

地下流水音の検知とその後の崩壊発生

京都大学防災研究所 ○多田泰之・藤田正治・堤 大三
鳥取大学農学部 奥村武信・本田尚正・小山 敢・河合隆行

1. はじめに

崩壊の前兆現象には古くより湧水に纏わる話が多い。例えば、①湧水の停止。②湧水の噴出。③湧水の濁り。④崩壊地の流水痕跡などが挙げられよう。湧水と崩壊には何らかの関係が存在すると考えられるが、現地で両者の関係を明確に示したものは数少ない。これは機動性に難のある山地において地下に存在する地下水の経路、いわゆる水みちの位置を知る術が無いことに原因する。

本研究では①地下水流の発する音から簡便に地中の水みち位置を判定する手法を開発した。そして、②崩壊地に本手法を適用し、水みち位置と崩壊位置を比較した。また、③地下流水音の分布と2004年の台風によって発生した崩壊位置の対応について検討し、崩壊と水みちの関連性について考察した。

2. 地下流水音の測定とその性質

2.1 地下流水音の測定

水みちの位置は地下流水音の大きさによって評価した。地下流水音は水流の発する音のみではなく、その他の雑音も含む（風音、土・礫の摩擦音等）。しかし、音の周波数帯を選択することで雑音は抑制できる。地下流水音測定装置を写真1に、測定のモードを図1に示した。地下流水音は Pickup に取り付けられたステンレス棒を地表面に刺込み、Hydrostat でノイズのカットや音の増幅を行い、ヘッドホンで聴くことができる。また、地下流水音の大きさはレベルメータで読み取る。

2.2 地下流水音の性質

地下流水音の性質を知るために次のような実験を行った。図2に示す模型土層の中央に多孔管を設置し（深度35or62cm）、 Q_m から6種類の流量を与え（50~300mL/sec）、地表面で地下水流音を測定した。地表面で測定された地下水流音の大きさを図3に示した。図より次のことが読みとれる。①地下水流音は水みちの直上で最も強く、水みちから離れるほど弱くなる。②水みちの深さが等しければ、流量が多いほど地中音圧のピークは大きい。③水みちの流量が等しければ、水みちが浅い方が地下水流音のピークは大きい。なお、自然斜面で同様の試験を実施したが、湧水点直上で地下水流音が大きくなる実験と同じ結果を得た。

3. 水みち位置と崩壊位置の関係

自然斜面と林道法面で発生した崩壊を対象に地下流水音を調査した。ここでは、岡山県北部の自然斜面で発生した表層崩壊と鳥取県下の林道で発生した法面崩壊の事例を説明する。

【自然斜面】；地質が花崗岩からなる勾配30°の尾根型斜面の4箇所では崩壊が発生している（写真2）。各崩壊の特徴は次の通り。①崩壊A；幅2m，崩壊深1.0m。湧水1箇所存在。

②崩壊B；幅6m，崩壊深1.0m。湧水2箇所存在。③崩壊C；幅12m，崩壊深2.0m。湧水なし。④崩壊D；幅2m，崩壊深1.0m。湧水なし。写真2中の破線の位置で測定した地下流水音の分布を図4に示した。

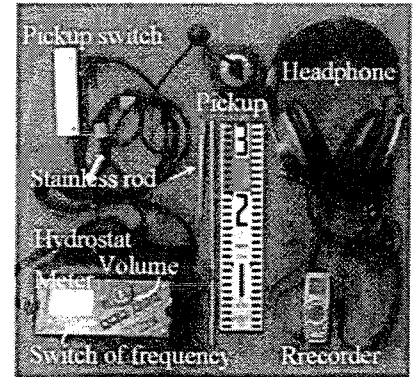


写真1 地下流水音測定装置

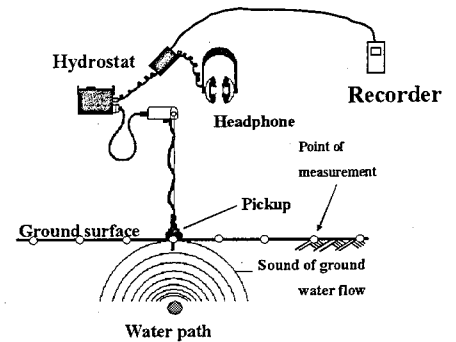


図1 地下流水音測定の模式

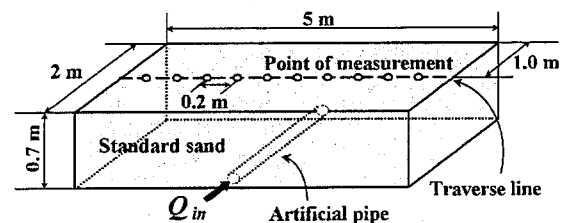


図2 模型土層

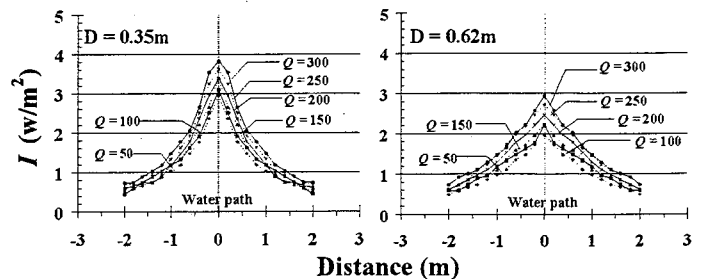


図3 地下流水音の測定結果例

なお、図中のハッチは崩壊範囲を表す。地下流水音のピークと崩壊位置が合致している。

【切り取り法面】；吹付け緑化された法面の4箇所（A～D）で崩壊が発生している（写真3）。各崩壊の特徴は次の通り。①崩壊A：幅2m，崩壊深1.0m。湧水なし。②崩壊B：幅4m，崩壊深1.0m。湧水なし。③崩壊C：幅6m，崩壊深1.0m。豪雨時に湧水発生。④崩壊D：幅4m，崩壊深1.0m，湧水なし。地下流水音の測定結果を図5に示した。崩壊位置と地下流水音のピークが合致している。

→→崩壊は地中水の集中する部位で発生する。

4. 地下流水音のピークが確認された部位のモニタリング

崩壊地と同レベルの地下流水音のピークが存在するが、崩壊の発生していない斜面も存在する。このような地下流水音にピークが検知された斜面のその後の地形変化をモニターした。

前述の切り取り法面は、2004年7月12日に地下流水音を測定した。その後、2004年9月29日～30日に接近した台風21号によって多量の降雨がもたらされ、崩壊が発生した。台風通過後10月1日の法面の様子を写真4に示した。崩壊は、幅30m，崩壊深1.5m

の規模で発生した。崩壊前の様子（写真3）と比較すると、法枠の左側、写真3(a)の部位が大きく崩落した。この崩壊位置を図5に照合したのが図6である。崩壊は3つの地下流水音のピークが検知された部位で発生している。

→→斜面には、日常的に地中水の集中する部位（水みち）が存在し、豪雨によってその部位に多量の地中水が供給され崩壊が発生する。

5. まとめ

本研究では以下のことが明らかとなった。

①地下流水音によって水みち位置を簡便に調査する方法を新たに開発した。水みち直上で地下流水音が最も大きくなることを確認した。②自然斜面・法面で地下流水音を測定し、地下流水音と崩壊位置の関係について検討した。崩壊の発生している位置では地下流水音が大きく、地中水の集中する部位で崩壊が発生していることが確認された。また、③地中音にピークが認められた斜面をモニターした結果、豪雨によってその部位が崩壊した。斜面には、日常的に地中水の集中する部位が存在し、豪雨によってその部位に多量の地中水が供給され崩壊が発生すると考えられた。

従来、同じような地形地質であっても崩壊する斜面としない斜面があり、その理由を明確に回答できないことが多くあった。本研究の結果から、崩れる斜面と崩れない斜面には根本的に水の供給のされ方が異なるという知見を得た。今後災害調査をする場合にはこのような水の供給のされ方の違いについても目を向ける必要がある。

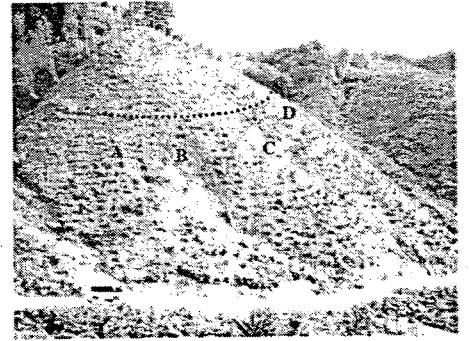


写真2 自然斜面の様子

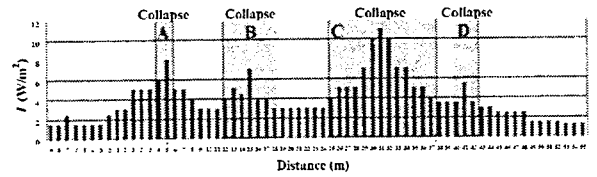


図4 地下流水音の大きさと崩壊位置の対応

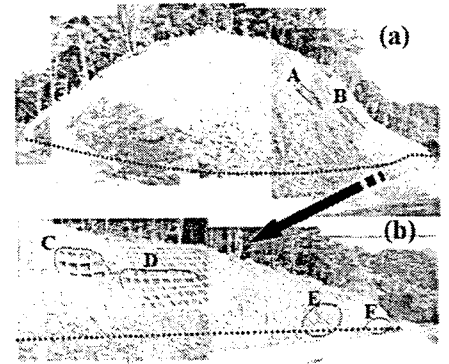


写真3 切り取り法面の様子

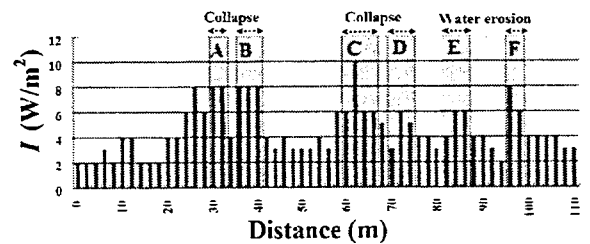


図5 地下流水音と崩壊位置の対応



写真4 台風によって発生した法面崩壊

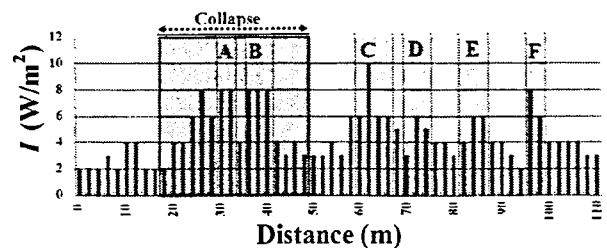


図6 地下流水音の分布と崩壊発生位置の比較