

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

国土交通省 北海道開発局 函館開発建設部

国立研究開発法人 土木研究所

大日本コンサルタント株式会社

(現所属 ※1：北海道開発局室蘭開発建設部 ※2：北海道開発局建設部 ※3：国土交通省国土技術政策総合研究所)

旭峰雄^{※1}・竹原隆博^{※2}・栗本茂季

林幸一郎・高原晃宙^{※3}・木下篤彦^{※3}

○清野耕史・河戸克志・阿部征輝・篠崎嗣浩・細川亮介

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¹⁾。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、活火山地域での山体内部構造調査として空中電磁探査による深度方向の比抵抗パターンに着目した研究が進められている²⁾。北海道駒ヶ岳の砂原岳周辺斜面(図-1)では、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もとづく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^{3)・4)・5)}。しかしながら、砂原岳周辺斜面の山体内部構造を比抵抗断面図から定性的に検討したもので、比抵抗エッジ抽出手法による定量的な検討⁶⁾はなされていない。

そこで、本稿では、砂原岳において空中電磁探査の比抵抗断面に比抵抗エッジ抽出手法を適用した結果と高密度電気探査による比較検討の結果について報告する。

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急崖地形をなしている(図-1、写真-1)。

3. 調査方法

3.1 概要

本研究では、空中電磁探査と高密度電気探査の結果をもとに同じ位置での比抵抗断面図をそれぞれ作成した。空中電磁探査結果からは、比抵抗エッジ抽出手法を適用した。高密度電気探査は、空中電磁探査の比較検討手法として実施したもので、地質境界を横断する箇所に測線を設定した(図-1)。高密度電気探査の電極配置は2極法(ポール・ポール法)、電極間隔は5mとし、探査深度が100mとなるよう測線長を決定した。比抵抗分布は、観測された各電極配置の見掛け比抵抗から二次元逆解析によって求め、比抵抗断面として整理し、比抵抗パターンから山体構造を推定した。

3.2 比抵抗エッジ抽出手法

比抵抗エッジ抽出手法⁶⁾は、微分フィルタを用いて深度方向の比抵抗の差分から比抵抗が急変する深度を求める方法である。本研究では、上下方向に1回の差分で得られた最小値ラインを比抵抗の不連続構造とみなせる深度方向の1次微分フィルタを用いた。

4. 調査結果

4.1 空中電磁探査による比抵抗構造

空中電磁探査による比抵抗断面図(図-2)では、深度40～

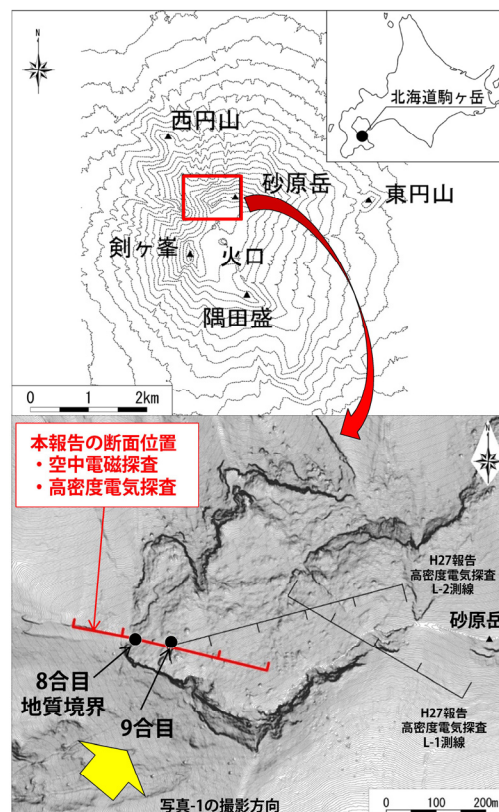


図-1 北海道駒ヶ岳と調査位置図

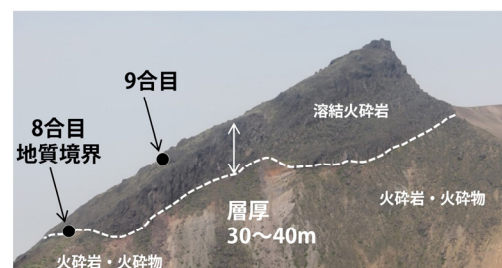


写真-1 砂原岳南西斜面の状況

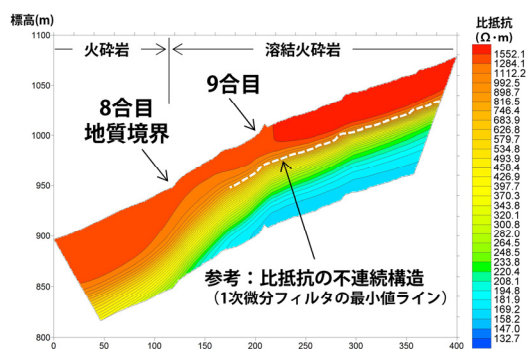


図-2 空中電磁探査の比抵抗断面図

50m 間で、浅部の高比抵抗 (1,500 $\Omega\cdot m$) から深部の低比抵抗 (130 $\Omega\cdot m$) へ比抵抗が急変するパターンを示すが、比抵抗の急変深度は特定できない。

この比抵抗断面データを用いて 1 次微分フィルタを適用した結果を図-3 に示す。比抵抗の不連続構造とした 1 次微分フィルタの最小値ラインは、溶結火砕岩の分布範囲では変化の程度が最大となり、その深度は 40m 付近に出現する。この深度は、写真-1 に示す崖地形での溶結火砕岩の層厚 (30~40m) にほぼ対応しており、比抵抗の不連続構造は溶結火砕岩と火砕岩の地質境界を示していると考えられる。この比抵抗の不連続構造は、表層での地質境界である 8 合目付近で程度が弱くなるものの下方斜面に連続する。

4.2 高密度電気探査結果による空中電磁探査結果の比較検討

高密度電気探査結果と地質解釈した山体内部構造を図-4 に示す。地質解釈は高密度電気探査の比抵抗パターンから判読した。高密度電気探査では、溶結火砕岩と火砕岩の地質境界である 8 合目より高標高部では溶結火砕岩の風化部と新鮮部の構造が判読される。一方、9 合目付近に存在する急傾斜の比抵抗構造は異なる地質状態であることを示唆している。また、8 合目付近には低比抵抗の火砕物が分布すると考えられる。

この高密度電気探査の地質解釈結果が正しいものと仮定して、空中電磁探査の比抵抗断面図 (図-5) と空中電磁探査の 1 次微分フィルタ図 (図-6) に対して比較検討した。9 合目より上方斜面では溶結火砕岩の新鮮部の下端深度は空中電磁探査の比抵抗断面図や比抵抗の不連続構造の深度と概ね一致している。一方、8 合目付近の低比抵抗の火砕物や 9 合目付近の高角度の比抵抗構造、さらに、9 合目より上方斜面で溶結火砕岩の風化部と地質解釈した構造は、空中電磁探査結果には現われていない。

5. まとめと今後の課題

北海道駒ヶ岳の砂原岳周辺斜面において空中電磁探査の比抵抗断面に比抵抗エッジ抽出手法を適用した結果、比抵抗の不連続構造の深度は高密度電気探査の溶結火砕岩の新鮮部の下端深度に概ね一致し、現地の溶結火砕岩と火砕岩・火砕物の地質境界深度にほぼ対応することが確認できた。一方、空中電磁探査では高密度電気探査による地表付近 (深度 15m 以浅) の比抵抗構造と高角度の比抵抗構造が現われない。また、8 合目から下方斜面に連続する空中電磁探査の比抵抗の不連続構造は地上電気探査結果にも表れず、不連続構造がどのような地質構造を示しているのかは未確認である。

今後は、斜面状態が異なる 2 時期で高密度電気探査を実施するなどして高密度電気探査が捕えた浅層の地質状態を確認するとともに、空中電磁探査の比抵抗の不連続構造と崩壊に関連する地質構造との関係を現地踏査で確認していく予定である。

参考文献

- 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。
- 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。
- 古賀ら：空中電磁探査の比抵抗パターンが示す地質・地下水状態―北海道駒ヶ岳の事例―，平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集 B，p. 434-435，2015。
- 旭ら：北海道駒ヶ岳における空中電磁探査の比抵抗急変パターンが示す山体内部構造の検討，平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集 B，p. 398-399，2016。
- 澤谷ら：北海道駒ヶ岳火山山体構造解析について―空中物理探査及び高密度電気探査等による山体構造解析について―，平成 28 年度北海道開発局技研発表会論文集，2017。
- 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。

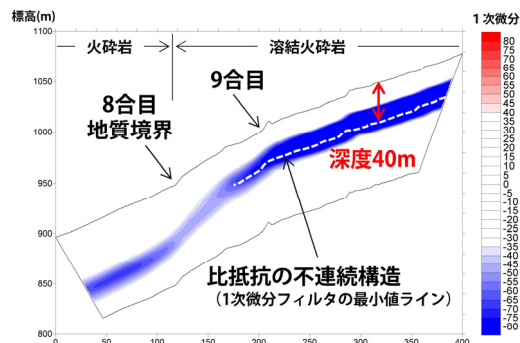


図-3 空中電磁探査の1次微分フィルタ図

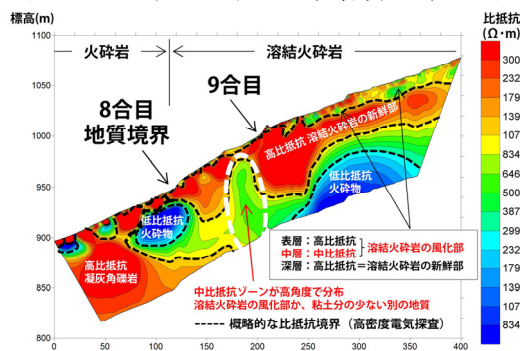


図-4 高密度電気探査結果と地質解釈

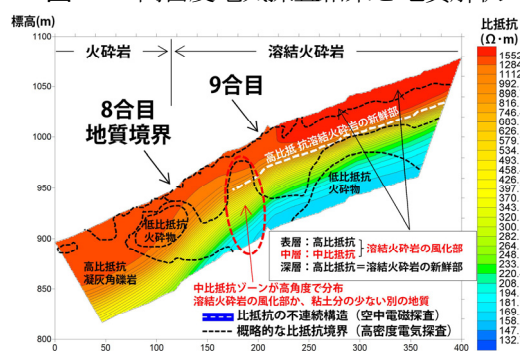


図-5 高密度電気探査と空中電磁探査の比較

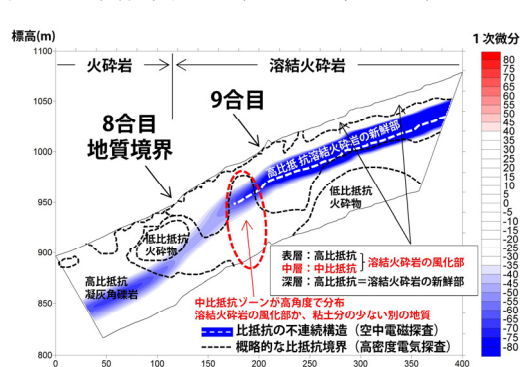


図-6 高密度電気探査と空中電磁探査の1次微分フィルタの比較