

2007/2008年南極内陸トラバース (JASE) における積雪ピットの主要イオン濃度 Chemical analysis of three snow pits of inland Antarctic Expedition 2007/2008 (JASE)

保科 優^{1*}, 藤田 耕史¹, 中澤 文男², 飯塚 芳徳³, 三宅 隆之⁴, 平林 幹啓², 倉元 隆之⁵, 本山 秀明², 藤田 秀二²
HOSHINA, Yu^{1*}, FUJITA, Koji¹, NAKAZAWA, Fumio², Yoshinori Iizuka³, MIYAKE, Takayuki⁴, HIRABAYASHI, Motohiro²,
KURAMOTO, Takayuki⁵, MOTOYAMA, Hideaki², FUJITA, Shuji²

¹ 名古屋大学, ² 国立極地研究所, ³ 北海道大学低温科学研究所, ⁴ 滋賀県立大学, ⁵ 信州大学山岳科学研究所

¹Nagoya University, ²National Institute of Polar Research, ³Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, ⁴The University of Shiga Prefecture, ⁵Institute of Mountain Science, Shinshu University

アイスコア解釈において、ナトリウム、塩化物イオンなどの主要イオン濃度は、過去の気候変化、大気循環の変化などの復元を試みるうえで、重要な要素である。2007/2008年に日本とスウェーデン合同で南極内陸トラバース (Japanese-Swedish Antarctic Expedition, JASE) が行われた。昭和基地 - ドームふじ - Kohnen - Wasa 基地のルート上で、ドームふじ (DF, 77°18'S, 39°47'E)、ドームふじから西におよそ380 km離れた両隊の会合点 (MP, 76°48'S, 31°45'E)、DFとMPの間でドームふじから西におよそ190 km離れた中間地点 (Mid.P, 77°00'S, 43°00'E) の3点で表面からそれぞれ4 m、4 m、2 mの雪が採取された。この積雪ピットは、深さ2 cm間隔で、水安定同位体比、主要イオン濃度、トリチウムを分析し、非海塩性硫酸イオン、トリチウム、ナトリウムイオン、塩化物イオン、薄いクラスト層によって、年代決定を行った。ピットから求めた積雪量は、DFが $29.3 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ 、Mid.Pは $34.8 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ 、MPが $40.7 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ と、沿岸に近づくほど積雪量が多い。

これらの積雪試料の表層のイオン構成比を比較してみると、地点による違いはほとんど見られなかった。水安定同位体比とイオン濃度の関係をみると、酸素同位体と陽イオン、陰イオンはどちらも負の相関関係にあり、内陸のDFがもっとも負相関が高く、沿岸に近づくにつれ、相関が低くなっていた。また、ダスト由来とされているカルシウムイオンとダストの関係は、DFでは相関はないが、Mid.P、MPでは、よい相関関係がみられた。

過去8回の氷期における南極の数千年スケールの気候変動 Multi-millennial-scale climatic variations in Antarctica during the last eight glacial cycles

川村 賢二^{1*}, ドームふじ氷床コア研究グループ¹
KAWAMURA, Kenji^{1*}, Dome Fuji Ice Core Research Group¹

¹ 国立極地研究所

¹National Institute of Polar Research

Climatic variability on millennial timescales, characterized by abrupt temperature changes in the Northern Hemisphere and inter-hemispheric seesaw, have been well documented for the last glacial period by many paleoclimatic records. It is also evident that very large inter-hemispheric seesaw occurred during the last deglaciation. The cause for these variations is thought to be the variations of freshwater flux into North Atlantic ocean from surrounding ice sheets, which can change the strength of meridional overturning circulation and associated poleward heat transports. Therefore, millennial-scale variations in Antarctica or elsewhere may tell us about ice sheet variability in the Northern Hemisphere. However, the frequency and magnitude of such events are uncertain for older glacial periods and terminations because of the lack of suitable climatic records. Here we present a 720,000-yr ice-core isotopic record along the second Dome Fuji ice core, East Antarctica. Synchronizing and stacking this record with existing Dome C ice-core record permits robust identification of multi-millennial-scale Antarctic warming events over the last eight glacial cycles. Dust proxies in Marine Isotope Stage 16 in the Dome Fuji core (oldest glacial period in this core) show that the millennial-scale variations of dust flux are negatively correlated with Antarctic temperature for all identified events. This demonstrates that changes of aridity in the dust source region, presumably Patagonia, occurred in concert with Antarctic climate changes. A bandpass filter (3,000 - 15,000 yr periodicities) was applied to the stacked isotope record to account for loss of resolution in the old (deep) part. This allows us to identify large Antarctic warming events with a constant criteria through 800,000 years. We find a positive relationship between repetition period of multi-millennial-scale events and Antarctic temperature, with exceptions in glacial maxima. The data suggests instability of Northern Hemisphere ice sheets in intermediate glacial condition and also a role of climatic precession, presumably through Northern Hemisphere summer insolation, affecting ice sheet mass balance. Multi-millennial-scale events becomes infrequent in times of large precession variations in early parts of glacial periods, implicating long freshwater release due to strong summer insolation forcing. Very large multi-millennial-scale events are identified at glacial terminations, suggesting that the terminations in general involve abrupt and large climatic transitions which are overlaying on the slow orbital-scale variations.

キーワード: ドームふじ氷床コア, 南極, 数千年スケールの気候変動, 軌道要素変動, バイポーラーシーソー, 退氷期

Keywords: Dome Fuji ice core, Antarctica, Millennial scale climatic changes, Orbital variations, Bipolar seesaw, Glacial terminations

氷期中の数千年スケールの急激な気候変化とその氷床への影響に関するモデリング Modelling the Abrupt climate change in millennial scale and its influence upon ice sheets during the middle level glacia

阿部 彩子^{1*}, 斎藤冬樹², 岡頭¹, 大垣内るみ², 高橋邦夫²

ABE-OUCHI, Ayako^{1*}, Fuyuki Saito², Akira Oka¹, Rumi Ohgaito², Kunio Takahashi²

¹ 東京大学大気海洋研究所, ²JAMSTEC

¹AORI, University of Tokyo, ²JAMSTEC

Abrupt climate change in millennial time scale such as D-O cycles and AIM recorded in ice cores occurs more frequent with high amplitude during the middle level glacial climate state than in the interglacial state or the full glacial state. The mechanism of the frequent occurrence of abrupt change through the Atlantic meridional overturning circulation is unclear and the necessity of the high frequency during the middle level glacial state is not known. Here we use a coupled ocean atmosphere model, MIROC, to compare the detailed nature of the response to fresh water release (0 to 0.1 Sv under different initial condition) of AMOC under middle level glacial state with interglacial or full glacial state. Under middle level glacial state, the AMOC is stronger at the basic state (without water release), nearly switches off with small amount of fresh water release of 0.05 Sv and induces larger cooling in the Northern hemisphere than other background climate states. The recovery of AMOC is induced from a nearly switched off AMOC state by reducing the fresh water release to 0.01 Sv or less, lead by the gradual response in the low latitude and followed by the lagged but sudden response in the convection and sea ice area in the North Atlantic. Laurentide and Fenno-Scandian Ice sheets' melt water estimated by an ice sheet model IcIES is consistent to the melt water amount needed for the AMOC change under middle glacial state, showing a possibility of favorable condition of self sustained oscillation between ice sheet and ocean meridional overturning under middle level glacial climate.

グリーンランド NEEM における最終氷期のイオン濃度変動 Variability of aerosols at NEEM, Greenland during the last glacial period

東 久美子^{1*}, Anna Wegner², Margareta Hansson³, 平林幹啓¹, Birthe Twarloh², 倉元隆之⁴, 三宅隆之⁵, 本山秀明¹, NEEM Aerosol Consortium members⁶

GOTO-AZUMA, Kumiko^{1*}, Anna Wegner², Margareta Hansson³, Motohiro Hirabayashi¹, Birthe Twarloh², Takayuki Kuramoto⁴, Takayuki Miyake⁵, Hideaki Motoyama¹, NEEM Aerosol Consortium members⁶

¹ 国立極地研究所, ² アルフレッド・ウェゲナー極地海洋研究所, ³ スtockホルム大学, ⁴ 信州大学, ⁵ 滋賀県立大学, ⁶ NEEM project

¹National Institute of Polar Research, ²Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, ³Stockholm University, ⁴Shinshu University, ⁵The University of Shiga Prefecture, ⁶NEEM project

2008年から2011年にかけて、グリーンランド北西部のNEEMにおいて、深層氷床コア掘削が実施され、深さ約2540mの岩盤に到達した。コア現場解析の一環として、2009年から2011年にかけてCFA (Continuous Flow Analysis) が実施された。CFAによる融解水の一部は、イオン分析を実施するため、ポリ瓶に採取された。この融解水サンプルは日本とドイツに輸送され、国立極地研究所とドイツのアルフレッドウェゲナー極地海洋研究所のイオンクロマトグラフにより分析された。両研究所の分析結果は、殆どのイオン種について、良い一致を示した。カルシウムイオン、ナトリウムイオン、カリウムイオン、マグネシウムイオン、塩化物イオン、硫酸イオン、フッ化物イオンの濃度は、グリーンランドで掘削された他の深層コアと同様、Dansgaard-Oeschger (DO) イベントに伴って大きな変動を示した。NEEM コアにおいては、国立極地研究所で新たにシュウ酸イオンとリン酸イオンの分析が行われ、両イオンも DO イベントに伴って大きな濃度変動を示すことが見出された。DO イベントに伴うイオン濃度変動は、起源の変動と大気循環の変動の両方を反映していると考えられる。

キーワード: NEEM, グリーンランド, 氷床コア, 最終氷期, イオン濃度, ダンsgaard・オshugaー・イベント

Keywords: NEEM, Greenland, ice core, last glacial period, ion concentration, Dansgaard-Oeschger (DO) events

日本海堆積物 (MD10-3304, 3312 コア) の有機炭素量変動から見た過去 10 万年間の極東アジアの気候変動

Climate change for the past 100 ka viewed from the TOC contents of the sediment cores MD10-3304 and 3312 from Japan Sea

公文 富士夫^{1*}, 卜部 輔², 栗山 学人³, 松本 良⁴

KUMON, Fujio^{1*}, URABE, Tasuku², KURIYAMA, Manato³, MATSUMOTO, Ryo⁴

¹ 信州大学理学部, ² 信州大学理学部, ³ 名古屋大学・院・理学研究科, ⁴ 東京大学・院・理・地球惑星専攻

¹Faculty of Science, Shinshu University, ²Faculty of Science, Shinshu University, ³Graduate School of Science, Nagoya University, ⁴Dept of Earth and Planetary Science, University of Tokyo

MD179 航海によって上越沖で採取された 2 本の長尺のピストンコア (MD10-3304, 3312 コア) の有機炭素・窒素量を 1cm ~ 3 cm おきの短い間隔 (50 ~ 100 年間隔) で測定した。MD10-3304 コア (全長 34.35 m) は大陸棚斜面の直下に位置する海鷹海脚上に位置し (採取位置 138 °01 E, 37 °26 N, 水深 896 m), 一方, MD10-3312 コア (全長 31.14 m) は海鷹海脚や大陸斜面とは海底谷を隔てた沖合いの狭いリッジ上で採取されたものである (採取位置 138 °08 E, 37 °32 N, 水深 1026 m)。なお, R/V Marion Dufresne による MD179 航海は MH21 ガスハイドレート・プロジェクトの一環として 2010 年に実施されたものである。

MD10-3304 コアと 3312 コアで測定された有機炭素量 (TOC) は 0.7 ~ 2 % の範囲で, 全窒素 (TN) は 0.1 ~ 0.2 % の範囲で, 準周期的に変動している。変動には 7, 8 m の長い周期と数 10cm ~ 1 m ほどの短い周期が組み合わされており, 両者の層序の変動はまったく同じパターンを示す。14C 年代測定値と広域指標テフラの年代値に基づいてそれぞれのコアについての年代モデルを作成し, 深度を年代に置き換えた。3304 コアの下底は約 10 万年前, 3312 コアの下底は 12 万年前と推定された。解明された TOC の経年変動を NGRIP の氷床コアの酸素同位体比の変動 (NGRIP members, 2004) と比較すると, 数万年オーダーの軌道要素周期のみならず, 数百年 ~ 数千年周期の短い寒暖変動 (D-O サイクル) にもおいても非常に良い類似性が認められる。MIS 3 内に認められる亜氷期においては, IS 8, 12, 13-14 に見られるような左下がり (ノコギリの刃の形) でよく似ている。一方, MIS 5 においては, 例えば IS 21, 23, 24 の場合, TOC は各亜氷期において左上がりの変動を示している点では, 相違も認められる。また, 3312 コアでは MIS 5e に相当する立ち上がりははっきりしない。なお, NGRIP との比較を厳密に見れば, ピークや立ち上がりの年代に数百年から千年ほどのズレが認められる時期もあるが, 年代決定の誤差範囲と考えられる。

このような類似性は, 日本海における TOC 変動 (生物生産性の増減) とグリーンランド氷床の酸素同位体比で示された北大西洋域の気温変動とが同調していることを示している。寒冷化によって北極域の氷床が拡大すれば, 極前線は南下し, グリーンランド氷床の水蒸気源はより南方の低緯度の海域となる。水蒸気の移流距離の増加と海水温低下とが相まってグリーンランド氷床に降る雪の酸素同位体比はより軽くなる。同時に, 日本海域では極前線の北側に位置する期間が増加し, またシベリア高気圧の強化とあいまって日本海水温の低下 (温暖期の縮小), 海氷の拡大などによって生物生産が縮小して, 海底に保存される TOC が減少するというシナリオで, この同調性を説明することができる。言い換えれば, 日本海堆積物には極域の氷床に匹敵する高時間分解能で環日本海域の寒暖変動が記録されていることが明らかになった。

キーワード: 古気候, 日本海, 有機炭素量, MD10-3312, グリーンランド氷床コア, D-O サイクル

Keywords: paleoclimate, Japan Sea, total organic carbon, MD10-3312, Greenland ice sheet, D-O cycle

過去1000年に見られる太陽活動によって引き起こされたグリーンランド気温変動の北半球傾向からのずれ

Solar influence on Greenland temperature anomalies over the past 1000 years

小端 拓郎^{1*}, 小寺邦彦², Jason Box³, Drew Shindell⁴, 吉森正和⁵, 仲江川敏之², 阿部彩子⁵, 浮田甚朗⁶, 川村賢二¹
KOBASHI, Takuro^{1*}, Kunihiko Kodera², Jason Box³, Drew Shindell⁴, Masakazu Yoshimori⁵, Toshiyuki Nakaegawa², Ayako Abe-Ouchi⁵, Jinro Ukita⁶, Kenji Kawamura¹

¹ 国立極地研究所, ² 気象研究所, ³ バード極地研究センター, ⁴ NASA ゴッダード宇宙研究所, ⁵ 東京大学, ⁶ 新潟大学
¹National Institute of Polar Research, ²Meteorological Research Institute, ³Bard Polar Research Center, ⁴NASA Goddard Institute for Space Studies, ⁵University of Tokyo, ⁶Niigata University

これから起こる温暖化とそれに関わる海水準変動を理解するには、グリーンランドの数十年規模の気候変動のメカニズムを理解することが重要である。本研究では、新手法により復元した過去1000年のグリーンランド気温変動のデータを用いて、グリーンランドの気温変動の北半球傾向からのずれが太陽活動によって引き起こされた北大西洋振動によるものであることを示した。

過去160年の北半球平均とグリーンランドの気温データを見ると、その傾向がいくつか大きく異なる期間がある。北半球平均気温は過去10年の平均気温が過去160年で最も高いが、グリーンランドの過去10年の平均気温は1930年代の高温期とあまり変わらない。これらの違いを定量的に評価するため、標準化したグリーンランド気温データと標準化した北半球平均気温データとの差（グリーンランド温度アノマリー；GTA）を計算した。GTAは、1930年ごろまで増加し、それから1990年頃まで減少する。そして、過去20年は増加傾向にある。これは、グリーンランドの温度変動が北半球傾向を基準に1930年頃まで温かくなっていたことを示し、それから1990年頃まで寒くなり、それから最近まで温かくなっている。このGTAの変動は、太陽活動の指標であるTSIの変動と強く関連している。

過去1000年のグリーンランドの温度を見てみると、その傾向は北半球平均気温の復元データと大まかに一致し、中世温暖期、小氷期などが確認できる。しかし、北半球平均気温の傾向から外れる期間もいくつかある。これらを実証するためにGTAを計算してみると、数十年規模のGTAの変動が太陽活動の変動と高い相関があることが分かった。これは、先行研究(Shindell et al., 2001)によって明らかにされている太陽活動の変動によって北大西洋振動が引き起こされたためと考えられる。太陽活動が活発化すると成層圏におけるオゾンの生成が増加すると増加したUVをオゾンが吸収し発熱するプロセスにより、低緯度成層圏の温度が上昇する。そして、低緯度・高緯度間の成層圏に温度差が生じることで、偏西風が強くなり正の北大西洋振動のような大気循環パターンが起こる。このとき、グリーンランドは北からの風の強まりにより寒冷化する。

これらの関連が、気候モデルにおいてどのように表現されるかを調べるためGISSとMIROCの過去1000年間の結果を調べた。その結果、両モデル共にGTAと太陽活動との相関が見られた。しかし、GTAを引き起こす空間パターンには大きな違いがみられた。GISSにおいては、太陽活動の変動によって成層圏のオゾンの生成が大規模な大気循環に影響を与えてGTAの変動を引き起こしたと考えられるが、MIROCにおいては、海洋循環の変動によって大西洋の南から北への熱輸送に変動が変動し、GTAの変動が引き起こされたと考えられる。

これらの分析結果から、1950年代から1980年代まで、グリーンランドの温度が北半球の寒冷化傾向より、さらに強い寒冷化傾向にあったのは太陽活動が活発化した時期であったため、1990年代から現在までのグリーンランドが北半球傾向より急速に温暖化しているのは、太陽活動が減少傾向にあるためと考えられる。また、未来において太陽活動の減少が続けば、グリーンランドは北半球の温室効果ガスの増加に伴う温暖化傾向以上に温暖化が起こり、追加的な氷床融解につながる可能性がある。

キーワード: グリーンランド, 気候, 気温, 太陽

Keywords: Greenland, Climate change, temperature, solar activity

キルギス天山山脈グリゴリア氷帽アイスコアに含まれるダストのSr, Nd同位体比を使った供給源の推定 Sr and Nd isotopic ratio of dust in an ice core drilled on Grigoriev Ice Cap in Tien Shan Mountains

永塚 尚子^{1*}, 竹内 望¹, 中野 孝教², 世良 峻太郎¹, 藤田 耕史³, 岡本 祥子³, 直木 和弘⁴, Vladimir Aizen⁵
NAGATSUKA, Naoko^{1*}, TAKEUCHI, Nozomu¹, NAKANO, Takanori², SERA, Shuntarou¹, FUJITA, Koji³, OKAMOTO, Sachiko³, NAOKI, Kazuhiro⁴, Vladimir Aizen⁵

¹ 千葉大学理学研究科, ² 総合地球環境学研究所, ³ 名古屋大学環境学研究科, ⁴ 宇宙航空研究開発機構, ⁵ アイダホ大学
¹Chiba University, ²Research Institute for Humanity and Nature, ³Nagoya University, ⁴JAXA, ⁵University of Idaho

極地や高山に分布する氷河の上には、周囲の土壌や、より遠方の砂漠などを起源とする風送ダストが堆積し、毎年、涵養域の雪の層の中に保存される。これらのダストの量や経路は供給源となる砂漠や氷河周辺の環境の変化に伴い年とともに変動していると考えられる。したがって、氷河に保存されているダストをアイスコアとして取り出して分析すれば、過去に氷河上に堆積したダストの変動、さらには氷河上へダストを輸送している風の変動や供給源となる場所の変動を明らかにすることができる可能性がある。

量が少なくても分析が可能なSr, Nd同位体比は、アイスコア分析に応用できる供給源特定法の1つである。しかしながら、このような同位体比を使ったアイスコア中のダストの供給源に関する研究はグリーンランドや南極などの極域の氷河では行われているが、アジアの山岳氷河で行われた例はまだほとんどない。そこで本研究では、キルギスタン、天山山脈で掘削されたアイスコア中に含まれるダスト濃度、およびそのSr, Nd同位体比を測定し、ダストの供給源を明らかにすることを目的とした。

分析を行ったのは、キルギスタン、天山山脈に位置するグリゴリア氷帽の標高4660m地点で掘削されたアイスコアである。このアイスコアは全長87.48mで、トリチウム分析、炭素14年代法、およびコアに含まれる花粉を用いて行われた年層決定の結果から約12000年分の氷を含んでいることが明らかになっている。Sr, Nd同位体比に関してはアイスコアダストに加えて、アイスコア底部から採取された土壌、および氷帽表面に堆積するダストについても分析を行った。

ダスト濃度分析の結果、アイスコアに含まれるダストの平均濃度は 4.0×10^6 particles/mlであった。ダスト層は深さ80m(約6000年前)以深に集中しており、その濃度は平均の10倍以上であった。一方、それよりも浅い部分では80m以深に匹敵するような高濃度のダスト層はほとんど見られず、深さ11mおよび30m付近に数層が見られただけであった。このようなダスト濃度の変動は、約6000年前を境に氷帽に供給されるダストの供給量や供給源が変化した可能性があることを示唆している。

アイスコアダストのSr-Nd同位体比は互いに近い値を示し、年代が古いものほどSr, Ndともに高い値をとるという傾向を示した。また、その値はアイスコア底部土壌とは大きく異なっていた。この結果から、アイスコア中に含まれるダストは氷帽周辺に堆積する土壌に由来するものではないこと、その供給源は年とともに変動していることがわかった。アジアの砂漠の同位体比との比較の結果、アイスコアダストの同位体比はタクラマカン砂漠やゴビ砂漠に比較的近い値を示していたことから、グリゴリア氷帽に飛来するダストの主な供給源はこれらの中国の砂漠であると考えられる。

キーワード: Sr, Nd同位体比, アイスコア, ダストの供給源推定

Keywords: Sr, Nd isotope ratio, Ice core, Dust provenance

キルギス天山グリゴリア氷帽アイスコア中の微量元素解析による 1800-2007 年の環境変動復元

Trace element analyses in a Gregoriev ice core in Kyrgyz Tien Shan for the period 1800-2007AD

村上 昂星^{1*}, 藤田 耕史¹, 竹内 望², 中野 孝教³, 申 基⁴, ウラジミール B アイゼン⁵

MURAKAMI, Kosei^{1*}, FUJITA, Koji¹, TAKEUCHI, Nozomu², NAKANO, Takanori³, Kicheol Shin⁴, Vladimir B Aizen⁵

¹名古屋大学大学院, ²千葉大学, ³総合地球環境学研究所, ⁴産業技術総合研究所, ⁵アイダホ大学

¹Nagoya University, ²Chiba University, ³RIHN, ⁴AIST, ⁵Idaho University

氷河には、大気を介して様々な化学成分が降下・堆積し保存されているが、化学成分の中でも微量元素成分をアイスコアから分析することで、過去の大気循環やダスト起源、人類活動変遷など周辺地域の環境変動を明らかにするための重要な手掛かりを得ることが出来る。近年ではアジア山岳アイスコア中の微量元素に関する研究も増えてきた。しかしながら、そのほとんどは年代が最近のものに限られ、カバーしている期間も数年と短い。

2007年9月、中央アジア天山山脈グリゴリア氷帽において、約87mのアイスコアが掘削された。アイスコアの年代軸は、表面から深さ67mまでは花粉の季節変動とトリチウム層、67m以深については有機物中の放射性炭素によって決定され、過去1万年以上をカバーしていると推定されている。

本研究では上部59.7m(1800?2007)を対象とし、Ti, Mn, Ni, Zn, Cd, Sn, Sb, Pb, Rare Earth Elements (REE), など53種の微量元素を分析した。定量分析には総合地球環境学研究所のICP質量分析計(Agilent 7500)を用い、アジア山岳地域アイスコア中の微量元素分析としては、最も長期間の連続データを得た。

人類活動による放出が主な原因の元素(Ni, Cu, Zn, As, Mo, Cd, Sb, Sn, Pb:以下人為起源元素)について解析し、対象周辺地域における人類活動の評価を行ったところ、20世紀については、ニッケル、銅、ヒ素、アンチモン、そして鉛などは他のアジアにおけるアイスコアからの結果と類似した変動が見られた。一方、スズの1960年頃からの緩やかな増加と1980年以降の緩やかな減少や、カドミウムの20世紀後半の急激な増加と21世紀の減少といった、他のアジア山岳アイスコアの人為起源元素分析結果とは異なる、この地域周辺特有の変動も見られた。カドミウムの20世紀後半の急激な増加は、世界的なエネルギー需要増加に伴う化石燃料燃焼の増加や、周辺地域の発展に伴う産業拡大が主な原因と考えられ、その後主に欧米での産業排出規制によって減少傾向が見られたが、それを上回る周辺地域(特にアジア)の産業拡大によって、近年では再び増加傾向になっていると考えられる。

また、スズ、カドミウム、鉛などのほとんどの人為起源元素が、他のアイスコア分析結果と比較し、低濃度であったが、アンチモンのみ2倍ほどの高濃度を示した。これは本研究対象アイスコアが位置するキルギスや、隣国であるタジキスタンでは、アンチモンを主要生産物とする鉱業が発展しているからであると考えられる。

キーワード: アイスコア, 微量元素, 人為起源元素, グリゴリア氷帽

Keywords: ice core, trace elements, anthropogenic elements, Grigoriev ice cap

シベリア・アルタイ山脈ベルーハアイスコアにおける結晶粒径と水安定同位体比の気候指標としての検証

Verification of crystal size and water stable isotopes for climatic proxies in Belukha ice core, Siberian Altai

岡本 祥子^{1*}, 藤田 耕史¹, 成田 英器², AIZEN Vladimir A.³, 世良 峻太郎⁴, 竹内 望⁴, 植竹 淳⁵, 中澤 文男⁵, 三宅 隆之⁶, NIKITIN Stanislav A.⁷, 中尾 正義⁸

OKAMOTO, Sachiko^{1*}, FUJITA Koji¹, NARITA Hideki², AIZEN Vladimir A.³, SERA Syuntaro⁴, TAKEUCHI Nozomu⁴, UETAKE Jun⁵, NAKAZAWA Fumio⁵, MIYAKE Takayuki⁶, NIKITIN Stanislav A.⁷, NAKAWO Masayoshi⁸

¹名古屋大学, ²NPO 法人雪氷ネットワーク, ³アイダホ大学, ⁴千葉大学, ⁵国立極地研究所, ⁶滋賀県立大学, ⁷トムスク大学, ⁸人間文化研究機構

¹Nagoya University, ²Network of Snow and Ice Specialists, ³University of Idaho, ⁴Chiba University, ⁵National Institute of Polar Research, ⁶The University of Shiga Prefecture, ⁷Tomsk State University, ⁸National Institutes for the Humanities

シベリア・アルタイ山脈ベルーハ氷河アイスコアにおいて、結晶粒径の季節変動を用いて年代決定を行った。その結果、表面から 154.27 m 部分は 1210 年から 2003 年に対応した。個々の結晶において、不純物が結晶の成長へ与える影響を除き、氷温と結晶成長速度の経験式を用いて、堆積初期の結晶断面積を求めた。その結晶断面積の年中央値とバルナウル気象観測所から推定した掘削地の気温の間には有意な相関関係が見られ、結晶断面積の変動が気温変動を反映していることが確認できた。結晶断面積の変動は太陽活動極小期に対応していた。また、5年平均での酸素同位体比、太陽活動、涵養量、重水素過剰の間には、それぞれ有意な相関が見られた。これらの関係から、ベルーハアイスコアの酸素同位体比は大西洋起源の夏季降水量の変動によって決まり、降水量は太陽活動が活発な時期に減少することがわかった。重水素過剰の変動は、再循環されて西方から運ばれてきた陸水起源の降水の割合を反映していると考えられる。

キーワード: アイスコア, 結晶粒径, 水安定同位体比, 重水素過剰

Keywords: ice core, crystal size, water stable isotopes, d-excess

アラスカ山岳氷河コアから復元された降水量変動 Variation of precipitation reconstructed from Alaskan alpine ice-core

的場 澄人^{1*}, 對馬あかね¹, 白岩孝行¹
MATOBA, Sumito^{1*}, Akane Tsushima¹, Takayuki Shiraiwa¹

¹ 北海道大学低温科学研究所

¹Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

アメリカ合衆国アラスカ州の山岳氷河から2本のアイスコア、一つはランゲル・セントエライアス山脈ランゲル山山頂から、もう一つはアラスカ山脈オーロラピーク近傍氷河から、を採取した。アイスコア中の水同位体比は明瞭な季節変動を示し、その季節変動から過去50?100年降水量を推定した。アラスカ湾に近いランゲルアイスコアは明瞭な変動傾向を示さなかったのに対し、アラスカ山脈では、1970年代以降の急激な増加が現れた。

キーワード: アイスコア, アラスカ, 山岳氷河, 降水量, 水同位体
Keywords: Ice core, Alaska, Alpine glacier, precipitation, water isotope