

下水道整備に伴う流出量変化の予測

長崎大学工学部 学生員○竹谷 淳

長崎大学工学部 正 員 野口正人

長崎大学大学院 学生員 石川 大

1. まえがき

快適な水環境を達成するうえで、社会基盤の一つに数えられる下水道を整備していかなければならないことは言うまでもない。ところで、下水道敷設が地域の耐水性向上に役立っていることはよく知られているが、同時にそれが市街化に伴う流出量変化に影響を及ぼしているであろうことも容易に推察される。

上述されたことから本論では、流域での適切な水量制御を行うための基礎資料を得るために、背後地の市街化の進展に伴う土地利用形態の違いや、下水道敷設による都市基盤整備が流出量変化に及ぼす影響について検討した。

2. 市街化の進展に伴う流出量変化の予測

都市部の治水安全性を高めるためには、背後地の流域管理が適切に行われなければならない。そのため、土地利用に係る最新の情報を流出解析に反映させる必要があるが、その手法については著者らによっても既に検討されている¹⁾。以下では、リモートセンシング・データを利用した土地被覆分類結果を流出解析に役立てる方法について述べる。

実際の流出解析を行う場合、所要の予測精度に応じた流出解析モデルが選ばれることは当然である。ここでは、主として実用面に配慮して、単位図法が使用されるケースについて検討した。一例として、中安の総合単位図法を取り上げれば、単位図の形は、ピーク流量発生時刻： $T_1 = t_0 + 0.8 t_r$ （ここに t_0 ：遅れ時間、 t_r ：単位流量の継続時間）と流量が最大流量の0.3倍に減少するまでの時間： $T_{0.3}$ により決められる²⁾。もちろんこれらの諸量が流域の状態に密接に関連していることは明白であり、本式により妥当な流出量を計算するためには、その関係式を求めておかねばならない。

そのため、まず、対象流域の流域界（図-1）を1/25,000の地形図を用いて小流域毎に読み取り、ディジタイザーで処理したデータをパーソナル・コンピュータの画面上に表示した。つぎに、それと位置関係が合致しているリモートセンシング・データより、各ピクセル毎の土地被覆分類結果を集計し、各分類項目毎の面積を計算した。これらの結果については、表-1にまとめられている。なお、いわゆる幾何学的定義と異なり、グラフィックディスプレイ上では流域界を示す線分や節点も面積を有している。したがって、画像処理の精度を落とさないよう、これらの部分の分類結果は関係小流域の集計に比例配分した。以上の手順により求められた各小流域に対する土地被覆分類項目毎の面積より、 T_1 ならびに $T_{0.3}$ の評価を行った。その詳細については講演時に説明するが、いずれにしても、その関係式の妥当性については、多くの流域の流出量観測結果より更に検討することが必要である。図-2には、現況に対応した流出量結果と、市街化の進展が著しい小流域 No. 11の部分を100%不浸透域とした結果の比較が示されている。両者にはほとんど差異が認められないのは、既に市街化が大きく進展していることと、対象流域の全面積に占める当該面積の比率が小さかったためと思われる。また、総合単位図法では T_1 は流域の幾何学的形状のみによって決められるとされているため、土地被覆分類の違いを $T_{0.3}$ の評価にだけ考慮したことも違いが認められなかった理由の一つであろう。

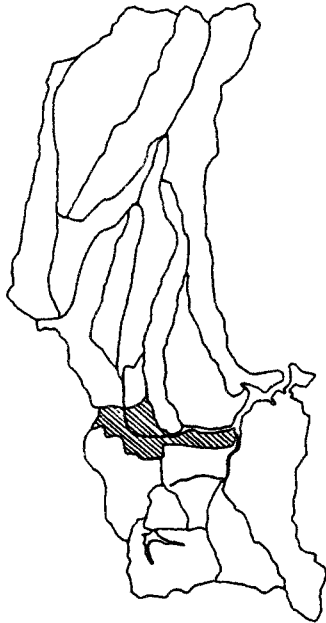
3. 下水道敷設に伴う流出量変化の予測

冒頭でも述べられたように、下水道事業が進展し、都市域に下水管渠が張りめぐらされると洪水の出が早くなることが予想される。その影響について定量的に評価するため、著者らが提案している都市域雨水排除モデルのNUMEROUSを用いて³⁾、小流域 No. 11内の下水区域で流量ハイドログラフを求めた。これらの方法で得られた流出量結果についても、図-2に示されている。実際には、流域を細分した小流域 No. 11の面積と、下水区域を基調にしたNUMEROUSの計算に用いられた面積は厳密には正しくないため、後者のハイドログラフは若干縮小せねばならない。しかし、そのようなことにも拘らず、下水道

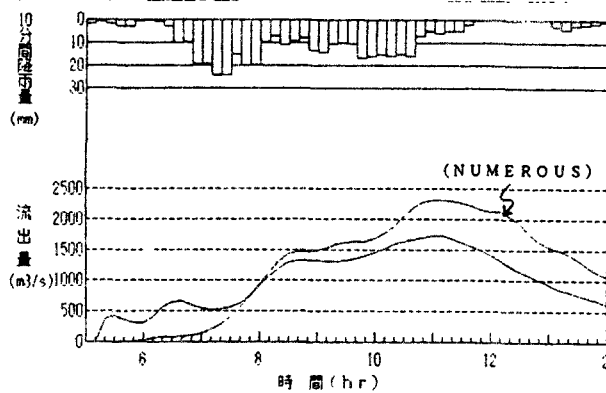
敷設により流出時間が早められている。これは、時には洪水排水路としての下水道の疎通機能を示すものであるが、急激な立ち上がりを見せる洪水に対しては、その安全性について十分な検討が必要なることを示している。

表－1 小流域毎の総面積と各土地被覆に対する面積（ドット数表示）

小流域番号	面積	土地被覆比率					
		森林	農地	市街地	水田	河川	水域
1	1874.17 (8.3)	957.00 (52.2)	0.00 (0.0)	174.50 (9.4)	190.33 (10.4)	352.33 (21.0)	0.00 (0.0)
2	2969.17 (11.1)	1524.50 (51.4)	1.00 (0.0)	954.50 (32.4)	931.83 (31.2)	164.33 (5.6)	78.00 (2.8)
3	2124.08 (7.8)	1085.25 (51.1)	0.00 (0.0)	539.50 (25.4)	242.50 (11.3)	166.68 (7.9)	50.00 (2.3)
4	3328.62 (12.5)	1919.08 (57.7)	0.00 (0.0)	525.90 (15.8)	982.83 (29.5)	444.00 (13.3)	57.00 (1.7)
5	1120.42 (4.2)	450.42 (40.2)	0.00 (0.0)	224.50 (20.0)	165.33 (14.8)	278.17 (24.8)	2.00 (0.2)
6	1711.17 (6.4)	529.33 (31.0)	0.00 (0.0)	407.00 (23.8)	355.50 (20.8)	489.33 (28.6)	0.00 (0.0)
7	849.00 (3.2)	473.17 (55.7)	0.00 (0.0)	68.50 (8.1)	114.00 (13.4)	192.33 (22.7)	1.00 (0.1)
8	1393.58 (5.2)	779.42 (55.9)	0.00 (0.0)	167.50 (12.0)	121.00 (8.7)	311.67 (22.6)	1.00 (0.1)
9	1160.33 (4.2)	469.33 (40.5)	0.00 (0.0)	257.00 (22.1)	137.33 (11.8)	298.67 (25.8)	0.00 (0.0)
10	1478.93 (5.5)	224.50 (15.2)	0.00 (0.0)	216.00 (14.6)	459.33 (31.1)	577.00 (39.0)	2.00 (0.2)
11	911.17 (3.4)	19.00 (2.1)	0.00 (0.0)	419.33 (46.0)	134.50 (14.7)	130.33 (14.3)	8.00 (0.9)
12	1169.50 (4.4)	323.43 (27.7)	0.00 (0.0)	576.67 (49.3)	55.00 (4.7)	253.00 (21.6)	1.00 (0.1)
13	959.71 (3.6)	57.67 (6.0)	0.00 (0.0)	413.34 (43.1)	228.50 (23.8)	260.00 (27.1)	0.00 (0.0)
14	3125.87 (11.5)	659.50 (21.1)	0.00 (0.0)	677.38 (21.7)	1129.00 (36.1)	659.00 (21.0)	0.00 (0.1)
15	938.67 (3.2)	71.67 (21.1)	8.00 (0.0)	122.50 (16.2)	22.00 (3.3)	122.50 (16.2)	0.00 (0.0)
16	1326.33 (5.0)	768.50 (57.4)	0.00 (0.0)	204.83 (15.4)	102.00 (7.6)	224.00 (16.8)	39.00 (2.9)
17	1059.58 (4.0)	543.83 (51.3)	0.00 (0.0)	132.25 (12.4)	132.00 (12.5)	251.50 (23.1)	0.00 (0.0)



図－1 流域分割図



図－2 流域の土地利用変化によるハイドログラフの比較

4. まとめ

好ましい流域管理を行うためには、流域変化に見合った流出解析を行うことが重要である。降雨量や流出量の水文観測資料が十分に整っていない流域や流域変貌が著しい地域では、精度良い流出解析が往々にして困難になる。本論では、市街化の進展に伴う流域変化を土地被覆状態の変化ならびに下水道整備に伴う手法について述べた。個々のパラメータの同定等、今後に残された課題も少ないが、流域の変化に応じた流出量変化を将来的に考えていく上で有効なモデルであると考えている。

（参考文献）

- 1) 田代・野口・松竹：各種の流域情報を考慮した流出解析法について、昭和63年度土木学会西部支部研究発表会、講演概要集、PP. 208-209, 1989
- 2) 建設省河川局監修、日本河川協会編：建設省河川砂防技術基準（案）、調査編、山海堂、PP. 144-147, 1976
- 3) S. Takanishi, M. Noguchi & T. Nakamura : SIMULATION OF URBAN STORMWATER BY "NUMEROUS", Proc. 24 IAHR Congress Madrid, A-99-108, 1991