

II-43 航空写真と電子計算機を利用した雨水流出解析方法の開発

東京大学生産技術研究所 正会員 丸安隆和

同上

正会員 ○村井俊治

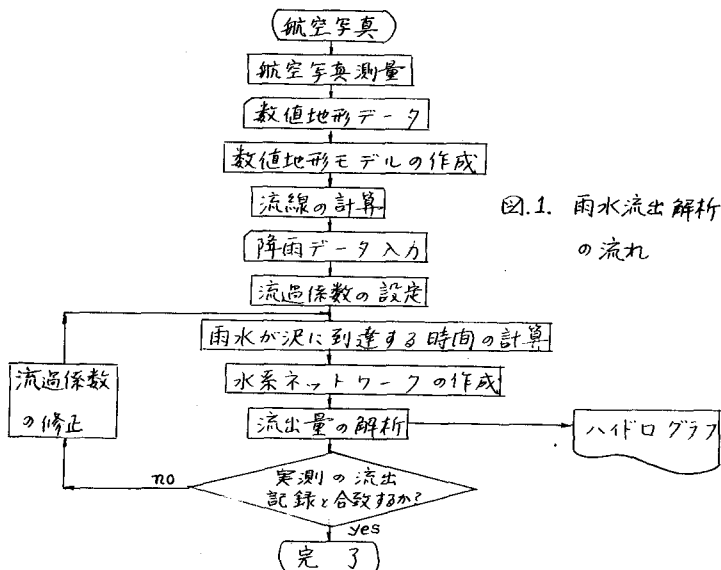
1. まえがき

雨水流出の解析は従来降雨曲線から流出量曲線への変換理念としてとらえられ、貯留係数法やタンクモデル法などが開発された。しかしながら、これらの手法においては地形の詳細な情報が考慮されていないために、降雨と流出量との数学的変換関係が解明されたととしても、雨水が流れてくる途中の経路やその流況がつかめない欠点があった。また、流域の地形特性や地質特性によつては降雨曲線とその最終的形態である流出曲線との間に生じる予測しにくい複雑な相関を解明しえない場合があった。

そこで本研究では単に曲線から曲線への変換を数学的にとりあつかうことをやめ、降雨と地形の関係から流出解析を行おうとした。すなわち、まず航空写真と電子計算機を利用することにより、流域内の地形を数値表現し、地形曲面を滑らかに連続する三次曲面群として計算機内に記憶しておく。

つぎに数値的に表現された地形曲面上を雨水が流れる経路、すなわち地形の最急勾配線である流線を全流域にわたつて刻明に計算機により求める。このとき、雨水の流出解析は、これらの流線に沿つて流れる雨水がどのような降雨に対してどの地奥でどの時刻に、どのくらいの流出量として集合されるかを求める問題となる。本研究では特に豪雨時の雨水流出解析を行おうとした。著者らの開発したプログラムによれば、豪雨時の降雨データが与えられれば、あらかじめ計算機内につくられた数値地形モデルを利用することにより沢あるいは河の任意の地奥でのハイドログラフを計算機内ですべて自動的に求めることができる。

2. 地形を考慮した雨水流出解析方法の概要 (図1. 参照)



3. 雨水流出とその運動

雨水の運動は大きく次の二つに分けて考え、雨水の流速を次のように与えられるものと考えた。

1) 流域内の山腹に降った雨が河に流入するまでの運動

$$v = K_r \sqrt{T/1000} \cdot g \sin \theta \quad : K_r \text{ 流過係数, } T \text{ 降雨(ミリ), } \theta \text{ 斜面勾配}$$

2) 河川内で集合される雨水の運動

$$v = K_g \sqrt{Q} \cdot g \sin \theta \quad : K_g \text{ 流過係数, } Q \text{ 流量(m}^3\text{/sec)}$$

山腹斜面を流れる雨水は、数値地形モデルより作られる流線に沿うものとする。流線は図2に示すように微小長さの最急地形勾配線分で構成されるものとする。流線の微小区間長を d_i 、隣り合う区間の交角を α_i とすると、流線上を流れる雨水の流下時間 T は次のようになる。

$$T = \sum t_i = \sum d_i / v_i$$

$$v_i = (v_{si} + v_{ei})/2 \quad , \quad v_{si}, v_{ei} \text{ 区間} i \text{ の始終端速度}$$

$$v_{si} = v_{e(i-1)} \cos \alpha_i \quad \alpha_i \text{ 交角}$$

河川内の雨水は山腹の流線からの横流入 Q_R と上流からの流入量 Q_S とが合成されたものと考え、河川の微小区間の流下時間 t_i は次の式により与えられる。

$$t_i = d_i / v_i \quad , \quad v_i = (v_{si} + v_{ei})/2$$

$$v_{si} = \sqrt{Q_S / (Q_S + Q_R)} \cdot v_{e(i-1)} \cos \alpha_i$$

$$v_{ei} = K_g \sqrt{Q_S + Q_R} \cdot g \sin \theta_i \quad , \quad \theta_i \text{ 河川勾配}$$

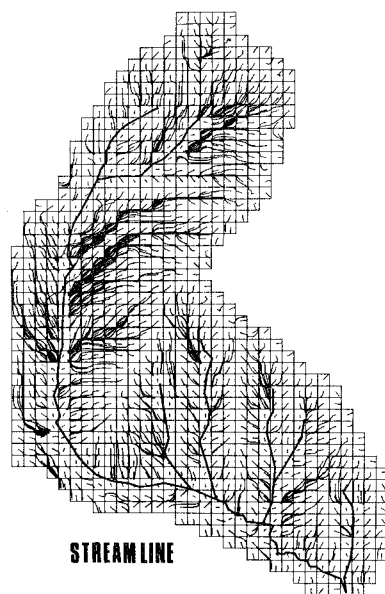


図2. 流線図

4. シミュレーションの手法による流出解析

— 室川初沢林業試験地への応用を例にとって —

室川初沢流域(約118ha)の航空写真より、40m間隔の格子状に地形データを抽出し、数値地形モデルが作成された。全体の流域は16の小流域に分割され、水系ネットワークが組まれた。

強雨時の降雨記録および初沢流域終端の流量観測記録が完備していたケースをモデルとして、上に示した考え方にもとづくプログラムにより流出解析がなされた。(スライド参照)

このとき山腹斜面の流線における流過係数 K_r と河川内の流過係数 K_g をシミュレートさせることにより、実測の記録に近い流出パターンとピーク時刻を求めることが可能である。(スライド参照)

5. おわりに

本研究は、雨水の流出解析と行方にあたって地形情報、特に雨水の流路を詳細に考慮することの特長をもつ。豪雨時における流出量を迅速に予測できる利点と、流量観測点以外の地点の流出量を正確に推定できる利点をも有している。しかし、地質や植生によって流過係数をどのように与えてやるかまた、大きな流域の流出解析への適用などは今後解決しなければならない課題として残されている。