

航空レーザー計測等を用いた地形変化量の算出 —水俣市宝川内集地区を例として—

朝日航洋株式会社 ○村上 治, 福田 真, 小林 浩, 渋谷 研一, 家城 隆

1. はじめに

平成 15 年 7 月 20 日未明に熊本県水俣市宝川内地区で、梅雨前線の活発化に伴う豪雨によって大規模な土砂流が発生した。筆者らは、大規模な土砂移動時における、より正確かつ迅速に土砂移動量を算出するための一方法として、災害直後の 7 月 26 日に実施した航空レーザー計測データと、災害前の平成 12 年 1 月 4 日に撮影された 1:10,000 航空写真から行った図化データを用いて、両者の比較から災害前後の地形変化量の算出を試みた。

2. 航空レーザー計測

航空レーザー測量は、航空機からレーザーパルスを発射し、反射してきたデータから高密度な三次元デジタルデータを取得する新しい測量技術である。近年、砂防分野においては、河床変動量調査や地すべり移動量調査などに活用されている。

地上からの反射データには、ファーストパルス（樹木の樹冠等に当たり反射したデータ）とラストパルス（木漏れ日が漏れる程度の樹間を突き抜け地表まで到達し反射したデータ）とがあり、ラストパルスのみを採用することで正確な地盤高の抽出が可能となる。

レーザー計測点は樹林等のない箇所においては、おおむね 1 点/m² の密度で得られており、計測精度は、GPS 誤差、IMU 誤差を含め水平方向で 50cm 以内、高さ方向では 15cm 以内である。

3. 航空写真図化

災害発生前の平成 12 年 1 月 4 日に撮影された航空写真（撮影縮尺 1:10,000、水俣市）および空中三角測量成果から図化を行い、災害前の地形モデルを作成した。

航空写真図化による方法では、樹林に覆われるなど地表面が確認できない箇所については、図化作業者の推定によらざるを得ないため誤差が生じることになる。このため、レーザー地形モデルと航空写真図化地形モデルとの比較によって、できるだけ正確な地形変化量を算出するために、以下のような方法で図化を行った。

- ・ 災害直後の平成 15 年 7 月 22 日に撮影した航空写真からデジタルオルソを作成し、オルソ上で土砂流下の痕跡のみられる所以外はレーザーデータを参考に図化を行った。
- ・ 災害後、変化無しと認められる個所のレーザーデータより標定点を作成し、空三面をレーザー値に合致させると共に、空中三角測量範囲を広く取ることにより精度を高めた。
- ・ 現地調査により土砂の堆積がみられないと確認された箇所において、レーザーデータよりも低い標高値となった場合には、誤差があるものとしてレーザー標高値と同値以上になるよう補正を行った。
- ・ 周辺の樹種・樹高等の現況から、地形が変化した箇所の地盤高を推定して図化を行った。

4. 地形変化量の算出

2. および 3. で作成した地形モデルからそれぞれ 1m 間隔の DEM (Digital Elevation Model) を作成し、これらの差分を計算することで崩壊部、溪岸侵食区間、氾濫堆積区間それぞれの地形変化量を算出した。図-1 に代表箇所の断面を、図-2 に地形変化量線図を示す。なお、地形変化量の計算は土砂の流下痕跡がみられる区域のみを対象とした。

- ・ 崩壊部における地形変化量は、減少分が 35,100m³、増加分が 6,200m³ である。従ってこれらの差の 28,900m³ が溪流に流下したことになる。
- ・ 溪岸侵食区間における地形変化量は減少分が 51,000m³、増加分が 6,000m³ となった。このことから本区間の最下部に位置する治山堰堤よりも下流には 73,900m³ の土砂が流出したと計算される。
- ・ 氾濫堆積区間における増加分は 70,000m³、減少分は 36,700m³ と計算されたが、これらの値は 7 月 26 日の計測時点で既に相当量の除石が行われたと考えられることと、面積が広く計測誤差が大きく影響することから、誤差量が大きくなっている可能性がある。

全域における地形変化量の差は 40,600m³ の減少となり、これらは除石量および宝川内川下流へ流出した量とみなすことができる。なお、ここでの地形変化量は流出土砂量に相当し、生産・侵食土砂量を算出するためにはボーリング調査等で残土量を確認し検討を加える必要がある。

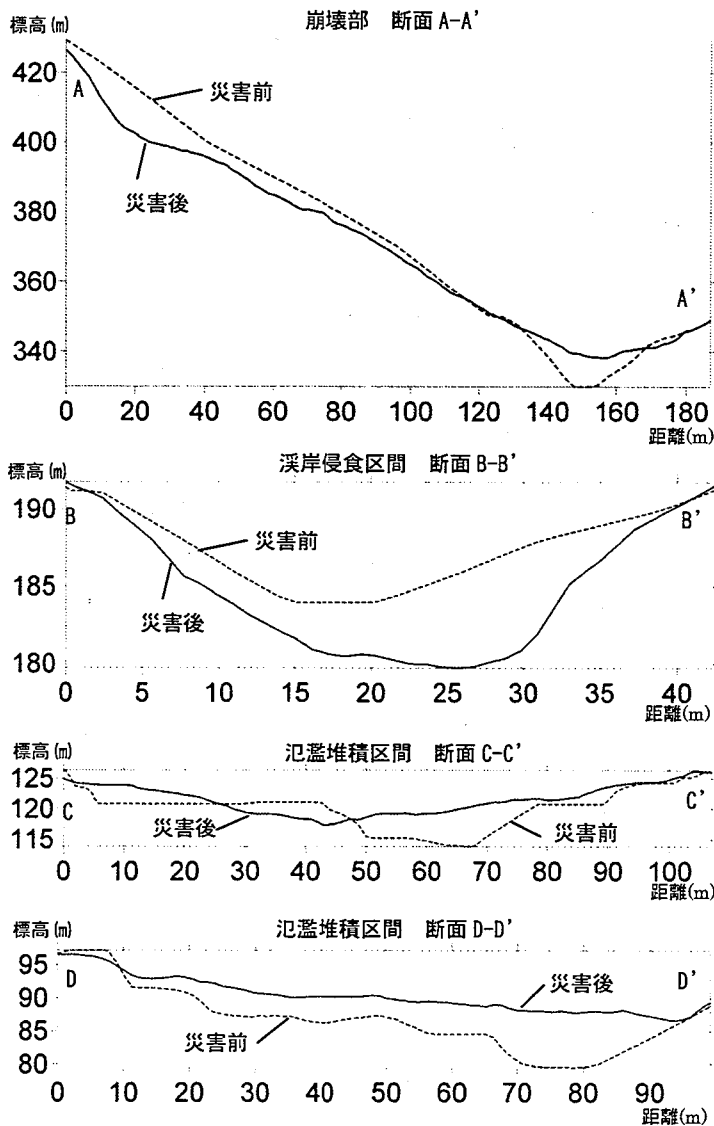


図-1 代表箇所断面

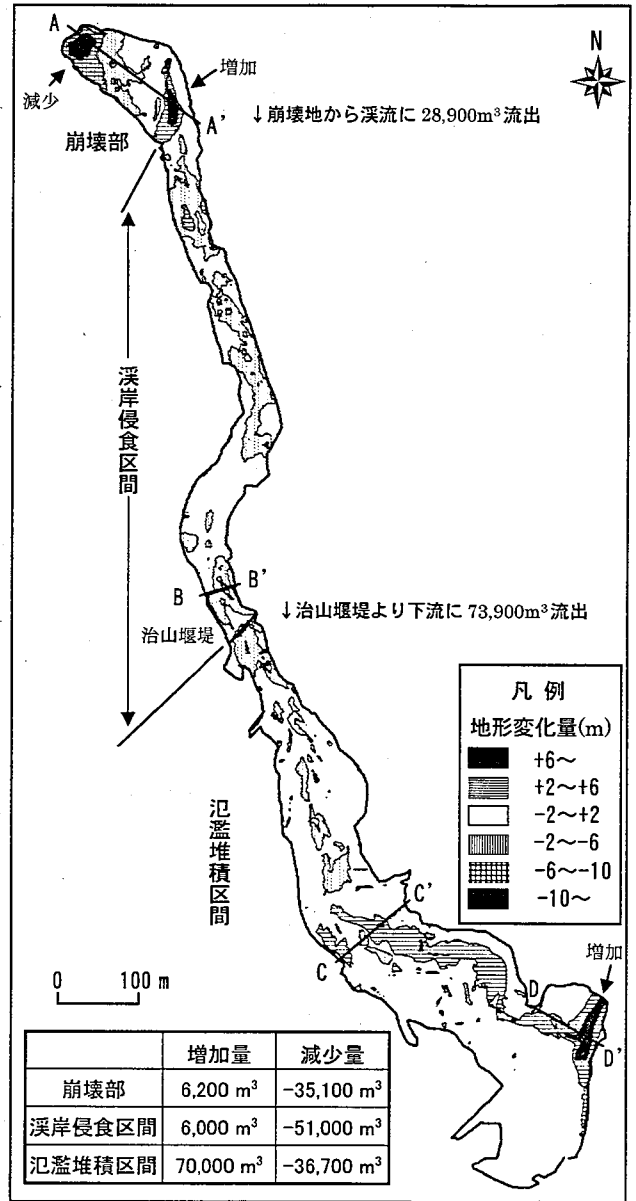


図-2 地形変化量

5. まとめと今後の課題

本報告では、水俣市宝川内地区の土石流災害を事例に、航空写真図化とレーザー地形図の比較による地形変化量の算出を試みた。樹林に覆われた山間地において地形変化量を算出するためには、航空写真図化による方法では誤差がやや大きくなることから、地盤高を直接計測することのできる航空レーザー測量によって山間部の全国的なデータ整備を行うことが望まれる。しかし、その整備には時間がかかると考えられるため、当面の対応として、既存の航空写真を活用し正確な地形モデルを作成する方法を確立することが必要である。

また、災害前データとして、現在、土砂災害警戒区域設定のために全国的に整備されつつある数値地図を活用できると考えられるが、土石流については、図化対象範囲が基準点の上流側の一部および土砂氾濫域等に限定されている。流域の不足部分については、山間部の樹林帯であることが多いこと、経費や効率の面から、航空レーザー計測が有効であるが、全国的なレーザーデータの整備を行うためには、計測精度や樹木のフィルタリング処理等に関する技術的な基準を確立する必要がある。

今後、大規模な地形変化を伴う土砂災害が発生した場合には、できるだけ迅速にレーザー計測を行い、本検討で用いた手法等により土砂移動量を把握することで、砂防計画や土砂災害発生後の復旧計画等に役立てることが可能となる。

参考文献 1)吉川ら(2002)土砂災害防止法における砂防基盤図の重要性と精度について, APANo.82-9, p54-62 (財)日本測量調査技術協会、2)航空レーザー測量WG(2004)航空レーザー測量ハンドブック, (財)日本測量調査技術協会