

「みらい」 MR12-E03 航海における表面海水中 CH₄ と CO₂ の関係

笹野大輔¹、石井雅男¹、小杉如央¹、村田昌彦²、内田裕²、工藤久志³、豊田栄³、山田桂大³、
吉田尚弘³、三船尊久⁴、川合美千代⁴、吉川久幸⁵、西野茂人²、菊地隆²
¹気象研究所、²JAMSTEC、³東京工業大学、⁴東京海洋大学、⁵北海道大学

Relationship between CH₄ and CO₂ in the surface seawater observed in the MR12-E03 cruise

Daisuke Sasano¹, Masao Ishii¹, Naohiro Kosugi¹, Akihiko Murata², Hiroshi Uchida², Kushi Kudo³,
Sakae Toyoda³, Keita Yamada³, Naohiro Yoshida³, Takahisa Mifune⁴, Michiyo Yamamoto-Kawai⁴,
Hisayuki Yoshikawa-Inoue⁵, Shigeto Nishino² and Takashi Kikuchi²

¹Meteorological Research Institute, ²Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ³Tokyo Institute of Technology,
⁴Tokyo University of Marine Science and Technology, ⁵Hokkaido University

Measurements of the partial pressure of CO₂ (pCO₂) and CH₄ (pCH₄) in surface seawater and overlying air were made continuously in the western Arctic Ocean during the MR12-E03 cruise of the R/V Mirai (JAMSTEC) in September-October 2012. The underway measurements were carried out with the system consisting of a WS-CRDS analyzer combined with a shower-head-type equilibrator. Temperature, salinity, dissolved oxygen and fluorescence were also measured simultaneously. Throughout the cruise track, CH₄ in near-surface water has been supersaturated with respect to the CH₄ in the atmosphere. However, spatial distributions of CH₄ and CO₂ and their correlation were controlled differently by the biological activity and the topographical feature between coastal and off shore zones. In the coastal zone in the Barrow Canyon where primary production is high due to local upwelling, high pCH₄ hotspots (up to 6.08 μatm) were found in the shelf water. The spatial variation of pCH₄ positively correlated with that of pCO₂ in this region. This correlation suggests that the surface seawater was largely affected by the seawater upwelled from near-seafloor that would contain high level of CH₄ discharged from sediment as well as high level of CO₂ due to remineralization. The positive correlations between pCH₄ and pCO₂ were also found in the Bering Strait. In contrast, the negative correlation was found in offshore deep sea region. This negative correlation is explained by biological activity; active primary production causes drawdown of CO₂ through photosynthesis while it provides productive environments for CH₄ such as guts of zooplankton or organic particles.

【はじめに】

北極海は、産業活動により増加しつつある大気中の CO₂ を吸収する主な海域の一つと考えられている。近年の急激な海水減少に伴い、表面海水中の CO₂ 分布がどのような影響を受けるか明らかにすることが必要である。また、北極海はメタンの発生源として近年注目されているが、表面海水中における詳細な分布はほとんど報告されていない。我々は、キャピティリングダウン分光装置 (CRDS) を用いて、北極海にて表面海水中の CO₂ 分圧 (pCO₂) とメタン分圧 (pCH₄) の測定を同時かつ連続的に行い、その速報的な観測結果を第 3 回極域科学シンポジウムにて報告した。本発表では、CTD 各層観測等の他の観測結果も用いて、pCO₂ と pCH₄ の関係性について解析した結果を報告する。

【方法】

GRENE 北極気候変動研究事業の一環として行われた海洋地球研究船「みらい」の北極海航海 MR12-E03 において観測を行った。海水試料は、船底部からポンプで連続的に汲み上げ、シャワー型平衡器に通じて、これと平衡になった空気中の CO₂ とメタンの濃度を CRDS により測定し、pCO₂ と pCH₄ をそれぞれ求めた。大気試料はフォアマスト上部から取り込み、同様に CRDS で測定した。また、航走用水温塩分計に酸素センサー RINKO とクロロフィルセンサーを搭載し、観測を行った。

【結果と考察】

ベーリング海峡南側を除いた全ての海域において、 $\Delta pCO_2 (=pCO_2^{sea} - pCO_2^{air})$ は負の値を示し、不飽和となっていた。一方、海水中のメタンは、沿岸から離れた海域で大気レベルに近い値が観測されたものの、全観測を通して大気中の pCH₄ よりも高く、海洋は常に過飽和になっていた。しかし、海水中の pCO₂ と pCH₄ の関連性は海域によって異なっていた。

ベーリング海峡付近やアラスカのバロー沖では、局所的に高い $p\text{CH}_4$ が観測された。特にバロー沿岸近くで高く、最大 $6.08\mu\text{atm}$ の $p\text{CH}_4$ が観測された。これらの海域では、 $p\text{CH}_4$ と $p\text{CO}_2$ の間に強い正の相関がみられた。両者は AOU に対しても正の相関を示し、 $p\text{CH}_4$ が高い海域では AOU は正の値であった。また、 $p\text{CH}_4$ が高い海域は、嫌気的環境の指標となる N^{**} (Nishino et al., 2005) が低い海域と一致した。これらのことから、有機物分解が進み、海底堆積物から高濃度のメタンが付加された陸棚水の湧昇が寄与していることが示唆される。

一方、カナダ海盆などの沿岸から離れた海域では変動は小さいものの、 $p\text{CH}_4$ と $p\text{CO}_2$ の間に負の相関がみられた。75°N/170°W 付近では、局所的に $p\text{CO}_2$ が低く、 $p\text{CH}_4$ が高い海域がみられた。クロロフィル濃度が高かったことから、光合成による CO_2 の消費が低 $p\text{CO}_2$ に寄与していたと考えられる。メタンについては、周囲の海域と比べて N^{**} に差が無いことから、陸棚水からの影響はないと判断できる。植物プランクトンの生産活動に伴い、メタンの生成に適した環境（動物プランクトン腸内、有機物粒子内など）が増加すると考えられるため、生物由来メタンによって高 $p\text{CH}_4$ を説明することができる。このように、沿岸から離れた海域における $p\text{CO}_2$ と $p\text{CH}_4$ の間にみられた負相関は、生物活動による寄与が示唆される。

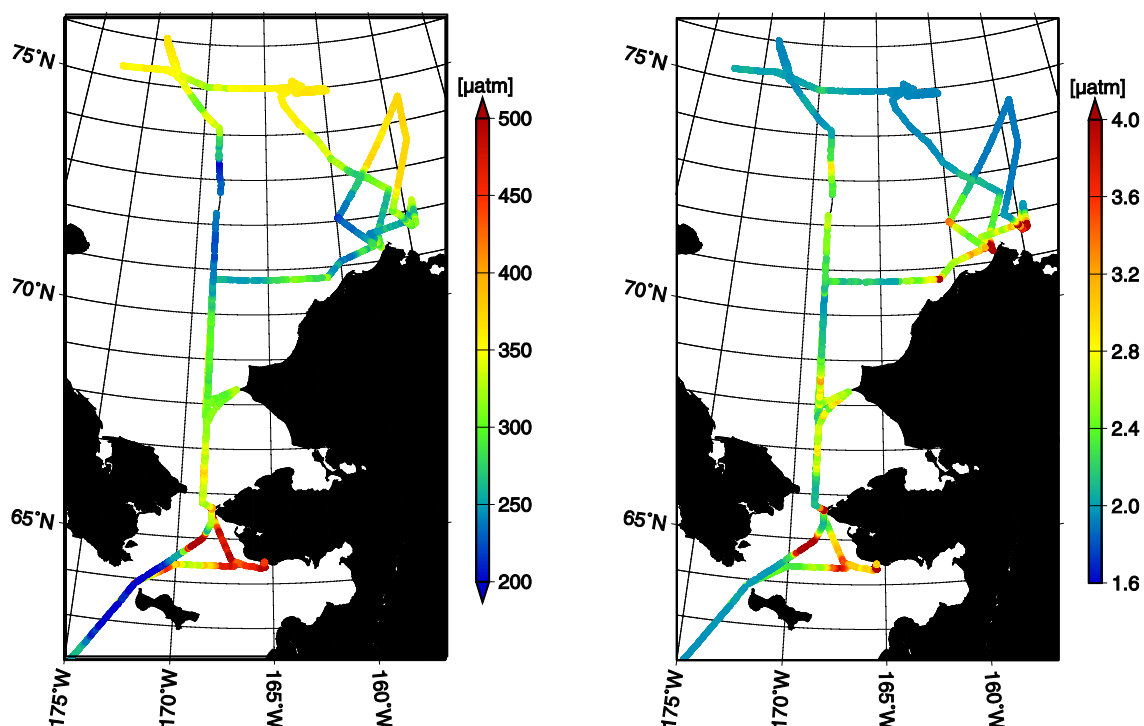


Figure 1. Spatial distributions of (left) $p\text{CO}_2^{\text{sea}}$ and (right) $p\text{CH}_4^{\text{sea}}$.