

# 滋賀県葛川試験地における空中電磁探査による三次元比抵抗構造

大日本コンサルタント株式会社 ○影浦亮太, 奥村 稔, 河戸克志, 佐藤敏久  
京都大学大学院農学研究科 小杉賢一朗, 正岡直也

## 1. はじめに

岩盤中の水理地質構造と降雨による地下水の挙動は、深層崩壊の発生メカニズムに大きく関与しているといわれている。岩盤中の水理地質構造を把握するためには、ボーリングを実施して地質構造を確認し、地下水位を直接計測することが効果的であるが、ボーリングでは経費や労力の問題から調査数量に限りが生じるため、広域調査手法の開発が必要である。空中電磁探査は広域調査手法の一つと考えられ、詳細な水文観測とボーリングが実施されている滋賀県葛川試験地においてその適用性の検討が進められている<sup>1), 2)</sup>。一方、空中電磁探査結果の分析方法として、空間フィルタを用いた比抵抗エッジ抽出手法が新たに提案<sup>3)</sup>された。しかしながら、この提案手法は火山地域での地質の不連続構造の検討を対象としたもので、付加体堆積岩山地における水理地質構造の検討に適用できるかは不明である。

そこで、本稿は、付加体堆積岩山地である滋賀県葛川試験地において、岩盤中の水理地質構造を把握する方法として空中電磁探査結果に空間フィルタを適用した結果とその三次元展開の可能性について報告する。

## 2. 滋賀県葛川試験地の概要

滋賀県葛川試験地は、最大で約 880m の比高差を有し、最大斜度 85.9°（平均斜度 35.0°）の大起伏急峻斜面に設定されている。地質は、チャート及び珪質岩を主体とし、泥岩、砂岩、玄武岩等からなる丹波帯の付加体堆積岩である。周辺には、直線的な断層線を示す横ずれ第四紀断層があり、これに平行した派生断層が斜面内に存在する<sup>4)</sup>。

滋賀県葛川試験地では、ボーリングによる地質構造調査と湧水の湧出量及び岩盤内地下水位の計測からなる集中的な水文観測が実施され、地下水位が異なる複数の地下水帯が確認されている<sup>5)</sup>。また、この滋賀県葛川試験地を含む広域斜面で、空中電磁探査が実施されている<sup>6)</sup>。

## 3. 空間フィルタの検討

空中電磁探査で取得する比抵抗 ( $\Omega \cdot m$ ) は、体積含水率 (= 間隙率 × 飽和度) と粘土の含有量を反映していることから、比抵抗の変化は地下水や地質の状態変化を示している。地下水の飽和・不飽和の境界である地下水位は比抵抗が急変している可能性があり、その比抵抗の急変部を比抵抗の画像処理を行って数値化できるかについて、デジタル画像処理 [改訂新版] 編集委員会 (2015)<sup>7)</sup> を参考に検討した。

滋賀県葛川試験地の水理地質構造は「断層の遮水による地下水のプールならびに断層線に沿った地下水位の上昇」と報告されている<sup>1)</sup>ことから、瀬戸ら<sup>3)</sup>が提案した深度方向の空間フィルタ（一次元）ではなく、水平方向の変化も反映する二次元の空間フィルタが望ましいと考えた。また、比抵抗エッジの抽出感度の高い 2 次微分フィルタであるラプラシアンフィルタ (Laplacian filter) を採用することとしたが、ノイズも同時に強調されるため、これを低減するために、先ずガウシアンフィルタ (Gaussian filter) で平滑処理を行った後にラプラシアンフィルタを施す、LoG (Laplacian of Gaussian) 解析を適用した。なお、LoG 解析のメッシュサイズは 1m、フィルタサイズを 11×11 メッシュとしたため、メッシュ数が整わない領域 (表層～深度 6m) は LoG 解析ができないことに注意が必要である。

## 4. 適用結果

滋賀県葛川試験地におけるボーリングと検討断面の位置を図-1 に示し、空中電磁探査結果に LoG 解析を適用した結果を図-2 の検討断面図に示す。また、ボーリング結果との対比検討の事例として、ボーリング d2 における地質及び地下水位と空中電磁探査の LoG 解析結果との対比図を図-3 に示す。

ボーリング d2 地点の基岩は、主として砂岩頁岩互層の破碎帯からなり、粘土化の著しい断層粘土で遮水されるように深度 12.38m と深度 20.76m の 2 深度に地下水位が確認されている。LoG 解析による最小値は深度 13m に出現しており、深度 12.38m の浅層の地下水位と概ね一致した (図-3)。また、LoG 解析結果で-300 よりマイナス側に着色表示した領域は、ボーリング d1, d2, d3, d4 で浅層の地下水位の分布と概ね一致することが確認できた (図-2)。特に、LoG 解析結果は、ボーリング d3 付近を境として、斜面上方 (d1, d2) では深度 12m にあった浅層の地下水位が、斜面下方 (d4) では深度 20m へと深くなる様子を概ね捉えている。

このように LoG 解析結果は、断層粘土の遮水により地下水位が変化する水理地質構造<sup>1)</sup>に概ね一致していた。

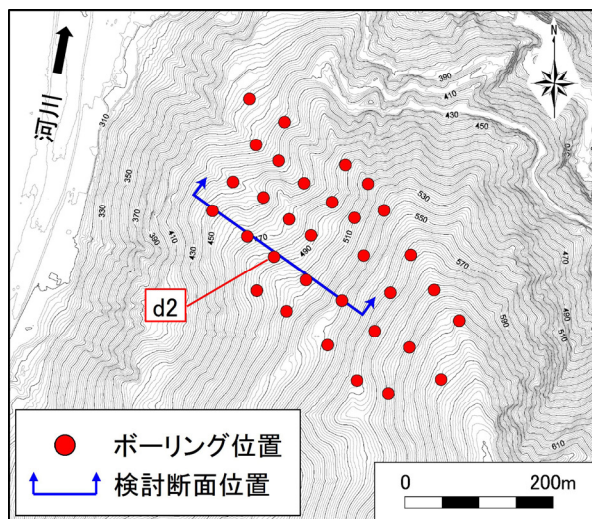


図-1 検討位置図

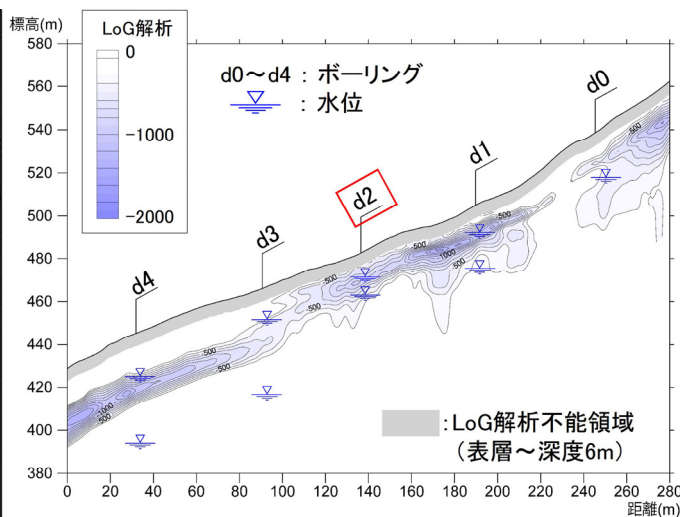


図-2 検討断面図

ボーリング:d2

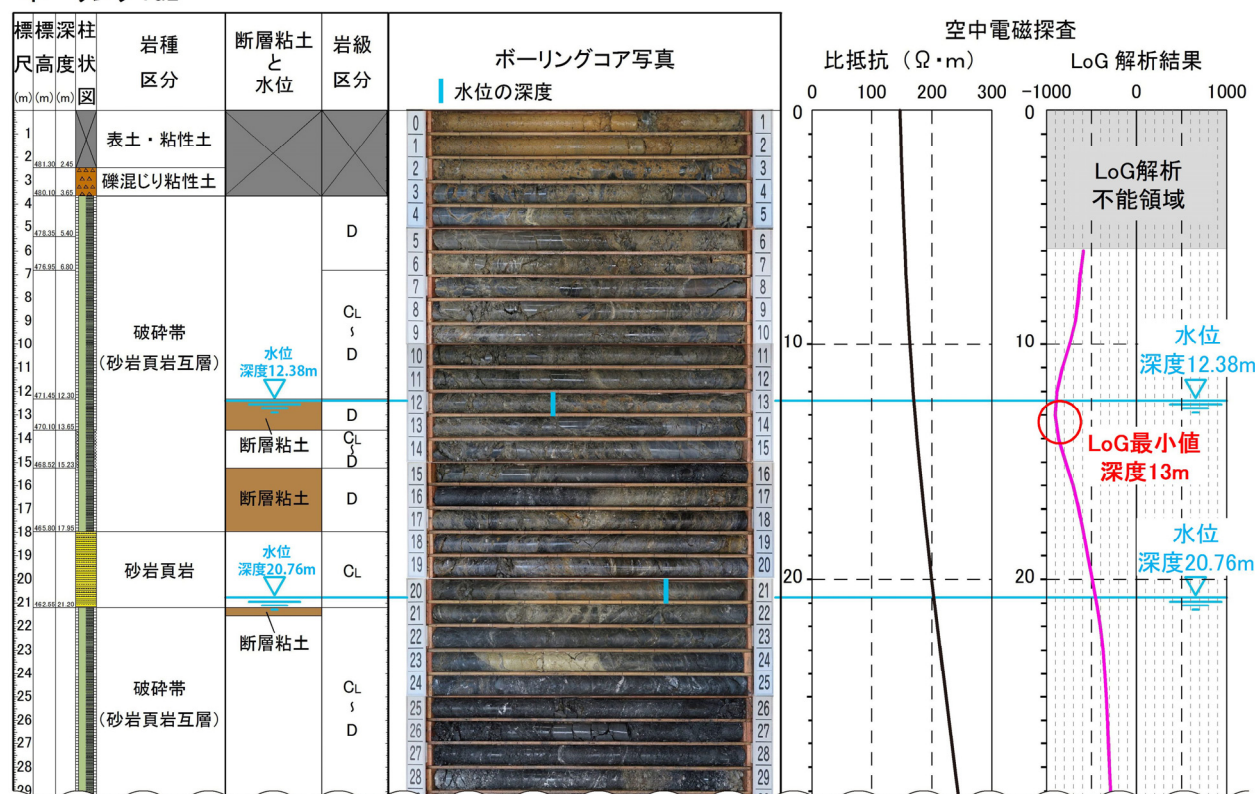


図-3 ボーリング結果とLoG解析結果の対比図

## 5. まとめと今後の課題

空中電磁探査結果にLoG解析を適用した結果、断層粘土の遮蔽により地下水位が変化する様子を概ね捉えることができた。これにより、空中電磁探査結果にLoG解析を適用することで、比抵抗急変部である地下水位の三次元構造が把握できる可能性がある。今後は、滋賀県葛川試験地で実施された他のボーリング結果と対比検討を行って、本研究で示した解析手法の適用条件を明らかにするとともに、地下水位の三次元構造について検討を行う予定である。

謝辞：本研究はJST・CRESTプロジェクトの補助を受けた。

## 参考文献

- 小杉ら：地形解析・調査ボーリング・高密度電気探査・空中電磁探査ならびに水文観測を組み合わせた崩壊危険斜面の特性検討，平成27年度砂防学会研究発表会概要集B，p.100-101，2015。
- 小杉ら：斜面崩壊の誘因となる山地水文環境の調査手法に関する検討，平成28年度砂防学会研究発表会概要集B，p.104-105，2016。
- 瀬戸ら：空中電磁探査を活用した崩壊するおそれのある斜面における崩壊深度の推定手法に関する検討，平成28年度砂防学会研究発表会概要集A，p.244-245，2016。
- 吉岡ら：2.5万分の1花折断面ストリップ説明書，構造図(13)，地質調査所，35pp.，2000。
- 山川ら：付加体堆積岩山地における降雨流出プロセスの解析ー滋賀県葛川流域における湧水の観測事例ー，平成26年度砂防学会研究発表会概要集A，p.80-81，2014。
- 小杉ら：空中電磁探査による滋賀県葛川流域の比抵抗構造特性，平成27年度砂防学会研究発表会概要集A，p.178-179，2015。
- デジタル画像処理〔改訂新版〕編集委員会：デジタル画像処理〔改訂新版〕，公益財団法人画像情報教育振興協会（CG-ARTS協会），p.100-112，2015。