

特徴的な土砂災害形態としての土砂・洪水氾濫とその対策

国土技術政策総合研究所 内田太郎 坂井佑介

1. はじめに

平成 30 年西日本豪雨では、広島県呉市、坂町などで流域面積が数 km^2 の流域で多数の斜面崩壊・土石流による大量な土砂生産が生じた。生産土砂は多くの細粒分も含んでおり、また、降雨が長期間継続したため、大量な土砂が谷出口から流出した。その結果、谷出口より下流の河道では河床上昇・河道埋塞が生じ、大量な土砂・泥水が市街地に氾濫し、深刻な被害が生じた（写真 1）。このようなタイプの災害は、これまでも生じていた現象ではあるが、平成 28 年の十勝川流域の災害や平成 29 年の九州北部豪雨においても生じており、近年、特に顕在化している。そこで、本稿では、現象を表す用語、現象の特徴、対策に関する計画論上の整理と対策検討手法の検討状況、今後の技術的課題について整理を試みる。

2. 用語

砂防事業の費用便益分析マニュアル（案）（平成 24 年 3 月）では「1. はじめに」で示したような現象は土石流による直接的な被害と区別され、「土砂・洪水氾濫」と定義されている（図 1）。また、同マニュアルでは、土砂・洪水氾濫を引き起こす現象として、「上流からの流出土砂に伴う河床上昇等」があげられている。さらに、「防災・減災、国土強靱化のための 3 か年緊急対策」（平成 30 年 12 月 14 日 閣議決定）において、「全国の中小河川における土砂・洪水氾濫等の危険性に関する緊急対策」として、土砂・洪水氾濫対策が位置付けられた。

3. 土砂・洪水氾濫の特徴

平成 29 年九州北部豪雨による赤谷川流域や平成 30 年西日本豪雨による大屋大川流域における土砂・洪水氾濫の事例をもとに簡単に土砂・洪水氾濫の特徴を整理する。

- (1) 総降雨量は、九州北部豪雨では 800mm 程度、西日本豪雨 400mm 程度であり、過去の既往最大値を大幅に上回るような降雨であった。
- (2) 流域内で多数の斜面崩壊。土石流が発生し、大量な土砂生産が生じる。比流出土砂量は $10,000 \sim 100,000 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 程度であった。
- (3) 生産土砂は多くの細粒分を含み、1mm 以下の粒度の割合が 40% 程度であった。
- (4) 総流出土砂量に対するピーク流量は土石流の事例に比べると小さく、土石流に比べると長期間土砂流出が継続したと考えられる。
- (5) 河床勾配が 1/150 程度の範囲まで被害が及んだ。

4. 対策の考え方

4.1 砂防計画論上の位置付け

土砂・洪水氾濫対策は計画論上、以下のように整理される。砂防基本計画の対象現象は、対象とする現象が生じる時間スケールから、

- ① 計画規模の現象が発生する一連の降雨継続時間（短期土砂流出）。
- ② 短期の降雨により生産された土砂が移動する影響期間。数年から数十年程度が目安（中期土砂流出）
- ③ 計画の対象とする必要がある、短期・中期を含む数十年程度またはそれ以上の期間（長期土砂流出）

と整理される。このうち、短期土砂流出現象の対象現象は、

- a. 土砂・洪水氾濫対策
- b. 土石流・流木対策
- c. 土砂・洪水氾濫にともなう流木対策

に分類される（図 2）。

4.2 「河床変動計算を用いた土砂・洪水氾濫対策に関する 砂防施設配置検討の手引き（案）」

土砂・洪水氾濫による災害を防止するための対策施設整備には、将来生じうる土砂移動現象を予測しつつ、砂防施設の効果評価を適切に行い、施設配置計画を立案することが重要である。そこで、土砂・洪水氾濫に対して、より効果的・効率的な砂防施設配置計画の立案に資することを目的に国総研資料「河床変動計算を用いた土砂・洪水氾濫対策に関する砂防施設配置検討の手引き（案）」¹⁾（以下、「手引き」と呼ぶ）を発行した。

本手引きは、過去の土砂・洪水氾濫現象を対象に再現計算を実施し、解析手法・条件設定の妥当性を確認したうえで、計画現象に対する施設配置計画を検討することとしている。また、一方で、降雨分野や土砂生産量など、将来予測には不確実性がともなうため、これらの不確実性を考慮し、施設配置計画を検討することとした。

また、豪雨時の山地河川は土石流・掃流状集合流動・掃流砂・浮遊砂という多様な土砂動態が混在するなど、下流河

川の土砂動態とは異なる特徴を有する²⁾。また、中小出水時では見られない斜面崩壊、土石流、溪岸侵食等による大量な土砂生産、河道への土砂供給が生じることにより、河床が主たる土砂発生源である中小出水時の土砂動態が大きく異なる。そこで、土砂・洪水氾濫対策施設の配置計画を検討するための土砂動態を適切に評価・解析するためには、豪雨時の山地河川の土砂動態に則した解析手法を用いるとともに、適切に計算条件を設定する必要がある旨、手引きでは示している。

5. 今後の技術的な課題

今後、より効果的・効率的に土砂・洪水氾濫対策を進めるために必要と考えられる技術的課題について整理を試みる。

- 1) 土砂生産の実態把握と土砂生産量、タイミング、場所、形態の予測技術の向上
数値解析の境界条件となる土砂生産量やタイミングは解析結果に大きな影響を及ぼすため、実態の把握をさらに進め、予測精度を向上させることが、土砂・洪水氾濫対策を進めていくうえで重要である。近年、航空レーザー測量データの蓄積も進んでおり、これらの有効活用が当該分野の進展に寄与することが考えられよう。
- 2) 山地洪水の実態把握と流出解析技術の向上
土砂・洪水氾濫のきっかけとなる山地洪水の観測データは必ずしも十分とはいえず、流出解析の精度検証も今後進めていく必要がある。CCTV 画像の活用などが実態把握の有効な手段となりうることが期待される。
- 3) 土砂・洪水氾濫に対する対策が必要となる箇所の抽出技術
過去の土砂・洪水氾濫の実態を分析するなどし、地質や地形量などから詳細な検討を実施すべき流域の抽出技術できるようになれば、より効率的に対策が進むことが期待される。
- 4) 効果的な対策施設の開発・設計手法の開発
施設整備による対策としては、遊砂地やスリット堰堤等の対策が有効であると考えられるが、これらの施設の設計方法を見直し、向上させていく必要がある。さらに、堰堤の補足容量の確保のため、堰堤の除石管理など、維持管理の必要性の検討やその手法についても検討していく必要がある。
- 5) 対策施設の効果評価手法の向上
土砂・洪水氾濫で大きな影響を及ぼす細粒土砂の施設周辺の動態を把握し、効果評価手法を向上していくことが施設の規模を決定する上で重要である。

今後は、これらの課題に加えて、流域の特性に応じた技術を開発・活用していくことがさらなる土砂・洪水氾濫対策の実行に資するものと考えている。

参考文献 1) 国総研資料 第 1048 号「河床変動計算を用いた土砂・洪水氾濫対策に関する砂防施設配置検討の手引き(案)」、2) 国総研資料 第 874 号「豪雨時の土砂生産をともなう土砂動態解析に関する留意点」



写真1 西日本豪雨による呉市天応地区の被害の様子

		保全対象の位置			
		土石流危険渓流等 にある保全対象	扇状地・谷底平野 にある保全対象	沖積平野にある 保全対象	貯水池
対象とする期間	短期 (一連の降雨)	A. 短期(一連の降雨継続期間中)土砂流出による土砂災害対策計画			
	A-2. 土石流・流木 対策計画	A-1. 土砂・洪水氾濫対策計画			
		A-3. 土砂・洪水氾濫時に流出する流木の対策計画			
		E. 深層崩壊・天然ダム等異常土砂災害対策計画			
中期 (数年まで)		B. 中期(土砂流出活発期)土砂流出対策			
長期 (10年以上)		C. 長期(土砂流出継続期)土砂流出対策			

図2 砂防基本計画で対象とする時間スケール、保全対象および現象

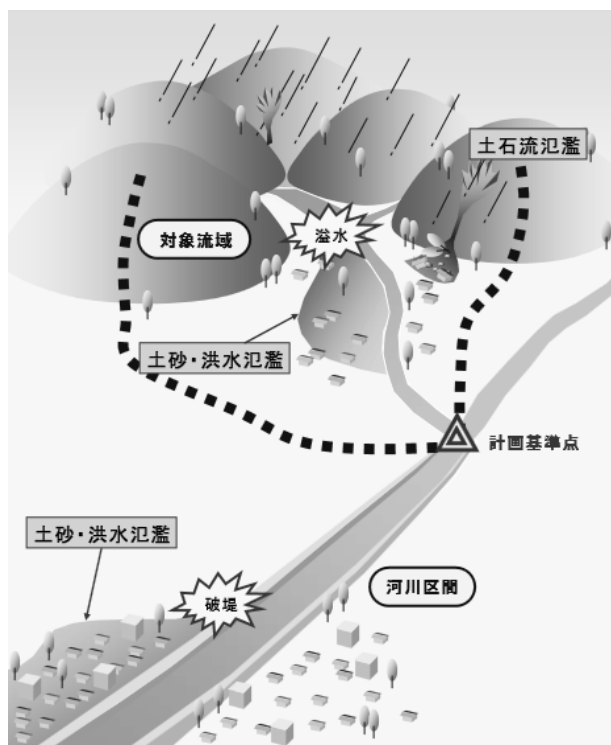


図1 土石流による直接被害と土砂・洪水氾濫(砂防事業の費用便益分析マニュアル(案)より引用)