

II-55 谷端川試験流域における洪水流出解析

東京都立大学工学部 正員 藤村和正
東京都立大学工学部 正員 安藤義久
東京都下水道局 横山博一

1. はじめに

従来、洪水流出解析を行う場合、降雨の扱いは対象流域内のどの流域でも一様であるとしていることが多い。しかし、このような降雨の扱いは、実際の降雨状況に即していない。今日、流域内の降雨分布状況を考慮した流出モデルの研究が、レーダー雨量計の発達とともに、進められている。

本研究は、東京の西池袋に位置する石神井川支川の谷端川（流域面積 5.42km²、図1）を対象として、Kinematic Wave モデルの都市域における適合性について検討する。なお、雨量データは流域内6地点に設置した転倒桁型自記雨量計により得られるデータを分布性のある降雨データとみなした。

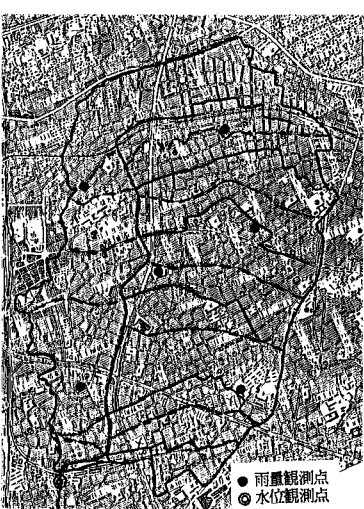


図1. 谷端川試験流域

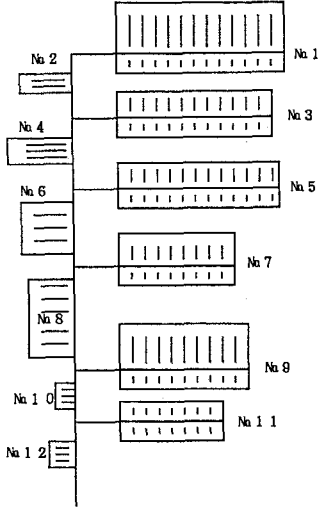


図2. 流域のモデル化

2. 対象流域と流出モデル

(1) 対象流域のモデル化

流出計算を Kinematic Wave 法で行う場合、実流域を簡単なモデルに置き換えることが必要である。本研究では、地形図から分水嶺、土地利用などの表層条件が急変するような場所を境界として図2に示すような12ブロックに分割した。

(2) 有効降雨

都市域の浸透能特性を考慮するため、本研究では有効降雨を次のように考える¹⁾。

土地利用の分類を浸透域が民家の間地と運動場の2つ、そして不浸透域（屋根、道路等）、計3分類とする。不浸透域では初期損失 L_{imp} のみを損失降雨とする。 $Re_{imp}(t)$ は不浸透域の有効降雨の時系列である。

$$Re_{imp}(t) = \begin{cases} 0 & \Sigma R(t) \leq L_{imp} \\ R(t) & \Sigma R(t) > L_{imp} \end{cases}$$

浸透域では土地利用(k)ごとの初期損失 $L^{(k)}$ と終期浸透能 $IC^{(k)}$ を損失降雨とする。土地利用(k)における有効降雨の時系列 $Rep^{(k)}(t)$ は次のようになる。

$$\begin{aligned} \Sigma R(t) \leq L^{(k)} & \quad \text{ならば} \quad Rep^{(k)}(t) = 0 \\ \Sigma R(t) > L^{(k)} & \quad \text{ならば} \quad Rep^{(k)}(t) = \begin{cases} 0 & R(t) \leq IC^{(k)} \\ R(t) - IC^{(k)} & R(t) > IC^{(k)} \end{cases} \end{aligned}$$

不浸透域の初期損失は従来の研究と同様 2mmとし、浸透域についてはハイドログラフのピーク流量が実測値と計算値が近い値となるよう 10~70mm の範囲で設定する。終期浸透能は、現地散水実験で得られた表1の数値を用いる。

表1. 終期浸透能の中央値

土地利用	終期浸透能の中央値
運動場	3.8 mm/h
民家の間地	11.3 mm/h

(3) 基礎式

洪水流出の構造は、図2で示したように斜面流と河道流の組合せと考え、それぞれに運動方程式と連続式が与えられる²⁾。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{斜面流} \left\{ \begin{array}{l} q = \frac{1}{N} h^{\frac{5}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots\dots(2-1) \\ \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = r \quad \dots\dots\dots(2-2) \end{array} \right. \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{河道流} \left\{ \begin{array}{l} A = K Q^P \quad (\text{管渠の場合}) \quad \dots(2-3) \\ \text{or } Q = \frac{1}{n} A R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (\text{矩形断面の場合}) \quad \dots(2-4) \\ \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial X} = q \quad \dots(2-5) \end{array} \right. \end{array} \right.$$

$\left\{ \begin{array}{l} A: \text{河道の流水断面積} \quad X, x: \text{距離} \\ h: \text{雨水流の水深} \quad t: \text{時間} \\ r: \text{有効雨量強度} \quad Q: \text{流量} \\ q: \text{斜面単位幅流量} \quad K, P: \text{定数} \\ n: \text{マンングの粗度係数} \quad N: \text{等価粗度} \end{array} \right.$

上式中の等価粗度N及び粗度係数nの設定は、安藤・鈴木・鍋山・西島の同流域での研究³⁾でN=0.008、n=0.02が最適とされているので、本研究もこの数値を用いる。また、計算は差分法で行う。

3. 解析結果と考察

対象洪水は、1989年～1990年におけるピーク時の雨量強度が約15mm/h以上ある降雨を選び解析を行った。図3にその1例を示し、表2にその結果を示す。

ピーク流量と総流出量の相対誤差で解析結果を検証してみる。ピーク流量については、もともと相対誤差を小さくするような初期損失の与え方をしているのだが、従来の研究³⁾では10.3%以内であった。本研究では、すべて3.7%以内であるから非常に良い結果といえる。総流出量については、6洪水のうち3洪水が2%前後、残りが約10%前後と見ることができ、評価の仕方が難しい。しかし、ハイドログラフの波形を見るとどれも非常に良く合致している。ただ、減水部のズレが大きいものが総流量の相対誤差に影響しているといえる。

結論として、谷端川試験流域において降雨域の分布を考慮した流出モデルで良好な結果を得ることができた。

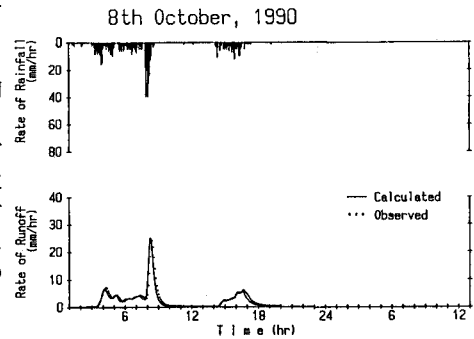


図3. 解析結果の一例

4. おわりに

今後は、対象流域を主要な都市河川の流域に広げ、レーダー雨量計のデータを用いて流出解析を行い、低平地域における河川流出の予測、本モデルの評価を検討して行きたい。

本研究は、当時学生の宇野昌利氏の協力を得て行われた。ここに記して感謝の意を表したい。

表2. 解析結果

No.	洪水年月日	総雨量 (mm)	総流出量 (mm)			ピーク流量 (mm/h)		
			実測値	計算値	相対誤差 (%)	実測値	計算値	相対誤差 (%)
1	1989. 9.19	68.4	41.1	41.9	-1.9	33.8	33.4	1.2
2	1989. 9.23	28.5	15.3	15.7	-2.5	18.9	19.1	-1.1
3	1990. 9.13	50.9	36.9	36.1	2.2	30.2	30.2	0.0
4	1990. 9.19	30.8	19.9	17.7	11.1	21.5	22.0	-2.3
5	1990. 9.30	140.4	109.5	95.4	12.9	26.9	25.8	3.7
6	1990.10. 8	67.6	45.7	41.2	9.8	24.1	25.0	-3.7

参考文献

- 1) 安藤・高橋・和泉・金尾：土地利用別の浸透能特性を考慮した都市流域の洪水流出解析、第29回水理講演会論文集、PP49-54、1985
- 2) 永井・角屋：洪水流出モデルの適用比較、京大防災年報、第21号 B-2、PP235-249、1978
- 3) 安藤・鈴木・鍋山・西島：東京域レーダ雨量計の流出解析への活用に関する予備的研究、水文・水資源学会1990年研究発表会要旨集、PP216-219、1990