

富士山における地温観測孔掘削: 永久凍土の直接観測に向けて

池田 敦¹、岩花 剛²

1. 信州大学、2. 北海道大学

1. 概要

富士山はその標高ゆえに山頂部の年平均気温が -6°C 前後という日本では特異な寒冷環境にある。そのため現在、山頂付近に永久凍土(2年間を通して 0°C 以下の地盤)がまとまって存在する本州でおそらく唯一の場所である。近年の温暖化によってその永久凍土分布が急激に縮小したとしばしば報じられているが、これまで表層(ほぼ1mより浅い位置)以外の地温は観測されておらず、永久凍土そのもの(深部の地温)については実証的に明らかにされていない。表層地温から永久凍土分布を推定する先行研究とは異なり、深部までの地温断面を気象要素とともに直接観測し、地温変化の支配要因を明らかにし、永久凍土の動態や分布を評価することを目的として、2008年に3m深の観測孔を掘削した。それに続き、2010年8月19~21日には、白山岳(標高3756m)付近において、深さ9.7mの地温観測孔の掘削に成功した。そこで3m深観測孔のデータを中心に、富士山の地温を支配する要因について2年間の観測で明らかになったことを紹介し、今年度に掘削した10m深の観測孔がもつ意義について述べる。

2. 方法

火口周囲の比較的平坦な2ヵ所(標高3690m前後)の火山砂礫層に深さ約3mの観測孔を掘削し、データロガーを用いて地温を観測した。観測孔#1は地形的な凸部(風衝地)で、積雪深が50cmを超える期間はごく短い。観測孔#2は吹きだまりで、年間8ヵ月以上も積雪に覆われている。観測孔#1の脇では気温、降雨等の気象要素も観測した。また、山頂部6地点、北斜面8地点、南斜面3地点で、データロガーを用いて表層(深さ0.5~1mまで)の地温を観測した。

3. 結果と考察

観測孔#1、#2ともに先行研究の想定に反し、全深度が融解することが確認された。観測孔#1では、深さ2.5m以下の地温が年間を通じて 0°C からそれをわずかに上回る値で推移し、永久凍土が存在するかどうかの境界と判断された。とくに降雨に伴い地温が急上昇する特徴的な関係が見出された。地盤の昇温は一般に伝導によるが、富士山の透水性のよい砂礫層では降雨浸透による熱伝達の効果が大きいため、融解が夏季だけでなく秋季にかけても急速に進み、永久凍土の発達が抑制されていた。観測孔#2では、観測開始当初、地表面付近以外で $2\sim 5^{\circ}\text{C}$ という高い値を示していた地温が、年間を通じて低下し、2009年秋のわずかな昇温のあと、翌年も低い値で推移したが2010年夏に急上昇した。積雪が冬季は地温の低下を、夏季は地温の上昇を抑制し、積雪条件が毎年異なるため、年による地温変化が大きい。風衝地と比べると地温が高く、より深部にも永久凍土が存在する可能性はほとんどない。その他の地温データも比較検討すると、山岳地で地温を高くする基本条件(標高の低さ、日当たりのよさ)のほかに、富士山では積雪の吹きだまりやすさと透水性のよさが地温を高く保つ要因となっていた。山頂部でも永久凍土が確認できない地点があることから、富士山では斜面方位・傾斜と微起伏が地表面における日射量や風向風速を不均一にし、さらにそれらが積雪分布や土壌水分の空間分布を不均一にし、地盤構造の違いによる透水性の不均一性も相まって、永久凍土分布がパッチ状であると予想できた。

10m深観測孔は、上記の結果を踏まえ、透水性の悪い風衝地に設置しており、2年後には富士山初となる永久凍土の直接観測結果が出るだろう。そして気象要素の変動に対する永久凍土の応答についての正確な情報が得られ、短期間に急激に永久凍土分布が縮小したという見解の是非も検証される。また各要素間の関係を定量化し、より現実的な永久凍土分布を見積もるなど研究を発展させる予定である。

*連絡先:池田 敦(Atsushi IKEDA)、aikeda@shinshu-u.ac.jp