

土壌水分計付貫入計、比抵抗映像法、地中レーダー法の現場斜面への適用と比較

京都大学農学研究科 ○山川陽祐・正岡直也・小杉賢一朗・水山高久

(独)森林総合研究所 多田泰之

鳥取大学農学部 岩村尚樹

(株)田中地質コンサルタント 田中謙次・野村成宏

(株)環境総合テクノス 青野健治

背景と目的

山腹斜面において豪雨時に頻発する表層崩壊のメカニズム解明および発生予測を行う上で、その誘因となる地中水の挙動に着目した斜面地盤内の構造を把握することが大きな課題となっている。小杉ら(2004)、山川ら(2007)が研究開発した土壌水分計付貫入計・CPMP(Combined Penetrometer-TDR Moisture Probe)は貫入試験を行いながら土壌水分を直接的に計測する計測精度の高い手法である。ただし、データが得られるのは貫入試験を実施した地点に限られるため、広範囲を対象とした探査では十分な空間分解能が得られない可能性がある。一方、比抵抗映像法、地中レーダー法といった地表面からの物理探査法は、基岩層内部に及んだ水分分布、地質構造を探査することができる反面、それらの計測値は地盤自体の特性と水分量の両パラメータによって決定されるため探査精度に限界がある。本研究では、CPMP、比抵抗映像法、地中レーダー法の三手法を同一斜面に適用することによって、①各計測手法の計測精度を比較、検証すること、さらに、②各計測結果の補完的な解釈から得られる地盤内の水分分布及び構造について検討することを目的とした。

方法

花崗岩を母材とする滋賀県桐生水文試験地内の河道沿い平衡斜面において、斜面縦断方向に測線を設定した(図-1)。同測線上において、Ⅰ時期(2007年6月19-20日)に比抵抗映像法による比抵抗分布計測(電極配置:ダイポール・ダイポール法、電極間隔:75 cm)とCPMPによる貫入抵抗および体積含水率の計測(図-1中、↓印の計17地点)、Ⅱ時期(2007年7月31日)に地中レーダー(アンテナ周波数:200 MHz)による電磁波の反射波形の計測とCPMPによる貫入抵抗および体積含水率の計測(計5地点)をそれぞれ実施した。なお、いずれの時期にもCPMPによる貫入孔を用いて地下水位の計測を行った。

結果と考察

【比抵抗映像法／CPMP】

斜面下端において、体積含水率の鉛直分布が急激に増加する深度と実測の地下水位が良好に一致し(図-1下)、CPMPを用いて土層中の地下水面を正確に把握できることが示された。図-1の比抵抗分布と土壌体積含水率の分布を比較すると、斜面上部表層の高比抵抗域と乾燥領域、斜面下端の低比抵抗域と湿潤領域がそれぞれ概ね良好に対応した。ただし、比抵抗分布(図-1上)から明瞭な地下水面や土層-基岩境界面を窺うことは出来なかった。本研究によって、比抵抗分布に土層深と土層含水率の情報を付加することにより、地盤内構造の解釈がより正確になされることが示唆された。例えば、斜面下端の低比抵抗領域には地下水帯が存在し、斜面上部深層の低比抵抗領域には未風化の新鮮な岩塊が存在することが推定された。

【地中レーダー法／CPMP】

測線全体における、地中レーダーによる反射波記録(図-2上、色が白いほど強い反射を表す。なお、深度軸の値は地盤の比誘電率を9.0と仮定した場合。)とCPMPによる比誘電率分布(図-2下)を比較すると、地下水面や土層-基岩境界面に対応するような明瞭な反射波の分布が見られなかった。ただし、図-3に示したように、比誘電率すなわち体積含水率が単純な鉛直分布を呈する箇所(図-2中のA点)では、地下水面深度と反射振幅のピーク深度が良好に対応した。本研究の対象斜面では、全般的に見て、複雑な水分分布および地盤構造を十分に捉えることは困難であると予想された。

今後、地中レーダーの天然林斜面への適用に向けて分解能や解析手法を検討し、精度を向上させることが課題となる。

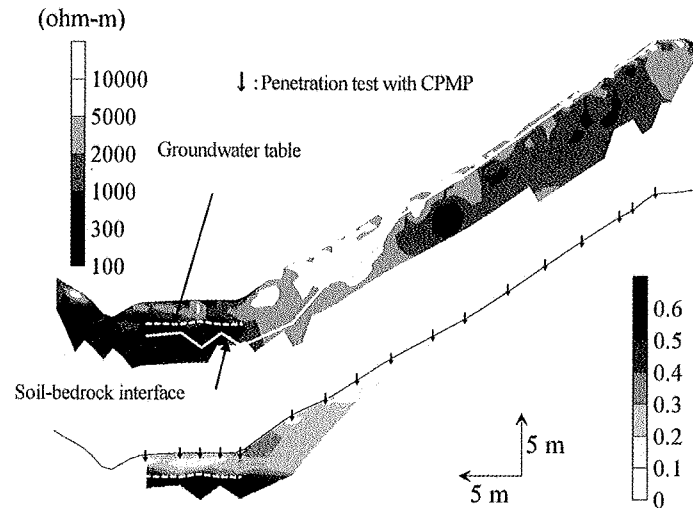


図-1 比抵抗分布（上）と土壌体積含水率の分布（下）

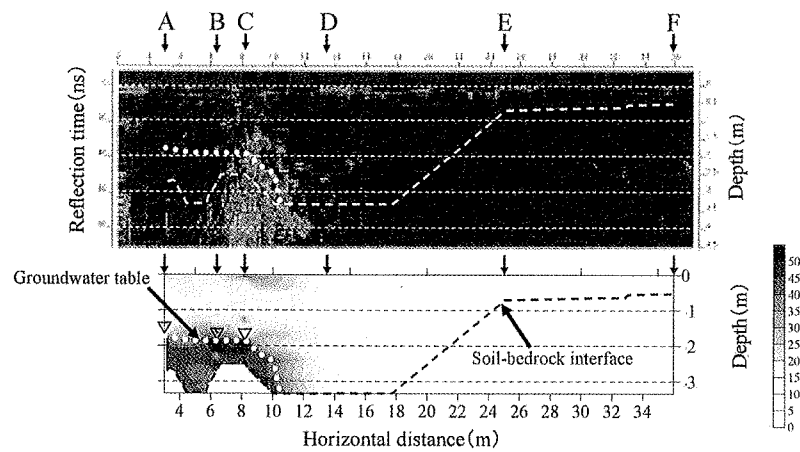


図-2 電磁波反射の記録（上）と比誘電率の分布（下）

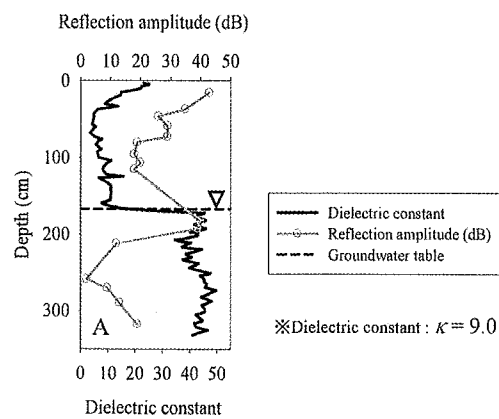


図-3 A点における比誘電率と反射振幅の鉛直分布

〈引用文献〉小杉賢一朗ら：斜面土壌水分空間分布計測のための土壌水分計付貫入計の開発、砂防学会誌, Vol. 57, No. 3, p. 3-13, 2004
 山川陽祐ら：土壌水分計付貫入計の改良、砂防学会誌, Vol. 60, No. 4, p. 34-39, 2007