

電気探査法を用いた山腹斜面における土壌水分分布計測

Application of electrical resistivity imaging for measuring water content distribution in hillslopes

○山川陽祐(筑波大・農林技術センター), 小杉賢一朗, 正岡直也, 水山高久(京都大・農学研究科)

1. はじめに

流域内の選択的な箇所において表層崩壊が発生するメカニズムを理解する上で、斜面土層内における空間的に不均質な地下水挙動を把握することが基本的な情報として非常に重要となる。近年、主に地盤環境分野において物理探査法の一つである電気探査法を用いて地盤内の水分分布をモニタリングする試みが精力的に検討されている。しかしながら、特に急峻な山地斜面においては、その有効性および計測精度の限界について、原位置における直接的な手法との比較に基づいた検証がほとんどなされていない現状にある。本研究では、花崗斑岩を母材とする森林斜面に電気探査法を適用するとともに、同測線において土壌水分計付貫入計 (CPMP) (山川ら, 2007; Kosugi *et al.*, 2009) を用いた土壌水分の直接計測を行い、電気探査法の水分分布計測手法としての適用性の検証を行った。さらに、花崗岩を母材とする斜面における同様の検証結果 (Yamakawa *et al.*, 2010) を本研究のデータと併せて解析することにより、当該の検証における地質条件の影響を検討した。

2. 研究サイトと方法

試験は京都大学防災研究所穂高砂防観測所ヒル谷試験流域内の斜面において実施した。基岩地質は風化花崗斑岩である。斜面縦断方向および等高線方向に合計5本の測線を設定し、それぞれ無効条件下において、電気探査装置 (E60CN, Geo-pen 社製) を用いた比抵抗計測および CPMP を用いた土壌体積含水率の計測を行った。比抵抗計測については、電極間隔 0.5m, ダイポール・ダイポール法の電極配置を採用した。

3. 結果と考察

花崗斑岩の流域において、CPMP によって直接計測した土壌体積含水率 (θ) と電気探査法により得た土壌の比抵抗値 (ρ) は斜面全体にかけて概ね良好な相関 ($R^2=0.54$) (Fig. 1) を示した。花崗岩の流域における結果 ($R^2=0.53$) も踏まえ、自然斜面の土壌水分分布を効果的に捉える物理探査手法として、電気探査法の有効性が原位置による直接検証に基づき示された。花崗斑岩流域および花崗岩流域の θ - ρ データ群は、大局的には同一のモデル (Archie の式) によってフィッティングが可能 ($R^2=0.33$) であったことから、地質および土質の状況次第では、原位置における直接的な水分計測によるキャリブレーションを必要とせず比抵抗の計測のみから斜面土層の水分分布を定量的に把握し得ることが示された。ただし、比抵抗の計測からより高精度に土壌水分分布を定量評価するためには、それぞれの地質・土質条件下における原位置キャリブレーションによって流域毎あるいは斜面毎の θ - ρ モデルを取得する必要があることが示された。そのため手法として CPMP が非常に有効であることが示された。

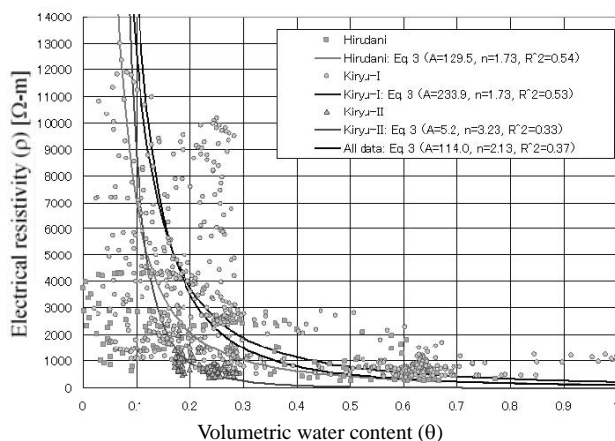


Fig. 1 Correlation between volumetric water content and electrical resistivity

引用文献: 山川ら, 2007, 土壌水分計付貫入計の改良, 砂防学会誌, Vol.60, No.4, pp. 34-39; Kosugi *et al.*, 2009, A combined penetrometer-moisture probe for surveying soil properties of natural hillslopes, Vadose Zone Journal, Vol. 8, No. 1, pp. 52-63; Yamakawa *et al.*, 2010, Use of a Combined Penetrometer-Moisture Probe together with Geophysical Methods to Survey Hydrological Properties of a Natural Slope, Vadose Zone Journal, Vol. 9, No. 3, pp. 768-779.