

航空レーザ測量データを利用した地震前後の地形比較

- 2008年岩手・宮城内陸地震で発生した土砂災害と地形変位 -

国際航業株式会社 西村 智博, 向山 栄, 原田 政寿, 馬場 俊行, 江川 真史

キーワード：地震による土砂災害、航空レーザ測量、地形比較、標高差分、変位領域の抽出

<はじめに>

2008年6月14日午前8時43分に発生した「岩手・宮城内陸地震」では、地震の揺れなどによる被害のほか、荒砥沢ダム湖に流入した大規模な地すべりをはじめ栗駒山山腹斜面の各所で地すべりや崩壊が多発し、下流域への流下・氾濫なども含め大きな土砂災害が発生した。

地震発生を受けて、国際航業（株）では発生当日から航空写真の撮影や航空レーザ測量データ（LSデータ）の取得を行い、判読・解析することで広域の災害状況把握に関する資料の収集と提供にあたってきた。

一方、地震発生に先立ち2006年にも同地域でLSデータの取得を行っていたことから、地震発生前後の地形データを比較して、地震やそれに伴う土砂移動による変位の発生やその領域の抽出を試みた。検討対象範囲は荒砥沢ダム北方の約2km四方の範囲である。

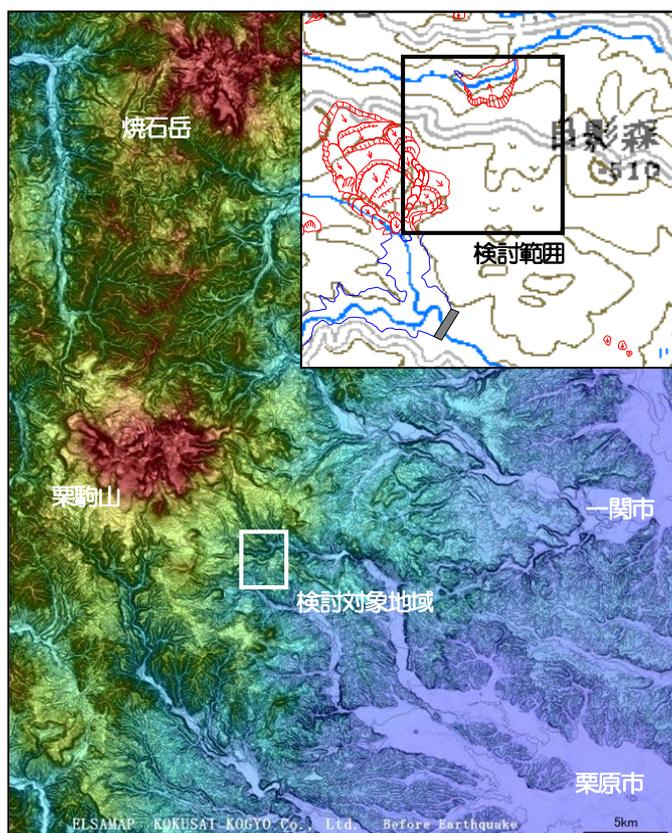


図-1 検討対象地域および検討範囲

<検討の概要>

地震発生前後に取得したLSデータを利用して、以下の検討を行った。

- 1) 2時期のデータからそれぞれELSAMAP（カラー標高傾斜図）を作成し、比較判読
- 2) 2時期のデータから標高差分を求め、地形変位領域を視覚化して表現
- 3) 高度変化量の面的な分布から、表層破壊は少ないながら変位している領域を抽出

<検討結果>

1) ELSAMAPの比較判読の結果

検討範囲では、地震の発生に伴い、南西部および北西部で大規模な地すべりが発生している。地すべりの頭部では急崖の比高が大きいいため、黒味を帯びた崖がシャープに表現されている(①)。同様の崖は地震発生前にも認められるが、地震後は明瞭に、位置も斜面上方に大きく後退していることがわかる。

また、三迫川右岸の尾根の鞍部を横切って東西方向に断裂が発生している。右図では、東西方向に白っぽい帯状の地形が認められる(②)。これは斜面の傾斜に対して逆向きの低崖が生じたことに伴って出現する緩傾斜部が目立って見えることによると考えられる。

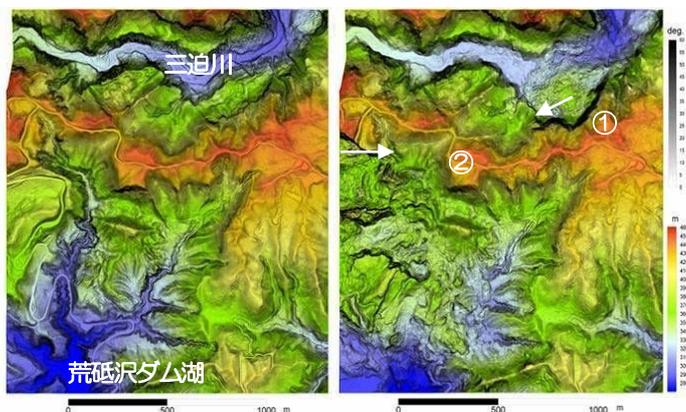


図-2 地震前後に取得したLSデータの2mDEMから作成したELSAMAP

(左：2006年、右：2008年の取得データによる)

2) 標高差分から地形変位領域を視覚化した結果

国土地理院による地震前後の観測資料によれば、検討地域全体の水平方向の地殻変動量は数cm~20cm程度、鉛直方向は数cm程度と小さいので、LSデータが十分に精度良いと仮定すれば、測定誤差の範囲内で標高差分図に局所的なずれは生じるが全体としてはよく一致するはずである。一定の領域で大きな変動量があれば系統的なずれが生じ、特に、水平方向に2m以上のずれがあれば図上で十分に検出できると考えられる。

そこで、2時期のLSデータから標高差分値による陰影起伏図を作成し、地形変形領域の視覚化を試みた。

その結果、大規模な崩壊等が発生した範囲は標高が大きく異なるので容易に抽出できるほか、微細な標高差分を詳細に検討できるよう図の表現を調整した結果、その他の範囲でも標高値の系統的なずれが認められる領域が見いだされ、標高値のずれの方向から、視覚的に水平変位の方向まで推定することができた。

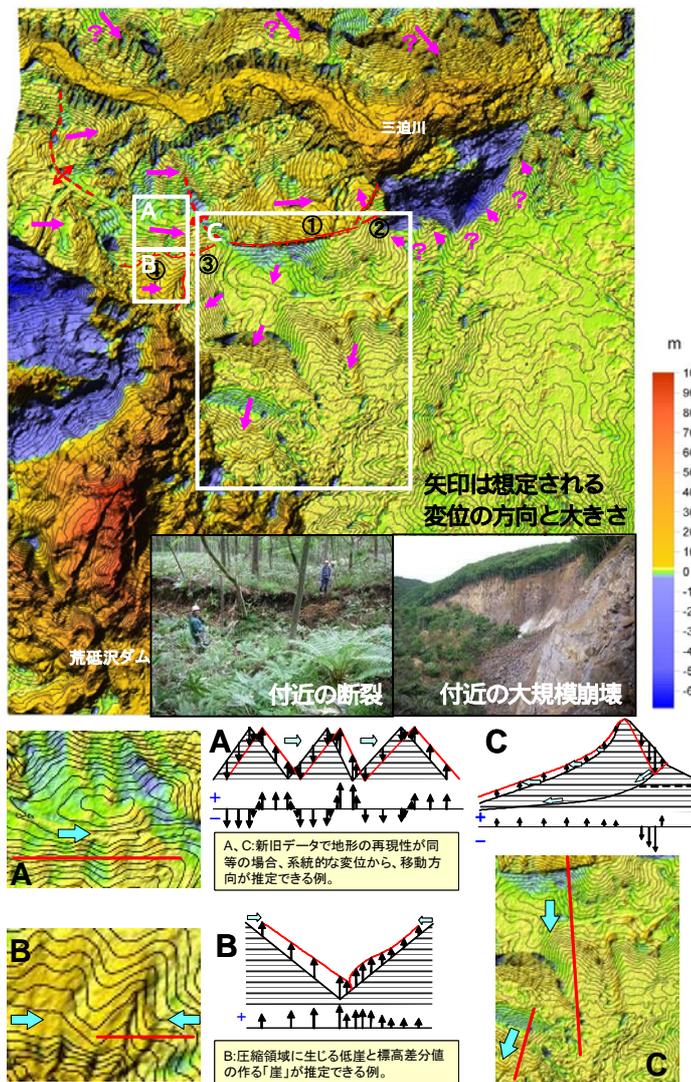


図-3 標高差分値による陰影起伏図と変位方向の推定

3) 高度変化から水平変位領域を抽出した結果

特徴的な標高値の増減領域の分布は、現地調査により確認された断裂の分布、変位の向きと調和的であり、範囲は断裂の周辺にほぼ限られている。変位領域内の標高変化量はほぼ一様で振幅が小さいことから、移動地盤内の破断や大きな短縮はないと推定されるが、斜面下部の方が上部に比べてより水平移動が大きいまたは隆起量が多い傾向がある。これは、全体としては平滑であるものの斜面上端部では円弧的な急崖を持つ地塊の移動を考えると説明しやすい。

これらの領域は広範囲に連続しないことから、荒砥沢ダム湖に流入した大規模な地すべりとその東に隣接する大規模な地すべり地形、三迫川右岸の大規模な崩壊の発生等に伴って、局所的に地盤の変位が発生したものと推定される。なお、三迫川左岸の斜面は、南東方向の変位が生じている可能性があるが、詳細については、より広域の調査により確認する必要がある。

<まとめと今後の展望>

2時期のLSデータからは高度の差分値が容易に算出できるが、高度差の生じる原因としては、鉛直方向の地殻変動と水平変動による傾斜面の移動が考えられる。本検討では、LSデータを利用して標高差分値を視覚化した陰影起伏図を作成することにより、地形変動の傾向が定性的に表現できることを示した。

データを解析した結果、数10cm~数mオーダーの水平変動地形変位を抽出することができ、全体として東西方向から西北西-東南東方向に地表が短縮する傾向が認められた。また、全域は異なる移動方向を持つ複数のブロックに区分できることがわかった。さらに、ブロックごとの地表面の水平移動には高度低下の傾向があり、その末端部や異なるブロック間の衝突部では隆起傾向があることが認められた。

今後、高精度のLSデータが全国的に取得されることが予想されるが、データをライブラリとして整備し、必要に応じて有効に活用することで、地震や豪雨等による地形変位発生箇所の抽出を短期間に行ったり、土砂移動の実態を精度よく求められる可能性がある。

平常時からLSデータの特徴を十分に活用した処理手法を検討・開発するとともに、地形変位発生後に取得されたデータと短期間で比較検討できるよう検討フローを整理しておく必要がある。