

大規模土砂生産後の土砂流出の実態と予測手法に関する検討

いであ株式会社 ○堀江克也, 樋田祥久, 岡村誠司
国土技術政策総合研究所 内田太郎, 林真一郎, 丹羽論, 岡本敦

1. はじめに

平成23年の台風12号による紀伊半島の土砂災害のように、1回の豪雨により大量の土砂が生産されることがある。このような大規模な土砂生産が生じた場合、豪雨時に下流域へ大量の土砂流出が生じるのみならず、長期間土砂流出量が多い時期が続くことが予想されるため、大規模土砂生産後の数年間は土砂管理を進める上で、最も重要な期間の一つであると考えられる。しかしながら、大規模土砂生産後の土砂流出の実態は十分に把握されているとは言い難い。

そこで本研究では、近年、大規模な土砂生産が生じた川辺川流域、沙流川流域、姫川流域を対象として、土砂動態の実態を整理し、大規模土砂生産後の土砂流出への影響について考察を行った。さらに、姫川流域を対象として土砂流出予測モデル¹⁾を適用し、大規模土砂生産後の土砂流出について検討を行った。

2. 大規模土砂生産後の土砂流出の実態に関する資料分析

2.1 分析方法

各流域において表1に示す測定データを用いて、流出土砂量又は河床変動量の経年変化を整理した。さらに、流出土砂量は降水量や流出量の影響を受けると考えられるため、比較的大規模な土砂生産が生じていなかった時期の流出土砂量と降雨指標（年降水量、年最大日降水量、年最大時間降水量等）、水文指標（年総流出量、年最大流量等）との相関を分析し、相関が高い指標を抽出した。その上で、相関の高い指標に対する流出土砂量の経年変化から大規模土砂生産後の土砂流出への影響を分析した。なお、沙流川については粒径についても考察を行った。

表1 検討対象流域と土砂流出の実態把握に用いたデータ

検討対象流域	川辺川	沙流川	姫川
流域面積(km ²)	533	1,350	722
流路延長(km)	62	104	60
近年の大規模土砂災害	H16.8、H16.9、H17.9	H15.8、H18.8	H7.7
土砂流出の実態把握に用いた資料	砂防堰堤堆砂データ(不透過型の71基)	二風谷ダムの堆砂データ、河床測量データ(河口～約50km)、河床材料調査データ	河床測量データ(河口～大正橋、約11km)

2.2 分析結果

(1) 川辺川

川辺川本川に位置する朴木砂防堰堤の上流域（流域面積97km²）に着目して、上流域に存在する砂防堰堤11基の合計比堆砂量の経年変化を整理した。朴木砂防堰堤が位置する泉村では、S57.7、H16.8、H16.9、H17.9に土砂災害が発生しているが、それらの年周辺に比堆砂量は多くなっている傾向が見られた。さらに、大規模土砂生産が生じる前の砂防堰堤の比堆砂量と相関の高い指標を検討した結果、年最大日降水量との相関が高くなった（図1）。この指標を用いると、大規模土砂生産後の1年～3年程度は比堆砂量が多くなり、大規模土砂生産が生じる前の通常期と異なる土砂流出が生じていることが確認された（図2）。

(2) 沙流川

沙流川本川の中流部にH9年竣工の二風谷ダムが存在する。この二風谷ダムの堆砂量について、H15年、H18年の大規模土砂生産が生じる前の相関の高い指標を検討した結果、川辺川と同様に年最大日降水量との相関が高くなった。この指標を用いて堆砂量の経年変化を見ると、大規模土砂生産の1年後（H16年、H19年）の数値が他の年より高く

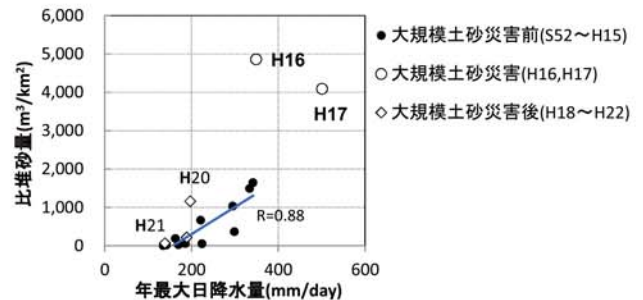


図1 年最大日降水量と比堆砂量との関係

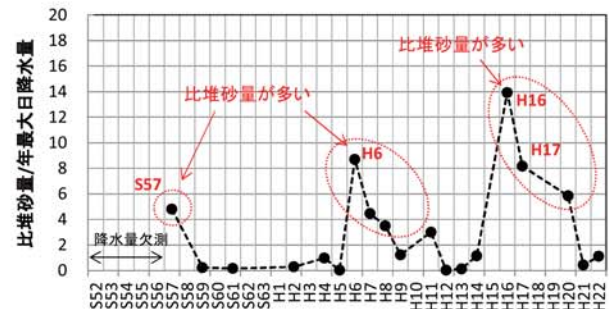


図2 年最大日降水量に対する比堆砂量の経年変化

なっており、大規模土砂生産による流出土砂への影響は翌年に生じるが、その後は通常期に戻っていることが確認された(図3)。

二風谷ダムの堆積土砂は、シルト・粘土～砂成分が多くダム上下流の河道と比べて異なる細かい粒径成分である。H15年、H18年の土砂災害時には、崩壊土砂量²⁾に対して約40%～50%の大量のダム堆砂量が生じた。また、ダム上流の額平川では、H15年洪水後の堆積区間で河床材料に2.0mm以下の割合が増加し、H21年調査では2.0mm以上の粗い粒径が増加した。このことから、生産された大量の土砂のうち、細かい粒径は早期に流出し、やや遅れて粗い粒径が流出している可能性がある。

(3) 姫川

H7.7の大規模土砂災害では、流域全体で約1,000万m³の崩壊土砂が発生し、本川・支川の河道内に約600万m³(河口～大正橋の下流部には約70万m³)が堆積したと言われている³⁾。下流部におけるS44年～H23年の42年間の河床変動土量は約390万m³であるが、そのうち砂利採取量が約509万m³を占めており、全体としてはやや堆積傾向と考えられる。姫川においても同様に大規模土砂生産前の河床変動量との相関を検討したが、人為的な影響が強く相関の高い指標は得られなかった。

3. 大規模土砂生産後の土砂流出に関する数値解析

姫川流域のH7.7洪水による大規模土砂生産後の土砂流出について、土砂流出予測モデル¹⁾を適用して推定した。土砂流出予測モデルは、山地部には降雨流出計算と土砂移動・河床変動計算が一体となった「流域土砂動態解析モデル」、平野部には「一次元河床変動解析モデル」からなる(図4、表2)。計算の初期河床高は、H7.7洪水前後の測量データと河床材料調査データを用いて、単位河道ごとに堆積高(5m程度)と堆積土砂の粒度分布(50%程度は2.0mm以下)を設定し、H7.7洪水後の大量の堆積土砂を表現した。なお、測量データが無い区間については、洪水後の航空写真と地形図からの推定等により設定した。

上記のモデルを用いて、H8年からH23年の16年を対象として河口～大正橋の河床変動高による検証計算を行った。検証されたモデルによる山本地点の通過土砂量の構成比を図5に示す。大規模土砂生産直後のH8年はウォッシュロードや浮遊砂が多いが、徐々に割合が減少し、ウォッシュロードは4年程度、浮遊砂は10年程度で概ね一定の割合となる傾向が見られた。

4. おわりに

本研究では、大規模な土砂生産が生じた川辺川流域、沙流川流域、姫川流域を対象として、大規模土砂生産後の土砂流出の実態について検討を行った。その結果、大規模土砂生産後には通常の土砂流出より多い量の土砂流出が生じており、その影響期間は、川辺川の砂防域では1年～3年程度、沙流川の二風谷ダムでは1年程度であり、姫川の計算では10年程度継続していることが推定された。また、生産土砂のうち、細かい粒径成分は早くに流出し影響期間は短く、粗い粒径成分の流出は遅く緩やかに下流に伝播することが示唆された。

参考文献

- 1) 例えば、水野秀明ら：流砂系の総合的な土砂管理支援システムの開発，土木技術資料49-7，pp.26-31，2007.
- 2) 国土交通省北海道開発局室蘭建設部：沙流川流域総合土砂管理検討業務報告書，pp.3-1-3-47，2010.3
- 3) 国土交通省北陸地方整備局高田河川国道事務所：姫川水系総合土砂管理検討業務委託報告書，p.28，1997.3

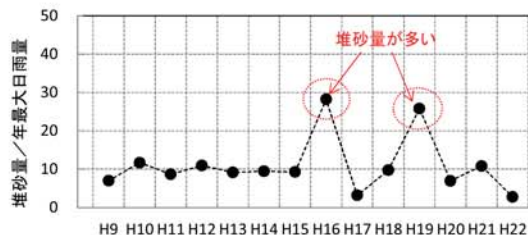


図3 年最大日降水量に対する二風谷ダム堆砂量の経年変化

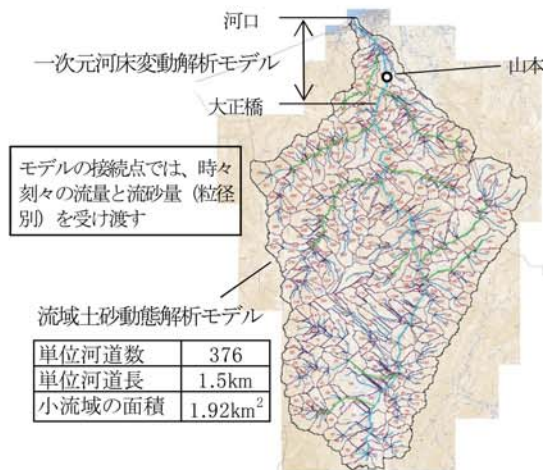


図4 姫川流域の土砂流出予測モデルの構成

表2 土砂流出予測モデルの構成

流域土砂動態解析モデル	降雨流出計算	表面流: kinematic wave法 中間流: 連続式とダルシー則
	流水の計算	等流
	河床変動計算	掃流砂量式: 芦田・道上式 浮上量式: 芦田・藤田式(ウォッシュロードは河床移動に伴い浮上)
一次元河床変動解析モデル	流水の計算	不等流計算
	河床変動計算	同上

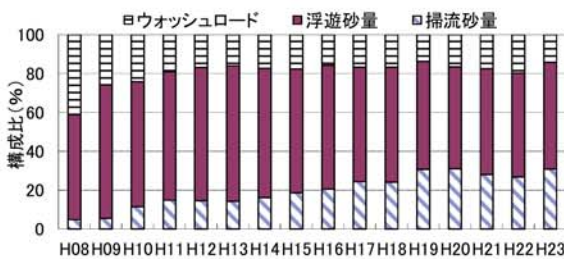


図5 通過土砂量/年最大日降水量の構成比(山本地点、計算値)