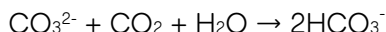


## 海洋酸性化 — 地球温暖化と同時に進行する CO<sub>2</sub> 問題 No.

地球環境研究センター Da 野尻 幸宏

海には炭酸カルシウム (CaCO<sub>3</sub>) の殻や骨格をからだの構造に利用する生物 (石灰化生物) が多く生息しています。貝は固い貝殻で軟らかいからだを保護し砂浜や磯での生活を可能にしています。サンゴは CaCO<sub>3</sub> を骨格として積み上げてゆきその上で軟らかいからだの部分が生活する仕組みです。どうして海の生き物が CaCO<sub>3</sub> の殻や骨格を利用するように進化したのかといえば、海水が炭酸イオン (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) とカルシウムイオン (Ca<sup>2+</sup>) に対して飽和濃度を越えていることが理由と考えられます。両イオンの濃度が十分に高く CaCO<sub>3</sub> という固体物質が海水中で溶解せず生成する状態にあるのが、石灰化生物にとって大事な条件になっています。少なくとも大気中の二酸化炭素濃度は過去 100 万年間に氷河期 / 間氷期の変動はあったものの、産業革命以前の濃度 (280ppm) かそれより低い濃度を保ってきました。海の表層が CaCO<sub>3</sub> について飽和を保ってきたことは間違いなく、海洋生物はその環境に適応して進化しました。ここで、疑問を持たれる方がいるかもしれませんね。大気中の二酸化炭素濃度は 280ppm から 400ppm 近くまで増えました。二酸化炭素が増えると CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> が増えるのか? 減るのか? 海水中で起こる化学式で理解しましょう。



大気中で増えた二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) が海水に溶けると海水中の CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> を中和して濃度を減らし炭酸水素イオン (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) 濃度を増やします。二酸化炭素が酸として作用するのです。一方で Ca<sup>2+</sup> の濃度は変化しませんから、CaCO<sub>3</sub> が生成しにくくなります。このような変化を「海洋酸性化」と呼ぶようになったのは最近ですが、海水が酸性になるのではなく二酸化炭素が増えることで酸 - アルカリのバランスがより酸性の方向にシフトすることを意味します。特に石灰化生物にとっては CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 濃度が下がって CaCO<sub>3</sub> 形成が阻害されることが問題です。

従来から海水中の CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 濃度変化に対する石灰化生物

の応答現象は海の生物の生理学研究として行われてきましたが、大気中の二酸化炭素濃度が目に見えて高くなってきた今日、地球温暖化と関連する影響評価研究の意味合いがはっきりしてきました。国立環境研究所でも臨海実験施設を持つ機関と協力して現在とは異なる二酸化炭素濃度の海水で石灰化生物を飼育する実験を行い (図 1、図 2)、興味深い現象を見出してきました。例えば、多くのサンゴは今のレベルよりずっと高い二酸化炭素濃度の海水で飼育すると生長 (CaCO<sub>3</sub> を作る速度がサンゴ生長の指標) ははっきり低下しますが、ある種のサンゴでは産業革命以前の濃度で現在より生長が促進されました。この種のサンゴに既に酸性化影響が現れている可能性を示唆するものですが、野外で証明されてはいません。

海が地球の炭素循環に果たしている働きを考えると、「海の二酸化炭素吸収」と「海洋酸性化」は同じ現象を表と裏から見たものとわかります。海が二酸化炭素を吸収しないと大気中の二酸化炭素濃度増加速度が倍増します。海の二酸化炭素吸収は気候の急激な変化を抑制する「便益」を与えるとともに、自らは酸性化を被るので生物・生態系影響という「損失」を生じますが、自然生態系の損失は経済的尺度での評価が困難です。これまで海洋酸性化の問題を考えに入れないと、海の二酸化炭素吸収はいわば自然の恵みといえましたが、裏から見た「海の二酸化炭素吸収 = 海洋酸性化」は自然からの警告といえるでしょう。

人類は、温暖化対策で大気中の二酸化炭素濃度にピークを打たせ、安定化あるいは低下させなくてはなりません。その場合でも、今より温度 (気温、海水温) が上昇し、海洋酸性化もある程度進むことが避けられません。その時点までに海がどの程度の「損失」を受けているか、大きな問題となる可能性があります。少なくとも、特定の生物群や生態系、特定の地域では有意な海洋酸性化影響が起こると考えられるので、起こり得る影響を予測することが重要です。また、その時は温度上昇と酸性化が合わさって影響を起こすので複合影響評価も必要です。



図 1 海洋生物飼育実験のために海水二酸化炭素濃度を精密に調整する装置



図 2 飼育実験対象生物 (上: ココビドリイシ (サンゴ) とその幼生ポリプ、下左: エゾアワビの幼生、下右: ムラサキウニの幼生)