

II-23

多角形格子モデルによる流域地形の評価について

神戸大学工学部 正員 川谷 健

1. はじめに 山地流域の地形特性が流出に及ぼす影響を評価する目的で、流域を小要素に分割し、要素ごとの高度情報から流路網を構築したり、要素間の流入・流出を算定して流域下流端での流出量の再現が試みられている [1, 2, 3]. その際、分割要素の大きさが地形特性の評価および流出解析結果に与える影響を予め把握しておくことが重要であると考えられる. 本研究では、多角形格子モデルを用いて流出解析を行うことを前提として、流域を多角形要素群に分割し、上述の点について検討した.

2. 流域とその多角形要素分割 一般に、流域の分割には四角形要素(主に正方形要素)が採用される. しかし四角形要素では、複雑な谷地形などを必ずしもうまく表現できない場合や、地形に応じて要素の大きさを適当に変えることができない場合がある. そこで本研究では、多角形要素(図-1)を用いて流域の分割を行った.

流域を図-2に示す. 面積は約 11 ha, 河道長は約 650 m, 標高差は 62 m である. 図-3に、3通りの分割を示す. 要素数は、Mesh I で 522, Mesh II で 391, Mesh III で 93である.

要素の大きさによって地形特性の評価がどのように異なるかを把握するため、一定値以上の集水面積をもつ領域を Mesh I, II, III について比較したものが図-4である. また、同じ目的で、Mesh I, II, III のそれぞれについて、

$$R(a) = \frac{\{\text{集水面積が } a(\text{m}^2)\text{以上の領域の面積}\}}{\{\text{流域面積}\}}$$

を算定した結果が図-5である.

格子の粗い Mesh III では、主谷の位置は一応判定できるものの、支谷の形状やその流域はほとんど判別できない. 一方、Mesh I と II は同じ程度に地形を表現していると思われる. 同様のことが $R(a)$ の算定結果についても言える.

一つの要素の平均面積は、Mesh I で 210 m^2 ($\approx 14.5 \times 14.5 \text{ m}$), Mesh II で 280 m^2 ($\approx 17 \times 17 \text{ m}$), Mesh III で 1180 m^2 ($\approx 34 \times 34 \text{ m}$)である. したがって、この流域と同程度の山地流域の地形特性を評価するには、1辺 15 m 前後の正方形要素を念頭において流域分割を行うことが必要であろう.

3. 浸透流のハイドログラフ 要素の大きさが流出解析結果に及ぼす影響を調べるために、Mesh I と Mesh III について、浸透流を対象として流出量を算定した. 計算条件は次のとおりである.

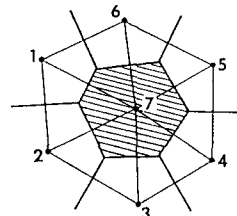
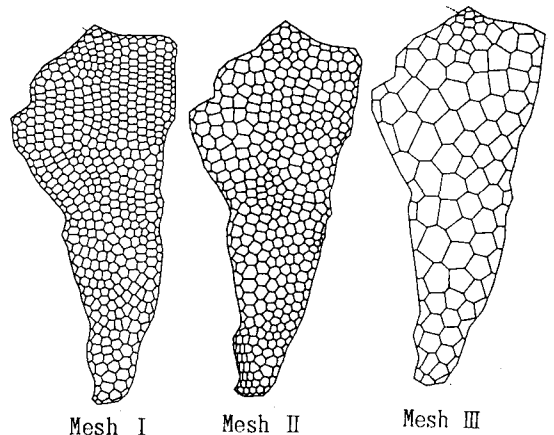


図-1 多角形要素



図-2 流域



Mesh I Mesh II Mesh III

図-3 流域の多角形要素分割

- i) 透水層の基盤は地表の地形と同じとする. ii) 時刻 $t = 0$ のとき, 地中水深は全域で一様に 1 cm とする.
 iii) 透水係数は 10^{-2} cm/s , 有効空隙率は 0.1 とする.
 各要素の水深は,

$$H(t+\Delta t) = H(t) + \{Q_{in}(t) - Q_{out}(t)\} \Delta t / (nS)$$
 で算定する. ここに, $H(t)$ と $H(t+\Delta t)$ は時刻 t および $t+\Delta t$ での水深, S は要素の面積, n は有効空隙率である. また, $Q_{in}(t)$ は要素への流入量, $Q_{out}(t)$ は要素からの流出量であり, これらは隣接要素との動水勾配を用いてダルシー則に基づいて算定した. なお, 流出量を算定する断面（流域下流端）では, 以下の理由から Mesh I, Mesh III とともに同じ要素分割を行った. すなわち, 流末で境界水位を一定に設定すると, そこでの動水勾配は要素の大きさで規定されるので, 要素分割の異なる断面で算定したハイドログラフの比較は妥当でないからである.

ハイドログラフを図-6に示す. 格子の細かい場合（Mesh I）, 前述のとおり, 主谷と支谷の位置および支谷の流域がかなりよくモデル化されており, 下流域からの流出のピークと中流域からのピークとが明確に分かれている. 一方, 格子の粗い場合（Mesh III）, 流れが山腹斜面から主谷に直接流入するような結果となっている.

4. おわりに 流出解析に地形特性を導入する方法の一つとして, 流域を小流域（要素）に分割し, 離散型モデルを設定することは有効と考えられる. その際, 要素の大きさは, 例えば主谷と支谷が判別できる程度に選定することが大切と思われる. また, 流域の分割に多角形要素を用いることは, 地形をモデルに反映するうえで有効であると考えられる.

〔参考文献〕

- [1] 宝, 高棹, 溝渕: 水文地形解析の自動化の試み, pp. 25-30, 第32回水講, 1988
- [2] 川谷, 中野, 菊田: 地表流流出解析モデルへの地形要素の導入に関する研究, pp. 31-36, 第32回水講, 1988
- [3] 嶋田, 山田, 藤田, 洪: 流域の地形特性が降雨流出に及ぼす影響について, pp. 43-48, 第32回水講, 1988

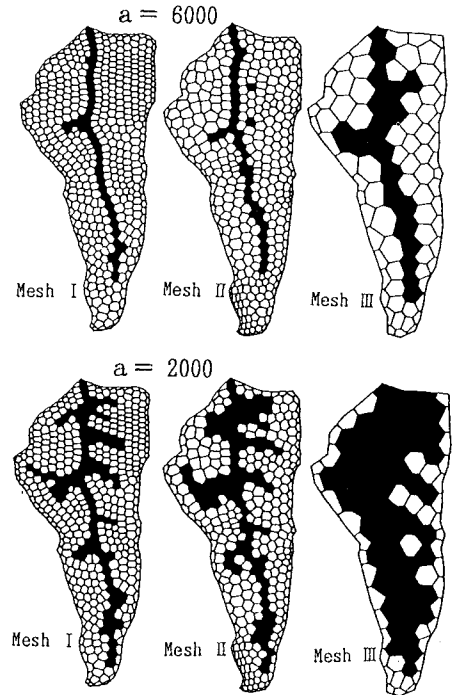


図-4 集水面積 $a\text{ (m}^2\text{)}$ 以上の領域

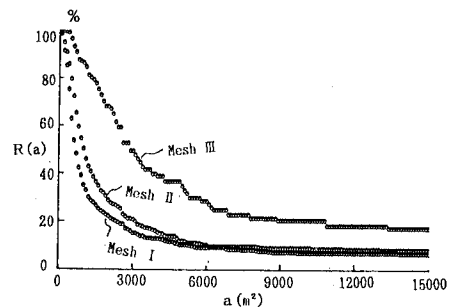


図-5 $R(a)$; 集水面積の度数分布

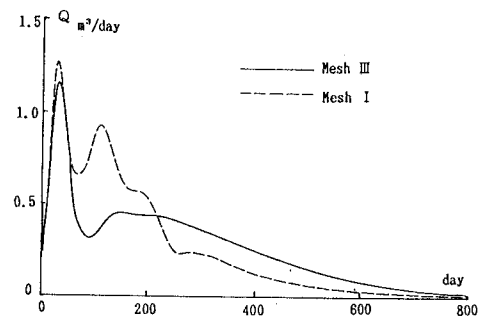


図-6 浸透流のハイドログラフ