

1. はじめに

2004年の中越地震に伴い、集落を直撃もしくはアクセス道路及びライフラインの寸断や河道を閉塞する地すべりが多発し、中山間地に深刻な影響をもたらした。これらの地すべりは、主に東山丘陵の中・南部、特に魚野川支流の芋川や朝日川流域で発生した。一方、魚野川を隔てた魚沼丘陵では地すべりの発生が少ない。当センターでは、数多くの既存地すべりが中越地震によって再滑動した原因を解明するため、芋川、朝日川、相川川流域で発生した代表的な地すべり(表-1)において、地すべりの挙動及び地質構造などの地盤条件を中心に、地形、地質やリングせん断試験など詳細かつ総合的な調査・解析を実施している。このうち、今回の地震による地すべりの中で2番目に規模が大きい田麦山小高地すべりは、東山丘陵以外で発生した、震央より離れたところの地すべりとして興味深い。

表-1 中越地震における主な地すべり

| 地区名 | 地質 | 長さ(m) | 幅(m) | 最大厚さ(m) | 移動距離(m) | 土砂量(万m ³) |
|-------|--------------|-------|------|---------|---------|-----------------------|
| 尼谷地 | 塊状泥岩 | 250 | 150 | 18 | 40 | 35 |
| 寺野 | 砂岩泥岩互層 | 360 | 170 | 25 | 50 | 100 |
| 塩谷神沢川 | 砂岩泥岩互層 | 650 | 450 | 80 | 100 | 750 |
| 塩谷南 | シルト・砂及び礫 | 150 | 100 | 15 | 30 | 23 |
| 東竹沢 | 砂質泥岩及び砂岩泥岩互層 | 350 | 250 | 30 | 60 | 130 |
| 芋川沢 | 砂岩 | 180 | 150 | 16 | 40 | 43 |
| 小栗山 | 砂岩泥岩互層 | 400 | 170 | 22 | 30 | 150 |
| 田麦山小高 | 砂質泥岩 | 350 | 270 | 20 | 50 | 150 |

2. 地すべり地の概要

本地すべり地は、魚沼丘陵の北部に当たり、中越地震本震の震央より南南西に約10km、魚野川支流相川川の右岸、北西向き斜面内で発生した(図-1)。地すべり発生前の斜面は勾配が15~20°であり、中腹は養鯉池、末端部は水田として利用されていた。地すべりは長さ350m、幅270mの範囲で発生し、末端部は相川川に達し、地すべりダムが形成された。

調査地周辺に鮮新世の白岩層が分布し、主に砂岩層を挟む砂質泥岩から構成される。北北東-南南西方向の軸を持つ田麦山背斜が調査地の東側を通っており、地すべり斜面は流れ盤構造となっている。

防災科学技術研究所(2004)によれば、本地域の西~北西向き斜面に地すべり地形が数多く分布する。本地すべりはこのような既存地すべりの地形内で発生したものである。なお、本地すべりの北側にも地すべり地形があるが、今回の地震では再滑動していない。

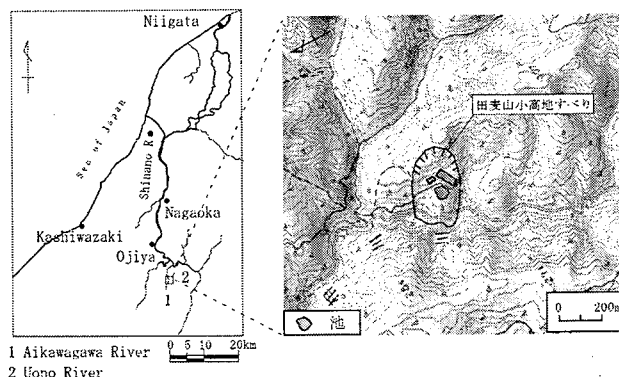


図-1 田麦山小高地すべりの位置
国土地理院 2,5000 の 1 地形図「岩沢」より作成

3. 地すべりの挙動

地すべりは概ね上下2つの斜面に分けられ、上部斜面では陥没帯、下部斜面では隆起や地すべりダムが観察される(図-2)。滑落崖の直下は階段状の崩壊が特徴的で、樹木も階段状に転倒している。地すべりブロックの上部には、滑落崖から分離した小丘が2つ存在し、元地形が残っている。これらの小丘と滑落崖の間には、幅20~30mの陥没帯が形成され、明瞭な引張域となっている。斜面中腹にあった3つの養鯉池は、最上部の一つを除いて大きく破壊された。最上部の池には、幅2~3mの開口亀裂が複数形成され、北北西方向に並列する。

地震発生前の空中写真や地形図から、本地すべり斜面は既存地すべり地形として認められ、その上部に凹地があり、集水域となっていることが判明した。斜面のほぼ中央部から末端にかけて凸状を呈し、ブロックの両袖部はいずれも谷状地形となっている。今回の地すべりは、分離丘背後の凹地付近で滑落崖を形成後、次々と後退したと推定される。

地震前後の空中写真から、地すべり本体の移動方向は北北西(N70~80W)で、その最大移動距離は50m程度と推定できる。

4. 地質及びすべり面の推定

本地すべり地周辺では基盤岩が露出し、主に砂岩の薄層を挟む砂質泥岩や砂岩泥岩互層から構成される。それらの走向はN40W~N20Eで、北西に20~30°傾斜する。砂岩部分は細粒で、軟らかい。泥岩部分はほとんど砂質で、大量の炭化物を含み、層理面沿いにはがれ易い。被覆層は主に地すべり崩土からなる。本地すべりにおいては、地すべり斜面に10箇所ボーリング調査が実施された(図-2)。その結果、地すべり斜面の地質構成は、地すべり崩土、破碎岩や基盤の砂質泥岩から構成されることが判明した。

図-3は、図2に示した主測線の地質断面である。BV.2

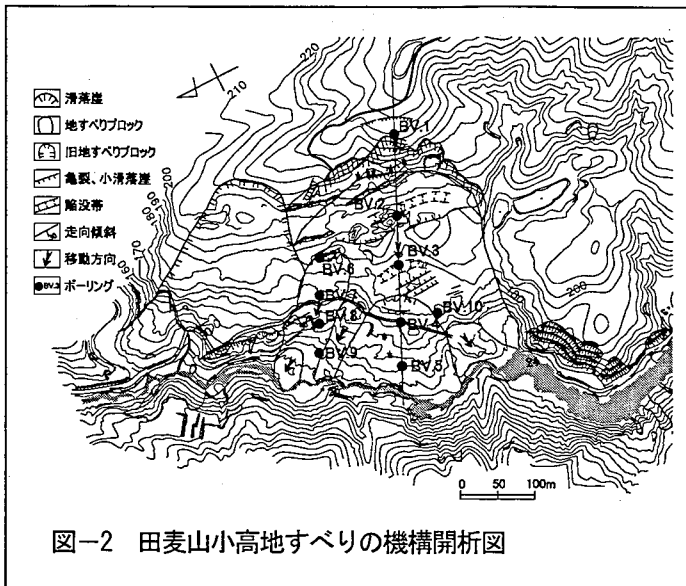


図-2 田麦山小高地すべりの機構開析図

～BV. 4 孔では、泥岩中に破碎の著しい部分が存在する。このような状況は、ブロック全体に共通し、過去の移動状況を反映していると考えられ、その下位との境界付近がすべり面と推定される。BV. 5 孔では、崩土の下位は砂質泥岩からなり、全面的に破碎や風化を受ける。特に深度 17.5～22.0 m 間は風化を受け軟弱化している。この状況から、末端部では、やや深部にすべり面が存在すると推定される。

5. 発生機構の検討

前述のように、本地すべり地は田麦山背斜の西翼に位置し、流れ盤構造となっており、地質は脆弱である。地形的には、斜面上部に旧陥没地が認められ、過去の地すべりを示唆している。これらは、今回の地すべりの素因である。

一方、地すべりの誘因は、地震動によって地すべりブロックに滑動力が加わり不安定化し、層理面が剥がれ、せん断抵抗力が低下したものだと考えられる。また、地震前の豪雨も一つの誘因であろう。

主断面では、ボーリングBV. 2付近に明瞭な陥没帯があり、その幅は20～30mで、水平移動は50m程度である。しかし、このような大きな運動があったにもかかわらず、ブロックの移動に直接かかわった滑落崖の落差は10m程度と少ない。頭部の山側斜面に高さ30～40mの範囲に崩壊は認められるが、それらが階段状となっており、表面の倒木が斜面中に

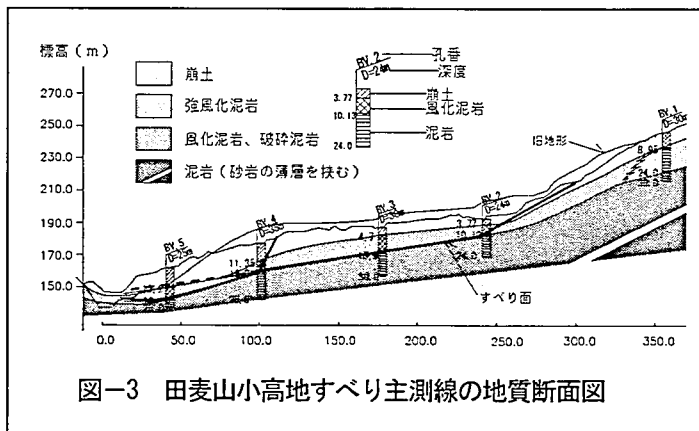


図-3 田麦山小高地すべり主測線の地質断面図

そのまま残っており、下部ブロックと一体化したものではない。通常、円弧すべりでは、頭部の土塊自体の陥没が激しく、部分的に後方回転運動を伴うため全体が山側へ大きく傾斜する傾向がある。同時に、激しい移動のため、すべり面が露出した著しい落差を伴う滑落崖が形成される。本地すべりではこれらの特徴がなく、斜面形状、地質状況から緩傾斜面に沿った直線的な運動が推定され、すべり面は基盤岩とその上位の破碎岩との境界付近に存在すると考えられる。

既存地すべりのすべり面についての確かなる把握は難しい。しかし、ボーリング調査で判明した崩土や破碎岩の下部には基盤岩が出現しており、より深部でのすべり面は考えにくい。従って、既存地すべりのすべり面は、破碎岩中かその下位の基盤岩との境界付近にある可能性が最も高い。川沿いの露頭から、破碎泥岩中に粘土化した部分が見られ、過去の動きを示唆している。これにより、今回の地震による地すべりは、既存地すべりと同一面で起きた可能性が高い。この状況は芋川流域の東竹沢や寺野地すべりと類似している。本地すべりは白岩層内で発生しているが、その挙動は同じ白岩層内で起きた妙見の崩壊やその南側の岩盤すべりと異なる。その理由は、本地すべり地の崩土や破碎岩の存在にあると考えられる。中越地震の震源域において、基盤岩の地質工学特性による地すべり発生は、西山層以降の地層分布域に集中する傾向が指摘されている(野崎、2005)。しかし、魚沼丘陵では、白岩層や和南津層が田麦山背斜の軸付近に、それ以外はほとんど魚沼層に覆われるものの、全体に地すべりの発生は少ない。従って、本地すべりは地震に誘発されたものの、周辺に大きな地すべりが存在しないことから、その発生に局地的な条件が大きく寄与していると考えられる。また、本地すべりに北隣のブロックが滑動しなかった理由として、斜面勾配、土地利用、地表集水状況の違いによると推定される。以上より、震央から離れたところでも、局地的な条件によって規模の大きい地すべりが起こり得ると言える。

謝辞

本文では、新潟県の災害関連緊急地すべり対策事業のボーリングデータを使用させていただいた。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 国土地理院：25,000分の1「岩沢」地形図幅、2003
- 2) 国土地理院：数値地図 50mメッシュ (標高) CD-ROM 「日本Ⅱ」、2001
- 3) 防災科学研究所：「山古志村周辺地すべり地形分図」、2004
- 4) 野崎 保：新潟県中越地震の震源域における地すべりの偏在発生と基盤岩の地質工学特性 (予報)、地すべり学会新潟支部シンポジウム、2005