

II-26

流域地形に即した雨水流法

大阪ガス（株） 正 員 立川 康人
 京都大学工学部 正 員 高棹 琢馬
 京都大学工学部 正 員 椎葉 充晴
 京都大学大学院 学生員 山口 昌利

1. はじめに 流域の地形・地質構造に即した出水モデルを構成することは流出解析の基本的な出発点である。流出現象を再現するために、筆者らは図1の流れにそって流出量を算定することを考えている。流域モデル自動生成システム^{1), 2)}（流域界を自動的に決定し、流域斜面を山登り線（上り方向の最急勾配線）により斜面要素群に分割するシステム）によって得た斜面要素1つ1つに準3次元斜面要素モデル³⁾を適用することにより、あらゆる流域で流域地形構造に即して雨水流を追跡することが可能である。準3次元斜面要素モデルとは、斜面要素の縦断形状・平面形状を3次スプライン関数を用いて表現し、斜面幅・斜面勾配の変動・中間流の存在を考慮した kinematic wave モデルにより雨水流を実地形に即して追跡するモデルである。流域モデル自動生成システムと準3次元斜面要素モデルの橋渡しをする部分（斜面要素の内部のデータ（斜面幅・標高の分布）を算定するシステム）は現時点でまだ完成していないが、暫定的に斜面要素1つ1つを円錐面で近似して流域モデル自動生成システムと準3次元斜面要素モデルを結び付け、雨水流を追跡することを可能としたのでその検討結果を報告する。

2. 流域モデル自動生成システム 流域モデル自動生成システムは次の過程からなる。①メッシュ標高データ・流路位置データをもとに有限要素法における要素構成法を援用して、対象とする流域斜面全体を3角形要素の集合体としてモデル化する。メッシュ標高データは流域にメッシュをかけ各格子点の位置と標高を記録したものであり、流路位置データは河道の位置を表す点列の座標、合流点・上下流端の標高、河道区分（水源または合流点から合流点または流域下流端までの河道部分）の接続関係を記録したものである。今回は国土数値情報の標高データファイル・流路位置ファイルをもとにメッシュ間隔を500mとしてメッシュ標高データ・流路位置データを作成した。国土数値情報を利用しない場合、デジタイザーを用いてこれらのデータを作成することも可能である。②計算機内部で流域内の山頂と峠を探索し、山登り線を用いて、自動的に流域界を決定する。山登り線を追跡するとき、Palacios-Velezら⁴⁾の最急勾配方向の計算法を取り入れる。③河道上の点から山登り線を追跡し、河道・隣合う山登り線・流域界で囲まれた領域を斜面要素と考え、流域を斜面要素群に分割する。

3. 実流域への適用 伊奈川流域に本システムを適用した。伊奈川流域は木曽川の上流域に位置し、北に宝剣岳(2933m)、東に南駒ヶ岳(2841m)がある急峻な山間地流域である。図2は3角形要素で表した伊奈川流域を立体的に示したものである。流域界を自動的に決定した結果と山登り線による流域の斜面要素への分割の結果を図3に示す。実測の流域面積は54.0km²であり、本システムによって得た流域面積は53.3km²であった。流域界・流域面積ともに実流域をよく表現している。

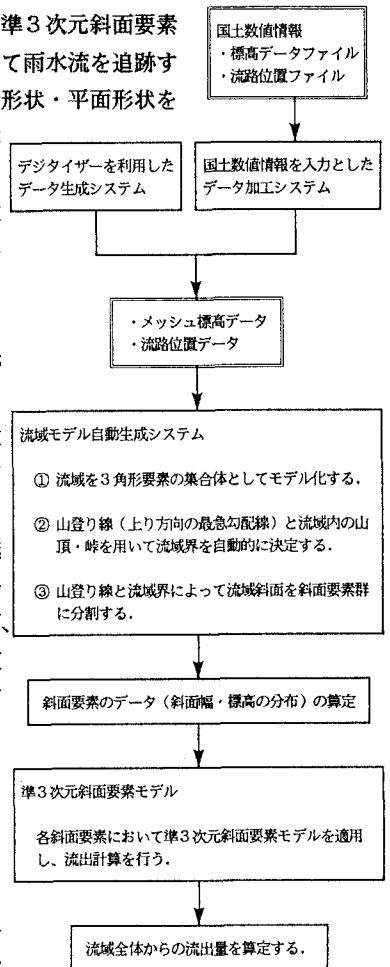


図1 本研究の流れ

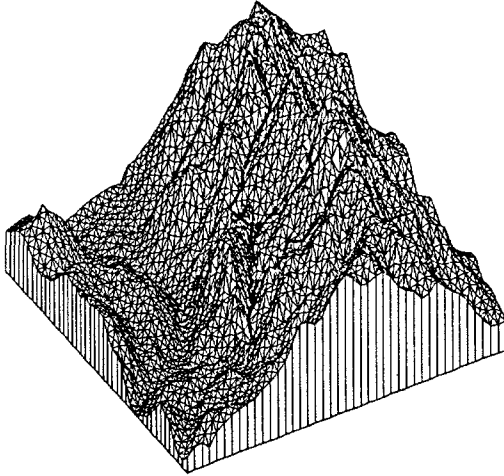


図2 3角形要素による伊奈川流域の表現

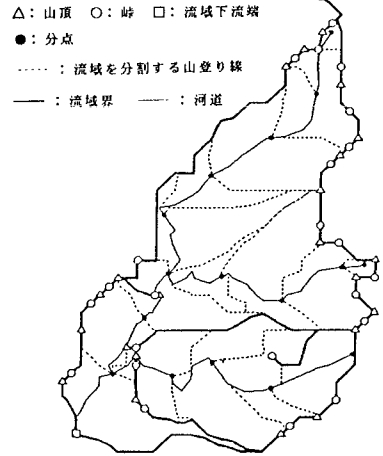


図3 伊奈川流域の流域界と斜面要素群

4. **ハイドログラフの再現** 準3次元斜面要素モデルは斜面の縦断形状・平面形状を3次スプライン関数で表現するモデルであり、そこでの流れのモデルは斜面幅・斜面勾配の変動・中間流の存在を考慮した kinematic wave モデルである。ただし、地下への浸透は考慮していない。任意形状の斜面要素で流出量を算定できるが、ここでは斜面要素1つ1つを円錐面で近似して流出計算を行い、各斜面要素からの流出量を合算したものを流域全体からの流出量と考えた。図4にハイドログラフの再現結果を示す。表1は流出計算に用いたパラメタの値である。

5. **おわりに** 流域モデル自動生成システムによって得られた斜面要素1つ1つを円錐面で近似して雨水流を追跡した。結果はおおむね良好であった。さらに実地形に即して流出現象を再現するために一般的な準3次元斜面要素を取り扱う必要がある。すなわち、斜面要素の内部のデータ（斜面幅・標高の分布）を算出するシステムを開発する必要がある。本研究で提案した流出モデルは斜面要素ごとに流れのモデルのパラメタを決定し、河道効果、降雨の空間的分布を考慮することができる。地形・地質構造に即して雨水を直接追跡するモデルであり、今後の研究（たとえば地形と流出現象の関係の把握、それをもとにしたモデルの集中化）の基礎をなすものと考えている。なお、本研究で用いた伊奈川流域の降雨・流量データは関西電力（株）から提供していただいた。ここに記して謝意を表する。

参考文献 1) 高棹・椎葉・立川：流域微地形に対応した準3次元斜面要素モデルと流域規模モデルの自動作製，第33回水理講演会論文集，pp.139-144，1989。2) 高棹・椎葉・立川・山口：流域規模モデルの自動作成，関西支部年講概要，1989。3) 高棹・椎葉・立川：流域微地形に対応した準3次元流出モデル，京大防災年報，第31号B-2，pp.341-355，1988。4) Palacios-Velez, O and Cuivas-renaud, B: Automated river-

course, ridge and basin delineation from digital elevation data, J. Hydrol., 86, pp.299-314, 1986.

表1 パラメタの値

流域面積 (km ²)	53.3
河道上の分点の間隔 (m)	2000
斜面の分割数 (個)	32
見かけのA層厚 (mm)	35.0
中間流形成に必要な雨水保給量 (mm)	3.0
A層内流速 (mm/sec)	27.8
マンニングの粗度係数 (m ^{-1/3} ・sec)	0.5

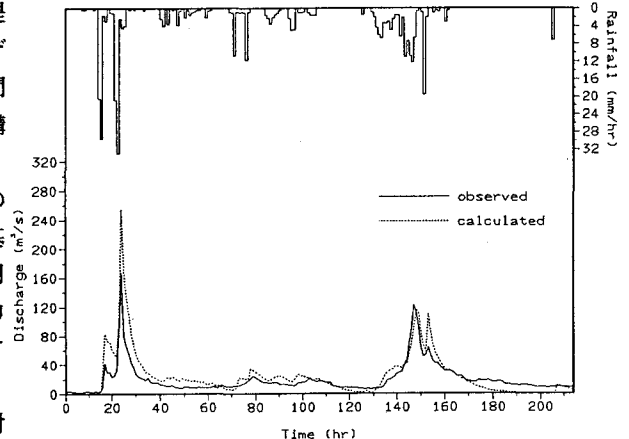


図4 昭和62年7月の出水の再現