

九州大学 工学部 正 員 平野 宗夫

九州大学 大学院 学生員 ○木川 良二

九州大学 工学部 学生員 上田 誠

1. まえがき

河川における流出現象は、斜面要素と河道要素に大きく左右される。それらの長さ、勾配、粗度等の平均値だけでなく、それらの分布状態も流出過程に重要な影響を与える。ここでは、斜面要素の内でも斜面長の分布に注目した。そこで斜面長さ到達時間の分布を考慮した流出解析法を用い、河道最上流部における斜面長さ分布の標準偏差と流出状態の関係を検討し、山地小流域における流出機構を究明した。

2. 流出の計算法

Kinematic Wave 法により、時間 t に、長さ l 、到達時間 T の斜面から流出してくる量 $g(t)$ は、

$$g(t) = \frac{1}{K^{\frac{1}{p}}} \left[\int_0^T r_e(t-\tau) d\tau \right]^{\frac{1}{p}} \quad \text{したがって} \quad l = \frac{1}{PK^{\frac{1}{p}}} \int_0^T \left[\int_u^T r_e(t-\tau) d\tau \right]^{\frac{1-p}{p}} du \quad (1) \quad (2)$$

となる。上記の2式(1)(2)より K を消去すると、次式となる。

$$g(t) = P \cdot l \left[\int_0^T r_e(t-\tau) d\tau \right] / \left[\int_0^T \left[\int_u^T r_e(t-\tau) d\tau \right]^{\frac{1-p}{p}} du \right] \quad (3)$$

時間 t における河道の流量 $Q(t)$ は河道要素と斜面要素に対して無視すると、

$$Q(t) = \sum g \cdot b = \sum R(t, T) \cdot l \cdot b \quad (4)$$

$$\text{ここに} \quad R(t, T) = P \cdot \left[\int_0^T r_e(t-\tau) d\tau \right] / \left[\int_0^T \left[\int_u^T r_e(t-\tau) d\tau \right]^{\frac{1-p}{p}} du \right]$$

b は長さ l 、到達時間 T の斜面の幅である。ここで lb は到達時間が T の斜面の面積であるから、これを流域面積 A で割った lb/A は到達時間 T の確率密度 $\varphi(T)$ とみなすことができる。従って(4)式は、

$$Q(t) = A \cdot \int_0^\infty \varphi(T) \cdot R(t, T) dT \quad \text{ここに} \quad \int_0^\infty \varphi(T) dT = 1 \quad (5)$$

$P=1$ の場合は、単位図にほかならない。 $P \neq 1$ の場合は、 T は降雨強度と分布により変化し、そのままでは考えにくい。そこで単位降雨強度 i_0 が長時間降った場合の到達時間 T_0 とその分布を考慮して(2)式より

$$T_0 = r_0^{p-1} \left\{ \int_0^T \left[\int_u^T r_e(t-\tau) d\tau \right]^{\frac{1-p}{p}} du \right\}^p$$

となるので上式により任意の降雨分布の際の T に対する T_0 を求め、その T_0 に対する確率密度を用いればよい。

3. 流出試験地への適用

a) 適用試験地：岡山県竜ノ口理水試験地で、図-1 のように流域面積 $A_s = 0.226 \text{ km}^2$ の南谷と、 $A_n = 0.173 \text{ km}^2$ の北谷からなっている。

b) 有効雨量：²⁾ 南、北谷とも、まず平均降雨強度で分類した Horton 形 $[f = f_0 t + \frac{f_0 - f_2}{k} (1 - e^{-kt})]$ の損失曲

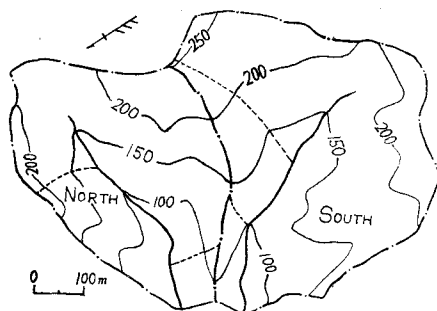


図-1 竜ノ口流域地形図

線を求め、初期損失を除いた総雨量より漸次差し引いたものを用いた。

c) 斜面長の分布: $1/2000$ の地図上において、河道にそって等間隔(40m毎)に点を取り、その点より斜面上の等高線に直交するように分水界まで線を引き、その長さ l を測定してHazen紙上にプロットすると、南、北谷では、図-2のようになる。図より l の分布は南谷は標準偏差 $\sigma = 2.00$ 、北谷は $\sigma = 1.67$ の対数正規分布に近いことがわかる。

d) 洪水への適用: b)の方法で得

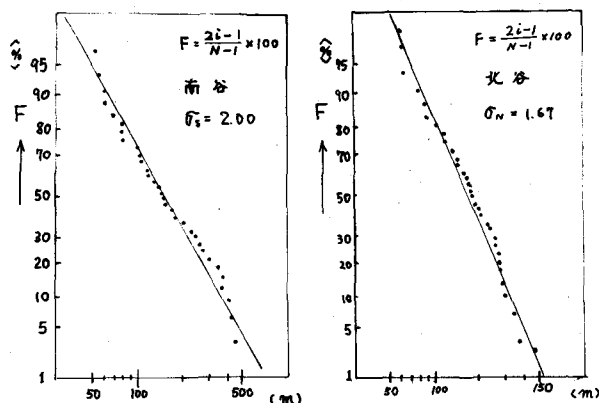


図-2 斜面長(l)のHazen紙上プロット

られた南谷、北谷のそれぞれの有効雨量を用い、上記の計算法($P=0.60$ の場合)にのっとり計算した結果を図-3に示す。南、北谷いずれの場合も地図より求めた斜面長 l の分布と T の分布がほぼ等しいことがわかる。ピーク流出係数(Q_p/R_p)は南谷では0.460、北谷では0.551となり、北谷の方が南谷よりも流域の形が細長い、しかしピーク流量が大きいことがわかる。

e) 単位雨量のシミュレーション: T の流出に及ぼす影響を知るために、50mm(10mm×5hr)の有効雨量を与えた。比較のために流量を比流量に換算しておいた計算結果が、図-4である。図より T の小さいほど、すなわち、流域の形が細長いほどピーク流量は大きくなっている。

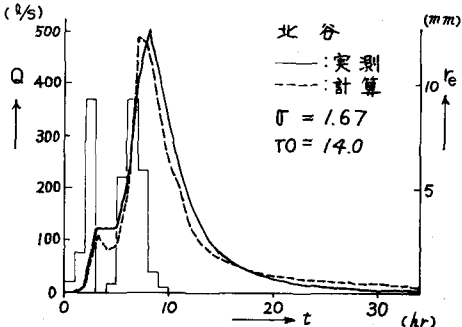
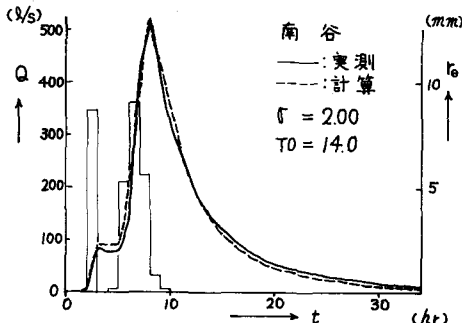


図-3 計算流量と実測流量との比較

4 むすび

本報では、斜面長 l の分布の σ が流出に及ぼす影響を吟味したが、河道が無視できるほどの小流域では流域の形があまりみをおびるほどピーク流量が大きくなるという大流域とは、相反する興味ある結果が得られた。

最後に本研究を進めるにあたり、惜まぬ御協力を提供して下さいった小川滋氏に感謝します。

参考文献

- 1) 平野、小川、木川 第29回年次学術講演会講演概要集、1974
- 2) 篠原、小川、木川 第28回年次学術講演会講演概要集、1973

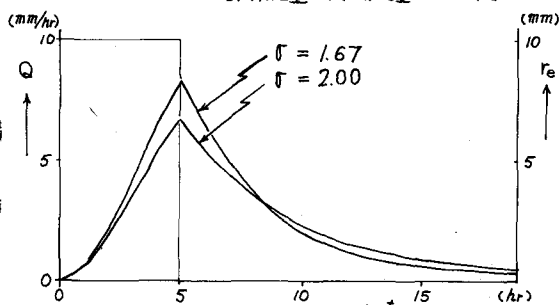


図-4 単位雨量のシミュレーション