

海洋中における液体CO₂挙動のナチュラルアナログNatural analogue for behavior of liquid CO₂ in the ocean

下島 公紀 [1]

Kiminori Shitashima[1]

[1] 電中研

[1] CRIEPI

CO₂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CO₂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CO₂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CO₂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CO₂が放出されている。熱水中にはマグマ起源のCO₂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CO₂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CO₂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CO₂によって高CO₂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CO₂の挙動観測は、CO₂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CO₂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CO₂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CO₂液滴の挙動観察およびCO₂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、CO₂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。CO₂液滴(約0.5ml)中には、95~98%のCO₂、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CO₂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CO₂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CO₂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CO₂液滴が存在するようにして浮上・追跡した。また、CTDやpH/pCO₂センサを用いて、浮上するCO₂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。

CO₂液滴観察ボックスを用いた追跡観測では、浮上に伴ってCO₂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CO₂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46mm²、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CO₂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CO₂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/pCO₂センサによる浮上CO₂液滴近傍のpHおよびpCO₂の現場計測では、CO₂液滴噴出直後は、低pH・高pCO₂環境が計測された。しかし、CO₂液滴の浮上に伴ってCO₂液滴は周辺海水に溶解しているにも関わらず、浮上するCO₂液滴近傍海水中のpHとpCO₂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/pCO₂センサをROVに搭載し、CO₂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CO₂噴出地帯を中心に局所的に存在していたが、CO₂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CO₂の挙動観測は、CO₂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CO₂挙動の観測手法開発や、溶解・拡散する液体CO₂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。