HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	日高山脈西部の豪雨低頻度地域における航空写真解析に基づく拡大崩壊の推移評価［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	輿水, 健一
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	乙第7220号
Issue Date	2025-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/95029
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	KOSHIMIZU_Kenichi_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称： 博　士（農学）　　氏名　　輿水　健一

学 位 論 文 題 名

日高山脈西部の豪雨低頻度地域における
航空写真解析に基づく拡大崩壊の推移評価

近年土砂災害の発生件数は増加傾向にあり、今後の気候変動に応じた対策・計画が重要である。豪雨の頻度が低い地域（以下、豪雨低頻度地域とする）は豪雨の頻度が高い地域（以下、豪雨高頻度地域とする）と比べ、少ない雨でも、大量の土砂が生産される可能性がある。さらに、豪雨によって同時多発的な斜面崩壊が生じた後は、長期間にわたって下流域へ土砂が流出することにより、流域の土砂動態や環境に影響を及ぼす。このため、豪雨後の土砂動態の把握は極めて重要である。豪雨後における土砂動態プロセスに関しては、ⅰ）河道内に堆積した土砂の流出、ⅱ）崩壊裸地・崩積土からの土砂生産・流出、ⅲ）崩壊斜面の拡大（以下、拡大崩壊とする）による土砂生産がある。このうち、ⅰ）、ⅱ）に関しては、定量的な推移評価が行われてきた。一方で、ⅲ）に関しては、崩壊発生後、しばらくの間は崩壊地周辺部で崩壊が生じやすい状況であることが指摘されてきたが、拡大崩壊の推移の定量的な評価については研究が進んでいない。これを明らかにできれば、ⅰ）、ⅱ）の推移評価とともに総合的に検討することで、豪雨後における土砂量の推移がより高度化され、砂防施設の配置・設計等の検討においても有益な情報となる。

そこで、本研究では、豪雨低頻度地域の拡大崩壊の推移に着目した。豪雨低頻度地域として、2003年の豪雨（リターンピリオド：210年～320年の豪雨）により崩壊が多発し、拡大崩壊が認められた北海道日高山脈西部の沙流川支流宿主別川流域を選定した。この流域を対象に、長期的な拡大崩壊の推移解析が可能な航空写真を用いて、課題１）「拡大崩壊の推移（拡大崩壊数および面積の推移）」と「推移を規定している要因」を明らかにし、課題２）「拡大崩壊数および面積の推移を評価する手法」を提案することを目的とした。

解析に用いた航空写真は 1963 年、1974 年、1983 年、1993 年、2003 年、2008 年、2013 年、2018 年の 8 時期である。課題１）の「拡大崩壊の推移（拡大崩壊数および面積の推移）」については、7 期間（1963 年～1974 年、1974 年～1983 年、1983 年～1993 年、1993 年～2003 年、2003 年～2008 年、2008 年～2013 年、2013 年～2018 年）を対象にした。それ

ぞれの期間内で、拡大崩壊数と新規崩壊の範囲から裸地が拡大した領域の面積を個々の拡大範囲面積として、その合計（以下、拡大崩壊総面積とする）を算出した。その結果、拡大崩壊数および拡大崩壊総面積の推移は共に、2003 年豪雨直後の期間（2003 年豪雨を含まない 2003~2008 年）に急激に増加し、その後時間経過とともに次第に減少する特徴が明らかになった。拡大崩壊が急激に増加した 2003 年豪雨直後の期間（2003~2008 年）の最大日雨量は、2003 年に匹敵するような雨量ではなく、他の期間でも同程度の降雨を記録していた。このため、拡大崩壊の急激な増加は最大日雨量が直接的な要因とは考えにくく、2003 年の豪雨で崩壊が生じたことにより、不安定箇所が崩落したことが要因の一つとして推察された。さらに、豪雨低頻度地域の宿主別川で見られた豪雨直後の期間に拡大崩壊が増加する傾向は、豪雨で拡大崩壊が増加する豪雨高頻度地域（神奈川県北西部西丹沢山地）の特徴と異なる傾向を示した。一方、時間経過とともに次第に拡大崩壊が減少した理由に関しては、崩壊地が時間経過とともに次第に安定化した結果、崩壊地に植生が侵入し裸地面積が次第に減少し、最終的に崩壊地が完全に植生に覆われ消滅することが可能性の一つとして考えられる。つまり、拡大崩壊の推移は拡大崩壊が起きる前に存在する崩壊地の残存状況に依存しているのではないかと考えられる。

そこで、この可能性を検証するため、課題１）の「拡大崩壊の推移を規定している要因」として、「崩壊地の残存状況（崩壊斜面が裸地である状況）の推移」が影響しているかを明らかにすることにした。ここでは、崩壊地が安定化したところは、植生回復した箇所とみなした。つまり崩壊地の残存については、新規崩壊発生後の崩壊斜面が完全に植生に覆われず、裸地が確認されている崩壊地を残存崩壊地とし、新規崩壊の裸地面積と植生回復した面積との差分を個々の残存崩壊の面積とし、その合計（以下、残存崩壊総面積とする）を算出した。以上をもとに、検討①：新規崩壊発生後の各時期の拡大崩壊数（総面積）と残存崩壊数（総面積）を算出し、拡大崩壊は残存崩壊と関係性があるかを調べた。その上で、検討②：新規崩壊発生後の経過年数に伴う残存崩壊数（総面積）の推移を調べた。その結果、検討①については、残存崩壊数（総面積）と拡大崩壊数（総面積）との間には、高い決定係数が得られ、二次近似式が成立した。このため、拡大崩壊の推移は残存崩壊の推移に関係していることが明らかになった。検討②については、新規崩壊発生後の残存崩壊数および残存崩壊総面積の推移は共に、経過年数に伴い指数関数的な減少を示した。このことから、残存崩壊地が時間経過とともに次第に減少することにより、拡大崩壊地も減少していくことが考えられた。したがって、拡大崩壊の推移は残存崩壊の推移が影響していることが明らかになった。

以上より、課題１）において、拡大崩壊の推移を規定している要因として、残存崩壊の推移が影響していることが明らかとなったため、課題２）の「拡大崩壊数および面積の推移を評価する手法」については、時間経過に伴う残存崩壊の推移を考慮した拡大崩壊の推移を評価する手法を構築した。まず、「経過年数に伴う残存崩壊数・残存崩壊総面積の推移の経験式」を構築し、その上で、この経験式を「残存崩壊の推移と拡大崩壊の推移の関

係式（二次近似式）」に代入することで、「拡大崩壊数・拡大崩壊総面積の推移の経験式」を算定した。さらに、得られた経験式による拡大崩壊の推移の計算値を実測値と比較し、拡大崩壊の推移の経験式の精度検証を行った。精度検証はサンプル数が十分かつ崩壊後の推移を追うことが可能な 13 時期の崩壊地を対象にした。精度検証の結果、拡大崩壊数の実測値が 20 個以上の 2 時期の崩壊地については、計算値が低く見積もられたが、拡大崩壊数の実測値が 15 個以下の 11 時期の崩壊地については計算値に近似した。さらに、拡大崩壊総面積についても、実測値が 13,000m^2 以上の 2 時期の崩壊地については、計算値が低く見積もられたが、拡大崩壊総面積の実測値が 5,000m^2 以下の 11 時期の崩壊地については、計算値に近似した。

以上より、拡大崩壊数が 15 個以下および拡大崩壊総面積が 5,000m^2 以下となる 13 時期中 11 時期（85%）の大半の崩壊地においては、今回提案した拡大崩壊の経験式を用いることで、拡大崩壊数および面積の推移を評価できた。