

下水循環再生構想策定に関する 基礎調査

1. 目的

都市においても自然の恵みを楽しむことができ、安全で潤いのある住みよい水環境を創造するためには、下水道だけでなく、河川、都市計画、環境、森林等の他部局および住民との連携を基本理念とした総合的な水環境施策を展開する必要がある。水循環再生構想は、都市化により失われた良好な水循環の改善や水質の保全および潤いのある水辺空間の再生等を推進するための総合的な水環境施策を展開するうえでのマスタープランとして位置付けられている。

既に、一部の先進都市では、水循環再生構想策定へのとりくみがなされている。しかしながら、構想策定に関する資料は膨大であり、資料整備および解析に時間を要しているのが現状である。そこで、本業務は、構想策定を支援するため、近年、発展の著しいコンピュータによる情報処理技術を用いた地理情報および都市計画情報システム（GIS）の活用について基礎的研究を行った。

2. 基本方針

水循環再生構想策定に関しては、平成7年度に建設省内の下水道部局と河川部局を中心に構成された「水循環再生構想策定マニュアル検討委員会」で検

討が進められてきた。その成果は、平成10年度に「都市の水循環再生構想マニュアル（案）」（平成9年度発刊）としてまとめられ発刊される予定である。本マニュアルの策定に際しては、海老川（船橋市）、神田川（東京都）、東川（所沢市）、和泉川（横浜市）、平戸永谷川（横浜市）及び菩提川（奈良市）の6流域が水循環再生構想のモデル流域に指定された。各々流域において構想（案）が策定されている。

そこで、本研究では、先の6モデル流域の水循環再生構想における検討項目を明らかにし、それぞれのGIS活用の適否を整理した。また、水循環再生構想におけるGISの適用性を調査し活用の意義をまとめた。

3. 水循環再生構想の概要

都市の水環境は、都市化の進展により、不浸透面積の増大による浸水・氾濫の多発、平常時流量の減少および地下水の枯渇、汚濁負荷量の増大による生態系の変化および水質の悪化、緑地の減少による都市気候の変化などの問題が顕在化してきている。これらの問題の改善にあつては、関連行政部局が多岐にわたり個々の施策では自ずと限界があることから、都市全体において対処することが望まれる。

そこで、水循環再生構想は、関連行政部局、住民等が連携して、計画的、効率的に水循環に係る施策

を実施するために、都市の望ましい水循環のあるべき姿をえがき、それに向けた基本方針、計画目標、対策、各の役割等をまとめたものある。

マニュアル(案)による水循環再生構想策定の標準的な検討フローを図-1に示す。

カナダではじめられたコンピュータによる土地資源マッピング・プロジェクトをきっかけに発展してきた技術である。その内容は、コンピュータを利用して空間データ (Spatial Data) とそれに関連付けられた属性情報を組み合わせて検索・加工・解析を行い、情報間の相互関係を明らかにする情報システムである。その特徴は、空間データと属性データを関連 (図-2 参照) させて管理することであるが、特に空間データは高度情報社会の重要な「情報資源」として幅広く利活用できるものである。

4. GISの概要と利点

(1) GISの概要

GISは、地理情報システム (Geographic Information System) の略称であり、1970年代に

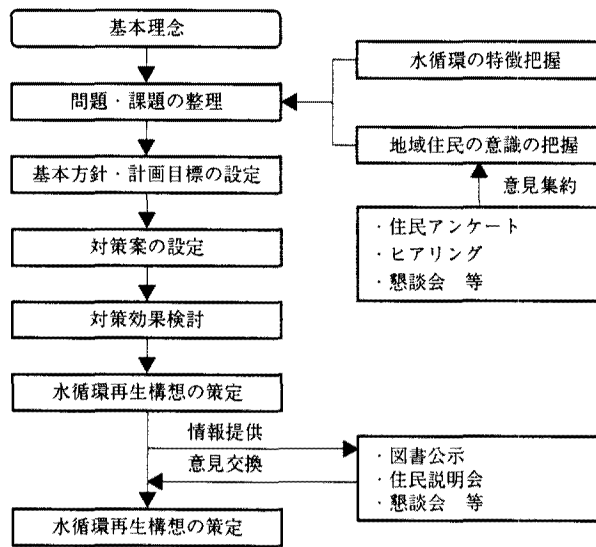


図-1 標準的な検討フロー

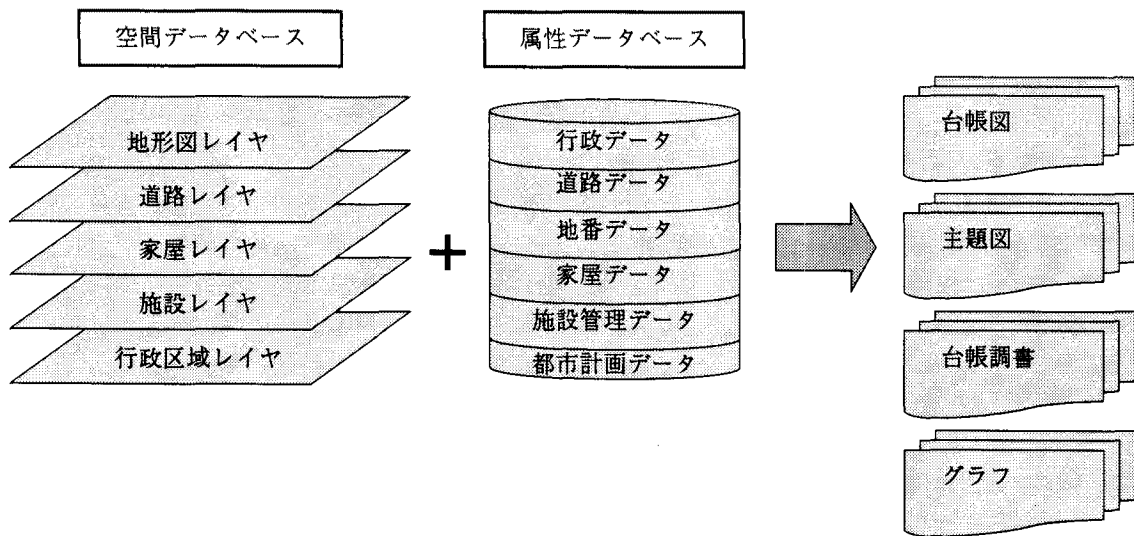


図-2 GISと情報源管理

(2) GIS活用の利点

空間データや属性データに対する、検索・解析・加工等の機能を活用することにより、以下のような具体的効果が期待される。

5. 水循環再生構想におけるGISの活用

(1) 検討項目別のGIS活用の可否

ここでは、水循環再生構想における標準的な検討フローの項目について、GISを活用した作業の適否を判断した。これらの結果を表-2に示す。

表-1 GIS活用の効果

効果	内容
事業の効率化及びコストの削減	① 膨大な情報を容易にかつ迅速に抽出・加工・出力でき、処理時間を大幅に短縮。 ② 大量のデータ管理・検索が可能のため、資料の紛失・劣化の防止、省スペース化の実現。 ③ 情報の共有化・相互利用が可能のため、情報の重複所有の防止、情報伝達の正確化・迅速化を実現。 ④ 計算・解析処理の高速化。
事業の高度化	① 様々な情報を任意抽出できるため、目的とする図面を容易に作成可能。 ② 高度なシミュレーション解析が可能。 ③ GISの利用により、事業の視覚的な把握が可能。
事業の的確化及び情報公開の促進	① データの定義や様式の標準化が実現でき、事業の公正な評価が可能。 ② 他の自治体・第3者機関・地域住民等に対する情報提供・意見交換が容易となるため、地域ニーズや課題等の分析がよりの確となる。 ③ GISにより情報を容易に取り出せるため、地域住民が必要とする情報を正確かつ迅速に提供が可能

表-2 GIS活用の適否

検討フロー項目	内容		
水循環の特徴把握	既往資料を集約して地域の水循環の動向に関する基礎データの整理を行う	水収支図の作成に用いる解析計算の基礎データとして活用できる	△
地域住民の意識の把握	水環境に関する意識調査を行い、問題意識の把握を行う	表計算ソフトを使い、集計計算の取りまとめに適している	×
問題・課題の整理	水循環の課題項目の整理し、問題の所在・程度を明らかにする	ワープロソフトを用いた整理	×
基本方針・計画目標の設定	基本理念を踏まえた基本方針および課題に対する目標設定を行う	ワープロソフトを用いた整理	×
対策案の設定	実現性のある対策案を複数選定し、実施箇所・対策規模を設定する	ワープロソフトを用いた整理	×
対策効果の検討	水収支、汚濁負荷収支を推計して対策効果の検討を行う	水収支図の作製に用いる解析計算の基礎データとして活用できる	○
水循環再生構想の策定	最終的に選定された施策について取りまとめ、水循環再生構想を策定する	ワープロソフトを用いた整理	×

○：適している △：一部適している ×：適していない

GISは、水循環の特徴の把握（現況水収支）及び対策効果の検討において、水収支図を使用した解析計算の基礎データとして活用することが適当であると考えられる。特に、その活用は、土地利用の変化や浸透施設等の面的な対策効果の把握において効果を発揮するものと考えられる。

(2) 水循環構成要素の水量及び負荷量の算定法（評価モデル）とGISの適用性

水収支図の策定においては、水収支を構成する表面流出、地下浸透等の要素（水循環構成要素）を設定し、評価モデルによって各経路を通過する

水量及び汚濁負荷量を算定する必要がある。ここでは、その評価モデルとGISの適用性を検討する。

評価モデルの種類と特徴を表-3に示した。これによると、GISは、膨大な情報を容易かつ迅速に抽出・加工ができること、メッシュ単位で空間情報を扱っている等の特徴を有することから判断すると、分布型物理モデルによる評価手法とリンクすることで、GISの活用効果が発揮されると考えられる。

(3) モデル流域における評価モデルとGISの活用状況

表-3 水循環構成要素の評価モデル

分類	経験的な配分則による評価法	概念モデルによる評価法	分布型物理モデルによる評価法
概要	降雨、流量、人工系給排水量などの観測結果と地目別流出率などの経験的な配分則により経路毎の循環量を概略推定するもの。計算は貯留量の時間変化を無視するため四則演算で実行される。	流出の各要素過程をタンクモデル、貯留関数などの概念的な数理モデルで表現したもの。モデル中の定数は観測流量との一致度により同定する。	流出の各要素過程を理論に基礎を置く数理モデルで表現したもので、計算上の流向の過程により1次式モデルから3次式モデルまで多様である。モデル中の定数は計測可能な物性地で設定することを前提とする。
入力情報の多少	少	中	多
出力情報の多少	少	中	多
演算の難易度	低	中	高
結果の厳密性	低	中	高
計算時間単位	年	日	秒～時間
計算空間単位	流域一括	流域一括あるいは小分割流域毎	計算格子毎
入力条件（計算空間単位毎）			
降雨量	○	○	○
蒸発散量	○（実蒸発散量）	○（実蒸発散量）	○（可能蒸発散量）
土地利用状況	○（浸透・不浸透の別）	○（浸透・不浸透の別）	○（浸透・不浸透の別、等価粗度係数）
人工系給排水量	○	○	○
自然系保水特性	×	○（タンク孔定数、貯留関数等）	○（透水係数、不飽和帯特性）
河道特性	×	×	○（形状、粗度係数）
評価可能特性			
経路毎の年循環量	○	○	○
日流量・流況	×	○	○
高水流量	×	×	○
		（別途、高水流出解析が必要）	
地下水流出量	×	△	○
地下水位・涵養量	×	×	○

注）入力条件、評価可能項目は一般的な構成、内容を掲げたものであり、個別のモデルにより多少変化する。

出典：「都市の水循環再生構想マニュアル（案）、平成10年3月」

モデル流域で使用している評価モデルとGISの活用状況を整理した。

評価モデルとしては、海老川流域のみが分布型物理モデルを使用し、その他の流域は概念モデルを使用している。このうち、GISを活用しているのは、海老川、神田川、平戸永谷川に限られるが、このうち神田川及び平戸永谷川については、評価モデルとGISを直接リンクしたのではなく、土地利用面積等をGISを利用して算出した程度にとどまっている。

また、GISの活用が大きかった海老川流域については、以下にGISの活用状況を示す。

これによると、現状のGISの整備状況では構想策定の効率化に大きく寄与していない。また、構想策定における費用削減効果は市販レベルの安価なGISに関する整備が進展しても、それ程大きくないことがわかる。

〔海老川におけるGISの活用状況〕

① 分布型物理モデル活用の背景

地形起伏が激しく、支流が発達し流域界が複雑に入り組んでいる。

構想策定後の事業実施に向けて、対策効果のシミュレーションに重点を置いている。

② GIS活用

評価モデルと直接リンクしたのは、市販されている土地利用と標高のみであり、その他の構成要素（人口、地下水揚水量等）に関しては、GISデータとするための前処理が必要である。

③ GISデータの整備費用

構想策定の業務量にしめる割合が大きかった費目は、評価モデルの同定に用いる現況の水量等に関するモニタリング費用（約30%）であり、GIS関係のデータ整理費用は、10～15%程度で

ある。

6. まとめ

GISは、水循環の特徴把握や対策効果の検討に用いる評価モデルの基礎データとして活用できる。

- ・GISの活用効果を発揮するには、評価のモデルとしてメッシュ単位で解析が可能な分布型物理モデルと組み合わせる必要がある。
- ・モデル流域においては、概念モデルによる評価法の採用が多かったが、分布型物理モデルを用いることで、構想策定後の対策効果の検証や対策効果を任意の場所・時間で検討できる。

7. 今後の課題

GISの活用は、構想策定全体の業務量にしめるGIS関係のデータ整理費用の割合がそれ程大きくないことから、単なる構想策定に終わるのであればメリットは少ない。一方、水循環再生は、単に構想策定に終わるだけでなく、アクションプログラムの実施に向けた対策効果の把握やその後のモニタリング結果と対策効果の検証、あるいは都市開発等による土地利用の変化が水循環及ぼす影響評価等、構想策定後のフォローアップが重要である。また、施策の推進には、行政を住民との連携が不可欠であることから、水環境に関する情報公開、対策効果のイメージ化等の視点も重要である。

このような観点から水循環再生に向けたGISの活用は、非常に大きな費用効果が得られると考えられる。しかしながら、これまで多くのモデル流域で

表-4 各流域の特徴と評価モデル

流域名 項目	えびがわ 海老川	かんだがわ 神田川	あずまがわ 東川	いずみがわ 和泉川	ひらどながわがわ 平戸永谷川	ほだいがわ 菩提川
流域面積	2,710ha	10,500ha	1,810ha	1,150ha	1,520ha	600ha
河川延長	4.8km	24.6km	12.6km	11.5km	4.9km	4.6km
評価手法	物理モデル	概念モデル	概念モデル	概念モデル	概念モデル	概念モデル
計算空間単位	50mメッシュ	5流域による計算	3流域による計算	小流域による計算	1流域による計算	3流域による計算
GISの活用	大	土地利用状況のみ	なし	なし	土地利用状況のみ	なし

採用された概念モデルでは、GISを有効に活用することは難しい。そこで、将来的に流域における水量及び水質を総合的にコントロールする都市の水環境情報システムへの発展を視野に入れつつ、GISと分布型物理モデル等組み合わせた詳細かつ経済的なシステムの開発が必要である。また、システムの開発には、多額の費用を要することから、各都市が共同開発

することが必要である。

これまでの検討から、当面の研究課題を以下に示す。

- ・各都市のGIS整備状況と評価モデルとの互換性
- ・評価モデルの適用条件の整理と整備費用の算出
- ・評価モデルの標準化
- ・水循環解析モデル活用マニュアルの作成

●この調査に関する問い合わせは

研究第二部長

研究第二部総括主任研究員

研究第二部研究員

前田 正博

渡邊 聡

苧木新一郎