

第1回海洋産出試験実施地点におけるメタンハイドレートの地層評価と生産区間の選定

Formation evaluation and production interval determination at the 1st offshore methane hydrate production test site

藤井 哲哉^{1*}; 高山 徳次郎¹; 鈴木 清史¹; 山本 晃司¹
FUJII, Tetsuya^{1*}; TAKAYAMA, Tokujiro¹; SUZUKI, Kiyofumi¹; YAMAMOTO, Koji¹

¹ 石油天然ガス・金属鉱物資源機構

¹Japan Oil, Gas and Metals National Corporation

In order to evaluate productivity of gas from marine methane hydrate (MH) by the depressurization method, on March 2013, the first offshore production test from MH concentrated zone (MHCZ) was conducted by the Research Consortium for Methane Hydrate Resource Development in Japan (MH21) at the AT1 site located in the north-western slope of Daini-Atsumi Knoll in the eastern Nankai Trough, Japan.

Before the production test, during the pre-drilling campaign conducted in 2012, extensive geophysical logging and pressure coring using Hybrid Pressure Coring System were conducted at monitoring well (AT1-MC) and coring well (AT1-C), in order to obtain fundamental information about reservoir properties of MH bearing formation for reservoir characterization, and also to decide on the production interval.

The MHCZ confirmed by the geophysical logging at AT1-MC has a thin-turbidite assemblage (from several tens of centimeters to a few meters) with 60 m of gross thickness; it is composed of lobe/sheet type sequences in the upper part, and relatively thick channel sand sequences in the lower part. The MHCZ at AT1-MC is thicker than those found in wells drilled in 2004 (β 1, 45 m), which were located about 150 m northeast of MT1-MC. This fact indicates that the predictions provided by a seismic interpretation and an inversion analysis were reasonable. Moreover, we confirmed that the silt-dominant formation just above the MHCZ was more than 20 m thick; this was expected to be a seal formation. The well-to-well correlation between two monitoring wells (AT1-MC and MT1) in a 40 m distance shows fairly good lateral continuity of these sand layers (upper part of MHCZ), indicating an ideal reservoir for the production test.

In the upper part of the MHCZ, hydrate pore saturation (Sh) estimated from resistivity log showed distinct difference in value between sand and mud layers, compared to Sh from Nuclear Magnetic Resonance (NMR) log. Resistivity log has higher vertical resolution than NMR log, so it is favorable for these kinds of thin bed evaluation. In this part, 50 to 80% of Sh was observed in sandy layer. On the other hand, lower part of the MHCZ, Sh estimated from both resistivity and NMR log showed higher background value and relatively smoother curve than upper part. In this part, 50 to 80% of Sh was observed in sandy layer as well.

On the basis of the above observations, a production interval was planned. When we consider an effective depressurization, the existence of sealing layers is critical both above and below the interval. We expect that thin silty layers within the lower part of MHCZ will serve as a sealing layer that will prevent water coning from water-bearing layers. Therefore, we stopped drilling the production well at about 20 m above BSR, and decided to produce from approximately 40 m from the top of the MHCZ.

Our future (ongoing) work is to integrate reservoir characterizations based on well logs and pressure core data for the history matching of production test results.

This study is a part of the program of the Research Consortium for Methane Hydrate Resources in Japan (MH21 Research Consortium).

キーワード: メタンハイドレート, 海洋産出試験, 地層評価, 生産区間, 東部南海トラフ, 第二渥美海丘

Keywords: methane hydrate, offshore production test, formation evaluation, production interval, eastern Nankai Trough, Daini-Atsumi Knoll

圧力コアラーで回収された孔隙充填型メタンハイドレート含有堆積物のP波速度特性 P-wave velocity features of Methane Hydrate-Bearing turbidity sediments sampled by Pressure Core Tool

鈴木 清史^{1*}; Carlos J. Santamarina²; William Waite³; William J. Winters³; 伊藤 拓馬⁴; 中塚 善博¹; 今野 義浩⁴; 米田 純⁴; 木田 真人⁴; 神 裕介⁴; 江川 浩輔⁴; 藤井 哲哉¹; 長尾 二郎⁴; 山本 晃司¹
SUZUKI, Kiyofumi^{1*}; SANTAMARINA, Carlos J.²; WAITE, William³; WINTERS, William J.³; ITO, Takuma⁴; NAKATSUKA, Yoshihiro¹; KONNO, Yoshihiro⁴; YONEDA, Jun⁴; KIDA, Masato⁴; JIN, Yusuke⁴; EGAWA, Kosuke⁴; FUJII, Tetsuya¹; NAGAO, Jiro⁴; YAMAMOTO, Koji¹

¹ 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構, ² 米国ジョージア工科大学, ³ 米国地質調査所, ⁴ 独立行政法人産業技術総合研究所メタンハイドレート研究センター

¹JOGMEC/TRC, ²Georgia Institute of Technology, United State, ³USGS, ⁴AIST/MHRC

メタンハイドレートを分解しガスを生産する海洋産出試験を実施した第二渥美海丘のメタンハイドレート貯留層は、チャンネル、あるいはローブ環境の堆積環境で形成されたと考えられる砂泥互層で構成されている。メタンハイドレートの貯留層では、もともとの未固結の砂層と泥層という堆積物種による物性の差異に加え、孔隙にメタンハイドレートが充填した結果生じる物性変化がある。メタンハイドレートの含有量などを正確に把握するためには、メタンハイドレートを分解させない状態で試料を採取し各種物性を測定することから始める必要がある。

第一回海洋産出試験に先立ち、メタンハイドレートを分解させない圧力コアリングによるコア採集を2012年6-7月に実施した。圧力コアリングは、圧力コアラー (Hybrid PCS) と圧力コアの分析・ハンドリング装置である英 Geotek 社の Pressure Core Analysis and Transfer System (PCATS) を搭載した独) 海洋研究開発機構のちきゅうで行った。HybridPCSによるコアリングは、メタンハイドレート濃集区間の50m余で実施し、回収率は大凡70%でかなり品質の良いコアを回収することができた。これらのコア堆積物のP波速度をPCATSを用い船上で非破壊で測定したところ、泥質堆積物とメタンハイドレート含有砂質堆積物では最大1,200m/sもの速度差が計測され、一枚の砂層の中においても速度変化が計測された。後日、JOGMEC、AIST、USGS、ジョージア工科大学の共同研究として、Pressure Core Characterization Tools (PCCTs) を用いたP波速度の測定を実施したところ、P波速度について船上測定と良い一致を見た。報告においては、堆積物の粒度分析等と併せ、砂層の孔隙充填型メタンハイドレートの性状について報告する。

謝辞

本研究は、メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム (MH21) によって実施された研究の一部である。発表を許可していただいたMH21・経済産業省に感謝の意を表します。

キーワード: メタンハイドレート, P波速度, タービダイト, 孔隙充填, 粒度分布

Keywords: Gas hydrate, P-wave velocity, Turbidite, Pore-filling type, Grain size distribution

海洋産出試験海域の貯留層評価と地質モデリング Reservoir Characterization and geological modeling for methane hydrate-bearing sediments around the 1st Offshore Product

玉置 真知子^{1*}; 鈴木 清史²; 藤井 哲哉²; 佐藤 明彦¹
TAMAKI, Machiko^{1*}; SUZUKI, Kiyofumi²; FUJII, Tetsuya²; SATO, Akihiko¹

¹ 日本オイルエンジニアリング株式会社, ² 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構
¹ Japan Oil Engineering Co., Ltd., ² Japan Oil, Gas and Metals National Corporation

海洋産出試験地域のメタンハイドレート貯留層は、海底扇状地のローブ～チャンネル堆積体中のタービダイト堆積物中に形成されている(高野ほか、2009)。海洋産出試験における生産挙動を詳細に評価するためには、MH濃集帯内でみられるタービダイトの岩相変化やそれに応じた各種貯留層物性を再現した地質モデルが必要である。本発表では、東部南海トラフにおける海洋産出試験地域のメタンハイドレート貯留層を対象に、三次元地震探査データおよび坑井データを用いて貯留層キャラクターゼーションを実施し、地球統計学的手法を適用した三次元地質モデルの構築手法について紹介する。

地質モデリング作業では、まず、震探解釈に基づくホライゾンや坑井間対比の情報をもとに岩相変化に沿ったレイヤリングやグリiddingをおこないモデルの骨格となるフレームを構築する。次に、各グリッドの物性として、岩相分布や貯留層特性分布を作成する。貯留層特性としては、生産挙動予測のためのシミュレーションに必要な入力データとして、ハイドレート飽和率、孔隙率、浸透率等を作成した。これらの分布は、坑井で得られたデータを直接データとし、地球統計学的手法によって確率論的な分布を再現している。その際、三次元震探データを間接データとして取り込むことで、より信頼性の高い分布の再現が可能になる。中でも、ハイドレート飽和率については、弾性波速度と貯留層物性の関係を理論式で繋ぐ岩石物理モデルが構築されており、ハイドレート飽和率の分布では、サイスミックインバージョン解析によって得られたP波速度を間接データとして分布を予測した。

本研究は、メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム(MH21)の研究の一環として実施した。本研究の公表許可をいただいた経済産業省ならびにMH21に謝意を表す。

南海トラフ熊野海盆に発達するメタンハイドレート層中のヨウ素とメタンの起源 Source of iodine and methane in gas hydrate layers in the Kumano Basin, Nankai Trough

山本 逸樹¹; 戸丸 仁^{1*}; 松崎 浩之²

YAMAMOTO, Itsuki¹; TOMARU, Hitoshi^{1*}; MATSUZAKI, Hiroyuki²

¹ 千葉大学理学部地球科学科, ² 東京大学タンデム加速器研究施設

¹Department of Earth Sciences, Chiba University, ²MALT, University of Tokyo

海洋堆積物中の間隙水に溶存するメタンとヨウ素はともに海洋有機物を起源とし間隙水中での挙動も近いため、メタンハイドレート層にはヨウ素も濃集する。これらのヨウ素の放射性同位体比を測定することによって、メタンとヨウ素の起源層を決定することが可能である。本研究では南海トラフの熊野海盆の海底面下 200 – 400 m の砂層を中心に発達するメタンハイドレート層中の間隙水の放射性ヨウ素同位体比を高頻度で測定し、メタンがどのように集積したのかを検討した。

間隙水中のヨウ素濃度はメタンハイドレート濃集帯最上部の砂層中 (~200 m) で最大となり、放射性ヨウ素同位体比も最も古い値を示した。これはより陸側の古い堆積物中で生成したメタン (ヨウ素) が砂層中を選択的に移動し、メタンハイドレート層に供給されたことを反映する。メタンハイドレート層中のヨウ素同位体比はそれ以外の相に比べて有意に古く、古いメタンの集積がハイドレート層の発達には不可欠であるといえる。

キーワード: メタンハイドレート, ヨウ素同位体, 間隙水

Keywords: Methane hydrate, Iodine isotope, Pore water

地方自治体におけるメタンハイドレート調査の試み Trials of the methane hydrate observations in the local governments

青山 千春^{1*}
AOYAMA, Chiharu^{1*}

¹ 株式会社独立総合研究所
¹ Japans Independent Institute

日本海側の自治体1府9県は、「海洋エネルギー資源開発促進日本海連合（以下、日本海連合）」を2012年9月に設立し、政府のメタンハイドレート資源開発を後押しする事で、地域の活性化と雇用創出をめざしている。日本海連合の中の新潟県と兵庫県は県独自のメタンハイドレート調査を実施し、政府へその成果を示すことで、政府の開発促進をアピールしている。一方で太平洋側の和歌山県は、政府が開発している海域より、陸側に近い海域に表層型メタンハイドレートが存在する事を示すことにより、開発海域の再検討を政府へアピールしたい考えである。独立総合研究所は、2013年度に新潟県、兵庫県と和歌山県とそれぞれ共同研究を実施したので、その報告を行う。

新潟県との共同調査は、2013年6月に、メタンブルームの観測を実施した。新潟県が保有する「越路丸」（187トン）で、佐渡東方の最上舟状海盆東斜面（水深200mから600m）において、カラー魚群探知機（FURUNO FCV-10）を利用して実施した。その結果、複数のブルームが観測された。

兵庫県との共同調査は、2013年9月に、計量魚群探知機によるメタンブルームの観測、サブボトムプロファイラーによる海底下の観測、マルチビームによる海底地形の観測を実施した。「第七開洋丸」（499トン）で、隠岐堆東方海域で実施した。さらにピストンコアリングを行い、5本のサンプルを採取し、メタンハイドレートの痕跡を複数確認した。

和歌山県との共同調査は、2013年11月と2014年1月に観測を実施した。和歌山県が保有する漁業調査船「きのくに」（99トン）で、潮岬南方12海里的の潮岬海底谷（水深1,700mから2,200m）において、計量魚群探知機（SIMRAD ES60）を利用して実施した。その結果、複数のブルームが観測された。太平洋側でのブルームの報告は、いままでほとんど無いので、今後も観測を続けたい。

キーワード: メタンハイドレート, メタンブルーム, 計量魚群探知機, ピストンコア
Keywords: methane hydrate, methane plume, quantitative echo shounder, piston core

足摺海丘からの海水中のメタンブルーム分布を利用したメタン放出量の推定 Quantify methane seeping flux from Ashizuri knoll, Nankai Trough

原 修一^{1*}; 角 皆 潤¹; 小 松 大 祐¹; 芦 寿 一 郎²; 中 村 光 一³; 砂 村 倫 成⁴; 中 川 書 子⁵; 土 岐 知 弘⁶
HARA, Shuichi^{1*}; TSUNOGAI, Urumu¹; KOMATSU, Daisuke¹; ASHI, Juichiro²; NAKAMURA, Ko-ichi³; SUNAMURA,
Michinari⁴; NAKAGAWA, Fumiko⁵; TOKI, Tomohiro⁶

¹ 名大院・環境・地環, ² 東大海洋研, ³ 産総研, ⁴ 東大院・理・地惑, ⁵ 北大院・理・地惑, ⁶ 琉球大・理・海洋自然
¹Graduate School of Environmental Studies, Nagoya Univ., ²ORI, Tokyo Univ., ³National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, ⁴Division of Earth and Planetary Sciences, Grad. School Sci., Tokyo Univ., ⁵Division of Earth and Planetary Sciences, Grad. School Sci. Hokkaido Univ., ⁶Department of chemistry, Biology and Marine Science, Ryukyuu Univ.,

メタンは還元環境下の深海底堆積物中に広く分布しており、地球上の主要な炭素リザーバーの1つとなっている。その量はハイドレート化したものだけで大気中のメタンの約3000倍かそれ以上と言われており (Kvenvolden, 1988)、例えその一部でも大気中へ漏出すると、気候への影響が無視できない。したがって海底下にハイドレート等として胚胎されたメタンが海水中でどのように挙動するのか、特に海水を通過し大気まで到達している可能性がないかどうかを検証することは、過去及び未来の急激な気候変動を考察するうえで極めて重要である。

高知県沖の足摺海丘 (32° 29' N, 133° 37' E) は、東北東-西南西方向に伸びた形状を示し、山頂の水深は543mしかない。足摺海丘およびその周辺海底では、物理探査によってBSRの分布が広く確認されている他、この海丘直上の海水中ではメタンの高濃度異常も観測されていて、この海丘から海水中にメタンが放出されているものと考えられている。

本研究では、海底下の移動から湧出、ブルーム形成に至るメタンの挙動や、足摺海丘からのメタンの湧出フラックス、さらに大気へのメタン漏出の可能性の有無を検討することを目的として、2013年9月に足摺海丘およびその周辺において海水試料を採取し、海丘直上及び周辺海水中のメタン濃度分布を定量化した。更にメタンの炭素・水素安定同位体比も同時に分析し、その成因が微生物起源か、それとも熱分解起源であるのか、また海水中における微生物酸化分解の有無に関する考察を行った。

分析の結果、足摺海丘直上の試料から高濃度のメタンが検出された (最高 145 nmol/L)。また海水中のメタン濃度分布から、海丘から見て北東の方向の水深 450 m~660 m の範囲に、メタンブルームが広がっていることが分かった。これは、足摺海丘頂上の深度と一致するため、足摺海丘頂上付近が放出源となり、そこから水平方向にブルームが広がっているものと考えられる。しかしながら、足摺海丘直上のメタンの安定同位体比と北東方向に広がっているメタンブルームの安定同位体比は、周辺海水の寄与を補正しても一致しなかった。足摺海丘から放出されるメタンの一部は、海水中に拡散していく過程で微生物によるメタンの酸化分解を受けている可能性がある。

一方メタンの鉛直プロファイルから、湧出するメタンが定常的に大気へ放出されている可能性は低いことも明らかとなった。また、濃度分布から算出された海底からのメタン放出量は、新潟上越沖メタンハイドレート露出域からの放出量と同程度であることや、湧出するメタンは、熱分解起源である可能性が高いことが明らかとなった。

サハリン島南東・南西沖の天然ガスハイドレートの特徴 Characteristics of natural gas hydrates retrieved off the southeastern and southwestern Sakhalin Island

八久保 晶弘^{1*}; 坂上 寛敏¹; 南 尚嗣¹; 山下 聡¹; 高橋 信夫¹; 庄子 仁¹; Vereshchagina Olga²; Jin Young K.³; Obzhirov Anatoly²

HACHIKUBO, Akihiro^{1*}; SAKAGAMI, Hirotoshi¹; MINAMI, Hirotsugu¹; YAMASHITA, Satoshi¹; TAKAHASHI, Nobuo¹; SHOJI, Hitoshi¹; VERESHCHAGINA, Olga²; JIN, Young K.³; OBZHIROV, Anatoly²

¹ 北見工業大学, ² ロシア科学アカデミー太平洋海洋学研究所, ³ 韓国極地研究所

¹Kitami Institute of Technology, ²Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, ³Korea Polar Research Institute

Gas hydrate samples were retrieved at the southeastern and southwestern Sakhalin Island in the cruises of LV59 and LV62 (R/V Akademik M. A. Lavrentyev). Sakhalin Slope Gas Hydrate (SSGH) project started in 2007, and we retrieved sediment cores including gas hydrates off northeastern Sakhalin Island in 2009-2011. In the recent cruises (2012-2013), we sampled sediment cores at the Terpeniya Ridge and the Tatarsky Trough (SE and SW Sakhalin Island, respectively). We found a lot of gas plumes ascend from the sea bottom and the dissolved methane in sediment pore water was rich. Gas hydrate crystals were recovered from both areas and stored into liquid nitrogen tank. Their dissociation heat and hydration number were measured by a calorimeter and Raman spectrometer, respectively. Dissociation heat of gas hydrates was almost the same as that of pure methane hydrate. Raman spectra showed that the hydrate crystals of both Terpeniya Ridge and Tatar Trough belonged to the structure I, and the hydration number was estimated about 6.0. Molecules of hydrogen sulfide were detected in both large and small cages of the structure I. Therefore, the hydrate crystal is similar to that obtained from NE Sakhalin Island in our previous cruises.

We obtained hydrate-bound gas and dissolved gas in pore water on board and measured their molecular and stable isotope compositions. Empirical classification of the methane stable isotopes; $\delta^{13}\text{C}$ and δD indicated that the gases obtained at the Terpeniya Ridge are microbial origin via carbonate reduction, whereas some cores at the Tatarsky Trough showed typical thermogenic origin. We retrieved three sediment cores with gas hydrate at the Tatarsky Trough, and their $\delta^{13}\text{C}$ of hydrate-bound methane were -47.5 ‰, -44.2 ‰, and -68.8 ‰, respectively. Therefore, gas hydrates encaged both microbial and thermogenic gases yield at the Tatarsky Trough. Ethane-rich (up to 1% of the total guest gas) hydrates were found at the Terpeniya Ridge and the Tatarsky Trough, and encaged ethane was also detected in their Raman spectra. Ethane $\delta^{13}\text{C}$ of the all gas samples suggested their thermogenic origin.

キーワード: ガスハイドレート, 安定同位体, オホーツク海, ラマン分光分析, 熱分析

Keywords: gas hydrate, stable isotope, Sea of Okhotsk, Raman spectroscopic analysis, Calorimetry

海底設置型浅層採泥装置 RD2 を用いてハイドレートマウンドとガスチムニー掘削の最初の試み

First attempt to drill down hydrate mound and gas chimney by BGS Rockdrill 2

松本良^{1*}; ウィルソン マイケル²
MATSUMOTO, Ryo^{1*}; WILSON, Michael²

¹ 明治大学ガスハイドレート研究所, ² イギリス地質調査所
¹Meiji University-Gas Hydrate Laboratory, ²British Geological Survey

2004 年以來の一連のピストンコアリング調査は日本海のパイロレートマウンドとガスチムニーの上部に塊状のガスハイドレートが集積していることを明らかにしたが、ピストンコアの貫入深度の限界により、海底から 10 メートル以深のハイドレート分布と資源ポテンシャルについて明確な回答は出ていない。他方、三次元地震探査は、ガスチムニー内に顕著なプルアップ構造を明らかにした。この構造は速度異常による偽構造であるが、この存在は、ガスチムニー内には体積で 20 から 30 パーセントのガスハイドレートが存在することを示唆する。2013 年の夏、明治大学はイギリス地質調査所との共同学術調査を実施し BGS の開発した海底設置型掘削装置ロックドリル 2 を上越海盆のパイロレートマウンド上に投入し、ハイドレートと炭酸塩を含む堅い堆積物とガスを含む軟らかい堆積物が混在する地層を海底からの深度 32 メートルまで掘削することに成功した。掘削の前後におけるハイドレートの分解と生成したガスの膨張が原因でコア回収率は良くなかった。しかし、海底下 32 メートルまでの間の数カ所からガスハイドレートの試料を回収する事に成功した。掘削記録、ビデオモニターおよび実際に回収された掘削コアの観察から、厚さ 2.7 メートルのハイドレート集積帯が何枚も存在すると推定される。ロックドリル 2 の掘削はパイロレートマウンドとガスチムニーの深い所にもハイドレートが密集して存在することを証明しているようである。

キーワード: ガスハイドレート, 日本海, ハイドレートマウンド, ガスチムニー, ロックドリル 2
Keywords: gas hydrate, Japan Sea, hydrate mound, gas chimney, Rockdrill 2

UT13 航海における日本海東縁の表層型ガスハイドレートの生成とガス・間隙水の地球化学 Formation of shallow gas hydrates and geochemistry of gas and pore water from UT13 cruise in the Japan Sea

尾張 聡子^{1*}; 鈴木 善晴¹; 戸丸 仁¹; 内田 隆²; 小林 武志³; 谷 篤史⁵; 沼波 秀樹⁴; 松本 良⁶
OWARI, Satoko^{1*}; SUZUKI, Yoshiharu¹; TOMARU, Hitoshi¹; UCHIDA, Takashi²; KOBAYASHI, Takeshi³; TANI, Atsushi⁵
; NUMANAMI, Hideki⁴; MATSUMOTO, Ryo⁶

¹ 千葉大学大学院理学研究科, ² 秋田大学大学院工学資源学研究所, ³ 東京海洋大学, ⁴ 東京家政学院大学家政学部家政学科, ⁵ 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻, ⁶ ガスハイドレート研究所
¹Graduate school of Science, Chiba university, ²Akita University Faculty of Engineering and Resource Science, ³Tokyo University of Marine Science and Technology, ⁴Department of Home Economics, Faculty of Home Economics, Tokyo Kasei-Gakuin University, ⁵Dept. Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University, ⁶Gas Hydrate Laboratory

Active gas venting and distribution of massive gas hydrates are largely observed on the summits of the Umitaka Spur and Joetsu Knoll in the eastern margin of the Japan Sea, where the fault system associated with strong anticline structure constrains the accumulation of gas and following gas hydrate formation. The UT13 cruise has conducted to collect shallow sediments from the Oki Trough, north eastern of Noto Peninsula, and offshore Akita-Yamagata areas, where gas chimney structure and strong backscatter indicate migration of gas-charged fluid and potential formation of gas hydrates near the seafloor. Geochemistry of pore water, dissolved gas, and hydrate-dissociated gas reflect the geochemical environments associated with the delivery of gas and fluid and formation/dissociation of gas hydrates in the shallow sediments.

Flake-like and nodular gas hydrates were observed at 1-6 mbsf in the Oki Trough and offshore Akita-Yamagata, respectively. Concentrations of methane dissolved in pore water are high, comparable to those in the Umitaka Spur and Joetsu Knoll area, and the SMI depths are accordingly shallow at ~2.7 mbsf in the entire research area, indicating high potential of gas hydrate accumulation in the shallow sediments. Concentrations of chloride are sporadically low in all areas due to gas hydrate dissociation during core recovery, accumulations of small gas hydrates with saturations up to 20% were observed, reflecting ubiquitous formation of gas hydrates in the research area. Concentrations of calcium and magnesium show fine increase and decrease in response to sulfate changes at deeper than SMI, reflecting the change of the methane flux mainly, the formation/dissociation of gas hydrates may have changed seafloor topography and geochemical properties of pore water and gas in the shallow sediments.

Contrary to the Umitaka Spur and Joetsu Knoll area where thermogenic gas dominates in the shallow gas hydrates, chemical and isotopic compositions of gas indicate that the majority of gas is of biogenic origin with minor contribution from thermogenic ethane and hydrogen sulfide, the latter may result in expanding gas hydrate stability and forming gas hydrates near the seafloor.

This research is supported by the MEXT Grand-in-Aid for Scientific Research (KAKENHI) to R. Matsumoto (Meiji University).

キーワード: 表層型ガスハイドレート, 間隙水, 溶存ガス, SMI
Keywords: Shallow gas hydrates, pore water, dissolved gas, SMI

UT12 (2012年海鷹丸表層ハイドレート調査)におけるメタン関連微生物の分布に関する研究
Distribution of methanogenic and methanotrophic archaea in subseafloor sediment collected during UT12

今城 匠^{1*}; 小林 武志¹; 今田 千秋¹; 寺原 猛¹; 松本 良²
IMAJO, Takumi^{1*}; KOBAYASHI, Takeshi¹; IMADA, Chiaki¹; TERAHARA, Takeshi¹; MATSUMOTO, Ryo²

¹ 東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科, ² 明治大学

¹The graduate school of marine science and technology, TUMSAT, ²Meiji University

Methane hydrate is now one of the most popular energy sources in the world, and various amounts are presumed to be buried around Japan's continental margins. Methane contained in methane hydrate in the deep sea sediment is produced by microbial or thermogenic system. In the microbial system, methanogenic and methanotrophic archaea play an important role in this environment. However, the studies on characteristics and abilities of these microorganisms are still underway in the Sea of Okhotsk. Therefore, this study focuses on isolation of the methanogenic archaea and analysis of community construction and diversity of these microorganisms.

Sediment samples were collected from the subseafloor by the piston coring, during UT12 (Umitaka-maru Gas Hydrate Research Cruise 2012). Samples were collected from each core sample at appropriate intervals. The samples were stored at 4 °C for the microbiological cultivation experiment use, and at -80 °C for the microbiological diversity analysis use, respectively.

For the isolation, cultivation was carried out by enrichment culture using H₂/CO₂ medium. The cultivation temperatures were 15 °C and 30 °C, respectively. We successfully isolated several methanogenic archaea from the samples of the surface of the subseafloor. The result of the 16S rRNA gene sequence analysis showed that some of the strains were identified as closely related strains of *Methanogenium marinum*. In a previous literature, *M. marinum* was isolated from the cold marine sediment from the Scan Bay, Alaska. We also conducted the experiment to measure the methane productivity of our isolates by the range of the cultivation temperature.

For the analysis of community structure and diversity of methanogens, DNA was extracted from each sediment sample, using the ISOIL kit following the manufacturer's protocol. The 16S rRNA gene of methanogenic archaea and the mcrA gene of methanogenic and methanotrophic archaea were amplified by PCR. The PCR product was purified by FastGene Gel/PCR Extraction Kit following the manufacturer's protocol. The purified products were analyzed by T-RFLP method and clone library method. The results of the T-RFLP analysis showed that the various fragments were observed. Clone library sequencing analysis of mcrA genes indicated that some of them were identified as related sequences to *Methanogenium*. Also, results from T-RFLP method were used for MDS (Multi-Dimensional Scaling) analysis.

This experiment was supported by grants-in-aid for scientific research <KAKENHI>(Ryo Matsumoto, Meiji University).

キーワード: 表層ガスハイドレート, メタン生成古細菌, メタン酸化菌

Keywords: shallow gas hydrate, methanogenic archaea, methanotrophic archaea

バイオマーカーによって明らかにする日本海の環境変動 Environmental variability of the Japan Sea clarified by

萩原 成騎^{1*}
OGIHARA, Shigenori^{1*}

¹ 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻
¹ Earth and Planetary Science, The University of Tokyo

MD179 航海 3312 コア表層 6.0 m の堆積物試料を用いて、暗灰色層 (TL-1 から 3) を中心に、有機地球化学 (biomarker) 分析、有機炭素、硫黄分析、硫黄同位体組成、微量組成分析により、日本海の高環境変動を推定した。その結果、TL-2 上部における強い還元環境と、突発的なメタン湧出の可能性を見出した。

無機指標：TOC 分析については、TL-2,3 で 0.8% 程度であるのに対して、TL-1 層では 2% 近い高い値を示した。C/S 比について、TL-2 の中部から上部では全ての試料が 1 以下であり、ここでの強い還元環境を示唆している。TL-1 層は、層厚わずか 28cm と薄層であるにもかかわらず、C/S 比は層内で急激に変化し、最上部では一般的海洋底の値である 3.0 まで上昇している。C/S- $\delta^{34}\text{S}$ の関係について、TL-2,3 層の強い還元が推定される層準では、 $\delta^{34}\text{S}$ 値が -27 から -34 permil、C/S 比は 0.8 から 1.0 で一定であった。これに対して TL-1 層では、C/S と $\delta^{34}\text{S}$ がそれぞれ変化し、両者に弱い比例関係が認められた。

バイオマーカー：酸化還元指標として伝統的に用いられてきた Pristane/Phytane 比 (Pr/Ph 比) は、ほとんどの試料において < 3.0 であり、還元的環境であったことが推定された。メタン酸化古細菌 (ANME) の膜脂質起源である Pentamethylcosane (PMI)、冷水炭酸塩岩に特徴的に検出される C18-isoprenoid ketone、さらに起源は明らかでないがメタン湧出地点に特徴的に見出される hop-22(29)ene (diploptene) の深度分布を調べた。PMI は、TL-2 層の一部と TL-1 の中央部に高い値が見られた。C18-isoprenoid ketone は、TL-1 中部から上部で高い値を示した。Diploptene は、TL-1 で相対的に高く、TL-2,3 の一部で相対的に低い値を示した。今回分析した暗色層中での AMNE マーカーの分布は不均質であり、TL-1,2 の堆積時の一時期に突発的なメタン湧出の可能性が認められた。その他、n-C29,31 alkane 及び C26, 28 fatty acid を用いて、陸源物質の変化を明らかにした。

本研究は MH21 メタンハイドレート・プロジェクトの一部として実施されたものである。

キーワード: 日本海, バイオマーカー, 暗灰色層, 硫黄同位体組成, 還元環境, 炭素/硫黄比
Keywords: Japan Sea, biomarker, TL layer, sulfur isotope composition, anoxic environment, C/S ratio