

3 針原川流域の複合型土石流発生場の地盤構造

○建設省土木研究所 山田孝、南哲行、川崎地質株式会社 菊山浩喜

1. 研究の目的

平成9年7月11日に鹿児島県出水市針原川流域で発生した深層崩壊は、降雨強度のピークに発生する表層崩壊と異なり、降雨のピーク強度から約4時間遅れて発生した。このような時間差が生じる要因として、降雨に敏感に反応しない比較的深い所での地下水の動態が深層崩壊の発生に大きく関わっていると考えられる。深層崩壊の発生に大きな影響を与える要因として地下水の浸透、滞留場、流れ場としての地盤が重要となるが、詳細な地盤構造及びそれと水文現象との関連について不明な点が多い。地盤構造を明らかにし、それと地下水の動態、斜面の不安定化に結びつく飽和帯の形成や間隙水圧の増大との関係を明らかにすることによって、複合型土石流の発生機構を明らかにできると考えられる。また、複合型土石流が発生した斜面の地盤構造の特徴がわかれば、危険渓流を抽出する手法を開発する上での重要な情報となる。

本研究は、針原川流域での深層崩壊地を対象としてボーリング調査（鹿児島県実施）の成果の解析、連続波地中レーダーによる物理探査等を行い、そこでの水文地形学的な地盤構造の特徴を地質面から考察した。

2. 研究方法

ボーリングコア観察、地表踏査、連続波地中レーダーによる手法を用いて、針原川の深層崩壊地周辺の地盤構造を検討した。先ず始めに鹿児島県が平成9年度に針原川の深層崩壊地周辺の16箇所（図-1）で実施したボーリング調査¹⁾から得られたボーリングコアを用いて、亀裂の頻度、方向、開口幅、亀裂面の状態、風化、変質の程度、安山岩の風化の性状等について観察した。また、深層崩壊地法面の切土・整形後に露頭観察を行い、ボーリングコアの観察結果をも踏まえて深層崩壊地内縦断方向の各地層断面を推定した。次にこの深層崩壊地内を対象として連続波地中レーダー（開発主体：川崎地質株式会社）による物理探査を行い、地表から約30mの深さまでの地盤構造を解析した。ただし、連続波レーダー探査では地質の特定は困難であるため、ボーリングコアの観察と地表踏査の結果を補完する目的で用いた。以上の成果により、深層崩壊地での地盤構造を考察した。

3. ボーリングコアの観察により明らかにされた地質区分

- 安山岩Ⅰ（亀裂間隔の比較的広い玉葱状風化を示す安山岩）、
- 安山岩Ⅱ（亀裂間隔の比較的狭い玉葱状風化を示す安山岩）、
- 安山岩Ⅲ（全体が均質に強風化している非常にルーズな安山岩）、
- 安山岩Ⅳ（亀裂頻度は比較的少ないが岩質は脆く軟質化した安山岩）、
- 凝灰岩

4. 地表踏査で明らかにされた各地質の分布

深層崩壊地内とその周辺地域（針原川本川と右支川）において地表踏査を行った結果、ボーリングコアの観察で明らかにされた地質区分（凝灰岩を除く）について次の分布特性が認められた。安山岩Ⅰは深層崩壊地の下部を中心として右岸、左岸側の広い範囲に分布している。安山岩Ⅱは強風化の輝石安山岩は側方斜面深層崩壊地内の上部を中心として、右岸、左岸側の広い範囲に分布し、露岩している。安山岩Ⅲは深層崩壊地左岸側の側方斜面に安山岩Ⅰと安山岩Ⅱを分けるように帯状に分布する。幅は約15mで側方斜面最下部から最上部まで垂直に分布する。安山岩Ⅳは深層崩壊地谷底部（2、3号谷止工付近）に分布する。崩壊地下部の谷止工では掘削面に安山岩ⅣとⅠの境界面が露出している。その境界面の傾斜は南北断面において北方向へ約30～40度である。

5. 深層崩壊地付近の地盤構造

ボーリングコアの観察、地表踏査の結果から推定した連続波レーダー探査 A 測線での横断方向の地質断面を図-2(1)に

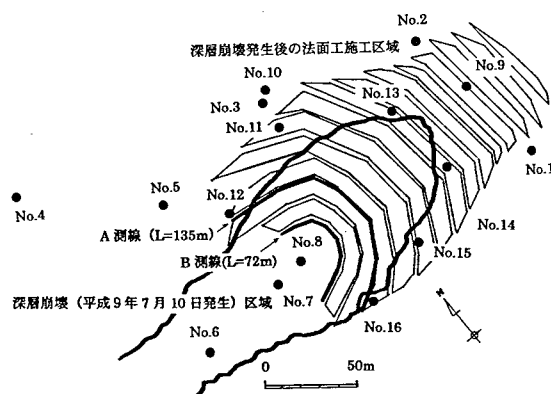


図-1 ボーリング調査（鹿児島県実施）箇所（図中の●）と連続波地下レーダー探査の測線（図中の太い直線区間）

示す。図-2(2)にA測線のプロファイル断面(深度30m)を示す。ボーリング孔No.12から30~110m付近の深度約25mまでの地層境界(An-I基底面)における反射面は比較的連続性が良いので、図中に示す太線を主な地層境界とみなした。図-3(2)をもとに、図-2(1)の修正を行った地質断面図を図-2(3)に示す。連続波レーダ探査から推定されたボーリング孔No.12から30~110m付近の深度約25mまでの地層境界(An-I基底面)における反射面を反映させて、主に太印の箇所のように補正した。連続波レーダの結果を反映させることで連続的な地層境界の形状をある程度の精度で推定できた。

5. 深層崩壊地の水文地形的な地盤構造の特徴

①不透水層の形成

凝灰角礫岩層(Tfbr)、及びその上位の変質安山岩層(安山岩IV層)は亀裂頻度が低いため不透水層を形成していると考えられる。深層崩壊地周辺の湧水はほとんど安山岩IV層の直上で発生していること、これらの地層でのボーリング孔内水位は掘削深度が変化しても一定の水位を保持していること、がこの事を裏付けている。

②地下水の集中

不透水層である凝灰角礫岩とその上位の変質安山岩(AnIV層)は南南東・南東から北北西・北西方向へ傾斜しているためこれに沿った地下水の流れが想定される。ボーリングコアの観察によれば安山岩I~IV層の中でも亀裂発達度の大きな安山岩II層が最も透水性が高いと考えられる。同一タイプの安山岩でも風化程度の相異により透水性が異なる。弱風化~中風化の安山岩は、亀裂の開口と伸長により風化の進行に従って透水性は高くなると考えられるが、中風化~強風化層では粘土化が著しく透水性は逆に低下する。その結果、亀裂頻度の高い安山岩II層の未風化~弱風化岩層(AnII・AnII-W1層)へ地下水が集中すると考えられる。調査時点ではこの付近でのみ降雨時から降雨直後に湧水が確認されていること、深層崩壊発生直後において確認された湧水位置もほぼ同じであること、がこのことを裏付けている。地頭園らは河川流量の観測から深層崩壊地の右岸斜面内には多量の地下水が集中し、その地下水を貯留できる地層構造の存在を推定している²⁾。

③飽和帯の形成

深層崩壊地にはAnI層の風化帯を主体とした深層風化帯が存在し、深層崩壊地に向かって水平方向に透水性が低下することが考えられる。深層崩壊地の南南東~南東方向から安山岩II層の未風化~弱風化帯(AnII, AnII-W1層)を中心に流れてきた地下水はこの強風化帯にぶつかり、地下水の流れが妨げられることによって飽和帯が形成される可能性がある。特に、安山岩層の透水性の違いと調査ボーリング孔内水位を考慮すると、深層崩壊地周辺では不透水層としての凝灰角礫岩と安山岩IVの上位に位置する、主に安山岩I層・安山岩II層の未風化~弱風化層付近が地下水の飽和帯となっていると考えられる。

6. おわりに

今後は、調査ボーリング孔等を利用して降雨時を中心とした地下水観測により、地下水の集中、飽和帯の形成実態を調べるとともに、地盤構造ならびに地下水動態のモデル化により、複合型土石流発生機構の解明につなげていきたい。また、深層崩壊地のミクロな地質特性と広域的な地質特性を元に複合型土石流発生危険溪流の抽出手法を早急に開発する必要がある。今回の調査にあたり、貴重なボーリングデータならびに孔内水位データ等を快く使わせていただいた鹿児島県土木部砂防課、出土木事務所の関係各位に深謝の意を表します。

参考文献

- 1)鹿児島県出土木事務所(1998):災害関連緊急砂防調査委託(針原川その1、2)報告書。
- 2)地頭園隆、下川悦郎(1998):1997年鹿児島県出水市針原川流域で発生した深層崩壊の水文地形的検討、砂防学会誌、Vol.51, No.4, pp21-26。

