

II-54

流出解析への地形特性の導入に関する一考察

神戸大学 正 員 川谷 健
 フジタ工業 菊田 勝之
 神戸大学 学生員 ○中野 啓真

1 はじめに 山地流域の流出解析、とくに表面流出成分を対象とする場合には、モデルに地形特性を組み込むことが、地形改変の影響を評価するうえでも重要であると考えられる。本研究では、流域を正方形の単位斜面に分割し、流れの方向を最大斜面勾配の方向とした一次元流を仮定して流路網を構築し、表面流出成分の流出モデルに地形要素を導入することを試みた。

2 モデルの概要 流域(面積約 12ha)を一辺 10m の正方形斜面に分割し、隣接する8つの単位斜面との標高差から最大傾斜方向を抽出し、それを流れ方向とする。得られた流路網を図-1に示す。この流路網を利用すれば、単位斜面ごとの集水面積を算定することができる。図-2と図-3は、例として、それぞれ集水面積が 800m² 以上および 400m² 以上の単位斜面を▲印で示したものである。いまここで、 $CF(a) \equiv (a\text{m}^2 \text{ 以上の集水面積をもつ単位斜面の総面積}) / (\text{全流域面積})$ を定義する。本流域における $CF(a)$ を図-4に示す。

ところで表面流出は、斜面表層の土層構造がほぼ同じであれば、飽和度が高く浸透能の小さい領域ほど、発生し易いと考えられる。土層の飽和度は長期に渡る浸透水の流下によって左右されるので、第一近似としては、集水面積の大きい単位斜面ほど常時の飽和度が高く、表面流の発生寄与域になり易いと考えられる。したがって以下に述べるように、表面流の流出率と上で定義した $CF(a)$ を関係づけた流出解析手法は一定の妥当性をもつと思われる。

全流域を単位斜面に分割し、単位斜面における平均貯水深は

$$H(t+\Delta t) = \frac{\{\sum q_{in}(t) - q_{out}(t)\} \Delta t}{A} + r(t) \Delta t + H(t) \quad (1)$$

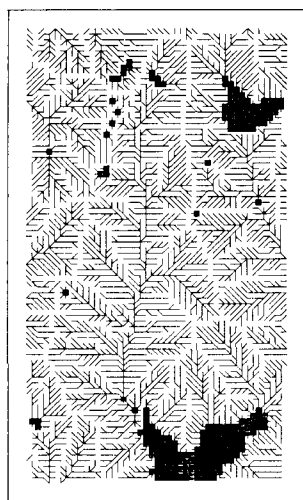


図-1 流路網

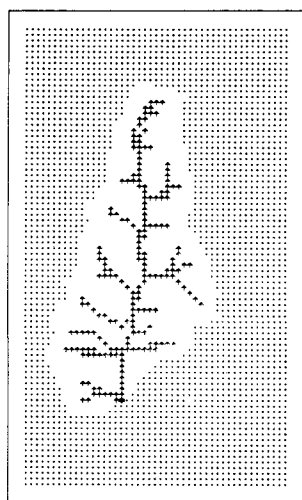


図-2 集水面積が 800m² 以上の単位斜面の領域

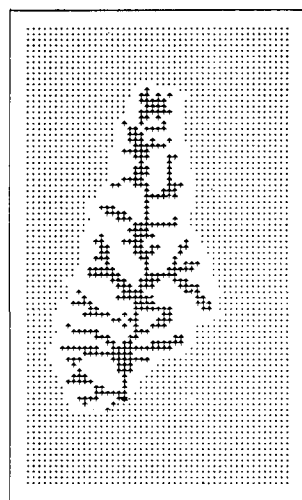


図-3 集水面積が 400m² 以上の単位斜面の領域

によって算定する。ここに、 $H(t)$ は時刻 t における貯水深 (m)、 Δt は時間ステップ (minute)、 A は単位斜面の面積 (m^2)、 $r(t)$ は時刻 t における降雨強度 (m/minute)、 $q_{in}(t)$ 、 $q_{out}(t)$ は時刻 t における単位斜面からの流入量と流出量 ($m^3/minute$) である。流出量 $q_{in}(t)$ と $q_{out}(t)$ はマニング式にもとづいて

$$q(t) = \frac{1}{N} H(t)^{5/3} l^{1/2} L \times 60 \quad (2)$$

で算定する。ここに、 N は粗度係数、 l は地表勾配、 L は単位斜面の辺長 (m) である。なお、時間ステップ Δt については $t \leq L/V_{max}$ を満足するように選定する。ここに V_{max} は計算における最大流速 (m/minute) である。

表面流出量は、 $CF(a)$ (表面流の流出率) となる部分流域に限定して上記の2式を適用し、算定するものとする。

3 実測ハイドログラフの再現による CF と N の算定

表面流出成分は、降雨開始よりピーク発生時刻の12時間後までの全流出量から前出水の逓減部分を差し引いたものとした。そして、 $CF(a)$ = 流出率である表面流出の発生領域に解析領域を限定し実測のハイドログラフを再現できるように粗度係数を試算によって決定した。図-5はハイドログラフの再現例である。 CF と N の関係は図-6に示す。この結果では、 CF の増加にともない N も増加する傾向がみられ、表面流出の発生領域が谷から山腹斜面上へ拡大するにしたがって粗度係数が増加することを表している。

4 おわりに ここに示した手法は、流出解析に地形特性および粗度条件を導入する上で意義あるものとする。これを流出予測に用いるには、解析領域を設定するために表面流の流出率を決めなければならない。そのためには今後さらに流出率と先行降雨などとの関係を検討することが必要であるとする。

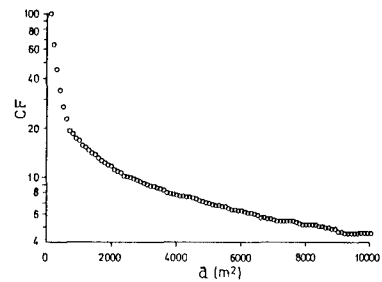


図-4 本流域における CF と a

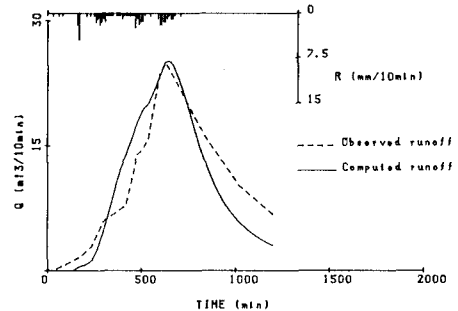
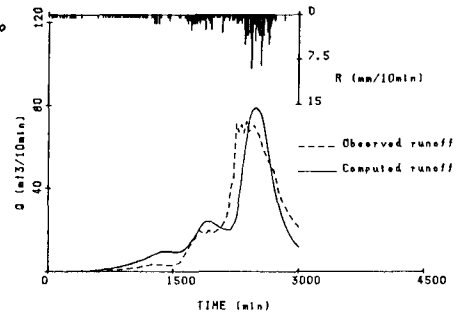


図-5 ハイドログラフの再現例

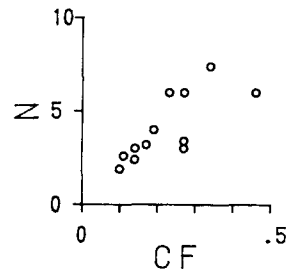


図-6 CF と N の関係