

砂防エンジニアリング株式会社
国土交通省北陸地方整備局湯沢砂防事務所
(現・国土交通省北陸地方整備局)

○飽田 恵介, 大石 道夫, 渡部 真
山口 真司, 杉本 宏之

1. 目的

平成 16 年 10 月 23 日新潟県中越地方で大規模地震が発生した。本研究は、地震前後の広域砂防微地形分類図(1:25,000)に基づき地震時の土砂移動実態を把握するとともに、地震後の詳細砂防微地形分類図(1:10,000)に基づき今後の土砂移動ポテンシャルを評価したものである。

2. 地震発生前後の微地形解析(地震時の土砂移動実態把握)

湯沢砂防事務所では地震発生前(平成 10 年撮影)および地震発生直後(平成 16 年 10 月 24・29 日撮影)の空中写真を判読した結果が、広域砂防微地形分類図(1:25,000)として整理されている。地震発生前の微地形分布は、地震時の土砂移動とかなり対応しており、微地形解析が土砂移動予測の一手段として有効であることを示している。調査地域は堆積岩の分布域でケスタ地形が発達しており、ケスタ地形背面には多くの地すべり地形が分布している。地震時の土砂移動はこの地形・地質特性を反映している。

地震前後の広域砂防微地形分類図および既往文献に基づき、地震時の土砂移動実態をタイプ別に分類して整理した(表 1)。地すべりは古い地すべりブロックの再活動型が多く、ブロックの全体または一部が活動した。新旧の小規模な地すべりブロックが連なる地すべり地では、これらのブロックが集合体として活動した箇所もあった。崩壊はケスタ地形の背面側にある侵食前線やクラック沿いで発生した。また滑落崖や溪岸斜面などの急斜面では表層崩壊が多発した。崩壊土砂は、地震動により谷部の緩んだ堆積物を取り込みながら、長距離を流動した(統計では南西向き谷沿いで多い)。

表 1 地震前後の微地形変化からみた土砂移動タイプ

現象	特性	代表地	地震前後の微地形変化模式図		
			土砂移動タイプ	地震前	地震後
地すべり	ブロック分割再活動型	・東竹沢地すべり ・木沢東方	泥岩(シルト岩)の上に乗る砂岩の再活動すべり		<ul style="list-style-type: none"> 既存のクラックやガリーから地すべりが発生 移動ブロックが後方回転を伴い、河道を閉塞
	ブロック全体再活動型	・寺野地すべり	泥岩砂岩互層の再活動地すべり		<ul style="list-style-type: none"> 既存地すべり地形の下部の移動ブロックが原型に近い形態で滑落 寺野地すべりでは、移動ブロック内に地すべりが併発、クラックが多数
	複数ブロック集合移動型	・峠東方 ・塩谷北方 ・竹沢	砂岩泥岩互層に発生した地すべり(相対的に大規模な滑落崖あり) 砂岩泥岩互層に発生した地すべり(地塊の後方回転) 風化泥岩のすべり		<ul style="list-style-type: none"> ・明瞭な滑落崖と移動ブロックが階段状(多丘状)地形を形成 ・大小(新旧)複数の地すべり移動ブロックが一つの集合体として移動 ・滑落崖、移動ブロックとも大規模なものが多く、
崩壊	深層崩壊	・東山丘陵・西端 ・風口峠の南方 ・羽黒山トンネル入口	凝灰岩にすべり面形成		<ul style="list-style-type: none"> ・山頂小起伏面のクラックや逕急線下部のクリープ斜面や移動ブロック ・逕急線上部のクラックがすべり面に転じ逕急線をまたいで崩壊
	表層崩壊	・全域(木籠地区など)	崩壊深1m未満の表層崩壊が多数。崩壊地内の不安定土砂は概ね落ちて下方に堆積。		<ul style="list-style-type: none"> ・受け盤側急斜面にガリーや割崩の影響による筋状地形 ・山頂小起伏面上の既存のクラックや侵食前線下部斜面に崩壊が多数
崩壊土砂の流動化	谷底部に大量の土砂が流下または滞留	・南西向き谷に多く発生	緩傾斜の谷が流動		<ul style="list-style-type: none"> ・主に水田や養鰻池として利用されていた谷底平野 ・上流域の崩壊などを起因として、水田やため池のある谷部の堆積物を取り込みながら長距離を流下
その他	ため池の崩壊	・多くの養鰻池、ため池、水田			池の水や池に流入する谷が原因で土砂が流動化(一部)
	人工改変地に関する崩壊	・旧山古志村や小千谷市の人工改変地			切土・盛土部の崩壊

千木良(2005)に加工

3. 土砂移動危険区域・箇所の抽出(土砂移動ポテンシャルの評価)

地震の影響により、地形発達段階や岩盤・地盤の劣化条件など、今後の土砂生産に関わるポテンシャルが大きく変化した。具体的には、地震時に地すべり、崩壊などの土砂生産が生じた箇所および土砂生産には至らなくても亀裂など斜面の変状が生じた箇所では、地震後の降雨・融雪による土砂移動のポテンシャルが高くなっている箇所がある(表2)。

表2 地震時に生じた現象と地震後の降雨・融雪で予想される現象の関係

地震時	地震後の降雨・融雪時の予想
地すべり	地すべりブロックの再活動, 地すべりブロック末端の崩壊, 崖錐性斜面の新規崩壊
崩壊	崩壊地の拡大, 崩壊土砂の再移動
斜面の変状(亀裂など)	深層崩壊の発生, 古期地すべり地形の不安定化

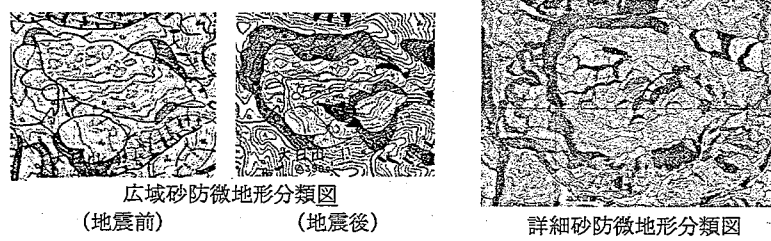


図1 地震発生前後の砂防微地形分類図の作成事例

そこで、地震時に特に土砂移動が顕著であった芋川流域周辺を対象とし、平成17年6~9月撮影の空中写真(地震後の融雪を反映)を用いて詳細な判読を行い、微細なクラックなど土砂移動の前兆を示す微地形要素を図示した詳細砂防微地形分類図(1:10,000)を作成した。詳細砂防微地形分類図および現地調査結果に基づき、今後の土砂移動のポテンシャルが高い区域・箇所を土砂移動危険箇所として抽出した。土砂移動危険箇所において想定される土砂移動形態は大別して3種類(崩壊, 地すべり, 河床堆積物の流動化)、さらに細分すると9タイプとなる(表3)。各土砂移動危険箇所について、土砂量を予測し、それに基づき土砂移動ポテンシャルを評価した。

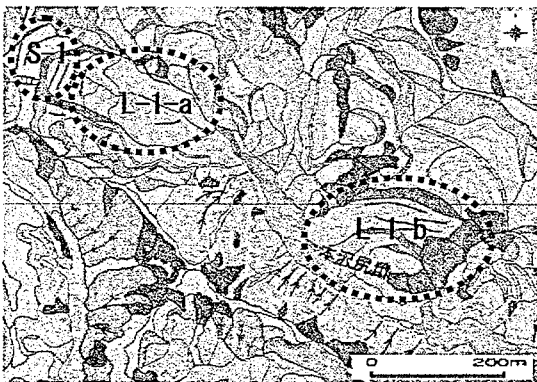


図2 詳細砂防微地形分類図及び土砂移動危険箇所の抽出事例(記号は表3に対応)

表3 土砂移動危険箇所の分類

土砂移動形態	分類記号	危険要因		No.	予測される土砂移動現象
		主因	細分		
崩壊	S-1	深層崩壊		1	既崩壊地を取り込む拡大
	S-2	表層崩壊の拡大・再崩壊	a	2	未固結層のパイピングによる崩壊の拡大
			b	3	古期地すべり地形末端部の崩落崖の後退・拡大
S-3	崖錐性斜面の新規崩壊		4	凹地に雨水が供給されて崩壊が発生し、ガリー沿いに拡大	
地すべり	L-1	地すべりの再滑動	a	5	地すべり土塊の明瞭な変状、あるいは側端・下端のガリー洗掘に起因する流動化
			b	6	地すべり土塊が後方回転を伴い末端部分が細分化され、連鎖的な再滑動が発生
	L-2	古期地すべり地形の不安定化		7	下部・側部斜面が支えを失い不安定化、内部や縁辺での亀裂や、末端部の面的な崩壊等
堆積土砂	B-1	河道への流入土砂堆積箇所及び区間		8	堆積土砂が地形的に不安定で二次移動が活発化
	B-2	河道閉塞の不安定箇所及び堰止め土砂堆積区間		9	閉塞土砂が速やかに侵食

崩積土や崩壊残土は含まない

4. まとめ

砂防微地形解析により明らかとなった中越地震時の土砂移動実態及び今後の土砂移動ポテンシャルは以下のとおりである。

- ・ 中越地震時には、地質条件を反映した地すべりに起因した土砂移動が多かった(表1)。
- ・ 今後の土砂移動ポテンシャルが高い箇所を土砂移動危険箇所として抽出した。各土砂移動危険箇所について予想される土砂移動現象を9タイプ分類し(表3)、土砂量を予測した。

今後の課題として、土砂移動危険箇所の危険度評価、砂防対策の優先度の検討、具体的砂防対策へのスムーズな移行、また土砂移動危険箇所のモニタリングに関する手法検討とその結果の評価などがあげられる。

【参考文献】

- 1) 八木 浩司・山崎 孝成・守岩 勉・渥美 賢拓(2005):2004年新潟県中越地震にともなう地すべり・崩壊分布—その特徴と詳細判読事例—。応用地質, vol.46, no.3, p.145-152
- 2) 千木良 雅弘(2005):2004年新潟県中越地震による斜面災害の地質・地形的特徴。応用地質, vol.46, no.3, p.115-124
- 3) 大八木規夫(2005):2004年新潟県中越地震によって発生した地すべりのタイプと特徴, 深田地質研究所年報, No.6, p.167-190