

気象庁数値予報データを用いた広域的な融雪地すべり警戒指標の検討

北海道大学大学院農学院 ○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

北陸地方では、多量の融雪水の浸透に伴う地すべり(融雪地すべり)が多発している。融雪地すべりは積雪等により亀裂等の前兆現象の発見が困難な上、滑動が活発化した地すべりに突然襲われる事例もあるため、警戒避難に資する指標が必要である。しかし、広域のかつ時間単位での融雪水量の把握が難しいこと、降雨・融雪水の地盤内への浸透時間を考慮できないという課題から、融雪地すべりに対する予防的な警戒避難は行われていないのが現状である。そこで、ダム流入量や河川水位等の水文指標を用いた融雪地すべりに対する指標の検討^{[1][2]}が行われてきた。しかし、これらの指標は取排水等の人為的な影響を受ける地域への適用に課題があり、広域的な運用は困難である。したがって広域的な警戒指標の運用には、現行の土砂災害警戒情報と同様に降水量などの面的に得られる気象データから算定可能な指標が有効である。そこで本研究では、気象庁が配信する数値予報モデルや再解析モデルの GPV(格子点値)のみを用いて、融雪を考慮した水文指標に基づく広域的な融雪地すべり警戒指標の検討を行った。

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ている新潟県上越・中越地方(図-1a)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新潟県地すべり災害記録(2021年版)に報告がある事例のうち、発生日・発生場が特定可能な760事例である(図-1b)。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、調査や監視体制、避難等の対応が必要と判断された日である。また、長野県北部地震等の地震による事例は水文指標の検討には適さないため除外した。

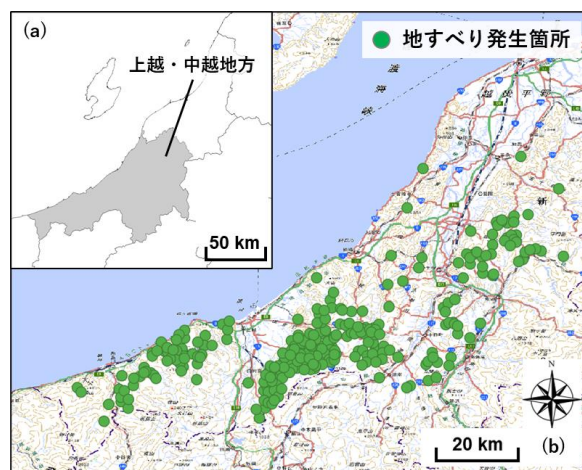


図1 研究対象地(地理院地図に加筆)

3 方法

3.1 地表面到達水量の算定

積雪地域における冬期の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ながら地表面に到達する。本研究では以下の方法により、地表面に到達した全ての水の量(地表面到達水量 MR^[3])を1時間単位で求めた。まず、対象とする地すべりが位置する地すべり防止区域の重心座標を対象地すべりの代表地点、その地点の標高は基盤地図情報数値標高モデル(10m メッシュ)

表1 気象データセットの概要

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

による地すべり防止区域内の平均値とした。代表地点に対し、融雪水量を熱収支法に基づいて算出した^[4]。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ある。各熱収支成分は気象データセットより補正・補間して求めた。本研究で用いた気象データセットの概要を表1に示す。いずれの気象データセット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。融雪の影響を考慮するため降水量の代わりに地表面到達水量 MR を用い、複数の半減期(1, 6, 12, 24, 48, 96, 168, 336, 504, 720, 1080, 1440 h)を設定した実効 MR として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る。対象とする地すべりの7割を捕捉する標準得点を発表基準得点(CS)とし、標準得点が CS を超過した期間を地すべり要警戒期間(day/year)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(h)とする。

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504(h)、年平均地すべり要警戒期間は62.5(day/year)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)^[5]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。しかし現状の結果では、地すべり要警戒期間の長さから警戒避難への活用は難しいと考えられる。

今後は、発生時期や地域、地質・地質年代、流出土砂量ごとに対象地すべりを区分して警戒指標を設定した場合に最適半減期や発表基準得点に違いが生じるのか、などさらなる解析を行うとともに、地すべり要警戒期間の短い警戒指標の検討を引き続き行っていく予定である。

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] 中谷ら(2008)：北陸地方における地すべり発生に関係する広域水文指標の検討，日本地すべり学会誌，Vol.44, No.5, pp.302-312
- [2] Touhei et al(2016)：Examination of hydrological indices for predicting landslides in regions with heavy snowfall, the 12th International symposium on landslides, Naples, Italy, pp.1921-1924
- [3] 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
- [4] 松永・桂(2021)：熱収支法に基づく気象庁観測データを用いた時間融雪水量の算定と地すべり地の地下水位変動解析への適用，日本地すべり学会誌，Vol.58, No.4, pp.153-168
- [5] 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)	発表基準得点	年平均要警戒期間 (day/year)
1	-0.543	122.6
6	-0.491	102.4
12	-0.439	97.52
24	-0.385	94.21
48	-0.336	91.29
96	-0.234	82.77
168	-0.077	70.32
336	0.042	63.51
504	0.079	62.51
720	0.082	63.82
1080	0.079	65.95
1440	0.059	69.00