

神田川上流域における 10m メッシュ土地利用区分の正確な浸透面積率の推定

首都大学東京 都市環境学部 学生員 ○高塚 亮丞
 首都大学東京 都市環境科学研究科 正会員 河村 明
 首都大学東京 都市環境科学研究科 正会員 天口 英雄
 (株)建設技術研究所 正会員 古賀 達也
 首都大学東京 都市環境科学研究科 正会員 中川 直子

1. はじめに

これまで、都市域における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¹⁾。そのグリッドサイズは細密の場合でも 10m で、通常 25～100m を用いて実流域に適用されている。分布型水循環モデルでは、各グリッドに対し 1 つの土地利用を設定し、浸透面積率等の各種パラメータを設定することになるが、その土地利用データのベースとして、国土地理院作成の 1/10 細分区画と呼ばれていた 100m メッシュの国土数値情報土地利用細分メッシュによる土地利用区分（以下これを、「100m メッシュ土地利用区分」と呼ぶ）および 10m メッシュの土地利用である細密数値情報（以下これを、「10m メッシュ土地利用区分」と呼ぶ）が用いられている。10m メッシュの細密情報は整備範囲が首都圏、中部圏、近畿圏に限られており、その他の地域では 100m メッシュによる土地利用区分を用いてグリッド型モデルの土地利用を設定することが多い。しかし、都市流域では最小単位であるグリッド内においても複数の土地利用が混在しているのが実態である。100m メッシュ土地利用区分または 10m メッシュ土地利用区分により算定した浸透面積率をグリッド型モデルに適用する場合、通常その代表土地利用に相当する浸透面積率をサンプリングにより設定するため、土地利用区分の正確な浸透面積率が反映されず、流出解析結果に大きな影響を与える可能性がある。

著者らはこれまで神田川上流域を対象として、土地利用の詳細な判別を行い、高度な地物データ GIS の構築を行ってきた^{2),3)}。すなわち、1/2500 地形図を基に、道路、河道および街区からなるポリゴンデータを作成し、街区に対して駐車場、グラウンド、林地などの土地利用種別に関する情報を一つ一つ手作業でポリゴンデータに付加させて高度な地物データ GIS を構築している。また、この高度な地物データ GIS を用いた新たな地物指向分布型都市洪水流出解析モデルも提案している⁴⁾。さらに著者らは、高度な地物データ GIS を活用し、神田川上流域の 100m メッシュ土地利用区分毎に正確な土地利用種別面積を算定することにより、土地利用区分毎の正確な浸透面積率を推定することを試みている⁵⁾。

本研究では、高度な地物データ GIS を活用することにより、まず全 10m メッシュの正確な浸透面積率を推定し、10m メッシュ土地利用区分毎にその浸透面積率を算定する。次いで、各 10m メッシュの正確な浸透面積率を基に、10m メッシュ土地利用区分毎の度数分布特性を明らかにしている。

2. 流出解析に利用される土地利用情報

(1) グリッド型

都市流域の流出現象を把握するために、これまで様々なモデルが提案されてきたが、一般的な方法は、流域をグリッド状に分割し、グリッド内の物理特性（標高、浸透特性等）により構築したグリッド型の分布型モデルを用いたものである。グリッド内の流出量を算定するには、浸透・不浸透域特性に関する土地利用データが必要となるが、グリッド内の特性値を表す指標として、浸透域・不浸透域の面

表-1 土地利用区分一覧

10mメッシュ土地利用区分			100mメッシュ土地利用区分	
コード	土地利用分類			コード
	大分類	中分類	小分類	
1	山地・農地等	山林・荒地等		1 田
2	山地・農地等	農地	田	2 その他用地
3	山地・農地等	農地	畑・その他の農地	3 -
4	造成地	造成地		4 -
5	造成地	空地		5 森林
6	宅地	工業用地		6 荒地
7	宅地	住宅地	一般低層住宅地	7 建物用地
8	宅地	住宅地	密集低層住宅地	8 -
9	宅地	住宅地	中高層住宅地	9 幹線交通用地
10	宅地	商業・業務用地		A その他の用地
11	公共公益施設用地	道路用地		B 河川地及び湖畔
12	公共公益施設用地	公園・緑地等		C -
13	公共公益施設用地	その他の公共公益施設用地		D -
14	河川・湖沼等			E 海浜
15	その他			F 海水域
16	海			G ゴルフ場
17	対象地域外			-

：平成3年以降は他の土地利用区分と統合され、使用されていない土地利用区分

積率が用いられるが⁶⁾、グリッド型モデルではグリッド内に存在する具体的な家屋、道路といった固有の浸透特性に基づく地物を特定することは困難である。グリッド型の土地利用特性に利用できるデータとして、前述の 100m メッシュ土地利用区分および 10m メッシュ土地利用区分がある。10m メッシュ土地利用区分は平面直角座標系における 10m×10m 区画の土地利用データである。表-1 に 10m メッシュ土地利用区分と 100m メッシュ土地利用区分で用いられている土地利用区分の定義を示す。100m メッシュ土地利用区分では 11 区分、10m メッシュ土地利用区分では 17 区分の土地利用区分となっている。例えば 10m メッシュ土地利用区分については、データ整備の当初の目的は都市圏の主要部を対象に宅地関連政策の総合的展開に必要な基礎資料を得るため、宅地利用動向調査をもとに作成された土地利用データである。つまり、土地利用区分毎の浸透率の違いを念頭に整備されたデータではないため、これらの土地利用区分データを用いて土地利用区分毎の浸透面積率の設定を行う場合は、十分に留意して設定する必要がある。

(2) 地物データ GIS

都市域のモデル作成に用いるデータについては、近年 GIS データの整備が目覚ましい。建物や道路などの地物を的確に表現出来る多角形（ポリゴン形状）のベクター型を用いた地物データの作成が行われている。これまで、都市流域は人工的要素を含むため詳細な空間情報の記述が容易ではなかったが、これらの地物データを忠実に表現可能なベクター型土地利用情報を用いることで、特定の建物、道路といった詳細な空間情報を抽出することが可能となった⁴⁾。しかし、現在利用可能な基礎的地物データ GIS には、直接流出量の算定に必要な浸透特性に基づいた林地、緑地、グラウンドおよび畑地などの土地利用種別の情報が含まれていない。これらの地物要素の微小要素への分割には、1/2500 地形図や航空写真を基に個々の土地利用種別の判別を行い、手作業により各地物の浸透特性等を設定していく必要がある。このように、基礎的地物データ GIS に様々な手を加えることで洪水流出解析モデルに適用可能な高度な地物データ GIS を構築する必要がある。

3. 神田川上流域の土地利用特性

本研究で対象とする神田川は、東京都三鷹市の井の頭恩賜公園内にある井の頭池にその源を発し、杉並区南部を東に流れ、中野区の区境付近で善福寺池を水源とする善福寺川と合流し新宿区に流入する、流域面積 105.0km²、流路延長 25.48km の一級河川である。本研究では、神田川の井の頭池から善福寺川合流点までの上流域約 11.5km²、流路延長約 9km を対象流域として設定した。図-1 (a) に対象とする神田川上流域の高度な地物データ GIS を示すが、本流域の全地物を 20 の土地利用種別に分類している。また、図-1 (b) には神田川上流域における 1994 年の 10m メッシュ土地利用区分を示している。

表-2 に高度な地物データ GIS による地物要素数および対象流域に対する各土地利用種別の面積率を示す。表-2 より、地物データの要素数は 171,257 個であり、面積率では間地と建物がそれぞれ約 30%を占めており

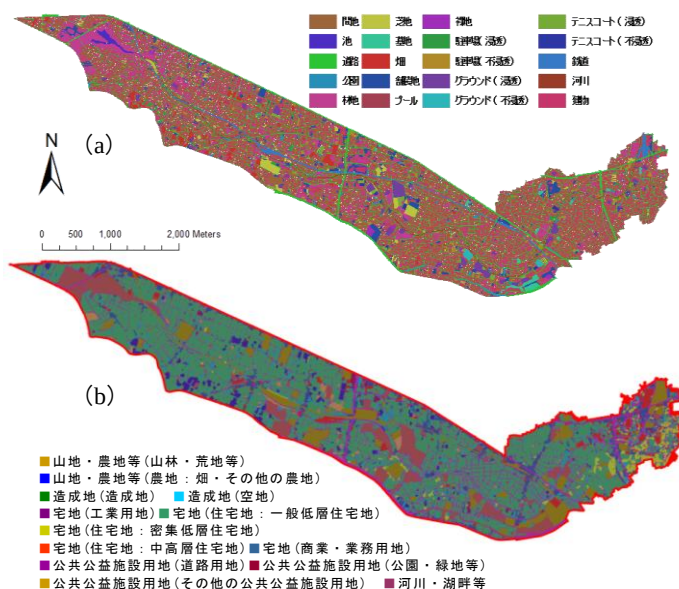


図-1 神田川上流域の (a) 高度な地物データ GIS
および (b) 10m メッシュ土地利用区分

表-2 高度な地物データ GIS による
要素数及び面積率

No	高度な地物データ GIS による土地利用種別	要素数	面積 (m ²)	面積率 (%)
1	建物	34,030	3,381,620	29.39
2	駐車場(浸透)	401	60,361	0.52
3	駐車場(不浸透)	1,143	206,631	1.80
4	グラウンド(浸透)	596	225,649	1.96
5	グラウンド(不浸透)	80	23,288	0.20
6	林地	8,500	1,050,877	9.13
7	芝地	791	171,539	1.49
8	畑	600	188,595	1.64
9	公園	432	90,538	0.79
10	墓地	193	70,394	0.61
11	舗装地	2,120	380,293	3.31
12	鉄道	574	149,429	1.30
13	間地	75,858	3,432,615	29.84
14	テニスコート(浸透)	118	54,625	0.47
15	テニスコート(不浸透)	67	30,383	0.26
16	裸地	193	52,713	0.46
17	フェール	54	11,750	0.10
18	道路	45,104	1,785,662	15.52
19	池	96	37,600	0.33
20	河川	307	99,704	0.87
	計	171,257	11,504,264	100.00

最も多く、次いで道路の約 16%の順となっている。要素数としては間地が最も多くなり、次いで道路要素が多くなっている。図-2 には、20 の土地利用種別毎の各地物要素の面積に対する要素数を示している。この図より、10m²以下の要素はほぼ間地要素によるものであることが分かる。また、建物要素は 50m²以上 100m²未満の要素が多くを占めていることも分かる。道路地物および間地地物は 50m²以下の面積が小さな要素に分割していることがわかる。

4. 神田川上流域の浸透面積率

10m メッシュ土地利用区分の浸透面積率の算定は次のように行った。各 10m メッシュ内には、複数の高度な地物データ GIS による 20 の土地利用種別が存在するため 10m メッシュで高度な地物データ GIS を分割し、その中に含まれる 20 の土地利用種別の面積を基にそのメッシュの浸透面積率を算定し、10m メッシュ土地利用区分毎に累積する。

表-3 は浸透面積の算定例として、表-1 の 10m メッシュ土地利用区分コード 7 の一般低層住宅地区分 (57,445 メッシュ)の集計結果を示したものである。10m×10m で設定されている 10m メッシュ土地利用区分は単一の土地利用で定義されており、一般低層住宅地区分のメッシュは、10m メッシュ土地利用区分を用いた場合全ての面積が一般低層住宅地区分となる。しかし表-3 より、一般低層住宅地区分における正確な建物面積は約 38%しか存在せず、池以外の 19 の土地利用種別全てが混在し林地や間地等の浸透域も多く含まれていることが分かる。

表-4 に、対象流域の 10m メッシュ土地利用区分毎のメッシュ数、面積、面積率とともに、高度な地物データ GIS による 20 の土地利用種別の浸透特性より算定した 10m メッシュ土地利用区分毎の正確な浸透面積、浸透面積率を示す。神田川上流域では 10m メッシュ土地利用区分における 17 区分中、表-1 のコード 2(田)、コード 15(その他)、コード 16(海)、コード 17(対象地域外)の 4 つの土地利用区分は存在しないため、これらを除いた 13 土地利用区分を対象に浸透面積率を算定した。表-4 より、10m メッシュ土地利用区分ではコード 7 の一般低層住宅地区分が最も多く、面積は約 574 万 m²で対象流域の面積の約 51%を占めている。その浸透面積は約 160 万 m²であり、浸透面積率は約 28%となる。最大の浸透面積となるのはコード 1 の山林・荒地等区分で約 74%であり、最小はコード 14 の河川・湖沼等区分の約 7%となり、そして、流域全体の浸透面積率は約 32%であることが得られた。なお、浸透面積率が 100%および 0%となる土地利用区分は無い。

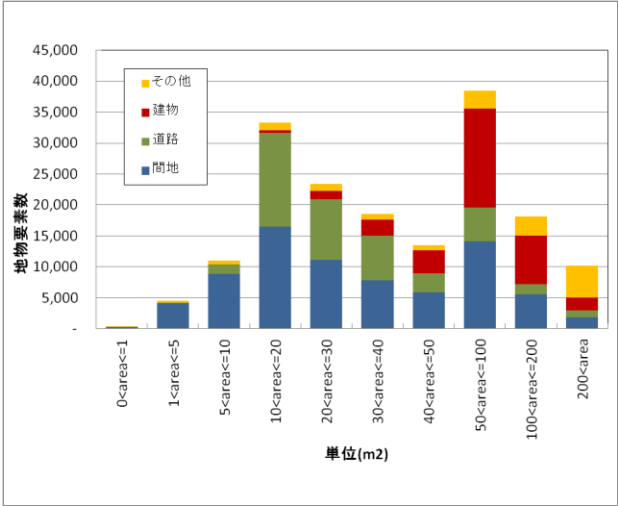


図-2 主な土地利用種別毎の要素数

表-3 一般低層住宅地区分メッシュの集計結果

コード	高度な地物データGISによる土地利用種別	浸透特性	面積 (m ²)	面積率 (%)	浸透面積率 (%)
1	建物	不浸透	2,189,777	38.12	0.00
2	駐車場(浸透)	浸透	19,966	0.35	0.35
3	駐車場(不浸透)	不浸透	54,677	0.95	0.00
4	グラウンド(浸透)	浸透	4,032	0.07	0.07
5	グラウンド(不浸透)	不浸透	503	0.01	0.00
6	林地	浸透	399,280	6.95	6.95
7	芝地	浸透	27,561	0.48	0.48
8	畑	浸透	21,834	0.38	0.38
9	公園	浸透	12,985	0.23	0.23
10	墓地	浸透	1,673	0.03	0.03
11	舗装地	不浸透	104,009	1.81	0.00
12	鉄道	不浸透	12,147	0.21	0.00
13	間地	50%浸透	2,204,234	38.37	19.19
14	テニスコート(浸透)	浸透	497	0.01	0.01
15	テニスコート(不浸透)	不浸透	3,428	0.06	0.00
16	裸地	浸透	8,930	0.16	0.16
17	プール	不浸透	594	0.01	0.00
18	道路	不浸透	667,854	11.63	0.00
19	池	不浸透	0	0.00	0.00
20	河道	不浸透	10,461	0.18	0.00
計	-	-	5,744,442	100.00	27.83

表-4 10mメッシュ土地利用区分の浸透面積率

10mメッシュ土地利用区分					高度な地物データGISによる集計結果	
コード	土地利用区分	メッシュ数	面積 (m ²)	面積率 (%)	浸透面積 (m ²)	浸透面積率 (%)
1	山林・荒地等	1,522	152,198	1.34	111,943	73.55
2	田	0	0	0.00	0	-
3	畑・その他の農地	2,477	247,698	2.18	173,224	69.93
4	造成地	27	2,700	0.02	1,000	37.03
5	空地	4,731	473,094	4.17	156,052	32.99
6	工業用地	695	69,499	0.61	9,310	13.40
7	一般低層住宅地	57,445	5,744,442	50.66	1,598,876	27.83
8	密集低層住宅地	2,908	290,795	2.56	63,293	21.77
9	中高層住宅地	2,635	263,496	2.32	93,453	35.47
10	商業・業務用地	7,068	706,790	6.23	137,129	19.40
11	道路用地	13,989	1,398,883	12.34	291,030	20.80
12	公園・緑地等	9,673	967,288	8.53	691,912	71.53
13	その他の公共公益施設用地	5,568	956,788	8.44	328,135	34.30
14	河川・湖沼等	656	65,599	0.58	4,462	6.80
15	その他	0	0	0.00	0	-
16	海	0	0	0.00	0	-
17	対象地域外	0	0	0.00	0	-
計		113,394	11,339,272	100.00	3,659,817	32.28※

※：対象流域内で10mメッシュ土地利用区分が無い区分
※：流域全体平均浸透面積率

(2) 浸透面積率度数分布

図-3 に対象流域における各 10m メッシュの浸透面積率の度数分布を示す。また、同図にはそのうち約 51% を占める一般低層住宅地区分となるメッシュの度数分布を併記している。流域全体平均の浸透面積率では表-5 に示す約 32% であるが、ピークは 15%~20% に分布しており、50%~95% の浸透面積率となるメッシュは少ない。また、浸透面積率が 0% となるメッシュが 9000 存在することが分かった。この理由としては、浸透面積率が 0% の 10m メッシュ内には、コード 11 の道路用地区分が 1,810 メッシュ、コード 13 のその他の公共公益施設用地区分が 2,431 メッシュと多く、高度な地物データ GIS で不浸透と設定している建物および道路等の地物が多くを占めるからである。また浸透面積率が 95% 以上となるメッシュは 10,596 存在した。この理由としては、浸透面積率が 95% 以上の 10m メッシュ内には、コード 12 の公園・緑地等区分が 5,152 メッシュ存在し、浸透域として設定している地物である林地やグラウンド等の地物が多くを占めているためである。図-3 の一般低層住宅地区分の度数分布より、5%~50% の浸透面積率となるメッシュが多く、ピークは流域全体平均と同程度であるものの、一般低層住宅地区分の平均浸透面積率は約 28% であり、浸透面積率が 0% や 100% となるメッシュは少ない。

5. むすび

本研究では都市流域である神田川上流域を対象として高度な地物データ GIS を活用することにより、10m メッシュ土地利用区分毎の正確な浸透面積率を推定するとともに、各 10m メッシュの浸透面積率度数分布について詳細に検討を行った。その結果、各土地利用区分には多くの土地利用種別が混在し、例えば対象流域の約 51% を占める一般低層住宅地区分における正確な建物面積率は約 38% であることを示した。今回、高度な地物データ GIS を活用することにより、10m メッシュ土地利用区分毎の浸透面積率についてその具体値を示すことが出来、例えば一般低層住宅地区分で約 28%、山林・荒地等区分では約 74%、流域全体では約 32% であることを示した。さらに、各 10m メッシュの正確な浸透面積率が 0% や 100% となるメッシュが多く存在することが分かった。

本研究の対象流域である神田川上流域と同程度の都市域であれば、本研究で示した 10m メッシュ土地利用区分毎の浸透面積率が大いに参考となるものと考えられ、グリッド型モデルの精度向上の一助になることを期待する。

参考文献

- 1) 忌部正博, 屋井裕幸, 高祖成一: 都市域の健全な水循環系構築のための雨水浸透施設の効果と評価について, 日本水文科学会誌, 第 38 巻, 第 2 号, pp. 3~54, 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, 2008.
- 3) 天口英雄, 河村明, 荒木千博, 高崎忠勝: 神田川上流域の地物データを用いた洪水流出モデルの構築とその適用, 河川技術論文集, 第 15 巻, pp.371~376, 2009.
- 4) 天口英雄, 河村明, 高崎忠勝: 地物データ GIS を用いた新たな地物指向分布型都市洪水流出解析モデルの提案, 土木学会論文集 B, Vol.63, No.3, pp.206-223, 2007.
- 5) 古賀達也, 河村明, 天口英雄: 100m メッシュ土地利用区分の正確な浸透面積率の推定~神田川上流域を対象として~, 水文・水資源学会 2011 年度研究発表会要旨集, pp.64~65, 2011.
- 6) 「都市小流域における雨水浸透, 流出機構の定量的解明」研究会: 都市域における水循環系の定量化手法ー水循環系の再生に向けてー, 第二編 技術解説, pp.64-65, 2000.

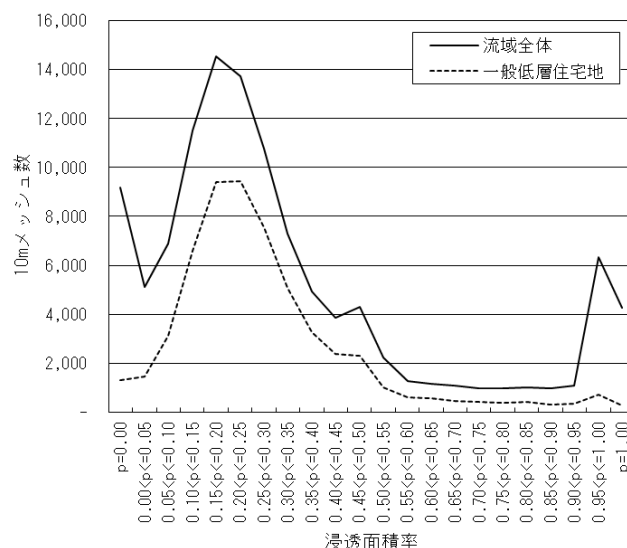


図-3 浸透面積率度数分布