

山口湾における被覆網の海藻付着による底生生物への影響調査について

山口県環境保健センター

元永 直耕・木下 友里恵・川上 千尋^{*1}・上原 智加^{*2}・梶原 丈裕・横瀬 茂生・
谷村 俊史・佐々木 紀代美・下尾 和歌子・松清 みどり・橋本 雅司

※1 山口県環境政策課

※2 山口県生活衛生課

Investigation of the Effect of Seaweed Adhesion on Cover Nets on Benthic Organisms in Yamaguchi Bay

MOTONAGA Naotaka, KINOSHITA Yurie, KAWAKAMI Chihiro^{*1}, UEHARA Chika^{*2},
KAJIWARA Takehiro, YOKOSE Shigeo, TANIMURA Toshifumi, SASAKI Kiyomi,
SHITAO Wakako, MATSUKIYO Midori, HASHIMOTO Masashi

Yamaguchi Prefectural Institute of Public Health and Environment

^{*1} *Yamaguchi Prefectural Institute of Environmental Policy Division*

^{*2} *Yamaguchi Prefectural Institute of Environmental Health Division*

はじめに

「やまぐちの豊かな流域づくり構想 (2003 年)」のモデル流域である榎野川流域の河口干潟は、カブトガニの自然繁殖地であることや、渡り鳥のクロスロードであること等の重要性から、環境省により「日本の重要湿地 500」に選定されている (2001 年)。当該干潟を含む山口湾では、榎野川を共有する産学官民の団体・個人で構成された榎野川河口域・干潟自然再生協議会 (以下、協議会) により、里海再生に向けた様々な活動が行われている。これまでの成果として、干潟に食害生物からアサリを保護する「被覆網」を設置することで殻長 30 mm を超えるアサリが成育できるようになり、地元漁師による漁獲やイベントでの潮干狩り等で恩恵を得られるようになった。

一方で、被覆網の設置数の増加やコロナ禍でのイベント縮小・中止により、被覆網の管理が行き届かず、被覆網でのアサリ保護・育成手法についての効率化を図る必要がある。

本研究報告は、被覆網管理による課題のうち、被覆網に付着した藻を長期間放置した際に、底質等に影響を及ぼす懸念があったことから、過去研究「榎野川河口干潟における被覆網に付着した藻類による底生生物への影響について」¹を引き継ぐ調査研究として、被覆網に藻が付着し表面を覆うことによるアサリ等底生生物の成育環境への影響についての調査の結果をまとめたものである。

内容

1 被覆網の藻の付着に係る影響の評価 (令和 2~3 年度)

(1) 調査概要

アサリ保護のための被覆網に付着した藻は、夏場の腐敗による底質の還元化や通水性の悪化による砂の堆積や網の捲れなど、アサリ等の成育に悪影響を与えることが懸念されている。平成 19 年に設置した 3 m×6 m の被覆網を 3 m×3 m の被覆網 2 枚に変更し、図 1 のとおり 2 つの試験区とした。試験区 A は藻が付着しても交換しない「藻付き

網」とし、試験区 B は藻が付着したら網を交換する「藻なし網」とした。

底質環境やアサリ等の殻長別個体数等を比較するため、①藻の付着状況調査、②アサリ等生息状況調査、③底質調査を実施した。



図 1 試験区の様子（藻付き網（試験区 A）右側、藻なし網（試験区 B）左側）

(2) 被覆網への藻の付着状況調査

ア 調査手法

令和 2 年 5 月から令和 4 年 2 月までの被覆網における藻の付着状況の季節変化を図 2 に示す。目視により、被覆網の藻付着の度合を、多・少により図示した。試験区 A の網は、破損が見られた場合、結束バンドで補修した。令和 3 年 4 月の段階で、試験区 A の網は、補修では対応できないほど破損していたことから、周辺に設置した被覆網から藻の付き方が同等のものに張替えて試験を継続した。また試験区 B の網は、令和 2 年 12 月、令和 3 年 4 月、令和 3 年 12 月に藻の付着が見られたことから新品の被覆網に交換した。

イ 調査結果

被覆網の藻は、秋から冬に繁茂し、春から夏に減少することが分かった。また、腐敗した藻の集積はどの時期にも確認されなかったが、試験区 A の網は、網の破損の他、網の捲れが確認された。また、試験区 B で繁茂が確認されてすぐに網を交換すると、網への藻の付着度合が少ないまま維持されていた。

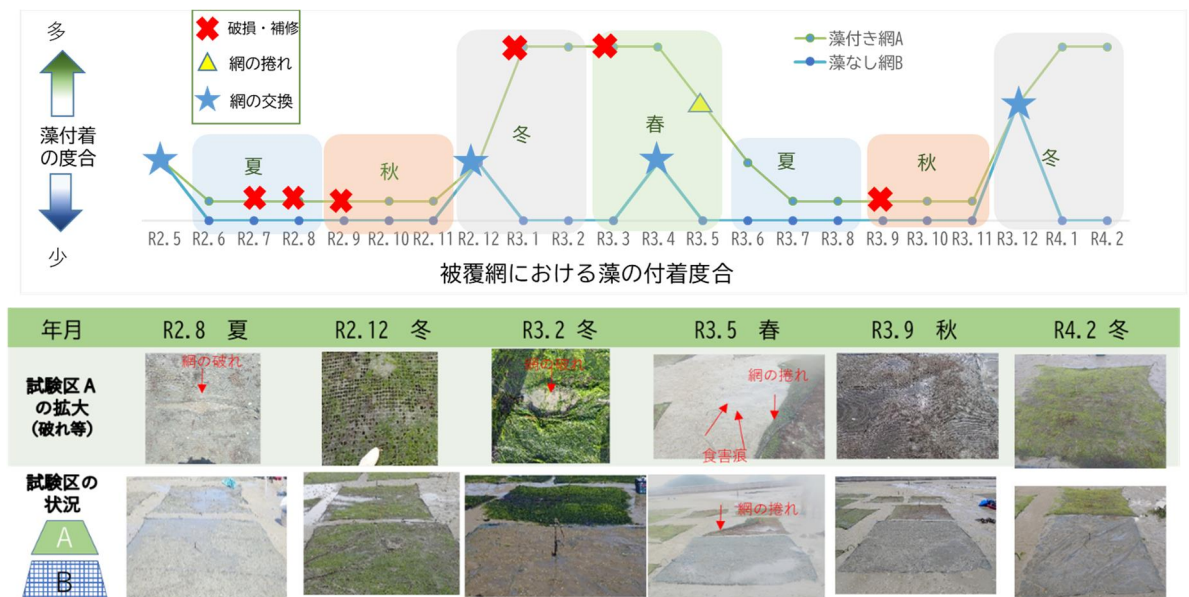


図 2 被覆網における藻の付着度合

(3) アサリ等生息状況調査

ア 調査手法（令和 2 年度）

令和 2 年度は、各試験区の下にラッカーズプレーで色を付けたアサリ 30 個体（A-1 は 29 個体、以下「指標アサリ」という。）を投入したカゴを 2 基ずつ埋設し、四半期毎に指標アサリの個体数と殻長を調査した。

イ 調査結果（令和 2 年度）

試験区 A に設置したカゴ（A-1,A-2）と試験区 B に設置したカゴ（B-1,B-2）内の指標アサリの殻長別生存個体数の推移を図 3 に示す。夏に殻長 2 cm 未満の稚貝が多く死亡し、各カゴ内の生残数が低下した。試験区 A のカゴには、殻長 1 cm 未満の指標アサリの投入量が多く、夏の調査で発見されない個体もあり、網からの流出が考えられ、試験区 A の生残数が大きく低下した。A-2 は殻長 2cm 以上の成貝の死亡も 7 個体確認されたが、他のカゴは成貝の死亡はなかった。秋は、台風の影響によりカゴが砂に埋もれ、特に砂が多く堆積した試験区 B で多くの指標アサリがへい死した。冬はほとんどの指標アサリが生残していた。

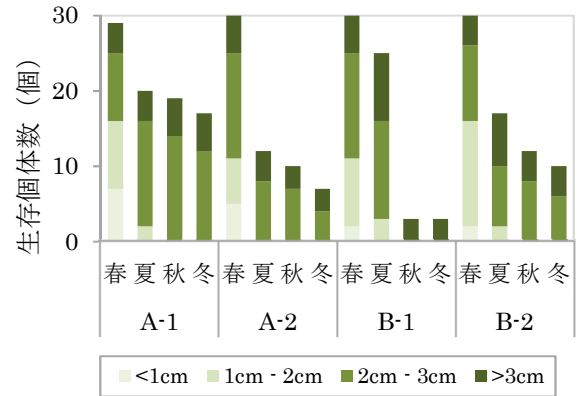


図 3 アサリ季節別生残個体数

ウ 調査手法（令和 3 年度）

被覆網下に 30 cm 四方のコドラートを置き、範囲内を深度 25 cm 掘り、目合 5 mm ふるいにかけてのちソーティングし、試料とした。各試験区の網下 3 か所のアサリ殻長別個体数（1 cm 未満、1 cm 以上 2 cm 未満、2 cm 以上 3 cm 未満、3 cm 以上）を計数した。また、底生生物の同定及び種類数を計数した。底生生物の中で、現場での同定が難しかった個体については、実験室に持ち帰り、実態顕微鏡を用いて同定した。

エ 調査結果（令和 3 年度）

アサリ殻長別個体数の調査結果を図 4 に示す。令和 3 年 4 月（春）の調査において、試験区（藻あり網）A の網下 3 か所の平均個体数は 83 個/m²であるのに対し、藻なし網 B は 349 個/m²であり、アサリの個体数に差が生じていた。また、令和 3 年 7 月（夏）、令和 3 年 10 月（秋）、令和 4 年 1 月（冬）の調査でも同様に 200 個/m²程度の差が見られた。さらに、夏には B の網で新規加入とみられる 1 cm 未満のアサリが 44 個/m²見られた。次に、アサリを除く底生生物の種類数及び個体密度を図 5 に示す。試験区 A の網下よりも、試験区 B の網下の底生生物が種類、個体数ともに多い傾向が見られた。

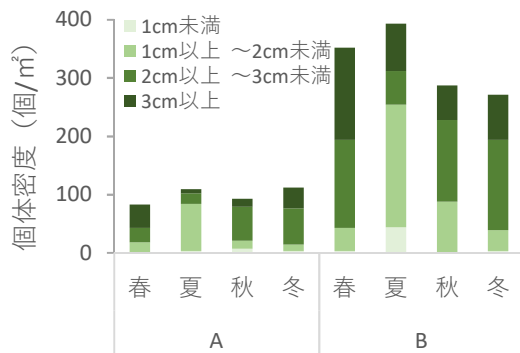


図 4 アサリ殻長別個体数

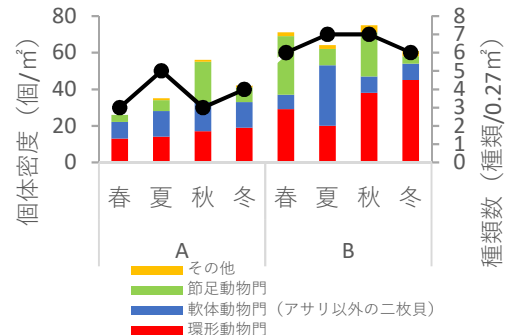


図 5 底生生物の種類数及び個体数（アサリ除く）

(4) 底質調査
ア 調査手法

網下の底質について、四半期に 1 回、アサリの生息環境や餌料環境に資する分析項目である酸化還元電位 (ORP)、硫化物 (AVS)、強熱減量、泥分率、底質表層の植物色素量 (クロロフィル a、フェオフィチン) を測定した。ORP は、干潟表層から約 10 cm の位置で、携帯用 ORP 電極 (HOIBAD-73) を用いて各網下 3 か所で測定した値を、泥温を用いて標準水素電極を基準とした電位 (Eh) に換算したものを測定値とした。その他の試料は、各試験区内の 3 か所で採泥した。強熱減量及び泥分率の試料は、干潟の表層 (約 10 cm) を採泥し試料とした。AVS は表層 (約 10 cm) を採泥後ただちに亜鉛アンミン溶液で固定し、検知管法 (楸ガステック・ヘドロテック-S) により測定した。植物色素量は、50 mL 注射筒の先を切り落としたコアサンプラで表泥 1 cm 程度を採泥後ただちに冷凍し、Lorenzen 法に準拠し測定した。

イ 調査結果

各試験区の Eh 及び AVS の推移を図 6 に示す。長期データを確認するため、令和元年のデータを含め示した。Eh は両試験区とも夏に最も低く、夏が最も還元状態にあった。アサリの生息環境に最適な Eh は -100 mV 以上といわれており²、令和元年夏、令和 2 年夏は両試験区とも -100 mV 以下となった。AVS は、藻あり網試験区 A は、最も高い値を示した令和元年度夏で 0.148 mg/g-dry、令和 3 年度夏、秋に 0.108 mg/g-dry と高い傾向が見られたが、水産用水基準³の 0.2 mg/g-dry より低かった。

泥分率の結果を図 7 に示す。両試験区とも概ね 4 %~10 %程度で推移しているが、冬の泥分率に差が見られ、試験区 B の方が泥分率の値が大きかった。成育環境に適する 30 %以下⁴で推移していた。

強熱減量の結果を図 8 に示す。長期的な推移を確認するため、令和元年のデータを含め示した。両試験区とも 0.9 ~1.3 %で横ばいであった。令和 2 年度冬と令和 3 年度秋、冬に強熱減量に差が見られ、試験区 B の方が強熱減量の値が大きかった。いずれの期間も、アサリ生息に適した値である 0.5~9 %内⁴の値で推移していた。

底質表層の植物色素量として、クロロフィル a(Chl-a)とその分解生成物であるフェオフィチン(Pheo)の合計した値の結果を図 9 に示す。令和 3 年度は、

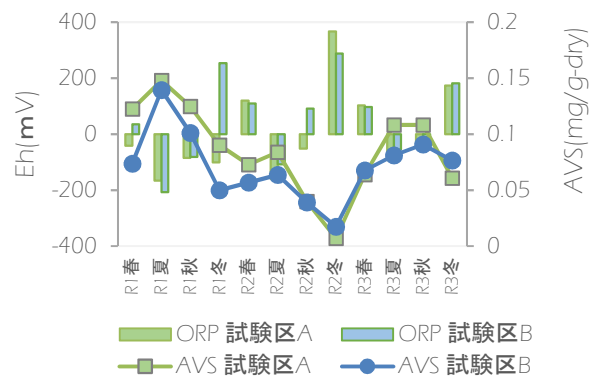


図 6 各試験区の Eh 及び AVS の推移

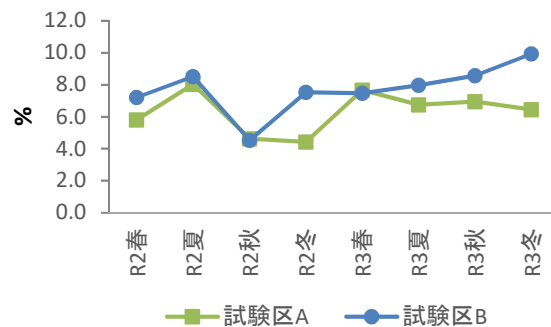


図 7 各試験区の泥分率の推移

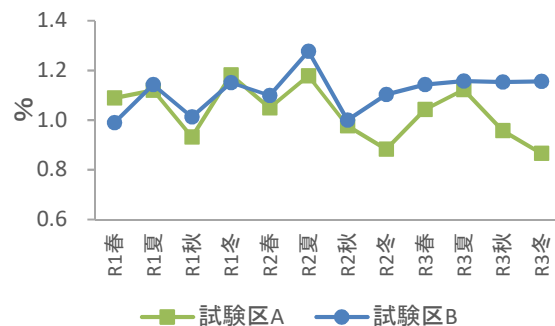


図 8 各試験区の強熱減量の推移

全般的に令和 2 年度よりも植物色素量が少なかった。令和 3 年度は試験区 B の季節変動が小さかった。

(5) 考察

被覆網の藻の付着状況調査の結果からは、付着する藻は冬に急激に繁茂し、春から夏にかけて徐々に減少することが確認された。また、藻が急激に繁茂する 12 月及び 4 月～5 月に被覆網を交換すると、その後数か月は被覆網の藻の付着がないことが分かった。

アサリ殻長別調査の結果からは、網の破損や捲れの見られた試験区 A の網下では、試験区 B に比べてアサリ個体密度が 200 個/m² 程度の差があり、かつ個体数が年間を通じて同程度に低い水準で推移した。これは、藻の付着による通水性の減少や重量増加に伴い、網が波浪の影響を受け捲れや破損が生じたことで、アサリの流出や食害が生じたためと考えられる。

また、一旦アサリ個体数が減少した場合、個体数が年間を通じて同程度に継続することから、資源量が減少すると回復には時間を要することを示唆する結果となった。

一方、底質環境については、両被覆網下で泥分率や強熱減量、植物色素量、AVS に季節によっては違いが見られたが、生息に大きな影響を及ぼす値までの変化は見られなかった。

これらのことから、藻の腐敗によるアサリの成育への影響は軽微であり、波浪の影響による被覆網の破損や捲れによる保護効果の減少により、アサリの個体数減少につながっていると考えられる。

山口湾南潟においては、被覆網の適切な時期の交換等、適切な維持管理によるであることを改めて確認した。

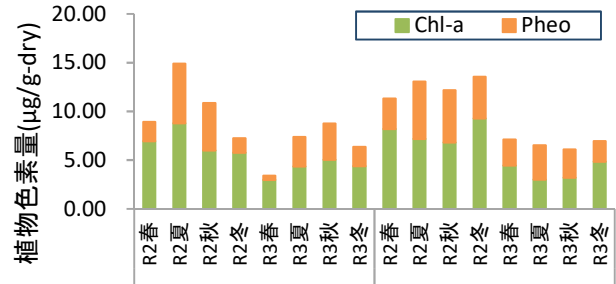


図 9 各試験区の植物色素量の推移

2 付着した藻の影響に係る追試験（令和 4 年度）

(1) 調査概要

被覆網に付着した藻が底質に及ぼす影響をさらに確認するため、藻が網下に残置された場合、藻付き網が砂に埋没した場合の試験区と、通常の藻なし被覆網及び対照として被覆網なしの計 4 試験区の比較調査を実施した（図 10 及び図 11）。

具体的には、令和 4 年 4 月に、藻が全面に付着した被覆網を裏返し干潟に接着させた試験区 A、幅 20 cm、深さ 20 cm ほど底質に溝を掘り、藻付き網を埋めた状態にした試験区 B、藻なし被覆網を試験区 C、被覆網なしの試験区 D を設定し、網の状況の確認、各試験区 2 か所において四半期ごとにアサリ及び底生生物の生息状況、底質調査を実施した。

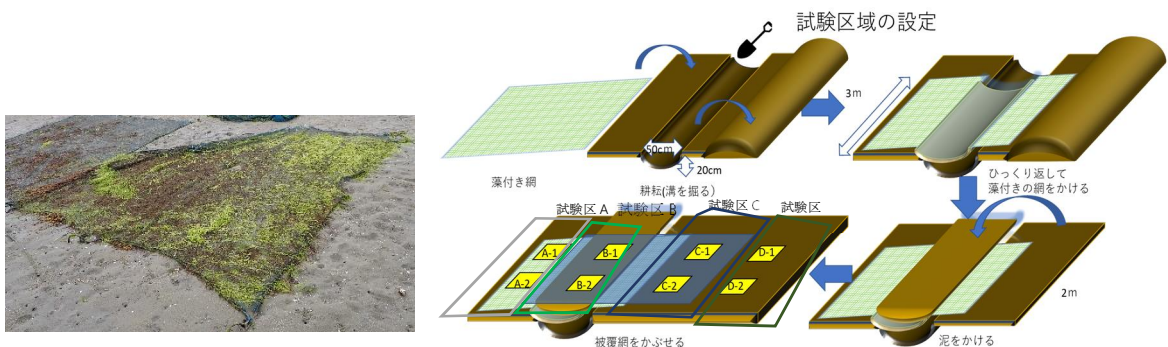


図 10 試験に用いた被覆網及び試験区域の設定方法

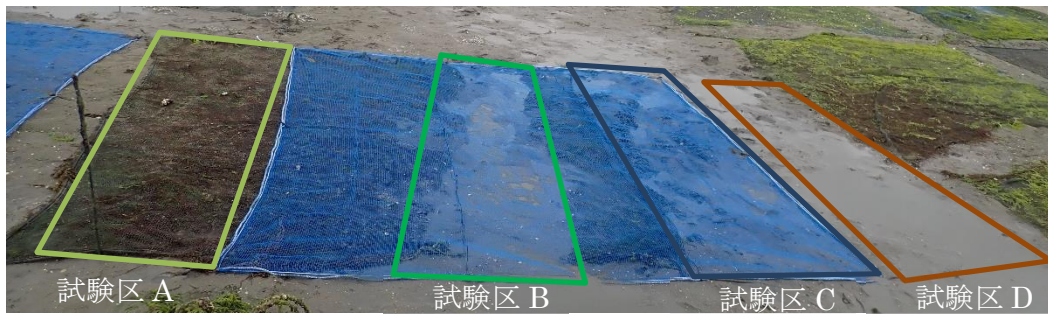


図 11 試験区域の設定の状況（令和 4 年 4 月）

(2) 目視による被覆網の状態

ア 調査方法

試験区 A については、藻の状況を令和 4 年 4 月、5 月、7 月、8 月にかけて確認した。また、試験区 B については、令和 5 年 1 月において砂に埋没させた一部を掘り返し、目視により網の状況を確認した。

イ 調査結果

試験区 A、B の様子を図 12 に示す。左側は令和 4 年 8 月、右側が令和 5 年 1 月の様子である。

試験区 A については、令和 5 年 5 月には既に藻の付着が少なくなり、8 月には藻が枯れた後の状態で一部が残存していることが確認された。令和 5 年 1 月には新たに藻の付着が確認された。

試験区 B については、令和 5 年 1 月に埋没させた網の一部を掘り返したところ、藻の付着や枯れた藻は確認されなかった。

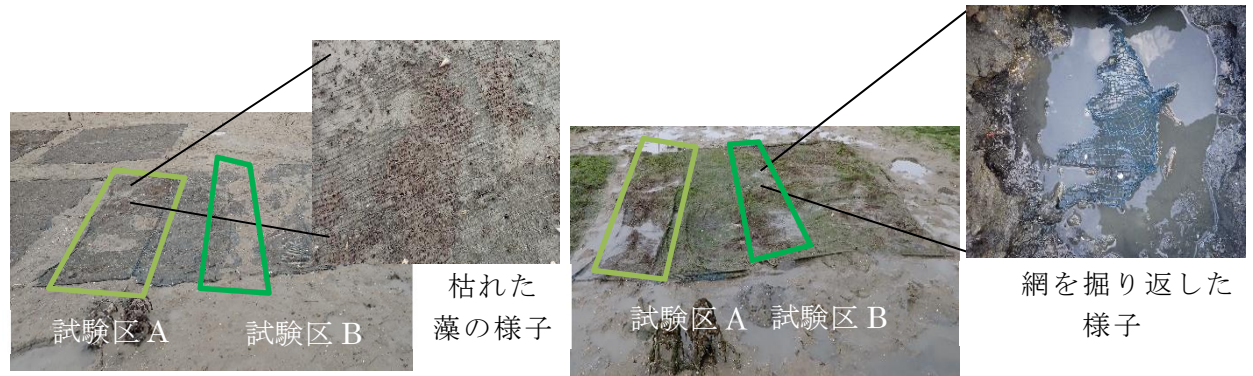


図 12 試験区 A、B の様子（令和 4 年 8 月（左側）と令和 5 年 1 月（右側））

(3) アサリ殻長別生息状況及び底生生物生息状況について

ア 調査手法

試験区 A から D の各 2 か所において、アサリの殻長別生息状況を調査した。調査は、令和 2 年度から 3 年度と同様の手法により実施した。

イ 調査結果

試験区 A から D のアサリの殻長別生息状況結果を図 13 に示す。試験区 A では、夏に合計 659 個/m²アサリの着底を認め、冬まで生残を確認し、成長も認められた。試験区 B ではアサリの着底は認められたが、100 個/m²を上回ることはなかった。試験区 C に関しては夏に 204 個/m²まで生残が確認され、冬には 132 個/m²まで減少した。試験区 D は春、夏にはアサリ個体を確認したが、秋、冬にはアサリをほとんど確認できなかった。

また、試験区 A から D のアサリ以外の底生生物生息状況を図 14 に示す。試験区 A の夏には、軟体動物門（アサリ以外の二枚貝）が多く存在し、特にアサリの競合種であるソトオリガイが多くみられた。試験区 B 及び C には、アサリ以外の二枚貝の他、節足動物門のスナモグリが多くみられた。試験区 D には春、冬に底生生物が見られた。

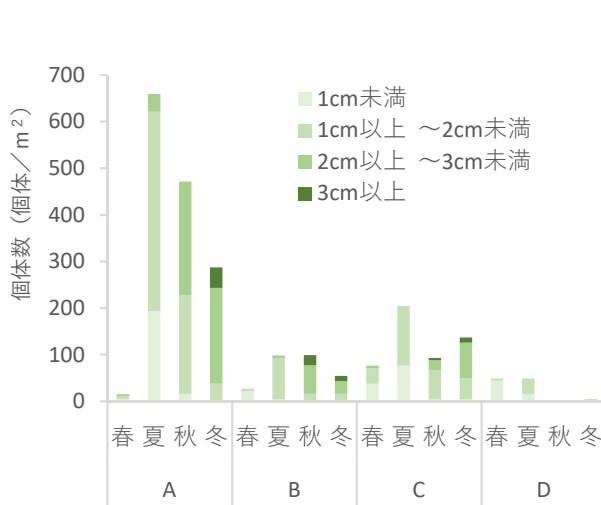


図 13 アサリ殻長別生息状況

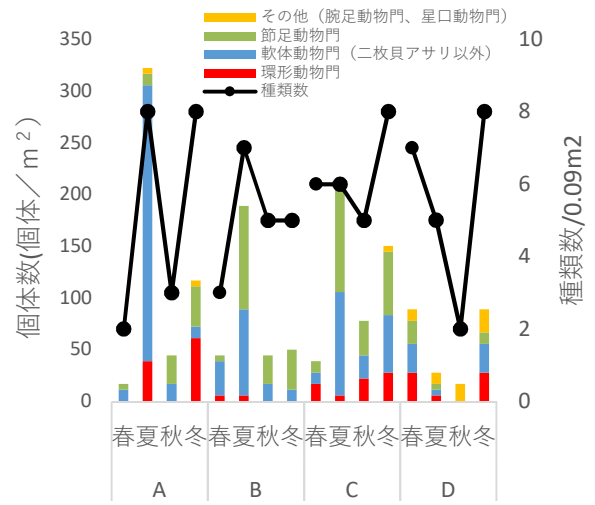


図 14 底生生物生息状況（アサリ以外）

(4) 底質調査
ア 調査手法

試験区 A~D についての ORP、AVS、泥分率、強熱減量、植物色素量を計測した。網下の底質について、四半期に 1 回、アサリの生息環境や餌料環境に資する分析項目である酸化還元電位 (ORP)、硫化物 (AVS)、強熱減量、泥分率、底質表層の植物色素量 (Chl-a、Pheo) を測定した。手法は令和 2~3 年度で実施したものと変更はないが、測定箇所及び採泥箇所を各試験区当たり 2 か所とした。

イ 調査結果

各試験区の Eh の推移を図 15 に示す。Eh は全ての試験区とも夏に最も低く、試験区 A、B、C は、アサリの生息環境に影響のある -100 mV 近くまで低下していたが、それ以下にはならなかった。また、網のない試験区 D は最も還元化が起こっていなかった。

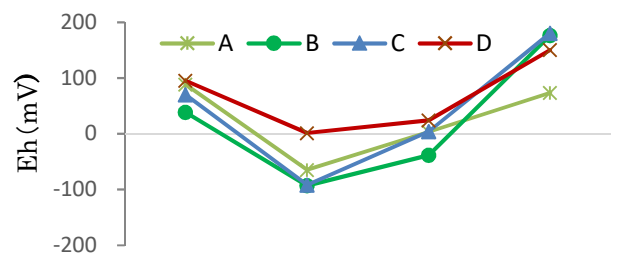


図 15 各試験区の Eh の推移

各試験区の AVS の推移を図 16 に示す。AVS の値は Eh の値が低下するのに合わせて増加した。試験区 B は、0.07 mg/g-dry から、秋、冬とあまり低下していないが、試験区 A、D は夏に上昇し、その後低下が見られた。いずれも、水産用水基準の 0.2 mg/g-dry より低かった。

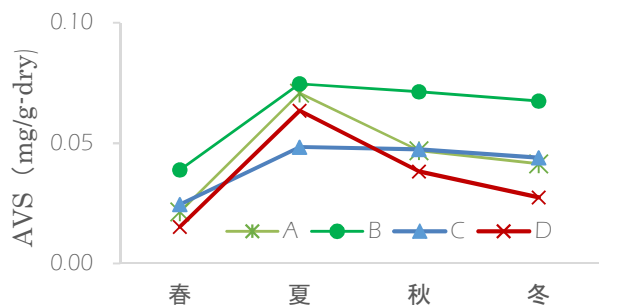


図 16 各試験区の AVS の推移

各試験区の泥分率の推移を図 17 に示す。試験区 A、B 及び C は春から夏に泥分率が上昇し、試験区 B、C は徐々に低下していくが、試験区 A は秋から冬にかけて再び上昇し、夏と同程度となった。試験区 D は春と夏は同程度であったが、秋に低下し冬に再

度上昇した。いずれもアサリ成育環境に適する 30 %以下で推移していた。

各試験区の強熱減量の推移を図 18 に示す。すべての試験区で夏に増加していた。アサリ生息に適した値である 0.5～9 %内の値で推移していた。

各試験区の植物色素量の推移を図 19 に示す。試験区 A から C は、春に比べ夏に植物色素量が大きく、特に Pheo の割合が大きくなっていった。

(5) 考察

藻が付着した被覆網の底生生物等への影響の追加試験として、被覆網の藻を干潟面に接着させた場合、埋没させた場合の底生生物及び底質への影響を確認した。底質調査の結果では、アサリの生息環境への影響するほどの数値変化は見られなかった。このことから、試験区 A、B において、アサリの生息数、特に夏の生息数は試験区 A のほうが大きかったが、試験区 C（藻なし網区）の結果から、被覆網の藻の付着状態が原因の差ではなく、被覆網を設置した際、干潟に潜在的に着底していた稚貝数が原因と考えられる。

また、アサリ以外の底生生物についても、試験区 A の夏の結果から、ソトオリガイといったアサリの競合種となる二枚貝の増加が見られたことから、被覆網の保護効果によると思われる。

今回の試験で、アサリ等の生息環境への影響はほとんど見られなかったが、被覆網に付着した藻の分解手法として、一部を埋没し、数か月放置することで、被覆網を再生させることの可能性につながる結果も得られた。被覆網の維持管理には、藻の付いた被覆網の張替えに労力を要するといった課題があることから、干潟耕耘作業と組み合わせて網の管理手法（網の再生）として可能性があるのではないかと考えられる。

まとめ

これまでの被覆網への藻の影響調査の結果から、山口湾南潟においては、藻の腐敗による底質環境の変化はほとんど見られず、アサリの成育への影響は軽微であると考えられた。他方、被覆網の捲れや破損により、本来発揮されるはずの食害や波浪からの保護効果がなくなること、アサリ個体数の減少が起こった場合、回復には時間を要することなどから、継続的な被覆網の交換は必須であることが改めて確認された。

住民参加型の里海再生の取組の成果として、南潟には令和 3 年 3 月末で、2000 m² 以上、268 枚の被覆網が干潟上に設置されている。これは、被覆網のアサリ保護効果と集積効果により干潟上に被覆網を設置すれば、自然にアサリが定着し増加することを期待したものである。

しかし、実態としては、網の捲れや破損、底泥への埋没等、網の修復や張替えが行き届かず、そ

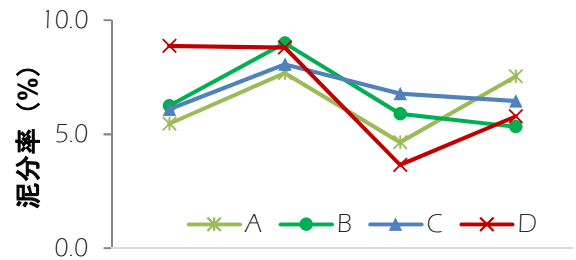


図 17 各試験区の泥分率の推移

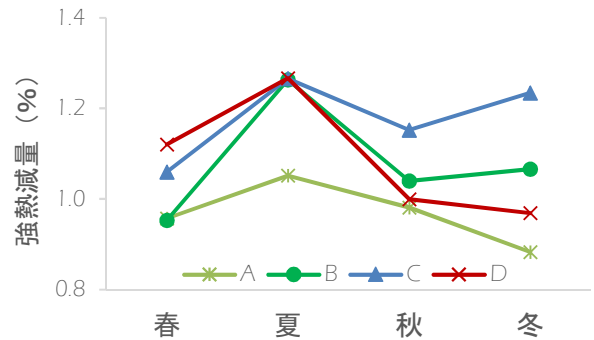


図 18 各試験区の強熱減量の推移

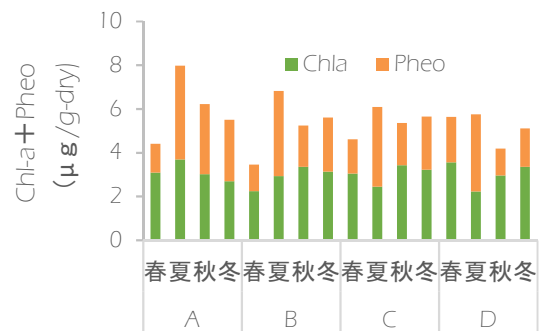


図 19 各試験区の植物色素量の推移

のままの状態で放置されたものも多くある。特に 2020 年からの新型コロナウイルス感染症の感染拡大によるイベントの中止・縮小により住民ボランティアの活動が制限され、地元漁業者の高齢化による漁獲活動の縮小等も重なっていることから、直近では 2022 年秋の台風により被覆網が捲れ、食害の影響を受けている状況においても、最低限の網の張替え作業しかできなくなっているなど、アサリ資源の保護の持続性が危うい状況である。

したがって、これまで保護してきたアサリ資源の確保をより効率的に実施する手法を行う必要があることから、「榎野川河口干潟におけるアサリの保護・育成に関する研究」⁶を踏まえた被覆網の維持管理の効率化についての検討を実施した。これについては、別報にて行うこととしたい。

謝辞

本研究は、協議会「ふしの干潟いきもの募金」の調査研究として実施しました。調査に御協力いただいた皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1 川上千尋他,榎野川河口干潟における被覆網に付着した藻類による底生生物への影響について,山口県環境保健センター所報,2020,第 62 号, p76-79.
- 2 新保裕美他,アサリを対象とした生物生息地適正評価モデル,海岸工学論文集,2000,第 47 巻,p76-79.
- 3 公益社団法人 日本水産資源保護協会
- 4 多賀茂他,山口県瀬戸内海沿岸干潟における放流アサリの成長と生残,山口県水試報,2005, p87-96.
- 5 角野浩二他,榎野川河口干潟における住民参加型アサリ再生活動の被覆網管理手法の検討,山口県環境保健センター所報,2012,第 54 号,p74-76.
- 6 梶原丈裕他,榎野川河口干潟におけるアサリの保護・育成に関する研究,山口県環境保健センター所報,2021,第 63 号, p65-69.