

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

国土交通省 北海道開発局 函館開発建設部 旭峰雄, 竹原隆博, 栗本茂季

国立研究開発法人 土木研究所 木下篤彦, 高原晃宙, 瀬戸秀治^{※1}

大日本コンサルタント株式会社 ○清野耕史, 河戸克志, 阿部征輝, 細川亮介

(現所属 ※1: 応用地質株式会社)

1. はじめに

活火山地域では、直接的な火山活動以外でも、1984年の御嶽山での伝上崩壊や2008年の栗駒山でのドノウ沢崩壊など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おり、崩壊の可能性がある斜面やその崩壊土砂量を火山砂防計画に適切に反映させる必要がある(山越ら, 2012)。現在、全国15火山で実施された空中電磁探査データに基づいて、崩壊の発生の恐れのある斜面の抽出方法や崩壊土砂量の算出方法について研究が進められ、深度方向の比抵抗急変パターンが着目されている(瀬戸ら, 2015)。このタイプのモデル斜面が、古賀ら(2015)が報告した北海道駒ヶ岳の砂原岳である(図-1)。砂原岳は、深度20m~50m間で、浅部の高比抵抗(1,500Ω・m)から深部の低比抵抗(130Ω・m)へ比抵抗が急変するパターンを示す。しかしながら、砂原岳の山体内部構造と比抵抗急変パターンとの関係については不明な事項が多く、その解明が重要な課題であった。今回、砂原岳において現地調査による空中電磁探査の精度検証と砂原岳周辺の地質・地下水状態の概要が把握できたので、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)は、旧火山体の一部とされる。砂原岳の西方稜線部は急崖地形をなしており、硬質岩盤の分布が予想された(図-2)。

3. 調査方法

現地調査として、高密度電気探査と現地踏査を実施した。高密度電気探査は、空中電磁探査の精度検証を行うもので、測定期間は平成27年10月5日~10月19日である。高密度電気探査の電極配置は2極法(ポール・ポール法)とし、電極間隔は5mとした。測線は、砂原岳の斜面方向とこれに直交方向の2測線を設定し、探査深度が100mとなるように現地条件を踏まえて測線長を決定した(図-2)。比抵抗分布は、観測された各電極配置の見掛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た。現地踏査は、砂原岳周辺の地質・地下水状態の実態把握を目的として、高密度電気探査の計測時に砂原岳の西方稜線部の急崖地で実施した。

4. 空中電磁探査の精度検証

同一測線での比抵抗断面図を用いて、高密度電気探査結果と空中電磁探査結果を比較検討した。L-2測線での比較結果を図-3に示す。高密度電気探査で観測された比抵抗は約550Ω・m~16,800Ω・mを示すのに対し、空中電磁探査で算出された比抵抗は約130Ω・m~1,550Ω・mと相対的に低い比抵抗を示している。また、深度50mまでの浅部の比抵抗パターンを比較すると、高密度電気探査の方が空中電磁探査より分解能が高いことは明らかである(図-3左上と図-3左下)。これは、高密度電気探査と空中電磁探査の探査原理の違いと深度方向のサンプリング密度の差によるものと考えられる。しかしながら、比抵抗パターンに着目すると高密度電気探査結果と空中電磁探査結果は同様の傾向を示している。比抵抗と比較すると、いずれも浅部が高比抵抗で、深部が低比抵抗を示している(図-3左上と図-3左下)。また、1m毎の深度方向の比抵抗の変化率を比較すると、浅部は異なるものの、深度50m程度の位置にマイナス方向の変化率を示すゾーンが高密度電気探査と空中電磁探査のいずれにも認められる(図-3右上と図-3右下)。このことから、山体内部構造を比抵抗パターンとして把握する空中電磁探査は、概略手法としての精度を有していると判断した。

5. 現地踏査で確認した砂原岳の地質・地下水状態

砂原岳の西方稜線部は、比高数~数十mの急崖地形をなし、急崖の基部が底状に突出している(図-2と図-4)。現地踏査によって砂原岳の地質を確認し、地質構造を推定した。



図-1 位置案内図

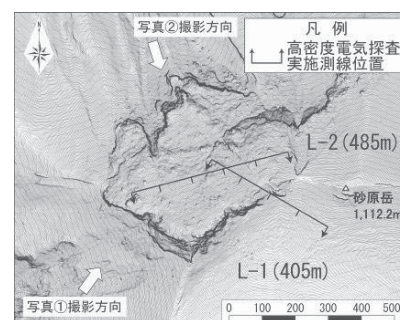


図-2 砂原岳周辺の調査位置図

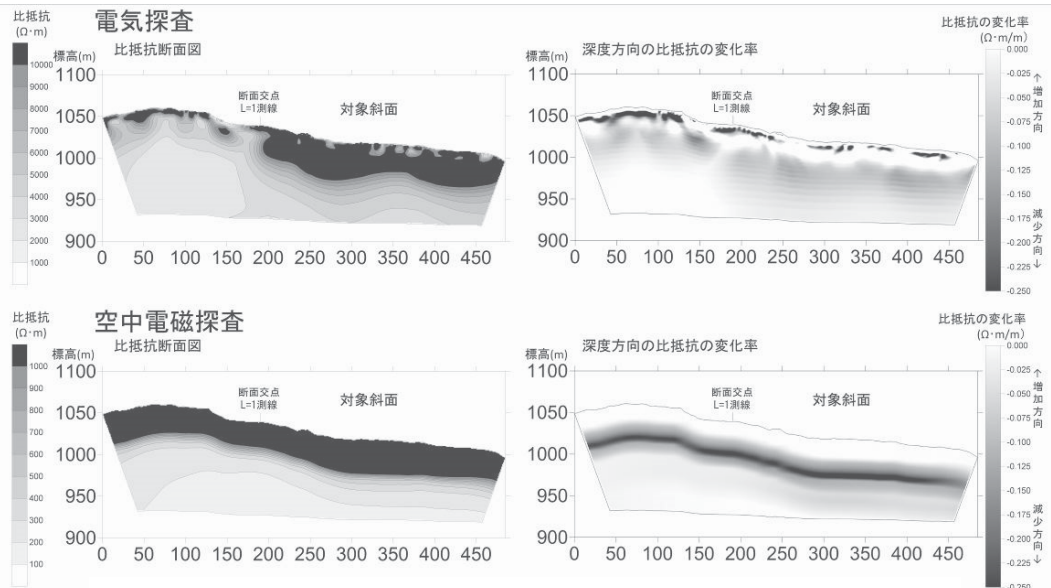


図-3 高密度電気探査と空中電磁探査の比抵抗断面図の比較図 (L-2 測線)

浅部の溶結火砕岩は、急崖地形をなす地質で、多亀裂の硬質岩盤である。中間層の火砕岩は、ハンマーの軽打で容易に剥離する程度の固結度で上位の溶結火砕岩よりは軟質で、流れ盤状の層構造が明瞭に発達する。最下層の火砕物は、軽石などの火山性砕屑物からなり固結度は小さい。また、溶結火砕岩と火砕岩の地質境界には湧水あるいは地下水の流出痕は確認されなかった (図-2 と図-4)。

6. 比抵抗急変パターンが示す山体内部構造

砂原岳の斜面を代表する空中電磁探査の比抵抗断面図と深度方向の比抵抗曲線を図-5 に示す。浅部の高比抵抗 (1,500Ω・m) は溶結火砕岩に、深部の低比抵抗 (130Ω・m) は火砕物に対比され、深度 20m~50m 間の比抵抗急変区間は火砕岩に対比される。また、比抵抗曲線の曲率が変化する深度は、各々の地質境界に概略一致している。このことから、砂原岳における浅部の高比抵抗から深部の低比抵抗に変化する比抵抗急変パターンは、急崖地形をなす溶結火砕岩をキャップロックとする山体内部構造を反映したものであり、比抵抗曲線の曲率が変化する深度に地質境界が概略一致することが確認できた。なお、砂原岳では湧水や地下水の流出痕が確認されなかったことから、砂原岳の比抵抗構造特性は、地質の違いを反映していると考えられる。

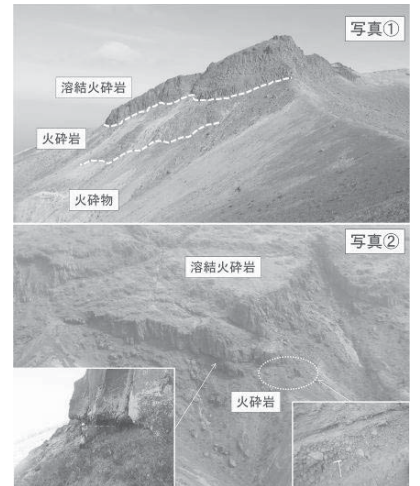


図-4 砂原岳の地形・地質状況

7. まとめと今後の課題

北海道駒ヶ岳の砂原岳において、空中電磁探査の精度を高密度電気探査で確認した。また、現地踏査の結果から地質断面図を推定し、比抵抗急変パターンが示す山体内部構造と比抵抗曲線の曲率が変化する深度に地質境界が概略一致していることが確認できた。砂原岳はキャップロック型の山体内部構造であることから、今後、高精度地形情報等を加味して崩壊の可能性がある斜面を絞り込み、現実的な崩壊土砂量を算出するための検討を進めていく予定である。

引用文献

- 古賀文雄・中根賢志・栗本茂季・木下篤彦・清水孝一・高原晃宙・瀬戸秀治・細川亮介・影浦亮太・河戸克志・清野耕史・藤田浩司 (2015) : 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
- 瀬戸秀治・高原晃宙・木下篤彦・清水孝一・石塚忠範・河戸克志・奥村稔・影浦亮太 (2015) : 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
- 山越隆雄・一色弘充・石塚忠範・内田太郎・横山 修・河戸克志・奥村 稔・佐藤敏久 (2012) : 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

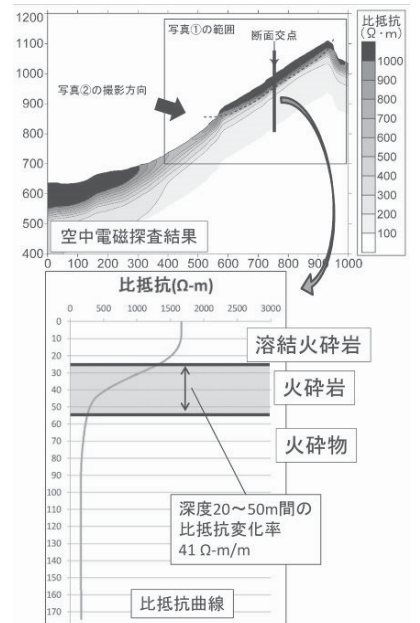


図-5 砂原岳の山体内部構造