

# 北海道沙流川支流域における崩壊地発生に伴う土砂流出・滞留パターンの変化

北海道大学農学研究院

○木村誇・丸谷知己

愛媛大学農学部

戒信宏

山口県農林水産部

大木良磨

## 1. はじめに

山地河川からの土砂流出現象は、上流域山間地のみならず下流域での氾濫やインフラ破壊、時には人命を奪う災害へと繋がることから、流域の災害対策を講じる上で重要な情報である。集中豪雨や地震などにもなまって起きる地すべり、斜面崩壊、土石流といったマス・ムーブメントは、下流域に稀ではあるが大規模な土砂流出現象を引き起こす。しかしながら、山地源流域でのマス・ムーブメントが本流河川に及ぼす影響に関する研究例は少ない。そこで本研究では、支流と本流の合流点に形成される扇状地の発達プロセスと支流域内における斜面崩壊の発生の時間的関係を解析することで、支流域内での斜面崩壊発生が本流河川の土砂収支および河川地形変化に与える影響を明らかにすることを目的とする。

## 2. 研究対象地

本研究における調査・解析は、北海道日高地方、沙流川水系に含まれる宿主別川（流域面積 54 km<sup>2</sup>、本流路長 12 km）を対象とした。この流域は日高山脈山麓部に位置しており、周囲を急峻な斜面で囲まれる（平均斜面勾配 28.5°）。地質はカムイコタン帯に属し、主に白亜紀に形成された堆積岩類（砂岩・泥岩）からなる。流域の大半が冷温帯針広混交林によって覆われているが、一部はトドマツなどの人工林に改変されている。溪畔域には、治山・砂防構造物が 12 箇所設置されているものの、溪谷の形状や流路形態の攪乱は小さい。現在の氾濫原域は、2003 年に日高地方を襲った台風性豪雨により多くの斜面崩壊、土石流が発生したため、大量の土砂が流入し、以前にあった氾濫原を埋積している（図 1）。

## 3. 研究方法

本研究では、現地調査に基づいて、支流扇状地の発達プロセスと支流域内における斜面崩壊の発生の時間的関係を解析し、支流域内で発生した斜面崩壊が本流河川の土砂収支および河川地形変化にどのようなインパクトを与えたのかを明らかにする。調査・解析は以下の手順で行った：1）宿主別川流域内の 12 箇所の支流（河川次数：0-3 次、流域面積：0.1-4.4km<sup>2</sup>）を対象に調査を行った。対象支流の選定にあたっては、林道や橋梁の敷設などによって、扇状地地形や植生が著しく攪乱されているものは対象地から除外した。地形解析には国土地理院発行の 50m メッシュデータを元に、1m メッシュにリサンプリングした 1mDEM を用いた。2）支流扇状地と扇状地上の植生の分布は地形図上に詳細にスケッチし、そ

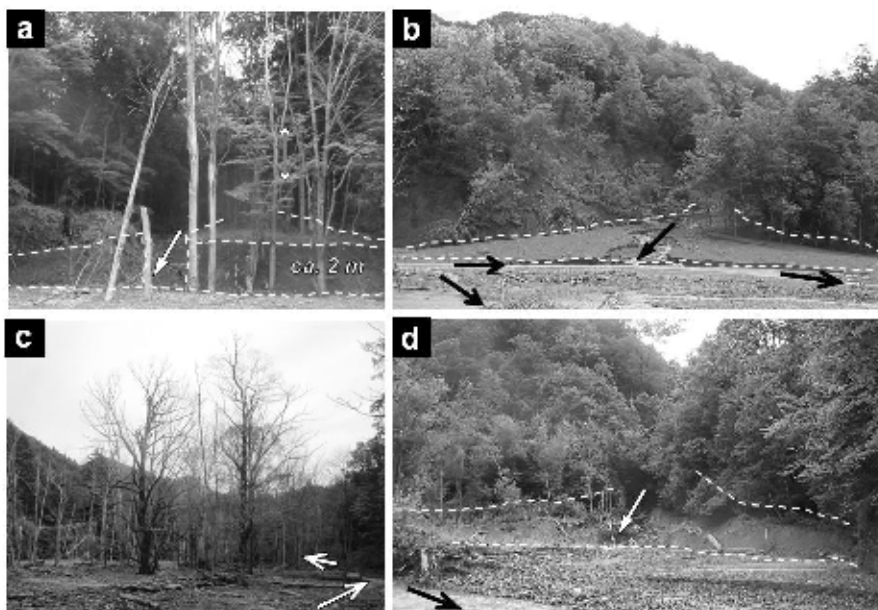


図 1. 2003 年豪雨時の土砂流出に伴って河道内に形成された堆積地の様子

(a) 支流合流点の埋没樹木。2003 年豪雨後にも大きな土砂流出があり、再び扇状地が形成されたことがわかる。(b) 2003 年豪雨後、大きく発達した支流扇状地。(c) 大規模な土砂流出により埋没枯死した溪畔林。大径木が点在することから 2003 年豪雨以前は、長期間攪乱を受けていなかったことがわかる。(d) 繰り返し土砂が堆積している支流扇状地。林冠を占めるオノエヤナギは 2003 年豪雨によって埋没し、枯れ上がりが生じている。現在の地表面にはケヤマハンノキが一斉に更新している。写真は全て 2008 年 8 月に撮影したもの。写真中の矢印は本流および支流河川の流下方向を示している。

それぞれの位置および距離はコンパス内蔵型の測距機器を用いて記録した。溪畔林の植生構造（優占種、立木サイズや密度）は発達段階に応じて明瞭に変化するため、この違いを基準に成立年代の異なるエリアを容易に区分することができる。本調査地では、各扇状地上の堆積地面を、植生の発達段階として判別可能な5段階に区分した。支流扇状地に成立した各植生パッチの成立年代を推定するため、幼樹23個体から円板を、成木36個体から年輪コアを採取して年輪数を判読した。得られた年輪数のうち、各パッチの最高齢個体の樹齢を成立年代とした。3) 1963年、1974年、1983年、1993年および2003年の5年代の空中写真（モノクロ、縮尺1:16,000および1:20,000）を用いて、撮影年代ごとの崩壊地分布を調べた。1974年から2003年の崩壊地について、その前の年代の崩壊地分布と照らし合わせ、新規崩壊地、拡大した崩壊地、縮小した崩壊地の3つに区分し、総崩壊地面積に加えて、拡大および縮小崩壊地面積を測定した。

#### 4. 結果と考察

宿主別川流域では、1963年頃に発生した崩壊地（19.3ha）は植生被覆によって縮小し（1964–1983年の崩壊地面積の拡大率は $0.3\text{ha year}^{-1}$ に対し、縮小率は $1.2\text{ha year}^{-1}$ ）、1983年には崩壊地面積が1.4haにまで減少したが、1993年には再び増加に転じた（1984–1993年の崩壊地面積拡大率および縮小率はそれぞれ $0.9\text{ha year}^{-1}$ 、 $0.1\text{ha year}^{-1}$ ）。さらに2003年には、台風性豪雨によって発生したと考えられる多数の新規崩壊地（357箇所、37.5ha）が流域全体に分布しており、崩壊地面積は40.7haにまで増大した。

現地測量および樹木年代調査に基づいて、支流扇状地の堆積地規模と形成年代を特定した。全ての支流で2003年豪雨に伴う扇状地の発達が認められた。2003年豪雨によって新たに扇状地に流出した土砂量は、その豪雨による生産土砂量に影響されると考えられるが、扇状地面積の増加は支流域ごとの新規崩壊地面積と必ずしも比例してはなかった（図2a）。2003年以前の扇状地の形成年代は支流によって大きく異なっており、最も新しいものは1987年頃、最も古いものは1832年頃に形成されていた。これらの扇状地と2003年豪雨によって形成された扇状地の面積を支流ごとに比較すると、ほとんどの流域でそれまでに堆積していたものを大きく上回る堆積地が形成され、扇状地面積が急激に拡大しているのがわかった（図2b）。一方で、新規堆積地の規模が、それまでに堆積していたものと同程度（No.19、No.20）か、それを下回る（No.22）支流も存在していた（図2b）。

1951年以降の降雨観測データによれば、宿主別川では2003年8月の豪雨が観測期間最大であり（最大日降雨量388mm、総降雨量434mm）、次いで1959年4月（総降雨量351mm、最大日降雨量335mm）、1981年8月（最大日降雨量194mm、総降雨量は299mm）が記録されている。崩壊地分布の変化から、2003年および1959年豪雨に起因した崩壊地発生が認められたが、1981年豪雨を含む期間は崩壊地がほとんど発生していなかった。また、1983年から1993年には大規模な降雨イベントがなかったにもかかわらず、崩壊地面積は拡大傾向にあり、調査対象とした12支流域でも、そのうちの7支流域で新規崩壊地が発生していた。各支流における扇状地形成年代は2003年豪雨を除けば、崩壊地発生年代と必ずしも同調していなかった。また支流内の崩壊地規模によって扇状地規模が規定される訳ではなかった（図2a）。扇状地形成には、土石流の発生や、多量の土砂を含むサージの発生が必要である。2003年豪雨後の扇状地面積の拡大が特に顕著であった支流では、豪雨以前に扇状地形成を伴わない崩壊地発生が認められていたことから、豪雨時の土石流およびサージ発生に、それ以前に生産され、支流域内に滞留していた土砂が寄与していることが考えられる。

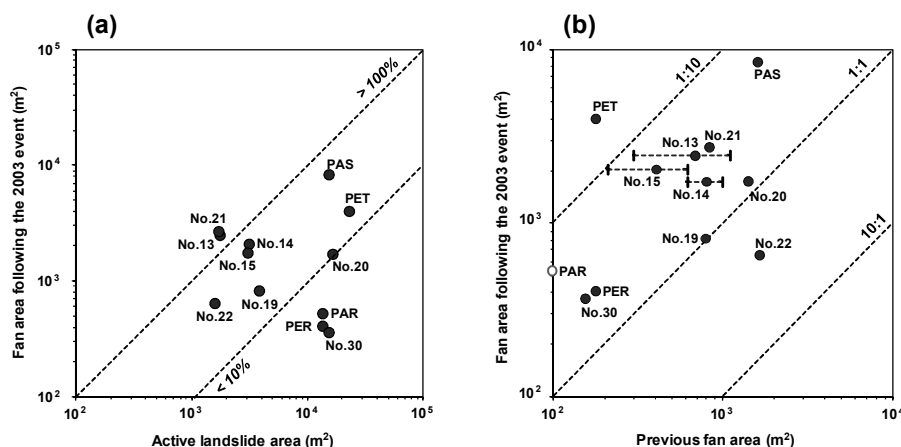


図2. 2003年豪雨によって形成された扇状地面積と(a)1993–2003年の新規崩壊地面積および(b)2003年以前に形成された扇状地面積との比較  
(a)扇状地規模の増加は支流域ごとの新規崩壊地面積と必ずしも比例してはなかった。(b)エラーバーのついた3支流では、形成年代の異なる扇状地が複数認められるため、それらの面積の中央値とレンジを示した。白抜きで示した支流(PAR)では2003年以前に形成された扇状地は認められなかった。2003年豪雨を受けて形成された扇状地の規模は、ほとんどの支流で、それ以前に形成されていたものよりも大きかった。