

タイとシベリアの湿地及び水田から生成されるメタンの同位体組成

中川書子・吉田尚弘（名古屋大学大気水圏科学研究所）

1) はじめに

メタンは、現在 対流圏に1.7ppmの濃度で存在する気体である(Craig, 1988)。メタンは、地球温暖化や光化学反応系に影響を与える(Hansen et al., 1988)ものとして重要な気体でもあるにもかかわらず、その生成・消滅のメカニズムの全体像が良く分かっていない。大気中のメタンの同位体比は、メタンの生成源の同位体比とその寄与の割合と消滅の際の同位体効果のバランスにより成り立っている。大気中のメタンの同位体比と、各生成源の同位体比、消滅の際の同位体効果を解析することにより、その全体像を理解することを目的としている。

メタンの主要な自然発生源である湿地は、大部分が低緯度と北半球高緯度地域に分布する(Mathews and Fung, 1987; Aselmann and Crutzen, 1989)。本研究では、メタンの生成機構、環境水とメタンの水素同位体比の関係、メタンの地球化学的循環を考察することを目的として、低緯度地域の代表としてタイの湿地と水田から放出されるメタン、高緯度地域の代表としてシベリアの湿地と天然ガスのメタンの同位体比(^{13}C ・ ^{14}C ・D)の測定を行なった。メタンは、酸化銅で、水と二酸化炭素にし、水は亜鉛で還元して水素にしてから、水素同位体比を測定し、二酸化炭素はグラファイト化を行なったから、加速器質量分析計で ^{14}C 濃度の測定を行なった。

2) 試料採取地点

タイの試料は、タイ国マレー半島最南端(北緯6° 東経102°)に位置するナラチワ州の湿地と水田から生成されるメタンで、1990年~1992年に採取されたものである。この地域は、海水面変動により形成された泥炭地で覆われており、泥炭地の数m下には、硫黄を多量に含む海成粘土層が存在する。

シベリアの試料は、永久凍土の広がる東シベリアとして、ヤクーツク市(北緯62° 東経130°)のアラスより生成されるメタンで、1993~1994年に採取されたものである。アラスは、永久凍土地帯特有の地形で、凍土が解けることによりできた嫌氣的な湖である。永久凍土地域に広範囲に分布しており、そこからのメタン放出量は大きい。また、広大な湿地やガス田・油田が存在する西シベリアからは、プロトニコボ(北緯56° 東経85°)とスルグート(北緯62° 東経74°)で、湿地から生成されるメタンと大気試料が採取された。

3) 結果と考察

タイの湿地と水田及びシベリアの湿地で生成されるメタンの炭素同位体組成の結果を図1に示す。比較として、これまでに測定されている、メタンの炭素同位体組成

(Quay et al., 1991) も載せる。メタンの ^{14}C 濃度は ^{13}C に比べ測定が困難であるために、これまでの測定例数が少ないのが現状である。

水田の場合、大気中の二酸化炭素の ^{14}C 濃度とほとんど同じ位であることから、有機物の分解からメタン生成までの過程が早いと考えられる。これに対し、湿地では ^{14}C 濃度が10~30%低いことから、有機物の分解が比較的ゆっくり行なわれていると考えられる。文献値の沼地や湿地等の結果と比べると、タイではほぼ同じ値であったが、シベリアでは ^{14}C 濃度が低めであった。文献値でも、アラスカやカナダのツンドラのデータは低めの値をとっており、高緯度地域での有機物の分解は、さらに遅い可能性が考えられる。また、シベリアの試料の場合、永久凍土中に閉じ込められていた古いメタンが多少混入している可能性も考えられる。

シベリアの湿地と天然ガスの炭素同位体組成の関係を図2に示す。天然ガス中には ^{14}C が存在せず、 ^{14}C 濃度を使えば微生物起源である湿地と天然ガスをはっきり区別することができる。今後、シベリア上空大気中のメタンの ^{14}C 濃度を測定することにより、それぞれどれくらい大気に寄与しているかが分かる。その際湿地の ^{14}C 濃度は、今回求めたような低い値を用いる必要がある。

メタンの安定同位体組成の結果から、炭素同位体比より、易分解性有機物の多いと考えられる水田では、炭素同位体比が高く、主に酢酸発酵過程により生成されているのに対し、湿地では、炭素同位体比が低いことから、主に CO_2 還元過程により生成されていることが分かった。水田でも、硫酸酸性土壌である泥炭質土壌のものは鉱物質土壌に比べ、 CO_2 還元過程の寄与が大きい傾向が見られた。タイとシベリアでは水素同位体比が異なっており、高緯度地域のシベリアのほうが低いことから、環境水の水素同位体比が反映していることが分かった。湿地の場合、水素同位体比に大きな変動が見られた。 CO_2 還元過程によりメタン生成が行なわれるような環境では、硫酸還元が活発であると考えられ、硫酸還元により軽い水素が使用されることにより、メタンの水素同位体比が高くなると考えられる。

謝辞

タイの試料を提供していただいた、京都大学生態学研究センターの杉本敦子助手、ヤクーツクの試料を提供していただいた、国立環境研究所の野尻幸宏主任研究員に深く感謝します。 ^{14}C 濃度の測定を行なうにあたって、御指導くださった名古屋大学年代測定資料研究センターの中村俊夫助教授、池田晃子技官に感謝の気持ちを捧げます。グラフィットターゲット作成の御指導をくださった名古屋大学大気水圏科学研究所の小栗一将氏に感謝いたします。真空ライン作成にあたっては、名古屋大学化学科ガラス工作室の野田敏明技官に大変お世話になり、ここで厚く御礼申し上げます。また、名古屋大学工学研究科の森泉純氏には、真空ラインに関する御助言を頂きありがとうございました。また、その他の御指導して頂いた方々にも深く御礼申し上げます。

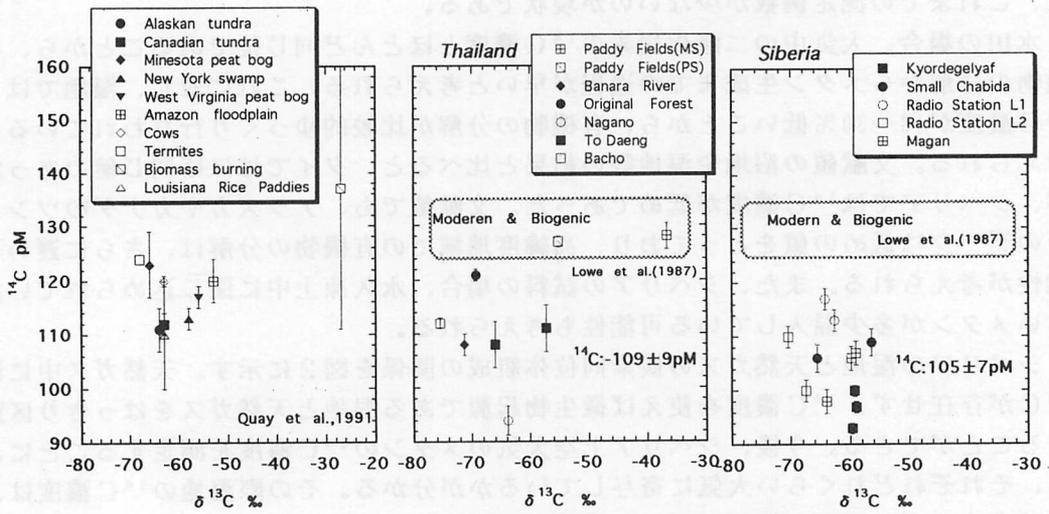


図1 タイ及びシベリアの湿地と水田から放出されるメタンの炭素同位体組成

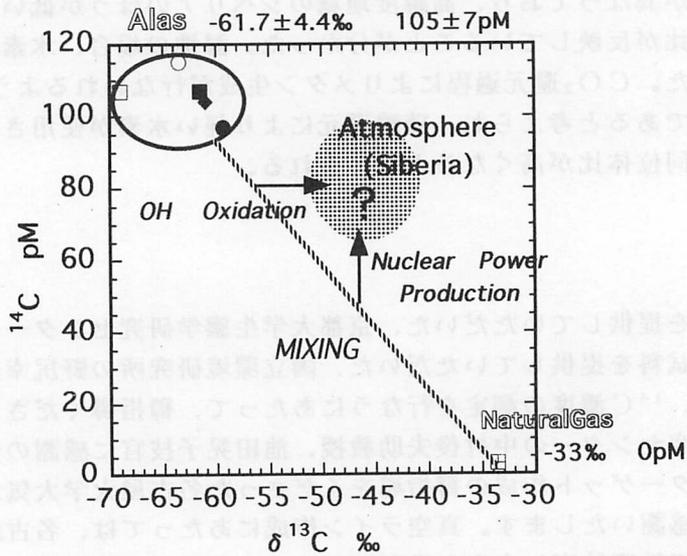


図2 シベリアのアラスからのメタン
および天然ガスの炭素同位体組成

Isotope compositions of methane emitted from wetlands in Thailand and Siberia

Fumiko Nakagawa and Naohiro Yoshida

Institute for Hydrospheric-Atmospheric Sciences, Nagoya University

Methane, an important trace gas which controls the energy budget and chemistry of the atmosphere, is dominantly emitted from wetlands. We have studied radio carbon and stable carbon and hydrogen isotope compositions of methane and those of environmental water to reduce the uncertainties in the role of wetlands in the global cycle of methane.

Methane is collected from wetlands and paddy fields in Thailand and wetlands, natural gases and atmosphere in Siberia. Methane emitted from paddy fields is enriched in carbon 13, which means the main source is acetate fermentation. Methane from wetlands is depleted in carbon 13, which is the signature of its carbon dioxide/hydrogen reduction system source. Carbon 14 content of methane from paddy field is close to that of present atmospheric CO₂, but carbon 14 content of methane from wetlands is 10 to 30 percent less than that of atmospheric CO₂, which reflects the relatively slow turnover of carbon source in wetlands. Methane from Siberia is depleted in deuterium than methane from Thailand, which reflects the stable isotope ratios in environmental water in this area.

口頭発表

中川書子・吉田尚弘・野尻幸広・V.A.Makarov(1995),シベリアの永久凍土地帯からの湖から放出されるメタンの同位体組成,日本地球化学会要旨集,p282

N.Yoshida and F.Nakagawa(1995),Radiocarbon,stable carbon and hydrogen isotope ratios in methane from some ecosystems in northern Eurasia with reference to those in environmental water,Abstract of International Symposium on IGBP-Northern Eurasia Study,p19