

九州大学 ○正員 平野 宗夫
大成建設 正員 木川 良二

1. まえがき

山地河川における降雨の流出過程は、流域を構成する斜面の特性と河道網の特性によつて支配される。前報¹⁾においては、斜面長の分布を考慮し、到達時間の確率密度を導入した斜面流出量の計算式を導いたが、本報では、さうに、河道長の分布を考慮して計算を行ない、河道網の効果について若干の考察を行なう。

2. 流出の計算式

まず、斜面においては、前報¹⁾で導いた次式を用いる。

$$Q_s = A_s \int_0^\infty \varphi(T) R(t, T) dT \quad (1) \quad R(t, T) = P \cdot \frac{\left[\int_0^T r_e(t-\tau) d\tau \right]^{\frac{1}{P}}}{\int_0^T \left[\int_u^T r_e(t-\tau) d\tau \right]^{\frac{1-P}{P}} du} \quad (2)$$

ここで、 Q_s は時刻 t における斜面からの流出量、 $\varphi(T)$ は到達時間 T の確率密度函数、 A_s は斜面の面積、 r_e は有効降雨強度、 P は常数である。 $P=1$ の場合は簡単になり、

$$Q_s = A_s \int_0^\infty K(\tau) r_e(t-\tau) d\tau \quad (3) \quad K(\tau) = \int_t^\infty \frac{\varphi(T)}{T} dT \quad (4)$$

つきに、河道においては、連続の式とマニシグの式を特性曲線により解くこと

$$Q'' - Q_0'' = \left(\frac{R\sqrt{I}}{n} \right)^m \int_{t_0}^t g dt \quad (5) \quad \text{および}, \quad L = \int_{Q_0}^Q \frac{dQ}{g} \quad (6)$$

ここで、 Q は河道の流量、 Q_0 は時刻 t_0 に対象地よりしだけ上流における流量、 g は河道へ流入する単位幅当たりの流入量、 I は河床勾配、 n と m は断面の形によりきまる定数である。

3. 対象流域の概要

流出解析の対象としたのは、福岡県那珂川上流の県営南畠ダム地帯(C.A. = 26.8 km²)で、1/2.5万の地形図により地形解析を行なった。その結果のいくつかを列挙すると次のようである。①河道の最上流端を等高線の幅と平行の比が2の点と定義し、Horton-Strahler 流の位数分けをした結果、Hortonの河道則を満足する。② order 1 の流域面積および河道長はほぼ対数正規分布をする。order 2についても同様。(図-1参照) ③河道が等高線に直交して分水界に到る線の長さを斜面長と定義し、河道50mごとに斜面長を測定した。order 1 の斜面長の分布は、対数正規に近いものが多い。また、全体をまとめると図-2のようにほぼ対数正規分布をなす。これにて、order 2 の河道に直接流入する斜面長は個々のものを全体を対数正規からはずれが大きくなり、全体をまとめたものは図-3の

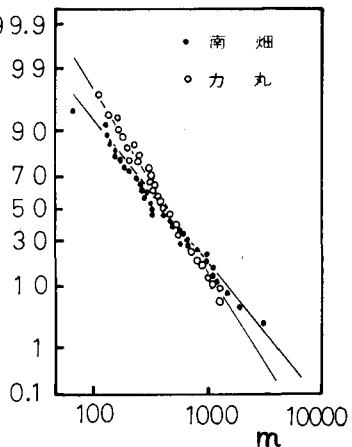


図-1 order 2 の河道長の分布

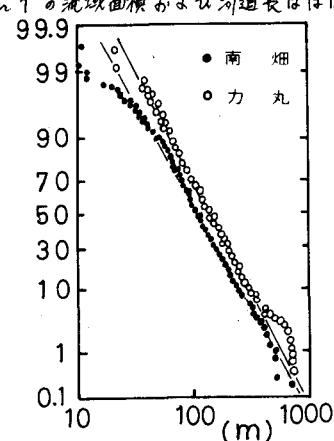


図-2 order 1 の斜面長の分布

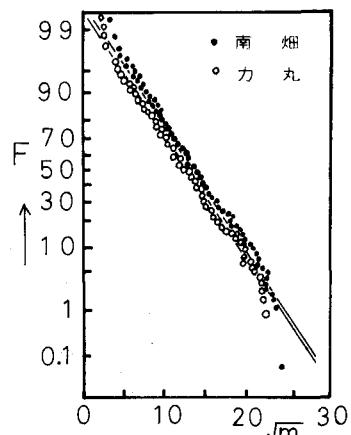


図-3 残流域の斜面長の分布

ようにはほぼ正方形正規分布をする。また、平均長は前者より後者の方が長い。このように、order 1 の斜面と残流域の斜面との分布の特性が異なる原因是、浸食の度合の差や河道上流端の定義の仕方にビリが考えられるが、更に検討の必要がある。なお、比較のため、遠賀川上流域丸山ダム地盤($C.A.=32.6 \text{ km}^2$)と矢部川上流域日向ダム地盤($C.A.=7.91 \text{ km}^2$)についても同様の地形解析を行なったが、全く同様の結果がえられた。

4. 流出計算

1) 斜面からの流出 前述のように、order 1 の斜面と残流域の斜面では斜面長の分布特性が異なるので、それそれに分けて計算する。order 1 の斜面は数が多い(151本)ので、全斜面をまとめ、 $\bar{D}=1.89$ の対数正規分布として、残流域を全体をまとめて $\bar{D}=4.90$ の正規分布として計算する。

2) 河道における流出 order 1 と 2 は数が多いので簡略化したモデルを考え、order 3 以上は数が少ないので、そのままの形(図-4)で計算する。order 1 と 2 については、上流端の流量 Q_0 のハイドロログラフと横流入量 g のハイドロログラフは各 order について等しく、河道長のみが異なるものとする。すなまち、河道長の異なる図-5 のよ

うな河道群について、各々の下流端の流量 Q_i の合計を各々の流域面積 $R_{i-1} \times A_{i-1}$ A_i の合計で割りたものを order j の河道の流出高 R_j ($= \sum Q_i / \sum A_i$) とする。また、order j' の河道への横流入量は、河道単位長さ当たりに $g_j = \sum_{i=0}^{j-1} g_i$, $g_j = \frac{R_i}{L_j} \times (\text{order } j \text{ へ流入する order } i)$

とする。 $i=0$ は残流域を表わしている。このようすを準拠化を行なっても、河道長のバラツキによる洪水波形の変形過程はある程度表現できるものと考えられる。なお、マニシングの相應係数は、order 1~5 の河道に対してそれぞれ 0.1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6 (m.s. 単位) とし、mm/hr 断面特性値 P を長は、横断測量結果より定めた。また、勾配は各 order 1 における平均値を、河道長は各 order とそれをのままの値を用いた。以上によると計算結果の 1 例を図-6 に示す。図の全斜面とは、order 1 斜面と残流域斜面からの流出高を面積の重み(0.59 と 0.41)をつけて平均したものである。また、比較のため、各 order の河道長とこれを用いた平均値を用いた計算を行なったが、殆ど差はない。

図-6 より、流域面積数 + km^2 程度の山地河川では、降雨波形から洪水波形への変換は主として斜面で行なわれ、河道における変形はごくわずかであることがわかる。したがって、従来よくなされているように、河道要素を無視して差支えないが、その際、流域全体を 1 枚の斜面とするより方やリカではなく、斜面の特性を充分取り入れた計算を行なうべきである。流出過程における斜面の役割は重要であり、その特性について一層の研究が必要である。

参考文献

平野、小川、木川、山腹斜面からの流出について、29回年講

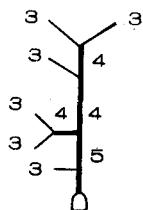


図-4 order 3
以上の河道網

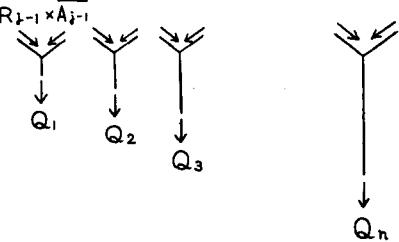


図-5 河道網のモデル

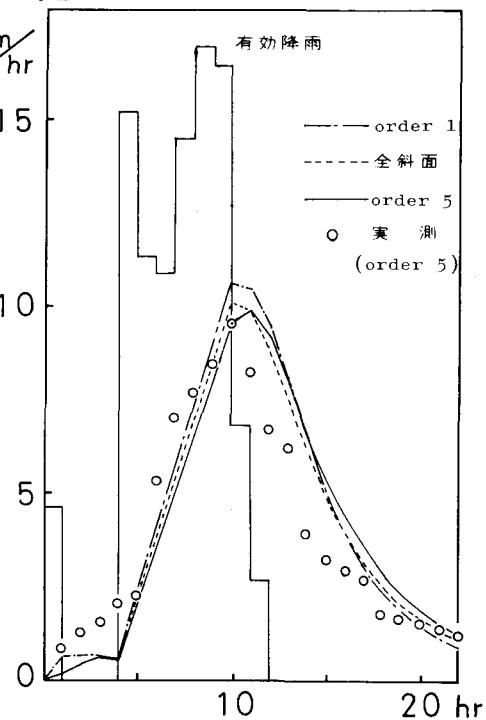


図-6 流出計算の結果