

八幡平地すべりの発生メカニズム

－「融雪＋降雨」の影響を中心にして

森林総合研究所 ○松浦純生・浅野志穂・岡本 隆・朴 三奎

1. はじめに

融雪期に発生する地すべりは融雪水が誘因となる例も多いが、積雪層の上に雨が降り、降雨と融雪水が一体となって地すべりの発生を引き起こす場合もある。1997年5月11日に秋田県鹿角市八幡平地区で発生した大規模な地すべりも、8日に降った110mmの降雨が直接の誘因とされるものの、地すべり発生時に約70～100cm程度の積雪が残っていたことから、融雪水の影響も無視できないものと考えられる。しかし、融雪期の地すべりの発生については、降雨量からの検討はなされてきた例はあるものの、融雪水量を含めた検討例はほとんどない。これは、積雪量や気温などの気象データの不足に加え、融雪水量の推定がきわめて困難であったことが原因と考えられるが、地すべりの発生メカニズムを明らかにするためには、誘因としての「融雪水量＋降雨量」を正確に再現することが必要となる。一方、警戒避難システムといった観点からも、降雨だけでなく融雪水量も含めた、いわゆる基準「融雪水量＋降雨量」についても検討されるべきであろう。そこで今回は、気象庁の地域気象観測システムのデータ（以下、アメダス）と熱収支法などの手法を用いて、八幡平地すべり発生前における融雪水量と降雨量の実態について検討を加えたのでその結果を報告する。

2. アメダスデータの概要と日最大降雨量

今回発生した地すべりの約3Km北に、気象庁のアメダス観測所があり、降雨、気温、風向・風速、日照の4要素について1時間ごとの観測を実施している。本観測システムでは、降雨量はいっすい式の雨雪量計で1mm単位の観測を行っており、気温は白金抵抗温度計を用いて0.1℃の精度で、風については風車型風向風速計を用い16方位による風向と10分間平均風速を1m/s単位で観測している。日照時間については、太陽方向からの全日射量と太陽の直射量を遮ったときの差から直射量を判断する回転式の日照計を用いて観測を行っている。

本観測所での過去における降雨特性を把握するため、1979年から1997年までの19年間のデータを収集し、各年の日最大降雨量を求めた。その結果、19年間の最大年最大日降雨量は1986年8月の117mm、最小年最大日降雨量は1992年7月の46mmで、1997年の110mmは過去3番目の値となった。また、これらの結果を用いて、Gumbel-chow法による確率降雨量を求めたところ（図-1）、地すべり発生の原因となった110mmの再現期間は7～9年となった。したがって今回の地すべりについては、融雪水を加味した検討を加えないと、その発生原因は説明できないことがより明確となった。

3. 降水種の推定

一方、冬期間の降水は降雨あるいは降雪としてもたらされ、それぞれの形態により地表への到達過程が全く異なる。したがって、融雪水量の推定はもちろんのこと、降水種を判断することも重要と考えられる。このため気温と降水量のデータをもとに、融雪期における降水種についても検討を加えた。

降水種に関する既往の研究結果によると、一般に日平均気温が1.5～2.0℃の時に降水形態の雨と雪の確率がほぼ50%になることが示されている。これらの結果を参考に、アメダスの1時間毎の降水量と気温のデータを用いて降雨量と

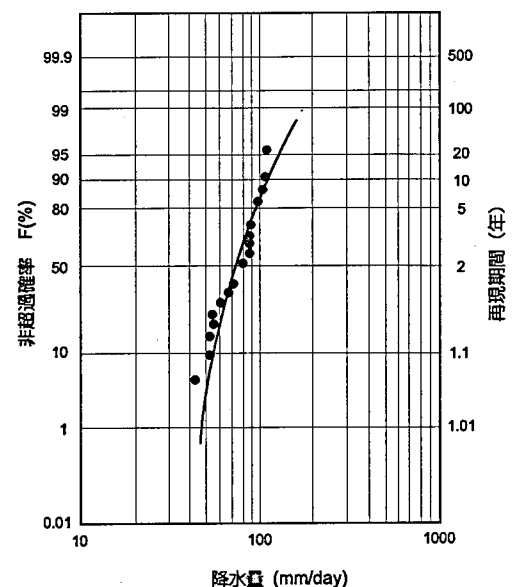


図-1 年最大日降雨量の確率分布

降雪量を算出し、それぞれの日量および各旬毎の降水種を求めた(図-2)。これによると3月初旬にも15mm程度の降雨が観測されているが、季節の変化とともに降水種の逆転が見られ、4月後半からはほとんどが降雨となっていたことがわかった。

4. 熱収支法による融雪熱量の計算

融雪水量については、アメダスで得られたデータと熱収支法を用いて、地すべり発生前の融雪水量を推定した。熱収支法による計算では、積雪表層での様々な熱エネルギーを計算する必要がある。これらの項目は短波放射収支量、長波放射収支量、顕熱フラックス、潜熱フラックス、降雨による熱量などとなり、それぞれについて計算しなければならない。融雪期には、天候が安定化するのに加え、季節に依存する日射量が増加することから、短波放射収支量の全体融雪熱量に占める割合が相対的に大きくなり、平均すると全体の融雪熱量の50%近くになるとされる。したがって、短波放射収支量の推定精度が、全体融雪熱量の算出に大きな影響を及ぼす。この算出には水平面日射量などが必要となるが、アメダスでは日照時間の観測しか実施していないため、日照時間から全天日射量の日平均値を推定する必要がある。そこで、日照計の係数、太陽の赤緯や観測地点の緯度などを基にして短波放射収支量を計算した。一方、長波放射収支量は計算で求め、潜熱・顕熱交換量はバルク法で算出した。さらに降雨による融雪は、雨量と雨滴の温度によって計算した。今回の場合、7日から8日にかけて114mmの降雨が観測されたが、この降雨によって約20mm程度の融雪水が発生したと推定される。

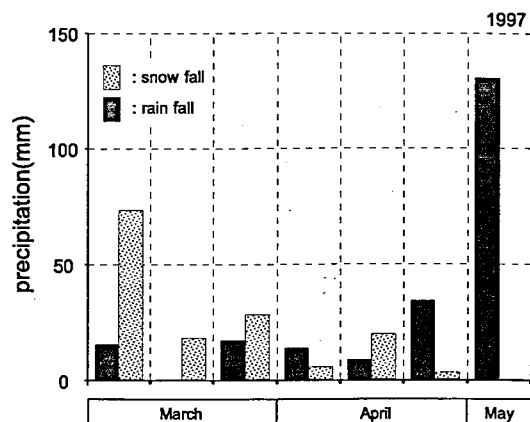


図-2 各旬ごとの降水種の変化

5. 計算結果

以上の方法を用いて、地すべり発生前の融雪水量を求めた。この結果によると、3月後半から徐々に融雪水が発生し始めるが、4月になるとほぼ毎日のように10~20mm程度の融雪水が発生していることが明らかとなった。また、これらの融雪水と降雨が重なる場合も増えてくる。3月後半以降、すでに積雪層の比重は、ほぼ0.45前後と一定の値になっていると考えられるため、積雪表面で発生した融雪水および積雪表層に降った降雨は、ほとんどすべてが積雪層内を流下し、短時間の間に積雪底面から流出したものと推定される。4月の後半からは急激にその量が増え、5月になると1日あたり30~70mmの融雪水が地表面に供給されていたと考えられる。とくに8日は110mmの降雨が加わり、合計で約170mm程度の融雪水が降雨が一体となって積雪底面から流出し(図-3)、地すべり発生の直接の原因になったものと推定された。

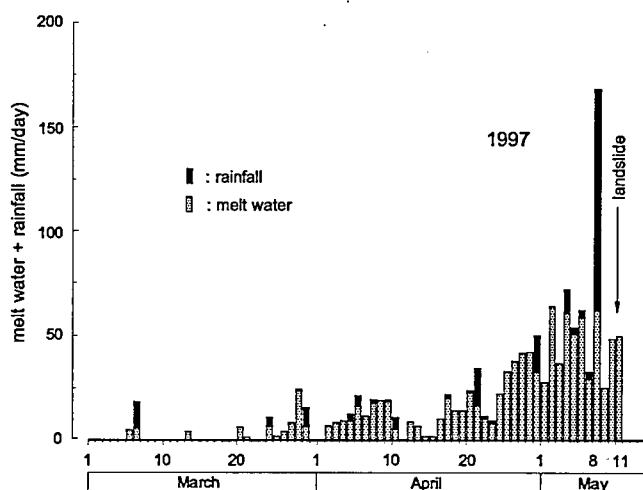


図-3. 地すべり発生前の計算融雪水量と降雨量