

# 二酸化炭素海洋隔離に伴う環境影響予測技術開発

## はじめに

地球温暖化防止対策の一つとして、大気中の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)濃度を削減するために、CO<sub>2</sub>を大規模発生源から分離・回収して深海に隔離する「CO<sub>2</sub>海洋隔離技術」の研究開発が(財)地球環境産業技術研究機構(RITE)で行われている<sup>1)</sup>(図1)。

この研究開発では、海水中CO<sub>2</sub>濃度の上昇による海洋環境、特に海洋生物への影響を予測・評価して、環境への負荷を最小限にするとともに効果的にCO<sub>2</sub>を海洋に隔離する技術を開発し、CO<sub>2</sub>海洋隔離技術が社会的に受容されるものとなるよう進められている。CO<sub>2</sub>海洋隔離技術が実施された場合、深海の生物が何らかの影響を被ることは避けられない。一方、現状のまま大気中のCO<sub>2</sub>濃度が上昇した場合、大気から海洋表層にCO<sub>2</sub>が溶け込むので、海洋表層の生態系に影響が及ぶことも懸念されている<sup>2-3)</sup>。

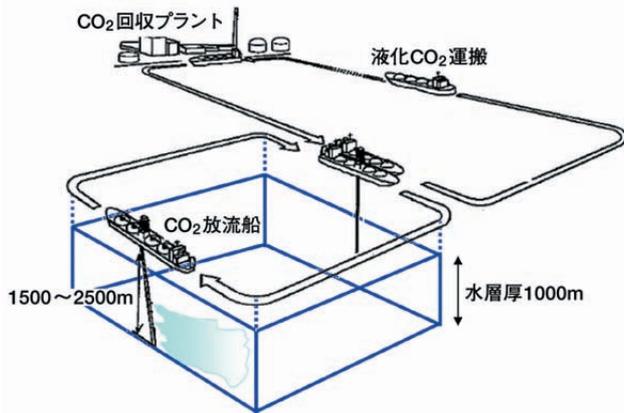


図1 CO<sub>2</sub>海洋隔離技術の実用化イメージ

## 急性影響の予測

これまでに、高CO<sub>2</sub>環境が海洋生物に及ぼす影響について主に急性影響が調査され、海生研でも中央研究所が魚類に関する研究に携わってきた<sup>4-8)</sup>(図2)。

これら一連の海洋生物のCO<sub>2</sub>耐性データに基づき、高CO<sub>2</sub>環境に曝された生物の死亡率を予測す

るモデルが開発されている。これはCO<sub>2</sub>海洋隔離技術によるCO<sub>2</sub>放出点近傍の海洋生物の急性致死影響を予測するモデルであり、CO<sub>2</sub>拡散モデルと生物影響モデルが組み合わされている<sup>9)</sup>。現在はこのモデルの予測精度を向上させるために、実験データの蓄積と数値計算の改良が着々と行われている。

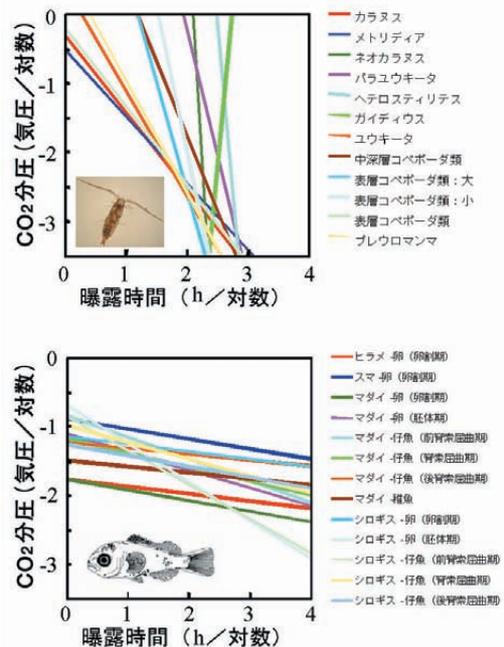


図2 カイアシ類(上)と魚類(下)の50%致死CO<sub>2</sub>濃度

## 生態系影響への取り組み

CO<sub>2</sub>海洋隔離技術の実用化を目指すためには、急性影響とともに、生態系全体に及ぼす長期的な影響についても予測・評価できるようにすることが望まれる。しかし、海洋の生態系を調査するためには、陸上の場合に比べて継続的な観察に多大の労と費用を要すること、さらには深海生態系を対象とするには大型の調査船を用いた研究が不可欠であり、研究手法そのものが非常に大掛かりとならざるを得ない等の困難がつきまとう<sup>10-11)</sup>。これらの問題を克服しつつ、長期影響予測の基礎となる中深層生態系を把握しようとする研究もなされている。

ここでは、日本の排他的経済水域(EEZ)内に

CO<sub>2</sub>海洋隔離の実施を想定したモデル海域を選定し、この海域の物理／化学／生物環境を継続して観測する研究が行われている。この一環として、中深層生物の同位体組成 (<sup>13</sup>C, <sup>15</sup>N濃度)によって食物連鎖構造を推定する研究に携わってきたので紹介する。安定同位体比による解析手法は、主に地球科学の分野で発展し、近年では食物連鎖構造の解明に応用されている<sup>12)</sup>。生物の同位体組成は主に餌のそれによって支配されているのだが、これは生物の排出物には一般に軽い同位体が多く含まれることによる。すなわち、食物連鎖にしたがって重い同位体が一定の割合で生物組織に濃縮する(図3)。

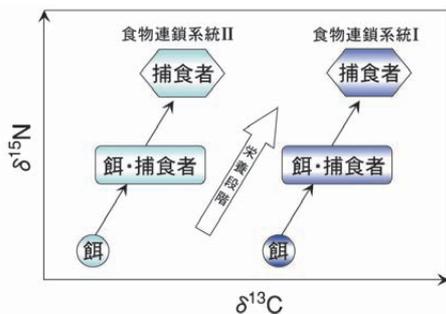


図3 食物連鎖の系統と栄養段階にそった同位体の濃縮

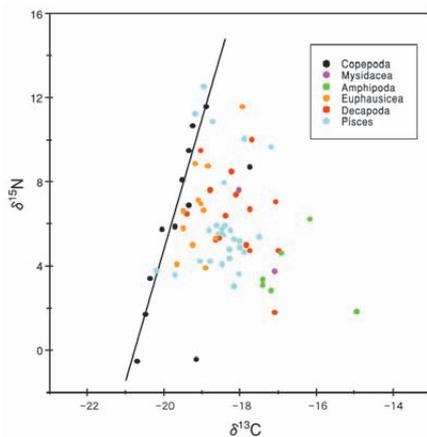


図4 中深層生物の炭素と窒素の安定同位体比

日本の亜熱帯海域中深層に生息する動物プランクトンから小型魚類(マイクロネクトン)を採集して安定同位体比の測定を行ったところ(図4)、中深層でバイオマスが大きく物質循環に大きな役割を果たすと考えられるカイアシ類(Copepoda)は、種の食性に従って食物連鎖に占める栄養段階が様々に異なること等が示されつつある。このような基礎

知見を基にして中深層の生態系モデルを構築することが当面の目標であるが、生態系への影響を如何に予測・評価するのかという課題解決への道のは始まったばかりである。

地球温暖化を始めとするエネルギー問題との関わりから、海洋の生態系研究はますますその重要性が高まっている。海生研の研究がこの一助になれば幸いである。

(実証試験場 応用生態グループ 喜田 潤)

筆者は本年3月までの3年間RITEに出向し、本プロジェクトに参画した。

#### 文献一覧

- 1) (財)地球環境産業技術研究機構ホームページ (<http://www.rite.or.jp/>)の[研究グループ紹介]-[CO<sub>2</sub>貯留研究グループ]を参照。
- 2) Caldeira, K., and M.E. Wickett (2003). Anthropogenic carbon and ocean pH. *Nature*, 425: 365.
- 3) An International Science Symposium on the Ocean in a High-CO<sub>2</sub> World (2004). <http://ioc.unesco.org/iocweb/co2panel/HighOceanCO2.htm>
- 4) 石松惇・喜田潤 (1999). CO<sub>2</sub>が魚類に与える影響について. *魚類学雑誌*, 46(1): 1-13.
- 5) Kita, J., A. Ishimatsu, T. Kikkawa and M. Hayashi (2003). Effects of CO<sub>2</sub> on marine fish. In: J. Gale and Y. Kaya (eds). *Greenhouse Gas Control Technologies, Volume II, Proceedings of the 6th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies*. Elsevier Sci., 1695-1697.
- 6) Kikkawa, T., A. Ishimatsu and J. Kita (2003). Acute CO<sub>2</sub> tolerance during the early developmental stages of four marine teleosts. *Environ. Toxicol.*, 18: 375-382.
- 7) Kikkawa, T., J. Kita and A. Ishimatsu (2004). Comparison of the lethal effect of CO<sub>2</sub> and acidification on red sea bream (*Pagrus major*) during the early developmental stages. *Marine Pollution Bulletin*, 48: 108-110.
- 8) Ishimatsu, A., T. Kikkawa, M. Hayashi, K.-S. Lee and J. Kita (2004). Effects of CO<sub>2</sub> on marine fish: Larvae and Adults. *J. Oceanography*, 60(4): 731-741.
- 9) Sato, T. (2004). Numerical simulation of biological impact caused by direct injection of carbon dioxide in the ocean. *J. Oceanography*, 60(4): 807-816.
- 10) Kita, J., and T. Ohsumi (2004). Perspectives on biological research for CO<sub>2</sub> ocean sequestration. *J. Oceanography*, 60(4): 695-703.
- 11) Kita, J., and T. Ohsumi (in press). Biological impacts assessment of direct CO<sub>2</sub> injection into the ocean. *Proceedings of the 7th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies*.
- 12) 月刊 海洋1997年7月号<通巻325号>Vol. 29, No.7. 安定同位体による海洋生物研究. 海洋出版株式会社