

北海道南部・恵山沖における天然ガスハイドレート調査 Investigation of natural gas hydrates off Mt. Esan (Southern Hokkaido)

八久保 晶弘¹, 米谷 玲惟¹, 坂上 寛敏¹, 木田 真人¹, 小西 正朗¹, 南 尚嗣¹, 山下 聡¹
Akihiro Hachikubo¹, Rei Maiya¹, Hirotoshi Sakagami¹, Masato Kida¹,
Masaaki Konishi¹, Hirotugu Minami¹, Satoshi Yamashita¹
Corresponding author: hachi@mail.kitami-it.ac.jp (A. Hachikubo)

¹ 北見工業大学

¹ Kitami Institute of Technology

北海道太平洋側の恵山沖で初めて天然ガスハイドレートが採取された。北見工業大学による 2024-2025 年の 2 ヶ年にわたる海洋調査で採取された計 15 本の海底表層堆積物コアのうち、3 本でガスハイドレート結晶の存在が確認された。結晶構造は I 型であり、包接ガス組成の 99.9% 以上がメタンであった。メタン炭素同位体比が -70 ~ -60‰ であることから、これまでに北海道周辺海域で採取されている結晶と同じく、微生物起源ガスを包接するとみられる。

1. はじめに

クラスレートハイドレート（包接水和物）は、水分子の水素結合により構成されたカゴ状構造にゲスト分子を包接した結晶である。天然ガスを包接した天然ガスハイドレートが、北海道周辺の海底堆積物中で発見・回収されている。海底下ではほぼ透明な氷状の結晶であるものの、低温・高圧で安定であるため、回収時には解離によって白濁する。天然ガスの主成分がメタンであることから、ほぼメタンハイドレートであると言えるものの、エタン・プロパンや硫化水素等の成分が結晶物性に影響する。このため、ガス組成を決定する要素としての天然ガス起源を知る必要があり、また天然ガス起源を推測するための手がかりとして、炭化水素ガスの炭素・水素安定同位体分析が重要な測定項目となっている。

北見工業大学地域循環共生研究推進センター（環境・エネルギー研究推進センターがその前身）では、2011 年から北海道周辺海域にて天然ガスハイドレート調査を継続している（図 1）。調査船に装備されている魚群探知機等を用いて海底からのガス湧出地点を特定し、海底表層堆積物コアリングを実施している。2013 年には網走沖、2020 年には十勝沖、2021 年には日高沖で、海底表層堆積物コア中に天然ガスハイドレート結晶が発見された。2024 年からは調査海域を北海道南部の恵山沖に移し、計 2 ヶ年の海洋調査が実施されている。本稿では、この海洋調査の概要およびガス分析結果について紹介する。



図 1 北海道周辺海域における海底表層型ガスハイドレート採取地点。

2. 海洋調査実習

北見工業大学の 1 年次必修科目「オホーツク地域と環境」の枠組みによる体験学習の位置付けとして、北海道大学水産学部附属練習船「おしよる丸」による 3 泊 4 日の調査航海が例年 11 月に実施されている。重力コアラを用いた海底堆積物コアの採取は、C169 航海（2024 年）では計 10 回、C185 航海（2025 年）では計 5 回実施された。夜間には約 1.3 km 間隔で航走測線を設定し、魚群探知機およびマルチビーム測深機を用いて新たなガス湧出地点を探索した。堆積物コアは船上で半割し、ハイドレート結晶があれば速やかに回収し、液体窒素温度下で保存した。結晶の一部をシ

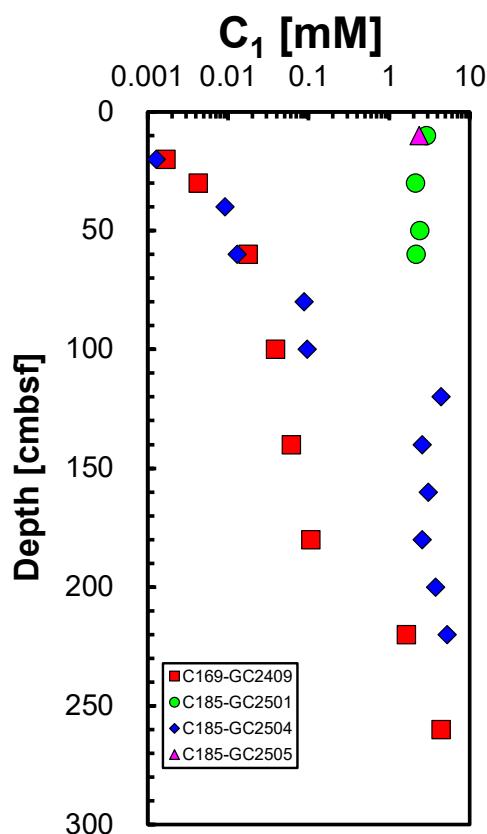


図2 海底表層堆積物中のメタン濃度。

リングに採取し、包接ガス試料としてバイアル瓶に保存した。加えて、20–40 cm おきに堆積物ガス分析用の試料を採取し、ヘッドスペースガス法によりバイアル瓶に封入した。これらの試料採取の手法については、過去の我々のグループによる方法¹⁻³⁾と同様である。

3. 測定結果

C185 航海で採取された GC2501, GC2503, GC2505 の3 コアでガスハイドレート結晶が確認された。ただし、GC2505 ではコアラー揚収時にコアキャッチャーから結晶が海面に脱落したため、試料は回収できていない。ラマン分光分析の結果、結晶構造 I 型の大小ケージにそれぞれ包接されたメタンによるラマンピークが確認された。また、硫化水素の包接も確認できた。

図1は、各堆積物コア中のメタン濃度の深度プロファイルである。ハイドレート含有コア (GC2501, GC2505) では表層の海底下 20 cm 深で既に数 mM の高濃度である。一方、GC2409 および GC2504 では海底から 1–2 m 深より深部で

メタンが高濃度であるものの、その直上では嫌氣的メタン酸化のため、急激に濃度が減少している。魚探イメージを見ながらガス湧出地点にコアラーを落としているものの、水深が 800 m 台であるため、正確に湧出口付近に刺さるわけではない。すなわち、天然ガス湧出量のローカルな差異をみていることになる。なお、嫌氣的メタン酸化により生ずる HCO_3^- と間隙水中の Ca^{2+} により炭酸塩ノジュールが生じ、堆積物コア中にも多数観察されている。

包接ガスおよび堆積物ガスの両方についてガスを分析した結果、ハイドレート含有コアではメタンに対するエタン・プロパンの割合はいずれも 0.1% 以下であり、メタンの炭素同位体比が -60‰ 台であった。このことから、堆積層の中でも比較的低温である浅層に存在するメタン生成菌がメタンを主体とするガスを作り、これが海底表層まで到達し、間隙水とこれらのガスからガスハイドレート結晶が生成すると考えられる。

【謝辞】

北海道大学附属練習船おしよる丸の関係者の皆様方にはロジスティックス面でお世話になりました。

【参考文献】

- 1) 八久保晶弘, 太田有香, 森下裕士, Khlystov, O., Kalmychikov, G., De Batist, M., 坂上寛敏, 南尚嗣, 山下聡, 高橋信夫, 庄子仁 (2016): バイカル湖南湖盆の結晶構造 II 型天然ガスハイドレート. 北海道の雪氷, **35**, 95-98.
- 2) 八久保晶弘, 谷本純香, 山崎亮, 北桃生, Khlystov, O., Kalmychikov, G., De Batist, M., 坂上寛敏, 南尚嗣, 山下聡 (2017): 天然ガスハイドレート生成時のメタン炭素安定同位体分別 —バイカル湖南湖盆のハイドレート含有湖底堆積物の例—. 北海道の雪氷, **36**, 85-88.
- 3) Hachikubo, A., Minami, H., Yamashita, S., Khabuev, A., Krylov, A., Kalmychikov, G., Poort, J., De Batist, M., Chenskiy, A., Manakov, A., Khlystov, O. (2020): Characteristics of hydrate-bound gas retrieved at the Kedr mud volcano (southern Lake Baikal). *Scientific Reports*, **10**, 14747, doi:10.1038/s41598-020-71410-2.