

山地河川における土砂流出予測手法に関する検討

京都大学 藤田 正治、山野井 一輝
株式会社 建設環境研究所 富田 邦裕、○伊藤 英恵、重村 一馬

1. はじめに

山地河川における土砂流出の変動は土砂生産源から対象地点までの土砂輸送プロセスと強い関係があり、土砂輸送プロセスは土砂生産とそれに続く河道への土砂供給のタイミングと量に大きく影響される。通常、土砂流出の予測は、流量と測量から得られた変動量の関係を実績値に基づいて行うので、妥当な数値を求めることができる手法と言えるが、豪雨により流域の状態が大きく変わった場合には、その状態に対する実績値がないので使用できない。

実際の土砂生産および河道への土砂供給システムは複雑で、その形態にはいくつかのタイプがある。通常の流域の状態では、崩壊地跡の裸地で土砂が生産され、生産された土砂が重力、風、表面流などの作用で河道に供給される形態が典型的なタイプの一つである。河道に供給される土砂量が多いと崖錐が形成され、それが侵食されることで河道に土砂量が供給される。豪雨時には裸地が拡大し、また新規崩壊が発生して急激に土砂生産量、土砂供給量が増加し、上記のタイプとは異なる土砂生産・供給システムとなる。

本研究は、通常の状態に対して適用できる土砂生産と河道への土砂供給システムについて、中部地方のあるダム集水域を対象として検討し、山地河川における土砂流出量を算定する手法を提案する。

2. 土砂生産・供給システムの仮定と土砂生産量の計算手法

本研究は、崩壊後裸地からの土砂生産量と河道への供給量が落ち着いた状態及び新規崩壊で発生した土砂の供給量を対象にするが、それでも実際の土砂生産・供給システムは複雑であるので、次のように単純化したシステムを仮定して、計算を実施した。

①土砂輸送過程の解析には、江頭ら¹⁾によって提案された「単位河道・単位斜面の概念を用いた掃流砂、浮遊砂、ウォッシュロードを考慮した混合砂土砂流出モデル」を用いるため、土砂生産は単位斜面上で計算される。(図1参照)

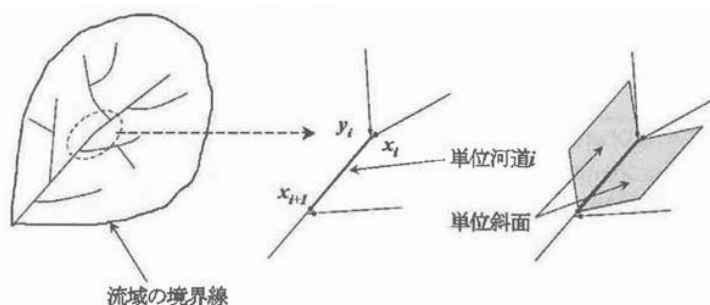


図1 単位河道・単位斜面のイメージ

②単位斜面に存在する裸地面積を調査し、裸地からの土砂生産は凍結融解作用によるものが支配的であるとす。

③凍結融解作用が終了する3月にその生産土砂のすべてを直近の単位河道に平均的な厚さでセットする。

④土砂生産量は、泉山ら²⁾によって提案された「凍結融解作用による生産土砂の推定方法」を用いて、裸地の風化基岩の地質を考慮しながら算定する。

⑤土砂量の影響のみを把握するため、長期計算で利用する流況は同じデータを繰り返す。

3. 計算条件

本研究では3ケースの計算を実施した。(表1参照)

ケース1は初期河床に含まれる不安定土砂の影響が土砂流出量に及ぼす影響を把握するため、初期の設定から50年間を対象に計算を実施した。

ケース2、3は、初期河床の影響がある程度小さいなる初期から5年目の河床を初期として、そこから10年目に崩壊のイベントは発生したときに土砂流出量に及ぼす影響を把握するため、計算を実施した。

表1 計算ケース一覧表

	崩壊	崩壊規模	崩壊発生時期
ケース1	なし	—	—
ケース2		既存の崩壊面積10%増加×崩壊深1m	10年目
ケース3		既存の崩壊面積10%増加×崩壊深5m	10年目

4. 計算結果

(1) ケース 1

ケース 1 では、計算開始から 10 年目までは土砂流出量の減少は確認されるが、10 年目以降は土砂流出量が同程度である。この結果より、初期河床に含まれる不安定土砂が当初の 10 年程度で流出し、それ以降は凍結融解により生産された土砂が流出しているものと考えられる。つまり、10 年程で土砂供給は安定化したのと推定され、新規に崩壊イベントが発生するまでは、凍結融解による生産土砂量見合いの流出土砂量になっていると推定される。

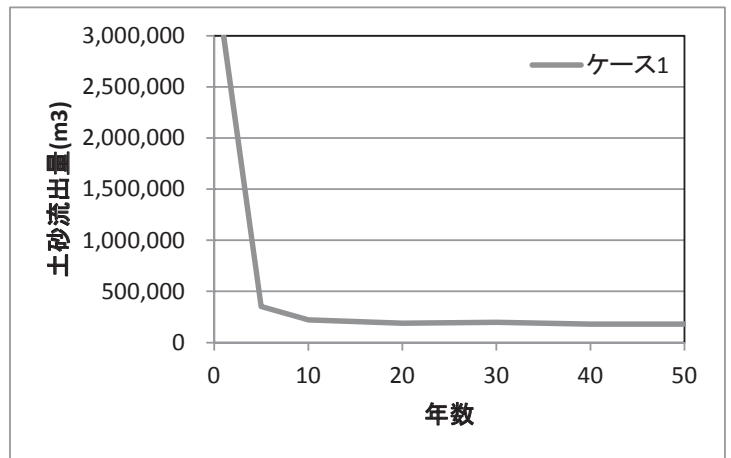


図 2 ケース 1 の計算結果

(2) ケース 2 とケース 3 の比較

ケース 2 とケース 3 の結果より、崩壊規模が大きいケース 3 の方がケース 2 より土砂流出量が多い。

崩壊規模は、ケース 3 はケース 2 の 5 倍となっているが、崩壊を仮定した 10 年目ではケース 3 の崩壊量はケース 2 の崩壊量の 2.3 倍程度となっており、崩壊した土砂量と比例して、土砂流出量が発生するものとなっていない。

また、ケース 2 の崩壊により流出土砂量の増加する期間は 10 年、11 年の 2 年間であるが、ケース 3 の崩壊における流出土砂量の増加する期間は 10 年～20 年の 11 年間に影響を及ぼしていることが確認される。また、同じ流況で繰り返し計算を実施しているが、ケース 3 の 10 年目～21 年目

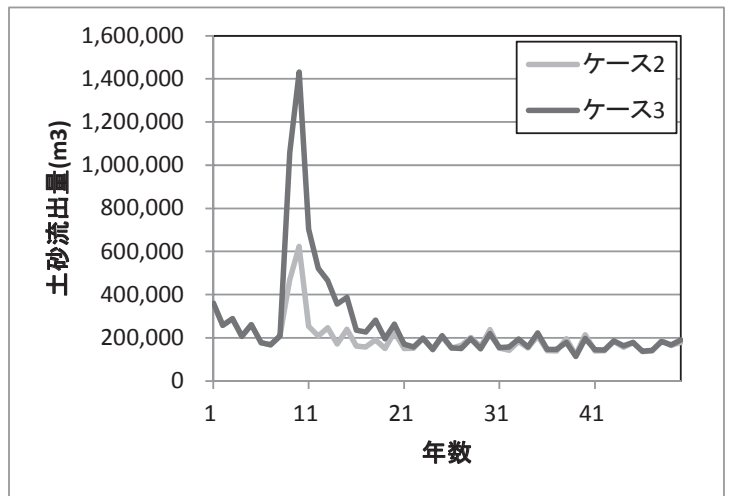


図 3 ケース 2, 3 の計算結果

の流出土砂量の年々減少しており、流量と流出土砂量の関係は一定の一次元相関の関係でないことが確認される。

この結果より、崩壊発生箇所から下流端までの土砂輸送プロセスが有効に機能していることが伺える。

5. まとめ

本研究より、以下のことが確認された。

- ・崩壊を発生させずに長期計算を実施することにより、土砂供給の安定する時期（河道のアーマー化）を推定することができる。
- ・アーマー化が発達しても、本モデルは凍結融解による生産土砂を考慮しているため、土砂流出量を算定することができる。なお、本研究では現象を単純化するため、流況と同じ年の気象情報を適用して凍結融解から算定された土砂量を供給土砂として設定したが、予測計算では適用する各年の気象情報を適用して土砂量を算定することにより適切な供給土砂量を設定することができる。
- ・新規崩壊が土砂流出量に及ぼす規模、期間を推定することが可能である。

1) 江頭 進治、松木 敬：河道貯留土砂を対象とした流出土砂の予測法：水工学論文集、第44巻、p735-740

2) 泉山 寛明：風化基岩における凍結融解による土砂生産プロセスとそのモデル化に関する研究：京都大学博士論文、2012年

3) 山野井 一輝：GIS ベースの土砂生産・土砂流出統合モデルの開発に関する研究：京都大学学士論文、2012年。