

メコン河における流域土砂動態に関する基礎的検討

山梨大学大学院 学生会員 ○柿澤一弘

山梨大学大学院 フェロー会員 砂田憲吾

山梨大学大学院 正会員 宮沢直季

1. はじめに

メコン河流域(図1)では、本支川の水利用と開発に関わる、局所的または地域的または流域全体に及ぶさまざまな規模の水問題が生じている。例えば、上流部ダムが下流の流況へ影響を与えていることが報告されている¹⁾。また将来的に温暖化による気候変動や、それに伴う土地利用変化が予測されている。土砂に対してこれらの影響を流域全体で把握・予測することは重要である。本研究は、流出モデルYHyMから算出された水文量を用いた河床変動シミュレーションと粒径分布の感度分析を行い、流域総合土砂動態に関する基本モデルの開発を試みた。

2. 方法

モデルの構成は以下のとおりである。大流域に適用で



図1 メコン河流域図

きる流出モデルとして、The University of Yamanashi Distributed Hydrological Model (YHyM)²⁾を用いる。このモデルは Block-wise use of TOPMODEL と Muskingum-Cunge method (BTOPMC)を核として、いくつかの水文モジュールからなる。YHyM への入力データ(標高、土壌、土地被覆、降水量等)は、アジアモンスーン地域における人工・自然改変に伴う水資源変動予測モデルの開発(RR2002)³⁾による成果品をもとにする。

モデルは土砂生産から河床変動までを行う次元河床変動シミュレーションとする。また擬河道網はYHyMで計算されたものを使用する。YHyMによって計算された流量、水深データを入力値とし、区間擬似等流の仮定に基づいて水理量を計算し、すべての本支川擬河道において土砂生産量、土砂輸送量を算定する。その結果得られる、上流から流入する土砂量と流送される土砂量との収支から、河床変動計算を行う。土砂生産量は式(1)のUSLE (Universal Soil Loss Equation) を用いる。

$$A = R * K * LS * C * P \quad \dots (1)$$

ここで、 A は年間流出土砂量、 R は降雨因子、 K は土壌因子、 LS は地形因子、 C は土地利用因子、 P は侵食防止因子である。掃流砂量では芦田・道上の式、浮上量は板倉・岸の式、沈降量はRubeyの式を用いた。全流砂による河床変動計算はすべての粒径の流砂の交換を考慮して式(2)で表される。

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{1}{1-\lambda} \left[\frac{1}{B} \frac{\partial \sum_i (q_{Bi} B)}{\partial x} + \sum_i (q_{sui} - w_{fi} c_{bi}) \right] = 0 \quad \dots (2)$$

ここで、 η : 河床高、 t : 時間、 λ : 河床材料の空隙率、 B : 川幅、 q_{Bi} : 粒径別の単位幅当りの掃流砂量、 q_{sui} : 粒径別の浮遊砂の単位面積あたりの河床からの浮上量、 w_{fi} : 粒径別浮遊砂の沈降速度、 c_{bi} : 河床付近の粒径別浮遊砂濃度、 Σ は粒径別の流砂量を合計した量とする。

キーワード メコン河流域 次元河床変動シミュレーション 流出モデル 浮遊砂濃度 粒径分布

連絡先 〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11 山梨大学 TEL055-220-8737

3. 計算結果と考察

計算期間は1972年～2000年で行い、本川観測所の浮遊砂濃度データとの比較によりモデルの精度を検証する。計算の検証は、1990年の一年間分の計算結果で行い、検証データはMRCのWQMN database⁴⁾から本川観測所の浮遊砂濃度データを使用した。以下にChiang Saen (以下CS)、Vientiane (VI)、Pakse (PA)における浮遊砂濃度の計算結果と実測値を図2に示す。また粒径分布による感度分析の結果を、同様に図2に示す。粒径分布では、VIにおける実測データを基に、 $d_{10}=0.2\text{mm}$ 、 $d_{50}=0.5\text{mm}$ 、 $d_{90}=1.5\text{mm}$ (計算A)を全域一定で与えている。粒径の感度分析では、実測データをもとに分布の幅を広く与える(計算B)と小さく粒径分布を与える(計算C)を考えた。計算

表1 3つの計算で与えた粒径分布

	計算A(実測値)	計算B	計算C
$d_{10}(\text{mm})$	0.2	0.02	0.02
$d_{50}(\text{mm})$	0.5	0.5	0.05
$d_{90}(\text{mm})$	1.5	15	0.15

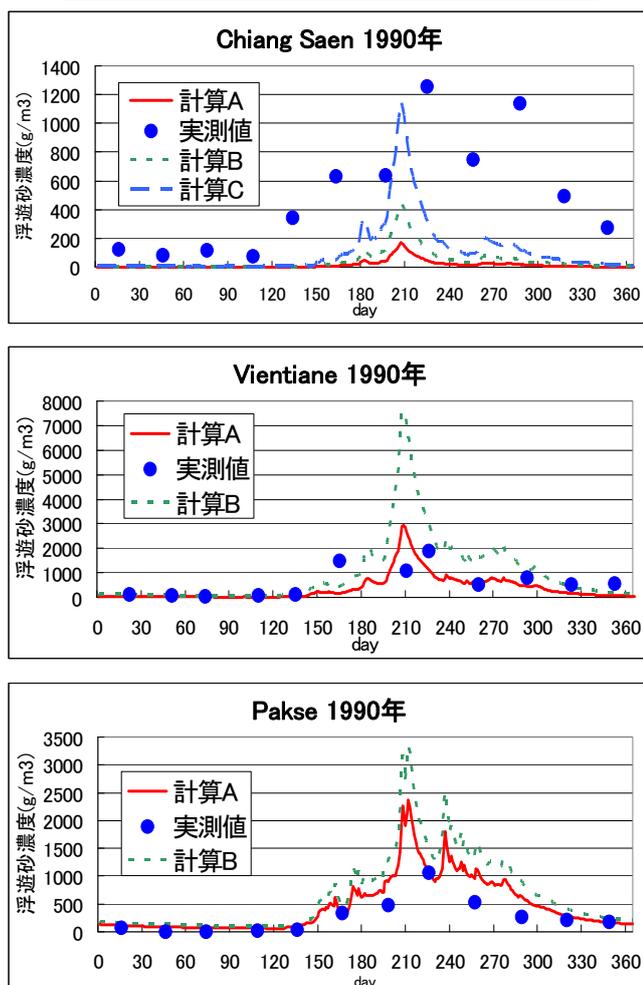


図2 Chiang Saen, Vientiane と Pakse における浮遊砂濃度計算結果と実測値の比較および粒径分布の影響

で与えた粒径分布を表1に示す。

図2より、計算AのCSでは実測値より小さく見積られ、VIとPAでは年間変動をよく再現できている。これはVIの実測データを用いたために、この地域での流砂をモデルではほぼ再現できていることになる。実河道においてもVIからPAにかけて粒径分布の変化がないことが考えられ、このような一致が得られたものと考えられる。計算Bでは、3地点ともに実測値から計算Aより離れた値をとった。これはメコン河の河道では、検証区間に限っては、大きな粒径と小さな粒径が同時に存在しないことを示している。また計算CではCSで良く合っている。他の2地点では濃度が大きく算出されてしまったためグラフでは省略した。この結果より、CSではモデル計算上、小さい粒径土砂を巻き上げる力しかないことから、小さく掃流力が計算されていることを表わしている。このような土砂輸送力の過小評価が上流部では起こっている。この解決が本モデルの今後の課題となる。

4. 結論

流出モデル YHyM の計算結果を土砂動態モデルに適用させる基礎モデルを開発し、以下の結論を得た。

- (1) 現行の提案土砂動態モデルでも、本川観測所の浮遊砂濃度との比較では、Vientiane, Pakse でよく再現できている結果が得られた。
- (2) 粒径分布の影響を見たところ、Vientiane の下流に限れば実測データを与えることが最も適していることがわかった。

謝辞:本研究はCOE およびCREST(砂田憲吾リーダー)、RR2002(竹内邦良リーダー)のプロジェクト研究費の支援を受けて行われた。

参考文献

- 1) 柿澤一弘, 宮沢直季, 砂田憲吾: メコン河下流域における土砂・栄養塩動態の推定について, 水工学論文集, 第51巻, pp.1183-1188, 2006.
- 2) 例えば, 敖天其, 石平博, 竹内邦良: ブロック型TOPMODEL およびM-C 追跡法による分布型流出解析モデルの検討, 水工学論文集, 第43巻, pp.7-12, 1999.
- 3) 新世紀重点研究創生プラン Research Revolution 2002(RR2002) 人・自然・地球共生プロジェクト「アジアモンスーン地域における人工・自然改変に伴う水資源変動予測モデルの開発」研究成果報告書, 2007.
- 4) Mekong River Commission Secretariat: Water Quality Monitoring Network (WQMN) database, 1985-2000, CD-ROM.