

### －海生研創立40周年記念報告会より－

# 二酸化炭素濃度の上昇が海生生物におよぼす影響

## －海洋酸性化と海底下二酸化炭素貯留－

### はじめに

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)は、2013年に公表した第5次評価報告書において、「気候システムに対する人為的影響は明らかであり、近年の人為起源の温室効果ガス排出量は史上最高となっている」ことを報告しています。海生研では、地球温暖化をはじめとした気候変動問題に関連し、約20年前から海生生物に対する二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の影響について研究を行ってきました。

2000年代に入り、海洋のCO<sub>2</sub>濃度の上昇は「海洋酸性化」として注目され、気候変動の新たな問題として、世界中で研究が急速に発展しました。一方このような状況の中、気候変動対策の一つとして、我が国では、「海底下へのCO<sub>2</sub>の分離・回収貯留(Carbon dioxide Capture and Storage: CCS)」の実証試験が進められています。海底下CCSを実施するに当たっては、海底下へのCO<sub>2</sub>の圧入前に環境影響評価を実施することが、法律上の必須要件となっています。

海生研では、これまでに蓄積した海生生物の飼育技術およびCO<sub>2</sub>研究のノウハウを活かし、海域環境と海洋生物資源の維持・保全に寄与することを目的として、海洋酸性化の生物影響について、精力的に研究を進めています。あわせて、海底下CCSの環境影響評価のための生物実験を実施するなど、新しいニーズにも携わっています。本稿では、海生研が実施する「海洋酸性化」と「海底下CCS」を背景とした生物影響研究を中心に、気候変動関連分野の直近の取組みを紹介します。

### 調査概要

#### (1) 海洋酸性化の生物影響

人為的に大気中に放出されたCO<sub>2</sub>の約3割に相当する量が、現在、海洋に吸収されています。すなわち、

大気中のCO<sub>2</sub>濃度の上昇は、海洋のCO<sub>2</sub>濃度の上昇に直結すると言えるのです。近年の海洋のCO<sub>2</sub>濃度上昇は、気象庁等の日本近海における実測でも確認されています。また地球温暖化により、海洋の平均水温も上昇傾向にあります。このように、海洋ではCO<sub>2</sub>濃度と水温の上昇が顕在化しており、海生研では、IPCCで将来想定しているCO<sub>2</sub>および水温条件を模擬した生物実験システムを開発し、マダイやシロギスといった水産有用魚種の繁殖におよぼす影響や、次世代個体の環境適応の可能性について検討するための実験を行なっています。また、体に石灰質の硬組織をもつ貝やサンゴ等は、CO<sub>2</sub>濃度の増大により石灰化が阻害され、重篤なダメージを受けることが危惧されています。このような生物として、有用二枚貝のウバガイ(ホッキガイ)や、造礁サンゴのスギノキドリイシなどを対象として、成長に対するCO<sub>2</sub>影響実験等を海生研でも実施しており、独自研究のほか、複数の外部機関との共同研究でも成果を上げています。

#### (2) 海底下CCSに関する生物影響評価

「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律」(海洋汚染防止法)は、海底下CCSを実施しようとする場合、貯留したCO<sub>2</sub>が海底に漏出するシナリオを事業者が仮定し、万が一のCO<sub>2</sub>漏出があった場合の環境影響を評価するよう義務付けています。海生研では、過去に公表した海生生物のCO<sub>2</sub>耐性のデータや、国内外の既往知見をとりまとめ、経済産業省が実施する環境影響評価を支援しました。ここでは、CO<sub>2</sub>耐性が未知の生物についてもデータが求められていたため、対象の生物を入手して実験を行い、環境影響評価の生物データセットに新たな知見を加えました。また、海底表面へのCO<sub>2</sub>の漏出を仮定し、これを監視する目的で、堆積物中のバクテリア組成

を指標とした生物モニタリング手法の開発に従事しました。

## 調査結果

### (1) 海洋酸性化の生物影響

シロギスを対象とした繁殖実験で、CO<sub>2</sub>濃度を対照条件(400~500ppm程度)から300ppm~3,600ppm増加させた環境において、親魚の平均産卵数を4週間にわたって観察しましたが、対照区と有意差が認められませんでした(図1)。他方、高CO<sub>2</sub>(2,000ppmに調整)と高水温(2℃昇温)の、複合的な負荷を与えた条件では、産出卵の正常胚発生率が有意に低下するケースがありました(図2)。現在、テンジクダイ科の一種を用いた実験システムを構築し、高CO<sub>2</sub>環境下で世代を重ねていくことによる影響について、実験を開始しました。

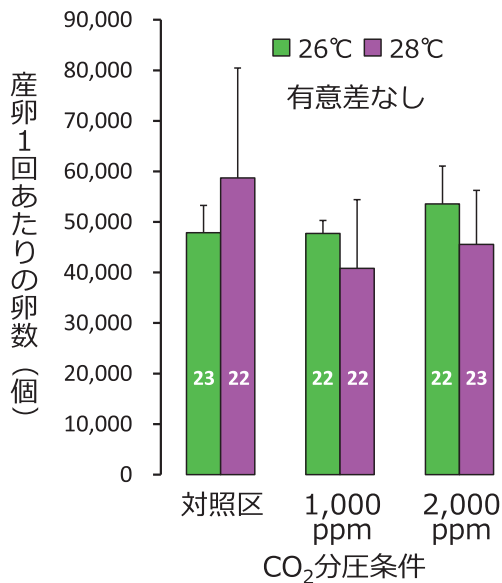


図1 シロギス親魚の産卵数におよぼす4週間の海洋酸性化模擬環境の影響。白抜き数字は、各条件における産卵回数。各条件間で比較したが、平均産卵数には統計的な差が認められなかった。

### (2) 海底下CCSに関する生物影響評価

高CO<sub>2</sub>に対する生物の生存限界を明らかにするための実験では、数万ppmという非常に高い濃度のCO<sub>2</sub>条件を設定し、魚類やイカ、甲殻類、貝類など様々な生物について24時間の反応を観察しました。

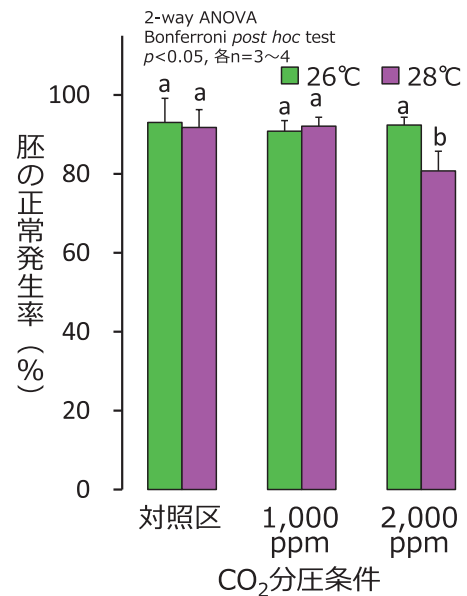


図2 海洋酸性化模擬環境で4週間飼育したシロギスから得られた胚(受精卵)の正常発生率。高CO<sub>2</sub>(2,000ppm)と高水温(28℃)の複合環境では、負の影響が見られた。

その結果、マダイの受精卵のように13,000ppm(自然CO<sub>2</sub>条件の30倍程度)になると、受精卵の半数が正常にふ化しなくなるものから、アオゴカイでは150,000ppm(自然条件の300倍以上)になっても全く死なないなど、生物種によって結果が大きく異なることがわかりました。また、漏出CO<sub>2</sub>監視のための生物モニタリング手法開発では、数千ppmの濃度で実験を実施し、細菌の種組成が変化することを確認しました。

## おわりに

気候変動対策には、新たな気候に適応する方策と、CO<sub>2</sub>削減により気候変動を緩和する方策があります。海生研では、CO<sub>2</sub>の生物影響研究の成果を発信することによって、適応策をたてるための影響予測に貢献し、またCCSの環境影響評価に携わることで、緩和策にも貢献していくことを、今後も目指していきます。

(実証試験場 応用生態グループ 吉川 貴志)