

6. 雨量と斜面の不安定化に関する事例調査

斜面崩壊の発生原因には、素因としての地形・地質・土壌・植生と、誘因として降雨、融雪、地震、地下水位挙動などが影響しているとされている。したがって、斜面崩壊の予知・予測を行ううえではこれらの要因を監視することが重要となる。しかしながら、全ての危険斜面について地形・地質等の素因や地下水位などを監視しつづけることは困難である。

本研究では、比較的監視体制の整備されている気象要因（誘因）からのアプローチで、過去に発生した苫前の集中多発的表層崩壊事例、無意根の融雪型深層崩壊事例について事例研究を行った結果を報告する。

6.1 降雨による表層崩壊の事例

（1）災害事例の概況

崩壊場所：苫前町古丹別・霧立・九重・昭和・力昼・天谷の沢など複数箇所が発生。道路では国道 232 号の法面や自然斜面、国道 239 号、九重 12 号線などで斜面崩壊が発生し、そのほとんどが表層崩壊であった。

崩壊日時：1999 年 7 月 28 日 22 時過ぎ頃（古丹別）から 29 日にかけて

気象概況：7 月 28 日から 8 月 2 日にかけて、北海道付近に停滞する前線に南から暖かく湿った空気が流れ込んで前線の活動が活発になり、日本海側の各地で断続的な大雨となった。特に 28 日夜から 29 日朝にかけて、空知地方、上川地方、後志地方では記録的な激しい雨となったところがあった。空知地方の朱鞠内では 28 日 23 時までの 1 時間に 61mm の記録的短時間大雨を観測した。苫前町では古丹別地区外において避難勧告が発令され 23 世帯 48 名が避難した。

（2）降雨状況

図 6 - 1、2 に短時間強雨を観測した 7 月 28 日 22 ~ 23 時における降雨分布を示した。28 日 22 時には古丹別を中心とした苫前町海側で 30mm を超える時間雨量を観測された。古丹別で 42mm、羽幌で 49.5mm の時間雨量であった。23 時には 30mm を超える時間雨量を観測した地点は内陸側に移り、霧立峠除雪 ST で 69mm、朱鞠内で 61mm と、記録的な強雨であった。

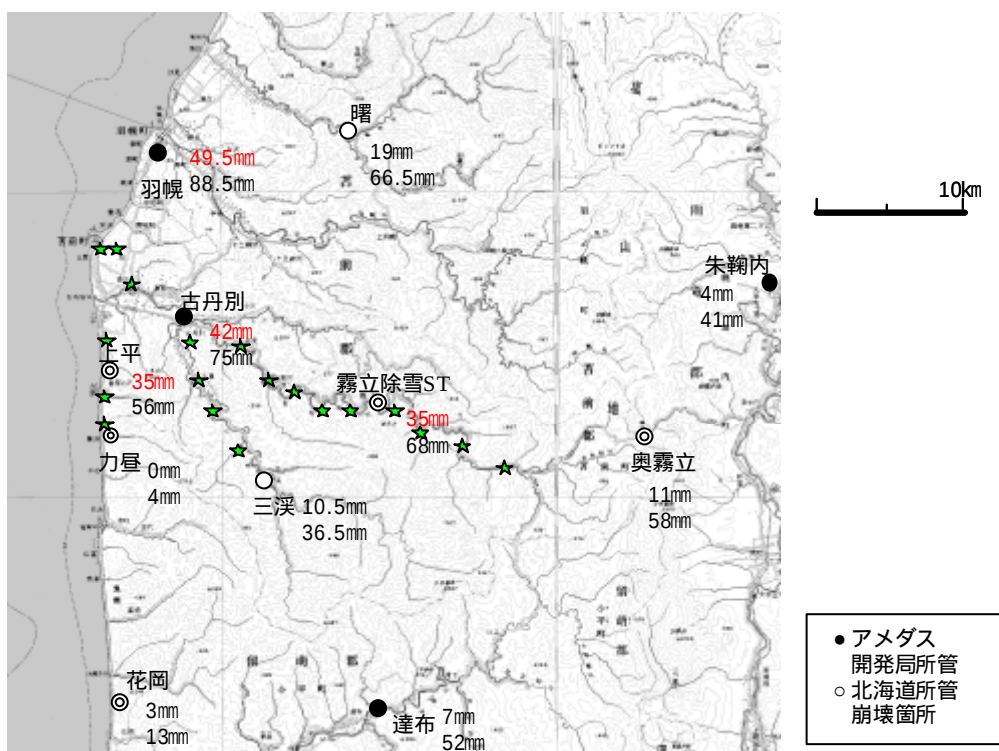


図 6 - 1 1999 年 7 月 28 日 22 時の時間雨量(上段)と連続雨量(下段)

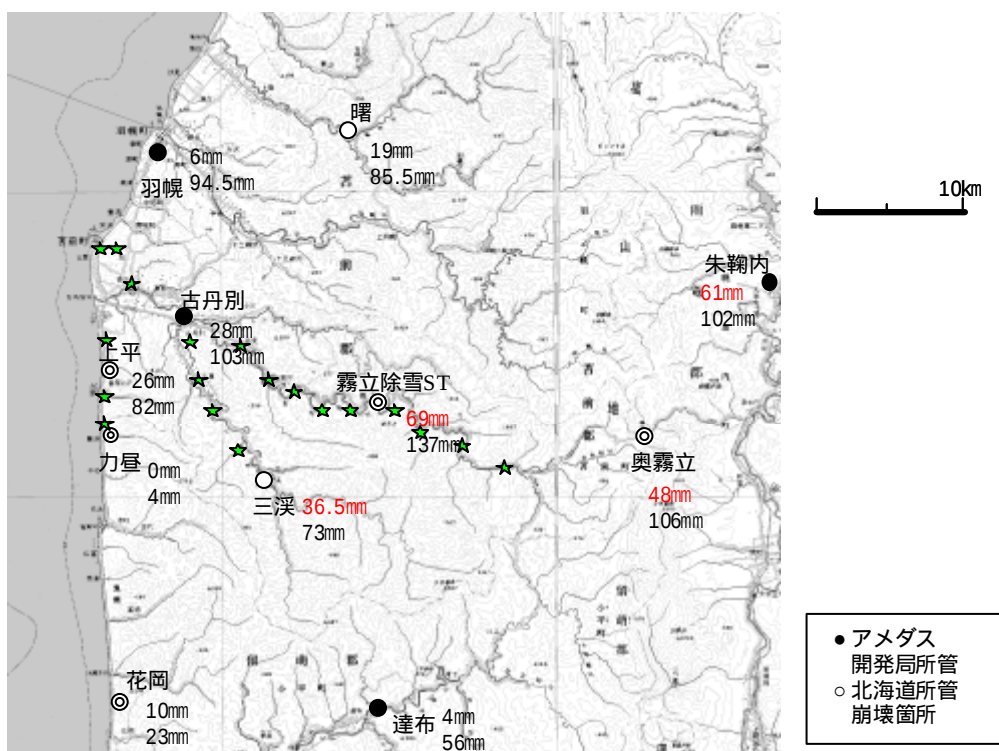


図 6 - 2 1999 年 7 月 28 日 23 時の時間雨量(上段)と連続雨量(下段)

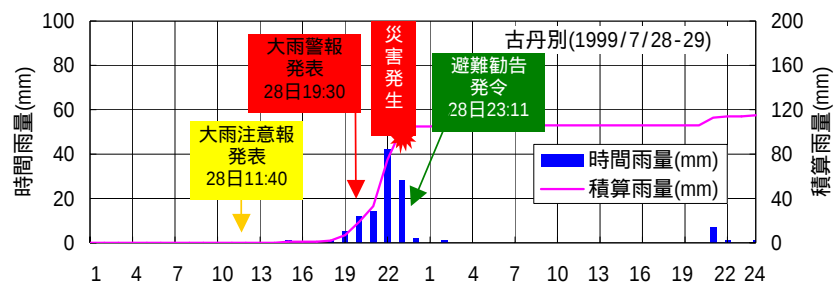


図 6 - 3 古丹別アメダスにおける降雨経過図（1999 年 7 月 28～29 日）

図 6 - 3 に古丹別アメダスにおける降雨経過図を示した。また、あわせて古丹別周辺の災害発生時刻と気象台の注意警報発表時刻、避難勧告発令時刻も示した。古丹別では最大時間雨量を観測した直後に崩壊が発生していることがわかる。また大雨注意報は最大時間雨量が出現する約 10 時間前、大雨警報は約 2 時間前に発表されている。

（ 3 ） 事例検討

斜面崩壊の原因の 1 つに土壌中の水分量の増加があげられる。乾燥した土壌に比べて十分に湿った土壌では、土粒子の摩擦抵抗が低下するため崩れやすくなる。そこで、斜面崩壊発生場所近傍の雨量観測データから、土壌の湿り具合を表現する実効雨量¹⁾を算出し、図 6 - 4 に示した。横軸は土壌の湿り具合を表し、縦軸は雨の強さの指標となる。このような表記で災害発生降雨をプロットすると、斜面崩壊発生時は過去数年の内でも土壌中の水分が多く、かつ非常に強い雨であったといえる。

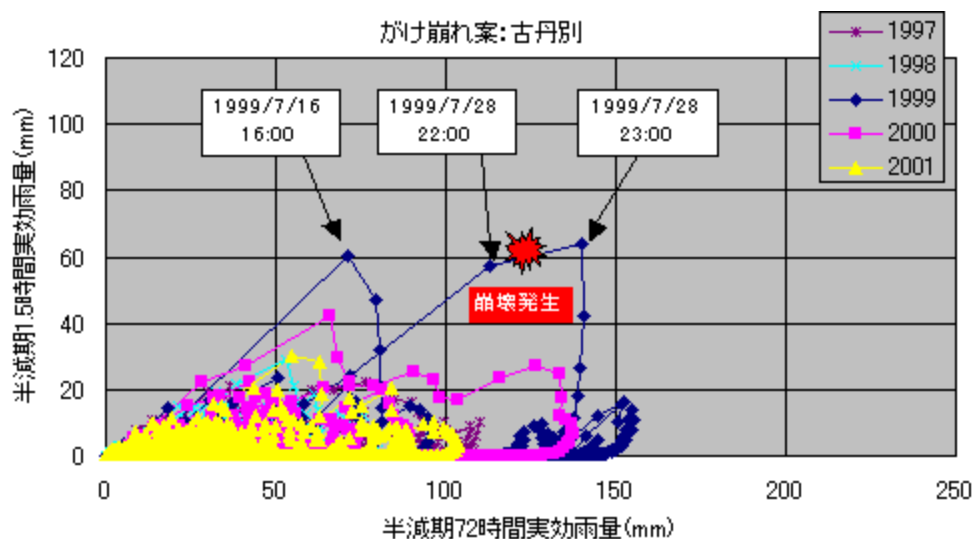


図 6 - 4 実効雨量を用いた災害発生降雨の表現
- 「総合土砂災害対策検討会による手法（がけ崩れ案）」 -

同様に土壌の湿り具合を表現する気象庁のタンクモデルを用いた土壌雨量指数²⁾も、近年では大きな値を示していた（図 6 - 5）。

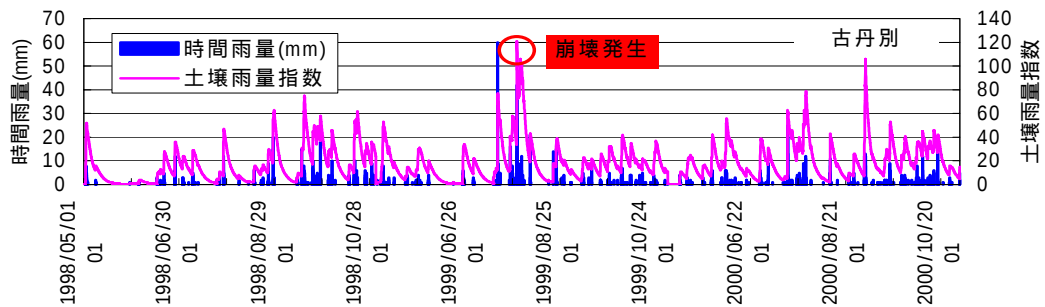


図 6 - 5 降雨から土砂災害を予測する手法例
- 「気象庁の土壌雨量指数」 - (暖候期 5 月～10 月のみを表示)

以上から、本事例の斜面崩壊は、短時間の強雨が出現したことでと土壌中の水分量が非常に多くなったことが複合したために起きた現象であると考えられる。

6 . 2 融雪型表層崩壊の事例

(1) 災害事例の概況

崩壊日時：2000 年 5 月 15 日（発生確認日）

崩壊場所：札幌市南区無意根

気象概況：無意根地すべりは一般国道 230 号にかかる無意根大橋の上流約 150m 付近の薄別川右側斜面で発生したものである。周辺一帯の地質は変質を受けており、特に地すべり箇所では基盤岩の変質が著しいことから、地すべり発生の原因としては変質した地質状況が素因として挙げられるが、それに加えて融雪が急速に加速し、また降雨も重なったことが誘因として大きく関与したものと推定される。

(2) 気象状況

本事例は、降雨だけでなく融雪水が誘因となったと考えられる事例である。そこで、降雨と融雪水が地面に染み込む量を相当水量として算出することとした。融雪水を推定する方法はいくつかあるが、ここではデグリー・アワー法³⁾を用いて行った。図 6 - 6 に無意根道路テレメータによって観測された気温、積雪深、降水量、算出した融雪水量、相当水量

(融雪水量 + 降水量) の経過を図 6 - 6 に示した。

斜面崩壊が確認された 15 日の数日前が融雪の最盛期であったことがわかる。また、この時期にかけてまとまった降雨があったこともわかる。

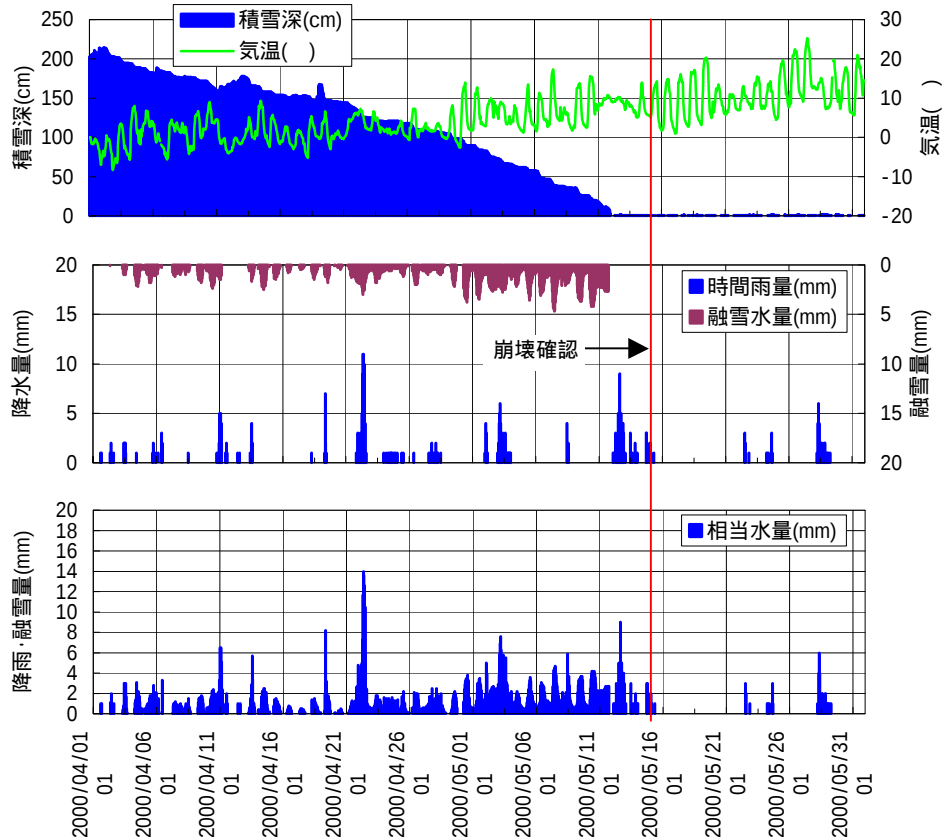


図 6 - 6 融雪期における気象要素の経過図
(2000 年 4 月 ~ 5 月、無意根道路テレメータ)

(3) 事例研究

相当水量 (融雪水量 + 降水量) を用いて土壌の湿り具合を表現し、解析を行った。

図 6 - 7 では、斜面崩壊発見時点における値が他の年の値と明確に分離されず、土壌の湿り具合や短時間強雨からのアプローチでは本事例の崩壊を特徴付けることが不可能であった。

また、気象庁の土壌雨量指数 (図 6 - 8) においても、斜面崩壊発生時の値は他の年の融雪期の値と変わらず、崩壊の誘因として特徴づけできる指標とはならなかった。

結論として、融雪型深層崩壊である本事例については、誘因である気象要素のみからのアプローチでは発生を特徴付けることは出来なかった。本事例は素因として変質した地質状況が挙げられており、現状では素因と誘因の組み合わせによるアプローチでしか現象を解明できないと考えられる。

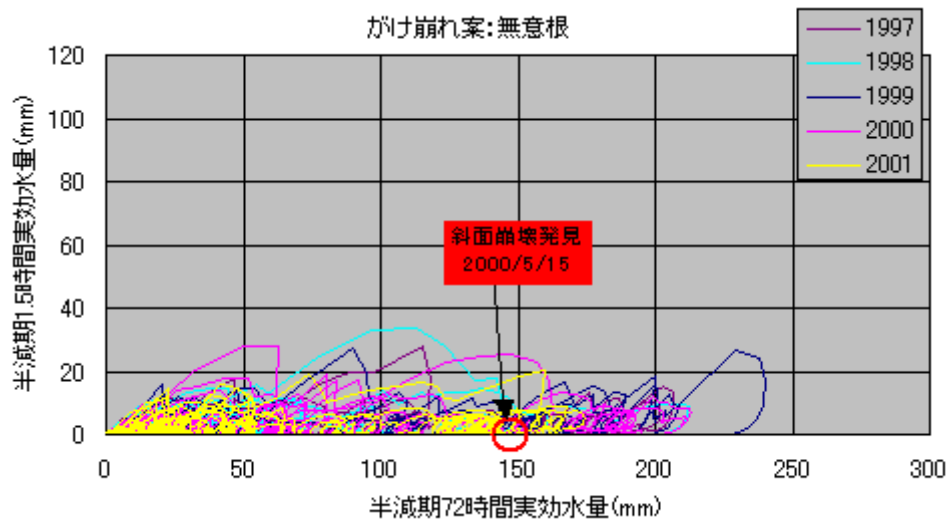


図 6 - 7 実効水量（雨量＋融雪量）を用いた災害発生降雨の表現
 - 「総合土砂災害対策検討会による手法（旧がけ崩れ案）」 -

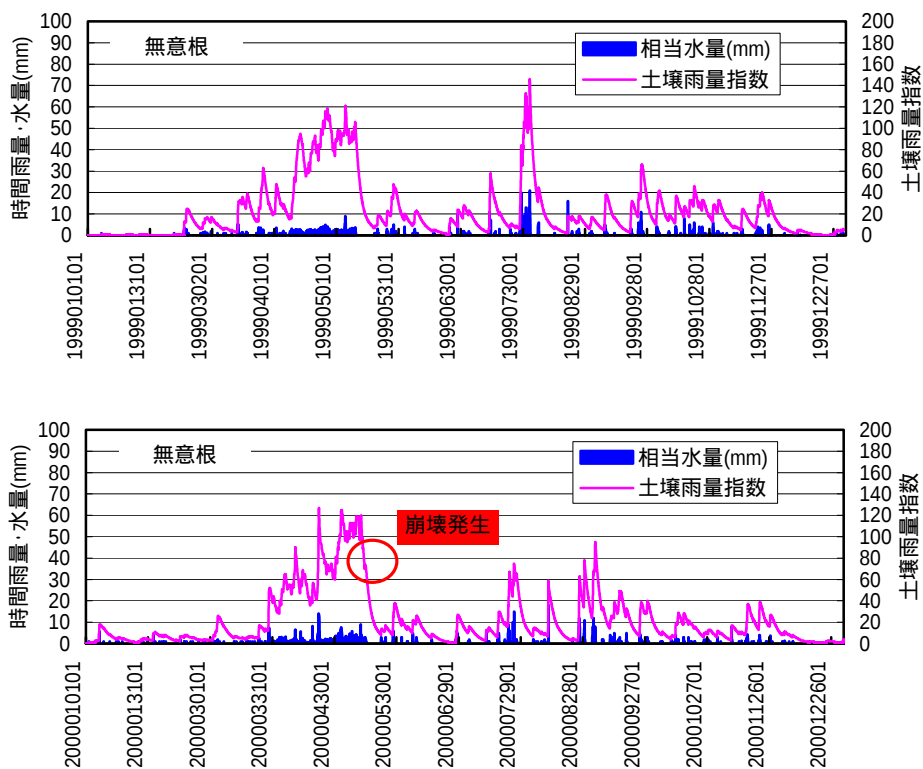


図 6 - 8 土壌雨量指数の推移（1999 年と 2000 年、無意根）

1) 「総合土砂災害対策検討会における提言及び検討結果」(建設省河川局砂防課、1993)に基づく手法(がけ崩れ案)であり、異なる半減期の実効雨量の相互関係を用いる手法である。

実効雨量は、 T 時間を半減期として、降雨開始から t 時間前の雨量に減少係数 $\alpha(0.5t/T)$ を乗じて算出した雨量の和である。

2) 土壌雨量指数は気象庁が開発した土砂災害の危険度を表す指標で、土壌中の水分量を3段のタンクモデル貯留高の合計値として求めるものである。指数値が高いほど山崩れ・がけ崩れの発生危険性は高いと解釈する。

3) デGREE・アワー法は、融雪水を推定する手法のうちの一つであり、毎時気温にDEGREE・アワー・ファクターと呼ばれる係数(一般に0.2~0.4程度)を乗じて毎時融雪量を推定する。パラメータが気温だけでよいので、河川やダムの融雪出水予測に実用化されている。