

## ASL法による十勝岳地震活動の震源推定

### Hypocenter determination of seismic activity at Tokachi-dake volcano by using ASL method

仲辻 周次郎<sup>1</sup>、\*青山 裕<sup>1</sup>

Shujiro Nakatsuji<sup>1</sup>, \*Hiroshi Aoyama<sup>1</sup>

1. 北海道大学大学院理学研究院 附属地震火山研究観測センター

1. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Science, Hokkaido University

北海道中央部に位置する十勝岳は、山頂の62-II 火口や大正火口において活発な噴気放出が続く活動的な火山である。これらの火口では熱泥水の噴出や噴気域の拡大がときどき報告されている。近年は特に火口域近傍での膨張性地盤変動や熱活動の活発化が指摘され、観測体制の強化が図られてきた。

火山性地震活動についても火口近傍の浅い部分を震源とした活動が顕著である。2010年以降は、それ以前と比べて地震活動度の高い状態が続いている。火口近傍に複数の地震観測点が近年整備されてきたことで、常時微動の振幅にも明瞭な時間変化のあることが分かってきた。その一方で、振幅が大きいにも関わらずP、S相が不明瞭なイベントや継続時間が短い微動のようなイベントも多く含まれ、通常の観測作業では未処理のまま残されている。十勝岳の地震活動度を正しく評価するためには、位相が不明瞭な地震についても発生位置や規模を評価して、未処理のイベントを減らす努力が必要である。そこで本研究では、位相情報を用いない震源決定手法の1つである Amplitude Source Location method (ASL法) による十勝岳の火山性地震震源決定を試み、推定結果の精度や観測点配置への依存性を検討した。

ASL法は観測された地震波振幅の空間分布に基づいて震源位置を探索する方法で、火山性微動や火山泥流の発生源探索に活用されてきた（例えば、Battaglia and Aki, 2003; Kumagai et al., 2010; Ogiso and Yomogida, 2015）。この方法では発震メカニズムに依らず等方的な振幅分布を仮定している。最近Morioka et al. (2017) により、不均質構造が十分に強く減衰の大きい火山体のような環境においては、高周波の信号であればS波振幅の等方性が成り立つことが数値実験で確かめられている。そこで本研究では、火山性地震の主要動は主に等方的な放射特性を持つS波であると仮定し、火山性地震が十分なエネルギーを持つ5~10Hzの信号を解析対象とした。

火山性地震の震源決定にASL法を適用した場合の決定精度を評価するため、十勝岳山頂火口周辺の観測点のうち、安定して低ノイズのデータが得られている7つの観測点のデータを用い、観測処理のhypomhによる震源決定の結果と比較した。対象としたのは2017年5月に北大のトリガーにかかった地震イベントのうち、P相やS相の観測により震源が決定できた66個である。ここでは、ASL法とhypomhの速度構造の両方で $V_s=1.78$  [km/s] の一様構造を仮定し、 $V_p=1.73 \times V_s$ とした。観測処理で推定された浅い地震の震源位置は活動火口下の標高1000m付近に分布し、深い地震では海面下1000m付近に推定されたイベントもある。ASL法では、内部減衰効果を表すQ値に震源深さが依存する。本研究では50~200で変化させたところ、火口直下の浅い地震活動に対しては $Q=50$ で震源の水平・鉛直位置がほぼ一致したことから、以降の解析では $Q=50$ に固定した。さらに2017年に観測された913個の火山性地震の震源再決定を試みた。半分近くの地震（446個/913個）が震源未決定となっていたが、これらの地震もほとんどが火口直下の浅い部分に震源が推定されることが確認された。

次に、十勝岳では冬期の厳しい気象条件のためにデータ伝送が中断する観測点が多いことから、震源決定に使用する観測点を1つ減らした上で組み合わせを変化させ、推定震源位置の変化を調べた。振幅が小さい山麓部の観測点は推定結果にほとんど影響しないが、火口近傍の3観測点を除くと震源分布に影響が現れる。こ

で仮定した速度構造やQ値では、これら3観測点が欠測した場合には、欠測した観測点の方向へ震源分布が広がって推定されることが分かった。それゆえ観測点数や配置が限られている十勝岳では、これら3観測点のどれかが欠落しても震源の決定精度が低下すると言える。

最後に振幅に時間変化が見られる十勝岳の背景微動について、ASL法を用いて震源位置の検討を行った。観測点数が多い2017年のデータに注目すると、火口近傍の観測点において急速な背景微動振幅の増大が確認できる。この時期の背景微動振幅をASL法で解析すると、震源位置は活動火口近傍の地表面近くに推定された。そこで、震央位置を主活動火口である62-II火口の真下に固定し、震源深さだけを同じアルゴリズムで探索したところ、若干の震源の浅方移動に震源強度の増大を伴うことでほぼ説明できることが分かった。解析期間が短く噴気強度などの表面現象との対比検証が済んでいないが、十勝岳の地震活動をモニタリングする上では、ASL法は十分に有効なツールとなり得ると期待される。

キーワード：十勝岳、火山性地震、震源決定

Keywords: Tokachi-dake volcano, volcanic earthquake, hypocenter determination