

研究種目：基盤研究 (B)
研究期間：2007 ～ 2010
課題番号：19310016
研究課題名 (和文) 炭素・水素同位体比を用いたカナダ亜北極域における大気中メタンの変動に関する研究
研究課題名 (英文) A study on temporal variations of the atmospheric methane concentration using its carbon and hydrogen isotope ratios
研究代表者
森本 真司 (MORIMOTO SHINJI)
国立極地研究所・研究教育系・助教
研究者番号：30270424

研究代表者の専門分野：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：物質循環、温室効果気体、メタン、同位体比、北極

1. 研究計画の概要

大気中のメタン (CH_4) 濃度は、産業革命以降の人間活動の活発化によって急激に増加してきたことが氷床コア中の気泡分析で明らかにされており、二酸化炭素 (CO_2) に次いで重要な温室効果気体としてその動態が注目されている。しかしながら、 CH_4 の放出源が水田を含む湿地域での有機物の嫌気性分解や反芻動物の腸内発酵から、石炭・天然ガスの採掘、そして森林・泥炭火災にまで非常に広範囲に及ぶことから、観測された大気中 CH_4 の濃度変動のみからその変動原因を解釈することは非常に困難であった。 CH_4 を構成する炭素と水素の安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$ 、 δD) は、 CH_4 放出源によって値が大きく異なっているため、大気中の CH_4 濃度と $\delta^{13}\text{C}$ 、 δD の同時高精度観測を行うことによって、 CH_4 濃度の変動にどの放出源が寄与したかに関する情報が得られる。しかし、 CH_4 の安定同位体比の分析には高度な技術が必要であるため、これまで系統的な時系列観測を維持している研究機関は極めて限られていた。

本研究では、これまでデータの空白域であったカナダ亜北極域における CH_4 変動を明らかにするため、カナダ環境省研究所と共同で、カナダ亜北極域のマニトバ州・チャーチル (北緯 59 度、西経 94 度) における系統的な大気採取と CH_4 濃度および $\delta^{13}\text{C}$ 、 δD の同時高精度観測を行う。そして、得られた観測データを解析し、観測される CH_4 濃度の変動について、各 CH_4 放出源の寄与とその変動を明らかにすることを目的とする。

2. 研究の進捗状況

本研究では、カナダ側研究協力者がカナダ

亜北極域のチャーチルで週に 2 度採取する大気試料について、カナダ環境省研究所での温室効果気体 (CO_2 、 CH_4 他) 濃度分析終了後に日本に輸送し、国立極地研究所及び東北大学において CH_4 の $\delta^{13}\text{C}$ 、 δD の高精度分析を行う。大気試料の分析と平行して、 $\delta^{13}\text{C}$ 、 δD 分析の高度化及び標準ガスの整合性確認作業を実施している。

2006 年 5 月にカナダ側研究協力者と具体的な研究観測の進め方について打ち合わせを行った後、2007 年度からチャーチルでの大気採取とカナダ側での濃度分析、日本側の同位体比分析を開始した。その後、現在までほぼ 1 ヶ月に 2 度の頻度で順調に大気試料の日本への輸送・試料分析・カナダへの容器返送が行われ、高精度 CH_4 濃度データ、 $\delta^{13}\text{C}$ 、 δD データが蓄積されている。

本研究を開始した 2007 年 4 月から、2009 年 12 月までの約 2 年半に得られた観測データから明らかになった点は以下の通りである。

(1) チャーチルにおける CH_4 の $\delta^{13}\text{C}$ 、 δD は、夏期に極大、初冬に極小となる明瞭な季節変化を示し、振幅はそれぞれ 0.5-0.7 per mil、10-20 per mil であった。チャーチルでの $\delta^{13}\text{C}$ 、 δD 観測は本研究が唯一のものであり、大気中のメタン循環数値モデルの検証において強力な拘束条件を与えると考えられる。

(2) スパールバル諸島・ニーオルスンで観測された北極域の代表的データ (バックグラウンドデータ) と比較したところ、チャーチルでは 6-8 月に湿地域から放出された同位体的に軽いメタンの影響を強く受けていること、湿地域が氷結する冬期 (10-2 月) においても

有機物の嫌気性分解起源のメタンの影響が大きいことが明らかになった。

(3) まだデータ長が3年弱であるため、メタン濃度・同位体比の経年変化に関する情報は抽出できていない。

3. 現在までの達成度

②概ね順調に進展している

(理由)

2007年4月以降現在まで、ほぼ欠測なくCH₄濃度・同位体比の時系列観測を継続することに成功し、高精度観測データを得ていること、そしてカナダ亜北極域に特徴的なCH₄濃度・同位体比の変動が捉えられているため。

4. 今後の研究の推進方策

現在まで、カナダ側研究協力者と良好な関係を維持しており、チャーチルでの大気試料採取と濃度分析・大気試料の日本への発送作業等は問題なく継続可能である。また、観測データをカナダ側とも共有し、今後も共同でデータ解析を進める予定である。今後、起こりうる気候変化に対するメタン循環の変化を検出する上で、メタンの放出域であるカナダ亜北極域での大気直接観測は非常に重要な手法である。カナダ亜北極域におけるメタンの経年変化を明らかにするために、本観測的研究を維持・発展していく必要があり、カナダ側共同研究者も継続を強く希望している。

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4件)

- ① 森本真司、石戸谷重之、石島健太郎、八代尚、梅澤拓、菅原敏、橋田元、青木周司、中澤高瀆、山内恭、南北両極域における大気中の温室効果気体と関連気体の変動、南極資料、印刷中、2010。(査読有り)
- ② Morimoto, S., S. Aoki and T. Nakazawa, High-precision measurements of the carbon isotope ratio of atmospheric methane using a continuous flow mass spectrometer, *Antarctic Record* 53, 1-8, 2009. (査読有り)
- ③ Umezawa, T., S. Aoki, S. Morimoto and T. Nakazawa, A high-precision measurement system for carbon and hydrogen isotopic ratios of atmospheric methane and its application to air samples collected in the western Pacific region, *J. Meteorol. Soc. Japan* 87, 365-379, 2009. (査読有り)
- ④ Sasaki, M., S. Imura, S. Kudoh, T. Yamanouchi, S. Morimoto and G. Hashida, Methane efflux from bubbles suspended in ice-covered lakes in Syowa Oasis, East

Antarctica, *J. Geophys. Res.* 114, doi:10.1029/2009JD011849, 2009. (査読有り)

[学会発表] (計4件)

- ① Morimoto, S., D. Goto, S. Ishidoya, T. Nakazawa and S. Aoki, Continuous measurement of the atmospheric O₂/N₂ ratio at Syowa Station, Antarctica, 8th International Carbon Dioxide Conference, Jena Germany, 10-18 Sep., 2009.
- ② Umezawa, T., S. Aoki, Y. Kim, S. Morimoto and T. Nakazawa, Estimation of carbon and hydrogen isotopic ratios of methane from wetlands and wildfires in Alaska based on aircraft observations and on a bonfire experiment, IGAC 10th International Conference, Annecy France, 7-12 Sep., 2008.
- ③ Umezawa, T., S. Aoki, S. Morimoto, T. Nakazawa and T. Yamanouchi, Temporal variations of CH₄ and its δ¹³C and δD at Ny Aalesund, Svalbard, International Symposium on Isotopomers 2008, Tokyo Oct. 4-8, 2008.
- ④ 梅澤拓、青木周司、森本真司、山内恭、ニーオルスンにおけるメタンの水素同位体比の変動、地球惑星科学連合2008年大会、千葉、幕張メッセ、2008.5.25-30.

[その他]

・ 2009.8.31

国立極地研究所一般公開において、研究内容の一般向け展示・解説を行った。