

## 空中電磁探査による滋賀県葛川流域の比抵抗構造特性

京都大学大学院農学研究科 小杉賢一朗, 正岡直也, Cristobal Padilla, 水山高久<sup>※1</sup>  
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  
(現所属 ※1: 国立大学法人 政策研究大学院大学)

## 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、岩盤中の水理地質構造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。京都大学では、大起伏の付加体堆積岩山地における水理地質構造の基本的知見を得ることを目的として、滋賀県大津市の葛川地区に調査斜面を設定し、地形計測、物理探査（比抵抗探査）・ボーリングによる地質構造調査、湧水の湧出量および基岩内地下水位の計測からなる水文観測を集中的に実施している（山川ら、2014）。さらに、山体内部の地下水の分布や流動域を把握するには、広域斜面における水理地質構造の基本的な知見を得る必要がある。広範囲の地盤情報の取得方法として空中電磁探査がある。最近、深層崩壊の調査手法としての適用事例が増加しているが、同一斜面で地形、地質、水文の各情報が高密度で整備されている斜面での適用事例は乏しいため、空中電磁探査の精度や、反映する地質・地下水情報に関わる基本的な情報を検討する必要がある。本研究では、空中電磁探査結果の基本的な情報と水理地質構造調査としての適用性を検討し、広域斜面における水理地質構造に関わる知見を得ることを目的として、調査斜面を含む広域斜面を対象として空中電磁探査を実施した。

本稿では、空中電磁探査の実施内容と対象斜面の比抵抗構造特性を報告する。

## 2. 対象斜面の地形・地質概要

対象斜面は、図-1に示す滋賀県大津市葛川坊村町～葛川坂下町間に位置する安曇川の右岸斜面で、対象面積は5.7km<sup>2</sup>である。対象斜面は、比高差は最大で約880m、最大斜度85.9°（平均斜度35.0°）の大起伏急峻斜面で、高標高部には重力性変形地形が認められる。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。また、安曇川沿いには、直線的な断層線を示す横ずれ第四紀断層の花折断層があり、これに平行した派生断層が対象斜面内に存在する（吉岡ら、2000）。さらに、対象斜面の北方には、寛文二年（1662年）の琵琶湖西岸地震の際に発生し、甚大な被害をもたらした「町居崩れ」（崩壊土砂量：2,400万m<sup>3</sup>）と呼ばれる深層崩壊跡地がある（今井ら、2003）。

### 3. 空中電磁探查

### 3.1. 概要

空中電磁探査は、地盤の比抵抗構造を調査する探査手法で、異なる周波数帯域の電磁波を用いることによって異なる深度の地盤内部の比抵抗を同時に取得できる。これに高精度地形データを空間的に統合することで三次元の比抵抗構造特性が把握できる。本研究では、CGG 社製の RESOLVE システムによる空中電磁探査（図-2）を実施した。なお、比抵抗 ( $\Omega \cdot m$ ) は、地質構成物質と体積含水率 (=間隙率  $\times$  飽和度) を反映していることが分かっている。

### 3.2. 測定

空中電磁探査の測線は、斜面方向に対して直交方向とし、50m 間隔に設定した。この測線の上空を、電磁センサー（全長:10m、直径:0.6m）を曳航したヘリコプターが、地盤との対地高度を概ね 30m に維持しながら測定飛行した。測定期間は、平成 26 年 12 月 21 日、22 日、24 日の合計 3 日間である。

### 3.3. 解析

計測データから、測定周波数毎に比抵抗値を算出し、 $10m \times 10m$  の Grid データと

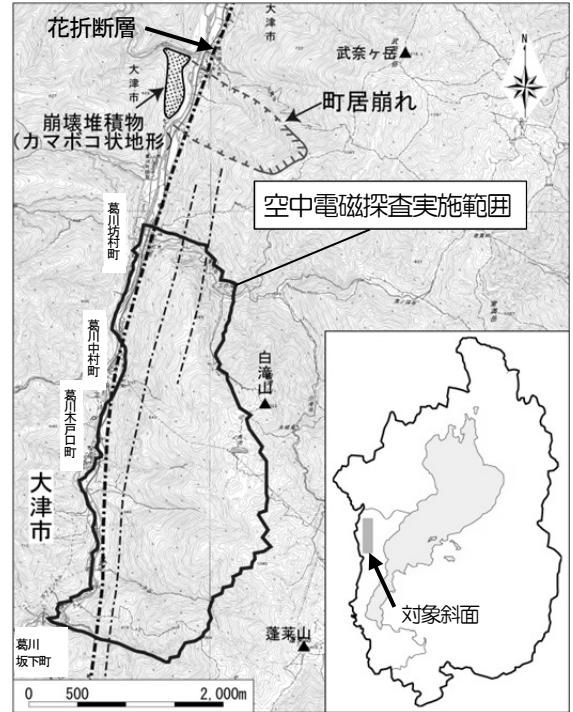


図-1 対象地区の位置図

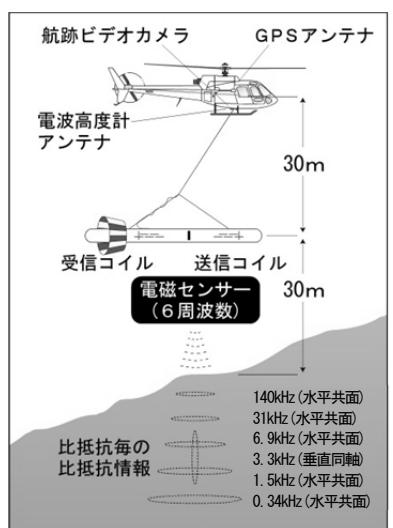


図-2 空中電磁探査の概要図

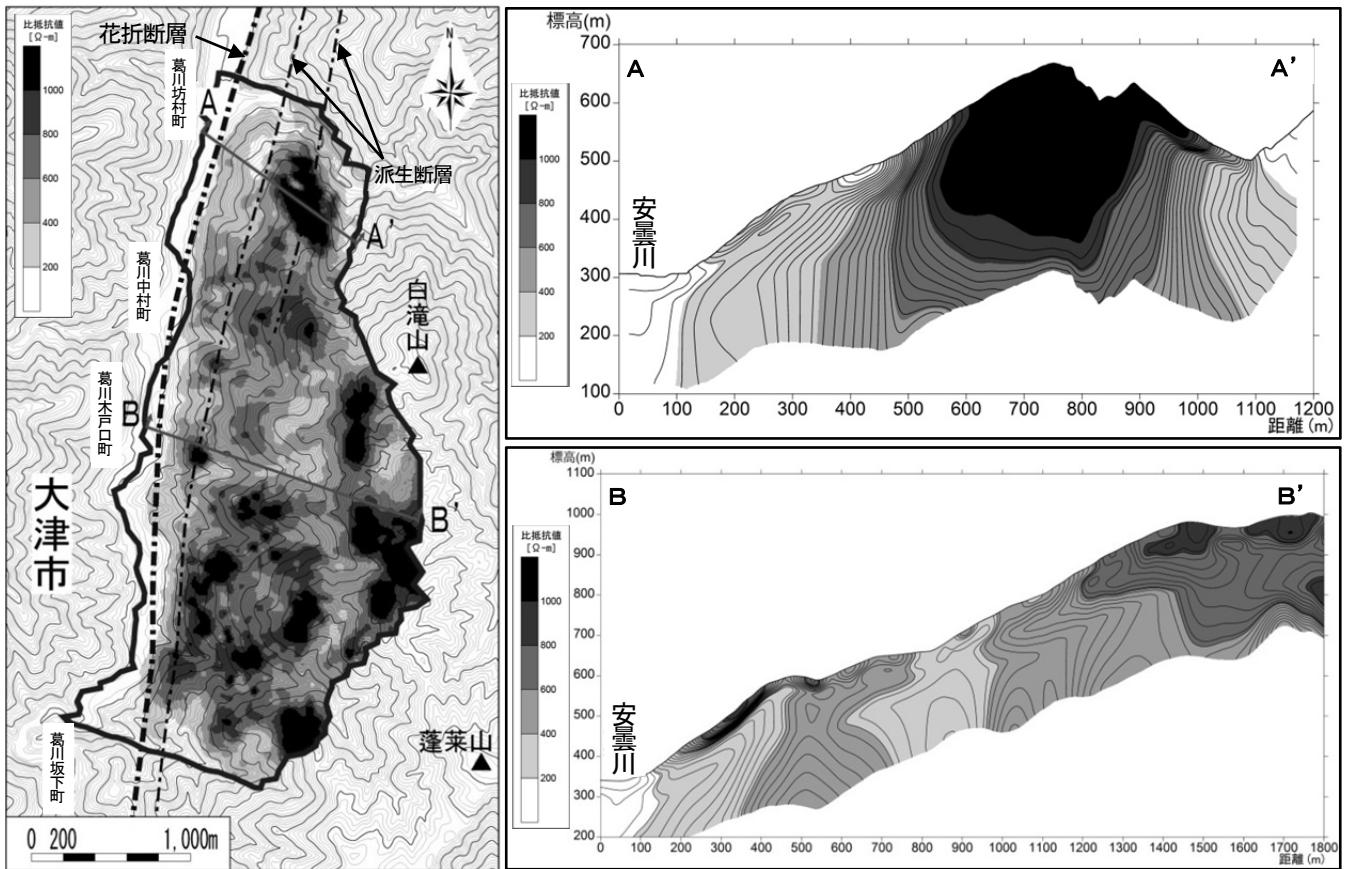


図-3 比抵抗平面図 (140kHz) および比抵抗断面図

して比抵抗平面図を作成した。例として、計測周波数中、最も浅部の情報となる 140kHz の比抵抗平面図を図-3 (左図) に示す。さらに、各周波数の比抵抗平面データと高精度地形データとを組合せて比抵抗三次元モデルを作成し、任意箇所および方向での比抵抗断面図を同一のコイル特性 (水平共面) を持つ 5 周波数を用いて作成した。代表例として、A-A' (調査斜面) と B-B' の比抵抗断面図を図-3 (右図) に示す。

#### 4. 対象斜面の比抵抗構造特性

対象斜面は、浅部の比抵抗平面図では概して高比抵抗を示しているが、比抵抗断面図に示すとおり斜面内部の比抵抗特性に相違点が読み取れる。比抵抗の高低と比抵抗センターに着目すると、調査斜面の A-A' 断面では、尾根部に一致して高比抵抗帯が鉛直方向に認められ、斜面中腹の緩傾斜部の低比抵抗帯が安曇川に向けて斜面内部に楔状に伸びている。一方、調査斜面の南方約 2km 離れた B-B' 断面では、深部まで拡がる高比抵抗帯は認められず、安曇川から 700~800m 離れた箇所で認められる高角度の低比抵抗帯の分布や、安曇川から 200~400m 間の浅部の高比抵抗帯の存在がこの斜面の比抵抗特性を特徴づけている。また、A-A' 断面と B-B' 断面に共通して、高角度に比抵抗構造が、安曇川に面した斜面末端部と安曇川から 400m 離れた場所で認められる。これは、花折断層と派生断層に各々対応しているように見える。このように、地形・地質的に同一条件と考えられた斜面でも、場所によって比抵抗特性の相違点と共通点がある。

#### 5. 今後の研究方針

今後、調査斜面での地形・地質・水文の各情報を基に空中電磁探査の精度や比抵抗構造特性に反映される地質・地下水情報を検証するとともに、対象斜面全体の比抵抗構造特性の分析を行い、広域の水理地質構造について検討を行う予定である。

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

山川陽祐・松四雄騎・小杉賢一朗・高見友佑・正岡直也・糸数哲・水山高久・山根誠・小松慎二・山内政也 (2014) : 付加体堆積岩山地における降雨流出プロセスの解析 —滋賀県葛川流域における湧水の観測事例—, 平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集 A, p.80-81

今村隆正・井上公夫・西山昭仁 (2003) : 琵琶湖西岸地震 (1662 年) と町居崩れによる天然ダムの形成と決壊, 歴史地震第 18 号 (2002) p.52-58

吉岡敏和・長 秋雄・木村克己・中江 訓 (2000) : 2.5 万分の 1 花折断層ストリップ説明書. 構造図(13), 地質調査所, 35p.