

レーザー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

砂防エンジニアリング株式会社 ○ 鈴木 隆司
朝日航洋株式会社 高 泰朋, 守岩 勉, 五島 直樹

1 はじめに

砂防計画を立案する上で地域の荒廃特性を把握することは重要である。近年では、空中レーザー計測技術の発達により、詳細かつ高精度な 3 次元地形情報とその出力結果が比較的容易に入手できるようになり、これまでの空中写真判読技術と併せると荒廃特性を明らかにする判読情報が飛躍的に多くなってきている。これらを利用した微地形解析手法や溪流調査への活用については、筆者らが既に報告したところである^{1),2)}。

このような高精度の地形データを出力図として微地形解析手法や溪流調査へ利用するだけでなく、3 次元地形データとして地形解析等に活用することによって、崩壊危険斜面（箇所）の抽出や広範囲に分布する土砂災害危険箇所の危険度の定量的な評価を可能にすることが十分期待され、研究も進められている³⁾。また、荒廃特性に基づいて土砂移動特性を明らかにすれば、ハザードマップ作成や危機管理への活用も考えられる。

そこで本報では、第一に集中豪雨によって多発した崩壊地の分布状況の把握にレーザー計測データを用いた崩壊地の自動抽出手法⁴⁾（筆者らのグループによる検討成果）を適用し、その結果を災害直後のレーザー計測出力図と空中写真判読から作成した崩壊地分布図と比較して適合性を検証した。次に、この段階でDTM (Digital Terrain Model) から作成される地形解析値（傾斜度、地上開度・地下開度等）と前述の崩壊地分布図および斜面地形区分図を基にして崩壊発生箇所の地形的特徴を整理し、集中豪雨による崩壊危険斜面（箇所）抽出の基礎となる要因の検討を行った。

2 検討地域の概要

検討対象地域は信濃川左岸側の東頸城丘陵北縁部の小木ノ城地区で、面積は航空レーザー計測を行った約 30km² である。丘陵頂部を背中合わせにして東西に面積 1.0~2.0km² 程度の小流域が並列している。本地区は、停滞した梅雨前線の活発化で平成 16 年 7 月 12~13 日にかけて集中豪雨（栃尾くアメダス）：最大 24 時間雨量 421mm）に見舞われて浸水被害が出た刈谷田川流域とは信濃川を挟んで反対側に位置する。ちなみに、検討対象地域近傍の与板町（県土木事務所）の雨量観測記録では 13 日の 24 時間雨量 344mm（最大 1 時間雨量：50mm, 最大 3 時間雨量：125mm）を記録している。

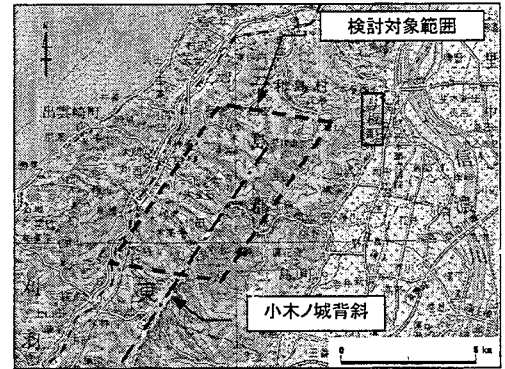


図-1 検討対象範囲

東頸城丘陵は検討対象地域の南縁の標高 351m を最高点に、丘陵稜線部の平均標高は約 200~300m となっている大起伏丘陵（～小起伏山地）である。既往の地すべり地や崩壊地は、東頸城丘陵稜線部にほぼ重なる小木ノ城背斜の周辺を構成する新第三系更新統の寺泊層（黒色泥岩）と椎谷層（砂岩泥岩互層）の分布域にある。小木ノ城背斜はこの地域の中で第一級のほぼ直線状の背斜構造で、北東-南西方向に伸び、少なくとも寺泊層以降の地層が著しく変形されている。今回の集中豪雨で崩壊が多かった区域は、小木ノ城背斜の両翼部に分布する西山層（青緑色塊状泥岩）の分布域と非常に相関がよい。

3 検討方法と結果および考察

3.1 災害後のレーザー計測データによる勾配分布

- レーザー計測データから 5m×5mメッシュの 3 次元地形データを作成し、ある地点の標高とその周囲の標高から当該地点の最大傾斜度を算出した。
- 丘陵性山地のため一般山地に比べて緩傾斜の斜面が多く、最頻出傾斜が 20~25 度となり、全体に斜面勾配の分布は緩い傾向にある。特に谷底地が発達しているため 10 度以下の傾斜度が 20% を占める。

3.2 崩壊地の写真判読と自動抽出

- 災害後のレーザー計測データを用いた等高線図、DSM (Digital Surface Model) 陰影図（いずれも縮尺 1/5,000）と災害前後の空中写真を用いて判読を行い、崩壊地分布図を作成した。

- レーザー計測データから 5m×5mメッシュの 3次元地形データを作成し、傾斜 10° 以上、面積 200 m² 以上に相当する裸地面（レーザー反射波のファーストとラストがほぼ一致する区域で、比高差が例えば 1.0m以内）等を

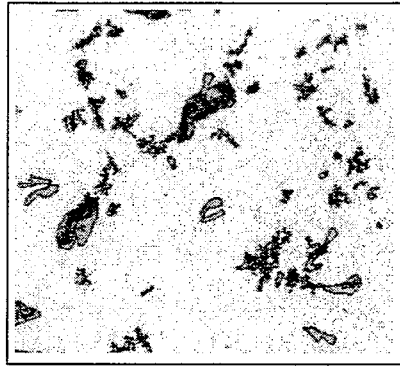


図-2 崩壊地の自動抽出の一例

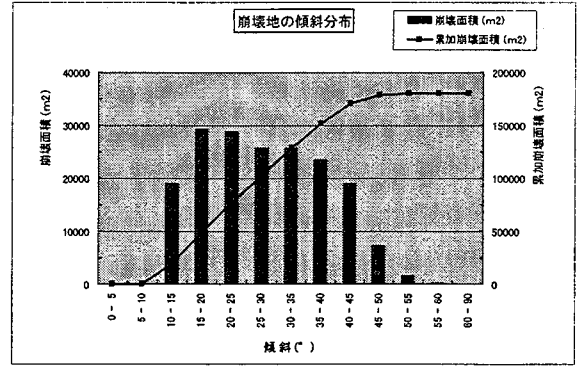


図-3 崩壊地の傾斜分布の一例

条件として崩壊地抽出の最適条件の検討と抽出を行った（抽出方法の詳細内容は口頭発表⁴⁾を参照。結果は学会当日に発表させていただきます）。

- 図-3 では抽出した崩壊地の個々の要素の勾配を捉えているため流域全体の斜面傾斜分布に類似する傾向となっている（谷底地と傾斜 10 度以下の自動抽出結果は除いて集計している）。

3.3 崩壊と斜面地形区分

- レーザー計測データを用いた等高線図（縮尺 1/2,000）と空中写真判読から斜面地形区分図を作成し、崩壊地（写真判読）を重ねた。斜面区分の基準は表-1 のとおり。
- 斜面区分と崩壊発生との関係を図-4, 5 に示す。
- 頂部斜面で発生している崩壊は見られない。
- 当該流域における比較的規模の大きな崩壊地の大部分は谷頭斜面に見られる。
- 下部谷壁斜面で多くの崩壊が生じているが、崩壊規模は谷頭凹地内で生じているものに比べ小さい。
- また、下部谷壁斜面の崩壊も凹型斜面で生じているものが多い。下部谷壁斜面内（下部遷急線の下側）にも谷頭凹地のような形態が存在していると考えられる。
- 崩壊冠頂部は遷急線直下に形成されるものが多い。

表-1 斜面地形区分の定義⁵⁾

採用する区分	定義
a 頂部斜面 (明瞭な)遷急線	尾根部に出現する横断形・縦断形とも凸型を呈する緩傾斜の斜面。上位から下位の斜面にかけて勾配が明瞭に急になる部位。
b 上部谷壁斜面	頂部斜面とは遷急線で区切られる急斜面。横断形は直線ないしや凸型、縦断形は直線。
c 谷頭凹地 (明瞭な)遷急線	横断形・縦断形とも凹型を呈する斜面。谷頭平底は水路の出現する遷移部。 (前出)
d 下部谷壁斜面	上部谷壁斜面とは遷急線で区切られる急斜面。横断形は直線ないし僅かに凹型、縦断形は直線。
e 麓部斜面	下部谷壁斜面とは遷急線で区切られる緩斜面。横断形は直線→僅かに凸型、縦断形は僅かに凹型。
f 谷底面	水路を形成する区域。
g 人工地形	農地など。

4 まとめと課題

- 崩壊地の自動抽出に関しては、抽出の最適条件となる閾値を個々の地域で求める必要がある。
- 写真判読による崩壊地の抽出結果と自動抽出結果に差異が生じている箇所については、今後の自動抽出作業の適合性を向上させるためのデータとして、現地状況も確認し原因を明らかにしておく必要がある。
- 崩壊地と同様に、斜面地形区分の自動化（あるいは半自動化）のための地形要素を検討しておくことで、崩壊危険斜面抽出の足掛かりができるものと考えられる。

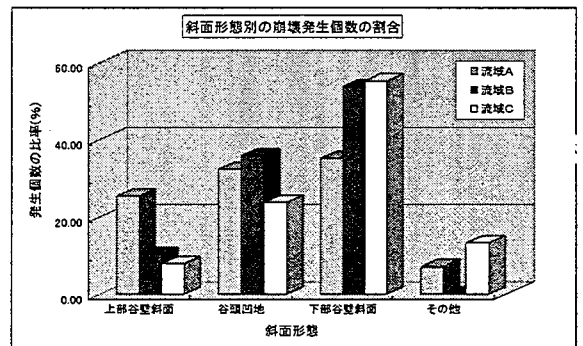


図-4 斜面区分ごとの崩壊発生率

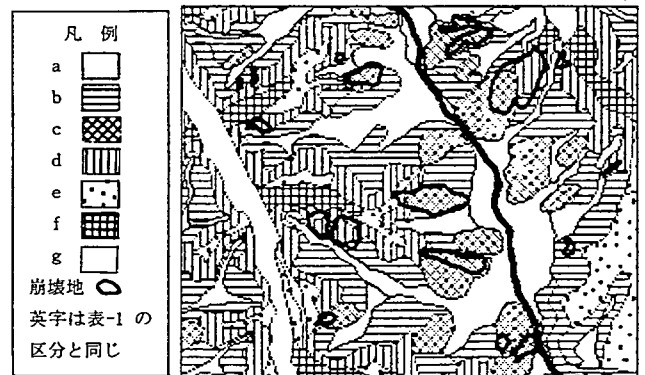


図-5 斜面区分ごとの崩壊発生箇所の例

参考文献 1) 鈴木隆司ほか(2003):平成 15 年度砂防学会研究発表会概要集, p. 318-319 2) 深沢浩ほか(2004):平成 16 年度砂防学会研究発表会概要集, p. 80-81 3) 千木良雅弘(2004):日本応用地質学会講習会予稿集, p. 29-34 4) 尾崎順一ほか(2005):平成 17 年度砂防学会研究発表会概要集, 5) 田村俊和(1996):水文地形学, 古今書院, p. 177-189