

地下流水音探査装置の試作

森林総合研究所 ○多田泰之, 拓和 奥田慎二, 安本寿人, 吉村英俊, 青山浩司

京都大学 藤田正治, 水山高久, 鳥取県 小山 敢, 鳥取大学 河合隆行

森林総合研究所 三森利昭, 大丸裕武, 茨城大学 本田尚正, 鳥取大学名誉教授 奥村武信

1. はじめに

筆者らは、地下水が流れるときに発する曝気音(以下、地下流水音)から危険な斜面を精度よく予測することを目的として、様々な実験、調査、観測を実施してきた。また、特別な技能をもたない技術者でも水みちの位置を精度よく推定できるように普及を目的とした装置の開発を行ってきた。

本稿では、地下流水音探査や種々の実験、調査によって明らかとなった崩壊場所の素因・誘因の特徴をまとめる。また、特別な技能をもたない技術者でも、水みちの位置を精度よく予測できる普及型装置について報告する。

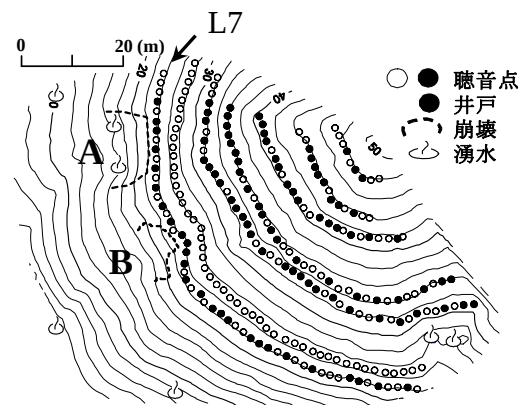


図1 調査斜面と各種測点

2. 調査の概要

調査は、岡山県に位置する花崗岩からなる尾根型斜面で実施した(図1)。この斜面ではA,B 2つの崩壊が発生している。この2つの崩壊の上流側, ○●の位置で地下流水音探査と簡易貫入試験を実施した。また、地下水発生の有無を確認することを目的として、地下流水音の強弱が検知された位置に最高水位計を設置した(図中●)。最高水位は合計11回の降雨イベントで測定した。なお、各降雨イベントで観測された降水量は、21, 40, 40, 42, 43, 58, 62, 69, 86, 148, 206 mmであり、80 mm以上のものは、台風によって観測されたものである。次に、最下部の測線L7で、最高水位計を設置した位置の下流側18箇所にトレンチを掘削し、地表から岩盤まで深さ方向10 cm毎に土壌を採取した。また、各トレンチでNc = 40 が得られた位置の岩盤を破碎し採取した。これらの採取した土壌と岩盤は有機物を処理した後、強熱減量試験を行い風化度を調べた。

3. 結果と考察

3. 1 崩壊場所と地下水発生位置

図2に測線L7で測定された地下流水音の分布と、降水量80 mm以上と以下の降雨イベントで観測された最高水位の平均値を示した。また、図中のハッチは崩壊A,Bの位置を表す。図より、次のことが読み取れる。

①崩壊の発生位置で最高水位と地下流水音が高い値を示す。両者の傾向が合致する。

②降水量80 mm以下で観測された最高水位の分布と平常の降雨後に測定した地下流水音の分布傾向はよく合致する。

③降水量80 mm以下と以上の最高水位を比較する。降水量80 mm以下では地下水位が低い場所でも、80 mm以上の場合では地下水位が上昇している。すなわち、降水量の少ない場合は水みち近傍で地下水位が生じるが、降水量が増加すると水みちが周囲へ拡大する。

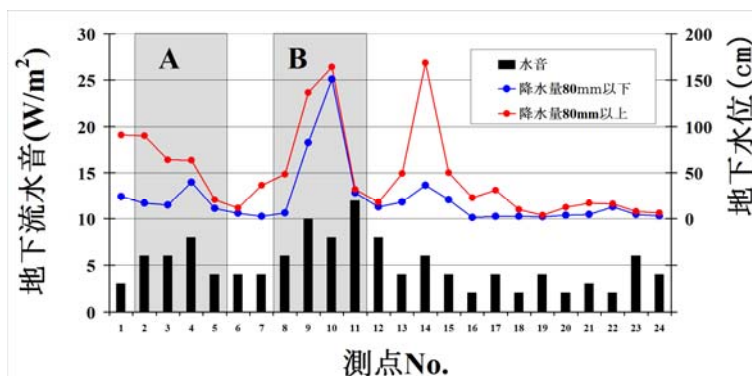


図2 地下流水音と最高水位の分布

これらより、山地にはわずかな降水量でも地下水位が著しく上昇する場所と、上昇しない場所がある。崩壊は地下水位が著しく上昇する場所周辺で発生し、地下流水音探査はこの地下水位が著しく上昇する場所の特定に有効である。

3.2 土層・岩盤の風化と地下水

11 回の降雨イベントで観測された最高地下水位の平均値と簡易貫入試験で $N_c = 40$ が得られた位置の岩盤の強熱減量の分布を図 3 に示した。最高水位の平均値は、その値が高いほど降雨に対して地下水が上昇しやすいことを、強熱減量はその値が高いほど岩盤を構成する鉱物が風化していることを表す。図より、灰色ハッチで示した崩壊位置では平均地下水位が高いだけでなく、岩盤の強熱減量の値も高い。同様の結果は土壌についても確認された。地下水位が上昇しやすい場所では、周囲に比較して地盤の風化が進んでいる。

3.3 崩壊場所の素因・誘因の特徴と地下流水音探査

地下流水音探査は、地下水の流れる音から地下水が集中する場所を特定する単純なものである。しかし、地下流水音の強い場所では周囲に比較して地下水位が上昇しやすいだけでなく、土層、岩盤の風化も進んでいる。多田ら(2007)は地下流水音探査によって林道法面の崩壊位置を予測することに成功した。これは地下流水音探査が、地下水が集中しやすいかつ土層・岩盤の風化している場所、すなわち、崩壊の素因と誘因の両者の条件がそろった場所を特定しているためと考えられる。

以上より、地下流水音探査は崩壊場所を予測する上で理の適った手法であるといえる。

4. 普及型装置の試作

従来の地下流水音探査装置は、測定者の熟練度が低いと水みち位置を正しく特定できない問題を抱えていた。そのため、特別な技能がなくても水みち位置を正しく特定できる装置を作成しなければ、普及は困難であった。そこで、測定ボタンを押すだけで、地下流水音のピーク値を 60 回抽出・記録し、それらの中から現地で発生するノイズを削除した地下流水音の代表値を決定できる装置を開発した(写真 1)。

図 4 は写真 1 に示した普及型装置の測定例である。崩壊位置で地下流水音が強い傾向が良好に再現されている。特別な技能をもたない測定者でも、水みちの位置を正しく推定できることが可能となった。

引用文献

多田泰之他(2007)：地中水みちと崩壊発生位置の関連性，砂防学会誌，Vol.60，No.4，p.3-11

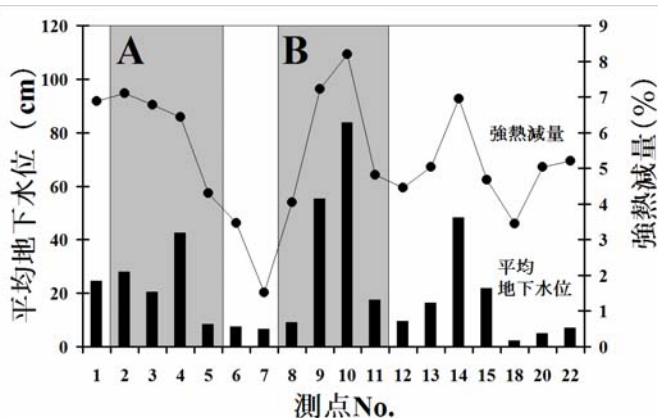


図 3 平均地下水位と岩盤($N_c=40$)の強熱減量の分布



写真 1 普及型地下流水音装置

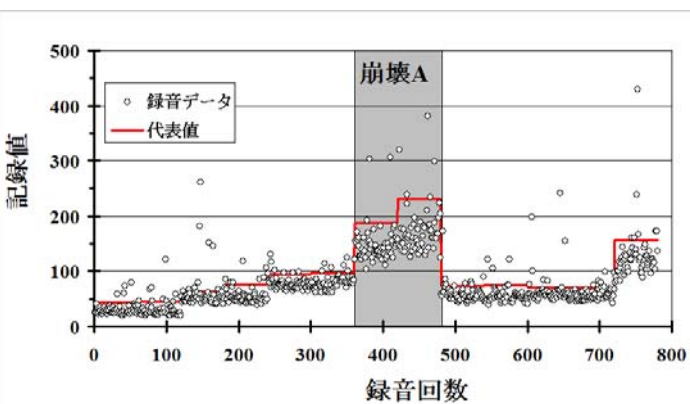


図 4 普及型装置による測定例