

## 海洋酸性化がカサガイ群集に与える影響

矢野 優貴 (筑波大学 生物学類) 指導教員: 今 孝悦 (筑波大学 生命環境系)

### 【背景・目的】

海洋酸性化とは、大気中の二酸化炭素が海洋に溶け込み、海水の pH が長期的に低下する現象である。炭酸カルシウムの飽和度も低下するため、石灰質から成る貝殻・骨格の形成が阻害され、石灰化生物の成長率や生存率が著しく減じられる。また、生理的機構を攪乱することで代謝速度や行動様式の改変も引き起こし、海洋生物に対する広範な影響が懸念されている。

カサガイ類は軟体動物門・腹足綱に属する、笠形の殻を持つ貝類の総称である。岩礁潮間帯に広く分布し、岩盤表面に固着する生物を剥ぎ取りながら移動することで、強力な排除効果 (ブルドーザー効果) を示す。キーストーン種として生態系内で極めて重要な地位を占めるが、石灰化生物であるが故に、酸性化条件に対して一様に脆弱な生物群と見做されている。しかし、始祖腹足亜綱・カサガイ目 (ウノアシなど) や、肺嚢を有する直腹足亜綱・有肺目 (カラマツガイなど) などを含む、極めて多様な分類群で構成されるため、呼吸・代謝・知覚機構も種間で大きく違っている。それ故、海洋酸性化への応答様式も多様であることが予見され、カサガイ類に対する海洋酸性化の適切な影響評価には、種ごとの詳細な理解が不可欠である。

本研究は、カサガイ群集に対する海洋酸性化の影響を、分類群の違いに応じて詳細に検証することを目的とした。

### 【材料・方法】

#### 調査地の概要

東京都新島村に属する式根島を調査地とした。ここには火山活動によって海底から CO<sub>2</sub> が噴出し、天然状況下で pH が低い海域が複数存在する。それらを酸性化海域として定め、岩礁潮間帯から 3 定点 (酸性化区: 釜ノ下、足附、および泊)、通常海域から 3 定点 (対照区: 石白川、大浦、および中ノ浦) を選出し、以下の調査を実施した。

#### 環境要因とカサガイ群集構造

各定点において、2019 年 5–11 月 (9 月を除く) の期間、月 1 回の頻度で環境要因およびカサガイの個体数を計測した。得られたデータを区域間で比較し、酸性化によって変じる環境要因と、カサガイ各種の増減を把握した。また、環境要因とカサガイ種組成の相関を求め、種組成の改変をもたらす環境要因を推定した。

#### 直接効果の評価

酸性化が石灰化生物へ及ぼす直接的な影響を検討するため、両区域においてカサガイの貝殻の性状を評価した。酸性化区のみで優占していたウノアシと、両区域で優占していたカラマツガイを対象に、Micro-focus X-ray computed tomography (MXCT) を用いて殻層の厚さと殻密度を計測し、区域間で比較した。

#### 間接効果の評価

野外調査によってカサガイ種組成と捕食者密度に相関が認め

られたため、前述のカサガイ 2 種について、それぞれ捕食者に対する応答の変化を評価した。I 字型水槽の片側から酸性化海水または通常海水を一方向に流し、上流部に捕食者を固定して、中央にカサガイを静置した。その後、カサガイの初動に要する時間、方向転換数、および 1 時間後の捕食者からの距離を測定し、酸性化海水下と通常海水下で比較した。

### 【結果】

カサガイ群集の種組成は、酸性化区と対照区で明瞭に異なっていた。ウノアシ個体数は酸性化区で有意に減少する一方で、カラマツガイには有意差が認められず、両区域で高密度に保たれていた。また、そうした種組成は、炭酸カルシウム飽和度と捕食者密度に有意な相関を示していた。

貝殻の性状に関して、殻層の厚さおよび殻密度は、カラマツガイとウノアシともに、区域間で大きな相違は認められなかった。

また、捕食者からの逃避行動については、カラマツガイでは、海水条件の違いでいずれのパラメータにも有意差は認められなかった。一方、ウノアシについては酸性化海水下で、逃避の初動に要する時間が遅延し、また、捕食者からの逃避距離も有意に短縮されることが判明した。

### 【考察】

酸性化区では、ウノアシ個体数が著しく減じられ、その説明要因として炭酸カルシウム飽和度と捕食者密度が推定された。炭酸カルシウム飽和度の影響を貝殻性状から見積もったところ、両種ともに区域間で相違が認められず、その影響は限定的であると考えられた。一般に、炭酸カルシウム濃度の低下は、貝殻形成を妨げることが知られている。しかし、それらはいずれも冠水条件下での報告であり、冠水時間が限られる潮間帯では、海中への炭酸カルシウムの溶出が緩和されるのかもしれない。

一方、捕食者からの逃避は、ウノアシでのみ行動の鈍化が認められた。高 CO<sub>2</sub> 環境は、神経伝達に関わる GABA 受容体に影響を及ぼし、腹足綱の嗅覚能を低下させることが知られている。したがって、ウノアシの逃避行動の鈍化は、捕食者を認識する機能の低下に起因すると推察された。他方、有肺目に属するカラマツガイでは、そうした変化が認められなかった。有肺目は、嗅覚以外にも発達した視覚器官を有しており、潜在的に、捕食者の視覚認識が可能である。こうした知覚機構の相違が、捕食者に対する応答の違いをもたらす、延いては、ウノアシの被食死亡率を高めた可能性がある。

以上より、海洋酸性化は、カサガイ類の知覚機能に対して種間で異なる阻害作用をもたらす、種組成を改変することが示唆された。