

岩手・宮城内陸地震に係る荒砥沢地すべり対策と
大規模地すべりにより出現した地形・景観の活用に関する検討会
(第2回)

<目 次>

1. 現地調査結果（地すべり発生から1年後の現況）	
1.1 地すべり発生から1年後の現況	1
1.2 主な地形・地質の変化	5
1.3 風化・侵食状況	13
1.4 植生侵入状況	23
2. 検討事項	
2.1 拡大崩壊の危険度評価と頭部排土工の効果（最危険断面による試算）	29
2.2 拡大崩壊による全体ブロックへの影響の検討手法	38
2.3 排土工施工後の景観変化	44
2.4 今後の危険度評価手法および危険度マップの作成について	47
3. 利活用に向けての事例紹介等	
3.1 海外におけるジオパーク事例（ジオエコパークへの提案）	別冊
3.2 防災教育の場としての利活用について	別冊

平成21年10月7日

東北森林管理局

＜第2回検討会資料の概要＞

1. 現地調査結果（地すべり発生1年後の現況）

1.1 地すべり発生から1年後の現況

（1）地すべり発生直後の状況（08年6月）

- ① 最大落差150mの滑落崖が形成された。
- ② 拡大亀裂はこの時点では落差をともなっていない。
- ③ 地すべり地内での湛水は見られない。
- ④ 末端部では、行き場を失った移動土塊が地下から持ち上げられて擾乱帯が形成された。

（2）地すべり発生から1ヶ月の状況（08年7月）

- ① 滑落崖では小規模崩壊や落石が頻繁に発生し崖錐が拡大した。
- ② 冠頭部の拡大亀裂下方が平均で5~6m程度沈下した（6/15~7/19のLP比較）。
- ③ 拡大亀裂に設置した伸縮計の伸び量は08年7月中旬で10mm/日。
- ④ 地すべりブロック右側壁側に湛水地が形成されはじめる。

（3）地震発生から1年後の状況（09年9月）

- ① 滑落崖や崖錐は、08年7月からやや拡大するものの、大きな変化は見られない。
- ② 冠頭部の拡大亀裂は、落差が大きくなっており5m程度沈下している箇所もある。
- ③ 軽石凝灰岩にはリルが形成される。
- ④ 旧陥没帯堆積物は、基質部が洗われ岩塊が斜面内に浮き出す。
- ⑤ 地すべり地内の湛水は、陥没帯、両側壁、末端部に形成される。

1.2 主な地形・地質の変化

（1）冠頭部（地形1）

- ① 地震発生直後には、拡大亀裂はみられなかったが、1ヶ月後には1~数m（最大10m）の段差亀裂や陥没帯が認められた。1年後には最大15mまで拡大しており、拡大亀裂下部の滑落が懸念される。
- ② 拡大亀裂の背後にも開口亀裂の連続が確認されたが、変化は認められない。

（2）滑落崖（地形2）

- ① 下位に軽石凝灰岩、上位に溶結凝灰岩からなる滑落崖が最大150mの落差で形成された。層界付近では湧水箇所がみられ、この付近で土砂生産が活発で崖錐の発生源となっている。
- ② 溶結凝灰岩は、柱状節理が発達しトップリング状に崩落しやすく、斜面の後退がみられる。
- ③ 軽石凝灰岩は、降雨や流水に対する抵抗力が弱く、リル（雨裂）の発達がみられる。

（3）陥没帯（地形3）

- ① 滑落崖やリッジに挟まれており、小規模な崩壊や落石により崖錐が拡大している。
- ② 岩塊の間隙は軽石凝灰岩起源の細粒分により埋積が進行している。
- ③ 地すべり活動直後には湛水の形成はみられなかったが、時間の経過とともに湛水箇所、面積ともに増加した。

（4）リッジ（地形4）

- ① 頂部に残された溶結凝灰岩は滑落している。
- ② リッジ本体は雨水や流水に対する抵抗力が弱く、勾配が緩い部分ではリルが発達している。また直角に近い節理が発達し、縦方向の亀裂がみられる。

（5）変形の少ない移動体（地形5）

- ① 移動体は旧地すべり陥没帯堆積物、軽石凝灰岩からなっており、縁辺部は急崖をなし、直下には崖錐が形成されている。
- ② 陥没帯堆積物の基質は侵食を受けやすい凝灰質土で巨礫を含むため、侵食により浮き出た転石が落石化しやすい。

（6）末端～擾乱帯（地形6）

- ① 擾乱帯は、地すべりが旧溪床を閉塞し、不動山体に衝突して行き場を失った移動土塊が絞り出されるように地上部に持ち上げられた。
- ② 擾乱帯を構成するのは破碎された堆積岩や軽石凝灰岩起源の岩塊で降雨や流水に対する抵抗力が著しく低い。
- ③ 湛水解消のための工事が一部施工されている。

（7）溶結凝灰岩（地質1）

- ① 柱状節理に規制されるため、鉛直に近い崖をなしており、地すべり活動直後から崩壊が発生している。
- ② 下位の軽石凝灰岩との層界付近にみられる湧水や表層付近の凍結・融解などの物理的風化による局所的な不安定化が上部の不安定化を誘発する。

（8）軽石凝灰岩（地質2）

- ① 軟質な岩相である。地すべり発生当初は白色を呈しているが、1年を経過して表面は褐色化している。
- ② 降雨や流水に対する抵抗力が低く、リルやガリを形成しやすい。また、風化すると細粒化しやすく、岩塊同士の間隙や谷を充填、埋積する。
- ③ 擾乱帯や陥没帯の転石化した軽石凝灰岩は表面から風化し細粒化しやすい。1年を経過して雨滴の衝撃などでまるで溶けるかのように細粒化している。

（9）旧陥没帯堆積物（地質3）

- ① 凝灰質土を基質として溶結凝灰岩の礫を多量に含んでいる。凝灰質土は降雨、流水に対する抵抗力が弱く、溶結凝灰岩礫が浮き石となり崩落する。
- ② 節理がないために安定勾配になるまでに侵食が継続する。

（10）砂岩・シルト岩（擾乱帯堆積物：地質4）

- ① もともと層理面が発達しているが、1年でスレーキングが進行して、剥離して細片化している。

1.3 風化・侵食状況（レーザプロファイラーの比較）

- ① 地すべり発生直後と1ヶ月後、1年後（09年10月撮影予定）のレーザ測量結果を比較して、地形の変化から侵食状況の把握を試みる。
- ② 地すべり発生後1ヶ月間に滑落崖の標高低下（崩落）と直下での標高増加（堆積）がみられる。この位置は拡大亀裂の発達する滑落崖の西側に対応している。
- ③ 荒砥沢地すべり地内における侵食の発生源は、主に40度前後以上の崖錐堆積物および裸地の崖面となっており、それらが湧水や表流水と共に流出して扇状地状の比較的平坦な堆積域および湛水池を形成している。侵食による土砂生産の特徴を以下のとおりである。
 - ・侵食による土砂生産はリッジでもっとも顕著で、崖面からの全生産量の6割に達する。
 - ・地質別の侵食土砂生産量は、最も多量に崖錐を形成している軽石凝灰岩崖錐部で多く、全生産量の5割に達する。また、軽石凝灰岩では、表面の風化層で小さな断面のリルが多数発生しているのに対し、風化凝灰角礫岩様の溶結凝灰岩ではマトリクスを深くえぐるようなリルが発達する。

・傾斜度別の侵食土砂発生量は、崖錐部が多いため、40～50° で5割を占め、勾配が急になるにつれて減少してゆく。軽石凝灰岩がほぼ直立している第2リッジ北面や頭部滑落崖東側などでは侵食があまりみられない。

・頭部滑落崖やリッジで生産された土砂は、徐々に窪地を埋塞しつつあるが、地表に連続した流出経路がないため、下流域への土砂流出は少ないものと考えられる。

1.4 植生侵入状況

- ① 移動体内の裸地化部の10箇所では5m×5mのプロットを設定し、種名、本数、植被率を調査。
- ② 湿潤～やや湿潤な箇所では、ヤナギ科、カバノキ科の飛来種子による侵入が確認された。特に湿潤な箇所ではオノエヤナギが優先する。主な樹種はオノエヤナギ、ミズメなど。
- ③ 石礫の堆積地では、乾燥や侵食の受けにくい、岩陰での生育が確認された。優占種はヤナギ類、およびカバノキ科のミズメ。その他は、タニウツギ、フキなどが確認された。
- ④ 植生の侵入は、「飛来種子由来（オノエヤナギ、イヌコリヤナギ、ヤナギSP、ミズメなど）」、「森林下層植生・埋土種子由来（タニウツギ、クマイチゴ、モミジイチゴ、アカソ、キブシ、タラノキ、シンガシラなど）」、「法面緑化植物由来（イタチハギ、ヤマハンノキ、ヤマハギ、メドハギなど）」の3タイプに区分される。
- ⑤ 植生侵入の難易度は、「水分環境（湿潤箇所（易）、乾燥箇所（難）」「生育基盤の安定性（地表部の安定箇所（易）、急崖などの侵食の激しい箇所（難）」、「現状林分との距離（近い（易）、遠い（難）」、「対象地の方位と風向」、「地表部の土粒子径」などによると考えられる。

2. 検討事項

2.1 拡大亀裂の危険度評価と頭部排土工の効果（最危険断面による試算）

（1）拡大亀裂の経緯

- ① LPによる08/06/18～08/07/19間の沈下量は最大で10m、平均的にも5～6mに達している。
- ② GP8、GP7B、GP7Cでの変位角度は「-55～58°」、GP7Aで「-26°」。変位角度を60°として沈下量を6mとすれば、水平移動量は3m（=6m/tan60）。
- ③ 拡大亀裂の右側壁側の連続は、旧陥没帯の標高420m付近まで追跡することができる。一方、周辺の溶結凝灰岩と軽石凝灰岩の層界の標高は420～430m程度であることから、拡大崩壊の破壊線は軽石凝灰岩まで達していることを示唆している。

（2）岩盤の状況

- ① 第2リッジの軽石凝灰岩の節理は、走向EWで垂直性の節理との走向NS～SSE-NNWで垂直性の節理がみられ、両者はほぼ直交する。また、第1リッジは山側の滑落面は60°で全体が30°傾倒していることから元々、山側滑落面は鉛直。
- ② 一方、主滑落崖の軽石凝灰岩には、明瞭な節理面は認められず、滑落面は60°の傾斜を示すことから、これは主動破壊によってできた破壊面である可能性が高い。
- ③ 冠頭部に位置するBV-14の地下水は標高410～425mにみられ、滑落崖脚部の開口亀裂から多量の湧水があることから軽石凝灰岩内に裂か水が形成されていると推測される。
- ④ 溶結凝灰岩の柱状節理は、短径2～3m、長径部は数十mに達するものもあるが、緩傾斜の節理も発達するために柱状ブロックは細分化され、崩壊岩塊はおおむね4～5m、多くは2～3mで、N25°E75°EとN80°W75°Eの直交する節理により柱が形成されている。

（3）限界ひずみ量からみた崩壊危険度

- ① 齊藤・上沢（1966）は三軸圧縮試験による応力制御クリープテストより、土質に関わらず、二次クリープ状態にある定常ひずみ速度－破壊時間の関係から、二次クリープ開始点から破壊に至

るまでのひずみの範囲は、0.0055～0.083（最小0.5%、中央値2%、最大値8%）であることを示している。

- ② 08.07.19撮影、09.09.02撮影の拡大亀裂写真の比較から沈下量は4～5m（平均2m：目視による。今後LPの比較による精査が必要）におよんでいる。この変位量と推定すべり面の弦長の比（ひずみ量）は、0.008(2/250)～0.02(5/250)と森脇（2001）による「破壊領域」にあたる。
- ③ 推定すべり面に対して08.07.19時点をF=0.98として、c、φで求め、水位上昇を5～10mとしたときの安全率は、F=0.95～0.93と試算される。

（4）拡大亀裂発生の経緯と安定度

- ① 地すべりの発生時：急崖が形成されたが、拡大ブロックの活動には至っていない（F>1）。
- ② 地すべり発生直後：急崖部が崩壊して、拡大ブロックが不安定化（F=0.86、最大落差150mになる）。
- ③ 拡大崩壊発達期（6/15～7/19）：拡大崩壊の進行と中小規模崩壊の発生を繰り返した。
- ④ 拡大崩壊小康化（地震1ヶ月後、7/19）：崩壊による頭部荷重の低下、崩壊堆積物（崖錐）による押え盛土効果により活動は沈静化した。

（5）今後予測

- ① 現在沈静化している拡大崩壊は、水位上昇（5～10m）に対して、F=0.95～0.93と不安定化する。この場合の不安定土砂量は約450万m³に達する。
- ② 応急対策対応の排土工を実施した場合、豪雨時（水位5～10m上昇）もF=1.05～1.02と安定する。この場合の中小規模崩壊はF=1に近い状態となる。

2.2 拡大崩壊による全体ブロックへの影響（事例紹介と検討手法）

- ① 小栗山地すべりの事例から、動的荷重/静的荷重=1.7（三角形分布の場合）である。
- ② 荒砥沢地すべり安全率に適用すると、F_{現状}=6.58、F_{静的荷重}=3.96、F_{動的荷重}=2.94と、拡大崩壊により全体ブロックは不安定化しないとの試算結果となった。

2.3 排土工施工後の景観変化

（1）現計画のイメージ図

2.4 今後の危険度評価手法および危険度マップの作成について（今後の整理項目）

- ① リスクの発生要因は、落石・崩壊が考えられる。
- ② 落石、崩壊ともに到達範囲の予測が必要であるが、必要に応じて、斜面形状、斜面性状にあわせた安定解析や落石シミュレーションの実施が必要である。