

II-28

河川水系全体における土砂動態のモデル化に関する基礎的検討

山梨大学大学院 学生員 長谷川 登
 山梨大学工学部 正 員 砂田 憲吾
 大成建設(株) 高橋 聡尚

1. はじめに

流域の開発や河川環境整備の気運の高まりと共に、流水の管理と同時に高度な流砂の管理が望まれている。そのためには水系全体を一括して把える必要がある。土砂動態はこれまで個別の支川水系を中心に調べられてきた¹⁾が、広域もしくは水系全体への拡張の点からは問題も残されている。本研究では水系全体への拡張を念頭に、各種地形情報を考慮するために国土数値情報(DEM: Digital Elevation Map)を用いたメッシュベースの土砂動態モデルを構成することを考える。ここではその基本的な枠組みを得るためにデータの整っている富士川水系早川の支川春木川(流域面積20.8km²)について基本モデルにより検討した。

2. DEMを用いた土砂動態のモデル化

(1) モデルの基本構成: 本研究の方法は国土数値情報のDEMによる擬河道網を用いること、雨量強度時系列を与えて春木川本川での河床変動を計算することである。従って全ての計算モデルはメッシュベースを基本に雨量強度の関数として表されなければならない。そこで各メッシュ点に一定の面積(250×250 m²)を持たせ、各メッシュごと、あるいは後述されるような各擬河道ごとに計算モデルを設定していく。まず水系全体の土砂動態を取り扱うのに問題となるのは土砂生産量の算定方法である。本研究では単位面積当り生産土砂量 V (m³/km²/hr)を雨量強度 R (mm/hr)と斜面の平均勾配 θ_s (deg)との関数として(1)式のように定義し、各メッシュ点付近の生産土砂量を推定する。

$$V = \alpha \cdot \theta_s^\circ \cdot R^2 \cdots (1)$$

斜面の平均勾配には各メッシュ点と周囲8点との勾配を平均して与える。式中のパラメータ c については、これまでの研究²⁾を参考に $c=2.0$ とし、 α については計算結果から妥当な値を逆推定する。土砂生産は日雨量100mm以上の降雨により発生するとし、計算された各点付近の生産土砂は全てメッシュ点から擬河道網に入力する。流水モデルには流出関数法を用い、各メッシュ点の集水面積から各時間の各地点での流量を計算する。土砂移動については、流路勾配 θ が $\theta > 15^\circ$ のときには通常は土石流として取り扱われるが、ここでは土石流の輸送形態は考慮せず生産された土砂のみが全て擬河道網の次の流路に流入すると仮定する。 $\theta < 15^\circ$ の場合には掃流状態と見なし山地河川の掃流砂量式³⁾を用いる。流水は各流路単位で等流とし、河床勾配については常に元河床に等しいとし土砂供給による変化考えていない。河床の変化も日雨量100mm以上で起こるとした。

(2) 擬河道網の設定: 本研究では河道モデルとして落水線図による擬河道網を用いる(図-1)。落水線図はDEMのある点の流水は周囲8点との勾配が最大になる方向に流れると仮定して対象流域全ての点での流れ方向を追跡することにより流域の地勢条件を考慮した流域斜面の流下方向を自動的に算出する方法であるが、すべてを計算に頼るのは困難である。そこで春木川の本川については地形図よりメッシュ交点を通る様に近似し、あらかじめ位置と河床の標

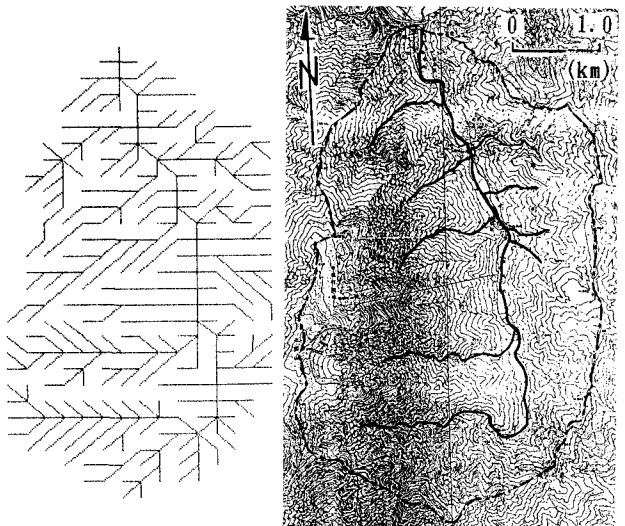
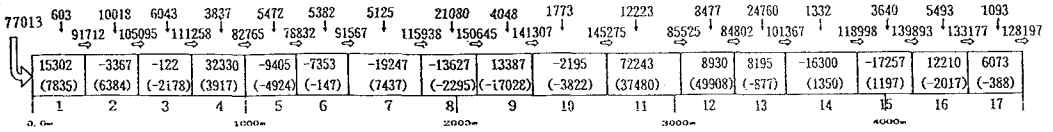


図-1 春木川水系における落水線図



高を入力しておく。この落水線図に広幅矩形断面をもたせ河道モデルとなる擬河道網を構成する。河道幅については (2) 式の陸らによる推定式を用いた。 $B = \beta \cdot A_m^k \dots (2)$

ただし、B は各メッシュ点における河床幅、 A_m は各メッシュ点での集水面積、 β 、 k はパラメータでここでは $\beta = 12.0$ 、 $k = 0.5$ を与えた。

3. 河床変動シミュレーションとその拡張性

本土砂動態モデルにより春木川の河床変動計算を行った。計算対象期間は1988年12月から1989年12月とし河床変動測量の結果と比較した。まず2. で説明した方法でそのまま計算を行ったが良好な結果は得られなかった。そこで本川の河床勾配、河道幅については各河道ブロック (250m~350m) ごと実測値を用いてモデルを構成し計算を行った。計算結果を図-2、図-3 に示す。本川の勾配と河道幅を実測により設定した場合、各ブロックでの河床変動の傾向をよく示しているといえる。次により広域な水系でのモデル構成の自動化をめざし、本川河道幅の設定が計算に及ぼす影響を調べるために実測を基に砂防ダム間 (250m~1500m) ごとの平均河道幅を設定してモデルを構成し計算を行った (図-4)。河道幅を各ブロックごと設定した場合と比較すると、その設定が結果に与える影響は小さいといえる。そこで本川の河床勾配は実測値で設定し、河道幅を (2) 式の推定式で設定した場合について検討した (図-5)。結果をみると実測値と比較してその増減傾向をよく表しており、河道幅を実測値で設定した場合と比較しても推定式により設定した河道幅が計算に与える影響は小さい。

4. まとめ

本稿は水系全体への拡張性を持たせるために、DEMによるメッシュベースのモデルとして擬河道網を用いた。結果によれば、特に河床勾配の設定が計算値に与える影響が大きく設定方法の改善が必要であるが、河道幅の設定については、推定式による表現も可能のようである。今後対象流域を拡大すると共に土石流の輸送形態の合理的な近似表現方法も検討したいと考えている。

〔参考文献〕 1) 高秀：水系における土砂動態システム、第27回水理講演会論文集、p767、1983。 2) 吉松：山腹崩壊の予測式について、新砂防102、1977。 3) 芦田：山地河川の掃流砂に関する研究、新砂防、107号、p9、1978。 4) 陸：分布型水文情報に対応する流出モデルの開発、土木学会論文集、第411号、p135、1989。

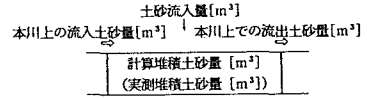


図-2 土砂動態モデルによる再現計算結果

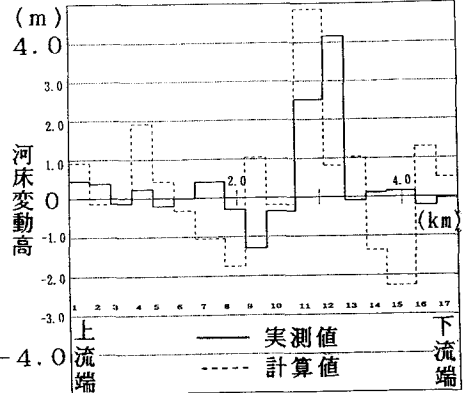


図-3 計算結果(実測河床勾配-実測河床幅)

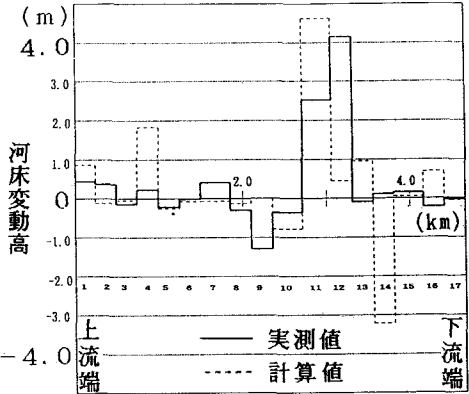


図-4 区間平均の河床幅による計算結果

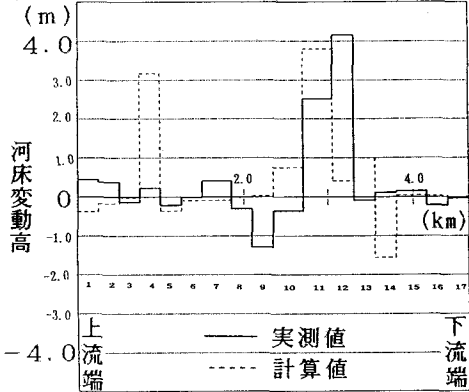


図-5 推定式による河床幅での計算結果