

メタンの半球輸送におけるアジアモンスーンの役割を解明

～温室効果ガスの収支評価の高精度化につながる知見～

温室効果ガスや大気汚染物質などの主な発生源がある北半球から南半球への物質の半球輸送の経路の解明は、これらの物質の全球分布を明らかにする上で重要です。国立大学法人千葉大学（千葉市）と海洋研究開発機構（JAMSTEC・横浜市）で構成される研究グループ（統括：Dmitry Belikov 千葉大学特任研究員）は、日本の衛星 GOSAT^{注1} のメタンの観測データと大気化学輸送モデルのメタンのシミュレーションデータを利用して、物質の半球輸送を季節別に詳細に解析しました。

本研究の結果、半球輸送は 350-150 hPa の上部対流圏で最も活発であること、熱帯南アメリカ、熱帯アフリカ、東南アジアでは北半球から南半球への半球輸送が一年を通して活発である一方、熱帯インド洋では南アジアの夏モンスーンにより半球輸送に大きな季節性があること、ならびに夏モンスーンにより、チベット高原～インド上空の上部対流圏に輸送された高濃度メタンの空気塊が熱帯アフリカ東部を通過して南半球に輸送されていることがわかりました。本研究により、温室効果ガスの収支（発生源・発生量および消失源・消失量）の評価の高精度化が期待できます。

本研究の成果は 2022 年 7 月 27 日に Journal of Geophysical Research: Atmospheres よりオンライン出版されました。

1. 研究背景

メタンは、大気中の寿命が全球平均で 9 年程度であり、発生源の多くが熱帯および北半球の陸域にあります。地表から放出された物質の半球輸送のタイムスケールは約 1.4 年と見積もられており、メタンは半球輸送の解析に利用するのに適した物質です。また、メタンは重要な温室効果ガスであるため、発生源から放出されたメタンが大気中をどのように輸送されていくのかを明らかにすることは、メタンによる温室効果の寄与を計算する上でも重要です。

熱帯での物質の輸送経路や半球輸送における夏モンスーンの役割はこれまで十分に解明されていませんでしたが、日本の衛星 GOSAT に搭載されたセンサ TANSO-FTS の熱赤外バンドで観測されたメタンの鉛直濃度分布データと、大気化学輸送モデル MIROC4-ACTM^{注2} のメタンのシミュレーションデータを利用して、物質の半球輸送の経路に関する解析研究を行いました。

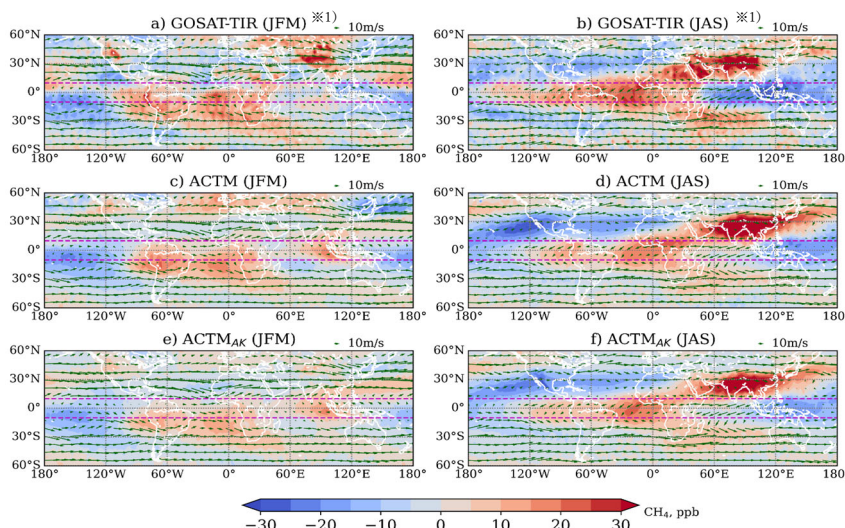


図1 上部対流圏のメタン濃度の差分^{※2}の緯度・経度断面図。

（上）GOSAT の観測データ
（中）MIROC4-ACTM のシミュレーションデータ
（下）モデルデータに観測のアベレージングカーネル^{注3}を適用したデータ

※1）JFM：1-3月、JAS：7-9月

※2）メタン濃度の差分は各グリッドの濃度から同緯度帯の全経度帯の平均値を引いた値。

2. 概要

物質の半球輸送は主にハドレー循環^{注4)}と季節によって位置が遷移する熱帯収束帯 (ITCZ) によって支配されています。上部対流圏では、GOSAT と MIROC4-ACTM のメタンの濃度分布が互いに一致を示しており、上部対流圏のメタンの高濃度域は、1-3 月は熱帯の南半球側にありますが、7-9 月には ITCZ が北方に遷移するに伴って北西側に移動しています。また、7-9 月の特徴として、チベット高原～インド上空にインドーガンジス平原で放出され上空に輸送されたメタンの高濃度域があり、夏モンスーン性高気圧の南端の東風によって高濃度メタンが大西洋および南半球に輸送されています。一方、インド洋や太平洋では夏モンスーンによってメタンの輸送が阻害されていることがわかりました(図 1)。

さらに、半球輸送が活発な領域を調べるために、上部対流圏の低緯度 (10°S-10°N) においてメタンの移流傾向を計算したところ、以下のことが明らかとなりました。

- (1) 熱帯南アメリカ (図 2 : 青紫)、熱帯アフリカ (図 2 : 緑と黄)、東南アジア (図 2 : 赤紫) において年間を通して最も活発に半球輸送が起こっている。
- (2) これらの領域では移流傾向がどの季節も負 (北半球から南半球へ輸送される) になっており、北半球で放出された物質が南半球へ輸送され、効率的に全球に「分配」される。一方、熱帯インド洋 (図 2 : オレンジ) では夏モンスーンの影響で半球輸送に大きな季節性があること、熱帯アフリカも東西 (緑と黄) で夏モンスーンの影響が異なっている。
- (3) 北半球の夏季は ITCZ の位置が北方に遷移しているため多くの領域で移流傾向が正 (南半球から北半球への輸送) となっているが、熱帯アフリカ東部 (図 2 : 黄) では 8 月から 9 月にかけて南半球への輸送が強化される。

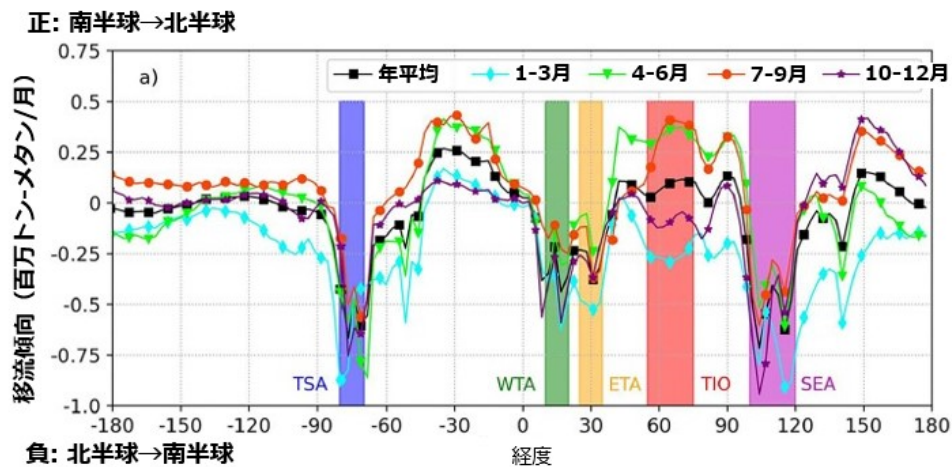
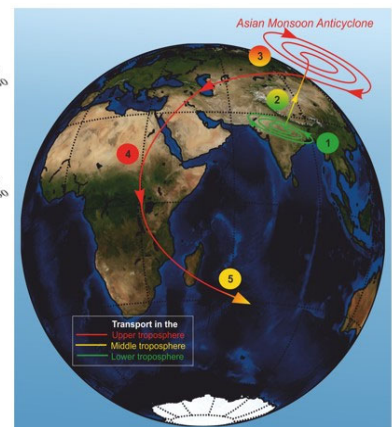
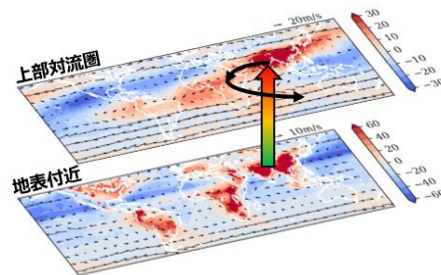


図 2 MIROC4-ACTM により季節毎に計算した熱帯 (10°S-10°N) の上部対流圏における移流傾向 (百万トン-メタン/月)。正、負はそれぞれ北半球向き、南半球向きの輸送を表す。黒線は年平均値。

図 3 半球輸送における夏モンスーンの影響。

- ①インド北部で放出された高濃度メタンは、②上空に輸送され、③熱帯インド洋の上空では半球輸送が阻害されて上部対流圏に高濃度メタン領域が形成されます。夏モンスーン性高気圧により、高濃度メタンが④熱帯アフリカ東部を通過して⑤南半球へ輸送されます。



3. 研究助成

本研究は、環境再生保全機構・環境研究総合推進費（JPMEERF20182002、JPMEERF21S20800）、宇宙航空研究開発機構委託研究費（JX-PSPC-545977）の支援を受けて実施されました。

4. 発表論文

【タイトル】

An analysis of interhemispheric transport pathways based on three-dimensional methane data by GOSAT observations and model simulations

GOSAT 観測とモデルシミュレーションの3次元メタン濃度データにもとづく半球輸送経路の解析

【DOI】 <https://doi.org/10.1029/2021JD035688>

【著者】 D. Belikov¹, N. Saitoh¹, and P. K. Patra^{1,2}

1. 環境リモートセンシング研究センター, 千葉大学, 千葉, 263-8522, Japan

2. 海洋研究開発機構 (JAMSTEC), 横浜, 236-0001, Japan

5. 補足情報

注 1) GOSAT (温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」) : 宇宙航空研究開発機構が 2009 年 1 月に打ち上げた温室効果ガス観測に特化した衛星であり、フーリエ変換分光型の温室効果ガス観測センサ (TANSO-FTS) が搭載されている。

注 2) MIROC4-ACTM : 大気海洋結合モデル (MIROC4) をベースとした大気化学輸送モデル。気象場 (水平風、気温) は気象庁 JRA-55 データを用い、メタンの地表放出量と吸収量、大気中での化学反応 (水酸化ラジカル OH、励起酸素原子 O(¹D)、塩素ラジカル Cl) を与えて大気中のメタン濃度を計算する。

注 3) アベレージングカーネル : 衛星等のリモートセンシングによる観測の高度ごとの感度を表す、観測の高度分解能の指標となる値。

注 4) ハドレー循環 : 地球規模の大気大循環の一つであり、赤道付近で上昇し、南北 30° 付近で下降する循環。

<本研究に関するお問い合わせ>

国立大学法人千葉大学 環境リモートセンシング研究センター

准教授 齋藤尚子

TEL : 043-290-3843 E-mail : nsaitoh@faculty.chiba-u.jp

国立研究開発法人海洋研究開発機構 地球環境部門 地球表層システム研究センター

物質循環・人間圏研究グループ グループリーダー代理 上席研究員 パトラ・ブラビール

E-mail : prabir@jamstec.go.jp TEL : 045-778-5727

<広報に関するお問い合わせ>

千葉大学広報室

TEL: 043-290-2018 E-mail: koho-press@chiba-u.jp