

<ノート>

流域管理システム向け情報プラットフォームに関する考察

圓佛伊智朗, 依田幹雄

(株)日立製作所(〒319-1221 茨城県日立市大みか町 7-2-1 E-mail:ichiro.embutsu.bb@hitachi.com)

概要

流域管理において、対象流域の地理的な情報とその属性情報は欠くことのできない基本情報である。求められる情報の種類や情報源は多岐にわたるため、これを効率的に取り扱うための情報プラットフォームが必要である。本報では、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(Geographic Information System;GIS)に着目した。流域管理に用いられる情報の種類や特徴、情報化に求められる要件から見た、地理情報システムの適用性について論ずる。また、システム開発の観点から、地理情報システムをベースとした流域管理システムのユーザモデルと機能要件について考察し、その実現のための対応技術と解決されるべき技術課題についてまとめる。

キーワード: 流域管理, 情報プラットフォーム, 地理情報システム(GIS), 機能要件

1. はじめに

流域レベルで水質や水量リスクを監視、評価、管理するためには、流域の地理的な情報とその属性情報が欠くことのできない基本情報となる。流域管理を定量性の高い、より精緻なものにしようとする、取り扱う情報は増加し、情報プラットフォームの導入が必要となる。流域管理の実施主体である水道事業者や河川管理者、自治体の環境部局などは、夫々が必要とする情報収集の手段とこれに対応する情報システム、いわゆる、流域管理システムを導入してきた¹⁻³⁾など。流域管理システムの必要性が認識され、着実な普及が期待されているが、流域管理の実施主体や流域住民を含むステークホルダー間の合意形成に役立つような共通のシステム像の検討は未だ緒についたばかりである。

本報では、流域管理システムの本格的な普及に向けて、水質管理をはじめとする流域管理業務に適用する固有の情報システム像について論ずる。特に、流域管理への適用が進められている地理情報システム(GIS)について、その適用性について考察し、システム開発の観点から、流域管理システムに共通するユーザモデルと機能要件を提案するとともに、今後の技術課題についてまとめる。

2. 流域管理システム検討のアプローチ

2.1 流域管理と今日的な技術課題

流域は、地形学的・水文学的には降水(雨、雪)に由来する表流水が河川・湖沼に流入する範囲を指す。広義では、水の流れに沿った地域の広がりも指すこともあり、生活・経済などの社会活動の単位という意味でも用いられている。流域管理とは「流域を単位とした水管理」を行うことである。

水管理の主たる対象は、①水害防止のための治水、②水道、農業用水や工業用水などの水利用のための利水である。

治水・利水を第一の目的とした流域管理に加えて、1997年の河川法改正を契機として、③環境保全という新たな目的が明確に取り込まれた。治水は水量の観点からの水管理であり、利水と環境保全は主に水質の観点からの水管理が求められる。時には便益や利害が相反する水管理の課題をバランス良く解決し、満足させることが流域管理に求められる。

流域状況の変化に対応する施策の検討と決定には、定量的な評価が重要であり、水質・水量リスクや経済性から見て効果的な施策(Best Management Practice)を決定する評価手法が、今後更に重要になると予想している。このような手法の実用性を高め、その適用を下支えする工学的手段として、流域管理のIT(Information Technology)化が今日的な技術課題である。

2.2 流域管理システム検討の手順(研究方法)

本報では、流域管理のIT化に適した情報プラットフォームの要件を整理し、これに基づいて流域管理システムに具備されるべき機能を明らかにする。流域管理に固有のシステム像を明確にすることで、より実用的な機能の提供とシステム開発効率を向上させることが狙いである。なお、ここでの流域管理は、主として利水、環境保全のための水質管理を想定している。

このための手順として、1)流域管理に係る情報の特徴分析とGIS適用性評価、2)システムのユーザモデル構築、さらに、3)システム機能の考察と技術課題の抽出、というステップで検討した。特に、2)のステップでは、流域管理システムの代表的な用途をユーザモデルによって類型化するという新しいアプローチを試みた。ここでのユーザモデルとは、どんなシステムユーザがどのような用途でシステムを導入、使用するかを定義したものを指す。各ユーザモデルに対して、どんな機能が必須であり、どんな機能がオプションであるかを対応させることにより、用途別の流域管理システムに必要な十分な機能を見通しよく設計できることを期待した。

こうした機能要件の整理により、各ユーザモデルに汎用となる基本機能の共有とカスタマイズ機能の明確化、さらに、機能実現のための技術課題を抽出した。検討の各ステップについては、次章以降で詳述する。

3. 流域管理に係る情報と地理情報システム

3.1 流域管理に係る情報

流域管理を目的として行われる監視、評価、管理に係る情報は、その実施内容の固有性から **Table 1** に示す特徴を有するものと考えた。

Table 1 Characteristics of Information Required for Watershed Management

No.	特徴	対応する事項
I 情報に係る特徴	1 データ項目が広範	・水質、水量に影響する要因が多数(地理、流域都市活動等) ・流域状況を記載するデータ指標が幾つもある
	2 多岐にわたる情報源から収集	・関係する部局、機関や団体が夫々にデータを保有 ・所轄機関が分担(または縦割り)でデータを計測
	3 頻度の高い更新が必要	・流域の属性情報は経時変化するものが多い ・計測/調査手段の向上によりデータ精度が変化
	4 情報公開の容易さが必要	・関係するステークホルダーが多い ・行政からのリスクコミュニケーションの主要な対象である

(1) データ項目が広範

流域という実フィールドを取り扱う性格上、既往の報告¹²⁾にもあるように、流域の地理的な条件や都市活動など、多くの要因が水系の水質や水量に影響する。流域を評価、解析するモデルは、簡便であるほど実務上の使い勝手が良いが、流域状況をリアリティを持って取り扱うためには、相応のデータ項目を準備する必要がある。また、流域状況の良否を表現するための指標(有機性汚濁、栄養塩、水系微生物など)も多くあるため、必然的にデータ項目が広範にわたる。

(2) 多岐にわたる情報源から収集

流域での定常的な水質監視は、主に環境行政部局や河川行政部局によって行われている。また、取水地点など利水上の要所では、水系協議会や水道事業者が独自に計測、水質分析しているものもある。これらの所轄機関が、それぞれの業務/事業の目的に合致する情報を取得している。この他、大学や研究機関が学術的な目的で取得している情報も含めて、流域に係る情報源は一本化されているとは云えない状況¹³⁾であり、多岐にわたる。

(3) 頻度の高い更新が必要

流域の属性情報は、河川流路や集水域など年オーダーで変化するものや、流域からの汚濁負荷発生量を説明するフレームデータ(人口や鉱工業生産量など)のように短いスパンで変化するものもある。現況を正確に反映するためには、頻度の高い更新、または情報の性格に応じた頻度の更新が求められる。

(4) 情報公開の容易さが必要

流域管理に係るステークホルダーは多く、便益や利害が

相反することも多い。合理的な合意形成のためには、情報公開が必要である。分かり易く可視化し、時機を得た公開が求められる。

上述した4つ特徴を踏まえると、流域管理の情報プラットフォームにおいては、総てのデータを所定の規格化された形式で取り扱うことが望ましい。

例えば、水質リスクに係る情報としては、**Table 2** にまとめた項目が主要なものとなる。各機関での情報公開が進んでいるため、無償入手または購入可能となっているものも多い。従来は紙ベースの地図やデータ帳票として管理されていたものが、計算機システムの普及によって電子化されており、高度な情報活用が期待できる環境が整いつつある。他方、一部の水質項目を除くと、多くは連続自動計測が困難な情報が大半である。必要とされる空間的な密度と時間的な頻度でのデータを確保するためには、データ更新の労力と費用を軽減する方策が合わせて必要である。

Table 2 Major Data Items Related to Water Quality Risk

	データ項目	データ内容
流域地理基礎データ	河川・湖沼	河川流路、湖沼位置・面積、水面標高など
	水系域流路延長	河口からの延長距離、河床標高値など
	流域界・非集水域	流域境界線、サブ流域境界線、流域メッシュなど
	標高	平均標高、傾斜度など
	行政区画	行政境界線
流域インフラデータ	航空/衛星/地図画像	航空/衛星/地図データ
	建物	建物、公共施設
流域環境データ	道路・鉄道	道路中心線、鉄道路線、駅位置など
	土地利用	土地利用区分、土地利用面積割合
	地域分類	都市計画区域、環境保全区域など
	施設	水質観測所、水位観測所、排水機場、堰など
	下水道	下水処理区、放流箇所
	水質	水質計測/分析データ、採水箇所
	水量	河川流量、河川水位、ダム諸量など
	水系生物・植物	プランクトン量、水棲生物情報など
	植生	植生分布、藻場分布、湿地分布など
	地質	地質、土壌分布など
気象	雨量、気温、風速、風向など	
大気	大気汚染物質濃度	
流域都市活動データ	人口・世帯	流域人口、世帯数
	特定事業場	業種、規模、位置、排水量・濃度など
	浄化槽・汲み取り	浄化槽人口、箇所など
	農業	田畑面積、農業使用量など
	畜産	畜産事業者数、飼養数、排水処理状況など
	事業所企業統計	業種、従業員数、売上高など
	鉱工業生産	業種別鉱工業生産量、出荷額など
化学物質	生産量、出荷額、流通量など	

3.2 地理情報システムの現状

地理情報システム(GIS)は、計算機システム上に地理情報の単位で様々な属性情報を持たせ、目的にあった主題図を生成するシステムである。土地管理向けに 1960 年代に構築されたシステムに端を発し、計算機システム発達に合わせて 1980 年代に適用先が拡大し、普及が進んできた⁴⁾。

本報で適用性を考察する GIS の一般的なシステム構成を **Fig.1** に示す。ソフトウェアとしては基本的なデータ処理機能を実現する地理情報基本ソフトウェア、個別用途の解析機能を実装したアプリケーションソフトウェア、および地理情報を管理するデータベースから構成される。地理情報基本ソフトウェアの主な機能は、地図表示、図形作成・編集、属性データ作成・編集、検索、空間解析、主題図作成などである。

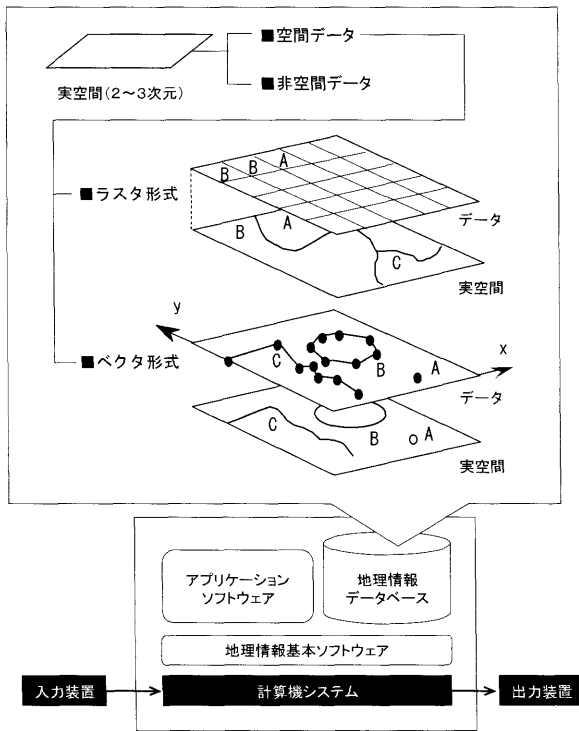


Fig. 1 Standard Components and Data Formats of GIS

地理情報のベースとなる図形情報は、ラスタ型とベクタ型の2つのデータ形式に大別される。ラスタ型は航空写真や衛星画像などに対応するデータ形式である。他方、ベクタ型は測量や地図のトレース、CAD データなどの変換で得られるデータで、ポリゴン、ライン、ポイントで表現する形式である。

GIS 基本ソフトウェアは、民間ベンダーによるパッケージソフトがリリースされているのに加えて、大学などの研究機関では、パブリックドメインソフトである GRASS (Geographic Resources Analysis Support System ; Constriction Engineering Research Laboratory)⁵⁾などの利用が広がっている。このため、現状では GIS ソフトウェアを一から開発するケースは殆どなく、用途に応じたアプリケーションソフトウェアのみを製作すればよい環境が整っている。

技術的には、ベースとなる技術の拡充と適用範囲の拡大が進んでいる。前者に対しては、例えば、取り扱うデータをより高次にしようという試みがされている。これまで主流の2次元平面データのレイヤーを組み合わせることで、高さ方向も含めて2.5次元や3次元の効率的な処理ができるようになってきている。後者については、本報と同じように、特定の適用対象に対する GIS 適用のあり方についての研究が進められている⁶⁾。

4. 地理情報システムの適用性と機能要件

4.1 流域管理情報化の要件

流域管理システムの構築に適した情報プラットフォームを検討する前準備として、流域管理の情報化に求められる要件をシステム開発の観点で検討し、整理した。Table 3 にまとめたように、求められる要件は、流域管理に係る情報の特

徴に対応するものと、流域管理システムの運用において求められるものとに分けられる。表中の項目1~4が前者に、項目5~6が後者に相当する。

項目1「流域管理に係るデータ項目が広範」に対しては、公開情報が有効に活用できることが求められる。流域管理に係るデータを特定の目的のために総てを自前で取得、計測することは実務上困難であり、公開済み情報を容易に活用できることが望ましい。その際に、様々な単位(エリア、頻度など)で取得されたデータを共通のインデックスで整理できれば、異なるデータ項目を組み合わせた活用が容易となる。

項目2「多岐にわたる情報源から収集」は、統一した形式で各種の情報源からの情報を集約できることを求めるもので、実質的に項目1と同じ要件で対応することになる。

Table 3 Requirements for Computerization of Watershed Management

No.	流域管理の特徴	求められる要件
I 情報に係る特徴	1 データ項目が広範	公開情報を有効に活用でき、かつ異なるデータ項目を共通のインデックスで整理できること
	2 多岐にわたる情報源から収集	統一した形式で各種の情報源からの情報を集約して活用できるプラットフォームを有していること
	3 頻度の高い更新が必要	主要なデータ項目の更新が必要な頻度で、かつ適正な費用レベルで取得・計測可能であること
	4 情報公開の容易さが必要	合意形成に有用な情報を評価・解析でき、かつ結果をタイムリーに分かり易い形式で可視化できること
II 運用に係る特徴	5 複数ユーザに跨るシステム運用	運用する組織の体制にマッチしたシステムカスタマイズが容易であり、かつ堅牢性に優れていること
	6 システム運用の適正な費用対効果	システム運用に係る主要なコストであるデータ追加・更新が容易な構造であり、かつ適正な費用レベルであること

項目3「頻度の高い更新が必要」という特徴に対しては、流域管理のための主要なデータ項目を更新するデータ取得・計測手段が必要である。水質や流域の状況を広域に、周期的に計測できる技術が有効であり、こうした技術との連携が容易な情報プラットフォームであることが求められる。

項目4「情報公開の容易さが必要」に対しては、流域管理に係る施策などの合意形成のために分かり易い形式で、時機を得た、または即時性が必要なときは速やかに情報公開できる手段が必要である。分かり易さという点では、可視化(Visualization)の機能に優れていることが必要である。また、即時性という点では、インターネットなど、情報ネットワークとの連携に優れた情報プラットフォームであることも必要である。

システム運用に関する項目5「複数ユーザに跨るシステム運用」は、流域管理が複数の組織が関与することが多いことによる。例えば、河川水質に関連する部署は、一つの自治体だけをみても、環境部局、河川部局、水道や下水道事業を運営する企業局などが関わっている。また、水系協議会のような団体でも、複数の水道事業体が構成員となっており、これらの体制にマッチしたカスタマイズが容易な情報プラットフォームである必要がある。また、多様な情報源を集約できるような仕組み、例えば、情報クリアリングハウスのような共有デー

データベースの整備されることが望ましい。

最後の項目6「システム運用の適正な費用対効果」は、流域管理だけに限らない一般的な要求条件である。システムそのものが一から構築が必要な特殊なソフトウェアで実現されるのではなく、汎用性の高いソフトウェアの導入で構築できることが望ましい。また、運用フェーズでの主要なコストであるデータ追加・更新が容易であること、例えば、データの付帯情報が簡潔で移植性の高い(モジュール性の高い)データベース構造であることや項目3でも述べた計測技術との連携が容易な情報プラットフォームであることが望ましい。

4.2 地理情報システムの適用性に関する考察

前節までに述べた流域管理システムの情報プラットフォームの要件に対して、GIS ほどのような適用性を有しているかを考察する。

流域管理の情報化に求められる要件は、Table 4 に示すように、個別には9つの項目に分けることができる。各項目について、これに対応する機能や利用に係る環境が整備されているか否か、また、実用上問題となる課題がないかどうかの観点で、適用性が「特に優れる◎」から「不適×」までの4段階で評価した。

要件①「公開情報の有効活用」に関する状況としては、地理情報をインデックスとしたデータクリアリングハウスが構築され、継続的な拡充が行われている。こうしたデータクリアリングハウスにより、情報が公開され、共有して有効活用できる環境が整いつつある。また、地理情報の標準記述プロトコルとして、国内には JIS 化された G-XML(G-eXtensible Markup Language)、国際的には ISO 化された GML(Geography Markup Language)があり、データ形式が統一されているだけでなく、異なるシステム間でデータを自由にやり取りするプロトコルが整備されている。これらを判断根拠として、要件①に対しては、GIS が特に優れた適用性を有すると判断した。

また、要件②「統一したデータ形式」についても、要件①で述べた状況を判断根拠とすることができ、同様に、特に優れた適用性を有すると判断することができる。

各要件に対して、上記と同様な評価過程で判断した結果、「特に優れる◎」が3項目、「優れる○」が3項目、「普通△」が3項目となった。また、「不適×」となる項目は無いと判断された。全体評価として、GIS は流域管理システムの適用に当たっての大きなボトルネックはなく、概ね優れた適用性を有すると判断した。

他方、適用性が「普通△」と判断された項目からは、適用に当たって留意すべきことや、今後の開発課題を読み取ることができる。データ計測手段との連携については、航空写真や衛星画像などのリモートセンシングとの連携が容易であるが、これ以外の計測手段、例えば、広域の水質計測や流域の都市活動情報の取得手段などは技術自体が未だ発展途上であり、選択肢も少ないため、連携での特に大きな特長は見出せない状況である。新しい技術として、例えば、センサ

ネットワーク¹⁶⁾などの開発が進められており、こうした技術の積極的な導入も検討すべきである。流域管理に向けた新たな計測技術の開発と合わせて、連携が容易なリモートセンシング技術などの活用方法を、更に拡大させていくことが重要であると考えられる。

Table 4 Evaluation Results of GIS Applicability

流域管理からの要件	適用性	対応する機能/課題等
① 公開情報の有効活用	1 ◎	・地理情報クリアリングハウスからの情報活用 ・地理情報プロトコルの標準化が進行中
② 統一したデータ形式	1 2 ◎	・地形図をインデックスとしたデータ形式
③ データ計測手段との連携	3 △	・航空写真、衛星画像の導入は容易(ラスタ形式) ※水質などの自動計測技術は発展途上
④ 優れたデータ可視化	4 ◎	・異なるデータレイヤ間のオーバーレイなど 視認性に優れる機能を標準で実装
⑤ 情報公開の即時性	4 △	・特に対応する機能なし (即時性を阻害するような短所もなし)
⑥ 情報ネットワークとの連携	2 △	・特に対応する機能なし ※インターネットとの親和性の高いWeb-GISなどあり
⑦ 容易な機能カスタマイズ	5 ○	・商用GISパッケージにおいては、GUIビルダ などを実装しているもの有り
⑧ 基本ソフトウェア活用	2 6 ○	・地理情報のハンドリングに必要な基本機能は 標準で実装
⑨ 容易なデータ追加・更新	3 6 ○	・データベースのモジュール性が確保されており、 プログラム改変なしにデータ追加・更新可能

適用性 ◎:特に優れる、○:優れる、△:普通(特に優位性なし)、×:不適

4.3 流域管理システムのユーザモデル提案

システムの運営主体としては、流域管理に関わる国、都道府県、自治体や関連する団体、および研究機関が想定される。これらの運営主体の主たるシステム運用目的や用途によって、ユーザモデルを類型化した。本報で提案する流域管理システムのユーザモデルを Fig.2 に示す。既往の開発事例や著者らのシステム開発実務上の知見に基づき、基本型となる業務強化型から情報公開型までの4つに類型化した。

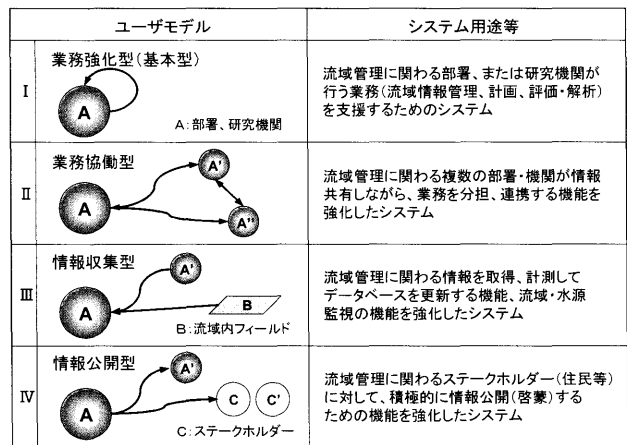


Fig. 2 User Model Proposal for Watershed Management System

業務強化型は、運営主体(図中 A と表記)が行う流域情報管理、計画策定やこれに関連する評価・解析などの業務を効率化、高度化することを主な用途とするものである。開発事例として、水道事業体による水源水質予測システム¹⁾などがある。運営主体の内部でクローズして使用されること(いわゆる、イントラシステム)が前提となるため、システム単独で機能的に完結している必要がある。

Table 5には、各ユーザモデルに対してシステムが対応すべき機能・コンテンツをまとめた。業務強化型では、流域評価・解析機能や帳票類作成機能など、基本的な機能を網羅的に実装させる点が特徴となる。

Table 5 Required Functions for Each User Model

		ユーザモデル				
		業務強化型	業務協働型	情報収集型	情報公開型	
流域管理システム機能・コンテンツ	システム	地理情報基本ソフトウェア	●	●	●	●
		地理情報データベース	●	●	●	●
		流域情報基本データ	●	●	●	●
		データ入出力機能(装置)	●	●	●	●
	オプション	流域評価・解析機能	●	○		
		流域モデルアーカイブス	○	○		
		帳票類作成機能	●	○		
		水系・流域監視機能	○		●	
		水質モニタリング機能	○		○	
		フィールド情報収集機能	○		○	
		外部システムオンライン連携機能		●	○	
		テレメータ機能			○	
		情報クリアリングハウス機能		○		○
		Webベース公開機能				●
		流域教育コンテンツ				○

業務協働型は、運営主体を含む複数の部署・機関が業務を分担、連携するためにシステムを活用する。開発事例としては、利水/治水連携河川管理システム¹⁴⁾複数のシステム間で機能分担を行えるため、業務強化型に比べると、実装する機能を絞り込むことができる。情報共有のための機能が強化される必要があり、外部システムオンライン連携機能や情報クリアリングハウス機能が実装されることが望ましい。

情報収集型のユーザモデルは、情報を取得、計測して流域を監視したり、流域情報データベースを更新することを主な用途とするものである。開発事例として、水質情報管理システム²⁾などがある。水系・流域監視機能や水質モニタリング機能のほか、フィールドに設置した計測器類からの情報をシステムへ伝送するテレメータ機能などを実装することが特徴となる。監視システムとしての性格が強く、水源地水質監視システムなどが、このユーザモデルに対応する。

また、情報公開型は、流域管理に関わるステークホルダー、特に流域住民への情報公開を目的とした、いわば「見せるためのシステム」としての使い方である。開発事例としては、湖沼流域情報システム¹⁵⁾などがある。流域に関する施策決定に、ステークホルダーである流域住民の意向をより反映させようという趨勢があり、例えば、1997年の河川法改正では流域委員会設置と流域住民参画の制度が創設されている。委員会に参画する代表住民の母集団となる流域住民に、正確で客観的な情報を提供することは一層重要性を増しており、今後、このタイプのシステム導入が進むものと予想する。

5. 流域管理システムの技術課題

5.1 システムの機能要件と対応技術

前章に示したシステム機能は、既存技術で実現されているものもあるが、さらに技術拡張が必要なものや開発中のもの

が含まれている。ここでは、各機能に対応する機能の現状を整理した。各システム機能を実現する対応技術をTable 6にまとめた。

Table 6 System Functions and Required Technology

		対応技術		現状
流域管理システム機能	システム	地理情報基本ソフトウェア	地理情報処理(保存、修正、表示、演算他)	◎
		地理情報データベース	データベース、データベース言語(SQL他)	◎
		データ入出力機能(装置)	スキャンニング、画像特徴量抽出など	◎
		流域評価・解析機能	流域モデリング・シミュレーション(汚濁物発生・排出、物質移動、水質他)	○
		流域モデルアーカイブス		△
		帳票類作成機能	ドキュメント作成・編集、データベースなど	◎
	オプション	水系・流域監視機能	リモートセンシング、理化学計測など	△
		水質モニタリング機能	理化学計測、バイオアッセイ、MEMSなど	△
		フィールド情報収集機能	携帯情報端末(PDA)、PHS通信、GPSなど	○
		外部システムオンライン連携機能	情報ネットワーク、情報セキュリティなど	○
		テレメータ機能	信号伝送	◎
		情報クリアリングハウス機能	メタデータ作成、情報検索など	○
	Webベース公開機能	クライアント・サーバ、情報ネットワークなど	○	

現状レベル ◎: 確立済み、○: 対応技術あり、△: 一部対応or開発中、×: 対応技術なし

流域管理システムにとってのミニマム機能であるGISの基本機能(地理情報基本ソフトウェア、地理情報データベース)は、継続的な技術拡張は現時点でも進行しているが、現状においても適用に当たってのボトルネックは見当たらない。ミニマム機能の中では、データ入出力機能に機能拡張の余地が大きい。地理情報のデータソースとして、紙ベースの図面やドキュメントが占める割合は今だ大きく、こうしたレガシーデータをデジタル化し、地理情報データベースのコンテンツとする作業を効率化する意義は大きい。スキャン画像の解析により、記号やベクタ形式データの特徴量を抽出してCADやマッピングデータを生成する技術などが望まれる。

オプション機能の中では、確立済み(表中記号◎)と対応技術あり(○)と判断したものがそれぞれ2機能と4機能であった。これらの6機能は、情報クリアリングハウス機能を除くと、GISに向けて特化した技術として開発されたものではなく、情報処理システム全般に適用可能な技術である。流域管理システムに向けた若干のカスタマイズで機能を実現できる状況にある。他方、情報クリアリングハウス機能は、分類・検索の効率を上げるためのメタデータ作成技術などで実現されるが、データコンテンツに依存する部分も多いため、流域情報に向けたカスタマイズの余地が他の機能に比べると大きい。

Table 6に示した機能のうち、対応技術なし(×)に該当するものはないと判断したが、一部対応 or 開発中(△)のものとして、流域評価・解析機能、水系・流域監視機能、および水質モニタリング機能の3つを挙げた。これらに対応する技術が、ユーザモデルの基本型である業務強化型の流域管理システムを構築する上で、システム性能を規定する技術となるものであり、現時点での技術課題と位置付けられる。

流域評価・解析機能は、治水、利水、および環境保全など、流域管理の目的となる事象について、合意形成や意思決定の定量的な判断材料となる情報を提示するものである。既往の研究により各種評価・解析のモデル開発が進んでいるが、こうした知的資産を広く共有するモデルアーカイブスについて

では、研究者などの学術的なコミュニティでの試みを除くと、未だ十分とはいえない状況である。モデルの精緻化が進むに伴い、境界条件や入力として与えるデータも増加する傾向にある。これを下支えるデータ計測技術や体制が追いついていないケースがあり、モデルとデータのミスマッチ解消に向けた取り組みが必要である。水系・流域監視機能と水質モニタリング機能に対応する計測技術の拡充は、こうしたミスマッチ解消の一端を担うことになる。

5.2 流域管理に固有なGISに関する考察

現状でもGISは流域管理システムの情報プラットフォームとして、優れた適用性を有している。今後、更に適用性を高めるために、流域管理の用途に特化したGISの開発が望まれる。著者らは、こうしたdomain-specificなGISで強化されるべき特徴として、次の3つを考えた。

①オープンソース化

基本ソフトウェアのソースコードを利用・改善が自由な形式で公開することが必要である。こうしたオープンソース化を指向する流れは流域管理分野だけに限ったものではないが、流域管理ではシステムに実装する知的資産(知見、学術的成果、解析評価モデルほか)の大半が学術研究者をオリジンとする傾向が顕著であるため、広範に散在する知的資産を取り込んで、流域管理分野共有の資産としてシステムに反映できる仕掛けとして、オープンソース化は重要である。

②時系列情報管理の強化

流域状況は常に変化するため、基本データを適宜、更新することが必要である。時間軸をベースとして、過去の履歴情報から流域状況の変化の度合いを知ることは、流域管理における主要な関心事であり、時系列情報を効率よく取り扱うデータベースの機能、例えば、経時変化の差分情報を管理することでデータの圧縮などの機能が強化されるべきである。

③流域リモートセンシング連携の強化

流域の広い領域を面的、かつ継続的に計測する手段としてリモートセンシングが有効であることは前述した。既往の研究⁷⁻⁸⁾などにより水圏水質評価や流域地覆分類、DEM(Digital Elevation Model: 標高モデル)データなど、流域情報取得への適用が進められているが、更に実用性を向上させる機能として、例えば、必要な空間解像度のデータを必要な頻度で確保するために衛星画像処理技術などの開発と、システムへの実装が必要であると考える。

上述したdomain-specificなGISで強化されるべき項目とは別に、システム構築の観点からは、標準化がソフトウェアの開発効率、保守性、堅牢性の点で効果が大きい。河川GIS分野では、標準インタフェース仕様の検討が進められている⁹⁾。流域管理についても、同様な標準化が取り組むべき将来の課題である。また、システム運用の観点からは、著作権や情報取得の費用負担者の権利にも配慮した情報公開に関する手続きの整備も必要であり、関係する組織間でのルール作りが行われるべきである。

6. おわりに

本報では、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、地理情報システムに着目した。流域管理に用いられる情報の種類や特徴、情報化に求められる要件から見た、地理情報システムの適用性について評価すると同時に、技術課題を抽出した。また、地理情報システムをベースとした流域管理システムのユーザモデルを提案し、各ユーザに対する機能要件をまとめることができた。

流域管理に関する多くの既往の研究により、分野固有の知的資産が蓄積されているが、これらを計算機システムに実装し、流域管理の現場で役立てる試みは未だ国の機関や大規模自治体など、先進的な組織に留まっている。本報の成果が、今後の流域管理システム開発、導入の一助となることを期待したい。

[参考文献]

- 1) 松田泰康ほか「地理情報利用による河川流域汚濁負荷量の予測」、日本水道協会誌、第68巻第4号、pp.11-21 (1999)
- 2) 今井麻都香「札幌市における水質情報管理システムの構築」、第8回衛生工学シンポジウム論文集、pp.241-246 (2000)
- 3) 国土交通省水質連絡会編「水質事故対策技術 2001年版」、技芸堂出版 (2001)
- 4) National Center for Geographic Information & Analysis, "GIS Core Curriculum - Application Issue" (1990)
- 5) Construction Engineering Research Laboratory, US Army Corps of Engineers, "GRASS" (1995)
- 6) 岡部篤行ほか「都市工学と地理情報科学」、GIS—理論と応用、第3巻第2号、pp.39-44 (1995)
- 7) 安岡善文「リモートセンシング技術の新たな展開」、土木学会誌、第89巻第1号、pp.6-7 (2004)
- 8) 圓佛伊智明「衛星画像を用いた都市域における環境計測」、計測と制御、第40巻第4号、pp.298-302 (2001)
- 9) (財)河川情報センター水情報国土データ管理センター「河川GIS・アプリケーション標準インタフェースについて」(2003)
- 10) 市川新「流域水環境管理—流域水環境管理の展望と課題」、日本水環境学会誌、第26巻第3号、pp.2-6 (2003)
- 11) 藤井滋穂「流域管理のための最新技術」、環境技術、第33巻第5号、pp.60-64 (2004)
- 12) 琵琶湖・淀川流域圏再生推進協議会「統合的流域管理に関する検討分科会平成17年度実施報告」(2006)
- 13) 日本水環境学会「流域水環境ソリューション研究委員会報告」(2007)
- 14) 栗栖宏充ほか「水系の環境と安全を守る河川流域管理システム」、日立評論、第82巻第8号、pp.71-74(2000)
- 15) 国立環境研究所編「霞ヶ浦流域管理システム」(2002)
- 16) 鈴木敬「センサネットワーク研究への取り組み」、電子情報通信学会技術報告、第104巻第173号、pp.40-42 (2004)

(受付 2007. 8.20)

(受理 2007.10.12)

Study on Function Requirements of an Information Platform for a Watershed Management System

Ichiro Embutsu, Mikio Yoda

Hitachi, Ltd.

Abstract

Geographic information and its attributional data are fundamental information for a watershed management to explain the phenomena and activities within a targeted area. This study deals with the geographic information system (GIS) as an information platform, and evaluates its applicability with considerations of the characteristics of required data for the watershed management.

The user models of the watershed management system are proposed here, and the models enable it to clarify the function requirements of the system, in terms of a system developer. A domain-specific GIS and technical bottlenecks are also discussed to realize an ideal watershed management system to meet future requirements.

KeyWords:

Watershed Management, Information Platform, Geographic Information System, Function Requirement