

新潟県中越地震後の芋川流域における土砂動態変化

(独)土木研究所 松岡 暁, 山越隆雄, 田村圭司
 国土交通省北陸地方整備局湯沢砂防事務所 長井義樹, 小竹利明, 坂井 等
 国土交通省北陸地方整備局 丸山 準
 国際航業(株) 久保 毅, 佐藤 匠

1. はじめに

平成 16 年(2004 年)10 月 23 日,新潟県中越地方で M6.8,最大震度 7 の地震が発生した。地震後も最大震度 6 以上の余震が 4 回観測されるなど余震活動が活発であった。この本震と余震により中越地方では多数の斜面崩壊や地すべりが発生し,特に震源に近い芋川流域では崩壊や地すべりに伴う多量の土砂が河道に堆積した。さらに,地震後に実施した航空レーザ測量および空中写真判読から,その後の豪雨や豪雪後の融雪に伴い,多くの斜面崩壊が発生し,活発な土砂生産が継続していることが明らかにされている¹⁾。

本報では,2006 年 11 月に実施した航空レーザ測量結果を加え,地震後活発であった芋川流域内の土砂生産に変化が認められる結果が得られたので,その土砂動態変化の要因の検討を含めて報告する。

2. 研究方法

2.1 使用データと解析方法

本研究では,中越地震後に計測された 4 時期の航空レーザデータおよび空中写真を用いた(表 1)。解析手順は,まず各時期に撮影された空中写真を用いて,崩壊地および河道を判読した。次に,各時期の航空レーザデータをもとに数値地形モデルを作成し,それぞれの時期において標高の差分処理を行い,3 期間(期間 :地震直後~2005 年春,期間 :2005 年春~2006 年春,期間 :2006 年春~2006 年秋)における各崩壊地および河道部の変動量を求めた。なお,本解析では積雪や人工改変,天然ダムなどによる湛水地の影響は極力除外した。

2.2 流出土砂量の算出方法

各期間における流域全体の土砂移動実態を検討するため,土砂収支図を作成した。流域内を斜面部と河道部に 2 分し,斜面部では崩壊土砂量および河道への流出土砂量を,河道部では河床変動量を算出し,その差し引きにより小流域ごとの流出土砂量を求めた。なお,河道への流出土砂量を算定する際には,斜面部で発生した崩壊土砂のうち,河道部へ流出した土砂の割合を示す SDR(sediment delivery ratio)を設定した。期間 の SDR は,2005 年 5 月の空中写真に基づいて崩土堆積部を判読し,各崩壊地の崩土堆積部全体の面積と,河道部に流出した崩土堆積部の面積割合として算出した。期間 および期間 の SDR については,期間 と大きく変わら

表 1 使用データ一覧

データ	取得時期	計測日
航空レーザ	地震直後	2004 年 10 月 28 日
	2005 年春	2005 年 5 月 11, 17 日
	2006 年春	2006 年 5 月 15, 16 日
	2006 年秋	2006 年 10 月 28 日, 11 月 2 日
空中写真	地震直後	2004 年 10 月 24, 28 日
	2005 年春	2005 年 5 月 11 日
	2006 年春	2006 年 6 月 21~23 日
	2006 年秋	2006 年 11 月 2 日

ないものとして,期間 の流出率を小流域ごとに平均した値を用いた。

3. 結果と考察

3.1 流域全体の生産土砂量と流出土砂量の経年変化

図 1 に芋川流域全体における各期間の土砂動態を示す。横軸は地震からの経過年月日を示し,中図の縦軸は各期間の生産土砂量および流出土砂量を示す。この図より土砂量で見ると地震後 1 年半経過した時点まで

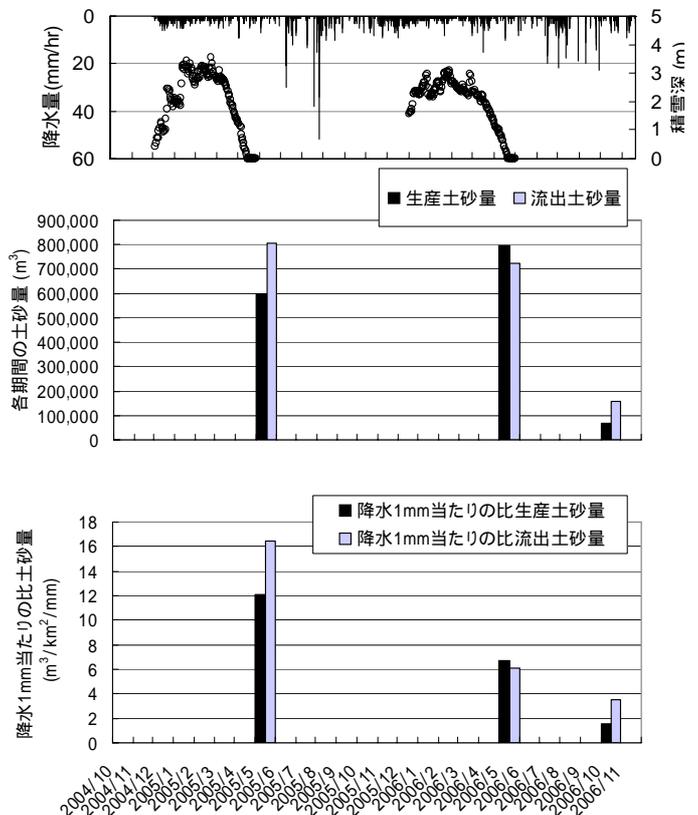


図 1 芋川流域の土砂動態の経年変化

土砂生産・流出量が何十万 m³ レベルで継続していることが確認できる。ただし、この地域では地震直後の冬および翌年の冬には記録的な豪雪が、また 2005 年夏には既往最大日雨量を記録した梅雨前線豪雨が相次いだ。このため、降水量に対する影響を軽減するために図 1 の下図に降水量 1mm 当たり換算した比生産土砂量を示す。この図でみると、地震直後に比べ、地震後 1 年半および 2 年経過した時点で、生産および流出土砂量は大きく減少していることが明らかとなった。

3.2 新規崩壊の斜面形状の変化

次に、地震前後の新規崩壊の斜面形状に着目して、地震時の影響が地震後どの程度左右しているかを検討した。斜面の横断形状別に整理した例が図 2 であり、新規崩壊を谷、直線、尾根の 3 つに分類し、その構成比を示したものである。なお、地震前については 3 時期の崩壊地（1975 年、1982 年、1998 年）を一括して分類した。

地震時の崩壊では、尾根地形の占める割合が高い傾向を示している。この傾向と比較して 2006 年 5 月の地点では谷地形で崩壊する割合が高くなり、むしろ地震前の構成比に戻ったように読み取れる。なお、2005 年 5 月の時点で尾根地形の構成比が高い理由としては、主に地震時の地盤の緩みによる崩壊の影響と融雪による崩壊の二つが考えられる。両者を明確に分離するデータをここでは持ち合わせていないが、2006 年 5 月の新規崩壊は地震前の構成比に戻っていることを考慮すると、新規崩壊だけに着目した場合、地震による影響が大きく寄与しているは 2005 年 5 月ぐらいまで（地震後半年程度）と考えうる一つの証拠と思われる。なお、縦断形状で分類しても同様の傾向が認められた。

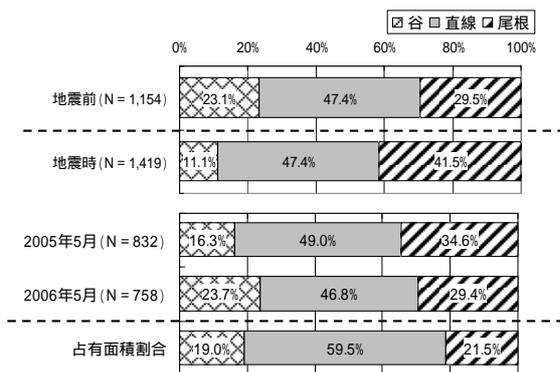


図 2 中越地震前後における横断形状別新規崩壊の構成比

3.3 地震後の土砂生産源となりうる崩壊

地震後の崩壊には新規崩壊のほかにも既崩壊地の縁辺で発生する拡大崩壊、あるいは内部で発生する再崩壊が存在する。図 1 で示した崩壊土砂量はこれらを全てまとめたグラフであるが、これを新規崩壊とそれ以外の崩壊（拡大・再崩壊）に分けて経年的に示したも

のが図 3 である。横軸は地震からの日数、縦軸は年間当たりの崩壊土砂量に換算した数値を示しており、これによると新規崩壊土砂量は 2005 年 5 月以降、急激な減少傾向を示す。一方、拡大および再崩壊はその後土砂生産源として継続しており、2006 年 10 月時点では生産土砂量そのものは 5 分の 1 程度に減少しているが、この時期に発生した生産土砂量全体の 90%以上占めている。このことは、地震後しばらく経過したのちは、新規崩壊による土砂流出よりも、むしろ既崩壊地（崩壊裸地斜面）やその縁辺部で発生する拡大崩壊からの土砂流出に留意する必要があることを示唆していると考えられる。

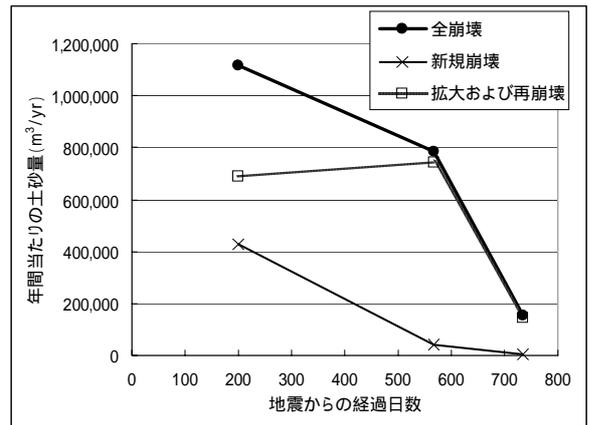


図 3 崩壊土砂量の経年変化（地震時を除く）

4. まとめと今後の課題

中越地震後の芋川流域を対象にして、複数時期の航空レーザ測量の差分処理解析により地震後の土砂動態変化を検討した。この結果、次のことが明らかになった。

地震から約 2 年経過した時点で、地震後の土砂生産・流出量は大きく減少した。また、地震後約 1 年半以降で土砂生産源となっているのは、新規崩壊以外の拡大および再崩壊であることが明らかになった。

地震後の新規崩壊の斜面形状は、少なくとも地震後約 1 年半も経過すれば地震前に崩壊した斜面形状と類似した傾向を示していることが、芋川流域において認められた。

今後、さらなる解析を進めるとともにこれらの成果を活用し、大規模地震後の流域からの生産・流出土砂量の経年変化予測技術を検討していく予定である。

なお、ここで発表した数値は、現時点の暫定的な数値であり、今後のデータの見直し等により修正することがある。