

宮崎河川国道事務所 前田 昭浩

財団法人 砂防・地すべり技術センター 安田 勇次 井川 忠

国際航業株式会社 原口 勝則 久保 毅 ○笠原 拓造

1 はじめに

広域で高精度な測量を可能とする航空レーザ測量は、砂防分野においても土砂移動等の微地形調査に応用される機会が増えてきた。今回は、平成 17年9月の宮崎豪雨災害で発生した大規模崩壊において、航空機搭載型レーザスキャナによる測量成果を用いた地形変動量調査の事例を報告する。

変動量調査は、変動発生前後の測量成果を重ね合わせ、起伏の差を集計して求めるのが一般的であるが、今回対象とした大規模崩壊の事例では、崩壊地内に多量の残土が存在し単純な地形の重ね合わせでは土砂量を算出することが出来なかった。本報告は、崩壊残土の計測方法やそのためのデータの取得方法、崩壊土量と堆積土量の収支結果等について具体的な事例を紹介するとともに、今後レーザ測量等を砂防調査に用いる際の留意事項について考察する。

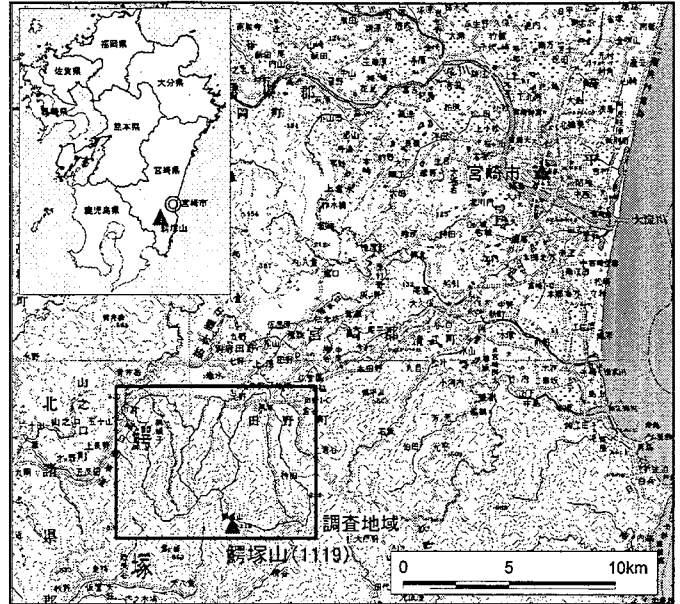


図-1 調査位置図

2 調査地域と測量諸元

- ◇場所: 宮崎県宮崎郡田野町(鰐塚山北側斜面約 60km²)
- ◇土石流の発生時期: 平成 17年 9月 6日～7日(台風 14号)
- ◇測量諸元

| | |
|---------|--|
| 測量成果 | 変動後地形測量: 平成17年9月18日～23日撮影 レーザ測量成果 (位置精度±30cm, 高さ精度±15cm (メーカー値)) |
| | 変動前地形測量: 平成13年2月17日～19日撮影 縮尺1:8,000の航空写真を用いた空中三角測量 (1/2,500～1/5,000地形図の精度) |
| 変動量演算諸元 | 変動後地形: レーザ計測点群データを解像度 2mの数値地形モデル (以下DEMと呼ぶ) へ変換 |
| | 変動前地形: 空中三角測量の 1m等高線 (線データ) を解像度 2mの数値地形モデル (以下DEMと呼ぶ) へ変換 |

3 地形変動量および土砂収支の算定方法

航空レーザ測量を用いることにより、従来の現地測量作業を伴う調査に比べ、安全かつ迅速、高精度に変動量を把握できることが可能となった。しかし、砂防分野で扱う土砂変動量(土砂収支)を把握するためには図-2の調査フローに示すような作業を要する。

4 土砂変動量の算定

4-1 2時期の測量成果の取得

航空レーザ測量を定期的実施しているような地域はまだ少なく、地形変動をはさむ2時期で航空レーザ測量による詳細なDEMが得られる場合は少ない。変動前のDEMを取得する方法としては、一般的に、既存地形図(1/10,000市町村管内図等)のモデル化や今回のように変動前に撮影された航空写真からの三角測量が用いられるが、データ作成にある程度の時間を要することや、精度(空中写真測量において、位置や標高を得るための基準点の少ない山地地域で、数mオーダーの侵食や堆積を把握するのは難しい)に課題が残る。

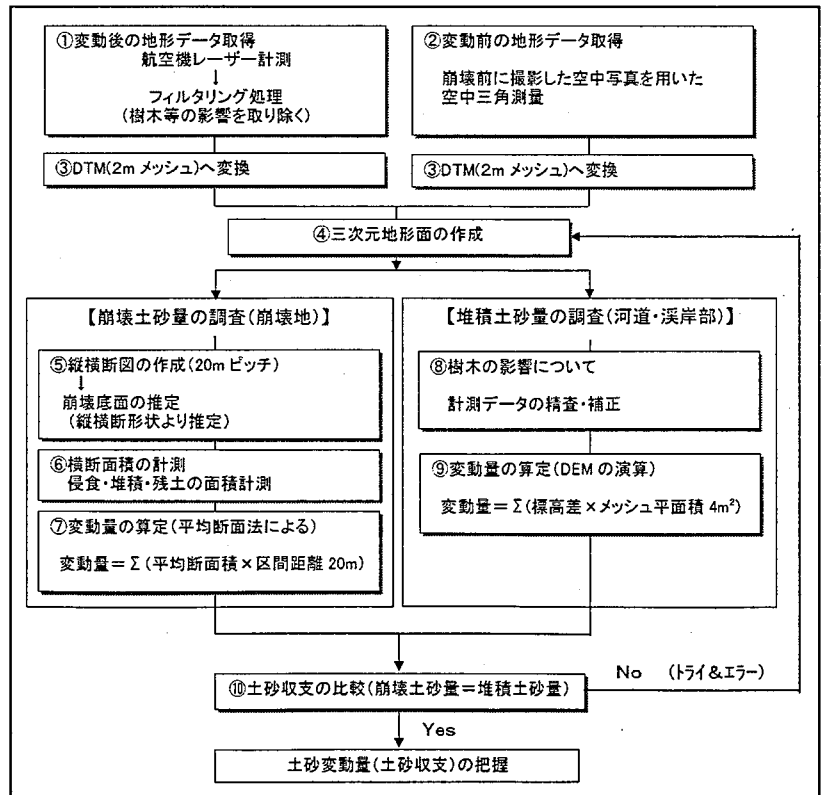


図-2 調査フロー

4-2 精度の異なる測量成果の重ねあわせ

変動前後で同一解像度の DEM(2mメッシュ)を作成し、変動量の演算を行う。その際、航空レーザ測量の点群データや空中三角測量の等高線(線データ)の DEM への変換(補間処理)における精度低下に留意するとともに、航空レーザ測量と空中三角測量における植生の影響の除去処理に留意する必要がある。具体的には植生が密生している場合、航空写真レーザ測量の自動フィルタリング処理では植生の影響を十分に除去できないため、樹高の推定等に人的な補正作業を必要とする。また、空中三角測量においても崩壊地の縁や河道周辺の道路面等、変動していない地点で航空レーザ測量との整合性をとるように人的な補正作業を必要とする。

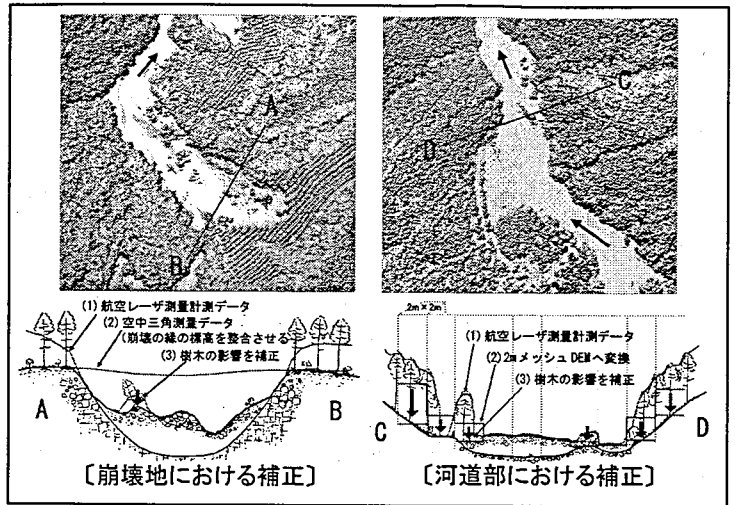


図-3 地形変動量の補正作業(模式図)

4-3 崩壊残土部の計測方法

崩壊地における生産土砂量は、崩壊地の下部に崩壊残土が堆積している場合があり、単純に崩壊発生前後の地形標高差を求めるだけでは算定できない。このため、崩壊残土の存在する大規模崩壊地については縦横断面図を作成し崩壊底面の地形を推定する必要がある。

4-4 崩壊土量と堆積土量の比較(土砂収支)

流域単位で崩壊土砂量と堆積土砂量の収支を比較した結果、当初±10~20%程度の差が生じた。今回の調査では、樹高の推定や崩壊底面の推定等の精査を繰り返し行うことで最終的に測量精度の想定誤算の範囲内でほぼ崩壊土砂量=堆積土砂量という結果を得た。しかし、今回のような崩壊前後の重ねあわせで得られる土砂量は、あくまでも堆積した土砂量のみであり、実際には下流域に流出した土砂量も相当量に達することが考えられる。また、崩壊地内に残留する土砂は縦横断面図を作成し、崩壊面を推定した上で評価しているが、これについても推定の域を出ないのが現状である。そのため、崩壊生産土砂量=堆積土砂量という結果は、最低限の土砂移動現象を表現しているにすぎない。

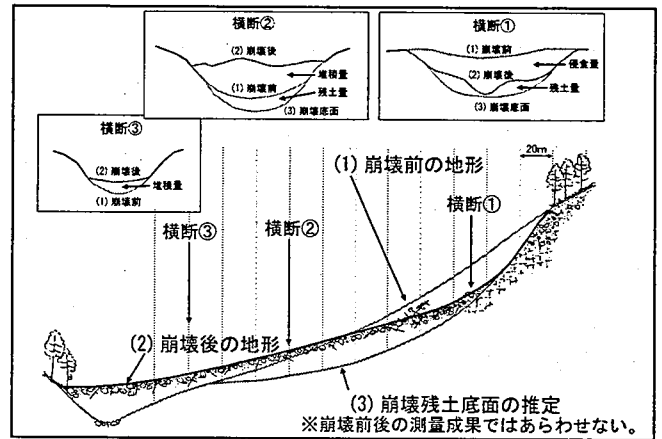


図-4 崩壊残土量の計測方法(模式図)

5 考察

土砂収支に差が生じる要因としては、計測誤差以外にも細粒分の下流域への流出や流出土砂の物性の変化(体積の変化等)、流木の混入等さまざまな要因が考えられる。今回の調査ではどの要素が大きく影響したのかは解明できなかったが、今後変動をはさむ2時期で同精度の航空レーザ測量成果が得られれば、これら諸量のいくつかは計測できる可能性があることが示唆された。航空レーザ測量技術は、樹木の影響を除去する

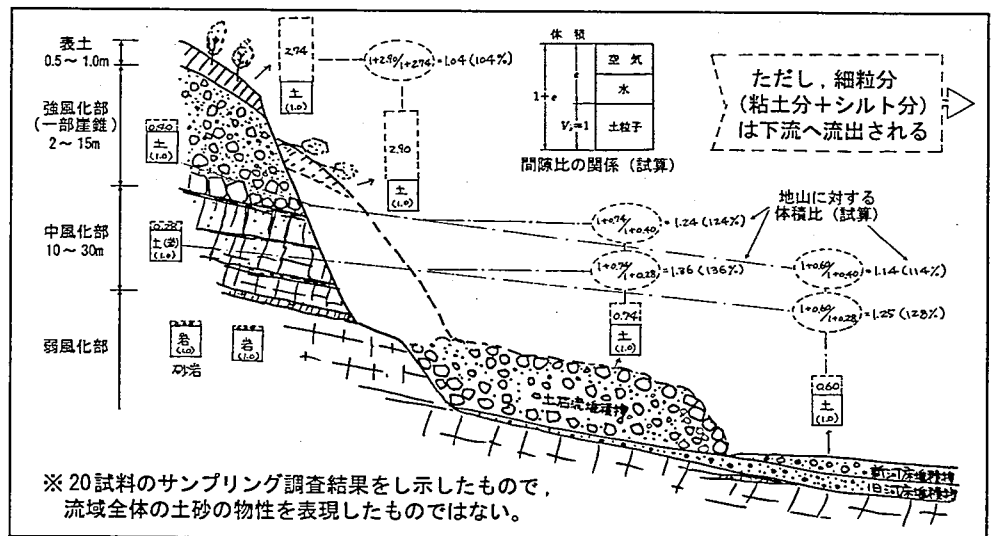


図-5 土砂の物性変化の模式図(試算)

フィルタ処理の精度向上や衛星等の活用も含め日々進歩をとげており、広域で高精度の DEM が安価に利用可能となることが予想される。今後、砂防分野において航空レーザ測量を活用してゆくためには、(1)崩壊前の地形データを定期的収集する仕組み(例えば、山地流域の崩壊の発生し易い荒廃斜面の定期的な撮影体制)等を構築することによる調査効率化の提案、(2)土砂の流下性状に応じた物性データを積み上げる等、土質工学分野等と連携した調査手法の提案、(3)標高と同時に撮影される電磁波データ(色等)を組み合わせた植生の自動判別や崩壊予測分野での技術開発の提案等が課題である。