

スバルバル諸島ニーオルスン及びカナダ・チャーチルにおける 大気中の温室効果気体および関連気体の変動

森本真司¹、後藤大輔²、村山昌平³、石戸谷重之³、藤田遼¹、石島健太郎⁴、P.K.Patra⁴、青木周司¹、
¹東北大学、²国立極地研究所、²産業技術総合研究所、⁴JAMSTEC

Temporal variations of atmospheric greenhouse gases and related constituents in Ny-Ålesund, Svalbard and Churchill, Canada

S. Morimoto¹, D. Goto², S. Murayama³, S. Ishidoya³, R. Fujita¹, K. Ishijima, P.K.Patra and S. Aoki¹
¹Tohoku Univ., ²National Institute of Polar Research
³National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
⁴JAMSTEC

北極域における温室効果気体の変動を明らかにし、その放出源・吸収源に関する情報を得るために、我々はスバルバル諸島・ニーオルスン(北緯 79.0 度、東経 11.9 度)とカナダ・マニトバ州チャーチル(北緯 58.8 度、西経 94.1 度)において、温室効果気体濃度・同位体比及び関連気体濃度の地上高精度時系列観測を継続している。それぞれの観測点における観測項目・観測データの時間分解能を表 1 に示す。

ニーオルスンでは、1991 年に週に 1 度の大気採取による CO₂、CH₄ 濃度観測を開始し、その後順次観測項目を増やしてきた。より詳細な温室効果気体及び関連気体の変動を明らかにするために、2012 年及び 2013 年からそれぞれ、大気中の O₂ 濃度 ($\delta(O_2/N_2)$ と表記する) と CO₂、CH₄、CO 濃度の連続観測を開始した。 $\delta(O_2/N_2)$ 連続観測からは、特に 5-6 月に数日周期の大きな (O₂ モル比換算で 10 ppm 以上の) O₂ 濃度変動が観測された。[O₂] + 1.1[CO₂]で定義される大気ポテンシャル酸素 (APO)、3 次元大気輸送モデルを用いたタグ・トレーサー実験、及び衛星海色データを用いた解析により、このような変動は主にグリーンランド海、ノルウェー海、バレンツ海における海洋生物のブルーミングによる海洋からの O₂ 放出に起因すること、そして APO 観測から海洋生物活動に関する情報が得られることが示された。一方、CO₂、CH₄、CO 濃度の連続観測によって、これらの様々な時間スケールでの変動が明らかにされた。12 月～3 月の冬期間にこれら 3 成分が同期して上昇する短周期変動が多数回観測されているが、これらの変動がヨーロッパ・シベリア域からの化石燃料漏洩・燃焼の影響を受けた気塊の流入に起因することが明らかになった。また、3 次元大気輸送モデルによるフォワード計算及びタグ・トレーサー実験により、CO₂ 濃度の季節変化が陸上生物圏による CO₂ 固定・放出量の季節変化に起因すること、冬期および夏期の CH₄ 濃度の変動には、それぞれ人為起源 CH₄、湿地起源 CH₄ の影響を強く受けていることが示された。

ニーオルスンおよびチャーチルにおいて、大気中 CH₄ 濃度と CH₄ の炭素・水素同位体比 ($\delta^{13}C-CH_4$ 、 $\delta D-CH_4$) の系統的な観測を実施した。CH₄ 濃度、 $\delta^{13}C-CH_4$ 、 $\delta D-CH_4$ は明瞭な季節変化を示し、さらに 2006 年以降 CH₄ 濃度の増加と $\delta^{13}C-CH_4$ の減少が観測された。¹³CH₄ と CH₃D それぞれについて収支式を解くことにより、CH₄ 濃度の季節変化は、主に 6-9 月の微生物起源 (湿地など) の CH₄ 放出と OH との反応による CH₄ 消滅のバランスによって生じていることが示された。これは、タグ・トレーサー実験による推定と整合的である。また、微生物起源 CH₄ 放出の極大は、チャーチルがニーオルスンよりも約 1 ヶ月早いことも示唆された。ニーオルスンにおける CH₄ 濃度と $\delta^{13}C-CH_4$ の観測から、2006 年以降に観測された CH₄ 濃度の急増は、微生物起源 CH₄ 放出量の増加によって生じていたことが明らかになった。

Table 1. Observed components and frequencies at Ny-Ålesund and Churchill

Site	Components	Observation Frequency
Ny-Ålesund	CO ₂ , CH ₄ , CO, O ₂ /N ₂ ratio	continuous
	CO ₂ , CH ₄ , CO, N ₂ O, SF ₆ , O ₂ /N ₂ ratio, Ar/N ₂ ratio, Isotopes (CO ₂ , CH ₄)	weekly
Churchill	CO ₂ , CH ₄	continuous (by Meteorol. Service Canada)
	Isotopes (CH ₄)	twice a week