

## 伊豆・小笠原弧、明神海丘海底カルデラにおける熱水ブルーム中のメタンの濃度・炭素安定同位体比分布と熱水フラックスの見積もり

Carbon isotopic distribution of methane in deep-sea hydrothermal plume, Myojin knoll caldera, Izu-Bonin arc

# 角 皆 潤 [1], 吉田 尚弘 [1], 石橋 純一郎 [2], 蒲生 俊敬 [3]

# Urumu Tsunogai [1], Naohiro Yoshida [2], Junichiro Ishibashi [3], Toshitaka Gamo [4]

[1] 東工大・総合理工, [2] 九大・理・地惑, [3] 東大海洋研

[1] Environ. Sci. & Tech., IGSSE, Tokyo Institute of Technology, [2] IGSSE, Tokyo Institute of Technology, [3] Dept. Earth and Planet. Sci., Kyushu Univ., [4] ORI, Univ. Tokyo

<http://www.depe.titech.ac.jp/index.html>

伊豆・小笠原弧北部の明神海丘カルデラにおいて、「しんかい2000」を用いてカルデラ底から放出される熱水試料の直接採取を行うとともに、「淡青丸」を用いてカルデラ内の5測点において放出された熱水ブルーム試料の鉛直採取を行い、両者の溶存メタンの濃度と炭素安定同位体比の比較検討を行った。そして熱水ベントからのメタンと熱の放出フラックスを、それぞれ90 - 340 (mol/day)、30 - 110 (MW)程度と見積もった。さらにこの値を元に海水中におけるメタンの平均滞留時間と平均酸化速度は、それぞれ60 - 240 (day)、0.0043 - 0.0161 (day<sup>-1</sup>)と求められた。

伊豆・小笠原弧北部に位置する海底カルデラである明神海丘カルデラ（旧称：北ベヨネーズカルデラ、カルデラ底最大水深：1,420 m、カルデラ壁上端水深：364-880 m）において、「しんかい2000」（海洋科学技術センター）を用いてカルデラ底の水深1,250-1,300 m付近から放出される熱水試料（ベント試料）の直接採取を行うとともに、「淡青丸」（東大海洋研）を用いてカルデラ内の5測点においてCTD観測と放出された熱水ブルーム試料（ブルーム試料）の各層採取を行い、両者の溶存メタンの濃度と炭素安定同位体比の比較検討を行った。分析の結果、ベント試料のメタン濃度は41.2 (umol/kg)、炭素安定同位体比は-16.3 (permil PDB)でほぼ均一であるのに対し、ブルーム試料の濃度は2.1から11 (nmol/kg)、炭素安定同位体比は-11.3から-29.0 (permil PDB)まで各深さに大きく変動し、しかも熱水ブルームはカルデラ内で成層化していることがわかった。さらに水深1,000 m以下のメタン極大層の炭素安定同位体比はベント試料の値と異なり、いずれもベント試料より大きな値を示した。このようなメタンの濃度と炭素安定同位体比の分布は、大きな（重い）炭素安定同位体比をもつ熱水起源のメタンに対する小さな（軽い）炭素安定同位体比をもつ周辺海水起源メタンの混合比の違いだけでは説明がつかず、熱水起源のメタンが海水中のバクテリアによって酸化を受けており、その程度の違いをも反映しているものと結論された。そこで海水起源メタンの混合の効果を補正し、熱水起源のメタンの炭素安定同位体比だけに着目したところ、熱水ベントの存在する1,250-1,300 m付近の炭素安定同位体比が-5.7(permil PDB)で最も軽くなっており、ここから熱水ブルームが渦拡散でカルデラ内を上昇していく過程でバクテリア酸化の影響が大きくなって炭素安定同位体比が重くなっていることがわかった。そこで熱水からのメタンの放出とカルデラ内のメタン分布について定常状態を仮定し、さらに水平方向に閉鎖された地形特性を利用して、カルデラ内における海水の物理化学パラメータから熱水起源メタンの上昇フラックスの鉛直分布を求めた。そしてこれと同位体比の鉛直分布の関係からメタン酸化の同位体分別係数 ( $k_{12}/k_{13}$ ) を求めた ( $1.005 \pm 0.001$ )。さらにこの同位体分別係数をベント試料まで外挿することによって、ベントからのメタンと熱の放出フラックスを、それぞれ90 - 340 (mol/day)、30 - 110 (MW)程度と見積もった。さらにこの値を元に海水中におけるメタンの平均滞留時間と平均酸化速度は、それぞれ60 - 240 (day)、0.0043 - 0.0161 (/day)と求められた。但しここで求めた酸化速度は全熱水放出メタンの平均値である。各深度層について個別に求めたブルーム中の酸化速度はこれより遅く、しかも受けた酸化の程度が最も小さい1,250 - 1,300 m付近のメタンでさえ既に90 %近くが酸化を受けた後であることから、酸化速度は場所毎に不均一であると考えられる。すなわちベント近傍では非常に速い酸化がおきている一方、ベントから遠い水深900m付近での酸化速度は通常の深層海水と同程度まで遅くなっていた。

なお本研究の一部は科学技術振興事業団の戦略的基礎研究推進事業の支援を受けて行われた。

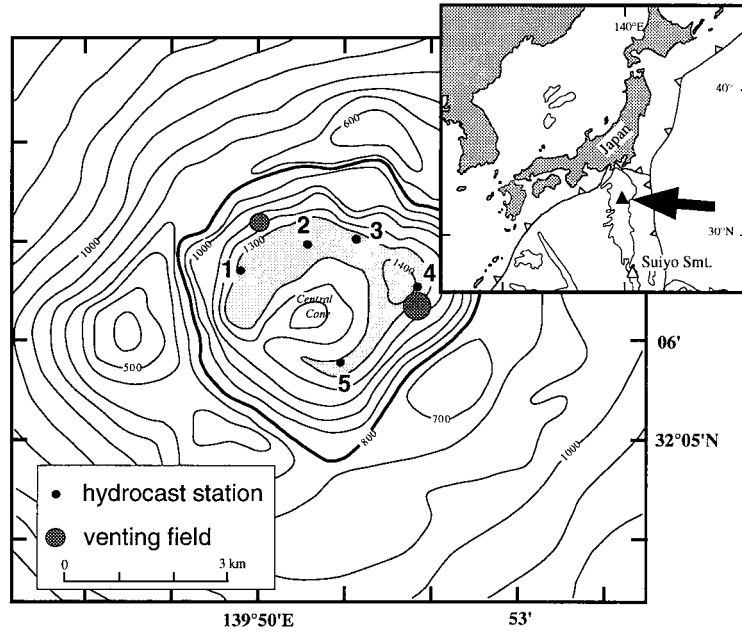


Fig. 1 Location and bottom topography of Myojin Knoll Caldera, together with the sampling stations of hydrocasts and the locations of hydrothermal venting fields within the caldera. Bold line in the topography indicate inner 800 m depth contour, which almost corresponds to the deepest rim of the caldera.

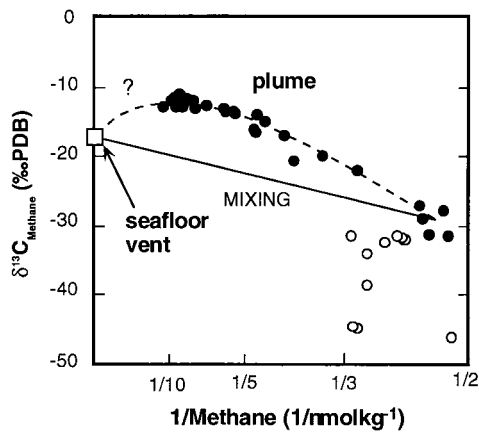


Fig. 2  $\delta^{13}\text{C}$  vs.  $1/\text{CH}_4$  plot for the effluent plume water samples (● for depth > 800 m and ○ for depth < 800 m). That of the estimated pure hydrothermal fluid is shown in □. The solid line indicates a hypothetical mixing line between the pure hydrothermal fluid end-member and background sea water around the depth of 800 m.

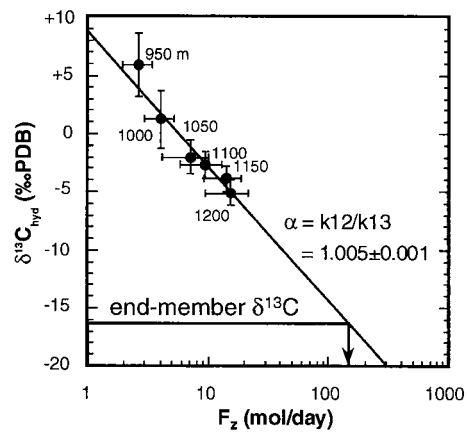


Fig. 3 Changes in diffusive methane flux ( $F_z$ ) and stable carbon isotopic composition of vent-derived methane ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{hyd}}$ ) at each depth in the caldera.