



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Development of Early Warning Method for Snowmelt-Induced Landslides Based on Mesoscale Meteorological Data [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	松永, 隆正
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第15773号
Issue Date	2024-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/92633
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	MATSUNAGA_Takamasa_review.pdf, 審査の要旨



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 松 永 隆 正

審査担当者 主 査 教 授 山 田 孝
副 査 教 授 中 村 太 士
副 査 准教授 笠 井 美 青
副 査 助 教 桂 真 也

学位論文題名

Development of Early Warning Method for Snowmelt-Induced Landslides Based on
Mesoscale Meteorological Data
(メソスケール気象データに基づく融雪地すべり早期警戒手法の提案)

本学位論文は、英文 129 頁、図 29、表 12、5 章からなり、参考論文 1 編が付されている。

積雪地域では、積雪が融雪期に融け出し、融雪水が地盤に浸透して地下水位が上昇することで、融雪を起因とする地すべり（融雪地すべり）が発生し、大きな被害をもたらしている。融雪地すべりの発生に伴う亀裂や段差等の地表面の変状が発見されると、地すべりの移動状況の監視を開始し、移動が加速した場合に避難が行われる。そのため、融雪地すべりの被害の防止・軽減には、地表面の変状が発生する可能性の高い期間・場所を特定し、早期警戒につなげることが重要である。

これまで、河川水位やダム流入量を早期警戒指標として用いる手法が提案されてきたが、観測箇所が限られる上、取排水等の人為的な影響を受ける地域への適用は困難であった。また、気象庁により、気象データを指標に融雪注意報が発表されているが、市町村単位で発表されるため、融雪地すべりの危険性が高まっている場所の特定が困難な上、融雪に大きく寄与する日射量を考慮していないため、融雪地すべりの捕捉率は必ずしも高くはないという課題があった。

近年、数値予報モデルの高度化により、時間解像度が 1 時間、空間解像度が 1~5km のメソスケール気象データが運用されており、日射量を含む全国の気象要素を把握することが可能となっている。そこで本研究では、メソスケール気象データに基づく融雪地すべり早期警戒手法の提案を行った。

まず、メソスケール気象データ（解析雨量・メソ数値予報モデル・DSJRA-55）を用いて、地表面に到達する融雪水も含めた全水量（地表面到達水量 MR ）を、積雪深、積雪水量とともに 1 時間単位で推定するモデル（ MR 推定モデル）を構築した。本モデルでは、降水過程、積雪・圧密過程、融雪過程、浸透過程を考慮する。降水過程では、気温・相対湿度に基づき雨雪判別を行う。積雪・圧密過程では、粘性圧縮理論に基づき積雪深を推定する。融雪過程では、熱収支法を用いて日射量も考慮しながら融雪水量を推定する。浸透過程では貯留関数モデルに基づき積雪の貯留効果を考慮した上で MR を推定する。最後に、1 時間前の積雪水量にその 1 時間の降水量を加え、 MR を減ずることで、積雪水量を計算する。本モデルを新潟県妙高市内の積雪観測所に適用し、2017~21 年の冬期の観測結果と比較した結果、計算値は観測値を精度よく再現していたことから、本モデルの妥当性が示された。

次に、半減期をパラメータとして用いることで地下水位変動を再現する実効雨量法により、北海道芦別市の地すべり地で観測された地下水位を MR から再現できるか検証した。まず、 MR 推定モデルを本地すべり地に適用し、積雪深、積雪水量の計算値が観測値を精度よく再現できていることを確認した。実効雨量の計算式において降雨量の代わりに MR の計算値を用いることで実効 MR を算出し、2 か所の観測孔において 1 時間ごとに観測した地下水位を最もよく再現するように半減期をそれぞれ求めた。その結果、半減期を適切に設定すれば MR から地下水位を精度よく再

現でき、早期警戒指標への応用が可能であることが示された。

最後に、新潟県上越・中越地方において発生日（地表面の変状が発見され、監視が必要と判断された日）が特定可能な 416 の融雪地すべり発生事例を解析することにより、実効 MR に基づく融雪地すべり早期警戒指標および基準の設定を行った。発生事例のある地すべり防止区域に対し、メソスケール気象データを標高補正等した上で MR 推定モデルを適用し、様々な半減期（1～960 時間）の実効 MR を 1 時間ごとに算出した。続いて実効 MR を標準化し、標準得点を求めた。対象とした発生事例の 7 割を捕捉する標準得点を早期警戒基準、標準得点が早期警戒基準を超過した期間を地すべり早期警戒期間とし、地すべり早期警戒期間が最も短くなる半減期を求めたところ、半減期 240 時間、早期警戒基準 1.00 が得られた。

以上から、個々の地すべり防止区域に対し、メソスケール気象データを標高補正等した上で MR 推定モデルにより MR を計算し、半減期 240 時間の実効 MR を標準化した標準得点が 1.00 を超過している期間を地すべり早期警戒期間として設定する手法を提案した。特に地すべり発生事例が多い上越市・妙高市・十日町市について、本手法を融雪注意報と比較したところ、本手法による地すべり早期警戒期間は融雪注意報発表期間より年平均 6.1 日短い一方で、融雪地すべり事例を融雪注意報発表期間より 17.9%多く捕捉できており、融雪地すべり早期警戒手法として優れていた。本手法により、地すべり早期警戒期間に当該地すべり防止区域の巡視点検を行い、地表面の変状を発見したらただちに地すべりの移動状況の監視を開始することが可能となり、融雪地すべりに対する早期警戒への活用が大いに期待される。

よって、審査員一同は、松永隆正が博士（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。