

海洋中における液体CO<sub>2</sub>挙動のナチュラルアナログNatural analogue for behavior of liquid CO<sub>2</sub> in the ocean

# 下島 公紀 [1]

# Kiminori Shitashima[1]

[1] 電中研

[1] CRIEPI

CO<sub>2</sub>の海洋隔離技術の成立性を検討するためには、隔離されたCO<sub>2</sub>の海洋中での拡散挙動を把握し、生態系を含めた海洋環境への影響を予測できることが重要である。海洋にCO<sub>2</sub>を隔離した場合に起こりうる環境影響を予測するためには、実際の海洋において小規模なCO<sub>2</sub>注入現場実験を行うことが最も効果的であるが、環境影響に関する知識が極めて乏しい現状においては、早急な現場実験の実施は社会的な合意を得ることができない。

一方、活動的な海底地殻で起こっている海底熱水活動域では、天然の状態ではCO<sub>2</sub>が放出されている。熱水中にはマグマ起源のCO<sub>2</sub>が高濃度に含まれており、熱水噴出孔から放出された後は、高CO<sub>2</sub>濃度・低pHの熱水ブルームとして深層水中に拡散するという現象が繰り返されている。特に沖縄トラフでは、熱水活動由来の液体CO<sub>2</sub>が噴出している世界でも例を見ない場所であり、溶解したCO<sub>2</sub>によって高CO<sub>2</sub>濃度・低pHの環境が発生していることが予想される。沖縄トラフでの熱水活動地帯における液体CO<sub>2</sub>の挙動観測は、CO<sub>2</sub>海洋隔離の環境影響評価に対するナチュラルアナログとして最適である。

このような背景から、海底熱水活動由来の液体CO<sub>2</sub>の海洋中での挙動観測の有用性を評価することを目的として、沖縄トラフにいくつか存在する液体CO<sub>2</sub>噴出を伴う海底熱水活動域の一つである鳩間海丘において、浮上するCO<sub>2</sub>液滴の挙動観察およびCO<sub>2</sub>液滴近傍の環境変動の現場計測を実施した。なお、本観測は(財)地球環境産業技術研究機構(RITE)からの受託研究の一環として実施された。

カルデラ地形をした鳩間海丘では、カルデラ底部のほぼ中央に熱水活動地帯が存在しており、CO<sub>2</sub>液滴の噴出は熱水噴出地帯のいくつかで確認されている。CO<sub>2</sub>液滴(約0.5ml)中には、95~98%のCO<sub>2</sub>、2~3%の硫化水素、その他の熱水性気体成分が含まれている。観測は、新日本海事株式会社所有の無人潜水調査ロボット(ROV)「はくよう2000」を備船して実施した。浮上するCO<sub>2</sub>液滴をROVによって追跡しつつ、ハイビジョンビデオカメラ(HDTV)を用いてCO<sub>2</sub>液滴の形状変化を観察した。追跡を容易にするためにアクリル製のCO<sub>2</sub>液滴観察ボックスをROVの全面に取り付け、常にボックス内にCO<sub>2</sub>液滴が存在するようにして浮上・追跡した。また、CTDやpH/pCO<sub>2</sub>センサを用いて、浮上するCO<sub>2</sub>液滴の近傍海水の現場計測を行った。実際の観測は2004年と2005年に行った。

CO<sub>2</sub>液滴観察ボックスを用いた追跡観測では、浮上に伴ってCO<sub>2</sub>液滴の浮上速度は遅く、液滴サイズは小さくなり、最終的には消滅する様子をHDTVで撮影した。一方、ガラス容器に捕獲したCO<sub>2</sub>液滴は周辺海水と接触しないため、消滅することなく浮上に伴って膨張・気化した。すなわち、液滴面積が約46mm<sup>2</sup>、温度4.5(周辺海水は3.8)の自然状態で浮上する熱水活動起源のCO<sub>2</sub>液滴は、浮上しながら徐々に溶解・クラスレート化し、クラスレート化したCO<sub>2</sub>液滴あるいはクラスレート残渣は水深701m(海底上779m)付近で消滅した。pH/pCO<sub>2</sub>センサによる浮上CO<sub>2</sub>液滴近傍のpHおよびpCO<sub>2</sub>の現場計測では、CO<sub>2</sub>液滴噴出直後は、低pH・高pCO<sub>2</sub>環境が計測された。しかし、CO<sub>2</sub>液滴の浮上に伴ってCO<sub>2</sub>液滴は周辺海水に溶解しているにも関わらず、浮上するCO<sub>2</sub>液滴近傍海水中のpHとpCO<sub>2</sub>は急激に通常のレベルに回復した。マッピング調査では、CTDやpH/pCO<sub>2</sub>センサをROVに搭載し、CO<sub>2</sub>噴出地帯を中心に400m四方のエリアについて、4層を100mピッチでグリッド状に航走した。低pHの水塊はCO<sub>2</sub>噴出地帯を中心に局所的に存在していたが、CO<sub>2</sub>噴出地帯から100m程度上層では、pHは通常の値に戻っていた。

このように、海底熱水活動由来の液体CO<sub>2</sub>の挙動観測は、CO<sub>2</sub>海洋隔離の環境影響評価のナチュラルアナログとして非常に有用であり、海洋中における液体CO<sub>2</sub>挙動の観測手法開発や、溶解・拡散する液体CO<sub>2</sub>近傍での環境影響を評価する上で極めて有効な観測手法である。