

【2-1502】GOSAT 等を応用した南アジア域におけるメタンの放出量推定の精緻化と削減手法の評価（H27-29 120.773 千円）

研究代表者 林田 佐智子（奈良女子大学）

1. 研究実施体制

- (1) GOSAT データ利用手法の開発と人工衛星データの複合的解析（国立大学法人奈良女子大学）
- (2) 南アジアを中心とした大気メタン濃度計測（国立研究開発法人 国立環境研究所）
- (3) メタン発生緩和策のオプション検討（国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構）
- (4) 南アジア域におけるメタンフラックスの測定（国立大学法人 千葉大学）
- (5) レーザー分光手法によるメタンの連続観測（国立大学法人 東京学芸大学）
- (6) インバース解析によるアジアからのメタン発生量の推定と削減策の評価（国立研究開発法人 海洋研究開発機構）

2. 研究開発目的

本研究では、メタン放出量が多いにも関わらず観測の空白域である南アジア（インド・バングラデシュ）を研究の対象地域として、メタン放出量推定の精緻化のために必要な方策を検討する共に、メタン削減手法の様々なオプションに対して、観測データと大気輸送モデルを使って総合的に評価することを目的とする。

まず、大気メタン濃度の現地観測を行い、その変動特性を解明すると共に、GOSAT（短波長赤外）で観測されるメタン気柱量情報の有用性を検討する。これらの観測データからインバース解析を行うために必要な、先進的な大気化学輸送モデルとインバースシステムの構築およびその検証を行い、インバースシステムにおける GOSAT メタン気柱量および地上観測データに対する感度を検討する。並行して、南インドの水田耕作地において、稲作からのメタン放出量削減のための具体的方策として、複数の水管理や栽培方策に基づき実証実験を行う。隣接する圃場においてメタンフラックスと大気中メタン濃度の常時監視を行い、水田からのメタン放出量の検討・評価を行う。得られた緩和策実験の結果を、水田分布データと地理情報システムを活用してメタン削減ポテンシャルを求め定量的評価を行う。

3. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

南アジアにおけるメタンの鉛直分布特性の解明

GOSAT で観測された XCH_4 と大気化学輸送モデルによるシミュレーションの比較から、アジアモンスーン循環の作りだす輸送過程に依存して、南アジアのかなり広範囲

において中・上部対流圏におけるメタン濃度がXCH₄に寄与することが明らかになった。この結果はソーニーパットでの観測における冬季の濃度極大とも整合的であった。XCH₄と地上からのメタン放出フラックス変動が単純に対応していないことはGOSATのXCH₄データをインバース解析に投入してメタン放出量推定を行うことの難しさを示している。また、GOSAT・TIR（熱赤外チャンネル）からのメタン鉛直分布の導出の有効性も示している。

WD-SRI 農法によるメタン放出緩和策の実証

南インドにおいて、現地で主に栽培される品種と栽培体系に基づいてAWD水管理が有効に機能し、メタンを主とする温室効果ガスの排出削減に有効であることが実証された。SRI農法との組み合わせにより収量を落とすことなくメタンの削減に成功した。この緩和策をインド全域に広く普及させた場合の削減ポテンシャルは約30%にもなることを定量的に示した。

南アジアにおける観測空白域における観測データの取得

本研究で立ち上げたソーニーパットや、継続して観測を実施したナイニタールとコミラの大気観測データは、これまでほとんど観測データが得られていなかった観測の空白域における極めて貴重な観測データセットとなっており、将来多目的に活用されることが期待される。

新たな大気化学輸送モデルの開発

XCH₄の活用の為には、メタン鉛直分布情報の再現性を高める新たなモデルシステムの構築が必要であると考えられる。そこで、新たにMIROC4の力学モデルに基づいてモデリングシステムを開発した。この改良によって、熱帯域上の成層圏で上向き輸送とブリューワー・ドブソン循環がはるかに良く表現されるようになった。さらにこのシステムでXCH₄の感度実験を行い、50%程度のメタン放出量の変動は現在のレベルの精度の観測データ（GOSAT・XCH₄）であって捉えることのできる可能性を示した。

（２）環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

GOSAT データの有効利用の検討

GOSATは環境省他が、世界各国の温室効果気体排出量推定を行うことを目指して打ちあげた衛星である。GOSAT ミッションの目的は、温室効果ガスの全球分布を監視し、京

都議定書で要求される温室効果ガスの削減を検証することによって環境行政に貢献し、将来のミッションのために地球観測技術を進歩させることである。メタンは大気寿命が短いこと、成層圏で減少する特有の鉛直分布を持つことなど、二酸化炭素と異なる特性を有し、発生源の特定や放出量の定量化は容易でない。本研究は、南アジア域において GOSAT で観測されたメタンの気柱平均混合比(XCH₄)をメタンの発生源推定に適用するためには、鉛直分布情報が必要不可欠であることを示した。この成果は今後 GOSAT-3 以降のミッション策定に対して貴重な情報となる。また GOSAT-2 のミッションにおいて、SWIR と TIR の組み合わせによるメタン鉛直分布導出の重要性も示している。

新しいインバースシステムの開発

MIROC4.0 に基づいて開発された新しい ACTM は、地上観測ネットワークや GOSAT (および GOSAT-2) などの衛星リモートセンシングデータ等、さまざまな種類の測定値を取り込むことができる。本報告書で示した通り、XCH₄ には鉛直層すべての情報が取り込まれるため、モデル内における成層圏でのメタン鉛直勾配情報は、メタンの排出源と吸収源についての将来の研究の発展への重要な鍵になると考えられる。さらに平成30年度開始の推進費課題「GOSAT-2 と地上観測による全球のメタン放出量推定と評価手法の包括的研究」への貢献に繋がると期待できる。また、UNFCCC への排出量報告の精度が向上すると期待できる。新しいインバースシステムにおける感度実験と、緩和策実験の結果を総合すると、将来の GOSAT-2 ミッションが実用化された場合、緩和策が広く普及すれば、観測で検知できる可能性があることが示されており、今後のミッション計画策定に貢献する知見である。

SDGs「持続可能な開発目標」への貢献

本プロジェクトの内容は、2015年9月の国連総会で採択された SDGs「17の持続可能な開発目標」の中において、持続可能な生産消費(目標12)、気候変動(目標13)に該当している。SRI は節水栽培により水資源を節約すること、植栽密度を下げつつ慣行と同等の収量を得られること、水位の調整により土壌の酸化状態を維持しメタンを大幅削減することを両立することができる極めて現実的な栽培体系であり、インドのみならずアジアの広域の水田水管理に適用可能である。フラックス観測を行ってきたバンラデシュの二期作水田についての調査からは、夏期の非耕作期間に多雨による湛水や高温・雑草の繁茂のために多量のメタンが放出されることが明らかになった。この時期に降雨による貯留水を排水するなどの比較的簡単な圃場管理を行うことによりメタン放出量を削減できる可能性がある。

グローバル・カーボン・プロジェクト (GCP) の統合イニシアチブ (synthesis initiative) ・ IPCC への貢献

インバージョンモデルの結果は、グローバル・カーボン・プロジェクト（GCP）の統合イニシアチブ(synthesis initiative)にメタン排出源と吸収源推定のために提出された。その結果は公開された文献として入手可能である（Saunois et al., 2016, 2017: サブテーマ6 参照）。GCP メタンの活動は継続されており、定期的更新の提供を目指している。また、モデル間相互比較プロトコルがメタンインバースモデリングのために開発されており、テーマリーダーはサブテーマ6 代表者である。この GCP メタン統合イニシアチブから得られた結果は、IPCC AR6 の第5章で使用されている。

4. 委員の指摘及び提言概要

GOSAT では平均気柱濃度しか得られないが、地表面から対流圏上層までの物理過程がしっかりしたモデルを作成することにより、南アジア域で中・上部対流圏におけるメタン濃度がCH₄ 気柱濃度に寄与していることを明らかにするなど、発生源の推定とGOSAT 観測とのずれが解消された事は評価出来る。水田管理による発生抑制についても成果を得たメタンに関する統合的な研究なので、結果をまとめた統合的な論文作成にも期待する。

5. 評点

総合評点：A