

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2006～2009

課題番号：18310015

研究課題名（和文） 北極雪氷コアから解読する気候・環境シグナルの標高依存性

研究課題名（英文） Ice core studies of past climate and environment and their altitudinal variability in the Arctic

研究代表者

東 久美子（AZUMA KUMIKO）

国立極地研究所・研究教育系・准教授

研究者番号：80202620

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境動態解析

キーワード：雪氷コア、北極、マウントローガン、スバルバル、標高依存性

### 1. 研究計画の概要

本研究は、北極域の北太平洋セクター及び北大西洋セクターにおける気候・環境変動を復元し、その標高依存性とテレコネクションを解明することを目的としている。そのため、これまで限られた雪氷コアデータしかなかった北極域北太平洋セクターのマウントローガン、キングコルで日本が掘削した雪氷コアの解析を行う。これをカナダとアメリカが同地域の異なる標高の2地点で掘削した雪氷コアのデータと比較し、北太平洋セクターにおける気候・環境シグナルの標高依存性を研究する。また、北極域北大西洋セクターのスバルバル北東島、アウストフォンナ氷帽で日本が掘削した雪氷コアの解析データをノルウェーがスバルバルのロモノソフフォンナ氷帽で掘削した雪氷コアのデータと比較することにより、大西洋セクターにおける気候・環境変動の標高依存性を研究する。さらに、北太平洋セクターと北大西洋セクターの雪氷コアデータを比較する。

雪氷コアの迅速かつ連続的な分析に向けて、従来の雪氷コア前処理方法に加えて、サンプルを汚染無しで自動的に融解・分注するための雪氷コア自動融解装置の開発を行う。また、含有量が非常に少ないため、従来は困難であった生物分析を実施するための分析方法を開発する。

### 2. 研究の進捗状況

(1) 雪氷コア自動融解装置の開発：微生物分析と化学分析では問題となる汚染源が異なるため、化学分析用と微生物分析用にそれぞれ別個の装置を開発した。それぞれの装置

において、融解サンプルを希望する深度ごとに自動的にサンプル瓶に注入するため、融解装置にレーザー距離計を接続し、サンプルの深度を自動計測するシステムを構築した。

(2) マウントローガン、キングコルで掘削された雪氷コアの解析：115m深までのコアの酸素同位体比、イオン濃度のデータを用いて、約100年前までの時代の気候・環境変動を復元した。その結果、この地点の気候・環境はPDO（Pacific Decadal Oscillation）の影響を強く受けていることが明らかになった。さらに、マウントローガンの標高が高い地点では見られなかった、1940年代からの硫酸イオンと硝酸イオンの増加傾向が明らかになり、この地域における環境変動の標高依存性が明らかになった。また、イオン分析手法の改良を行い、従来、低濃度のために分析不能であったごく微量のフッ化物イオン、カリウムイオン、マグネシウムイオンの定量が可能になった。その結果、これらのイオンが明瞭な季節変動を示すことが明らかになった。115m以深についてはコアの前処理と現在解析を実施中である。

(3) 微生物分析法の開発：雪氷コア自動融解装置を用いて汚染無しで微生物分析用のサンプルを作成することが可能になった。また、分析方法も実用化できるレベルに到達しつつある。

### 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

（理由）

雪氷コア自動融解装置の開発、微生物分析手法の開発はおおむね順調に進展しており、実

用化できるレベルに達しつつある。マウントローガン雪氷コアのイオン分析においては、従来分析不能であった極微量のイオンの分析が可能になった。また、酸素同位体、イオンの分析データから、過去 100 年間の気候・環境変動を復元することができ、標高のより高い地点とは異なる変動を示すことが明らかになった。

#### 4. 今後の研究の推進方策

(1) 引き続き、マウントローガン、キングコルの雪氷コアの解析を進め、得られた結果を同じ地域の標高の異なる掘削地点のコアと比較する。さらに、スバルバルのコアとも比較し、北極域の北太平洋セクターと北大西洋セクターの気候・環境変動、その標高依存性、さらに地域差について議論する。

(2) 微生物分析手法はほぼ確立したと考えているが、汚染の影響が完全に除去されたことを論文査読者や他の生物研究者に証明するのが困難であるという問題が発生した。このため、フランスやデンマークの研究室と共同で、世界的な微生物分析のスタンダードを構築する。

(3) 雪氷コア自動融解装置にダストセンサーを接続し、サンプルの融解・分注だけでなく、ダストの自動分析が可能なシステムへと発展させる。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 9 件)

- ① Steffensen, J.P. K.K. Andersen, M. Bigler, H.B. Clausen, D. Dahl-Jensen, H. Fischer, K. Goto-Azuma, M. Hansson, S.J. Johnsen, J. Jouzel, V. Masson-Delmotte, T. Popp, S.O. Rasmussen, R. Rothlisberger, U. Ruth, B. Stauffer, M.-L. Siggaard-Andersen, A.E. Sveinbjörnsdóttir, A. Svensson, and J.W.C. White, High resolution Greenland ice core data show abrupt climate change happens in few years., *Science*, 321, 680-684, 2008. (査読有)
- ② Fisher, D.A. E. Osterberg, A. Dyke, D. Dahl-Jensen, M. Demuth, C. Zdanowicz, J. Bourgeois, R. M. Koerner, P. Mayewski, C. Wake, K. Kreutz, E. Steig, J. Zheng, K. Yalcin, K. Goto-Azuma, B. Luckman, and S. Rupper, The Mt Logan Holocene-late Wisconsinan isotope record: tropical Pacific-Yukon connections, *The Holocene*, 18, 667-677, 2008. (査読有)
- ③ Goto-Azuma, K., T. Shiraiwa, S.

Matoba, T. Segawa, S. Kanamori, Y. Fujii and D. A. Fisher. Climate and environmental variability in the North Pacific region during the past 100 years, *Proceedings of the First International Symposium on Arctic Research (ISAR-1)*, 234-237, 2008. (査読無)

- ④ Motoyama, H., K. Kamiyama, O. Watanabe, M. Igarashi, S. Matoba T. Kameda, K. Goto-Azuma, K. Izumi, H. Narita, Y. Iizuka and E. Isaksson. Analyses of ice core data from various sites in Svalbard glaciers from 1987 to 1999, *NIPR Arctic Data Report*, 7, 1-79, 2008. (査読無)
- ⑤ 三宅隆之、成田英器、藤田耕史、藤井理行、中尾正義、Vladimir B. Aizen, ロシア・アルタイ山脈氷河のアイスコア解析による古環境復元、黒水城人文与環境研究 黒水城人文与環境国際各術討論会文集、90-103, 2007. (査読無)

[学会発表] (計 4 件)

- ① Goto-Azuma, K., T. Shiraiwa, S. Matoba, T. Segawa, S. Kanamori, Y. Fujii and D. A. Fisher. Climate and environmental variability in the North Pacific region during the past 100 years, *The First International Symposium on Arctic Research (ISAR-1)*, November 4-6, 2008, Tokyo, Japan.
- ② Motoyama, H., K. Kamiyama, O. Watanabe, M. Igarashi and S. Matoba. Studies on global warming in 1920's using various ice cores in the Arctic. *First International Symposium on the Arctic Research (ISAR-1)*, Tokyo, Japan, November 4-6, 2008.
- ③ Segawa, T., N. Takeuchi, H. Kanda, L. Zhongqin, S. Kohshima. Altitudinal change in bacterial and cyanobacterial flora on the No.1 Glacier, China, analyzed by 16S rRNA gene, *International Conference on Polar and Alpine Microbiology*, May 11-15, 2008, Banff, Canada.
- ④ 瀬川高弘, 南極氷床および氷床下の微生物解析, 平成 19 年度新領域融合研究プロジェクト研究集会, 2008 年 2 月 18 日, 東京.