

氏 名	えん ぶつ い ち ろう 圓 佛 伊 智 朗
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論工博第 3978 号
学位授与の日付	平成 20 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文題目	情報処理技術を活用した流域管理システム構築に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 田中宏明 教授 清水芳久 教授 藤井滋穂

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、水源とその流域を取り扱う流域管理を対象に、流域管理業務の合理化のための情報処理技術（IT）の活用法をまとめたものであって、7章からなっている。

第1章は序論であり、IT技術を概観し、本格的な普及に向けた新しい流域管理を支援するための情報システム像と、これに求められる機能要件についてまとめている。水道原水の取水源や下水処理水の放流先となる水源とその流域を取り扱う流域管理を対象に、効果的な施策を決定し、合理的な合意形成に有用な情報を提示できる情報システム（流域管理システム）について、既往の研究成果をまとめている。この結果、流域管理施策の効果を定量的に把握する手法の適用性を高め、実用性を向上するには、急速な進歩を遂げるIT技術を積極的に取り込んだ情報プラットフォームの構築が必要としている。

第2章は、流域管理に係る水質リスク等を評価する上で、流域の地理的な情報とその属性情報は多岐にわたり、これを効率的に取り扱うため、流域情報の集約と共有、公開にとって有効な情報プラットフォームとして、地理情報システム（GIS）に着目し、その適用性について評価している。また、システム開発の観点から、GISをベースとした流域管理システムのユーザモデルを類型化し、各ユーザモデルに対応できるシステム構成と機能要件について提案している。さらに、主要なシステム機能を実現するために必要な技術と解決されるべき技術課題についてまとめている。

第3章は、流域管理において、計測手段として、広域性と周期性を有する衛星リモートセンシングに着目し、フィールドスタディにより適用性を検証している。計測対象物の分光反射特性に基づき、マルチスペクトル画像から水源水質分布評価、流域の地覆分類を可能とした開発を行っている。この結果、Landsat TM画像を用いた霞ヶ浦でのアオコ監視への適用事例では、85%以上の精度でアオコ発生箇所を検出できることを確認している。また、流域監視への衛星リモートセンシングの適用性を高める手段として、衛星画像の高解像度化手法として、パンクロマティック画像を用いてマルチスペクトル画像を高解像度化する手法を開発している。この結果、SPOT HVR画像を用いた評価解析により、平均相対誤差約5%でマルチスペクトル画像を20mから10mに高解像度化できることを確認している。

第4章は、長期的な水源保全計画の策定や突発的な水源水質事故への対応に適用可能な汚濁負荷シミュレーション技術を検討している。汚濁負荷の発生を説明できる流域人口や鉱工業出荷額などの情報に基づいて、流域から河川に流入する汚濁負荷量を算定し、河川水質の経年変化を予測するシミュレーション技術を構築している。これにより、流域の様々な将来シナリオでの水質予測を行い、高度浄水設備導入に関わる選択肢の比較検討が可能であることを明らかにしている。また、河川水質事故時の河川流下シミュレーション技術を構築し、水源管理に供する技術を開発している。広域な水系を即時的、かつ詳細に解析する1次元と2次元河川モデルを組み合わせた河川流下シミュレーションモデルを構築し、汚染物質の流下濃度の予測を可能としている。プラットフォーム上にモデルを実装したシミュレーションシステムを東京都の水源の流域に適用している。

第5章では、GISの基本データ形式であるラスタ型データに適した汎用的なモデリング手法の開発を目的に、セルラオー

トマトンモデルを検討している。このモデルは、経時的な状態変化を定義する遷移ルールによって流域内の現象を記述することができ、数値データのほか、属性情報も用いることができるため、GISを用いた流域のモデリングに高い適用性を有する。特にセルラオートマトンのモデリング手法として、ニューラルネットワークを用いた学習アルゴリズムにより遷移ルールを獲得する手法を提案し、シミュレーション実験により、その性能を確認しており、これにより、GISへの高い適合性を有するモデリング手法が提供可能となっている。

第6章では、本研究で開発したサブシステムと要素技術を実装した流域管理システムの構築とその適用について述べている。このシステムは、水安全計画（WSPs）に関連した流域管理業務の実施と計画の策定を支援するもので、想定した各種シナリオにおける流域状況の評価、予測を可能としている。本システムの機能を活用し、フィールドスタディを実施している。「江戸川流水保全水路整備事業」と「サンノゼ市熱環境改善計画」に適用し、水質や熱環境改善効果を予測し、事業への費用投資効果を定量的に示している。これらのフィールドスタディを通して、本論文のGISをプラットフォームとする流域管理システムを構築し、活用することは、流域管理の実務において有用であることを示している。

第7章は、本論文のまとめであり、各章の結論を要約するとともに、流域管理システムの有効性と限界に加えて、将来像を論じている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、水源とその流域を取り扱う情報システム（流域管理システム）を対象に、流域管理業務の合理化のための情報処理技術（IT）の活用法を論じたものである。主要な成果は下記の通りである。

1. 流域管理の視点からGISの適用性を評価し、流域管理支援システムのユーザモデルを提案し、それらに対応した、各ユーザモデルに対応するシステム構成と機能を整理し、流域管理支援システムの実現に必要な技術と課題を提示した。
2. 衛星リモートセンシング技術の流域管理への適用を向上させるため、マルチスペクトル衛星画像の高解像度化手法を開発し、具体の河川、湖沼水質管理に適用し、その有効性を示した。
3. 流域管理のモデリング技術として、衛星リモートセンシングによる計測情報と水質リスクを説明するGISを活用した水質汚染シミュレーションモデルを開発し、東京都の水源に適用したシステムが利水事業者の流域管理業務に有効であることを示した。
4. ラスタ型GISデータに適した、セルラオートマトンモデルを検討し、流域の履歴データを用いて、学習アルゴリズムにより遷移ルールを獲得する手法を開発した。
5. 開発された流域管理支援システムが、水安全計画（WSPs）に関連した流域管理に資することを示すとともに、国内外の具体のフィールドスタディを通して、流域管理に有効であることを示した。

以上要するに、本論文は、流域管理に係る各種のデータを取り扱う情報プラットフォームとして、地理情報システム（GIS）に着目し、その適応性と機能要件を明らかにし、衛星リモートセンシングによる広域計測技術、および地理情報モデリング技術を開発し、さらに、これらの技術を備えた流域管理システムを構築し、水源保全事業評価などのケーススタディに適用し、流域管理システムの有効性を提示したものであって、その成果は、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成19年12月25日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。