

航空レーザ計測データを活用した崩壊地での土砂移動状況経年変化の把握

国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所 石塚 忠範・服部 浩二・弓場 茂和*・岸本 昌之
アジア航測株式会社 ○岡野 和行・船越 和也・梅村 裕也・細見 温子
※現所属：国土交通省近畿地方整備局福知山河川国道事務所

1. はじめに

六甲山系では、平成 25 年以降の台風等による降雨などにより、急峻な山腹斜面で崩壊が随所で発生した。なかでも、平成 26 年台風 11 号による豪雨（以下、「H26 豪雨」とする）は時間雨量と総雨量がともに多く、比較的規模の大きい崩壊が多発するとともに、土石流が発生するなど崩壊地からの土砂移動が多数確認されている。

ここでは、六甲山系で H26 豪雨で発生した崩壊地を対象に、崩壊発生前後、及び数年経過した後の航空レーザ計測による高精度数値地形モデル（DEM：Digital Elevation Model）を用いた解析を実施し、崩壊による土砂移動特性、崩壊の分布状況、崩壊発生後の土砂移動状況、六甲山系に特徴的な土砂移動についてとりまとめた結果を報告する。

2. 航空レーザ計測データを活用した崩壊地判読

H26 豪雨前後の航空レーザ計測データを用いて、地形表現図作成と差分解析を実施するとともに、過去に実施された空中写真判読結果とそれらの結果を比較対照することにより、崩壊地を、斜面が崩れた区間（崩壊区間）、崩れた土砂が流下した区間（流下区間）、流下した土砂が堆積した区間（堆積区間）の 3 つに分類し、その範囲を特定した。さらに、H26 豪雨後の土砂移動状況を確認するために、六甲山系全域を対象とした空中写真撮影および航空レーザ計測を実施し、それらを用いた空中写真判読と差分解析を実施した。

表-1 使用した空中写真および航空レーザ計測データ

使用データ		撮影時期	仕様
空中写真データ	崩壊前	H23.11.26, 12.14	地上解像度：50cm以下
	崩壊直後	H26.9.6～9.10	地上解像度：50cm以下
	崩壊後	H28.8.11	地上解像度：25cm以下
航空レーザ計測データ	崩壊前	H23.11.27～H24.1.6	1mDEM
	崩壊直後	H26.9.6～9.10	1mDEM
	崩壊後	H28.10.24～11.2	1mDEM

3. 崩壊による土砂移動特性

崩壊土砂量を崩壊面積規模別に算出すると、崩壊面積が 1,000m²以上の崩壊地（全 256 箇所中 9 箇所）から生産される土砂量が、全体の 30%以上を占めることがわかった。そこで、全体の土砂移動特性に大きく影響すると考えられる 1,000m²以上の崩壊地に着目し、崩壊前後の高精度 DEM を用いて、詳細な土砂移動状況の把握を行った。

崩壊区間の標高差分値、すなわち崩壊深の方が、流下区間の侵食深より大きい傾向にあり（図-2）、崩壊土砂の方が侵食土砂量より多い傾向にあった（図-3）。また、縦断的な土砂収支傾向をみると、崩壊及び流下区間で生産された土砂が崩壊直下で堆積しているものと、多くの土砂が下流へ流出しているものがあつた。前者は、崩壊直下に砂防堰堤が存在している場合が多く、崩壊土砂の多くが砂防堰堤で捕捉されている状況が確認された（図-3）。

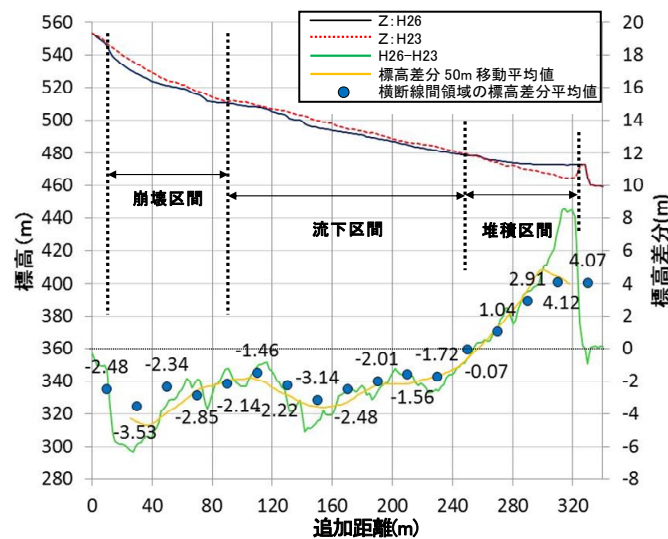


図-2 崩壊地周辺の標高および差分値の縦断面図

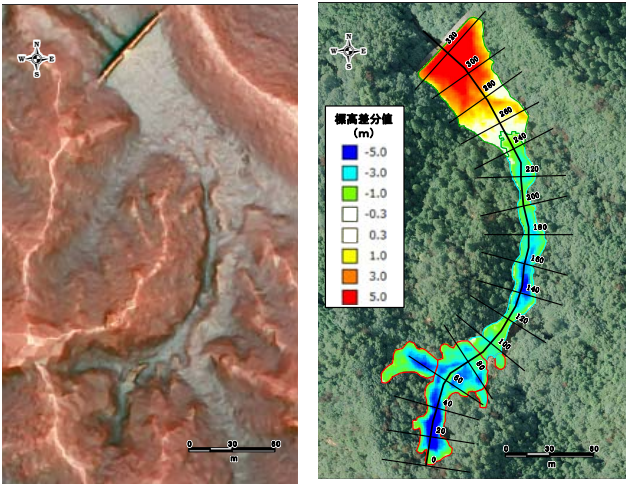


図-1 崩壊後の地形（左）と標高差分値（右）

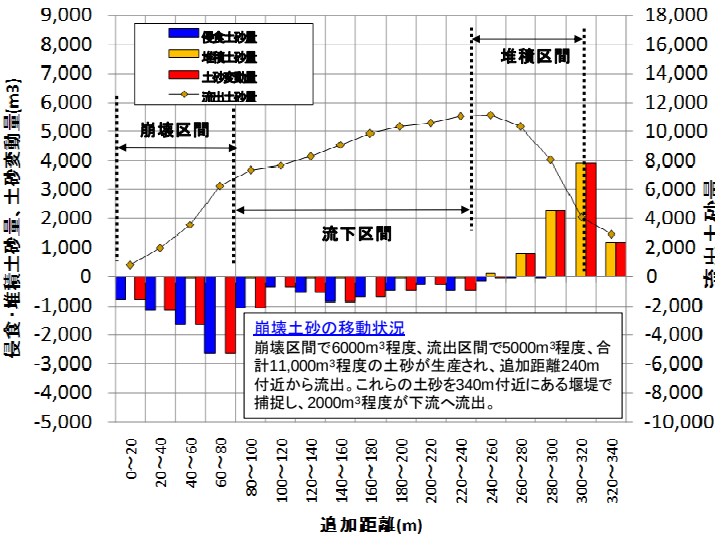


図-3 崩壊地周辺の縦断的な土砂収支傾向

4. 降雨と崩壊の分布状況

最大時間雨量と総雨量の降雨分布状況を整理し崩壊地分布状況と重ね合わせると、強降雨域と崩壊の集中地域が空間的に整合していた。そこで、等雨量線図から雨量階級ごとの分布範囲を設定し、範囲内に存在する崩壊の面積率を算出すると、最大時間雨量や総雨量との間に相関関係がみられた(図-4)。

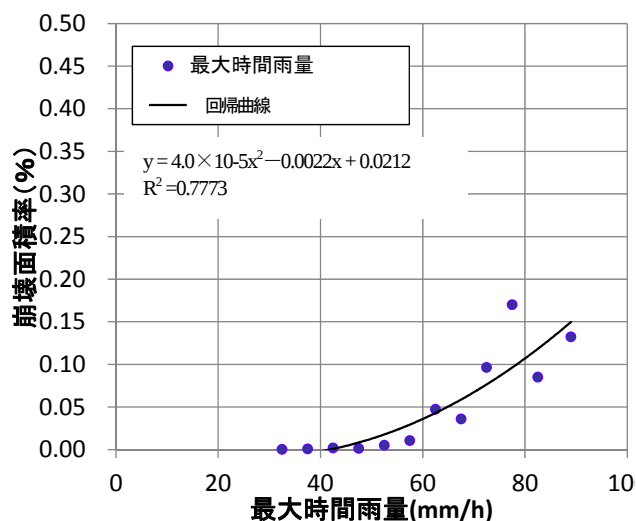


図-4 降雨と崩壊発生との関係

5. 平成 26 年崩壊発生後の土砂移動状況

平成 28 年度に撮影した空中写真および航空レーザ計測結果を用いて、崩壊地判読と差分解析を行った。その結果、H26 豪雨以降に発生した崩壊は、数が少なく規模も小さいことが分かった。

崩壊地と堆砂地は土砂が移動しやすく植生による計測精度の影響を受けにくいことから、それらを抽出し標高差分値を流域ごとに集計した。平成 23 年から平成 26 年崩壊直後は堆積土砂量が多かったのに対し、平成 26 年崩壊直後から平成 28 年にかけては侵食土砂量が多く、多くの流域で土砂が流出する傾向にあることが分かった(図-5)。

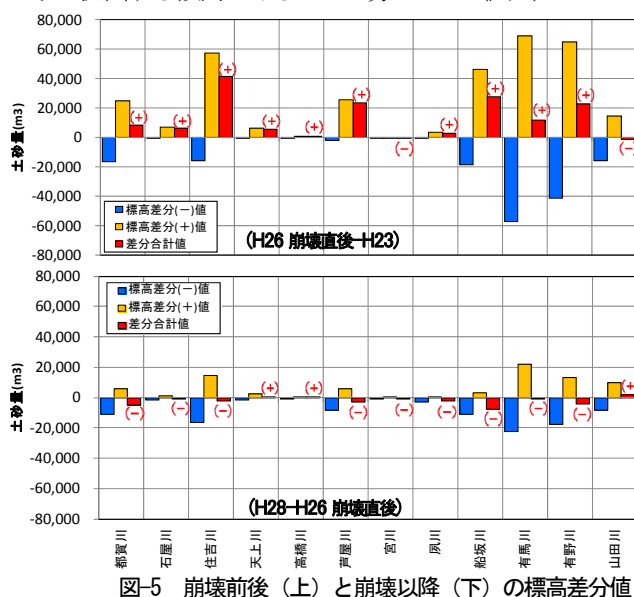


図-5 崩壊前後(上)と崩壊以降(下)の標高差分値

6. 地震による崩壊残土の移動

崩壊深よりも流下区間の侵食深の方が大きい事例を確認すると、流下区間の上部が平成 7 年兵庫県南部地震により崩壊した箇所であった。地震後に実施された崩壊地調査のスケッチによると、崩壊下部約 25m にわたり、崩壊残土が 0.5m~1.0m 程度堆積していたとされていた。平成 26 年と平成 23 年の標高差分図を確認すると、地震による崩壊残土が堆積していたと考えられる部分は数 m 程度の侵食深を示していた(図-7)。当該箇所では、地震による崩壊残土を含む堆積土砂が降雨によって再移動したと考えられる。

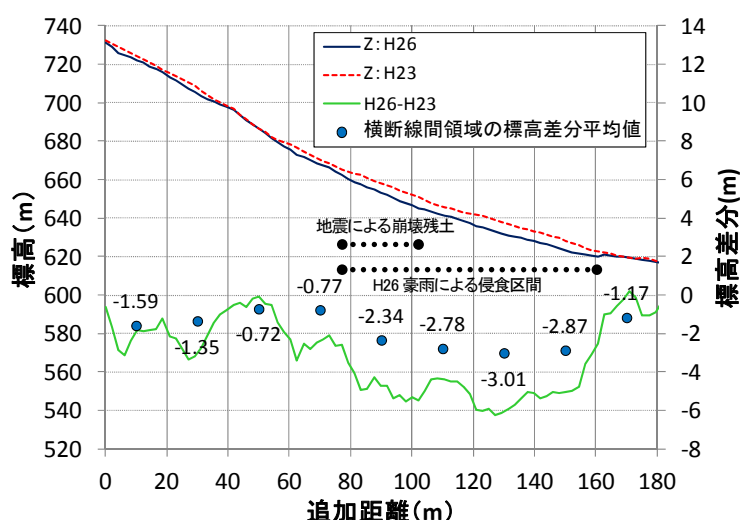


図-6 流下区間の侵食状況と地震後の崩壊残土の堆積

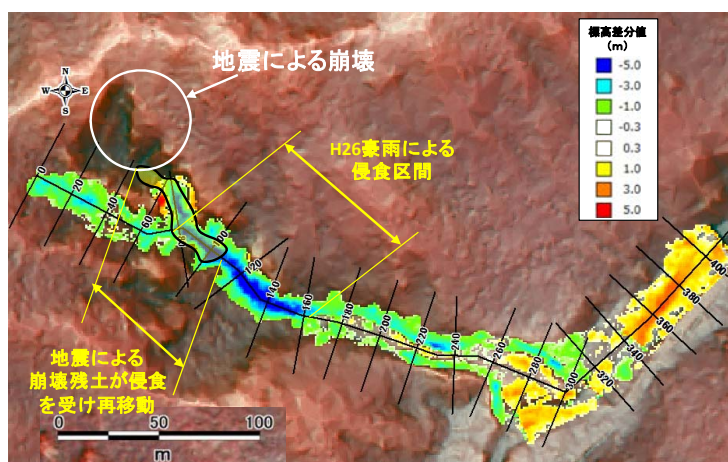


図-7 H26 豪雨による土砂移動と地震後の崩壊残土

7. おわりに

本報告で示したように、空中写真判読および航空レーザ計測データの差分解析を用いた土砂移動の解析結果は、崩壊による土砂生産の規模や土砂量、土砂移動形態やメカニズムに関する重要な基礎資料になると考えられ、砂防計画における土砂量や崩壊危険度評価、数値シミュレーションの検証材料として有効に活用できると考えられる。今後、現地調査による検証等でより信頼性の高いものにするともに、堆砂地の湛水や植生に覆われた溪床部からの生産土砂量などの課題への対応を検討することが重要である。