

# 冷湧水周辺メタン消費生態系のモデリング

## Methane consumption ecosystem modeling around cold seepage

# 山崎 哲生[1]; 中野 幸彦[1]; 物江 大輔[2]; 大見 智亮[2]; 土居 知将[2]; 中田 喜三郎[3]; 福島 朋彦[4]  
# Tetsuo Yamazaki[1]; Yukihiko Nakano[1]; Daisuke Monoe[2]; Tomoaki Ohmi[2]; Toshimasa Doi[2]; Kisaburo Nakata[3]; Tomohiko Fukushima[4]

[1] 産総研・地質情報・海底系 R G; [2] (株)中電シーティーアイ; [3] 東海大・海洋; [4] SOF 海洋政策研究所  
[1] Seafloor Geoscience G., Inst. for Geology & Geoinformation, GSJ, AIST; [2] ChudenCTI Co.,Ltd.; [3] Marine Science & Technology, Tokai Univ; [4] Institute for Ocean Policy, SOF

地球上の炭素の循環過程で、メタンの形で大気に放出される場合、地球温暖化に及ぼす影響は二酸化炭素の約 21 倍となる。陸上におけるメタン放出の影響については解明が進みつつあるが、海洋においては未だ定性的な議論にとどまっている。これは、海底から湧出したメタンが、どのような形で消費されるかを定量的に説明するモデルが未確立であるからである。本研究では海洋の冷湧水から供給されるメタンが化学合成生態系などの海洋生態系によって、どれだけ消費・固定されるかを定量的に予測するモデルを構築する。

### (1)海底近傍生態系モデル

海底近傍では、化学合成微生物によるメタンの嫌氣的酸化・硫酸還元が行われ、海水中の化学反応によって炭酸塩岩が形成されると考えられている。また、付近にはシロウリガイやハオリムシなど体内にイオウ酸化細菌、メタン酸化細菌を共生させた大型底生生物が生息している。これらの一連の海底における生態系とその機能を数値モデルで表現する。

### (2)海水柱メタン消費モデル

海水柱では、メタンの溶解・拡散とメタン酸化細菌による消費が行われる。これらの物理・生物作用の数値モデルを構築する。

### (3)堆積層モデル

生態系メカニズムのうち、堆積層表層における化学合成微生物の介在する炭酸塩岩化は、SMI (Sulfate Methane Interface)の直上で行われる。この炭酸塩岩化は、下からのメタンの供給と海水からの硫酸塩やカルシウムの供給とのバランスによって支配される。これらの供給バランスによっては嫌氣的メタン酸化が起こらず、直接海水柱にメタンが溶解する。このため、空隙率等をパラメータとして、メタン上昇と海水からの硫酸塩などの供給を両立させる堆積層メカニズムを数値モデルとして構築する。

### (4)連関モデル (図参照)とシミュレーション

上記の3つのモデルを連関させ、時空間的連続性、物理・生物・化学的連鎖性を導入した海洋におけるローカルなメタン消費数値モデルを作成し、既存実験・観測データを利用してシミュレーションを実施し、これを通じてモデルの再検証・改良をする。

現在のところ、(1)海底近傍生態系モデルのうちの海底表層生態系と(3)堆積層モデルについては CANDI (Carbon And Nutrient Diagenesis) (Boudreau, 1996)及びその改良版の C.CANDI (Luff et al., 2004)を導入することによって、モデル構築の見通しがついた。CANDI は、好氣的及び嫌氣的環境において、生物的作用・化学反応作用を考慮した有機物の続成作用を評価するプログラムである。CANDI を導入した海底表層生態系モデルにおいて、メタン濃度をパラメータとして SMI の動きを試計算し、メタン濃度と SMI 移動の関係について、妥当な結果を得た。また、SMI 直上で起きる炭酸塩岩の生成についても、試計算を行い、これについても妥当な結果を得た。

本研究によって得られる成果は、直接的には、海底の熱水系や冷湧水系からのメタン湧出の科学的理解に役立つものとなる。また、メタンハイドレート開発時に予想されるメタンの漏出あるいは放出が海洋及び大気環境に与える影響を評価するための基礎となるものである。

現状ではモデルを構築するために必要な海底の情報は十分に得られてはいない。また、メタンハイドレートの開発時の環境影響評価に、直接モデルが適用できるとも限らない。しかし、モデルの構築とシミュレーションによって、生態系によるメタンの消費と固定のメカニズムを支配する要因は何か、これらを解明するために不足しているデータは何か、十分に取得されているデータは何かということを明らかにすることができる。

発表では、まとめとして、海底情報を時空間的・連続的に収集する体系的な現場観測の必要性についての提言を行う。

### 参考文献

Boudreau, B.P., 1996. A method-of-lines code for carbon and nutrient diagenesis in aquatic sediments. Computers and Geosciences Vol. 22, pp. 479-496.

Luff, R., Wallmann, K., and Aloisi, G., 2004. Numerical modeling of carbonate crust formation at cold vent sites: significance for fluid and methane budgets and chemosynthetic biological communities. Earth Planet. Sci. Lett., Vol. 221, pp. 337-353.

