

空中電磁探査による滋賀県不動寺地区・信楽地区の比抵抗構造特性

京都大学大学院農学研究科 小杉賢一朗, 正岡直也, 糸数 哲
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

1. はじめに

平成 17 年台風 14 号による耳川天然ダム災害や宮崎県鰐塚山の土石流災害、平成 23 年台風 12 号による紀伊半島大水害など、豪雨に起因して深層崩壊が発生していることから、大起伏の付加体堆積岩山地では、岩盤中の地下水（山体地下水）が深層崩壊発生メカニズムに大きく関与していることが考えられる（小杉ら, 2015a）。

京都大学では、山体地下水の挙動に関する知見を深めるため、葛川地区（滋賀県大津市）、西おたふく山地区（兵庫県神戸市）、不動寺地区（滋賀県大津市）、信楽地区（滋賀県甲賀市）などで、ボーリングを利用した水位観測や流域の流量、水質などの水文観測を集中的に実施し、水文学的な研究を進めている。また、地形解析や高密度電気探査による調査を実施し、広域斜面の地質・水文構造の把握に努めている。

空中電磁探査は、広域斜面における地質・水文構造が把握できる可能性があるが、その精度検証や結果の解釈方法を検討する必要がある。これまで、西おたふく山地区（木下ら, 2012）と葛川地区（小杉ら, 2015b）で空中電磁探査が実施されており、葛川地区では既往高密度電気探査、ボーリング結果、地下水水位観測結果を基に空中電磁探査の精度検証が研究されている（小杉ら, 2015a）。しかしながら、多様性のある斜面で空中電磁探査を適用するには、さらに空中電磁探査結果の解釈に関するノウハウを蓄積する必要がある。

本稿では、不動寺地区と信楽地区で実施した空中電磁探査の概要と両地区の比抵抗構造の概要について報告する。

2. 対象地区の概要

不動寺地区と信楽地区の位置関係を図-1 に示す。不動寺地区は、最大比高差が約 300m、平均勾配は約 23°の小起伏山地である。不動寺地区の基盤岩は後期白亜紀の花崗岩を主体とするが、南側に古期付加体堆積岩が分布する。一方、信楽試験地は、最大比高差が約 300m、平均勾配は約 34°の小起伏山地で、基盤岩は古期付加体堆積岩である。

3. 空中電磁探査

3.1. 概要

空中電磁探査は、RESOLVE システム（CGG 社製）を用いて実施した。このシステムは、6 周波数（水平共面：140,000Hz, 31,000Hz, 6,900Hz, 1,500Hz, 340Hz, 垂直同軸：3,300Hz）であり、同時に計測することで、異なる深度の地盤内部の比抵抗を同時に取得できる。なお、比抵抗 ($\Omega \cdot m$) は、地質構成物質と体積含水率（＝間隙率×飽和度）を反映していることが分かっている。

3.2. 測定条件

不動寺地区は、南北方向に延びる源流域が卓越することから、尾根や河道を挟んでの比抵抗の変化を捉えるため、測線を東西方向に配置した。信楽地区は、主たる斜面方向に直交する北東-南西方向に測線を配置した。いずれの地区も測線間隔は 50m である。測定期間は、平成 27 年 10 月 5 日～6 日の 2 日間である。

3.3. 解析

測定周波数毎に比抵抗値を算出し、DEM データと組み合わせて比抵抗三次元モデルを作成した。比抵抗平面図は測定周波数に作成し、比抵抗断面図は、同一のコイル特性（水平共面）を持つ 5 周波数を用いて作成した。

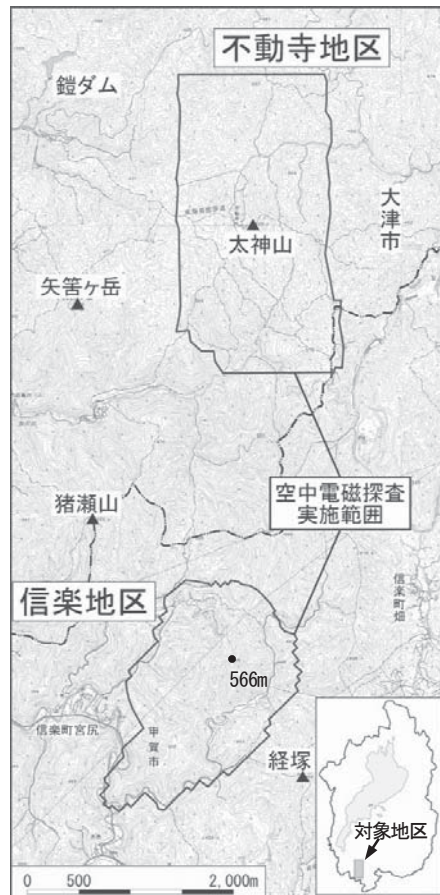


図-1 対象地区の位置図

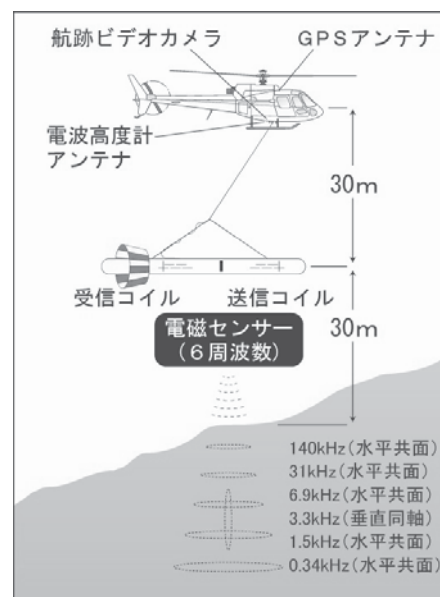


図-2 RESOLVE システムの概要図

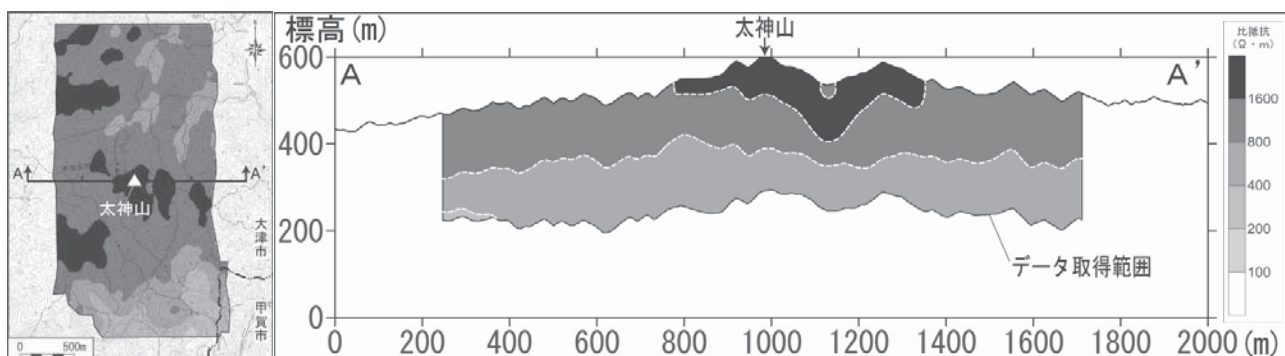


図-3 不動寺地区の比抵抗構造 (左：比抵抗平面図, 右：比抵抗断面図)

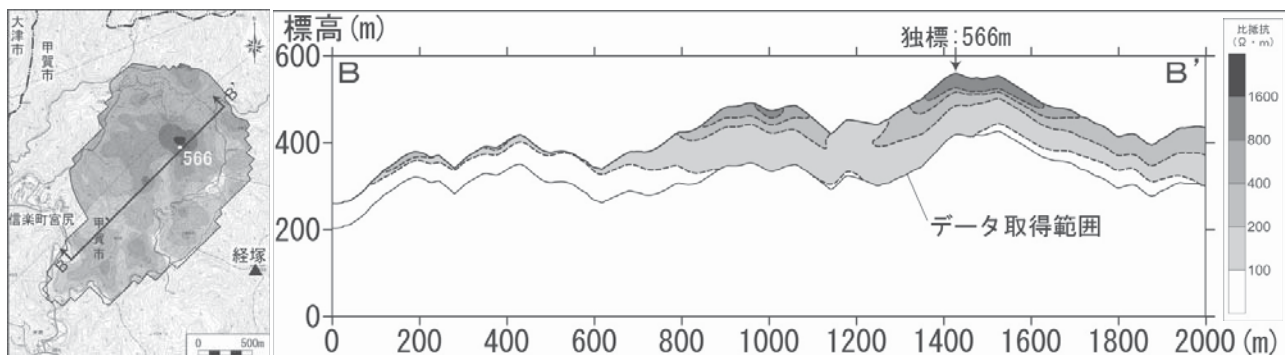


図-4 信楽地区の比抵抗構造 (左：比抵抗平面図, 右：比抵抗断面図)

4. 対象地区の比抵抗構造

4.1. 不動寺地区

不動寺地区の最浅部の比抵抗情報である 140kHz の比抵抗平面図を図-3 左に示す。不動寺地区は、北側の花崗岩地域で相対的に高比抵抗を示し、南側の付加体地域では相対的に低比抵抗を示している。次に、花崗岩分布域の太神山を通る東西方向の比抵抗断面では、浅部の高比抵抗から深部の低比抵抗へ漸移的に変化している (図-3 右)。深度方向に比抵抗不連続面が認められないことから、花崗岩の風化が漸移的に深部にまで及んでいる可能性がある。

4.2. 信楽地区

信楽地区の最浅部の比抵抗情報である 140kHz の比抵抗平面図を図-4 左に示す。信楽地区は、付加体地域であり、566m の独標周辺では高比抵抗を示すものの、不動寺地区と比較すると低比抵抗を示す。また、比抵抗平面図で高比抵抗を示す、566m の独標を通る北東-南西方向の比抵抗断面図では、全体的に低比抵抗ではあるが、尾根部では、浅部に高比抵抗が分布し、深部方向にかけて低比抵抗に急変する比抵抗パターンを示す (図-4 右)。この比抵抗パターンは、葛川地区で確認された比抵抗パターンと類似しており、浅部の高比抵抗領域は地下水に不飽和な多亀裂帯の分布を示している可能性がある。

5. まとめと今後の研究方針

今回の測定によって、地形・地質条件が異なる 4 地区 (葛川地区：大起伏古期付加体堆積岩山地, 信楽地区：小起伏古期付加体堆積岩山地, 西おたふく山地区：大起伏花崗岩山地, 不動寺地区：小起伏花崗岩山地) で空中電磁探査データが取得できた。今後、各地区ごとに地形・地質・水文観測の各情報から空中電磁探査の精度確認と探査結果の解釈に関するノウハウの蓄積を行い、各地区の山地斜面の地質・水文構造を検討していく予定である。

本研究は、JST CREST プロジェクトの一環として実施した。

引用文献

- 木下篤彦・神野忠広・八木啓太・内田太郎・船越和也・岡野和行・山口和也・河戸克志・影浦亮太・小杉賢一朗 (2012) : 空中電磁法を用いた六甲山系の風化・地質構造の把握に関する研究, 平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集, p.470-471
 小杉賢一朗・高見友佑・正岡直也・Cristobal Padilla・水山高久・松四雄騎・山川陽祐・安井秀・安永一樹・田中利和・山内政也・山根誠・小松慎二・影浦亮太・奥村稔・河戸克志 (2015a) : 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把握, 平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集 B, p.100-101
 小杉賢一朗・正岡直也・Cristobal Padilla・水山高久・影浦亮太・奥村稔・河戸克志 (2015b) : 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