-田井)	10,294	520	0	9,730	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	41
176	湖岸(青井-金丸)	69	6	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
177	湖岸(鴨-青井)	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
178	湖岸(鮫-鴨)	165	52	0	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	19
179	湖岸(和田打-鮫)	59	35	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
180	湖岸(瀬戸-和田打)	141	83	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15
181	湖岸(鶴-瀬戸)	150	88	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	16
182	湖岸(北-鶴)	16	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
183	湖岸(濃-北)	40	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	1
184	湖岸(大同-濃)	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
185	湖岸(家様-大同)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
186	湖岸(比良-大同)	57	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	2	
187	湖岸(大谷-比良)	172	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	86	0	5	
188	湖岸(大-大谷)	45	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	1	
189	湖岸(木戸-大)	28	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	1	
190	湖岸(野瀬子-木戸)	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	
191	湖岸(天-野瀬子)	20	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	1	
192	湖岸(生-天)	25	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	1	
193	湖岸(天神-真野)	37,647	2,218	0	1,532	0	0	0	518	0	32,367	0	0	0	0	82	91	127	53	398	6	0	132	0	123
194	湖岸(御呂戸-天神)	1,957	115	0	80	0	0	0	27	0	1,683	0	0	0	0	4	5	7	3	21	0	0	7	0	6
195	湖岸(不動-柳)	1,296	76	0	53	0	0	0	18	0	1,114	0	0	0	0	3	3	4	2	14	0	0	5	0	4
196	湖岸(熊野-不動)	3,026	178	0	123	0	0	0	42	0	2,601	0	0	0	0	7	7	10	4	32	0	0	11	0	10
197	湖岸(姥-川道)	355	74	0	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	5	0	0	0	0	28
198	湖岸(川道-米)	10,420	639	0	5,848	0	1	0	102	0	0	0	0	0	0	11	15	0	38	1,658	0	0	0	0	2,108
199	湖岸(喜撰-真光寺)	41	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	1	
200	湖岸(真野-丹出)	8,971	529	0	365	0	0	0	123	0															

中分類番号の内容は第3章表3-4を参照

表1-8 合計TN負荷 [gTN/日] (平成7年) [その1]

No	流域名	非特定汚染源	家庭下水	畜産排水	工業排水	処理場	合計
1	兵田川	6,702	685	5	162,900	0	170,292
2	盛越川	5,370	578	0	10,969	0	16,917
3	篠津川	5,060	712	0	2,476	0	8,248
4	相模川	8,308	987	0	7	0	9,302
5	常世川	4,123	1,098	0	0	0	5,220
6	吾妻川	8,917	1,521	0	135	0	10,573
7	熊野川	6,885	628	1	153	0	7,667
8	不動川	4,384	1,037	18	42	0	5,481
9	柳川	7,339	1,221	56	0	0	8,616
10	際川	13,339	11,492	609	3	0	25,443
11	四ッ谷川	7,303	3,214	467	0	0	10,983
12	藤ノ木川	7,188	8,123	20	31	0	15,362
13	大宮川	20,259	4,684	61	939	0	25,942
14	足洗川	3,850	3,390	0	0	0	7,240
15	高橋川	3,226	4,754	0	0	0	7,980
16	大正寺川	7,533	1,354	54	0	0	8,940
17	雄琴川	14,780	7,196	1,073	0	369	23,417
18	御呂戸川	8,170	16,540	1,372	8,750	0	34,832
19	天神川 a	25,208	21,225	408	1,785	0	48,626
20	真野川	57,495	29,376	1,084	35	0	87,990
21	丹出川	4,682	777	0	276	0	5,736
22	和迺川	40,071	13,507	46	0	0	53,624
23	喜撰川	9,901	7,692	0	0	0	17,593
24	真光寺川	2,973	473	17	0	0	3,463
25	生川	7,878	368	315	0	0	8,562
26	天川 a	4,448	1,716	0	0	0	6,164
27	八屋戸川	5,571	1,359	0	0	0	6,931
28	野離子川	5,554	756	0	7	0	6,318
29	木戸川	5,705	1,156	0	81	0	6,942
30	大川 a	4,786	1,160	0	0	0	5,947
31	大谷川	15,592	704	0	0	0	16,296
32	比良川	11,860	399	10	0	0	12,269
33	家棟川 a	7,818	1,842	441	0	0	10,101
34	大同川 a	3,278	256	20	0	0	3,554
35	滝川	7,794	771	0	0	0	8,565
36	北川 a	4,396	1,500	0	1,272	0	7,168
37	鶴川	10,828	0	0	0	0	10,828
38	瀬戸川	651	941	0	0	0	1,592
39	小田川	8,213	1,465	0	0	0	9,678
40	和田打川	16,576	6,466	1,914	0	115	25,072
41	鯨川	9,034	4,058	0	0	0	13,092
42	鴨川	115,312	9,625	5,703	289	1,137	132,066
43	青井川	43,433	36,304	2,897	4,095	557	87,285
44	金丸川	7,922	1,525	0	0	0	9,447
45	安曇川	671,695	28,558	55,941	375	286	756,854
46	田井川	13,274	10,470	0	104	13,745	37,593
47	林昭寺川	5,799	1,567	0	0	545	7,912
48	今川	6,565	325	0	0	0	6,890
49	波布谷川	3,066	223	0	0	0	3,288
50	庄界川	1,938	3,900	0	0	0	5,838
51	天川 b	14,476	7,405	751	80	0	22,713
52	今津川	16,590	14,980	2,786	274	0	34,630
53	石田川	135,458	7,230	3,562	458	4,453	151,161
54	境川	38,508	6,318	1,433	95	1,171	47,525
55	百瀬川	26,636	136	133	2	0	26,908
56	生来川	42,356	2,151	0	405	11,302	56,214
57	知内川	114,437	1,926	31	328	10,665	127,386
58	大浦川	65,345	1,767	5,372	395	4,620	77,499
59	岩熊川	8,233	732	204	0	481	9,650
60	大川 b	47,191	3,680	558	0	4,351	55,780
61	大坪川	7,853	1,531	208	0	0	9,592
62	余呉川	220,297	73,830	195	39,249	30,227	363,798
63	丁野川	48,350	8,804	0	164	74,776	132,095
64	中川	13,251	886	0	10	4,678	18,826
65	田川	136,446	46,865	1,414	16,537	45,613	246,875
66	姉川	873,412	62,777	10,528	102,444	14,089	1,063,251
67	川道川	18,679	29,316	0	191	5,970	54,156

表 1-8 合計TN負荷 [gTN/日] (平成7年) [その2]

No	流域名	非特定汚染源	家庭下水	畜産排水	工業排水	処理場	合計
71	深町川	9,496	5,259	0	2,108	2,065	18,928
72	土川	16,962	10,711	1,089	598	0	29,360
73	びわだ川	7,488	4,738	0	16	0	12,242
74	天野川	330,924	101,084	21,512	17,435	10,166	481,121
75	矢倉川	60,712	19,381	0	256	0	80,349
76	芹川	145,691	37,921	6,582	3,824	0	194,017
77	平田川	15,859	100,703	0	14,850	0	131,412
78	野瀬川	16,378	55,256	0	718	0	72,352
79	犬上川	262,470	60,818	1,857	253,272	0	578,418
80	江面川	55,315	75,141	1,827	41,152	0	173,435
81	安食川	13,133	20,109	0	4,814	0	38,056
82	宇曾川	286,345	137,715	24,950	179,565	239,724	868,300
83	文禄川	29,263	22,999	340	2,638	3,669	58,909
84	不飲川	25,822	16,128	0	12,440	3,481	57,870
85	愛知川	464,805	27,819	29,462	1,255	69,957	593,298
86	大同川 b	77,533	92,302	2,196	35,410	9,791	217,232
87	長命寺川	469,307	268,597	305,556	216,879	35,923	1,296,262
88	八幡川	7,965	14,753	326	946	0	23,990
89	白鳥川	75,868	74,536	11,499	9,951	7,394	179,248
90	大惣川	34,486	40,271	8,167	108	0	83,032
91	日野川	678,976	242,368	193,642	118,868	36,409	1,270,263
92	家棟川 b	137,996	48,713	2,939	59,863	1,085	250,596
93	幸津川	17,269	4,866	573	52	10,596	33,357
94	立田川	13,126	7,841	171	157	1,871	23,167
95	野洲川	1,149,785	515,708	68,805	168,657	105,198	2,008,153
96	法竜川	18,328	14,770	2,204	21	0	35,324
97	天神川 b	24,383	38,526	0	40,532	0	103,440
98	守山川	23,227	27,711	0	5,690	0	56,628
99	金森川	3,646	2,125	0	1,111	2,436	9,318
100	山賀川	5,541	8,238	0	209	763	14,751
101	堺川	44,257	51,902	957	34,988	41,973	174,077
102	中ノ井川	41,055	75,312	0	50,829	5,009	172,206
103	葉山川	28,167	20,100	0	7,861	0	56,128
104	伊佐々川	27,557	52,526	239	565	0	80,887
105	草津川	108,120	70,369	1,924	12,578	3,060	196,051
106	山寺川	2,571	4,064	0	0	0	6,635
107	伯母川	21,871	41,302	460	1,190	0	64,823
108	北川 b	10,290	20,594	0	896	0	31,780
109	十禅寺川	11,194	13,788	0	0	0	24,982
110	狼川	23,994	80,285	0	14,913	0	119,192
111	長沢川	9,510	14,564	7	14	0	24,095
112	琵琶湖	12,013	7,718	350	0	1,371,965	1,392,047
113	余呉湖	138	0	0	0	0	138
114	湖岸(知内-大浦)	34,406	6,359	0	607	0	41,373
115	湖岸(生来-知内)	199	415	0	0	0	614
116	湖岸(境-百瀬)	30,157	4,194	1,406	622	6,820	43,200
117	湖岸(金丸-安曇)	5,550	6,592	0	267	0	12,409
118	湖岸(丹出-和迹)	2,734	1,287	199	56	0	4,275
119	湖岸(和迹-喜撰)	4,699	7,854	52	0	0	12,605
120	湖岸(雄琴-御呂戸)	1,573	5,564	0	0	0	7,137
121	湖岸(大正寺-雄琴)	3,508	4,720	0	104	0	8,332
122	湖岸(高橋-大正寺)	893	431	0	0	0	1,324
123	湖岸(足洗-高橋)	700	759	0	0	0	1,459
124	湖岸(大宮-足洗)	2,071	1,985	0	2,869	0	6,924
125	湖岸(藤ノ木-大宮)	1,620	1,858	0	0	0	3,479
126	湖岸(四ッ谷-藤ノ木)	2,807	4,197	2,582	7	0	9,593
127	湖岸(際-四ッ谷)	11,701	16,680	1,725	5,488	0	35,594
128	湖岸(長沢-瀬田)	12,429	14,331	0	8,468	0	35,227
129	湖岸(狼-長沢)	10,862	10,087	1	1,742	0	22,692
130	湖岸(十禅寺-狼)	3,288	269	0	0	0	3,556
131	湖岸(北川-十禅寺)	12,381	10,084	0	22,705	0	45,170
132	湖岸(伯母-北川)	12,451	26,269	206	1,621	0	40,547
133	湖岸(山寺-伯母)	407	210	0	0	0	616
134	湖岸(草津-山寺)	19,653	31,404	334	375	0	51,766
135	湖岸(伊佐々-草津)	981	0	0	0	0	981
136	湖岸(葉山-伊佐々)	2,660	2,020	0	0	0	4,680
137	湖岸(中ノ井-葉山)	729	0	0	0	0	730
138	湖岸(堺-中ノ井)	3,365	1,774	0	0	10,274	15,413
139	湖岸(守山-金森)	45	0	0	0	0	45

表 1-8 合計TN負荷 [gTN/日] (平成7年) [その3]

No	流域名	非特定汚染源	家庭下水	畜産排水	工業排水	処理場	合計
141	湖岸(法竜-天神)	594	0	0	0	0	594
142	湖岸(金森-山賀)	766	3	0	0	0	768
143	湖岸(山賀-堺)	8,233	4,807	0	9,892	2,685	25,617
144	湖岸(野洲-法竜)	17,844	31,216	0	0	0	49,060
145	湖岸(立田-野洲)	4,492	0	0	31	0	4,523
146	湖岸(野洲-幸津)	15,128	1,969	0	0	3,069	20,166
147	湖岸(家棟-野洲)	18,543	642	0	1	1,057	20,242
148	湖岸(日野-家棟)	15,610	1,528	797	0	0	17,935
149	湖岸(白鳥-大惣)	2,835	681	855	0	0	4,370
150	湖岸(大惣-日野)	35,274	25,970	17,697	307	0	79,247
151	湖岸(長命寺-八幡)	12,561	6,982	3,452	203	0	23,197
152	湖岸(不飲-愛知)	28,761	2,797	0	259	2,498	34,315
153	湖岸(文禄-不飲)	13,404	5,125	0	28	1,637	20,195
154	湖岸(宇曾-文禄)	10,770	3,107	0	0	807	14,684
155	湖岸(犬上-江面)	708	2,160	0	0	0	2,868
156	湖岸(野瀬-犬上)	1,165	2,217	0	0	0	3,382
157	湖岸(平田-野瀬)	185	4,284	0	0	0	4,468
158	湖岸(芹-平田)	385	2,245	0	0	0	2,630
159	湖岸(矢倉-芹)	26,301	71,077	0	108,925	0	206,304
160	湖岸(天野-矢倉)	47,740	32,940	0	718	0	81,398
161	湖岸(ひわだ-天野)	9,894	1,540	1,551	218	0	13,203
162	湖岸(中-姉)	15,665	954	0	0	8,363	24,982
163	湖岸(丁野-中)	7,339	341	71	0	428	8,178
164	湖岸(米川-深町川)	28,695	14,540	2	727	9,295	53,259
165	湖岸(余呉-丁野)	6,060	665	0	208	0	6,933
166	湖岸(大坪-余呉)	15,873	1,743	416	7	1,806	19,845
167	湖岸(大浦-岩熊)	25,267	2,964	0	0	0	28,231
168	湖岸(石田-境)	395	83	102	0	0	580
169	湖岸(今津-石田)	461	1,246	0	0	0	1,707
170	湖岸(天川-今津)	4,158	15,088	0	1,298	0	20,544
171	湖岸(波布谷-天)	1,073	2,451	0	0	0	3,524
172	湖岸(今-波布谷)	259	598	0	0	0	856
173	湖岸(林昭寺-今)	519	411	0	0	0	930
174	湖岸(田井-林昭寺)	89	0	0	0	0	89
175	湖岸(安曇-田井)	51,549	32,013	790	24,054	0	108,406
176	湖岸(青井-金丸)	676	1,765	231	4	0	2,677
177	湖岸(鴨-青井)	2,331	0	5,208	0	0	7,539
178	湖岸(鯉-鴨)	7,398	3,616	0	71	0	11,085
179	湖岸(和田打-鯉)	909	599	0	0	0	1,508
180	湖岸(瀬戸-和田打)	1,515	2,035	0	0	0	3,550
181	湖岸(鵜-瀬戸)	15,655	4,735	0	340	0	20,731
182	湖岸(北-鵜)	3,519	517	0	0	0	4,036
183	湖岸(滝-北)	1,250	2,970	0	0	0	4,220
184	湖岸(大同-滝)	3,352	314	0	0	0	3,666
185	湖岸(家棟-大同)	761	431	23	0	0	1,215
186	湖岸(比良-大同)	8,217	1,876	259	0	0	10,351
187	湖岸(大谷-比良)	14,000	9,873	2,682	0	0	26,554
188	湖岸(大-大谷)	2,171	1,779	0	0	0	3,950
189	湖岸(木戸-大)	517	612	0	0	0	1,130
190	湖岸(野離子-木戸)	1,283	532	0	0	0	1,815
191	湖岸(天-野離子)	549	488	0	0	0	1,037
192	湖岸(生-天)	1,378	1,113	191	0	0	2,681
193	湖岸(天神-真野)	13,260	19,316	0	241	0	32,817
194	湖岸(御呂戸-天神)	2,295	6,270	0	144	0	8,709
195	湖岸(不動-柳)	2,716	590	194	0	0	3,500
196	湖岸(熊野-不動)	1,446	103	14	402	0	1,964
197	湖岸(姉-川道)	32,788	4,032	0	8,075	11,332	56,227
198	湖岸(川道-米)	22,804	48,340	0	30,430	0	101,574
199	湖岸(喜撰-真光寺)	3,705	5,171	0	0	0	8,876
200	湖岸(真野-丹出)	5,982	8,780	804	0	0	15,565
201	湖岸(瀬田-盛越)	51	11	0	0	0	61
202	湖岸(大津市街沿い)	8,256	1,729	0	119,600	0	129,585
203	湖岸(愛知-長命寺)	7,002	4,532	2,428	0	0	13,962
204	湖岸(長命寺-長命寺)	14,556	1,188	499	166	0	16,409
205	湖岸(沖島)	4,137	0	0	0	0	4,137
合計		8,798,960	3,780,177	832,161	2,066,829	2,252,024	17,730,151

表 I-9 合計TN負荷 [gTN/日] (昭和43年) [その1]

No	流域名	非特定汚染源	家庭下水	畜産排水	工業排水	処理場	合計
1	兵田川	3,506	11,210	0	11,115	0	25,832
2	盛越川	4,211	11,774	0	23,027	0	39,012
3	篠津川	2,547	13,039	0	16,154	0	31,740
4	相模川	6,314	5,261	0	8,665	0	20,239
5	常世川	2,114	8,775	0	15,881	0	26,770
6	吾妻川	9,748	50,951	0	102,838	0	163,537
7	熊野川	7,745	37,888	440	75,564	0	121,637
8	不動川	1,484	8,721	0	11,482	0	21,687
9	柳川	7,595	8,411	0	31,454	0	47,460
10	際川	14,946	15,493	0	51,918	0	82,358
11	四ッ谷川	6,988	645	0	2,613	0	10,246
12	藤ノ木川	9,504	11,768	410	60,504	0	82,187
13	大宮川	15,654	5,094	2,367	22,722	0	45,836
14	足洗川	4,993	278	632	12,133	0	18,037
15	高橋川	5,052	0	0	943	0	5,995
16	大正寺川	10,053	7,067	0	8,406	0	25,526
17	雄琴川	18,950	12,691	0	13,104	426,386	471,130
18	御呂戸川	13,045	75	0	18,687	0	31,806
19	天神川 a	35,088	9,930	0	41,791	0	86,809
20	真野川	73,890	8,515	0	63,368	0	145,774
21	丹出川	5,909	1,310	0	173	0	7,392
22	和迹川	44,940	5,038	668	21,200	0	71,846
23	喜撰川	15,274	1,409	781	128	0	17,592
24	真光寺川	2,962	219	0	18	0	3,199
25	生川	8,563	538	299	33	0	9,434
26	天川 a	7,337	305	2,406	48	0	10,096
27	八屋戸川	6,578	760	1,941	121	0	9,400
28	野離子川	5,282	2	0	0	0	5,284
29	木戸川	5,424	1,055	0	106	0	6,585
30	大川 a	6,234	22	233	2	0	6,492
31	大谷川	15,351	47	0	6	0	15,405
32	比良川	11,639	0	0	0	0	11,639
33	家棟川 a	7,585	1,887	56	199	0	9,727
34	大同川 a	4,359	0	0	0	0	4,359
35	滝川	7,638	4	0	0	0	7,642
36	北川 a	4,773	1,503	0	109	0	6,384
37	鶴川	11,375	48	0	3	0	11,426
38	瀬戸川	840	1,165	0	237	0	2,243
39	小田川	9,549	1,038	0	220	0	10,806
40	和田打川	22,571	2,809	2,044	712	0	28,136
41	鯉川	17,269	2,000	1,934	470	0	21,673
42	鴨川	123,646	6,454	4,017	1,090	0	135,206
43	青井川	69,953	16,473	1,375	4,098	0	91,899
44	金丸川	15,868	2,449	1,217	491	0	20,024
45	安曇川	697,830	23,283	28,482	23,795	0	773,390
46	田井川	18,930	4,380	617	6,448	0	30,375
47	林昭寺川	9,292	1,335	604	1,996	0	13,226
48	今川	9,344	199	24	297	0	9,863
49	波布谷川	3,769	168	249	250	0	4,436
50	庄界川	3,178	0	0	0	0	3,178
51	天川 b	15,687	535	0	250	0	16,473
52	今津川	25,943	4,469	1,430	705	0	32,547
53	石田川	150,212	6,929	7,201	959	0	165,301
54	境川	44,485	6,008	6,094	701	0	57,289
55	百瀬川	26,286	214	0	30	0	26,530
56	生来川	45,743	5,578	3,500	792	0	55,612
57	知内川	132,959	6,193	1,326	928	0	141,406
58	大浦川	80,076	6,264	2,704	646	0	89,691
59	岩熊川	12,229	1,315	392	127	0	14,062
60	大川 b	49,882	3,241	851	328	0	54,301
61	大坪川	10,938	2,172	949	171	0	14,230
62	余呉川	317,570	66,333	5,019	13,903	0	402,825
63	丁野川	92,434	14,806	342	1,501	0	109,084
64	中川	25,326	3,498	298	451	0	29,573
65	田川	215,526	41,488	1,962	6,474	0	265,451
66	姉川	951,276	58,607	13,635	11,604	0	1,035,122
67	川道川	35,288	11,930	376	15,314	0	62,909
68	米川	40,965	44,279	472	43,026	0	128,742
69	十一川	73,529	35,940	1,665	52,462	0	163,596

表 1-9 合計TN負荷 [gTN/日] (昭和43年) [その2]

No	流域名	非特定汚染源	家庭下水	畜産排水	工業排水	処理場	合計
71	深町川	16,564	4,902	1,394	4,135	162,540	189,535
72	土川	25,424	4,125	743	3,959	0	34,251
73	びわだ川	14,239	3,431	451	409	0	18,529
74	天野川	361,833	81,458	15,435	10,135	0	468,861
75	矢倉川	58,914	10,993	2,975	9,955	0	82,837
76	芹川	161,100	25,409	5,209	20,105	0	211,823
77	平田川	26,861	19,075	737	22,523	0	69,196
78	野瀬川	30,051	12,889	1,834	19,056	0	63,830
79	犬上川	262,949	47,555	16,206	15,826	0	342,536
80	江面川	106,163	27,704	3,898	38,633	0	176,398
81	安食川	23,567	6,375	757	6,616	0	37,315
82	宇曽川	469,156	119,999	51,780	70,374	0	711,309
83	文禄川	57,324	9,376	635	15,648	0	82,982
84	不飲川	48,159	13,449	4,423	25,268	0	91,299
85	愛知川	523,905	38,540	29,283	5,627	0	597,355
86	大同川 b	129,790	50,487	11,459	17,528	0	209,263
87	長命寺川	749,634	190,407	191,235	87,488	108,360	1,327,124
88	八幡川	12,498	28,902	45	11,935	0	53,380
89	白鳥川	145,625	29,175	0	13,942	0	188,742
90	大惣川	57,623	12,784	0	9,778	0	80,186
91	日野川	817,829	131,586	168,876	77,618	0	1,195,909
92	家棟川 b	227,369	60,959	2,513	305,236	0	596,077
93	幸津川	36,463	6,943	926	36,000	0	80,332
94	立田川	24,351	5,195	0	23,471	0	53,018
95	野洲川	1,357,214	210,997	114,063	431,509	216,720	2,330,503
96	法竜川	29,601	6,936	1,219	39,087	0	76,844
97	天神川 b	50,104	13,311	891	72,619	0	136,925
98	守山川	43,106	26,484	1,598	94,033	0	165,221
99	金森川	7,642	1,484	0	5,173	0	14,299
100	山賀川	11,045	3,179	0	12,940	0	27,165
101	堺川	83,652	37,877	3,601	114,674	0	239,804
102	中ノ井川	70,746	27,349	785	39,884	0	138,764
103	葉山川	23,896	16,587	0	8,008	548,854	597,346
104	伊佐々川	39,610	37,796	6,787	27,465	0	111,658
105	草津川	110,669	27,507	20,315	33,092	0	191,583
106	山寺川	4,619	1,748	0	1,489	0	7,855
107	伯母川	35,129	8,568	4,686	9,959	0	58,342
108	北川 b	7,797	2,242	2,702	2,386	0	15,127
109	十禅寺川	9,657	4,453	4,883	1,221	0	20,215
110	狼川	5,120	1,547	2,809	118	0	9,594
111	長沢川	793	11,556	0	0	0	12,349
112	琵琶湖	0	270	0	0	433,440	433,710
113	余呉湖	0	0	0	0	0	0
114	湖岸(知内-大浦)	40,279	5,154	451	404	0	46,288
115	湖岸(生来-知内)	274	252	26	39	0	591
116	湖岸(境-百瀬)	39,208	5,049	4,737	726	0	49,721
117	湖岸(金丸-安曇)	9,576	3,434	368	798	0	14,176
118	湖岸(丹出-和迹)	4,970	1,011	0	132	0	6,113
119	湖岸(和迹-喜撰)	8,235	5,197	0	478	0	13,911
120	湖岸(雄琴-御呂戸)	2,156	646	0	7,932	0	10,733
121	湖岸(大正寺-雄琴)	4,756	3,472	0	30,377	0	38,605
122	湖岸(高橋-大正寺)	2,132	114	0	668	0	2,914
123	湖岸(足洗-高橋)	1,155	649	0	5,109	0	6,913
124	湖岸(大宮-足洗)	3,474	881	0	12,502	0	16,856
125	湖岸(藤ノ木-大宮)	2,800	2,123	0	3,843	0	8,766
126	湖岸(四ッ谷-藤ノ木)	4,136	3,099	0	17,397	0	24,632
127	湖岸(際-四ッ谷)	12,610	9,709	384	52,296	0	74,999
128	湖岸(長沢-瀬田)	1,325	9,554	0	0	0	10,879
129	湖岸(狼-長沢)	565	967	0	0	0	1,533
130	湖岸(十禅寺-狼)	4,476	3,021	0	2,383	0	9,880
131	湖岸(北川-十禅寺)	16,750	12,206	0	4,072	0	33,027
132	湖岸(伯母-北川)	20,688	11,465	0	7,297	0	39,451
133	湖岸(山寺-伯母)	1,534	736	0	783	0	3,053
134	湖岸(草津-山寺)	26,084	26,529	0	13,048	0	65,661
135	湖岸(伊佐々-草津)	1,892	0	0	0	0	1,892
136	湖岸(葉山-伊佐々)	3,048	690	0	607	0	4,345
137	湖岸(中ノ井-葉山)	2,140	0	0	0	0	2,140
138	湖岸(堺-中ノ井)	5,866	1,605	0	1,431	0	8,902
139	湖岸(守山-金森)	207	0	0	0	0	207

表 1-9 合計 TN 負荷 [gTN/日] (昭和43年) [その3]

No	流域名	非特定汚染源	家庭下水	畜産排水	工業排水	処理場	合計
141	湖岸(法竜-天神)	1,675	0	0	0	0	1,675
142	湖岸(金森-山賀)	1,868	30	0	104	0	2,002
143	湖岸(山賀-堺)	18,993	2,357	0	9,683	0	31,033
144	湖岸(野洲-法竜)	21,217	6,191	0	21,443	0	48,851
145	湖岸(立田-野洲)	4,894	36	0	133	0	5,063
146	湖岸(野洲-幸津)	19,765	3,592	0	4,182	0	27,539
147	湖岸(家棟-野洲)	26,640	3,800	2,257	208	0	32,904
148	湖岸(日野-家棟)	19,976	1,166	0	774	0	21,916
149	湖岸(白鳥-大惣)	5,308	664	0	523	0	6,495
150	湖岸(大惣-日野)	67,490	11,346	0	7,456	0	86,291
151	湖岸(長命寺-八幡)	21,684	4,652	15,126	3,164	0	44,626
152	湖岸(不飲-愛知)	45,509	6,890	5,201	12,420	0	70,020
153	湖岸(文禄-不飲)	25,164	4,580	771	8,253	0	38,769
154	湖岸(宇曾-文禄)	17,490	2,249	624	2,626	0	22,990
155	湖岸(犬上-江面)	1,742	881	599	1,635	0	4,857
156	湖岸(野瀬-犬上)	1,152	385	423	667	0	2,626
157	湖岸(平田-野瀬)	571	1,164	126	1,218	0	3,081
158	湖岸(芹-平田)	546	296	203	424	0	1,469
159	湖岸(矢倉-芹)	34,612	69,583	1,292	72,303	0	177,789
160	湖岸(天野-矢倉)	5,111	19,931	556	2,922	0	28,520
161	湖岸(ひわだ-天野)	14,483	4,236	1,205	512	0	20,436
162	湖岸(中-姉)	23,399	5,602	405	547	0	29,953
163	湖岸(丁野-中)	12,255	1,710	161	197	0	14,323
164	湖岸(米川-深町川)	44,666	11,071	2,036	17,404	0	75,176
165	湖岸(余呉-丁野)	12,087	1,900	123	152	0	14,263
166	湖岸(大坪-余呉)	18,380	2,783	150	342	0	21,654
167	湖岸(大浦-岩熊)	24,677	3,308	914	195	0	29,094
168	湖岸(石田-境)	270	14	23	2	0	308
169	湖岸(今津-石田)	532	2,384	0	136	0	3,052
170	湖岸(天川-今津)	5,750	11,228	0	899	0	17,877
171	湖岸(波布谷-天)	1,236	178	0	283	0	1,698
172	湖岸(今-波布谷)	322	109	40	163	0	635
173	湖岸(林昭寺-今)	988	249	0	373	0	1,610
174	湖岸(田井-林昭寺)	159	0	0	0	0	159
175	湖岸(安曇-田井)	90,511	21,063	5,562	28,202	0	145,338
176	湖岸(青井-金丸)	1,711	1,212	466	189	0	3,579
177	湖岸(鴨-青井)	3,369	78	2,230	11	0	5,688
178	湖岸(鯉-鴨)	13,776	1,637	870	452	0	16,735
179	湖岸(和田打-鯉)	1,954	606	576	162	0	3,298
180	湖岸(瀬戸-和田打)	2,735	1,898	1,289	386	0	6,309
181	湖岸(鵜-瀬戸)	18,389	2,242	0	410	0	21,041
182	湖岸(北-鵜)	4,070	589	0	43	0	4,702
183	湖岸(滝-北)	1,531	1,531	0	111	0	3,173
184	湖岸(大同-滝)	4,346	283	0	20	0	4,650
185	湖岸(家棟-大同)	951	0	0	0	0	951
186	湖岸(比良-大同)	10,833	1,491	739	157	0	13,220
187	湖岸(大谷-比良)	18,047	5,258	0	470	0	23,776
188	湖岸(大-大谷)	2,826	919	121	124	0	3,990
189	湖岸(木戸-大)	641	775	0	78	0	1,495
190	湖岸(野離子-木戸)	1,370	239	0	24	0	1,633
191	湖岸(天-野離子)	1,046	339	530	54	0	1,969
192	湖岸(生-天)	1,825	1,135	915	70	0	3,944
193	湖岸(天神-真野)	21,744	18,543	0	103,143	0	143,430
194	湖岸(御呂戸-天神)	3,893	257	0	5,362	0	9,512
195	湖岸(不動-柳)	359	2,398	0	3,550	0	6,307
196	湖岸(熊野-不動)	1,116	1,415	0	8,289	0	10,821
197	湖岸(姉-川道)	45,772	8,692	1,107	974	0	56,544
198	湖岸(川道-米)	40,006	27,238	2,517	28,549	0	98,309
199	湖岸(喜撰-真光寺)	6,489	1,401	100	112	0	8,103
200	湖岸(真野-丹出)	9,114	3,005	0	24,579	0	36,698
201	湖岸(瀬田-盛越)	0	0	0	0	0	0
202	湖岸(大津市街沿い)	10,313	55,153	0	161,624	0	227,090
203	湖岸(愛知-長命寺)	11,954	3,229	1,578	1,939	0	18,700
204	湖岸(長命寺-長命寺)	18,768	1,119	0	769	0	20,657
205	湖岸(沖島)	3,379	1,953	18,043	817	0	24,192
合計		11,145,530	2,468,493	849,369	3,262,910	1,896,300	19,622,603

付録 J GIS 情報を用いた日野川流域の水田分類結果

表 J-1 配水・排水系統別、排水性・表層地質別に分割された水田とその面積 [その1]

	河川名	流域No.	配水系統名	配水系統 コード	排水性	表層地質	水田面積 ha
1	蔵王ダム・日野川ダム流域	1	蔵王幹線+西大路支線用水路	21	乾田	その他	0.45
2	蔵王ダム・日野川ダム流域	1	蔵王幹線+西大路支線用水路	21	乾田	壤質	1.14
3	蔵王ダム・日野川ダム流域	1	蔵王幹線+西大路支線用水路	21	乾田	粘質	1.34
4	蔵王ダム・日野川ダム流域	1	蔵王幹線+西大路支線用水路	21	乾田	礫質	55.52
5	蔵王ダム・日野川ダム流域	1	和田井堰	25	乾田	粘質	2.12
6	蔵王ダム・日野川ダム流域	1	和田ポンプ場	26	乾田	壤質	1.61
7	蔵王ダム・日野川ダム流域	1	和田ポンプ場	26	乾田	礫質	3.43
8	蔵王ダム・日野川ダム流域	1	音羽ポンプ場	27	その他	壤質	0.01
9	蔵王ダム・日野川ダム流域	1	音羽ポンプ場	27	その他	礫質	0.64
10	蔵王ダム・日野川ダム流域	1	音羽ポンプ場	27	乾田	その他	0.16
11	蔵王ダム・日野川ダム流域	1	音羽ポンプ場	27	乾田	壤質	0.46
12	蔵王ダム・日野川ダム流域	1	音羽ポンプ場	27	乾田	礫質	11.61
13	蔵王ダム・日野川ダム流域	1	大井堰	28	その他	礫質	0.60
14	南砂川流域	2	小井口支線用水路	23	乾田	壤質	0.26
15	南砂川流域	2	小井口支線用水路	23	乾田	粘質	53.10
16	南砂川流域	2	小井口支線用水路	23	乾田	礫質	1.99
17	南砂川流域	2	日野川支線	24	その他	砂質	0.19
18	南砂川流域	2	日野川支線	24	その他	粘質	1.33
19	南砂川流域	2	日野川支線	24	その他	礫質	0.48
20	南砂川流域	2	日野川支線	24	乾田	その他	0.77
21	南砂川流域	2	日野川支線	24	乾田	砂質	3.89
22	南砂川流域	2	日野川支線	24	乾田	壤質	3.80
23	南砂川流域	2	日野川支線	24	乾田	粘質	58.71
24	南砂川流域	2	日野川支線	24	乾田	礫質	38.36
25	南砂川流域	2	大正池	30	乾田	壤質	0.32
26	南砂川流域	2	大正池	30	乾田	礫質	12.87
27	出雲川流域	3	別所幹線+蒲生東部支線用水路	6	乾田	粘質	94.62
28	出雲川流域	3	別所幹線+蒲生東部支線用水路	6	乾田	礫質	2.12
29	出雲川流域	3	蔵王幹線+西大路支線用水路	21	その他	壤質	0.19
30	出雲川流域	3	蔵王幹線+西大路支線用水路	21	その他	粘質	3.22
31	出雲川流域	3	蔵王幹線+西大路支線用水路	21	乾田	その他	1.83
32	出雲川流域	3	蔵王幹線+西大路支線用水路	21	乾田	砂質	0.13
33	出雲川流域	3	蔵王幹線+西大路支線用水路	21	乾田	壤質	5.79
34	出雲川流域	3	蔵王幹線+西大路支線用水路	21	乾田	粘質	326.02
35	出雲川流域	3	蔵王幹線+西大路支線用水路	21	乾田	礫質	15.65
36	出雲川流域	3	山本新田	22	乾田	壤質	0.25
37	出雲川流域	3	山本新田	22	乾田	礫質	40.53
38	出雲川流域	3	小井口支線用水路	23	その他	粘質	0.01
39	出雲川流域	3	小井口支線用水路	23	乾田	粘質	6.38
40	砂川流域	4	別所幹線+蒲生東部支線用水路	6	乾田	壤質	1.73
41	砂川流域	4	別所幹線+蒲生東部支線用水路	6	乾田	粘質	8.74
42	砂川流域	4	別所幹線+蒲生東部支線用水路	6	乾田	礫質	0.71
43	砂川流域	4	小井口支線用水路	23	その他	粘質	0.26
44	砂川流域	4	小井口支線用水路	23	乾田	壤質	0.83
45	砂川流域	4	小井口支線用水路	23	乾田	粘質	112.56
46	砂川流域	4	小井口支線用水路	23	乾田	礫質	1.75
47	大平川・須川・古川流域	5	山之上幹線+竜王南部支線用水路	4	乾田	その他	0.01
48	大平川・須川・古川流域	5	山之上幹線+竜王南部支線用水路	4	乾田	粘質	44.63
49	大平川・須川・古川流域	5	山之上幹線+竜王南部支線用水路	4	乾田	礫質	1.48
50	大平川・須川・古川流域	5	山之上幹線+竜王南部支線用水路	4	半湿田	粘質	1.63
51	大平川・須川・古川流域	5	山之上幹線+竜王南部支線用水路	4	半湿田	礫質	0.00
52	大平川・須川・古川流域	5	別所幹線+蒲生東部支線用水路	6	乾田	その他	1.26
53	大平川・須川・古川流域	5	別所幹線+蒲生東部支線用水路	6	乾田	砂質	1.48
54	大平川・須川・古川流域	5	別所幹線+蒲生東部支線用水路	6	乾田	粘質	482.61
55	大平川・須川・古川流域	5	別所幹線+蒲生東部支線用水路	6	乾田	礫質	36.23
56	大平川・須川・古川流域	5	別所幹線+蒲生東部支線用水路	6	半湿田	礫質	0.00
57	大平川・須川・古川流域	5	山本新田	22	乾田	その他	0.09
58	大平川・須川・古川流域	5	山本新田	22	乾田	砂質	1.93
59	大平川・須川・古川流域	5	山本新田	22	乾田	粘質	0.98
60	大平川・須川・古川流域	5	山本新田	22	乾田	礫質	20.14
61	佐久良川上流域	6	奥之池送水管路	14	乾田	その他	0.15
62	佐久良川上流域	6	奥之池送水管路	14	乾田	壤質	4.40

表J-1 配水・排水系統別、排水性・表層地質別に分割された水田とその面積 [その2]

	河川名	流域No.	配水系統名	配水系統 コード	排水性	表層地質	水田面積 ha
63	佐久良川上流域	6	奥之池送水管路	14	乾田	礫質	18.59
64	佐久良川上流域	6	鳥居平左岸送水管路+県ぼ水路	15	乾田	壤質	0.67
65	佐久良川上流域	6	鳥居平左岸送水管路+県ぼ水路	15	乾田	礫質	7.18
66	佐久良川上流域	6	鳥居平支線送水管路	16	乾田	壤質	0.51
67	佐久良川上流域	6	鳥居平支線送水管路	16	乾田	礫質	7.40
68	佐久良川上流域	6	原支線用水路	17	乾田	壤質	4.66
69	佐久良川上流域	6	原支線用水路	17	乾田	礫質	122.67
70	佐久良川上流域	6	杉谷溜	18	乾田	壤質	2.58
71	佐久良川上流域	6	杉谷溜	18	乾田	礫質	16.96
72	佐久良川上流域	6	奥師送水管	19	乾田	壤質	1.74
73	佐久良川上流域	6	奥師送水管	19	乾田	礫質	9.72
74	佐久良川上流域	6	小野送水管	20	乾田	壤質	4.74
75	佐久良川上流域	6	小野送水管	20	乾田	礫質	70.46
76	佐久良川下流域	7	別所幹線+蒲生東部支線用水路	6	乾田	その他	0.22
77	佐久良川下流域	7	別所幹線+蒲生東部支線用水路	6	乾田	粘質	59.31
78	佐久良川下流域	7	別所幹線+蒲生東部支線用水路	6	乾田	礫質	18.64
79	佐久良川下流域	7	別所幹線+蒲生東部支線用水路	6	半湿田	礫質	6.54
80	佐久良川下流域	7	蒲生北部支線用水路	7	乾田	その他	1.92
81	佐久良川下流域	7	蒲生北部支線用水路	7	乾田	粘質	213.88
82	佐久良川下流域	7	蒲生北部支線用水路	7	乾田	礫質	2.68
83	佐久良川下流域	7	蓮花寺送水管路	8	その他	その他	0.24
84	佐久良川下流域	7	蓮花寺送水管路	8	その他	粘質	0.45
85	佐久良川下流域	7	蓮花寺送水管路	8	乾田	その他	0.22
86	佐久良川下流域	7	蓮花寺送水管路	8	乾田	砂質	1.26
87	佐久良川下流域	7	蓮花寺送水管路	8	乾田	粘質	69.47
88	佐久良川下流域	7	蓮花寺右岸直接	9	乾田	その他	0.08
89	佐久良川下流域	7	蓮花寺右岸直接	9	乾田	砂質	4.07
90	佐久良川下流域	7	蓮花寺右岸直接	9	乾田	粘質	18.26
91	佐久良川下流域	7	蓮花寺右岸直接	9	乾田	礫質	0.57
92	佐久良川下流域	7	蓮花寺左岸直接	10	乾田	その他	0.22
93	佐久良川下流域	7	蓮花寺左岸直接	10	乾田	粘質	29.87
94	佐久良川下流域	7	蓮花寺左岸直接	10	乾田	礫質	12.73
95	佐久良川下流域	7	蓮花寺左岸直接	10	半湿田	粘質	0.40
96	佐久良川下流域	7	蓮花寺左岸直接	10	半湿田	礫質	0.17
97	佐久良川下流域	7	野出送水管路	11	乾田	その他	0.09
98	佐久良川下流域	7	野出送水管路	11	乾田	砂質	0.49
99	佐久良川下流域	7	野出送水管路	11	乾田	粘質	24.84
100	佐久良川下流域	7	野出送水管路	11	乾田	礫質	4.70
101	佐久良川下流域	7	野川送水管路	12	乾田	砂質	0.04
102	佐久良川下流域	7	野川送水管路	12	乾田	粘質	10.17
103	佐久良川下流域	7	野川送水管路	12	乾田	礫質	0.35
104	佐久良川下流域	7	鳥居平支線用水路	13	乾田	砂質	3.64
105	佐久良川下流域	7	鳥居平支線用水路	13	乾田	壤質	3.04
106	佐久良川下流域	7	鳥居平支線用水路	13	乾田	粘質	64.75
107	佐久良川下流域	7	鳥居平支線用水路	13	乾田	礫質	1.62
108	佐久良川下流域	7	鳥居平左岸送水管路+県ぼ水路	15	乾田	その他	0.02
109	佐久良川下流域	7	鳥居平左岸送水管路+県ぼ水路	15	乾田	壤質	0.09
110	佐久良川下流域	7	鳥居平左岸送水管路+県ぼ水路	15	乾田	礫質	17.71
111	佐久良川下流域	7	鳥居平支線送水管路	16	乾田	壤質	1.00
112	佐久良川下流域	7	鳥居平支線送水管路	16	乾田	粘質	6.85
113	佐久良川下流域	7	鳥居平支線送水管路	16	乾田	礫質	3.44
114	法教寺川流域	8	名神支線用水路	3	乾田	粘質	0.15
115	法教寺川流域	8	山之上幹線+竜王南部支線用水路	4	乾田	粘質	225.17
116	法教寺川流域	8	山之上幹線+竜王南部支線用水路	4	乾田	礫質	3.50
117	法教寺川流域	8	山之上畑かん	5	乾田	礫質	0.05
118	法教寺川流域	8	蒲生北部支線用水路	7	乾田	粘質	7.16
119	祖父川流域	9	竜王北部送水管路	2	乾田	砂質	2.54
120	祖父川流域	9	竜王北部送水管路	2	乾田	粘質	0.16
121	祖父川流域	9	竜王北部送水管路	2	乾田	礫質	0.03
122	祖父川流域	9	名神支線用水路	3	乾田	その他	0.64
123	祖父川流域	9	名神支線用水路	3	乾田	砂質	31.81
124	祖父川流域	9	名神支線用水路	3	乾田	粘質	102.52

表 J-1 配水・排水系統別、排水性・表層地質別に分割された水田とその面積 [その3]

	河川名	流域No.	配水系統名	配水系統 コード	排水性	表層地質	水田面積 ha
125	祖父川流域	9	名神支線用水路	3	乾田	礫質	0.62
126	祖父川流域	9	山之上幹線+竜王南部支線用水路	4	乾田	その他	0.02
127	祖父川流域	9	山之上幹線+竜王南部支線用水路	4	乾田	砂質	120.32
128	祖父川流域	9	山之上幹線+竜王南部支線用水路	4	乾田	粘質	237.76
129	祖父川流域	9	山之上幹線+竜王南部支線用水路	4	乾田	礫質	2.24
130	祖父川流域	9	山之上畑かん	5	その他	粘質	3.49
131	祖父川流域	9	山之上畑かん	5	その他	礫質	0.39
132	祖父川流域	9	山之上畑かん	5	乾田	その他	0.04
133	祖父川流域	9	山之上畑かん	5	乾田	粘質	10.10
134	祖父川流域	9	山之上畑かん	5	乾田	礫質	8.74
135	中津井川流域	10	管網系送水管路	1	乾田	その他	0.02
136	中津井川流域	10	管網系送水管路	1	乾田	砂質	5.94
137	中津井川流域	10	管網系送水管路	1	乾田	粘質	13.18
138	中津井川流域	10	管網系送水管路	1	乾田	礫質	0.91
139	中津井川流域	10	竜王北部送水管路	2	乾田	砂質	0.08
140	中津井川流域	10	竜王北部送水管路	2	乾田	粘質	0.51
141	中津井川流域	10	名神支線用水路	3	その他	粘質	4.08
142	中津井川流域	10	名神支線用水路	3	乾田	その他	0.08
143	中津井川流域	10	名神支線用水路	3	乾田	砂質	31.89
144	中津井川流域	10	名神支線用水路	3	乾田	粘質	331.38
145	中津井川流域	10	名神支線用水路	3	乾田	礫質	0.68
146	中津井川流域	10	山之上幹線+竜王南部支線用水路	4	乾田	粘質	10.41
147	善光寺川流域	11	管網系送水管路	1	乾田	砂質	0.35
148	善光寺川流域	11	竜王北部送水管路	2	乾田	その他	0.25
149	善光寺川流域	11	竜王北部送水管路	2	乾田	砂質	217.59
150	善光寺川流域	11	竜王北部送水管路	2	乾田	粘質	70.49
151	善光寺川流域	11	竜王北部送水管路	2	乾田	礫質	0.22
152	光善寺川流域	12	管網系送水管路	1	乾田	その他	0.10
153	光善寺川流域	12	管網系送水管路	1	乾田	砂質	10.56
154	光善寺川流域	12	管網系送水管路	1	乾田	粘質	50.29
155	光善寺川流域	12	竜王北部送水管路	2	乾田	砂質	2.01
156	光善寺川流域	12	竜王北部送水管路	2	乾田	粘質	15.23
157	仁保橋下流域	13	管網系送水管路	1	その他	砂質	0.41
158	仁保橋下流域	13	管網系送水管路	1	その他	粘質	0.01
159	仁保橋下流域	13	管網系送水管路	1	乾田	砂質	3.91
160	仁保橋下流域	13	管網系送水管路	1	乾田	粘質	0.20
161	白鳥川	14	管網系送水管路	1	その他	粘質	0.26
162	白鳥川	14	管網系送水管路	1	乾田	その他	0.37
163	白鳥川	14	管網系送水管路	1	乾田	砂質	43.27
164	白鳥川	14	管網系送水管路	1	乾田	粘質	388.81
165	白鳥川	14	管網系送水管路	1	乾田	礫質	2.10
166	白鳥川	14	蒲生北部支線用水路	7	乾田	その他	1.01
167	白鳥川	14	蒲生北部支線用水路	7	乾田	砂質	0.42
168	白鳥川	14	蒲生北部支線用水路	7	乾田	粘質	246.33
169	白鳥川	14	蒲生北部支線用水路	7	乾田	礫質	0.26
170	白鳥川	14	蒲生北部支線用水路	7	半湿田	粘質	0.11
171	大惣川	15	管網系送水管路	1	その他	砂質	0.03
172	大惣川	15	管網系送水管路	1	その他	粘質	0.25
173	大惣川	15	管網系送水管路	1	乾田	その他	0.76
174	大惣川	15	管網系送水管路	1	乾田	砂質	47.53
175	大惣川	15	管網系送水管路	1	乾田	粘質	326.23
176	湖岸(大惣-日野)	16	管網系送水管路	1	その他	その他	0.54
177	湖岸(大惣-日野)	16	管網系送水管路	1	その他	砂質	4.16
178	湖岸(大惣-日野)	16	管網系送水管路	1	その他	粘質	3.54
179	湖岸(大惣-日野)	16	管網系送水管路	1	乾田	その他	16.48
180	湖岸(大惣-日野)	16	管網系送水管路	1	乾田	砂質	109.26
181	湖岸(大惣-日野)	16	管網系送水管路	1	乾田	粘質	334.64
182	湖岸(日野-家棟)	17	管網系送水管路	1	その他	砂質	0.22
183	湖岸(日野-家棟)	17	管網系送水管路	1	その他	粘質	11.22
184	湖岸(日野-家棟)	17	管網系送水管路	1	乾田	その他	1.66
185	湖岸(日野-家棟)	17	管網系送水管路	1	乾田	砂質	50.26
186	湖岸(日野-家棟)	17	管網系送水管路	1	乾田	粘質	29.25
合計							5,474.64

付録K 既存の都市雨水流出モデルの概要^{45, 46)}

K.1 修正 RRL 法

英国道路研究所で開発された雨水流出ハイトグラフを算出するRRL法(Road Research Laboratory Method)を日本の地域特性に合うよう改良を加えたものが修正RRL法である。流出ハイドログラフは以下の手順によって求められる。

- ①対象流域の浸透域と不浸透域の面積を求める。従来は対象地域の地図を数mのメッシュに区切り浸透域と不浸透域をチェックしていく方法などが使われていたが、現在ではGISを用いたデジタイジングが有効である。
- ②不浸透域では凹地損失(初期損失)を、浸透域では凹地損失と浸透損失を、それぞれ降雨から差し引き有効降雨として求める。
- ③各マンホールにおける流入時間と流下時間を求め、対象流域における等到達時間域図を作成する。流入時間については標準値を用いるか、比較的理論的な算定式であるKerbyの式から求める。流下時間は排水区域の管渠位置、形状、内径、勾配、延長等から求める。
- ④有効降雨に等到達時間域ごとの面積を掛けあわせて流入ハイドログラフを求める。

$$P(t) = \sum_k^I (I_I(k) \cdot A_I(t-k) + I_P(k) \cdot A_P(t-k))$$

$P(i)$: 時刻 i における流入雨水量

$I_I(i)$: 時刻 i における不浸透域の有効降雨強度

$I_P(i)$: 時刻 i における浸透域の有効降雨強度

$A_I(i)$: 流達時間 i 域中の不浸透域面積

$A_P(i)$: 流達時間 i 域中の浸透域面積

式 (付録-1)

- ⑤管内貯留雨水量 S と雨水流出量 Q の関係を表した S - Q 曲線と連続の式と④で求めた P から流出ハイドログラフを求める。

$$P - Q = \frac{dS}{dt}$$

$S = K \cdot Q^n$ (S-Q 曲線)

式 (付録-2)

修正RRL法は雨水の流出記録が少ない流域でも雨水流出の推定が可能であり、また雨水流出現象を比較的良く把握でき他流域への適用が容易である、といった長所が挙げられたため、日本では従来よく用いられている。

K.2 特性曲線法

特性曲線法は雨水流出を応答関数的なものではなく水理学的な流れであるとして扱った手法である。流域を支線の合流点や勾配の急変する点などを境にしていくつかのブロックに分割し、各ブロックを河道とそれに流入する長方形斜面とからなるものとみなす。これら斜面上及び河道の雨水流は下流の水位条件に左右されることなく流下 (Kinematic wave 状に伝播) するものとする。このとき斜面上

の流れは

$$h = K \cdot q^p$$
$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = \alpha \cdot r_e$$

式（付録-3）

また河道流は

$$A = K \cdot Q^p$$
$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = I$$

式（付録-4）

ここで

- t : 時間 (sec)
- x : 距離 (m)
- h : 水深 (m)
- q : 斜面単位幅流量 (m²/sec)
- r_e : 有効降雨強度 (mm/hr)
- α : 単位換算係数 (= (1./3.6)×10⁻⁶)
- A : 流水断面積 (m²)
- Q : 流量 (m³/sec)
- I : 河道長あたり横流入量 (m²/sec)

Hは左右両斜面下流端の斜面流量の和として与えられる
ここで斜面流をManning形の流れとして想定するとハラメータK、pは

$$K = \left(\frac{N}{\sqrt{S}} \right)^p$$
$$p = \frac{3}{5}$$

式（付録-5）

- N : Manningの粗度係数
- S : 斜面勾配 (‰)

と表される。これらの式は解析的に解くことができないのでx-t特性曲線群を用いて図式的に解くために特性曲線法と呼ばれている。この方法は流域形状や粗度の決定に難問があるものの各流域の形状変化に対応できるという長所がある。

K.3 準線形貯留モデル

修正RRL法と同様の手法によって流入ハイドログラフを作成し以下の貯留方程式と線形貯留関係から流量を求める。

$$\begin{aligned} P - Q &= \frac{dS}{dt} \\ S &= K \cdot Q \\ K &= \frac{t_c}{2} \end{aligned}$$

式（付録-6）

t_c については以下の式と実績による流達時間－有効降雨量曲線との交点から求める。

$$t_c = C \cdot A^{0.22} \cdot r_e^{-0.35}$$

C : 定数
 A : 流域面積 (km²)
 r_e : 有効降雨強度 (mm/hr)

式（付録-7）

この t_c を推定する式が非線形であるため準線形貯留モデルと呼ばれている。流達時間と有効降雨強度の関係の実績値を過去の調査結果から導く必要がある。

K.4 タンクモデル

流域を側面と底面に2つの流出孔を持った複数個のタンクに置き換えて想定し、側面からの流出が雨水流出量、底面から流出する分を浸透による損失として雨水流出のモデル化を図ったものである。これにより流出の非線形性や欠損雨量、遅れ時間などをモデルの中で表現することができ、また洪水流出と低水流出を同一のモデルで表すことができる。タンクの数、流出孔の数が増えるほど係数の設定が困難となり繰り返し計算が必要となってくるという短所がある。

K.5 土研モデル

土研モデルは先に説明した雨天流出モデルで計算された流量を用いて雨天時の汚濁負荷流出量を推定する手法で、日本で多く適用されている。

このモデルでは雨天時における汚濁負荷流出を算定する前にまず晴天時シミュレーションを行い、各種定数と雨天時における初期値を定める。

i) BOD

$$\begin{aligned} L_D &= C_1 \cdot P_p^2 (Q - Q_c) \\ \frac{dP_p}{dt} &= D_L - L_D \end{aligned}$$

式（付録-8）

ii) COD

$$L_D = C_2 \cdot P_p^2 (Q - Q_c)$$

$$\frac{dP_p}{dt} = D_L - L_D \tag{式 (付録-9)}$$

iii) SS

$$L_D = C_3 \cdot P_p \cdot Q (Q - Q_c)$$

$$\frac{dP_p}{dt} = D_L - L_D \tag{式 (付録-10)}$$

L_D : 晴天時発生負荷量 (g/sec)

$C_{1\sim3}$: 負荷流出係数

P_p : 管渠内堆積負荷量 (g)

Q : 流量 (m³/sec)

Q_c : 限界流量 (m³/sec)

D_L : 汚水負荷量 (g/sec)

続いて雨天時における汚濁負荷流出を以下の式から求める。

i) BOD

$$L_W = C_1 \cdot P_p^2 (Q - Q_c)$$

$$\frac{dP_p}{dt} = D_L - L_W \tag{式 (付録-11)}$$

ii) COD

$$L_W = C_2 \cdot P_p^2 (Q - Q_c) + \frac{1}{3.6} K_1 \cdot P_s (r_e - r_c) A$$

$$\frac{dP_p}{dt} = D_L - C_2 \cdot P_p^2 (Q - Q_c) \tag{式 (付録-12)}$$

$$\frac{dP_s}{dt} = a_1 - \frac{1}{3.6} K_1 \cdot P_3 (r_e - r_c) A$$

$$L_w = C_3 \cdot P_p \cdot Q(Q - Q_c) + \frac{1}{3.6} K_2 \cdot P_s (r_e - r_c) A$$

$$\frac{dP_p}{dt} = D_L - C_3 \cdot P_p \cdot Q(Q - Q_c)$$

$$\frac{dP_s}{dt} = a_2 - \frac{1}{3.6} K_2 \cdot P_s (r_e - r_c) A$$

式 (付録-13)

- L_w : 雨天時発生負荷量 (g/sec)
- C_{1-3} : 負荷流出係数
- P_p : 管渠内堆積負荷量 (g)
- Q : 流量 (m³/sec)
- Q_c : 限界流量 (m³/sec)
- D_L : 汚水負荷量 (g/sec)
- K_1, K_2 : 路面等残存負荷流出係数 (1/mm)
- P_s : 路面等残存負荷量 (kg/ha)
- r_e : 有効降雨強度 (mm/hr)
- r_c : 排水区域面積 (mm/hr)
- A : 排水区域面積 (ha)
- a_1, a_2 : 補給負荷量 (g/sec)

付録L ISIS の概要⁴⁷⁾

L.1 ISIS を構成するモジュール

ISIS とは、イギリスの HR Wallingford 社（前の英国環境省国立水理学研究センター）と Sir William Halcrow 社で共同開発中の商用流域管理モデルの総称で、ISIS-Flow、ISIS-Quality、ISIS-Sediment などのモジュールからなる。このうち ISIS-Flow は ISIS の根幹をなすモジュールで、水の動きを扱うものである。図 L-1 に ISIS のモジュール構成の概要を示す。

ISIS-Flow に、ISIS-Quality や ISIS-Sediment といったモジュールを加えることで、水質シミュレーションや河床変動シミュレーションを行うことも可能となっている。また、GUI(Graphical User Interface)環境が整っており、グラフ表示やアニメーション、ヘルプなどの機能も充実している。

L.2 ISIS-Flow の河道モデル

L.2.1 概要

ISIS-Flow は水理モデル（河道モデル）と水文モデル（地表面モデル）からなり、前者は河道内の水の動きを扱うもので、後者は降雨時の、流域から河道への流出量の時間変化を明らかにするものである。

ISIS-Flow は、複雑なネットワークを持つ水路網においても定常流、非定常流を計算できるモジュールである。例えばループや枝分かれといった形状の河川についても適切にモデル化することによって計算できる。また、暗渠や堰、橋、スルースゲートなどの様々な水理構造物がある場合でも、その特性を考慮して計算することができる。表 L-1 に ISIS が取り扱うことのできる河道構造物ユニットを示す。

L.2.2 河道モデルに必要なデータ

河道モデルを作成するに当たり、ISIS では、河道横断面、堰、橋などの構造物の諸元、断面間距離、断面標高、粗度係数、上流端境界条件、下流端境界条件などを入力することが必要である。また、支川からの流入がある場合に

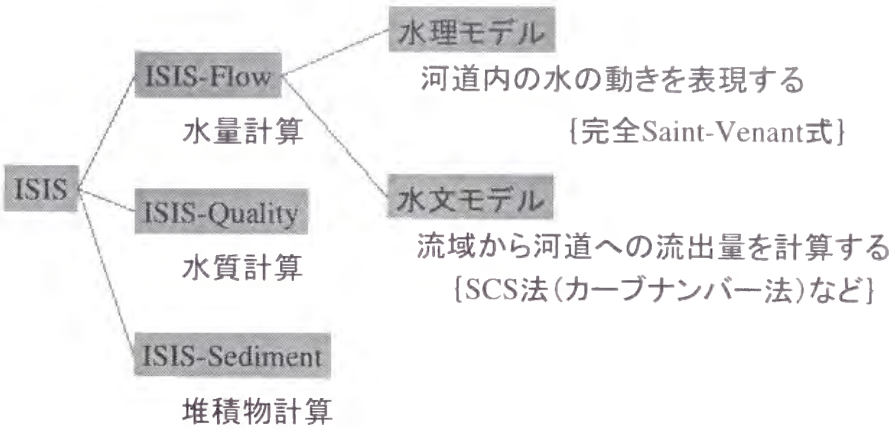


図 L-1 ISIS を構成するモジュールの概要

表 L-1 河道を表現するユニット

ABSTRACTION	
BERNOULLI LOSS	
BOUNDARIES	Flow-Stage Boundary Flow-Time Boundary Head-Time Boundary Tidal Harmonics Boundary
BRIDGES	Arch Bridge USBPR Bridge
CONDUITS	Circular Conduit Full Arch Conduit Irregular Symmetrical Section Rectangular Conduit
HYDROLOGICAL BOUNDARIES	Flood Studies Supplementary Report 16 Method Soil Conservation Method
INTERPOLATE	
JUNCTION	
ORIFICE	Orifice Inverted Syphon Outfall Flood Relief Arch
PUMP	
RATING CURVE	
REPLICATE	
RESERVOIR	
RIVER	River Unit Muskingum Routing Variable Parameter Muskingum-Cunge Routing VPMC Cross Section
WEIRS	Crump Weir Gated Weir Notional Weir Flow-Head Control Round Nosed Broad Crested Weir Sharp Crested Weir Syphon Spillway General Purpose Weir

は、流入点境界条件が必要となる。

河道横断面の距離間隔については、断面の最高地点の幅、河床勾配などを考慮して、一般に次のように取るのがよいとされている。

- ・B(m)を河道の最高地点の幅とすると、横断面間隔は20B(m)以上離すべきではない。
- ・Sを平均河床勾配とすると、横断面間隔は1/(2S)(m)以上離すべきではない。
- ・D(m)を、普段の水深とすると、横断面間隔は0.2D/S(m)以上離すべきではない。
- ・平均流速が1m/sを越える場合は、断面間で、流水部の断面積を35%以上変えるべきではない。

これらの条件を満たさない場合は、新たに実測横断面データを加えるか、補間断面ユニットにより断面を加えるかするよう指示される。

L.2.3 水理学的基礎式

河道横断面データをもとに、完全Saint-Venant式（完全ダイナミックウェーブ式）を差分化することにより、河道の任意の地点における任意の時刻の流量、水位などを算定している。

Saint-Venant式の主となる式は連続の式

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$$

式（付録-14）

である。

ここで、

Q：流量(m³/s)、 A：横断面面積(m²/s)、 q：側方からの流入量(m³/s/m)

である。

また、運動量保存式は、

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\beta Q^2}{A}\right) + gA\frac{\partial H}{\partial x} - gAS_f + q\frac{Q}{A}\cos\alpha = 0$$

式（付録-15）

ここで、S_f：摩擦損失勾配

$$S_f = \frac{Q|Q|}{K^2}$$

式（付録-16）

である。

Kは、 Manning式から導かれる河道輸送量(Conveyance)を表す。

$$K^2 = \frac{A^2 R^{\frac{4}{3}}}{n^2}, R = \frac{A}{P}$$

式（付録-17）

ここで、

A：流積（m²）、 R：径深(m)、P：潤辺(m)、 n： Manningの粗度係数、α：流入角、 β：運動量補正係数である。

L.2.4 複断面の計算

式（付録-17）に示した河道輸送量Kは、河道横断面の水の流れている断面部分の形状から計算される。

式（付録-17）より、

$$K^2 = \frac{A^2 R^{\frac{4}{3}}}{n^2} = \frac{A^2 \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{4}{3}}}{n^2} = \frac{A^{\frac{10}{3}}}{n^2 \cdot P^{\frac{4}{3}}} \quad \therefore K = \frac{A^{\frac{5}{3}}}{n \cdot P^{\frac{2}{3}}} \quad \text{式 (付録-18)}$$

ここで、 A : 流積 (m^2)、 R : 径深(m)、 P : 潤辺(m)、 n : マニングの粗度係数である。

一方、断面の形状によっては、わずかな水位の上昇に対し、潤辺Pが急激に増加するが、断面積Aの増加はほとんどないということが起こる。そのときに式(付録-18)では、河道輸送量が減少するという非現実的なことが起こる場合がある。ISISではこのように図L-2のような高水敷のような部分をもつ断面、すなわち複断面の場合、横断面をユーザーが設定した垂直パネルによって分割し、各パネルの寄与分を合計することにより河道横断面を計算することができる⁴⁸⁾。

垂直パネルをもつ横断面の場合、河道輸送量は次の式により計算される。

$$K = \left[\frac{(a_1 + a_2 + a_3)^5}{(wp_1 + wp_2 + wp_3)^2} \right]^{\frac{1}{3}} \frac{(wp_1 + wp_2 + wp_3)}{(n_1 wp_1 + n_2 wp_2 + n_3 wp_3)} \sqrt{rpl_2} \quad \text{式 (付録-19)}$$

ここで、

a: 水面と河床と垂直パネル

によって囲まれた部分の面積

wp : 潤辺の長さ

n: マニングの粗度係数

rpl：相對流路長

を表す。下付きの数字は、パネルの番号を示している。

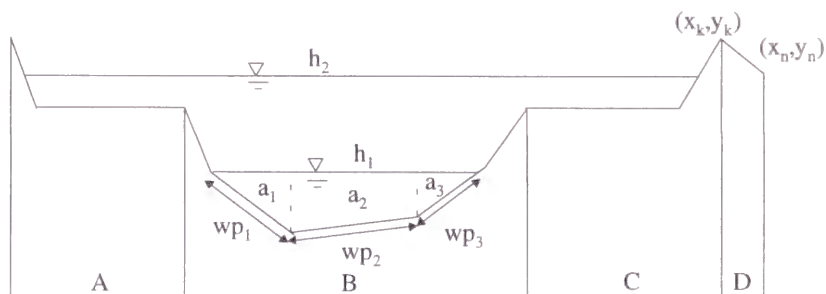


図 L-2 パネルにより分割された河道横断面

図L-2のように、パネルDの部

分の河道において、水位 y_k 以下での河道輸送量を与える必要がない場合は、点 (x_n, y_n) は横断面データに加えるべきではない。

L.2.5 河道モデルの数値計算の流れ

ISISの計算の流れを図 L-3に示す。

河道モデルは、断面データや境界条件などを示すファイル(.datファイル)をもとにして、定常流計算と非定常流計算を行う。

定常流計算は、その結果を非定常流計算の初期条件として用いるものである。計算方法には、Direct MethodとPseudo-Timestepping Methodの二つの方法を選ぶことができる。計算方法が異なるので、2つ

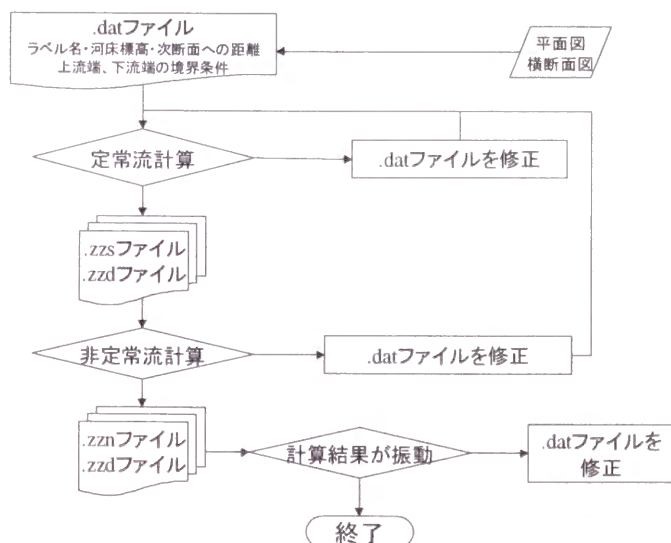


図 L-3 ISIS の計算の流れ

図 L-4 定常流計算結果 (.zzs ファイル)

FILE=HINO.dat ISIS VER= 4.3					
results from the direct method at time 0.0000 hours					
label	flow	stage	froude	velocity	z
s31940d	2.500	196.742	1.598	1.516	196.650
nw31790u	2.500	196.485	0.539	0.727	196.300
nw31790d	2.500	193.359	0.168	0.325	192.980
nw31776u	2.500	193.301	0.544	1.427	192.600
nw31776d	2.500	191.290	0.042	0.122	190.410
nw31745u	2.500	191.263	0.545	1.489	190.500
nw31745d	2.500	190.026	0.482	0.581	189.880
nw31720u	2.500	190.017	0.538	0.625	189.880
nw31720d	2.500	189.724	0.321	0.503	189.380

断面

流量m³/s

水位m

フルード数

流速m/sec

河床標高m

図 L-5 定常流計算診断ファイル (.zsd ファイル)

FILE=HINO.dat ISIS VER= 4.3			
Diagnostic File			
Direct method extra sections information (W2017)			
Reach between labels upstream downstream	Sections added by the direct method	Sections recommended to be added by the user	
rw31720d h31600	7	1	
h31600 inp31550	3	0	
rw31185d r31150	15	3	
r31150 r31116	7	1	
r31116 h31000	7	1	
h31000 h30800	15	3	
h30800 inp30700	31	6	

の方法の計算結果は若干異なったものとなる。本研究ではDirect Methodで計算することとした。この方法は、Pseudo-Timestepping Methodよりも少ない初期条件で、より早く計算することができ、自動ディスタンスステップ補正法により、モデル内で、データに問題のあるところや計算が不安定となる箇所に自動的に補間断面を加えて反復計算してくれる。ユーザーは、診断ファイル(.zsdファイル)によってこの箇所を知ることができる。定常流計算の結果は、任意の時間における、定常状態での各横断面の流量、水位、フルード数、流速が.zzsファイルに示される。これらのファイルの例を図 L-4 と図 L-5 に示す。

非定常流計算はSaint-Venant 式をPreissmann の4 点法（陰解法）で差分化し、各横断面での流量、水位、フルード数、流速の時間的変化を計算するものである。Preissmann の4 点法は、陰関数有限差分法を用いたもので、この方法によりSaint-Venant 式を線形に変換して計算することができる（図 L-6）。

なお、時間間隔（タイムステップ）は可変、固定のどちらかを選ぶことができる。可変なタイムステップというのは、解が所定の反復回数（iteration）で安定しないときに自動的にタイムステップを半分にし、逆に簡単に解が収束する場合には計算時間を倍にして計算する方法のことである。シミュレーション中、このオプションを使うことによって、ユーザーが設定したパラメータと先の収束特性をもとにセーブインターバルごとにタイムステップが自動的に決定される。可変なタイムステップの場合、固定したタイムステップの場合に比べて、シミュレーション時間は一般に長くなるが、収束特性がより進歩し、解が安定しやすくなるという利点がある。

非定常流計算の結果はバイナリー形式で保存される(.zsn ファイル)。また、診断ファイル(.zsd ファイル)には、計算結果が収束しなかった断面に関する情報が示される。診断ファイルの例を図 L-7 に示す。

また、非定常流計算の最中には、図 L-8 に示す画面が表示され、計算がうまくなされていない時間帯を知ることができる。

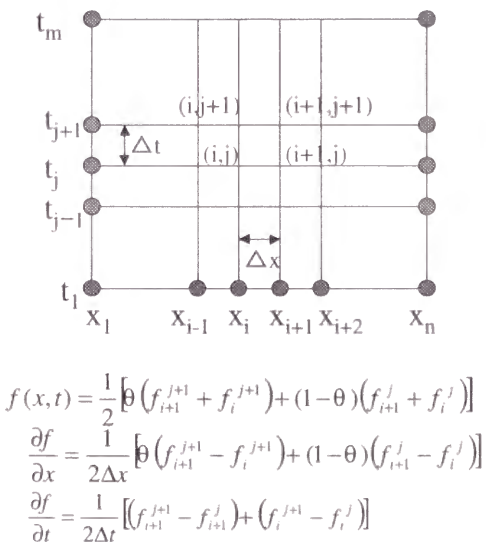


図 L-6 Preissmann の4 点法

L.3 ISIS-Flowの地表面モデルについて

L.3.1 概要

ISISでは、河道モデルに対する流入点境界条件を計算する地表面モデルは、標準では、FSSR16法またはSCS法(カーブナンバー法)が用意されている。SCS法は、降雨、流域のカーブナンバー、流域面積、ピーク時間から直接流出量を計算するもので、モデルにはこれらの入力が必要となる。これらの情報の作成に地表面のGIS情報を有効に活用できるため、本研究ではSCS法を用いることとした。

L.3.2 SCS法の概要

SCS法は、アメリカの農務省のSCS(Soil Conservation Service)が、1954年に小流域において20年以上にわたる降雨-流出関係を研究した結果得た方法であり、流域の流出特性をカーブナンバー(Curve Number;CN)というパラメータを用いて表し、直接流出量を推定する方法である⁴⁹⁾。この方法は様々な土地利用や土壌タイプの流域においてもカーブナンバーを通して流出量を推定できる方法であり、特にアメリカにおいて実用的に水文学の応用分野で広く利用されているものである。

L.3.3 SCS法による有効降雨の計算法^{50,51)}

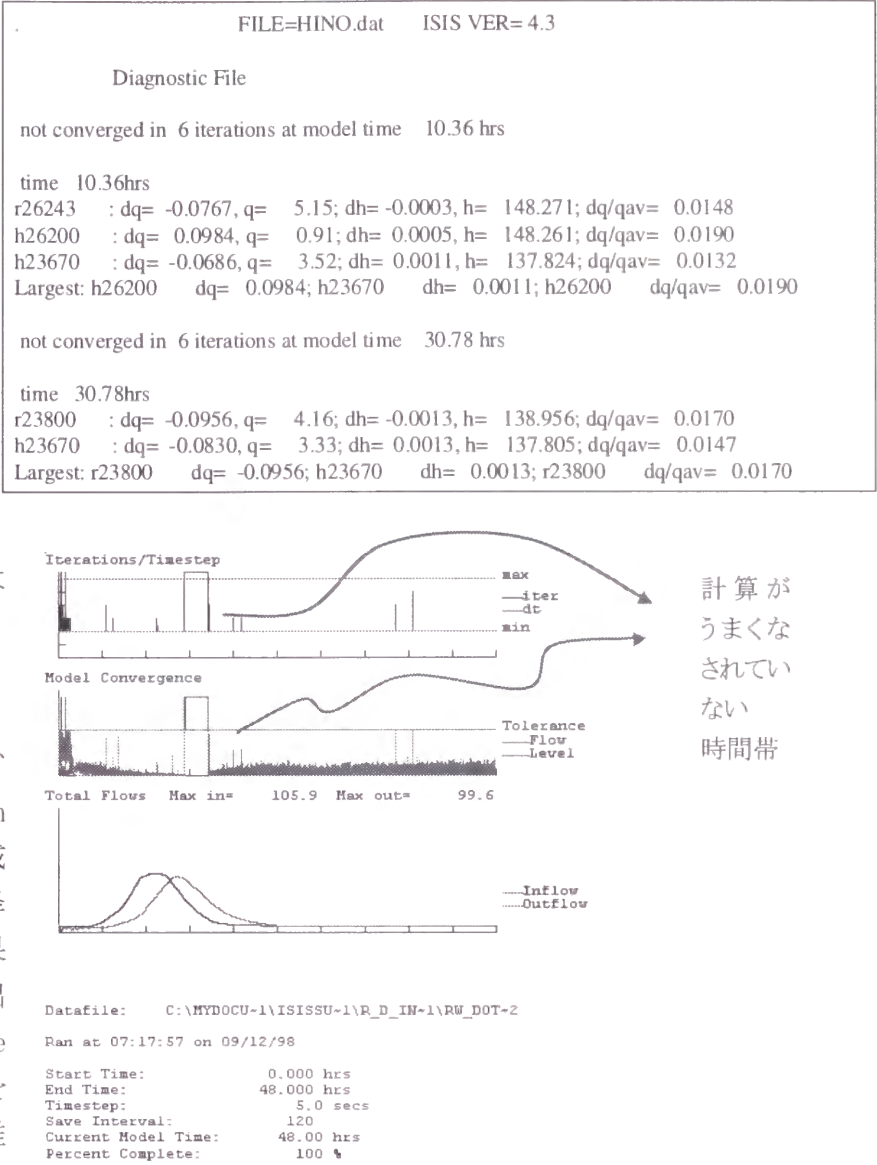
SCS法では、有効降雨と、降雨量から初期損失を引いたものの比は、土壌中の浸透量と浸透可能量の比を等しいと仮定している。

$$\frac{F}{S} = \frac{P_e}{P - I_a}$$

式 (付録-20)

ここで、
P: 累積降雨量(mm)、Ia: 累積損失量(mm)、F: 土壌中の累積浸透量(mm)、Pe: 累積有効降雨(mm)、S: 累積浸透可能量(mm)である。

図L-7 非定常流計算の診断ファイル (.zsdファイル)



図L-8 計算中に示される収束情報

有効降雨は

$P_e = P - I_a - F$ 式 (付録-21)

であるから、この2式より、

$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$ 式 (付録-22)

が得られる。アメリカでは経験的に $I_a = 0.2S$ の関係が成り立ち、これを用いると $P > 0.2S$ ならば、

$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$ 式 (付録-23)

が得られる。

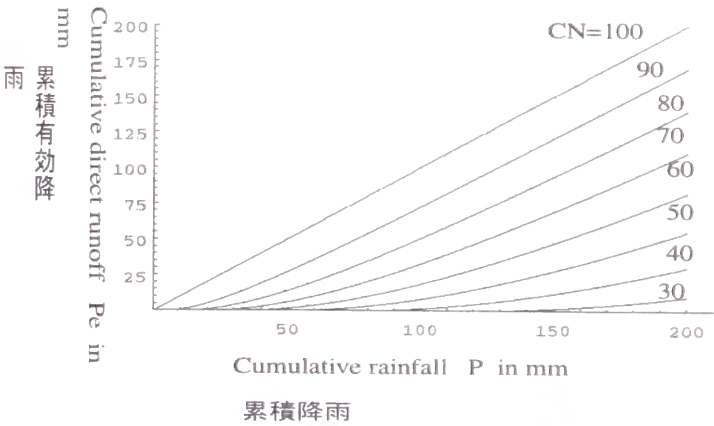
Sを与える代わりに、次式でカーブナンバーを定義して有効降雨量を求めている。

$CN = \frac{1000}{10 + \frac{S}{25.4}}$ 式 (付録-24)

降雨量と有効降雨量の関係をプロットすると図 L-9 が得られる。カーブナンバーは土壌、地質条件、土地利用条件から定められる値で、各条件でのアメリカでの標準値が定められており、それを用いている(表 L-2、表 L-3、表 L-4⁵¹⁾)。

表L-2 カーブナンバーのアメリカでの標準値

COVER			CN for Hydrologic Soil Groups			
Land Use	Treatment	Hydrologic Condition	A	B	C	D
(g) Farmland						
Fallow	Straight row	-	77	86	91	94
Row crops	Straight row	Poor	72	81	88	91
Row crops	Straight row	Good	67	78	85	89
Row crops	Contoured	Poor	70	79	84	89
Row crops	Contoured	Good	65	75	82	86
Row crops	Contoured & terraced	Poor	66	74	80	82
Row crops	Contoured & terraced	Good	62	71	78	81
Small grain	Straight row	Poor	65	76	84	88
Small grain	Straight row	Good	63	75	83	87
Small grain	Contoured	Poor	63	74	82	85
Small grain	Contoured	Good	61	73	81	84
Small grain	Contoured & terraced	Poor	61	72	79	82
Small grain	Contoured & terraced	Good	59	70	78	81
Close-seeded legumes or rotation meadow	Straight row	Poor	66	77	85	89
	Straight row	Good	58	72	81	85
	Contoured	Poor	64	75	83	85
	Contoured	Good	55	69	78	83
	Contoured & terraced	Poor	63	73	80	83
	Contoured & terraced	Good	51	67	76	80
Pasture or Range	Un-contoured	Poor	68	79	86	89
	Un-contoured	Fair	49	69	79	84
	Un-contoured	Good	39	61	74	80
	Contoured	Poor	47	67	74	80
	Contoured	Fair	25	59	75	83
	Contoured	Good	6	35	70	79
Meadow		Good	30	58	71	78
Woods or Forest		Poor	45	66	77	83
		Fair	36	60	73	79
		Good	25	55	70	77
Farmsteads		-	59	74	82	86



図L-9 累積降雨量と累積有効降雨量の関係

表L-3 カーブナンバーのアメリカでの標準値

COVER DISCRIPTION		CN for Hydrologic Soil Groups			
Cover type and Hydrologic Condition	Average Percent Impervious				
		A	B	C	D
(a) Residential					
Average lot size					
1/8 acre or less	65	77	85	90	92
1/4 acre	38	61	75	83	87
1/3 acre	30	57	72	81	86
1/2 acre	25	54	70	80	85
1 acre	20	51	68	79	84
(b) Paved Parking Lots, Driveways, etc.					
		98	98	98	98
(c) Streets and Roads					
Paved with curbs and storm sewers		98	98	98	98
Gravel		76	85	89	91
Dirt		72	82	87	89
(d) Commercial/Business Ares(85%Impervious)					
		89	92	94	95
(e) Industrial Districts(72%Impervious)					
		81	88	91	93
(f) Open spaces, Lawns,Parks,Golf Courses,Cemeteries etc					
Good condition :grass cover on >75% of area		39	61	74	80
Fair condition:grass cover on 50 to 75% of area		49	69	79	84
Poor condition:grass cover < 50 of area		68	79	86	89

表L-4 土壌分類

土 壌 分 類	詳 細	最 小 浸 透 量 (mm/h)
A	deep sand, deep loess, aggregated silts	7.5-11.5
B	shallow loess, sandy loam	3.8-7.5
C	clay loams, shallow sandy loams, soils low in organic content and soils usually high in clay	1.3-3.8
D	soils that swell significantly when wet, heavy plastic clays, and certain saline soils	0-1.3

L.3.4 カーブナンバーの補正⁵²⁾

カーブナンバーは、土壌・地質条件、土地利用条件によって標準値が定められるが、さらに先行降雨条件によって異なると考えられているので、前5日間の先行総降雨量によって、補正する必要があるとされている。

カーブナンバー(CN) を標準状態でのCN値(先行降雨量が標準的な時のCN値)をもとに補正する式が次のように与えられている。

$$CN(D) = \frac{4.2CN(N)}{10 - 0.058CN(N)} \quad \cdots \text{数式 10}$$

$$CN(W) = \frac{23CN(N)}{10 + 0.13CN(N)} \quad \cdots \text{数式 11}$$

ここで、
CN(D):乾燥状態でのCN値、
CN(N):標準状態でのCN値、
CN(W):湿潤状態でのCN値
である。

乾燥状態、標準状態、湿潤状態は、5日前からの総降雨量（先行降雨条件）により分けられる。表L-5に示すように、生育期では、総降雨量が35mm以下である時を乾燥状態、35mm～53mmである時を標準状態、53mm以上である時を湿潤状態としている。非生育期では、総降雨量が13mm以下である時を乾燥状態、13mm～28mmである時を標準状態、28mm以上である時を湿潤状態としている。これらはアメリカでの例なので、日本にそのまま適用できるかについて検討すべき点が残されている。

表L-5 先行降雨条件

	非生育期	生育期
(乾燥)	<13	<35
(標準)	13～28	35～53
(湿潤)	28<	53<

付録M 測量結果

本測量では基本的に、横断方向の距離は堤防上の測点から箱尺とトランシットを用いた「スタジア測量」で、標高差は「直接水準測量」で求めた。水準測量とは、高低差を測って標高を求めることで、おもにレベルと箱尺を用いる「直接水準測量」と、鉛直角と斜距離の観測値から、計算により高低差を求める方法（三角水準測量）などの「間接水準測量」に分けられる。後者は前者に比べて精度が低く、略測に用いられる。スタジア測量とは、トランシットなどの望遠鏡内にある十字線から、上下等距離に張られている2本の水平な線、スタジア線を利用して水平距離や高低差を求めるものである。

M.1 測点直接水準測量結果

表M-1 各測点間の直接水準測量結果

高さ既知の点	測点	後視(m)	前視(m)	昇降(m)	測点の地盤高(m)
(左岸)					
	横関橋そばの水準点				99.6
横関橋そばの水準点	もりかえ点1	3.48	0.15	3.33	102.93
もりかえ点1	横関橋左岸測点	4.505	0.898	3.607	106.537
横関橋左岸測点	もりかえ点2	0.525	1.04	-0.515	106.022
もりかえ点2	もりかえ点3	1.405	1.37	0.035	106.057
もりかえ点3	もりかえ点4	1.85	0.77	1.08	107.137
もりかえ点4	もりかえ点5	1.53	0.95	0.58	107.717
もりかえ点5	祖父川合流点下流側左岸測点	1.405	1.1	0.305	108.022
祖父川合流点下流側左岸測点	もりかえ点6	0.842	1.42	-0.578	107.444
もりかえ点6	もりかえ点7	1.18	2.35	-1.17	106.274
もりかえ点7	もりかえ点8	1.17	0.952	0.218	106.492
もりかえ点8	もりかえ点9	1.08	1.084	-0.004	106.488
もりかえ点9	日野川大橋左岸測点	2.98	0.081	2.899	109.387
日野川大橋左岸測点	もりかえ点10	0.672	2.47	-1.798	107.589
もりかえ点10	もりかえ点11	0.901	1.17	-0.269	107.32
もりかえ点11	もりかえ点12	1.75	1.302	0.448	107.768
もりかえ点12	もりかえ点13	1.492	1.012	0.48	108.248
もりかえ点13	犬小屋の近く左岸測点	1.919	0.739	1.18	109.428
犬小屋の近く左岸測点	もりかえ点14	1.55	1.09	0.46	109.888
もりかえ点14	中津井川合流点下流側左岸測点	1.235	1.185	0.05	109.938
中津井川合流点下流側左岸測点	もりかえ点15	0.74	3.445	-2.705	107.233
もりかえ点15	中津井川合流点上流側左岸測点	0.045	3.868	-3.823	103.41
(右岸)					
日野川大橋左岸測点	もりかえ点16	1.51	2.82	-1.31	108.077
もりかえ点16	もりかえ点17	1.06	1.14	-0.08	107.997
もりかえ点17	11600m地点右岸測点	1.6	1.34	0.26	108.257
11600m地点右岸測点	もりかえ点18	1.28	1.14	0.14	108.397
もりかえ点18	もりかえ点19	1.34	1.33	0.01	108.407
もりかえ点19	もりかえ点20	1.28	1.06	0.22	108.627
もりかえ点20	もりかえ点21	1.4	1.08	0.32	108.947
もりかえ点21	もりかえ点22	1.52	1.268	0.252	109.199
もりかえ点22	もりかえ点23	1.36	1.27	0.09	109.289
もりかえ点23	もりかえ点24	1.61	1.005	0.605	109.894
もりかえ点24	もりかえ点25	1.285	3.12	-1.835	108.059
もりかえ点25	もりかえ点26	1.5	2.775	-1.275	106.784
もりかえ点26	12660m地点右岸測点	0.63	1	-0.37	106.414

注) 1. 後視(B.S.;Back Sight)とは、高さ既知の点に立てた箱尺の読みのこと、前視(F.S.;Foresight)とは、これから高さを求めようとする点に立てた箱尺の読みのことである。

2. もりかえ点(T.P.;Turning Point)とは、高低差を求める2点が遠く離れており、何度も器械を据え換える際に、箱尺を置き、前視、後視とも読みとり、前後の連絡をつける点のことである。

3. 祖父川合流点上流側左岸測点の標高は、下流側のある地点との標高差をもとに算出する。

表M-2 河道横断面水準測量結果 [その2]

河口から約11600m地点水準測量

高さ既知の点	測点	後視(m)	前視(m)	昇降(m)	測点の地盤高(m)
	A				108.257
A	A'	1.04	1.08	-0.04	108.217
A'	B	1.035	3.86	-2.825	105.392
B	B'	0.015	1.24	-1.225	104.167
B'	C	1.24	1.645	-0.405	103.762
B'	D	1.24	3.86	-2.62	101.547
D	E	0.03	1.63	-1.6	99.947
E	F	1.63	1.98	-0.35	99.597
F	G杭の上	1.98	1.92	0.06	99.657
G杭の上	G			-0.39	99.267

犬小屋の近く水準測量

高さ既知の点	測点	後視(m)	前視(m)	昇降(m)	測点の地盤高(m)
	A				109.428
A	B	1.05	2.79	-1.74	107.688
B	C	1.185	4.3	-3.115	104.573
C	D	0.48	1.075	-0.595	103.978
C	E	0.48	4.02	-3.54	101.033
C	F	0.48	4.44	-3.96	100.613
F	F'	1.64	2.26	-0.62	99.993

中津井川合流点下流側水準測量

高さ既知の点	測点	後視(m)	前視(m)	昇降(m)	測点の地盤高(m)
	A				109.938
A	B	0.825	3.585	-2.76	107.178
B	C	0.243	1.93	-1.687	105.491
B	D	0.243	2.39	-2.147	105.031
D	D'	1.325	3.86	-2.535	102.496
D'	E	0.525	1.245	-0.72	101.776
D'	E'	0.525	1.635	-1.11	101.386
D'	F杭頭	0.525	2.075	-1.55	100.946
D'	G杭頭	0.525	1.92	-1.395	101.101
F杭頭	F			-0.29	100.656
G杭頭	G			-0.49	100.611
E'	H	1.635	1.86	-0.225	101.161
E'	I	1.635	1.35	0.285	101.671
E'	J	1.635	0.09	1.545	102.931

中津井川合流点上流側水準測量

高さ既知の点	測点	後視(m)	前視(m)	昇降(m)	測点の地盤高(m)
	A				103.41
	下流のH				101.161
下流のH	D杭頭	1.85	1.99	-0.14	101.021
D杭頭	C	1.99	2.39	-0.4	100.621
D杭頭	D			-0.395	100.626
D杭頭	E	1.99	1.34	0.65	101.671
D杭頭	F	1.99	1.31	0.68	101.701
D杭頭	G	1.99	0.27	1.72	102.741

河口から約12660m付近水準測量

高さ既知の点	測点	後視(m)	前視(m)	昇降(m)	測点の地盤高(m)
	A				106.414
A	B	1.34	5.06	-3.72	102.694
A	C	1.34	4.95	-3.61	102.804
A	D	1.34	4.34	-3	103.414
A	E	1.34	3.96	-2.62	103.794
A	F	1.34	4.26	-2.92	103.494

M.3 河道横断面スタジア測量結果

表M-3 河道横断面スタジア測量結果 [その1]

横関橋スタジア測量

トランシット設置点	標尺測点	挟長(cm)	鉛直角			トランシット設置点からの水平距離(m)
			(°)	(')	(")	
A	C	5	9	19	20	4.878
A	D	17	14	0	0	16.006
A	E	20	14	47	20	18.662
A	F	25	13	29	0	23.736
A	G	62	5	23	40	61.53
A	H	71	4	33	20	70.461
A	I	74	3	56	40	73.64
A	J	80	2	52	0	79.781
A	J'	86	2	17	0	85.895

祖父川合流点下流側スタジア測量

トランシット設置点	標尺測点	挟長(cm)	鉛直角			トランシット設置点からの水平距離(m)
			(°)	(')	(")	
A	B	16	14	27	20	15.065
A	C	22	11	43	40	21.05
A	D	29	11	36	0	27.748
A	E	32	11	36	0	30.618
A	F	59	5	52	40	58.356
A	G	63	5	52	40	62.312
A	H	72	5	58	20	71.214
A	I	73	5	20	20	72.446
A	J	74	5	20	20	73.438

祖父川合流点上流側スタジア測量

トランシット設置点	標尺測点	挟長(cm)	鉛直角			トランシット設置点からの水平距離(m)
			(°)	(')	(")	
A	B杭の上	10	0	0	0	10
A	D	31	2	32	0	30.915
A	E	38	2	32	0	37.896
E	F					注)38.966
A	G	52	2	32	0	51.858
A	H	78	2	32	0	77.787
A	I	68	5	52	20	67.258

注) E、F間の距離はメジャーで測量した。

日野川大橋スタジア測量

トランシット設置点	標尺測点	挟長(cm)	鉛直角			トランシット設置点からの水平距離(m)
			(°)	(')	(")	
A	D	80	6	23	40	79.127
A	E	89	6	25	0	88.029
A	F	100	6	28	0	98.908

M.2 河道横断面水準測量結果

表M-2 河道横断面水準測量結果 [その1]

横関橋水準測量

高さ既知の点	測点	後視(m)	前視(m)	昇降(m)	測点の地盤高(m)
	L				106.537
L	J'	0.89	4.84	-3.95	102.587
J'	J	0.47	1.49	-1.02	101.567
J'	I	0.47	1.74	-1.27	101.317
J'	H	0.47	2.24	-1.77	100.817
J'	G	0.47	4.22	-3.75	98.837
J'	F	0.47	4.11	-3.64	98.947
J'	E	0.47	4.22	-3.75	98.837
J'	D	0.47	1.68	-1.21	101.377
J'	C	0.47	0.98	-0.51	102.087

祖父川合流点下流部水準測量

高さ既知の点	測点	後視(m)	前視(m)	昇降(m)	測点の地盤高(m)
	A				108.022
A	もりかえ点1	0.99	3.74	-2.75	105.272
もりかえ点1	C	1.85	4.65	-2.8	102.472
C	B	0.8	0.66	0.14	102.612
C	H	0.8	3.47	-2.67	99.802
C	F	0.8	4.54	-3.74	98.732
C	G	0.8	4.46	-3.66	98.812
C	E	0.8	4.16	-3.36	99.112
C	D	0.8	3.64	-2.84	99.632
C	I	0.8	3.52	-2.72	99.752
C	J	0.8	2.92	-2.12	100.352

祖父川合流点上流部水準測量

高さ既知の点	測点	後視(m)	前視(m)	昇降(m)	測点の地盤高(m)
	下流のC				102.472
下流のC	もりかえ点1	0.8	3.64	-2.84	99.632
もりかえ点1	B杭の上	3.74	3.98	-0.24	99.392
B杭の上	A	3.88	0.85	3.03	102.422
B杭の上	D杭の上	1.14	1.33	-0.19	99.202
B杭の上	E	1.14	1.32	-0.18	99.212
B杭の上	F	1.14	0.85	0.29	99.682
B杭の上	G	1.14	0.9	0.24	99.632
B杭の上	H	2.83	1.85	0.98	100.372
B杭の上	I	2.83	2.08	0.75	100.142

日野川大橋水準測量

高さ既知の点	測点	後視(m)	前視(m)	昇降(m)	測点の地盤高(m)
	A				109.387
A	D			注)-10.32	99.067
D	C	1.63	2.16	-0.53	98.537
D	E	1.63	2.16	-0.53	98.537
D	F	1.63	1	0.63	99.697

注)AとDの標高差は、間接水準測量で求めた。

表M-3 河道横断面スタジア測量結果 [その2]

河口から11600m付近スタジア測量

トランシット設置点	標尺測点	挟長(cm)	鉛直角			トランシット設置点からの水平距離(m)
			(°)	(')	(")	
A	B	7	1	30	0	6.991
A	B'	9.5	9	16	40	9.268
A	C	19	5	56	40	18.793
A	D	24	10	37	0	23.127
A	E	27.5	14	28	0	25.892
A	F	40	9	43	0	38.795
A	G	53	9	13	20	51.704

犬小屋の近くスタジア測量

トランシット設置点	標尺測点	挟長(cm)	鉛直角			トランシット設置点からの水平距離(m)
			(°)	(')	(")	
A	B	6	6	17	20	5.935
A	C	12	6	17	20	11.869
A	D	13	10	6	20	12.608
A	E	27	10	6	20	26.187
A	F	31	10	6	20	30.066
A	F'	44	11	16	40	42.4

中津井川合流点下流側スタジア測量

トランシット設置点	標尺測点	挟長(cm)	鉛直角			トランシット設置点からの水平距離(m)
			(°)	(')	(")	
A	B	7	13	48	20	6.591
A	C	8	13	48	20	7.532
A	D	26	13	48	20	24.48
A	D'	29	13	18	40	27.534
A	E	30	13	18	40	28.483
A	E'	38	13	18	40	36.079
A	F杭頭	42	13	18	40	39.877
A	G杭頭	55	9	58	20	53.343
A	H	75	13	18	40	71.209
A	I	98	4	28	0	97.524
A	J	104	3	25	20	103.715

中津井川合流点上流側スタジア測量

トランシット設置点	標尺測点	挟長(cm)	鉛直角			トランシット設置点からの水平距離(m)
			(°)	(')	(")	
A	B					注) 1.23
A	C	5	3	38	0	4.976
A	D杭頭	16	3	38	0	15.922
A	E	40	2	42	0	39.891
A	F	59	1	24	40	58.982
A	G	62	0	0	40	62

注) A、B間の距離はメジャーで測量した。

河口から12660m地点スタジア測量

トランシット設置点	標尺測点	挟長(cm)	鉛直角			トランシット設置点からの水平距離(m)
			(°)	(')	(")	
A	B	4	17	45	40	3.618
A	C	21	1	1	0	20.994
A	D	39	2	18	20	38.953
A	E	41	2	18	20	40.95
A	F	48	2	18	20	47.942

M.4 水深測量結果

表M-4 水深測量結果 [その1]

横関橋水深測定

		杭点～ロープ距離(cm)	水面～ロープ距離(cm)	杭点～水面標高差(cm)	杭～水際水平距離(cm)
水際線	左岸	34	129	95	211
	右岸	129	153	24	257.5
水深測定	基準杭	左岸(G)	対岸ロープ余り(cm)		
	測定地点	F6	F5	F4	F3
	基準杭からの水平距離(m)	5.1	10.1	15.1	20.1
	水深(cm)	34	49.4	41.2	38.2
	測定地点	F2	F1		
	基準杭からの水平距離(m)	25.1	30.1		
	水深(cm)	31.5	39.9		

祖父川合流点下流側水深測定

		杭点～ロープ距離(cm)	水面～ロープ距離(cm)	杭点～水面標高差(cm)	杭～水際水平距離(cm)
水際線	左岸				265
	右岸	30	52	22	345
水深測定	基準杭	右岸(F)	対岸ロープ余り(cm)	697	
	測定地点	E6	E5	E4	E3
	基準杭からの水平距離(m)		5	10	15
	水深(cm)		10	65	193
	測定地点	E2	E1		
	基準杭からの水平距離(m)	20			
	水深(cm)	60			

祖父川合流点上流側水深測定

		杭点～ロープ距離(cm)	水面～ロープ距離(cm)	杭点～水面標高差(cm)	杭～水際水平距離(cm)
水際線	左岸	31.5	66	34.5	86.5
	右岸	34	36	2	119
水深測定	基準杭	左岸(B)	対岸ロープ余り(cm)	375	
	測定地点	B1	B2	B3	B4
	基準杭からの水平距離(m)		5	10	15
	水深(cm)		83.5	71	16.5
	測定地点	B5			
	基準杭からの水平距離(m)				
	水深(cm)				

日野川大橋水深測定

		杭点～ロープ距離(cm)	水面～ロープ距離(cm)	杭点～水面標高差(cm)	杭～水際水平距離(cm)
水際線	左岸	20	37	17	43
	右岸				115
水深測定	基準杭	左岸(C)	対岸ロープ余り(cm)	377	
	測定地点	C1	C2	C3	C4
	基準杭からの水平距離(m)		5	10	15
	水深(cm)		35	25	5
	測定地点	C5	C6		
	基準杭からの水平距離(m)	20			
	水深(cm)	11			

表M-4 水深測量結果 [その2]

河口から約11600m地点水深測定

		杭点～ロープ距離(cm)	水面～ロープ距離(cm)	杭点～水面標高差(cm)	杭～水際水平距離(cm)
水際線	左岸	25	26	1	99
	右岸			54	
水深測定	基準杭	右岸(F)	対岸ロープ余り(cm)		
	測定地点	F1	F2	F3	F4
	基準杭からの水平距離(m)	1.13	2.13	2.63	3.13
	水深(cm)	80	73	72	61.5
	測定地点	F5	F6	F7	F8
	基準杭からの水平距離(m)	4.13	5.13	6.13	7.63
	水深(cm)	50	41	32	28.5
	測定地点	F9			
	基準杭からの水平距離(m)	12.63			
	水深(cm)	7			

犬小屋の近く水深測定

		杭点～ロープ距離(cm)	水面～ロープ距離(cm)	杭点～水面標高差(cm)	杭～水際水平距離(cm)
水際線	左岸			0	0
	右岸			0	0
水深測定	基準杭	右岸(F')	対岸ロープ余り(cm)	205	
	測定地点	F'1	F'2	F'3	
	基準杭からの水平距離(m)	5	10	15	
	水深(cm)	38.1	19	25.8	
	測定地点				
	基準杭からの水平距離(m)				
	水深(cm)				

中津井川合流点下流側水深測定

		杭点～ロープ距離(cm)	水面～ロープ距離(cm)	杭点～水面標高差(cm)	杭～水際水平距離(cm)
水際線	左岸	19	24	5	37.8
	右岸	38.5	39	0.5	26
水深測定	基準杭	左岸(F)	対岸ロープ余り(cm)	26	
	測定地点	F1	F2	F3	F4
	基準杭からの水平距離(m)		5	10	15
	水深(cm)		22	27	0
	測定地点				
	基準杭からの水平距離(m)				
	水深(cm)				

中津井川合流点上流側水深測定

		杭点～ロープ距離(cm)	水面～ロープ距離(cm)	杭点～水面標高差(cm)	杭～水際水平距離(cm)
水際線	左岸				
	右岸	34	36.5	2.5	72
水深測定	基準杭	右岸(D)	対岸ロープ余り(cm)		
	測定地点	C1	C2	C3	C4
	基準杭からの水平距離(m)	9.01	6.51	4.01	
	水深(cm)	83	60	43.5	
	測定地点				
	基準杭からの水平距離(m)				
	水深(cm)				

河口から約12600m地点水深測定

		杭点～ロープ距離(cm)	水面～ロープ距離(cm)	杭点～水面標高差(cm)	杭～水際水平距離(cm)
水際線	左岸				
	右岸			0	0
水深測定	基準杭	右岸(B)	対岸ロープ余り(cm)	980	
	測定地点	B1	B2	B3	B4
	基準杭からの水平距離(m)	0.85	1.85	2.85	3.85
	水深(cm)	43	34	12	6.7
	測定地点				
	基準杭からの水平距離(m)				
	水深(cm)				

M.5 河道横断面測定結果のまとめ

以上の測量により、以下の表に示すように測定河道横断面の座標を決定することができた。

表M-5 測定横断面座標 [その1]

横関橋

	X(m)	Y(m)
A	90.895	
C	86.017	102.087
D	74.889	101.377
E	72.233	98.837
F	67.159	98.947
F0	64.584	98.707
F1	59.375	97.487
F2	54.375	97.567
F3	49.375	97.507
F4	44.375	97.477
F5	39.375	97.397
F6	34.375	97.547
F7	31.475	97.887
G	29.365	98.837
H	20.434	100.817
I	17.255	101.317
J	11.114	101.567
J'	5	102.587
L	0	106.537

祖父川合流点下流側

	X(m)	Y(m)
A	0	108.022
B	15.065	102.612
C	21.05	102.472
D	27.748	99.632
E	30.618	99.112
E1	34.036	98.512
E2	38.356	97.912
E3	43.356	96.582
E4	48.356	97.862
E5	53.356	98.412
E6	54.906	98.512
F	58.356	98.732
G	62.312	98.812
H	71.214	99.802
I	72.446	99.752
J	73.438	100.352

祖父川合流点上流側

	X(m)	Y(m)
A	0	102.422
B	10	98.942
B1	10.87	98.597
B2	15	97.102
B3	20	97.227
B4	25	97.772
B5	29.725	98.597
D	30.915	98.752
E	37.896	99.212
F	38.966	99.682
G	51.858	99.632
H	77.787	100.372
I	67.258	100.142

日野川大橋

	X(m)	Y(m)
A	0	109.387
B	40	105.387
C	59.807	98.537
C1	60.237	98.367
C2	60.937	98.017
C3	65.937	98.117
C4	70.937	98.317
C5	75.937	98.257
C6	77.937	98.367
D	79.127	99.067
E	88.029	98.537
F	98.908	99.697

表M-5 測定横断面座標 [その2]

河口から約11600m地点

	X	Y
G	0	99.267
F9	0.279	99.05
F8	5.279	98.772
F7	6.779	98.737
F6	7.779	98.647
F5	8.779	98.557
F4	9.779	98.407
F3	10.279	98.337
F2	10.779	98.327
F1	11.779	98.257
F	12.909	99.597
E	25.812	99.947
D	28.577	101.547
C	32.911	103.762
B'	42.436	104.167
B	44.713	105.392
A	51.704	108.257

犬小屋の近く

	X(m)	Y(m)
A	0	109.428
B	5.935	107.688
C	11.869	104.573
D	12.608	103.978
E	26.187	101.033
F	30.066	100.613
F'	42.4	99.993
F'1	47.4	99.612
F'2	52.4	99.803
F'3	57.4	99.735
G	59.405	99.993

中津井川合流点下流側

	X(m)	Y(m)
A	0	109.938
B	6.591	107.178
C	7.532	105.491
D	24.48	105.031
D'	27.534	102.496
E	28.483	101.776
E'	36.079	101.386
F	39.877	100.656
F1	40.255	100.606
F2	44.877	100.386
F3	49.877	100.336
F4	54.877	100.606
G	55.137	100.611
H	71.209	100.161
I	97.524	101.671
J	103.715	102.931

中津井川合流点上流側

	X(m)	Y(m)
A	0	103.41
B	1.23	103.41
C	4.976	100.621
C1	6.912	99.771
C2	9.412	100.001
C3	11.912	100.166
C4	15.202	100.601
D	15.922	100.626
E	39.891	101.671
F	58.982	101.701
G	62	102.741

河口から約12660m地点

	X(m)	Y(m)
A	47.942	106.414
B	44.324	102.694
B1	43.424	102.264
B2	42.424	102.354
B3	41.424	102.574
B4	40.424	102.624
C	26.948	102.804
D	8.989	103.414
E	6.992	103.794
F	0	103.494

M.6 流速測定と流量計算結果

表M-6 流速測定結果と流量算出結果

(1999/7/17測定の流れ)

左岸水際からの距離	1m	2m	2.5m	3m	4m	5m	6m
塩ビによる水深(cm)	80	73	72	61.5	50	41	32
流速(水深×0.2)(cm/s)	37,33,35	34,31,29	22,28,27				
流速(水深×0.6)(cm/s)				29,24,21	24,24,23	24,22,25	21,18,18
流速(水深×0.8)(cm/s)	29,21,27	27,22,19	27,18,21				
基準杭からの距離	7.5m	12.5m					
塩ビによる水深(cm)	28.5	7					
流速(水深×0.2)(cm/s)							
流速(水深×0.6)(cm/s)	5,4,5	1,3,4					
流速(水深×0.8)(cm/s)							

(1999/7/18測定の流れ)

左岸水際からの距離	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m
塩ビによる水深(cm)	89	83	73	61	55	47	41
流速(水深×0.2)(cm/s)	53,52,53	47,49,47	41,38,39	47,45,44			
流速(水深×0.6)(cm/s)					41,40,40	40,35,36	25,27,25
流速(水深×0.8)(cm/s)	46,45,43	52,48,50	34,31,31	39,33,36			
基準杭からの距離	8m	9m	10m	11m	12m	13m	14m(杭の所)
塩ビによる水深(cm)	33	25	23	20	20	14	6
流速(水深×0.2)(cm/s)							
流速(水深×0.6)(cm/s)	23,23,21	13,12,13	16,18,19	14,19,18	17,15,14	16,14,14	10,10,10
流速(水深×0.8)(cm/s)							

(1999/7/17における流量計算)

区間	平均流速(cm/s)	流水断面積(m2)	流量(m3/s)
区間 1	30.3	1.287	0.3898095
区間 2	27	0.564	0.15228
区間 3	23.8	0.353	0.084014
区間 4	24.7	0.459	0.113373
区間 5	23.7	0.515	0.122055
区間 6	23.7	0.41	0.09717
区間 7	19	0.4095	0.077805
区間 8	4.7	0.592	0.027824
区間 9	2.7	0.365	0.009855
計			1.0741855

(1999/7/18における流量計算)

区間	平均流速(cm/s)	流水断面積(m2)	流量(m3/s)
区間 1	44.7	0.673	0.301
区間 2	48.7	0.659	0.321
区間 3	48.8	0.82	0.4
区間 4	35.7	0.725	0.259
区間 5	40.7	0.624	0.254
区間 6	40.3	0.546	0.22
区間 7	37	0.476	0.176
区間 8	25.7	0.405	0.104
区間 9	22.3	0.332	0.074
区間 1 0	12.7	0.268	0.034
区間 1 1	17.7	0.226	0.04
区間 1 2	17	0.206	0.035
区間 1 3	15.3	0.183	0.028
区間 1 4	14.7	0.136	0.02
区間 1 5	10	0.05	0.005
計			2.271

参考文献

- 1) 滋賀県琵琶湖研究所、環境問題への視覚的アプローチ、pp.65、1987
- 2) 滋賀県、滋賀県環境政策課資料、1997
- 3) 町田聡、地理情報システム入門&マスター、山海堂、pp.16-17、1994
- 4) 株) パスコ、ARC/INFO 入門テキスト、1-6、1998
- 5) 秋山実、地理情報の処理、山海堂、pp.44-47, pp.100、1996
- 6) ESRI,INC.、MapProjections ～ Georeferencing spatial data ～、1997
- 7) ESRI、ArcViewGIS ユーザーズ・ガイド、pp.149-158、1996
- 8) 日本地図センター、地図と測量のQ&A、p.7、1997
- 9) Codd, E.F.、” Relational Model of Data for Large Shared Data Baanks” ,Communications of the ACM, Vol.13, No.6, pp.377-387, 1970
- 10) 鈴木昭男、基礎から実践までリレーショナルDBMS Q&A、pp.46-58、ソフトリサーチセンター、1996
- 11) 織田敬三、イントラネット/LAN対応 データベース構築ガイド、電波新聞社、pp.30、1996
- 12) 滋賀県琵琶湖環境部下水道建設課、平成7年度全県域污水適正処理構想市町村提出図
- 13) 滋賀県琵琶湖環境部下水道建設課、平成7年度全県域污水適正処理構想市町村計画
- 14) 滋賀県琵琶湖環境部下水道建設課、全県域污水適正処理構想第3回ヒアリング市町村提出資料
- 15) 三井造船システム技研(株)ホームページ、<http://www.msr.mes.co.jp/mapinfo/index.html>、1999
- 16) (財)統計情報研究開発センターホームページ、<http://www.sinfonica.or.jp/index1.html>、1999
- 17) 滋賀県企画部情報統計課、市町村別人口構成(昭和45年)、滋賀県推計人口年報、pp.259、1997
- 18) 滋賀県防災県会議、滋賀県地域防災計画付属資料 昭和42年3月修正、pp.145、1967
- 19) 滋賀県農林水産部畜産課、家畜飼養状況および畜産経営調査 平成8年2月1日現在、pp.36-68、1996
- 20) 滋賀県企画部情報統計課、昭和43年度 工業統計調査結果報告書、1970
- 21) 滋賀県企画部情報統計課、平成7年 工業統計調査結果報告書、pp.138-188、1996
- 22) 近畿農政局滋賀統計調査事務所、滋賀農林水産統計年報 昭和45年次 昭和45年～46年 1970～71、pp.68-73、1972
- 23) 建設省河川局、河川基盤地図データ作成のガイドライン、1997
- 24) 経済企画庁総合開発局国土調査課、淀川・大和川・紀ノ川利水現況図、1970
- 25) 近畿農政局、淀川水系開発基本調査 河川現況図、1973
- 26) 環境庁、現存植生図(昭和59年度調査) 京都東北部、1985
- 27) 環境庁、現存植生図(昭和59年度調査) 北小松、1985
- 28) 通産省工業技術院 地質調査所、1:200,000地質図 京都及大阪(昭和60年)、1986
- 29) 通産省工業技術院 地質調査所、1:50,000地質図 京都東北部(平成6-8年)、1998
- 30) 経済企画庁総合開発局、淀川・大和川・紀の川水系調査書、1970
- 31) 滋賀県健康福祉部生活衛生課、滋賀県営水道事業図、1998
- 32) 滋賀県健康福祉部生活衛生課、平成8年度 滋賀県の水道、pp.20-33、1997

- 33) 滋賀県琵琶湖環境部、滋賀県の下水道事業、1997
- 34) 滋賀県、環境白書 平成10年版、pp.142-148
- 35) 滋賀県、環境白書 平成10年版、pp.208
- 36) 滋賀県生活環境部環境整備課、滋賀県の廃棄物、1997
- 37) 滋賀県、滋賀県の農業排水（平成9年実績）、1998
- 38) 滋賀県、農業集落排水処理施設（平成10年度排水結果）、1999
- 39) 滋賀県農政水産部農村整備課、平成9年度 滋賀の農業集落排水事業、1997
- 40) 農林水産省構造改善局、農地整備地理情報システム コードブック8、1996
- 41) 滋賀県防災県会議、滋賀県地域防災計画 平成6-7年、1995
- 42) 彦根地方気象台、滋賀県の気象、pp.18、1993
- 43) 滋賀県河港課、管理日報、1992-1998
- 44) 滋賀県立衛生環境センター、水質常時測定データ集、1987-1996
- 45) 建設省都市局下水道部、合流式下水道越流対策と暫定指針 1982年度版、pp.22-44,pp.49-68,pp.90-91、日本下水道協会、1982
- 46) 西澤賢二、都市河川の技術、大村書店、1976
- 47) HR Wallingford Ltd. & Halcrow Group Ltd, ISIS NEWS, March, 1999
- 48) Halcrow and HR Wallingford, ISIS User Manual, 1997
- 49) 日野幹雄、長谷川正彦 水文流出解析、森北出版、1985
- 50) Robert E. Rallison and Norman Miller, “Past, Present, and Future SCS Runoff Procedure”, *Rainfall-Runoff Relationship*, International Symposium on Rainfall-Runoff Modeling, Water Resources Pubns, 1982, pp.353-364
- 51) P. T. Adamson and Tom K.F. Chong, *A Review of Estimation Procedures for Urban Flood Risk*, Halcrow, 1992, pp.77-93
- 52) Martin Wanielista, Robert Kersten and Ron Eaglin, *Hydrology: Water Quantity and Quality Control*, 1997, pp.149-161