ウ．人工種苗から成貝までの育成技術の開発

⑤ 有明海におけるハマグリ育成技術開発

熊本県水産研究センター
上原　美咲・徳留　剛彦

【目的】

ハマグリは、二枚貝の中でもアサリと並び、重要な水産資源として利用されてきたが、熊本県では、2006 年には漁獲が 106 トンとピーク時の 50 分の 1 にまで減少している。

ハマグリ資源の回復のためには、人工種苗を用いた母貝団地造成が必要とされており、安定的な人工種苗生産から、人工種苗を用いた母貝団地造成までの技術開発が不可欠となっている。

本研究では、母貝団地造成に必要な人工種苗確保のため、ブラウンウォーター給餌、ダウンウェリング飼育による人工種苗から成貝までの育成技術（以下「中間育成技術」）の開発と効率化を目的とした。

【研究方法】

1）飼育水槽及び飼育環境

飼育水槽の模式図を図 1 に示す。飼育水は、水中ポンプ（EHEIM 製 コンパクトオン 1000）で 400L FRP 水槽から 200L プラフネと 80L プラフネに送水された後、400LFRP 水槽へ戻り、一部は排水される半循環式水槽を使用した。200L プラフネには底面に 500μm のネットを張った直径 50cm のカラムによるカラム式飼育装置（基質なし）（図２左）を用い、80L プラフネには 500μm のネットを張ったカゴに 500μm～1mm の貝化石を入れた水路式による飼育装置（図２右）を用いて、比較試験を行った。

400LFRP 水槽には、クルマエビ野外水槽で発生した雑多な微細藻類を培養したブラウンウォーター餌料を希釈することなく供給した。ブラウンウォーターの給餌量は、クロロフィル a 濃度を見ながら、適宜調整した。カラム式飼育はカラム上面から穴をあけた塩ビ管でダウンウェリング注水し、水路式飼育は穴をあけた塩ビ管で横から注水した。飼育水槽への注水は、ブラウンウォーターが入った飼育水を注水する配管とろ過海水を注水する配管をそれぞれ設置し、2 本の配管から注水した。飼育水及びろ過海水は加温せず、自然水温下で飼育した。

2）飼育概要

カラム式飼育及び水路式飼育ともに、13.8 個体/cm^2 の収容密度に統一した。令和 3 年度（2021 年度）に当センターで有明海産親貝を用い生産された人工稚貝（平均殻長 0.98mm）を用い、令和 3 年（2021 年）9 月 22 日から同年 12 月 13 日までの 88 日間飼育した。カラムや水路式カゴのネットの汚れは月曜日から金曜日まで毎日シャワーで洗い流し、週 1 回水槽内の水をすべて抜いた上で掃除を行った。

3）観測項目

飼育水温とクロロフィル a 濃度は 10 時と 15 時の 2 回測定していたが、クロロフィル a 濃度の推移を捉えるため、10 月 4 日からワイパー式メモリクロロフィル濁度計（JFE アドバンテック株式会社製）を 400LFRP 水槽に設置し連続観測した。殻長測定は、隔週で 50 個体の測定を行った。取り上げは 2mm、3mm、5mm のふるいで選別を行い、各選別で残った個体を 100 個体ずつ測定した。取り上げ時の平均殻長は、各選別に残った個体数とその平均殻長との比から算出した。

【研究成果の概要】

飼育中の水温（℃）とクロロフィル a 濃度（μg/L）の推移を図３に示す。自然水温のため、水温は 9.9℃～29.0℃の間で推移し、クロロフィル a 濃度は 0.1～181.13μg/L の間で推移した。昨年度はクロロフィル a 濃度に関係なく一律で 1/10 に薄めてブラウンウォーターを使用していたため、0.6～21μg/L で推移していた。今年は希釈せずに原液を使用するとともに、半循環式水槽にしたことで、クロロフィル a 濃度を高濃度で維持することができた。

ハマグリ中間育成試験結果を表１に、取り上げ時のふるい選別ごとの個体数及び平均殻長を表２に示し、カラム式飼育及び水路式の平均殻長の推移をそれぞれ図４に示した。飼育終了時、カラム式飼育は平均殻長 3.25mm、日間成長率 0.027mm/日であったのに対して、水路式飼育は平均殻長 2.55mm、日間成長率 0.019mm/日であった。また、カラム式飼育の終了時の生残率は 56.2%、殻長 3mm 以上の割合は 45％であったのに対して、水路式飼育の終了時の生残率は 13.5%、殻長 3mm 以上の割合は 5%であった。水路式飼育の生残率は 13.5%と低かったが、ふるいで落とした貝化石（1mm 以下）の中にハマグリ稚貝が多く確認できたことから、１mm 以下の個体が多く、生残率が過少評価になっている可能性が高い。

取り上げ時の平均殻長、日間成長率、生残率及び殻長 3mm 以上の割合のすべての項目において、水路式飼育よりカラム式飼育の結果が良かった。また、昨年度のカラム式飼育による結果は、取り上げ時の平均殻長 1.95～2.3mm、日間成長率 0.01～0.014mm、生残率 37～86%、殻長 3mm 以上の割合が 5～9%であったことから、昨年度よりも短期間で成長した。

【今後に向けた提言】

今年は、半循環式水槽に変更すると共に、ブラウンウォーターも希釈せず使用したことにより、クロロフィル a 濃度を高濃度で維持することができた。一方、クロロフィル a 濃度は日間変動し、注水用配管も飼育水とろ過海水を別々に注水にしたことで、ネットがブラウンウォーターで詰まることはほとんどなく、管理もしやすかった。

カラム式飼育により中間育成された人工稚貝の日間成長率は 0.027mm であり、目標値であった日間成長率 0.03mm をほぼ達成することができた。また、殻長 3mm 以上の割合も 45%以上であった。

今年度の試験で、①半循環式水槽を使用すること、②ブラウンウォーターを希釈せずに使

用することで、ハマグリが短期間で高成長することができ、本県において一定の中間育成技術は確立できたと考える。今後、人工種苗生産技術が安定し、早期に中間育成に移行することができれば、水温が高く、微細藻類の増殖力が高い時期から飼育を行うことができるため、さらに高成長につながる可能性がある。

【図表】

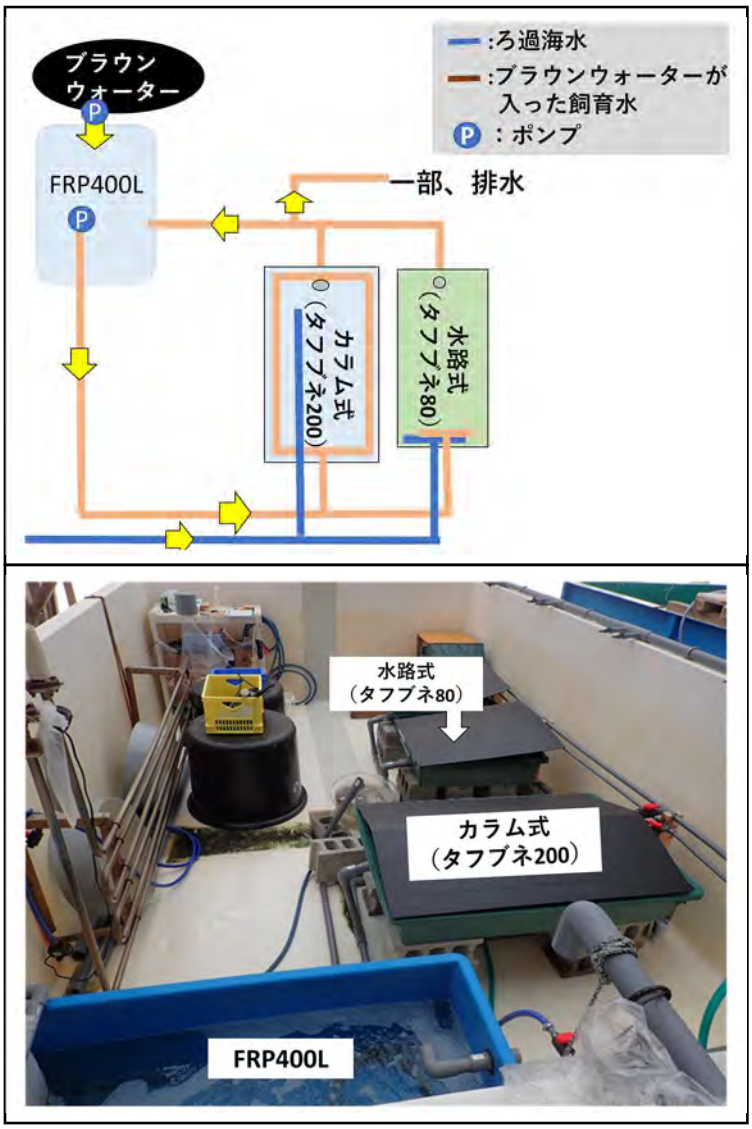

図１．飼育水槽の模式図（上）と飼育水槽（下）

図２．カラム式飼育（左）と水路式飼育（右）

表１．　カラム式飼育及び水路式飼育の結果概要

	飼育開始日	飼育密度（個/cm^2）	飼育開始時の稚貝数（万個）①	飼育開始時の平均殻長（mm）	取り上げ時の稚貝数（万個）②	取り上げ時の平均殻長（mm）	生残率(%)(②/①*100)	日間成長量(mm/日)	殻長3mm以上の割合(%)
カラム式	9月22日	13.8	3.9	0.98	2.20	3.25	56.2	0.027	45
水路式			1.8		0.24	2.55	13.5	0.019	5

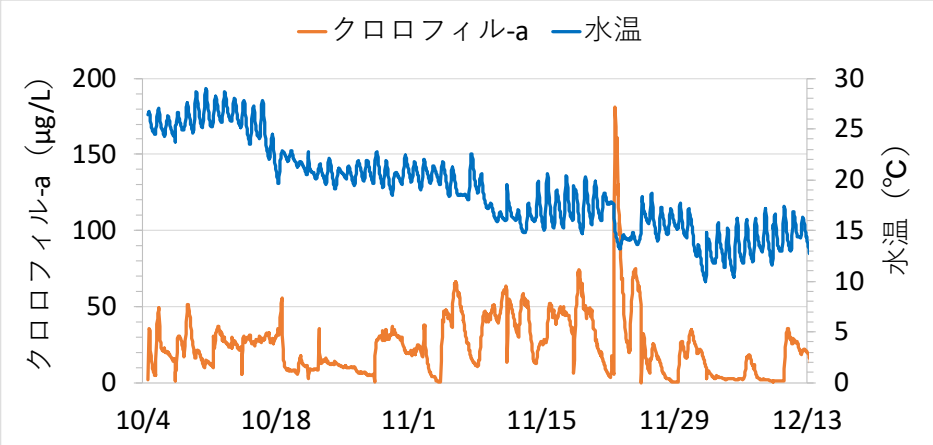

図３．クロロフィルａ濃度と水温の推移

表２．目合 2mm、3mm、5mm のふるいで選別時の各選別群の個体数及び平均殻長

	ふるい目合	個体数	平均殻長（mm）		ふるい目合	個体数	平均殻長（mm）
カラム式飼育	5mm<	24	7.27	水路式飼育	5mm<	0	-
	3～5mm	1186	4.83		3～5mm	0	-
	2～3mm	8721	3.64		2～3mm	112	3.48
	＜2mm	12033	2.80		＜2mm	2269	2.51
	合計	**21964**	**3.25**		**合計**	**2381**	**2.55**

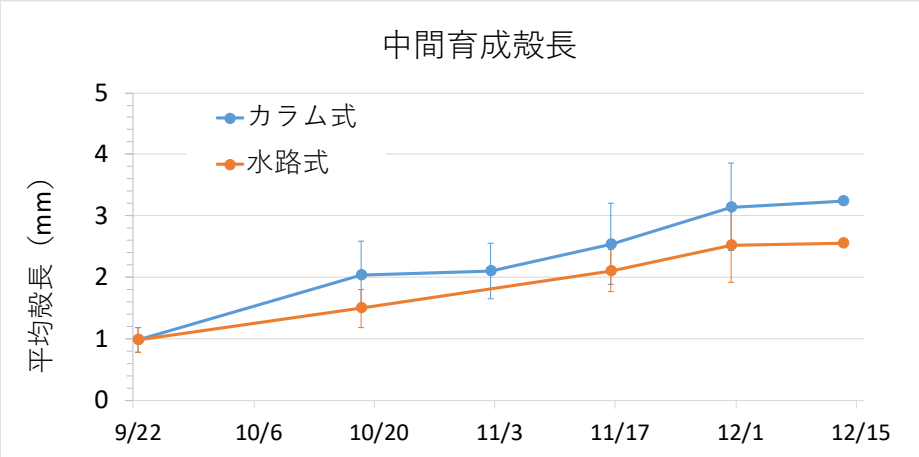

図４．カラム式飼育及び水路式飼育の平均殻長の推移

ウ．人工種苗から成貝までの育成技術の開発

⑥餌料源分析を通じたハマグリ育成技術の開発

国立研究開発法人　水産研究・教育機構　水産技術研究所
西本　篤史・渡部　諭史・高田　宜武・鬼塚　年弘・白藤　徳夫・丹羽　健太郎

【目的】

沿岸漁業を下支えしてきたアサリの漁獲量が低迷する中で、近年、各地でハマグリがみられるようになってきた。ハマグリは漁獲加入までに３年近く要するため、漁場での適切な管理が求められる。本研究では、千葉県水産総合研究センターが実施する干潟域での被覆網を活用した稚貝保護育成試験において、餌料源や肥満度等の生体情報を調べることで、干潟域での適正な保護育成条件、特に密度条件を検討することを目的とする。

【研究方法】

1) 被覆網試料サンプリング

本課題に用いる試料は、東京湾におけるハマグリ育成技術開発課題（ウ．③）にて千葉県水産総合研究センターが令和 2 年 11 月から実施している密度試験区（400 個体／m^2、800 個体/m^2、1,200 個体/m^2）から採取し、令和 3 年 4 月から月 1 回の頻度でサンプリングを行った。試験区の詳細については、ハマグリ育成技術開発課題（ウ．③）を参照されたい。

各密度試験区から、内径 65mm のコアサンプラーで網内を 3 回採取した。なお、コアサンプラー内に試料が確認されなかった場合には、追加の採取を行った。得られた個体は、潜砂深度に応じて、「表出」、「10cm 以浅（以下、浅）」、「10cm 以深（以下、深）」の 3 つのカテゴリーに区別して持ち帰った。

2) 実験室での処理

ハマグリ試料は、殻長、殻高、殻幅、湿重量を測定したのち、開殻して、軟体部の湿重量（キムワイプで軽く水分を除去）、前・後閉殻筋の湿重量、殻重量を測定した。本報告書作成時点で、1 月試料まで測定を終了している。長さは mm、重量は g 単位で測定し、いずれも小数点第 2 位まで測れる測器で計測した。肥満度は以下の式で算出した。被覆網を活用した稚貝保護育成試験の肥満度については、本課題にて報告する。

（軟体部湿重量＋前・後閉殻筋湿重量）÷（殻長×殻高×殻幅×1,000）×100

3) 炭素・窒素安定同位体比分析

本分析には前・後閉殻筋のみを供することとし、殻長 10mm 以上の個体については個体ごとに、殻長 10mm 以下の個体については複数個体を混ぜて分析に用いた。切り出した前・後閉殻筋は、真空凍結乾燥機を用いて乾燥させたのち、クロロフォルム・メタノール混合溶液を用いて脱脂処理を施し、錫箔に 0.8mg を目安に詰めた。なお、分析には、元素分析計 vario MICRO cube（Elementar Analysensysteme, Lagenselbold, Germany）と質量分析計 IsoPrime

100（Elementar UK Ltd., Cheadle, UK）の連結システムを利用した。なお、本報告書の作成時点で 7 月分までの分析が終了している。

【研究成果の概要】

1) 被覆網を用いた干潟育成試験における肥満度の時系列変化

密度別の肥満度の推移を図 1 に示す。いずれの密度区においても、5 月に最も高い値（低密度区：15.0±1.7、中密度区：14.1±1.8、高密度区：15.6±1.8）を示し、9 月頃にかけて減少した（低密度区：11.3±0.4、中密度区：10.9±0.7、高密度区：9.7±1.4）。その後 1 月まで横ばいから微減であった（低密度区：10.4±1.4、中密度区：10.0±0.9、高密度区：9.7±1.3）。なお、いずれの月においても、ハマグリの肥満度は、密度区間で統計的に有意な違いは検出されなかった（one-way ANOVA, $P>0.05$）。

なお、潜砂深度については、表出、浅、深の各カテゴリーのサンプルを年間通して得られなかったため、今回は解析の対象から外した。当初、冬季になると潜砂深度が深くなり、餌源が変化することを想定していたが、潜砂深度が深くなるのは 1 月以降であった。

2) 炭素・窒素安定同位体比分析（以下、それぞれ $\delta^{13}C$、$\delta^{15}N$）

炭素・窒素安定同位体比の推移を図 2 に示す。$\delta^{13}C$、$\delta^{15}N$、CN 比は、いずれの月においても、密度区間で統計的に有意な違いは検出されなかった（one-way ANOVA, $P > 0.05$）。そこで、密度区を考慮せず、分析の済んでいる 4 月から 7 月までの 4 か月分の試料について、月別に各項目を比較した。

$\delta^{13}C$ はサンプリング月間で統計的に有意に異なった（one-way ANOVA, F=14.67, $P<0.01$）。4 月（-16.3±0.2‰）と 5 月（-16.3±0.2‰）の値が、6 月（-16.5±0.2‰）および 7 月（-16.6±0.3‰）の値と統計的に有意に異なり（Tukey-Kramer, $P<0.05$）、高い値を取った。

$\delta^{15}N$ もサンプリング月間で統計的に有意な差が検出された（one-way ANOVA, F=108.8, $P<0.01$）。4 月の値（13.8±0.4‰）が、5 月（15.2±0.4‰）、6 月（15.7±0.2‰）、7 月（15.5±0.2‰）の値と統計的に有意に異なり（Tukey-Kramer, $P<0.05$）、低い傾向を示した。6 月が特に高い値を示し、5 月および 7 月とも統計的に有意に異なった（Tukey-Kramer, $P<0.05$）。

CN 比も月によって統計的に有意に異なった（one-way ANOVA, F=23.05, $P<0.01$）。4 月の値(3.72±0.12)が、5 月(3.59±0.13)、6 月(3.47±0.10)、7 月(3.53±0.09)の値と統計的に有意に異なり（Tukey-Kramer, $P<0.05$）、特に高い値を取った。また、5 月と 6 月の値の間にも統計的に有意な違いが検出された（Tukey-Kramer, $P<0.05$）。

【次年度に向けた提言】

今年度は、潜砂深度についての検討が十分にできなかった。次年度は、各密度試験区からコアサンプラーでハマグリを採取するのではなく、表出個体、潜砂深度が浅い個体、潜砂深度が少し深い個体の 3 カテゴリーについて、3～5 個体ずつ採取し、潜砂深度による個体の

状態（肥満度および $\delta^{13}C$・$\delta^{15}N$）の違いを検討することとしたい。

また、同位体分析については、今年度は結果を示すに留めた。春先の $\delta^{15}N$ の上昇は非常に興味深い。次年度以降、8 月以降に採取したハマグリの同位体比分析を進めると共に、餌料源候補である水中の粒子状有機物（POM）および底生微細藻類（付着藻類）の分析を進め、改めて報告する予定である。

【図表】

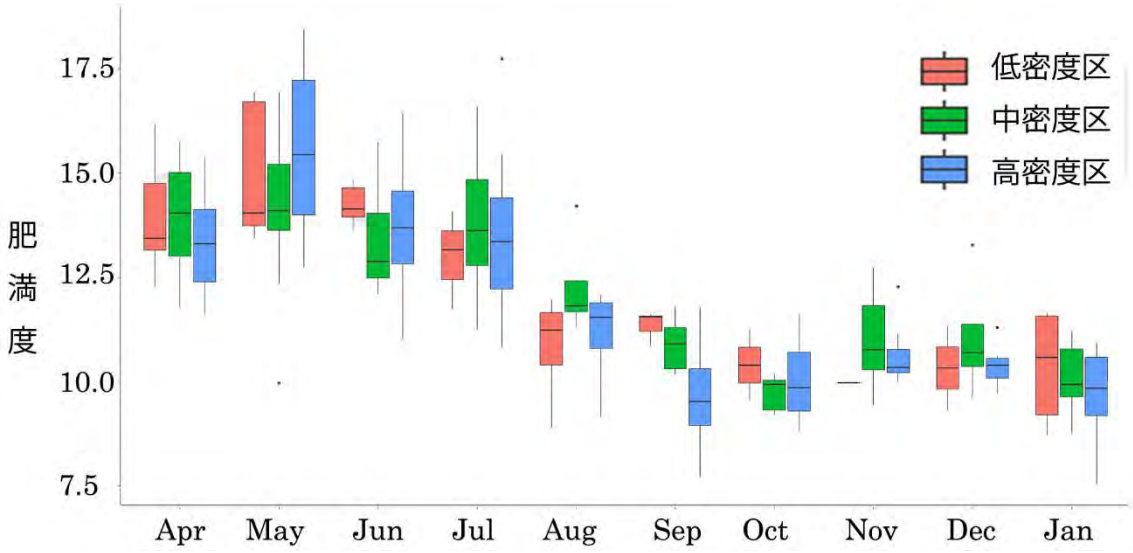

図 1．ハマグリ肥満度の密度試験区別月別変化

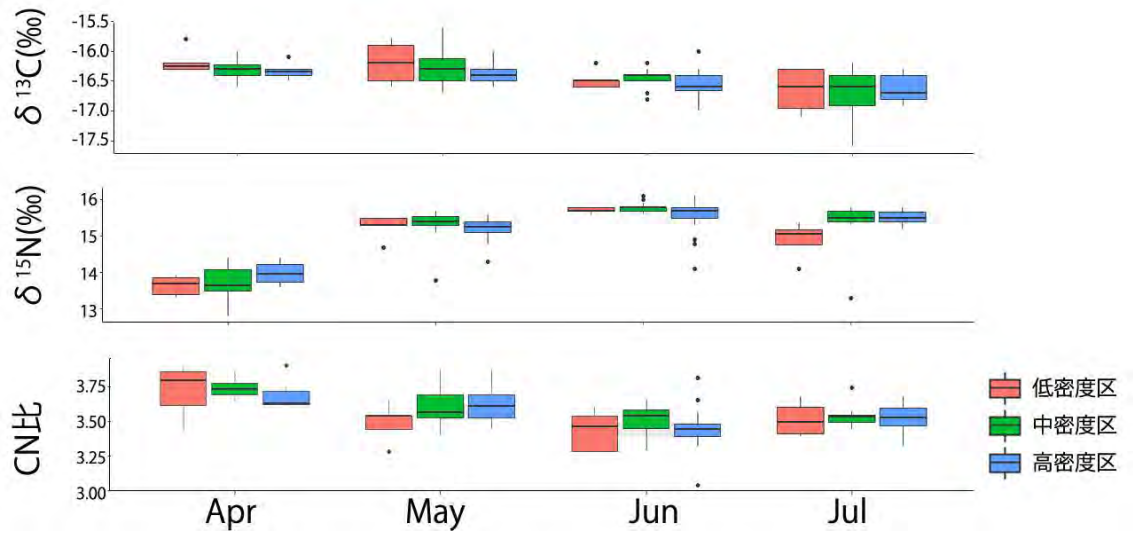

図２．ハマグリ炭素・窒素安定同位体比および CN 比の密度試験区別月別変化

エ．母貝団地造成技術の開発

① 瀬戸内海西部海域におけるタイラギの母貝団地造成技術の開発

山口県水産研究センター内海研究部
多賀　茂

【目的】

瀬戸内海の西部海域では、アサリの母貝団地造成が多くの干潟で広く試みられている。干潟域は季節風や台風通過時の波浪による底質の移動と種苗の逸散、冬季は干出と水温の低下、夏季は高温など変動の激しい環境であるが、アサリでは食害生物による減耗を防止するため網を被せることで母貝団地造成の効果が認められている。一方、海面でのカゴ垂下育成では環境が比較的安定し、良好な成長や生残が見込まれるが最適な収容密度等を把握しておく必要がある。そこで、干潟域では被覆網による移植式、海面の垂下式ではカゴを用いて収容密度など育成方法を検討し、タイラギに最適な母貝団地造成技術の開発を行う。

【研究方法】

１）干潟域での移植式

①試験海域

試験は、山口県水産研究センター内海研究部に隣接する山口市秋穂湾の干潟で行った（図１）。

②タイラギ移植場所と移植サイズ比較試験

タイラギを干潟に移植し効率的な母貝団地造成の条件を探るため、秋穂湾央、湾奥及び湾口の干潟 3 ヵ所に調査地点を設け、それぞれ st1、st2 及び st4 とした（図２）。各調査地点には、地盤高＋30 ㎝（潮位表基準面）に移植サイズ（年級）の異なる試験区を設定した。殻長 200 ㎜未満（2019 年産）、殻長 150 ㎜未満（2020 年産）、殻長 100 ㎜未満（2021 年産）を移植し、それぞれ試験区 ri、rii、riiiとした（図３）。移植したタイラギは目合 16 ㎜の網を用い、盛り上げ式被覆網により保護を行った(図４)。2021 年 12 月 3 日～5 日にかけて、St1、2、4 の順でタイラギの移植と保護を実施した。1m 四方の枠内に試験区 riで 10 個(平均殻長 170 ㎜)、riiで 16 個(平均殻長 141 ㎜)、riiiで 40 個(平均殻長 80 ㎜)を移植し、各試験区とも 4 区を設けた。追跡調査は、毎月実施したが、サンプリングによるタイラギ破損を防ぐため、夜間調査となる 1 月～3 月は目視による生残調査のみを行い、成長追跡のための殻長測定は、昼間の作業が行える 4 月以降に行うこととした。

２）海面でのカゴ垂下式

①試験海域と育成資材

試験は山口湾に設置されたロープ筏で行った（図１）。タイラギの育成には、容器としてサンテナーカゴ（幅 35×長さ 52×高さ 27cm、底面積 0.182m^2）を用い、内部に基質

を敷設して使用した（図５）。

②タイラギ収容密度試験i　殻長 100 ㎜未満の密度試験

中間育成後に殻長 100 ㎜未満のタイラギを効率よく育成するための密度試験を行った。カゴ内部に基質として砂(粒径 3 ㎜>)を厚さ 7 ㎝で敷設、平均殻長 56.4 ㎜のタイラギ(2021 年産)を 100 個、200 個、300 個/カゴの密度で収容し、それぞれ試験区 g、h、i とした(図６)。各試験区とも 4 区を設けた。2021 年 10 月 21 日から水深 1.5m に垂下し生残・成長の追跡を行った。

③タイラギ収容密度試験ii　殻長 150 ㎜未満の密度試験

殻長 100 ㎜以上のタイラギになると、重量増加も大きくなってくることから、過密を避け効率よく育成するため密度試験を行った。カゴ重量を軽くするため、砂(粒径 3 ㎜>)と軽石(粒径約 10 ㎜)を組み合わせた基質を 15 ㎝厚（底砂厚 2 ㎝＋軽石 13 ㎝、全重量 17kg）で敷設、平均殻長 140.0 ㎜のタイラギ(2020 年産)を 12 個、24 個、48 個/カゴの密度で収容し、それぞれ試験区 m、n、o とした(図７)。各試験区とも 3 区を設けた。2021 年 10 月 6 日から水深 1.5m に垂下し生残・成長の追跡を行った。

④タイラギ成貝育成容器開発試験（殻長 200 ㎜育成カゴ開発）

山口県漁業調整規則では殻長 20 ㎝以下を採捕禁止サイズとしている。殻長 20 ㎝以上のタイラギによる母貝団地造成を目指すためには、タイラギを埋在させるための基質厚が最低 20 ㎝必要となるが、サンテナーカゴを基質で全て満たした場合、カゴの総重量は基質が砂の場合で 40kg 以上、軽石の場合でも 20kg 以上となるため作業性が極めて悪くなる。そこで、重量のほぼ全てを占める基質量を少なくするため、育成カゴ内部にトリカルネット(N24)でタイラギ形の仕切りを設け、空隙のある容器を開発した（図８）。タイラギ収容部の基質は、軽石(粒径約 10 ㎜)を主体とするが、砂の必要性を検証するため、軽石のみ、タイラギ収容部の底砂厚 2 ㎝、タイラギ収容部の底砂厚 4 ㎝の試験区を設け、それぞれ試験区 s、t、u とした(図９)。育成カゴの全重量はどの試験区も 17kg 以下である。各試験区とも 3 区を設けた。全ての試験区に平均殻長 148.4 ㎜のタイラギ(2019 年産)24 個を収容し、2021 年 3 月 24 日から 2021 年 10 月 6 日(207 日間)にかけて水深 1.5m に垂下し生残・成長の追跡を行った。毎月 1 回観察を行い死亡個体の計数を行うとともに、タイラギの後縁が基質表面よりも露出していた場合は、基質(軽石)の補充を行い、常にタイラギ後縁まで基質に埋在している状態を保った。前述の試験を含め統計値の計算にはエクセル統計を用いた。

【研究成果の概要】

１）干潟での移植式

①タイラギ移植場所と移植サイズ比較試験（継続調査中）

2022 年 2 月 18 日に行った調査では、試験区 ri及び試験区 riiの生残率が全ての調査地点で高く、riで 97.5～100%及び riiで 93.7～98.4%となった。一方で、試験区 riiiの生残

率は、st1 で 79.3%、st2 で 70.0%、st4 で 81.2%となっており、st2 で低い傾向が見られた（図 10)。この間の水温の推移を見ると、湾口に近い st4 で高く 13.6℃から 8.5℃へ、次に高いのが湾央の st1 で 13.6℃から 7.8℃へ、最も水温が低いのが湾奥の st2 で 11.6℃から 7.5℃となっている。塩分はどの地点でも 32 前後で推移しており差はほとんど見られない。クロロフィル a 量及び底泥粒度組成等は分析中（図 11)。

2）海面でのカゴ垂下式

①タイラギ収容密度試験i　殻長 100 ㎜未満密度試験（継続調査中）

2021 年 10 月 21 日に試験を開始し、2022 年 2 月 14 日の生残率は、試験区 g で 98.2±0.9%、試験区 h で 98.5±0.8%、試験区 i で 97.1±1.4%であった。試験区毎の生残率の違いは小さく有意差は認められない(*ANOVA,n.s.*)。期間中の水温・塩分・クロロフィル a 量の推移を見ると、水温は 11 月に 20℃を下回り、1 月には 10℃未満となって推移している。塩分は 30～32 の範囲で保たれている。クロロフィル a 量は 11 月まで 5μg/L 前後で推移していたが、12 月には 3μg/L を下回った(図 12)。12 月以降のクロロフィル a 量は分析中。

②タイラギ収容密度試験ii　殻長 150 ㎜未満密度試験（継続調査中）

2021 年 10 月 6 日に試験を開始し、2022 年 2 月 14 日の生残率は、試験区 m で 100%、試験区 n で 100%、試験区 o で 99.3%であり、ほぼ 100%の状態を維持している。期間中の水温・塩分・クロロフィル a 量については、前述の試験と同様である(図 12)。

③タイラギ成貝育成容器開発試験（殻長 200 ㎜育成カゴ開発）

2021 年 3 月 24 日から 2021 年 10 月 6 日(207 日間)にかけて殻長 148.4 ㎜のタイラギを新たに開発した育成カゴに収容して試験を行った結果、試験区の殻長及び生残率は、試験区 s で殻長 173.2±3.0 ㎜及び 80.5±15.8%、試験区 t で 176.0±7.6 ㎜及び 84.7±12.7%、試験区 u で 163.2±2.9 ㎜及び 81.9±4.8%となった(図 13)。殻長では有意差が認められたが(*ANOVA,p<0.05*)、生残率は全ての試験区で 80%台と高く有意差は認められなかった(*ANOVA,n.s.*)。育成期間中に大きな環境変化は少なく、2021 年 8 月中旬に塩分 24 を観察したが、生残に影響を及ぼすことはなかった。水温が 20℃を上回る 5 月中旬から殻長の成長が見られるようになった(図 13、14)。

【次年度に向けた提言】

干潟域での移植式では、複数の移植サイズ（年級）を用いて秋穂湾内３ヵ所で試験を行っている。2 月の調査では、大型サイズで生残率が高く、小型サイズで生残率が小さくなる傾向が見られた。特に最も小型サイズとなる 2021 年産でその傾向が強い。各調査地点の水温推移を見ると、2021 年産生残率の最も低い st2（湾奥）で、水温が最も低くなっていた（図 10、11)。移植サイズと冬期水温が干潟における母貝団地造成に影響を及ぼす可能性を示唆していると思われる。

海面でのカゴ垂下式では、母貝団地造成用の殻長 200 ㎜に対応した育成カゴの開発を行った。容器内部に仕切りを設け軽石主体の基質とする方法は、生残率に与える影響が小さく、カゴの重量軽減手法としては有効であることが判明した。足糸が掴む基質に砂を用いる必要性につては認められなかったが、砂厚 4 ㎝の試験区で成長が劣る結果であった（図 13)。その要因については、カゴ底面の海水流入になんらかの影響を与えていた可能性があるものの詳細は不明である。今年度の平均殻長は 180 ㎜に届かないものであったので、今後は殻長 200 ㎜にするための技術開発（密度、容器蓋形状等）を中心に行っていく必要がある。殻長 100 ㎜未満及び殻長 150 ㎜未満のタイラギについてはそれぞれ収容密度試験を行っており、追跡調査の途中である。サイズ毎の適正な密度が判明すれば、殻長 200 ㎜にするために最も適した密度を組み合わせることで、効率的な母貝団地造成を行える。

次年度は、干潟での移植式では秋穂湾において移植種苗の追跡調査を継続する。移植サイズ（年級）による生残率の状況によっては、中間育成期間の延長や、移植時期の検討を行っていく。海面でのカゴ垂下式では、母貝サイズの目標である殻長 200 ㎜に速やかに成長させるため適正な収容密度を把握するとともに、殻長 200 ㎜にするための障害になると思われる育成カゴ内の海水交換不足（基質厚 20 ㎝では、カゴ側面の目を基質が全て塞ぐため）を解消するため、蓋の加工を行うこととする。

【参考文献】

山下康夫・小野原隆幸（1980）有明海タイラギに関する研究－III. 地理的分布、形態、性比、多毛類による被害について　佐賀県有明水産試験場報告（7）P.95-109.

Kurihara T,Nakano S,Matsuyama Y,Hashimoto K,Yamada K,Ito A,Kanematsu M.Survival time of juvenile pen shell *Atrina pectinate*（Bivalvia:Pinnidae） in hyposaline water.*International Aquatic Research* 2018; **10**: 1-11.

鈴木健吾他 . 各種の基質で垂下飼育したリシケタイラギ稚貝の成長、生残および潜行 . 水産技術 2013 ; 5 : 119-124

山本昌幸、伊藤　篤、山崎　英樹、兼松正衛. 異なる基質・密度で中間育成したリシケタイラギ稚貝の生残率と成長率. 水産増殖 2017; 65: 263-269.

【図表】

図１．干潟での移植式及びカゴ垂下式を実施している山口湾及び秋穂湾
写真は山口湾のロープ筏（左）と秋穂湾干潟（右上）

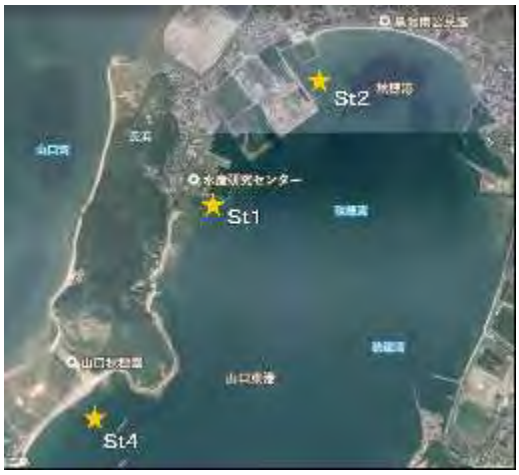

図２．干潟での移植式　秋穂湾調査地点

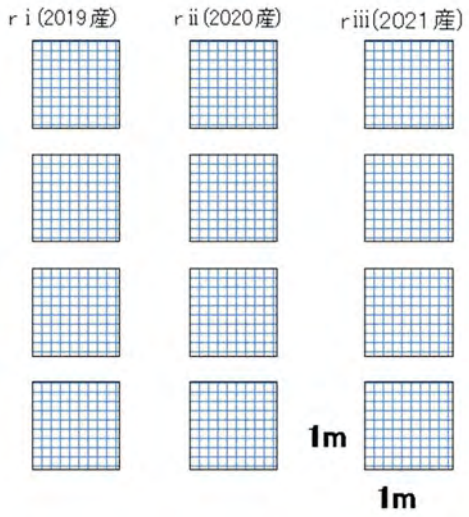

図３．干潟移植試験各試験区（n=4）

図４．盛り上げ式被覆網

図５．角型サンテナーカゴ

図６．タイラギ収容密度試験i（殻長 100 ㎜未満密度試験）の試験区

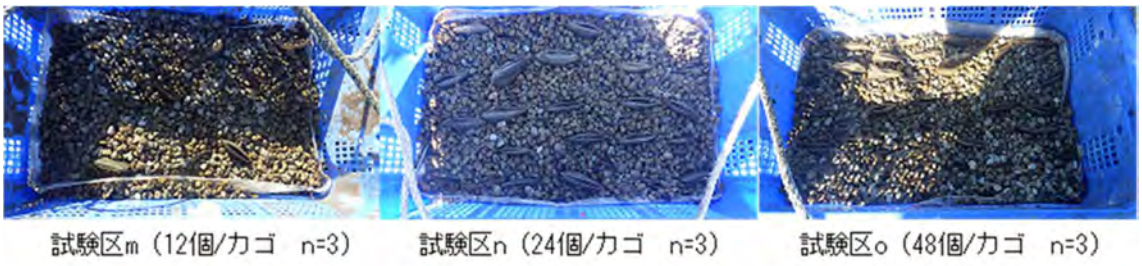

図７．タイラギ収容密度試験ii（殻長 150 ㎜未満密度試験）の試験区

図８．殻長 200 ㎜タイラギ育成カゴ

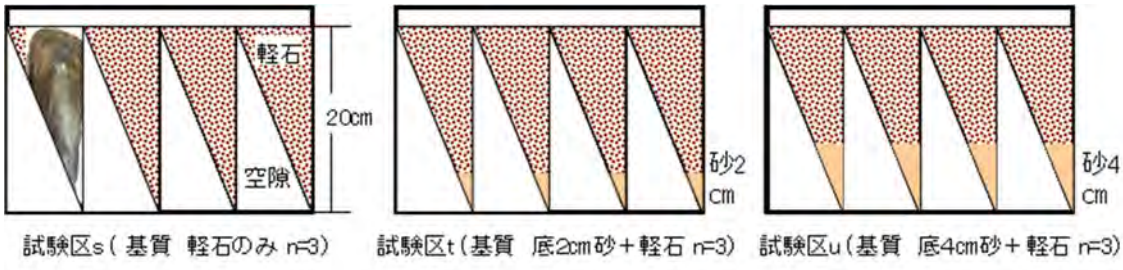

図９．タイラギ成貝育成容器開発試験の試験区

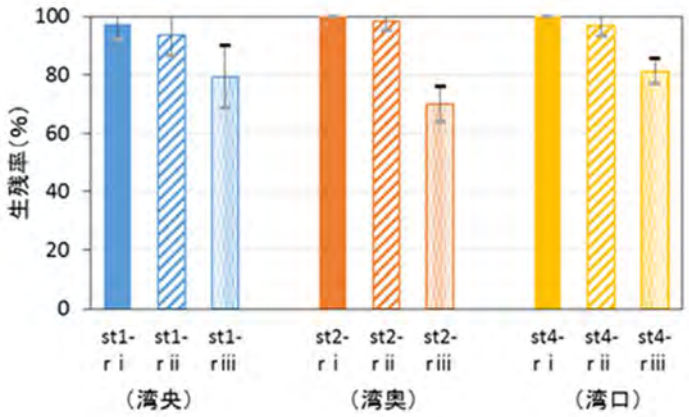

図 10. 干潟移植試験の各試験区の生残率（2 月 18 日時点）

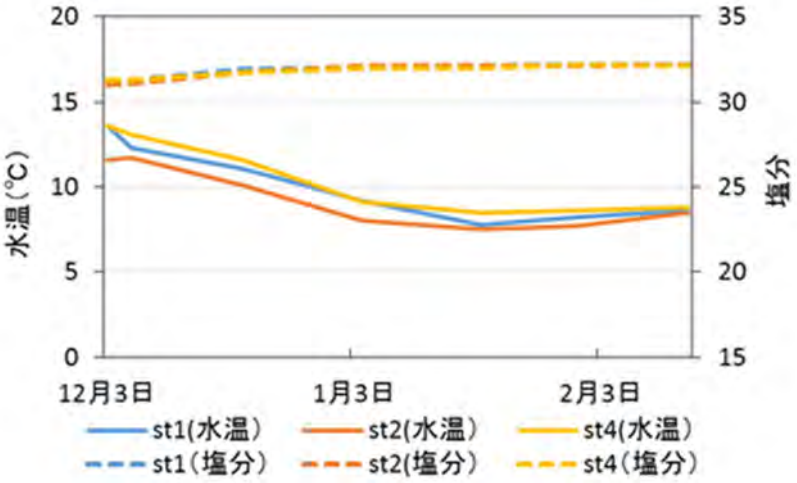

図 11. 干潟移植試験における水温と塩分の推移

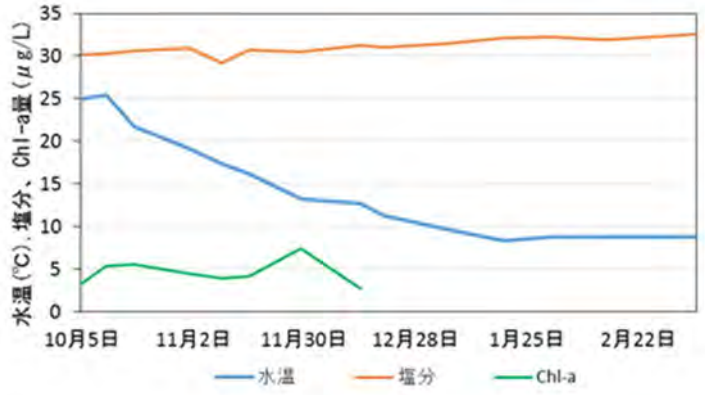

図 12. タイラギ収容密度試験i、iiにおける水温、塩分、Chl-a 量の推移

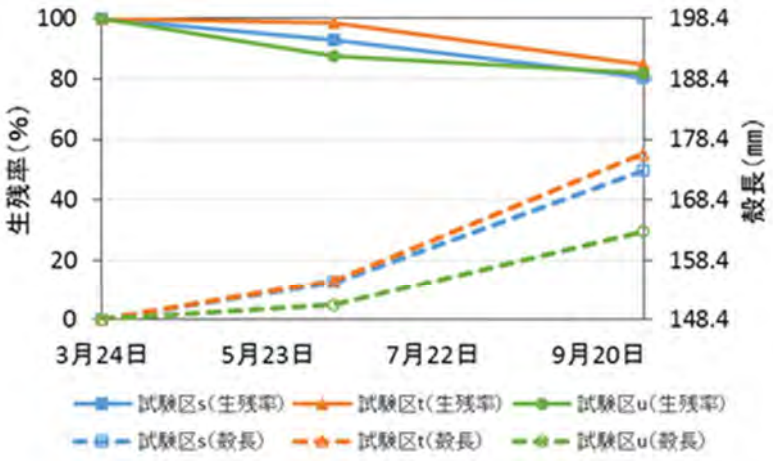

図 13. タイラギ成貝育成容器開発試験における殻長と生残率の推移

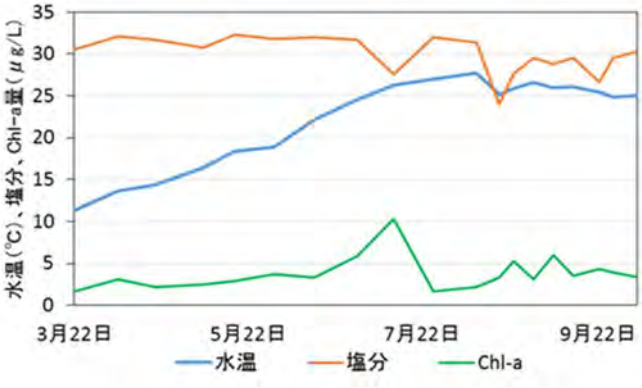

図 14. タイラギ成貝育成容器開発試験における水温、塩分、Chl-a 量の推移

エ．母貝団地造成技術の開発

② 大分県北部海域におけるタイラギの母貝団地造成技術の開発

大分県農林水産研究指導センター　水産研究部　北部水産グループ
日髙　悦久・林　亨次・森本　遼平

【目的】

大分県北部海域において、海底移植による増殖試験を実施し、成長や成熟等を調査することにより、人工種苗等を用いたタイラギ母貝団地造成の技術開発に取り組む。

【研究方法】

１）海底移植による母貝団地造成試験

タイラギ母貝団地造成技術を開発するため、人工種苗を天然海域の海底に移植して被覆網等で保護し、成長・生残・成熟状況を調査した。

供試貝は 2018、2019、2020 年の各年 5～6 月に国立研究開発法人水産研究・教育機構　水産技術研究所（百島庁舎）が生産し、山口県水産研究センターが約 3 ヵ月間中間育成した有鱗型タイラギ人工種苗を用いた。2018、2019 年生産分の試験方法は、令和 2 年度 さけ・ます等栽培対象資源対策事業新規栽培対象種技術開発（二枚貝） 調査報告書のとおりであり、原則として継続した。加えて 2018 年生産分については、生息密度が過密である恐れがあったことから 2021 年 3 月の時点で各区画から全数を取り上げて計数した後に、各地区の 2 区画分の生残貝を一まとめにして海底の一定範囲（観音崎は 2.4×2.4m、国見は 2×2m）に再収容し、被覆網（目合い 15mm 程度。網中央部に浮子装着）で全面を覆って試験を継続した。

一方これまでの経過から、移植収容後タイラギがある程度成長した段階で生息密度が過密となり、成長の低下やへい死を引き起こしていた可能性があった。そのため成長に応じて生息密度を下げる必要があり、貝を適宜取り上げ展開してきた。今回 2020 年生産分については収容方法の変更により、取り上げ作業の効率化を検証した。試験は大分県北部海域に位置する観音崎（図１）の海底に底面積 1.27 ㎡の円錐形の網カゴ（全面目合い 20 節）3 個を設置（図２）し、タイラギ人工種苗（平均殻長 5.2～5.5 ㎝）を 200、400、800 個/㎡の密度でそれぞれに収容した。対照区として近接した海底 1×1m の範囲に同種苗 324 個/㎡を収容し、被覆網（目合い 15mm 程度。網中央部に浮子装着）で全面を覆った。人工種苗の成長状況を把握するため、4 ヶ月毎に各試験区内に生息しているタイラギを無作為に 10 個体採取し、殻長・つがい長・殻高・殻付き重量を測定した。一方、生残状況の把握、および取り上げ作業の効率性を確認するため、収容から一年後の時点で網カゴごと海底から船上に引き上げ、生残貝全数を計測した。

【研究成果の概要】

１）海底移植による母貝団地造成試験

①2018 年生産分

2018 年 10～11 月に殻長 4 ㎝前後で収容したタイラギ人工種苗は、放流後 1.5 年程度経過した時点で殻長 15 ㎝に成長し、その後成長速度は鈍くなったが放流後 2 年程度経過した時点で国見においては殻長 20cm 程度まで成長した（図３）。2021 年 3 月（放流後 2 年 4 カ月経過）で全量取上げたが、その時の各地区の平均殻長、生残個数は観音崎で 18.7cm、115 個、国見で 19.8cm、223 個となった。当初の収容数は観音崎 850 個、国見 1,000 個であるが、途中で標本採取した分の個数が観音崎 265 個、国見 204 個であったので、その分を差し引いた数を分母とし生残率を求めたところ観音崎 19.7%、国見 28.0%となった。なお昨年は死殻回収数を基にした推定生残率を求めていたが、全数取上げ時に同手法で推定生残率を求めると、観音崎 85.4%、国見 89.1％と試算され実際の生残率とは大きく乖離していた。これは、放流後まもなく斃死した分は死殻が小さく回収できなかったことや、食害等により死殻がその形状を保てず破損・逸散してしまったことが考えられた。組織学的手法による生殖巣の発達度を判定した結果、産卵期（5～7 月頃）に成熟期・放出期の組織像が確認されたのは、産まれてから 1 年経過時点では一部の個体であったが、2 年経過以降ではほとんどの個体で確認された（図４）。また、生殖巣部分が認められた個体の性別は、1 年経過時点ではほとんどがオスだったが、2 年経過以降では雌雄でおおよそ半々となった（図５）。

②2019 年生産分

2019 年生産分の成長（図６）、成熟状況（図７）は概ね 2018 年生産分における同時期と同様の傾向を示した。一方雌雄の割合は 2018 年生産分とは異なり、1 年目ではメスの出現はなく、2 年目でも僅かだった（図８）。なお生残状況については、当初各地区 400 個で収容したが、2022 年 2 月までに標本採取した生残貝数および回収した死殻数は、観音崎で 249 個および 21 個、国見で 133 個および 100 個となり、両地区とも生残貝は全てなくなり試験は終了した。観音崎は主に標本採取により残存個数が減じていったと考えられたが、国見では 2021 年 6～8 月に死殻回収数が増加し、食害や環境条件の悪化に伴う斃死等も推測されたが死殻数増加原因は不明である

③2020 年生産分

収容から一年後の 2021 年 11 月に全量取上げた際に、800 個/㎡区の網カゴは側面の網地に 10cm 長の破損が確認された。また 200、400 個/㎡区の網カゴは内側に当年産と思われるマダコの侵入が確認され（1 個体/各網カゴ）、このマダコによる食害と思われる割れたタイラギの殻が大量に確認された。特に 400 個/㎡区では生残貝は一つも確認できなかった。その結果、生残率は対照区の 48%が最も好成績となった（図９）。成長は対照区では 2018、2019 年生産分と同様の成長であったが、網カゴの試験区は 3 区とも対照区よりも成長が劣った（図 10）。このことの原因として、網カゴ区の目合いが 20 節（約 8mm）であり被覆網の目合いと比較して細かかったため海水交換が劣って餌料不足が疑われた。また、底面に網があることで潜砂が十分にできなかったことが何らかの影響を及ぼした可能性もある。一方、取り上げの作業の効率性については、海底から手作業で一つずつ抜き取る

作業が軽減されたものの、底面の網地に貝が突き刺さり網の外側で貝の足糸が小石等を捕捉していたため、網から貝を個別に取り外す作業が新たに必要となった（図 11、図 12）。またこの作業を行うにあたり、貝を空気中に露出させて行ったことにより、貝に新たな負担が掛かった可能性もある。

【次年度に向けた提言】

これまでの調査により、海底移植したタイラギ人工種苗は適地であれば移植後 2 年で平均殻長が 20cm 程度に達し、ほとんどの個体が産卵・放精していることが示唆された。また 2 年 4 カ月時点での生残率は 2～3 割程度となることが分かった。一方で収容当初の密度が高い場合、その後の成長に応じて生息密度を適正に保つため、取り上げ後の展開が必要となると考えられる。今回 2020 年生産分で用いた網カゴでは目合いが細かかったため成長が劣った可能性があり、より大きい目合いで確かめる必要がある。またそもそもの目的であった作業の軽減化も十分には達成できていない。そこで他の方法として、収容当初の密度を薄くしたり、または被覆網の管理方法等（網掃除や網目合）の改良なども検討すべきである。

【図表】

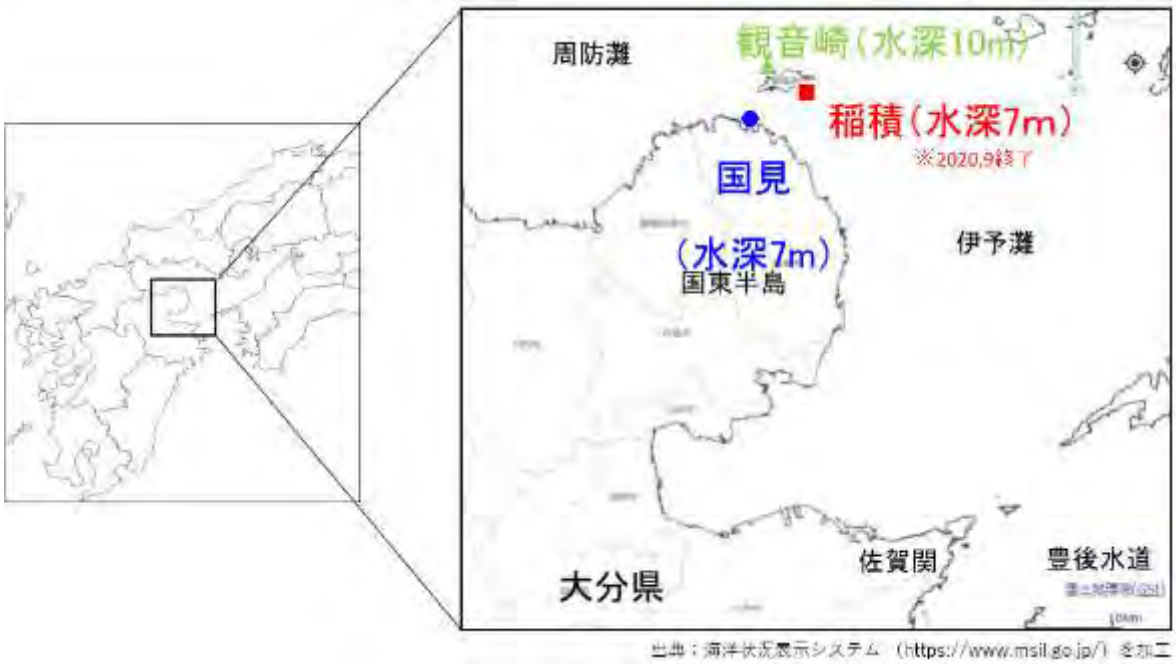

図 1．海底移植試験の実施場所（3 地区）

図２．2020 年生産分種苗を収容した円錐形の網カゴの設置状況（2020 年 11 月）

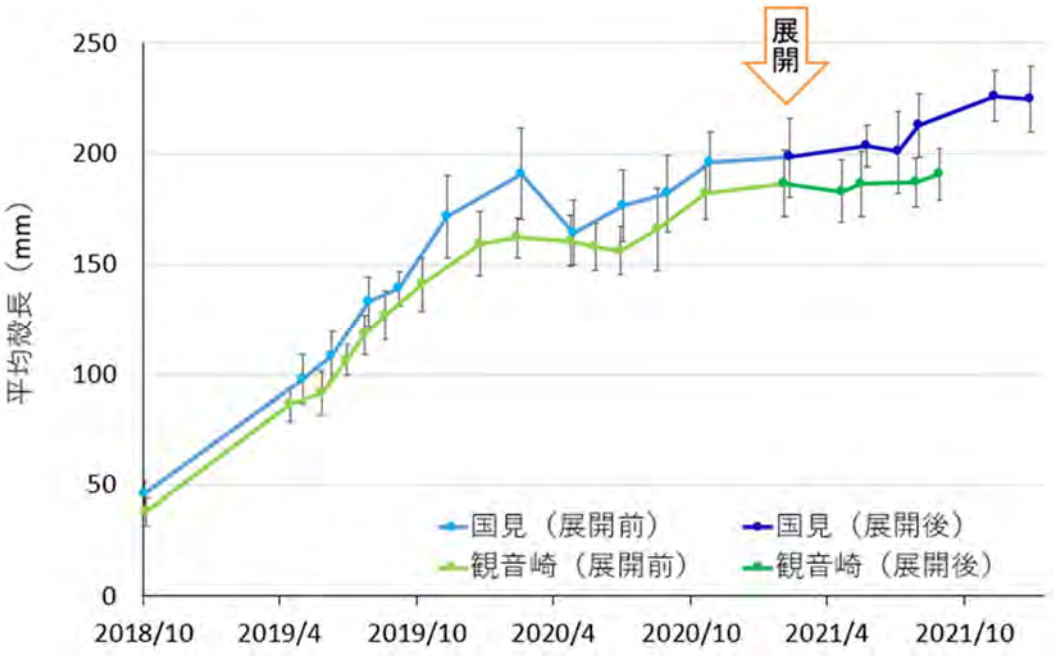

図３．海底移植したタイラギ人工種苗の平均殻長の推移（2018 年生産分）

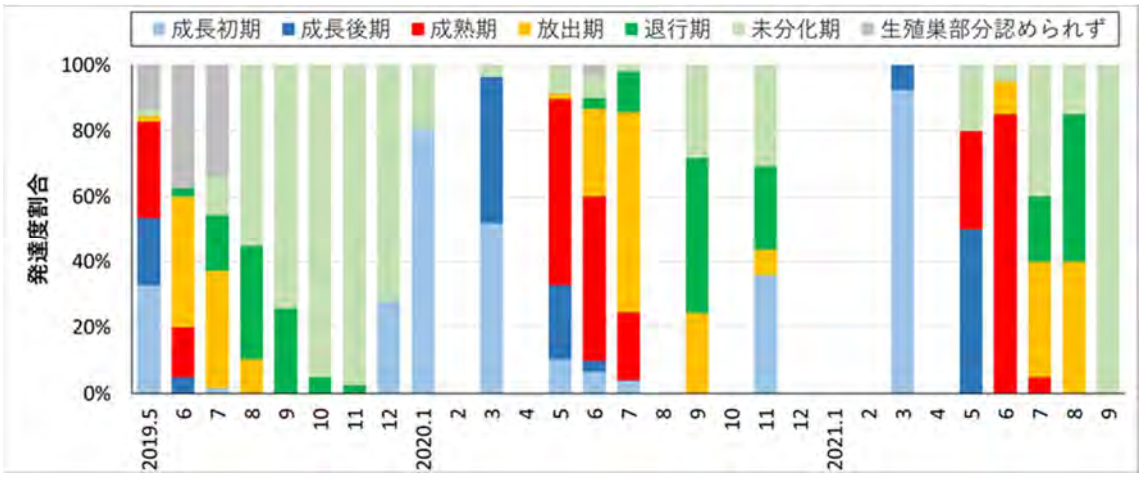

図４. 海底移植したタイラギ人工種苗の生殖巣の発達度割合の推移（3 地区合計。※2020.9 以降は 2 地区）（2018 年生産分）

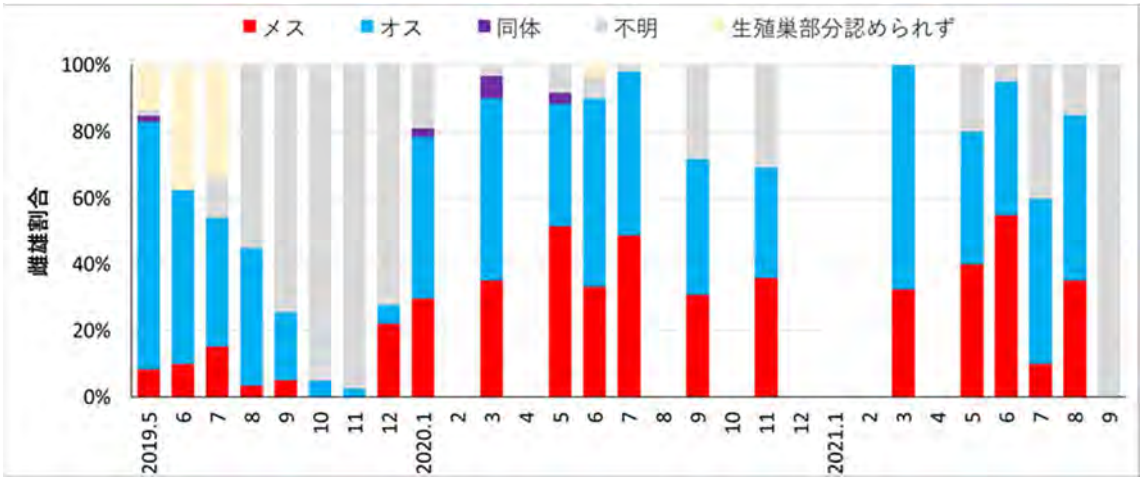

図５. 海底移植したタイラギ人工種苗の雌雄割合の推移（3 地区合計。※2020.9 以降は 2 地区）（2018 年生産分）

図６. 海底移植したタイラギ人工種苗の平均殻長の推移（2019 年生産分）

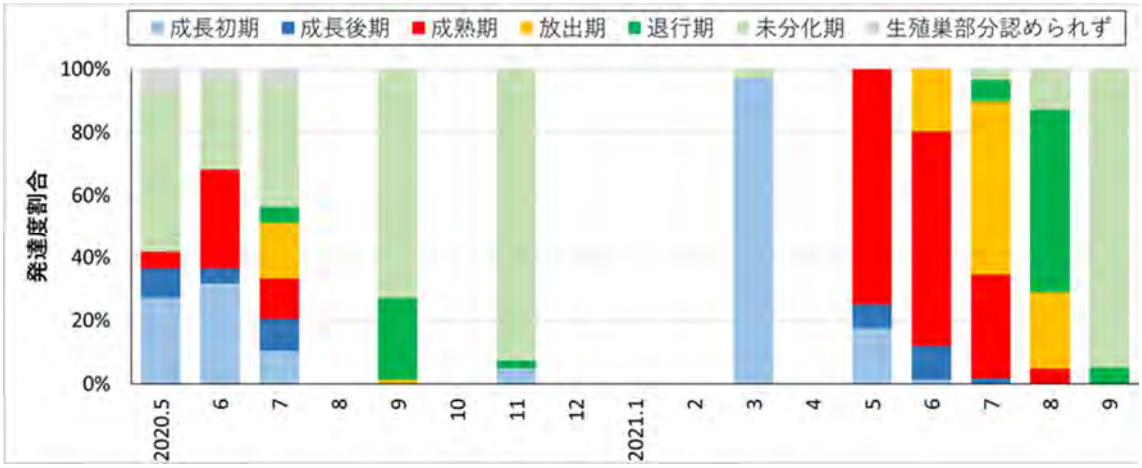

図７. 海底移植したタイラギ人工種苗の生殖巣の発達度割合の推移（3 地区合計。※2020.9 以降は 2 地区）（2019 年生産分）

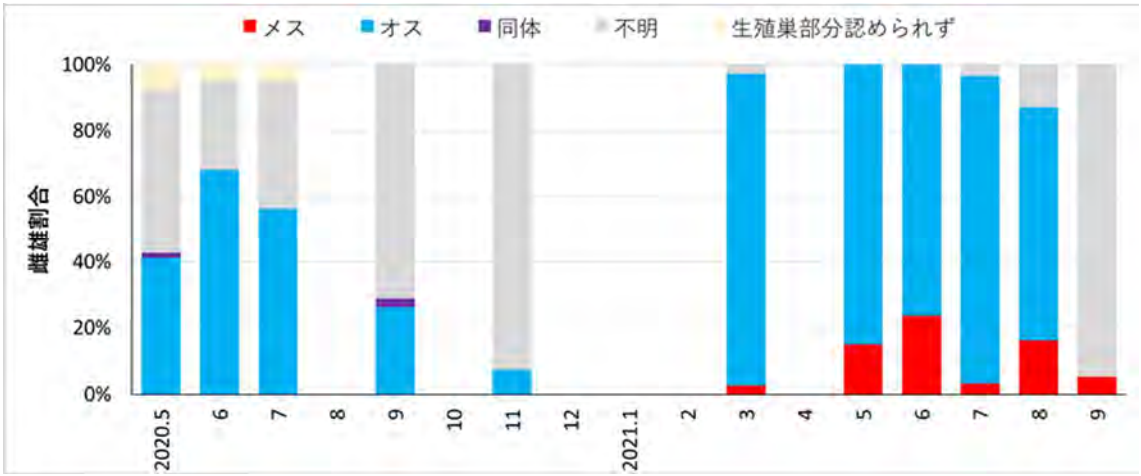

図８．海底移植したタイラギ人工種苗の雌雄割合の推移（3 地区合計。※2020.9 以降は 2 地区）（2019 年生産分）

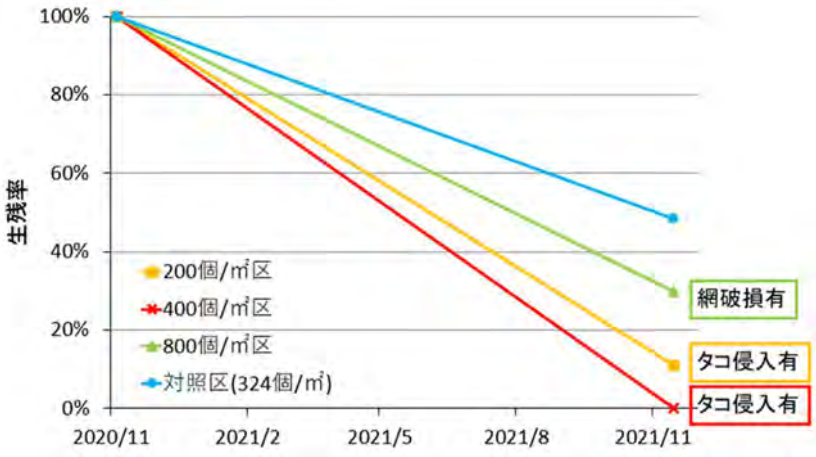

図９．網カゴに収容したタイラギ人工種苗の一年後の生残率（2020 年生産分）

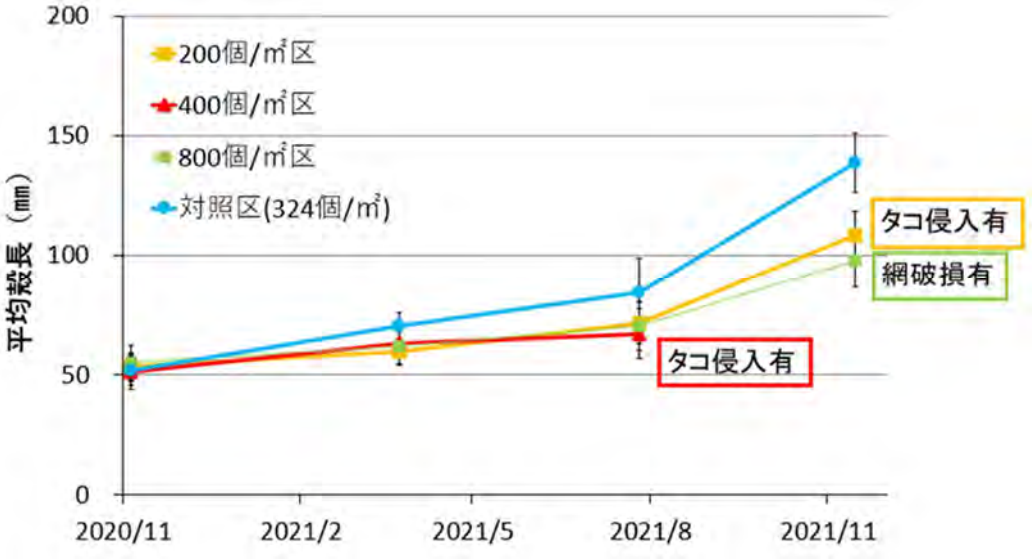

図 10. 網カゴに収容したタイラギ人工種苗の平均殻長の推移（2020 年生産分）

図 11. 収容 1 年後に取り上げた網カゴ。底網の外側に足糸で小石等捕捉しているタイラギ人工種苗（2021 年 11 月）

図 12. 底網から貝を個別に取り外す作業（2021 年 11 月）