

CO₂濃度上昇に対する藻類やサンゴの応答が魚類の多様性の低下を引き起こす

研究成果のポイント

1. 伊豆諸島式根島にあるCO₂シーブ(海底からCO₂が噴き出している場所)において、CO₂濃度による、藻類やサンゴといった海底の生物群集と魚の群集の変化を解析しました。
2. 海洋酸性化の進行に伴い、サンゴや大型の海藻類が減少し、小型の藻類に変化することで、魚類の多様性が45%低下することがわかりました。
3. 特に影響を受けやすい魚種は、生息場や食性に関して選好性の高い種(スペシャリスト)でした。一方、選好性の低い種(ジェネラリスト)への影響は小さいことが明らかとなりました。
4. 熱帯性・温帯性の魚種でも影響の大きさは異なっており、高CO₂環境下における種多様性の低下が最も顕著だったのは、熱帯性のスペシャリストのグループでした。
- 5.

国立大学法人筑波大学 生命環境系(下田臨海実験センター) アグスティニーニ シルバン助教、ハーベイ ベン助教、和田茂樹助教、稲葉一男教授らは、プリマス大学(英国)、パレルモ大学(イタリア)との共同研究により、伊豆諸島の式根島に存在するCO₂シーブにおいて、海洋酸性化の影響がサンゴや藻類群集に影響を及ぼし、さらにそれらを生息場とする魚類群集を大きく変化させることを見出しました。人類がCO₂の排出を削減しなければ、魚類の多様性が45%低下し、海から得られる資源量が減少すると予測されます。

大気中のCO₂濃度の上昇により、地球温暖化だけでなく、CO₂が海水に溶け込むことで海洋の酸性化が進行し、海洋生物に長期的な影響を及ぼすことが危惧されています。CO₂シーブは、海底からCO₂が噴出した場所で、周囲の海水にCO₂が溶け込み、pHが低下(酸性化)しています。つまり、この場所は、酸性化が進んだ未来の海と想定することができ、生態系全体に対する海洋酸性化の影響を調べるのが可能です。

本研究グループは、式根島周辺において海底の生物群集と魚群調査を実施しました。式根島は、温帯域と熱帯域の境界的地理に位置し、海藻類とサンゴが混在していることから、それらを生息場とする魚類についても、熱帯性・温帯性の両方の種を観察することができます。調査の結果、CO₂の噴出域に近い高CO₂海域においては、サンゴや大型の海藻の減少が顕著で、これらの生物の隙間や陰を住処とする魚類は生息場を奪われるために、魚類の多様性が低下していることが明らかとなりました。熱帯性の魚種は温帯性の魚種と比較して負の影響を受ける傾向があり、特に生息場や食性に関して選好性の高いスペシャリストの種は著しく減少します。その結果、温帯性でかつ選好性の低いジェネラリストの種が生き残ります。

魚類は人類にとって欠かすことのできない資源であり、その群集変化は人の生活に甚大な影響を及ぼします。こういった事態を回避するために、一刻も早く温室効果ガスの削減を進める必要があります。

本研究成果は4月5日付「Science of The Total Environment」に、オンライン先行公開されました。

研究の背景

人間活動に伴う二酸化炭素(CO₂)の放出は、止まる気配もなく続いており、大気 CO₂ 濃度は産業革命以前の 280 μatm^{注1)}から、現在は 400 μatm を超えるまでに至っています。このまま CO₂ の排出が続くと、今世紀末には、900 μatm 以上に達すると予測されています。大気に放出された CO₂ は、一部が海に吸収され、その結果として海の pH の低下(酸性化)が引き起こされます。この問題は海洋酸性化と呼ばれており、これによって海洋生態系が将来どのように変化するのか、世界中で大いに注目されています。

海洋酸性化の影響を生態系レベルで評価するためには、実験室下での影響試験では不十分です。そこで、自然界にもともと存在する高 CO₂ 海域である CO₂ シープ(海底から CO₂ が噴き出す場所)において、酸性化が進行した未来の海を模した生態系の影響予測を行う研究が行われています。

本研究グループは、伊豆諸島の式根島において新たな CO₂ シープを報告しています^{a)}。CO₂ の噴出域に近づくほど、より未来の CO₂ 濃度に近い海域となり、サンゴや大型海藻などが減少します^{b,c)}。サンゴや大型海藻は、海底に三次元的な構造を作り出し、他の生物へ生息場を提供しています。そのため、これらの生物群の減少は、間接的に、魚など他の生物群にも影響を及ぼすことが予測されます。

研究内容と成果

筑波大学、プリマス大学、パレルモ大学の国際共同研究グループは、式根島の沿岸で、海底の生物群集と魚類の個体群調査を行いました。その結果、CO₂ シープから離れた海域では、サンゴや大型の海藻が優占し、魚類の多様性も高く維持されていました。しかし、高 CO₂ 濃度の海域においては、サンゴや大型の海藻が減少し、それに伴って魚類の多様性が 45%低下することが示されました。特に、熱帯域のスペシャリストとなる魚類への影響が顕著であることがわかりました(図 1)。

魚類は人類にとって貴重な自然資本であり、それらの個体群および種多様性の維持は、世界的にも重視されています。このままのペースで CO₂ 排出が進行すると、人間の生活への影響は避けられません。従って、大規模な CO₂ 削減に取り組み、生態系の変化を緩和していくことが喫緊の課題となります。

今後の展開

本研究グループは、国際的な共同研究を通して、生態系サービスの評価などを通じて、生態系の変化が人間活動に及ぼす影響などを定量化していく予定です。

参考図

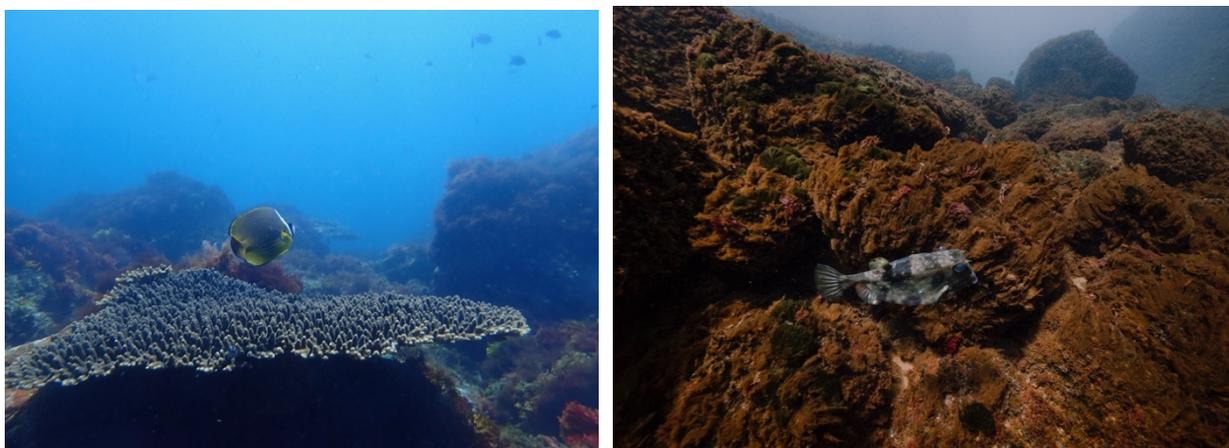


図 1:各サイトの海底の生物群集と生息する魚類の様子

(左)CO₂濃度 300 μ atmにおいてテーブルサンゴを生息場に行っているチョウチョウウオ(主に熱帯性スペシャリストに分類される。写真提供: Ben Harvey, 筑波大学)

(右)CO₂濃度 900 μ atmにおいて、小型の藻類を生息場に行っているウミスズメ(主に亜熱帯性ジェネラリストに分類される。写真提供: Nicolas Floc'h, European Academy of Art in Brittany, FRANCE)

用語説明

注1) μ atm

大気中の二酸化炭素濃度は、空気中の二酸化炭素の存在比として、ppm(100 万分率)で表す。海水中に溶け込んだガス成分の存在比も ppm で表すこともある。しかしここでは、濃度の単位を圧力の単位に変換した二酸化炭素分圧として、 μ atm(100 万分の 1 気圧)で表す。

参考文献

- a) Agostini, S., Wada, S., Kon, K., Omori, A., Kohtsuka, H., Fujimura, H., ... Inaba, K. (2015). Geochemistry of two shallow CO₂ seeps in Shikine Island (Japan) and their potential for ocean acidification research. *Regional Studies in Marine Science*, 2, 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2015.07.004>
- b) Agostini, S., Harvey, B., Wada, S., Kon, K., Milazzo, M., Inaba, K., Hall–Spencer, J. (2018) Ocean acidification drives community shifts towards simplified non–calcified habitats in a subtropical–temperate transition zone. *Scientific Reports*, 8, 11354. <http://doi:10.1038/s41598-018-29251-7>
- c) Harvey, B.P., Agostini, S., Kon, K., Wada, S., Hall–Spencer, J.M., (2019) Diatoms Dominate and Alter Marine Food–Webs When CO₂ Rises. *Diversity* 11, 242. <https://doi.org/10.3390/d11120242>

掲載論文

【題名】 Changes in fish communities due to benthic habitat shift under ocean acidification condition.

(海洋酸性化に伴う生息場の変化が魚類の個体群に変化を引き起こす)

【著者名】 カルロ カッターノ^{1,2}、アゴスティーニ シルバン³、ハーベイ ベン³、和田 茂樹³、クアトロッチ フェデリコ⁴、タルコ ガブリエル^{1,2}、稲葉 一男³、ホール・スペンサー ジェイソン^{3,5}、ミラッツォ マルコ^{1,2}、
1: パレルモ大学(イタリア)、2: CoNISMa(イタリア)、3: 筑波大学下田臨海実験センター、4: CNR(イタリア)、5: プリマス大学(英国)

【掲載誌】 *Science of The Total Environment* (DOI: [10.1016/j.scitotenv.2020.138501](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138501))

問い合わせ先

アゴスティーニ シルバン

筑波大学 生命環境系 下田臨海実験センター 助教