

メソスケール気象データに基づく地すべり防止区域ごとの

融雪地すべり早期警戒手法の検討

北海道大学大学院農学院（現国立研究開発法人土木研究所） ○松永 隆正

北海道大学大学院農学研究院 桂 真也

1 はじめに

融雪水の浸透に伴う地すべり(融雪地すべり)は3~5月の融雪期に多発し、被害をもたらしている。融雪地すべりの被害の防止・軽減には、融雪地すべりに伴う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が、早期警戒指標や基準の設定手法は確立されていないのが現状である。融雪地すべりに対する数少ない警戒指標の一つとして降水量など面的に得られる気象データに基づく融雪注意報が気象庁により運用されている。しかし、融雪注意報は市町村単位で発表されるため、融雪地すべり発生危険性が高まっている場所の特定が困難な上、融雪注意報の発表基準は日射量といった放射収支に関する要素を考慮していないため、基準を満たしていない場合でも融雪地すべり発生危険性が高い日があることが指摘されている。近年、数値予報モデルの高度化により、日射量を含む全国各地の気象要素を高解像度で面的に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を用いた融雪地すべり早期警戒手法の提案を行うことを目的とした。

2 対象地の概要

対象地は日本有数の豪雪地帯であり、第三紀地すべりの多発地帯として知られる新潟県上越・中越地方(図1)である。対象期間は1988年から2021年の12月~5月である。対象とする地すべりは、3~5月に発生し、発生日・発生場所が特定可能な416事例である(図1)。なお、本研究における発生日とは地すべりを起因とした地表面の変状が発見され、監視が必要と判断された日を指す。収集した各地すべり事例が位置する地すべり防止区域を整理し、地すべり防止区域の重心座標を当該地すべり防止区域の代表地点、その地点の標高は当該地すべり防止区域内の平均値とした。

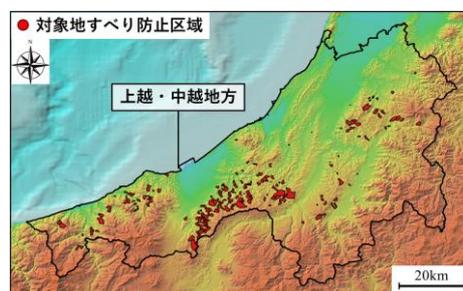


図1 研究対象地(地理院地図に加筆)

3 方法

3.1 地表面到達水量の算定

積雪地域における降水は積雪層の形成など様々な過程を経て、時間的な遅れや強度の変化を伴い地表面に到達する。本研究では、気象庁が提供するメソスケール気象データ(解析雨量・メソ数値予報モデル(MSM)・DSJRA-55)(表1)を標高補正等した上で用いて、代表地点における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 $MR^{[1]}$)を熱収支法に基づき1時間単位で算出した。熱収支法とは積雪層に出入りする熱収支成分を算定し、その残差から融雪水量を求める手法で

表1 メソスケール気象データの概要

気象データセット (配信期間)	気象要素	解像度
解析雨量 (1988年4月~)	降水量	1~5km
DSJRA-55 (1958~2012年)	気温、風速、気圧、 相対湿度、日射量、 下向き長波放射量	5km
MSM (2006年3月~)	気温、風速、 気圧、相対湿度、 雲量、日射量*	5km

*2017年12月5日より配信開始

ある。各熱収支成分はメソスケール気象データより補正・補間して求めた。いずれのメソスケール気象データも日本全域を対象に1時間間隔で配信されていることから、これらを利用することで面的かつ時間単位で地表面到達水量を算定可能である。

3.2 水文指標の算定と地すべり要警戒期間の設定

本研究では、地すべりの滑動と良好な相関が報告されている実効雨量を水文指標として用いる。実効雨量の計算式において降雨量の代わりに MR を用い、様々な半減期(1, 3, 6, 12, 24, 48, 120, 240, 480, 960 時間)の実効 MR を1時間ごとに算出した。続いて実効 MR の標準化を行い、標準得点を1時間単位で地すべり防止区域ごとに求めた。対象とする地すべり発生事例の7割を捕捉する標準得点を早期警戒基準とし、標準得点が早期警戒基準を超過した期間を地すべり要警戒期間とした。なお、本研究では地すべり要警戒期間が最も短い半減期を最適半減期とした。

4 検討結果および今後の課題

結果を表2に示す。最適半減期は240時間、早期警戒基準は1.00、地すべり要警戒期間は年平均25.8日であった。本研究における最適半減期は、土砂災害の長期降雨指標として用いられる従来の実効雨量の半減期72(h)^[2]よりも非常に長い結果となった。この結果は、表層崩壊や土石流に対する警戒指標と比べて、融雪地すべりに対する警戒指標ではより長期間にわたる積算的な MR の影響を考慮する必要があることを示している。対象地内で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、本手法による融雪地すべりの捕捉率(対象の地すべり事例が発生した地すべり防止区域における地すべり要警戒期間に当該事例が発生した割合を各市で集計した値)・地すべり要警戒期間(各市に位置する全地すべり防止区域における要警戒期間を平均した値)を融雪注意報の捕捉率・発表日数と比較すると、いずれの市においても本手法は融雪注意報より捕捉率が高い(3市の平均で18%)一方で地すべり要警戒期間は短く(3市の平均で年平均6日)、融雪地すべり早期警戒手法として有用であることが示された。

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 を算出し、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に融雪地すべりに対する早期警戒を行う手法を本研究では提案することができた。個々の地すべり防止区域において期待される地すべり要警戒期間は年平均25.8日であり、警戒避難への活用は難しいものの、地表面の変状を発見するための巡視点検を行う目安としての活用が期待される。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP22KJ0062 および公益財団法人 河川財団の河川基金助成事業の助成を受けて実施したものです。また利用した気象データセットは気象庁により提供されたものです。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 松浦(2003)：融雪水等の地下浸透機構と地すべりの挙動，日本雪工学会誌，Vol.19, No.3, pp.59-64
- [2] 中井ら(2007)：最近の土砂災害への新しい雨量指標 R' の適用と警戒避難のための表現方法，砂防学会誌，Vol.60, No.1, pp.37-42

表2 結果のまとめ

半減期 (h)	早期警戒基準 (-)	地すべり要警戒期間 (day/year)
1	0.12	50.1
3	0.09	55.1
6	0.16	53.8
12	0.29	49.2
24	0.54	39.6
48	0.75	32.3
120	0.97	26.4
240	1.00	25.8
480	0.89	29.3
960	0.66	38.0