

建設省猪名川工事事務所 正員の橋本 健

(前同 土木研究所)

建設省土木研究所

長谷川 正

はじめに

全面的あるいは部分的に都市化が進行しつつある流域、山地の一部を開拓して放牧地やゴルフ場を造成する計画がある流域などにおいて、土地利用の変化が流出にどのような変化をもたらすかということは、過去10年間にあける応用水文学上最大の関心事であったばかりでなく、近年における河川計画上の諸問題の中でも大きな部分を占めている。ここでは、土地利用の変化が流出に及ぼす影響を評価するための条件として5項目を設け、モデルにくみ込んで行く方法をとった。

I. 斜面上の流水の非線形性が表現できること。

II. 河道の洪水伝播機能が表現できること。

III. 土地利用形態の差異による流出の差異を表現できること。

IV. 総合化の程度が高いこと。

V. 当該河川流域内の他の排水計画(下水道・中小河川etc)に使われるモデルと共通性が高いこと。

1. モデルの概要

1.1. 有効降雨モデル

土地利用形態ごとに、最も適すると考えられる有効降雨モデルを採用し、そのパラメータを試算によって最適化する方法をとった。斜面モデル、河道モデルに含まれるパラメータは、後述するように、あらかじめ物理的に固定しておくので、本モデルでは、有効降雨モデルのみが試算パラメータを持つことになる。

1.2. 斜面モデル

下水道・中小河川の排水計画においては、合理式が使用されることが圧倒的に多い。条件V.を満たすKは合理式からスタートするのが最も合理的なようである。ここでは、洪水の到達時間の推定に角屋地による実用推定式を用いる。

$$t_c = C \cdot A^x \cdot I_e^y \quad \text{--- (1)}$$

Cはkinematicな仮定に立てば次の比例関係を満たすと考えられる。

$$C \propto N^{1/4} \cdot S^{-1/2} \quad \text{--- (2)}$$

ここにNは等価粗度、Sは斜面勾配。

有効降雨のハイトグラフが与えられれば図-1のようにして t_c が決定される。さらに、比較的滑らかな流出ハイドログラフが得られるように、次の指数単位図を用いる。

$$U(t) = \begin{cases} 0 & (t < 0) \\ \frac{1}{k} e^{-t/k} & (t \geq 0) \end{cases} \quad \text{--- (3)}$$

ここに $k = t_c/2$ --- (3')

合理式と(3)式の2つの単位図を結びつける t_c からKへの換算(3)式は吉野による図-2を根拠にしている。 t_c が与えられた時の合理式、指数単位図、およびkinematic waveによる流出の比較を図-3にあげる。(1)式により有効降雨強度の影響が取り入れられて非線形的な効果が表現できるが、最終的には(3)式によ

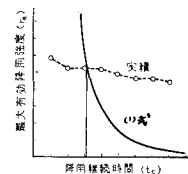


図-1 t_c の決定法

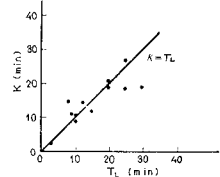


図-2 $t_c \dots K$ の相関 ($T_L = t_c/2$)

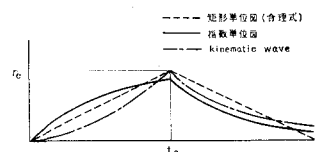


図-3 流出波形の比較

るので、このようなモデルを「準線形貯留型モデル」と呼ぶことにする。

1.3. 河道モデル

河道の洪水伝播機能は大別して、①輸送速度と②減効果で特性付けられるが、河道の横断形状、勾配、粗度等から物理的にパラメータが決定できるkinematic channelを採用した。

2. 適用例

2.1. 多摩川

モデルの第一次同定として、多摩川(石原地点 $A=1040\text{km}^2$)における昭和49年9月1日出水を取りあげた。流域分割は、各種土地利用形態の上下流分布による差異も評価できるように19流域とした。山林流域については岡本の関東地域の調査をもとに $f_1=0.25, R_{sa}=150\text{mm}$ とした。また、丘陵・市街地については根拠ある資料は得られなかったが、丘陵では $f_1=0.5, R_{sa}=150\text{mm}$ 、市街地においては $f_1=0.7, R_{sa}=\infty$ とした。結果を図-4に示す。

2.2. 鶴見川

対象地点は、上流部落合橋($A=109\text{km}^2$)である。この流域はいわゆる多摩丘陵地帯で、地質的には関東ロームが上部土壌層となっている。近年、首都圏のスプロール化現象をうけ都市化が進行しつつある。最近の顕著な出水である昭和51年9月8日出水を用いた。河道は井田法により、奥測横断面からH-Q、H-Aを作成し、さらに $Q-dQ/dA$ 関係を求めた。試算結果を図-5に示す。次に過去に遡って、土地利用の変化が流出にどのような変化をもたらしたかを検討してみる。有効降雨パラメータは動かさない。結果を図-6に示す。

2.3. 石神井川

石神井川は荒川水系隅田川の右支川で、関東ロームで被覆された台地を主とした流域(根村橋地点 $A=62\text{km}^2$)である。この流域を変化させてきた要素としては、①戦後の急速な都市化②河道改修および③下水道の整備の3つが考えられる。試算に使用した出水は昭和33年9月26日、昭和41年6月28日のものを用いた。有効降雨モデルは市街地、畑地ともに「一次流出率(f_1)-飽和雨量(R_{sa})-飽和流出率(f_{sa})」モデルを採用した。有効降雨パラメータは試算で求めたが、その値は両出水で不変として調整する。

次に調整のすんだモデルを用いて、前述した3つの要素について流出の予測をしてみる。入力として、昭和33年の狩野川台風による降雨を用いた。結果の一部を図-7に示す。

表-1 石神井川の有効降雨パラメータ

	f_1	R_{sa}	f_{sa}
畑地	0.15	300.0	0.6
市街地	0.6	∞	-

あとがき

本報をまとめるにあたっては京都大学防災研究所の角屋教授に多くの示唆をいただいた。また京浜工事長谷川虎作氏、秋常秀明技官、東京都河川部計画課佐藤茂夫氏には貴重な資料を頂いた。記して謝する次第である。

[参考文献] (1) 角屋、福島：洪水到達時間と実用推定式について、土木学会第30回年講、1975 (2) 橋本、長谷川：土地利用変化を評価する流出モデル、土木技術資料Vol.19.No.5、1977

