

航空レーザー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

— 崩壊地の抽出について —

砂防エンジニアリング株式会社 前海眞司 ○尾崎順一 片谷信治
朝日航洋株式会社 高泰朋 守岩勉 佐野晃一

1. はじめに

土砂移動の痕跡を示す微地形要素^{a)}は、土砂移動実態を把握する上で有用な基礎情報の一つである。こうした微地形要素は従来から航空写真に基づき熟練した技術者が判読してきた。しかし、空中写真判読による手法では広範囲を対象とする場合には膨大な時間と労力を要すること、微地形要素の判読結果に個人差が生じることなど、土砂災害時における実用性や判読結果の再現性に難点がある。

一方、近年では航空レーザー計測技術の発達により、広域を対象に精度の良い三次元地形データを効率よく取得することが可能になった。また、航空レーザー計測より作成されたDTM（DTM：後述）を活用した地形解析の研究²⁾³⁾⁴⁾が多々なされ、崩壊地や地すべり地等の詳細な地形情報が読み取れるようになってきている。

そこで、先の難点を解消するため微地形要素の中でとりわけ砂防計画に重要な基礎情報である崩壊地に着目し、航空レーザー計測データを用いた抽出手法を検討した。

2. 対象地域

対象地域は2003年7月集中豪雨により土石流が発生した図-1の空中写真に示す水俣川支川の集川（約1.4km²）とした。集川の地質は、上層部に発達した柱状節理の見られる風化の進んだ安山岩が存在し、風化安山岩の下位には凝灰角礫岩が分布している。集川流域には、土砂災害の原因となった崩壊地があるほか、同時に発生したとみられる崩壊地が多数存在する。また、渓床には流下した土石流の痕跡が確認できる。

3. 解析方法

3.1 崩壊地抽出の観点

崩壊は、豪雨や地震により山腹斜面や溪岸部で生じ、樹木の抜け落ちた特徴的な凹型地形を形成する。この崩壊地の特徴である樹木の有無、凹型の地形形状に着目すれば航空レーザー計測データより崩壊地を抽出できるものと考えた。

3.2 崩壊地の抽出方法

崩壊地の抽出は次の2つの方法により実施し、各抽出結果の共通部分を崩壊地とした。解析に用いたDTMのメッシュサイズは1.0mである。

(1) 樹木の無い斜面の抽出

樹木の無い斜面は、航空レーザー計測より得られたDSM（Digital Surface Model：地物・植生を含めた地形モデル）、DTM（Digital Terrain Model：地物・植生を含まない地形モデル）のファーストパルス^{b)}とラストパルス^{c)}がほぼ一致する範囲とした。なお、抽出した斜面は勾配および面積に閾値を設定しエラーを除去している。

(2) 凹地形の抽出

凹凸形状を示す地形指標には、斜面の曲率、ラプラシアン^{d)}、地上開度・地下開度などがある。本研究ではサンプルデータにおける比較検討の結果、適切に凹凸形状を示す指標と考えられた地上開度・地下開度を用いることとした。地上開度・地下開度は当該地点が周囲に比べ地上に突き出ている程度および地下に食い込んでいる程度を数量化したものである⁵⁾。また、凹地形の抽出においては山腹における一定勾配の斜面を削除するために、地上開度から地下開度を差引いた値を用いている。

4. 解析結果および考察

図-2、図-3は(1)、(2)の手法により抽出した各該当範囲であり、図-4はそれらの共有部分を抽出した崩壊地の抽出結果である。なお、凹地形は図-3における解析値が0以下の範囲に該当する。



図-1 対象地域（空中写真）

a)微地形要素：“砂防事業で対象とする山地地域、扇状地地域等の堆積地域における侵食現象に関わる詳細地形”

b)ファーストパルス：レーザー反射パルスのうち、最初のピークパルス

c)ラストパルス：レーザー反射パルスのうち、最後のピークパルス

d)ラプラシアン：地表面高度の二次微分、勾配変化率

樹木の無い斜面の抽出については、航空レーザー計測のデータが崩壊直後に取得されているため、良好な抽出結果になった。凹地形の抽出については、村道や棚田といった小規模な段差地形を含むものの明瞭な凹地形は抽出できている。崩壊地の抽出結果については、空中写真より確認できる崩壊地との適合は良く、概ね良好な抽出結果となった。ただし、崩壊地として抽出できなかった、ないし誤って崩壊地として抽出した箇所がある。前者は、崩壊深が浅く崩壊地の地形形状が凹地形を示していない表層崩壊や裸地に該当する。後者は、樹木の無い凹地形や段差地形であり、深い溪床河道や林道、棚田の一部に該当する。

このように、本研究では抽出できなかった崩壊地や誤って崩壊地と抽出した箇所が一部あるものの、明瞭な凹地形を有する崩壊地については概ね抽出することができた。この結果を踏まえれば、本手法は広域を対象にした場合など、マクロな崩壊地の抽出といった点では実用性が高いものと考えられる。また、本手法では崩壊以外の箇所も抽出するといった面もあるが、見方を変えれば崩壊跡地や崩壊の発生し易い箇所の抽出に活用できるものと考えられる。

5. まとめおよび今後の課題

本研究では航空レーザー計測によって得られたDTMより崩壊地を自動的に抽出する方法を検討した結果、明瞭な凹地形を呈する大規模な崩壊地については概ね抽出することができた。本研究の検討結果を基礎資料として崩壊地を判読すれば、作業は極めて効率よく進み、崩壊地の位置、分布、規模(面積)等がより正確に把握できるほか、崩壊判読作業の労力と時間が大幅に短縮できるものと考えられる。よって、本手法は文頭に記載した従来の空中写真判読の難点である土砂災害時の実用性や判読結果の再現性の向上に資するものと考えられる。

今後の課題としては、誤って崩壊地として抽出した林道、棚田の一部を除去する手法を検討するとともに、地形や崩壊地数、対象面積が異なる他地域にて本手法の検証を行う必要がある。また、本手法において地上開度、地下開度を用いた凹地形の抽出を行ったが、この解析結果は遷急線のエッジ部分や埋積谷等の地形を良く表現しており、今後は崩壊地だけでなく溪床堆積物等の抽出に活用していきたいと考えている。



図-2 樹木の無い斜面



図-3 凹地形



図-4 抽出した崩壊地

参考文献

- 1) 大石道夫：新たな砂防調査・計画の基本的な考え方,新砂防,Vol.52,No.2,P.1-3,1999
- 2) 佐藤浩・他：航空機搭載レーザースカナデータを使った斜面崩壊可能性箇所の抽出,日本地理学会 2003 年度秋季学術大会発表要旨集,p.126,2003
- 3) 杉本・他：数値標高モデルを用いた地すべり地形の抽出技術,土木技術資料,44-3,P6,2002
- 4) プリマ オキ ディッキ,横山隆三：高性能のDEMを作成するためのアルゴリズムの開発,写真測量とリモートセンシング,vol.40,No.5,P.52-62,2001.
- 5) 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.