

## 水文データを活用した崩壊予測—火山性地質を例に—

CROSS-ENGINEERING ○清崎 淳子

鹿児島大学農学部 地頭菌 隆・宮本 祐成・角之上 真由・木場 彬人・水流 龍馬・西村 富美江

### 1. はじめに

近年の豪雨災害や地震災害で発生した様々な土砂移動現象のうち、深い地下水が関与したとされる斜面崩壊は規模の大きな崩壊が発生している。水文データを活用した崩壊予測手法の手順に従って渓流水・湧水の流量および電気伝導度（EC）の測定を行い、危険渓流の抽出（流域レベルの評価）から危険斜面の抽出（斜面レベルの評価）を進める中で、今回、特に阿蘇カルデラや始良カルデラで進めた調査結果に基づき、予測手法の特徴とした水文因子と特徴的な地質条件について考察する。

### 2. 水文因子と地質条件

渓流水 EC が比較的高く（通常の河川水より高い 10mS/m 以上を目安）、かつ比流量が調査地の平均流量より大きい流域は、地形的流域界を越えて地下水が流動していると判断して上流部の湧水分布を調査し、崩壊発生危険箇所を抽出している<sup>1)</sup>。阿蘇カルデラも始良カルデラも渓流水・湧水の状況は一樣ではなく、それぞれ素因となる地形・地質条件が反映していると考えられる。火山性地質と区分される地層には、古い時代の火山岩類の分布域やカルデラ構造を持つ火山地域があり、火山活動に伴う構造の形成経緯やそれぞれの岩相に反映される岩石の性質、地層としての性状などによって多様な地質条件を有している。深い地下水が関与して規模の大きな崩壊を発生する危険斜面は、地下水が集中する地下構造を持つと考えられ、そのような視点で整理するといくつかの特徴を見出すことができる。

写真 1, 2 に阿蘇カルデラ（阿蘇谷側）のカルデラ壁を中央部から西側、東側それぞれ遠望したものを示す。カルデラ西壁ではほとんど渓流水が見られず、東壁では渓流水が多く EC も高い（10～15mS/m）。東壁では湧水が一定標高に配列しており、阿蘇火砕流堆積物の 1 と 2 の境界付近にあたっている。西壁では垂直方向に連立する亀裂が際立っており、外輪山溶岩類の冷却節理の発達に加えて、熊本地震後に詳細な変位分布が指摘された正断層群の存在<sup>2)</sup>も降雨の浸透（透水性）に影響を及ぼしていると考えられる。一方で、豊かな水量を涵養する東壁は植生が豊かであり、背後には緩やかな傾斜が特徴の火砕流台地が広がっており保水性の高い層の重なりが推測される。

### 3. 試験データ

EC の目安としている 10mS/m の値は、火山岩・火砕流堆積物の試料を用いた簡易岩石—水反応試験では 1 日～2 日経過に示す値である。降水は比較試験した精製水と同様、溶出物を含まない低い値であるため、渓流水・湧水の EC が高い値を示すことは、岩石と水の反応時間が長いこと、接触面積が大きいこと、溶出しやすい物質が存在する事を示唆している。地下構造としては、移動距離が長いという点で涵養域が広範囲であることや滞留部分があることなどを示唆し、接触面積が大きいという点では亀裂が多いことや空隙率が高いことが根拠として挙げられる。岩石試料の風化の影響や火砕流堆積物の溶結度の違いにより、簡易試験では明瞭な EC の変化が得られているが、現地計測値との比較により考察した岩石と水の接触面の乾湿繰り返しによる EC の上昇という現象も興味深い。

湧水センサーによるデータがモニタリングされている試験地のデータより、傾向として降雨ピークと流量ピークの時間差平均は堆積岩地域で約 57 時間、火山岩地域で約 4 時間、火砕流台地周縁で約 3 時間である<sup>3)</sup>ように、火山性地質の例では比較的短時間で降雨が浸透し湧出している一定量があることがわかる。EC も一時的に薄まり連動して低い値になるが、すぐに上昇して高い値を示す。このことは、時間差を持って涵養域からゆっくりと移動してきていることや亀裂が多いこと、風化変質などの溶出物

質が多いところを通過していることなどを示していると考えられる。一方で堆積岩地域では EC の値にはほとんど変化が見られず、浸透や涵養のシステムが地質条件によって特徴的であることが伺える。

#### 4. おわりに

今回、火山性地質の中でも特にカルデラ構造を持つ特徴的な地域での調査事例を報告したが、2016年の鹿児島県垂水市深港土石流対応にみられるような対象斜面に的確に適応した対策が重要である。深い地下水が関係する崩壊の危険箇所を抽出し、湧水センサーによる常時観測から避難警戒対応への評価基準となる指標を得ることを目的として、今後も更なるデータの取得を進める必要がある。そのためにはタイプのことなる試験地でのモニタリングを継続し、精度の向上を目指して解析・考察を深めたい。

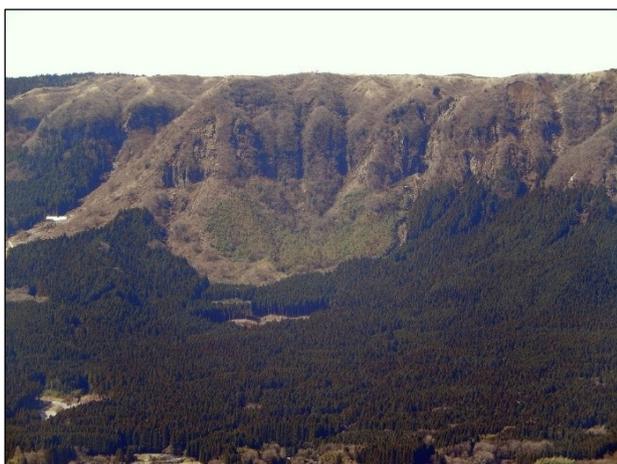


写真1 阿蘇カルデラ北西壁に見られる地形的特徴



写真2 阿蘇カルデラ北東壁に見られる地形的特徴

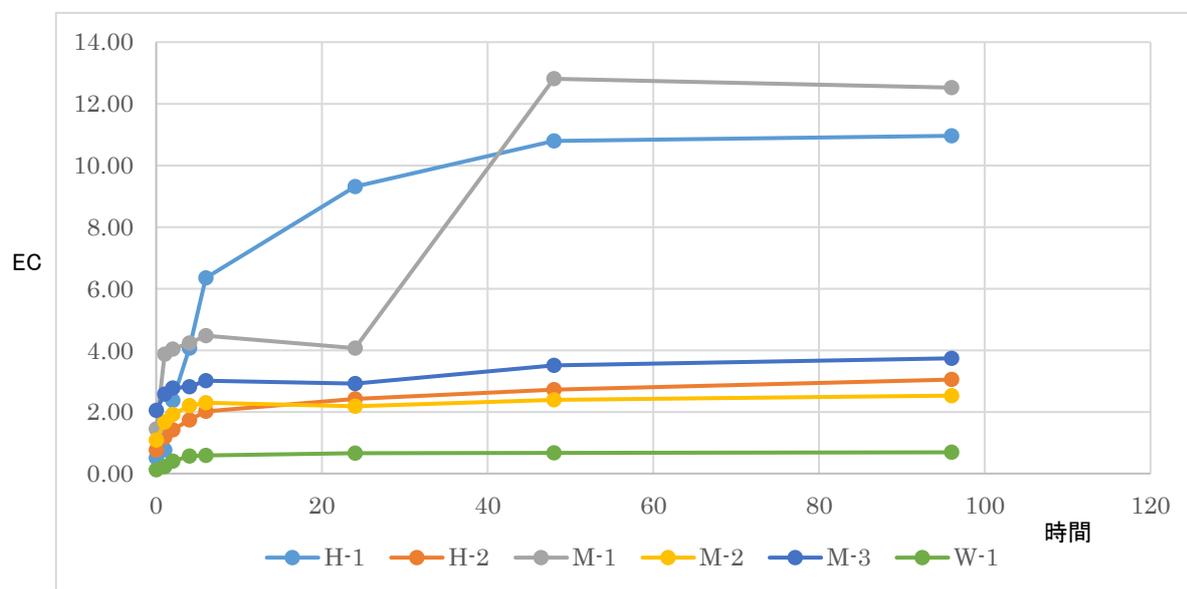


図1 簡易岩石—水反応試験(H-1・2 火山岩, M-1~3 火砕流堆積物, W)

#### 参考文献

- 1) 水流ほか (2017) : 始良および阿蘇カルデラ壁における水文学的アプローチによる崩壊危険箇所の抽出. 平成 29 年度砂防学会研究発表概要集, Pa-19, p.424,425
- 2) 向山ほか (2017) : 2016 年熊本地震に伴って変位した阿蘇カルデラ外輪山の正断層群. 日本応用地質学会平成 29 年度研究発表会講演論文集, p.115-116
- 3) 清崎ほか (2017) : 深層崩壊発生予測と警戒避難の検討—水文因子と地質条件による考察—. 平成 29 年度砂防学会研究発表概要集, R4-18, p.232,233