

山地斜面における自然電位測定による地下水流動系の推定

Estimation of Groundwater Flow using Self-potential Measurements in Hillslopes

安部 豊[1], 後藤 忠徳[2], 近藤 和也[3], 辻村 真貴[4]

Yutaka Abe[1], Tada-nori Goto[2], Kazuya Kondo[3], Maki Tsujimura[4]

[1] 筑波大・生命環境研・地球環境, [2] JAMSTEC, [3] 愛教大・地球環境, [4] 筑波大・地球

[1] Geo-Environmental Sci., Life and Environmental Sci., Univ. of Tsukuba, [2] JAMSTEC, [3] Dept. Environ. Earth Sci., Aichi Univ. Educ., [4] Inst. of Geosci., Univ. of Tsukuba

山地斜面を対象として、地表面の自然電位と地中水の流動との関係を明らかにし、自然電位測定の降雨流出過程研究における適用の可能性を検討することを目的として、野外における自然電位測定、水文測定、およびカラムを用いた室内実験を行った。

土壌水分貯留量、河川比流量、地下水面標高、および地下水のフラックスなどの水文現象と電位の間にも、それぞれ相関関係が認められた。特に、野外における測定、およびカラム実験の双方において、自然電位と動水勾配との間に、線形的な正の相関関係が認められた。このことは、本手法によって、地下水流動を定量的に把握し得る可能性があることを示唆する。

降雨流出過程を解明する上で、浅層から深層に到る地中水流動の一括した把握の重要性が、近年報告されている(例えば、恩田ほか, 1999)。従来、斜面地中水流動の把握のためには、水位測定や水質、同位体分析などが行われてきたが、費用などの制限から、測定地点数が限られてしまうなどの問題があった。

一方、地球物理学の分野では、従来から地表面の自然電位や比抵抗を測定することによって、地下の情報を得てきた(島ほか, 1995)。その中で、火山活動や地震に関する観測の一環として測定された自然電位の値に、地下水流動が原因とみられるデータが確認されている(Sasaki et al., 1997)。このことは、自然電位を測定することにより、地下水流動を把握できることを示唆するものである。したがって、もし自然電位差を観測することによって、地下水流動に関する様々な情報が得られれば、斜面水文学の研究に新たな手法が加わることになる。そこで本研究では、山地斜面を対象として、地表面の自然電位と地中水の流動との関係を明らかにし、自然電位測定の降雨流出過程研究における適用の可能性を検討することを目的として、野外における自然電位測定、水文測定、およびカラムを用いた室内実験を行った。

長野県川上村、筑波大学川上試験流域において、流域の頂点から谷の縦断方向に流路長約450mにわたる流域で自然電位を測定した。自然電位測定の際には、流域上流部で河川の湧出点を確認し、複数地点において適宜流量観測を行い、また、流域下流部では、ピエゾメーターによる水位ポテンシャルの測定を行った。

野外で観測された自然電位の変化は、水文現象の他にも様々な場の条件を反映していることが予想される。そこで、多孔質媒体中の電位差と流量の関係を定量的に検討するために、カラム実験を行った。直径16cm、高さ70cmのカラムに砂をつめて、電極を差し込み、流量を任意でコントロールしながら電位の測定をこない、電位、動水勾配の関係をみた。

以上の観測、実験の結果、以下の結果考察が得ることができた。

山地源流域において山頂から斜面下方に自然電位を測定すると、自然電位の分布は山頂付近で急激に低下し、その後、徐々に上昇するという傾向がみられた。この傾向は、他の測定地域でも認められ、斜面スケールに関わらず山頂部付近における一般的な自然電位分布の特徴である可能性がある。このとき、尾根部から斜面に沿って低下した自然電位が上昇に転ずる地点は、河川の湧出点に相当するようにもみうけられた。

流域上流部において、自然電位と土壌水分貯留量の間には、山頂より50m程度の範囲では相関関係が見られた。また、流域下流部における自然電位測定では、地下水面が浅い部分において低く、地下水面が深い部分で高い傾向が認められた。

自然電位は、地下水流動が地表面に対して上向きの部分で高い値を示し、逆に下向きの部分で低い値を示すという傾向が認められた。

野外における測定、およびカラム実験の双方において、自然電位と動水勾配との間に、線形的な正の相関関係が認められた。このことは、本手法によって、地下水流動を定量的に把握し得る可能性があることを示唆する。