

航空レーザ測量を利用した崩壊地自動抽出手法

朝日航洋株式会社 高泰朋 守岩勉 五島直樹 ○水上眞澄
砂防エンジニアリング株式会社 鈴木隆司 尾崎順一 前海眞司

1. はじめに

平成16年10月に起きた新潟県中越地震により、多数の斜面崩壊や地すべりが発生し、鉄道や道路が各所で寸断された。住宅は土砂で押し流され、集落が孤立したりした。このような災害発生時の緊急・応急対策には、崩壊や地すべりの発生箇所やその規模を早期に把握することが求められる。

本稿では、航空レーザ測量技術を利用して、崩壊地について正確かつ迅速に把握するために開発した手法について、その概要を報告するものである。

2. 本手法の特長

従来、広域にわたって斜面崩壊が多数発生すると、航空写真を撮影し、崩壊地判読を実施することが一般的である。しかし、広範囲を対象とした場合には膨大な時間と労力を必要としていた。また、熟練した技術者でも判読した崩壊地を従来の航測図に移写するとき、図面に崩壊地の形状・規模や位置を正確に描画することは難しい。このような中、近年では航空レーザ測量の発達により、地表面における地盤高を正確に捉える三次元高密度地形計測が可能となり、精度の良い三次元地形データが一度に広範囲にわたって取得できるようになった。

本手法の特長は、航空機（飛行機またはヘリコプター）から地表に向けて発射されたレーザパルスのうち、ファーストパルス（レーザ反射パルスのうち、最初のピークパルス）とラストパルス（レーザ反射パルスのうち、最後のピークパルス）がほぼ一致する区域を、崩壊地を含む裸地部とみなし、その区域について空の見通しの度合いを表わす指標である地上開度から求めた凹型区域と、傾斜度による斜面勾配の急な区域を抽出し、それが重なったところを崩壊地として抽出するものである。

3. 実施手法

実施手法のフローチャートを図-1に示し、下記に手法を説明する。

(1) 航空レーザ測量データ

航空レーザ測量から、DSM (Digital Surface Model : 土地を被覆する地物・植生を含めた地形モデル)、DTM (Digital Terrain Model : 土地を被覆する地物・植生を含まない地形モデル) のデータを得る。

(2) ファーストパルス≒ラストパルス

対象地域について、レーザデータより作成された1m×1mあるいは5m×5mからなるDSM、DTMの差の小さい部分、すなわち崩壊地を含む裸地部を抽出する。

(3) 開度

航空レーザ測量データより、任意の大きさのメッシュによるDTMを利用し、凹型地形を表現する地上開度図を作成する。地上開度の概念を図-2に示す。

(4) 傾斜度

航空レーザ測量データから作成されたメッシュによる傾斜区分図より、傾斜部抽出のための閾値角度を設定（例：角度10°）し、その範囲を抽出する。

(5) 重複区域の抽出

上記から、共通部分を抽出し、任意の面積（例：100m²）に満たない部分をノイズとして除去する。

(6) 崩壊候補地の抽出

以上の方法により、崩壊を起こしている可能性のある候補地を抽出するものとする。

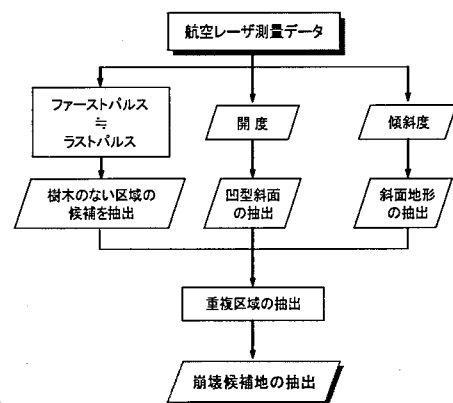


図-1 実施手法のフロー

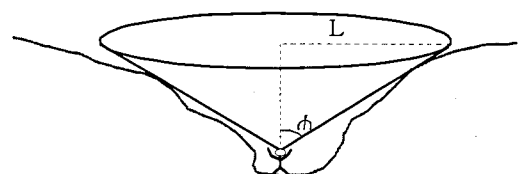


図-2 地上開度の概念図

4. 検証事例

航空レーザ測量から自動抽出された崩壊候補地と航空写真の立体視による崩壊地判読の結果を図-3に示す。対象地域は平成16年7月の集中豪雨によって崩壊が多数発生した新潟県出雲崎地区の約11km²の範囲である。

図-3は、オルソ画像の上に、航空レーザ測量から抽出された崩壊候補地を青色で、空中写真の立体視による崩壊地の判読結果を黄色で、また、崩壊候補地からの崩壊地判読を行った結果を赤色の枠で重ねて示したものである。

空中写真による立体視で判読された崩壊地(黄色)は、自動抽出された崩壊候補地(青色)でもほぼ網羅されている。崩壊地が重なっていない箇所は、空中写真判読結果を地形図に移写する際に生じた人為的な描画位置の不一致と考えられる。

形状に違いがみられるものは、写真判読の際に、判読技術者が木々に隠れた崩壊地の面的な広がりや正確に特定することが困難であったためと考えられる。また、オルソ画像上に示した自動抽出点群からなる崩壊候補地の再現性の良否によって生じたものとも考えられる。なお、自動抽出された崩壊候補地について、再度写真判読をした結果、規模の小さい崩壊地(赤色)が抽出された。

ここで、自動抽出された崩壊候補地(青色)と写真判読によって抽出された崩壊地(黄色)の適合率を表-1に示す。

ここでいう適合率とは両者の崩壊地の個所が一致している率である。表-1より、崩壊地面積が175~200m²の範囲を除いて、写真判読で抽出した崩壊地の9割以上が自動抽出された崩壊候補地と適合していた。特に、200m²以上という大きな崩壊地面積では98%と極めて高い適合率となっている。全体の適合率は93%であった。

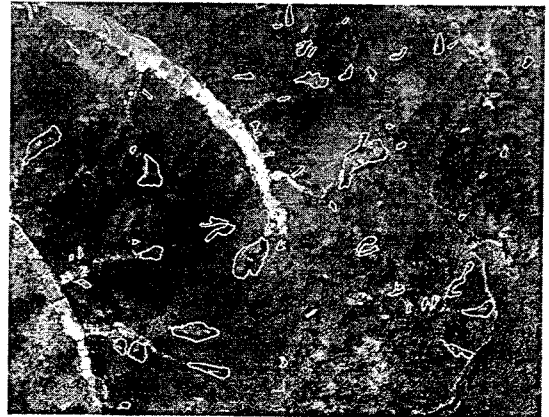


図-3 自動抽出と写真判読による崩壊地の比較

表-1 自動抽出と写真判読の適合率

崩壊地面積 (m ²)	自動抽出 (個数)	写真判読 (個数)	両手法の適合率 (%)
200 以上	253	258	98
175~200	15	20	75
150~175	25	27	93
125~150	27	29	93
100~125	24	27	89
全体	334	361	93

5. おわりに

本提案により、期待される効果を述べると、以下のようにまとめることができる。

- ① 広域にわたって斜面崩壊が多数発生している場合、航空写真の判読技術者は全域を見ることなく、自動抽出された崩壊候補地に焦点を絞って判読を進めることができる。
- ② 熟練した判読技術者であれば、立体視することなく、ビデオカメラ等で撮られた単写真を見て、自動抽出された崩壊候補地のうち、どれが崩壊地かを特定できる。
- ③ 自動抽出した崩壊候補地に、オルソ画像と重ね合わせて崩壊地を特定することができる。写真判読に伴う図面への崩壊地の位置の移写ミスもなく、迅速に崩壊地の形状や規模をより正確に特定できる。
- ④ 以上のことから、自動抽出された崩壊候補地と写真判読によって、作業効率は非常に向上し、崩壊状況の資料を迅速に提供し得る。
- ⑤ 今回、開発・提案した航空レーザ測量による詳細な三次元地形情報に基づく崩壊地の自動抽出方法は、斜面防災GISによるハザードマップの作成上、必要な崩壊個所の抽出に役立つものと考えられる。

参考文献

- 1) 横山隆三・白沢道生・菊池裕：開度による地形特徴の抽出. 写真測量とリモートセンシング, vol. 38. No. 4, P. 26-34, 1999
- 2) 佐藤 浩・関口辰夫：航空機搭載レーザスキャナデータを使った斜面崩壊可能性箇の抽出. 本地理学会年春季学術大会, 2003
- 3) 前海眞司・尾崎順一・片谷信治・高 泰朋・守岩 勉・佐野晃一：航空レーザ計測データを用いた微地形要素の自動抽出に関する一考察. 平成17年度砂防学会研究発表会, P. 74-75, 2005
- 4) 鈴木隆司・高 泰朋・守岩 勉・五島直樹：レーザ計測データを利用した崩壊・土石流発生の実態と地形解析. 平成17年度砂防学会研究発表会, P. 262-263, 2005