

岩手県八幡平地すべりの移動特性と予測に向けての検討

岩手大学農学部 井良沢道也, 岩手大学大学院 角田皓史, 窪寺洋介

1. 背景と目的

地すべりは前線性の豪雨や春先に大量に供給される融雪水などにより発生する。融雪による地すべりは、1997年5月11日に発生した秋田県八幡平澄川地すべり(2温泉が流出)をはじめ、東北地方や北陸地方に多い。しかし、これまで融雪量と地すべり移動特性との把握などの研究は乏しいのが現状である。本研究で対象地とした岩手県八幡平赤川流域では、土砂移動が発生するのは融雪期に限られ、夏季の豪雨に対しては、ほとんど移動しない。一方、新潟県の第三紀層地すべりでは、融雪初期に移動を開始するタイプや積雪初期から移動を開始するタイプも多くある(佐藤ら, 2004)。このことから、対象とする地すべりの特徴を把握することが、効果的な地すべり対策および地すべり災害防止のために重要である。

八幡平地すべりの現在の避難基準は、地中伸縮計(移動量)をもとに設定されていることが多く、八幡平地すべりにおいても、表-1に示すような避難基準が提案されている(岩手県盛岡地方振興局報告書2007)。

表1-1 八幡平地すべりの避難基準(案)(基礎地盤C、2007)

警戒レベル	要注意	警戒	通行止め	立ち入り禁止
移動量	1 mm/d 以上	10 mm/d 以上	4 mm/hr 以上	10 mm/hr 以上

崩壊と比較して地すべりの移動速度は、0.01~10 mm/day のものが多く、一般に移動速度は小さい(塚本・小橋編, 1991)ものの、事前に融雪水量の予測および地下水水位上昇の予測ができれば、より安全な警戒避難が可能になる。近年、気象データの連続観測やリアルタイムでの気象データ入手が整いつつある。しかし、土砂災害が発生する危険性のある山岳地において、気象観測システムを完備することは、経済的および時間的に困難である。そのため、AMeDAS観測データを用いた気象要素の推定の研究が考えられる。また、融雪水量の予測についても、天気予報を用いた融雪水量予測は、ダムの水資源管理の目的とした融雪流出量を予測した実証例(八田ら, 1993)や新潟県芋川流域での検討例がある(栗原ら, 2007)。しかし、高標高地の多雪山岳地での融雪水量予測の実証例は乏しい。また、土砂移動防止を目的とした事例は乏しい。

以上より、対象地すべりの移動特性を把握することがまず重要であり、融雪水、降水、および地下水水位と土砂移動の関係性を明らかにする。次に、気象情報を用いて融雪水量予測の実証を行い、適用の可能性およびその精度の検討を行い、地すべり移動予測の可能性の検討を行った。

The consider concerning with the characteristic and the estimate of the movement of Hachimanntai Landslide in Iwate Prefecture

by Michiya IRASAWA, Koshi KAKUTA, Yosuke KUBODERA

2-1. 地形

当地すべりは、岩手県八幡平市（旧松尾村）赤川山国有林内（一級河川水系北上川支流赤川右岸）にある。調査地の概要を図-1に示す。当地区は、第四紀の新しい火山地帯で、周辺には、茶臼岳（標高 1578 m）、大黒森（標高 1446 m）、および丸森（標高 1171 m）がある。



図-1 調査地概要

2-2. 地質

地質は、新第三紀の凝灰岩と第四紀の溶結凝灰岩を基盤とし、火山岩類と地すべり堆積物が覆っている。丸森から松尾鉦山にかけ分布する丸森凝灰岩は変質作用で粘土化、劣化した地層となっている。

3. 観測結果および解析結果

3-1. 八幡平地すべりの特徴

図-2に示したのは、八幡平地すべりの移動量の推移である。図-2より、JブロックおよびNブロックでは、土砂移動は冬季から融雪期に限られ、夏季には土砂移動が発生しないことがわかる。また、融雪初期（3月）に約1 mm/月の移動がある。さらに、4月から5月の融雪最盛期には、Jブロックで3 mm/月、Nブロックで0.7 mm/月の移動がある。

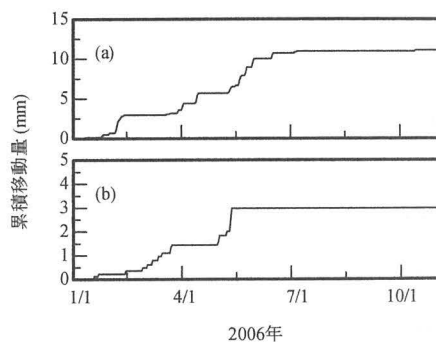


図-2 移動量の推移

(a: Jブロック, b: Nブロック)

3-2. 融雪水量と移動量、およびひずみの関係

図-3に示したのは、Nブロックにおける降水量と地下水位（BV17-1孔）、熱収支法で推定した融雪水量と移動量、および各深度におけるひずみの関係である。図-3より、融雪初期の移動の際の地下水位は7 GL-mで安定しており、地下水位の上昇と関係の薄い移動であることが考えられる。地下水位は、4月上旬から中旬にかけて、上昇し始める。融雪水量が50 mm/dとなり、地下水位のピーク（5月2日:5.6GL-m）を迎える。また、ひずみが深度11mと13mの間でひずみの正負が逆転していることから、この間にすべり面があると考えられる。以上より時間が経つにつれ、融雪開始から地下水が上昇し、すべり面において1000 μ のひずみがあり、土砂移動が発生することがわかる。

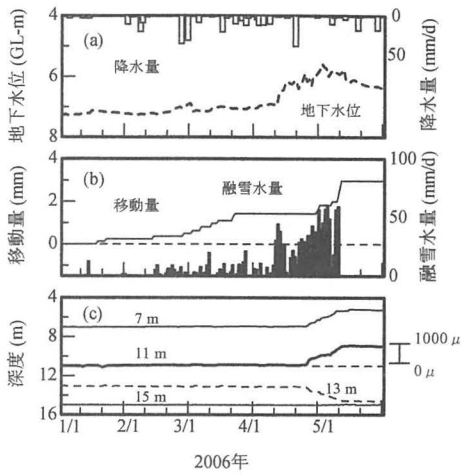


図-3 地すべりデータの推移

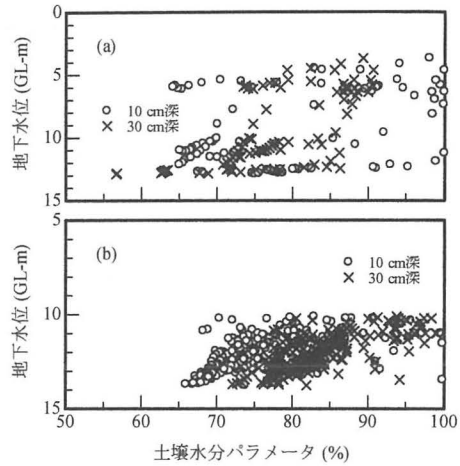


図-4 土壌水分と地下水位の関係

3-3. 土壌水分と地下水位の相関関係

図-4 に示したのは、N ブロックの土壌水分パラメータと地下水位の関係である。図中のプロットは、埋設深 10 cm と 30 cm で計測した体積含水率である。含水率の変動傾向はあっているものの、数値が大きすぎるため、土壌水分パラメータとした。図-4 (a) より、地下水位が高水位と低水位の推移段階にあるとき、両者の間に弱い相関関係が見られた。図-4 (b) より、融雪期以外では、土壌水分と地下水位には、相関関係が見られなかった。これは、夏季の豪雨により、一次的に土壌水分は上昇しても、地下水位の上昇にはほとんど影響しないためである。

4. 天気予報を用いた融雪水量の予測

八幡平地すべりの融雪水量と移動量の関係について述べてきた。また、融雪期のみ移動するタイプの地すべりであることも述べた。八幡平地すべりでは、地中伸縮計の変動量をもとにした警戒基準値が提案されている(基礎地盤コンサルタンツ、2007)。融雪水量を予測し、土砂移動を予測できれば、より安全な警戒が可能になる。少ない気象情報から融雪水量を予測する研究として天気予報を用いて融雪水量を予測した研究は、新潟県旧山古志村を対象としたものがある(栗原、2007)。本論文では、毎日 17 時に発表される翌日の最高・最低気温から日平均気温を算出する。また、気象庁の天気概況から日照率を求め、本来その月日にあるべき大気上端日射量から全天日射量を推定した。融雪水量は簡易熱収支法により推定した。

4-1. 日平均気温の推定フロー

全体的な融雪水量予測の流れについて概説する。図-5 に示したのは、天気予報から融雪水量を推定に用いる気象情報の推定フローである。

前述したように天気予報を用いた融雪水量の推定は栗原ら（2007）が新潟県旧山古志村を対象に、天気予報データをもとに簡易熱収支法で行っているが、研究事例は乏しい。また、小松倉地点の標高は約 190m であり、八幡平赤川流域のような多雪寒冷山岳地での融雪水量予測の研究事例は乏しい。

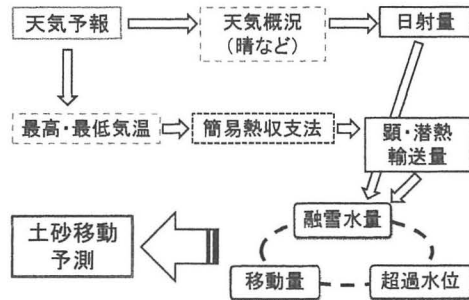


図-5 天気予報を用いた融雪水量、
移動量予測フロー

本研究では、八幡平 簡易熱収支法で顕熱・潜熱輸送量による融雪水量を計算するのに必要な日平均気温は八田ら（1994）の式にしたがった。気象庁発表の府県天気予報（以下、天気予報と略記）は、府県予報区を地域ごとに細分した一次細分区域単位で 5 時、11 時、および 17 時に発表される。発表される予報項目は、予報地点における、天気概況、最高・最低気温、および降水確率である。なお、内陸（盛岡）の予報地点は、標高 155.2 m の盛岡地方気象台である。

天気予報データは、17時に発表されるもの 府県天気予報 府県は岩手県、一次細分区域は内陸（盛岡）を用いた。天気予報データから翌日の平均気温推定のフローを図-6 に示す。なお本図は翌日を求めるフローであるが、気象庁の天気概況は 1 週間先まで出しているのも、同様に 1 週間先の予測をすることが可能である。

天気予報では、天気概況は発表されるが、全天日射量および日照時間は発表されない。そこで、天気概況を 15 種類の天気の大別し（八田ら、1993）、各天気概況における日照率を整理した。なお、日照率は、日照時間を可照時間で除したものと定義される。気象台における日照時間は、直射日光が雲などに遮られず 120 W/m^2 以上で地表を照射した時間である（気象庁ウェブサイト）。

4.2. 全体の融雪水量の予測（翌日）

上述した方法で得られた簡易熱収支法で予測した翌日の顕熱・潜熱による融雪水量と、予測した純放射量による融雪水量の和を図-7 に示した。

なお、表-2 に、各種予測値（翌日）の推定精度をまとめて示した。

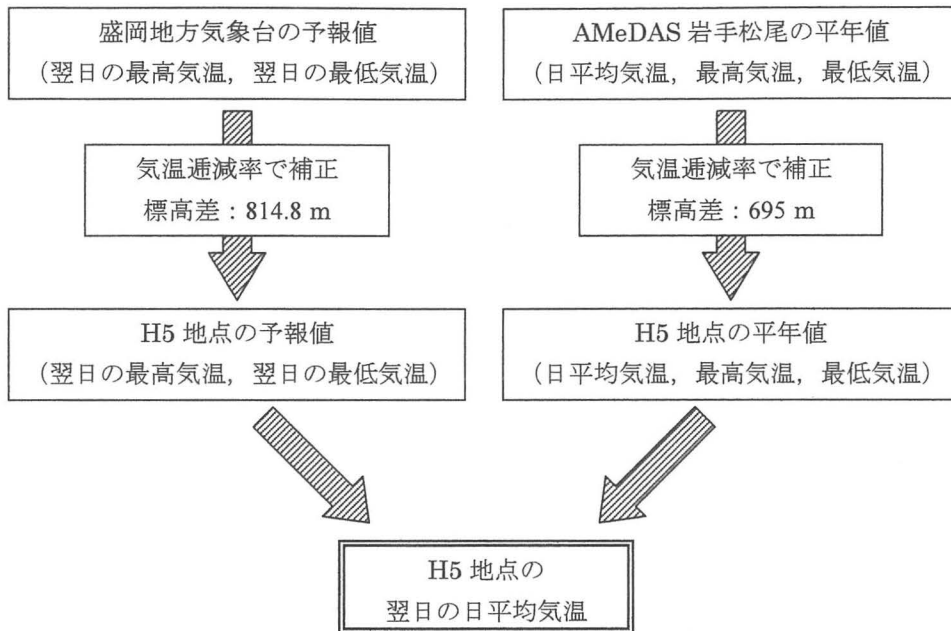


図 - 6 翌日の日平均気温の推定フロー

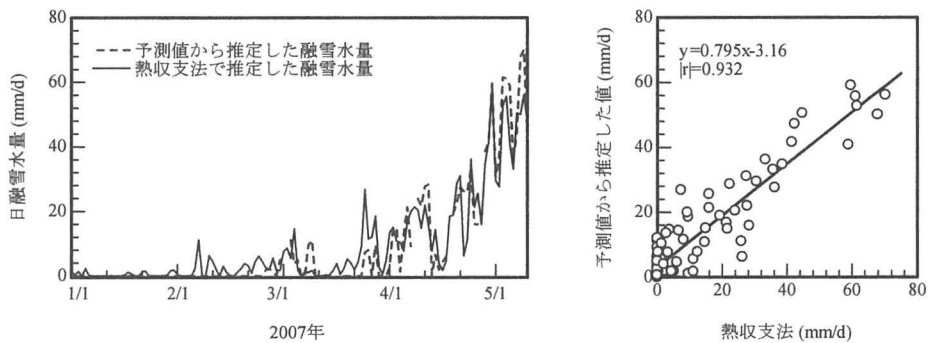


図 - 7 融雪水量の予測結果

表-2 各種予測値（翌日）の推定精度

要素	基準	RMSE	ME	R	n
日平均気温	実測値	1.79	0.699	0.976	146
顕・潜熱 融水	バルク法	6.55	1.25	0.749	46
顕・潜熱 融水	簡易熱収支	3.65	0.541	0.931	42
全天日射量	実測値	3.91	1.71	0.836	146
アルベド	推定値	—	—	0.914	—
長波放射量	差し引き0	—	—	—	—
純放射量	実測値	2.90	-0.387	0.909	146
純放射 融水	推定値	6.80	0.883	0.825	78
融雪水量	熱収支法	6.80	-0.617	0.932	90

5. 今後の課題

現行の八幡平地すべりの避難基準として、移動量を基準としたものが提案されている（岩手県盛岡地方振興局報告書 2007）。しかし、移動の原因となる融雪水量を予測し、警戒避難に役立てることが望ましく、これまで述べたような手法により天気予報を用いて、融雪水量を予測し、融雪水量と移動量の関係より土砂移動を予測することが、今後の課題である。

なお本研究を進めるにあたり、岩手県盛岡地方振興局高橋憲康河川砂防課長、岩手出張所柴田秀則主任、基礎地盤コンサルタンツ(株)東北支社内海実氏、奥山ボーリング(株)森屋洋防災部長、(株)ジオシステムズの水津重雄博士には大変御世話になりました。厚く感謝申し上げます。

引用参考文献

- 佐藤壽則・白石秀一・伊藤俊方（2004）：積雪期における新潟県内の第三紀層地すべりの運動特性，地すべり，Vol.41，No.1，pp.37-42
- 岩手県盛岡地方振興局土木部報告書・基礎地盤コンサルタンツ株式会社（2007）：平成18年度八幡平地区地すべり調査観測設計業務委託報告書，130pp
- 佐藤壽則・白石秀一・伊藤俊方（2004）：積雪期における新潟県内の第三紀層地すべりの運動特性，日本地すべり学会誌（地すべり），Vol. 41，No. 1，pp. 37-42
- 塚本良則・小橋澄治編（1991）：新砂防工学，朝倉書店，p49
- 栗原淳一・山越隆雄・井良沢道也・笹原克夫・高橋正昭・吉田真理夫（2007）：芋川流域における融雪量の簡易な予測手法の適用性の検討，砂防学会誌（新砂防），Vol. 59，No. 6，pp. 47-54
- 気象庁ウェブサイト：<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 八田茂美・藤田睦博・嵯峨浩（1994）：ファジィ推論を用いた気温資料のみによる融雪流出予測、水文・水資源学会誌、Vol. 7、No. 4、pp. 296-304