

高知県奈半利川流域におけるガリー源頭部の位置情報に基づく深層崩壊のリスク評価に向けた一試行

国土防災技術株式会社 ○眞弓孝之・宮本卓也・山崎 勉
 四国森林管理局 治山課 田上弘樹
 高知大学 笹原克夫

1. はじめに

国土交通省砂防部では、近年増加傾向にある深層崩壊の調査として、過去の発生事例から得られている情報をもとに深層崩壊の推定頻度に関する全国マップ（深層崩壊推定頻度マップ、平成 22 年 8 月）を作成し、深層崩壊の特に危険度の高いと推定される地域（レッド）を中心に調査を進めている。本研究では、この全国マップで特に危険度が高い地域に属し、かつ平成 23 年台風 6 号により深層崩壊が多発した奈半利川流域において、危険流域の中でも特にリスクが高い斜面を特定することを目的として、LiDAR データから作成した立体視図による地形判読結果に、深層崩壊発生トリガー要因と考えられる地下水賦存（有圧地下水）を考慮し、深層崩壊発生リスクの程度を評価する試みを行った。

2. 調査地概要

高知県奈半利川流域では、平成 23 年 7 月 19 日、台風 6 号豪雨によって山腹崩壊が複数個所に発生し、崩壊土砂は、大規模な土石流となって支溪流を流下して、本川奈半利川沿いの国道に甚大な被害を与えた。台風 6 号は速度が遅いことを特徴とし、最寄の気象庁アメダスデータ（魚梁瀬観測所）によれば、7/17 15 時～7/20 4 時の間に連続雨量は 1,199mm に達し、この間に観測された最大日雨量 851.5mm は、200 年確率雨量を超過するものとなった。地質は古第三系四万十帯南帯の奈半利川層に属し、中～細粒の砂岩優勢の砂岩・泥岩互層が主体で、スランプ褶曲が発達している（図 1、図 2 参照）。調査地周辺には地質帯を区分する断層はないが、小規模な断層が多数存在する。大局的な地形は、基盤の走向を反映した北東～南西（東北東～西南西）に延びる大起伏山地の山稜に、山頂緩斜面や多重山稜、山向き小崖が点在することを特徴とし、空中写真や LiDAR データによる地形判読から、深層崩壊跡地も多数確認されている。

3. 調査内容

3.1 LiDAR データを用いた地形判読

LiDAR データから傾斜や斜面の曲率を指標として立体視図を作成し、これを用いて微地形判読を行った。奈半利川流域における微地形の特徴は、次の通りである。

- ・深層崩壊跡地は、斜面上部に急崖を伴う大きく削られた形状をしており、斜面下部、あるいは対岸に多量の崩壊土砂が堆積している場合がある。
- ・岩盤クリープ斜面は、頭部付近に小規模な崖を有し、全体に凸型の形状をなす。末端付近には小規模な崩壊やガリーの源頭部がみられ、不安定化の要素を有する。主稜線付近には山向き小崖が多数存在し、山体重力変形の様相を呈している（図 3 参照）。

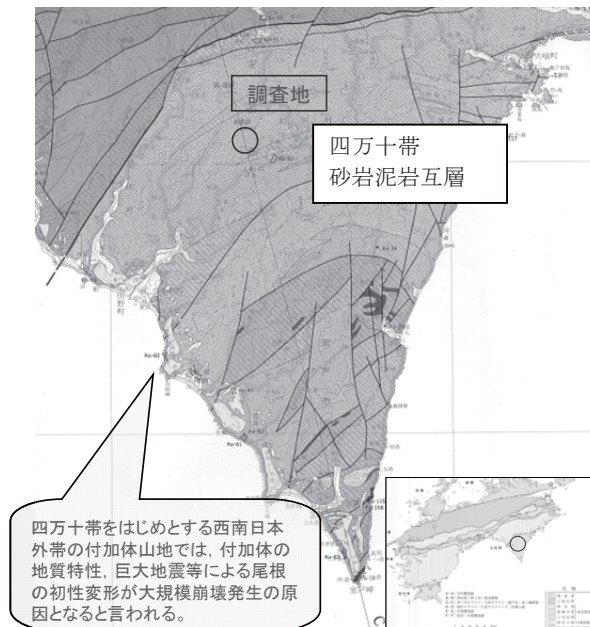


図 1 調査地位置及び地質平面図

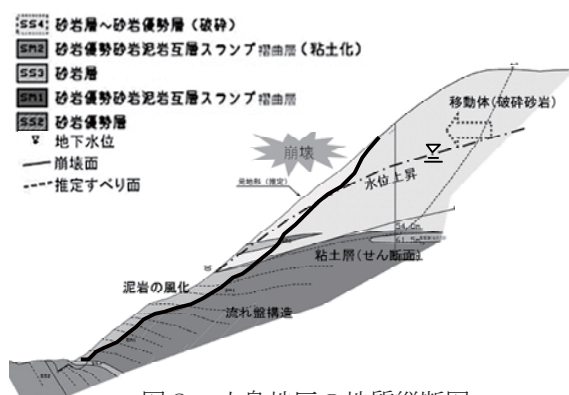


図 2 小島地区の地質縦断図

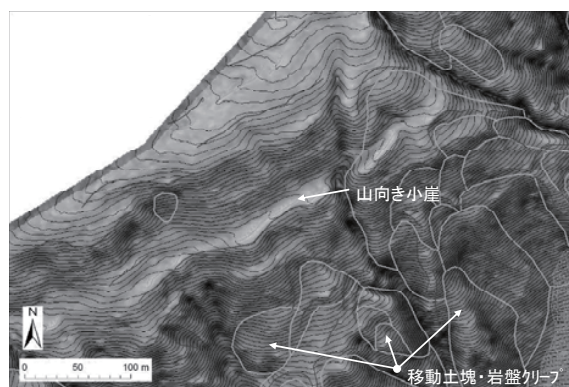


図 3 小島地区上部斜面の多重山稜と岩盤クリープ

3.2 ガリー源頭部位置情報に基づく深層崩壊リスク評価

3.2.1 間隙水圧上昇ポテンシャルマップの作成

深層崩壊の場合、豪雨時に大きな間隙水圧が深層岩盤内裂隙に発生することが、発生のトリガー要因の一つと考えられる。深層崩壊の危険度評価を行う上では、こうした有圧地下水（圧力を伴う裂隙水）の発生場の特定、大きな間隙水圧を発現し得る土被り厚分布の把握が重要である。本稿では、間隙水圧を賦存し得る斜面の能力を表現する指標として「間隙水圧上昇ポテンシャル」を定義し、ガリー源頭部を深層の有圧地下水が地上に噴出した場（水頭ゼロ面）であると考え、ガリー源頭部位置情報、および常時流水のある河道位置情報をもとに不透水面となる「仮想地下水頭ゼロ面」を想定した（図4参照）。さらにこの面より上に形成する裂隙水帯の圧力水頭が大きくなるほど崩壊の危険性が高くなると仮定し、この面と「地形面」との差分が「間隙水圧上昇ポテンシャル」を表現すると考え、解析図を作成した（図5参照）。

3.2.2 間隙水圧上昇ポテンシャルの空間分布

先述の通り、有圧地下水が存在した痕跡としてガリー源頭部を位置づけ、大きな間隙水圧を賦存し得る能力として土被りの大小を考慮すると、図6の明色部が上昇ポテンシャルが高いゾーンと推定される。図には、稜線付近に広く分布する緩傾斜地で、ポテンシャルが高くなる状況が示される。深層崩壊跡地や、表層崩壊多発斜面の評価は、ポテンシャルの低いゾーンとして表現された。

また、平成23年災害で深層崩壊が発生した小島地区や平鍋地区の頭部付近には、島状の高ポテンシャル斜面の存在が示された（図7参照）。

4. まとめ～微地形および間隙水圧上昇ポテンシャルに基づく広域評価

本調査では、微地形判読図および間隙水圧上昇ポテンシャルマップにより、調査地域における大規模崩壊の発生リスク評価を行った。その結果、岩盤クリープ等の微地形があり、間隙水圧上昇ポテンシャルが高い箇所では深層崩壊の発生リスクが高いと考えられた。特に、水頭10～30mにかかるゾーンで深層崩壊が多発する傾向にある。

また、平成23年災害時に深層崩壊が発生した小島地区は、上記の斜面条件を有するとともに、小島地区を含む尾根斜面が、大規模な山体重力変形の兆候と見られる山向き小崖を顕著に発生していること、さらに過去にも大規模な深層崩壊が発生していること等から、今後も深層崩壊の発生リスクが高いことが指摘された。

以上より、深層崩壊跡地、岩盤クリープ等の微地形、および間隙水圧上昇ポテンシャルを総合的に評価することが、深層崩壊発生リスクの高い斜面を抽出する上で有効である可能性が指摘された。今後は、間隙水圧上昇ポテンシャルの定義を明確にするとともに、評価方法の精度向上、および深層崩壊発生メカニズムにおける間隙水圧関与の検証を進める。

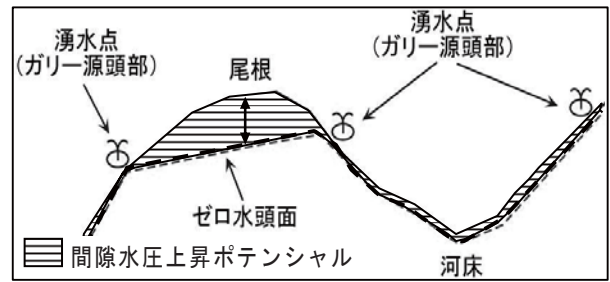


図4 地形面とガリー源頭部から推定した水頭面

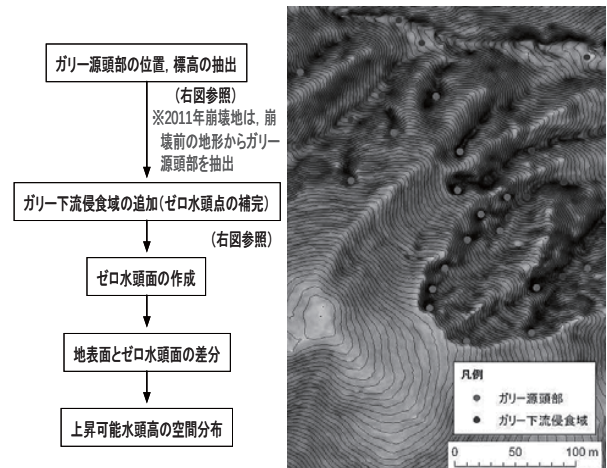


図5 作成手順とガリー源頭部の抽出イメージ

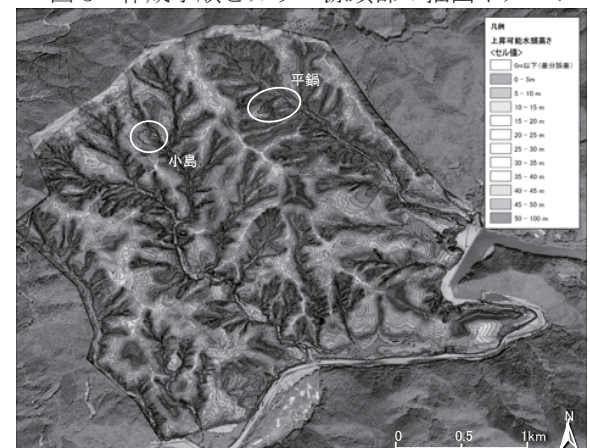


図6 調査地の間隙水圧上昇ポテンシャルマップ

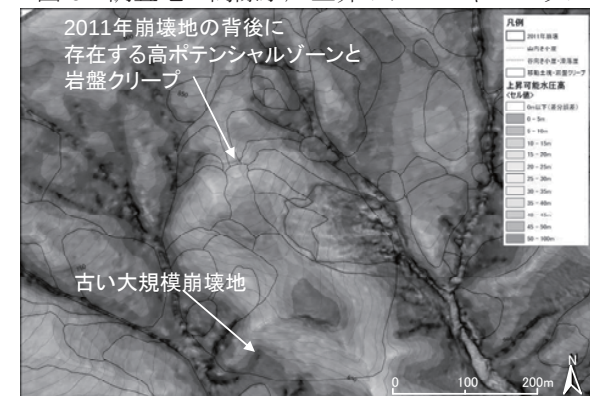


図7 小島地区周囲の間隙水圧上昇ポテンシャル