

3.2 孕卵数の推定

アサリを永続的に漁獲していくためには、加入量が漁獲圧をはじめとした減耗量を上回らなければならない。そのため、卵数を推定することは非常に重要であると考えた。また、本中課題において、母貝場造成における施設規模算定や事業効果を算定する必要がある。令和3年度には、Castagna & Kraeuter²³⁾を参考に精子による産卵誘発を行い、卵を放出させ計数を行ったが、母貝1個体当たりの産卵数は0.7-23万個/個体であり³⁾、Tobaら²⁴⁾の報告の100-620万個/個体よりも少なく、過少推定の可能性が残った。そこで、今年度は、孕卵数の推定を目的とし、アサリの生殖腺から卵を濾し取り、計数した。

3.2.1 材料と方法

孕卵数の算出には、令和3年度の小規模実証実験及び『3.1 実用規模実証実験』において網袋で育成後にホルマリンで固定したアサリを使用した。計数には、正確な卵の計数を行うために以下の手順を踏んだ(図26)。①アサリの生殖腺を摘出し、卵と不純物を分離するために100 μm の目合いのプランクトンネットを用いて生殖腺をろ過する。②20 μm の目合いのプランクトンネットを用いて、余分な水分を除去する。③採取した孕卵数サンプルから定量採取し、2.5 から 500 倍に希釈し、生物顕微鏡で3視野撮影する。④撮影した画像をImage Jで解析し、卵のサイズと数を計測する。卵のサイズは、Image Jで解析した物から正常に撮影出来た卵を抽出した。

これらの手順を経て算出された孕卵数を用いて分析を行った。丸型指数は柿野 1996²⁵⁾に、肥満度は鳥羽・深山 1991²¹⁾に従って算出した。

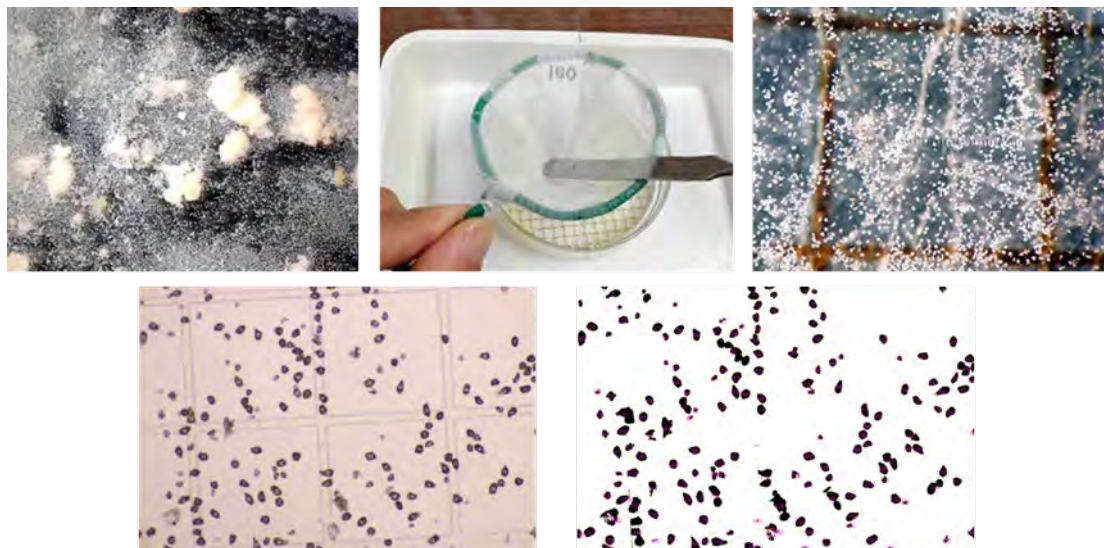


図 26 孕卵数推定方法の過程

3.2.2 結果

孕卵数は全サンプルで220から約2,430,000個/個体だった。全てを平均すると約624,000個/個体だった。殻長との関係はで30 mm前後で孕卵数が多くなりやすくなる傾向が見られた。殻高、殻幅、丸型指数、湿重量、肥満度との関係は見いだせなかった。軟体部重量とは $y=486030x$ ($r^2=0.66$)の相関関係が見られた。季節ごとに見ていくと毎年秋と春の年2回のピークが見られた。2020年秋の産卵時(2020年10月から2021年

1月)には495-1,033,333個/個体、2021年春の産卵時(2021年2月から7月)には4,600-2,133,333個/個体、2021年秋の産卵時(2021年10月から2022年1月)には1,407-1,683,333個/個体、2022年春の産卵時(2022年2月から8月)には220-2,433,333個/個体、2022年秋の産卵時(2022年10月)には210,000-1,533,333個/個体だった。

卵の短径は全てのサンプルにおいて40-100 μm であり、2020年秋の産卵時、2021年春の産卵時、2022年秋の産卵時には70 μm に最頻値があり、2021年秋の産卵時と2022年春の産卵時には60 μm に最頻値があった。

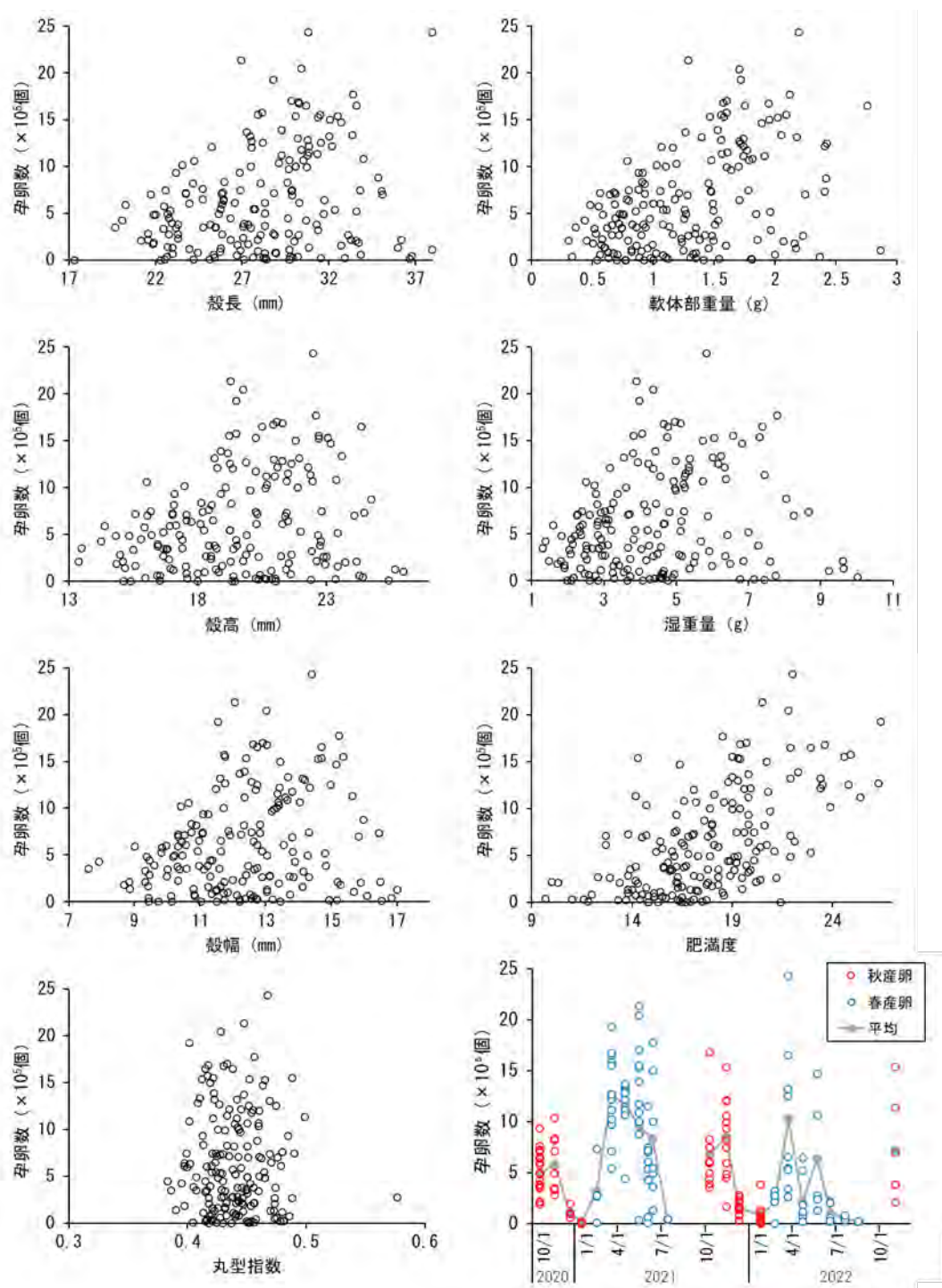


図 27 孕卵数と各指標との散布図および孕卵数の推移

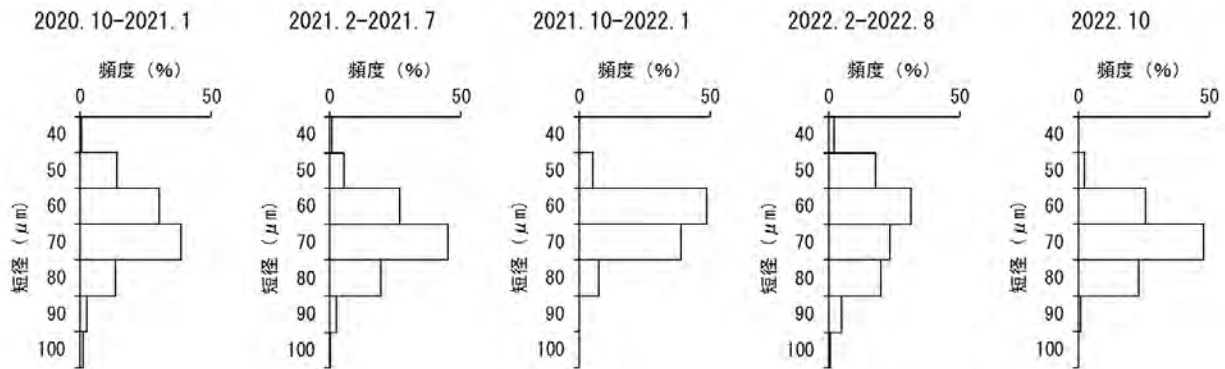


図 28 各シーズンの短径のヒストグラム

3.2.3 考察

本小課題のサンプルは母貝場としての評価のために、令和3年度の小規模実証実験及び『3.1 実用規模実証実験』の群成熟度を反映した形でのサンプルの抽出を行った。そのため、組織切片観察において定義した「成熟期」以外の個体も多く含まれていると考えられる。よって、孕卵数と各指標との関係は見いだせなかった。殻長との関係では30 mm 前後にピークが見られた。この結果はYap 1977²⁶⁾に示された指数関係とは異なる。対して、鳥羽 2004²⁷⁾では、殻長40 mm では、産卵数が減少する現象も見受けられる。Yap 1977 はハワイのオアフ島での結果であり、アサリの殻長の成長の仕方も異なり、殻長が30 mm を超えると成長が緩やかになるものの、有明海のように冬季にほとんど成長が見られなくなる状況とは異なる。これらの違いが孕卵数に影響を及ぼした可能性がある。

時期ごとに見ていくと各年とも秋の産卵時よりも春の産卵時の方が、孕卵数が多い個体が見られる。秋の産卵時の個体群は、稚貝から1年に満たず、殻長も30 mm 以下の個体群である。対して、春の産卵時の個体群は稚貝からおおよそ1年2-3 ヶ月経過した30 mm 前後の個体である。殻長が30 mm 以下の個体である1回目の産卵は確認されるが、2回目の産卵の方が多くの孕卵数を抱える可能性が示唆された。

3.3 母貝育成技術の開発（小課題1-2-1）の考察と総括

3.3.1 小課題の考察

本小課題では、母貝を育成及び産卵させることを目的とした。肥満度や群成熟度の結果から、母貝育成を開始して実験終了に当たる2年目の10月も産卵をしている可能性が高いことがわかった。しかしながら、殻長の増加は僅かであり、かつ育成期間が延びるほど生残率が低下するため、母貝育成サイクルを考慮すると、1年目の秋と2年目の春に産卵を終了させた後、夏季までに収穫するのが適当である。母貝育成において、網袋は牡蠣養殖用カゴよりも成長が良かった。しかしながら、現在の技術では1袋で育成できる個体数は100個体程度であり、実用化に向けて、作業性の観点から更なる改良が必要である。

本結果で明らかとなった孕卵数は、20 μm メッシュでふるい分けしたが、未成熟卵も含まれている可能性も考えられる。そのため、実際の産卵数とは異なる可能性も考えられるが、既報知見と比較しても遜色ない結果であり、今後、母貝場造成を行っていく上で、有用な情報を得ることができたと言える。

4. 母貝用種苗確保技術の開発(小課題 1-2-2)

4.1 採苗器による稚貝採捕及び成育の検証

稚貝が現地盤に生息するが激しい流況により定着しない当該地先の実験区において、碎石入り網袋を置くことによって、稚貝がその中に入り込み、網袋内で成育して流出せずに残り続ける可能性があることが令和3年度までに明らかとなった³⁾。そこで、今年度は碎石入り網袋を設置し、採苗される個体数や、成育状況を明らかにすることで、母貝育成サイクルの更なる簡素化が可能であるかを検証する。

4.1.1 材料と方法

4月にSt. 2'とSt. 4の現地盤において、碎石5kgを入れた網袋を10袋ずつ設置した。その際、網袋は杭で固定した(図29)。

使用した網袋は、ラッセル網袋(大きさ:300×600mm、目合:4×4mm角目、設置面積:約0.1m²)である。

設置した網袋は、7月と10月に5袋ずつ(?)回収し、殻長、個体数及び湿重量を計測した。計測は、100個体を上限とした。



図29 現地盤に設置した碎石入り網袋
杭に括り付けてあるのはパーム採苗ネット(?)

4.1.2 結果

7月の回収時の結果は、St. 2'で個体数が 1313.3 ± 648.5 個体、殻長が 8.71 ± 2.69 mm、1個体あたりの湿重量が 0.12 ± 0.10 gであった。一方、St. 4では、個体数が 378.7 ± 425.2 個体、殻長が 10.35 ± 3.00 mm、1個体あたりの湿重量が 0.22 ± 0.21 gであった(表8及び図30)。10月の回収時には、St. 2'において個体数は 808.0 ± 354.2 個体に減少し、殻長は 13.93 ± 4.11 mm、1個体あたりの湿重量は 0.55 ± 0.33 gに増加していた。St. 4では、個体数は 162.7 ± 131.9 個体に減少し、殻長は 15.78 ± 4.13 mm、1個体あたりの湿重量は 1.65 ± 1.74 gに増加していた。St. 2'はSt. 4と比較すると転がり込んでくる個体数は多く、殻長と湿重量は小さくなる結果であった。

表8 St. 2' と St. 4 における転がり込んだアサリの個体数、殻長と1個体あたりの重量

調査地点	個体数		殻長 (mm)		1個体あたりの重量 (g)	
	7月	10月	7月	10月	7月	10月
St. 2'	1313.3 ± 648.5	808.0 ± 354.2	8.71 ± 2.69	13.93 ± 4.11	0.12 ± 0.10	0.55 ± 0.33
St. 4	378.7 ± 425.2	162.7 ± 131.9	10.35 ± 3.00	15.78 ± 4.13	0.22 ± 0.21	1.65 ± 1.74

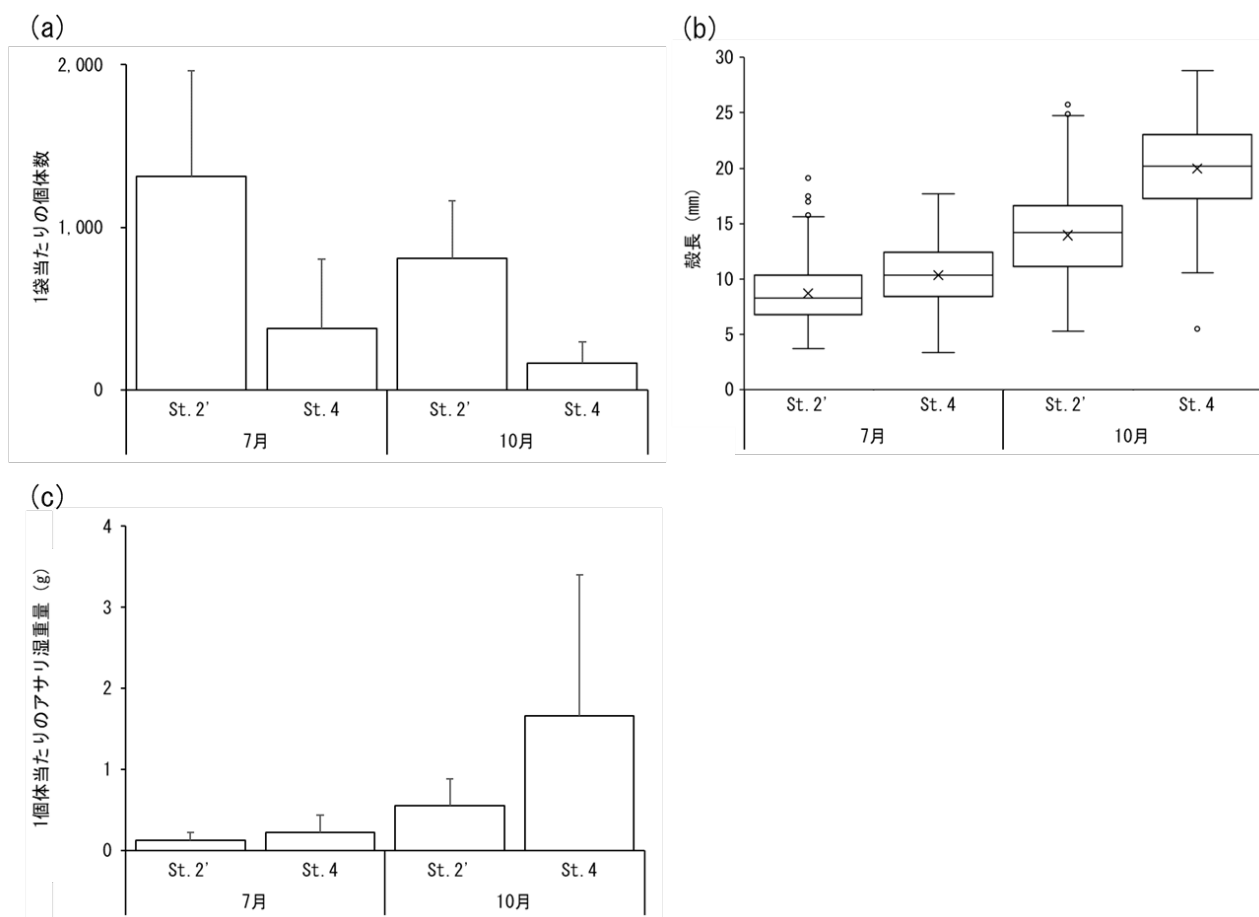


図30 St. 2' と St. 4 における網袋に転がり込んだアサリの個体数 (a)、殻長 (b) と1個体当たりの湿重量 (c)

4.1.3 考察

滞筋の北側に位置する St. 4 は St. 2' よりも淘汰度が高い³⁾。そのため、St. 4 では網袋が安定せず、稚貝が成長する前に流出してしまうため、St. 2' と比べて採苗個体数が少なくなったと予想される。一方で、St. 4 の網袋は個体数が少ないため、殻長の成長は良いことが伺え、St. 2' では1袋当たりの稚貝の転がり込む個体数が多いため殻長が小さかったと考えられる。10月時点では両調査地点で転がり込んだ個体が成長していることが明らかとなったが、今後 St. 2' では成育不全に陥る可能性がある。

過年度と比較すると、平成31年度/令和元年度及び令和2年度は、St. 4 で多くの個体を確保できた。ただし、今年度の実験とは網袋を設置した時期及び設置期間が大きく異なることや初期稚貝の季節変動が今年度

は St. 2' でも多かったことが要因として挙げられる。また、同じ調査地点においても、転がり込んだアサリの個体数が網袋ごとに大きく異なる。これらは、地形や流況などの微細な違いによってもたらされる可能性がある。

4.2 角ざる育成器の検討

令和 3 年度の実験では、現地盤から採集した 1mm 程度のアサリを角ざる 1 カゴ当たり約 3,000 個体と約 5,000 個体ずつ収容したところ、いずれも (?) 10 mm 以上に育成できた³⁾。実用化に向けて、どの程度まで高密度で育成可能であるかを検証する必要がある。そこで、今年度は角ざる 1 カゴ当たり約 5,000 個体と約 8,000 個体ずつ収容・育成し、10 mm 程度まで育成することが可能であるかを検証した。

4.2.1 材料と方法

4 月から 6 月にかけて、現地盤の表面に生息するアサリを砂ごと篩にかけて採集し、6 月 14 日に角ざるに約 5,000 個体と約 8,000 個体ずつ収容した。角ざるは市販の約 2 mm メッシュのもの（内寸法：底面 380×260 mm、高さ 155 mm、設置面積約 0.1 m²）を用いた。2 カゴを 1 セットとし、2 カゴとも縁に穴をあけ、向かい合わせで箱状にし、結束バンドで固定した。角ざるの流失対策として、現地盤に約 5 cm の深さまで埋め込み、四方を杭で固定した（図 31）。

実験開始時の 6 月 14 日と実験終了時の 7 月 16 日に 300 個体ずつ殻長を測定した。また、実験終了時には角ざる内に堆積した泥と現地盤の Chl. *a* 濃度を測定した。



図 31 角ざる育成器

4.2.2 結果

6月14日の設置時の殻長は 5.8 ± 1.7 mmであった。その際の殻長の最大値は11.9 mmで最小値は2.9 mmであった（表9及び図32）。約1ヶ月後の7月16日には約5,000個収容した角ざる育成器におけるアサリの生存個体数は、5,427個体から2,627個体に減少した（生存率48.4%）。殻長は 8.1 ± 2.5 mmに増加していた。その際の殻長の最大値は16.4 mmで最小値は3.19 mmだった。対して、約8,000個体収容した角ざる育成器におけるアサリの生存個体数は7,467個体から3,457個体に減少した（生存率46.3%）。殻長は 7.7 ± 2.4 mmに増加していた。その際の殻長の最大値は15.1 mmで最小値は2.53 mmだった。生存率、殻長共に約5,000個体収容した角ざる育成器と約8,000個体収容した角ざる育成器に有意な差は見られなかった。成長速度は、約5,000個体収容した角ざる育成器は0.071 mm/dayで、約8,000個体収容した角ざる育成器は0.057 mm/dayだった。実験終了時の角ざる内のChl. *a*濃度は26.0 mg/kgで現地盤のChl. *a*濃度は3.0 mg/kgだった。

表9 今年度における角ざる育成を用いた実験の個体数と殻長

年度	収容数	個体数			殻長 (mm)		成長速度 (mm/day)
		実験開始時	実験終了時	生存率 (%)	実験開始時	実験終了時	
今年度	約5000個	5427	2627	48.4	5.8 ± 1.7	8.1 ± 2.5	0.071
	約8000個	7467	3457	46.3		7.7 ± 2.4	0.057
昨年度	約5000個	5400	4556	84.4	7.6 ± 0.3	13.1 ± 0.2	0.098

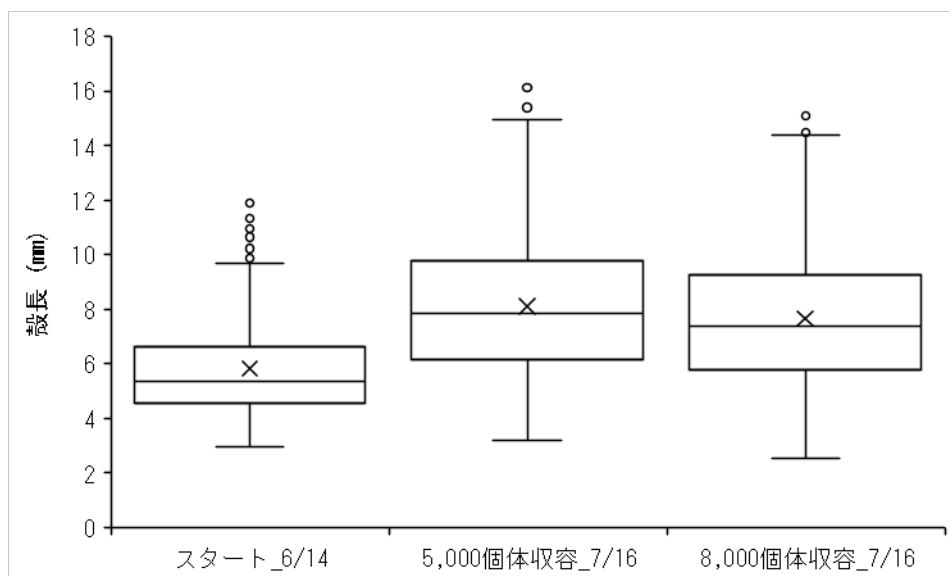


図32 角ざる育成器における殻長の箱ひげ図



図33 実験終了時（7月16日）の角ざるに堆積した泥（左）とアサリの状況（右）

4.2.3 考察

令和3年度は角ざる1カゴ当たり約5,000個体のアサリを収容した実験を4月30日に開始した。実験開始時の殻長は 7.6 ± 0.3 mmで、7月9日には84.4%が生残しており、 13.1 ± 0.2 mmまで成長していた（令和3年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業：表8）。今年度は、現地盤における稚貝の成長が遅れ、実験開始が6月となった。そのため、令和3年度の実験とは一概に比較検証することは難しい。しかしながら、令和3年度の実験は角ざる育成器にて70日間育成したのに対し、今年度は32日間の育成だったにもかかわらず、今年度の生残率の方が低かった。この現象に関しては、今年度は角ざるの設置時に底面を掘る作業が充分でなく昨年度より浅い埋設となった（？）ことにより、波浪などで角ざる内でアサリが一方向に寄るなどの現象が起こって、生残率が低くなった可能性がある。

角ざる内のChl. *a*濃度は現地盤の約8.7倍であり、餌資源の面から、現地盤よりも稚貝育成に優位な環境となる可能性がある。

本結果では約5,000個体収容と約8,000個体収容、共に1ヶ月後の生残率が50%程度であり、殻長も共に8 mm程度となり、8,000個体収容しても成長していることが確認された。したがって、8,000個体よりさらに高密度での育成が可能であることが示唆された。一方で、角ざる内の餌環境が現地盤よりも良好である可能性があり、低密度で育成することによりアサリ育成期間をより短縮できる可能性も示唆された。ただし、角ざる内に堆積した底質は細粒分が多い可能性もあり今後も検証を続けていく必要がある。

4.3 母貝用種苗確保技術の開発(小課題1-2-2)の考察と総括

4.3.1 小課題の考察

『4.1 採苗器による稚貝採捕及び成育の検証』では、設置した網袋に転がり込んだアサリを利用して、母貝育成サイクルを簡素化するための技術を試行した。これにより、当該地先の中で流況が比較的緩やかで稚貝が多く分布する場所で多くの稚貝が入り込むことが明らかとなった。『4.1 採苗器による稚貝採捕及び成育の検証』で示したように、今年度は初期稚貝の発生時期が遅かった。そのため、網袋に転がり込んだアサリは7月時点で、未成貝育成実験を実施した令和3年度の同時期よりも小型であった。令和3年度の未成貝育成は4月から角ざる育成器で育成したアサリを6月に実験開始した個体群であり、角ざる育成器に堆積した高栄養下で育成したものである。年による初期稚貝数の差異などが大きく反映するため、今回の結果のみで

母貝育成サイクルにどこまで反映して良いかは判断しにくいですが、今年度の結果のみでは、立案された母貝育成サイクルの稚貝育成まで省略して良いと考えられる。対して、採苗器による採捕のみでは、未成貝育成に必要な個体数を確保できないことも考えられるため、現行の現地盤から稚貝を採集して角ざる育成器を使用しての稚貝育成も併用することが望ましい。

一方、角ざる育成器では、角ざる内に堆積した Chl. *a* 濃度が現地盤と比べて非常に高く、餌料環境が良好である可能性があることから、今後も角ざる育成器を用いた実験を発展させる意義を有する実験結果が得られた。

5. 各小課題の総括

当該地先の St. 2' における母貝育成サイクルと各工程における殻長及び生残率を図 34 に示す。点線は令和 3 年度の結果を示し、実線が今年度の結果を示す。

稚貝育成について、今年度は、令和 3 年度よりも現地盤に生息する稚貝が小さかったため、青色で示した角ざる育成器を用いた実験の開始が遅れた。また、波浪の影響が要因と考えられる、角ざる育成器での生残率の低下が生じた。しかしながら、令和 3 年度よりも多くの個体を収容しても生残率や殻長に差が無いことが明らかとなった。

未成貝育成について、今年度は、未成貝育成の検証を実施していないため、今年度の母貝育成サイクルの生残率は令和 3 年度の未成貝育成の網袋で減少した生残率（19.8%）を引用した。転がり込みについては、7 月時点で 1 袋当たり約 1,300 個体の転がり込みが確認されたが、令和 3 年度の未成貝育成では 1 袋当たり 500 個体を収容していたため、今年度の転がり込みの実験では、網袋内での環境収容量を超えていたことで、生残率が低下したと考えられる。これらのことから転がり込みの個体群を母貝育成サイクルに利用するには、7 月までに密度調整を行うことで、未成貝育成に繋げることが可能であると考えられる。

母貝育成について、今年度は、令和 3 年度の小規模実証実験と同様の結果が得られており、再現性が担保される結果となった。

以上のことから、令和 3 年度に発案された当該地先でのアサリの母貝育成サイクルを以下のとおり更新する。

稚貝確保（1 年目 4-5 月）

当該地先に生息するアサリ稚貝（殻長：数 mm）を目合い 1 mm の篩を用いて収集する。

稚貝育成（1 年目 6 月）

確保した稚貝を角ざる育成器に 1 カゴ当たり 8,000 個体収容して、殻長 10 mm 程度まで育成する。

未成貝育成（1 年目 7-9 月）

稚貝育成で育成した未成貝を砕石入り網袋に 1 袋当たり 500 個体収容して、殻長 20 mm 程度まで育成する。

成貝育成（1 年目 10 月-2 年目 7 月）

未成貝育成で育成した成貝を砕石入り網袋に 1 袋当たり 100 個体収容して、殻長 30 mm 以上（漁獲サイズ）まで育成する。

※転がり込み（1 年目 4-6 月）

砕石入り網袋を現地盤に設置することで網袋の目合い（4 mm）以下の稚貝が流入・保持され、これを網袋内で育成させることで未成貝を確保する。つまり、上述した稚貝確保と稚貝育成を簡略化することが可能である。ただし、流況や地盤高の僅かな違いによりトラップされる個体数は大きく異なる可能性があり、必要

個体数を確保することが出来ないことや大量に確保され成育不全を起こす可能性が考えられる。

実施項目/年月		1年目												2年目			
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
稚貝確保	現地盤採取	■	■	■													
稚貝育成	保護・育成			■	■												
未成貝育成	保護・育成				■	■	■	■									
網袋への転がり込み		■	■	■	■	■	■	■	■								
成貝育成	保護・育成							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	産卵								■	■	■			■	■	■	
	漁獲																■

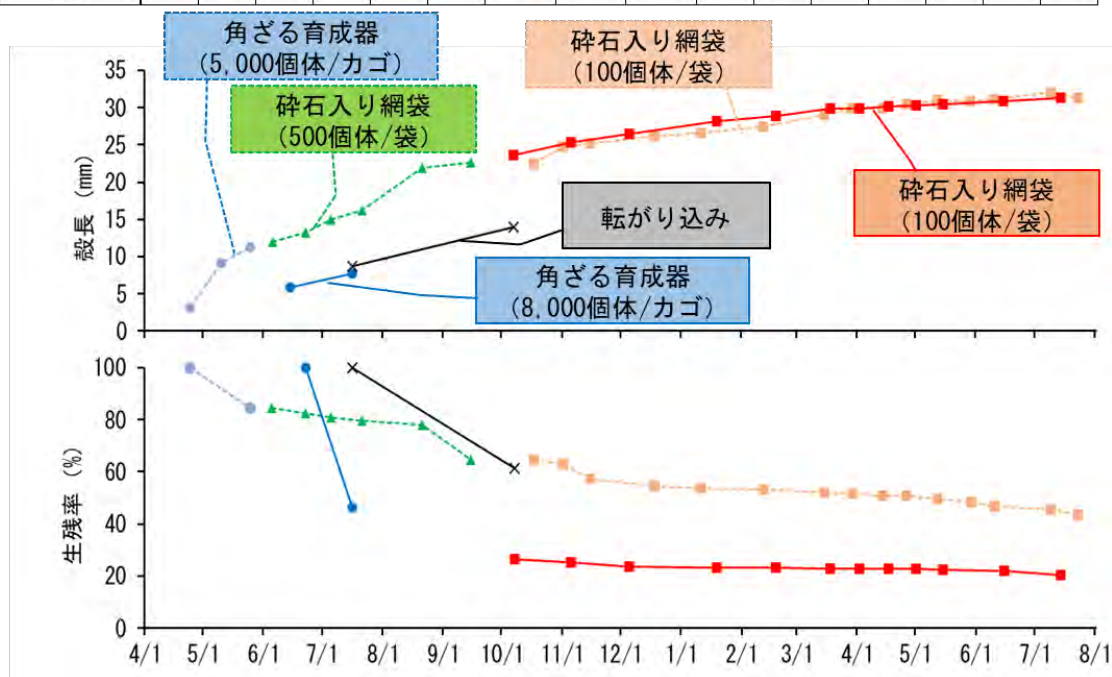


図 34 更新した母貝育成サイクルと令和3年度（点線）と今年度（実線）の計測データ

6. 成果と課題

6.1 目標の達成度について

各小課題の達成度は○：達成、△：ほぼ達成も一部で課題が残る、×未達成 とした。

6.1.1 母貝育成技術の開発

目標	達成度	成果
(1) 実用規模実証実験 母貝育成に際して、碎石入り網袋と牡蠣養殖用カゴを用いて、母貝育成サイクルに有効な手段を確立する。	○	碎石入り網袋が牡蠣養殖用カゴよりも成育の面では、有意に高い。
(2) 孕卵数の推定 春と秋のピークを迎え则认为られる産卵期の孕卵数を明らかにする。	○	既報文献と同程度の卵数を確認し、春と秋の産卵に合わせたピークが確認された。

6.1.2 母貝用種苗確保技術の開発

目標	達成度	成果
(1) 採苗を目的とした稚貝の転がり込みの検討 現地盤で稚貝を採集できなかった際の補填として、碎石入り網袋に転がり込んだ稚貝が網袋内で成育するか明らかにする。	○	4 月に設置することで 7 月には未成貝育成につなげる個体数を確保できる。
(2) 角ざるを用いた稚貝育成の検討 令和 3 年度よりも高密度で育成しても生残や成育に支障が無いが明らかにする。	○	1 カゴ当たり 8,000 個体収容しても生残や殻長に有意差は認められない。

6.2 実用性の検討

各実験時の作業工数を表 10、各実験の材料費を表 11、母貝生産額の試算を表 12、漁獲増加額を表 13、角ざるを使用した際のケースごとの費用便益効果 (B/C) を表 14、転がり込みの網袋を使用し、角ざるを使用しなかった際のケースごとの費用対効果 (B/C) を表 15 で示す。

今年度実施していない碎石入り網袋での未成貝育成については、令和 3 年度の作業工数を使用した。また、材料費については一部、耐久年を考慮して単年に換算した値を使用した。加えて、母貝生産額の試算における産卵数は今年度の『3.2 孕卵数の推定』で算出された平均値を使用した。

これらの結果から角ざる育成器を使用した場合でも産卵に対する着底率がケース 1、2 ならば B/C が 1 を上回る結果となった。角ざる育成器を使用しなかった場合は、角ざる育成器での稚貝育成と角ざるの材料費が除かれるため、B/C は高くなる。その際、産卵に対する着底率が低いケース 3 でも B/C が 1 を上回る計算となった。しかしながら、角ざるを使用しなかった場合は、現地盤に稚貝が広域に多く分布する際の試算で、産卵に対する着底率が高かった場合と概ね同義である。産卵に対する着底率が低いにもかかわらず、現地盤に稚貝が多いという稀なケースに当たる。人件費を考慮せず、角ざる育成器を使用しない場合が B/C が最も高くなり、9.72 になる。

表 10 作業工数

育成段階	作業項目	人件費						備船料 (隻・日)	雑役務費	備船費	人件費合計	
		工数内訳				人工数（人・時）						
稚貝育成 (角ざる育成器)	稚貝採取	19	人	0.5	時間	8	日	76	8	¥ 162,000	¥ 240,000	¥ 402,000
	設置	6	人	3	時間	3	日	54	3	¥ 45,000	¥ 90,000	¥ 135,000
	回収	3	人	1	時間	1	日	3	1	¥ 18,000	¥ 30,000	¥ 48,000
	小計						133	12	¥ 225,000	¥ 360,000	¥ 585,000	
未成貝育成 (碎石入り網袋)	準備	4	人	1	時間		日	4	0	¥ 27,000	¥ -	¥ 27,000
	設置	5	人	2	時間	1	日	10	1	¥ 36,000	¥ 30,000	¥ 66,000
	回収	5	人	2	時間	1	日	10	1	¥ 36,000	¥ 30,000	¥ 66,000
	小計						24	2	¥ 99,000	¥ 60,000	¥ 159,000	
母貝育成 (碎石入り網袋)	準備	4	人	5	時間		日	20	0	¥ 27,000	¥ -	¥ 27,000
	設置	10	人	2	時間	2	日	40	2	¥ 81,000	¥ 60,000	¥ 141,000
	漁獲・回収	4	人	3	時間	1	日	12	1	¥ 27,000	¥ 30,000	¥ 57,000
	小計						72	3	¥ 135,000	¥ 90,000	¥ 225,000	
合計								229		¥ 459,000	¥ 510,000	¥ 969,000

表 11 材料費

育成段階	名称	単価	数量	金額
稚貝育成 (角ざる育成器)	角ざる	800 /枚	12	¥ 9,600
	結束バンド	3 /本	48	¥ 144
	鉄杭	84 /本	36	¥ 3,024
	小計			¥ 12,768
未成貝育成 (碎石入り網袋)	ラッセル網袋	60 /袋	60	¥ 3,600
	碎石 (7号碎石)	15 /kg	60	¥ 900
	小計			¥ 4,500
母貝育成 (碎石入り網袋)	ラッセル網袋	60 /袋	240	¥ 14,400
	碎石 (7号碎石)	15 /kg	240	¥ 3,600
	小計			¥ 18,000
合計				¥ 35,268

表 12 母貝生産額の試算

項目	ケース1	ケース2	ケース3	参考文献
母貝個体数	30,000			
性比（♀/♀+♂）	0.5			日本水産資源保護協会（1985）
産卵数	624,000			今年度小課題
産卵回数	2			水産庁（2008）
産卵に対する着底率	0.001	0.0005	0.0001	佐々木ら（1993）
稚貝から母貝までの生残率	0.035911017			林（1992）
漁獲増加個体数	672,254.2	336,127.1	67,225.4	
1個体あたりの重量（kg）	0.006			
単価（円/kg）	600			
漁獲増加額	¥2,420,115	¥1,210,058	¥242,012	

表 13 漁獲増加額

項目	ケース1	ケース2	ケース3
水揚げ額（母貝30,000個）	¥72,000		
漁獲増加額	¥2,420,115	¥1,210,058	¥242,012
利益金額小計	¥2,492,115	¥1,282,058	¥314,012

表 14 角ざるを使用した場合の費用便益効果

B/C（角ざる育成器使用時）	ケース1	ケース2	ケース3
人件費有り	2.48	1.28	0.31
人件費無し	5.04	2.59	0.64

表 15 角ざるを使用しなかった場合の費用便益効果

B/C（角ざる育成器未使用時）	ケース1	ケース2	ケース3
人件費有り	6.13	3.15	0.77
人件費無し	9.72	5.00	1.22

6.3 実用性の検討を踏まえた成果と今後の課題

6.3.1 母貝育成技術の開発

【成果】

- ・母貝育成施設として砕石入り網袋が有効であることが示された。
- ・秋と春の2回の産卵が終了し、夏の高水温によって生残率が低下する前に漁獲することが好ましいことが明らかとなった。

- ・産卵数の指標として孕卵数を求めることにより、過年度の産卵実験よりも有用な値を見出すことが出来た。
- ・肥満度と（何の間に？）正の相関が見いだせた。

【課題】

- ・網袋の作業及び漁獲の効率化
- ・より厳しい環境条件で展開可能な技術開発

6.3.2 母貝用種苗確保技術の開発

【成果】

- ・秋発生群に由来する稚貝の転がり込みを利用できる可能性が明らかとなった。
- ・角ざる育成器でより高密度に育成出来ることが明らかとなった。

【課題】

- ・より詳細な採苗技術の母貝育成サイクルへの取り込み検討
- ・技術の多様性を鑑みた育成機材（被覆網）の改良
- ・母貝育成サイクルの見直しによるコスト削減・漁業者の利便性向上

7. 参考

地先間の母貝育成実験の比較

中課題1－1未利用泥干潟域における母貝保護育成地造成技術の開発（福岡県柳川市大和高田地先、以下福岡と略す）と本中課題（以下熊本と略す）の比較を図35に示す。

福岡県大和高田地先と熊本県住吉地先の育成サイクルでは「現地盤から稚貝が採集できるか」によってスタートが異なる。すなわち、大和高田地先は泥干潟で現地盤には稚貝が見られないため、育成は採苗工程から開始されるが、住吉地先は現地盤に稚貝が発生するため、この採集から育成を開始する。その後の育成には各地先ごとに特徴を持った方法を採用しており、大和高田地先は1年8ヶ月、住吉地先は1年3ヶ月の育成期間を要す。最終的には、大和高田地先では、殻長29.0mmで生残率が47.2%となる。対して住吉地先では、殻長31.3mmで生残率が49.8%となる。アサリが生息困難な未利用干潟において、手を施すことにより、母貝にまで成長が可能であることが明らかとなった。特に大和高田地先は地盤高が高く、泥地である。住吉地先よりも殻長および生残は僅かに下回るものの殆ど変わらない結果を得られた。いずれの地先でも夏季の生残の低下が確認され、生残確保が課題であることが示唆された。

福岡県大和高田地先

実施項目/年月		1年目					2年目												3年目			
		11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
稚貝確保	バーム採苗																					
稚貝・成貝育成	保護・育成																					
	産卵																					
	漁獲																					

熊本県住吉地先

実施項目/年月		1年目					2年目												3年目			
		11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
稚貝確保	原地盤採取																					
稚貝育成	保護・育成																					
未成貝育成	保護・育成																					
成貝育成	保護・育成																					
	産卵																					
	漁獲																					

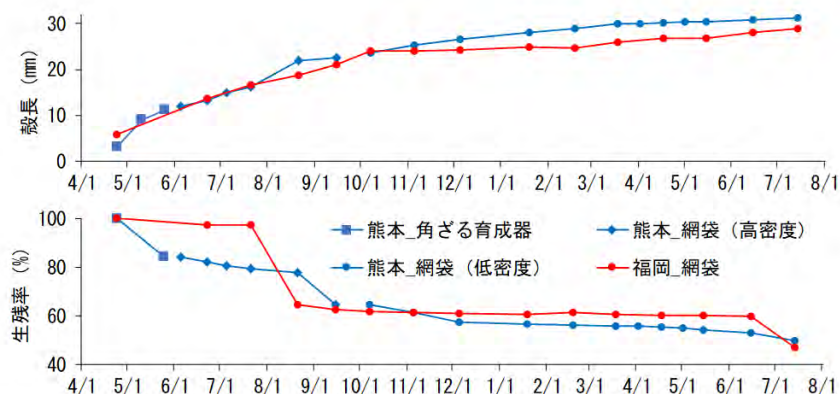


図35 福岡と熊本の比較

表 15 福岡と熊本の特徴

環境要素\地先	福岡県 柳川地先	熊本県 住吉地先
底質	泥干潟	砂干潟
アサリの生息できない要因	泥	流れ、波浪による流失
稚貝採取	パーム採苗器	周辺の現地盤発生稚貝採集
育成機材	軽石入り網袋 ＋棚枠型離底飼育器具	角ざる→砕石入り網袋 (密度調整移植あり)
主な減耗要因	低塩分の連続	付着生物、移植時のストレス

参考文献

- 1) 農林水産庁. 水産統計. 2021
- 2) 全国沿岸漁業振興開発協会. 沿岸漁場整備開発事業 増殖場造成計画指針 ヒラメ・アサリ編 平成8年度版. 日本印刷, 東京. 1997.
- 3) 一般社団法人マリノフォーラム 21・海洋エンジニアリング株式会社・日本ミクニヤ株式会社・株式会社東京久栄・株式会社水圏科学コンサルタント・いであ株式会社. 令和2年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業報告書. 2021.
- 4) 梶山実, 藤森常生, 野尻節郎. 鼻口地先アサリアサリへい死調査(その1). 昭和57年度熊本県のり研究所事業報告 1983; 197-200.
- 5) 藤森常生, 堤泰博, 岩村征三郎. 鼻口地先アサリへい死調査(その2). 昭和57年度熊本県のり研究所事業報告書 1983; 201-205.
- 6) Ishii R, Sekiguchi H, Nakahara Y, Jinnai Y. Larval recruitment of the manila clam *Ruditapes philippinarum* in Ariake Sound, southern Japan. Fisheries Science 2001, **67**, 579-591.
- 7) 中原康智, 那須博史. 主要アサリ産地からの報告: 有明海熊本県沿岸. 日本ベントス学会誌 2002; **57**, 139-144.
- 8) 一般社団法人マリノフォーラム 21・海洋エンジニアリング株式会社・日本ミクニヤ株式会社・株式会社東京久栄・株式会社水圏科学コンサルタント・いであ株式会社. 平成29年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業報告書. 2018.
- 9) 一般社団法人マリノフォーラム 21・海洋エンジニアリング株式会社・日本ミクニヤ株式会社・株式会社東京久栄・株式会社水圏科学コンサルタント・いであ株式会社. 平成30年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業報告書. 2019.
- 10) 一般社団法人マリノフォーラム 21・海洋エンジニアリング株式会社・日本ミクニヤ株式会社・株式会社東京久栄・株式会社水圏科学コンサルタント・いであ株式会社. 平成31年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業報告書. 2020.
- 11) 一般社団法人マリノフォーラム 21・海洋エンジニアリング株式会社・日本ミクニヤ株式会社・株式会社東京久栄・株式会社水圏科学コンサルタント・いであ株式会社. 令和3年度有明海のアサリ等の生産性向上実証事業報告書. 2022.
- 12) 日本水産資源保護協会. 3. アサリ. 水産生物の生活史と生態, 1985 ; 224-240.

- 13) 水産庁. 「干潟生産力改善のためのガイドライン」野崎印刷, 川崎, 2008.
- 14) 佐々木浩一. 「水産研究叢書 42 ウバガイ(ホッキガイ)の生態と資源」日本水産資源保護協会, 東京. 1993.
- 15) 林宗徳. 有明海福岡県地先におけるアサリの資源管理、増殖場の効果、生残の推定, 平成4年度日本水産工学会学術講演会論文集; 49-50
- 16) 田中彌太郎. 有明海産重要二枚貝類の産卵期-Ⅲ、アサリについて. 日水誌 1954; **19**: 1165-1167.
- 17) 熊本県水産研究センター. アサリ増殖手法開発調査、アサリ分布状況調査・アサリ浮遊幼生調査. 平成16年度熊本県事報, 熊本. 2005; 287-293.
- 18) 熊本県水産研究センター. 二枚貝資源回復調査、アサリ分布状況調査・アサリ浮遊幼生調査. 平成17年度熊本県事報, 熊本. 2006; 250-256.
- 19) 熊本県水産研究センター. 二枚貝資源回復調査、アサリ分布状況調査・アサリ浮遊幼生調査. 平成18年度熊本県事報, 熊本. 2007; 234-240.
- 20) 熊本県. 熊本県アサリ資源管理マニュアルⅡーアサリを安定的に漁獲するためにー, 熊本. 2006.
https://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/life/80846_99164_misc.pdf
- 21) 鳥羽光晴, 深山義文. 飼育アサリの性成熟過程と産卵誘発. 日本水産学会誌 1991; **57**, 1269-1275.
- 22) 松本才絵, 淡路雅彦, 日向野純也, 長谷川夏樹, 山本敏博, 柴田玲奈, 秦安史, 櫻井泉, 宮脇大, 平井玲, 程川和宏, 羽生和弘, 生嶋登, 内川純一, 張成年. 日本国内6地点におけるアサリの生殖周期. 日本水産学会 2014; **80**, 548-560.
- 23) Castagna M, Kraeuter JN. Manual for growing the hard clam *Mercenaria*. Special report in applied Marine Science and Ocean Engineering 1981; **249**, 110pp.
- 24) Toba DR, Thompson DS, Chew KK, Anderson GJ, Miller MB. Guide to Manila clam culture in Washington. Washington Sea Grant Program, Washington, USA;80pp.
- 25) 柿野純. 東京湾盤洲干潟におけるアサリの成長と流れの関係. 千葉県水産試験場研究報告 1996; **54**, 7-10.
- 26) Yap W.G. Population biology of the Japanese littleneck clam, *Tapes philippinarum* in Kaneohe Bay, Oahu, Hawaiian Islands. Pacific Science 1977; **31**, 223-244.
- 27) 鳥羽光晴. アサリ種苗生産の現場基礎技術・富津研究所の経験. 千葉県研究業績Ⅳ 2004; 98p.

電子格納データ

本事業で取得した1次データ及び総合考察に使用したデータはCDに格納し、納品した。CDに格納されているデータ一覧を表16に示す。

表 16 電子格納データ一覧

項目（小課題）	実験（調査）名	データ
環境調査結果	設置計測器による連続観測	波高、流況、水質の連続観測データ (Excel ファイル)
母貝育成技術の開発	小規模実証実験	生残率と成長(Excel ファイル) 肥満度と群成熟度(Excel ファイル)
	実用規模実証実験	生残率と成長(Excel ファイル) 肥満度と群成熟度(Excel ファイル)
母貝用種苗確保技術の開発	採苗器による稚貝採取	個体数と湿重量(Excel ファイル)
	稚貝育成	生残率と成長(Excel ファイル)
	未成貝育成	生残率と成長(Excel ファイル)

