研究最前線

積雪期における地すべりの長期変動観測

国立研究開発法人森林総合研究所
東北支所　岡本　隆

1　はじめに

秋田県をはじめ、東北地方の日本海側や北陸地方は、約2，300万年～260万年前の新しい時代の軟らかい地質が多く分布しています。また年間降水量は約3，000ミリ、このうち40～50％が降雪によってもたらされ、冬季の積雪深は数メートルに達する豪雪地域です。これらの地域では、3月から5月の融雪期に気温上昇や日射量増大によって積雪が融解し、大量の融雪水が地下へ連続的に浸透するため、地すべり災害が頻発すると言われています。映画「おくりびと」のロケ地として有名な山形県の七五三掛（しめかけ）地区で、2009年4月に発生した大規模な融雪地すべり災害は記憶に新しいところです（図1）。ところが、この地すべりが実際にいつ動き始めたかは分かっていません。なぜなら冬季の地面は深い雪に覆われて、地すべりの初期変状を目で確認できないためです。

図1　融雪地すべりによって出現した段差地形
（山形県七五三掛地すべり、2009年5月撮影）

融雪期の地すべり発生危険度を予測し、有効な対策を講じるためには、積雪期の中で地すべりの動き始める時期を詳細に知ることが重要です。しかし、数メートルもの雪に覆われる積雪期の地すべり観測はこれまで技術的に困難で、その期間の地すべり変動の実態はよく分かっていませんでした。しかし近年の観測技術の発展により、積雪期のような厳しい自然環境条件下でも地すべりの動きを捉えることが可能になってきました。ここでは、豪雪地域における地すべり観測方法の紹介と、観測によって捉えられた積雪期の地すべり変動事例を紹介します。

2　豪雪地域での地すべり観測方法

観測対象とした地すべりは、冬季の積雪深が3～5メートルに達する新潟県の伏野（ぶすの）地すべりです。同地すべりは東頸城丘陵内の標高550メートルに位置し、長さ約300メートル、幅30～50メートルの規模で広がっています。森林総合研究所では、関東森林管理局と共同で地すべり移動や気象の長期観測をおこなってきました。

地すべりの移動量を知るためには通常、地表伸縮計と呼ばれる装置による観測がおこなわれます。地すべり地の移動域と外部の不動域との間に10メートル程度のワイヤーを張り、ワイヤーの伸び量を測って地すべり移動量を知る仕組みです。しかし豪雪地域では冬季の積雪によって地表に露出したワイヤーが押しつぶされるため、この計測はできません。

そこで我々は多層移動量計と呼ばれる機器を設置しました（図2）。多層移動量計は地下部に設置されるため雪の影響を受けません。設置方法は次の通りです。地すべり地に掘削したボーリング孔に長さ10メートル程度の塩ビ管（VP16）を挿入し、隙間を充填剤で固定します。塩ビ管の外周にはあらかじめ約20個のアンカー（固定器具）を0・5～1・0メートルピッチ

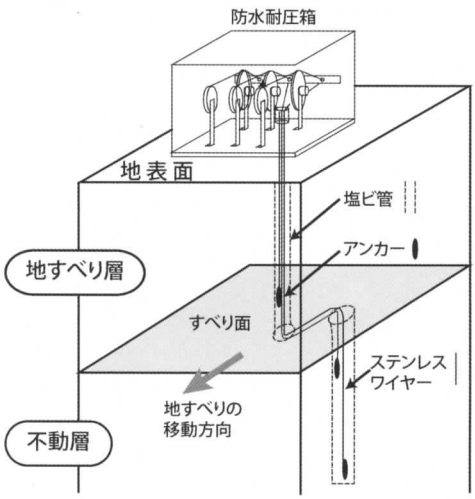

図2　多層移動量計の構造図

図3　雪の重さで潰れた計測箱

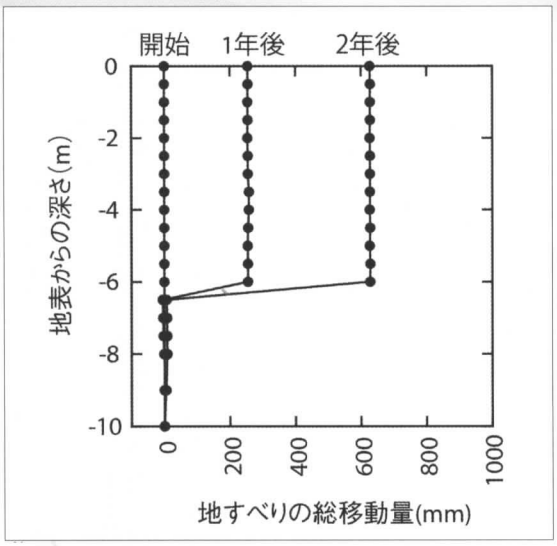

図4　地すべり移動量の鉛直分布（新潟県伏野地すべり）

で取り付け、そこから地表部までステンレス製のワイヤーを引き伸ばします。これで地表面から深さ0・5～1メートルごとにワイヤーがセットされている状態となります。この状態で地すべりが発生すると、その移動距離だけワイヤーが地中へ引き込まれます。地上部でこの引き込み長を測ることで地すべりの移動量を間接的に知ることができます。また滑った面よりも上の層のワイヤーは引き込まれないため、ワイヤーの引き込みの発生と非発生の境界深度から、すべり面の深さも知ることができます。

冬季の積雪層は地表面に大きな重量となって作用します。高さ4メートルの積雪層は1平方メートル当たり約1・5トンの重さとして地表部に作用します。地上部の計測部は防水・耐圧型の箱で保護されますが、それでも時には想定外の積雪重で計測箱が潰れたり（図3）、浸水したりすることがあります。安定した計測のためには保護箱の小型化による耐圧性の向上や、高い設置技術が求められます。

3　観測結果の一例

多層移動量計を用いて観測された1年ごとの地すべり移動量の鉛直分布を図4に示します。縦軸は地表面からの深さ、横軸は地すべりの総移動量、図中の黒丸（●）で示した位置が観測深度（18点）です。グラフの線は深度6・0メートルから上側で大きく折れ曲がっていることから、地すべりはこの深さを境界として、上側の土層が動いていることが分かります。

地すべり移動量の経時変化の一例を図5に示します。観測がおこなわれた伏野地すべりは、毎年、初冬の積雪が生じたり消えたりする時期に活動が活発化しました。さらに、積雪層が発達すると活動が沈静化する特徴も認められました。近年は、他の豪雪地域でも地すべり観測が精力的におこなわれるようになり、伏野地すべりのように初冬に活発化したり、1～2月の厳冬期に活発化したりするなど、地すべり活動時期は多様であることが分かってきました。

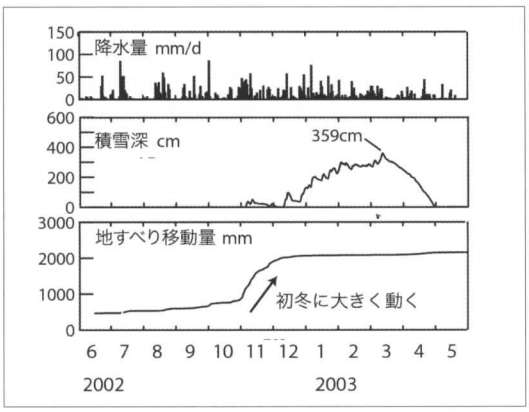

図5　地すべり移動量の経時変化の一例
（新潟県伏野地すべり）

4　豪雪地域の地すべり災害防止に向けて

これまで豪雪地域の地すべりは融雪期に限って起きると考えられてきましたが、近年の観測により、地すべりは融雪期に限らず、初冬や厳冬期など、積雪期全般にわたって多様に起こっていることが分かってきました。現在は、地すべりの活発化する時期が多様化する要因を解き明かすべく、広域にわたる地下水の振る舞いや水質、積雪荷重の影響などの詳細な研究が進む段階に入っており、今後、地すべりの活動誘因が明らかにされることが期待されています。