

(II-91) 恩田川流域小支川における洪水時負荷量の多地点観測の試み

東京工業大学大学院 学生員 小澤 啓明
東京工業大学大学院 学生員 入江 光輝
東京工業大学総理工 正 員 石川 忠晴

1. はじめに

都市河川における洪水時負荷量は、流域の土地利用状況や排水路の状態及び先行降雨の有無などによって時空間的に大きく異なる。したがって、洪水時負荷量と流域の状況の関係を適正に評価するには、同一の降雨ついてなるべく多くの地点で採水分析をする必要がある。しかし、現実には、人員や機器の準備・配置の問題から、このような洪水観測はほとんど実現されていない。そこで、本研究では、増水時における多地点での採水を、無人で且つ安価に行うための簡易採水装置を考案し、この採水分析結果から増水時負荷量を推定する方法を検討した。また、鶴見川水系恩田川の支川において本手法の適用性を実地に検討した。

2. 多地点観測の方法

1) 簡易採水装置の概要

図-1に示すような簡易採水装置を製作した。ポリエチレン製の広口ビンの中に水が流入してビンが満たされると、中に入れてある発泡スチロールの玉がテーパの部分で口を塞ぎ、水が保存される仕組みである。このビン鉛直方向に並べておくと、水位の上昇に合わせて順次採水される。採水の行われた最上段のビンの位置がピーク水位に対応する。

2) 合理式によるハイドログラフの推定

この簡易採水装置は、水位が各ビンの呑み口に達した時点で採水されるため、採水時刻が不明確である。そこで、水位と時間の関係を別途推定する必要があるが、本研究では合理式を用いることにした。ピーク流量 Q_p は次式で表される。

$$Q_p = f_p \cdot r \cdot A / 3.6 \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (1)$$

ここに、 f_p :ピーク流出係数、 A :流域面積(km^2)、 r :洪水到達時間内の平均降雨強度(mm/h)である。洪水到達時間 T_p (hr)は建設省土木研究所で整理した式¹⁾から求めた。

$$\text{都市流域: } T_p = 2.40 \times 10^{-4} (L/S^{0.5})^{0.7} \quad (2)$$

$$\text{自然流域: } T_p = 1.67 \times 10^{-3} (L/S^{0.5})^{0.7}$$

ここに、 S :平均流路勾配、 L :流域最遠点からの流路長(m)である。

ピーク流出係数 f_p は、土地利用別の代表的な流出係数を文献値などから定め¹⁾²⁾、各流域における面積率を重みとした加重平均値とした。次に、合理式で採用する諸係数の妥当性を以下のようにチェックした。いくつかの洪水について、合理式から求まるピーク流量と、採水結果からわかるピーク水位を対応させると図-2のようになる。ここで、図中の実線は水路の状態から推定されるマニング係数を用いて計算された $H-Q$ 曲線である。両者が一致すれば、合理式の諸係数は概ね正しいと考えてよいであろう。

合理式から推定されたハイドログラフから、各々の高さの採水ビンで採水された時刻が特定できる。また、分析された水質項目に流量を乗じて積分することにより、増水期の負荷量が計算される。

図-1 簡易採水装置

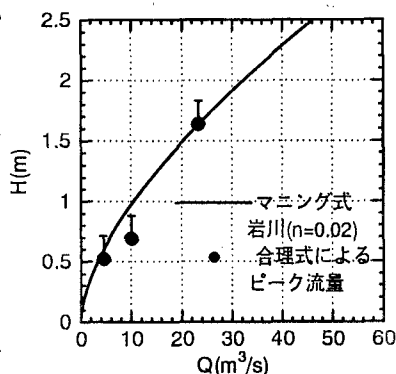
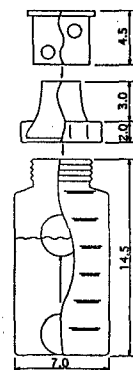


図-2 合理式によるピーク流量とマニング式の関係

3. 観測結果

恩田川支川のしらとり川に、簡易採水装置と共に、検証のために水位計と自動採水装置を設置して洪水観測を行った。

まず、上記の方法を用いて、合理式ハイドログラフを推定し、簡易採水装置の水質分析結果を時間に対応させた後、「濃度×流量」から負荷量を計算した。次に、水位計のデータからマニング式を用いてハイドログラフを求め（しらとり川は、コンクリート3面張りの水路であるため粗度係数を $n=0.012$ とした）、このハイドログラフと、自動採水装置で採水された水質分析結果から負荷量を計算した。

これらの計算結果を図-3に示す。上から、合理式によるハイドログラフ、マニング式によるハイドログラフ、簡易採水装置と自動採水装置の各々の分析結果から得られた濁度、T-P、T-CODの濃度の時系列である。実線が簡易採水装置の結果を、破線が自動採水装置の結果を表している。各項目の濃度を見ると、簡易採水装置の水質と自動採水装置の水質は概ね一致していることがわかる。そこで、グラフの網掛けをしてある時間について、両データからそれぞれ負荷量を計算した。計算結果を表-1に示す。濁度については簡易採水装置の増水時負荷量が1.78倍となっているが、他の項目は近い値になっていることがわかる。

4. 多地点観測

恩田川水系の7支川について1995年10月2日出水時に、上記の方法で増水時負荷量を求めた。これを各流域面積で割った単位面積当たりの負荷量を増水時平均濃度と共に表-2に示す。これからわかるように、隣接した排水区においても、同一降雨時の濃度及び負荷量は著しく異なっている。本研究の負荷量算出方法は、表-1に示したように数割の誤差を含んでいたが、しかし排水区ごとの負荷量の開きはそれより遥かに大きい。

したがって、本研究の手法は、土地利用状態などが異なる排水区の比較研究を行う上で、十分実用的であると考えられる。なお表-2の結果と土地利用状態との具体的な対応関係については別項³⁾で述べる。

＜参考文献＞

- 1) 水理公式集-昭和60年版-, 土木学会, P154、
- 2) 末石富太郎編: 衛生工学, 鹿島出版会, P. 169、
- 3) 鈴木, 小澤, 石川: 水洗化普及率と洪水水質の関係について, 第23回関東支部技術研究発表会

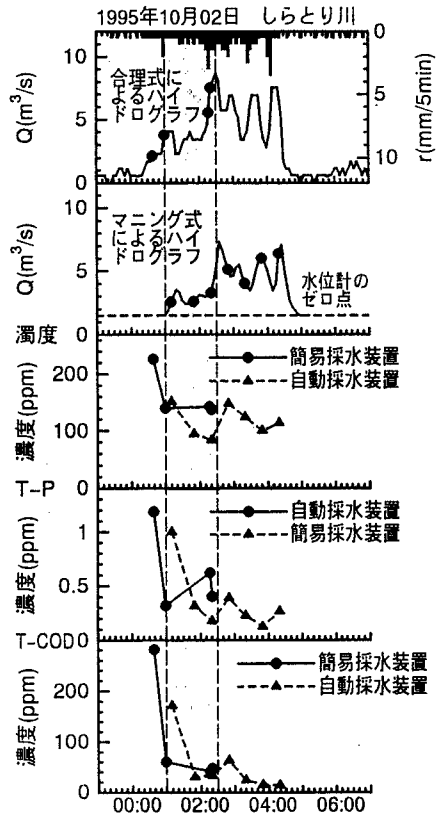


図-3 簡易採水装置と自動採水装置の濃度の比較

表-1 簡易採水装置と自動採水装置の増水時負荷量の比較

	濁度	T-P	T-COD
簡易採水装置による増水時負荷量	3117	10.26	1092
自動採水装置による増水時負荷量	1753	7.61	1178
自動採水に対する簡易採水の割合	1.778	1.348	0.927

(単位: kg)

表-2 各流域における単位面積当たりの負荷量と増水時平均濃度

観測流域	単位面積当たりの負荷量 (単位: kg/km²)			増水時平均濃度 (単位: mg/l)		
	濁度	T-P	T-COD	濁度	T-P	T-COD
恩田下水路	4267	44.63	2892	88.90	0.930	60.3
小川下水路	1791	13.26	1059	50.50	0.374	29.9
奈良川	10124	35.56	4086	166.72	0.586	67.3
岩川	5787	26.59	3168	288.66	1.326	158.0
しらとり川	1710	6.42	1010	89.95	0.338	53.1
梅田川	945	2.88	258	74.33	0.227	20.3
谷戸川	5274	17.73	1567	148.63	0.500	44.2