

## 地下流水音による地下水集水地点の抽出

河合 隆行

### 1. はじめに

わが国では、明治期まで1件の風水害で数千人以上の死者が出る水害が度々生じていた。しかし、治水三法が定められた後の1900年頃より死亡者数は減少に転じ、1980年代に100人/件を下回る。そして、1983年の昭和58年7月豪雨災害を最後に今日まで100人/件を上回る風水害は30年間生じていない（多田, 2010）。一方、この少なくなった死亡者数を更に少なくすることは大変に難しい。これは、面的広がりをもった山地の中において点で発生する崩壊を精度よく予測しなければならないからである。広い山地の中で崩壊が発生する場所を事前に予測するには、地下水が湧出する場所を特定することが大きな鍵となる。しかし、従来の方法は山地で実施するには大がかりなものが多く、斜面での多点実施には不向きであった。そこで、崩壊の発生しやすい急勾配の斜面で、地下水の発生しやすい場所を簡便に調べる地下流水音探査法の開発を試みた。

### 2. 地下流水音

地下流水音とは、地中水の飽和帯と不飽和帯の境界面で発生する曝気音のことである。曝気音は、飽和帯の地下水が流動することによって飽和-不飽和境界付近の間隙空気が移動し、その結果、土壌粒子間の水膜がはじける際に発生していることが明らかになっている。筆者らは、この曝気音が地下水面付近で局所的に大きいことに着目し、微少な音波を地表面から集音する装置の開発を行った。

測定装置は、1.微少な音波を捉えるピックアップセンサ（ $\phi 0.8 \times 15\text{cm}$ のステンレス棒を含む）、2.本体（ピックアップセンサで捉えた音を増幅する増幅回路、風等の雑音を遮断するフィルター回路、地下流水音の音圧を指示するレベルメータを含む）、3.ヘッドホンからなる（図.1）。この装置は、山地災害斜面での利用を念頭に開発されたため小型軽量であり、また測定方法も集音センサを地表面に挿入するだけという非常にシンプルなものである。そのため1地点の測定時間は数分であり、観測条件の厳しい野外での調査に適している。



図 1 地下流水音測定装置

### 3. 山地斜面における地下流水音測定例

長野県岡谷市の山地において、2006年の集中豪雨で小規模な斜面崩壊が多発した。その崩壊跡地において、地下流水音測定を実施した。実施期間は2014年6月上旬で、測定前1週間に日雨量10mm以上の降水は観測されていない。図2に示した測定結果のうち、網線で囲った地域が2006年の崩壊地、丸点が地下流水音測定地点、丸点の大きさが音の大きさである。なお、調査地の地質は約150万年前に形成された安山岩質火山岩である。図より、崩壊発生地点の直上で地下流水音が相対的に大きくなっていることが明らかである。このように地下流水音が大きい地点は、岩盤の構造上、常に地下水が集中しやすい状態になっていると考えられる。また、それが要因の一つとなって集中豪雨の際に斜面崩壊を引き起こした可能性が高い。

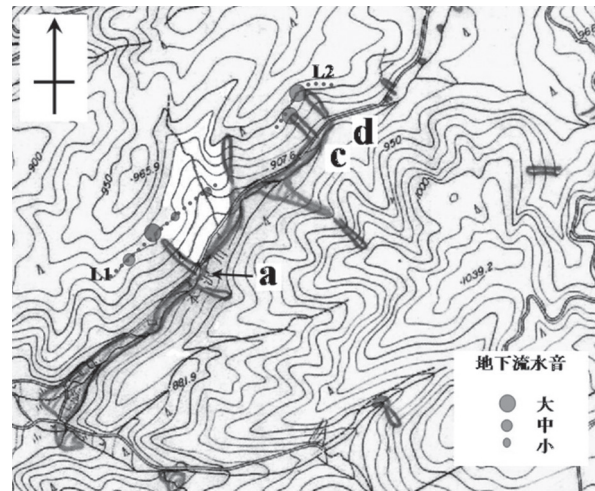


図2 斜面崩壊地点における地下流水音分布

地下流水音探査は、平常の降雨後にこの音の強い場所を探すことで「地下水移動の特異点」を抽出することが可能であり、斜面災害の発生地点の予測において有効である。

### 4. 地下流水音による地下水位の予測

扇状地から平野にかけての比較的均一に地下水が帯水・流動している地域では、飽和 - 不飽和境界、つまり地下水面に非常に近い地点において、面的に地下流水音が発生していると考えられる。音は距離によって減衰するため、音の大小で地下水面までの距離を推定可能と想定し、日本国内、モンゴル、アメリカ合衆国の火成岩・堆積岩・変成岩・平野堆積物の各地質条件にて観測を行った。観測では観測井にて地下水位を、同地点で地下流水音を測定した。

結果を図3に示す。図より、地下水位が深くなるにつれて音も小さくなるという傾向が分かる。地質条件が複数であるためかデータのばらつきがみられるが、図3中の破線で示される近似式の1m誤差線から、多くの測点が1m誤差内におさまっていることがわかる。このように地下流水音を用いることで、10m程度の深さまで地下水位を精度よく推定できることが示唆された。

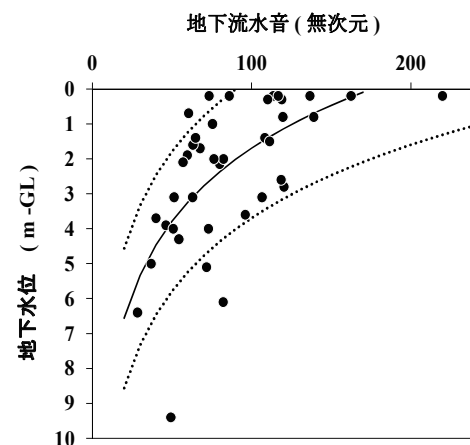


図3 地下流水音と地下水位の関係

### 参考文献

多田泰之 (2010) : 砂防学講座「日本の国土の変遷と災害」をはじめめるにあたって、砂防学会誌, 63-4, 40-43