

大雪山系における永久凍土環境の監視及び動態解析

岩花 剛 [北海道大学大学院工学研究科 / 特任助教]

背景・目的

山岳永久凍土は、微妙な地表面熱収支の下その存在が維持されており、最も地球規模の温暖化の影響を受けやすい環境にあるといえる。凍土は、不透水層を形成することから、地表層の水文環境に大きな影響を与えるため、山岳永久凍土帯には特殊な自然環境が成立している。北海道・大雪山系には、広い面積にわたり永久凍土が分布し、その環境下に多くの稀少な動植物が生息しているが、近年温暖化に伴う平均気温の上昇は永久凍土の融解を引き起こし、これらの生態系の環境を急変が予想されている。本研究の目的は、山岳永久凍土上の気象環境を定量的に観測し、それらのデータをもとに凍土融解に伴う山岳生態系へのインパクトが評価できる地表面熱・水収支モデルを構築することである。

内容・方法

北海道大学低温科学研究所のリーダーシップ経費によって購入した山岳気象観測システムを北海道・大雪山系・五色岳に設置し、本格的な山岳永久凍土環境観測が継続中である。本研究助成では、測定項目を増やし、観測を継続することを行った。観測内容・方法は以下のとおりである。

・観測地点

観測システムの設置場所は、登山道から十分に離れた北海平の東に位置する五色岳付近の台地である。この台地はほぼ平坦で、卓越風方向に300～400mの吹走距離をとることができる微気象観測に比較的適した場所である。システムの設置地点は五色岳から北東に約400mの標高2015mの地点である。

・観測簡易タワーによる地表面の微気象観測

3高度における温湿度及び風速、4成分放射量、地中熱流量、風向の測定を行った。また、地表面熱・水収支を計算するための潜熱フラックスの測定を超音波風速計を用いて試験的に行った。

・地中(活動層および永久凍土上層)の観測

高精度・高分解の温度計を自作し、地温を測定する。土壌水分は山岳地のレキ層での測定が可能な非ブローブ計の測器を用いて測定した。

結果・成果

2005年7月の観測開始から約1年半が経過して、現在も観測継続中である。永久凍土が連続的に分布する山岳地において、微気象環境を含めた永久凍土のモニタリングを長期的に実施できたのはこれが日本で初めてである。天候条

件の厳しさのため、いくつかの測定器が破損した。また、動物によってケーブル等が切断されることがあった。山岳地の観測場所の往復は多大な労力を要し即時に現場の不具合に対応できず、すべてのデータを連続的に得ることは困難であった。しかし、可能な範囲で頻繁に現場に通いメンテナンスを行い、土壌水分量以外のデータを長期的に測定することができた。以下に主な観測結果を示す。

1 永久凍土の存在証明

サーミスタセンサを用いて作成した地温計による測定によって、一年のうちもっとも多くの熱量が地中に蓄えられていると考えられる9月下旬においても0以下の地層が2か年連続して存在することがわかった。この多年凍土は、少なくとも5m以深まで存在しているようである。多年凍土帯において凍結・融解を繰り返す地表層を活動層と呼ぶが、この厚さは1.2～1.3m程度であった。

2 放射環境

5月～7月の晴天時には最大瞬時値で約1100W/m²の日射量を観測し、そのときの正味放射量は約750W/m²と計算された。UVA及びUVBの最大値も観測を行った8・9月においてそれぞれ30及び2.5W/m²であり、晴天時には強烈な日射と紫外線に晒される場所であることがわかった。

3 気温・降水量・風環境

アルピードの値から、無積雪期が5月上旬から9月下旬であることがわかった。積雪期であっても積雪は最大30cm程度であり、強風によってたびたび雪が吹き飛ばされ、地表面がとところどころ露出する時期がある。風については、西または南西の風向が卓越し、30分間の平均風速で5～20m/sの強風が吹きつけていることがわかった。2006年夏期の降雨量は、5～9月それぞれ230、129、141、275、148mm/月であり、旭川市の約2倍の値である。2005年10月から1年間の平均気温は、-4.6であり、シベリアやアラスカにおける連続的永久凍土帯南部の値に近い。

計測しうるすべての観測項目を今後も長期的にモニタリングし続けることによって、地球温暖化が大雪山系の永久凍土に及ぼす影響を評価することができる。

今後の展望

これまで得られたデータをもとに、対象の地表面でのエネルギー収支を単純なモデルで再現し、観測結果の考察を行う。さらに日本の山岳永久凍土の地球規模の気候変化への応答について議論する予定である。また、大雪山系で動植物の生態を研究している研究者と連携し、微気象や永久凍土環境の変化による生態系への影響の評価を進めたい。

欧米では、高山帯に設置された気象観測装置からのデータを無線で町の基地まで送信し、インターネットのサイトで逐次公開している研究組織がいくつか見られる(例えば、アラスカ大学 <http://www.uaf.edu/water/projects/champ/>)

mccall/ahab/current.html)。これは学術研究における山岳気象のデータ利用のみならず、登山者がより安全に山登りを楽しむために欠かせない情報を公開するためである。大雪山系においても同様の情報公開システムの構築を検討していきたい。