

地上レーザ測量による裸地斜面の侵食速度の算出
—中越地震後の芋川流域における一崩壊斜面を例として—

(独)土木研究所 田村圭司, 山越隆雄, 松岡 暁, 寺田秀樹
国土交通省北陸地方整備局 丸山 準
日本工営(株) ○田方 智

1. はじめに

平成 16 年 10 月 23 日に発生した新潟県中越地震により、多数の斜面崩壊や地すべりが発生した。芋川流域では、地震後に複数時期の航空レーザ測量が実施されており、その差分処理により、地震後の流域全体の土砂動態が示されている¹⁾。しかしながら、航空レーザ測量結果には精度上の限界があり、個々の崩壊斜面における地震後の細かな侵食特性（ガリー侵食、表面侵食など）の詳細は把握されていない。

一方で、斜面における侵食速度を把握する手法として、侵食杭や斜面下部に沈砂池を設けた研究がなされているが^{2) 3)}、地点ごとあるいは斜面全体で平均した侵食速度の計測であり、面的な斜面の侵食特性は明確にされていない。

そこで、本研究では中越地震により斜面崩壊が多数発生した芋川流域における代表的な斜面において、面的な計測が可能である地上レーザ測量を用いて、2 時期でレーザ計測を行い、その計測結果の差分をとることで、崩壊後の降雨や積雪・融雪による面的な侵食特性の把握を試みた。

2. 研究手法および研究対象地域

表 1 に計測に用いたレーザ測量データの諸元を示す。計測は 2006 年 11 月と 2007 年 7 月に実施した。

表 1 地上レーザ測量の諸元

性能項目	2006年(H18年)11月	2007年(H19年)7月
使用機種	LMS-Z420i (Riegl社)	GX200 (Trimble社)
測定範囲	2~1000m (反射率80%)	2~200m
スキャニング角	垂直80° × 水平360°	水平 ~60° (水平広角) 垂直 ~360° (垂直広角)
レーザ波長	905nm (近赤外)	640nm (青色)
測定精度	標準±10mm	標準6mm
レーザービーム角 (スポットサイズ)	25mm (100mのとき)	3mm (50mのとき)

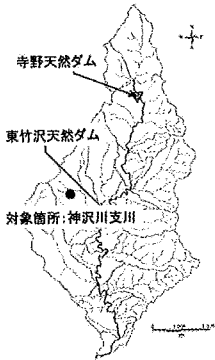


図 1 研究対象とした神沢川支川の位置

解析はそれぞれの時期に計測したデータを基に 10cmDEM を作成し、2 時期の差分値を算出することで土砂の変動量を把握した。

研究対象箇所とした斜面の位置を図 1 に示す。対象箇所は芋川流域内の神沢川支川に位置する崩壊斜面であり、幅約 50~60m、長さ約 120m、斜面勾配 38° 程度を呈する(図 2)。また、周辺の地質は砂岩・泥岩互層からなる。対象斜面は、地震により崩壊した土砂が斜面末端部に崖錐状に堆積しており、崩壊面は基岩が露出している状況である。

3. 解析結果および考察

3-1. 崩壊斜面における計測結果

図 2 に解析対象範囲を示す。用いた写真は 2007 年 7 月撮影のものであり、斜面内に植生が見受けられるが、解析にあたってはフィルタリング処理を行うことで植生の影響は除去している。

2 時期における解析結果を図 2 ならびに表 2 に示す。図 2 によると、一部で局所的な侵食・堆積やガリー状の侵食が確認される。現地踏査が可能である斜面下部について現地にて解析結果との整合性の確認を行った結果、解析による侵食・堆積状況と現地状況はほぼ一致していた。

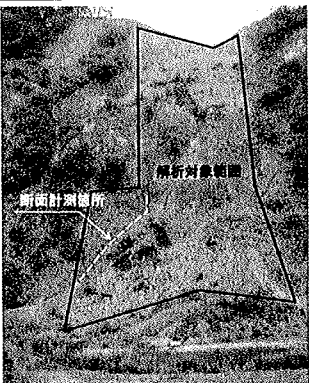
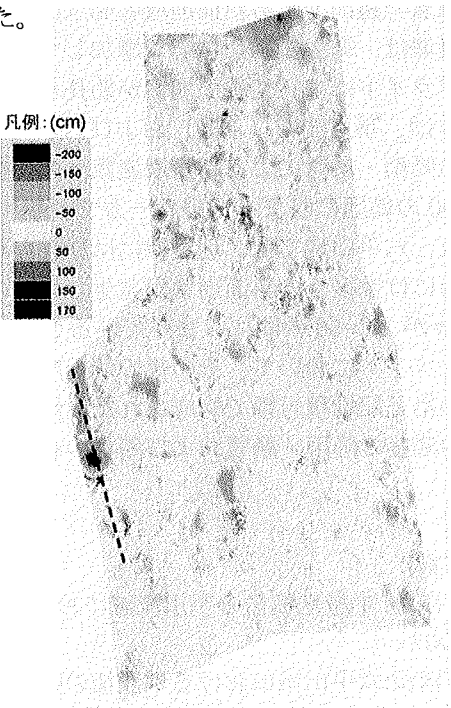


図 2 解析対象範囲と解析結果



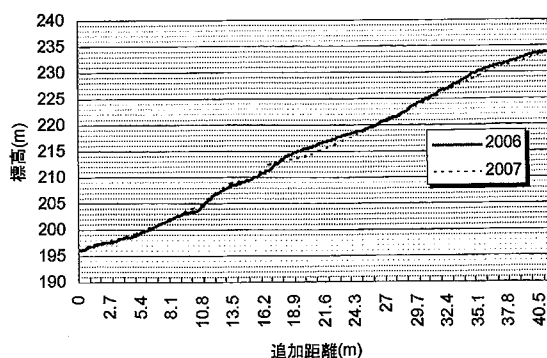


図3 2 時期の断面状況

次に、図3に図2の破線部分における2 時期の断面を示すが、断面中央部分で2006年から2007年にかけて大きく侵食しているのがわかる。現地にて確認したところ、この侵食部分は降雨による表面侵食ではなく、融雪時のスランプ状のごく小規模な崩壊により土砂移動が生じたものと推察された。

対象斜面ではガリー侵食や積雪・融雪時の小崩壊な崩壊と考えられる局所的な侵食が存在するとともに侵食部の下方には堆積部が認められる箇所も存在する。このことは、斜面全体が一樣に侵食しているのではなく、侵食域と堆積域が偏在しており、全体としてみると侵食傾向であることがわかる。

3-2. 崩壊斜面における侵食速度と他事例との比較

解析結果を用いて、対象斜面における年間の侵食速度を算出すると、約2.0cm/yrとなる(表2)。花崗岩地帯の裸地斜面や降灰後の斜面において侵食速度を求めた既往研究成果と比較すると(表3)、降灰直後の有珠山の斜面における侵食速度より小さいものの、風化花崗岩地帯の裸地斜面における侵食速度よりも大きいことがわかる。

3-3. 崩壊斜面からの侵食による芋川流域全体における土砂流出

芋川流域全体における崩壊斜面からの侵食を起因とした土砂生産量の概略値を把握するために、芋川流域における崩壊面積(2006年5月の空中写真より算出)に侵食速度を乗じて侵食量を求め、年間あたりの土砂量に換算すると約2.7万m³/yrと算出される。次に、芋川流域における崩壊による土砂量と斜面侵食に

表2 解析結果の整理

対象	期間(日)	期間降水量(mm)	対象面積(m ²)	侵食量(m ³)	堆積量(m ³)	年平均侵食速度(cm/yr)	降雨当たり侵食速度(cm/yr/mm)
斜面全体	246	1894	7395	523	397	1.99	0.001

表3 他事例との侵食速度の比較

計測地域	計測期間	測定方法	傾斜(°)	地質	年平均侵食速度斜面全体(cm/y)	備考
若女裸地谷(田上山地) ²⁾	1979～1983	沈砂池	34	風化花崗岩	0.5～1.0	裸地斜面が対象
有珠山 ³⁾	1978/9～1979/12	侵食杭	上部:20 下部:36	火山灰 軽石	5.4	リル・ガリーを含む平均侵食深より算出。降灰直後の斜面が対象
神沢川支川	2006/11～2007/7	地上LP	38	砂岩泥岩互層	2.0	地震による崩壊後の斜面が対象

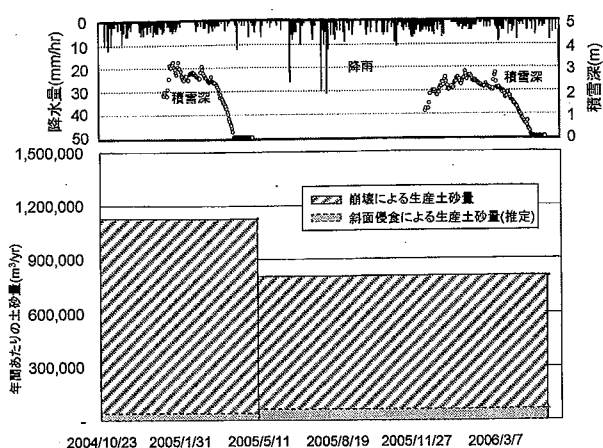


図4 崩壊による生産土砂量との比較

よる土砂量を比較する。崩壊による生産土砂量は航空LPを用いた解析により求めた値を用いる¹⁾。斜面侵食はこの期間のデータがないため、計測対象期間の侵食速度を期間雨量で除し、仮に今回対象とした期間と地震後～2006年5月の期間の侵食性が同じと仮定して、この期間の崩壊面積と期間雨量から土砂量を推定するとそれぞれ、3万m³/yr(2004/11-2005/5)、5.8万m³/yr(2005/5-2006/5)と算定される。これは110万(2004/11-2005/5)、80万(2005/5-2006/5)と見積もられる崩壊による土砂量より大幅に小さく、その5%程度に相当することがわかる(図4)。

4. まとめ

中越地震後の芋川流域を対象にして、代表的な裸地斜面で地上レーザ測量による侵食特性の把握を試みた。以下に検討結果を示す。

- 中越地震に伴う崩壊斜面における年平均侵食速度は2.0cm/yr(2006/11/16～2007/07/20)と算出された。
- この侵食速度と他研究事例を比較すると、降灰直後の斜面より小さいものの、風化花崗岩地帯の裸地斜面の侵食速度よりは大きい結果となった。
- 芋川流域における崩壊による土砂生産量と比較すると、侵食による土砂生産量は1オーダー以上小さく見積もられた。

参考文献

- 1) 田方 智, 栗原淳一, 桜井 亘, 小川紀一朝, 吉野弘祐, 山本 悟 (2007): 中越地震後の芋川流域における土砂生産量の推移, H19 年度砂防学会研究発表会概要集, p.300-301
- 2) 鈴木雅一・福嶋義宏 (1989): 風化花崗岩山地における裸地と森林の土砂生産量—滋賀県南部, 田上山地の調査資料から—, 水利科学, Vol.33, No.5, p.89-100
- 3) 山本 博 (1984): 有珠山の一斜面における1977-1978年降下火砕堆積物の侵食, 地形, Vol.5, p.111-124