

千代川中流域における土砂移動特性に関する研究

国土交通省四国地方整備局 正会員 ○井上 博義
鳥取大学工学部 正会員 梶川 勇樹

鳥取大学工学部 正会員 檜谷 治
鳥取大学大学院 学生員 東 誉

1. はじめに

鳥取県東部を流域とする一級河川「千代川」は、山地から供給される土砂によって様々な問題を抱えている。その一つとして、智頭町市瀬地区の採石場で発生した土砂崩落が挙げられる。

このような土砂問題を解決し、適切な土砂管理を行うためには、土砂生産場である山地河川の土砂移動特性を把握する必要がある。そこで、本研究では、千代川中流域の土砂移動特性を把握するため、この土砂崩落時に供給された土砂を追跡する。供給された土砂は、「三郡変成岩」と呼ばれる黒色の岩石であり、従来の千代川にはあまり供給されておらず、目視により容易に判別できるという特性を持っている。この特徴を生かした土砂移動把握を、現地調査および一次元河床変動モデルの数値計算を用いて行う。

2. 現地調査について

(1) 現地調査概要 三郡変成岩礫群の流下を把握するために、三郡変成岩とそれ以外の岩石を目視で分別し、三郡変成岩構成比を粒径別（16mm～32mm, 32mm～64mm, 64mm～128mm, 128mm～256mm の4階級）に調査した。調査地点は、採石場を原点とし、従来からの三郡変成岩構成比を調べるため上流側3kmから下流側10km区間で行った。本研究では、土砂移動の際に影響を受ける河床層とされる「交換層厚」を推定するため、上層から約40～50cm掘削し、「下層」の調査も行った。

(2) 調査結果と考察 図-1に示すように上層と下層の三郡変成岩の割合を調査したが、ほぼ同じ結果が得られた。つまり、掘削した40cm～50cm又はそれ以上の層まで、三郡変成岩が混合されていることが分かる。洪水時にどの層まで土砂移動に影響を受けているかは各地点で多少異なるが、概ね40cm～50cm辺りではないかと推測できる。

土砂移動については、経年的な変化を捉えるため、小玉ら¹⁾および若林²⁾が行ってきた現地調査と比較する。2004年秋と2005年秋を比較すると全体的に少なくなっているが、図-2(a)の16mm～32mmといった小さな粒径で土砂移動が短区間で起こっていることが分かる。逆に、図-2(b)の64mm～128mmといった大きい粒径については、殆ど動いておらず、2005年度のような中規模出水では大きな土砂移動は起こらないことが把握できた。図-3には、各地点の粒度分布を示した。

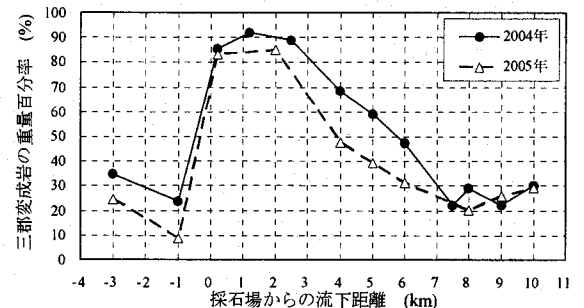
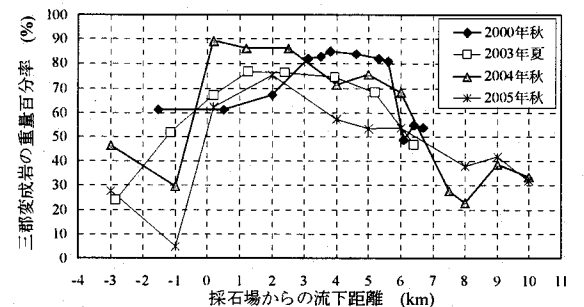
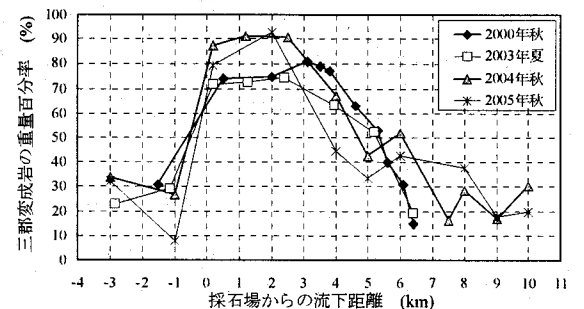


図-1 層別の三郡変成岩の割合



(a) 16mm~32mm



(b) 64mm~128mm

図-2 三郡変成岩割合の経年変化

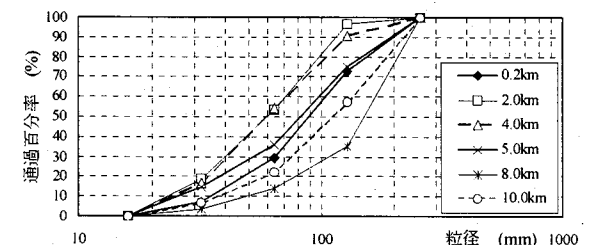


図-3 千代川中流域の粒度分布

3. 一次元河床変動モデルを用いた数値計算

(1) 基礎方程式と計算方法 基礎方程式は一次元流れと河床変動計算を組み合わせた、一次元河床変動モデルにより行う。三郡変成岩およびその他の岩石（主に花崗岩）との岩種の構成比を考慮し、粒径別流砂量の連続式にはその影響を考慮したモデルとなっている。計算では、16mm 以上の岩石を対象とするので掃流砂のみを考慮する。計算方法は、従来急流河川などの常射流混在場で適用されてきた MacCormack 法を採用する。

(2) 計算条件 土砂移動に最も影響があるとされている交換層厚（400mm, 600mm, 800mm の3 ケース）を変更して計算を行った。計算期間は、現地調査を洪水前後で行っており、比較しやすい 1999 年 6 月～7 月の一ヶ月間を対象とした（図-4）。また、より実河川の状態に近づけるため、千代川支川である佐治川の流量も横流入として考慮し、現地測量から得られた河床高、川幅を地形データとして与えた（図-5）。その他の計算条件は表-1 に示す。

(3) 計算結果と考察 計算結果として、交換層厚が 600 mm の場合が、どの粒径でも実測値に概ね近い結果を得た。現地調査からの最大粒径の結果と照査すると妥当な結果であり、千代川中流域の平均的な交換層厚は 600mm 前後ではないかと考えられる。交換層厚を変えて計算を行うと土砂移動に大きな差が表れたため、重要なパラメータといえることができる。土砂移動特性については、千代川支川の佐治川付近 5.0km～6.0km で土砂移動が急激に停止していた（図-6）。これは、川幅の拡大、および河床勾配が緩やかになった影響と考えられる。

4. おわりに

現地調査からは、2005 年度規模の洪水では、大規模な土砂移動は起こらないことが確認された。数値計算からは、従来のモデルと比べて、実河川データ、支川からの流量を考慮することによってより精度の高い結果を得ることができ、土砂移動把握の精度が向上した。今後の課題としては、現地調査において、同じ地点でも横断的に複数の地点を取り調査精度を上げる必要がある。また、支川からの土砂流入などの影響を考慮し、より精度高い予測が出来るモデルの改良が望まれる。

【参考文献】1)小玉芳敬ら：土砂を運ぶ千代川，国土交通省報告書，資料 6，11p，2004. 2)若林伸也：千代川中流域における砂礫の移動特性に関する研究，鳥取大学工学部卒業論文，2005.

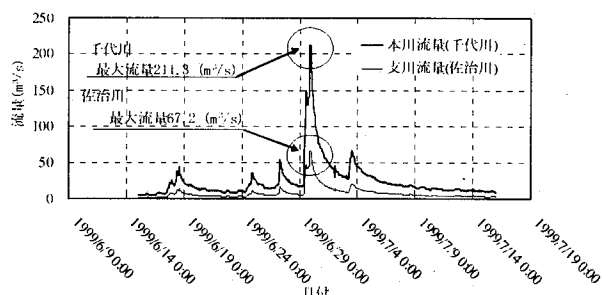


図-4 計算期間（1999 年）の千代川と佐治川の流量

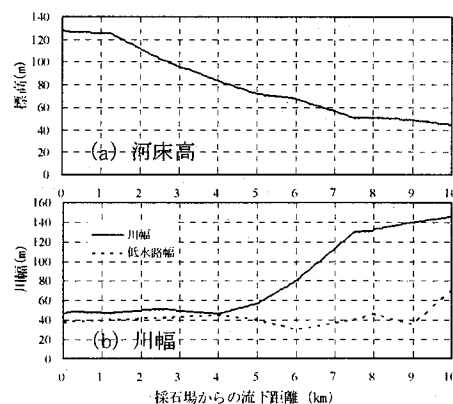


図-5 計算に用いた千代川中流域の地形データ

表-1 計算条件

計算パラメータ		数値
流量 Q (m ³ /s)		図-4参照
河床勾配 i_b		図-5 (a) 参照
川幅 B (m)		図-5 (b) 参照
粗度係数 n (m ^{1/3} s)		0.045
計算区間 (km)		10.0
離散間隔	Δt (sec)	1.0
	Δx (m)	50.0
人工粘性係数	K_v	0.0003
	K_{ic}	0.0
岩種		三郡変成岩および花崗岩の2種類

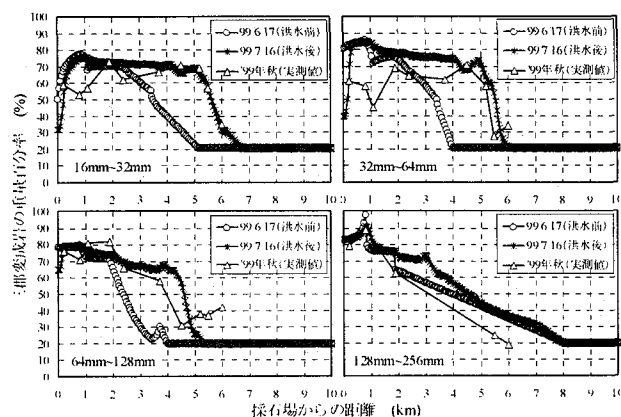


図-6 土砂移動の数値計算結果