

衛星観測データによる水田から放出されるメタンについての解析

衛藤聡美、有山悠子、野口克行、林田佐智子（奈良女子大学）、竹内渉（東京大学）

1. 背景と目的

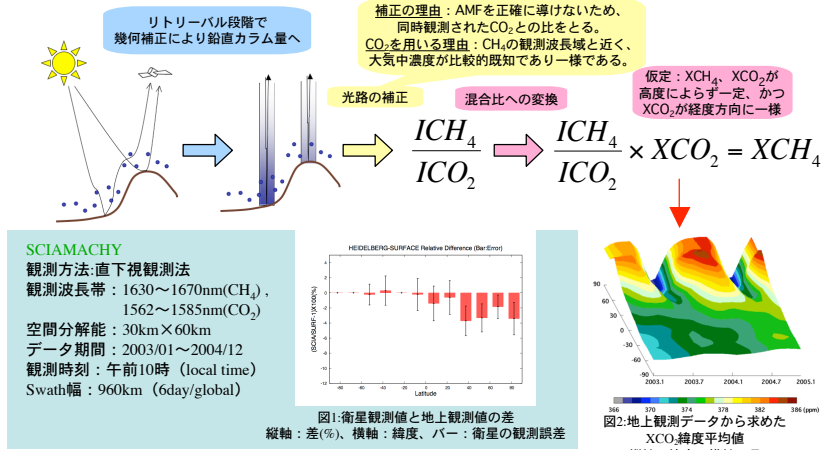
大気中メタン (CH₄) は二酸化炭素 (CO₂) の次に温暖化に寄与していると考えられる温室効果ガスである。しかしCH₄は発生や消失に関する理解が十分ではなく、地球温暖化問題を考える上でCH₄の収支を解明することは重要な課題である。近年、衛星によるCH₄の観測が始まり、CH₄の放出源（ソース）地域を含めた全球的な規模でCH₄収支の議論が可能になった。本研究の目的は、衛星観測データを解析し大気中CH₄濃度に対するソースの影響を明らかにすることである。特に水田はほとんどがアジアに存在する重要なCH₄のソースである。衛星観測データとインパースモデルの比較により、アジア域で夏に観測される局所的な高濃度のCH₄は、水田からの放出が原因であると推定されている（Bergamaschi et al., 2007）。本研究では、詳細な水田分布データを用いてアジアの水田とCH₄濃度の関連を調べた。

2. 衛星観測データ

・ENVISAT衛星搭載のSCIAMACHYセンサが観測し、IMAP-DOAS法でリトリバルされたCH₄とCO₂のカラムデータをFrankenberg氏（ハイデルベルグ大学）より提供を受けた。CH₄カラムデータ (ICH₄) を同時に観測されたCO₂カラムデータ (ICO₂) で割ることにより光路の補正を行い、CO₂混合比データ (XCO₂) をかけることによってCH₄混合比 (XCH₄) を得る（右図）。

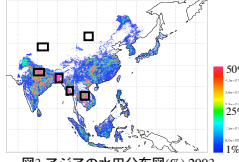
衛星観測データの検証

衛星観測データは地上観測データを用いて検証した。同日・同地点の衛星観測値と地上観測値を比較した結果を図1に示す。地上観測データはWDCGGから入手した54地点と、東北大学中澤教授の研究グループが観測した中国内陸部の7地点、計61地点のデータを使用した。図1より、衛星観測データと地上観測データの差は約2~4%と小さく、CH₄の研究に有用なデータであることが確かめられた。また、北半球中緯度で差が大きくなっている。CH₄のソースは地表面にあり、消失源（シンク）は大気中にあるため、ソースがある地域のCH₄濃度は高度とともに減少し、地上観測値の方が衛星観測値より高くなると考えられる。北半球中緯度にソースが多いので、図1は妥当な結果であると考えられる。



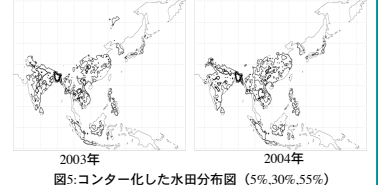
3. 水田分布データ

東京大学の竹内氏がMODISとASTERの画像から算出した、1ピクセル中に水田が占める面積の割合を年ごとに示したデータ（竹内、安岡,2005）。衛星観測データがある2003年、2004年のデータを使用した。データ範囲：S10-N50、E70-E150 空間分解能：1km×1km



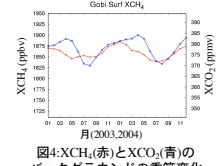
5. 水田とCH₄の季節変化の対応

・水田分布データをコンター図で表し（図5）、衛星観測データの月平均値を重ねてプロットした（図6）。
・水田からのCH₄の放出は、水田に水が張られている嫌気的な状況下で起こり、大部分の稲作は雨季に行われる。ここで、水田が密集した地域の雨季は、インド北部が7~8月、バングラデシュが6~9月、インドシナ半島が5~10月である。
・図6より、アジア地域では7月と10月に水田が密集した地域で局所的に高濃度のCH₄がみられるため、雨季に水田から放出されるCH₄を衛星が捉えていると考えられる。



4. CH₄、CO₂のバックグラウンドの季節変化

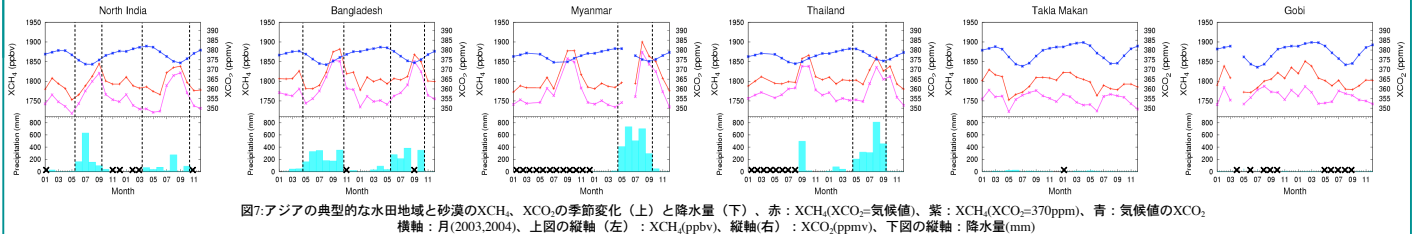
・CH₄のバックグラウンド濃度は夏に緩やかに低くなる。今回対象にした地域はいずれも北半球であるため、5~7月にバックグラウンドのCH₄濃度は低くなる（図4、赤線）。
・CO₂のバックグラウンド濃度も夏に低くなり冬に高くなるというCH₄と似た季節変化をする（図4、青線）。



6. 典型的な水田地域と砂漠におけるCH₄と降水量の季節変化

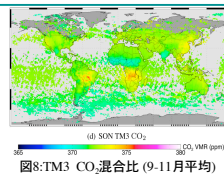
・ゴビ砂漠、タクラマカン砂漠と、水田分布データで高い値を示し、典型的な水田地域と考えられるインド北部、バングラデシュ、ミャンマー南部、タイ東北部（図3、枠で囲まれた地域）のCH₄混合比と降水量（気象庁のwebsiteより入手）の季節変化を調べた（図7）。
・図7より、典型的な水田地域のCH₄混合比は、降水量が多い月に1~2ヶ月間で約4~8%増加している。これはバックグラウンドとは違った季節変化である。

・砂漠のCH₄混合比は、8~2月の6ヶ月間で緩やかに約1~3%増加し5~7月に低くなるという、バックグラウンドの季節変化をしている。「典型的な水田地域」と「砂漠」のCH₄の季節変化の違いから、水田分布データで示されるアジアの水田から雨季にCH₄が放出されており、それを衛星観測で捉えている可能性が示唆された。



7. CO₂の影響

・図6より、気候値のCO₂混合比の季節変化幅は2%以下である。
・緯度平均である気候値と対象地域のCO₂濃度の差は、モデルシミュレーションより1%程度と推定される（図8）。
・図6のCH₄混合比の季節変化幅が4~8%なので、光路補正に用いるCO₂の影響は相対的に十分小さいと考えられる。



8. まとめと今後の課題

詳細な水田分布データを用いて、衛星で観測されたアジアの水田地域におけるCH₄の季節変化を調べた。その結果、水田地域のCH₄の季節変化はバックグラウンドとは異なり、雨季にCH₄濃度が急増加しており、水田からのCH₄の放出を衛星が捉えている可能性が示唆された。今後は解析の精度をあげるため、CH₄混合比を計算する際に用いるCO₂混合比にモデルシミュレーションの値を用いる予定である。

謝辞

衛星観測データはハイデルベルグ大学のFrankenberg氏から提供を受けたものです。中国内陸部の地上観測データは東北大学の中澤教授より提供を受けました。御礼申し上げます。

参考文献

Bergamaschi et al., J. Geophys. Res., 2007, Vol. 112, D02304
Frankenberg et al., J. Geophys. Res., 2006, Vol. 111, D07303
竹内 渉、安岡 善文、写真測量とリモートセンシング、43(2)、2005、20-33