

地中レーダー (GPR) を用いた立山連峰の5つの多年性雪渓の氷厚観測 Identifying the ice thickness of five perennial snow patches in the Tateyama Mountains based on GPR soundings

福井 幸太郎^{1*}; 飯田 肇¹
FUKUI, Kotaro^{1*}; IIDA, Hajime¹

¹ 富山県立山カルデラ砂防博物館
¹ Tateyama Caldera Sabo Museum

We carried out ground penetrating radar (GPR) soundings in the Kuranosuke, the Hamaguri-yuki, the Tsurugisawa, the Chojiro and the Ikenotan-migimata perennial snow patches in the Tateyama Mountains, the northern Japanese Alps since 2012. The Kuranosuke and the Ikenotan-migimata perennial snow patches had large ice masses (>30 m in thickness). We had measured the surface flows of both ice masses since 2011. The maximum surface flows of the Ikenotan-migimata and the Kuranosuke perennial snow patches were about 2 m a⁻¹ and 0.14 m a⁻¹, respectively. Thus, we regard the both snow patches as active glaciers.

The Hamaguri-yuki, the Tsurugisawa and the Chojiro perennial snow patch had thin ice masses (<20 m in thickness). It is possible that these ice masses are not flowing at the present time. Thus, we guess that these snow patches are glacierets rather than active glaciers.

キーワード: 氷河, 多年性雪渓, 立山, 剣岳, 地中レーダー

Keywords: glacier, perennial snow patch, Mt. Tateyama, Mt. Tsurugi, GPR

立山連峰の氷河の内部構造調査 Studies on internal structure of active glacier in the Tateyama Mountains

飯田 肇^{1*}; 福井 幸太郎¹
IIDA, Hajime^{1*}; FUKUI, Kotaro¹

¹ 富山県立山カルデラ砂防博物館
¹Tateyama Caldera Sabo Museum

In 2013, we carried out 20 m depth boring in the Sannomado Glacier (2000 m above sea level), in the Tateyama Mountains, the northern Japanese Alps. The 20 m core was analyzed paying attention to the structure of firn and ice. The following observations were carried out;

- (i) stratigraphic observation of snow layer and glacier ice.
- (ii) measurement of density profile.
- (iii) measurement of grain shape and profile of grain size.
- (iv) observation of elongation of air bubbles.

The internal structure of the Sannomado Glacier was characterized by obvious boundary between firn and ice. At the depth of 5m, there was a distinct dirt layer formed in the last autumn. Above this dirt layer, firn transformed into ice abruptly and the density curve showed a discontinuity to 850kg/m^3 . The temperature of the snow and ice measured in the borehole was 0°C throughout the layer. Spouting water was found in the borehole, indicating an aquifer in the glacier. From these results, such a rapid transformation process from snow to ice in this glacier will be discussed.

The grain size gradually increased with depth and elongation of air bubbles was shown below 15m which suggests internal flow of the glacier.

キーワード: 氷河, 多年性雪渓, 立山, 劔岳, ボーリング

Keywords: glacier, perennial snow patch, Mt. Tateyama, Mt. Tsurugi, boring

モンゴル・アルタイ地域の氷河流出河川中の氷河融解水の割合 Contribution ratio of glacier discharge to the river water in Mongolian Altai

紺屋 恵子^{1*}; 門田 勤¹; Davaa Gombo²; Pugvdagwa Kalzan²
KONYA, Keiko^{1*}; KADOTA, Tsutomu¹; DAVAA, Gombo²; PURVDAGVA, Kalzan²

¹ 海洋研究開発機構, ² モンゴル気象水文環境研究所
¹JAMSTEC, ²IMHE, Mongolia

1. 背景

氷河からの流出河川に関する研究は数多く行われている。モンゴル・アルタイ地域では、降水から十分な生活用水をとることが難しいため、氷河からの水が重要な水資源であると考えられている。モンゴルの貯留水のうち 10%は氷河に蓄えられているという報告もある (Davaa et al., 2007)。また、モンゴル・アルタイ地域の氷河からの流出河川は、氷河の融解水、季節的な降水 (雨)、融雪水で構成され、モンゴル西部の河川水では、約 50%が雪、氷、氷河起源である (Davaa et al., 1999)。

本研究では、①モンゴル・アルタイ地域の氷河の融解水、降水・融雪水の量と流出河川水の化学的性質を明らかにすること、②今後の温暖化で変化しうる氷河から獲得可能な水量を予測することを目的とする。

2. 方法

氷河下流の河川の2か所にて、流量、水温、電気伝導度 (EC)、pH、河川水 δD 、 $\delta^{18}O$ の観測を、氷河融解期初期、中期、末期の3期間、1日3回実施した。氷河融解水の河川水への寄与率を、A) 流量と EC から、B) 氷河融解量からの二つの方法で見積もった。

3. 結果

いずれの方法でも、これまでよりもやや多い 20~50% の寄与率が計算された。方法 B にて、今後の温暖化に対する融解量の変化から、河川流量変化を計算した。近い将来 (数十年後) は、流量の増加が見込まれ、遠い将来 (約 100 年後) には流量が減少し始めると考えられる。ただし河川水は氷河の融解のみならず、積雪量の変化も受けるため、融雪水の変化も考慮する必要がある。

キーワード: 氷河, 氷河流出河川, 温暖化, 水資源, モンゴル, 気候変動

Keywords: glacier, glacier discharge, temperature warming, water resources, Mongolia, climate change

数値標高モデル (DEM) を用いたヒマラヤの氷河下流域における周辺地形の特徴量に関する比較 Comparison of surrounding land features on the glacier terminal areas in the Himalayas derived from DEM

鈴木 亮平^{1*}
SUZUKI, Ryohei^{1*}

¹ なし

¹ none

山岳氷河の表面における放射収支 (正味放射量) は、周辺の複雑な地形によって、空間的に不均一であることが知られている。放射収支は、これまでの現地観測によって、ヒマラヤに分布する氷河の融解熱量として、大きな割合を占めることが知られている。一方、ヒマラヤの南斜面においては、氷河下流域の氷の表面が、岩屑 (デブリ) によって覆われた「デブリ氷河」が数多く分布する。このような氷河においては、岩屑の熱特性分布が、氷河の融解速度の空間分布に直結する。それらの空間分布を正確に推定するためには、氷河の消耗域における放射収支に対して、氷河周辺の地形が与える影響を考慮する必要がある。しかしながら、ヒマラヤにおいては、これらの現象を現地観測によって広域的に明らかにすることは、困難である。したがって、遠隔的・広域的な観測手法として、衛星リモートセンシングの応用が有効である。

本研究では、一例として、2002 年以降に現地観測の実績があるブータン・ルナナ地方の数値標高モデル (DEM) を用い、氷河周辺の地形が放射収支に与える影響を推定することを目的とする。同地域に分布する複数の氷河における下流域表面の各地点 (画素) について、周囲の地形と空との境界を見込む方位角・仰角の分布を近似的に算出し、特徴量として比較した。この特徴量は開度を応用した概念であり、周囲が水平面に近いほど 1 に近く、反対に、急峻な壁面に囲われた窪地であるほど 0 に近づく。第一段階の試算によれば、8 方位、かつ、半径約 4.5km 内を対象とした場合、Thorthormi、Lugge、Lugge II 氷河の下流域における値は、0.7 から 0.9 の範囲に分布した。

この結果は、DEM の精度だけでなく、その上を走査するラスタ画像処理の方法に強く依存する。すなわち、着目する画素 (地点) において、走査する際の方位角の刻み値、視線方向の走査半径、半径の増分値などの条件によって変化する。このため、今回の発表では、複数の実験結果を事例として示し、同地域における放射収支の空間分布への影響について考察・報告する予定である。

キーワード: 数値標高モデル, 画像処理, 氷河融解速度, 放射収支, 山岳氷河, ヒマラヤ

Keywords: Digital Elevation Model (DEM), image processing, glacier melt rate, radiation budget, mountain glaciers, Himalayas

天山山脈とラダーク山脈の氷河湖と氷河湖決壊洪水 Glacier lake and glacier lake outburst floods in Tien Shan and Ladakh Range

奈良間 千之^{1*}; 風晴 彩雅¹; 山本 美菜子¹; 浮田 甚郎¹; 池田 菜穂²; 田殿 武雄³
NARAMA, Chiyuki^{1*}; KAZEHARE, Saiga¹; YAMAMOTO, Minako¹; UKITA, Jinro¹; IKEDA, Naho²; TADONO, Takeo³

¹ 新潟大学理学部自然環境科学科, ² 東北大学災害科学国際研究所, ³ 宇宙航空研究開発機構

¹Niigata University, Department of Environmental Science, ²Tohoku University, Institute for Disaster Reconstruction and Re-generation Research, ³JAXA

調査地域である中央アジアの天山山脈やインド北西部のラダーク山脈(インド・ヒマラヤ西部)には、小規模な氷河湖が多数分布する。天山山脈では、1963年に多くの犠牲者がでた氷河湖決壊洪水(GLOF)をはじめ、いくつかの氷河湖決壊洪水(GLOF)が1950~1970年代に起きている。最近では1998~2012年に再び犠牲者をともなうGLOFが1998年7月にギッサール・アライ地域(5万m³, 犠牲者多数), 2002年8月にパミール(10万m³, 犠牲者24人), 2008年に天山山脈北部地域(45万m³, 犠牲者3人)の3回生じている。一方、ブータン・ヒマラヤにおいては、2000~2010年に急速に拡大した氷河湖は全体のわずか1~3%であった。東ヒマラヤでは1994年以降犠牲者をともなうGLOFは生じておらず、氷河湖の脅威は以前よりも減少している。これまでの我々の調査結果によると、天山山脈北部地域に分布する約800の氷河湖のうちの多くが1980年代以降に出現した新しい氷河湖であり、この1980年代以降に出現・発達した次世代の氷河湖が2000年以降再びGLOFを起こしはじめている。もう一つの対象地域であるインド北西部のラダーク山脈(インド・ヒマラヤ西部)では、天山山脈と同様に小規模な氷河湖が多数分布する。2010年, 2011年, 2012年と立て続けにGLOFが生じ、その特徴は両地域で多くの類似点を持つ。このような状況を鑑み、本研究では、小規模氷河湖分布地域である二つの山岳地域を対象に、氷河湖の現状分析、過去の氷河湖決壊洪水の被害状況とその被害予測をおこない、氷河災害軽減に向けての対策を提案することを目的としている。

氷河災害の軽減に向けて、本発表では以下の2点について報告する。(1) 発生誘因である小規模氷河湖の基礎的な情報, (2) 過去の洪水履歴からの災害実績図である。天山山脈とインド・ヒマラヤ西部のラダーク山脈では、1年~数か月の短期間で出現・決壊する短命氷河湖が複数確認されている。天山山脈のテスケイ山脈では、2008年7月にわずか2か月半で氷河湖が出現・決壊して、45万m³の水を流出し、3人の犠牲者をだした短命氷河湖のGLOFが生じた。2012年7月には、同地域のキルギス山脈で1年前に出現した氷河湖(6万m³)が決壊し、上流の村々の住民は突然の洪水に混乱した。インド北西部のラダーク山脈では2011年に出現した氷河湖が2012年7月に決壊し2つの橋を流出した。この短命氷河湖の現状を把握するため、空中写真, Corona, Landsat TM/ETM+など複数の衛星データを用いて、氷河湖の面積変動の追跡調査をおこなった。ALOS AVNIR-2/PRISM画像から、現在のキルギス山脈において229の氷河湖(0.001km²以上)が確認された。これら氷河湖の面積変動の傾向から、氷河湖は短命・繰り返し型と変動型(拡大・縮小)の2つのタイプに分類でき、短命・繰り返し型の氷河湖タイプが3割ほどを占めていることがわかった。さらに、過去の氷河湖決壊洪水の記録から、短命氷河湖タイプの出水が多いことが明らかになった。詳細は学会において報告する。

キーワード: 氷河湖, 氷河湖決壊洪水, 小規模氷河湖分布地域, 天山山脈, ラダーク山脈

Keywords: glacier lake, glacier lake outburst floods, small-size glacier lake region, Tien Shan, Ladakh Range

中国・天山山脈ウルムチNo.1 氷河表面の化学成分分析 Chemical Composition on the surface in the Urumqi No.1 glacier, Tien Shan, China

若林 梢¹; 竹内 望^{1*}; 田中 聡太¹; 雨宮 俊¹

WAKABAYASHI, Kozue¹; TAKEUCHI, Nozomu^{1*}; TANAKA, Sota¹; AMEMIYA, Shun¹

¹ 千葉大学理学研究科

¹ Graduate School of Science, Chiba University

氷河や積雪などの雪氷中には、様々な溶存化学成分が含まれている。とくに融解期の雪氷面の化学成分は、氷河や積雪表面で繁殖する雪氷微生物の生態の理解に重要である。微生物の中でも光合成により氷河表面で有機物を生産する雪氷藻類は、氷河表面のアルベドを変えて融解を促進する効果があるため、その生態は氷河の融解過程の理解に重要である。雪氷藻類の繁殖には、雪氷表面の化学成分の中でも、特に栄養塩として利用している窒素やリンの成分が深く関与していると考えられる。中央アジアの山岳には多くの氷河が分布しており、その氷河表面に繁殖する雪氷藻類は、パイオマスが大きくシアノバクテリアが比較的多く占めている。これらは緑藻が占める割合の大きい北極域の氷河とは異なる特徴である。雪氷藻類のこのような群集構造を決定する要因に、栄養塩などに関わる化学成分が関与しているかもしれない。そこで本研究では、中央アジアの乾燥域に位置する中国天山山脈・ウルムチNo.1 氷河の融解期表面の2010年から2012年までの3年間の主要化学成分の濃度分析を行い、標高による化学成分の違いや経年変動を明らかにし、その変動の原因と雪氷藻類への影響について理解することを目的とした。

本研究では、2010~2013年8月に中央アジア天山山脈・ウルムチNo.1 氷河表面において採取したサンプルを使用した。標高の異なる6地点(標高が低い順にS1~S6)で表面の氷を採取し、これらを融解させた後、濾過を行い千葉大学の実験室に持ち帰った。これを冷凍保存したものを解凍させ、イオンクロマトグラフ(DIONEX, ICS-1100)を用いて主要化学成分濃度の分析を行った。また、フィルター上にろ過したものを、DMFにクロロフィルを抽出し、蛍光光度計を使ってクロロフィル量を算出した。

ウルムチNo.1 氷河表面に溶存する主要化学成分は、標高によらずCaが6割以上を占めていることがわかった。これは融解表面の化学成分も氷河周囲から飛来するダストの影響を大きく受けていることを示している。Ca以外の化学成分も、標高によって濃度の違いがあることが明らかとなった。藻類の栄養塩として重要なNH₄⁺の濃度は、末端から中流部までは標高が高いほど増加し、S4でピークとなっていた。クロロフィル濃度の測定結果も、S4で最大値をとったことから、これらの全窒素濃度が藻類の高度分布に影響している可能性がある。

キーワード: 化学成分, 氷河

Keywords: chemical composition, glacier