

アジアにおけるメタン変動の研究 -NICAM-TM-CH₄モデルと衛星データとの比較-

*長瀬 友美¹, 林田 佐智子¹, 小野 朗子¹, 今須 良一², 丹羽 洋介³
 1:奈良女子大学 人間文化研究科, 2:東京大学大気海洋研究所, 3:気象研究所

はじめに

産業革命以降メタン濃度は約2.5倍以上増加しており、温暖化を引き起こす放射強制力の評価では二酸化炭素に次ぐ重要な温室効果ガスである。メタンはその重要性にも関わらず、発生源や発生量についての推定幅が大きく、不確実性が高い。特にアジア地域は水田や湿地が多く、メタン濃度が高い地域である。2002年に打ち上げられたENVISAT衛星搭載のSCIAMACHYセンサによって世界的な大気中メタンの観測が可能となった。Hayashida et al.(RSE, 2013)では、SCIAMACHYのデータを解析し、アジア域の水田上空において、メタン濃度の季節変動が水田からのメタン発生推定量の季節変動と同期していることを示した。本研究では、これをさらに発展させ、水田上空だけでなく、アジア全領域のメタン分布の季節変動パターンをクラスタ解析を用いて分類し、季節変動の特徴を調べた。SCIAMACHYでは気柱平均濃度しか観測されていないが、今回はシミュレーションモデル(NICAM-TM-CH₄)を用いて、メタンの鉛直分布に着目して検討を行った。またGOSATについても解析を行った。

解析データ

❖ NICAM (Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model) - TM (Transport Model)

シナリオ名	解析期間	人為起源	湿地	バイオマスバーニング	水田	その他
CTL	2007年	EDGAR3.2	GISS	GISS	Yan et al.2009	GISS(termite)/Oceanic exchange/ Mud volcanic emissions

❖ CH₄ 気柱平均濃度

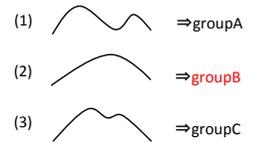
センサ	搭載衛星	単位	水平分解能	解析期間	時間分解能	文献
SCIAMACHY	ENVISAT	ppbv	30km×60km	2003年,2004年,2007年	6days	Frankenberg et al.(2011)
センサ	搭載衛星	単位	水平分解能	解析期間	時間分解能	バージョン
TANSO-FTS	GOSAT	ppbv	直径10km	2010年	3days	NIES* (v.2.20 and v.2.21)



クラスタ解析

SCIAMACHYセンサによって観測された大気メタン濃度データを月ごとに平均した。月ごとに平均した12個のデータ列に対して、Rというツールを用いてクラスタ解析を行った結果、アジア域を季節変動パターンが類似した7グループに分類することができた。

(例)季節変動パターンの分類



アジアにおけるメタンの季節変動

[アジア域における7グループ]

図1: クラスタ解析による7グループ

図1はクラスタ解析によって分類された7グループの領域を色別に示す。図2は各グループの月平均データの季節変動を示す。

- (1): Group1
- (2): Group2
- (3): Group3
- (4): Group4
- (5): Group5
- (6): Group6
- (7): Group7

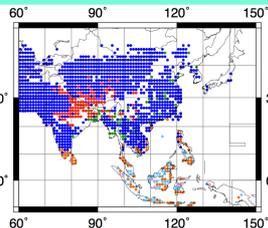
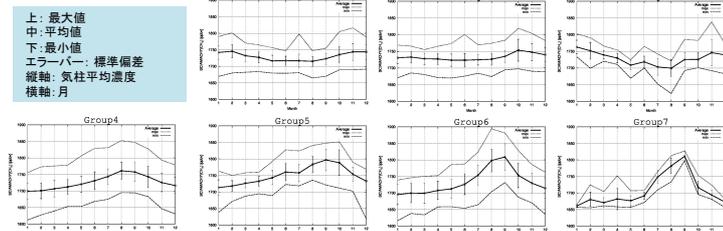


図2: 各グループの季節変動



[Group6(インド中部からヒマラヤ山脈にかけて)]

ガンジス河流域の水田地帯・水田地帯周囲の領域・タクラマカン砂漠上空の大気中メタン濃度と、水田から発生するメタンの推定量の季節変動を比較した。

図3: 水田周囲2.0°以内における季節変動 図4: ガンジス河流域周辺の地図

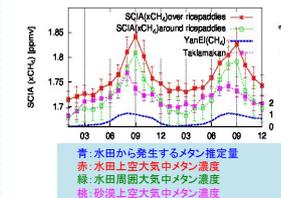


図3より、水田上空と水田周囲の大気中メタン濃度の季節変動は類似している。また、メタンの発生はないと考えられるタクラマカン砂漠上空では、バックグラウンド地域と異なり、水田上空の大気中メタン濃度の季節変動と類似している。このことから、ガンジス河流域の水田地帯から発生するメタンがタクラマカン砂漠上空まで輸送されているのではないかと考えられる。

NICAM-TM-CH₄によるシミュレーションを用いた解析結果



図5: 3地点の位置関係

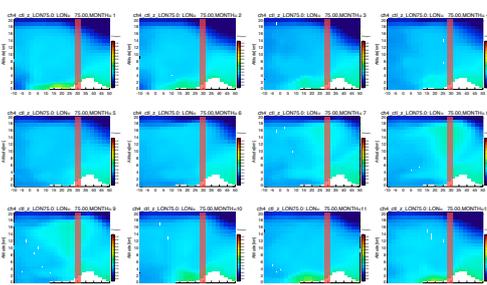
(1)Upper_Gangesの領域の緯度28.5-31.25のデータを抜き出し季節変動を調べた。

※(2)Waliguan, (3) Taklamakan(砂漠)についても同様にデータを取り出し、季節変動を調べた。

『メタンがどのように大気輸送されているのか』を調べるために、メタン濃度の高度ごとのデータを調査した。
 (1)Upper_Ganges (2)Waliguan(中国の内陸部) (3)Taklamakan(砂漠)上空のデータを取り出し、高度ごとの季節変動を調べ、衛星データとの比較を行った。

図6: 高度緯度断面図

[経度75°の断面図, 間隔: 2.5°]
 縦軸: 高度, 横軸: 緯度 カラーバー: メタン濃度



NICAM-TM-CH₄の計算値: 高度20kmまでの3地点でのプロファイル

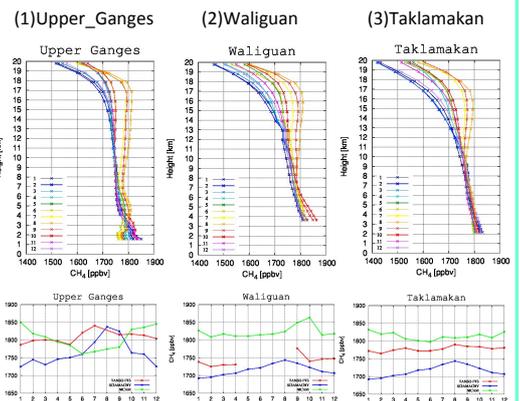


図7(上): 3地点の各高度ごとのプロファイル
 (下): 3地点における衛星データの季節変動

縦軸: メタン濃度, 横軸: 月
 赤: TANSO-FTS
 青: SCIAMACHY
 緑: NICAMの計算値(最下層)

今後の展望

NICAM-TM-CH₄モデルの気柱平均濃度を求め、SCIAMACHY・TANSO-FTSとの比較を行う。
 NICAM-TM-CH₄モデルの風・気温のデータを解析し、大気の流れを調査する。

まとめ

クラスタ解析によりアジアを7グループに分類し、季節変動を調査

水田上空・水田周囲上空・発生源の少ないタクラマカン砂漠上空と水田から発生したメタンの推定量の季節変動が類似している。また、メタンの発生はないと考えられるタクラマカン砂漠上空と水田上空の大気中メタン濃度の季節変動が類似していることからガンジス河流域の水田地帯からメタンが大気によって中国の砂漠地帯へと輸送されているのではないかと考えられる。

3地点でプロファイルの比較(Upper_Ganges, Waliguan, Taklamakan)

(1)Upper_Gangesでは、高度4km以下で乾季にメタン濃度が高く、4km以上で雨季にメタン濃度が高い。
 (2)Waliguanでは、高度7km以下で9, 10月にメタン濃度が高く、7km以上で雨季にメタン濃度が高い。
 (3)Taklamakanでは、高度10km以下で月ごとのメタン濃度に変化はなく、10km以上で雨季にメタン濃度が高い。
 →NICAMが計算したメタン混合比鉛直分布と衛星で観測された気柱平均混合比の季節変動を比較すると大きな相違がある。気柱平均濃度は、雨季に高く、乾季に低く、稲作からの放出傾向と同期しているが、NICAMの計算結果では、低高度で逆の傾向が見られる。一方、高度が高い(4km以上)では雨季に高い傾向がみられる。

[謝辞]

SCIAMACHYのデータは、JPLのFrankenberg博士から提供を受けたものです。本研究は環境省推進費A1202の支援を受けました。

[参考文献]

Hayashida et al., 2013, Remote Sensing of Environment 139,246-256.
 Frankenberg, C., et al., 2011, Journal of Geophysical Research, 116, D04302.
 Yan, X., et al., 2009, Global Biogeochem Cycles, 23, G82002.