

## 豪雪地帯で発生する地すべり、雪崩の特徴 — 近年の災害発生状況と研究課題 —

野呂智之\* 丸山清輝\*\* 伊東靖彦\*\*\* 池田慎二\*\*\*\* 木村 誇\*\*\*\*\* 畠田和弘\*\*\*\*\*

### 1. はじめに

春先に出現する大量の融雪水が及ぼす影響は、河川だけでなく山間部の斜面にも及ぶ。新潟県内で一年間にカウントされる地すべり発生件数の約半数は3月～5月の融雪期に発生しており、その実態把握とメカニズム解明に多くの努力が払われてきた。

近年は少雪傾向が続いているとされているが、今年(平成18年)豪雪に匹敵する大雪の年となり、雪崩災害も発生した。また、昨年3月に長野県で発生した雪崩は詳細は明らかではないが地震に起因するとされており、豪雪地帯特有の複合災害といえる。これら雪崩災害や融雪期の地すべりに関し、新潟県とその周辺で発生した災害事例のいくつかについて現地調査を行ったので概要を紹介する。

なお、本稿で用いた数値等は速報値を含むため、今後変更される可能性がある。

### 2. 融雪期に起こる地すべりと斜面崩壊

#### 2.1 上越市で発生した長距離移動する地すべり

2012年3月7日、新潟県上越市板倉区国川地区の山麓斜面(図-1)で幅約150m、長さ約500m、深さ20～30mの地すべりが発生した。発生箇所は、木成断層沿いに形成される地すべり地形の側部にあたり、今回の地すべりは、旧期の地すべり土塊の一部が再滑動したものと推察される<sup>1)</sup>。地すべり土塊の末端部が移動した水田は、完新世以降に発達した関川の支流河川の扇状地堆積物上にあり、被災した集落までの区間の傾斜は3～4°と緩やかであった<sup>2)</sup>。

地すべりの発生は、3月7日午前、地すべり発生斜面を通過する作業道上の亀裂発生によって確認された。この亀裂が拡大を続け、8日には落差約30mの滑落崖が形成された。滑落崖の拡大は8日に一旦止まったが、10日から19日にかけて、

滑落崖上部にあった亀裂の拡大と崩落が断続的に起こり、再び拡大した。

発生当初、地すべり土塊の末端は斜面脚部にまで達していなかったが、8日16時頃には斜面脚部と接する水田上にあった約2mの積雪が土塊の押し出しによって隆起し始めた。隆起した積雪は水田上の雪面からの高さが約3m、幅が5～20mに及ぶ雪塊を形成し、土塊末端部を取り囲んだ(写真-1A)。水田面に達した土塊は、この雪塊に側方への広がりを規制されながら前方へと滑動し<sup>1)</sup>、10日未明には斜面脚部から約250m離れた家屋にまで到達した(写真-1A)。この期間の移動速度はピーク時で10～15m/hourに達したと推定される<sup>2)</sup>。土塊の移動は家屋へ到達した後も継続したが、移動速度は日を追うごとに減少し、地すべり発生から13日が経過した20日には1.8mm/dayにまで減速した<sup>2)</sup>。

#### 2.2 糸魚川市で発生した崩壊と土砂流出

2012年4月12日早朝、糸魚川市物出地区沢谷川の源頭部斜面(図-1)の地すべり側部で幅約100m、長さ約80m、深さ1～2mの規模の崩壊が発生した。この崩壊で発生した土砂の一部は、同日夜半からの降雨と融雪水によって沢谷川を約750m流下し、集落の下を通る県道の暗渠を通して能生川にまで

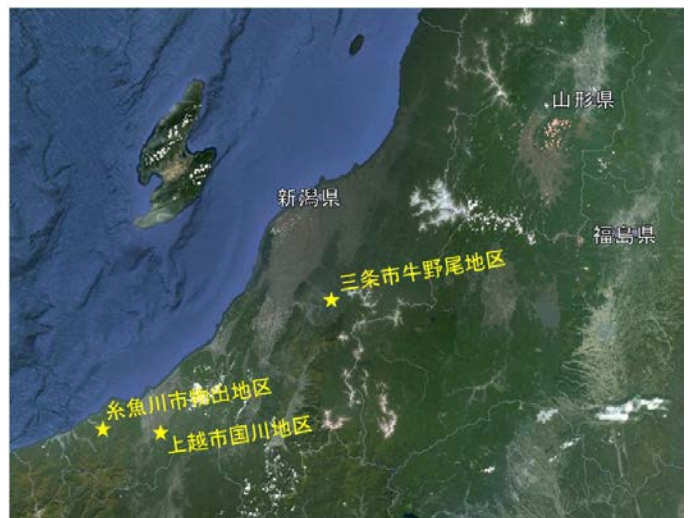


図-1 今年の融雪期に発生した土砂災害地の位置 (Google™ earthを用いて作成)

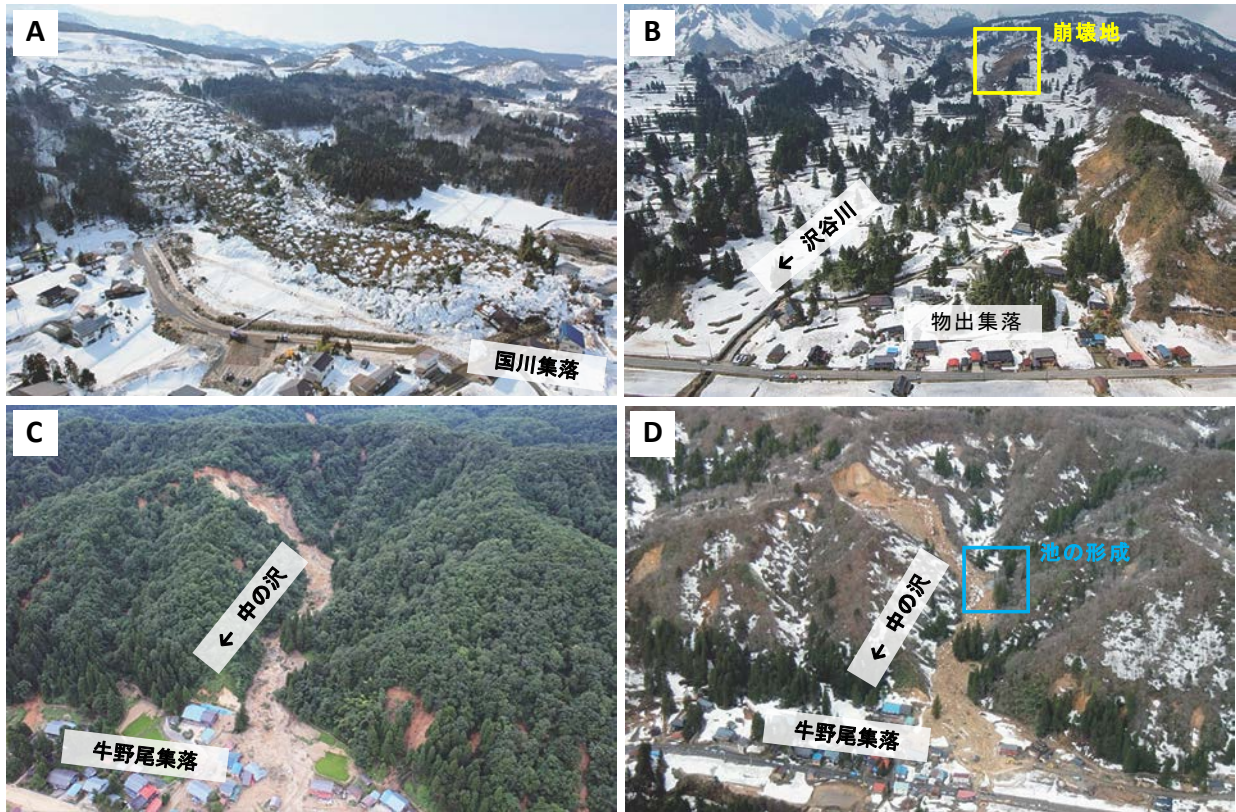


写真-1 国川地区、物出地区、牛野尾地区での土砂災害の発生状況  
 (A : 2012年3月16日国川, B : 2012年4月18日物出, C : 2011年8月1日牛野尾, D : 2012年4月23日牛野尾)

達した(写真-1B)。発生当時、沢谷川流域の斜面や溪流内には1~2m程度の積雪があったため、沢谷川の流下断面は通常よりも著しく小さくなっていた。溪流内の積雪は流出土砂の堆砂域を狭めるとともに融雪水の供給源となることで、土砂の下流への到達に寄与したと考えられる。

### 2.3 三条市で発生した崩壊と土砂流出

2011年7月27日から30日にかけて新潟県中越地方と福島県会津地方を襲った集中豪雨(平成23年7月新潟・福島豪雨)により、三条市牛野尾地区の中の沢(図-1)では源頭部斜面で幅約80m、長さ約130m、深さ20~30mの規模の地すべりが発生し、崩落した土砂の一部が土石流化したことによって約350m下流の集落にまで到達した(写真-1C)。

2012年4月22日、上述の崩壊地が拡大するとともに、溪流で泥濁化した土砂が下流の集落へ流出した(写真-1D)。土砂流出の発生直後(4月24日)、溪流内に堆積していた土砂は融雪水を含んで軟弱な状態になっており、集落の上流約300m地点では池の形成も確認された(写真-1D)。22日の崩壊によって発生した土砂の到達範囲は、斜面にあったとみられる樹木や厚さ数十cmの雪塊の移動状

況から、ほとんどが沢の出口より手前の池付近で停止したと推察される。下流の集落に流出した土砂は、崩壊土砂とともに溪流に流入した融雪水により、溪流内の軟弱な土砂が泥濁化し流出したものと考えられる。

### 2.4 今年の融雪期に発生した土砂災害の特徴

以上に挙げた3事例について、表-1にその概要をまとめる。これらの3事例は崩壊の形態としては異なるが、土砂の移送・堆積域にある積雪や融雪水の供給が崩土の移動に大きく影響を及ぼしている点で共通している。つまり、融雪期の地すべりや崩壊は、崩土の移送・堆積域にある積雪や、積雪からの継続的な融雪水の供給が作用することで、崩土の到達距離が崩壊の規模から予想される範囲を上回る危険性があると考えられる。

一方で、崩土の移動に対する積雪量や融雪水量の作用については未解明な部分が多い。融雪期に発生する地すべりや崩壊の運動機構を詳しく調べた研究を積み重ねていくとともに、積雪や融雪水を含んだ崩土の移動を実験的手法を用いて検証していく必要がある。

表-1 今年の融雪期に発生した土砂災害3事例の概要

事 例	上越市国川地区	糸魚川市物出地区	三条市牛野尾地区
地すべり・崩壊の規模	・地すべり地形の側部が、幅約150m・長さ約500m・深さ20～30mにわたって再滑動	・源頭部の地すべり側部で、幅約100m・長さ約80m・深さ1～2mの表層崩壊が発生	・昨年7月の集中豪雨で発生した、幅約80m・長さ約130m・深さ20～30mの地すべり頭部で再崩壊が発生
発生時の積雪状況	・約2mの積雪が斜面を覆う	・1～2m程度の積雪が斜面全体と溪流内に残る	・数十cmの積雪が部分的に残る
崩土の移動形態	・融雪によって発生した地すべりの移動土塊末端部が水田土壌と積雪を押し出しながら滑動	・融雪によって発生した崩壊土砂の一部が、融雪水や雨水を伴って溪流を流下	・昨年の大規模崩壊によって溪流内に堆積していた土砂が融雪水を含んで泥濘化し下流へ流出
崩土の移動への雪の影響	・土塊に押し出され隆起した積雪が土塊の周囲をブロック状に取り囲むことで、土塊の移動と拡散を規制するとともに、排水を妨げる	・溪流内に積雪が多く、流下断面が通常よりも著しく小さくなる ・移動過程で積雪から融雪水が供給される	・融雪水の供給によって、溪流内に堆積していた土砂が軟弱で不安定な状態になる

### 3. 雪崩事例

#### 3.1 長野県北部地震に伴う雪崩災害<sup>3)</sup>

2011年3月12日に発生した長野県北部地震によって長野県下水内郡栄村、新潟県中魚沼郡津南町、新潟県十日町市等において雪崩が多発した(写真-2)。これらの雪崩によって通行止めが多数発生しており、救助、避難、復興において大きな支障となった。

地震により雪崩が発生した例は以前にも報告されており、その危険性については指摘されていた<sup>4)</sup>。しかし、今回の雪崩災害によってその実態が明らかになり、改めて雪国特有の複合災害として対策方法を構築する必要性が浮き彫りになった。地震により発生する雪崩については先行研究が少なく、事例研究等基礎的な部分から地道に取り組む必要があると考えられる。

#### 3.2 玉川温泉(秋田県仙北市)<sup>5)</sup>

2012年2月1日に秋田県仙北市玉川温泉付近で雪崩が発生した(写真-4)。雪崩の規模は幅：300m(最大)、標高差：150m、水平距離：350m、であった。この雪崩は岩盤浴地に到達し、テント内で岩盤浴をしていた3人が死亡した。

雪崩の破断面において調査を行ったところ、今回の雪崩の発生原因となった弱層はこしもざらめ雪であることが明らかとなった(写真5)。この弱層は、降雪が止んだ時期に積雪表面付近で形成さ



写真-2 地震による雪崩の発生状況(新潟県十日町市)



写真-3 地震による雪崩の発生状況(新潟県十日町市)

れるものであり、形成には数日から数週間の気象状況が関与している。



写真-4 玉川温泉災害現場全景(撮影：秋田県)



写真-5 雪崩破断面の積雪構造

雪崩災害の発生を予測するには降雪量のみでなく日々の気象推移にも注意を払う必要があり、日々の状況変化を適切に観察することができる人材の育成が重要である。

#### 4. おわりに

新潟出身の商人、鈴木牧之（ぼくし）が著書「北越雪譜」の中で「雪中の洪水」を今から175年前に紹介しているが、豪雪地帯における出水のピークは融雪期である春先に訪れ、県内での地すべり発生もその時期に集中する。雪崩も含めて「雪」に関わるこれらの現象には未解明な部分はまだ多く、引き続き研究を進めて参りたい。

#### 謝 辞

本稿を執筆するにあたって、新潟県および秋田県に災害地の空中写真および災害の発生状況に関する情報を提供していただいた。ここに記して感謝の意を表す。

#### 参考文献

- 1) 畠田和弘、木村 諤、丸山清輝、野呂智之、中村明：平成24年3月7日新潟県上越市板倉区国川地区で発生した融雪地すべり、日本地すべり学会誌、Vol.49、No.5、(印刷中)
- 2) 木村 諤、畠田和弘、丸山清輝、野呂智之、中村明：2012年3月新潟県上越市で発生した融雪地すべりの特徴、土木技術資料、第54巻、第7号、pp.36～41、2012
- 3) 小山内信智、石塚忠範、武志俊也、野呂智之：大規模土砂災害等の減災に向けて－土砂災害の予測・監視・警戒避難の高度化への取り組み－、土木技術資料、第54巻、第1号、pp.32～35、2012.
- 4) PODOLSKIY, Evgeny Andreevich : Experimental studies on earthquake-induced snow avalanches (地震動が誘発する雪崩の実験的研究)、名古屋大学学位論文、265p
- 5) 池田慎二、中村明、野呂智之：平成24年2月1日に発生した玉川温泉雪崩災害、平成24年度砂防学会研究発表会概要集、pp.552～553

野呂智之\*



独立行政法人土木研究所つくば中央研究所土砂管理研究グループ雪崩・地すべり研究センター所長(上席研究員)  
Tomoyuki NORO

丸山清輝\*\*



独立行政法人土木研究所つくば中央研究所土砂管理研究グループ雪崩・地すべり研究センター 総括主任研究員、博(学)  
Dr. Kiyoteru MARUYAMA

伊東靖彦\*\*\*



独立行政法人土木研究所つくば中央研究所土砂管理研究グループ雪崩・地すべり研究センター 主任研究員  
Yasuhiko ITO

池田慎二\*\*\*\*



独立行政法人土木研究所つくば中央研究所土砂管理研究グループ雪崩・地すべり研究センター 専門研究員、博(理)  
Dr. Shinji IKEDA

木村 諤\*\*\*\*\*



独立行政法人土木研究所つくば中央研究所土砂管理研究グループ雪崩・地すべり研究センター 専門研究員  
Takashi KIMURA

畠田和弘\*\*\*\*\*



独立行政法人土木研究所つくば中央研究所土砂管理研究グループ雪崩・地すべり研究センター 交流研究員  
Kazuhiro HATADA