

富士山の永久凍土研究：経過観察

池田 敦¹

1. 筑波大学生命環境系

1. 概要

富士山山頂の永久凍土の現状を解明し、その地温変化をモニタリングすることで、将来、気候変化と火山活動の評価につなげることを目的とした研究の一環として、2010年に永久凍土をモニタリングする深さ約10mの観測孔(Hサイト、標高3750m)を設置した。2018年は、引き続きその観測データや山頂一帯の浅層地温観測データを回収・分析するとともに、浅層地温観測関連の測器を一部撤去した。実際のデータ回収にあたっては問題が多く発生し、その復旧は2019年に持ち越しとなっている。

2. 2018年の状況

2018年8月20日の現地調査によって、Hサイトのデータロガーは、おそらく落雷を受け、8月13日に停止したことがわかった。観測孔内のセンサー類は、本来こうした故障時に引き上げ可能な仕様であったが、孔内が凍結しており回収できなかった。そこで孔内が凍結した要因をデータから検討した。観測孔周辺では、例年なら強風のために積雪がきわめて薄いのが、2018年3月上旬の高温期以降、たびたび地温の日変化を抑制させるだけの積雪があった。その積雪は、5月2日～3日にかけて、発達した低気圧による降雨で急激に融け、観測孔の目止めを破って流入し、孔内で凍結していた。

当初、浸水の度合いも不明で、9月にセンサー引き上げも見込んで観測孔を加熱したが、浸水量は深刻であり加熱方法を見直す必要があった。また、9月以降10月上旬まで、天気がぐずつく状態が多く、その他の周辺観測孔の維持管理も十分にできず、次年度まで電池がもたず欠測となる観測点が複数、生じる見込みである。

3. 解析データ

上記のように、2018年はデータ回収に支障が多かったため、以後の解析は2017年の秋(融解期の終了時)までのデータを用いて行った。2011年10月11日から2017年10月10日までのHサイトの観測孔内21深度および地表面の毎時の地温を主な検討対象とした。それと対比させるため、深さ3.0mの地温観測孔(Kサイト、標高3695m)17深度および地表面の毎時の地温、Kサイトおよび山頂(3775m)の毎時の気温、H・K両サイトの地表に置いた転倒ます型雨量計

で計測した雨量を参照した。年平均値等は各年10月11日からの1年間について算出した。欠測期間の値については周囲のデータとの間で立てた一次式を用いて補完した。

4. 結果・考察

H・K両サイトにおいて、年平均地表面温度は年平均気温より2℃高かったほか、両地点の地表面温度は非常によく似た変動を示した。ところが、Hサイトでは深さ約1mより下方に永久凍土が存在するが、Kサイトでは降雨に伴い地温が大きく上昇して、10月には全層が融解した。Hサイトでも降雨浸透に伴って薄い季節的融解層(活動層)の昇温が観測されたが、Kサイトに比べ変動幅ははるかに小さかった。原位置で簡易透水試験を実施したところ、HサイトはKサイトより地表の透水性が悪かった。くわえて山頂にあるHサイトではその風下にあるKサイトよりも雨水が強風で吹き流されるため、地表に到達する雨量も2/3ほどであった。そのため、降雨によって地中にもたらされる熱量が両地点で異なり、永久凍土の有無が分かれていると考えられた。

上述のH・Kサイトの地温の違いを、地盤に浸透する水量の差異に求める考えは、最近明らかにしたことではなく、すでに何度も指摘したことである。ただ、この2年間に気付いたことがあり、それは富士山の年平均地温の断面形が、これまで報告されている世界の永久凍土帯の地温断面とは非常に異なっていたことである。

活動層中の熱伝導率は、凍結期と融解期で異なることが多く、その非対称性を示す指標としてサーマルオフセット(永久凍土上端の年平均地温から年平均地表面温度を引いた値)が提案されている。低地の永久凍土帯では、一般に融解時に土層の熱伝導率が低下するためオフセットが負値になるが、富士山では大きな正のオフセットがあった。また、オフセットの大きさは地表の積算寒度に比例し、積算暖度はオフセットを打ち消す方向に寄与した。永久凍土のないKサイトについても、同様の指標として2.1m深と地表の温度差を算出したところ、同じく正のオフセットが生じていた。先に述べた融解期のみを生じる降雨浸透による移流的な熱輸送が、富士山では、地盤に夏季に熱が伝わりやすく冬季に熱が伝わりにくい状態を生み、特異なオフセットを生んでいると考えられた。