

熊野海盆泥火山堆積物中の酢酸の起源と挙動

The carbon isotope biogeochemistry of acetate from Kumano mud volcano sediments

井尻 暁 [1]; 原田 尚美 [2]; 角皆 潤 [3]; 大村 亜希子 [4]; 芦 寿一郎 [5]; 坂本 竜彦 [1]

Akira Ijiri[1]; Naomi Harada[2]; Urumu Tsunogai[3]; Akiko Omura[4]; Juichiro Ashi[5]; Tatsuhiko Sakamoto[1]

[1] IFREE, JAMSTEC; [2] JAMSTEC, IORGC; [3] 北大院・理; [4] 東大・海洋研; [5] 東大海洋研

[1] IFREE, JAMSTEC; [2] JAMSTEC, IORGC; [3] Fac. Sci., Hokkaido Univ.; [4] ORI, Univ. Tokyo; [5] ORI, Univ. Tokyo

1 はじめに

海底泥火山は、海底下深部の堆積物がダイアピルとして堆積物中を上昇し海底に噴出した小丘で、世界中の大陸縁辺部で発見されている。紀伊半島沖の熊野海盆で発見された海底泥火山では、山頂付近でメタンや硫化水素の供給を示唆するシロウリガイなどの化学合成生物群集が確認されている。また間隙流体の化学組成から、泥火山の流体が堆積物とともに海底下 1500~2000m という深部から供給されており、深部の高温下 (50 °C 以上) での有機物の熱分解により生じたメタンを多く含むことが明らかになっている (井尻ほか 2002)。泥火山では海底下深部で生成した高濃度の二酸化炭素や酢酸などの溶存有機物なども海底表層付近に供給されていると考えられ、これら深部起源物質が微生物の代謝活動に大きな影響を与えている可能性が高い。特に酢酸は発酵や化学合成によって生成される最終生成物であるとともにメタン生成や硫酸還元のための主要な基質でもあり、嫌気環境下での微生物の代謝活動の媒介物として重要な物質である。本研究ではこの酢酸に着目し、熊野海盆内泥火山の堆積物から抽出した間隙水中の酢酸の濃度、炭素同位体比の分析を行い、酢酸を媒介とする微生物の代謝活動について考察を行った。

2 試料

分析に用いたコアは、「白鳳丸」による KH06-03 航海でそれぞれ異なる泥火山の山頂付近より採取されたピストンコア、PC13 (33 °30'40.618 "N, 136 °30'34.007 "E、コア長: 176cm)、PC14 (33 °30'32.813 "N, 136 °30'17.030 "E、コア長: 238cm) である。また海盆内の一般的な海洋底堆積物を代表するリファレンスとして、泥火山から数十マイル以上はなれた地点で採取された PC10 (33 °49.00 "N, 136 °08.68 "E、コア長: 429cm)、PC12 (33 °51.30 "N, 136 °19.99 "E、コア長 257cm) も併せて分析に用いた。

回収されたコアは、船上で分割し 400~600cm³ の堆積物試料を 10~50cm 間隔で採取し、油圧式間隙水抽出装置で圧縮し間隙水試料を得た。酢酸および溶存有機炭素の分析のための間隙水試料は、ガラスヴァイアル瓶に入れ、分析を行うまでは冷凍保存した。

酢酸の濃度、炭素同位体比の測定は、(独)海洋研究開発機構の液体クロマトグラフ付き質量分析システムを用いて行った。

3 結果

リファレンスとして採取した PC10、PC12 の硫酸イオン (SO₄²⁻) 濃度は PC10: 25.2~21.4mmol/kg、PC12: 28.2~19.6mmol/kg であり、回収されたコアの深度では硫酸還元がおこっていることを示す。酢酸の濃度は 3~16 μM で、これまでに報告されている一般的な海底堆積物中の酢酸濃度と同様の濃度であった。炭素同位体比 (¹³C) (PC10: -28.6~-31.4‰、PC12: -33.5~-35.0‰) は堆積物中の全有機炭素 (TOC) の ¹³C 値 (PC10: -20.2~-20.7‰、PC11: -21.1~-21.9‰) とほぼ平行の深度分布を示した。SO₄²⁻ の存在下では酢酸の分解は硫酸還元が主であり、硫酸還元による酢酸の同位体分別は非常に小さいことが報告されていることから、酢酸と TOC の平行な ¹³C 値の深度分布は、主に発酵による酢酸の生成の際の同位体分別によるものだと考えられる。

一方、泥火山で得られた PC13、PC14 では、SO₄²⁻ 濃度がコア上部から下部に向かって急激に減少し、活発な硫酸還元が示唆された。酢酸濃度は SO₄²⁻ 濃度が 10mmol/kg 以下まで減少すると増加し始め、硫酸がほぼ消費しつくされたところでリファレンスコアのおよそ 10 倍近くに達する (~107 μM)。酢酸濃度は硫酸還元帯の下からコア下部にかけて漸減する傾向が見られ、当初の予想とは異なり酢酸が海底下深部から供給されている可能性は低いと考えられる。また SO₄²⁻ 存在下での酢酸の ¹³C 値は TOC の ¹³C 値とは全く相関せず、このことから、泥火山での酢酸の生成には、発酵とは別に、二酸化炭素と水素から酢酸を生成する酢酸生成菌の寄与が予想される。

PC13 の酢酸濃度と ¹³C 値は大きな変化を示した。酢酸濃度は海底下 60cm で最も高く 90 μM で、¹³C 値は最も低い -41‰ を示した。SO₄²⁻ が完全に消費された海底下 122cm (SO₄²⁻ 濃度: 0.5mol/kg 以下) からコア最下部 (156cm) に向かって酢酸濃度は ¹³C 値の増加を伴いながら 40 μM まで減少し、コア最下部で ¹³C 値は -21‰ となった。SO₄²⁻ のないコア下部での酢酸濃度の減少に伴う ¹³C 値の増加は、酢酸を基質としたメタン生成の際の動的同位体効果 (選択的に軽い ¹²CH₃COOH が消費される) によると考えられる。