

## 北海道駒ヶ岳における２時期の高密度電気探査と空中電磁探査の比較

国土交通省 北海道開発局 函館開発建設部 三佐川剛昌・則藤正信・澤谷裕貴  
大日本コンサルタント株式会社 ○阿部征輝・影浦亮太・河戸克志  
清野耕史・篠崎嗣浩・江頭 勲

### 1. はじめに

活火山地域では、火山活動以外に 1984 年の御嶽山や 2008 年の栗駒山で山体の一部が崩壊し、下流域に甚大な土砂災害が発生していることから、崩壊の可能性がある斜面やその崩壊土砂量を事前に把握することは土砂災害を軽減するためには重要である<sup>1)</sup>。活火山地域での崩壊やその崩壊深度は、山体内部構造と密接な関係があると考えられ、空中電磁探査による活火山地域での山体内部構造調査が実施されてきた<sup>2)</sup>。

北海道駒ヶ岳の砂原岳周辺斜面(図-1)は、深度方向に比抵抗が急変する比抵抗パターンを示し、高密度電気探査や現地踏査に基づいて空中電磁探査の精度と山体内部構造について検討が行われてきた<sup>3)</sup>。しかしながら、既往の高密度電気探査(乾燥期)結果と空中電磁探査結果では異なる比抵抗構造を示していたため、空中電磁探査の探査精度について十分な検討はなされていない。

そこで、本稿では、既往の高密度電気探査と同じ測線位置で、降雨直後に高密度電気探査を実施するとともに、既往の高密度電気探査ともども測定データの品質を確認したうえで比抵抗解析を行って２時期(乾燥期と湿潤期)の比抵抗構造の違いに着目して砂原岳の地質構造を検討した。さらに、この検討結果を用いて空中電磁探査結果の精度を再検討した結果を報告する。

### 2. 調査地の概要

北海道駒ヶ岳は渡島半島に位置する活火山で、円錐形の成層火山が 1640 年の大規模山体崩壊によって山頂部が失われ、東に開いた馬蹄形火口が形成された。馬蹄形火口の北側に位置する砂原岳(標高 1,112.2m)の周辺斜面は、溶結火砕岩からなる比高差 30~40m の急崖地形をしている(図-1、写真-1)。

### 3. 調査方法

既往の高密度電気探査は、地質境界を横断する箇所に測線が設定され、測定期間の 1 週間前から降雨がない状況で測定が実施された<sup>3)</sup>。地質境界より上部斜面では浅部に溶結火砕岩が、深部に火砕岩・火砕物が分布(写真-1)しており、地質の違いから溶結火砕岩と火砕岩・火砕物では降雨による含水状況が異なることが想定され、比抵抗の違いとして現れると考えられた。

そこで、本研究での高密度電気探査は、既往の高密度電気探査の電極位置を GNSS で復元し、電極配置(2 極法、ポール・ポール法)や電極間隔(5m)は既往の高密度電気探査と同じ仕様で測定した。高密度電気探査は、2017 年 9 月の台風 18 号の影響による最大 91mm/day を含む連続 3 日間の降雨の直後に測定した。また、既往および今回の高密度電気探査の測定データは、電位減衰曲線や等深度電位曲線を作成してデータの品質を確認し、異常データは削除した後同じ解析条件で二次元逆解析によって比抵抗断面として整理し、2 時期での比抵抗の比(湿潤期/乾燥期)を算出した。さらに現地踏査結果を参考に高密度電気探査結果から砂原岳の地質構造を検討し、この検討結果を用いて空中電磁探査結果の精度を再検討した。

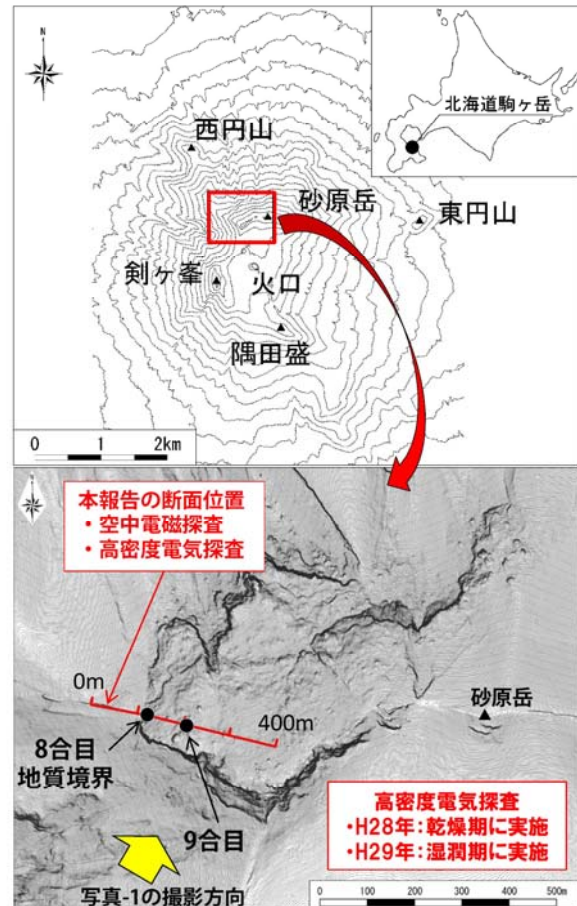


図-1 北海道駒ヶ岳と調査位置図



写真-1 砂原岳南西斜面の状況

## 4. 調査結果

### 4.1 乾燥期の高密度電気探査結果

既往の乾燥期に測定された高密度電気探査の測定データに対して、電位減衰曲線や等深度電位曲線を作成してデータの品質を確認した。その結果、8合目地質境界から下方斜面に異常データが多数含まれることが明らかとなり、これら異常データを削除した後に二次元逆解析によって比抵抗断面を作成した。結果を図-2に示す。

### 4.2 湿潤期の高密度電気探査結果

本研究での湿潤期に測定した高密度電気探査の測定データに対して、電位減衰曲線や等深度電位曲線を作成してデータの品質を確認したうえで、乾燥期の高密度電気探査と全く同じ条件で二次元逆解析を行って比抵抗断面を作成した。結果を図-3に示す。

## 5. 考察

### 5.1 2時期の高密度電気探査結果の比較検討

2時期の高密度電気探査結果の違いを検討するため、乾燥期の比抵抗に対する湿潤期の比抵抗の比を図-4に示す。8合目の地質境界から上部斜面では、浅部と深部で比抵抗特性が異なる地質が分布していると考えられる。現地踏査結果に基づく、浅部の領域は溶結火砕岩に、深部の領域は火砕岩・火砕物にそれぞれ対比され、写真-1で確認された地質構造を反映していると考えられる。

### 5.2 2時期の高密度電気探査結果と空中電磁探査結果の比較検討

高密度電気探査と同じ測線で作成した空中電磁探査の比抵抗断面図を図-5に示す。空中電磁探査の比抵抗構造は、比抵抗のオーダーは異なるが、高密度電気探査結果を同じ比抵抗構造を示している。ここで、既往研究で示された空中電磁探査の比抵抗の深度方向の不連続構造線（1次微分フィルタの最小値ライン）を図-5に示す<sup>3)</sup>。この比抵抗の不連続構造線を乾燥期に測定された高密度電気探査結果図（図-2）、湿潤期に測定された高密度電気探査結果図（図-3）、2時期の高密度電気探査結果の比較図（図-4）の各々に示す。空中電磁探査の深度方向の比抵抗の不連続構造線は、乾燥期および湿潤期の高密度電気探査結果に表れている比抵抗構造ともよく一致している。このことから、北海道駒ヶ岳の砂原岳においては、山体内部構造調査手法としての空中電磁探査は高密度電気探査と同程度の精度を保有していると考えられる。

## 5. まとめと今後の課題

北海道駒ヶ岳の砂原岳周辺斜面で実施した2時期の高密度電気探査結果を比較することで、山体内部構造が確認できた。さらに、この構造は空中電磁探査の比抵抗の不連続構造とよく一致していることから、空中電磁探査の精度が確認できた。今後は、砂原岳における検討内容を整理して、山体内部構造調査として空中電磁探査の適用性を確認していく予定である。

## 参考文献

- 1) 山越ら：2008年岩手・宮城内陸地震による栗駒山崩壊斜面の三次元比抵抗パターン，日本火山学会講演予稿集，p.109-110，2012。
- 2) 瀬戸ら：空中電磁探査を活用した火山体調査事例，平成27年度砂防学会研究発表会概要集A，p.292-293，2015。
- 3) 旭ら：北海道駒ヶ岳における空中電磁探査と高密度電気探査による山体内部構造の検討，平成29年度砂防学会研究発表会概要集，p.584-585，2017。

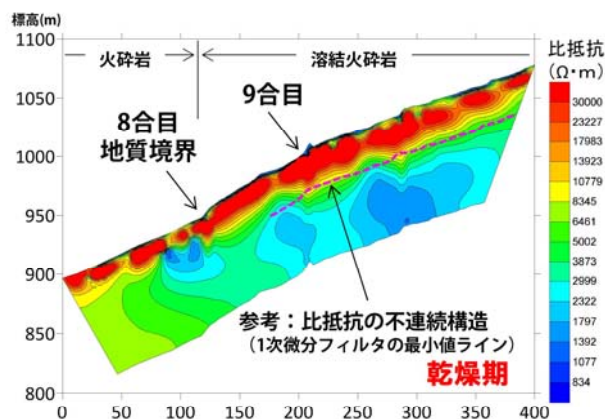


図-2 高密度電気探査結果（乾燥期）

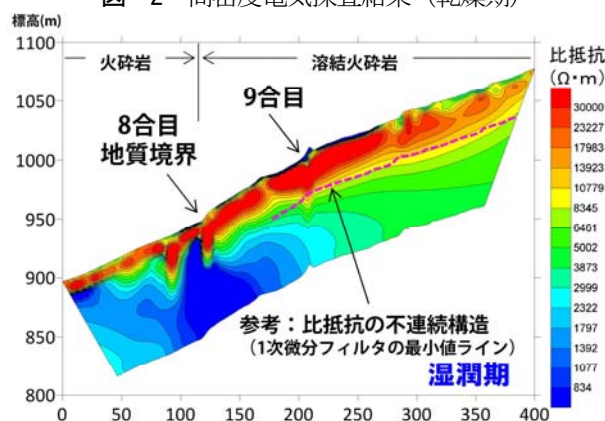


図-3 高密度電気探査結果（湿潤期）

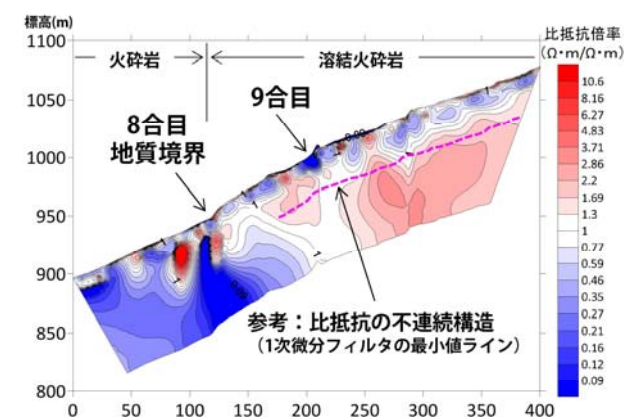


図-4 2時期の高密度電気探査の比(湿潤期/乾燥期)

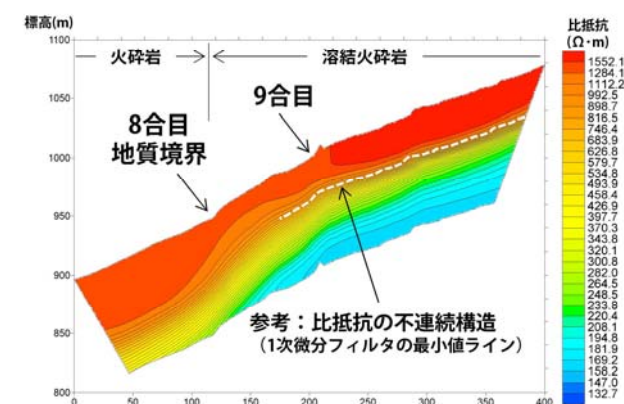


図-5 空中電磁探査の比抵抗断面図