

ACC028-01

会場:102

時間:5月24日 08:30-08:45

スイスアルプスローヌ氷河における氷河前縁湖形成後の流動変化

Changes in ice flow regime after formation of proglacial lakes in Rhonegletscher, Swiss Alps

津滝 俊^{1*}, 西村大輔¹, 吉澤猛¹, 杉山慎²

Shun Tsutaki^{1*}, Daisuke Nishimura¹, Takeshi Yoshizawa¹, Shin Sugiyama²

¹ 北海道大学大学院環境科学院, ² 北海道大学低温科学研究所

¹GSES, Hokkaido Univ., ²ILTS, Hokkaido Univ.

近年の気候変動の影響を受けて、世界各地の山岳氷河は著しく縮小・後退し、その一部では新しい氷河前縁湖が形成されている。氷河末端に湖が形成された場合、1) 底面水圧の増加による氷河末端の加速、2) 末端の加速に起因する氷厚の減少、3) 底面水圧の増加と氷厚の減少に起因する氷河の隆起と崩壊の3過程が段階的に発生し、氷河の後退を加速させる恐れがある。

本研究は、湖の形成に起因する流動の変化とそのメカニズムに着目し、氷河湖形成前後の表面流動速度変化と、湖形成後の水平方向の氷の歪み速度場の時間的变化、および有効圧力(氷の上載荷重と底面水圧の差)の空間分布を明らかにすることを目的とした。著者らは2005年に新しく氷河湖が形成されたスイスアルプスのローヌ氷河において、2007-2009年に100mスケールの空間分解能で熱水ドリルによる氷河の全層掘削、GPSによる表面流動速度観測と氷河の表面高度測量、圧力センサーや水位ゲージを用いた掘削孔内の水位測定を行った。

ローヌ氷河末端の流動速度は、2006年から2007年にかけて約2倍に増加した。2008、2009年の観測から、氷厚は -3.44 m a^{-1} で減少していることが示された。また氷河末端から上流側200mの領域に位置する掘削孔の水位は湖の水位とほぼ等しいことが明らかになった。さらに表面高度測量と熱水掘削より求めた氷厚分布を基に有効圧力を計算したところ、湖周辺における底面水圧は上載荷重を上回ったことが明らかとなった。これらの結果から、高い氷河底面水圧が底面流動を促進し、流動の加速を引き起こしたことが示唆された。氷河末端における水平方向の流動場は、湖の形成前後で圧縮流から伸張流へ変化した。この流動場の変化は氷厚の減少を加速させた要因と考えられる。2009年には湖周辺において、クレバスの形成を伴った氷河表面の隆起が観測された。この結果は、今後も氷厚が減少し続けると、氷河末端部の広範囲において氷の隆起や崩壊が発生することを示唆するものである。

キーワード: 氷河前縁湖, 氷河流動, 山岳氷河, スイス

Keywords: proglacial lake, glacier flow, Alpine glacier, Switzerland

ACC028-02

会場:102

時間:5月24日 08:45-09:00

ALOS/PALSAR に基づく Perito Moreno 氷河 (パタゴニア) の三次元変位の推定 3-D displacements in Perito Moreno glacier, Patagonia Icefield, inferred from ALOS/PALSAR data

武藤 みなみ^{1*}, 古屋 正人²
Minami Muto^{1*}, Masato Furuya²

¹ 北大・理・自然史, ² 北大院理

¹Natural history sciences, Hokkaido Univ., ²Hokkaido Univ.

Perito Moreno 氷河はパタゴニアを代表するカービング氷河で、年間 500 m 以上という非常に速い流動速度を示す。しかし、その広範囲かつ連続的な観測はされておらず、流動メカニズムの詳細はよくわかっていないのが現状である。

合成開口レーダー (Synthetic Aperture Radar; SAR) は、面的に高い空間分解能で地表変動をとらえることができる技術である。本研究では、ALOS (だいち) に搭載されている合成開口レーダー PALSAR の観測データを用いて Pixel Offset (Feature Tracking) 解析を行い、Perito Moreno 氷河の流動を検出した。

Perito Moreno 氷河に関する SAR の観測データを用いた研究はこれまでもいくつか報告されているが、ALOS/PALSAR を用いた研究はまだ報告されていない。また、いずれの先行研究においても、流動方向の決定に SAR データ以外の補足的な情報 (地形情報など) が必要だった。これは、Pixel Offset 法で検出される変動量が、衛星視線方向 (Range) と衛星進行方向 (Azimuth) の 2 成分しかなく、三次元ベクトルを求めるのに不十分であるためである。それに対し本研究では、異なる 2 種類の軌道の Pixel Offset 解析結果を用いることにより、地形情報を用いることなく氷河の三次元変位を推定した。

得られた流動速度ベクトルの大きさの分布を見たところ、氷河の流れの中央部分や上流で速度が大きくなっており、この分布は先行研究とよく一致していた。

ACC028-03

会場:102

時間:5月24日 09:00-09:15

中国天山山脈・ウルムチ No.1 氷河の雪氷藻類群集 Snow algal community on Urumqi glacier No.1 in the Tien Shan Mountains, China

田中 聡太^{1*}, 竹内 望¹, Li, Zhongqin²
Sota Tanaka^{1*}, Nozomu Takeuchi¹, Li, Z²

¹ 千葉大学, ² Chinese Academy of Sciences

¹ Chiba University, ² Chinese Academy of Sciences

氷河上には寒冷な環境に適応した藻類である雪氷藻類が生息している。雪氷藻類は、氷河表面のアルベドを低下させる効果をもち、またアイスコア研究では環境指標になるなど、地球科学的に重要な生物である。しかし、雪氷藻類の生態に関しては未だ限られた情報しかない。本研究では、中国、天山山脈・ウルムチ No.1 氷河の雪氷藻類群集を定量的に明らかにすることを目的とした。

顕微鏡観察の結果、氷河表面のサンプルには2種の緑藻と6種のシアノバクテリアが含まれていた。これら藻類の群集構造は高度変化にしたがって変化し、氷河下流～中流の裸氷域ではシアノバクテリアである Oscillatoriaceae cyanobacteria が、氷河上流の積雪域では緑藻である Chloromonas sp. が優占種であった。全藻類のバイオマスの合計もまた裸氷域から積雪域へと移行するにしたがい急激に低下したが、裸氷域内では高度変化に伴う変化は見られなかった。これらは高度によって連続的に変化する氷河表面の物理的・化学的条件によるものと考えられる。

また、ウルムチ No.1 氷河の藻類群集を他のアジア高山域氷河と比較したところ、ウルムチ No.1 氷河は裸氷域における総バイオマスの9割をシアノバクテリアが占めるといった他の氷河には見られない特徴を示した。これは、ウルムチ No.1 氷河の高い pH (7.6) に起因するものと考えられる。この結果は、ヒマラヤ山脈と天山山脈、天山山脈とアルタイ山脈を分ける、雪氷藻類群集の地理的境界の存在を示唆している。

キーワード: 雪氷藻類, シアノバクテリア, 群集構造, 高度変化, 地理的境界, pH

Keywords: snow algae, Cyanobacteria, community structure, altitudinal distribution, geographical boundary, pH

ACC028-04

会場:102

時間:5月24日 09:15-09:30

ALOS/PALSAR による中国, クンルン山脈西部の氷河の表面速度場と時空間的変動の検出 Glacier Surface Velocity Fields and Spatiotemporal Variation in West Kunlun Shan, China, Detected by ALOS/PALSAR

安田 貴俊^{1*}, 古屋 正人¹

Takatoshi Yasuda^{1*}, Masato Furuya¹

¹ 北海道大学大学院理学研究院自然史科学部門

¹Dept. Natural Hist. Sci., Hokkaido Univ.

チベット高原を中心とする地域は北極, 南極に次ぎ氷床が発達し, 第3の極 (The Third Pole Environment, TPE) と呼ばれる。平均高度は 4000m をゆうに越え, 数多くの山岳氷河が発達している。これらの氷河から流れ出る水は周辺の乾燥地帯に住む人々の水源として必要不可欠であり, 農業, 工業や社会的基盤の発達を支えている。また, 低緯度に存在する氷河, 特に規模の小さい氷河や氷帽は気候変動の影響を受け易く, 氷河の縮小による海水準の上昇も懸念されている。将来の水資源, 気候変動の指標や海水準変動の予測のためにもこの地域の氷河の時間的, 空間的な観測は重要である。しかし, 険しい自然環境や政治的問題などもあり観測例は限られている。本研究では TPE の北西に位置する, 中国, クンルン山脈西部 (West Kunlun Shan, WKS) に存在する山岳氷河の観測を行った。WKS ではアイスコア (Thompson et al. 1995) や光学写真を使った調査 (Shangguan et al. 2007) が行われているが, 氷河表面速度の広範囲かつ定期的な観測は報告されていない。そこで我々は氷河の流動を観測する手法として注目を浴びてきている衛星搭載型の合成開口レーダー (Synthetic Aperture Radar, SAR) のデータを用いて山岳氷河の流速を検出した (Joughin et al. 1998, 2001, Pritchard et al. 2005)。

我々は宇宙航空研究開発機構 JAXA が 2006 年 1 月に打ち上げた衛星 ALOS(だいち) に搭載されている L バンド合成開口レーダー (PALSAR) が 2007 年から 2010 年 1 月までに取得した SAR データを使用した。観測地域をカバーするため二つのフレームを連結し, path515 と path516 の北行軌道のデータ, 計 24 シーンを使用した。SAR データを時系列順に組み合わせ, 数値標高モデルは SRTM4 を使用し, ピクセルオフセット法で表面変位を検出した。氷河は地形勾配に沿って流れ, 各観測期間内で氷河の速さは一定であると仮定し, 得られた結果を表面速度場へと変換した。

両方の path で観測できた, WKS の北側に位置する Duofeng 氷河の下流域に注目した。流動速度を日変化に換算し比較を行った。その結果, 夏季に速度が増加し, 冬に低下する季節性の変動を検出した。最小二乗法を使用し季節変化の速度モデルの推定を行った。モデルからは夏季に最大, 冬季にも小さいピークが現れた。夏季の流動の速さは冬季に比べると 2 割ほど増加していた。NCEP 客観解析データの表面温度と季節変動を比較したところ, 夏季のピークは表面温度が氷点を上回る時期と一致した。季節変動が存在する一方, 経年的には氷河の流動は減速していた。

さらに下流域を末端から区切り, それぞれの領域で同様にモデルを推定したところ, 興味深い変化が現れた。夏季の振幅のピークは標高 5500m あたりから急激に増加し, 氷河の末端域で急激に低下した。一方, 冬季の振幅は上流ほど大きく, 標高が下がるにつれ減少し, 末端部では冬季の速度上昇は見られなかった。

キーワード: だいち, 合成開口レーダー, ピクセルオフセット, 山岳氷河, 西クンルン山脈, 季節変動

Keywords: ALOS, PALSAR, feature tracking, mountain glacier, west Kunlun Shan, seasonal variation

ACC028-05

会場:102

時間:5月24日 09:30-09:45

チベット南東部・海螺溝氷河における土砂堆積物の分布が氷河融解に与える影響 Distribution of debris thickness and its effect on ice melt at Hailuogou Glacier, southeast- ern Tibetan Plateau

張 勇^{1*}, 藤田耕史²

Yong ZHANG^{1*}, Koji FUJITA²

¹ 東京大学大学院工学系研究科総合研究機構, ² 名古屋大学大学院環境学研究科

¹the University of Tokyo, ²Nagoya University

Debris cover is widely present in glacier ablation areas of the Tibetan Plateau, and its spatial distribution greatly affects glacier melt rates. High resolution in situ debris thickness measurements on Hailuogou Glacier, Mount Gongga, south-eastern Tibetan Plateau, show its pronounced inhomogeneous distribution in space. An analysis of transverse and longitudinal profiles indicates that the ground-surveyed debris thicknesses and ASTER-derived thermal resistances of debris layers correlate strongly over the entire ablation area. Across- and along-glacier patterns of ASTER-derived thermal resistance correspond well with spatial patterns of debris thickness, which may reflect large-scale variations in the extent and thickness of the debris cover. The ice melt rate variability over the ablation area simulated by a surface energy-balance model, in which thermal resistance of the debris layer is taken into account, clearly indicates the crucial role of debris and its spatial continuity in modifying the spatial characteristics of melt rates. Due to the inhomogeneous distribution of debris thickness, about 67% of the ablation area on Hailuogou Glacier has undergone accelerated melting, whereas about 19% of the ablation area where the debris inhibits melting, and only 14% of the ablation area where the sub-debris melt rate equals the bare-ice melt rate.

キーワード: 海螺溝氷河, デブリ, 融解, 影響, チベット

Keywords: Hailuogou Glacier, debris, ice melt, effect, Tibetan Plateau

ACC028-06

会場:102

時間:5月24日 09:45-10:00

GPS 測量データにより補正された多時期の DEM を用いた、ランタン地方の氷河表面高度の時系列変化 Temporal elevation changes in glaciers revealed by multi-temporal DEM calibrated with GPS survey in the Langtang, Nepal

縫村 崇行^{1*}, 藤田 耕史¹, 福井 幸太郎², 岡本 祥子¹, 竹中修平³, 保科 優¹, 山口 悟⁴, 杉山慎⁵, 永井 裕人¹, 刀根賢太⁵, 西山 大陸⁶, 長井 宏介⁶, 伊藤 弘樹⁶
Takayuki Nuimura^{1*}, Koji Fujita¹, Kotaro FUKUI², Sachiko Okamoto¹, Shuhei Takenaka³, Yu Hoshina¹, Satoru Yamaguchi⁴, Shin Sugiyama⁵, Hiroto Nagai¹, Kenta Tone⁵, Hiromu Nishiyama⁶, Kousuke Nagai⁶, Hiroki Ito⁶

¹名古屋大学, ²立山カルデラ砂防博物館, ³(株)地球システム科学, ⁴防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター, ⁵北海道大学低温科学研究所, ⁶千葉大学

¹Nagoya University, ²Tateyama Caldera Sabo Museum, ³ESS, ⁴Snow and Ice Research Center, National R, ⁵ILTS, Hokkaido University, ⁶Chiba University

ヒマラヤ地域に存在する氷河は、表面をデブリ(岩屑)に覆われているデブリ氷河が多い。デブリ氷河の下流域では氷河表面を覆うデブリと氷河周辺の地面との境界が不明瞭であるため、可視衛星画像から氷河の面積を正確に捉えることが困難である。そのためヒマラヤ地域での氷河変動を議論するにあたっては、氷河表面の高度変化の正確な計測が重要となる。

近年、リモートセンシングにより氷河変動を捉える試みは多くの地域でなされている。ヒマラヤにおいても、氷河の面積変化、表面高度の変化、流動速度の分布など、従来空間的及び時間的に連続的に求めることが困難であったものを、明らかにする研究が試みられている。しかし、リモートセンシングによる観測は、その計測方法やセンサーの種類により、さまざまな原因にもとづく誤差やバイアスが含まれるため、一般的に現地観測よりも計測精度が劣るとされる。ヒマラヤの氷河のように現地へのアクセスと測量作業が困難で、頻繁に観測することができない対象について、広域に均一な精度で変量を抑えるためには、リモートセンシング観測は不可欠である。しかし、従来のヒマラヤ地域でのリモートセンシングを用いた氷河変動の研究の多くは、現地観測データによる精度検証や補正を行っていないのが実状である。こうした背景のもと、本研究ではネパール東部のランタン地方においてディファレンシャル GPS 測量を実施し、それを用いて衛星データの精度検証及び補正を行なった上で、氷河変動量を高精度で復元することを目的とした。

2008 年、2009 年にランタン地方広域において、DPGS 測量を行なった。そしてこの結果を用いてランタン地方における 1992 年の空中写真測量による DEM、2000 年の SRTM-DEM、2001 年から 2004 年までの 4 シーンの ASTER-DEM の計 6 時期の DEM について精度検証及びバイアス補正を行い、高精度で氷河表面高度の変化速度と変化量を算出した。また、ランタン地方のデブリ氷河のひとつであるリルン氷河においては、これまでも 1996 年、1999 年に現地測量が行われており、この現地測量による表面変化量との比較により、リモートセンシングの表面変化量の検証を行った。解析の結果は発表にて紹介する。

キーワード: 氷河, ヒマラヤ, GPS, リモートセンシング, DEM, ランタン

Keywords: glacier, Himalaya, GPS, remote sensing, DEM, Langtang

ACC028-07

会場:102

時間:5月24日 10:00-10:15

ヒマラヤにおける近年の氷河変動とその空間分布 Recent changes in Himalayan glaciers and inhomogeneous wastage distribution

藤田 耕史^{1*}, 縫村 崇行¹

Koji Fujita^{1*}, Takayuki Nuimura¹

¹ 名古屋大学大学院環境学研究科

¹Nagoya University

A claim in the IPCC report that Himalayan glaciers could disappear by 2035 turned out to be an error. However, it is not clear exactly how fast the Himalayan glaciers are shrinking because of high altitudes and remoteness hampering measurement from the ground. We update volumetric changes by differential GPS surveys for three benchmark glaciers in the Nepal Himalaya whose observations were continued since the 1970s. We reveal that one glacier in arid climate has been continuously shrinking ($\sim 500 \text{ kg m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$) while shrinking rates of two glaciers in humid climate have been accelerated ($\sim 800 \text{ kg m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$) during the last decade. Mass balance calculations using a energy-mass balance model with downscaled climate datasets shows that equilibrium line altitudes (ELA) of the two glaciers in humid climate are now approaching to the top of glaciers so that they will disappear sooner or later while ELA of the glacier in arid climate is remaining within the glacier. We further calculate ELA trend over the Asian region (25°N - 55°N , 60°E - 110°E). The trend map shows that the acceleration or suppression of glacier wastage rates is inhomogeneously distributed over the Asian domain. It implies that we are unable to describe change in Himalayan ice resources with a few examples though it is better than nothing.

キーワード: ヒマラヤ, 質量収支, 氷河変動, 平衡線高度

Keywords: Himalayas, mass balance, glacier fluctuation, ELA

ACC028-08

会場:102

時間:5月24日 10:15-10:30

北極域氷河積雪涵養量の気候変動への応答

Characteristic sensitivity of snow accumulation to temperature change in the arctic glaciers

高橋 修平^{1*}, 杉浦 幸之助², 亀田 貴雄¹, 榎本 浩之¹

Shuhei Takahashi^{1*}, Konosuke Sugiura², Takao Kameda¹, Hiroyuki Enomoto¹

¹ 北見工業大学, ² 海洋研究開発機構

¹ Kitami Institute of Technology, ² Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

東シベリア・スタルハイアタ山脈 No.31 氷河のインターバルカメラ撮影による 2004-2005 積雪深観測結果によれば冬先の9月から10月にかけて雪が積もった後, 4月まではほとんど積雪は増加せず, 春先の5月に一気に降って最大となって融雪期を迎える。この特徴は, この地域だけのものではなく, アラスカ等の北極域氷河でも同じ傾向を示す。これは冬の安定な高気圧が水蒸気の移入を妨げるためである。

60年平均値から得られた各高度気温により年間降雪水量および融解量の鉛直分布が得られる。その交点は氷河平衡線高度(ELA)となる。平均気温が上昇した場合の変化を図中に示す。1の気温上昇に対して平衡線高度が約150m上がることになる。No.31氷河の最高地点稜線高度は約2600mであり, これまでと同じように気温が上昇し続けると60年間で平衡線高度はほぼ2600mとなって氷河は減少し続け, いずれ消滅することになる。

この計算はかなり不確定要素を含むが, 涵養量が少なく, 降雪が冬先と春先に集中する北極圏地域の氷河では気温変化に伴う氷河変動が大きいことに注目すべきである。

キーワード: 北極圏氷河, 積雪涵養量, 気温変化, 氷河平衡線高度, シベリア高気圧

Keywords: Arctic glaciers, snow accumulation, temperature change, Equilibrium Line Altitude, Siberian High

ACC028-09

会場:102

時間:5月24日 10:45-11:00

吹雪の自動観測システムを用いた南極氷床全域にわたる積雪再配分量の評価 Studies on snow redistribution on the Antarctic Ice Sheet with a new blowing snow observation system

西村 浩一^{1*}, 石丸民之栄²

Kouichi Nishimura^{1*}, Taminoe ISHIMARU²

¹名古屋大学, ²新潟電気(株)

¹Nagoya University, ²Niigata Electric Co. Ltd

On the Antarctic ice sheet, strong katabatic winds blow throughout the year and large amount of snow is continuously removed. This consists a significant factor in mass and energy balance, and is all the more important when predict the likely effect of global climate change. Further recent experimental work revealed the snow-drift sublimation can lead to significant mass losses during strong winds and can be an important factor in the surface mass balance of the Antarctic ice sheets.

In this study we have started to develop an Automatic Blowing snow station (ABS) by measuring the attenuation of the light intensity, which strongly depends on the blowing snow flux. A small wind turbine and a cold-proof battery were utilized as a power source. Firstly, its performance was tested with comparing the Snow Particle Counter (SPC) in a cold wind tunnel system. Then, ABSs have been set at Ishikari and Wakkanai in Japan, Col du Lac Blanc in France, and S17 near Syowa station in Antarctica. So far, the ABS seems adequately fit for practical use. However, more careful and precise calibrations and field performance tests with SPC throughout a winter are needed. In fact, wind tunnel experiment indicates the output depends on the wind speed; ABS overestimates the mass flux more or less at higher wind speeds.

キーワード: 南極, 吹雪

Keywords: Antarctica, Blowing snow

ACC028-10

会場:102

時間:5月24日 11:00-11:15

近年観測された積雪中ブラックカーボン濃度と起こりうる積雪粒径変化がアルベドを低下させる効果

Effects of BC concentration recently measured in snowpack and possible change of snow grain size on albedo reduction

青木 輝夫^{1*}, 朽木勝幸¹, 庭野 匡思¹

Teruo Aoki^{1*}, Katsuyuki Kuchiki¹, Masashi Niwano¹

¹ 気象研究所

¹ Meteorological Research Institute

北極域では最近急激な雪氷の融解が起こっており、その融解速度は一般に多くの大気大循環モデル(GCM)の予想よりも早い。その原因の一つの可能性は雪氷に含まれるブラックカーボン(BC)によるアルベド低下である。しかし、積雪のアルベドはBCのような光吸収性積雪不純物だけでなく、積雪粒径にも強く依存している。その積雪粒径増加は気温の上昇に関係している。さらに、単位積雪不純物濃度当たりのアルベド低下率は積雪粒径に依存している。一方、1980年代以降、北極域、中緯度、南極の積雪及び氷床コア中のBC濃度測定に多くの努力が注がれてきた。それらの結果を用いて、各地におけるBC濃度をおおよそ以下の通り分類することができる。すなわち、南極では1 ppbw前後、グリーンランドでは1 ppbwのオーダー、グリーンランドを除く北極域では10 ppbwのオーダー、中緯度では100 ppbwのオーダーである。我々はこれらの値から積雪アルベド物理モデルを用いて、積雪のBCによるアルベド低下量と新雪から融解時までの起こりうる積雪粒径変化に伴うアルベド低下量を見積もった。その結果、(1)南極ではBCはアルベド低下に効果を持たない、(2)グリーンランドでのアルベド低下量は0.01以下である、(3)グリーンランドを除く北極域では、アルベド低下に対するBC効果(0.01-0.05)は粒径増加効果(0.15)よりも小さいが、粒径が増加したときのアルベド低下量を増幅させる、(4)中緯度ではBC効果(0.15)は粒径増加効果と同程度である、ということが分かった。より精度の高い雪氷圏気候予測のためには、BCのような光吸収性積雪不純物と気温の上昇に伴う積雪粒径増加というアルベド低下に関係する2つの効果をGCMに組み込む必要がある。

キーワード: 積雪アルベド, ブラックカーボン, 積雪粒径, 北極, 南極

Keywords: snow albedo, black carbon, snow grain size, Arctic, Antarctica

Japan Geoscience Union Meeting 2011

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



ACC028-11

会場:102

時間:5月24日 11:15-11:30

2010/2011年冬季の豪雪をもたらした北半球の大気循環異常 Heavy snowfalls in the winter of 2010/2011 as related to the abnormal atmospheric circulation in the Northern Hemisphere

力石 國男^{1*}
Kunio Rikiishi^{1*}

¹ 弘前大学大学院理工学研究科
¹ Graduate School of Science and Technolog

The snowfall in the winter of 2010/2011 is characterized by the fact that we had abnormally heavy snowfalls in southern regions such as the western part of Fukushima, the Hokuriku region and the San-in region, rather than in Hokkaido. The snowfalls were apparently caused by the atmospheric circulation driven by the pressure patterns in which lows were pushed towards the west of the Seas of Okhotsk or Japan, or placed in the relatively southern latitudes. On inspecting the daily weather charts, it has been found that these pressure patterns were realized by the westward migration of the pressure system in higher latitudes in the Far East region.

キーワード: 豪雪, 気圧配置, 大気循環
Keywords: heavy snowfall, pressure pattern, atmospheric circulation

ACC028-12

会場:102

時間:5月24日 11:30-11:45

地中レーダーによる知床半島の積雪観測 Snow accumulation observation in Shiretoko Peninsula by GPR

若林 剛^{1*}, 高橋 修平¹

Go Wakabayashi^{1*}, Shuhei Takahashi¹

¹ 北見工業大学

¹ Kitami Institute of Technology

地中探査レーダー (Ground Penetrating Radar: 以下 GPR と略す) は電磁波を用いて地中の内部構造を非破壊かつ迅速に調査することができる。北海道知床横断道路のウトロ側から知床峠までの区間で 2005 年から GPR を用いた積雪観測を行っている。

GPR はソリに載せ、雪上車またはスノーモービルを用いて国道上を牽引する。観測は受信周波数が 800MHz のアンテナを用い、データは間隔 1 秒で取得した。また GPS により観測位置データも取得した GPR からの電波は路面からの反射を捕らえ、積雪深を計測できる。ただし積雪内電磁波速度は積雪密度に依存するため、積雪密度観測あるいは時折の積雪深実測観測により校正を取る必要がある。

山麓部の森林帯ではほぼ一定の積雪深を示し、標高が上がり、季節風の当たる尾根地形では雪が吹き払われ、谷間の風が弱まる地点では積雪深が多かった。この数年の観測の中で、2010 年 3 月の積雪深は例年並の積雪深であった。

キーワード: 知床半島, 知床横断道路, 積雪, 地中レーダー

Keywords: Shiretoko Peninsula, Trans Siretoko Road, Snow accumulation, GPR

Japan Geoscience Union Meeting 2011

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



ACC028-13

会場:102

時間:5月24日 11:45-12:00

立山御前沢雪渓の氷体の流動観測

Flow of the ice body in the Gozenzawa perennial snow patch, the Tateyama Mountains, central Japan

福井 幸太郎^{1*}, 飯田肇¹

Kotaro FUKUI^{1*}, Hajime IIDA¹

¹ 立山カルデラ砂防博物館

¹Tateyama Caldera Sabo Museum

立山の主峰雄山(3003 m)東面の御前沢(ごぜんさわ)雪渓は秋の終わり頃でも幅が最大200~300 m、長さが800 mに達する日本最大級の越年雪渓である。2009年9月、我々はアイスレーダ観測によってこの雪渓の内部に厚さ30 mに達する日本最大級の氷体を発見した。2010年8月末~10月上旬にかけて氷体上に11の測点を設置し、高精度GPSを使って流動観測を実施した。氷体下流部に設置した4つの測点は6~30 cm下流方向へ移動した。したがって、この氷体は現存氷河である可能性が高いことが分かった。

キーワード: 氷河, 立山, 御前沢雪渓, 流動, GPS 測量

Keywords: Glacier, Tateyama Mountains, Gozenzawa Perennial snow patch, Flow, GPS survey

Japan Geoscience Union Meeting 2011

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



ACC028-14

会場:102

時間:5月24日 12:00-12:15

中部山岳地域における積雪の化学的研究 Snow chemistry at Japan Alps

鈴木 啓助^{1*}, 鈴木大地¹, 横 拓登¹

Keisuke Suzuki^{1*}, Daichi Suzuki¹, Takuto Maki¹

¹ 信州大学山岳科学総合研究所

¹IMS, Shinshu University

地球上の物質循環を考える際には、降水に含まれる化学物質の起源やその濃度変動の要因を明らかにすることが不可欠である。降水中の化学物質の起源は、大別すれば海塩起源、地殻起源、人為起源、生物活動起源などになる。わが国の中央に位置する中部山岳地域は、3000 m 級の山々が聳え立ち、日本海側から太平洋側まで連なる山塊である。そのため、冬型の気圧配置の際には、北アルプス（飛騨山脈）で多くの降雪があり、南岸低気圧による降雪では南アルプス（赤石山脈）でもまとまった積雪が得られる。また、冬季の北西季節風に乗って黄砂が運ばれてきたり、中国大陸から人為起源物質がもたらされる。さらには、南岸低気圧によって、わが国の中部以西の都市域からの人為起源物質が運ばれてくることになる。融雪が始まる前の山岳地域の積雪中には、これらの化学物質が保存されている。つまり、積雪を掘削し、積雪層を詳細に調査すれば、初冬から掘削時までの湿性および乾性沈着物が時系列的に復元できることになる。そこで、中部山岳地域において積雪ピットでの化学調査を実施したので、その結果を報告する。

ACC028-15

会場:102

時間:5月24日 12:15-12:30

粒状体を用いたアイスレンズ形成実験 Experimental study of ice lens formation in granular materials

猿谷 友孝^{1*}, 栗田 敬¹
Tomotaka Saruya^{1*}, Kei Kurita¹

¹ 東京大学地震研究所
¹Earthquake Research Institute,

Ice lens is formed by the migration and accumulation of unfrozen water. Although the mechanism for ice lens formation has been developed by various theoretical model, the comparison with experiments is not well performed.

We performed the unidirectional freezing experiment for ice lens formation using granular materials. In order for understanding the ice lens formation, granular materials that have uniform properties are favorable over natural soils. Our freezing method is step-wise freezing which means the cooling temperatures are constant. We observed the configuration of ice lens with various particle sizes and cooling temperatures. Also we estimated temperature conditions of ice lens in specific conditions. As a result of experiments, we have obtained clear and systematic relationship between the ice lens and particle sizes and cooling temperatures. Ice lens is formed at farther position from cooling plate in lower cooling temperature and at closer position in higher cooling temperature. We indicate that this trend can be explained by critical freezing velocity for particle exclusion. As for the relationship between the thickness of ice lens and particle size, the ice lens is thicker in smaller particle sizes and thinner in larger particle sizes. This trend is consistent with the particle size dependence of unfrozen water.

キーワード: アイスレンズ, 粒状体
Keywords: ice lens, granular materials

ACC028-16

会場:102

時間:5月24日 12:30-12:45

道路上の濡れ雪の白い斑点模様 White spot phenomenon in wet snow on the road

亀田 貴雄^{1*}, 高橋 修平¹
Takao Kameda^{1*}, Shuhei Takahashi¹

¹ 北見工業大学社会環境工学科

¹ Kitami Institute of Technology

1. はじめに

2009年11月1日(日)の早朝から午前10時頃にかけて、北海道北見市と北海道常呂郡置戸町の一部の道路、歩道、駐車場の濡れ雪(積雪深1cm~2cm程度)で多くの白い斑点(直径2~8cm程度)が形成されている事が観察された。これらの斑点はアスファルトの道路上で多く観察されたが、コンクリートやタイルの上でも観察された。

ここでは、この白い斑点の特徴および生成時の気象条件を報告し、この現象の形成仮説および他地域での状況を述べる。

2. 白い斑点模様の特徴

北見市で白い斑点を観察した際には、道路上には薄い水層(厚さ2~5mm程度)があり、その上の水分と氷粒を含んだ濡れ雪(厚さ2~3mm程度)があった。これらの間に部分的に円形に近い形の気泡が存在し、そこが白く見えた。また、気泡が存在しない部分は透明に見え、あたかも道路上には何も無いように見えた。この白い斑点の周囲の濡れ雪を押し、斑点は移動した。

つまり、白い斑点は濡れ雪と気泡および気泡と水膜の境界面で日射が散乱することにより形成されている事がわかった。また、この斑点部はその周囲と比べると1mm程度高くなっていった。これは中に封入されている気泡の厚さに相当している可能性がある。なお、白い斑点の表面の濡れ雪を取り除いて内部の気泡を取り出すと、空気は直径2cm程度に膨らんで破裂した。

3. 白い斑点模様の形成時の気象条件

以下に気象庁の地域気象観測システム(アメダス)で記録した北見市周辺の10月31日午前0時から11月3日午前0時までの気温と降水量の特徴を述べる。白い斑点模様が観察された前日の10月31日は日中気温が6.3℃まで上昇したがその後気温は低下し、31日午後9時から11月1日午前9時までは0.4~1.0℃で推移した。この間の平均気温は0.7℃であった。降水は10月31日午後9時から11月1日午後9時まで0.5mm/h~2.5mm/hが記録されていた。気温が0℃付近であったので、これらは雪もしくは凍雨だったと考えられる。この間の総降水量は16mmであった。午後9時10分に筆者の1名(T.K.)が自宅周辺に形成されているこの白い斑点に気がつき屋外に出たが、その時には長径1mm程度の不定形の氷粒が降っており、凍雨であった。

また、白い斑点が観察された置戸町(アメダス設置地点は置戸町境野)では、31日午後9時から午前9時までは0.3~1.0℃であった。一方、白斑が観察されなかった近隣の北見市留辺蘂町、美幌町では、-0.3~0.3℃および1.2~3.0℃であった。つまり、留辺蘂では、気温が北見に比べ0.7℃低く、0℃以下を含んで気温が変化したために、道路上の濡れ雪が凍結したために白い斑点が形成されなかったと考えられる。また、美幌町では同じ時間帯の気温が北見に比べ0.6℃高かったため、道路上の濡れ雪が融けてしまい、このために白い斑点が形成されなかったと考えられる。

4. 白い斑点模様の形成仮説および他地域の状況

ここでは、北見での気象データおよび11月1日朝の北見での天候を参考にして、白い斑点模様の形成過程を考える。

10月31日午後9時のアスファルト路面の表面温度は不明だが、日中の気温の影響(日平均気温は北見で3.5℃、境野で2.0℃)でプラスになっていたと考えられる。このために、午後9時以降に降雪があった場合、積雪はアスファルト路面ですぐに融解し、道路上に水膜と濡れ雪の2層構造が形成されたと考えられる。この状態で濡れ雪が下部から融解した場合、もともと濡れ雪に含まれていた空気が水膜と濡れ雪の境界に供給され気泡となり、これらが集まって、直径2~8cm程度の円形になったと考えられる。つまり、白い斑点模様の形成原因である空気は、もともと濡れ雪の空隙に含まれていた空気であると考えられる。従って、濡れ雪の厚さが厚ければ、大きな斑点が生成されたと考えられる。

また、北見市を中心とする近隣2市5町の住民85000世帯に毎日配られている無料の情報誌(経済の伝書鳩)にこの白い斑点模様についての情報提供の記事を掲載したところ、合計で70名の方から返答があった。その中で、これまでに同様の白い斑点を見たことがあると回答したのは一人のみであり、他の69名は初めて見たと回答した。つまり、北見

地域では今回観察した白い斑点模様は比較的希な現象であると考えられる。

一方、阿部 修博士（防災科学技術研究所雪氷防災研究センター新庄支所）によると「新庄では時々みかける現象であり、初雪のころや春先に気付くことが多い」との事であった。村井昭夫氏（金沢市立内川中学校教諭，北見工業大学大学院生）によると，金沢では年に数回以上は観察できるとの事であった。つまり，今回報告した白い斑点模様は冬季が寒冷な北海道北見市周辺では希な現象であるが，東北地方や北陸地方で比較的多く観察できる現象のようである。

キーワード: 白い斑点模様, 濡れ雪, 積雪

Keywords: white spot phenomenon, wet snow, snow deposition

雪の砲弾集合の理論的解釈とその作製実験

Theoretical and experimental study on the combination of bullets of snow

牲川 菜月^{1*}, 北村 雅夫¹, 下林 典正¹, 三宅 亮¹, 高谷 真樹¹, 兒玉 優¹

Natsuki Niekawa^{1*}, Masao Kitamura¹, Norimasa Shimobayashi¹, Akira Miyake¹, Masaki Takaya¹, Yu Kodama¹

¹ 京大理

¹ Kyoto-Univ. Sci.

低温常圧で安定な六方晶氷 Ih の準安定相として、立方晶氷 Ic の存在が知られている。天然に見られる雪の砲弾集合は、氷 Ih の単結晶が複数個、特定の方位関係で集合したものであり、その中心に氷 Ic の存在を仮定すると単結晶どうしの方位関係が説明できる。そのため、氷の準安定相である Ic 結晶が先に生じ、後にその表面上に複数の Ih 結晶が核形成・成長してできたと考えられている (Takahashi, 1982; Takahashi and Kobayashi, 1983)。

結晶化において、自由エネルギーの高い準安定相が先に出現し、その後安定相が出現する現象をオストワルドの段階則といい、この現象は様々な物質に対して観察されている (Ostwald, 1897; Barrer, 1988)。しかし、過去の研究の多くは個々の物質に対するこの現象の報告や部分的な理論的考察にとどまり、そのメカニズムの本質に迫る一般的な理論は未だ確立していない。本研究では、準安定相の核形成の開始から安定相の結晶化の完了までを包括的に解釈する一般的な理論の構築を目的とした。さらに、構築した理論に対して検証実験を行い、理論の正当性を確認した。

I. 理論的考察

準安定相と安定相をもつ物質が晶出するときに想定される核形成過程は、準安定相または安定相の3次元核形成 (m3D、s3D)、生じた準安定相上での準安定相または安定相の核形成 (m/m、s/m)、生じた安定相上での準安定相または安定相の核形成 (m/s、s/s) の6過程である。これらのうち、与えられた条件の下で最大の核形成速度を持つ過程が実際に起こるといえる。核形成のエネルギー障壁 G が小さいほど核形成速度が大きくなるため、本研究では、上記6過程の G の大小を比較し、任意の準安定相と安定相の化学ポテンシャル変化の値 (μ_m 、 μ_s) に対してどの核形成過程が起こるか求めた。その結果から、各条件における晶出相とその晶出形態を表すダイヤグラム (nucleation mode diagram) を作成し、その上に実際の系が辿る道筋を重ねて、起こるべき結晶化進行過程の全体像を把握した。

オストワルドの段階則に従う天然結晶の形成過程に必要な条件として、表面エネルギーと過飽和度に対する具体的な数式が得られた。それによると、準安定相の対称性に支配された安定相の多結晶体は、まず高い過飽和度の下で準安定相が核形成し、その後準安定相結晶の成長に伴う過飽和度の減少により、準安定相の上に安定相が核形成・成長して形成されたと考えられる。

II. 実験的検証

Ih の単結晶雪に関しては過去に多くの作製実験があるが、砲弾集合の作製に成功した例はない。そこで、理論的考察から導かれた必要条件のもとに、雪の砲弾集合の作製に取り組んだ。今回の実験では、理論的考察に基づき、非常に高い過飽和度下での凍結により準安定相を出現させること、また自由落下しながらの成長により、結晶成長に伴う過飽和度減少の効果を形成される組織に反映させることを試みた。

西堀榮三郎記念探検の殿堂 (滋賀県東近江市) の低温室内で、質量分析計の試料導入に用いられるネブライザーを用いて微小な水滴をつくり、スプレーチャンバーを通じて、直径 $1 \mu\text{m}$ 以下の水滴を選別した。この微小水滴を、液体窒素で冷却して凍結し、空中で成長させた後回収し、顕微鏡観察を行った。これにより、天然に見られる多結晶雪の一種である、砲弾集合結晶の再現に初めて成功した。得られた結晶は、先に生じた準安定相氷 Ic の八面体の表面上に、安定相氷 Ih が複数個核形成・成長してできたものと考えられる。この実験結果により、本研究の理論的考察の正当性が裏付けられたと言える。

キーワード: 砲弾集合, オストワルドの段階則

Keywords: combination of bullets, Ostwald's step rule

ACC028-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月24日 14:00-16:30

干渉 SAR による東南極沿岸域の氷床流動およびその時間変化推定の試み An attempt to estimate ice sheet flow rate and its temporal change over coastal region of east Antarctica by InSAR

土井 浩一郎^{1*}, 渋谷 和雄¹, 青山 雄一¹, 山之口勤², 中村和樹³, 大村誠⁴, 小池克明⁵

Koichiro Doi^{1*}, Kazuo Shibuya¹, Yuichi Aoyama¹, Tsutomu Yamanokuchi², Kazuki Nakamura³, Makoto Omura⁴, Katsuaki Koike⁵

¹ 国立極地研究所, ² リモートセンシング技術センター, ³ 産業技術総合研究所, ⁴ 高知女子大学生生活科学部, ⁵ 熊本大学大学院自然科学研究科

¹National Institute of Polar Research, ²RESTEC, ³AIST, ⁴Kochi Women's University, ⁵Kumamoto University

Terra に搭載された ASTER により観測されたデータから作成された地形モデル GDEM が 2009 年に公開され、それを干渉 SAR 画像に現れる地形縞を取り除く際に利用できる。我々は ALOS/PALSAR によって観測された Enderby Land 北部沿岸域の氷床を含む 2007 年と 2008 年の干渉 SAR 画像に GDEM を適用し、地形縞を干渉 SAR 画像から取り除くことによって氷床などの流動に伴う干渉縞のみを取り出した (Doi et al., 2011)。この流動を反映する変動縞をレーダー照射方向の変位に変換したところ、変位画像の中で見られた 46 日間 (ALOS の回帰周期) の最大変位量は 2007 年、2008 年ともに約 2m であった。また、2007 年と 2008 年の変位画像の差を求めたところ、氷床などの変位はほぼ相殺され、氷流の縁辺部に 30cm/46 日以下の変位差が見られるのみとなった。今後、地上検証観測データの多い宗谷海岸沿岸域を観測した干渉 SAR データに対し同様の解析を行なう予定である。

キーワード: 干渉 SAR, 南極氷床, 氷床流動速度

Keywords: InSAR, Antarctica ice sheet, ice sheet flow rate

ACC028-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月24日 14:00-16:30

地温逡減率を用いた山岳永久凍土検出手法について On detection of mountain permafrost boundary using ground-temperature lapse rate

末吉 哲雄^{1*}, 池田 敦², 岩花 剛³

Tetsuo Sueyoshi^{1*}, Atsushi Ikeda², Go Iwahana³

¹ 海洋研究開発機構, ² 筑波大学大学院生命環境科学研究科, ³ 北海道大学大学院環境科学院

¹JAMSTEC, ²University of Tsukuba, ³Grad. School of Env. Sci. Hokkaido Univ.

50cm 深の地温を測定し、その高度に伴う逡減率を調べることで山岳永久凍土の下限高度を求める「50cm 地温法」はこれまで日本の富士山での永久凍土検出などで使われてきた。この手法を一般化し、一定深度の地温の逡減率を測定することで永久凍土境界を見出す「地温逡減率法」の検証と適用限界を論じるのが本研究の目的である。

地温逡減率法では、融解深最大期の浅層地温(50cm?数 m)の標高に伴う逡減率が、永久凍土帯と非永久凍土帯で異なることを利用してその境界標高を推定する。原理としては、注目した深度の地温が、日変化にほぼよらず、日平均の地表面温度と地中熱流量のバランスで決定され、地中熱流量の値は永久凍土の存在によって変化することを利用している。この手法は深い掘削を必要とせず、比較的簡易な装備で実施可能なことから、特にアクセスの悪い遠隔地や、急峻な山岳域などでの研究で極めて有用となりうる。

しかしながら、地温の逡減率は、永久凍土の有無だけでなく、観測サイトの土質、地形、背景となる地殻熱流量の値などの影響も受けることから、一定の適用限界があると考えられる。また、測定する地温も、土質や気象条件によっては最適な深さが異なると予想される。これまでの研究では、手法に対する定性的な説明はあったものの、定量的な適用限界の検証はないままに実際のデータに適用されてきた。本研究では、数値実験によりこの観測手法の検証を試み、理想化された条件下で、浅層地温の逡減率が永久凍土の有無によって、また他の条件によって、どの程度の影響を受けるかを確認し、手法の検証を試みると同時に、より確度の高い検出のために、パラメータスタディーを行う。

キーワード: 永久凍土, 地温, 観測手法, 数値実験, 山岳地域

Keywords: permafrost, ground temperature, observational method, numerical experiment, mountain area

ACC028-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月24日 14:00-16:30

富士山頂における3 m深地温測定 (2008-2010年) 永久凍土の存在確認と長期変化把握に向けて

Monitoring of 3 m-profiles of ground temperature on the summit area of Mt. Fuji (2008-2010): Toward elucidation of perm

岩花 剛^{1*}, 池田 敦², 福井 幸太郎³, 斉藤 和之⁴, 末吉 哲雄⁴, 原田 鋲一郎⁵, 澤田 結基⁶

Go Iwahana^{1*}, Atsushi Ikeda², Kotaro FUKUI³, Kazuyuki Saito⁴, Tetsuo Sueyoshi⁴, Koichiro Harada⁵, Yuki Sawada⁶

¹北海道大学, ²信州大学, ³立山カルデラ砂防博物館, ⁴(独)海洋研究開発機構, ⁵宮城大学, ⁶(独)産業技術総合研究所

¹Hokkaido University, ²Shinshu University, ³Tateyama Caldera Sabo Museum, ⁴JAMSTEC, ⁵Miyagi University, ⁶Geological Museum

1970年代初頭に、富士山頂には永久凍土の存在が報告されている。この永久凍土を含めた地中環境および地表面状態が近年の気候変動によって変化しているのではないかと注目されている。

我々は、2008年より富士山頂の2箇所まで深さ約3 mまでの地温を約2年間測定したが、永久凍土の存在は確認されなかった。

1地点では、季節的な凍結深が深く、3 m以深に達したが、夏期の激しい降雨の度に大きな地温上昇が記録され、深さ2~3 mの凍土も秋期の激しい降雨イベントによって急速に融解した。もう1地点では、積雪が地表の冷却を妨げることによって季節的な地中凍結の程度が弱く、降雨浸透による加熱も加わり、年間を通じてより高い地温で推移した。

地温変化は年々変動が激しく、凍土は熱的に不安定な状態であることが今回の調査で示唆されたため、現時点で利用できる情報では近年の気候変動による富士山頂の地中環境への影響を評価することは難しい。今後、富士山における地表面温度および凍土の長期的動態評価は、地表面微気象観測とあわせて、多点におけるより深部にわたる長期間の連続的な地中観測を拠り所にして行う必要がある。

キーワード: 富士山, 永久凍土, 観測, 地温, 降雨浸透

Keywords: Mt. Fuji, Permafrost, Rain infiltration, Monitoring, Soil temperature