

バイオセメントによるアマモ場の創出試験

生物応用化学科 楠部 真崇

1. はじめに

アマモはアマモ科に分類される海洋性種子植物の一種で、日本では7種の固有種が生育する。日本沿岸の広範囲に分布し、大規模な群落を形成している一種にアマモ (*Zostera mariana*) がある。アマモはその葉に多くの葉緑体を有しているため、光合成による有機栄養物の提供を行う一次生産性の海洋バイオマスに位置づけられる。これは、物質循環による海水の浄化や生物多様性の維持など、持続可能な環境保全の基盤となる機能を総合していることを意味する。日本沿岸においてアマモが生育できる水深 20 m 以浅の海域面積は約 310 万 ha であるが、ここは人為的な影響を受けやすい環境である。昭和以降の沿岸開発等により、この面積はアマモ生育可能面積のわずか 6.5%にまで激減した(アマモ場再生ガイドブック, 環境省, 2008)。

和歌山高専では以下の SDGs14 の目標を掲げ、和歌山県日高郡日高町海域での実装試験を行なっている。これまで、「SDGs14.2 海洋および生態系レジリエンスの強化 (2020 年まで)」および「14.7 持続可能な管理を通じ、経済的便益の増大 (2030 年まで)」を実現するため、「14.a 海洋健全化と海洋生物多様性寄与向上」について、海洋技術移転を行ってきた(M. Kusube, Impact, 2020)。本著では、レジリエンスな物質循環機能を最大限に活用した生物多様性および水産有用種の自然定着を目的としたバイオセメントの機能開発を行い、海洋バイオマスであるアマモ場拡大にアプローチした 2020 年の取り組みを紹介する。

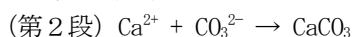
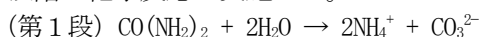
2. 実験内容

(1) アマモ種子の単離と保管

沈設に使用するアマモの種子は 2019 年 5 月に同町内の海域に自生するアマモ場より穂ごと採取した。海水中で自然腐食後種子を採取した。採取した種子は、飽和食塩水中で塩水選抜し、高密度の種子 100 粒程度を 5 °C の冷蔵庫で保管した。

(2) 海洋性細菌の単離とバイオセメンテーション

UAB 培地と MarineBroth2216 培地を用いたスクリーニングで、日高町方杭海域からウレアーゼ生産菌を単離した(M. Kusube, AgriBio, 2018)。バイオセメンテーションは細菌由来ウレアーゼを利用し、以下の反応を砂の粒子間で行うことで、炭酸カルシウム (CaCO₃) 架橋するメカニズムである(M. Kusube, AgriBio, 2018)。バイオセメントは以下に示す 2 段階の化学反応で実施した。



第1段は、海洋性細菌ウレアーゼ活性を利用した尿素的

沈設予定地の海砂 13kg は予め水道水で洗浄し乾燥させたものを用いた。固化促進のための石灰、菌液、塩化カルシウムおよび尿素を含む水溶液とアマモ種子を含む洗浄済み海砂と混合しバイオセメントを成形した。その後、1週間程度の陰干しにて固化を行った。

(3) 沈設作業と潜水観察

2019 年 12 月 4 日に和歌山県日高郡日高町方杭海域にてアマモ種子を含むバイオセメントをカヤック上より散布した。散布物は海底 5 m 四方内に散乱した状態で着底した。3 月より潜水にて発芽および生長状況を定期的に観察した。

3. 結果

(1) バイオセメント沈設



図 1. 左: 沈設の様子、右: 沈設後の海底の様子

カヤックから散布したバイオセメントは潮流に乗りながらも、形状を保持したまま静かに海底に着底した。着底後2時間程度経過観察を行ったが、バイオセメントの形状は保持したま

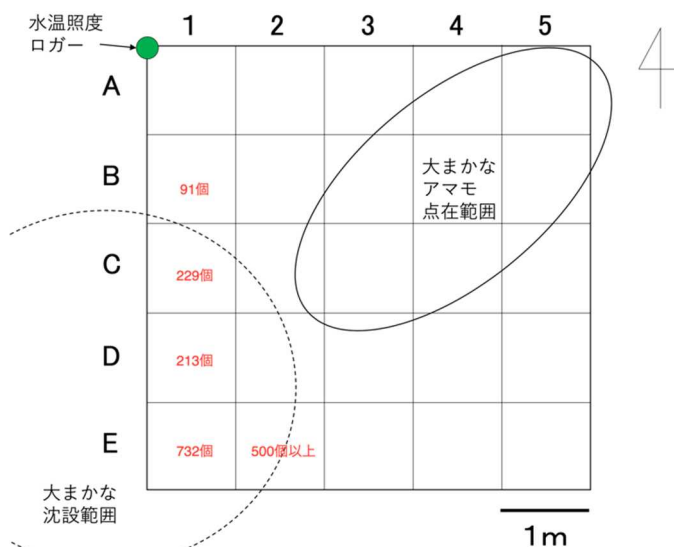


図 2. 方形枠内に沈設したバイオセメントの分布

までであった(図1)。図2に着底後の状況を示す。潮流により、散布したバイオセメントは想定した5m四方の南東方向に集中して着底した。方形内北西側には天然のアマモのコロニーが存在しており、結果的に今回沈設したアマモとの比較が行いやすい状況となった。

(2) アマモの発芽および生長記録

2020年3月29日に潜水観察したところ、アマモの新芽27本を確認した。自生しているアマモ区は多年草化している株は確認できたものの、出芽は見当たらなかった。今回実施したタイミングや調合割合、保管温度により天然アマモよりも発芽が早まったといえる。この結果から、バイオセメントによるアマモ場創出では発芽のタイミングを調整できる可能性がある。その後、バイオセメントから発芽したアマモは海水温上昇とともに順調に生長した(図4)。4月末から7月



図3. バイオセメントから発芽したアマモの新芽

末にかけて、葉幅や葉厚が生長するとともに色彩も濃くなった。これに伴って、光合成により発生する気体量も増加していた。アマモの生長は17cm程度をピークに海水温30℃を超えた8月から著しい減衰を示した。これは、同じ海域に生息する海草を捕食するアイゴの食害と思われる。潜水観察中も30cmを超えるアイゴを確認しており、この食害によって方杭漁港内のアマモの多年草化がおこりにくい状況になっていると思われる。食害は9月末まで継続し、最終的にアマモ丈が1cm程度になるまで止まることはなかった。中部国際空港周辺のアマモ場造成地でも、アイゴの食害が報告されており、アイゴの駆除を並行して実施している。一方、和歌山県は台風の進路に直接位置する海域であり、長く成長したアマモ場は台風のうねりによる水圧抵抗を受け地下茎ごと喪失する危惧があるが、食害による散髪が水の抵抗を最小限に抑制することができると考えている。

今回、創出したアマモ場には、季節ごとにチャリコやアオリイカなど多種多様な生物が見られた。今回観察できた多様

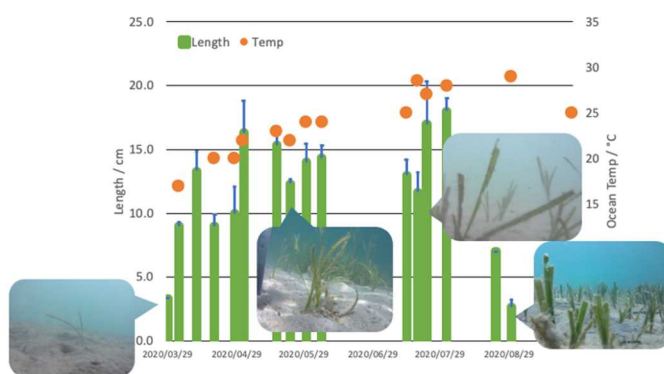


図4. アマモの生長と海水温の推移

性のある生物は元来より、この海域で生息していたものである。これら生物の生息域を保全することは、和歌山県だけでなく、海洋環境全体に意識を向ける重要な機会となる。

4. 研究教育拠点からの展開

上述した社会実装の取り組みを初等教育現場で紹介し、環境問題の具体的なアプローチの一例として理科の出前授業を実施した。日高町立内原小学校6年生の理科授業の1コマでは、酵素の反応実験および発芽の様子などの紹介をSDGsベースで講義した。受講した児童からは、「海に行きたくなった」「実験の必要性がわかった」など、すでに勉強した理科や社会の知識を繋ぎ合わせられたことで興味を深められた様子であった。今後も、新しい学校と連携して出前授業を参画していきたい。

5. 謝辞

本取り組みは、高専機構高度化推進プロジェクトによる支援はもとより、多くの企業様や地元の方のご理解とご協力があつて実施できるものです。今後、さらに展開させるためにも、是非ご協力いただければ幸いです。

参考文献

- (1) Masataka Kusube, Research on innovative marine environmental conservation with no environmental impact using marine bio-cement, Impact (3) pp57-29 (2020).

研究者紹介

楠部 真崇

くすべ まさたか

生物応用化学科 准教授
博士(工学)



専門分野 極限環境微生物学、発酵科学

研究課題 深海微生物の生命、ブルーカーボン

キーワード アマモ場創生、カーボンクレジット、産学連携、海洋環境