

水文学におけるGISの活用法に関する基礎的研究

KODERA, Koji / NAKAMURA, Hiroei / OKA, Yasumichi /
NISHIYA, Takanobu / 鈴木, 香苗 / 西谷, 隆亘 / 小林, 信彦
/ SUZUKI, Kanae / 新川, 幹郎 / SHINKAWA, Mikio / 小寺,
浩二 / 岡, 泰道 / 中村, 衆栄 / KOBAYASHI, Nobuhiko

(出版者 / Publisher)

法政大学計算科学研究センター

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学計算科学研究センター研究報告 / Bulletin of Computational Science
Research Center, Hosei University

(巻 / Volume)

11

(開始ページ / Start Page)

29

(終了ページ / End Page)

32

(発行年 / Year)

1998-03-31

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00024806>

水文学における GIS の活用法に関する基礎的研究

中村衆栄 鈴木香苗
法政大学大学院工学研究科

小林信彦 新川幹郎
法政大学大学院人文科学研究科

小寺浩二
法政大学文学部地理学科

西谷隆亘 岡 泰道
法政大学工学部土木工学科

水文学の研究においては、変化の激しい複雑な地理情報を流域単位で効果的に利用する事が必要である。急速に進歩しつつある GIS の手法は、水文誌を中心とした流域データベースの構築のみならず、流出解析など様々な水文学上の課題への応用が期待されている。そこで、本研究では、PC ベースの GIS ソフトウェアである ArcView3.0a を用いて、多摩川支流浅川流域の分布型流出モデルの構築を念頭に、空間データベース及び解析ツールとしての有効性を検証した。その結果、形式の異なるデータの作成と合成の作業における今後の課題や、ソフトウェア間でのベクターデータの互換性に関する問題点が明確になったが、単独のソフトウェアでは、カスタマイズを行うことにより十分流出モデルの解析ツールとして有効であることが示された。

1. はじめに

水文学は、いうまでもなく水循環を基礎とした地球上の水に関する科学 [1] [2] であるが、様々な分野にまたがる複合領域の学問でもあり、地理学、土木工学、農学など手法の異なる多くの分野で研究が進められている。また、大気や海洋に重点のある研究を除いて、ほとんどの研究が流域単位で進められる。

従って、どの分野においても、研究を始めるに当たってまず流域の特性を明確にすることが求められ [3]、水の量的分布、地質、地形、植生などの自然条件だけでなく、交通網、土地利用、人口分布などの様々な地理情報の集積とその解析が必要である。

しかし、膨大で複雑な地理情報の整理にはコンピュータの利用が不可欠で、1980年代の後半以後急速に発展してきた GIS の活用が求められている。水文誌的記載に関しては現段階でも有用性が示されているが、流出解析などの研究においては、流域単位でのデータの切り出しや、ベクターデータ活用上の問題などまだ未解決の点が多い。そこで、本研究では、具体的な小流域を設定して分布型流出モデルのための空間データベースを作成し、現段階での問題点について検討した。

2. GIS の概要

2.1 GIS の歴史と使用したソフトウェア

GIS (Geographical Information System) は、文字通り、空間的にも時間的にも広がりを持つ地理情報を活用するためのシステムであるが、手作業によるものを除けばその歴史は浅く、1960年代の半ばにカナダで初めて実用化された。また、ベクター型 GIS が利用可能になったのは、1980年代になってスーパーミニコンが登場してからであり、1990年代に入るとワークステーション上のシステムが普及したものの、とうてい個人レベルで利用できるものではなかった [4] [5]。

しかし、著しいハードウェアの高性能化により、1995年以降パソコンベースで実用可能な GIS が相次いで発売され、今までにない普及を見せている。本研究でも、ワークステーションベースでの世界標準である

ArcInfoとデータ互換性のある PC ベースの ArcView3.0a を使用した。ソフトウェアの操作は、他のウインドウズアプリケーションと同様に、GUI で行う。主なサブウインドウとしてはビュー、テーブル、チャート、レイアウト、スクリプト及びそれらを管理するプロジェクトにより成る。

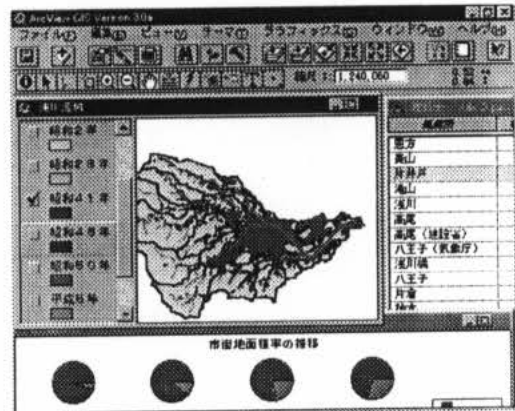


図 1. 作業画面

2.2 GIS でのデータ処理

システムごとの差異はあるものの、基本的な機能は以下の通りである。

- ①データ入力
 - 地図 (境界線) の入力 [デジタイズ]
 - 属性の入力 [属性表の作成/変換]
 - 画像情報の入力 [ファイル変換]
- ②データ管理
 - 入力情報のデータ形式の変換
 - 例: ベクタ ⇄ ラスタ変換
 - 地図座標 (位置情報) の付加 例: UTM 変換
- ③データ解析
 - 地図のオーバーレイ (重ね合わせ)
 - 地図演算
 - 検索・分類
 - ネットワーク解析 (距離計算、経路探索等)

画像処理
リモートセンシング

- ④データ出力
アナログ出力 [画像出力・地図出力]
デジタル出力

GISで取り扱うデータには、ラスタ型とベクター型がある。ラスタ型データが2次元表面を細かいメッシュに分割して表現するのに対し、ベクター型データでは、地表上の地物や現象を点、線、面に分けて座標値と長さの組み合わせで表現する。最近のGISのほとんどでは、両タイプのデータを扱うことができるが、使い分けとデータの変換については様々な制約がある。なお、地理情報には以下のようなものがある〔6〕。

表1. 様々な数値地理情報

国土地理院	国土数値情報	海岸線・地形・土地分類・湖沼	メッシュ及びベクター
国土地理院	FDマップ	流域・土地利用・道路・鉄道	メッシュ及びベクター
国土地理院	数値地図		メッシュ及びベクター
		数値地図10000(総合)	ベクター
		数値地図25000(海岸線・行政区)	ベクター
		数値地図50mメッシュ(標高)	メッシュ
		数値地図250mメッシュ(標高)	メッシュ
		数値地図1kmメッシュ(標高)	メッシュ
		数値地図200000(地図画像)	画像
(株)パスコ	簡易地図		ベクター
国際航業(株)	PAREA	PAREA-People	ベクター
		PAREA-Bird	ベクター
		PAREA-Kite	ベクター
(株)ゼンリン	Zmap	Zmap-TOWN 2	ベクター
		Zmap-AREA25	ベクター
		Zmap-AREA200	ベクター
		標高データ	メッシュ
USGS	DEM		メッシュ
	DLG	ラインデータ(道路・鉄道・水系)	ベクター
	LULC	土地利用・被覆データ	ベクター

3. 事例解析

3.1 対象地域概略

対象地域として、多摩川支流の浅川(流域面積156.1 km²)を選定し、空間データベースを構築した。浅川は、東京都西部の高尾山、陣馬山を水源として、扇状地上に開けた八王子市の中心部を流れ、日野市高幡で多摩川に合流する1級河川である。昭和30年代初頭より、首都圏のベッドタウンとして急速に市街地が拡大した経緯を持つ。

3.2 都市化と流出解析

都市化の進行は、流域の水文環境を大きく変化させ、特に、土地利用の改変は、流出率の変化に伴うピーク流量の増大や洪水到達時間の短縮などを引き起こす。そこで、洪水防御のための流出解析にあつては、流域内の土地利用を中心とした都市化の程度や下水道の普及率などを反映させる必要がある。しかし、従来の集中定数型流出解析モデルでは、流域を単一のパラメータで表現するため、複雑な水循環機構の変化を表現することは困難である。つまり、広域かつ複合的な課題に対処するためには地域別の分布型流出モデルが有効であるが、モデル構築に際しては膨大なデータ処理が必要不可欠となる。空間データベース及び解析ツールとしてGISの有用性が考えられるので、具体的な流域に対しての実証を試みた。

3.3 作業過程

3.3.1 入力

基本的な環境情報として、まず以下の情報を入力した。

- ①画像数値地図(ラスタ)
- ②河道位置(ライン)
- ③流域界(ポリゴン)
- ④水文観測所位置(ポイント)
- ⑤市街化地域(ポリゴン)

数値地図は、流域全体をカバーする必要から、複数の画像情報をタイル状に並べてソフトウェアに取り込んだ。その際あらかじめ画像処理ソフトを用いて、地図画像の縁取り、不必要な部分の削除等を行った。河道位置、流域界、市街化地域は、デジタイザを用いて、紙地図(1/2万5千)をトレースすることで入力した。流域内は更に支川ごとの小流域に分割した。市街地データは昭和2年、昭和28年、昭和41年、昭和46年、昭和50年、平成5年の6年度分のデータを入力した。以下に、空間データベース構築の作業過程を図に示す。



図2. データ入力過程

水文観測地点については、今後の解析に必要な環境項目(降雨量等)を逐次加筆・修正するために、空間データベースとしての管理が有効であると考え、データベースから読み込んだ。以下に手順を示す。

- ①紙地図より地点の絶対座標を算出。
- ②地点名、座標値等の属性データを含むファイルを作成。
- ③データベースとして取り込む。

3.3.2 地図演算

入力した市街化地域データより、市街地面積の経年変化を算出した。手順を以下に示す。

- ①流域ポリゴンの面積を算出し、テキストファイルに出力する。
- ②各年度ごとに市街地ポリゴンの面積総和演算を行い、結果をテキストファイルに出力する。
- ③上で求められたデータより、流域における市街地面積率を算出する。

小流域についても同様に計算を行った。以下に、全流域における市街地面積率の変化を示す。

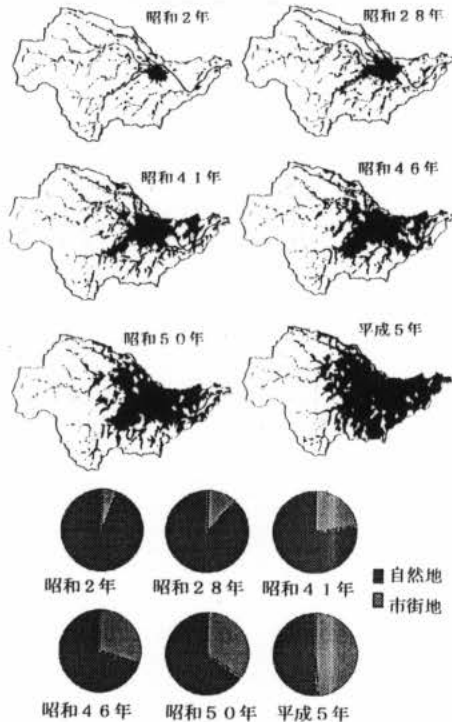


図3. 市街地面積の経年変化

3.4 結果及び考察

今回は、白紙の状態からベースマップを構築する必要があり、その点で特に注意した。重大なミスが未然に防ぐため、元データの異なる複数のデータを入力した。ただし、精度が要求される場合等については、手入力では入力機器の限界がある。市販の数値地図をベースとする事で一応の解決はできたが、一般にユーザーの希望通りのフォーマットが得られる事は少なく、何らかの加工は必要であるため、依然問題は残る。

ベースマップ構築を含むデータの入力は手間がかかるが、例えば、土地利用データに河道からの距離によって重みを付ける等の工夫は加え易い。流出解析を行う場合、小流域ブロックごとに計算をする必要があるが、浅川流域では各小流域のパラメータを推定するための大まかな目安を得る事は容易であった。

GIS ソフトウェアは、自身の持つ空間データベース管理及びその空間的解析機能を軸として、流出解析の支援ツールとして有効であると言える。

4. おわりに

GIS は広い用途を持つツールであるため、逆に、全てのユーザー固有の条件を満たすシステムの構築は難しく、水文学の研究に対する活用に関しても、市販の1つのGIS ソフトウェアだけでは、特別の研究目的を持つユーザーには十分でない。この問題を解決する方法としては、以下のことが考えられる。

- ①複数のソフトウェアを併用する。
- ②「カスタマイズ」を行い機能を拡張する。

つまり、研究者が用途に応じてGISのソフトウェアを使い分け、必要に応じて機能を拡張しながら全体として独自のシステムを構築することだが、それぞれに以下のような問題点がある。

①については、まず高機能で安価なソフトウェアが複数存在し、それらを研究者が容易に使えるという環境が必要である。ただしこの点は、現在の急速なPCベースのGISソフトウェアの進歩を見れば、近い将来満足できる段階に至ると考えられる。しかし、複数のソフトウェアを使用する場合データに互換性がなければならず、本質的に困難な問題が多い。ラスターデータは一般的な画像処理ソフトを用いることで容易に処理できるが、ベクターデータは各GISソフトウェア間でフォーマットが異なり互換性が低い。また、ポイントデータは座標値をデータベース上で処理可能だが、ラインデータやポリゴンデータは、書き出しても互換性を維持した読み込みが難しい。

②の方法は、ソフトウェアを効果的に使用する場合一般的に行われることであるが、プログラム言語に各ソフトウェア独自のものが使用されていることが多く、互換性の点で問題がある。特に、GISソフトウェアに標準装備されている解析機能でもアルゴリズムが明らかでないものがあり、注意が必要である。ただし、特定のソフトウェアに限った場合、現段階でもユーザー独自の解析アルゴリズムの適用は可能で、有効な手段である。

以上の問題点の解決のために、今後のGISソフトウェアには、是非ともデータとプログラム言語の共通性を求めたい。コンピュータのソフトウェアには、競争に勝ち残ったものが標準化するという傾向があるが、先にも述べたように、GISには開発思想の異なるような複数の優れたソフトウェアが必要であるため、開発者のみならず、使用する研究者などのユーザーも協力して、互換性のあるGISの世界を築いていく努力が必要である。

なお、本研究ではソフトウェアとして「ArcView3.0a」を使用した。現在「MapInfo」と「SIS」についても同様の検討を進めており、今後その結果を公表していくつもりである。

REFERENCES

- [1] 高橋 裕 (1978) : 『河川水文学』, 共立出版, 218p.
- [2] 榎根 勇 (1980) : 『水文学』, 大明堂, 272p.
- [3] 小寺浩二 (1998) : 河川の流域特性に関する水文地理学的一考察, 法政大学文学部紀要, 43.
- [4] J.Star, J.Estes (1990) : Geographic Information Systems An Introduction, Prentice-Hall, Inc.
- [5] 久保幸夫 (1996) : 『新しい地理情報技術』, 古今書院, 168p.

キーワード.

水文学、地理情報システム、水文誌、空間データベース、流出解析、浅川、都市化

Summary.

A Feasibility Study on GIS(Geographical Information System) Adptation for Hydrology

Hiroei NAKAMURA Kanae SUZUKI

Civil Engineering Major, Division of Engineering, Graduate School, Hosei University

Nobuhiko KOBAYASHII Mikio SHINKAWA

Geography Major, Division of Humanities, Graduate School, Hosei University

Koji KODERA

Department of Geography, Faculty of Letters, Hosei University

Takanobu NISHIYA Yasumichi OKA

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Hosei University

Hydrological studies need to use many geographic informations of river basins which are complicated to have many various features. Applications of new GIS techniques are required to make data bases of hydrography of river basins and to study many hydrological problems such as runoff analysis .

In this study , we used PC- based GIS software ArcView3.0a to make a Spacial Data Base of the Asakawa River Basin , Tokyo , Japan , and estimated its validity for runoff analysis by a distribution-type-runoff-model.

The result of our study shows that there are some problems on data exchanging between different softs , but that PC-based GIS software is sufficient enough for runoff analysis and other hydrological studies.

Keywords.

Hydrology, GIS(Geographical Information Sytem), Hydrography, Spacial Data Base, Runoff Analysis, Asakawa River, Urbanization