

4 学術研究・調査

○ 環境DNAを用いたカブトガニ産卵状況調査

実施者：山口大学大学院創成科学研究科 山本浩一

(1) 背景

山口県でカブトガニの産卵がある河口域は榎野川河口域のほか、木屋川河口、平生湾が知られている。しかし、その他の河口域で産卵が行われていないとはいえない、環境DNAを調査することによりカブトガニの産卵があることがわかれば、これまで知られていない産卵場を発見できる可能性がある。

(2) 調査方法

① 調査期間：R3. 4-R3. 7

② 調査方法：カブトガニの産卵が行われている干潟に直接流入する小河川（長沢川）の最下流の橋である惣栄橋（N地点）で4月30日から7月23日まで大潮満潮時の表層水について採水を行った。また、7月23日には榎野川最下流の周防大橋（F地点）、カブトガニが産卵を行っているすぐ傍でも採水を行った。採水された水はGF/Fフィルターで1Lをろ過して冷凍保存し、環境DNA分析に供した。

③環境DNA分析方法：環境DNA分析は定量PCR（インターカレーター法）によりリアルタイムPCR装置を用い、定量PCR試薬であるTB Green Premix Ex Taq II を用いて行った。使用したプライマーはカブトガニのミトコンドリアシトクロムb遺伝子領域に設計されたものである。分析は九州環境管理財団に委託した。

(3) 結果

① 環境DNAの検出状況：カブトガニの環境DNAの定量PCRを実施した結果を図2に示す。N地点においては5月15日まではカブトガニの環境DNAは検出されなかったが、5月26日以降はCt値が徐々に低下しており、環境DNAの濃度が増加したことが分かった。F地点においては7月23日のみの調査であったが、7回中1回の検出となり、長沢川よりも10倍低い濃度で検出された。カブトガニが産卵している脇で採水されたサンプルはN地点で採水されたものよりも1000倍近い濃度となっており、明らかにカブトガニは産卵に伴って環境DNAを放出していることがわかる。

② つがい発見数との関係：カブトガニのつがい発見数とN地点におけるCt値の関係を示す。カブトガニのつがい発見数が増大するほどCt値は減少しており、カブトガニのつがいが多いほど環境DNA濃度が増加することがわかる。

(4) まとめ

カブトガニの産卵時には環境DNAが放出され、産卵最盛期に河口域で採水することにより河口域におけるカブトガニの産卵の有無を推定することができる。

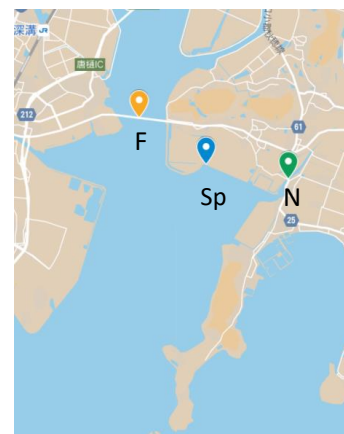


図1 カブトガニの環境DNA調査地点、F:榎野川、Sp:産卵地点、N:長沢川

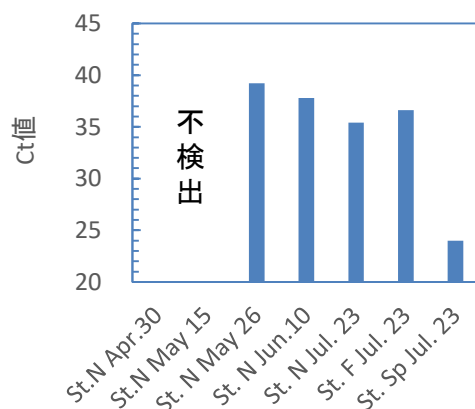


図2 カブトガニの環境DNAのリアルタイムPCRにおけるCt値の変化

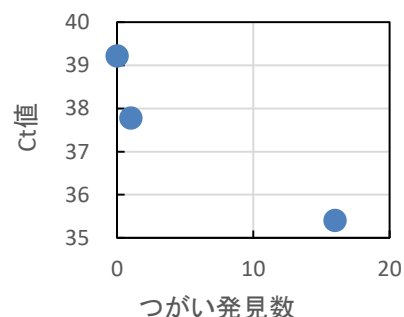


図3 N地点におけるカブトガニの環境DNAのリアルタイムPCRのCt値と山口湾周防大橋左岸におけるつがい発見数の関係(つがい発見数は周防大橋左岸における山口大学酒井大樹助教による調査結果)

4 学術研究・調査

○ 干潟に生息する肉食性巻貝と二枚貝の捕食 – 被食関係の解明

実施者：干潟・水産資源再生WG(水産大学校生物生産学科沿岸生態系保全研究室 南條楠土)

(1) 背景

アサリをはじめとする干潟の二枚貝資源は近年減少傾向にあり、この要因のひとつは肉食性巻貝による捕食である。実際、宮城県の干潟において、巻貝の捕食によるアサリ資源への大規模な食害が生じた例が報告されている。しかし、これらの肉食性巻貝の生態に関する知見は少なく、肉食性巻貝がどのように二枚貝を探索し、捕食しているかすらわかっていない。

瀬戸内海西部の干潟では、アッキガイ科のアカニシ *Rapana venosa* やタマガイ科のサキグロタマツメタ *Laguncula pulchella* が代表的な肉食性巻貝である(図1)。この2種では、二枚貝の捕食方法が異なる。アカニシは二枚貝の殻を足で包み込んで窒息させ、殻の縁を削るなどして挟み開け捕食するが、サキグロタマツメタは二枚貝の殻長部付近に穴を開けて捕食する。この2種に対して二枚貝種への選択性を検討したところ、両種はいずれも貝殻が薄く、短時間で捕食可能な二枚貝を積極的に捕食することがわかった。このように、肉食性巻貝2種の捕食生態には共通性が認められるが、巻貝がどのように二枚貝を探索するかについてはよくわかっていない。そこで本年度は、肉食性巻貝による二枚貝への誘引効果を室内実験で検証した。



アカニシ



サキグロタマツメタ

図1 肉食性巻貝

(2) 実験方法

干潟で採集したアカニシ(平均殻長 38.6 ± 4.9 mm)とサキグロタマツメタ(22.1 ± 3.7 mm), アサリ(18.0 ± 2.4 mm)を用いた。巻貝の行動を観察しやすいように自作した水槽台に実験水槽(90×20×20 cm)を設置し、内部を3区画に分け、中央に巻貝を置き、方隅を餌のある餌区、もう方隅を餌なしの対照区とした。餌区にはアサリ生貝, 死貝, 貝殻(それぞれ3個体分), アサリ飼育水(濾過海水1 Lにアサリ30個体を飼育した水), 海水(濾過海水)と異なる種類の餌を設置した。

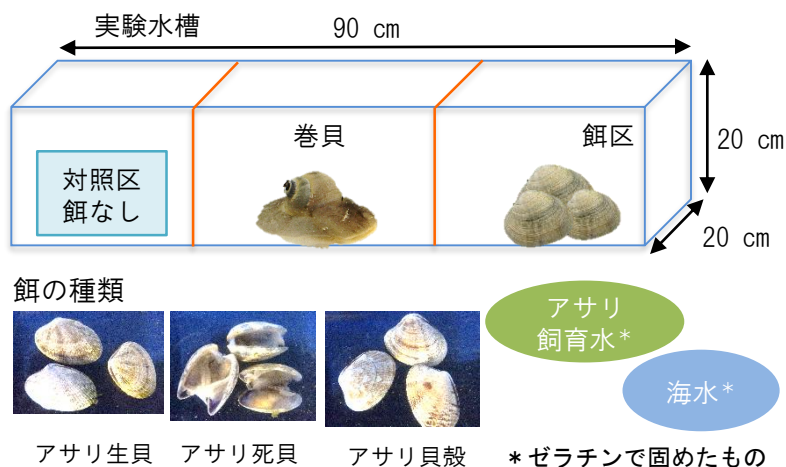


図2 誘引実験の概要

アサリ飼育水と濾過海水はゼラチンで固め、メッシュ箱に入れて水槽底面に固定して実験に用いた。水槽の両端から水流を流し(約21.7 ml/s), 生じた嗅覚刺激物質が巻貝へ届くようにした。実験時間は1時間とし, 1分間隔でインターバル撮影することで巻貝の行動を記録した。最初に巻貝が侵入した区画を選択した区画とし, 実験時間内の両区画の滞在時間を算出した。アカニシ30個体, サキグロタマツメタ40個体に対して, 個体ごとに実験を実施し, 区画の選択率(%), およびそれぞれの区画の平均滞在時間を算出した。

(3) 結果

誘引実験の結果, アカニシは, アサリ生貝に対して有意に高い選択率を示し(χ^2 検定, $p < 0.05$), 餌区における滞在時間も有意に長かった(T検定, $p < 0.05$)。

4 学術研究・調査

○ 干潟に生息する肉食性巻貝と二枚貝の捕食－被食関係の解明

実施者：干潟・水産資源再生WG(水産大学校生物生産学科沿岸生態系保全研究室 南條楠土)

また、アカニシは死貝とアサリ飼育水に対して有意に高い選択率を示し (χ^2 検定, $p < 0.05$) , 餌区における滞在時間にも有意に長かった (T検定, $p < 0.05$) 。しかし、貝殻と濾過海水に対しては選択性を示さなかった。さらに、実験中にアサリ生貝, 死貝, アサリ飼育水の入ったメッシュ箱に接触する様子が観察された。撮影写真の解像度を上げ、大型モニターで再度観察したところ、本種はこれらの餌に接触後、摂餌行動と同様に貝の内部に吻の挿入する様子が観察された。

一方、サキグロタマツメタはいずれの餌区に対しても選択性を示さず、滞在時間にも対照区との差異はなかった。実験中、本種は水槽内を周回する様子が頻繁に観察され、餌区に誘引される行動を示さなかった。

(4) まとめ

本実験により、アカニシは二枚貝軟体部から発生する匂い物質やアサリの代謝産物に誘引されて捕食行動をとるが、サキグロタマツメタは誘引されないことがわかった。これにより、肉食性巻貝のアカニシとサキグロタマツメタでは、干潟内における餌の探索方法が明瞭に異なることが判明した。後者については嗅覚以外の感覚器を用いるか、ランダムに徘徊することで遭遇する餌を摂食している可能性があり、これについて今後検討する必要がある。

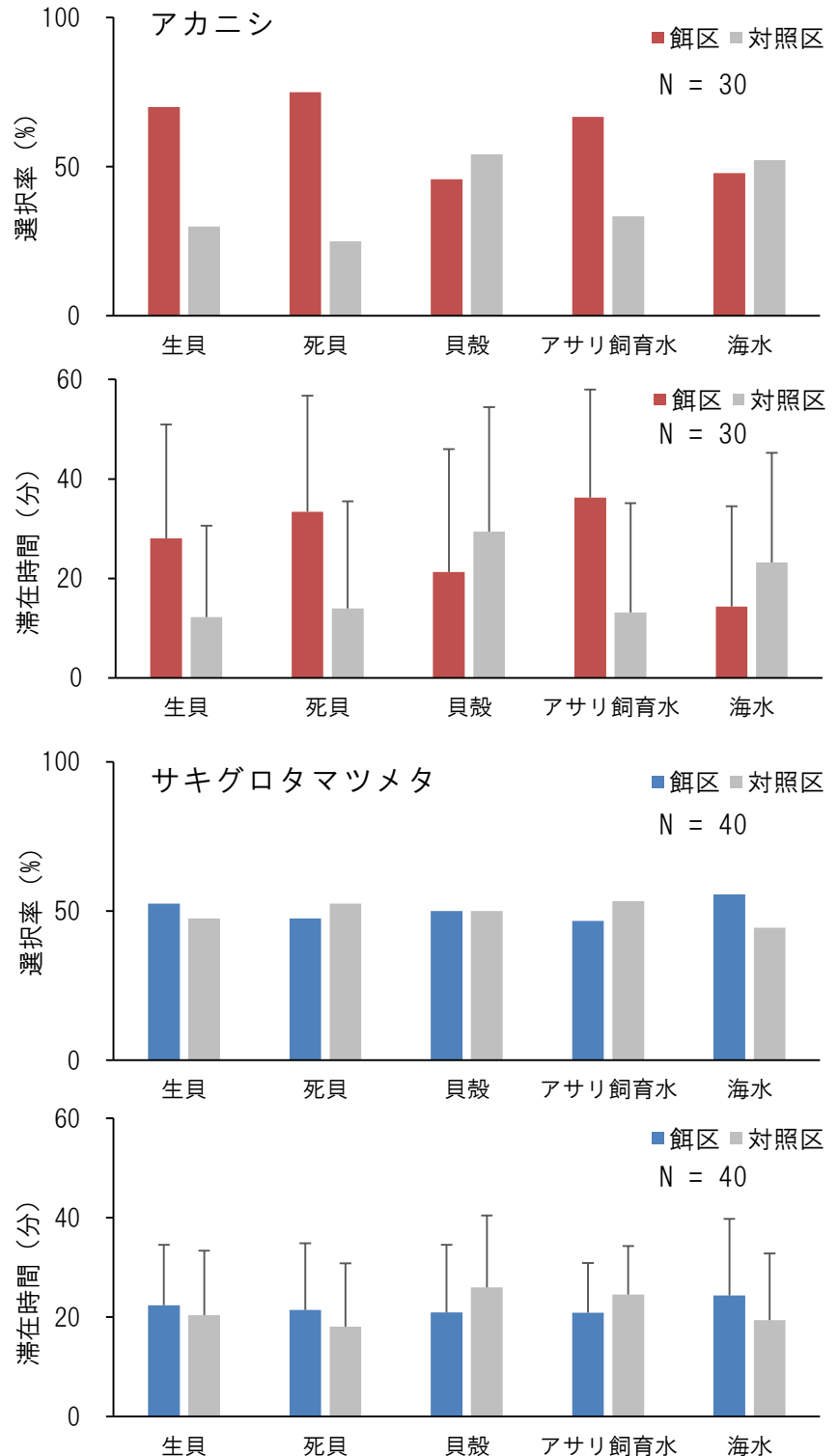


図3 アカニシとサキグロタマツメタの餌区・対照区に対する選択率 (%) と滞在時間 (分)。

4 学術研究・調査

○ 底生生物モニタリング調査

実施者：干潟・水産資源再生WG(主体：県環境保健センター環境科学部)

(1) 背景

干潟の底質環境や生物多様性の向上を目的とした自然再生活動等の効果を評価するため、アサリをはじめとした底生生物調査を実施する。

(2) 調査

① 調査期間：令和3年5月～令和4年2月

② 調査方法：

被覆網下5地点と対照区（被覆網なし）1地点の計6地点において、四半期ごとに、50 cm四方のコドラート、5 mmメッシュ篩を用い被覆網下の底質に生息するアサリの個体数及び殻長組成を調査した。また、アサリ以外の底生生物の種の同定を実施した。

(3) 結果

① アサリのモニタリング結果

各調査地点におけるアサリの個体数を図1に示す。令和2年10月に調査地点23-1-④及び29-1-⑫については網の張替えを行い、その際R2-1-⑤を新設した。

今年度、張替えを行った23-1-④については、他の調査地点よりも多くのアサリ個体数が確認された。また、同様に張替えを行った29-1-⑫については、大幅な増加は見られなかったが、昨年度より多くのアサリ個体数が確認された。新設した調査地点(R2-1-⑤)については、順調に個体数の増加が見られていたが、2月には大幅に減少が確認された。

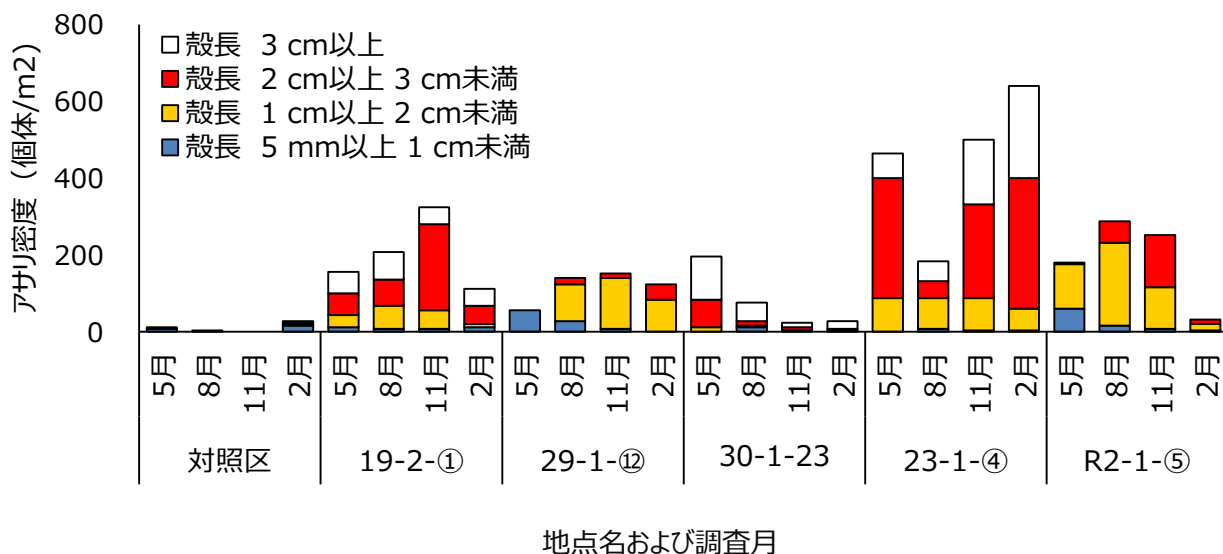


図1 アサリ個体密度

定点(19-2-1)の経年変化では、平成29年度から個体数が減少する傾向が続いている(図2)。

4 学術研究・調査

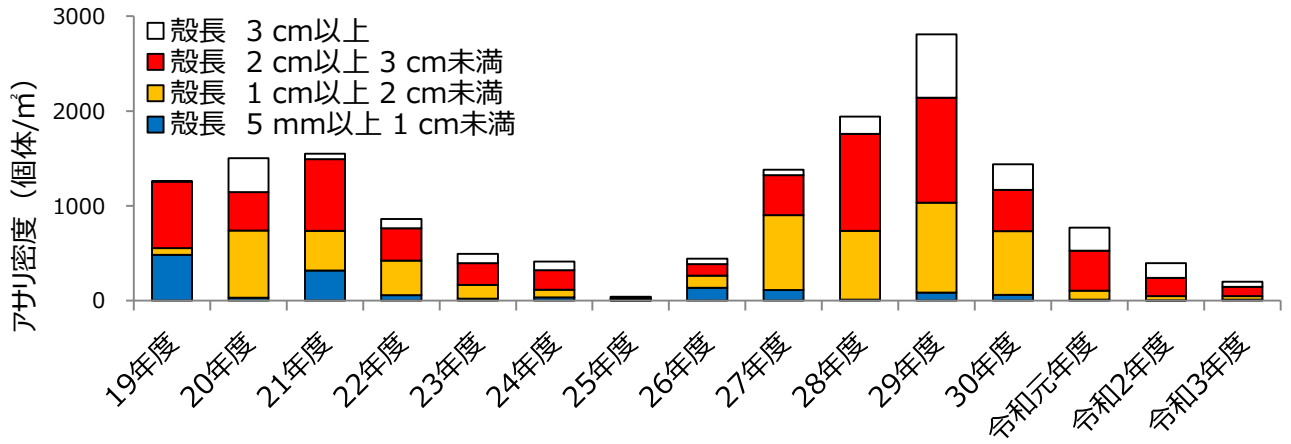


図2 アサリ個体密度経年変化（定点：19-2-1）

② アサリ以外の底生生物モニタリング結果

各調査地点におけるアサリ以外の底生生物の年間個体数を図3に示す。アサリの個体数が最も多かった23-1-④はアサリ以外の底生生物も多く生息していた。続く19-2-①、R2-1-⑤についても、同様にアサリ個体数が多く確認された地点であった。

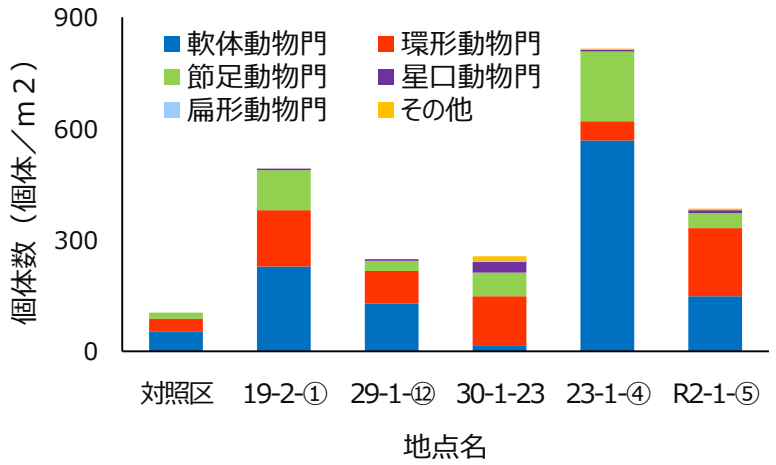


図3 底生生物の年間個体数

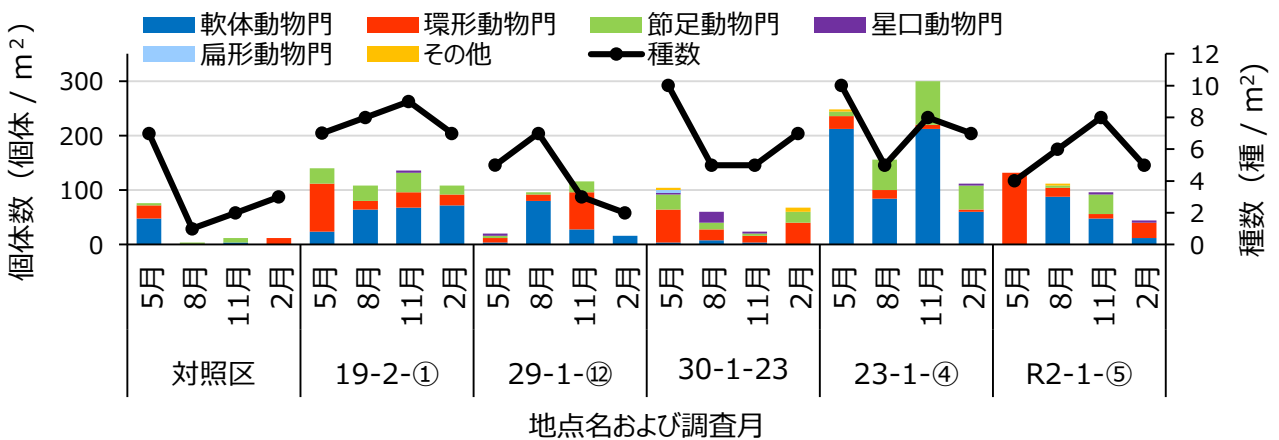


図4 底生生物の個体数と種数

調査月ごとの底生生物の個体数と種数を図4に示す。30-1-23と23-1-④とで多くの種数が確認されたが、調査区の中で一番沖側の30-1-23では、ゴカイ科等の環形動物門が多く確認された一方、一番岸側の23-1-④ではニッコウガイ科が多く確認された。

30-1-23は潮溜まりの中にあるような状況であるため、このような優占種の違いが生じたものと思われる。

4 学術研究・調査

○ アサリ稚貝調査

実施者：干潟・水産資源再生WG(主体：県環境保健センター環境科学部)

(1) 背景

アサリの再生活動における被覆網の設置場所の検討及びより安定的にアサリを確保するため、稚貝の集積場所調査を実施する。

(2) 調査

① 調査日：令和4年2月15日

② 調査方法：

地盤高や周辺の状態等から稚貝の着底が見込めそうな場所と干潟の広範囲の様子が分かるよう図5のとおり調査区を設定し、令和2年5月に各地点の表砂18 cm 四方をショベルですくい、目合5 mm のふるいにかけた後、目合2 mm のふるいにかけて、同ふるい上のアサリの個体数を調査した。

(3) 結果

各地点におけるアサリ稚貝数を表1に示す。過去の調査で多くのアサリ稚貝が確認された場所近くの地点4及び7ではアサリ稚貝は確認できなかった。

今回の調査では、地点6が最も多くのアサリ稚貝が確認された。

表1 各地点ごとのアサリ稚貝数（18 cm 四方中）

地点名	1	2	3	4	5	6	7	8	9
稚貝数 (個)	0	1	0	0	0	3	0	0	1



図5 稚貝調査地点

4 学術研究・調査

○ 被覆網によるアサリ育成手法の応用に関する研究(被覆網への藻の付着影響)

実施者：干潟・水産資源再生WG(主体：県環境保健センター環境科学部)

(1) 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。そこで、当センターでは、令和元年度から藻の付着による影響の実態を把握するため、藻が付着したままの網と、適宜網を交換し藻の付着がない網の下のアサリ生息状況調査及び底質調査を実施している。

(2) これまでの調査内容及び結果

① 調査内容

H19に設置した3m×6mの被覆網を3m×3mの被覆網2枚に変更し、以下のとおり2つの試験区とした。

- 【試験区A：藻付き網】藻が付着しても交換なし
- 【試験区B：藻なし網】藻が付着したら網を交換

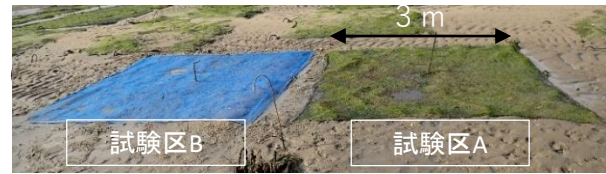


図1 調査区

② 結果

➤ 藻の付着状況

- ・藻は秋から冬に繁茂し、春から夏に減少した。
- ・試験区Aの網は交換しておらず、複数回破れを確認したため、網の補修が必要であった。

➤ アサリ生息状況・生残率調査・底質調査

- ・夏に多くの稚貝の死亡が見られた。
- ・底質調査では、試験区Aの方が、還元的状態である期間が長く、わずかに硫化物が高い傾向が見られた。また、試験区Aは、植物色素量の季節変動が見られ、春と冬に低かった。

(3) R3年度調査内容及び結果

① 調査内容

これまでの調査結果を踏まえ、藻の繁茂によるアサリの生息環境への影響を確認するため下記の調査を実施した。

項目	試験区：藻付き網（A）及び藻なし網（B）（いずれも3m四方） ①網の状況調査（外観・目視による調査） ②アサリ殻長別個体数及び底生生物種類数の調査（コドラート法30cm四方×3か所） ③底質調査【生息環境】酸化還元電位（ORP）、硫化物（AVS）、泥分率 【餌料環境】強熱減量（IL）、植物色素量（クロロフィルa、フェオフィチン） （コドラート法によりアサリ殻長別個体数調査を実施した場所での採取）
調査時期	①毎月、②及び③年4回（春、夏、秋、冬）

② 結果

➤ 網の状況調査（外観・目視による調査）

R2.5からの海藻の付着度合を図2に、R3調査時における網の状況写真を図3に示す。藻付き網（A）はR3.4の調査時点で網が著しく破損し、補修も困難であったことから、Aと同程度の藻の付着がみられた被覆網と交換し、藻付き網として試験を開始した。Aの網に付着する藻は、12月に急激に増加し、翌年の5月まで付着が続くことがわかった。

一方、藻なし網（B）の網は、海藻の付着を確認した12月、5月に交換することで、数か月間海藻が付着しないことが分かった。Aの網は、R3.5に網の捲れが生じ、網の外れた場所には食害痕が見られた。一方、Bの網について、少量の藻の付着後にすぐ交換していたため、網の捲れや破れはなかった。

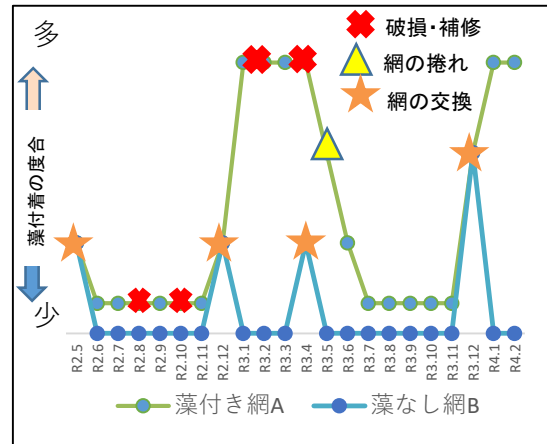


図2 被覆網における藻の付着度合

4 学術研究・調査

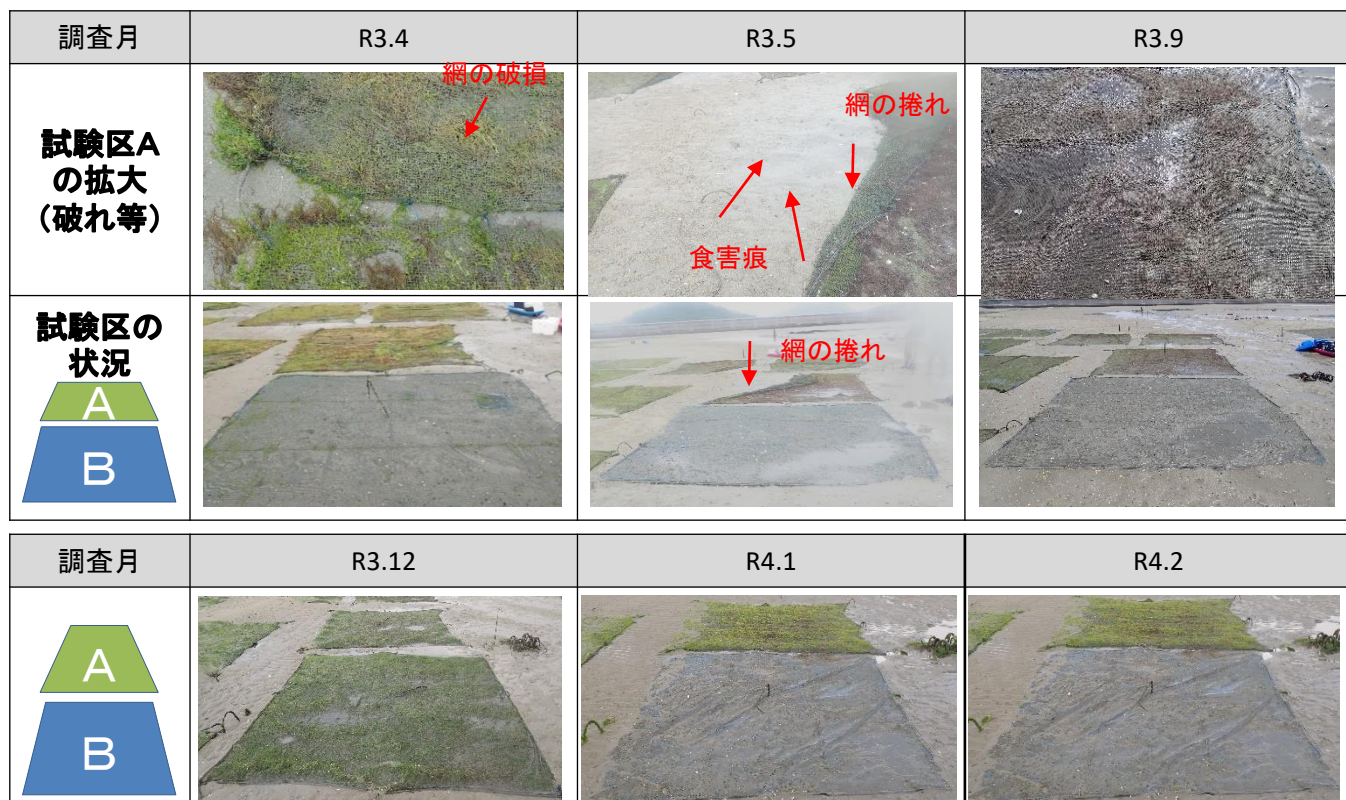


図3 調査時における網の状況写真

➤ アサリ殻長別個体数及び底生生物の種類数及び個体数調査

アサリ殻長別個体数の調査結果を図4に示す。R3.4(春)の調査において、藻あり網Aは83個体/㎡であるのに対し、藻なし網Bは349個体/㎡であり、アサリの個体数に差が生じていた。また、R3.7(夏)、R3.10(秋)、R4.1(冬)の調査でも同様に200個体/㎡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1cm未満のアサリが44個体/㎡見られた。

アサリを除く底生生物の種類数及び個体数を図5に示す。Aの網下よりも、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。

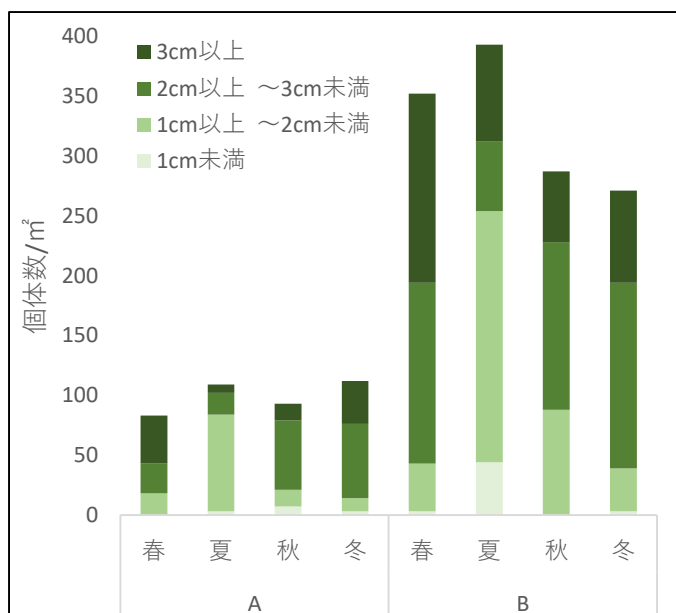


図4 アサリ殻長別個体数

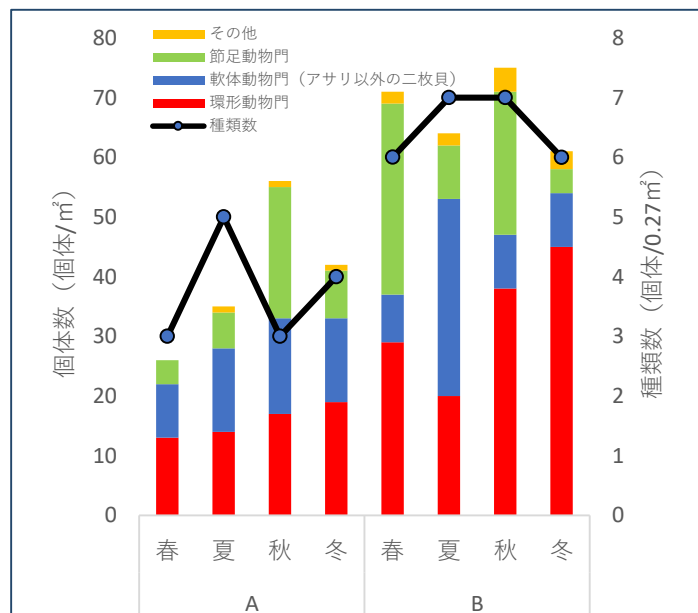


図5 底生生物の種類数及び個体数(アサリ除く)

4 学術研究・調査

▶底質調査

各試験区の底質の酸化還元電位(ORP)及び硫化物(AVS)のR1年度からの推移を図6に示す。R3の調査においても、ORPは両区とも夏に最も低く、夏が最も還元状態にあった。AVSは、藻あり網Aは、R3夏、秋に0.108mg/g-dryと高い傾向が見られたが、水産用水基準の0.2mg/g-dryより低かった。

泥分率を図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、藻あり網Aは砂分が相対的に多いことが示唆された。

強熱減量を図8に示す。両試験区とも年間0.9~1.3%で横ばいであった。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。R3は、全般的にR2よりも色素量が少なかった。R3は両試験区とも季節変動が小さかった。

(4) 考察及びまとめ

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藻あり網下では、藻なし網に比べてアサリ個体数が200個体/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、一旦アサリ個体数の減少が起こった場合、個体数が年間を通じて同程度に継続することから、一旦資源量が減少するとその回復には時間を要することを示唆している。

一方、底質環境については、両被覆網下でAVSなどに大きな違いは見られなかったことから、藻の腐敗によるアサリの成育への影響は軽微であると考えられる。

以上より、被覆網の適切な時期の交換等、維持管理が重要であることを改めて確認した。

今後は、これまでの結果をもとに、適切な被覆網の管理についてさらに調査を行いたい。

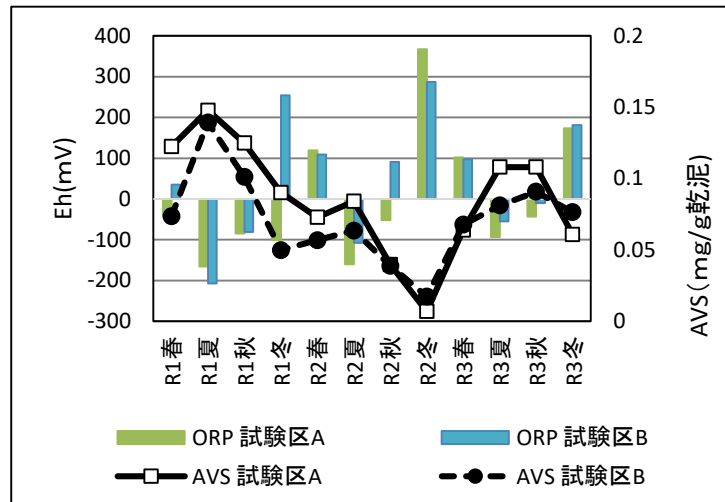


図6 酸化還元電位(ORP)と硫化物(AVS)

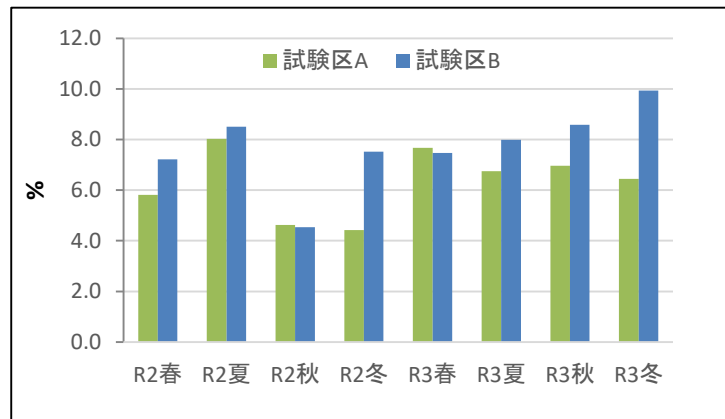


図7 泥分率

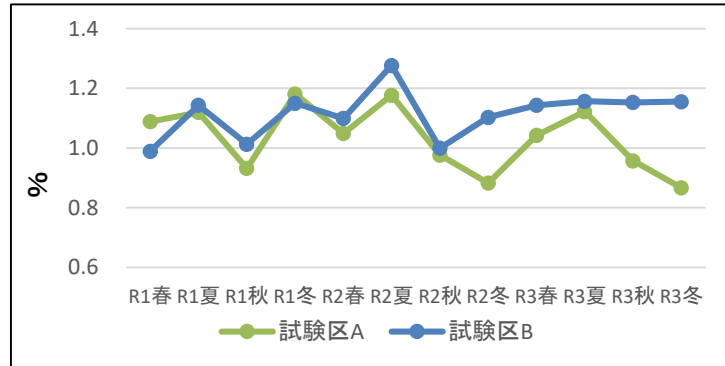


図8 強熱減量

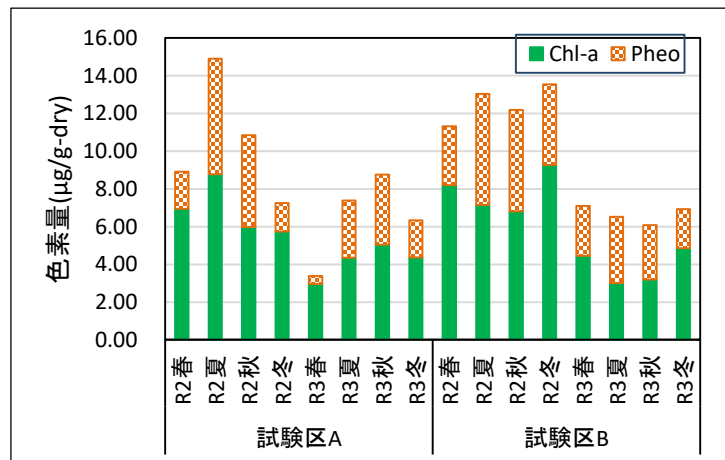


図9 Chl-aとPheoの推移

4 学術研究・調査

○ アサリの保護・育成に関する研究

実施者：干潟・水産資源再生WG(主体：県環境保健センター環境科学部)

(1) 背景

近年の集中豪雨や台風等の影響から被覆網が砂に埋没することによるアサリの激減、新規の被覆網設置個所にほとんどアサリが確認されないことや増加する網の管理が追い付かないといった課題も見られるようになった。

そこで、集中豪雨や台風等による出水や波浪で被覆網が砂に埋没することを防ぐため、被覆網にフロートを取り付けたものを設置し、その効果を確認した。

また、より安定的にアサリを確保するため、アサリの産地として有名な広島県の大野地区で行われているアサリ稚貝を表砂ごと玉ねぎネットに入れ、保護・育成する手法と稚貝の集積場所調査を導入し、その効果について検証した。

(2) 調査

ア フロート設置網の効果検討

① 調査期間 令和元年5月～令和2年5月

② 調査方法

目合9mmの被覆網（四隅と各辺の中間を杭で固定）の内部にフロートを取り付け、周辺の被覆網と砂への埋没状況を比較した。また、被覆網下に50 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のふるいにかけて、ふるい上のアサリの殻長別の個体数を調査した。

③ 結果

調査期間中フロート設置網が砂に埋没することはなく、周辺の被覆網の砂への埋没が顕著であった際も埋没はしなかった（図1）。

確認されたアサリを稚貝（2 cm未満）と成貝（2 cm以上）に分け整理すると図2のとおりとなり、冬場に個体数は低下したものの、稚貝及び成貝どちらも個数は増加していった。

④ 考察

砂への埋没については、周辺被覆網が砂に埋没する中、フロート設置網は砂に埋没することがなかった。被覆網が砂に埋没したままになると、網下のアサリは全滅してしまうため、当該フロート設置網は、大規模な出水に伴う被覆網の砂の埋没に対して、被害を軽減・緩和させる有効な手段と考えられた。

フロート設置網のアサリの保護効果については、フロートの浮力により網下の隙間から一定数のアサリが流出した可能性はあるが、過去2年の間に新設した被覆網下のアサリ数の概ね中間程度の推移でアサリが確認された。

課題としては、フロートが浮いた状態で波浪に晒されるため、被覆網の劣化・損傷が早まることが十分考えられる。したがって、使い方としては、常設ではなく、大規模な出水が見込まれる時に設置することが望ましいと考えられる。また、流出防止のため、網内にフロートを設置しているが、竹等の天然素材での代替についても検討する必要がある。



図1 砂に埋没する被覆網とフロート設置網

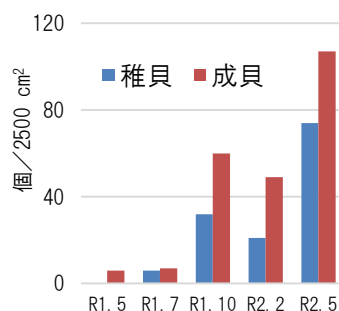


図2 フロート設置網下のアサリ稚貝と成貝数

4 学術研究・調査

イ 玉ねぎネットを用いた稚貝育成

① 調査期間 令和元年8月～令和2年8月

② 調査方法

市販の玉ねぎネット（5 kg用）に干潟の表砂を5 L程度すくい入れ、干潟に穴を掘り周囲をあぜ板で囲んだプール区（大、小）とその中間（対照区）の3ヶ所に「アサリ事前投入なし（表砂のみ）」、「アサリ30個（2～3 cm未満）事前投入」、「アサリ30個（3 cm以上）事前投入」の3袋を杭で固定し、令和元年8月に設置した（図3参照）。

設置後、同年10月、令和2年1月、5月、8月にネットを開け、目合5 mmのふるいにかけて、ふるい上のアサリの殻長別の個体数を調査し、設置時と同様に表砂を加えネットに戻した。

なお、10月の大プール区「アサリ30個（3 cm以上）事前投入」網及び1月の対照区「アサリ30個（3 cm以上）事前投入」網と「アサリ30個（3 cm以上）事前投入」網については、網の穿孔や砂への埋没によりアサリが全滅したため、調査開始時サイズのアサリ30個を追加投入した。



図3 玉ねぎネットの設置状況（対照区と大プール）

③ 調査結果

まず、対照区に砂のみを入れたものの結果を図4に示す。1月は袋の穿孔により砂が流出し、アサリ数が0個となったが、他の調査月では、1袋に100個以上の稚貝（2 cm未満）が確認され、5月から8月の間には2～3 cm未満の成貝の増加も確認できた。

次に、設置場所毎の殻長別アサリ数の推移を図5に示す。稚貝数については、対照区では1月の砂の流出以降、他の区より多くの稚貝が確認された。プール区では対照区に比べ稚貝数の大幅な増加は見られず、変動幅は小さかった。

成貝数に着目すると、対照区では5月から8月にかけて大幅に成貝数が増えた。小プールでは10月から5月までの間成貝数が増えたものの、8月には成貝数が大幅に減った。大プールも小プールと同様の傾向であったが、変動幅は小さかった。特に3 cm以上のアサリは、設置時の8月から10月の間にいずれの区でも大幅に減り、その後、対照区は微増、プール区は1月から5月の間に増加し、5月から8月の間に減少する傾向を示した。

④ 考察

対照区に砂のみを入れたネットの結果から、当該方法により稚貝確保と稚貝の一定程度の成長が可能であることが分かった。

調査区毎の比較からは、網の穿孔等が無ければ、対照区が多くの稚貝を確保できると推定されるため、設置にあたっては、プール内よりも干潟の上に置く方がよいと考えられる。プール区は冬季に一定の成長が確認されたが、逆に夏季にはおそらくプール内が高温になるため、大幅に数を減らしてしまうことから、夏季にプール内置くことは避けるべきである。

3 cm以上のアサリについては、上手く育たなかったのは、ネット内での過密さ等からものと推定され、当該方法は、3 cm以上のアサリに育成するのに適さない。

したがって、当該方法は4～5月（10～11月）頃に対照区に設置し、確保した稚貝の成長とネットの耐久性を考慮し、8～9月（2～3月）に開け、被覆網下に撒く方法が効果的と考えられる。

最後に、破けやすい性質から、フロート設置網同様に海洋プラスチックごみ対策のため、麻袋等の天然素材を使った検討も行っていく必要がある。

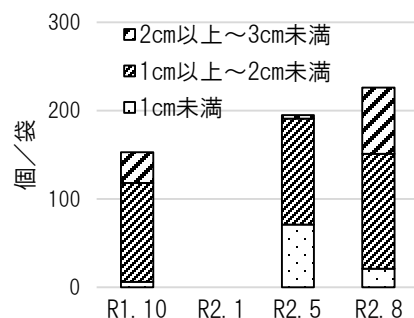


図4 対照区（表砂のみ）の殻長別アサリ数

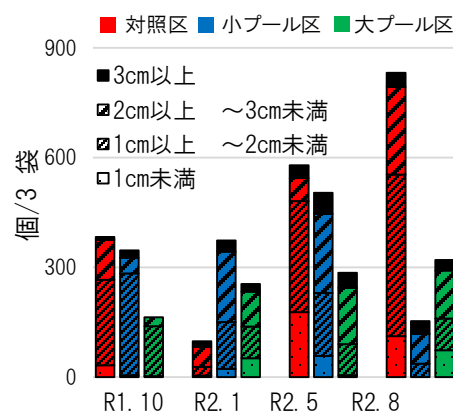


図5各調査区における殻長別アサリ数

4 学術研究・調査

ウ 稚貝の集積場所調査に基づく稚貝確保の検討

① 調査期間 令和2年5月～10月

② 調査方法

(ア) 稚貝の集積場所調査

地盤高や周辺の状況等から稚貝の着底が見込めそうな場所と干潟の広範囲の様子が分かるよう図6のとおり調査区を設定し、令和2年5月に各地点の表砂18 cm四方をショベルですくい、目合5 mmのふるいにかけて後、目合2 mmのふるいにかけて、同ふるい上のアサリの個体数を調査した。

(イ) 調査区のモニタリング

各調査区における5月の稚貝数が玉ねぎネットを用いた稚貝確保数と同傾向を示すか確認するため、「玉ねぎネットを用いた稚貝育成」と同様の方法（アサリの事前投入無し）でネットに表砂を詰め、モニタリング用として各調査区に設置した。その後、8月と10月にネットを開け、目合5 mmのふるいにかけて、ふるい上のアサリの殻長別の個体数を記録した。8月は設置時と同様に表砂を加え再設置した。



図6 稚貝集積場所調査区

③ 調査結果

(ア) 稚貝の集積場所調査結果

各調査区における稚貝数は表1のとおりで、調査区7が最も多く、次いで調査区6が多かった。調査区3では稚貝を確認することはできなかった。

(イ) モニタリング結果

モニタリング結果は図7のとおりで、調査区6が最も多く、次いで調査区7で多くのアサリが確認され、他地点は多くても70個程度であり、明らかにアサリ数の多い2地点と差があった。

なお、いずれの調査区でも3 cm以上のアサリは確認されなかった。

④ 考察

モニタリング結果から、5月に多くの稚貝が確認された2地点の順は逆になっているものの、集積場所調査で多くの稚貝が確認された場所に、その後多くのアサリが確認されており、当該方法による調査は、アサリ稚貝を確保できる地点の選定に際し一定の目安になり得るものと考えられる。

また、新規の網設置の際には、当該調査を事前に行い、設置場所の検討を行うことで、効果的に被覆網を設置できるものと考えられ、調査も簡易なことから、当該調査自体もイベントに組み込んでいくことも可能と思われる。

表1 各調査区における稚貝数（集積場所調査）

調査区番号	1	2	3	4	5	6	7
稚貝数 (個/324 cm ²)	2	5	0	2	3	12	25

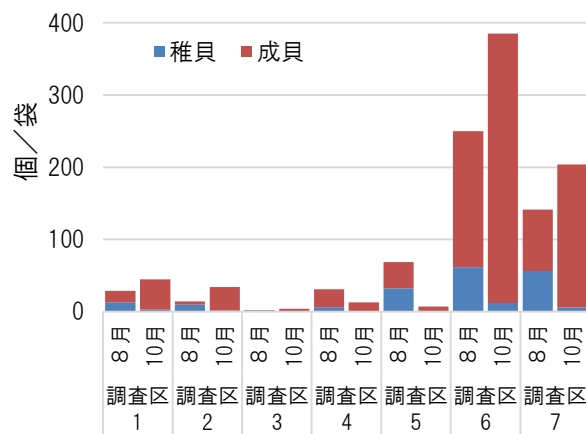


図7 稚貝調査区のモニタリング結果

(4) まとめ

フロート設置網は、被覆網が砂に埋没することなく、稚貝の着底や成貝への成長も一定程度見られたことから、気候変動により増加が懸念される豪雨や台風等による網の埋没軽減策が提示できたものとする。また、玉ねぎネットを用いたアサリ稚貝の確保・育成について、導入を試みたところ、稚貝を効率よく確保することができた。導入のハードルは低いため、南潟においても当該方法を積極的に導入し、網1枚あたりの収穫量を増やしていくことで、網の管理に関する課題解決の一助となり、協議会の持続可能な事業に繋がることを期待している。

3 環境学習

○ 胴長を着用した新たな干潟体験学習

(1) 活動の背景、目的

山口湾や当団体が運営するきらら浜自然観察公園で開催する干潟の生き物観察会は、子どもを中心に人気があり、自然に触れる貴重な機会になっている。参加者には長靴の着用を求めているが、長靴では干潟の一部の浅い箇所ではしか観察ができず、座って観察することもできないため、スタッフと同様に胴長を着用して観察したいという意見も寄せられていた。

本活動では、干潟での観察会において一般の参加者に胴長の着用することで、干潟の深い場所に生息する生物の観察や、座って観察に集中すること、スタッフと同じように実際の生物調査方法を学ぶことなど、子どもたちが自ら干潟に入って生物を探して観察する新たな体験学習の機会を得ることを目的としている。

(2) 活動の概要

まず試験的にきらら浜自然観察公園で実施している干潟の生物観察会(親子を対象とした観察会や「子どもレンジャークラブ」での干潟体験学習)や、総合的な学習の授業で連携している山口市立二島小学校(対象：5年生)で子ども用の胴長を導入。行事のノウハウを積み重ねて、将来的には一般の参加者が集まる協議会の活動(榎野川河口干潟再生活動やカブトガニ幼生観察会など)での体験学習に発展させる。

○実施した活動(括弧内は参加人数)

①6月20日 きらら浜自然観察公園

子どもレンジャークラブチャレンジクラス ～ビオトープを整備しよう①～(19名)



②10月17日 きらら浜自然観察公園

子どもレンジャークラブチャレンジクラス ～干潟の生き物を調査しよう～(13名)



③10月22日 山口市立二島小学校 総合的な学習の時間の授業

山口市秋穂二島(長浜)にて底生生物の観察(13名)

主催：山口市立二島小学校 実施協力：榎野川河口域・干潟自然再生協議会



3 環境学習

④10月31日 きらら浜自然観察公園

干潟の生き物観察会 ～砂の干潟と泥の干潟～
(全体45名、そのうち胴長着用した参加者は5名)



⑤11月21日 きらら浜自然観察公園

子どもレンジャークラブチャレンジクラス～ビオトープを整備しよう②～(15名)



※胴長の他に観察道具としてふるいや飼育ケース、薄型観察ケースを購入した。

(3) 活動や観察会の参加者アンケート(抜粋)

- ・ 濡筋や泥の深いところまで歩くことが楽しかった。
- ・ 汚れたり濡れたりする心配がなく観察に夢中になることができた。
- ・ 胴長やふるいを使うことで、これまで観察したことがない生き物を見つけることができた。
- ・ 初めは動きにくかったが、慣れると楽しかった。
- ・ 胴長を着用した写真を撮ることができ、思い出に残せた。

(4) 活動結果

今年度実施した5回の活動のうち、胴長を使用した参加者は延べ65名で、アンケート結果から参加者には好評だった。参加者にとって胴長を初めて着用するケースが多く、胴長を着用して干潟を歩くことは慣れるまでに少々時間を要したが、慣れてくると濡筋や泥の深いところで生き物を観察することに夢中になっている様子が見られ、普段体験できない機会を提供することができた。干潟以外の湿地での活動にも応用でき、今回の活動を通じて、参加者にとってより自然の魅力を感じられる、新たな体験学習のツールになると実感できた。

(5) 活動の注意点

胴長を着用すると慣れるまでは身動きがとりづらく、泥干潟や濡筋などで転倒すると非常に危険であるため、参加者の体力面は十分に配慮しなければならない。また、夏場に胴長を着用すると熱中症の危険性も高まるため、実施する時期を十分に検討し、気温が上がると予想される場合は着用を避けるなどといった対策が必要になる。

(6) 今後の展望等

2021年度に実施した活動のノウハウを今後は協議会で実施する体験学習に活かし、より多くの一般の参加者に山口湾周辺の干潟に多種多様な生物が多く生息していることを体験してもらうことで、協議会の活動理解や、将来的な協議会の担い手を育成することにも繋げていきたい。

4 学術研究・調査

○ 干潟域を生活史で利用する魚類の生態と成育場の生息環境に関する研究① (魚類の生態に関する調査)

実施者:干潟・水産資源再生WG

(重田利拓・辻野 睦(水産技術研究所 環境・応用部門 沿岸生態システム部))

(1) 背景

山口湾と榎野川河口域の干潟では、榎野川河口域・干潟自然再生協議会が中心となり、アサリ等の資源再生に向けた活動が行われている。生息場の「干潟」は減少していないが、干潟の圧倒的優占種で「基盤種」であったアサリの漁獲量は、瀬戸内海におけるピークの1985年の45,023tから、2020年には過去最低の75tに激減している。アサリなど砂浜性二枚貝を餌資源(食害)とする魚類は多く、干潟の生産性の低下が、魚類資源へ及ぼした悪影響が懸念される。干潟域を成育場等として利用する魚類の食性など生態調査により、干潟の「基盤種」であるアサリ、ヤマトシジミ等の捕食(食害)状況を把握するとともに、これらが生息する干潟の生息環境を生物指標を用いて把握し、環境・水産重要魚種の資源回復・再生のための基礎的知見を得る。

(2) 調査

本研究調査は、干潟の基盤種である「アサリ、ヤマトシジミ」等を介して、相互に密接に関係した2パート、すなわち、①「魚類の生態に関する調査」、②「干潟環境に関する調査」(次ページ)より構成される。本年度は榎野川河口干潟(シジミ漁場上流)のクロダイを対象とした。食性について、実体顕微鏡下にて胃内容物の定量分析を行った。2020年6~9月に釣りで採集した35個体(全長13.0~27.4cm、1~3才)について、餌生物重要度指数とその百分率(%IRI)等を求めた(図の赤縁取り個体)。2017~2021年に採集した本種や餌生物等について、脱脂の後、常法に従い、炭素・窒素安定同位体比($\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$)を計測した。日本でヤマトシジミを捕食する魚類のリストを作成した。

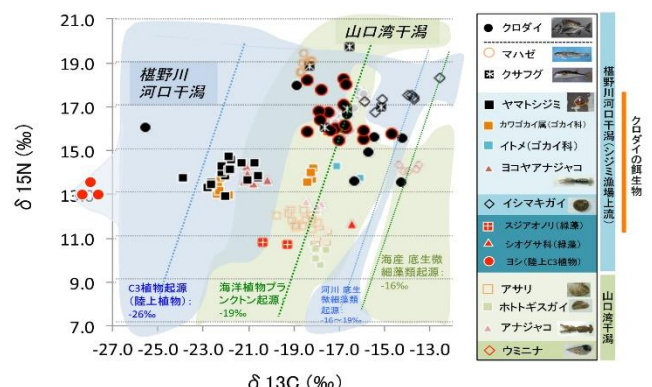
(3) 結果と考察

食性分析より、ヤマトシジミ(稚貝)が最も多く、種別の%IRIは56.2%で他を圧倒、次いでイソコブムシ13.7%、アヤギヌ(紅藻)6.4%、イシマキガイ6.0%、魚類4.3%、付着糸状珪藻3.2%、ホソアヤギヌ(紅藻)3.0%、ゴカイ科2.7%であった。炭素・窒素安定同位体比分析結果より(比較のため山口湾干潟の結果を併記(薄色))。クロダイ、アナジャコ属は両場所とも生息)、ヤマトシジミ等は陸上植物起源の炭素の利用が示唆された。高次捕食者でキーストーン種であるクロダイは同所に出現し始める4月下旬、5月には幅広い値を示し、由来が多様であることが示唆された。6~9月は山口湾と似た値を示した。クロダイの個体数は多く、最も重要な捕食(食害)魚種である。他、エイ類、ニホンウナギ、コイ科、マハゼ、イシガレイの10魚種がリストアップされた。成果の学会発表などを通じて、地域社会への貢献を果たした。

(4) 今後の展望

流域圏として干潟生態系を俯瞰すると、榎野川河口域で陸上植物起源の炭素源を利用・変換できる生物の存在が重要である。引き続き、次年度も魚類から見た干潟生態系構造の把握に取り組みたい。

^{13}C - ^{15}N 安定同位体比分析



4 学術研究・調査

○ 干潟域を生活史で利用する魚類の生態と成育場の生息環境に関する研究②（干潟環境に関する調査）

実施者：干潟・水産資源再生WG

（辻野 睦・重田利拓（水産技術研究所 環境・応用部門 沿岸生態システム部））

(1) 目的

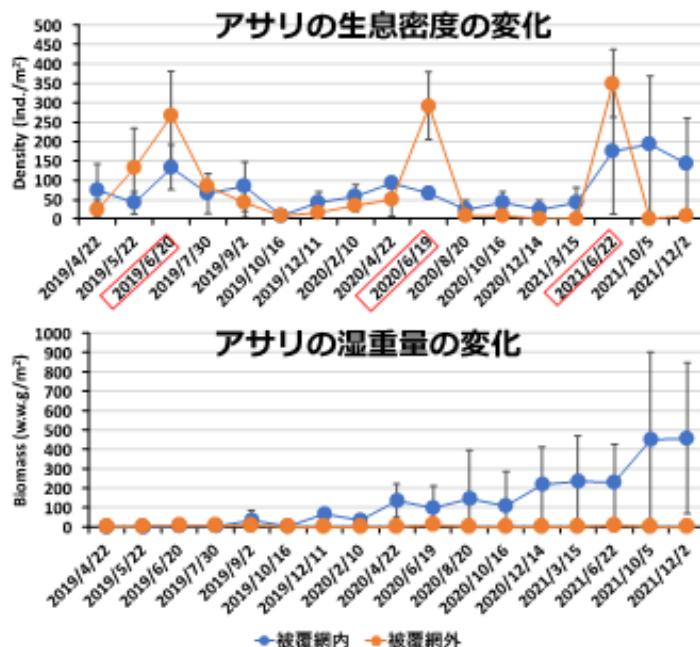
被覆網によってマクロベントス（ほとんどがアサリ）の密度が高くなった網内では、網外に比べて線虫の現存量が高くなることが明らかとなっている。被覆網の設置後、網の内と外における、底質環境、アサリを中心としたマクロベントス動物群の動態、線虫類の生息密度と種組成の動態を明らかにすることを目的とした。

(2) 方法

山口湾干潟において2019年4月20日に被覆網を設置した。2ヶ月に1回程度の頻度で、網の内外の底質環境の変化と主要なマクロベントス動物群の生息密度と湿重量およびアサリについてはサイズを計測した。線虫類は生息密度および干潟底泥から抽出したDNAを次世代シーケンサーで分析した。

(3) 結果

網内の方が、腹足類（イボウミナガが大部分）、多毛類、甲殻類の個体数が多い傾向にあった。網外のアサリ個体数は、毎年6月に4-6mmサイズにピークが認められ、網内よりも多くなった。その後急減し、網内よりも低めに推移した。15mm以上の個体が確認されたのは2019年9月のみであった。網内のアサリ個体数は、6月の4-6mmサイズの個体数は網外よりも少なかったが、2019年9月以降10mm以上の個体が出現するようになり、同年12月以降22mm以上のサイズが出現した。これらのことから、網内では、5-6月の稚貝が少ないものの、生き残った個体は魚類等大型捕食者からの捕食を逃れ成長するため、徐々に現存量が高くなった。一方、網外では、5-6月までは大型捕食者が少なく稚貝も捕食に適したサイズでないことから稚貝が多いが、6月以降、稚貝が成長し、捕食圧が高まるとともに急減すると考えられた。網内では個体数は少ないが生き残ったアサリが成長しているためアサリの現存量は増加してきたが、線虫類の生息密度には網内外の有意差が認められず、科組成にも顕著な違いが認められなかった。しかし、2021年度の春以降網内のアサリの生残が高まっているためその影響を注視する必要がある。



4 学術研究・調査

○ カブトガニ幼生生息調査

(1) 長浜・南潟における調査

① 調査概要

● 長浜の実施概要

- ・実施日：2021年8月21日(土) 10:15～14:30 【大潮、最干潮14:01、潮位38cm】
- ・主催：カブトガニWG
- ・協賛：あいおいニッセイ同和損害保険(株)山口支店
(株)伊藤園山口支店（ペットボトルの無償提供、調査ボランティア）
- ・協力：あいおいニッセイ同和山口支店プロ会、(株)積水ハウス山口工場
中村さん(調査終了後の参加者にかき氷の提供)
- ・参加者：22人
- ・その他：「デルタ株感染拡大防止集中対策」のため、ボランティアの協力を中止し、委員のみ・偶数レーンのみで実施。 ※カブトガニ観察会も中止

● 南潟の実施概要

- ・実施日：2021年9月6日(月) 12:00～14:30 【中潮、最干13:48・61cm】
- ・主催：カブトガニWG
- ・参加者：11人

● 調査方法

- ・設定した調査ライン上を1～3人で歩き、1ライン当たり2m幅で発見したカブトガニ幼生について、①個体数、②前体幅、③発見地点を記録(ベルトトランセクト法)。
- ・長浜では、16m間隔で20ライン(1,020m)の範囲を調査。南潟では、60m間隔で6ライン(1,000m)の範囲を調査。



4 学術研究・調査

② 調査結果

● 発見個体数・推定個体密度

デルタ株感染拡大防止集中対策のため、長浜は委員のみ偶数レーンで調査実施。
2021年度分は、発見個体数313体であり、奇数レーンも同数と仮定し、626体とした。

長浜・南潟のカブトガニ調査結果 <発見個体数>



長浜・南潟のカブトガニ調査結果 <推定個体密度>

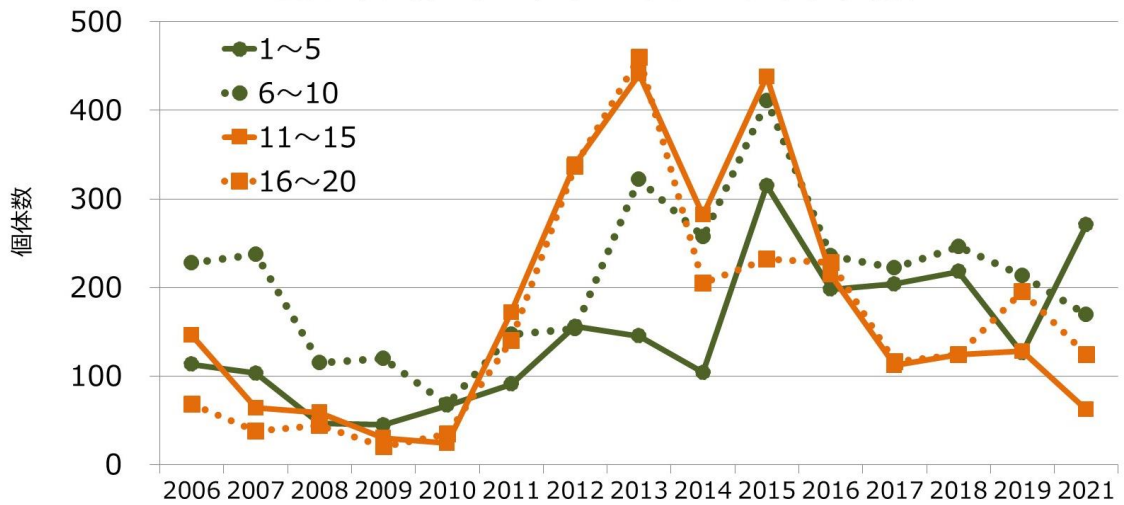


4 学術研究・調査

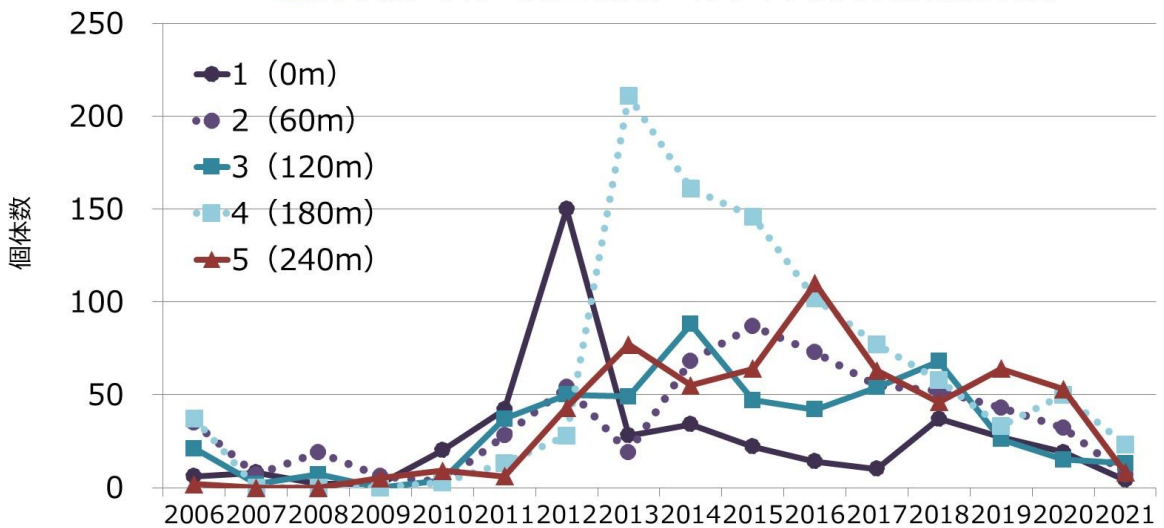
● ライン別の発見個体数

2020年度は、雷雨による中断のため、欠測。
 長浜では、西側のライン11～20が減少傾向。
 南潟では、全体的に減少傾向。

長浜のカブトガニ調査結果 <5ラインごとの発見個体数>



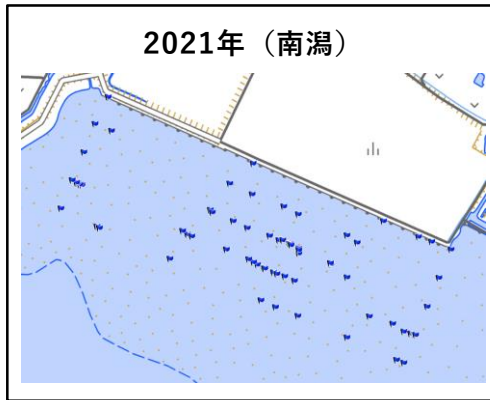
南潟のカブトガニ調査結果 <5ライン別の発見個体数>



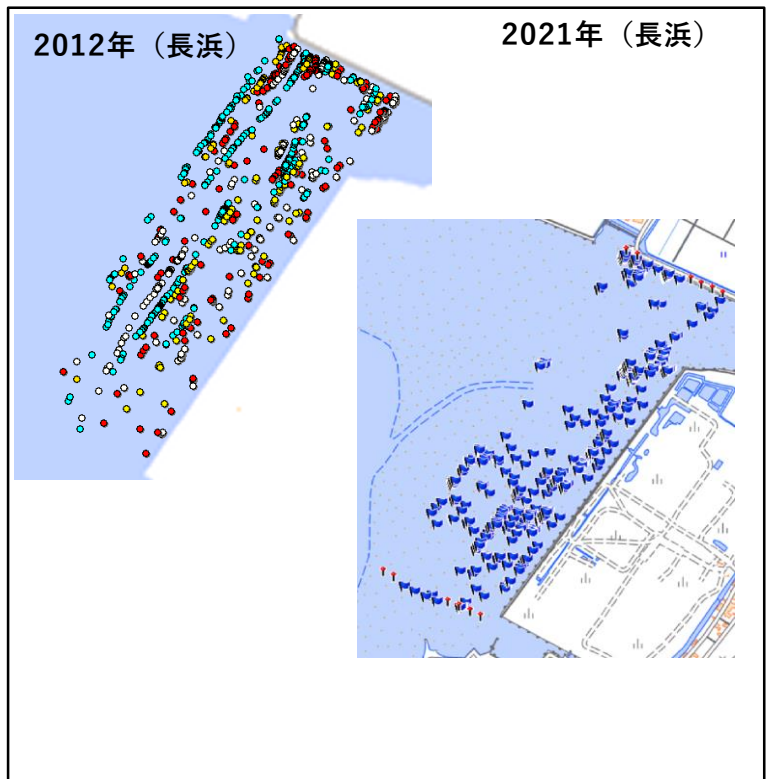
4 学術研究・調査

● 発見地点

2021年度は、南潟での発見件数が減少した。長浜では調査開始地点付近よりも沖側での発見件数が多かった。

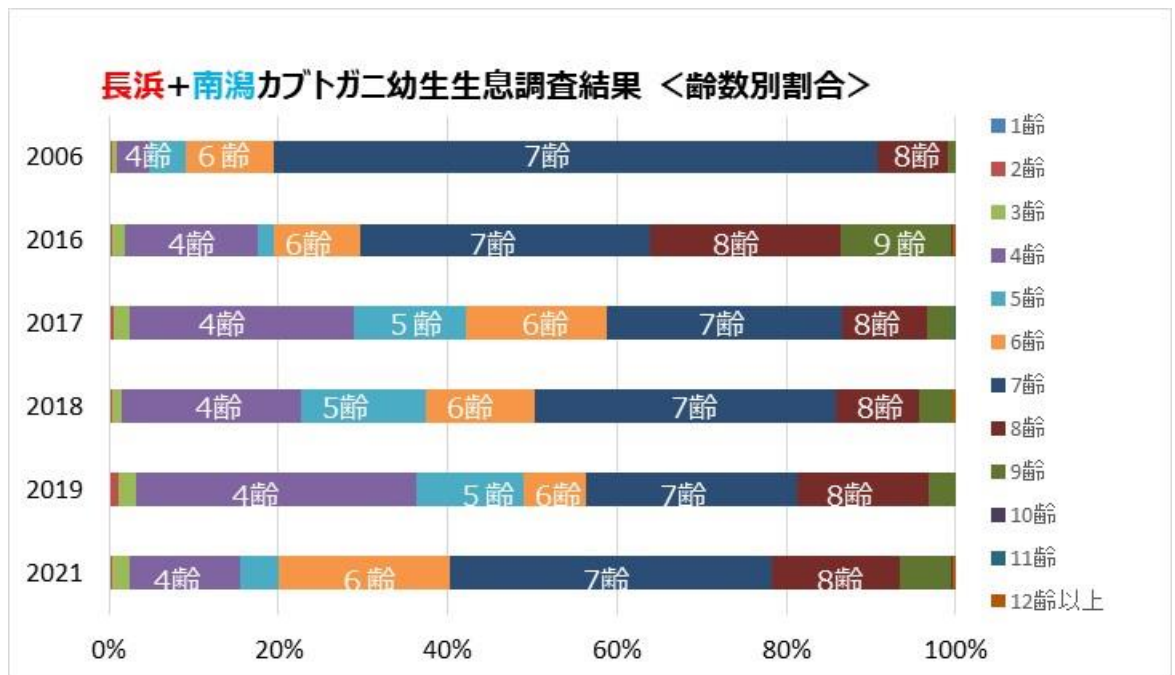


カシミール3D フリー基本
セット



● 齢数の割合

前体幅から齢数を推定。近年は4～6齢の若い齢数の割合が比較的增加。

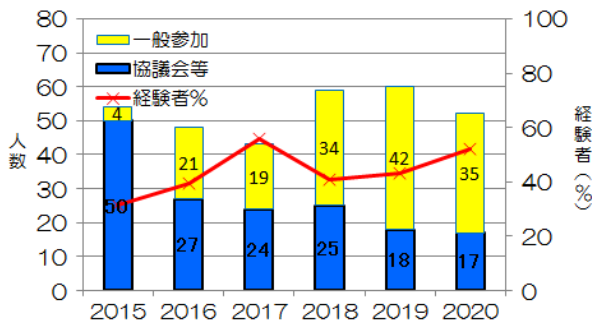


4 学術研究・調査

③ 調査ボランティア等

- ・2020年度は一般参加者が多く、約67%(35/52人)だった。2021年度は委員のみで実施。
- ・調査後、ボランティアの方から調査者にかき氷がふるまわれた。

長浜カブトガニ幼生生息調査の参加者構成



(2) 岩屋・土路石川河口における調査

① 調査概要

● 岩屋の実施概要

- ・実施日：2020年5月14日(日) 14:00～16:05
- ・実施者：山口カブトガニ研究懇話会(原田 直宏 氏)

● 土路石川河口の実施概要

- ・実施日：2020年10月1日(木) 13:05～15:00
- ・実施者：山口カブトガニ研究懇話会(原田 直宏 氏)

● 調査方法

調査者が干潟を歩きながら、発見した個体数を記録。

② 調査結果

岩屋の個体数は、4年前の半数位のまま変化なし。土路石川河口の個体数は回復した。

4.10 カブトガニ産卵調査

(1) 調査概要

- ・時 期：2021年6月～8月
- ・場 所：周防大橋東岸
- ・実施者：山口カブトガニ研究懇話会(酒井 大樹 氏からデータ提供)
- ・方 法：満潮時刻前に、海岸等を歩き、産卵に訪れているつがいを計測。

(2) 調査結果

年	つがい数	最高数/日	調査回数	調査時期
2016	411	103	25	7/7～8/17
2017	1,122	143	36	5/26～8/11
2018	701	131	44	5/17～8/12
2019	856	112	35	6/1～8/6
2020	709	89	41	6/5～8/10
2021	633	117	39	6/9～8/10



2 自然再生活動

○ アサリ再生活動

(1) 被覆網の設置（南潟）

アサリが、ナルトビエイ、カニ、クロダイ、アカニシ、ツメタガイ等に食害されることを防ぐために設置。また、波浪による稚貝の飛散を防ぐ効果もある。アサリだけでなく、他の貝類や多毛類の増加にも効果があることが確認されている。

● 被覆網の仕様

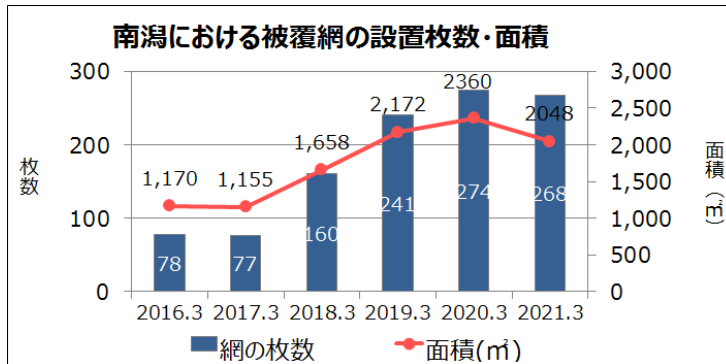
- ・使用している被覆網の大きさは、2m×2m、3m×3m、3m×5m、1m×10mの4種類。
- ・目合は9mm(青色)と18mm(緑色)。ナルトビエイの食害防止には30mm程度、カニ類の食害防止には9mm程度が必要である。
- ・2018年度から、管理が容易な3m×3m(9mm目合)の被覆網の使用を開始。

● 設置方法

- ・1mの鉄筋杭により、2m×2mは4点(頂点)、3m×3mは8点(頂点、辺に各1点)、3m×5mは10点(頂点、辺に各2点)、1m×10mは14点(頂点、長辺に各5点)で固定。
- ・設置時、被覆網の縁は土中を掘り起こして埋めている。
- ・2017年度から、県環境保健センターが、四方に鉄筋棒を取り付けた網、市販の安価な網(18mm目合)を検証中。

● 設置面積等

- ・今年度、老朽化した被覆網を6枚撤去し、48枚交換した。
総設置枚数は268枚、総設置面積は2,048㎡。



● 被覆網のメンテナンス

- ・海藻の付着した被覆網は、折りたたんで干潟に固定。波によって海藻が取り除かれた後に再利用するが、老朽化により使用できないものは、今後撤去し、処分する予定。

