

大規模土砂生産後の流砂系土砂管理のあり方に関する研究

国土交通省国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター長

危機管理技術研究センター砂防研究室 主任研究官

ごとう こうじ
後藤 宏二
うちだ たろう
内田 太郎

1. はじめに

(1) 大規模土砂生産後の土砂流出

土砂災害は時として広域の豪雨災害や大規模地震、火山噴火等によって、溪流・河川・ダムなどに大量の土砂供給がなされるケースが見られます。例えば、平成23年の台風12号では、紀伊半島でおおむね1億 m^3 の斜面崩壊が発生し、大量な崩壊土砂が天然ダムを形成するなどし、今なお、斜面や溪流内に残存しています（写真—1）。

このような大規模な土砂生産は、流域の土砂動態・環境に長期間（数年～数十年、場合によっては100年以上）にわたり大きな影響を及ぼす可能性が考えられます。例えば、1858年に富山県の常願寺川流域において発生した鳶崩れは、長期間下流域に影響を及ぼしたと考えられています。常願寺川流域の水害はこの大規模崩壊後100年以上にわたり、それ以前に比べて頻発し、下流域の河床も大規模崩壊から50年経過した後も上昇し続けていたと言われています¹⁾。

ほかにも、台湾で1999年に生じた集集地震は非常に多くの斜面崩壊を引き起こしました。このときも、地震後6年間下流の浮遊砂濃度が高い状態が継続したことが報告されています。

掃流砂については、十分に分かっていません

が、より影響期間は長期化していた（いる）ことが予想されます。

以上のように、大規模な土砂生産は流域の河床変動状況、土砂動態を一変させるのみならず、その影響が長期間続くと考えられ、流砂系の総合的な土砂管理手法を考える上で、大規模土砂生産後の流砂系の土砂動態に及ぼす影響を解明することは重要な課題の一つであると考えられます。

(2) 大規模土砂生産後の対応

一方、大規模土砂生産が生じると、土砂の掘削など緊急的な対策が行われます。例えば、平成7年の北信越豪雨では、長野県、新潟県境を流れる姫川流域において、約1,000万 m^3 の土砂が生産され、そのうち約6割が姫川本川に流出したと考えられています。その結果として、姫川本川で最大10m強の河床が上昇し、家屋、国道、JR線において、壊滅的な被害が生じました。

これに対して、壊滅的な被害を受けた平岩地区では、台風シーズンに備え河道掘削（約60万 m^3 ）が応急的に行われました。その他、出水対応として平成10年までに400万 m^3 あまりの埋塞土砂が撤去されました。

また、平成20年の岩手宮城内陸地震や、平成23年の宮崎県霧島山の新燃岳噴火で大量の土砂生産が生じた際には、既設の砂防堰堤を除石するなどの対策がとられてきています。



写真—1 台風12号による紀伊半島の崩壊状況

(3) 本研究の狙い

そこで、国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センターでは、平成24年度よりプロジェクト研究として、「大規模土砂生産後の流砂系土砂管理のあり方に関する研究」を実施することとしました。本研究では、通常想定されている規模を大きく上回る規模の土砂生産に対するダメージコントロール手法を検討するために、大規模土砂生産後の土砂動態の実態把握、予測技術の構築を目的としています。

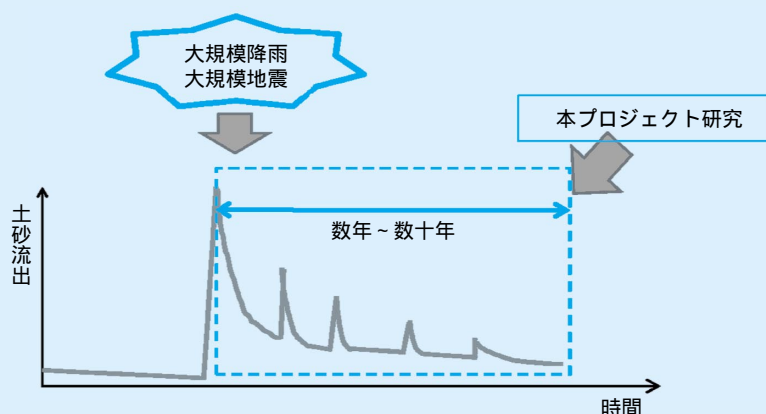
本研究では、大規模土砂生産後に実際に起こった土砂移動現象を短期的な現象（数日～数カ月）から中長期的な現象（数年～100年程度）まで時系列的に整理することを予定しています。その

際、実施した対策とその効果・影響についても併せて分析する予定です。その上で、大規模土砂生産後の数年～数十年間の土砂動態予測技術および効率的な土砂管理のあり方の検討に資する対策の効果評価手法を構築することを目指します（図—1）。

2. 研究計画の概要

(1) 対象流域の候補

研究対象流域は、図—2に示すようなおおむね過去数十年以内に大規模な土砂生産が発生した地域を候補として考えています。本研究では、約120



図—1 大規模土砂生産後の土砂流出のイメージ

年前の十津川災害による新宮川の土砂生産から、昨年の同じく十津川地域の土砂生産まで、年代の異なる大規模土砂生産現象を対象と考えています。古い時代の情報は集めにくいたため、発生時期が古いものは大規模土砂生産直後の情報が十分に取得できない可能性が高いと考えています。そこで、大規模土砂生産時期が異なる流域を対象とすることにより、図—1に示したような大規模土砂生産後の長期間にわたる土砂流出状況、河床変動状況の変化の実態把握を試みます。

また、下流への影響を考えた場合、流域のスケールや地形的な特性も影響することが十分に考えられます。そこで、本研究では、さまざまなスケールの流域を候補としました。

さらに、一口に大規模な土砂生産と言っても、メカニズムはさまざま考えられます。例えば、誘因としては、豪雨、地震、火山活動が考えられ、斜面崩壊形態としては、表層崩壊の多発から、大規模な深層崩壊まで、多様な現象が想定されます。そこで、本研究では、誘因は豪雨と地震の双方を対象とし、斜面崩壊形態も表層崩壊が主たる場合と深層崩壊が主たる場合の両方を対象とするように考えています（図—2）。

（2）調査手法

研究の検討フローを図—3に、年次計画を表—1に示しました。本研究は、

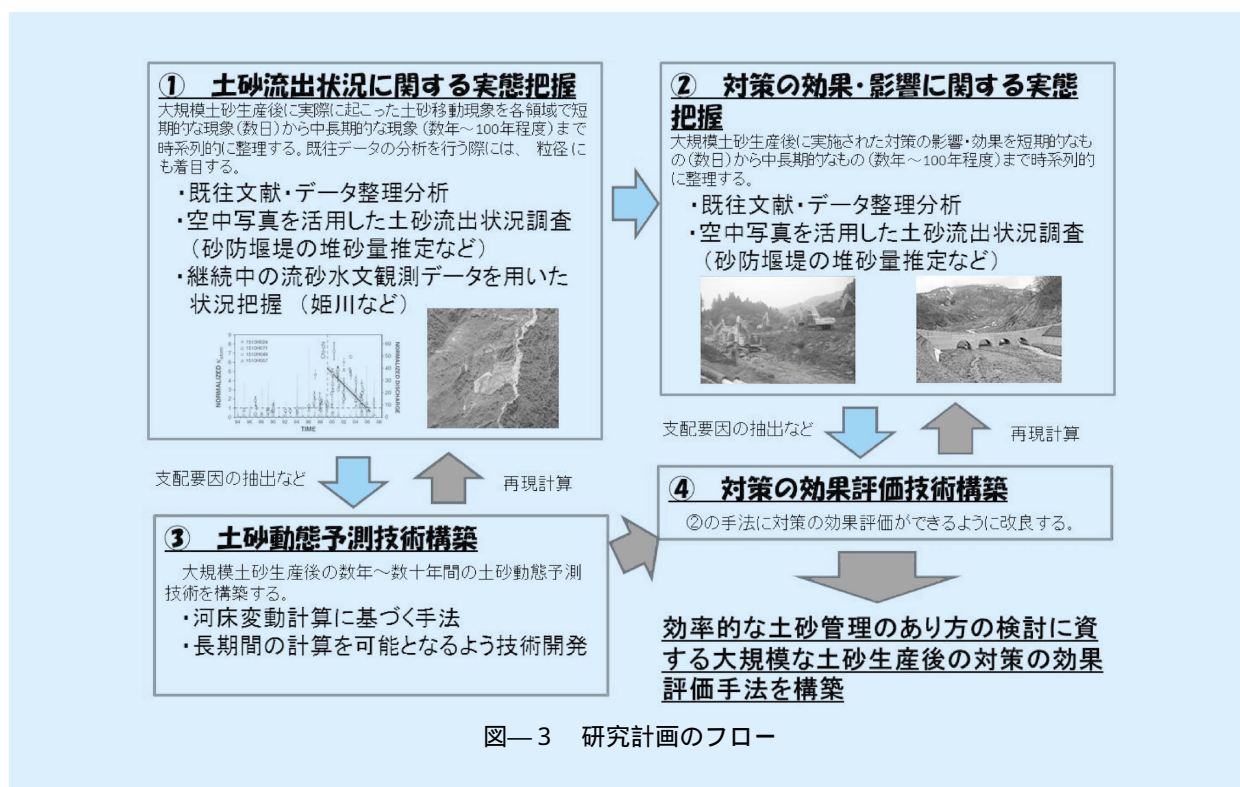
- ① 大規模土砂生産後に生じる短期的および中長期的な土砂移動現象の実態解明
- ② 大規模土砂生産後の対策の効果・影響の実態解明
- ③ 大規模土砂生産後の数年～数十年間の土砂動態予測技術の構築
- ④ 大規模土砂生産後の対策の効果評価手法の提示

の四つのパーツからなります。以下では、それぞれのパーツで現在考えている研究のアプローチについて簡単に紹介します。

- ① 大規模土砂生産後に生じる短期的および中長期的な土砂移動現象の実態解明

ここでは、既往の文献収集・分析（過去の災害などの実態把握）および地方整備局等で取得された既往データの収集分析（堆砂データ、河床変動測量データを用いた実態把握）を行うことを考えています。さらに現在、全国の国土交通省砂防事務所において実施中の流砂水文観測結果を活用することも予定しています。なお、流砂水文観測手





図—3 研究計画のフロー

表—1 年度計画

目 標 等	実施年度		
	平成24	平成25	平成26
大規模土砂生産後に生じる短期的および中長期的な土砂移動現象の実態解明	事例収集・分析		
		現地調査	
大規模土砂生産後の対策の効果・影響の実態解明	事例収集・分析		
大規模土砂生産後の数年～数十年間の土砂動態予測技術の構築		手法検討	検証計算
大規模土砂生産後の対策の効果評価手法の提示			検討・提示

法については、国土技術政策総合研究所において、「山地河道における流砂水文観測の手引き(案)」(平成24年)としてとりまとめています。

しかしながら、先にも述べたように古い時代のデータが十分に蓄積されていない可能性が考えられます。そこで、これを補うために本研究では、過去の空中写真等を用いて過去の地形変化に関する調査を行うことを予定しています。堀田・厚井⁴⁾は、空中写真から未満砂であった砂防堰堤の堆積状況を空中写真判読により推定し、過去の流砂環境を推定しています。本研究でも、このような手法を活用しながら、データの不足を補っていきたいと考えています。

② 大規模土砂生産後の対策の効果・影響の実態解明

姫川、芋川、栗駒山を中心に、大規模土砂生産後に実施した対策の効果・影響に関する実態把握のための調査を行うことを考えています。まずは、土砂の掘削量、砂防堰堤等の設置状況など、対策の実態を整理します。その上で、対策の効果・影響について分析していく予定です。具体的には、①同様、流砂観測のデータの活用や、空中写真を用いた砂防堰堤の堆砂量の変遷に関して分析する予定です。

③ 大規模土砂生産後の数年～数十年間の土砂動態予測技術の構築

河道内の土砂移動を再現，予測する手法として，広く河床変動計算が用いられています。さらに，近年，河床変動計算を用いて，流砂系全体の土砂動態を再現，予測する試みも行われてきています³⁾。しかしながら，一般的に用いられている河床変動計算手法を用いて，本研究で対象とするような長期間の河床変動状況の計算を行おうとすると，現在の一般的なコンピュータ能力では膨大な時間を要します。そこで，本研究では，長期間の河床変動状況を推定可能な手法の検討および開発を行います。

また，現在の河床変動計算の多くは，各計算区間で流砂量は当該区間の水理量（水深，水面勾配など）で決まる平衡状態に達していると仮定しています。この手法は，必ずしも，上流域における大規模な土砂生産が下流域に及ぼす影響を適切に評価しているとは言いがたい側面があります。そこで，本研究では流砂の非平衡性を考慮した手法を用いることを検討する予定です。これにより，各区間の流砂量は，当該区間の水理量のみならず，上流域の河道内状況の影響を受けることとなり，上流域の土砂生産が下流域に及ぼす影響をより適切に表現できるようになることが期待されます。

これらの手法の検討に基づき新たな数値計算モデルを構築し，過去の河床変動状況の再現計算を実施し，モデルの妥当性の確認を行うことを考えています。また，過去の河床変動状況に加えて，直轄砂防事務所において実施されている流砂水文観測結果を用いた検討を行うことも考えています。

④ 大規模土砂生産後の対策の効果評価手法の提示

②の成果および③で開発する土砂動態予測技術を組み合わせ，大規模土砂生産後の対策の効果評価手法を提示することを考えています。

3. おわりに

本研究により，従来考慮されてこなかった大規模な土砂生産後の土砂移動に伴う流砂系の防災・環境および利用面での影響を軽減できる対策の効果評価が可能となるツールが構築されることが期待されます。これにより，大規模な土砂生産後の土砂管理手法，危機管理手法，復旧・復興手法の高度化が期待されます。

通常の想定を大きく上回るような土砂生産があった場合には，対策の規模，期間が通常対策とは大きく異なることが考えられます。また，今般の東日本大震災および平成23年台風12号による紀伊半島における大規模土砂災害を受けて，通常想定されている規模の自然現象を大きく上回る規模の現象に対するダメージコントロール手法の重要性が極めて高まっており，本研究の社会的意義は高いと考えられます。さらに，これまで，想定を大きく上回る土砂生産後の土砂動態の実態は十分に解明されておらず，本研究の科学的な意義も高いと考えています。

【参考文献】

- 1) 池田暁彦：大規模崩壊地からの土砂流出とその対策—常願寺川砂防事業の歴史—，砂防学会誌，第64巻第3号，pp 57～63，2011
- 2) 国土交通省国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター砂防研究室：山地河道における流砂水文観測の手引き(案)，国土技術政策総合研究所資料，2012
- 3) 国土技術政策総合研究所：健全な水循環系・流砂系の構築に関する研究，国土技術政策総合研究所プロジェクト研究報告，第16号，2007
- 4) 堀田紀文・厚井高志：山地からの土砂流出の変遷の実態—流域の土砂貯留量の変化に着目して—，砂防学会誌，第63巻第5号，pp 52～61，2011