

阿蘇カルデラ壁において平成 24 年 7 月九州北部豪雨で発生した崩壊地の LP データを用いた微地形解析

宮崎大学農学部 ○児玉 龍朋 清水 収

1. はじめに

平成 24 年 7 月九州北部豪雨では、阿蘇カルデラ壁において多数の表層崩壊が発生した。1 次谷の中で発生した崩壊は土石流を引き起こして下流扇状地で被害を発生させたほか、カルデラ低地に面する斜面で発生した崩壊は斜面麓の集落を直接襲って甚大な被害をもたらした。

阿蘇カルデラ壁は急峻で高低差が 300m から 500m あり、谷の開析が進んでいないため 0 次谷や長大斜面が多く分布する。それらは 1 次谷未満のため溪流と認識されず、土石流のような規模の大きい土砂移動の発生は想定されていない。しかしながら今回、崩壊が長大斜面で発生したことと、雨量が極めて多かったことによって、がけ崩れよりもはるかに規模の大きな土砂移動となり、土砂や流木が広範囲に氾濫する災害となった。そのため、そうした 0 次谷や長大斜面のどこで崩壊が発生するのか、どのような規模の崩壊となるのか、被害がどの程度の範囲まで及ぶ可能性があるのかなどの崩壊の危険性を認知することが必要である。

そこで、本研究では平成 24 年 7 月九州北部豪雨の際に阿蘇カルデラ北東部で発生した崩壊を対象に LP データを用いた微地形解析を行うことで、崩壊の特徴を見出し、対策を行う際の留意点を示すことを目的とした。

2. 調査概要

平成 24 年 7 月九州北部豪雨で発生した崩壊の中で、家屋被害等が発生させた崩壊、規模の大きな崩壊を中心に合計 17 地点を選定した。

LP データを用いて微地形解析を行い、図-1 に示す崩壊の発生した斜面の斜面長及び斜面高さ、その斜面における崩壊の発生位置、崩壊域の長さ、崩壊源頭付近の崩壊幅、崩壊深さを求めた。

微地形解析は図-1 のオルソ写真の破線で示す単位斜面を対象に行った。単位斜面とは崩壊の発生場となった一単位とみなす斜面範囲のことであり、崩壊地の両横において尾根型斜面を識別してそこを輪郭線として囲まれる範囲である。なお、尾根型斜面かどうかの判別は ArcGIS にてセルサイズ 5m で斜面の平面曲率を計算し、平面曲率の値が 2 より大きいセルが連続して分布する範囲を尾根型斜面と判定した。

また、斜面の集水性の強弱に着目し、各調査地点の単位斜面を等高線の平面形から直線斜面、ごく浅い谷型斜面、谷型斜面、0 次谷の 4 つに分類した。これは災害前の航空レーザ計測業務成果の 1m 間隔等高線を注意深く観察することで行った。その後、各分類の斜面の曲率がどの程度の値かを知るために、単位斜面ごとに平面曲率を計算し、その平均値を各单位斜面の曲率とした。なお、ArcGIS で算出される平面曲率は、数値が 0 に近いほど斜面横断形が直線に近いことを意味し、数値が小さいほど斜面横断形が著しく窪んでいることを表す。

なお、水平断面形による分類の基準は次に述べる通りである。

直線斜面：崩壊源頭付近の等高線がほぼ直線をなしている斜面。平面曲率は-0.4 から-1.0 の範囲。

ごく浅い谷型斜面：今回用いた高精度の等高線で僅かな窪みを認識できる。しかし、地理院地図の等高線では窪みを認識して谷型斜面と認定するのが困難である。平面曲率は-0.9 から-1.7 の範囲。

谷型斜面：等高線の窪みが明瞭な斜面。平面曲率は-2.0 から-3.6 の範囲。

0 次谷：等高線の窪みが明瞭な斜面。平面曲率は-1.6 から-3.0 の範囲。平面曲率は谷型斜面と類似しているが等高線の窪んでいる範囲は谷型斜面より大きい。そのことを単位斜面の最大幅で示すと、谷型斜面では最大幅が 20m から 50m の範囲であることにに対し、0 次谷では 38m から 103m の範囲であった。

3. 調査結果

調査項目ごとに全調査地点の散布図を作成した。図-2 から図-7 の散布図の横軸には平面曲率の値を用いた。

図-2 より崩壊の発生した単位斜面の斜面高さを見ると 100m~150m 程のものが多く、このうち、0 次谷の斜面高さが高い。

図-3 より単位斜面の斜面長を見ると 150m~250m のものが多く、こちらも、0

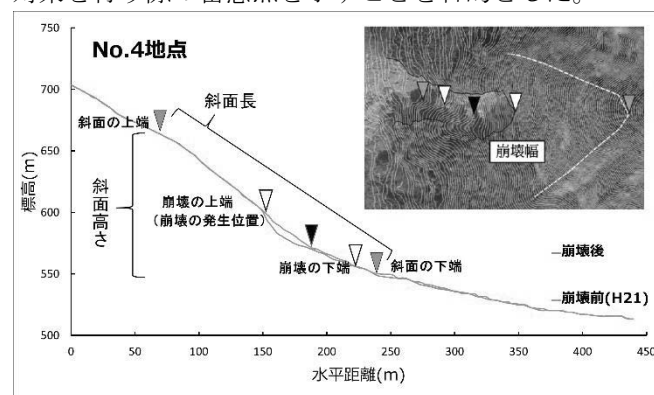


図-1 微地形の調査項目

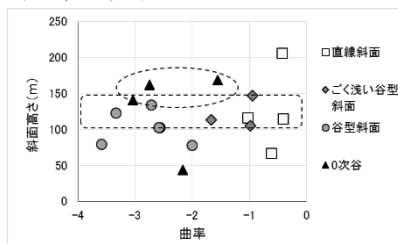


図-2 単位斜面の斜面高さ

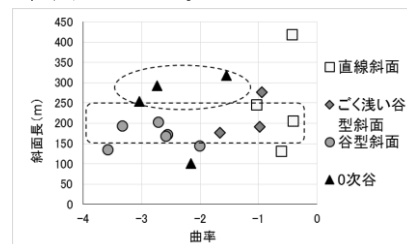


図-3 単位斜面の斜面長

次谷の斜面長が長い。図-2 と図-3 から非常に長大な斜面であったことが分かる。

図-4 より崩壊発生位置の斜面下端からの高さの割合を見ると、直線斜面では4割～5割の位置と低く、谷型斜面、0次谷では7割以上の位置と高いことが分かる。ごく浅い谷型斜面はそれらの間の6割～7割の中腹よりやや上部の位置であった。

図-5 より崩壊域の長さの分布を見ると、崩壊域の長さは50m未滿から150m以上のものまで幅広い。ごく浅い凹型斜面の崩壊域が長く、0次谷の崩壊域が短い。

図-6 より崩壊源頭付近の崩壊幅の分布を見ると、崩壊幅は10m～15m程が11地点と多いが、20m以上も6地点あり、その内訳は2地点が直線斜面、4地点が0次谷斜面である。このことより、直線斜面と0次谷斜面の崩壊幅が大きいことが分かる。

図-7 より崩壊深さの分布を見ると、崩壊深さは1.5m～3m程であるが、直線斜面において崩壊深さの深いものが2地点見られる。この2地点は斜面の中腹から脚部にかけ発達した崖錐斜面が崩れたものであることが確認されている。

以上の斜面分類ごとの崩壊の特徴を整理すると表-1 のようになり模式図で示すと図-8 のようになる。

直線斜面では斜面の低い位置で崩壊が発生する。崩壊の幅と深さが大きく、崩壊域は短い。

ごく浅い谷型斜面では斜面の中腹よりやや上部で崩壊が発生する。崩壊の幅と深さが小さく、崩壊域は長い。

谷型斜面では斜面の高い位置で崩壊が発生する。崩壊の幅と深さが小さく、崩壊域は長い。

0次谷では斜面の高い位置で崩壊が発生する。崩壊の幅が大きく、深さが小さく、崩壊域は短い。

4. 特徴のまとめ

阿蘇カルデラ壁において崩壊が発生した斜面の大きさは、斜面高さ100m～150m、斜面長150m～250mが多かった。一般的ながけ崩れの発生する斜面は斜面高さ10m～20mが多いことから（小山内ら、2009）、今回崩壊の発生した斜面は非常に長大な斜面であったことが分かる。

崩壊の発生位置は、上記の長大な斜面において直線斜面では斜面下端から4割～5割の低い位置で発生しており、ごく浅い谷型斜面では6割～7割の中腹よりやや上部、谷型斜面と0次谷では7割以上の高い位置で発生していた。

一般的ながけ崩れの規模は、幅約15m、深さ約1m、崩壊域の長さ約15mである（小山内ら、2009）。本研究では、崩壊幅は15m程度が多く一般的ながけ崩れと差はなかったが、崩壊域の長さは全ての地点で一般的ながけ崩れを上回っており、10倍以上の崩壊もあった。これは、長大斜面の高い位置で崩壊が発生したことが原因である。

崩壊深さは一般的ながけ崩れよりも深い2m以上が多かった。これは、降下火山灰層の堆積によって斜面表層土が厚く発達している火山地域の表層崩壊の特徴であると考えられる。なお、斜面分類別にみると、直線斜面において崩壊深さが他の斜面分類に比べ著しく大きい地点が見られたが、これは斜面の中腹から脚部にかけて発達した崖錐が崩壊したものであった。

5. おわりに

崩壊リスクの観点から以下に述べる。多数の崩壊が長大斜面で発生していることに加え崩壊の発生位置が高いことから、崩壊域が長くなりその範囲の多くの立木が崩壊土砂に取り込まれる結果となる。また、崩壊深さが深いことから、崩壊土砂量が多くなる。こうして、多量の流木と土砂を含む規模の大きな崩壊となる。また、阿蘇の土地利用の特徴としてカルデラ壁をなす長大斜面の直下に集落が連なっている。そのため、大規模な崩壊が発生し直下の集落を直撃した場合、被害が甚大になることに留意すべきである。なお、崖錐斜面での崩壊も確認されたことから、崖錐の分布および崖錐の崩壊危険性の評価も、今後の課題の一つとして考えられる。

謝辞：国土交通省九州地方整備局河川計画課、ならびに熊本県阿蘇地域振興局土木部工務第二課の関係各位には、資料提供等で多大なご協力をいただいた。ここに記して感謝申し上げます。

引用文献：小山内信智ら（2009）：がけ崩れ災害の実態、国土技術政策総合研究所資料、No.530、230pp。

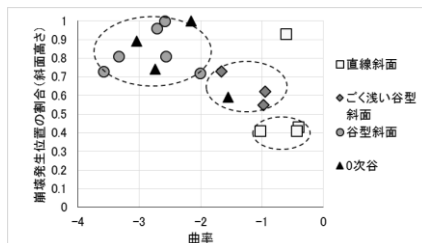


図-4 崩壊発生位置の斜面下端からの高さの割合

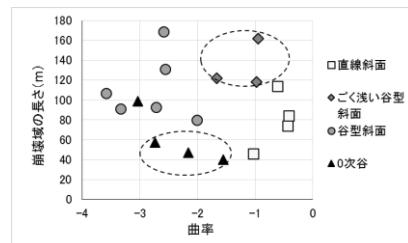


図-5 崩壊域の長さ

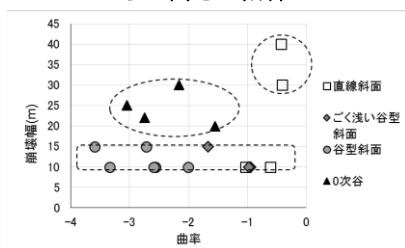


図-6 崩壊源頭付近の崩壊幅

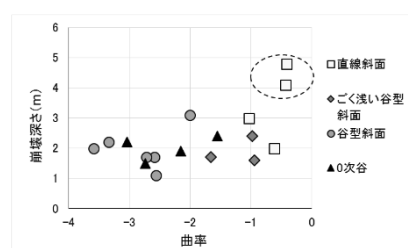


図-7 崩壊深さ

表-1 斜面分類ごとの崩壊の特徴

	単位斜面における崩壊上端の位置	崩壊源頭付近の崩壊幅	崩壊域の長さ	崩壊の平均深さ
直線斜面	低い位置に多い	30,40mと大きいものもある	短いものが多い	4.5mの深いものも見られる
ごく浅い谷型斜面	中腹よりやや上部に多い	小さい	すべて100m以上と長い	2m程で浅い
谷型斜面	上部に多い	小さい	100m程のものも多く長い	2m程で浅い
0次谷	上部に多い	大きいものが多い	50m程と短い	2m程で浅い

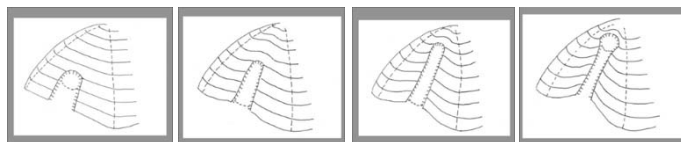


図-8 左から直線斜面、ごく浅い谷型斜面、谷型斜面、0次谷の模式図