

富士山の永久凍土研究:経過観察 (2019 年)

池田 敦¹

1. 筑波大学

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 10 m の観測孔(H サイト、標高 3750 m)を設置した。2019 年度に主に実施したことは、前年度に浸水と落雷で破損した H サイトの復旧作業である。観測孔内を温水で加熱して、孔内に凍結している破損センサーとバックアップ用小型ロガーの回収を目指したが適わず、残念ながら氷が孔内を満たしていることが明確になった。観測地には電源がなく、また狭く深い観測孔内に挿入できる熱源の手配も容易ではないため、凍結部の融解には時間をかけて融点の低い液体(不凍液)と混合させるしかないという判断に至った。不凍液と接することで、凍結部が徐々に融解していることはその後の調査で確認でき、今後、数年かけて融解させる予定である。

2. 2018～2019 年の破損と復旧状況

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。観測孔は、通常は周囲から液体・固体が入らない円筒管からできており、こうした故障時にはセンサーを引き上げられる仕様であった。ところが本来は中空のはずの孔内が凍結しており、破損センサーを回収できなかった。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だが、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に外気を循環させ加熱したが、まったく効果が得られず加熱方法を見直す必要があった。しかし、2018 年は 9 月以降 10 月上旬まで天気がぐずつき、H サイトでの作業はほとんどできなかった。ただ、季節的な表土の融解が最大化する無雪期末期(10 月 3 日)に、1.5 m 深まで新たなセンサーを入れ、永久凍土層の上にある季節的な凍結

融解層は観測できるように戻した。また、翌冬のさらなる凍結を防ぐために不凍液を投入した。

2019 年 5 月 12 日に観測孔の状態を確認したところ、ほぼ地表付近にて孔内が再凍結していた。しかし、その凍結部は(おそらく霜であった)深部には及んでおらず、6 月 1 日には消失し、再び不凍液を投入できた。その際に持参した前年と同量の不凍液が入り、前年投入の不凍液はかなり揮発していたものと考えられた。

旧測候所を宿泊利用した 8 月 17 日には、前年 10 月に増設したセンサーをいったん外し、孔内の凍結面の深さを確認した。その結果、観測孔の外側は永久凍土層($\leq 0^{\circ}\text{C}$)である 2.7 m 深まで液体となっており、不凍液側へ孔内の氷が少しずつ融け出していることが確認できた。このとき H サイトでの自然状態の地温データ獲得はしばらく諦めることとし、さらに融解速度を上げるために温水を投入した。再度センサーを入れ経過を見たところ、その方法で 3 m 深まで水温を急上昇させることができた。しかし、おそらく水の攪拌が難しいためもあり、それより先に融解が進む様子は認められなかった。そこで再凍結防止のためにいったん孔内の液体をポンプで吸いポリタンクに回収し、新たに不凍液を投入した。この時点で、あとは不凍液に任せて、時間をかけて融解させるほかはないと判断した。

9 月 17 日に再度、増設センサーをいったん外して凍結面の深さを測定した。その結果は 3.7 m であった。同様に 10 月 1 日に再度計測し、3.9 m までの融解を確認した。揮発した分を補うため、不凍液をつぎ足した。

3. 今後の見込み

地表より深さ 1 m 強までは、自然状態でも秋までに地盤は融けるため、前年秋から 1 年主に不凍液の効果で融かせた厚さは約 3 m である。この先さらに 6 m を融解させるためには、さらにたびたび不凍液をつぎ足して、よくて丸 2 年、実際は 3 年以上かかるのではないかと予想する。既存の破損センサーが抜けないため、孔内にセンサーをさらに増設する空間もなく、バックアップで埋設していたロガーの電池も残念ながら引き上げまで持たないものと予想された。