

地下流水音と崩壊斜面の地下水噴出現象

独立行政法人 森林総合研究所 ○多田泰之, 落合博貴, 三森利昭

鳥取大学農学部 奥村武信, 本田尚正, 河合隆行, 柳沢甚平

1. はじめに

従来、雨水は土層を降下浸透し、不透水層基盤へ到達すると基盤上で飽和帯が形成され、この飽和帯が拡大することで崩壊が生じると論じられている。この考え方でいくと崩壊は飽和帯の拡大する斜面の脚部ほど発生しやすいことになるが、現実の表層崩壊は集水面積のほとんどない分水界付近でよく発生している。一方、降雨と崩壊発生タイミングについて考えると、崩壊は降雨強度のピーク付近で発生する事例が多い。また、豪雨開始直後、雨水の浸透が十分に行われていない時刻に、崩壊が発生することもある。また、集水モデルによる数値計算では崩壊発生時刻が実際の崩壊発生時刻よりも遅れることが知られている（平松 1990）。さらに、厳密に透水性・保水性を測定しても、浸透解析結果は現地観測データと一致しない場合が多々ある。このような現状における基本的な考え方と実現象との不一致の理由を解決しない限り、崩壊危険箇所の判定は困難と考えられる。

本稿では、地下流水音探査で判定した崩壊を含む水みち経路上で地下水位観測を実施し、地下水の挙動特性と崩壊位置の関連性について検討した。

2. 調査地と観測方法

調査は岡山県鏡野町のヒノキ造林地で行った（写真 1）。調査斜面の地形を図 1 に示す。調査斜面は平均勾配約 35°の尾根型斜面で、地質は花崗岩よりなり、表土に火山灰が 1m 程度堆積している。比高 25m 付近には遷急線が存在し、遷急線より下方で 2 つの崩壊 A・B が存在する。湧水は崩壊脚部、谷などに複数見られる。

この斜面の等高線方向に測線を設け、地下流水音探査（図 2）・電気探査・最高地下水観測を実施した。図 1 に示すように崩壊 B は黒色で示した地下流水音の強い水みち経路上で発生したことが明らかにされた（多田ら 2006）。この崩壊 B を含む水みち経路上で地下水位観測・電気探査・簡易貫入試験を実施した。各測定項目の詳細は次の通りである。

- ①地下水位観測：図 1 中○に示した L1～L7 に観測井を設け、静電容量式水位計を設置した。観測井の深さは $N_c=40$ の基盤までとした。測定は 2006 年 5 月～12 月まで 20 分間隔で行った。
- ②電気探査：応用地質社製シスカルキッド 24 を用いて、図 1 中破線で示した位置で地盤の比抵抗分布を調査した。電極配置はダイポール・ダイポール法とし、電極間隔は 1m とした。
- ③簡易貫入試験：観測井の深さと電気探査結果の妥当性を検討するために、観測井を設置した図 1 中○の位置で $N_c=40$ が得られるまで貫入試験を実施した。

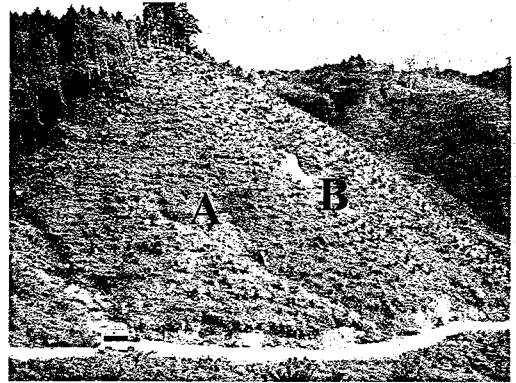


写真 1 観測斜面の様子

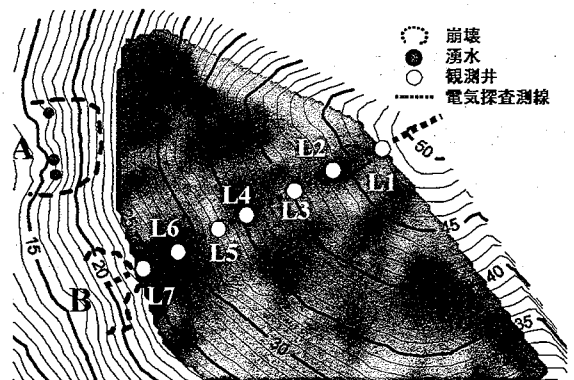


図 1 推定した水みち経路と地下水観測点

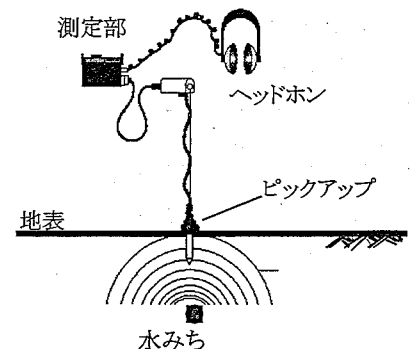


図 2 地下流水音測定の様式

3. 結果と考察

3.1 地下水観測結果

降雨に対する地下水位の応答を検討する。観測期間に記録された降雨イベントとこれに対する地下水位の応答を図3に示した。なお、図中の降雨の番号は累加雨量60mm以上の降雨についてのみ付記している。図より、次のことが読み取れる。

a. 累加雨量60mm以下の場合(①～⑥の降雨以外), L1, L3, L4, L5, L6における地下水位は無い, もしくはわずかである。一方, わずかの降水量でもL2, L7の地下水位上昇高は100cm程度変動している。

b. 累加雨量262mmを記録した②の降雨では, 斜面上方のL1から斜面下方崩壊頭部のL7までの全てで地下水位が記録されている。その中でも, 地下水位の上昇高はL2と崩壊頭部のL7が最も高い。

このように, 斜面における地下水位の応答は均一ではない。特にL2, L7の地下水位は降雨の大きさに関係なく非常に鋭敏に反応する。

3.2 電気探査結果

崩壊Bを含む測線上で実施した電気探査の結果を図4に示した。図中の等値線は比抵抗分布を表し, 暗色であるほど比抵抗が高く乾燥していることを, 白色ほど比抵抗が低く水分量が高いことを表す。なお, 図中●は観測井底の位置($N_c=40$)を表し, これよりも深い部分は花崗岩岩盤で構成されている。

図より, 斜面は複数の花崗岩ブロックで構成されており, 特に黒色で示した2つの花崗岩ブロックは高比抵抗で乾燥していると考えられる。一方, これらの花崗岩ブロック周辺には白色で示した低比抵抗の高水分領域があり, 破線の向きに傾斜している。花崗岩は節理系の発達する岩石であり, これらの低比抵抗領域は岩盤の割れ目であると考えられる。前節で降雨に対して地下水位の応答が良好であったL2, L7は, 割れ目と考えられる比抵抗の境界付近(破線)に位置している。両地点でわずかな降雨でも地下水が発生するのは, 岩盤の割れ目から噴出する裂隙水であると思われる。崩壊がL7の下方で発生しているのは, この岩盤割れ目に起因する裂隙水の影響であると考えられる。

4. まとめ

本稿では, 崩壊を含む水みち経路上で地下水位観測を実施し, 降雨に対する地下水の反応と崩壊位置との関連性を検討した。結果として, 花崗岩岩盤の割れ目から裂隙水が噴出する場所で崩壊が発生していると考えられた。

引用文献

平松晋也ら(1990):雨水の浸透・流下過程を考慮した表層崩壊発生予測手法に関する研究, 新砂防 43(1), p.5~15
 多田泰之ら(2006):地下流水音による山腹斜面の水みち経路分布の推定精度, H18年砂防学会研究発表会, p.148-149

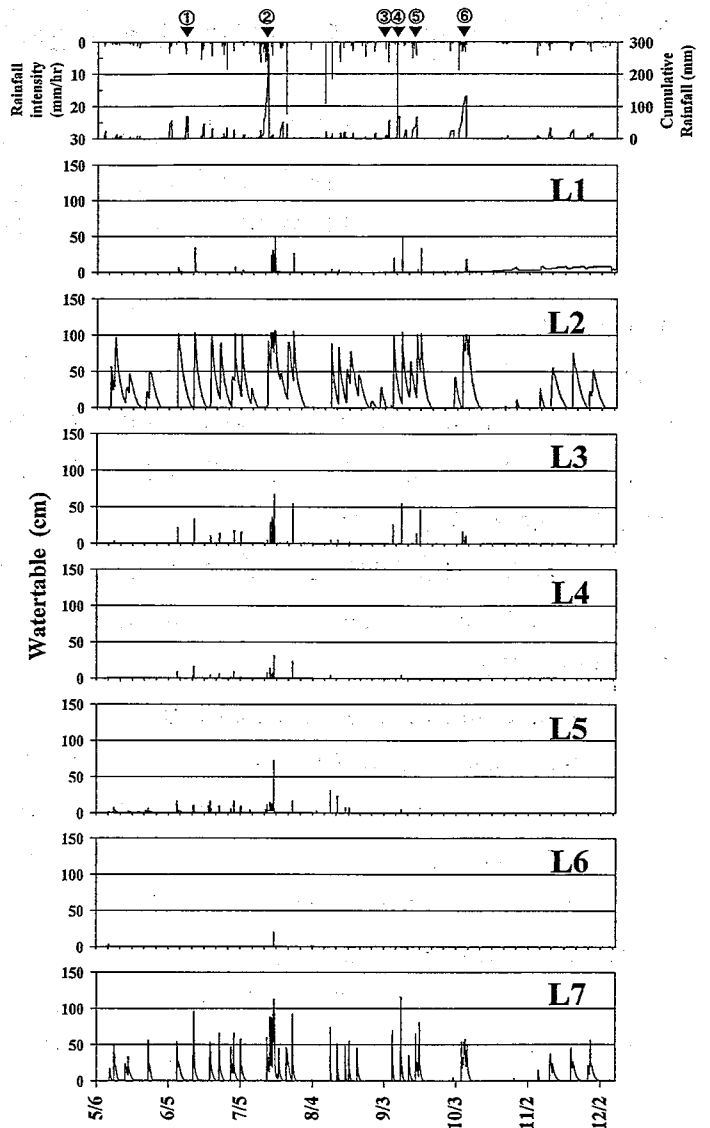


図3 各観測井で確認された降雨イベントに対する地下水位の応答

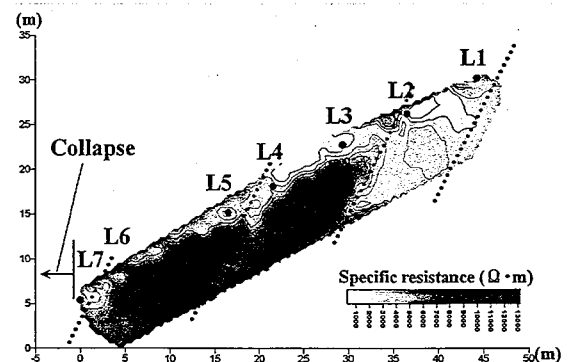


図4 観測斜面の比抵抗分布