

海洋酸性化で生態系の多様性が失われ微細藻類が海底を覆いつくす

二酸化炭素の増加によって引き起こされる海洋酸性化は、海洋の炭酸系に影響を及ぼし、海藻の海中林やサンゴ礁よりも、微細藻類の生育に適した環境へ変化させる可能性があります。このような変化が進むと、環境の多様性や複雑性が損なわれ、人類にとっての生態系の価値が著しく低下します。

伊豆諸島の一つである式根島のCO₂シーブ(海底から二酸化炭素が噴き出す海域)では、二酸化炭素濃度の勾配が生じていることから、本研究では、この海域の海底付近における生物相、環境パラメーター(pHおよび溶存酸素)の調査、生物付着板を設置した現場実験、海底の生態系を実験室下に再現した試験を行いました。その結果、海洋酸性化によって微細藻類の生育が促進され、増加した微細藻類によって他の生物種の加入が妨げられることで、生態系の構成の変化(遷移)が停止することを突き止めました。高二酸化炭素濃度の環境下では、微細藻類は海底を覆いつくし、マット状になって多量の堆積物を吸着します。その内部では、微生物群集の活動により酸素濃度やpHが低下し、他の生物種の加入や成長を阻害する障壁となって、元の状態に戻りにくくなります。これは、サンゴや大型藻類など大型の生物種にとっては致命的です。微細藻類がもたらす環境の変化は、生態系の遷移過程に対してさらに影響を及ぼします(フィードバックループ)。このような仕組みは、様々なレベルでの環境変化に対して閾値を踏み越えた生態系の安定化を説明するものであり、沿岸生態系の価値を守るための適応戦略に組み入れることが求められます。

研究代表者

筑波大学生命環境系

ハーベイ ベンジャミン 助教

研究の背景

人間活動に伴い、海洋における生物的・化学的過程に変化が生じます。これらの変化は連続的に生じる時であれば、閾値を超えて劇的に生物相や生態系の機能が変化する、いわゆる「レジームシフト」が起こる場合もあり、特にここ数十年、海洋生態系におけるその頻度が高まっているとされています。レジームシフトがいったん生じると、生態系が元に戻ることは容易ではなく、その影響を最小化するためには、生態系が閾値を超えた変化を生じる前に、対策を講じることが必要です。海洋酸性化は、その原因の一つである可能性が指摘されていることから、本研究では、高二酸化炭素濃度下における海洋生態系の変化を調査しました。

研究内容と成果

二酸化炭素濃度の高い条件下では、微細藻類の活性が増大し、マット状のコロニーが、海底を完全に覆うまでに広がるとされています。本研究では、微細藻類のコロニーの生物相と、海底付近の海水の pH や酸素濃度を測定したところ、マット状のコロニーに覆われた海底は、微生物の呼吸により貧酸素・低 pH となることが明らかになりました。これは、マット状のコロニーに堆積物が吸着され、周囲の海水との間に境界を形成することに起因しており、微細藻類のマット状コロニーを実験室下に再現した際にも、同様の結果が示されました。さらに、海底に設置したタイル上に付着した生物群集を解析すると、微細藻類のマットの広がりや、大型藻類などの加入や生育を阻害していることが分かりました。

さらに、微細藻類のマット状コロニーが付着したタイルを、二酸化炭素濃度の勾配に沿って設置すると、pH が 8.0 付近の海域では、周囲の海域に微細藻類はほとんど見られないにもかかわらず、タイル状のコロニーは長期にわたって維持されていました。これは、二酸化炭素濃度が増大する方向と減少する方向で、生態系の閾値が異なることを意味しており、生態系の回復が難しい「ヒステリシス」と呼ばれる作用が、レジームシフトを引き起こすことを示しています（参考図）。

今後の展開

生態系のレジームシフトを緩和もしくは回復させるためには、海洋の生態系の安定に貢献する種間相互作用の理解が不可欠です。今後、レジームシフトは様々な空間スケールで頻発することが予見されており、本研究結果はこれらの適切な管理において不可欠です。本研究グループは、今後も、国際的な共同研究を通して、生態系の変化が引き起こされるメカニズムの解析や、海洋酸性化が人間社会に及ぼす影響を明らかにしていきます。

参考図

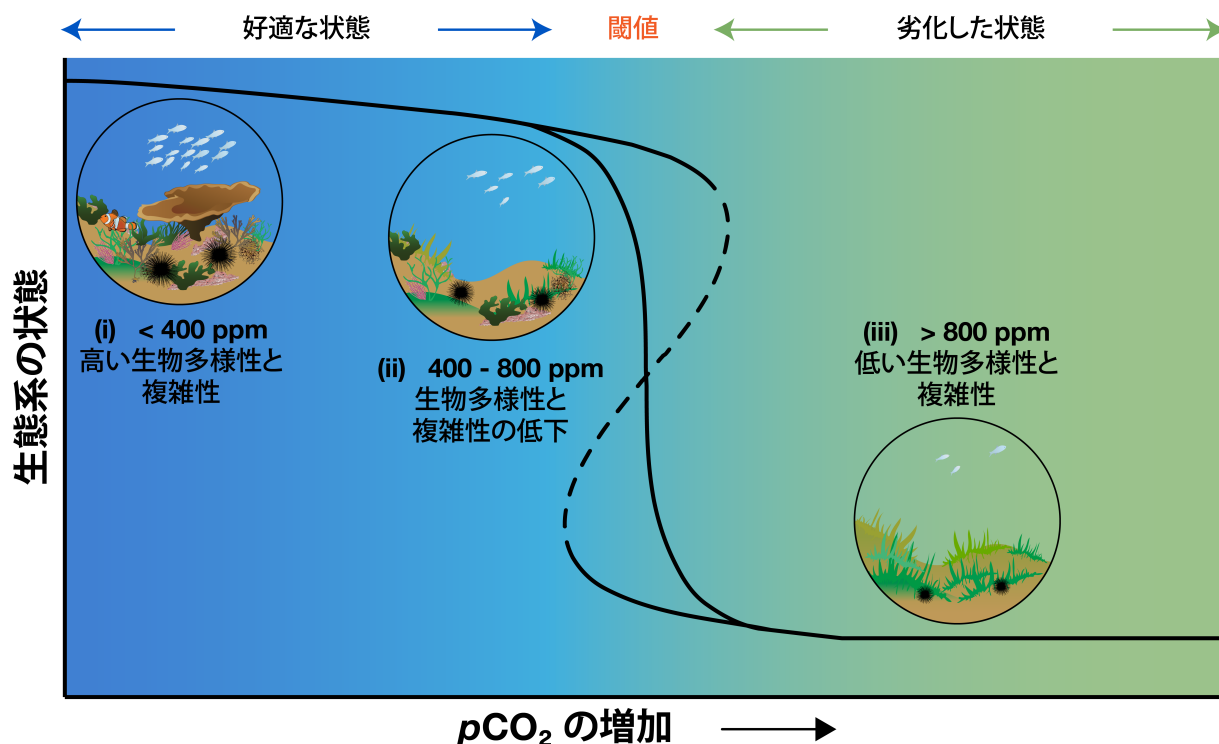


図 海水中の二酸化炭素分圧 ($p\text{CO}_2$) の増加に伴う生態系の変化

海洋酸性化に伴い、沿岸の生物多様性や生態系の複雑性が低下する。実線は、生物多様性や複雑性の高い好適な生態系からの連続的な変化を示し、破線は閾値を挟んだ不連続的な変化を示す。連続的な変化であれば、生態系の状態を回復させることは比較的容易であるが、不連続な変化においては、フィードバック作用によって生態系の変化（回復）が妨げられる（ヒステリシス）。本研究により、高い二酸化炭素濃度下における微細藻類コロニーの広がり、不連続な変化を引き起こすことが明らかとなった。

研究資金

本研究は、日本学術振興会 若手研究 (B) : 17K17622、環境省 環境研究総合推進費 : 4RF-1701、筑波大学海外教育研究ユニット招致プログラムの支援により実施されました。

掲載論文

【題名】 Feedback mechanisms stabilise degraded turf algal systems at a CO_2 seep site
(海洋酸性化で群集の遷移が停止し微細藻主体の生態系が維持される)

【著者名】 Ben P. Harvey^{1,*}, Ro Allen^{2,3}, Sylvain Agostini¹, Linn J. Hoffmann², Koetsu Kon¹, Tina C. Summerfield², Shigeki Wada¹ & Jason M. Hall-Spencer^{1,4}

¹ 筑波大学下田臨海実験センター

² Department of Botany, University of Otago, Dunedin, New Zealand

³ The Marine Biological Association, Plymouth, Devon PL1 2PB, UK

⁴ School of Biological and Marine Sciences, University of Plymouth, Plymouth PL4 8AA, UK

【掲載誌】 Nature Communications Biology

【掲載日】 2021年2月16日

【DOI】 10.1038/s42003-021-01712-2

問合わせ先

【研究に関すること】

ハーベイ ベンジャミン

筑波大学生遺命環境系（下田臨海実験センター） 助教

URL: <https://trios.tsukuba.ac.jp/researcher/0000004231>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報室

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp