

大規模土砂生産を含む山地流域の土砂流出特性

国土技術政策総合研究所 桜井亘 内田太郎 松本直樹 泉山寛明
いであ株式会社 ○堀江克也 岡村誠司 大崎奈央子 亀田涼 高橋一徳

1. はじめに

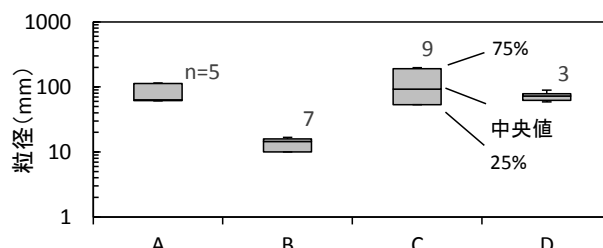
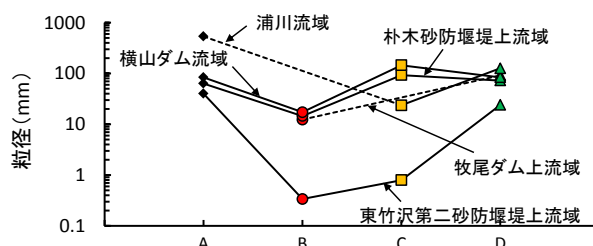
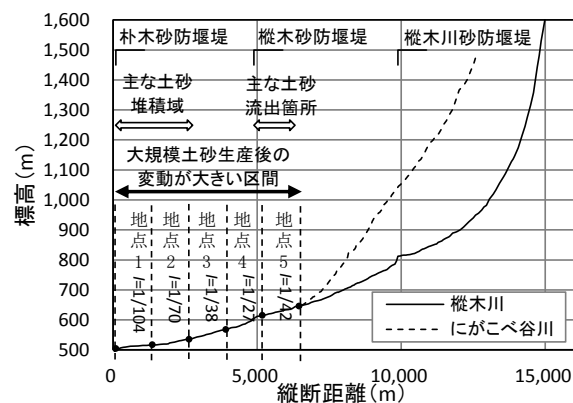
中期の砂防計画や総合土砂管理の検討において、大規模な土砂生産後に生じる活発な土砂流出の実態を把握することは重要である。これまでに、過去に大規模土砂生産現象が発生した 11 流域を取り上げ、生産土砂量と流出土砂量の時系列変化や大規模土砂生産の影響期間等を明らかにした¹⁾。しかし、影響期間中の流出土砂量などの定量的な評価までは至っていない。昨年度の研究²⁾において、流出土砂量を簡易に説明する土砂輸送能³⁾ ($=ARI$, A : 流域面積、 R : 年最大日雨量、 I : 勾配) に着目し、これに粒径 d を加味した土砂輸送能 ($=ARI/d^3$) を用いることで大規模土砂生産を含む流出土砂量を統一的に説明できる可能性が示唆された。ただし、粒径 d 、勾配 I 、降雨量 R の与え方や評価地点の違いによる影響については明らかとなっていない。本研究では、これらの指標の与え方やその影響について検討し、大規模土砂生産を含む土砂流出特性について検討を行った。

2. 検討方法

検討対象流域及び対象とする大規模土砂生産を表-1 に示す。流域ごとに大規模土砂生産を含む 4 時期 (A. 大規模土砂生産発生前、B. 大規模土砂生産発生直後、C. 影響期間中、D. 影響期間終了後) の土砂輸送能を算出し、流出土砂量との関係を検討する。その際、粒径 d 、勾配 I 、降雨量 R に用いる指標は以下のとおり設定し、相関の高い指標の分析を行った。粒径 d については、昨年度は複数時期の粒径が存在する同一地点を基本としたが、流域内での位置づけが明確ではなかった。粒径の評価地点の違いの影響を低減させるため、大規模土砂生産後の変動が大きい区間内で得られるすべての粒度分布を抽出し、それらの平均粒径の中央値 (第 2 四分位) を用いた。図-1 に川辺川-朴木砂防堰堤上流域の例、図-2 に検討 5 流域の平均粒径の変化を示す。平均粒径 (中央値) は B の時期に細くなり、その後、次第に粗粒化する傾向が見られた。勾配 I については、算出区間の違いが与える影響を確認するため、大規模土砂生産後の変動が大きい区間を抽出し、その区間を 5 分割した区間別の平均地形勾配を用いた (図-3)。なお、1 区

表-1 検討対象流域と大規模土砂生産¹⁾

対象流域	浦川	川辺川- 朴木砂防 堰堤	揖斐川- 横山ダム	芋川-東 竹沢第二 砂防堰堤	王滝川- 牧尾ダム
大規模土砂生産	H7.7豪雨	H16・H17 豪雨	S50豪雨	H16新潟県 中越地震	S59長野県 西部地震
生産土砂量 (m ³)	1,375,389	1,840,661	2,497,000	3,528,974	38,561,384
影響期間 (年)	5	8	2	2	7

図-1 大規模土砂生産前後の平均粒径の変化
(川辺川-朴木砂防堰堤上流域)図-2 大規模土砂生産前後の平均粒径の変化
(検討対象流域)図-3 土砂輸送能を算出する勾配 5 地点
(川辺川-朴木砂防堰堤上流域)

間の延長は 0.5~3.0km 程度である。降雨量 R については、年最大流量、年最大日雨量、年間上位 3 位までの日雨量の合計、年最大時間雨量、最大 3 時間雨量、年降水量 (日雨量による足切設定) の 6 指標を用いた。これらの指標を基に ARI 、 ARI/d 、 ARI/d^3 の 3 つの土砂輸送能を算出し、流出土砂量との関係の分析を行った。

3. 検討結果と考察

各流域の流末の流出土砂量と土砂輸送能の相関係数を表-2に示す。ここで、ケース①-1～①-6の勾配 I は地点1（下流端）とした。 ARI 及び ARI/d においては正の相関が見られたが、 ARI/d^3 についてはほとんど相関が見られなかった。降雨指標については、 ARI 及び ARI/d のどちらも年最大日雨量（①-2）を用いた土砂輸送能との相関が高くなった。図-4に①-2の土砂輸送能と流出土砂量との関係を示す。 ARI の図には奥村³⁾の近似直線も示し、 ARI/d 及び ARI/d^3 の図には、平均粒径の25%値～75%値の範囲を誤差範囲として示した。 ARI/d 及び ARI/d^3 では、粒径を考慮することによって細かい粒径の期間（B及びC）は右側にプロットされる傾向にあるが、 ARI/d^3 は粒径の違いが強く出るため採取地点による影響が大きい。 ARI では、芋川-東竹沢第二砂防堰堤上流域のプロットが左側に位置しているが、これは流域面積や勾配が小さい割に粒径が細かく流出土砂量が多いためである。 ARI に粒径 d を加えることにより、これらのプロットが他流域と同程度の傾きに乗ってくる。このことから、 ARI/d を用いることで大規模土砂生産を含む流出土砂量がより精度良く予測できる可能性が高いと考えられる。勾配 I については、地点1（下流端）を用いた土砂輸送能（③-2）との相関が高く、流域全体や5地点の最大値の勾配を用いると相関が低くなった。また、大規模土砂生産直後及び影響期間終了後の粒度分布に対して、近年5年間の流量時系列を与えた流砂量計算を実施し、年間流砂量に占める日数の割合を算出した。図-5に朴木砂防堰堤上流域の例を示す。年間の流砂量に達する日数は、影響期間終了後より大規模土砂生産直後の方が長くなった。大規模土砂生産により粒径が細かくなると、流砂が発生する出水規模が小さくなるため年間の流出土砂量を決定する出水日数が変化すると考えられる。このことから、大規模土砂生産を含む流出土砂量の評価においては、粒径 d の変化に加え、降雨量 R の変化についても今後考慮することが考えられる。

参考文献

- 堀江ら：非常に大規模な土砂生産後の土砂流出の実態分析，平成28年度砂防学会研究発表会概要集B，pp.32-33，2016
- 泉山ら：大規模土砂生産後の流砂特性の変化に及ぼす河床材料の粒径の影響，平成29年度砂防学会研究発表会概要集，pp.2-3，2017
- 奥村：洪水時に土砂流送と河道の土砂輸送能，新砂防，Vol. 43, No.5, pp.19-26, 1991

表-2 流出土砂量と土砂輸送能の相関係数

	ARI	ARI/d	ARI/d^3
①-1(年降水量)	0.448	0.602	0.268
①-2(年最大日雨量)	0.502	0.637	0.331
①-3(年間上位3位までの日雨量の合計)	0.270	0.517	0.369
①-4(年最大時間雨量)	0.466	0.622	0.299
①-5(最大3時間雨量)	0.477	0.631	0.308
①-6(年降水量(日雨量による足切り設定))	0.260	0.397	0.289
②-1(粒径-中央値)	0.502	0.637	0.331
③-1(勾配-源頭部から流末までの全体)	0.336	0.406	0.211
③-2(勾配-地点1)	0.502	0.637	0.331
③-3(勾配-5地点の中の最小値)	0.389	0.632	0.031
③-4(勾配-5地点の中の最大値)	0.440	0.541	0.032

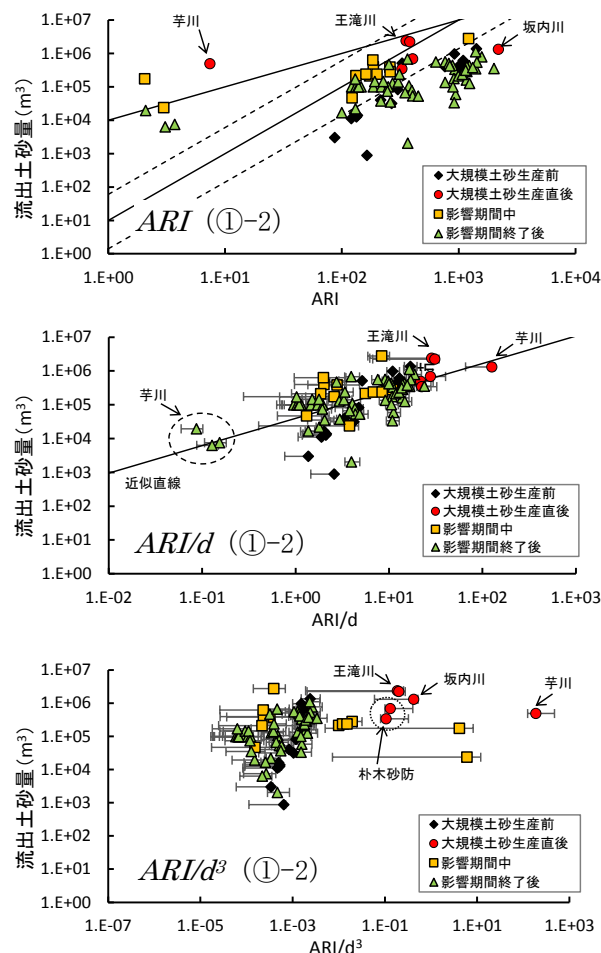


図-4 土砂輸送能と流出土砂量との関係

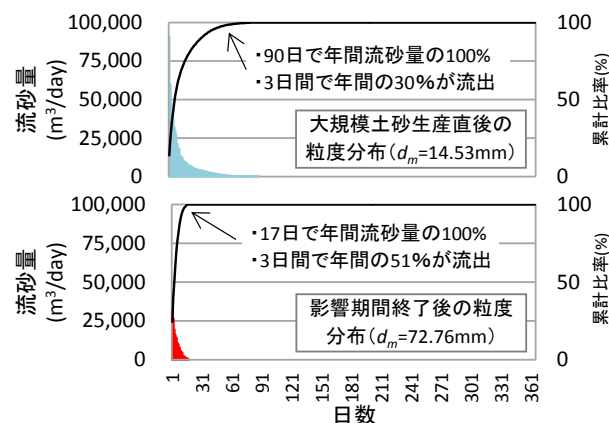


図-5 年間の流砂量に占める日数の割合
(川辺川-朴木砂防堰堤上流域のパレート図)