

2 時期の航空レーザ測量の DSM による移動土塊の抽出

○千田良道、鈴木浩二（中日本航空株式会社）

1. はじめに

地すべり性移動土塊は、地すべり地や崩壊地の周辺に存在する重力流下をしつつある土塊であり、今後の大雨などで崩壊する可能性が高く、その抽出は砂防事業や防災対策上きわめて重要である。ただし、広大な山岳地における植生に覆われた土塊の移動を検知することは困難であり、地表面のクラックなどの情報を頼りに現場を確認する必要がある。近年、大規模崩壊を同時多発的に引き起こす豪雨災害が発生するなど、調査から対策までのスピードが重要視されている。

地形の変位を把握する技術としては、2 時期の航空レーザ測量データの DEM を比較する方法があるが（例えば、向山、2009）、DEM を作成するためのフィルタリング作業にかなりの時間が必要であり、災害後の緊急対応や広域のエリアを対象とする調査には負担が大きなものであった。また、DEM は特徴点が少ないためすべり落ちる斜面の動きをとらえることが困難であり、土塊の大きさを把握できるほどの空間的分解能をもった変位量分布イメージは得られなかった（図 1 参照）。

そこで、本研究では山地領域のクリーピングでは土塊上部の森林が移動することに着目し、2 時期の表層モデル（DSM: Digital Surface model）から移動土塊を迅速かつ詳細に抽出する方法を検討した。

2. DSM データによる移動土塊の抽出

表層モデル（DSM: Digital Surface model）は任意のメッシュ内の最高標高を表す等間隔の標高データで、航空レーザ測量データによる山地の DSM データは森林の樹冠形状に相当する。DEM に比べて起伏に富んでいるため、すべり落ちる動きに対しても変化をとらえやすい（図 1 参照）。また、元となるデータ自体もフィルタリング後のまばらなグラウンドデータに比べて密度が高く、精度の高いモデルを機械的かつ高速に作成できる。

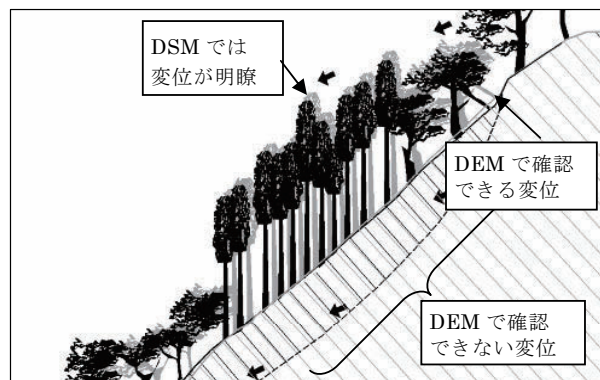


図 1 地すべり移動の模式図

2 時期の DSM データからの移動量の推定は、DSM の任意のメッシュにおける地形パラメータを計算し、相関的手法を用いて実施した。これらの計算は機械処理で行い、全てのメッシュに対して移動量及び移動方向を算出した。なお、2 時期の DSM には、土塊の移動だけではなく、木の成長や葉の茂り方の違いも含まれており、凹凸度や傾斜角などの標高の微分的パラメータを複数使用するなどの工夫が必要であった。

実際のデータで行った移動量分布図を図 2 に示す。植生が消失した新規の崩壊地ではデータ間の相関が低く移動量の抽出ができないものの、植生を残したまま移動した地域では面的に移動量を推定することができる。本手法により推定した移動量の分布は空間解像度が高いため、移動域の境界が明瞭であり、移動土塊の把握に有効であると考ええる。

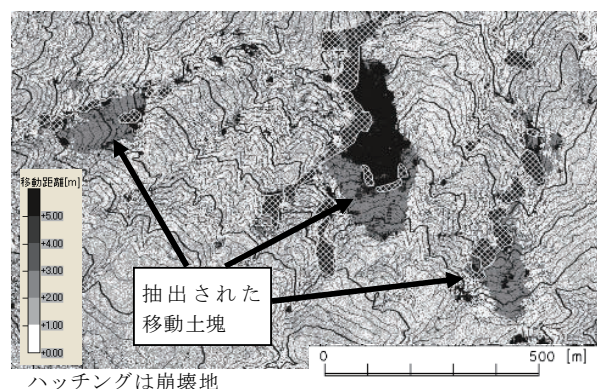


図 2 移動量分布

図 3 は移動ベクトルを 10m 毎に間引いて表示したもので、倒木などによる不規則なベクトルを削除し、土塊の移動を把握しやすいようにしたものである。5m 以上も移動した領域及びその上部に位置する 2m 程度移動した領域が確認できる。

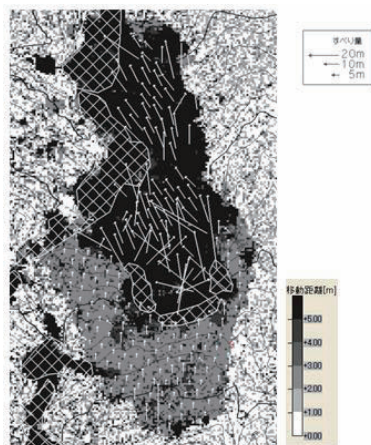


図 3 移動ベクトル

3. 適応事例

開発した手法の適応事例として、台風の襲来前後に計測された砂防管内のレーザデータ（計測点間隔 1 m）を用いて移動土塊の抽出を試みた。面積 270km² の領域に対して、移動土塊の抽出作業は 1 日で終了した。抽出の結果、数～十数 m 移動した地すべりブロックがあることや、崩壊地の周辺に 2m 程度移動した土塊（幅 100m、長さ 200m 程度）が多数存在することなどが明らかとなった。

図 4 は移動土塊の例であるが、豪雨により崩壊した斜面のすぐ隣に、幅 90m、長さ 300m の領域（移動量 2～3m）が存在していることがわかる。土塊は現時点では崩壊に至っていないが、今後の豪雨や地震により移動を開始する可能性が高く、注意が必要である。

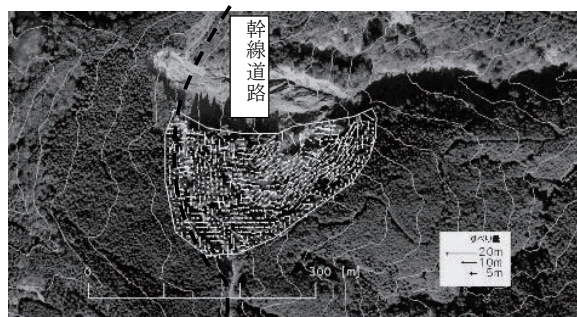


図 4 移動土塊の抽出例

さらに、定期的な実施された航空レーザ測量データを用いて検討したところ、比較する期間を広げることで緩慢な地形変化を抽出できることがわかった。図 5 は比較する期間を変えた変位量分布図であるが、変位が明瞭な箇所が徐々に広がっていることがわかる。本研究では、比較期間の組み合わせを変えることで、これらの変位領域の時系列的な推移を確認した。

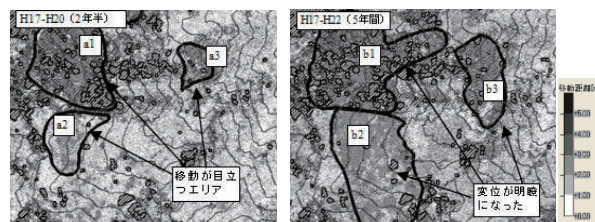


図 5 変位量分布量の変化

4. まとめ

本手法は、これまで発見が難しかった植生下の移動土塊を迅速に抽出し、今後発生する斜面崩壊や大規模地すべりなどを予測し、対策へつなげる防災技術として有効な手法であると考えられる。DSM を使用するためフィルタリング作業が不要であり、広範囲な調査域の迅速なスクリーニング手法として期待できる。

本手法を適応するためには、平常時のデータ整備が必要であり、さらに斜面の緩慢な地形変化や移動領域自体の推移を把握するためには、数年に 1 回の頻度で継続的にデータを取得し、アーカイブとしておくことが望ましい。そのような状況において、フィルタリング作業を必要としない本手法は、作業コストの軽減につながるものと考えられる。

最後に、算出された 3 次元移動ベクトルから地すべりブロックを区分することや、すべり面の深さや崩壊土量の予測を行うなど、応用面での利用が期待される。これらの検討は今後の課題とした。

謝辞：本研究を行うに当たり、国土交通省中部地方整備局静岡河川事務所のデータを使用させていただきました。

参考文献：向山 栄・江川真史（2009），2 時期の細密 DEM から作成した地形画像解析により推定した平成 20 年（2008 年）岩手・宮城内陸地震における荒砥沢ダム周辺の地表変動，日本応用地質学会平成 21 年度研究発表会講演論文集，pp3-4.