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_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称　博　士（農学）　　氏名　　輿水　健一

審査担当者　主　査　特任教授　山　田　孝
副　査　教　授　笠　井　美　青
副　査　教　授　内　田　太　郎(筑波大学)

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

本学位論文は，和文１３７頁，図４７，表８，７章からなり，参考論文３編が付されている。

豪雨の発生頻度が低い地域（以下、豪雨低頻度地域とする）は今後の気候変動に伴い集中豪雨の発生頻度が高まることが予想され、豪雨後に崩壊斜面の拡大（以下、拡大崩壊とする）による土砂生産が生じる可能性がある。拡大崩壊の推移の評価を明らかにできれば、豪雨後における土砂量の推移がより高度化され、砂防計画において有益となる。しかしながら、豪雨低頻度地域は、ⅰ）拡大崩壊の推移（拡大崩壊数および面積の推移）の実態、ⅱ）推移を規定している要因、ⅲ）拡大崩壊地数・面積の推移を評価する手法が十分明らかにされていない。豪雨低頻度地域に位置する北海道日高山脈西部の沙流川支流宿主別川流域は、2003 年の豪雨で多くの崩壊が発生し、複数時期に拡大崩壊が確認され、拡大崩壊の推移を追うことが可能な複数時期の航空写真データが得られる流域である。そのため、この流域を対象として、ⅰ）、ⅱ）を解明し、最終的にⅲ）の拡大崩壊の推移の評価手法を提案することを目的とした。

ⅰ）については、航空写真の撮影年に基づき、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）を対象に解析した。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した。拡大崩壊が 2003 年豪雨直後の期間に急激に増加した要因については、この期間の最大日雨量が過去にも同程度の降雨を記録していたため、最大日雨量が直接的な要因とは考えにくかった。一方、崩壊地周辺は、崩壊の材料となる土砂が蓄積しており、2003 年豪雨で発生した多の崩壊地が崩壊により応力解放されたため、不安定箇所が拡大崩壊したことが要因の１つとして考えられた。一方、時間経過とともに次第に拡大崩壊が減少した要因に関しては、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た。つまり、拡大崩壊が減少するのは崩壊後に裸地が確認された崩壊地（以下、残存崩壊地とする）が減少するためと推察された。

そこで、この可能性を検証するため、ⅱ）については「残存崩壊地の推移」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、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残存崩壊数（総面積）と拡大崩壊数（総面積）を算出し、残存崩壊数（総面積）と拡大崩壊数（総面積）との関係性を調べた結果、拡大崩壊数（総面積）は

残存崩壊数（総面積）と非線形の関係性が見られ、二次近似式が得られた。さらに、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）の推移を調べた結果、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、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、iii）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二次近似式」に代入して、「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。精度検証の結果、拡大崩壊数が 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、拡大崩壊数や総面積が小さい時期の大半の崩壊地においては、今回提案した拡大崩壊の推移の経験式を用いることで、拡大崩壊の推移の評価手法を提案することができた。

この成果は、森林科学、砂防学の学術発展をもたらすものであり、豪雨などによる土砂生産後の流域土砂動態や土砂収支等の実務的な予測技術の構築に発展できるものである。

よって、審査員一同は、輿水健一が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。