

大都市域における水辺整備計画代替案の選定に関する実証的分析

萩原良巳・高橋邦夫*

* (株) 日 水 コ ン

要 旨

従来の多くの水辺計画は、所与の限られた線、あるいは点としての水辺空間におけるデザインであり、それらに欠如しているのは、面として、すなわち地域グランドデザインとしての水辺整備の視点である。このため、水辺を地域全体として眺める一方で、個々の水辺とそれとの乖離を十分に認識し、様々な個性を持つ水辺を個々に特化し、地域全体として互いに連携しつつ、多様な水辺を配置すること、さらに、多様な水辺利用の拡大をはかるため、効率的な整備を行う視点に立つことが重要となる。

本研究では、地域における水辺の公平性（水辺利用機会の拡大）、多様性（多様な水辺デザイン）、創造性（新たな水辺の創造）、効率性（経済性）などを評価項目とした、地域におけるグランドデザインのモデル分析を行う。このため、数理計画モデルの定式化を行い、鶴見川流域を対象とした事例分析をとおして、いつ、どこに、どのような水辺を配置するのが合目的であるかを明らかにする。

キーワード：水辺グランドデザイン、都市域、好感率、心理的距離、数理計画モデル

1. はじめに

大都市域における水辺は日常においては市民のアメニティ空間であり、非日常においては防災・減災空間であることが求められている。従来の多くの水辺計画は、ある与えられた点もしくは線のそこだけに注目した、局所的なデザインと等価であった。つまり、都市全体あるいは流域全体から見て、社会資本の好ましい配分を考えるという立場をとらず、局所的に「いいものを造ればよい」という視点からデザインされてきた。したがって、すべてのあるいはできるだけ多くの市民のための都市環境ならびに都市防災という都市計画的な視点から、21世紀の大都市域の水辺計画方法論を構築すべき時期にきていると思われる。

大都市域の水辺計画方法論の構築のために、シス

テムズ・アナリシスの循環的プロセスが有効であることはすでに実証し、その成果を著書として世に問うた（萩原ら、1998）。

それは、「水辺総合カルテの作成」「地域住民の計画情報への参加」「地域住民の目標設定への参加」「水辺のグランドデザインの作成」そして「水辺の環境評価」という一連の計画プロセスを実証的に示したものである。しかしながら、上記の著書では紙面の都合上、グランドデザインの作成のためのアルゴリズムとその有効性を割愛した。本研究では、最近の研究成果も踏まえ、この点に焦点をあてて「水辺整備計画代替案の選定」手順を考察する。

本研究では、大都市域の水辺を流域全体として眺め、（良いも悪いも）多様な個性を持つ水辺をできるだけ個々に特化し、流域全体として互いに連携しつ

つ、市民の多様な水辺利用の拡大をはかるための、効率的な段階的整備を行うことを目的とする。但し、現況を無視した理想的なプランを求めるのではなく、(この50年間の都市化の過程で)交通や衛生のため痛めつけられ、「人」と遠ざけられてきた現況の水辺を、実行可能性を制約として、(長期間にわたる最適化を行わないという意味で、つまり時代の変化に)適応的な方法論を提案する。このため、流域における市民の水辺利用機会の公平性と拡大、多様な水辺デザイン、新たな水辺の創造、経済効率性などを評価項目とした、流域におけるランドデザインのモデル分析を行い、分析をとおして、「いつ」、「どこに」、「どのような質」の水辺を配置するのが合目的であるかを明らかにする。

以上のことから、まず2.では住民の水辺好感率推移モデルと心理的距離モデルを導入し、3.ではこれらモデルを前提とした数理モデルの定式化を行う。そして4.では鶴見川流域を対象とした事例研究を示すことによりモデルの有効性を示し、5.で結果を総括する。

2. 水辺好感率推移モデルと心理的距離モデル

2.1 2つの仮説(高橋ら, 1996)

流域における水辺のランドデザインの作成に際し、次の2つの仮説を置く。すなわち

仮説(1) 水辺の魅力が増加するほど好感率は増加する。

仮説(2) 水辺の魅力が増加するほど水辺への心理的距離は物理的距離に対して短くなる。

である。

まず仮説(1)を説明する。Fig. 1には(アンケート調査をもとにした住民の身近な)水辺が好きか嫌いかという軸と水辺に行くか行かないかの軸によって分けられる類型1から類型4が示されている。類型1と類型4を区分する(判別)スコア値は数量化理論第Ⅱ類による分析の結果得られているものとする。Fig. 2はサンプルを類型1と類型4をスコア値で判別する様子を模式的に示したものである。仮説(1)の「好感率」は調査対象住民のうち、(好き・行く)という人の割合を考えている。

以上の準備のもとに、水辺の現況と整備後の住民の意識(好き/嫌い)と行動(行く/行かない)の反応構造が整備後も変わらないと仮定する。そして、たとえば類型4(嫌い・行かない)および類型2(嫌い・行く)の住民は、「水のきれいさ」「眺めの良さ」「入りやすさ」など類型1(好き・行く)に寄与する要因を主眼とする水辺の整備をすれば、Fig. 1のようにこの2つのグループは類型1に推移すると予想され

る。こうして、仮説(1)が成立する。

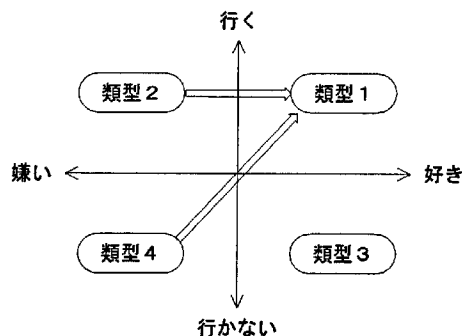


Fig. 1 Transition of preference classification by waterside improvement

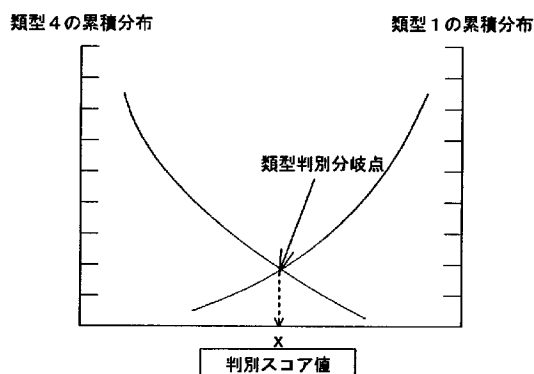


Fig. 2 Transition judgment of preference classification

横浜の市民を対象とした調査では、水辺の属性を水質、生物、形態指標で結合しそれらで選択的に構成した総合水辺属性指標と好感率との関連から、より良好な水辺ほど好感率が大きく、ことに小学生ではより明確な関連が得られた(高橋ら, 1995)。つぎに仮説(2)については、川崎市二ヶ領本川における水辺整備前/整備後分析結果から、何らかの水辺整備により、水辺の魅力が向上し、かつ水辺へ行く人の平均利用距離が大きくなること(心理的距離の短縮)が示されている(高橋ら, 1998)。

以上のことから水辺のランドデザインの作成に際し、次の3つの計画要素に留意しなければならないことがわかる。すなわち、①水辺の持つ魅力、②水辺に対する地域住民の認識・意識・行動、そして③住民と水辺との距離である。

水辺の持つ魅力とは、水辺の持つ場の属性のことであり、それが地域住民の水辺認識に作用し、さらに意識、行動を喚起する。このため、水辺のデザインに際しては、水辺の固有の魅力を引き出すデザインの方向づけ、およびそれに則したデザイン要素の抽出が重要となる。すなわち「地域から水辺を見る」、「水辺から地域を見る」の両側面から見つめ合う計画論が必要となる(Takahashi et al., 1996)。また水

辺への距離は、地域住民の水辺利用範囲の把握のため不可欠の計画要素である。

2.2 水辺好感率推移モデルと心理的距離モデル

まず仮説(1)から、Fig. 1に示す類型1と類型4を区分する判別式が数量化理論第Ⅱ類より式(1)のように得られている。

$$y^{g(r)} = \sum_{i=1}^m \sum_{\alpha=1}^{l_i} x_{i(\alpha)}^{g(r)} a_{i(\alpha)} \quad (1)$$

ここに

$a_{i(\alpha)}$: アイテム i に対するカテゴリー数量

$x_{i(\alpha)}^{g(r)} = 1$: グループ g のサンプル γ がアイテム i の α カテゴリーに該当

$x_{i(\alpha)}^{g(r)} = 0$: グループ g のサンプル γ がアイテム i の α カテゴリーに非該当

i : アイテム (1, 2, ..., k)

α : i アイテムのカテゴリー (1, 2, ..., l_i)

l_i : 各アイテムのカテゴリー数

g : グループ数 (1, 2, ..., M)

γ : グループ g 該当サンプル数 (1, 2, ..., n_g)

である。

ここで、水辺の現況および整備後において式(1)は不変とすれば、何らかの水辺整備を行うことにより、類型4および類型2から類型1へ移行する人の構成の変化から整備後の好感率が算定される。

次に、仮説(2)については、論理式として次式を提示する。

$$L = L_p (1 - \eta) \quad (2)$$

ここで、 L は水辺への心理的距離、 L_p は物理的距離そして η は好感率である。心理的距離は好感率で割り引かれると考えている。

つぎに、現況および整備後における心理的距離を L_0, L_T 、好感率を η_0, η_T とすると、次式が導かれる。

$$L_T / L_0 = (1 - \eta_T) / (1 - \eta_0) \quad (3)$$

式(3)は、現況と整備後の水辺への心理的距離の割引率を示しており、例えば、現況における好感率が0、整備後における好感率が0.5と推移した場合、整備後の心理的距離は整備前に比べ、1/2 となること（逆に誘致距離は2倍となること）を示している。

3. 水辺整備モデルの作成

ここでは、2.に示した好感率推移モデル、および心理的距離モデルを、地域における水辺誘致圏域へ

と拡張した数理計画問題としての段階的整備モデルを提示する。すなわち、複数ある水辺を地先レベルに分割して、「いつ」、「どこに」、「どのような質」の整備を行うかという問題を定式化する。ただし、評価としては水辺と住民の心理的距離を最小化、換言すれば水辺誘致圏域の最大化を目指し、制約は年間の投資額である。

まず、整備対象とする水辺は m ($m=1, 2, \dots, M$) ヲ所とし、それぞれが n レベル ($n=1, 2, \dots, N$: 整備の質) の代替案を持つものとし、水辺整備は各整備期における費用制約のもとで、 T 期 ($t=1, 2, \dots, T$) にわたって段階的に整備されるものとする。

ある整備期 t における水辺 m でのレベル n の代替案は、何らかの水辺誘致圏域を持つ。したがってここでの問題は、ある費用制約のもとで、全整備期 T にわたり流域全体として最大の水辺誘致圏域を持つための、整備期 t における水辺 m での整備延長とレベル n の代替案を割り当てることとなる。このとき、整備対象となる水辺、および水辺誘致圏域は、Fig. 3に示すようにメッシュ (250m×250m) を単位として算定することとする。したがって、整備期 t 、水辺 m において、250mを一単位とする整備延長とその整備の質レベル n を決定変数とするモデル構成となる。まず、式(2)より、 t 期における水辺 m でレベル n の代替案を選択した場合の心理的距離は次式となる。

$$L_m(n, t) = L_p (1 - \eta_m(n, t)) \quad (4)$$

ただし $\eta_m(n, t)$ は水辺 m のレベル n 代替案 ($n=1, 2, \dots, N$) の好感率である。

次に、 t 期においてモデル水辺 m で n レベル代替案を整備したときの心理的距離 500m 以内のメッシュ数を $K_m(L_m(n, t) \leq 500m)$ とする。Fig. 3に示すように、水辺1を整備したときの誘致圏域と水辺2を整備したときの誘致圏域とは大きな差異を生じ、水辺1の整備効果が過大に評価されることとなり、式(4)に示すように好感率が大きいほどこの差は顕著となる。一般には、水辺整備規模（延長、面積、河川幅）が大きいほど、利用者は増加し、誘致圏域は広がるものと想定される。このことは、遊園の規模と年間利用者数の関連（建築設計資料集成、1983）などで実証されており、また、Fig. 4に示すように、都市公園における種別標準面積と誘致距離の設定基準（都市公園法）にも反映されている。これらのことから、本モデルでは、水辺誘致圏域の拡大を（整備延長／計画総延長）で割り引くこととする。

また、 m モデル水辺は、河川幅、水路敷き幅、水面幅などが異なり、それらの幅が広い程、水辺での利用用途は多様になるものと予想される。したがって

以下では、河川幅が広い程水辺利用用途が広がり、かつ、多くの人が水辺を利用するとの前提を置くこ

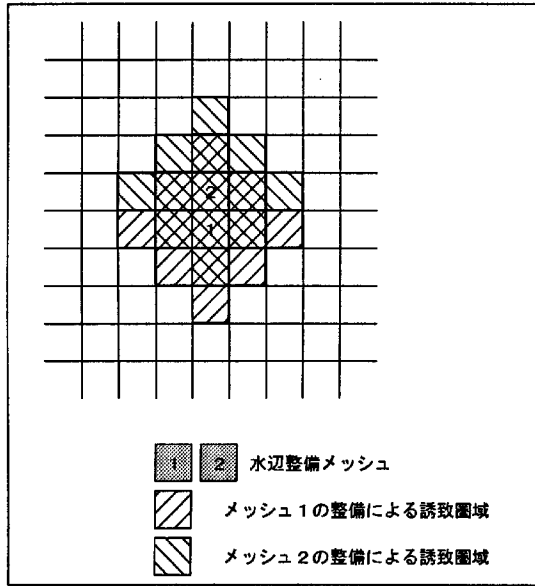


Fig. 3 A conception diagram of the invitation zone by waterside improvement

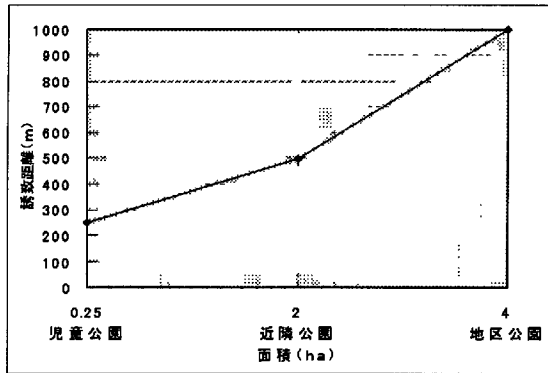


Fig. 4 Invitation distance of classified urban park ととする。以上の条件に留意することにより、問題は次の費用制約のもとで

$$\sum_m \sum_n c_m(n, t) \cdot (1+r)^t \cdot l_m(n, t) \cdot x_m(n, t) \leq C^*(t) \quad (5)$$

次式の最大化を図ることとなる。

$$\sum_T \sum_m \sum_n \left((w_m / TL_m) \cdot \{K_m(L_m(n, t) \leq 500m) - K_m(K_m(n, t-1) \leq 500m)\} \cdot l_m(n, t) \cdot x_m(n, t) \right) \Rightarrow \max \quad (6)$$

ここに

$\eta_m(n, t)$: モデル水辺 m の n レベル代替案 ($n=1, 2, \dots, N$) の好感率

$l_m(n, t)$: t 期におけるモデル水辺 m の n レベル代替案 ($n=1, 2, \dots, N$) の整備延長

$l_m(n, t) = 0$ のとき整備なし

$l_m(n, t) = l$ ただし、 l は 250m を一単位として図示する ($l=1, 2, \dots, l$)

$x_m(n, t)$: t 期におけるモデル水辺 m の n レベル

代替案 ($n=1, 2, \dots, N$)

$x_m(n, t) = 0$ のとき整備なし

$x_m(n, t) = 1$ 代替案レベル 1 を整備

.....
= N 代替案レベル N を整備

TL_m : モデル水辺 m の総延長 (ただし、は 250m を一単位として図示する)

w_m : 河川幅による補正係数

$c_m(n, t)$: t 期におけるモデル水辺 m の n レベル代替案 ($n=1, 2, \dots, N$) の単位メッシュあたりの整備単価 (現在価値)

$$c_m(n, t) = c_m^1(n, t) + c_m^2(n, t)$$

(ただし $c_m^1(n, t)$ は環境整備費、

$c_m^2(n, t)$ は用地買収費である)

$C^*(t)$: t 期における費用上限 (現在価値)

r : 利子率

である。ここで、パラメータ (w_m / TL_m) は、整備対象となる河川幅と河川延長の比であり、ここでは、水辺形状係数と呼ぶことにする。

こうして、 t 期の定式化ができたことになる。問題は最終的に既存の数理計画モデル、たとえば離散型最大原理や動的計画法を用いて最適化モデルとして記述するかどうかである。結論的に言えばそのようなモデルとして問題の設定は行わないことにする。その根拠は以下のようなものである。

- ①一過性の社会調査をもとに住民の水辺に対する好感率を基本として 2 つの仮説をもとに論理を組んでいること。長期にわたって住民は年を取るし、人口移動もある。この結果、好感率を長期間固定化することは不可能である。むしろ、たとえば 5 年ごとに調査し、10 年先を見通した 5 か年計画を作成するというような適応的な計画が好ましいと考える。遠い将来は「白地」にしておいたほうが良い計画の場合が多い時代になってきた。
- ②水辺の環境創生は、それだけで独立に行われえない。流域全体の治水計画や下水道計画などと深く関係し、大都市の水循環 (水量・水質) システムのサブシステムを構成するものであり、単独計画の長期的な最適計画は実質的な意味で意味が無い。
- ③本質的な問題として、今後の水辺のような環境創生計画は、大出水によって破壊されることを前提としたほうが良いと思われる。何故なら、そ

れがより自然に近いからである。破壊されたら、また次の世代が好きなように計画できる素地を残しておくことがこれからの計画論に必要と考えるからである。これも「ゆとり」の計画という

ものであろう。

以上のことから、本研究では最も簡単な前進型直接法を用いて解を見つけることとする。そのアルゴリズムをFig. 5に示す。

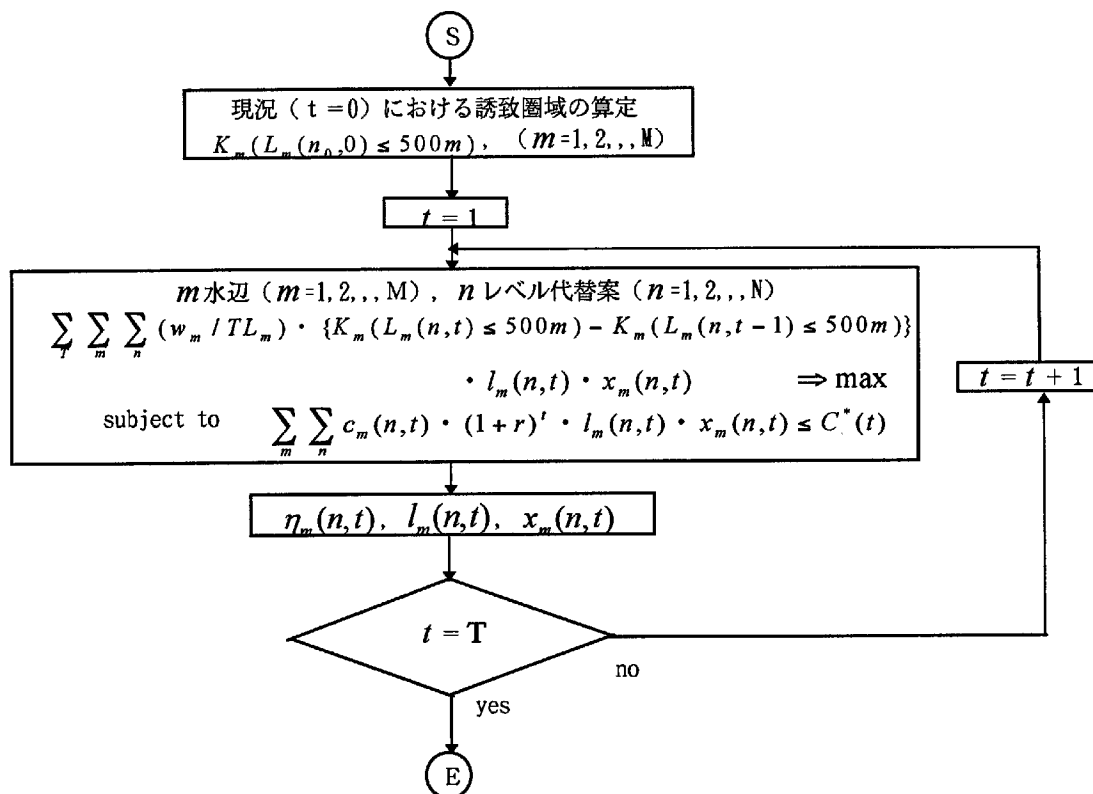


Fig. 5 A algorithm flow

4. 鶴見川流域における事例研究

4.1 事例地域の概要

鶴見川流域は、横浜市の約 1/3 の面積を持ち北部に位置する。整備対象となるモデル水辺は、5 カ所である。以下ではまず、水辺の位置する学区の土地利用形態や人口動態などの地域特性と水辺デザインの方向性の概略を既往知見から要約する（高橋ら、1996）。なおこの際、地域と水辺の距離表示を容易にするため、地域をメッシュ化（250m×250m）した。Fig. 6 に対象地域を模式的に示す。

Table 1 に水辺の位置する背後地の定性的な特性を示す。そして個々の水辺のデザインの方向性とその主なデザイン要素を Table 2 に示す。Table 2 は、水辺デザイン概念－水辺デザインの方向性－水辺デザイン要素の一連の構造をアンケート調査ならびに現地調査の知見を分析して得られたものである。

Table 1 The ground characteristics of model waterside

水辺 NO	背後地区の特性	主な 特性値	備 考
1	地域の業務核を形成する地区である一方、水辺、緑地等の整備も高い水準にある。	81 4.2 18.5	上段値： 人口密度 (人/ha)
2	周辺地区が一次産業的土地利用と混在しつつも、より都市的土地利用に移行しつつある地区である。	42 4.9 9.5	中段値： 公園緑地密度 (m ² /人)
3	周辺地区が一次産業的土地利用と混在しつつも、宅地化の進行が盛んな地区である。	24 6.6 10.0	下段値： 水辺面積率 (m ² /人)
4	住工混在型の限度に近い密集度の状況にあり、公園緑地、水辺などの環境要素が極端に少ない地域である。	120 1.0 0.1	
5	近郊の住宅地として定着した状況にある。	25 5.1 3.3	

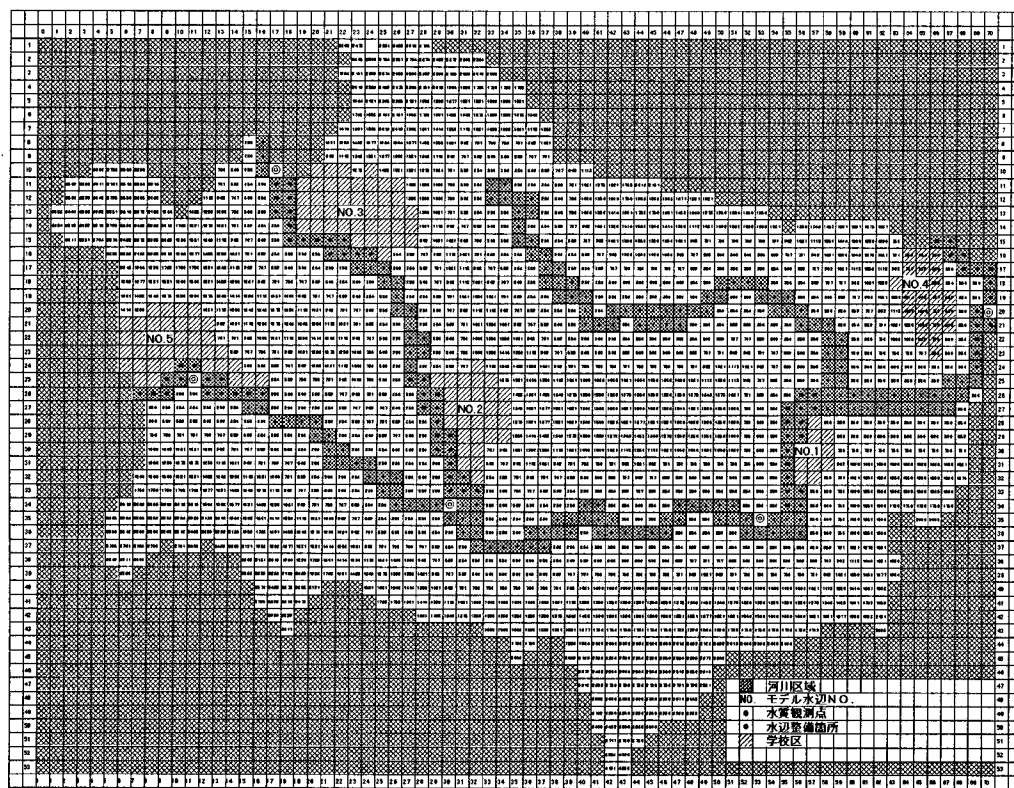


Fig. 6 A case study basin (Turumi river)

Table 2 Design concept at model waterside

水辺 NO.	デザインコンセプト	主なデザイン	デザイン要素	行動内容
1	地域の業務核を形成する地区において、 広々としたスケールを活かす	多目的広場	水際へのアプローチ 広場の形成 アメントのある植栽	散歩, 水遊び, 釣り, スケート, 魚穫り, 写生, イベント, 防災広場
2	合流点の空間を活かす	多目的広場	広場の形成 アメントのある植栽	散歩, 水遊び, 釣り, スケート, 魚穫り, 写生, イベント
3	宅地化の顕著な地区において、まわりの 田園地域との調和を図る	入って渡れる水辺、拠点整備	水際へのアプローチ 草木花などの植栽	散歩, 水遊び, 釣り, 魚 穫り, 写生
4	住工混在型の高密度地区において特に都 市景観の演出を図る	橋、フェンス、護岸のデザイン、沿川緑道化	草木花などの植栽 側道の生活道路化（緑 道化）	散歩, 写生
5	自然豊かな住宅地における魚の住む川	緑道、拠点整備	草木花などの植栽 魚の放流	散歩, 水遊び, 釣り, 魚 穫り, 写生

4.2 水辺デザインと水辺好感率の推移

ここでは水辺デザインの方向性と小学生の意識調査をもとに、デザイン要素との対で水辺好感率の推定を行う。ここで小学生の意識に注目した意図は、小学生が水辺とよく接触しており、水辺属性と好感率の関連が明確にあるからである。Fig. 7に、現状の水辺に対する好感率を類別する数量化理論第Ⅱ類による住民（小学生）の水辺認識を示す。Fig. 7に示すように、NO.1では「水のきれいさ」「自然的な護岸材質」が、NO.2では、「水のきれいさ」「水の多さ」が、NO.3では「入りやすさ」「水のきれいさ」が、NO.4では「水の多さ」「魚・虫の多さ」が、NO.5では「眺めの良さ」「魚・虫の多さ」が特に好感要因として強

調される。これら要因のうち、水質の確保はNO.5を除くモデル水辺で共通の要因であり、また、NO.2、NO.4では、水量の多さが忌避要因となっている。このため、河道整備の許容範囲での河床の掘り下げによる水際の形成などが考えられる。

しかしながら、水量、水質に関する改善方策は、流域全体を視野に置いた流況改善を要し、局所的な水辺整備計画の枠組みでは議論ができない。これらは当然のことながら河川低水計画、下水道計画との枠組みで議論されなければならない。このため、これらの改善が行われることを前提としてここでの分析から除外することとする。以下では、水辺の認識項目のうち、水質（水のきれいさ）、水量（水量の多さ）を

除いた5つの認識項目を対象に再度、数量化理論第Ⅱ類による分析を行い、この分析結果を持って、水辺の好感度の説明要因と水辺デザイン要素の抽出を行うこととする。

Fig. 8に、分析結果を示す。NO.1では「入りやすさ」「草木花の多さ」「眺めのよさ」が、NO.2では、

「入りやすさ」「魚・虫の多さ」「眺めのよさ」が、NO.3では「入りやすさ」「草木花の多さ」「魚・虫の多さ」が、NO.4では「入りやすさ」「草木花の多さ」「魚・虫の多さ」が、NO.5では「入りやすさ」「魚・虫の多さ」「眺めの良さ」が特に好感要因として強調される。

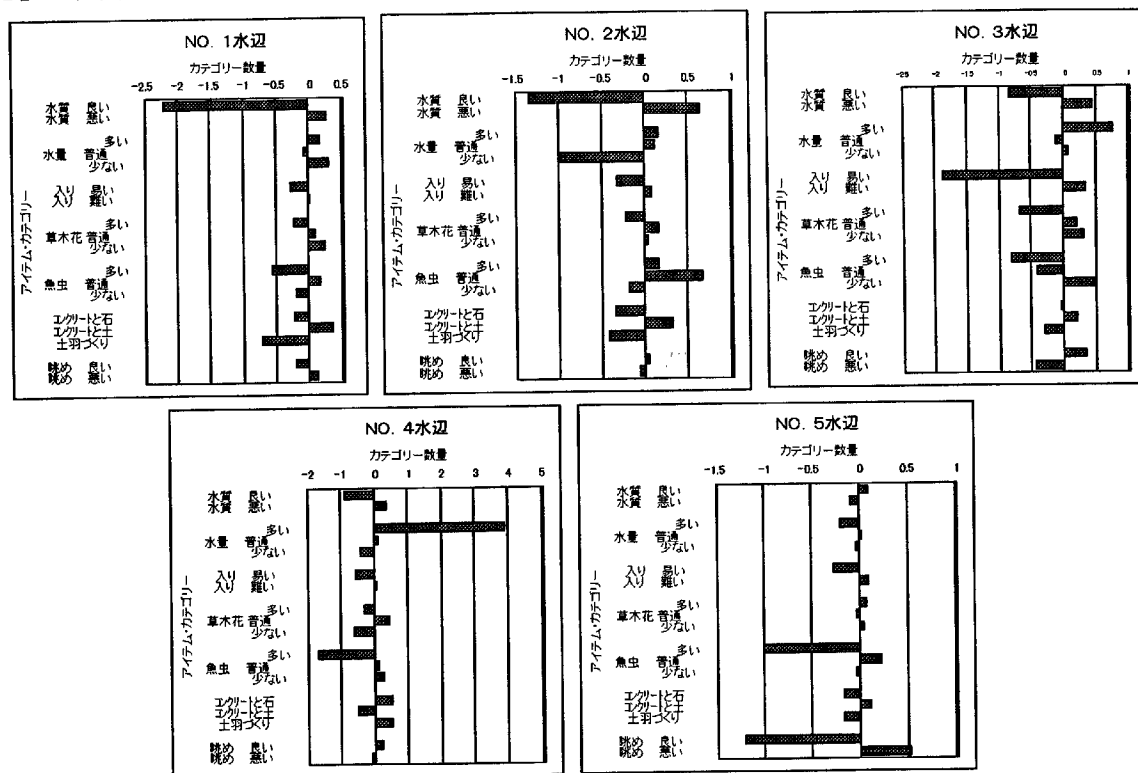


Fig. 7 Analysis result by the multidimensional quarification theory II

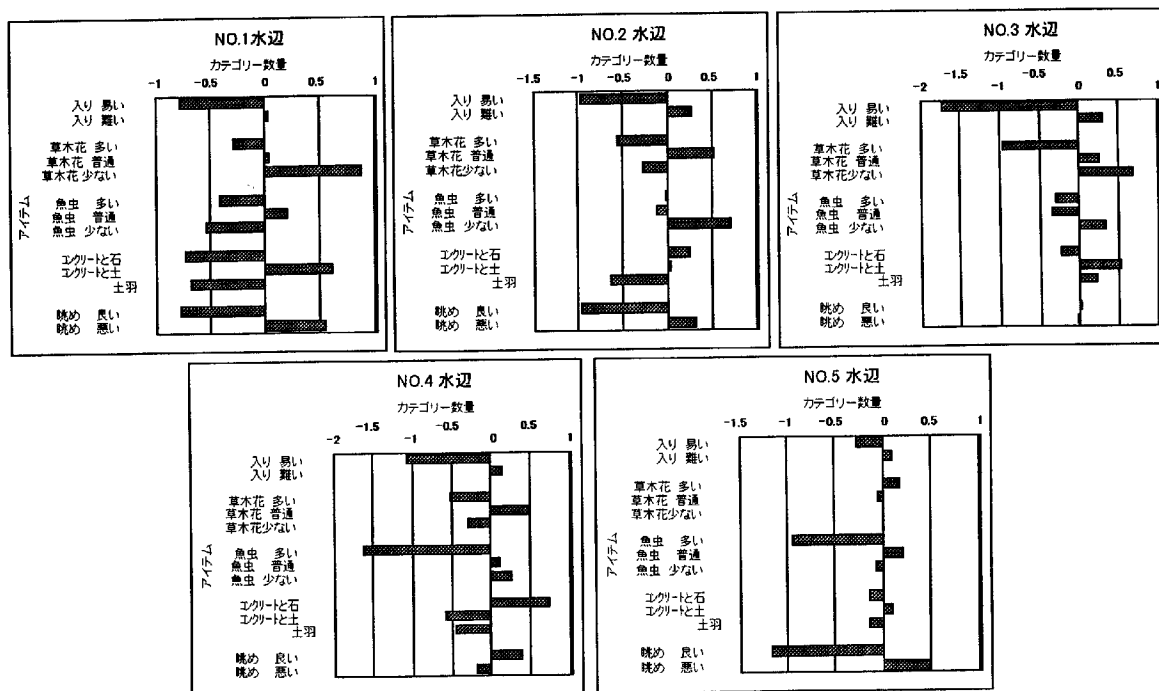


Fig. 8 Analysis result by the multidimensional quarification theory II (without water quality and quantity items)

以上より、モデル水辺のデザインに際しては、現在の水辺の特長を生かすことを前提に、段階的に整備レベルを向上させる方針をとる。なお整備レベルは、「水辺を眺める－水辺に近づく－水辺に触れる」という3段階を考えることにする。Table 3に主な水辺デザイン種目とそれに対応した好感率への水辺認識反応カテゴリーを示す。

Table 3のレベル4は、地先コミュニティのニーズ、地先住民の水辺の使い方等から生ずるオプション的な「あそび」要素を付加したものである。しかしながら、何らかの効果は想定されるものの、その効果の把握は困難である。このため、整備レベルの目標とはしないもののデザイナーあるいはプランナーにとって「あそび」の具現化の場という意味で重要である。

レベル4の整備イメージとして、先に述べた趣旨から、NO.1では、例えば、多くの人々の集う多目的空間（遊歩道・緑陰・釣り場・築山・イベント広場等）、NO.2では、合流点を活かした集い・交流の場（遊歩道・緑陰・釣り場・出会いの広場・標識等）、NO.3で

は、入って渡れ、生き物と触れ合える場（遊歩道・緑陰・階段・スロープ・飛び石等）、NO.4では、人工的なデザインと眺める場（遊歩道・緑陰・橋梁デザイン・標識等）、NO.5では、住宅地を流下する緑陰空間と生き物と触れ合える場（遊歩道・緑陰・階段・スロープ・飛び石等）のデザイン、装置の特化が考えられる。

こうして得られた段階的な整備種目に対応する好感率の期待値を式(1)を用いて算定した結果をTable 4, Fig. 9に示す。Table 4においてNO.3水辺では、レベル1以降、好感率は一定値を示している。この理由は、レベル1において、水辺が（嫌い・行かない）人のすべてが、（好き・行く）に転じるためである。

なお、Table 4に記した $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$ は、水辺デザインの特化による何らかの潜在的な好感率を意図して表記したものである。以上の分析から水辺の段階的な整備方針が導かれることになる。Fig. 10に5つの水辺に対する段階的な整備過程を河川断面とともに示す。

Table 3 Waterside improvement item and major recognition reaction category

水辺 NO.	レベル1		レベル2		レベル3		レベル4
	整備種目	反応カテゴリー	整備種目	反応カテゴリー	整備種目	反応カテゴリー	遊び
1	整地、園路	アクセシビリティ	植栽、芝張	草木花	低水路整備 護岸覆土	眺めのよさ	多目的遊び空間 業務核地区の緑陰空間
2	整地、園路	アクセシビリティ	植栽、芝張	草木花	低水路整備 護岸覆土	魚・虫の多さ 眺めのよさ	多目的遊び空間 合流点の出会いの場
3	護岸緩勾配	アクセシビリティ	植栽	草木花	低水路 魚の生息	魚・虫の多さ	生物と触れ合う空間 入って渡れる水辺
4	沿川歩道	アクセシビリティ	沿川植栽	草木花	低水路 魚の生息	魚・虫の多さ	生物を眺める空間 人工的なデザイン
5	沿川歩道 沿川植栽	アクセシビリティ 草木花	低水路 魚の生息	魚・虫の多さ	高水護岸	眺めのよさ	生物と触れ合う空間 住宅地の遊歩空間

Table 4 Transition of preference ratio by waterside improvement

	NO. 1	NO. 2	NO. 3	NO. 4	NO. 5
現況	0.07	0.09	0.16	0.07	0.08
レベル1	0.73	0.79	0.89	0.81	0.61
レベル2	0.79	0.87	0.89	0.83	0.79
レベル3	0.87	0.89	0.89	0.88	0.92
レベル4	レベル3 $+\alpha_1$	レベル3 $+\alpha_2$	レベル3 $+\alpha_3$	レベル3 $+\alpha_4$	レベル3 $+\alpha_5$

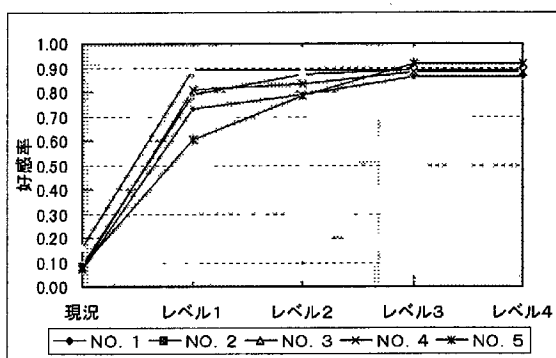


Fig. 9 Transition of preference ratio by waterside improvement

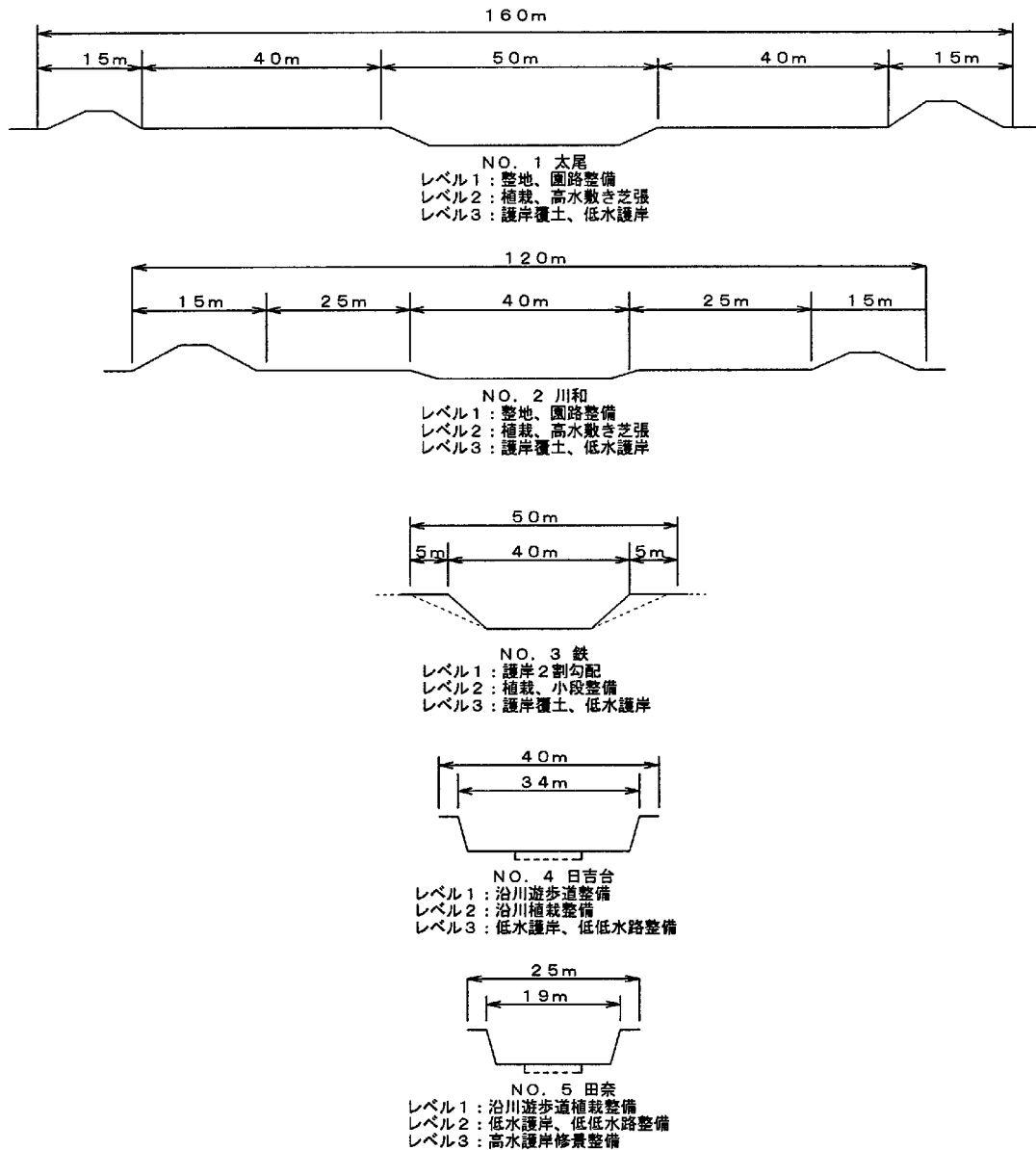


Fig. 10 Stepwise improvement at model waterside

4.3 水辺整備効果のモデル分析

まず、水辺整備の前提条件を列挙すれば以下のようになる。

- ① 鶴見川の浸水危険区域が下流ほど大きいことから、水辺整備は整備対象区間の下流側から行ない、整備の一単位延長は一メッシュ分 250m とする。
- ② 水辺の整備レベルは、レベル 1, 2, 3 の段階を踏むこととする。
- ③ 事業費（直接工事費ベース）は年間 300 百万円を限度とする。（河川改修事業費の約 10% を上限として設定した。）
- ④ 10 期（1 期 1 年とした）にわたる計画とし、利

子率は年当たり 4% とした。

- ⑤ 用地買収費は考慮しない。
- ⑥ モデルは計画期間は 10 期とし、 $(t-1)$ 期における最適配分値を t 期の初期条件として更新し、逐次探索を繰り返す直接法で算定した。

(1) 整備計画のためのデータの作成

一整備単位と水辺誘致圏域メッシュ数の推移一

水辺整備は下流側から 250m を単位とした整備を行うものとしている。したがって、期の更新、および好感率に対する誘致圏域メッシュ数 $K_m(L_m(n,t) \leq 500m)$ を算定する必要がある。このため、まず、整備の単位、好感率（先に示した整備レベル）に対応した誘致圏域

メッシュ数を算定した。ただし誘致圏域メッシュ数は水辺計画総延長に対する整備延長比率として算定している。Fig. 11 に算定結果を示す。

Fig. 11 より、ことに NO.3 (鉄) 水辺のレベル1 の誘致圏域メッシュ数が大きく、ついで、NO.5 (田奈)、NO.2 (川和) の順位が示されている。これらは、好感率によって規定されている。したがって、整備順位は、整備費用当たりの誘致圏域メッシュの増加率の大小で決定されることが類推される。

(2) 段階的整備計画

(a) 整備順位 (河川幅を考慮しない場合 (ケース1))

$$w_m = 1 \quad (m=1, 2, \dots, 5)$$

ここではまず、Fig. 11 に示した整備延長を計画総

延長で割り引いた誘致圏域メッシュ数をもとに、河川幅を考慮しない場合、さらに考慮した場合の分析結果を示す。前者は水辺地先の住民意識に焦点を当てた分析ケースであり、後者は河川幅を考慮した流域全体としての視点にたった分析ケースである。

Table 5、および Fig. 12 に計画期間における、分析結果を示す。

Fig. 12 は、事業費当たりの増加誘致メッシュ数が大きな水辺から優先的に整備を行うことが示されており、まず NO.3 水辺の整備を全整備区間について行い、次に、整備効率の大きな NO.5、NO.4、NO.2 の順位が示されている。Fig. 13 に、各整備単位における、整備レベル毎の誘致圏域メッシュ数の事業費当たりの増分を示す。以下分析結果を説明する。

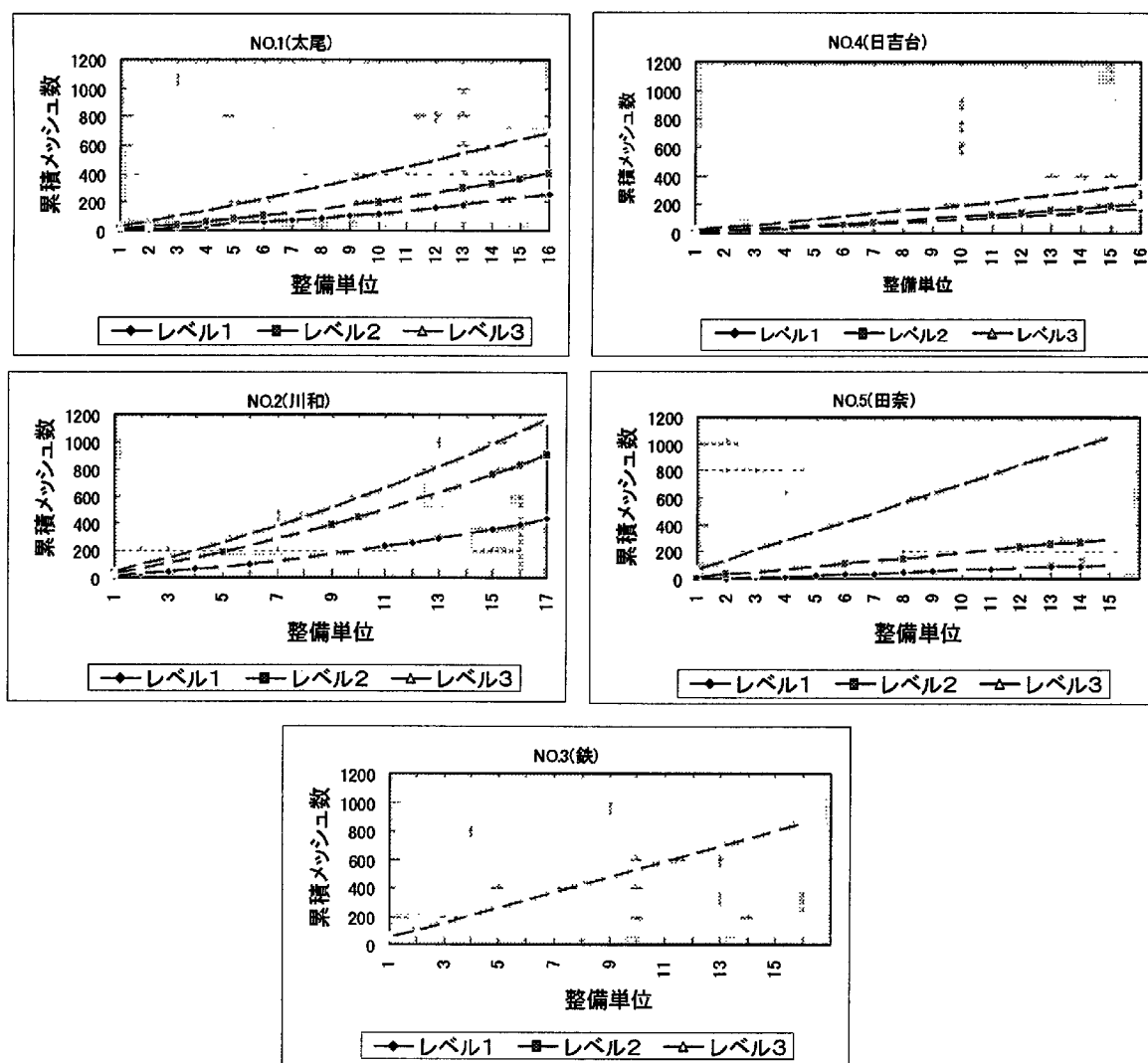


Fig. 11 Mesh numbers of the invitation zone corresponding to waterside improvement, and preference ratio

本ケースの場合、まず NO. 3 水辺のアクセスビリティを高めるため護岸の緩傾斜化・整地・園路を初年度から2年間で整備する。ついで NO. 5 水辺を第3期から第8期まで、段階的に、沿川歩道ならびに植栽を行い、低水路を整備し魚の生息を可能にし、高水護岸を整備して眺望の良さを確保する整備を行う。さらに NO. 4 水辺では、第3期から第9期までアクセスビリティを高める沿川歩道を整備する。そして、NO. 2 水辺は第6期からを整地・園路の整備とともに植栽・芝張を同時に行いアクセスビリティを高め草木花を豊かにする。そして、第9期から整備の質を上げて低水路整備や護岸覆土を行うことによって生態系の多様性と眺めのよさを創出する。ただし NO. 1 水辺は整備の対象とはならなかった。これは他の4水辺に対し、好感率からみて水辺の魅力が乏しいこと、また整備単価が高価であることが主な理由である。

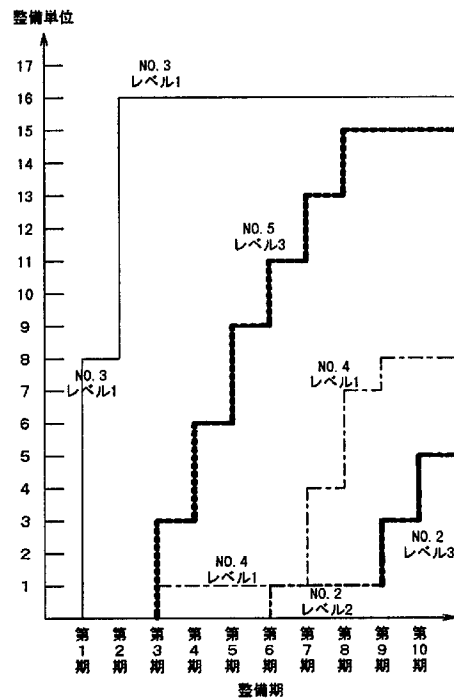


Fig. 12 Improvement order in plan period(Case1)

Table 5 Improvement order in plan period(Case1) (Numbers mean improvement unit)

整備期	NO. 1			NO. 2			NO. 3			NO. 4			NO. 5		
	L 1	L 2	L 3	L 1	L 2	L 3	L 1	L 2	L 3	L 1	L 2	L 3	L 1	L 2	L 3
1							8								
2							8								
3										1					3
4															3
5															3
6				1											2
7										3					2
8										3					2
9						2				1					
10						2									

(b) 整備順位 (河川幅を考慮した場合 (ケース 2))

(w_m : $m=1, 2, \dots, 5$)

水辺空間は、同じ整備延長に対し、空間規模が大きいほど、水辺での利用用途は多様かつ集う人々も多いものと想定される。例えば NO. 1 水辺の河川幅は 160m, NO. 5 水辺の河川幅は 25m であり、何らかの形で水辺整備の空間規模を評価する必要がある。ここでは、空間規模の評価指標として、河川幅が大きいほど、誘致圏域 (水辺利用機会) は大きいとの仮定のもとで算定する。式(6)の w_m (河川幅による水辺利用機会の補正係数) は Table 6 のとおりである。算定結果を Fig. 14 に示す。まず NO. 3 水辺 (レベル 1) を初年度から2年間で全整備区間について行うことは先の (a) の分析結果と同様である。

次に水辺空間の規模を考慮することにより相対的

Table 6 Revision value by river width

水辺 NO.	河川幅 (m)	補正係数 w_m
1	160	0.41
2	120	0.30
3	50	0.13
4	40	0.10
5	25	0.06

に整備効率の大きな NO. 2 (レベル 3), NO. 4 (レベル 1) が第3期から段階的に整備される。NO. 2 の場合、整地・園路整備によりアクセスビリティを高め、植栽を行って草木花を豊かにするとともに、低水路整備と護岸覆土も行い眺めを良くし、魚や昆虫を多くするという整備レベルになっている。NO. 4 は沿川歩道を整備してアクセスビリティを高めるということになる。

(c) 結果の考察

以上、(a) 河川幅を考慮しない場合、(b) 河川幅を考慮した場合の2ケースについて分析結果を示した。水辺地先における住民意識に焦点を当てた(a)の場合は、水辺認識が好感率に大きく反映する NO. 3, NO. 5 水辺整備の優先度が示され、一方、流域全体を視野に入れた(b)の場合は、NO. 2, NO. 3 水辺整備の優先度が示された。

これら分析ケースをとおして、まず、地先におけ住民の水辺認識・意識・行動に重点を置いた場合、NO. 3 水辺の優先整備をあげることができる。同じ立場から NO. 5 もあげることができるが、いずれも周辺土地利用、デザインコンセプト、主なデザインとも類似しており、優先順位はNO. 3 水辺となろう。

一方、流域全体を視野に入れた場合、NO. 2 水辺整備があげられる。NO. 2 水辺は、本流域を構成する主要な2支川の合流点に位置し、広い高水数、流路を持つ、いわば流域の水辺の核となる地区と考えられよう。

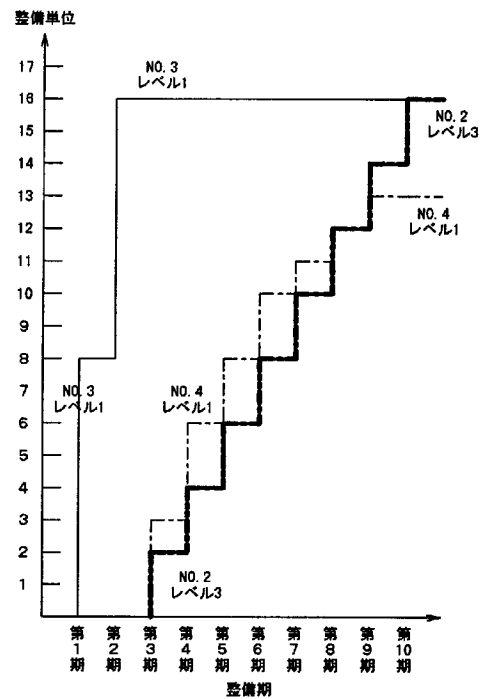


Fig. 14 Improvement order in plan period (Case2)

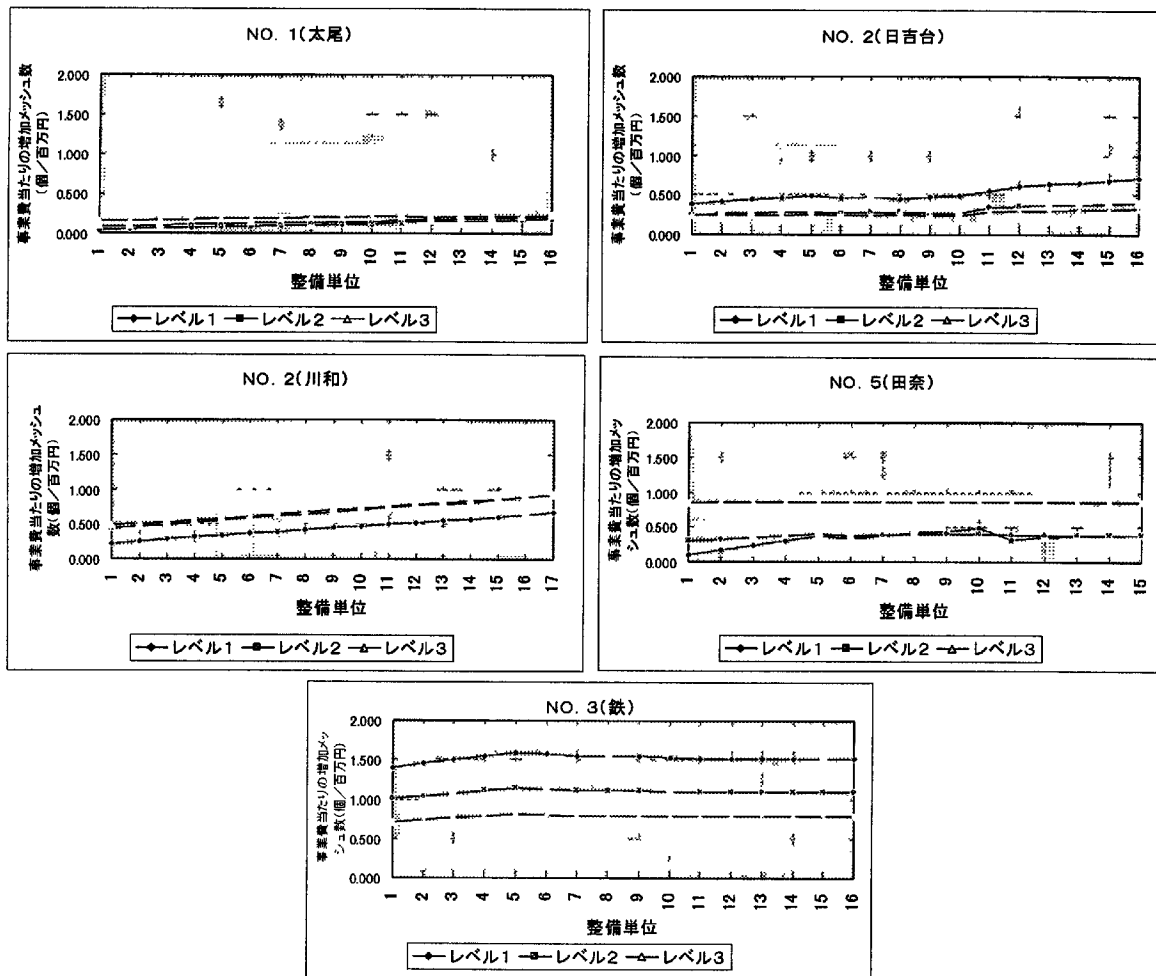


Fig. 13 Increase mesh number per enterprise cost

したがって、流域としての中心的な核となる水辺としてNO.2水辺を、および河川改修過程にあるが地先における住民の水辺認識・意識・行動に重点を置いたNO.3水辺を先行して整備することが現実的と判断される。また、河川幅を考慮しない場合の、整備効

果を、心理的距離500m以内のメッシュ数の変化、及び、水辺への平均到達距離、最遠距離の変化として、Table 8, Fig. 15に示す。またFig. 16に、現況と第5期、第10期の整備断面における心理的距離500m以内のメッシュの空間分布を示した。

Table 7 Improvement order in plan period(Case2) (Numbers mean improvement unit)

整備期	NO. 1			NO. 2			NO. 3			NO. 4			NO. 5		
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3
1							8								
2							8								
3						2				3					
4						2				3					
5						2				2					
6						2				2					
7						2				1					
8						2				1					
9						2				1					
10						2									

Table 8 Waterside improvement effect corresponding to the distance from waterside

	現況	第1期	第5期	第10期	整備終了
~250m	526	586	812	911	1,138
~500m	258	389	542	546	730
~750m	294	366	427	325	211
~1000m	249	278	191	190	37
~1250m	258	240	138	138	2
~1500m	153	128	8	8	0
~2000m	188	82	0	0	0
2000m~	192	49	0	0	0
最遠距離m	4,250	2,305	1,282	1,282	1,036
平均距離m	907	670	432	405	265

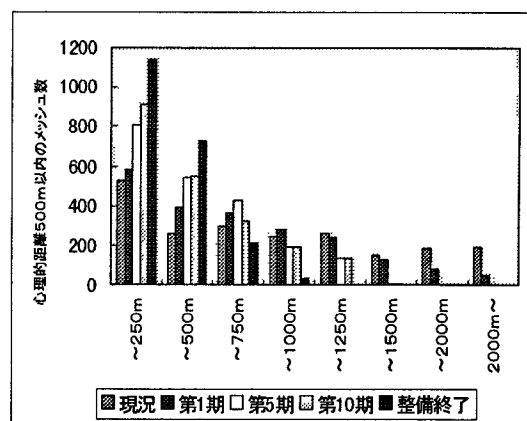


Fig. 15 Waterside improvement effect corresponding to the distance from waterside

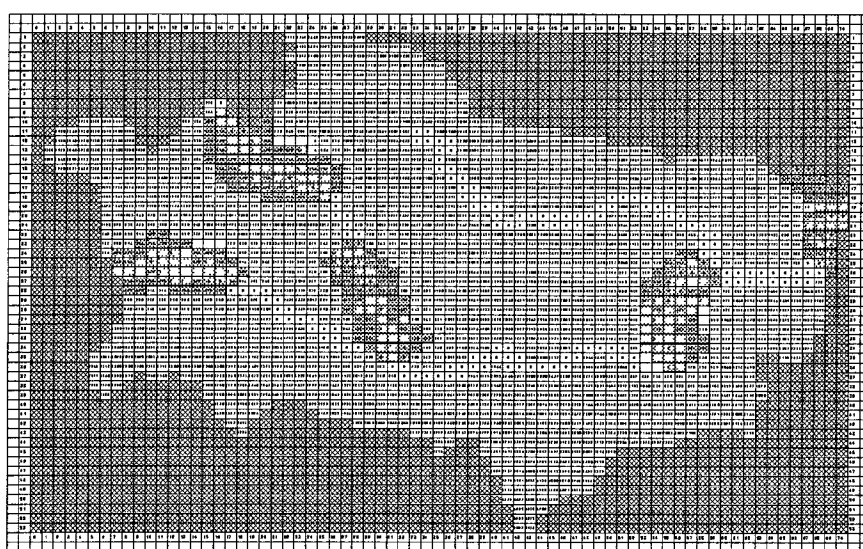


Fig. 16(1) The waterside invitation zone (present situation)

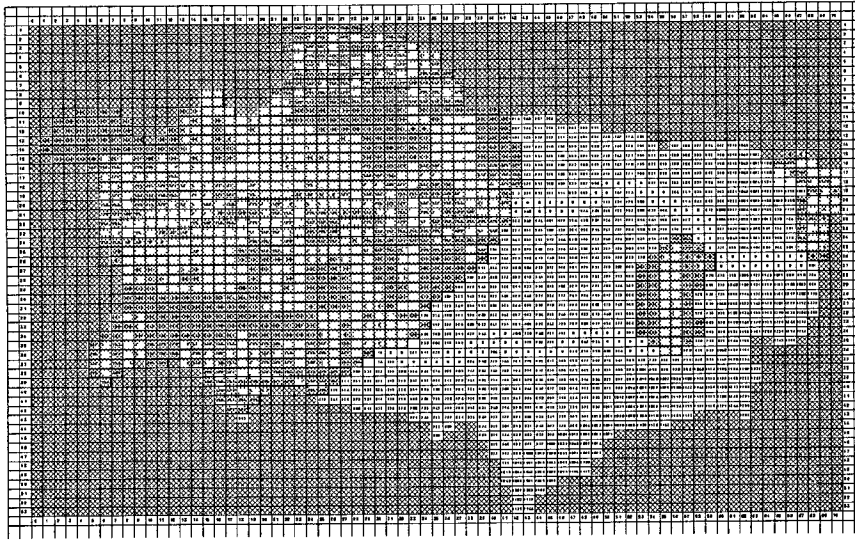


Fig. 16(2) The waterside invitation zone (the 5th period, Case1)

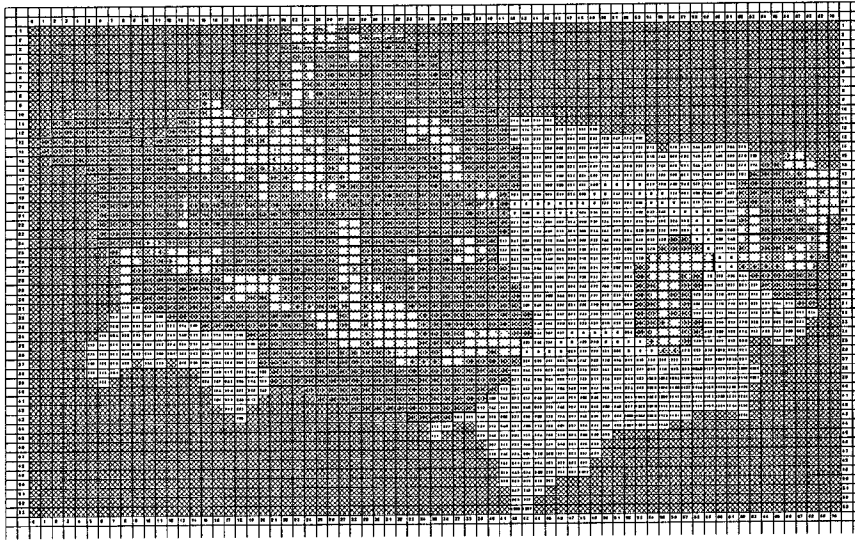


Fig. 16(3) The waterside invitation zone (the 5th period, Case2)

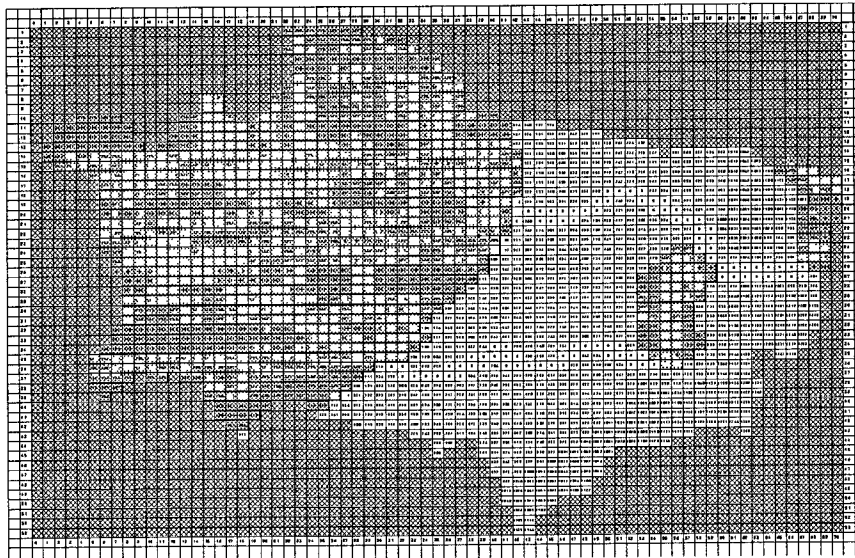


Fig. 16(4) The waterside invitation zone (the 10th period, Case1)

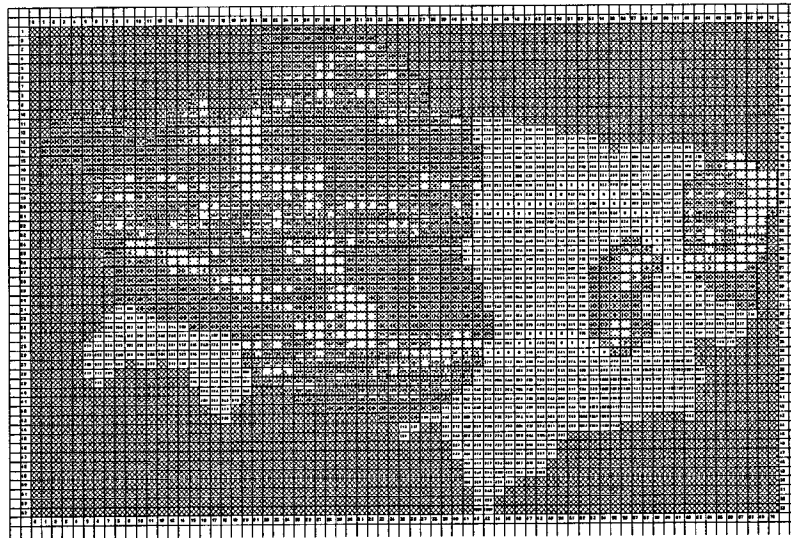


Fig. 16(5) The waterside invitation zone (the 10th period, Case2)

5. おわりに

本研究では、地域における水辺の公平性（水辺利用機会の拡大）、多様性（多様な水辺デザイン）、創造性（新たな水辺の創造）、効率性（経済性）などを評価項目とした、地域におけるランドデザインのモデル分析を行った。この際、次の2つの仮説

(1) 水辺の魅力が増加するほど好感率は増加する。
そして

(2) 水辺の魅力が増加するほど水辺への心理的距離は物理的距離に対して短くなる。

のもとで、数理計画問題としての水辺ランドデザインモデルの作成を行い、それにもとづく事例研究を示した。モデル分析の結果、当たり前のことではあるが、単位投資額当たりの水辺誘致圏域の増分の大きな水辺から整備すべきことが明らかとなった。さらに、地先における住民の水辺認識・意識・行動に重点を置いた場合と、流域全体を視野に入れた場合とでは、整備順位は異なり、これら分析結果をもって、整備の優先度を考察した。

しかしながら、住民意識調査から得られた水辺に対する好感度の構造が整備行為に対して不変であるとした仮定の検証をはじめとして、不安定な社会情勢、将来に対する不確実性を孕んだ状況において、逐次継続的に調査を繰り返し、モデルの実証、更新をはかることが重要である。

また、本モデル分析では、水辺の持つ魅力、水辺に対する地域住民の認識・意識・行動、そして水辺への距離を主な計画要素として取り上げた。しかしながら水辺の流況（水量・水質等）、水辺と類似した機能を持つ都市施設、地形的条件による距離概念の差異

など、地域計画としての要件は考慮していない。より現実的・実地的な計画代替案の作成を行う以前に、流域全体から見た適応的な計画代替案作成の可能性を検証することが本研究の目的であった。この意味で「いつ」、「どこに」、「どのような質」の水辺を配置するのが合目的であるかを明らかにする論理は構築できたと思われる。

参考文献

- 高橋邦夫・萩原良巳・清水丞・酒井彰・中村彰吾
(1996)：都市域における水辺計画の作成プロセスに関する研究，土木学会環境システム研究，Vol. 24，pp. 1-12
- 高橋邦夫・清水丞・萩原良巳・酒井彰・中村彰吾
(1995)：水辺計画策定のための調査プロセスに関する研究，土木学会土木計画学研究・講演集，No. 17(1)，pp. 295-298
- 高橋邦夫・萩原良巳・萩原清子・清水丞・中村彰吾
(1998)：水辺整備効果に関する実証的研究，土木学会土木計画学研究・講演集，No. 21(2)，pp. 563-566
- 都市公園法 11 条 1 項 2 号
- 萩原良巳・萩原清子・高橋邦夫(1998)：都市環境と水辺計画，勁草書房，pp. 195
- 日本建築学会編：建築設計資料集成(1983)，丸善
- Takahashi, K., Hagihara, Y., Hagihara, K. and S. Shimizu (1996)：A Survey Analysis on Waterside Planning in Urban Area -A Case Study for Ground Design-, International Conference on Water Resources and Environment, Towards the 21st Century, Vol.12, pp.391-398

A Positive Model Analysis for The Ground Design of Waterside at Urban River

Yoshimi HAGIHARA, Kunio TAKAHASHI*

*Nihon Suido Consultants CO.,Ltd

Synopsis

The objective of spatial planning of waterside has been changed in order to minimize the distance between water and people. This means that people can easily enjoy river through human five senses. However, many examples of waterside have been tested in small areas but they failed when they were applied at a regional level. This means that it is important to have two view points, that is viewing watersides from the region, and viewing the region from watersides.

In this paper, we discuss when and where and how to improve the model watersides at an urban river. Therefore, firstly we formulate the ground design mathematical model. And next, through case study at Turumi river basin, we consider the optimal solution from some view points, equity, diversity, efficiency, and creativeness.

Keywords : waterside ground design; urban area; preference ratio; psychological distance; mathematical model