

深層崩壊発生予測に関する調査法の提案

鹿児島大学農学部 ○地頭 蘭 隆・下川 悦郎・寺本 行芳・和田 大祐・田淵 陽介

1. はじめに

深層崩壊の発生場および発生時期の予測に関して、渓流水や湧水の流量・水質データを活用する方法を提案する。

2. 深層崩壊発生場の予測

現在、「深層崩壊の発生場の恐れのある渓流抽出マニュアル（案）」（土木研究所，2008年）に基づいて、深層崩壊発生のある可能性のある渓流を抽出する作業が進められている。既往の深層崩壊研究によると、多くの深層崩壊地で多量の地下水流出がみられる。基岩内に地下水を貯留している斜面は、大雨や地震によって深層崩壊が発生する危険性が高いと考えられる。上記マニュアルは深層崩壊発生のある危険性がある渓流をおもに地形・地質因子から抽出するものである。これに加えて水文因子を取り入れる手法を提案する（図-1）。

方法：渓流縦断方向において渓流水の電気伝導度（EC）測定とGPS測位
必要に応じて、流量、水質（シリカ濃度、イオン濃度等）の測定
時期：低水時に実施
整理：地形図にプロット

流域レベルでの危険度判定

深層崩壊の頻度が高い地域（流域）において渓流流域レベルで危険度を判定

- ① 相対的にECが高い渓流
- ② 渓流縦断方向においてECが不連続的に高い値を示す渓流
⇒基岩内に地下水を貯留している流域
⇒水文の因子からみた深層崩壊の恐れのある流域

斜面レベルでの危険度判定

- ②のECの高い地点において、斜面レベルで危険度を判定
- ③ ECの高い地点付近の湧水調査（湧水が出ている斜面、湧水の量）
- ④ 斜面脚部からの湧水が多い斜面を抽出
⇒基岩内に地下水を貯留している斜面
⇒水文の因子からみた深層崩壊の恐れのある斜面

図-1 渓流縦断方向の渓流水調査

2.1 流域レベルでの危険度判定

渓流縦断方向において渓流水の電気伝導度（EC）を測定し、その位置をGPSで測位する。ECを地形図にプロットして、①対象地域（流域）内で相対的に渓流水ECが高い渓流と、②渓流縦断方向においてECが不連続的に高い値を示す渓流を抽出する。①や②に該当する渓流は、流域内に深層風化した地層が存在し、そこを滞留した地下水が多量に流出していると推定される。これらの渓流は深層崩壊発生の危険性が高い流域と判断される。

2.2 斜面レベルでの危険度判定

前項②の渓流において、ECが高い地点付近の湧水調査を行う。調査項目は、湧水点の位置、湧水が出ている斜面、湧水量である。斜面脚部から多量の湧水がみられる斜面は基岩内に地下水を貯留していると推定され、水文因子からみた深層崩壊発生の危険性のある斜面と判断される。

2.3 渓流水・湧水の調査例

図-1に基づいて、2005年台風14号に伴う大雨によって深層崩壊が発生した宮崎県鰐塚山別府田野川流域（地質は堆積岩類）での調査結果を図-2に示す。流域には渓流水ECが相対的に高い渓流（a, b, e）と低い渓流（c, d）が分布している。さらに、渓流縦断方向において渓流水ECが不連続的に高い値を示す渓流（a, b）がみられる。深層崩壊は渓流水ECが相対的に高い渓流に位置しているものが多い。

図-2内には渓流縦断方向の渓流

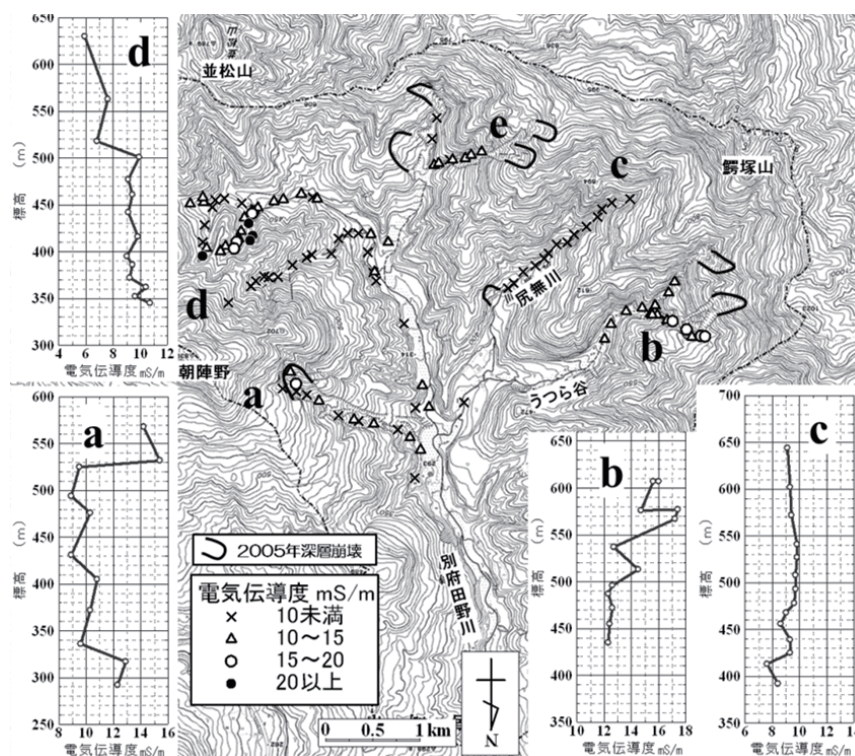


図-2 渓流縦断方向における渓流水ECの分布

水 EC の標高分布を示している。溪流 a は標高 300～500m 間は溪流水 EC が低い、深層崩壊が発生した標高 500～600m 間で急激に高くなっており、深層崩壊地から EC の高い地下水の流出が続いていることがわかる。溪流 b は上流に向かって溪流水 EC が上昇し、源頭部には深層崩壊地が位置している。溪流 c は標高 400～650m 間の溪流水 EC に大きな変化はみられなかった。溪流 d は標高 350～650m 間の溪流水 EC は低下傾向にある。

図-3 は、鹿児島県矢筈岳山体流域（地質は火山岩類）で実施した溪流縦断方向における溪流水 EC および湧水調査結果である。図において、矢印の太さと向きは湧出量の区分と湧出している斜面の向きであり、□印は湧水 EC が特に高かったところ、○印は溪流縦断方向の溪流水 EC の変化点である。○印の周辺には湧出量が多く、また EC の高い湧水が分布しており、溪流水 EC の変化はその付近で湧出している地下水に起因していることがわかる。さらにその近くには過去の深層崩壊地が分布している。

以上のように、深層崩壊発生地と溪流水 EC はよく対応しており、深層崩壊発生の危険度判定のひとつの指標になると考える。

2.4 溪流水調査の今後の検討と注意点

溪流縦断方向の溪流水調査において EC 測定は広範囲の調査に有効である。簡単に測定できる溪流水 EC を地形図にプロットし、EC が相対的に高い溪流や溪流縦断方向で大きく変化する溪流を絞り込んでから専門家が詳細な調査を行う手順を提案したい。また溪流水 EC 測定とデータ整理を効率化するために、EC 計と GPS を一体化させた装置の開発を提案したい（図-4）。

溪流水 EC 測定の注意点として、溪流水調査は EC が大きくなる溪流水が少ない時期に行うことが効果的である。また、溪流水 EC は、人家、農地、畜産施設などからの排水の影響を受ける場合があり、このような流域ではイオン濃度測定等によるチェックが必要となる。

3. 深層崩壊発生時期の予測

深層崩壊発生の危険性が確認された箇所では、できるだけ早く深層崩壊に対する警戒避難体制の充実が望まれる。斜面脚部における湧水は基岩内の地下水の状態を反映しており、この湧水の変化を指標にして深層崩壊発生の危険性を判断する装置（湧水センサー）を提案する。湧水センサーは、流量計、電気伝導度計、濁度計を組み合わせたものであり、湧水点に設置しやすいようにパイプ型の構造をしている（図-5）。

データは無線で送信して、湧水の流量・電気伝導度・濁度の変化は液晶パネル（携帯電話、スマートフォン）に表示し、湧水が増加中か、減少中か、EC・濁度が急激に変化していないかなど、視覚的にわかるようにしたい。流量・電気伝導度・濁度の変化図から「湧水流量が増加中→斜面基岩内の地下水位が上昇中と判断→雨が止んでいても警戒避難は解除しない」、「湧水流量の急激な減少や湧水濁度・電気伝導度の変化→地下水排水システム破壊・不調の可能性→すぐに避難」のような、深層崩壊に対する警戒避難の支援を考えている。

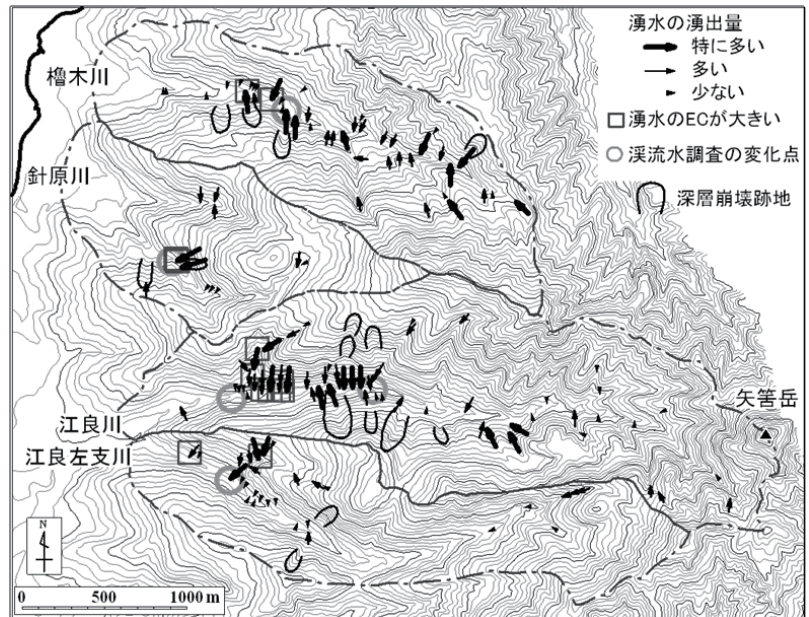


図-3 溪流縦断方向における溪流水 EC の変化点と湧水分布



図-4 溪流縦断方向の溪流水 EC 測定の提案

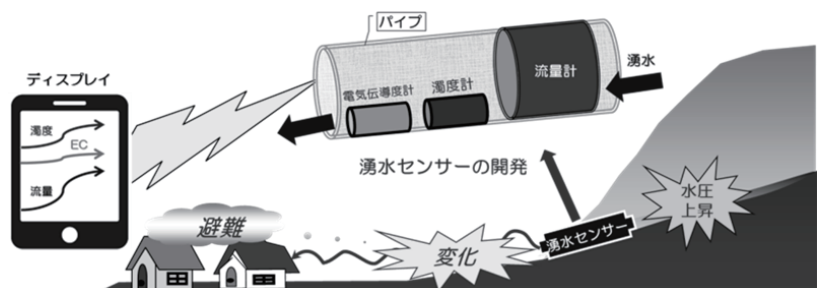


図-5 湧水センサーの提案