

建設省土木研究所 正員 〇佐合 純造
 長谷川 正
 武蔵工業大学 内田 和男

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年間に於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に次の5項目を条件として設けモデルに組込んでいく方法をとった。

- I. 斜面上の流れ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.)に使用されてい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り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を満たすには、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他による実用推定式を用いる。

$$t_c = C \cdot A^x \cdot r_0^{-y} \quad \text{----- (1)}$$

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。

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

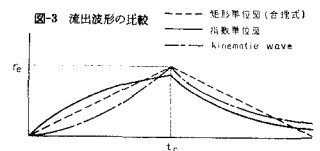
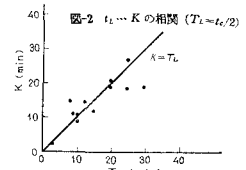
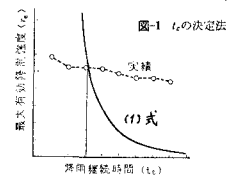
ここにNは等価粗度、Sは斜面勾配。

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。更に、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。

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

$$\text{ここに } K = t_c / 2 \quad \text{----- (3')}$$

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てい減効果で特性づけられるが、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. 計算例

モデル流域・モデル降雨を次の条件で設定し、モデルの特性を調べた。

流域面積 360 km^2 ・縦：横 = $3.6 : 1$ の細長い流域とした。降雨は総雨量 300 mm ・最大降雨強度 50 mm/hr ・継続時間 24 hr で、降雨パターンを前方集中型・中央集中型・後方集中型の3種類に分けた。又、土地利用形態は山林・水田・公共下水道の完備した市街地(以下、市街地(4°)と称す)とした。有効降雨モデルでは、洪水到達時間の差異による流出波形を見たかったので、損失のないモデルとした。

図-4~6は単流域での流出波形を示したもので、前方集中型・中央集中型・後方集中型の降雨パターン別に、流域が山林・水田・市街地(4°)がそれぞれ100%の時の流出波形を図示したものである。

それぞれの流出波形の差異は洪水到達時間によるもので、たとえば水田で 20.0 hr 、山林で 5.3 hr 、市街地(4°)で 1.0 hr となっている。又、降雨パターン別に見ると中央集中型・後方集中型がほぼ同じピーク値を示しており、計画側で見ると降雨は一般的な形である中央集中型を用いれば安全側であると思われる。

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頂いた。

【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

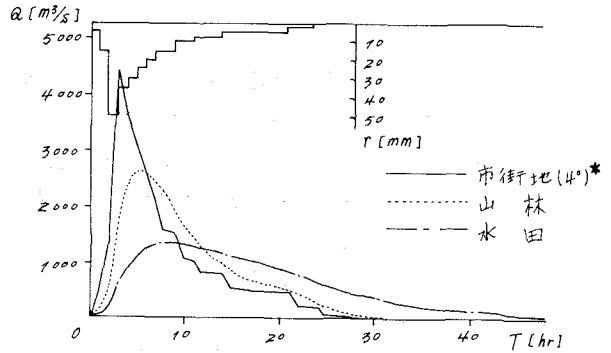


図-4 降雨パターンによる流出の変化(前方集中)

* 公共下水道の完備した市街地

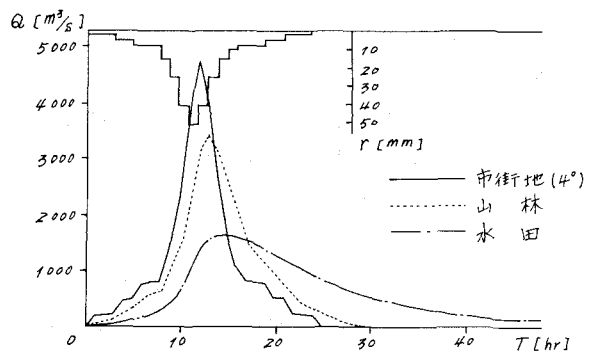


図-5 降雨パターンによる流出の変化(中央集中)

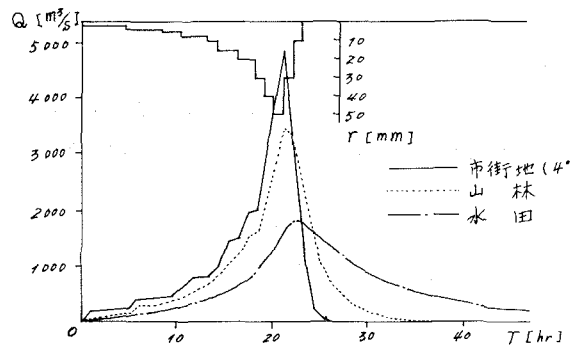


図-6 降雨パターンによる流出の変化(後方集中)