

河道堆積物の生成機構が土砂流出に及ぼす影響に関する研究

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○梶取 真一
立命館大学 正会員 里深 好文
(独) 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 西本 聡

1. 目的 土砂災害の防止・軽減と自然環境の保全・再生への社会的要求が高まる中、流域全体の土砂流出を定量的に予測することは重要である。流域全体の土砂流出過程は山地部からの土砂流出現象に強く支配されているが、河道堆積物の生成機構の表し方により、土砂流出予測の結果に大きな影響を及ぼすと考えられる。そこで、本研究では、土砂生産の時間スケールが流出土砂の質および量に及ぼす影響について検討した。

2. モデルの概要 近年、いくつかの予測法が提案されているが、本研究では高橋ら¹⁾が提案している SERMOW モデルを用いる。本モデルは、降雨の流出解析と同じ時空間スケールで土砂流出の予測ができる、河道堆積物の量および質の予測ができる、流砂形態として土石流・掃流状集合流動・掃流砂・ウォッシュロードを扱える、崩壊や土石流による側岸斜面からの土砂供給を考慮できる、などの特徴を有している。この側岸からの生産土砂を考慮できる点に注目し、以下の連続式において生産土砂の扱い方を変化させて、流出土砂の解析をおこなった。河道流の水と土砂を加えた全容積の連続式、各粒径階に関する砂粒の連続式、河床位方程式はそれぞれ次のようである。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{1}{B} \cdot \frac{\partial qB}{\partial x} = i_{sb} K_1 + \frac{q_{in}}{B} \dots\dots(1)$$

$$\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{B}{B_0} i_{sb} = \frac{C_{*L} q_{in}}{B_0} \dots\dots(2)$$

$$\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{B}{B_0} i_{sb} = \frac{C_{*L} q_{in}}{B_0} \dots\dots(3)$$

ここに、 B ：河道幅内で流れが存在している川幅、 q_{in} ：側岸から水みちへ直接供給される水と土砂の単位流路長当たりの流入流量、 i_{sb} ：水みちの底面の侵食または堆積速度、 i_{sbk} ：底面侵食速度のうち、粒径階 k の粒子に関わる侵食・堆積速度、 z ：河床位、 B_0 ：川幅、 C_{*L} ：粗粒子濃度、である。本研究では、この q_{in} の与え方を複数考え、それが流出土砂にどのように影響を及ぼすかを検討する。これを表-1 にまとめる。

表-1 解析条件

Case1 は、側岸斜面からの土砂生産を考えず、すべて河床堆積物として与えた。		生産土砂の考慮	初期河床堆積厚	流域内に存在する土砂量を等しく配分する
	Case1	土砂供給なし	3.0m	初期河床堆積物のみとして与える
	Case2	土砂供給あり	2.0m	斜面から河道への流入流量の一定割合(0.015%)が生産土砂として供給されたとする
	Case3	土砂供給あり(一度のみ)	2.0m	流域の上流に時間分布形をもった土石流ハイドロとして、生産土砂を与える

Case2 および Case3 は、共に同じ体積の生産土砂を与え、初期河床堆積厚 1m 分に相当する実質体積約 46 万 m^3 を与えた。ただし、Case2 は全斜面から河道への流入流量のうち一定割合(0.015%)を生産土砂として与え、Case3 は、解析の対象期間内で初めて雨量強度が 50mm/s を超えたときに、土石流ハイドロを一回与えた。土石流ハイドロの計算には Kanako.Ver1.41²⁾を用いた。

3. 実流域への適用例 福井県真名川ダム上流の雲川ダム流域を対象とする。図-1 は流域図であり、流域面積は約 55km² である。解析は 1999～2005 年を対象期間とし、雲川ダム流域において 5mm/hr 以上の雨量強度を対象とし、連続無降雨時間が 20 時間以上を一降雨としている。河道長、河道勾配、河床位、斜面長、斜面面積、斜面勾配は 1/25000 の地形図から決定した。河道幅 B は、対象流域最下流端の流量を Q 、流域面積を A 、各单位河道の上流端における流域面積を A' として、 $B=(QA'/A)^{1/2}$ より算定された値を用いている。 Q には

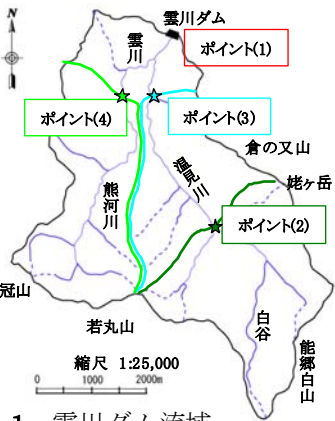


図-1 雲川ダム流域

キーワード 河床堆積物 土砂流出 土砂生産 土石流 真名川流域

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34 (独) 土木研究所 寒地土木研究所 TEL011-841-1709

20m³/s を与えている。降雨量は雨量観測所での値を用いている。

図-2 は解析に用いた初期河床材料および崩壊土砂の粒度分布である。粒径階の総数 (k_e) は 23 とし、細粒分の上限である k_1 は 2 としている。その粒径は、0.178mm である。初期河床材料と崩壊土砂には同じものを与えた。計算差分間隔は $\Delta x = 100\text{m}$ とし、差分時間間隔 Δt は直前の時間ステップにおける平均流速(v)に応じて変化させるとする。また、河床材料の飽和度とマンニングの粗度係数は、川幅に応じて変化させた。河道幅 $B_0 \geq 55$ の場合、 $s_b = 1.0$ 、 $n_m = 0.03$ を与え、河道幅 $55 > B_0 \geq 7.5$ の場合、 $s_b = 0.5$ 、 $n_m = 0.04$ を与え、河道幅 $7.5 = B_0$ の場合、 $s_b = 1.0$ 、 $n_m = 0.03$ を与えた。

Case1～3 の比較をおこなうため、雲川ダムにおける累積ダム堆砂量と年間ダム堆砂量の経年的変化の比較をおこなった。また、流域スケールによる土砂流出の違いを見るため、流域内に 4 ヶ所の地点を設け、地点ごとに比較をおこなった。各地点の集水面積は 55km²、32km²、16km²、15km² である。図-3、図-4、図-5 は、各 Case の雲川ダム地点（集水面積：55km²）における流砂量および累積土砂量である。さらに、Case ごとの雲川ダム流域の温見川と熊河川の河床堆積厚の変化および各ポイントでの Case ごとの河床材料の粒度分布の変化の比較もおこなった。これらの結果をまとめれば次のようである。

①数年程度のスケールで見れば、どのように生産土砂を与えても、累積の土砂流出量は大きな影響はみられないが、単年毎に見れば大きく異なる。②流砂量は流域規模が小さければ、生産土砂の与え方により影響を受け、一方流域規模が大きければ、流出流量の最大値に影響を及ぼすものの、数年以上の解析を行えば、影響は小さくなる。③河床の粒度分布変化は、どのように生産土砂を与えるかによって、流域面積が小規模であれば影響を受けやすく、流域面積が大きければ影響を受けにくい。④河床の堆積厚変化は、土砂生産の時空間スケールに関係なく、影響を受けやすい。Case1 は扱いやすいモデルではあるが、流域内に存在する土砂量が初期に与えた堆積厚のみに依存してしまう。Case2 および Case3 は、ある程度の崩壊土量が調査等で把握できれば、長期の土砂流出予測にも対応し得ると思われるが、崩壊開始時刻や崩壊場所の問題等が生じる。

4. おわりに 本研究において斜面から河道への供給土砂の表現方法の違いによって土砂生産の時空間スケールが流出土砂の質および量に及ぼす影響を示した。目的とする時空間スケールに合わせ、土砂流出予測法内で生産土砂の機構をどうすべきか、あるいは今後の調査・研究においてどのようなものが必要か示せたのではないかと考える。

参考文献

1) 高橋ら:京大防災研究所年報、第 44 号B、pp207-228 2) (財)砂防地すべり技術センター:<http://www.stc.or.jp/>

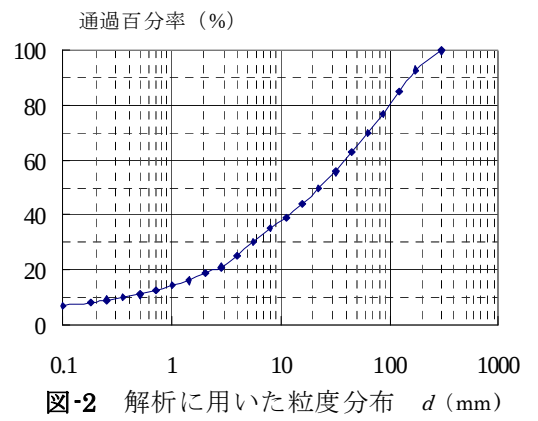


図-2 解析に用いた粒度分布 d (mm)

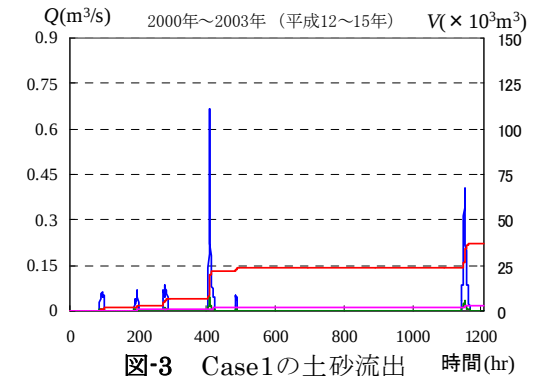


図-3 Case1の土砂流出

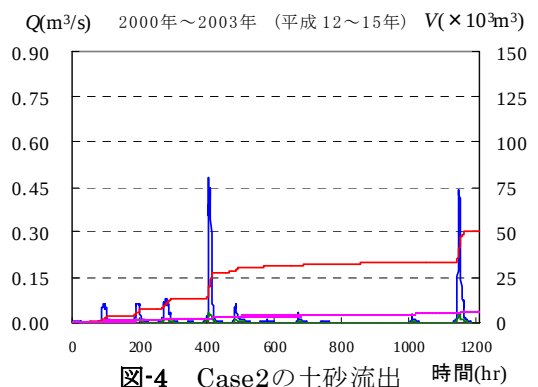


図-4 Case2の土砂流出

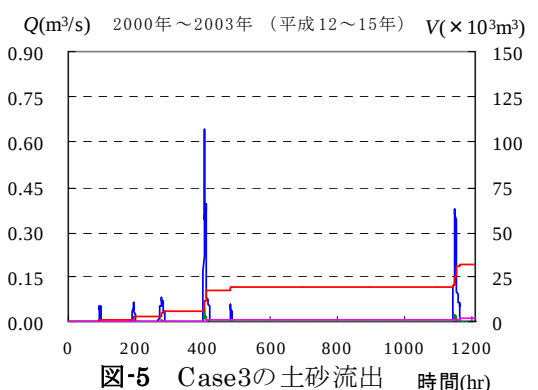


図-5 Case3の土砂流出

累積全流砂量:— 単位時間当たりの全流砂量:—
累積細粒分:— 単位時間当たりの細粒分:—