

地形解析に基づく阿蘇山カルデラ壁の表層崩壊危険箇所の抽出

北海道大学農学部／大学院農学院／大学院農学研究院

○山本紘也*1・齋藤はるか・笠井美青・桂真也・野呂智之*2・丸谷知己

*1 現 独立行政法人都市再生機構

*2 現 国立研究開発法人土木研究所

1. はじめに

2012年7月の九州北部豪雨により、熊本県の阿蘇山カルデラ壁では多数の崩壊が発生し、土石流化した崩壊土砂が直下の住居に大きな被害をもたらした。被害を防止・軽減するには、崩壊の危険性が高い場所をあらかじめ把握する必要がある。崩壊危険箇所予測のための地形解析では、従来は地形図や空中写真が用いられてきたが、最近では航空レーザー測量により高精度の地形データを活用できるようになってきた。そこで本研究では、阿蘇カルデラ壁を対象に、災害前後の航空レーザー測量データを用いて地形解析を行い、崩壊危険箇所の抽出を行うことを目的とした。

2. 研究方法

2.1 研究対象地

研究対象地は熊本県阿蘇市に位置するカルデラ壁の北東部約12km²である(図1)。この地域では、2012年7月に既往最大時間雨量108mmを記録した九州北部豪雨により、カルデラ壁の直下に堆積した崖錐の崩壊が多数発生した。本研究対象地では、航空レーザー測量が災害前の2009年と災害後の2012年の2回行われている。

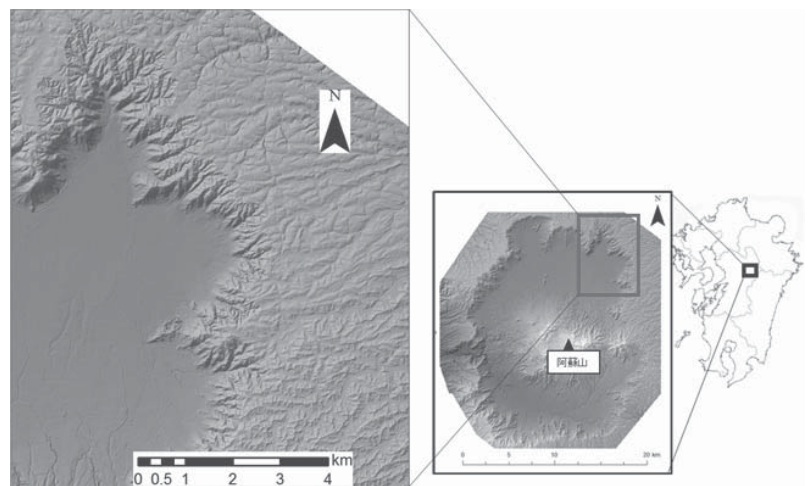


図1 研究対象地

2.2 方法

航空レーザー測量データから1mDEMを作成し、2009年と2012年の標高に差が見られる場所を、災害後の航空写真で確認した上で崩壊地とした。このうち、勾配60°以上の急崖を成すカルデラ壁の下部に堆積した崖錐斜面で発生し、崩壊面積が大きく、大きな被害をもたらした17箇所の崩壊地を本研究で用いた。

解析に用いる地形量は斜面勾配、Topographic Wetness Index (TWI)、平面曲率とし、2009年の航空レーザー測量データから作成した10mDEMを用いてGIS上で算出した。斜面勾配は崖錐斜面(25~40°)を抽出するために用いた。TWIは $\ln(A/\tan S)$ (A:集水面積, S:斜面傾斜)で表され、値が大きいほど湿潤な斜面を表す。平面曲率は地形の凹凸を表す指標で、正は尾根等の凸地形、負は崩壊跡地等の凹地形を表す。TWIを1刻みに、平面曲率を3刻みに区切り、崩壊地に特有なTWIと平面曲率の組み合わせをWeight of Evidence法を用いて求めた。

研究対象地では、1953年、1990年にも崩壊が発生している。これらの崩壊地を空中写真判読により抽出した。そして、1953年、1990年、2012年の崩壊地・崩壊跡地から2箇所ずつ選定し、簡易貫入試験を行った。2012年の崩壊地における試験の結果、Nd値(簡易貫入試験器の先端コーンが10cm貫入するのに必要な打撃数)が5以下の層が崩壊していたことから、Nd値が5以下の層を表土層と定義し、崩壊からの年数と表土層堆積厚との関係を求めて崩壊周期を推定した。

3. 結果および考察

崩壊地に特有と判断されたTWIと平面曲率の組み合わせを図2に示す。谷型の斜面(平面曲率が負)のう

ち、曲率-9~-6, TWI6~7 と曲率-6~-3, TWI6~7 の組み合わせでは、谷型斜面の上部が抽出されていることが分かった。一方、曲率-3~0, TWI6~7 と曲率-3~0, TWI7~8 の組み合わせでは、上記の 2 つの組み合わせに比べて曲率の絶対値が小さく、TWI が大きくなっており、凹~直線型の斜面で、集水面積が大きく勾配の小さい、開けた谷の下部が抽出されていた。曲率 6~9, TWI3~4 の組み合わせでは、崩壊地直上や側方の尾根を抽出できた。

これら TWI と平面曲率の組み合わせを有する斜面を、崩壊危険箇所として 2009 年の地形図上に示したのが図 3 である。2012 年に崩壊した 17 箇所のうち、崩壊危険箇所として抽出できていたのは 15 箇所 (88%) であり、精度よく予測できたとと言える。一方、崩壊危険箇所として抽出されながら、2012 年には崩壊していない斜面も多く見られる。

図 4 は、崩壊からの年数と表土層堆積厚の関係を示したものである。崩壊からの年数が長いほど表土層堆積厚が大きい傾向が認められ、表土層堆積速度は 1.31cm/年で、残土が 50cm 程度存在することが示唆された。2012 年の崩壊地における崩壊深の最小値が 170cm であったことから、本研究対象地における崩壊周期は最短で 130 年であると考えられる。以上から、2009 年の地形図上で崩壊危険箇所として抽出されたものの 2012 年に崩壊しなかった箇所 (図 3) は、表土層が十分成長していなかったことが原因の一つである可能性が考えられる。

4. まとめ

本研究では、地形解析により、阿蘇山カルデラ壁における崖錐崩壊の危険箇所を抽出することができた。今後さらに検討を進め、抽出精度を向上させる必要がある。

【謝辞】本研究は、国土交通省河川砂防技術研究開発制度指定課題「火山地域における流木を伴う山地崩壊の発生と流動」による助成を受けて行った。

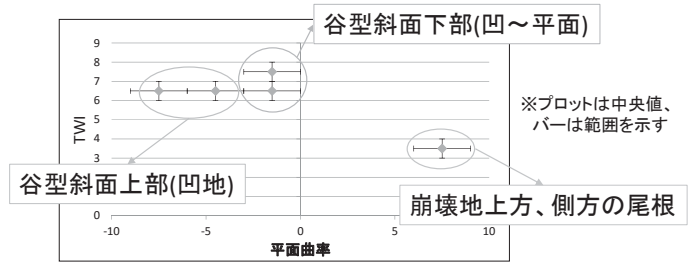


図 2 地形解析結果

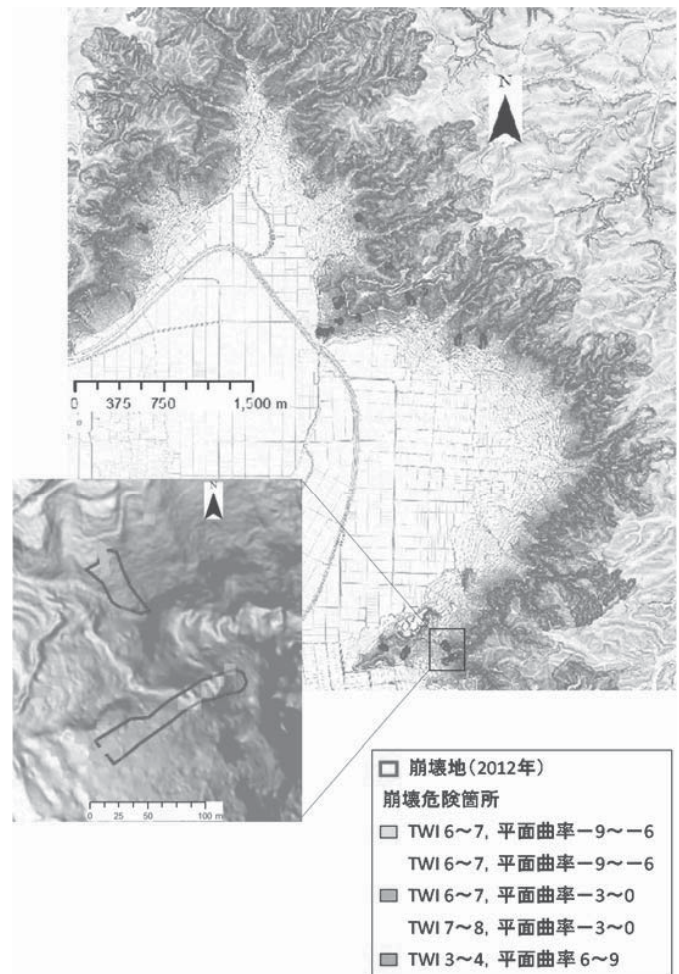


図 3 崩壊危険箇所と 2012 年の崩壊地の分布

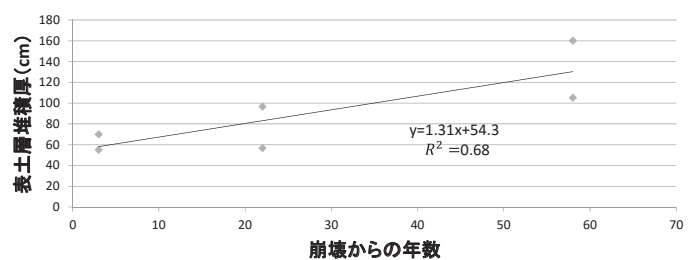


図 4 崩壊からの年数と表土層堆積厚の関係