

南極およびグリーンランド深層氷床コアから求めた過去 11 万年にわたる大気中のメタン濃度変動

Variations of atmospheric methane concentrations for the last 110,000 years deduced from Antarctic and Greenland deep ice cores

青木 周司[1]; 中澤 高清[2]; 藤井 理行[3]

Shuji Aoki[1]; Takakiyo Nakazawa[2]; Yoshiyuki Fujii[3]

[1] 東北大・理・大気海洋センター; [2] 東北大院・理・大気海洋; [3] 極地研

[1] CAOS, Graduate School of Sci., Tohoku Univ.; [2] COAS, Tohoku Univ.; [3] NIPR

<http://caos-a.geophys.tohoku.ac.jp/bujunkan/index.html>

1. はじめに

本研究では、グリーンランド North GRIP (NGRIP) および南極ドームふじ深層氷床コアから空気を抽出・分析し、北極域と南極域における過去 11 万年にわたるメタン (CH₄) 濃度を再現した。また、得られた濃度データをモデルによって解析し、熱帯および北半球中高緯度における過去の CH₄ 放出量の変化を推定した。

2. 実験方法

本研究では、グリーンランド中央 (75.10°N, 42.32°W, 海拔高度 2921m) で掘削された NGRIP コアおよび南極内陸部 (77.32°S, 39.70°E, 海拔高度 3810m) で掘削されたドームふじコアを分析した。空気の抽出には融解法を用いた。約 350g の氷床コアを融解容器に封入して -20°C に保ったまま約 2 時間真空排気した後、融解容器を外側から加熱して氷床コアを融解し、解放された空気を約 -265°C に冷却されたサンプルチューブの内壁に固体として回収した。サンプルチューブを一晩横向きに静置し、内部の気体が完全に混合した後に、FID ガスクロマトグラフを用いて CH₄ 濃度を分析した。氷からの空気抽出過程を含めた総合精度は ±7ppbv である。NGRIP コアおよびドームふじコア分析から得られた CH₄ 濃度の平均時間分解能は、それぞれ約 1600 年および約 1100 年である。

3. CH₄ 濃度の変動

NGRIP コアおよびドームふじコアから再現された過去 11 万年にわたる CH₄ 濃度の時間変動を図 1 に示す。CH₄ 濃度は気温の変化に追従して大きく変動しており、寒冷なほど濃度が低く、温暖なほど濃度が高かった。また、ドームふじコアに比べて NGRIP コアのほうが常に高い濃度を示し、CH₄ の主要な放出源である湿地が北半球に多く分布していることと整合した結果が得られた。この濃度差は寒冷な時期よりも温暖な時期のほうが大きいため、温暖な時期ほど湿地からの CH₄ 放出が活発になり、大気中の CH₄ 濃度の南北差が拡大したことが示唆された。

4. CH₄ 放出量の変動

NGRIP コアとドームふじコアの CH₄ 濃度の差を北半球中高緯度・熱帯・南半球中高緯度の 3 ボックスモデルを用いて解析し、過去の CH₄ 放出量の緯度分布を見積もった (図 2)。その結果、氷期における CH₄ 濃度の変化は、北半球中高緯度に存在する湿地からの CH₄ 放出量の変化に支配されていたことが示唆された。また、氷期中 3 回の昇温期 (XI, IX, VII) における放出量は氷期最盛期に近づくにつれて次第に減少していた。同時期における大気酸素の同位体比 (δ18O_{atm}) が氷床の漸進的な拡大を示唆していたことから、北半球の湿地が次第に氷床に覆われていったことにより CH₄ 放出量が低下したものと考えられる。

氷期最盛期 (VI) の CH₄ 放出量は全期間を通して最小となり、北半球中高緯度で 32Tg yr⁻¹、低緯度で 70Tg yr⁻¹ であった。一方、氷期最盛期から完新世にかけての CH₄ 濃度の変動は、まず低緯度からの放出量が 142Tg yr⁻¹ へと倍増し (V)、ついで Younger Dryas 期 (IV) になると低緯度で比較的大きな減少がみられた。しかし、北半球中高緯度の CH₄ 放出量はこの間ほとんど変化しなかった。すなわち、氷期最盛期から Younger Dryas 期にかけての CH₄ 濃度の変化は、主に低緯度の放出量の変化によって支配されていたことが見いだされた。Preboreal 期 (III) になると、北半球高緯度の氷床の後退にともない、北半球中高緯度の放出量が約 2 倍に増加した。さらに、完新世中期 (II) の CH₄ 濃度の低下は、熱帯域の放出量低下によるものであり、モンスーンの弱まりにともなう低緯度の乾燥化がその要因であると推定された。

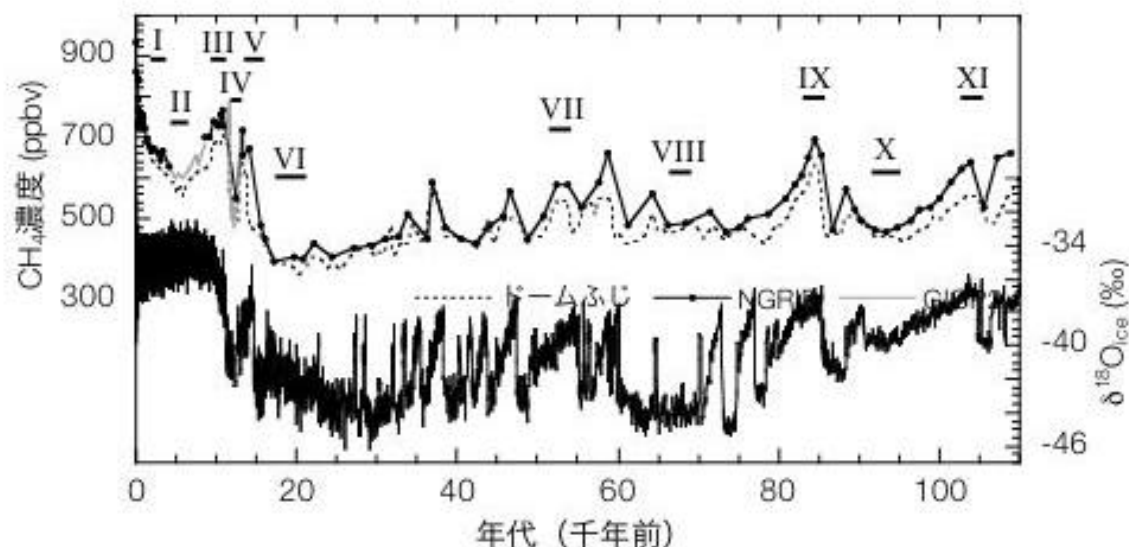


図1 上段：NGRIP（実線）コアおよびドームふじ（破線）コアから再現された過去の CH_4 濃度の変動。NGRIP コアのデータの欠損期間についてはグリーンランドGISP2 コアの結果（灰線）も示す。下段：NGRIPコアの氷の酸素同位体比 ($\delta^{18}\text{O}_{\text{ice}}$)。

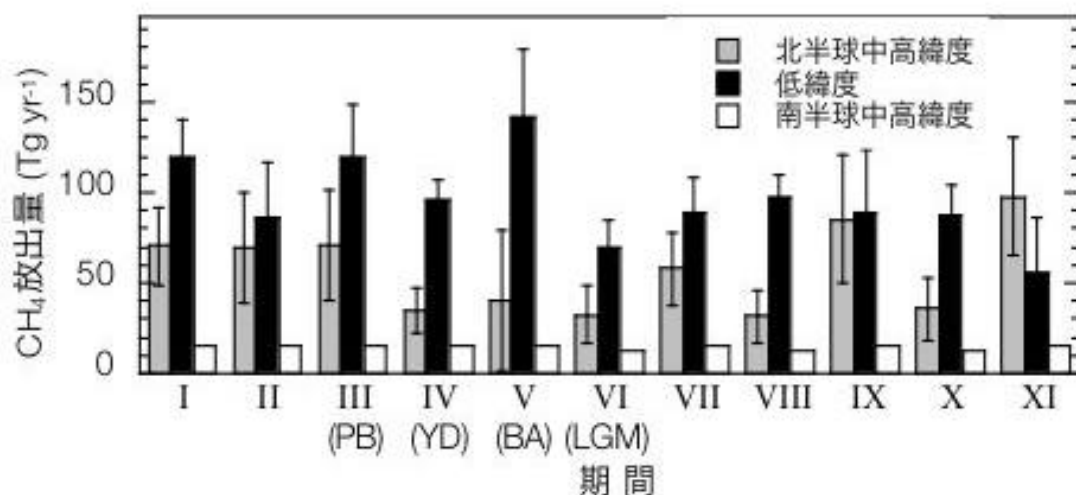


図2 NGRIPコアおよびドームふじコアの CH_4 濃度データから推定された過去の CH_4 放出量の緯度分布。横軸に記したそれぞれの期間は図1に示すとおりである。