

北海道沖オホーツク海でのガスプルーム調査

Surveys of gas plumes off Hokkaido, Sea of Okhotsk

*三輪 昌輝¹、山下 聡¹、板谷 和彦²、八久保 晶弘¹、坂上 寛敏¹、山崎 新太郎¹、小西 正朗¹、南 尚嗣¹、片岡 沙都紀³

*Masaki Miwa¹, Satoshi Yamashita¹, Kazuhiko Itaya², Akihiro Hachikubo¹, Hirotooshi Sakagami¹, Shintaro Yamasaki¹, Masaaki Konishi¹, Hirotsugu Minami¹, Satsuki Kataoka³

1.北見工業大学、2.北海道立総合研究機構、3.神戸大学

1.Kitami Institute of Technology, 2.Hokkaido Research Organization, 3.Kobe University

Gas hydrates (GH) are attracting attention as a future energy resource, with projects aimed at their utilization under way in various countries. In Japan, the MH21 R&D project in the Nankai Trough region has entered its production test stage. On the other hand, in 1995, when Japan pioneered a project for the utilization of GH, clear bottom-simulating reflectors (BSR) were confirmed also at the Kitami-Yamato Bank in the Okhotsk Sea offshore of Abashiri, indicating the possible existence of GH there. In addition to this, seismic survey records collected by the National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) during a cruise for their GH01 project in 2001 also confirmed noticeable BSR.

On the zone which GH exists in stability by temperature and pressure conditions (HSZ: Hydrate Stability Zone), GH existed in the upper part of HSZ is called shallow type GH, and that existed in the lower part is called deep type GH. This deep type GH is observed in a zone immediately above a BSR. Therefore, observation of BSR becomes an index of deep type GH existence. This BSR is confirmed in off Okushiri Island, off Hidaka, off Tokachi and off Abashiri in the around of Hokkaido Island.

On the other hand, shallow type GH is found in sediments of the surface layer or the exposed seafloor. That have been recovered off Abashiri in the Okhotsk Sea in the around of Hokkaido. In the area existed shallow type GH, gas plumes are also observed by echo sounder. Therefore, observation of gas plume becomes an index of shallow type GH existence.

In this study, to clarify the distribution of gas plume off Hokkaido in the Okhotsk Sea, a survey using the Oshoro-Maru, the research training ship of the Hokkaido University, was conducted in November 2015, and analysis of the data of quantitative echo sounder that was acquired in the past by research ships of the Hokkaido Research Organization (ORC). As a result, including past surveys, the number of locations where gas plumes have been confirmed is about 300 in the Okhotsk Sea offshore of Hokkaido.

キーワード：ガスハイドレート、ガスプルーム、海成堆積物

Keywords: Gas hydrate, Gas plume, Marine sediment

熱分解起源メタンを包接する結晶構造I型の天然ガスハイドレートの特徴

Characteristics of structure I natural gas hydrate encaged thermogenic methane

*八久保 晶弘¹、太田 有香¹、竹谷 敏²、Vereshchagina Olga³、Jin Young K.⁴、Obzhairov Anatoly³、小西 正朗¹、坂上 寛敏¹、南 尚嗣¹、山下 聡¹、高橋 信夫¹、庄子 仁¹

*Akihiro Hachikubo¹, Yuka Oota¹, Satoshi Takeya², Olga Vereshchagina³, Young Keun Jin⁴, Anatoly Obzhairov³, Masaaki Konishi¹, Hirotooshi Sakagami¹, Hirotsugu Minami¹, Satoshi Yamashita¹, Nobuo Takahashi¹, Hitoshi Shoji¹

1.北見工業大学、2.産業技術総合研究所、3.ロシア太平洋海洋学研究所、4.韓国極地研究所

1.Kitami Institute of Technology, 2.National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 3.Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, 4.Korea Polar Research Institute

Crystallographic structures of natural gas hydrate are usually either structure I or structure II. The latter can encage larger hydrocarbons, for example, propane, isobutane, n-butane, and neopentane. Because the origin of these molecules is thermogenic, methane ascending with them from deeper sediment layer is also thermogenic. Hydrate-bound thermogenic methane has been reported in the world (Gulf of Mexico, offshore Vancouver Island, Caspian Sea, etc.). C1/C2+ of guest gas in these sites are less than 10, indicating that compositions of ethane and propane in hydrate-bound hydrocarbons are in an order of several percent. Therefore, crystallographic structure of gas hydrate composed of thermogenic gas is primarily the cubic structure II.

On the other hand, the structure I gas hydrates retrieved off Joetsu contained thermogenic methane ($\delta^{13}\text{C} > -50$ permil, e.g. Lu et al., 2011). C1/C2+ of hydrate-bound hydrocarbons was more than 2,000, whereas the maximum value of methane $\delta^{13}\text{C}$ was -35permil (Hachikubo et al., 2015). It is still unknown how higher hydrocarbons reduced in the sediment. Gas hydrates have been discovered at the southwestern Sakhalin Island in the cruises of LV59 (2012), LV62 (2013), LV67 (2014), and LV70 (2015) on board R/V Akademik M. A. Lavrentyev in the framework of Sakhalin Slope Gas Hydrate (SSGH) project. We reported in the last JpGU meeting that hydrate-bound gas contained ^{13}C -rich methane, suggesting thermogenic origin. In this study, we focus on the gas hydrates of the cubic structure I containing thermogenic methane retrieved from the Tatar Trough, off Sakhalin Island, and compare with those retrieved off Joetsu.

We obtained hydrate crystals from sediment cores, and stored them in liquid nitrogen. Raman spectra of the crystal showed two peaks of C-H stretching mode, correspond to methane molecules in large and small cages of the structure I, and small peaks of hydrogen sulfide were also detected. We also obtained hydrate-bound gas on board and measured their molecular and stable isotope compositions. C1/C2+ of hydrate-bound hydrocarbons ranged between 200 and 800, suggesting that contribution of thermogenic C2+ was low. However, $\delta^{13}\text{C}$ and δ^{D} of hydrate-bound methane distributed from -48permil to -42permil and from -200 permil to -170 permil, respectively. According to an empirical classification of the methane stable isotopes ($\delta^{13}\text{C}$ and δ^{D} ; Whiticar, 1999), hydrate-bound methane obtained at the Tatarsky Trough was mainly thermogenic origin.

Characteristics of hydrate-bound methane is similar to those obtained off Joetsu. $\delta^{13}\text{C}$ of CO_2 in sediment gases was high (+20 permil), suggesting interaction between methane and CO_2 through microbial activity.

We appreciate the support of the crew onboard R/V Lavrentyev during the LV59, LV62, LV67, and LV70 cruises off Sakhalin Island. This study was supported by the Grant-in-Aid for Scientific Research (B) 26303021 of the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS).

Hachikubo, et al. (2015) Molecular and Isotopic Composition of Volatiles in Gas Hydrates and in Sediment from the Joetsu Basin, Eastern Margin of the Japan Sea. *Energies* 8: 4647-4666.

doi:10.3390/en8064647

Lu H, et al. (2011) The characteristics of gas hydrates recovered from Joetsu Basin, eastern margin of the Sea of Japan. In Proceedings of the 7th International Conference on Gas Hydrates, Edinburgh, UK, 17-21 July 2011.

Whiticar MJ (1999) Carbon and hydrogen isotope systematics of bacterial formation and oxidation of methane. Chem Geol 161: 291-314. doi:10.1016/S0009-2541(99)00092-3

キーワード：ハイドレート、メタン、サハリン島

Keywords: hydrate, methane, Sakhalin Island

Controls of mud diapirism on gas hydrate systems in the Lower Fangliao Basin, offshore southwest Taiwan

*Feisal Dirgantara^{1,3}, Andrew Tien-Shun Lin¹, Char Shine Liu²

1.Institute of Geophysics, National Central University, Taoyuan, Taiwan, ROC, 2.Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC, 3.TIGP -Earth System Science Program, Academia Sinica, Nangang, Taiwan, ROC

The accretionary wedge of the incipient arc-continent zone of Taiwan has been identified rich in gas hydrates as inferred from reflection seismic data. We employed 2D and 3D seismic data to understand the interplay of structural development, especially mud diapirism, and gas hydrate formation in the Lower Fangliao Basin, a slope basin situated in the upper accretionary wedge. Seismic reflection data show mud tectonics exerts controls on the formation of bottom-simulating reflectors (BSRs) and the distribution of gas hydrates. Mud diapirs can be recognized on seismic profile in terms of acoustically transparent piercement structures. The formation of mud diapirs in the study area is ascribed to overpressured sedimentary layers, compressional tectonic forces, and gas-bearing fluids. The sedimentary strata on both sides of a mud diapir exhibit dragging and onlapping features due to uplifting of the diapir. Both normal strata and growth strata are discernable, suggesting the dynamics of mud diapiric development through time.

The interplay of mud diapirism, sediment dispersal, and regional convergent tectonics to the gas hydrate system is echoed from seismic facies in the study area. Five seismic facies have been observed, including uneven-truncated, stratified-parallel, chaotic-transparent, strong-parallel-reflection, reflection-free facies and are deciphered as seafloor/erosional surface, hemipelagic sediments, mass transport deposits (MTDs), sandy turbidite sediments, and mud diapirs, respectively. The gas hydrate and free-gas zonation within gas hydrate stability zone (GHSZ) is characterized by (1) high amplitude reflections with the analogous phase of seafloor indicating possible porous turbidite sands reservoir; (2) BSRs showing polarity reversal to that of seafloor, suggesting higher impedance gas-hydrate charged sands overlying lower impedance sands with free gas; (3) those strong reflections in the fault zones as gas-bearing fluid conduits; (4) strong reflections on the sides of mud diapirs (e.g. flank drags) and above buried mud diapir demonstrating the presence of gas hydrates, and (5) high amplitude reflections dragging on diapiric flanks with reversal phase of seafloor indicating free-gas charged sands abutting mud diapirs. Vertical venting governed by mud tectonics is the key to inducing thermogenic gas seepages. When such structure is absent, biogenic gas could be the alternative source for free gas or gas hydrate accumulations. Upward mud intrusion contributes to initiation of brittle deformation for deeply buried gas migration pathways. The low-permeability nature of mud diapirs promotes prominent traps for free gas or gas hydrate preservation along the diapiric flank. Due to its high thermal conductivity, active mud diapirs may act as dewatering catalyst for hitherto preserved gas hydrates, allowing dissociated gas to be accumulated, even within GHSZ.

Keywords: gas hydrates, mud diapirs, seismic reflection, accretionary wedge, Taiwan

日本海の表層型メタンハイドレートの資源量把握：2013年度-2015年度調査の成果概要
Resource assessment of shallow gas hydrate of Japan Sea: Overview and Preliminary Results
of 2013-2015 METI Project

*松本 良¹、角和 善隆¹、棚橋 学¹、柳本 裕¹、シュナイダー グレン¹

*Ryo Matsumoto¹, Yoshitaka Kakuwa¹, Manabu Tanahashi¹, Yutaka Yanagimoto¹, Glen Snyder¹

1. 明治大学研究知財戦略機構ガスハイドレート研究所

1. Gas Hydrate Laboratory, Organization for the Strategic Laboratory of Research and Intellectual Properties, Meiji University

厚さ数cm～数10cmの塊状～層状メタンハイドレートを胚胎し、深部にガスチムニー（音響ブランキング構造）を伴うハイドレート・マウンドが日本海東縁部に広く分布することは2012年秋には広く知られることとなった（Matsumoto et al., 2005; 松本他2012）。南海トラフ堆積物中に発達する孔隙充填型（砂層型）と異なるこれらメタンハイドレートを表層型と呼ぶ。経済産業省は海洋基本法（平成25年4月閣議決定）に基づき2013年から2015年にかけて、メタンハイドレートの資源量を把握するための調査を実施した。明治大学は産総研からの再委託事業として広域地形地質調査、掘削調査、環境調査等を担い2013年度～2015年度の3年間で表層型メタンハイドレートが存在する可能性のある隠岐周辺、上越沖、秋田・山形沖、日高沖および北海道周辺の海盆・トラフの全てにおいて広域調査を実施、1742箇所ガスチムニー・マウンド構造を確認した。2014年度には上越沖と秋田・山形沖で、2015年度には隠岐周辺と上越沖において海底最大170m程度までの複数のLWD掘削およびコアリング掘削を実施し、世界で初めて、厚さ数メートル以上の塊状あるいは層状のメタンハイドレートの回収に成功した。3年間を通して無人探査機ROVによるマウンドおよびその周辺海底の観察、海水・底生生物のサンプリング、音響、地層水の長期連続採取などを実施し、純粋な氷状メタンハイドレートが露出する高さ数mの海底崖、メタンハイドレートが自己浮上した跡と思われるクレーター状凹地などをメタンハイドレート濃集域で複数確認した。講演では、本プロジェクトのゴールである資源量把握につき3年間で明らかにされた成果の概要を報告したい。なお、本研究は、経済産業省メタンハイドレート開発促進事業の一環として実施されたものです。調査に参加されたAIST, JOGMECの研究者はじめ連携する大学・研究機関の方々にお礼申し上げます。

Matsumoto, R., Okuda, Y. et al., 2005. Methane plumes over a marine gas hydrate system in the eastern margin of Japan Sea. ICGH-5, Trondheim, 749-754.

松本 良・角和善隆・戸丸仁・高橋信夫 ほか 2012年10月 日本海東縁のガスハイドレートの産状と分布について（記者発表と会見）、明治大学岸本ホール。

キーワード：表層型メタンハイドレート、日本海、2015コアリング調査

Keywords: shallow gas hydrates, Japan Sea, 2015 coring campaign

日本海東縁部のガスチムニー・マウンド構造における掘削同時検層による表層型メタンハイドレート濃集部の同定

Identification of shallow methane hydrate concentrated intervals by LWD within the gas chimney-mound structure, eastern margin of Japan Sea.

*棚橋 学¹、蛭田 明宏¹、柳本 裕¹、シュナイダー グレン¹

*Manabu Tanahashi¹, Akihiro Hiruta¹, Yutaka Yanagimoto¹, Glen Snyder¹

1. 明治大学ガスハイドレート研究所

1. Gas Hydrate Research Laboratory, Meiji University

2014年、2015年の夏季に日本海東縁部における表層型メタンハイドレート分布域において、掘削同時検層（LWD: Logging While Drilling）による表層型メタンハイドレート調査を実施した。2014年度には、上越沖および最上トラフにおいて、自然γ線検層、比抵抗検層、音波検層、CMR（NMR核磁気共鳴）検層を実施したところ、自然γ線の低異常、比抵抗の高異常、音波速度の高異常、NMR孔隙率の低異常といった顕著な異常が認められ、これらの異常部がメタンハイドレート濃集部と考えられた。2015年度には、新たに中性子検層を加えて、ガスチムニー・マウンド構造におけるハイドレート濃集部の広がりをもより詳しく調べた。その結果、上記の異常に加えて、中性子孔隙率の高異常、中性子γ密度、シグマ（中性子捕獲断面）の低異常も認められ、表層型メタンハイドレートの特性および分布状況がより詳細に明らかとなった。同地点で実施された圧力保持コアラー等による地質コア試料採取の結果との対比等に基づき、ガスチムニー・マウンド構造における表層型メタンハイドレートの分布状況について報告する。

本研究は、経済産業省メタンハイドレート開発促進事業の一環として実施されたものです。調査航海に参加いただき、貴重な助言をいただいたJOGMEC藤井、高山、小寺、産総研後藤の各氏に御礼申し上げます。

キーワード：表層型メタンハイドレート、ガスチムニー・マウンド構造、掘削同時検層

Keywords: shallow methane hydrate, gas chimney mound structure, Logging While Drilling

高分解能三次元地震探査による上越沖ガスチムニー構造の解明

High-resolution 3-D seismic survey (HR3D) of gas chimney structures off Joetsu, Niigata Prefecture

*大川 史郎¹、蛭田 明宏¹、松本 良¹

*Shiro Ohkawa¹, Akihiro Hiruta¹, Ryo Matsumoto¹

1. 明治大学 研究・知財戦略機構 ガスハイドレート研究所

1. Gas Hydrate Laboratory, Meiji University, Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Property

新潟県上越沖の浅層ガスハイドレート賦存地域において、ガスチムニー内の微細構造を知るために高分解能三次元地震探査(HR3D)を実施した。サブボトムプロファイラー(SBP)記録断面図では、ガスチムニー内の構造は、ブランキング効果のために白抜けとなり、ほとんど見る事ができない。これはガスチムニー上部の海底面下に高反射率の物質があることにより、ほとんどの震源エネルギーが反射され、下方には伝播できないため生じている現象である。ブランキング効果のため、ガスチムニー内におけるハイドレートやBSRの分布状況、さらに地層境界の追跡が困難となっている。ガスチムニー内の構造を三次元的に解明するため、2015年夏、HR3D調査を実施した。HR3Dでは、短いケーブル、稠密な発振・受振間隔、高周波エアガン(GI Gun)を使用することによって高分解能データを得ることができる。SBPデータと比べると、分解能は劣るものの、チムニー内の反射を捕らえることができている。また、資源探査目的の既存3D地震探査データと比べ、高分解能のデータとなっている。HR3Dの結果、SBPや既存の3D地震探査データでは不明瞭であったガスチムニー内の詳細な構造を解明する上で有益な情報を得ることができた。なお、本研究は平成27年度経済産業省メタンハイドレート開発促進事業の一環として実施されたものである。

キーワード：高分解能三次元地震探査、HR3D、浅層ガスハイドレート、ガスチムニー、上越沖

Keywords: high-resolution 3D seismic survey, HR3D, shallow gas hydrate, gas chimney, off Joetsu

7K13広域調査で明らかになった富山トラフの詳細堆積地形

Detailed depositional topography in the Toyama Trough revealed by the 7K13 Cruise

*中嶋 健¹、佐藤 幹夫¹、弘松 峰男²、青木 伸輔³、柳本 裕³、松本 良³*Takeshi Nakajima¹, Mikio Satoh¹, Mineo Hiromatsu², Shinsuke Aoki³, Yutaka Yanagimoto³, Ryo Matsumoto³

1.産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門、2.海洋研究開発機構、3.明治大学

1.Institute for Geo-Resources and Environment, Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2.JAMSTEC, 3.Meiji University

表層メタンハイドレートの資源量把握のための広域地形調査を目的として2013年に行われた第7開洋丸による7K13航海で、マルチビーム音響測深とサブボトムプロファイラーにより富山トラフ内の詳細な海底地形及び後方散乱データが得られた(松本ほか, 2014)。

本研究では、その際に得られた富山深海長谷上流部の詳細堆積地形の特徴についていくつか紹介する。

富山深海長谷上流部の長谷底には、point bar, longitudinal barなどの様々なタイプのバーが認められる。また、チャンネルのtranslationに伴ってテラスが形成されている例が認められる。また、長谷底にはチャンネルに直交する崖とその下流にできたプール地形も認められる。

富山深海長谷屈曲部の外側自然堤防上には、大規模なセディメントウェーブ地形が発達する。この中には自然堤防上の大規模なスコア地形を伴うものもあり、サイクリックステップの機構で出来たことを示唆している。

本研究は平成25年度経済産業省メタンハイドレート開発促進事業によるデータを用いた。

文献：

松本 良・弘松峰男・青木伸輔・柳本 裕・佐藤幹夫・中嶋 健(2014) 広域地形地質調査：ガストムニーの広域マッピング, 表層メタンハイドレート・フォーラム 表層メタンハイドレートの資源化を目指して, 3-1.

日本周辺海域における「ガスチムニー構造」の分布特性と被覆面積

Type distribution and composed area of "gas chimney structure" around Japan Island

*大井 剛志¹、佐藤 幹夫²、松本 良¹

*Takeshi Oi¹, Mikio Satoh², Ryo Matsumoto¹

1.明治大学 研究知財戦略機構、2.産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門

1.Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Properties, Meiji University, 2.Institute for Geo-Resource and Environment, Natural Institute of Advanced Industrial Science and Technology

日本海東縁海域では、表層ガスハイドレートの分布と音響探査記録上で海底下に認められる音響ブランキング帯である「ガスチムニー構造」の分布が良く対応している。松本ほか（2015MS）により、日本海を中心に971個の「ガスチムニー構造」が確認され、産状とサイズに基づいて3つの形態（単一型、複合型、構造規制型）に分類された。継続して、2015年にも北海道南方海域やオホーツク海側にも範囲を広げた同様の探査が実施された。

調査期間は2015年5月6日から7月19日の75日間である。「ガスチムニー構造」の把握のためには、まず初めに概査として得られた海底地形および後方散乱強度データに基づいて海底異常特異点を抽出し、その直上で精査として得られた表層付近の海底地質プロフィールから海底下での音響ブランキングの有無を評価した。概査ではマルチビーム音響測深機（MBES）EM302（水深範囲：10m～7000m）を、精査ではサブボトムプロファイラー（SBP）TOPAS PS18（探査深度最大11,000m、透過深度：200m）を使用し、いずれも調査船の船底に装備されている。調査船の測位には、DGPS（精度2m以内）を用いた。

「ガスチムニー構造」は、調査を実施した隠岐周辺・上越沖・秋田山形沖・西津軽海盆・奥尻海盆・日高沖・十勝沖・網走沖の全てに分布しており、2015年の調査で新たに発見確認されたものは771個である。過去の2年間を含めると、調査海域に分布するガスチムニーは1742個となった。本発表においては、「ガスチムニー構造」の分布形態について海域ごとの特徴について、数とサイズ分布に着目して、紹介する。

なお、本調査研究は経済産業省のメタンハイドレート資源開発促進事業の一環として実施されたものである。

引用文献

松本ほか、2015MS. 表層型メタンハイドレートの胚胎構造であるガスチムニーのタイプと分布密度について、日本地球惑星科学連合大会、2015.

キーワード：表層ガスハイドレート、ガスチムニー構造、数とサイズ分布

Keywords: shallow gas hydrate, gas chimney structure, number and size distribution

保圧コア回収システムPCTB-PCATS によるメタンハイドレート含有コアの回収とメタンハイドレート量見積もり：日本海表層型メタンハイドレート資源把握調査

Recovery and hydrate estimate of gas hydrate bearing sediments by pressure coring tool PCTB and onboard core handling system PCATS

*松本 良¹、海老沼 孝郎²、蛭田 明宏¹、石田 直人¹、戸丸 仁³

*Ryo Matsumoto¹, Takao Ebinuma², Akihiro Hiruta¹, Naoto Ishida¹, Hitoshi Tomaru³

1. 明治大学研究知財戦略機構、2. 鳥取大学工学研究科社会基盤工学メタンハイドレート科学講座、3. 千葉大学理学部地球科学科

1. Organization for the Strategic Laboratory of Research and Intellectual Properties, Meiji University, 2. Methane Hydrate Science, Graduate School of Engineering, Tottori University, 3. Dept of Earth Science, Faculty of Science, Chiba University

日本海東縁に分布する表層型メタンハイドレート賦存海盆内のガスチムニー構造中にメタンハイドレートがどのように存在するかを明らかにするため、2015年8月-11月、隠岐周辺と上越沖の3箇所のガスチムニー構造において海底からの深度100m程度までの掘削コアリングを実施した。昨年度の掘削結果を踏まえ、今回は保圧コア回収システムPCTB-PCATS(GEOTEK LTD)を採用した。通常のコアリングシステムではコア回収中の温度上昇と圧力減少により堆積物中に含有されるメタンハイドレートの一部～全部が分解し、海底下現地状態でのハイドレートの組織、産状、含有量を正確に知る事は困難である。保圧コアPCTBは現地圧力を保持した状態で長さ2.5m直径5.1cmのコアの回収を可能とする。PCTBは42回投入し32回で圧力保持されたコアが回収された。保圧コアは船上に設置されたPCATS(Pressure Core Analysis and Transfer System)でただちにX線CT観察、ガンマ線密度・速度検層を実施、判定された岩相に基づいて詳細分析項目を決定、複数のセクションに切断した。船上での低温全分解実験によりセクション内に含有されるメタンハイドレートからのメタン量を正確に測定し、メタンハイドレート含有量(体積分率)を知る事が出来る。推定されたハイドレート量と当該コアから抽出した間隙水の塩素濃度異常から、堆積物中の真の間隙水塩素濃度(ベースライン濃度)を求める事ができる。ベースライン濃度は、通常のコアリングシステムで回収された堆積物から“間隙水”を抽出してハイドレート含有量を計算する際の基礎データとなる。本講演では表層型メタンメタンハイドレートの保圧状態での組織と産状、いくつかの掘削サイトでのメタンハイドレート量見積もりについて報告する。本研究は、経済産業省メタンハイドレート開発促進事業の一環として実施されたものである。発表を許可して頂いた事に対して謝意を表したい。

キーワード：保圧コアリング、メタンハイドレート量

Keywords: Pressure coring, gas hydrate amount

日本海東縁に発達する表層型ガスハイドレート周辺の間隙水の濃度異常

Concentration anomalies of pore waters collected from shallow gas hydrate deposits in the eastern margin of the Japan Sea

*戸丸 仁¹、本多 祐樹¹、松本 良²

*Hitoshi Tomaru¹, Yuki Honda¹, Ryo Matsumoto²

1.千葉大学理学部地球科学科、2.明治大学ガスハイドレート研究所

1.Department of Earth Sciences, Chiba University, 2.Gas Hydrate Laboratory, Meiji University

日本海東縁のガスチムニー構造が発達する海域では海底の比較的浅部に塊状の表層型ガスハイドレートが胚胎している。ガスハイドレートの生成は結晶相から間隙水中の塩類を排除するため微視的には間隙水中の塩濃度が上昇する。一方、ガスハイドレートの分解・溶解は結晶を構成していた水が間隙水中に放出されるため間隙水中の塩濃度が低下する。これは間隙水の塩濃度がガスハイドレートの分布を推定するためのツールであると同時に、ガスハイドレートの生成速度や生成環境を反映する指標としても応用が可能である。本研究ではPS15航海で採取した堆積物間隙水の塩化物イオン濃度の変化に着目し、表層型ガスハイドレート形成時に堆積物中で起きている地球化学的な変化について考察する。

間隙水の塩化物イオン濃度は、ガスハイドレートがほとんど見られない、もしくは賦存量の少ない（分布のばらついている）サイトでは、海水値に近く、大きな変動は見られない。しかし、メタンフラックスが高く、厚いガスハイドレート層やガスハイドレートの集積率の高い層準が分布するサイトでは深度とともに塩化物イオン濃度が急激に上昇し、1400 mMを超えるような高度濃度帯がみられた。塩化物イオン高濃度帯の分布とメタンフラックス、地形的な関係性について議論を進める。

本研究は経済産業省メタンハイドレート開発促進事業の一環として実施されたものである。

キーワード：表層型メタンハイドレート、間隙水

Keywords: Shallow gas hydrate, Pore water

日本海における海底堆積物の物理性比較

Comparing physical properties of the sediments in the Japan Sea

*落合 博之¹、大井 剛志²

*Hiroyuki Ochiai¹, Takeshi Oi²

1.学校法人 北里研究所 北里大学、2.学校法人 明治大学

1.The Kitasato Institute Kitasato University, 2.Meiji University

日本海に分布するメタンハイドレートの大部分は、表層型とされ、ガスチムニー構造を伴うマウンドの海底面から数10mにわたって発達することが近年の研究で解明されている（松本ほか2014）。表層型メタンハイドレートは南海トラフの深層型とは多くの点で異なることから今後生産試験を行う際には、南海トラフとは全く異なる新しい開発スキームの作成が必要不可欠である。本研究は特に問題となる海底環境への影響とハイドレート集積付近での堆積物の物理的応答に焦点を置いた。表層型ハイドレートは、表層付近までハイドレートが集積しているため、生産試験の際には崩壊による海底環境の悪化が懸念されるばかりでなく構造物を海底に設置する際の地盤沈下や崩壊による基礎の軟弱化が問題となりうる。また、生産試験を行う際の基礎杭なども考える必要がある。一方で深い層でもハイドレートの回収における様々な作業が行われることから、深さごとの地盤強度などの試験を行うことで深さ分布の土壌の応力を把握することが必要不可欠である。そこで、本研究ではまず初めに隠岐周辺や上越沖のリファレンスサイトにおいて、海底面から数10mにわたる堆積物を採取し、せん断試験と貫入試験を行った。本講演では日本海のガスチムニー構造とその周辺堆積物の力学的応答について議論する。なお、本研究は経済産業省メタンハイドレート開発促進事業の一環として実施されたものである。

キーワード：日本海、海底堆積物、物理性

Keywords: The Japan Sea, sediments, physical properties

2015年度表層型メタンハイドレート調査海域におけるコーン貫入試験

Cone penetration tests at shallow gas hydrate exploration sites in 2015

*海老沼 孝郎¹、京野 修²、角和 善隆³、松本 良³

*Takao Ebinuma¹, Syu Kyouno², Yoshitaka Kakuwa³, Ryo Matsumoto³

1.鳥取大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻 メタンハイドレート科学講座、2.応用地質株式会社、3.明治大学 研究・知財戦略機構 ガスハイドレート研究所

1.Methane Hydrate Science Course, Department of Management of Social Systems and Civil Engineering, Graduate School of Engineering, Tottori University, 2.OYO Corporation, 3.Gas Hydrate Research Laboratory, Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Properties, Meiji University

表層型メタンハイドレート濃集帯からメタンガスを生産する手法を検討するためには、生産設備の設置が想定される濃集帯表層部の海底地盤強度に係わるデータが必要となる。2015年度の表層型メタンハイドレート調査においては、将来の生産手法検討に資するために、上越沖の7地点において、コーン貫入試験による海底地盤の強度測定を実施した。試験には、英国Geoquip Marine社が所有するコーン貫入試験装置を使用した。コーン先端の貫入抵抗と周面摩擦抵抗に加えて間隙水圧を測定する機能を有する。特に、間隙水圧の測定が可能なコーンを使用する本試験は、Piezocone Penetrometer Testing (PCPT)と呼ばれる。以下、本試験をPCPTと略して呼称する。コーンの有効断面積 (10cm^2) と貫入速度 (2cm/s) は、陸上の地盤調査を目的とした貫入試験において標準化されている値に準拠している。ストロークは、3mである。コーンの先端抵抗の測定範囲は、最大100MPaである。PCPTの実施にあたっては、試験深度まで掘削した後に、ドリル・ストリングをシーベッド・フレームにクランプすることにより、コーン貫入のための反力を確保した。その後、ワイヤライン・ツールを降下させて、ドリル・ストリングのBHAにラッチさせた。コーンの地層への貫入は、所定のコーン貫入速度 (2cm/s) が得られるように流量を制御した流体を管内に圧入することにより行われた。コーン貫入抵抗、周面摩擦抵抗及び間隙水圧の3成分のデータは、リアルタイムに船上に伝送されて表示・記録された。PCPTの試験井は、PCPTに先立って実施されたコアリング実施坑井の近傍で掘削された。このため、PCPTの測定結果とコア試料の記載結果との対比を行った。また、Geoquip Marine社のPCPTでは、試験実施区間の前後で、不攪乱試料を採取することが可能である。今回の試験では、不攪乱試料を利用した船上でのVane剪断試験、陸上ラボでの三軸試験などが実施された。本調査では、PCPTの試験結果から推算した非排水剪断強度と、これら不攪乱試料を用いた試験結果を比較した。PCPT測定結果の深さプロファイルに見られる特徴的な変化に注目して、コア記載結果との対比を行ったところ、厚さ7cmのsandy ash層に対応して、コーン貫入抵抗が鋭いピークを示すとともに、過剰間隙水圧が急減圧した。また、泥層の中に粒状メタンハイドレートが胚胎していた区間では、PCPTのコーン貫入抵抗、周面摩擦抵抗及び過剰間隙水圧のいずれも、他の深度と比較して、変動が大きかった。このように、PCPTは、泥層に介在する薄い砂層、塊状のメタンハイドレート、炭酸塩などに敏感に反応することが確認された。PCPTのコーン貫入抵抗から、陸上の地盤調査において使用されている関係式を用いて、非排水剪断強度を推定した。推定結果をPCPT実施深度の近傍で採取した不攪乱試料の三軸試験結果と比較したところ、関係式に含まれるコーン係数を15とした場合の推定値は、三軸試験により求めた剪断強度の値に近いことが分かった。このことから、PCPTにより、海底地盤の非排水剪断強度の推定が可能であることが確認された。各調査地点のPCPTデータから非排水剪断強度の深さプロファイルを求めて、表層部6mの比較を行った。いずれの地点においても、非排水剪断強度の大きな薄層が多数存在 (介在) した。これらは、PCPTデータとコア記載との対比で示した通り、砂の薄層、粒状のメタンハイドレートまたは炭酸塩を含む層と考えられる。一方、表層の軟弱層の厚さについては、調査地点により、大きく異なった。例えば、海底面から深さ0.5mまたは3mまで軟弱な層が認められ、その深さを境に不連続的に強度が増大する地点があった。これとは異なり、海底面から深さ6mまでの区間では、不連続的な強度の変化は見られない地点もあった。本調査により、PCPTは、表層型メタンハイドレートの賦存海域における海底地盤の強度調査に、有効なことが確認された。本研究は、経済産業省メタンハイドレート開発促進事業の一環として実施された。

キーワード：表層型メタンハイドレート、ピエゾコーン貫入試験、非排水剪断強度

Keywords: Shallow gas hydrate, Piezocone penetrometer testing, Undrained shear strength

日本海東縁の表層型メタンハイドレートの濃集帯形成に関する作業仮説

A working hypothesis on the accumulation of methane hydrate in gas chimneys developed in the eastern margin of Japan Sea

*角和 善隆¹、蛭田 明宏¹、柿崎 喜宏¹、松本 良¹

*Yoshitaka Kakuwa¹, Akihiro Hiruta¹, Yoshihiro Kakizaki¹, Ryo Matsumoto¹

1. 明治大学 研究・知財戦略機構 ガスハイドレート研究所

1. Gas Hydrate Laboratory, Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Properties, Meiji University

A lot of gas chimney structures are identified by a sub-bottom profiler as acoustic blanking in the eastern margin of Japan Sea. The acoustic blanking is caused by hard stuff such as carbonate nodules and gas hydrate that develop usually on the seafloor or very shallow depths. Therefore, the deeper part of the acoustic blanking or gas chimney structure was remained unknown. The coring of gas chimney structure of three topographic highs by R/V Hakurei in 2014 clarified that gas hydrate occur from the surface to the deep in the gas chimneys.

A series of observation of the recovered cores by necked eyes, X-ray CT photography and experiments such as sieving of carbonate nodules from mud clarified the close association of carbonate nodules and gas hydrate in the sediments of gas chimneys. This combination of carbonate nodules and gas hydrate occurs periodically and the calculated cycles are around 15 ky.

Preceding studies clarified the following subjects.

1. Carbonate nodules in the gas hydrate field of Japan Sea are interpreted to be formed in the sulfate-methane interface (SMI).
2. The carbon and oxygen isotopic ratios of the carbonate nodules demonstrated the thermogenic methane from the deep largely contributes the formation of the nodules.
3. Active faults and folds develop in the mobile belt of the eastern margin of Japan Sea and form many topographic highs.

Combining the above-mentioned preceding studies and acquired data, we propose the following working hypothesis: Methane gas has been periodically supplied from the depth by the movements of active faults, and the gas repeatedly formed both carbonate nodules and methane hydrate at around the depth of SMI that existed at or in the shallow depth of the seafloor.

Further studies are required if the proposed mechanism of the accumulation of shallow gas hydrate would be applied generally to the other gas hydrate-bearing topographic highs that distribute in the eastern margin of Japan Sea.

We express sincere gratitude to all the persons in JOGMEC who engaged to operate R/V Hakurei in 2014. X-ray CT photos of cored samples are taken under the cooperation program between Kochi Core Center and Akihiro Hiruta (14B013). This research is a part of the shallow methane hydrate exploration project of METI.

キーワード：表層型メタンハイドレート、炭酸塩団塊、日本海、海洋掘削、活断層

Keywords: shallow methane hydrate, carbonate nodule, Japan Sea, drilling, active fault

日本海東縁ガスハイドレート賦存域における海底堆積物の古地磁気・岩石磁気研究とその応用

A rock paleomagnetic study of marine sediments in gas hydrate area of the eastern margin of Japan Sea

*下野 貴也¹、松本 良¹

*Takaya Shimono¹, Ryo Matsumoto¹

1. 明治大学 研究・知財戦略機構 ガスハイドレート研究所

1. Gas Hydrate Research laboratory, Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Property, Meiji University

表層型ガスハイドレートとその周辺堆積物の磁気的な関係を明らかにするため、隠岐周辺と上越沖で採取された堆積物コア試料の古地磁気・岩石磁気分析をおこなった。本発表では、2015年の8月-11月に実施された掘削航海中に船上でおこなわれたコア試料(whole-round)の磁化率測定結果と下船後に得られた堆積物試料(discrete)の古地磁気・岩石磁気記録から隠岐周辺と上越沖における堆積物の磁気的特徴について報告する。さらに、船上でおこなったガスハイドレートとガスハイドレートを含む堆積物の磁化率測定をもとにガスハイドレートの含有量推定を試みる。

下船後の古地磁気・岩石磁気測定の結果、隠岐周辺のガスチムニー構造の外側で採取された堆積物試料は安定な残留磁化方位を示し、その磁化率は船上で測定したコア試料の値とよく一致した。また、上越沖で採取された堆積物の平均的な磁化率は隠岐周辺に比べて高く、上越沖では陸から供給される磁性鉱物のフラックスが大きいことが示唆される。

本研究は経済産業省メタンハイドレート開発促進事業の一環として実施されたものである。

キーワード：表層型ガスハイドレート、岩石磁気、海底堆積物、日本海

Keywords: Shallow gas hydrate, Rockmagnetism, marine sediments, Japan Sea

表層メタンハイドレートに含まれるメタノールからみたメタンハイドレート生成年代推定の試み
Estimation of shallow gas hydrate formation age by methanol analysis in the gas hydrates

*谷 篤史¹、山田 恭平¹、戸丸 仁²、大井 剛志³、松本 良³

*Atsushi Tani¹, Kyohei Yamada¹, Hitoshi Tomaru², Takeshi Oi³, Ryo Matsumoto³

1.大阪大学大学院理学研究科、2.千葉大学大学院理学研究科、3.明治大学ガスハイドレート研究所

1.Graduate School of Science, Osaka University, 2.Graduate School of Science, Chiba University,

3.Gas Hydrate Laboratory, Meiji University

メタンハイドレートは、メタン分子が水分子により形成された籠（ケージ）構造に取り込まれている包接化合物で、日本近海の海底にも多く分布していることが確認されている（Matsumoto et al., 2011）。砂層の孔隙充填型メタンハイドレートに比べると、表層型ではサイズの大きいメタンハイドレート試料が回収されており（Lu et al., 2011）、X-CTによる3次元観察も進められている（谷ほか, 2013）。我々は、このメタンハイドレートがいつどのように生成したのかということに興味を持ち、研究を進めてきた。これまでの研究から、環境放射線によりメタンハイドレート内部にメタノールやホルムアルデヒドが生成し、その量がメタンハイドレートの生成年代の指標となりうることを示した（Tani et al., 2008; Tani et al., 2011; 谷, 2013）。しかし、メタノールやホルムアルデヒドは環境放射線による生成量が微量であることや、メタンハイドレート近傍の堆積物の間隙水に微量ながら含まれていることから、浅部から回収したメタンハイドレート試料ではメタンハイドレート生成年代に関する議論を十分に行えていなかった（谷ほか, 2011）。本研究では、2015年度に実施された掘削調査において採取したメタンハイドレート試料を対象とし、そこに含まれるメタノール量を計測することで、堆積年代とメタンハイドレートの生成年代について議論する。なお、本研究は経済産業省メタンハイドレート開発促進事業の一環として実施されたものである。

キーワード：表層メタンハイドレート、生成年代、メタノール、ガスクロマトグラフィー、自然放射線

Keywords: shallow gas hydrates, formation age, methanol, gas chromatography, natural radiation

表層型メタンハイドレート広域調査航海で観測された海洋大気ガス濃度異常

Atmospheric gas concentration anomalies in the ocean: A preliminary report from a shallow gas hydrate exploration project

*青木 伸輔¹、小宮 秀治郎¹、登尾 浩助²、松本 良³

*Shinsuke Aoki¹, Shinsuke Aoki¹, Kosuke Noborio², Ryo Matsumoto³

1. 明治大学院農学研究科、2. 明治大学農学部、3. 明治大学研究・知財戦略機構 ガスハイドレート研究所

1. Graduate School of Agriculture, Meiji University, 2. School of Agriculture, Meiji University, 3. Gas Hydrate Laboratory, Organization for the Strategic Laboratory of Research and Intellectual Properties, Meiji University

ガスハイドレートの賦存海域では、しばしば海底から海中に立ち上がるガスプルームが観察される。ガスハイドレートの胚胎域における海底からのガス湧出はこれまでも世界中で報告されてきた。また、このガス湧出を構成する主な物質はメタンであることも報告されている。メタンは温室効果ガスの1つであり、重要な短寿命気候汚染物質と考えられている。海底におけるイベント（原油の流出事故）や、海上の油井・ガス井が大気へ影響するとの報告もあり、ガスプルームが大気へ影響することも考えられる。そこで本研究では、ガスハイドレート賦存域において海洋大気ガス濃度を連続測定し、海上でのガス濃度分布を調査することを目的とした。表層メタンハイドレートの資源量把握のために行われた広域地形調査（7K14, 7K15）に併せて、海洋大気CH₄濃度の連続測定を行った。測定期間は2014年4月から6月、2015年5月から7月である。大気試料の採取口は船舶のコンパスデッキ（海面から8 mほど）に設置し、ポンプを用いて船内の観測室まで引き込んだ。採取したガスは波長スキャンキャビティリングダウン（WS-DRDS）方式ガスアナライザー（G2201-i, Picarro社）を用いて連続観測を行った。調査期間中は約6 knotで航走し、船舶の位置情報は船体に搭載しているGPSのデータを用いた。

広域地形調査中にガスプルームが観測される海域と、観測されない海域があった。また、プルームが観測される海域においても、観測される地点には偏りが生じていた。さらに、海域によってはプルームの観測地点近傍で大気CH₄濃度が高くなる現象も観測された。海域ごとに水深や海水温が異なることや、ガスプルームの規模により、大気中のCH₄濃度に影響が出るのではないかと考えられる。

本研究は経済産業省メタンハイドレート開発促進事業の一環として実施されたものである。

キーワード：ガスハイドレート、メタンガス、ガスプルーム

Keywords: gas hydrate, Methane gas, gas plume

ROV潜航調査で確認された日本海表層型メタンハイドレート露頭

Shallow methane hydrate outcrops discovered through ROV submersible survey in the Japan Sea

*石田 直人¹、沼波 秀樹²、松本 良¹

*Naoto Ishida¹, Hideki Numanami², Ryo Matsumoto¹

1. 明治大学研究知財戦略機構ガスハイドレート研究所、2. 東京家政学院大学家政学部家政学科

1. Gas Hydrate Research Laboratory, Organization for the Strategic Coordination, Meiji University,

2. Faculty of Home Economics, Department of Home Economics, Tokyo Kasei Gakuin University

表層メタンハイドレートは、海底近傍の細粒堆積物中に塊状の集積体として産するのが特徴である。ROV（遠隔操作水中無人探査機）を用いた日本海表層メタンハイドレート調査において、海底面に露出するメタンハイドレートが数地点において確認された。海底におけるメタンハイドレートの露出状況や周辺地形について、潜航調査映像を交えて述べる。本研究は経済産業省メタンハイドレート開発促進事業の一環として実施されたものである。

キーワード：表層メタンハイドレート、ROV、日本海

Keywords: shallow methane hydrate, ROV, Japan Sea

日本海東縁の表層ガスハイドレート域におけるハビタットマッピングによる底生生物分布（予察）
Preliminary account of benthic habitat mapping on shallow gas hydrate areas on the eastern margin of Japan Sea.

*沼波 秀樹¹、蕨 麗未²、戸丸 仁³、佐藤 幹夫⁴、松本 良²

*Hideki Numanami¹, Remi Warabi², Hitoshi Tomaru³, Mikio Satoh⁴, Ryo Matsumoto²

1.東京家政学院大学現代生活学部現代家政学科、2.明治大学研究・知財戦略機構、3.千葉大学理学部地球科学科、4.産業技術総合研究所

1.Department of Modern Home Economics, Faculty of Contemporary Human Life Science, Tokyo Kasei Gakuin University, 2. Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Properties, Meiji University, 3.Department of Earth Sciences, Chiba University, 4.National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

2015年9月9日～28日に実施したNT15-E03調査で隠岐トラフ南西部（3潜航）、隠岐トラフ南東縁（3潜航）、鳥ヶ首海脚北（1潜航）、小木南西沖（1潜航）、弾崎沖（1潜航）、鳥海礁北東（1潜航）の合計10潜航について、ROV「ハイパードルフィン」のハイビジョンカメラに撮影されているマクロベントスの種別の個体数をROVの位置が記録されている10秒間隔で計数し、同時に底質も記録して、ベントス分布と底質（メタン湧出の状態）との関係について検討する。さらにROVの位置データと底質、ベントス分布をGISに入力し、海底地形図に反映して、ハビタットマップを作成し、各海域の底生生物分布と海底環境を比較する。本研究は経済産業省メタンハイドレート開発促進事業の一環として実施されたものである。

キーワード：表層ガスハイドレート、ハビタットマッピング、底生生物

Keywords: shallow gas hydrate, habitat mapping, benthos

安定同位体比を用いたメタンハイドレート賦存海域に生息する生物群集の食物網解析
Analysis of benthic community food web at gas hydrate deposits using stable isotope analysis

*福田 朱里¹、沼波 秀樹²、鈴木 庸平³、松本 良¹

*AKARI FUKUDA¹, HIDEKI Numanami², Yohey Suzuki³, Ryo Matsumoto¹

1. 明治大学研究・知財戦略機構、2. 東京家政学院大学家政学部家政学科、3. 東京大学理学研究科地球惑星科学専攻

1. Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Properties, Meiji University, 2. Department of Home Economics, Faculty of Home Economics, Tokyo Kasei-Gakuin University, 3. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, the University of Tokyo

メタンハイドレート賦存海域の生物群集の生態系を明らかにするため、上越沖および最上トラフにおいて採取した堆積物試料および生物試料の炭素・窒素・硫黄安定同位体比の測定を行った。さらに、食物網の解析およびハイドレート賦存域の底層水において炭素と硫黄の物質循環について考察を行った。

2013年9月と2014年10月にハイドレート賦存域とメタン湧出域ではないレファレンスサイトにおいて、スラープガンやクマデを用いて底生生物をサンプリングした。また、MBARI採泥器を用いて表層0~2.5, 2.5~5 cmの堆積物試料のサンプリングを行った。大型底生生物試料は船上で解剖し、分析まで冷凍保存した。小型底生生物試料はふるいにかけて冷凍保存した。研究室に持ち帰った試料は、凍結乾燥により粉末状にした。塩酸溶液により無機炭酸を除去し水酸化ナトリウムで中和した後、同位体比質量分析計 (Flash 2000/Delta V IRMS, Thermo Scientific社) により炭素および窒素の安定同位体比の測定を行った。硫黄安定同位体比は、乾燥した生物試料と酢酸亜鉛と塩化バリウム溶液で生成した沈殿物をろ過したサンプルを用いて同様に測定を行った。

その結果、ベニズワイガニとノロゲンゲ、ホッコクアカエビ、ヨコエビは、メタン湧出の影響のないレファレンスサイトとメタンハイドレート賦存海域のシープサイトの両サイトで採取したが、その炭素・窒素安定同位体比の値に有意な違いはなかった。ベニズワイガニらは、メタンシープ周辺に生息する個体においても主に光合成由来の炭素や海水由来の硫黄に依存していることが示された。一方、化学合成細菌由来の炭素や硫黄を利用しているキヌタレガイやヒゲムシなどの底生生物の存在も示された。

本研究は経済産業省のメタンハイドレート開発促進事業の一環として実施されたものである。

キーワード：メタンハイドレート、底生生物、食物網、安定同位体比

Keywords: methane hydrate, benthic fauna, food web, Stable isotope signatures

表層型メタンハイドレート広域調査で得られた日本海及び北海道周辺海盆域の海底地形
Detailed Topographic survey on basin areas of the Japan Sea and around Hokkaido

*佐藤 幹夫¹、大井 剛志²、弘松 峰男³、松本 良²

*Mikio Satoh¹, Takeshi Oi², Mineo Hiromatsu³, Ryo Matsumoto²

1.産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門、2.明治大学 研究・知財戦略機構、3.海洋研究開発機構 地球情報基盤センター

1.Institute for Geo-Resources and Environment, Geological Survey of Japan, AIST, 2.Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Properties, Meiji University, 3.Center for Earth Information Science and Technology, JAMSTEC

表層型メタンハイドレートの資源量把握のための調査の一環として、日本海及び北海道周辺の表層型メタンハイドレートの賦存が期待される海盆域で、マルチビーム測深器 (MBES) 及び表層構造探査装置 (SBP) を用いた広域地形地質調査を実施した。調査は、隠岐西方から奥尻海盆までの日本海と日高沖、十勝沖、網走沖の計10海域で、2013年43日 (7K13航海)、2014年62日 (7K14航海)、2015年75日 (7K15航海) の3航海計180日実施された (松本ほか, 2014; 松本・佐藤, 2015)。使用船舶は調査船「第七開洋丸」 (海洋エンジニアリング (株) 所有, 499トン)、使用機器は同船搭載のEM302及びTOPAS PS18 (ともにKongsberg社製) である。地形調査は、経度2分 (約3km) 間隔の南北測線を基本とし適宜補測線を追加、船速6~7ノット、最大スワス角度は片舷75度、最大スワス幅は片舷1800mを基本として観測を行った。取得したデータは、データ処理ソフトウェア (Marine Discovery ver.4) でフィルター処理・ノイズ除去を行い、25mメッシュの水深グリッドデータ、等深線、後方散乱強度分布図を作成した。またSurfer 11を用いて25mメッシュデータから海底地形陰影図を作成した。これらのデータは表層型メタンハイドレートの資源量把握のための基礎データとして使用されたが、本発表では、この調査で得られたデータのうち海底地形データについて海底地形陰影図を示し、各海域について崩落崖、地滑りシート、海底谷などの海底地形の特徴を整理し、そこから読み取れる海盆埋積作用について推定を行う。

隠岐西方 (対馬海盆南東縁)、隠岐トラフ、隠岐北東方 (大和海盆南西端) では、陸側斜面部に見られる崩落崖とその下部に位置する海盆底の地滑りシートのセットが多く認められ、特に隠岐トラフ南西部ではトラフ底はほぼ全てが地滑りシートで埋め尽くされている。一部海域の斜面上部には、円弧滑りに伴う溝状地形が認められる。一方、隠岐トラフ北東部では、南東縁の斜面では崩落崖とスライドシートのセットが分布するが、その他のトラフ底の地形は平坦で、半遠洋性堆積物による埋積が示唆される。これらの海盆では顕著な海底谷が存在しない、陸側斜面上部で構造的隆起が認められる、泥質堆積物が卓越するという共通の特徴が見られる。富山トラフでは、中央部に富山深海長谷によるchannel-levee systemが発達し、その外側には平坦なトラフ底が広がっている。また海域南東部には、烏ヶ首海脚、海鷹海脚、上越海丘などの構造的高まりの雁行配列が認められる。最上トラフは、烏海礁 (とりみぐり) より南の南部と北の中部、男鹿半島西方の北部に分けられるが、中部から北部には最上深海長谷が南から北に断続的に続いている。また、烏海礁などの地形的高まりの雁行配列が認められ、これらはテクトニックインバージョンにより形成された背斜構造と考えられている (岡村ほか, 1996a,b)。富山トラフの上越沖や佐渡西方、最上トラフの陸側斜面では崩落崖とスライドシートのセットからなる海底地滑り地形が認められるが、両海域ともトラフ内で卓越しているわけではない。西津軽海盆及び奥尻海盆は、海盆南または北の海底谷と平坦な海盆底で特徴づけられ、海底面からの反射強度は他の海域と比べ強く、海底谷起源のタービダイトが卓越していることが示唆される。日高トラフでは、西側斜面 (下北~渡島東方) 及び北東側斜面 (日高沖) で崩落崖とスライドシートのセットからなる海底地滑り地形が認められ、トラフ底の埋積に重要な役割を果たしていると考えられる。網走沖では、海域西側の北見大和堆と東側の知床半島の間には北側の千島海盆の深海盆が南に向かって湾入したような形状をしており、海域西部には網走海底谷と斜里海底谷が南から北に流れ、海域東部には高まりが南北方向に伸びている。両海底谷の間には南北方向の細長い海脚状地形が複数認められる。

本研究は経済産業省メタンハイドレート開発促進事業の一環として実施されたものである。

文献:

岡村行信・森尻理恵・土屋信之・佐藤幹夫（1996a） 粟島周辺海底地質図，海洋地質図47，地質調査所．

岡村行信・森尻理恵・佐藤幹夫（1996b） 秋田西方海底地質図，海洋地質図48，地質調査所．

松本 良・弘松峰男・青木伸輔・柳本 裕・佐藤幹夫・中嶋 健（2014） 広域地形地質調査：ガスチムニーの広域マッピング，表層メタンハイドレート・フォーラム 表層メタンハイドレートの資源化を目指して，3-1．

松本 良・佐藤幹夫（2015） 広域調査7K14報告：ガスチムニー構造のタイプと分類について，表層メタンハイドレート・フォーラム2014 資源量評価・2年目の成果，02．

キーワード：海底地形図、海底地滑り、海底谷

Keywords: marine topographic map, submarine slide, submarine channel

日本海東縁に分布する海底下砂質堆積物薄層の堆積環境および初期続成作用

Sedimentary Environment and Early Diagenesis of Thin Sandy Sediment Layers below Sea Floor in the Eastern Margin of Japan Sea

*内田 隆¹、坂井 啓貴¹、堀内 瀬奈¹、松本 良²

*Takashi Uchida¹, Hiroki Sakai¹, Sena Horiuchi¹, Ryo Matsumoto²

1.秋田大学大学院工学資源学研究科、2.明治大学研究知財戦略機構

1.Akita University Faculty of Engineering and Resource Science, 2.Meiji University

2010年に実施したマリオン航海（MD179）で採取した泥質堆積物について、初期続成作用を把握するために孔隙率と孔径分布を測定しそれらの深度変化を検討した。さらに、2014年の白嶺航海（HR14）および2015年のポセイドン航海（PS15）で採取されたコア試料についても、孔隙率と孔径分布を測定し同様の検討を行った。これらの堆積物は暗緑灰色～オリーブグレイの色を呈するシルト～粘土サイズ堆積物を主体とし、しばしば砂薄層およびラミナが夾在する。顕微鏡観察の結果、石英や長石などの碎屑粒子のほかに#3304（海鷹海脚中央）と#3299（海方海脚東方）のコア試料に有孔虫（大きさ0.2～0.4mm）が確認できた。また、いずれのコア試料でも珪藻およびその破片が多いことが確認できた。珪藻は、形が保持されたものもあったが、多くが破片状のものであった。#3299（海鷹海脚東方）、#3304（海鷹海脚中央）および#3317（上越海丘南方）のコア試料では、極細粒の砂質堆積物が確認できた。また、各サイトおよび深度の大きな変化はないが、珪藻やフランボイダル黄鉄鉱が特徴的に産している。孔隙率測定では、ほとんどのコア試料で孔隙率は深度が深くなるにつれて、やや減少あるいは大きな変化が見られないといった結果が多い中で、#3304とHR14、PS15の一部のコアなどにおいては深度につれて孔隙率がやや増加する傾向が認められた。これは、珪藻の形状と含有量の影響が大きいと思われる。また、夾在する砂薄層およびラミナについて、これらを構成する砂粒の種類と含有量を分析し、粗粒堆積物の堆積環境および供給源について検討中である。

本研究は、経済産業省メタンハイドレート開発促進事業の一環として実施されたものである。

日本海東縁のガスハイドレート胚胎海域における堆積速度の特徴

Characteristics of sedimentation rates around hydrate seep area in the eastern part of Japan Sea

*大井 剛志¹、秋葉 文雄²、松本 良¹

*Takeshi Oi¹, Fumio Akiba², Ryo Matsumoto¹

1.明治大学 研究知財戦略機構、2.有限会社 珪藻ミニラボ

1.Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Properties, Meiji University, 2.Diatom Minilabo Akiba Company Limited

背景

日本海東縁に分布するメタンハイドレート胚胎海域上で採取されたコア堆積物では、ハイドレートやカーボネイトなどが含まれることで堆積層序比較に有効なTL層が認定しづらく、堆積年代の予測が難しい。大井ほか(2015MS)により、飛鳥西方海域最上トラフでのハイドレートを介在するコアとリファレンスコアに認められる明瞭な堆積年代の違いがハイドレートの成長による周辺の堆積物を押し広げたことにあると予察した。

研究目的

本研究では、2015年8月～10月にかけて実施された掘削航海において、上越市沖海鷹海脚および隠岐トラフに分布するメタンハイドレート胚胎海域で集中掘削された長さ数十mの堆積物コアの年代層序を、①放射性炭素年代、②珪藻化石による推定年代によるイベント年代の2つの指標から明らかにした。さらに、昨年度の最上トラフで採取された約60mの長尺コア(大井ほか, 2015)と堆積速度の変遷について比較検討する。

手法

放射性炭素同位体(¹⁴C)年代測定には、船上でサンプリングした貝殻片や植物片および泥質堆積物から抽出した浮遊性有孔虫殻10mg分(約1000個体)を使用した。各試料の測定では、塩酸や超純水で汚染部を除去後、(株)加速器分析研究所所有の¹⁴C-AMS専用装置(NEC社製)でシュウ酸(HOx II)を標準試料とし、 $\delta^{13}\text{C}$ 補正と年代校正を行った(Reimer et al. 2013; Bronk Ramsey 2009)。珪藻化石分析には、海底コア中の泥質試料と塊状～層状のハイドレートに含まれる泥質部を用いた未処理散布スライド(秋葉ほか, 1982)を使用した。化石帯の認定は、北太平洋地域で広域に適用される標準層序区分のYanagisawa and Akiba (1989)と日本海の上第四系層序区分の秋葉ほか(2014)に従った。

考察

2015年度掘削調査で採取した試料より30個の¹⁴C年代測定が実施され、コア上位の堆積速度を推定した。その結果、上越沖海鷹海脚(28-47cm/kyr)では隠岐トラフ(11-19cm/kyr)や先行研究の最上トラフ飛鳥西方海域(約20cm/kyr; 大井ほか, 2015)に比べて、過去50kaで平均して2~3倍の堆積速度を有することが判明した。これらの違いは陸からの距離の差に関係していると推測される。珪藻化石の*Proboscia curvirostris*の絶滅層準が示す標準的な層序区分面(30万年前)を各コアで追跡した結果、隠岐からは複数のコアの20-25mbsfに認められたのに対し、堆積速度の速い海鷹海脚からは約88mbsfだった。最上トラフでは約42mbsfであったため堆積速度の遅い隠岐トラフと速い海鷹海脚という特徴が顕著に表れている。本発表では、メタンハイドレートを含むその他のコアについての年代層序についても議論する。なお、本調査研究は経済産業省のメタンハイドレート資源開発促進事業の一環として実施されたものである。

引用文献

秋葉ほか, 2014. 石油技術協会誌. 79,130-139. 秋葉ほか, 1982. 地調月報, 33, 215-239. Bronk Ramsey C. 2009. Radiocarbon 51(1),337-360. 大井ほか, 2015. 堆積学会, つくば大会. Reimer P.J. et al. 2013. Radiocarbon 55(4):1869-1887. Yanagisawa, Y. and Akiba, F., 1998. Jour. Geol. Soc. Japan, 104, 395-414.

キーワード: メタンハイドレート、堆積年代、微化石

Keywords: methane hydrate, sediment age, microfossils

Ecology and stable isotope composition of benthic foraminifera associated with cold seeps on the Hidaka Trough, northwestern Pacific

*Mahsa Saeidi Ortakand¹, Ryo Matsumoto¹

1.Meiji Univ.

Benthic foraminifera at cold seeps on the Hidaka Trough, northwestern Pacific were studied to investigate the effects of methane on the geochemistry and faunal characteristics of benthic foraminifera assemblages and to discuss potential applications of foraminifera for reconstruction of methane release in the past and present. Sediment cores for this research were collected from eight chimney sites and one reference site with gravity corer in July 2015. Calcareous forms dominate benthic assemblages, accounting for 90 percent or more of the benthic populations for most samples. Results from Rose Bengal staining method indicate that certain species inhabit seep sites in the study area. *Rutherfordoides cornuta*, which is related to high methane gas content of the sediments and reported as methanophilic taxa from methane seepages at Sagami Bay (Akimoto et al., 1994; Kitazato, 1996), found alive (cytoplasm containing specimens) within surface sediments at four chimney sites in our study area including cores at the center of chimney. Other calcareous foraminiferal assemblages associated with chimney sites were typically infaunal species including *Brizalina pacifica*, *Bolivina spissa*, *Chilostomellina fimbriata*, *Globobulimina auriculata*, *Nonionella globosa*, *Nonionella stella*, *Stainforthia fusiformis*, and *Uvigerina akitaensis*, which can inhabit below water-interface and are also abundant in organic-rich oxygen-depleted environments. Geochemical analyses of living (stained) benthic foraminifera in our research sites doesn't show highly negative $\delta^{13}\text{C}$ values comparable to those fossil (unstained) benthic foraminifera that are reported from seep sites such as the Gulf of Mexico (Sen Gupta and Aharon, 1994) or Monterey Bay (Martin et al., 1999); however differences in $\delta^{13}\text{C}$ values for living benthic foraminifera of a given species were observed within a single core or between cores at chimney sites, which are unusual. For instance chimney site cores contain live specimens of *B. spissa* with $\delta^{13}\text{C}$ values ranging from -0.43‰ to -1.07‰, -0.71‰ to -1.97‰, and -0.37‰ to -0.94‰, respectively. In contrast, at reference core the $\delta^{13}\text{C}$ composition of *B. spissa* varies little and remains approximately constant around -0.70‰ over the length of the core. Variable carbon isotope values are also evident in other species such as *U. akitaensis*. These results suggest that $\delta^{13}\text{C}$ values of foraminifera tests are influenced by methane seepage and different pore-water chemistry. Therefore, variations in isotopic composition can suggest temporal variations in seep activities and the differences in carbon isotope values will be expect to increase with the activity of the seeps. A good comprehending on ecology and stable isotope composition of modern benthic foraminifera at cold seeps may help identify paleo-seeps and will enhance our knowledge of climatic and oceanographic changes. This study was conducted as a part of the shallow methane hydrate exploration project of METI.

Keywords: Benthic foraminifera, Cold seeps, Hidaka Trough, Methanophilic taxa, Northwestern Pacific, Stable isotopes

表層型メタンハイドレートに伴う炭酸塩コンクリーションの組成と生成年代
Isotopic composition and U-Th age of methane derived authigenic carbonates

*松本 良¹、蛭田 明宏¹、柿崎 喜宏¹

*Ryo Matsumoto¹, Akihiro Hiruta¹, Yoshihiro Kakizaki¹

1. 明治大学研究知財戦略機構

1. Organization for the Strategic Laboratory of Research and Intellectual Properties, Meiji University

表層型メタンハイドレートが炭酸塩コンクリーションを伴うことは良く知られている。これは表層付近においてメタンが海水中の硫酸によって酸化されアルカリ度を上昇させるAOM反応によるものであり、海底下数m~10数mのSMT深度付近で活発に反応すると考えられている。日本海東縁の表層型メタンハイドレート分布域のコンクリーションの大きさは数mm未満から数10cm、時に数m以上のものも珍しくない。高Mgカルサイト、アラゴナイトあるいはそれらの混合物からなる事が多い。酸素同位体組成の特徴から高Mgカルサイトは酸素同位体比が海水よりやや軽い間隙水から、アラゴナイトはやや重い間隙水から生成したと推定されるが、生成温度が明らかでないので間隙水の進化については更なる検討を要する。炭酸塩の出現頻度は海底付近でのAOM強度つまりメタンフラックス強度を反映しており、炭酸塩コンクリーションの出現頻度から過去のメタンフラックスの強度変動を復元する事が出来る。本研究では炭酸塩鉱物中のU-Th放射非平衡年代法で炭酸塩生成年代を決定することとした。日本海における先行研究(渡辺・中井、2006; 山王ほか、2008MS; 鈴木ほか、2010MS)により、海底付近で採取されたコンクリーションの年代は2万年付近に集中することが分かっており最終氷期の海水準低下との関係が議論されている。本研究では、コアリング掘削で得られた浅部から深部までの炭酸塩コンクリーションの生成年代を決める事により、日本海の表層型メタンハイドレート形成に関わる時間制約を得ることが期待される。なお、本研究は、経済産業省メタンハイドレート開発促進事業の一環として実施されたものである。発表許可に対して謝意を表したい。

Y. Watanabe, S. Nakai, R. Matsumoto, A. Hiruta, K. Yoshida, U-Th dating of carbonate nodules from methane seeps off Joetsu, Eastern Margin of Japan Sea, Earth and Planetary Science Letters, vol. 272, pp. 89-96. 2008.

山王梨紗., 2008MS. 修士論文, 東京大学地球惑星科学専攻

鈴木麻希., 2008MS. 修士論文, 東京大学地球惑星科学専攻

キーワード: メタン誘導自生炭酸塩、表層型メタンハイドレート、U-Th 放射非平衡年代

Keywords: MDAC methane derived authigenic carbonates, shallow gas hydrates, U-Th isotopic disequilibrium

上越沖・海鷹海脚から産出した炭酸塩ノジュールの炭素・酸素・ストロンチウムの同位体組成
Isotopic compositions of Carbon, Oxygen, and Strontium in authigenic carbonates from
Umitaka Spur, off-Joetsu, southeast of Japan Sea

*柿崎 喜宏¹、石川 剛志²、川合 達也³、蛭田 明宏¹、松本 良¹

*Yoshihiro Kakizaki¹, Tsuyoshi Ishikawa², Tatsuya Kawai³, Akihiro Hiruta¹, Ryo Matsumoto¹

1. 明治大学 研究知財戦略機構 ガスハイドレート研究所、2. 海洋研究開発機構 高知コア研究所、3. マリン・ワーク・ジャパン 海洋地球科学部

1. Gas Hydrate Research Laboratory, Organization for Strategic Coordination, Meiji University,
2. Kochi Institute for Core Sample Research, JAMSTEC, 3. Department of Marine & Earth Sciences,
Marine Works Japan Ltd.

日本海のカスハイドレート胚胎域の堆積物からは、メタンの嫌氣的酸化によって形成された炭酸塩ノジュールが産出する。本発表では、上越沖の海鷹海脚から採取された炭酸塩ノジュールの炭素・酸素の同位体比、およびストロンチウム(Sr)の同位体比について報告する。

海鷹海脚の炭酸塩ノジュールの炭素同位体比は上越海丘、飛島西方沖の値よりも高く、その値域は熱分解由来のメタンの炭素同位体比の値域(Bernard et al., 1978)に相当する。一方、海鷹海脚の炭酸塩ノジュールの酸素同位体比は上越海丘、飛島西方沖の値とほぼ一致しており、大きな差は見られない。

炭酸塩ノジュールのSr同位体比は浅部では現在の上越沖の表層海水と同じ値を示し、深部のSr同位体比ほど低い傾向にある。その傾向は第四紀の汎世界的な海水中的Sr同位体比の変動傾向(Farrell et al., 1996)とほぼ一致する。このことから、炭酸塩ノジュールのSr同位体比は形成当時の海水のSr同位体比を反映していると判断される。一方、間隙水のSr同位体比は炭酸塩ノジュールに比べて一律に低い値を示しており、このことは間隙水が続成作用によって軽いSrを取り込んでいる可能性を示唆する。

謝辞：本研究は経済産業省メタンハイドレート開発促進事業の一環として実施されたものである。ストロンチウム同位体比の分析はJAMSTECの外来研究員制度を利用して、高知コアセンターにて実施された。ここに記して感謝する。

キーワード：炭酸塩ノジュール、表層型ガスハイドレート、日本海

Keywords: authigenic carbonates, shallow gas hydrate, Japan Sea

北海道日高沖における間隙水、溶存ガス、堆積物の地球化学特性

Geochemistry of pore water, dissolved gas, and sediment from offshore Hidaka area, Hokkaido

*中島 亮佑¹、戸丸 仁¹、松本 良²、本多 祐樹¹

*Ryousuke Nakajima¹, Hitoshi Tomaru¹, Ryo Matsumoto², Yuki Honda¹

1. 千葉大学大学院理学研究科、2. 明治大学研究知財戦略機構

1.Chiba University, 2.Meiji University

北海道日高沖では海底面近傍に上越沖と同様にガスチムニーや後方散乱の強反射が確認されており、海底への卓越したメタン供給量によって特徴づけられる地形が発達している。本研究では7K14および7K15航海で日高沖の海域でガスチムニー周辺のほか海盆斜面部からグラビティコアラで採取した堆積物および堆積物中の間隙水と溶存ガス濃度を測定し、主にメタンを中心とする反応に着目し、海底面近傍での海底環境とガスハイドレートの形成可能性について検証した。回収した堆積物にはガスハイドレートは含まれていなかったが、硫酸イオン濃度は嫌氣的メタン酸化により浅部で急激に濃度が低下していると同時に、メタン濃度も高く、それらの濃度勾配から見積もられるメタン供給量は海鷹海脚や上越海丘の頂部に匹敵することが明らかになった。また、ガス湧出が見られる海底では炭酸塩が生成しやすいが、日高沖の堆積物の多くからはほとんど検出されず、海域によって表層堆積物中の化学的な環境が大きく異なっていることが示唆された。

本研究は経済産業省メタンハイドレート開発促進事業の一環として実施されたものである。

最上トラフ海底に発達するガスチムニー中の間隙水溶存ガスの地球化学的特徴

Geochemistry of dissolved gas around gas chimney structures in the Mogami Trough, Japan

*亀田 凌平¹、廣瀬 奈津美¹、戸丸 仁¹、松本 良²*Ryohei Kameda¹, Hirose Natsumi¹, Hitoshi Tomaru¹, Ryo Matsumoto²

1.千葉大学大学院理学研究科、2.明治大学研究知財戦略機構

1.Faculty of Science, Chiba University, 2.Organization for the Strategic Laboratory of Research and Intellectual Properties, Meiji University

最上トラフの海底に発達するマウンドやポックマーク、表層型ガスハイドレートを伴うガスチムニー上とその周辺部で採取した海底堆積物中の溶存ガス濃度や炭素安定同位体比を測定し、その組成がガスチムニーからの水平距離に応じてどのように変化するのか、ガスチムニーの構造をガスの地球化学的特徴から考察した。

メタン・エタン濃度、メタン/エタン比、メタンの炭素同位体比にはガスチムニーからの水平距離に応じて変化しており、ガスチムニー中心部に近づくほど浅部でメタン・エタン濃度は高くなり、メタン/エタン比は大きくなった。これはガスチムニーに近いほど深部からのガス（エタン）の供給量が多くなると同時に、硫酸還元帯が浅化し、浅部でのメタン生成菌による微生物起源ガス（メタン）の相対的な寄与が大きくなったためである。炭素同位体比はガスチムニー中心部ほど大きくなることから、ガスチムニーを中心に熱分解起源ガスが供給されていることが明らかになった。また、マウンドを伴うガスチムニーではポックマークを伴うガスチムニーに比べて浅部でメタン濃度が高く、ガスチムニー活動の強度が地形にも反映されうることを示唆する。

最上トラフにおけるガスチムニーの分布と堆積物間隙水の地球化学

Geochemistry of pore waters around gas chimney structures in the Mogami Trough, Japan

*廣瀬 奈津美¹、亀田 凌平¹、戸丸 仁¹、松本 良²

*Natsumi Hirose¹, Ryohei Kameda¹, Hitoshi Tomaru¹, Ryo Matsumoto²

1.千葉大学大学院理学研究科、2.明治大学研究知財戦略機構

1.Department of Science, Chiba University, 2.Organization for the Strategic Laboratory of Research and Intellectual Properties, Meiji University

日本海東縁に分布する表層型ガスハイドレートはガスチムニー構造を伴って発達することが多く、ガスハイドレートの探査だけでなく、ガスハイドレートの分布や賦存状態を解明するためにも、ガスチムニー内部のガスや間隙水の化学的な構造を解明することは重要である。本研究では、最上トラフにおけるガスチムニー直上とその周囲の堆積物間隙水の化学分析を行い、ガスチムニー内の間隙水の地球化学的特徴をあきらかにするとともに、その特徴がガスチムニーの周辺でどのように変化していくのかを、ガスチムニーからの距離と化学成分の比較を行い定量的に明らかにすることを目的とした。ガスチムニーからの距離とアルカリ度の濃度勾配およびSMI深度の変化には強い相関が見られ、ガスチムニー直上または内側から遠ざかるほどに減少した。また、ガスに富む流体の影響がおよぶ範囲はガスチムニーの規模によって異なり、同じ最上トラフ内でもガスチムニーの活動度が海域によって異なることが明らかになった。

キーワード：ガスハイドレート、ガスチムニー

Keywords: Gas Hydrate, Gas chimney

対馬海盆東縁および隠岐トラフにおける海水・間隙水の地球化学

Geochemistry of seawater and interstitial water from Tsushima Basin and Oki Trough, Japan

*本多 祐樹¹、戸丸 仁¹、尾張 聡子¹、松本 良²*Yuki Honda¹, Hitoshi Tomaru¹, Satoko Owari¹, Ryo Matsumoto²

1.千葉大学大学院理学研究科、2.明治大学研究知財戦略機構

1.Chiba University, 2.Meiji University

The characteristic seafloor topography associated with gas hydrates in shallow sediments was reported in the seafloor of the SE margin of Tsushima Basin and Oki Trough, Japan. Interstitial water and seawater collected from these areas during the UT14 cruise were analyzed for characterizing the fluid geochemistry responsible for methane migration toward the seafloor and formation of hydrates. In the eastern margin of Tsushima Basin, high concentrations of sulfate and alkalinity in interstitial water reflect very shallow SMI depths (~1.7mbsf), strong methane fluxes, and methane generation due to the decomposition of organic matters in shallow sediments. The low concentrations of silicate dissolved in seawater indicate that the buried old organic matters are responsible for the formation and distribution of gas hydrates near the seafloor.

日本海海鷹海脚ガスハイドレート胚胎域における間隙水の時系列変動解析

Time-series analysis of pore water from shallow gas hydrate area on the Umitaka Spur,
Japan Sea

*尾張 聡子¹、戸丸 仁¹、松本 良²

*Satoko Owari¹, Hitoshi Tomaru¹, Ryo Matsumoto²

1.千葉大学大学院 理学研究科、2.明治大学 ガスハイドレート研究所明治大学研究知財戦略機構

1.Chiba University, 2.Organization for the Strategic Laboratory of Research and Intellectual
Properties, Meiji University

Active gas venting (seepage) from the seafloor and outcropping of massive gas hydrate have been observed on the Umitaka Spur in the eastern margin of the Japan Sea. Submersible observation revealed that the strength and location of gas venting had changed within a few days, geochemical environment near gas venting including gas hydrate might have also changed within a short period compared to geological time scale. We have deployed a long-term osmotic fluid sampler (OsmoSampler) near the gas venting site on the Umitaka Spur from September 2013 to March 2014 (160 days, NT13-E02 and NT14-E03 cruises) and collected pore waters continuously to examine the potential changes of pore water geochemistry and the impacts on the near-surface environments.

Concentrations of dissolved ions change shortly, for 3-5 days, through the entire sampling period, which are controlled by the input of saline water from gas hydrate formation and of fresh water from gas hydrate dissociation. Gas venting was observed 10 m away from OsmoSampler, however, concentrations of methane dissolved in pore water were low during the first 20 days and occasional high methane concentrations were observed only from the 20th to 40th day. Rapid gas hydrate formation caused by high gas flux might plug the path delivering gas-rich fluids to the seafloor, contrary, the reduced gas flux (venting) caused the dissociation of gas hydrate. After the 70th day on, methane concentration was constant at low level, <1 mM, indicating that the location of gas venting had been moved due to the gas hydrate plugging. Significant concentrations of ethane during that period also indicate the gas hydrate plugging and subsequent change of major gas source from biogenic-rich to thermogenic-rich. Geochemistry of pore water has changed dynamically and shortly in response to the change of gas venting activity.

This study was conducted as a part of the shallow methane hydrate exploration project of METI.

キーワード：時系列解析、間隙水、表層型ガスハイドレート、ガス湧出

Keywords: Time-series analysis, pore water, Shallow gas hydrate, gas venting

日本海の表層型メタンハイドレート胚胎域における海水の溶存メタン濃度分布

Distribution of methane in seawater from shallow gas hydrate areas in the Japan Sea

*近田 みのり¹、戸丸 仁¹、松本 良²

*Minori Chikada¹, Hitoshi Tomaru¹, Ryo Matsumoto²

1.千葉大学理学研究科、2.明治大学研究知財戦略機構

1.Faculty of Science, Chiba University, 2.Organization for the Strategic Laboratory of Research and Intellectual Properties, Meiji University

We have analyzed the concentrations of methane dissolved in the bottom seawaters collected from shallow gas hydrate occurrences including active gas venting and the associated distribution of carbonates/bacterial mats during the NT15-E03 expedition in the Japan Sea. Methane concentrations are close to the normal bottom water level over the mud seafloor, however, they increase typically near the gas venting, carbonate, and bacterial mat sites; gas venting had only been active during the formation of carbonates and bacterial mats. Contrary, the number of benthos does not correlate with the concentration of dissolved methane, it probably reflects the location and seafloor condition, not the present concentration of methane. The concentration of methane rapidly decreases with shallowing depth due to the oxidation and diffusion of methane ejected from the seafloor in water column, reaching normal seawater level at the intermediate depth. Environmental impacts of the gas venting, possibly gas explosion on the seafloor, are very limited near the seafloor. This study was conducted as a part of the shallow methane hydrate exploration project of METI.

オホーツク海網走沖の天然ガスハイドレートの特徴

Characteristics of natural gas hydrate retrieved off Abashiri, the Sea of Okhotsk

*八久保 晶弘¹、竹谷 敏²、小西 正朗¹、坂上 寛敏¹、山崎 新太郎¹、南 尚嗣¹、山下 聡¹、高橋 信夫¹、庄子 仁¹*Akihiro Hachikubo¹, Satoshi Takeya², Masaaki Konishi¹, Hirotohi Sakagami¹, Shintaro Yamasaki¹, Hirotsugu Minami¹, Satoshi Yamashita¹, Nobuo Takahashi¹, Hitoshi Shoji¹

1.北見工業大学、2.産業技術総合研究所

1.Kitami Institute of Technology, 2.National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

In the area of southwestern margin of the Sea of Okhotsk, an existence of natural gas hydrate has been expected using seismic data. Yamamoto et al. (2002) suggested existence of natural gas hydrate off Shiretoko, the Sea of Okhotsk, by a long piston coring. Recovery of sediment core for gas hydrate started in the cruise of TK11 in 2011 in the framework of joint research between Kitami Institute of Technology and University of Tokyo, and obtained gas-rich sediment cores off Abshiri. Gas hydrate crystals were first retrieved in the cruise of UT12 (T/S Umitaka-Maru) in 2012. New hydrate-bearing sites were also discovered in the cruise of NT13-20 (R/V Natsushima in 2013). We planned operations using T/S Oshoro-Maru, and obtained sediment cores and gas hydrates at this area in the cruise of OS249 (2012), OS263 (2013), and C020 (2015).

Gas hydrate crystals were obtained and stored in liquid nitrogen for Raman spectroscopic analysis and calorimetry. Samples of hydrate-bound gas were obtained onboard and stored in 5-mL vials, and sediment gas were also obtained using a headspace gas method. We measured molecular and stable isotope compositions of these samples. We summarized the results as follows:

- 1) Gas hydrates belong to the cubic structure I, containing methane (more than 99%) and hydrogen sulfide (less than 1%). C1/C2+ ranges from 5,500 to 5,800.
- 2) Hydration number is estimated as 6.03 ± 0.04 , agrees well with 6.04 ± 0.03 for synthetic methane hydrate (Sum et al., 1997).
- 3) Dissociation heat from hydrate to gas and water is estimated as 55.1 ± 0.3 [kJ/mol], agrees well with 54.19 ± 0.28 [kJ/mol] for synthetic methane hydrate (Handa, 1986).
- 4) Hydrate-bound gas is of microbial origin according to C1/C2+ and stable isotopes of hydrocarbons, however, $\delta^{13}\text{C}$ of ethane seems relatively large.
- 5) Gas hydrate in the NT13-20 PC06 core contains trace amount of ethane (several ppm), whereas that in the NT13-20 PC02 core contains about 100ppm of ethane.
- 6) SMI (sulfate-methane interface) depth of the sediment cores are less than 1m, indicating high methane flux off Abashiri.

We appreciate the support of the crew onboard R/V Natsushima during the NT13-20 cruise, and T/S Oshoro-Maru during the cruises of OS249, OS263, and C020. This study was supported by the Grant-in-Aid for Scientific Research (B) 25289142 and 26303021 of the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS).

Handa (1986) Compositions, enthalpies of dissociation, and heat capacities in the range 85 to 270 K for clathrate hydrate of methane, ethane, and propane, and enthalpy of dissociation of isobutane hydrate, as determined by a heat-flow calorimeter. J Chem Thermodyn 18: 915-921.

Sum et al. (1997) Measurement of clathrate hydrates via Raman spectroscopy. J Phys Chem B 101: 7371-7377.

キーワード：ハイドレート、オホーツク海、安定同位体

Keywords: hydrate, the Sea of Okhotsk, stable isotope

結晶構造II型のメタン・エタン混合ガスハイドレート生成時におけるエタン安定同位体分別

Isotopic fractionation of ethane at the formation of sII gas hydrate composed of methane and ethane

*太田 有香¹、八久保 晶弘¹、竹谷 敏²

*Yuka Oota¹, Akihiro Hachikubo¹, Satoshi Takeya²

1.北見工業大学環境・エネルギー研究推進センター、2.産業技術総合研究所

1.Environmental and Energy Resources Research Center, Kitami Institute of Technology, 2.National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

Methane and ethane mixed-gas hydrate of the cubic structure II exists at the central and southern Baikal Basin. We found "double structure gas hydrate" composed of the structure I and II in a same sediment core. The structure II gas hydrate contained 13-15% of ethane, on the contrary, the structure I has only several % of ethane. Subramanian et al. (2000a; 2000b) reported that a structure II forms in appropriate gas composition of methane and ethane. Hachikubo et al. (2009) showed that δD of hydrate-bound ethane in the structure II is smaller than that in the structure I, whereas $\delta^{13}C$ of methane and ethane, and δD of methane are the same between the structure I and II. It has been unknown how the structure II concentrates light ethane in δD (hydrogen isotope).

In this study, synthetic mixed-gas (methane and ethane) hydrates were formed and checked isotopic fractionation between phases of hydrate and residual gas. We made a hydrate sample from methane and ethane mixed-gas (85% C1; 15% C2) in a pressure chamber (volume: 120 mL). Before the retrieval of gas hydrate sample, residual gas was also sampled. We measured isotopic compositions (^{13}C and D) of methane and ethane using CF-IRMS. Crystallographic structure of gas hydrate was determined using a Raman spectrometer.

The Raman spectra of C-C stretching mode of ethane in hydrate phase indicated that the sample belonged to structure II. δD of hydrate-bound ethane was several permil smaller than that of residual ethane, similar to the behavior of methane δD in the structure I. Although the mechanism of ethane fractionation at the formation process of the structure II is not fully understood, the results agree with the observation at the Kukuy K-2 mud volcano reported by Hachikubo et al. (2009).

Hachikubo et al. (2009) Model of formation of double structure gas hydrates in Lake Baikal based on isotopic data. *Geophys Res Lett* 36: L18504. doi:10.1029/2009GL039805

Subramanian et al. (2000a) Evidence of structure II hydrate formation from methane + ethane mixtures. *Chem Eng Sci* 55: 1981-1999. doi:10.1016/S0009-2509(99)00389-9

Subramanian et al. (2000b) Structural transitions in methane + ethane gas hydrates - part I: upper transition point and applications.

Chem Eng Sci 55: 5763-5771. doi:10.1016/S0009-2509(00)00162-7

キーワード：ガスハイドレート、安定同位体、エタン、バイカル湖

Keywords: gas hydrate, stable isotope, ethane, Lake Baikal

バイカル湖天然ガスハイドレートの水和数の圧力依存性

Effect of water depth on hydration number of natural gas hydrate in Lake Baikal

*太田 有香¹、八久保 晶弘¹、Khlystov Oleg²、Kalmychkov Gennadiy³、De Batist Marc⁴、坂上 寛敏¹、南 尚嗣¹、山下 聡¹、高橋 信夫¹、庄子 仁¹

*Yuka Oota¹, Akihiro Hachikubo¹, Oleg Khlystov², Gennadiy Kalmychkov³, Marc De Batist⁴, Hirotooshi Sakagami¹, Hirotsugu Minami¹, Satoshi Yamashita¹, Nobuo Takahashi¹, Hitoshi Shoji¹

1.北見工業大学、2.ロシア科学アカデミー陸水学研究所、3.ロシア科学アカデミー地球化学研究所、4.ゲント大学

1.Kitami Institute of Technology, 2.Limnological Institute, SB RAS, 3.Vinogradov Institute of Geochemistry, SB RAS, 4.Ghent University

Natural gas hydrates exist under the deep sea/lake or permafrost are considered to be a potential natural gas resource. Hydration number "n" of methane hydrate ($\text{CH}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) decides the amount of methane in an unit volume/weight of crystal. In the case of ideal full-occupation of hydrate cages, the value of hydration number is 5.75 (Sloan and Koh, 2008). However, researchers have reported that the hydration number is around 6, because small amount of empty cages decrease the free energy and stabilize the crystal. Natural gas hydrates have been retrieved from lake-bottom sediment at Lake Baikal, where the water depths ranged from 450m to 1400m, and their main gas component is methane. Hydration number may change under various pressure condition, but it has not been examined yet. In this study, we report the pressure effect on hydration number of synthetic methane hydrate and natural gas hydrate of Lake Baikal.

Methane hydrate was synthesized under the pressure range between 3 MPa to 20 MPa. Natural hydrate samples were retrieved at the southern Baikal basin (Malenky, Bolshoy, Peschanka P-2, and Goloustnoye G-1) and central Baikal basin (Kukuy K-1, K-2, K-8, K-9, K-10, and Novosibirsk). Raman spectroscopic measurements were made to assess the hydration numbers of samples. Raman spectra were obtained at 123 K in the range 2,800-3,000 cm^{-1} for the C-H stretching peaks of methane, and fitted using a Voigt function to obtain the integrated intensities of the two peaks corresponding to methane engaged in large and small cages of the cubic structure I. The cage occupancies and the hydration numbers were estimated from these peak intensities using a statistical thermodynamic model (Sum et al., 1997). Hydration number of synthetic methane hydrate decreased with pressure, from 6.05 (2.7 MPa) to 5.97 (20.9 MPa), and those of natural gas hydrate also decreased slightly with water depth.

We are grateful to the support of the crew onboard R/V Vereshchagin during the cruises in Lake Baikal (MHP project). This work was supported by funding agencies in Japan (Grant-in-Aid for Scientific Research 24404026 and 26303021 from the Japan Society for the Promotion of Science). Sloan and Koh (2008) Clathrate Hydrates of Natural Gases, 3rd ed., CRC Press: Boca Raton, FL, USA Sum et al. (1997) Measurement of clathrate hydrates via Raman spectroscopy. J Phys Chem B 101: 7371-7377.

キーワード：ハイドレート、水和数、バイカル湖、ラマン分光分析

Keywords: hydrate, hydration number, Lake Baikal, Raman spectroscopic analysis

部位試料の酸素同位体比を用いた堆積物中のガスハイドレート体積比の評価

Volume proportion of gas hydrate evaluated from oxygen isotope of water in locus sub-samples

*宮原 玲奈¹、森 大器¹、狩野 彰宏¹、尾張 聡子²、戸丸 仁²、柿崎 喜宏³、角和 善隆³、松本 良³

*Miyahara Reina¹, Taiki Mori¹, Akihiro Kano¹, Satoko Owari², Hitoshi Tomaru², Yoshihiro Kakizaki³, Yoshitaka Kakuwa³, Ryo Matsumoto³

1.九州大学大学院地球社会統合科学府、2.千葉大学、3.明治大学

1.Kyushu University Graduate School of Integrated Sciences for Global Society, 2.Chiba University, 3.Meiji University

日本近海に分布するガスハイドレートの資源量見積もりのために精力的な掘削調査が進められている。しかし、ハイドレートは低圧な船上に引き上げられると急速に分解するため、元々の資源量を見積もるのは容易ではない。そこで、コア内に見られる泥質堆積物とハイドレートの局所部位をサンプリングし、各々の酸素同位体比を測定する方法を考案した。これに加え、バルク間隙水の値と、堆積物の間隙率が得られれば、ガスハイドレートの体積比が計算出来る。

本研究は経済産業省メタンハイドレート開発促進事業の一環として実施されたものである。試料は、2015年8月～10月の期間に調査船Poseidonでの掘削航海により、隠岐沖および上越沖から回収したハイドレートと泥の混在堆積物である。船上では、なるべく速やかに泥とハイドレートの局所サンプルを各セクションから5個程度採集し、4.5 mLのガラスバイアルに入れて封入する。サンプルは冷暗所で保管し、持ち帰った後、バイアル内の大気をヘリウムで置換し、23°Cの条件で2日以上放置する。この間、泥堆積物中の間隙水から、二酸化炭素が放出し、水との間で同位体平衡が達成される。なお、ハイドレートが入ったバイアルには適量のCO₂を加える。同位体測定はHeコンフローでCO₂をGas Bench IIで分離し、Finnigan Delta Plusで行った (2SD = 0.15‰)。検討した29のセクションの結果は以下の通りである。

各セクションから採集したサブサンプル間の値のばらつきは、泥堆積物の方がハイドレートよりも大きい。これはハイドレート由来の水の滲み込みを避けることが困難なためである。コンタミが疑われるサブサンプルの結果を削除すると、泥堆積物中の間隙水の酸素同位体比は同じ層準で採集されたハイドレートの酸素同位体比よりも例外無く高かった。これはハイドレート形成時におこる同位体分別効果によるものである。ただし、2つの値の差は層準により異なり、1～4%の幅を持っており、ハイドレートの含有率の増加とともに減少する傾向が現れた。最終的には、部位毎のサブサンプル（泥堆積物、ハイドレート、バルク間隙水）の酸素同位体比の値から、28のコアセクションからハイドレートの体積比が計算された。値は概ね堆積物の産状と整合的であった。

キーワード：酸素同位体、ガスハイドレート

Keywords: Oxygen isotope, Gas hydrate

海底表層堆積物におけるメタン生成古細菌の分離とメタン関連微生物の群集構造

Isolation of methanogenic archaea and distribution of methanogenic and methanotrophic archaea in subseafloor sediment

*今城 匠¹、橋口 純平¹、小林 武志¹、今田 千秋¹、寺原 猛¹、松本 良²

*Takumi Imajo¹, Junpei Hashiguchi¹, Takeshi Kobayashi¹, Chiaki Imada¹, Takeshi Terahara¹, Ryo Matsumoto²

1.東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科、2.明治大学

1.Graduate School of Marine Science and Technology, Tokyo University of Marine Science and Technology, 2.Meiji University

Shallow gas hydrates are estimated to be buried around Japan, especially in Japan Sea. The methane trapped in those hydrates are produced by biogenic (microbial) or thermogenic system. But the relationship between shallow gas hydrates and the methanogens are yet to be confirmed. So this study focuses on isolation and diversity of methanogenic and methanotrophic archaea.

Sediment samples were collected from the subseafloor (with or without specific structure) by the MBARI push corer, during an environment assessment cruise. Samples were collected from the top, middle, bottom of the recovered sediments of each push core. The samples were stored in different temperature for the microbiological cultivation experiment and microbiological diversity analysis, respectively.

For the methanogenic archaea isolation, cultivation was carried out by enrichment culture using methanogen medium. The cultures were cultivated by 15°C and 30°C, respectively. We successfully isolated several methanogenic archaea from the surface sediment. The result of the 16S rRNA gene sequence analysis showed the isolated strains identified as one of the order of the methanogen, Methanomicrobiales.

For the methanogenic and methanotrophic archaea diversity analysis, DNA was extracted from the sediment samples, using ISOIL kit. The methane related functional gene, the *mcrA* gene of methanogenic and methanotrophic archaea was chosen as the target gene. The genes were amplified by PCR method. The PCR products were purified by FastGene Gel/PCR Extraction Kit. The purified products were analyzed by clone library method. The result of the clone library analysis indicated that specific structure of the surface of the subseafloor have specific methanogenic and methanotrophic archaea structure.

This study was conducted as a part of the shallow methane hydrate exploration project of METI.

キーワード：表層ガスハイドレート、メタン生成古細菌、メタン酸化古細菌

Keywords: shallow gas hydrate, methanogenic archaea, methanotrophic archaea

日本海東縁の表層型ガスハイドレート賦存海域における浮遊・底生生物相の次世代シーケンサーを用いた解析

Pyrosequencing of planktonic and benthic biota above the sediment-water interface in methane hydrate-bearing areas in the eastern margin of the Japan Sea

*幸塚 麻里子¹、鈴木 庸平¹

*Mariko Kouduka¹, Yohey Suzuki¹

1. 東京大学大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻

1. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo

日本海東縁の上越海盆では、海底に発達したポツツマーク付近から大量のメタンガスが湧出していることが確認されている。湧出域周辺にはバクテリアマットやベニズワイガニに代表される多様で大型の底生生物が棲息していることが確認されている。しかし、水塊と表層堆積物中に棲息する浮遊生物や底生の小型生物について、開発前のベースラインの多様性や分布について明らかにする必要がある。本研究では2013年度の調査航海で採取した海水および表層堆積物を対象に、次世代シーケンサーを用いた真核生物群集構造解析を行った。表層型ガスハイドレート賦存海域で活発なメタンの湧出やバクテリアマットをそれぞれ伴う2サイトとこれらを伴わない近傍のリファレンスサイトで生物相の比較を行った。その結果、水深~50メートルおよび~200メートルの水塊中では、渦鞭毛虫門の*Gyrodinium*属、節足動物門の*Centropages*属、放散虫の*Acanthochiasma*属などに分類される浮遊生物が検出され、生物相は互いに類似していた。しかし、水深~1000メートルの底層水中では、刺胞動物門の*Nanomia* 属や*Pantachogon* 属等に分類される浮遊生物がメタンの湧出やバクテリアマットを伴うサイトのみで検出され、リファレンスサイトとは明瞭な違いを示した。一方、表層堆積物はメタンの湧出やバクテリアマットを伴うサイトでは線形動物門の*Chromadorea*科に分類される底生生物が優占して検出されたが、構成種に関してはどのサイトも概ね類似していた。

本研究は経済産業省メタンハイドレート開発促進事業の一環として実施されたものである。

キーワード：メタンハイドレート、18S rRNA、次世代シーケンス解析、真核生物群集構造、DNA

Keywords: methane hydrate, 18S rRNA, Pyrosequencing, Eukaryotic communities, DNA

サハリン沖ガスハイドレートサイトの微生物組成解析

Investigation microbial community for gas-hydrate site off-Sakhalin Island

*阿部 潤来¹、八久保 晶弘¹、南 尚嗣¹、坂上 寛敏¹、山下 聡¹、高橋 信夫¹、庄子 仁¹、Young Jin³、Baranov Boris⁴、Obzhirov Anatoly²、小西 正朗¹

*Mizuki Abe¹、Akihiro Hachikubo¹、Hirotosugu Minami¹、Hirotoshi Sakagami¹、Satoshi Yamashita¹、Nobuo Takahashi¹、Hitoshi Shoji¹、Jin K Young³、Boris Baranov⁴、Anatoly Obzhirov²、Masaaki Konishi¹

1.北見工業大学、2.ロシア科学アカデミー極東支部 V.I.イリチヨフ太平洋海洋学研究所、3.韓国極地研究所、4.ロシア科学アカデミーP.P.シルシヨフ海洋研究所

1.Kitami Institute of Technology, 2.V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Russia, 3.Koria Polar Research Institute, Koria, 4.P.P. Shirshov Institute of Oceanology, RAS, Russia

Gas hydrates (GH) are widely spread in the sediments under the subsea floor and form at high pressure and low temperature. GH oriented gas were grouped to thermogenic and microbial gas according to composition carbohydrate gas and isotopic molecular weight of methane. The role of microbial communities in the GH sites have been already investigated by several research groups. Isotopic composition of gas hydrate is often use to determine gas derivation such as thermogenic or microbial gases. However, combination study both isotopic gas analysis and microbial diversity have not been performed at all. Recently we successfully obtained mix gas-derived GH core sediment in the western Sakhalin slope off Sakhalin Island by exploration using ultrasonic wave sonar and gravity coring, in SSGH 15 project by using Russian research vessel *Akademik M. A. Lavrentyev*. We will demonstrate that results of investigating molecular and isotropic composition of the sediment gas, sulfate and sodium compositions, and microbial composition of a GH-bearing sediment core obtained in SSGH15.

Molecular composition ratio C_1/C_2+C_3 below SMI were in the range between 116 and 225, while $d^{13}C$ and dD values of methane were in the range of -48.9 and -45.7 permil, and of -165 and -149 permil, respectively. These results indicated that the gas compose of large amount of thermogenic gas and small amount of microbial gas.

Forty two individual clones have successfully analyzed, until we submit this article. Three *Aciduliprofundum* related clones, and three *Methanobrevibacter* related clones were detected. These sequences were clustered into oceanic methanogen in the phylum *Euriarcheota*. This result implied that these archaeon generate microbial methane in the core, and may correspond to decrease isotopic ^{13}C ratio of methane and increase the C_1/C_2+C_3 ratio. Slight amount of sequence in *Crenarcheota*, which may be involved anaerobic methane oxidation (annamox). Interestingly, heterotrophic bacteria in cluster of *Dehalococcoidetes*-related *Chloroflexi*, of *Candidatus artibacteria* (named as division JS1/OP9), and of *Planctomycetes* were frequently widespread in the core. The phylum *Chloroflexi* is a lineage for which the class '*Dehalococcoidetes*' was proposed to accommodate the tetrachloroethane respiring coccus *Dehalococcoides* (1). These bacteria may contribute to decomposition of difficultly degradable organic matters accumulated on deep sea floor. *Planctomycetes* have been often detected, and widespread in methane-seep (2), but the functional characters have been unknown. Recently, *Candidatus artibacteria* have been revealed to play significant role as symbiotrophic scavenger in artificial methanogenic bioreactor, by using single cell genome analysis (3). According to the study, *artibacteria* may support methanogen and *chloroflexi* through the by-product generation such as acetate, butyrate, and H_2 . These results implied that thermogenic and microbial mixed-derived gas composition may be formed by symbiotic metabolism of those species, but not simply generated from inorganic gases such as CO_2 and H_2 by methanogen.

1)Maymo-Gatell, X., Chien Y., Gossett J. M., Zinder S. H. (1997) Isolation of bacterium that

reductively dechlorinates tetrachloroethane to ethane. *Science* 276: 1568-1571.

2) Yanagawa K., Kouduka M., Hachikubo A., Tomaru H., Suzuki Y. (2014) Distinct microbial communities thriving in gas hydrate-associated sediments from the eastern Japan Sea. *J Asia. Ear. Sci.* 90: 243-249.

3) Nobu M. K., Narihiro T., Rinke C., Kamagata Y., Tringe S. G., Woyke T. Liu W-T (2015) Microbial dark matter ecogenomics reveals complex synergistic networks in a methanogenic bioreactor. *ISME J.* 9: 1710-1722.