

II-43

斜面-河道系流域の洪水到達時間

神戸大学工学部 正 員 神田 徹
 神戸大学工学部 正 員 神吉 和夫
 東海旅客鉄道 正 員 ○元木沢知紀
 神戸大学大学院 学生員 黒沢 正之

1. まえがき

筆者らは前報¹⁾において、単一斜面のみの流域モデルを対象として降雨の非定常性が雨水擾乱の伝播時間とどのように関係するかを示した。本研究では、単一の斜面と河道からなる流域を対象として、降雨強度の時間変化が三角波形であるとして降雨の非定常性や河道流を含むことによるピーク流出特性への影響について検討した。

2. 洪水到達時間と平均降雨強度の関係

斜面流および河道流に対するkinematic waveモデルの基礎式は次の通りである。

$$\text{斜面流: } \partial h / \partial t + \partial q / \partial x = r \quad (1) \quad h = k q^p \quad (2)$$

$$\text{河道流: } \partial W / \partial t + \partial Q / \partial X = I \quad (3) \quad W = K Q^P \quad (4)$$

ここに、 r ：空間的に一様で、図-2のような時間的変化をする有効降雨強度、 I ：河道単位長当りの横流入量（斜面末端の流量）、 k, p, K, P ：定数。

本研究では、斜面上流端での特性曲線の出発時刻から河道下流端での到着時刻までの時間間隔を洪水到達時間 T_t と定義し、図-2のようにCASE-1, 2の2通りの T_t について検討する。 $p=0.6, k=1.25, P=0.7, K=1.0$ として式(1)~(4)の数値計算を行い、 T_t とこの T_t 内の平均降雨強度 $R_{m.p}$ の関係をプロットしたものが図-3である。流域面積を一定（ $A=1\text{km}^2$ ）とすると、斜面長と河道長の比 b/L が $T_t-R_{m.p}$ の関係に影響するが、 b/L の各値に対しては T_t と $R_{m.p}$ はほぼ直線的関係を示す。また、図中の実線は定常降雨の場合であり、 $p=P$ の時これは厳密に直線となる。

3. 降雨の非定常性の影響

洪水到達時間およびピーク流出量に及ぼす降雨の非定常性の影響を表わす指標としてそれぞれ次の量をとる。

$$Et = (T_t - T_{t.o}) / T_{t.o} \quad (5) \quad Eq = (Q_p - Q_{p.o}) / Q_{p.o} \quad (6)$$

ここに、 T_t ：洪水到達時間、 Q_p ：ピーク流出量、添字 o は定常降雨の場合を示す。

Et, Eq と次式の M との関係をそれぞれ図-4, 図-5に示す。

$$\text{CASE-1: } M = \{ (t_r/2) - t_{1t} \} / t_r \quad \text{CASE-2: } M = \{ (t_r/2) - t_{1p} \} / t_r \quad (7)$$

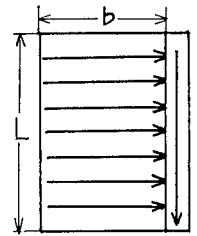


図-1

斜面-河道系流域

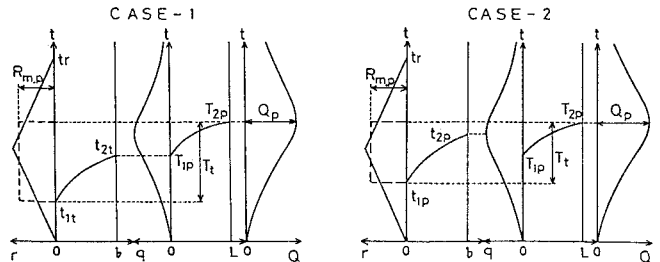
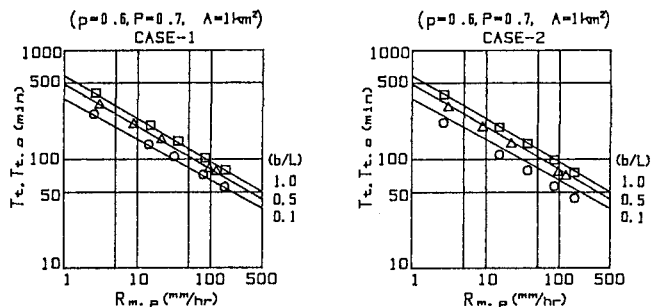


図-2 洪水到達時間の定義

図-3 $T_t, T_{t.o} \sim R_{m.p}$ 関係

ここに、 t_r :降雨継続時間、また、 $d^* = \{k b^p / (r_p/2)^{1-p} t_r\}^{1/p}$ は斜面流を規定するパラメータである（ r_p :ピーク降雨強度）。 E_t に関してはCASE-1では d^* に関係せず M の増加とともに大きくなる。しかし、 M のあまり大きくない範囲では、 E_t は数%以下で非定常性の影響はほぼ無視できる。また、CASE-2では M あるいは d^* が同じ、すなわち斜面流が同一の場合には河道流のパラメータ $D^* = \{K b^{p-1} L^p / (r_p/2)^{1-p} t_r\}^{1/p}$ が大きい程 E_t は大きな負の値をとる。つまり、河道流の影響が大きくなると降雨の非定常性の影響が無視できない。つぎに、 E_q に関しては、CASE-1では M の値の増加とともに E_q は大きくなるが d^* の値も関係する。CASE-2では河道流の影響はほとんどなく、 M の増加とともに E_q は大きくなる。両者のCASEともに M が大きくなると降雨の非定常性の影響を無視できなくなる。

4. ピーク流出特性に関する河道の効果

$A=1, 10\text{km}^2$, $b/L=0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0$ とし、 $r_p=20, 60\text{mm/hr}$, $t_r=10\text{hr}$ として斜面系（斜面のみの流域）と斜面－河道系（斜面と河道からなる流域）のピーク流出特性を求め、両者の差によって河道効果を評価する。

$$Vt = (T_t - t_p) / t_p \quad (8)$$

$$Vq = (Q_p - q_p L) / q_p L \quad (9)$$

ここに、 t_p :斜面系の洪水到達時間、 q_p :斜面の単位幅当りのピーク流出量。

Vt と b/L の関係を示したものが図-6である。この図より、 Vt に關係する要素としては流域面積や降雨強度に比べて b/L が卓越しており、 b/L が小さくなると

Vt は急激に大きくなる。CASE-1では b/L がかなり大きくなっても河道効果は大きい、CASE-2では b/L が少し大きくなると Vt は数%以下になるので河道効果は無視できる。 Vq は b/L が小さくてもかなり小さいので、ピーク流出量に対する河道流の影響は少ない。

5. あとがき

斜面と河道からなる単純な流域モデルではあるが、洪水到達時間と平均降雨強度との関係は斜面系流域と同様に直線的関係（両対数紙上で）で表わされることが確かめられた。つぎに、降雨の非定常性が洪水到達時間およびピーク流出量に及ぼす影響を明らかにし、またこれらのピーク流出特性に及ぼす河道効果は斜面長と河道長の比によって明確に評価できることを示した。

参考文献：1） 神田・前田：非定常降雨による斜面流の伝播時間，第30回水理講演会論文集，1986。

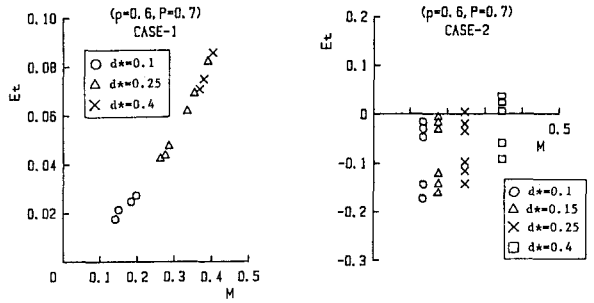


図-4 $E_t \sim M$ 関係

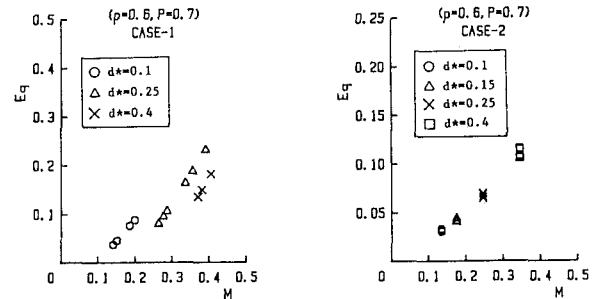


図-5 $E_q \sim M$ 関係

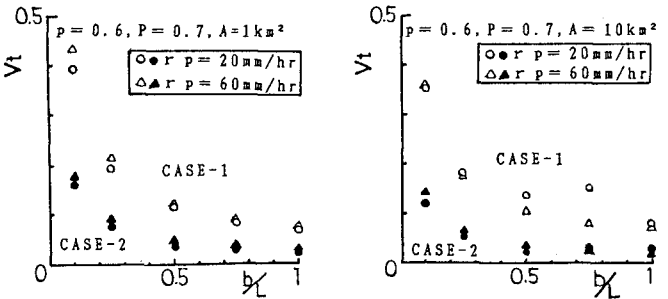


図-6 $Vt \sim b/L$ 関係