

早稲田大学理工学部 正会員 鮎川 登

国士舘大学工学部 正会員 O北川善廣

早稲田大学理工学部 学生会員 錦織和紀郎

1. はじめに 近年、流域の急激な宅地開発のために洪水流出量が増大し、水害が頻発し、あるいは水害の危険性が高まっている河川が少なくない。このような流域の開発に伴う水害問題に対処するためには、流域の土地利用の変化に伴う洪水流出量の変化を予測する必要がある。流域の土地利用の変化が流出過程に及ぼす主な影響としては、雨水の浸透の変化および洪水到達時間の変化が考えられる。我々は雨水の浸透の変化の影響を貯留関数法による有効雨量の算定法に従い、流出率と飽和雨量で評価し、洪水到達時間の変化の影響を流域の等価粗度で評価する流出モデルを提案した。本流出モデルの適用性を検討し、またモデルに含まれるパラメータの値を土地利用形態ごとに決定するために、流域の土地利用の状態がほぼ単一である流域について本流出モデルを適用し、流出解析を試みている。ここでは、都市流域への適用例として谷端川および山崎川の流出解析を行なった結果について述べる。

2. 流出モデル 流出モデルとしては雨水の到達時間をパラメータとする線型貯水池モデルを用いる。m段の線型貯水池モデルの単位図 $u(t)$ は次式で与えられる。

$$u(t) = \frac{1}{K \cdot \Gamma(m)} \left(\frac{t}{K} \right)^{m-1} e^{-\frac{t}{K}} \quad \text{--- (1)} \quad K = \frac{M}{m} \quad \text{--- (2)}$$

ここで、Kは係数、Mは降雨ハイドログラフの重心と流出ハイドログラフの重心の時間差である。Mと雨水到達時間 t_c との間には $M = t_c/2$ の関係がある。したがって、(2)式は $K = t_c/2m$ になる。

雨水の到達時間 t_c は kinematic wave 法により算定すると、次のようになる。

$$t_r \geq t_c : t_c = \left(\frac{L}{\alpha R_e^{2/3}} \right)^{3/5}, \quad t_r < t_c : t_c = t_r + \frac{L - \alpha R_e^{2/3} t_r^{5/3}}{\frac{5}{3} \alpha (R_e \cdot t_r)^{2/3}} \quad \text{--- (3)}$$

ここで、Lは小流域の斜面長、 $\alpha = \sqrt{\sin \theta}/N$ 、 θ は斜面の傾斜角、Nは斜面の等価粗度、 R_e は有効雨量である。なお、有効雨量は次式のような貯留関数法による算定法に従っている。

$$\Sigma R < R_{sa} : R_e = f_1 \cdot R, \quad \Sigma R \geq R_{sa} : R_e = f_2 \cdot R \quad \text{--- (4)}$$

ここで、Rは雨量、 ΣR は累加雨量、 R_{sa} は飽和雨量、 f_1 は一次流出率、 f_2 は二次流出率である。

3. 流出解析の結果 流出計算には2段 ($m=2$) の線型貯水池モデルを用いている。

3-1. 谷端川の流出解析 谷端川は東京都板橋区の住宅街にあり、流域は市街化率が100%、不透水面積率が52.1%と完全な都市化流域であり、下水道が完備されている。流域面積542 km²、流域斜面勾配 1/694、流路延長3.38 km、流路勾配 1/370 で石神井川に流出する。流出計算は、流域を谷端川の右岸側と左岸側の2つの小流域に分割して行ない、資料¹⁾は建設省土木研究所が公表した昭和47~49年における洪水時の m を用いた。計算結果を図-1~3に示す。

3-2. 山崎川の流出解析 山崎川は名古屋市中種田から名古屋港に注ぐ二級河川であり、流域は市街化率が91%、不透水面積率が43.5%と完全な都市化流域であり、下水道が完備されている。流域面積13.48 km²、流域斜面勾配 1/5~1/29、流路延長5.81 km、流路勾配 1/300~1/500 の河川である。建設省中部地建庄内川工事事務所が公表した昭和46~49年の資料²⁾に基づいて流出解析を行なった。流出計算は流域を6つの小流域に分割して行なった。計算結果を図-4~6に示す。

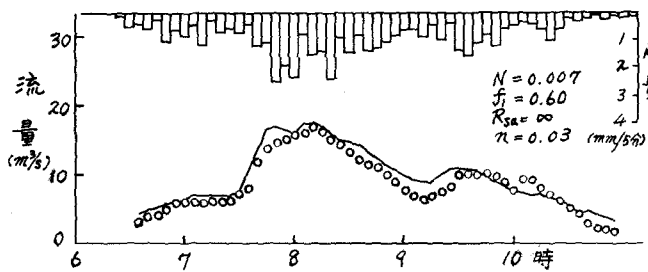


図-1 谷端川 (昭和47年7月15日出水) 総雨量25mm

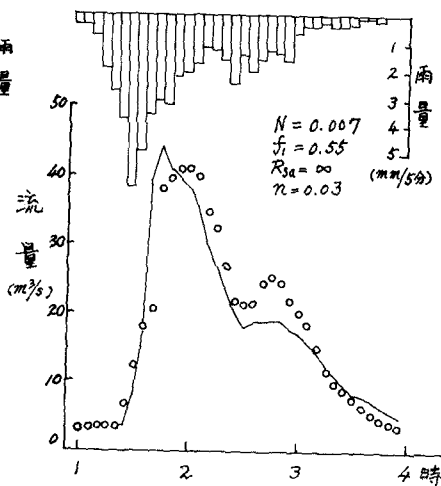


図-2 谷端川 (昭和48年10月14日出水) 総雨量72mm

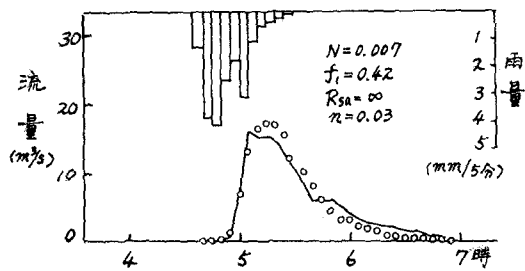


図-3 谷端川 (昭和49年8月14日出水) 総雨量19.1mm

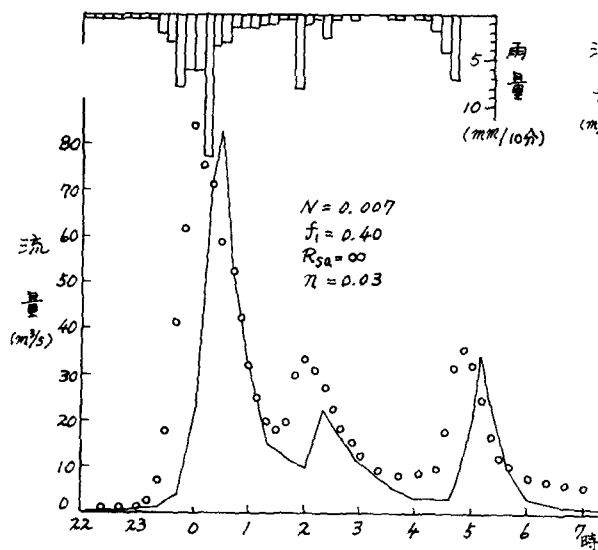


図-4 山崎川 (昭和46年7月7日出水) 総雨量87mm

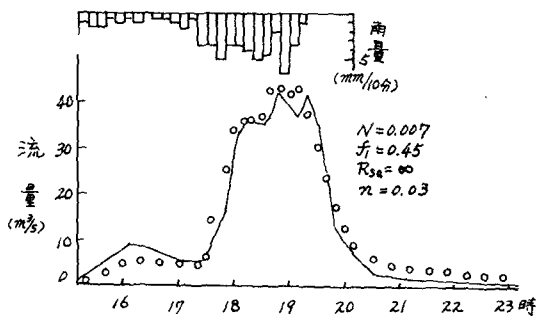


図-5 山崎川 (昭和48年5月2日出水) 総雨量64mm

4. まとめ 本流出モデルを流域が完全に都市化された谷端川および山崎川に適用した結果、妥当な結果が得られた。なお、 N の値が下水道が整備された流域では $N=0.007$ と統一され、 f_i は一般に言われているように不浸透面積率に見合った値が得られた。おわりに、貴重な資料を提供して下さい建設省土木研究所および中部地建庄内川工事々務所の方々に感謝いたします。

(参考文献)
1) 建設省土木研究所、都内谷端川・桃園川排水区水文観測資料、土木研究所資料第1026号、昭和50年3月

2) 建設省中部地建庄内川工事々務所、庄内川流出試験地水文資料、昭和50年9月。

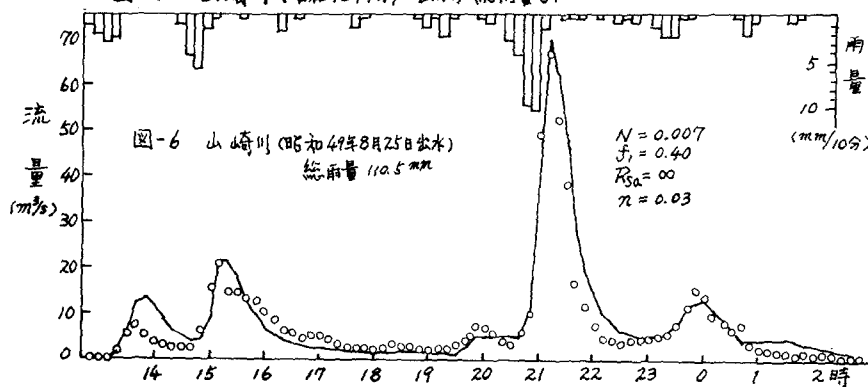


図-6 山崎川 (昭和49年8月25日出水) 総雨量110.5mm