

# 宮崎県鰐塚山における深層崩壊発生場と渓流水の水質の関係

筑波大学大学院生命環境科学研究科（現 株式会社大東環境科学） ○高橋 真哉  
筑波大学大学院生命環境科学研究科 恩田 裕一，馬場 茂彰，筑波大学第一学群 田中 健太  
独立行政法人土木研究所 内田 太郎，鹿児島大学農学部 地頭菌 隆  
東京大学大学院農学生命科学研究科 浅野 友子，宮崎河川国道事務所工務第二課長 戸田 博康

## 1. 研究目的

平成17年9月台風14号により宮崎県鰐塚山では大規模な崩壊およびそれに伴う土石流が発生した。この崩壊では特に深層崩壊が卓越しているという特徴がみられ、約380万m<sup>3</sup>の崩壊土砂量が発生する記録的なものであった。発生時の降雨状況は、長期の降雨で、累加雨量が大きいという特徴があり、特に、別府（びゅうたの）田野川では、多くの深層崩壊が発生した。ここでの深層崩壊機構は、大量の降雨（長雨）による地下水への涵養によって基盤岩上面付近にあった地下水位の上昇を引き起こしたことが原因と推定されている。

水質と崩壊発生場の関連についての先行研究としては北野ほか（1967）において、天然水中のCa<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>の含量から岩石崩壊の規模をも含む予知が出来る可能性を見出しているが、その関連を裏付ける根拠に乏しい。そのため、深層崩壊の卓越したこの地での降雨流出機構を調査し、深層崩壊と水質の関連を明らかにしていくことは、崩壊発生の原因解明、崩壊発生場把握に有効なものであると考えられる。本研究は、宮崎県宮崎市別府田野川流域の尻無川流域内崩壊地およびその周辺において水文観測、水質分析を行い、この地域の流出過程、崩壊発生場の特徴の解明、さらに水質データを用いた深層崩壊予測法の開発を目的とした。

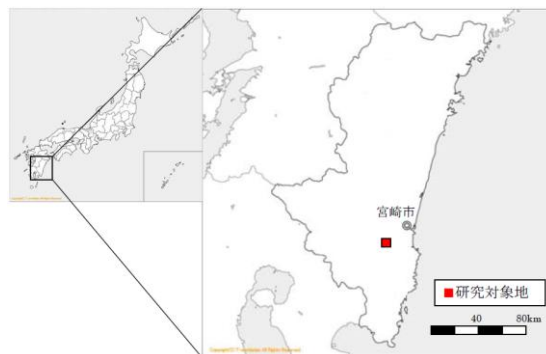


図1 研究対象地位置図

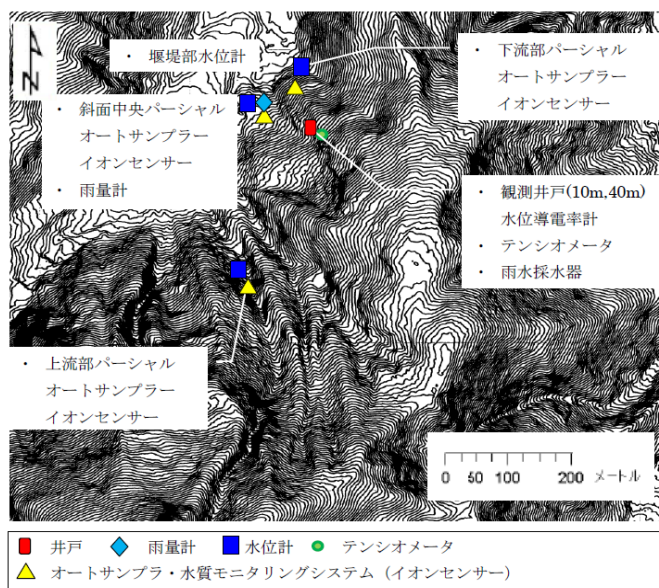


図2 測器設置位置図

## 2. 調査地と方法

調査地は宮崎県別府田野川流域内尻無川流域、尻無川東側の崩壊地（北緯31° 46' 41"，東経131° 17' 11"），上流部溪流（北緯31° 46' 33.68"，東経131° 17' 09.00"）及び下流部溪流（北緯31° 46' 42.22"，東経131° 17' 11.45"）である。この地域の地質構造は、四万十帯の堆積岩コンプレックスをなす日向層群と日南層群であり、そしてその日向層群と日南層群を境する衛上断層、またそれらのコンプレックス岩体を変位させる北東-南西系の断層が見られる。本調査地では独立行政法人土木研究所により、ボーリング調査ならびに地表踏査が行われており、それによると同箇所の地質分布状況は表層から深度9.3mまで脆弱な強風化帯、深度18.6mまでは砂岩優勢層（砂岩または砂岩泥岩互層）、深度18.6mから22.6mは断続的に断層破碎帯が分布し礫交じり粘土、深度22.6m以深は泥岩優勢層及び砂岩優勢層となっていることが明らかになっている。

本研究では2008年6月より約2年間、このボーリング調査時に施工された2本の観測井戸（GL-40 m と GL-10 m）において、地下水位変動の測定を行うと共に、調査地の崩壊地下部、崩壊地の尻無川上流支溪流と下流支溪

流にパーシャルフリュームを設置し流出量の観測，斜面パーシャルフリューム脇にて転倒マス式雨量計による降水量を測定した。また，調査地での水の流れ，各地点の特色を把握として各測器設置地点での定期採水，強雨時の流出水の水質時間変動把握として各パーシャルにてオートサンプラーによる 1～3 時間間隔の採水を行った。採水した試料は，pH，電気伝導度，Cl<sup>-</sup>，NO<sub>3</sub><sup>-</sup>，SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>，Na<sup>+</sup>，K<sup>+</sup>，Mg<sup>2+</sup>，Ca<sup>2+</sup>，Si，HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>の項目で水質分析を行った。2009 年 7 月からは観測井戸に水位導電率計，各パーシャル設置箇所に水質モニタリングシステムを設置し，地下水，河川水の水質変動を 30 分間隔で自記観測した。これら調査地での水質データをもとに，2009 年 1 月に調査地を含む尻無川とうつら谷，それらを含む大流域として 2009 年 10 月に田野川と片井野川にて河川の水質調査をおこない，水質と崩壊発生場の関係を調査した。

### 3. 結果及び考察

井戸水位データと流出量データからピークの波形を比較したところ，深層地下水である 40 m 井戸の地下水位と調査崩壊地の下流支溪流の流出量で，1つの降雨イベントに対して2つのピークという共通した波形がみられ，降雨ピークからの流出量の遅れ時間も第 2 ピークはほぼ 10 時間後と類似していた。また，調査地では深層地下水である 40 m 井戸地下水の電気伝導度は 17.45 mS/m と高い特徴があるが，下流支溪流は 12.21 mS/m となっており，他の河川水(尻無川本川 6.62 mS/m，上流支溪流 5.38 mS/m)と比較すると高い結果となり，下流支溪流に深層地下水が涵養していることが明らかとなった。これはヘキサダイアグラムの形や井戸水位導電率計と水質モニタリングシステムを用いた水質の時間変動においても確認された。

また，強雨時の水位データにおいて深層地下水の急激な水位上昇が観察され，その際の水質サンプリングデータにより降雨イベント時に崩壊地で深層地下水が大量に湧出していることが確認された。

これらから本調査地の崩壊地周辺は普段から深層地下水の影響が強い地点であり，強雨時にはその地下水が急激な水位上昇し，崩壊地に流出している様子が明らかになった。

この調査地で得られた水質データをもとに深層地下水と崩壊地の関係を周辺流域の河川水，湧水についても同様の項目で水質調査した。すると，全ての流域において崩壊地付近の水質は深層地下水由来のイオン濃度（電気伝導度，SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>，Ca<sup>2+</sup>，HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>）が高いという傾向がみられた。さらに崩壊面積率とイオン濃度について調べたところ，電気伝導度，Ca で良い相関がみられた。これは深層の水が湧出しているところで深層崩壊発生危険性が高いということだけではなく，そのイオン濃度が高い所ほど崩壊規模が大きくなるということを意味する。このことから地域の水質データにもとづいた深層崩壊発生規模予測ができることが示唆された。

**文献** 北野康，加藤喜久雄，金森悟，金森暢子，吉岡龍馬（1967）：水質調査による岩石崩壊の予知の可能性，京都大学防災研究所年報，10A，557-587

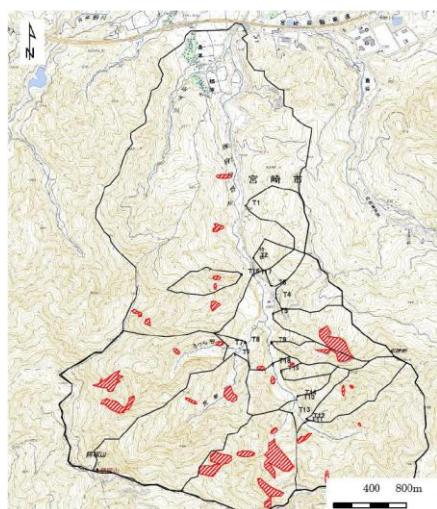


図3 崩壊面積率を求める際の崩壊地（斜線）と流域面積の例（田野川）

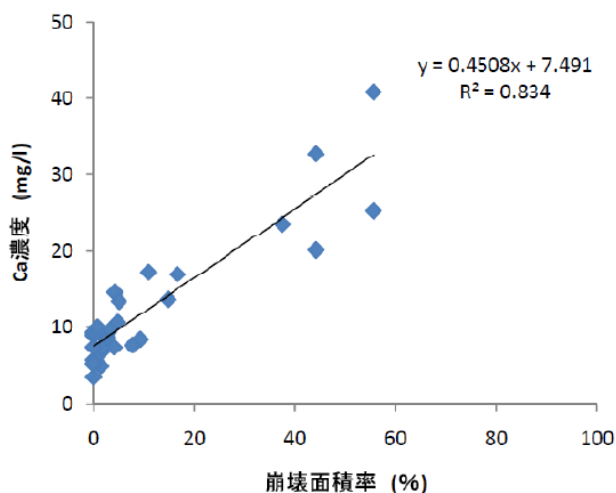


図4 崩壊面積率と Ca 濃度の関係