

大河川流域における土砂動態シミュレーションに関する検討

山梨大学大学院 学生会員 ○稲垣 尊士
山梨大学大学院 フェロー会員 砂田 憲吾

1. はじめに

流域水系の土砂動態の評価を目的として、これまでに山地河川早川流域（約 500km²）を対象として、数値地形情報に基づく擬河道網を用いた水系土砂動態モデルを構成し¹⁾、数値地形のメッシュスケールの大きさが計算結果に及ぼす影響、計算時間間隔、パラメーターの設定やそれらの計算結果への感度などについて議論してきた。しかしながら、これまでのモデルでは、掃流砂のみを対象としたために浮遊砂が卓越する河川への適用ではモデルを再構築する必要がある。本研究では、浮遊砂を組み込んだモデルに再構築し、これまで対象とした早川流域および、流砂形態が大きく異なると考えられるメコン河流域における水系土砂動態モデルの妥当性を調べた。

2. 水系土砂動態モデルの構成

流域内の各種地形情報を考慮するために国土数値情報、またはUSGSのGtopo30数値標高データを用い、落水線理論により擬河道網を作成した。また、顕著な河床変動は日雨量 100mm以上の降雨に対して起こるとし、その期間の降雨強度から流出関数法により流量を算定し区間等流の近似により掃流力等を計算する。掃流砂量式は、芦田・道上の式、浮上量式は岸・板倉の式を用い、各河道区間格子点で河床変動を求める。モデルの詳細については、文献 1) ～3) を参照されたい。

3. 早川流域における検証

構成された土砂動態モデルを早川流域内に適用し、モデルの妥当性を検討した。粒径に関して $d_{10}=0.5\text{mm}$, $d_{50}=8\text{mm}$, $d_{90}=70\text{mm}$ を流域一様に与えた。河幅は、集水面積から決定した。対象期間は、1981 年 3 月から 1983 年 2 月である。図 - 1、図 - 2 は、掃流砂のみを考慮の場合と掃流砂と浮遊砂を取り入れた場合の計算結果である。両ケースともに、実測値と計算値とは多少の誤差はあるものの河床変動の傾向が把握可能であり、本モデルの構成が妥当なものと考えられる。計算結果から早川流域では、両ケースの違いが計算に現れなかった。それは、流域が山地河川であるために主として河床変動に大きく寄与する要因が掃流砂であると考えられる。

4. メコン河流域におけるモデルの適用

(1) 仮想定常降雨：メコン河流域において土砂動態モデルを適用する。仮想的に流域一様に定常降雨を、10mm/hr に設定し、図 - 4、図 - 5 は、掃流砂のみ考慮の場合と掃流砂に浮遊砂を加えた場合の計算を 1 年間行った。粒径は、不明な点が多いため暫定的に上流部には早川と同様に、中下流域では $d_{10}=0.5\text{mm}$, $d_{50}=0.7\text{mm}$, $d_{90}=1.0\text{mm}$ を一様に設定した。掃流砂のみの河床変動計算では上流部のみの河床変動と下流部の一部分に河床変動が現れた。

キーワード 水系土砂動態, 河床変動, 富士川水系早川, メコン河

連絡先 〒400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11 山梨大学大学院医学工学総合研究部 Tel055-220-8522

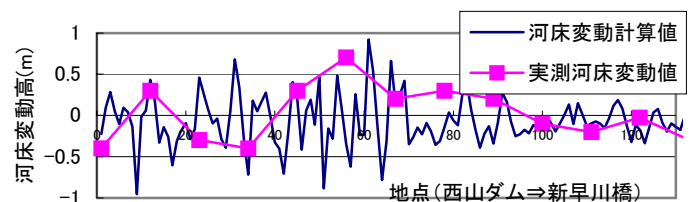


図-1 早川河床変動計算(掃流砂のみ)

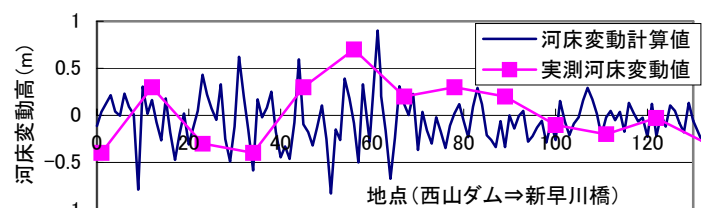


図-2 早川河床変動計算(掃流砂+浮遊砂)

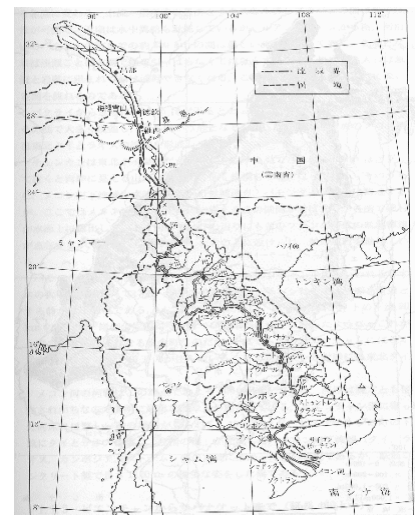


図-3 メコン川流域図

(出典：UN Development of Water Resources
in the Lower Mekong Basin(1957)(堀 4)による再掲)

掃流砂に浮遊砂を加えた河床変動計算では下流部においても河床変動が顕著に現れており下流部の河床変動には浮遊砂が支配的である。

(2)概略分布降雨資料⁵⁾による適用: メコン河流域を、上流・中流・下流の3領域に分けた降雨を設定する。対象期間は、1998年の1月から12月の1年間である。メコン河流域の雨量観測地10地点をそれぞれ上流・中流・下流に分け、その中からそれぞれ1点選びその領域の降雨と設定した。モデル中の計算流量と Pakse などの実測流量との比較を行うことで流域に与える適切な降雨を選定した。図-6より上流に M.Chiang Rai, 中流部に Roiet, 下流部に Kompong Chhnang の実測降雨データ(流出係数 $f=0.7$)を与えた場合が最も現実的な降雨を与えることになるかと判断した。

(3)河床変動の計算結果: 図-7は、(2)で設定された降雨を元に河床変動計算を行った結果である。集水点数や河床勾配が大きい地点に著しい河床変動が見られた。また、プノンペンについて河床変動が-2.0mと河床低下している。これは、プノンペン付近で支川が多く合流し、さらに河床変動が生ずるため流水方向はより複雑化し、本モデルでは再現できなかったと考えられる。

(4)河床変動計算の検証: 図-8は、NongKhaiでの年間土砂濃度実測値⁵⁾と計算土砂濃度値との比較を行った結果である。計算土砂濃度値は、実測値を上回っているが月変化のパターンは実測値と同じ傾向を示している。これは、河床粒度分布を区間的に一樣に与えた事により計算では粒径の細かい砂礫が多く流れてしまい、土砂濃度は大きくなったと考えられる。

5. おわりに

本モデルをメコン河流域に適用した結果からメコン河本川での河床変動の傾向を把握することができ、概して上流部での河床変動は大きく下流部では小さい傾向が示され、メコン河本川の中下流部での河床変動では浮遊砂が多く卓越していることが推測される。今後もモデルの改善をめざしていきたい。

【謝辞】本研究は、科学技術振興機構・戦略的基礎研究推進事業(代表:砂田憲吾)の成果の一部である。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】1) 砂田憲吾・長谷川登: 国土数値情報に基づく山地河川水系全体における土砂動態のモデル化の試み, 土木学会論文集, No. 485/II-26, pp. 37-44, 1994. 2) 砂田憲吾・塩沢みゆき・加藤克夫: 大規模土砂生産による流域水系河床変動の伝播特性について, 水工論文集, Vol. 40, pp. 846-848, 1996. 3) 砂田憲吾・小松勝彦・柴田高教・杉浦信男: 数値地形情報に基づく水系土砂動態モデルの構成に関する検討, 水工学論文集, Vol. 43, pp. 551-556, 1999. 4) 堀博: メコン河 開発と環境, 古今書院, 1996. 5) Mekong River Commission: Lower Mekong Hydrologic Year Book, 1998

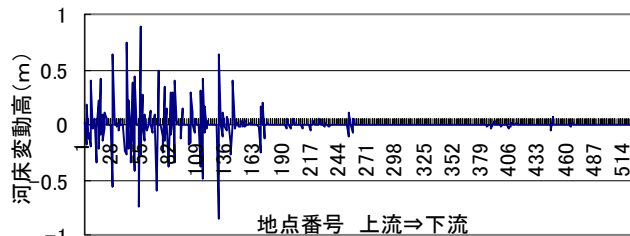


図-4 定常降雨10mm/hr 掃流砂のみの河床変動量

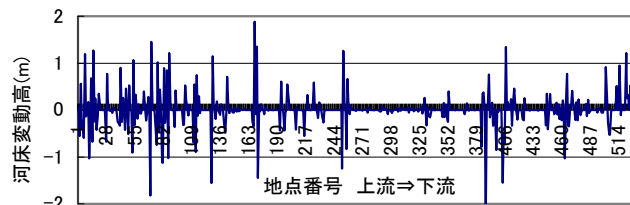


図-5 定常降雨10mm/hr 浮遊砂+掃流砂 河床変動量

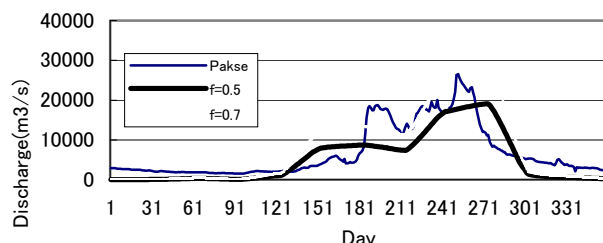


図-6 Pakseにおける計算流量と実測流量の比較

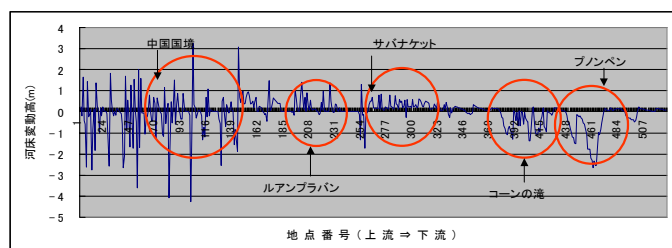


図-7 1998年1月～12月までの河床変動量

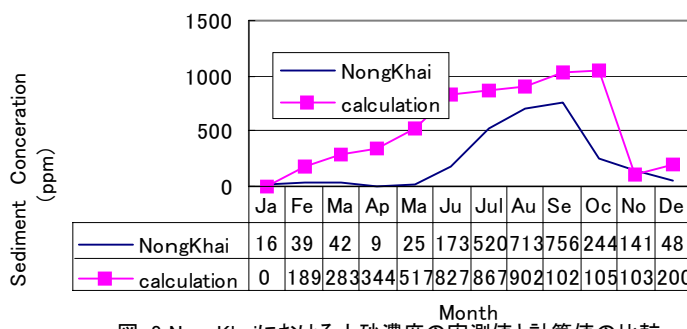


図-8 NongKhaiにおける土砂濃度の実測値と計算値の比較