

地物データ GIS を用いた神田川上流域の地下水涵養モデルについて

首都大学東京 学生会員 ○須藤正大
(株)建設技術研究所 正会員 荒木千博

首都大学東京 正会員 河村 明
首都大学東京 正会員 天口英雄

1. はじめに

近年、都市部の急速な開発によって都市型洪水の頻発や濁水、湧水の枯渇、地下水の過剰取水による地盤沈下等水循環系における様々な問題点が浮き彫りになっている。こうした都市特有の水循環機構の解明を目的としたグリッド型の分布型水循環モデルが数多く提案されている。しかし、グリッド型では土地利用形態が非常に複雑な都市流域の浸透域を正確にとらえることが困難である。そこで、グリッド型モデルに比べ正確に浸透域をとらえることのできる地物データ GIS を用いて水循環機構の中で最も重要な地下水涵養量を解析する地下水涵養モデルが提案されている¹⁾。本研究では、東京都内の代表的な都市河川流域を対象に、浸透特性を考慮した土地利用種別毎に地表面を正確に分割する高度な地物データ GIS を独自に構築し²⁾、個々の浸透性地物に浸透モデルを組み込むことで、対象都市流域の地下水涵養モデルを作成している。本モデルで算出された地下水涵養量を一般的な2次元地下水流動モデルの入力値として与え、地下水位の算定を試みた。

2. 地物データ GIS を用いた地下水涵養モデル

本モデルで利用する地物データ GIS は、道路、河道および建物形状などの基礎的 GIS データから高度な地物データ GIS (流出解析に適用可能な地物データ GIS) を独自に構築する必要がある。高度な地物データ GIS の構成は、図-1 に示すように街区内地利用地物要素、道路要素、河道要素である。なお、道路要素および河道要素は適当な大きさの解析格子に微小分割を行っている。

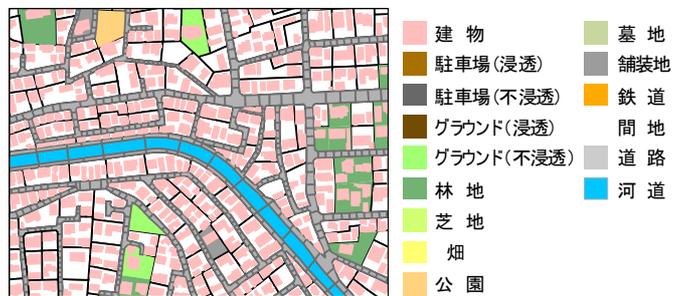


図-1 高度な地物データ GIS

本研究で用いる地下水涵養モデルの大きな特徴は、これまでの地表面をグリッド形状で表したモデルとは異なり、地物データ GIS の全ての地物要素に浸透モデルを適用し、地物毎の地下水涵養量を算定している点にある。その概念図を図-2 に示す。これにより浸透域を正確に抽出し、個別にその地物特性に応じた浸透モデルを適用することが可能となる。本研究で対象とする都市流域における水循環過程を図-3 に示す。水循環過程のモデル化は、浸透性地物要素への雨水が浸透成分として地下水涵養されて地下水として流動する範囲とし、不浸透性地物要素への降雨が直接流出成分として河道要素へ流出する過程は対象外としている。なお、浸透モデルは SMPT モデル³⁾を、蒸発散モデルはハモン式を、地下水流動モデルは差分法を用いた広域地下水平面2次元モデルを適用する。

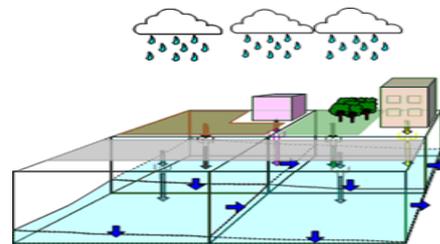


図-2 地物データ GIS を用いた地下水涵養モデル

3. 対象流域の概要とモデル化

本研究で対象とする神田川上流域は、井の頭池から善福寺川までの範囲(流域面積約 11.7km², 流路延長約 9km)である。図-4 は独自に構築した地下水涵養モデルに適用可能な高度な地物データ GIS²⁾を、表-1 はこれに対応する地物データ GIS の要素数、面積および水文特性を示したものである。本研究では浸透性地物として駐車場(浸透)、グラウンド、林地、芝地、畑、公園、裸地、間地

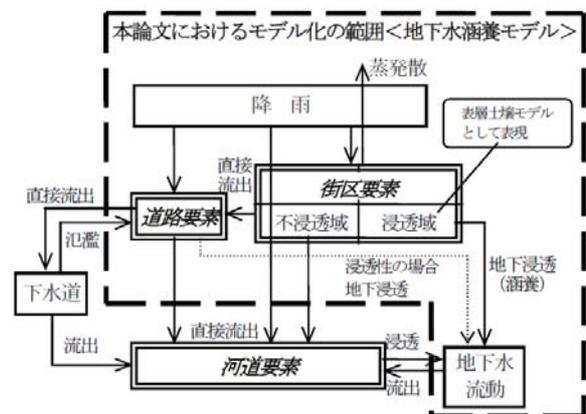


図-3 本論文におけるモデル化の範囲

を設定しており、流域の浸透面積率は約 46.6%である。地下水流動モデルにおける帯水層底面高は図-5 に示すボーリングデータ⁴⁾を用いて作成を行った。

4. 解析結果

本研究では、2000年から2007年までの8年間を対象に、構築した地下水涵養モデルを用いて日単位の地下水流動解析を行う。降雨およびハモン式に用いる気温は対象流域に最も近い気象庁府中観測所のデータを用いる。帯水層の境界条件として、玉川上水に接する流域南部は指定水頭境界を、その他の流域界では閉境界を設定した。また神田川の存在するメッシュでは、表面水への漏出を考慮した。SMPTモデルに用いる飽和水分量、最小含水量、地下水涵養定数および地下水流動解析に用いる透水量係数、貯留係数は既往の研究¹⁾と同じ値を用いた。

本流域は荒川と多摩川に挟まれた武蔵野台地上に位置し現在も多く家庭用井戸が存在している。そこで、著者は家庭用井戸での地下水観測を約 150ヶ所試みたが、全ての井戸にはポンプが固定してあったために、観測地下水位を得ることはできなかった。そこで本研究ではボーリングデータに記載されている孔内水位を概略値として用いる。

図-6 は上から月単位の雨量、および図-5 に示す①から⑧までのボーリング地点に対応する月平均計算地下水位変化を示したものである。また、同図の右端には該地点の調査月と孔内水位を示した。河川への漏出を考慮しているために、神田川付近の②、⑥、⑦、⑧地点の地下水位は河道から離れた地点のそれよりも変動が小さい。また、各地点の月平均地下水位は概ね孔内水位近辺を上下しており、再現性は概ね良好と考えられる。

5. むすび

本研究では、都市域における水循環のモデル化において複雑な地物・地形を精緻に表現することが重要であることの観点から提案されている、高度な地物データを用いた地下水涵養モデルを神田川上流域に適用し、概ね良好な結果が得られた。今後は都市流域の雨水・下水道解析モデルや表面流解析モデルなどを組み込み、総合的で精緻な都市域水循環モデルに発展させてゆく予定である。

【参考文献】

- 1) 入田昂治, 河村明, 天口英雄: 地物データ GIS を用いた国分寺試験流域の地下水涵養モデルについて, 第 35 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, CD-ROM, II-036, 2008.
- 2) 村松健司, 天口英雄, 河村明: 神田川上流域を対象とした都市洪水流出モデルに対する地物データ GIS の構築, 第 35 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, CD-ROM, II-056, 2008.
- 3) 安藤義久・虫明功臣・高橋 裕: 丘陵地の水循環機構とそれに対する都市化の影響, 第 25 回水理講演会論文集, PP.197~208,1981.
- 4) 東京都土木技術研究所: 東京都総合地盤図(II)山の手・北多摩地区, 1990.



図-4 神田川上流域の高度な地物データ GIS

表-1 土地利用種別と水文特性

地物要素名	要素数	面積 (m ²)	水文特性
建物	40,241	3,449,181	不浸透
駐車場 (浸透)	97	60,428	浸透
駐車場 (不浸透)	363	213,180	不浸透
グラウンド	227	252,218	浸透
林地	1,667	1,069,470	浸透
芝地	207	172,544	浸透
畑	229	188,616	浸透
公園	146	95,676	浸透
墓地	73	70,612	浸透
舗装地	564	384,138	不浸透
鉄道	435	149,387	不浸透
間地	9,775	3,518,915	浸透
道路	45,874	1,877,040	不浸透
河道	367	152,967	不浸透
合計	100,418	11,654,372	

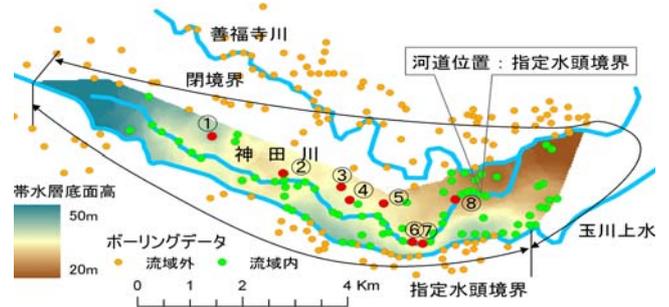


図-5 地下水流動モデルにおける帯水層底面高の設定

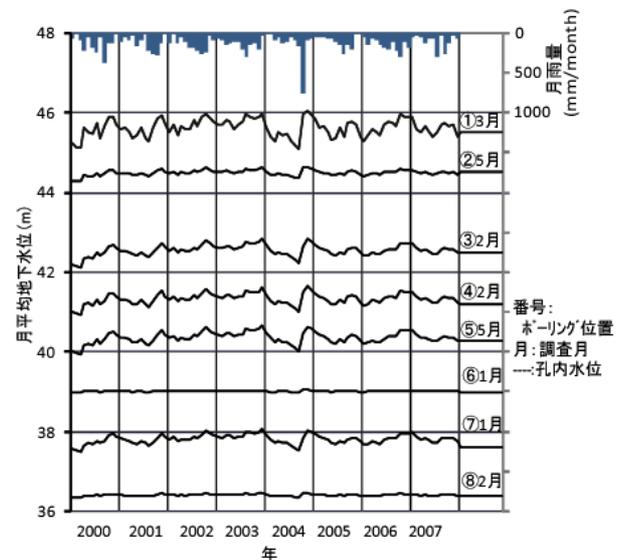


図-6 神田川上流域への適用結果