

## 生物学的視点から見る，日本海産メタンハイドレート

小田 沙織

メタンハイドレートとは、水分子がかご状になってメタン分子を取り囲んだ物質であり、1 m<sup>3</sup>のメタンハイドレートには160～170 m<sup>3</sup>のメタンガスが含まれる。見た目は氷のようであり、火をつけると炎を上げて燃えるため「燃える氷」と呼ばれることもある。メタンハイドレートは低温かつ高圧条件で形成され、自然環境中ではシベリアなどの永久凍土の地下数百～1000 m、あるいは水深500～2000 mの海底面から地下数十～数百mに存在する。日本においては、1980年代に南海トラフ周辺海域で初めてメタンハイドレートが発見された。その後、他の日本周辺海域に大量に存在することが確認され、新しいエネルギー資源として期待されている。海底に存在するメタンハイドレートには、海底から数百mの砂層中に広がって分布する砂層型と、海底付近に塊状で存在する表層型がある。初期に発見された太平洋側のメタンハイドレートは多くが砂層型であり、海底地下深くで砂と混在するメタンハイドレートの回収はきわめて困難である。一方、最近の調査により日本海側でも大量のメタンハイドレートの存在が確認された<sup>1)</sup>。こちらは表層型メタンハイドレートが多く賦存すると見られており、筆者の所属する鳥取大学でも、鳥取県沖で採取される新しい資源を活用すべく人材育成や調査研究が進められている。

メタンハイドレートを構成するメタンガスは、海底では堆積物の地熱による熱分解やメタン生成菌の代謝活動によって発生する。深海底の地中深くで発生したメタンは、それを資化する微生物によって代謝され、他の生物が利用可能な炭素化合物になり、海底での炭素循環を支えている。また海底ではメタンや硫化水素などを豊富に含んだ湧水が発生することがあり、そのような場所では湧出ガスを資化する細菌、さらにシンカイヒバリガイ属やチューブワームなどの深海生物が群生する<sup>2)</sup>。このように微生物によるメタンの代謝は、栄養源の乏しい深海における生態系を支えており、大変重要である。一方、メタンハイドレートが形成されるためには地下で大量のメタンが生成される必要があり、炭素と水素の安定同位体組成解析からその多くがメタン生成菌由来であるといわれている<sup>3,4)</sup>。地下深くで発生した膨大なメタンガスの一部は、海底地中に形成される煙突のような空洞（ガ

スチムニー構造）を通過して海底付近まで上昇し、表層型メタンハイドレートを形成すると考えられている<sup>5)</sup>。しかし海底下におけるメタン生成と微生物活動の関連を直接的に示すデータはまだ乏しいため、このように高濃度メタンの存在するメタンハイドレート含有領域に生息する微生物群を調査することで、海底メタンを中心とした生態系の解明、また生物学的視点からのメタンハイドレートの成因分析につながると期待される。

ところで、メタンを酸化して得られるメタノールもエネルギーや化学工業の原料として有用な物質である。また生物学においては、メタノール誘導性の強力な遺伝子プロモーターを持つメタノール資化性酵母を利用した有用タンパク質の大量生産が行われている。メタノールは常温常圧で液体であるため、保存や取扱が容易であり、運搬にかかるコストも低く抑えられる。しかし原料であるメタンの化学的安定性のため、酸化反応は容易には進行せず、現在メタノールの工業的生産は天然ガスを原料として約800°C、200～300気圧で処理するプロセスによって行われている。そのため、メタン酸化細菌を利用してより穏やかな条件でメタンをメタノールに変換するプロセスを導入することは、さらなるコスト削減や環境負荷の低減という面で有益である。メタン酸化細菌およびそれらに由来するメタン酸化酵素をメタノール資化性酵母と組み合わせることで、メタンを出発物質とした物質生産も可能になるかもしれない。

日本周辺海域に大量に眠るメタンハイドレートは、エネルギー資源としての活用にとどまらず、地質工学や生物学の観点からも大変興味深い対象である。鳥取大学に身を置く筆者としては、鳥取県沖で採れたメタンと微生物を使った地域発のC1バイオプロセスを用いた有用物質生産ができれば面白い、と考える次第である。

- 1) 公益財団法人笹川平和財団海洋政策研究所 (OPRI) : [https://www.spf.org/opri-j/projects/information/newsletter/backnumber/2006/131\\_1.html](https://www.spf.org/opri-j/projects/information/newsletter/backnumber/2006/131_1.html) (2016/08/05)
- 2) Hsing, P. Y.: NOAA Ocean Explorer, Oct. 18 Log (2010).
- 3) Kvenvolden, K. A.: *Org. Geochem.*, **23**, 997 (1995).
- 4) Milkov, A. V.: *Org. Geochem.*, **36**, 681 (2005).
- 5) 松本 良ら: 地学雑誌, **118**, 43 (2009).