

都市域における流出率の推定

中央大学大学院 学生員○小澤 剛
中央大学大学院 学生員 劉 金双

中央大学理工学部 学生員 赤羽祐也
中央大学理工学部 フェロー会員 山田 正

1.はじめに：近年，都市型水害といわれるような集中豪雨による都市域での被害が問題となっている．そのため降雨に対して応答が早いという特性を持つ都市域において，流出機構の特性を把握することは重要である．特に流出率を把握することは都市域の洪水処理計画を合理的に行うためには不可欠である．山口ら^{1) 2)}は実測資料を用いて総降雨量とそれに対応する総流出量の比，つまりは流出率が，ほとんどの場合不浸透面積率に一致することを示した．しかし実測データを検討しこの結果を示した既往の研究は少ない．そこで著者らは実測データから算出した流出率と土地利用から推定した流出率を比較した．

2.対象流域の概要：対象流域の管路網平面図を図1に示す．分流管区域であり流域面積は19.08haと比較的小規模な流域である．国土地理院が発行している細密数値情報(10mメッシュ土地利用)1994年度版によると，土地利用については表2の「面積比率①」の欄に示すように主に一般低層住宅地と道路用地で構成されている．この流域の下流端には排水機場が設置されており，流域から流出した全雨量はこの排水機場により河川へ放水される．本研究では流出率算出のための実測値としてこの排水機場における一時間毎の水位データ及び排水機による放水時間のデータを用いている．

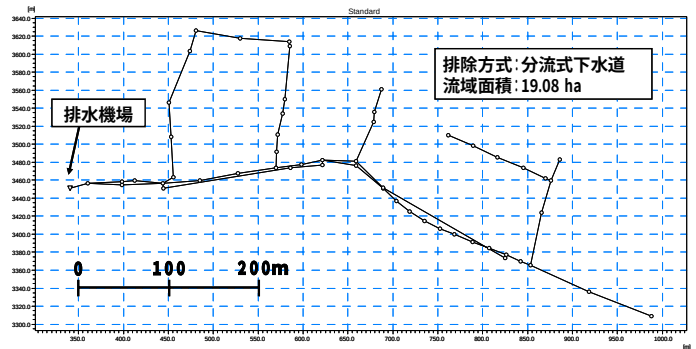


図1 対象流域概略図

表2 対象流域の土地利用状況

番号	土地利用区分	流出係数	面積比率①[%]	建蔽率[%]	面積比率②[%]
1	山林・荒地等	-	0	-	0
2	田	-	0	-	0
3	畑・その他の農地	-	0	-	0
4	造成中地	-	0	-	0
5	空地	0.2	10.8	-	34.9
6	工業用地	0.9	2.3	60	1.4
7	一般低層住宅地	0.9	45.6	60	27.4
8	密集低層住宅地	-	0	60	0
9	中高層住宅地	0.9	4.4	60	2.6
10	商業・業務用地	0.9	5.3	80	4.2
11	道路用地	0.85	21.1	-	21.1
12	公園・緑地等	-	0	-	0
13	その他の公共公益施設用地	0.9	10.3	80	8.2
14	河川・湖沼等	1	0.2	-	0.2

3. 実測の水位データを用いた流出率の算出

対象流域の下流端に設置されている排水機場へ流入する総流入量と排水機場付近で観測されている10分間毎の降雨量データを用いて，流域の流出率を算出した．排水機場には2機の排水機が設置されており，一方は設定された起動水位まで排水機内の水位が上昇すれば30[m³/min]の排水能力で運転する．この自動ポンプで対応できない程の洪水時には，起動，停止を手動で行う排水能力90[m³/min]の手動ポンプを稼働させる．この手動ポンプは排水能力90[m³/min]であるが，実際に使用される場合は排水能力の半分程度で稼働させる事が多いことから，ここでは排水能力を半分の45[m³/min]と仮定した．この排水機場へ流入する流量がこの流域における全流出量であることから，1時間毎のポンプ場水位変動データとポンプ放水された流量のデータを元に，ポンプ場への総流入量を算出し最終的に流域の流出率を算出した．排水機場への流入量を算出する式を以下に示す．式(1)のように流入量はポンプが稼働時の流入量と，停止時の流入量に分け，それぞれの場合の流入量を合わせたものを総流入量としている．さらに，ポンプ停止時の流入量は式(2)のようにポンプ場貯水槽の水位上昇量そのものであり，ポンプ稼働時の流入量は式(3)のようにポンプ放水量からポンプ稼働前後で貯水槽の減量分を引いたものとして算出した．これら式を用い総降雨量6.2, 10.0, 10.6, 19.2, 19.6, 70.4mmの6つの降雨に対する対象流域の総流出量，つまりは排水機場への総流入量を求め，流域面積に総降雨量を掛けたもので除し流出率を求めた．その結果を表1に示す．6つの降雨の流出率の平均は0.68であった．さらに総降雨量と流出率の関係を図2に示す．都市流域である本研究の対象流域では総降雨量の大小に関わらず流出率はほぼ一定の値を取ることがわかった．

キーワード：流出率 不浸透域 都市域 土地利用

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部 TEL03(3817)1807,FAX03(3817)1803,ozawa@civil.chuo-u.ac.jp

$$[Q_{in}] = [Q_{in1}] + [Q_{in2}] \quad (1)$$

$$[Q_{in1}] = \Delta W.L. \times A \quad (2)$$

$$[Q_{in2}] = [Q_{out}] - \Delta V \quad (3)$$

$[Q_{in}]$: 排水機場へ流入する総流量 $[m^3]$ Q_{in1} : ポンプ停止時に排水機場へ流入する時間毎の流量 $[m^3/h]$

Q_{in2} : ポンプ稼働時に排水機場へ流入する時間毎の流量 $[m^3/h]$ A : ポンプ場貯水槽の面積 $[m^2]$

Q_{out} : ポンプ稼働により放水される時間毎の流量 $[m^3/h]$ ΔV : ポンプ稼働による水位低下量 $\times A [m^3]$

$\Delta W.L.$: 一時間前と比較したポンプ場の水位低下量 $[m]$

表1 流出率算出までの計算過程

	Qout	ΔV	Qin2	Qin1	Qin	総降雨量× 流域面積	流出率
	$[m^3]$	$[m^3]$	$[m^3]$	$[m^3]$	$[m^3]$	$[m^3]$	
番号	①	②	①-② =③	④	③+④ =⑤	⑥	⑤/⑥
降雨①	1,170.00	240.15	929.85	426.94	1,356.79	1,908.00	0.71
降雨②	2,940.00	680.44	2,259.56	693.78	2,953.34	3,739.68	0.79
降雨③	1,140.00	466.97	673.03	560.36	1,233.39	2,022.48	0.61
降雨④	780.00	173.45	606.55	173.45	780.00	1,182.96	0.66
降雨⑤	2,160.00	413.60	1,746.40	493.65	2,240.05	3,663.36	0.61
降雨⑥	9,510.00	440.29	9,064.71	333.55	9,403.26	13,432.32	0.70

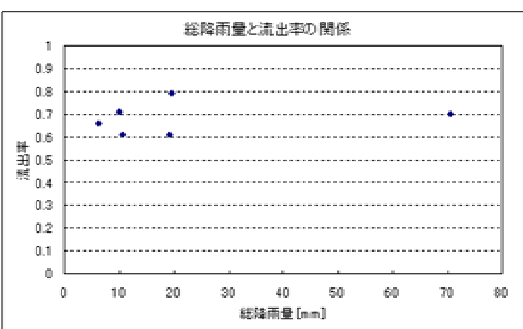


図2 総降雨量と流出率の関係

4.土地利用データを用いた流出率の算出: 対象流域の土地利用から流出率を推定するために、国土地理院が発行している細密数値情報（10mメッシュ土地利用）1994年度版を用いた。細密数値情報（10mメッシュ土地利用）は図3の様に首都圏の土地利用について、15項目（山林・田・畑・空き地・造成中地・工業用地・一般低層住宅地・密集低層住宅地・中高層住宅地・商業業務用地・道路用地・公園緑地・その他の公共公益施設用地・河川湖沼・その他の用地）に分類されている。このデータを用いて算出した土地利用分類毎の土地利用面積の割合を表2「面積比率①」の欄に示す。また土地利用分類ごとの流出係数として、日本下水道協会：「下水道施設計画・設計指針」に示されている工種別基礎流出係数の標準値をもとにそれぞれ表2の「流出係数」の欄に示す値を引用した。さらに、工業用地、一般低層住宅地、密集低層住宅地、中高層住宅地、商業・業務用地、その他公共公益施設用地については、対象流域の都市計画マスタープランにおいて用途地域毎に指定されている建蔽率に従い、それぞれの土地の利用を工種別基礎流出係数の土地利用に対応する「屋根」の部分と「間地」の部分に分け、「間地」として分類された土地は10mメッシュ土地利用分類データにおける「空地」として再度分類した。その結果を表2の「面積比率②」の欄に示す。流域全体の土地利用のうち「空地」が34.9%を占めている。最後にこの土地利用分類ごとに流出係数を掛け、流域全体の流出率を算出した。算出式を式（4）に示す。

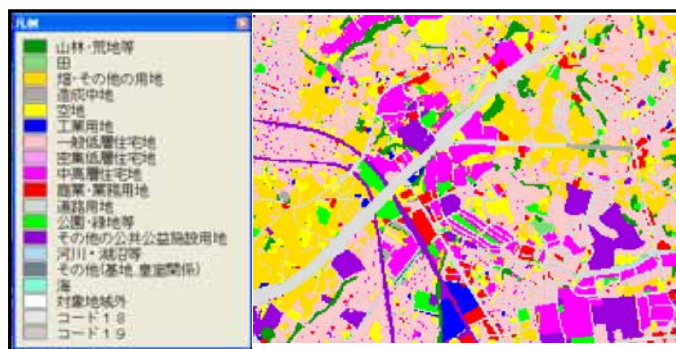


図3 細密数値情報（10mメッシュ土地利用）とその凡例

$$\Sigma(\text{流出係数} \times \text{面積比率②}) / 100 \quad (4)$$

その結果、算出された対象流域の流出率は0.65であった。さらに、建蔽率を考慮した土地利用面積率である表2の「面積比率②」に着目し、工業用地、一般低層住宅地、密集低層住宅地、中高層住宅地、商業・業務用地、道路用地、その他の公共公益施設用地、河川・湖沼等の合計面積つまりは不浸透面積率を算出すると、0.65であり、実測の水位データから算出した流出率0.68とほぼ一致している。

3.おわりに: 本研究では土地利用の面積率から推定した不浸透面積率と流域の流出率の実測値を比較した。それにより得られた知見を以下に示す。

- (1) 建蔽率を考慮した土地利用データと流出係数を用いることにより、流域の流出率を推定する事が出来た。
- (2) 土地利用から算出した不浸透面積率が実測データから算出した流出率と一致した。

参考文献: 1) 山口高志, 松原重昭: 実測資料からみた都市流出特性とその問題点 土木学会第17回水理講演会講演集, pp.103-108 2) 虫明功臣, 石崎勝義, 吉野文雄, 山口高志: 水環境の保全と再生 山海堂