

有明海福岡県地先に適したアサリ天然採苗技術の開発

山田 京平・合戸 賢利・佐野 二郎
(有明海研究所)

有明海福岡県地先において効果的なアサリ天然採苗手法として、ラッセル網袋に砂利を収容した採苗器（砂利袋）が用いられているが、その採苗効果を高めるために、収容する砂利の粒径の検討およびアサリの高い採苗効果が確認されている^{1,2)}パームの添加について検討を行った。その結果、砂利の粒径では10mm砂利に着底したアサリの生息密度が高く、パームの添加試験では20mm砂利にパームを添加した試験区でアサリ生息密度が高かった。パーム添加による採苗向上効果は、特に干潟域において高く、高地盤域で低くなる傾向があり、干潟域では20mm砂利にパームを添加することで、また高地盤域では10mm砂利袋を用いることで、効率的にアサリの天然採苗を行える可能性が示唆された。

キーワード：アサリ，砂利袋，粒径，パーム

有明海福岡県地先では、アサリ *Ruditapes philippinarum* は重要な漁業対象種であるが、資源の変動が激しく、その安定化が重要な課題となっている。

資源の安定化として、効率的に稚貝を確保し、母貝まで育成させることが重要であるが、その一手として、近年各地の海域で網袋に砂利などの基質を収容して干潟域に設置する方法により、アサリの天然採苗が行われている³⁻⁹⁾。

一方で近年、パームヤシの実の繊維（以下、パーム）を束ねて玉ねぎネットに入れ、それをFRP製の支柱に設置する方法で、アサリの天然稚貝を効率的に採苗する技術が開発され（一般財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，福岡有明海漁連が特許出願中（2021年1月末現在）），アサリの新たな天然採苗基質として注目を集めている^{1,2)}。

今回、有明海に適した天然採苗手法を検証するために、網袋に入れる基質・条件を変え、地盤高の異なる2地点で検証を行った。

方 法

調査地点および設置した試験区の概要を図1に示した。有区303号（高地盤域，地盤高(DL)+150cm）および有区10号（干潟域，地盤高(DL))+20cm）で砂利の入った網袋（以下，砂利袋）を用いた試験を行った。設置した試験区は表1のとおりであり、基質の条件を変えた4種類の網袋を6袋ずつ設置した。使用したラッセル網袋は、30×60cm，目合い4.5mmであり，表1に示した基質を収容

したもの干出時に干潟に設置した。また，砂利袋の埋没を防止するために，二重底プレートを砂利袋の下に設置した¹⁰⁾。

試験区の設置は，有明海におけるアサリの産卵時期が4月下旬～5月下旬，10月中旬～11月上旬であることから¹¹⁾，春産卵群の採苗を目的として，2019年5月，秋産卵群の採苗を目的として，2019年10月の干出時に実施した。

1. 採苗調査

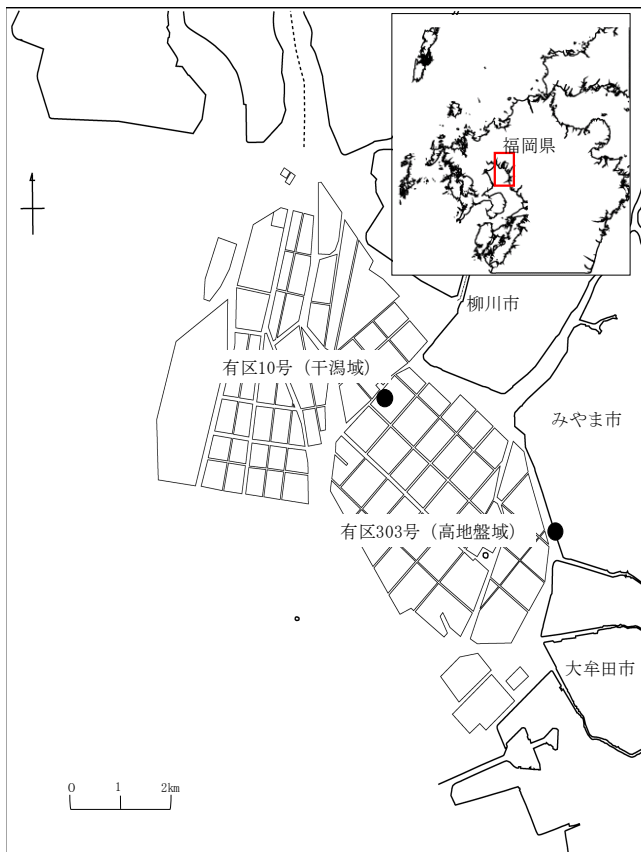
各試験区の砂利袋内のアサリの採苗数を把握するため設置半年後に，砂利袋を各試験区3袋ずつ研究室に持ち帰り，目合い3mmの篩を用いてアサリを選別後，生貝の個体数の計数および殻長の測定を行った。

砂利袋によるアサリ採苗効果を確認するため，対照区として，試験区周辺の任意の3点で25×25cm，深さ10cmの底質を採取し，目合い1mmの篩で選別後，研究室に持ち帰り，アサリを選別後，生貝の個体数の計数および殻長の測定を行った。

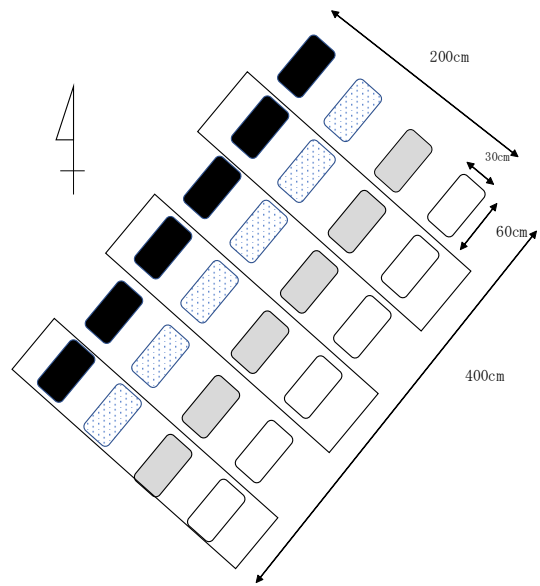
なお，アサリの採苗数はラッセル袋の表面積(0.18m²)からm²あたりの生息密度に換算した¹⁰⁾。

試験区間の生息密度等の比較については，2試験区間の比較には *U* 検定を，3試験区以上の比較には *Tukey* 法による多重比較を行った。また，試験区ごとの殻長組成については，各試験区の殻長の度数分布を最小二乗法により群分けした¹²⁾。

パーム入り砂利袋については，アサリの測定に加え，パームの厚さが5cm程度になるようにパームを広げ，面積を測定し，設置時に対する残存率を求めた。

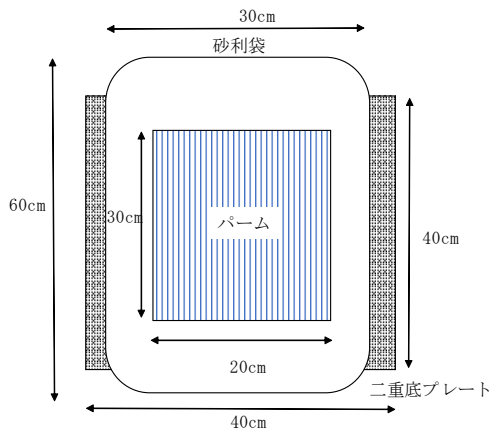


調査位置図

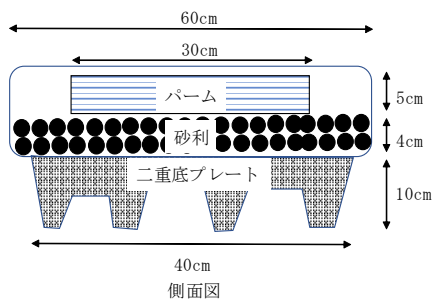


- 砂利（粒径10mm）6袋
- 砂利（粒径20mm）6袋
- 砂利（粒径10mm）+パーム 6袋
- 砂利（粒径20mm）+パーム 6袋
- サンプルング箇所 3袋×4試験区

試験区の配置



上面図



側面図

パーム入り砂利袋の概略図



パーム入り砂利袋

図1 調査場所

表1 試験区の概要

場所	設置時期	設置年月日	回収年月日	砂利粒径	収容した基質	設置袋数
干潟域 (有区10号)	春	2019/5/7	2019/11/26	10mm	砂利	6
					砂利+パーム	6
				20mm	砂利	6
					砂利+パーム	6
	秋	2019/10/29	2020/5/8	10mm	砂利	6
				20mm	砂利	6
高地盤域 (有区303号)	春	2019/5/8	2019/11/22	10mm	砂利	6
					砂利+パーム	6
				20mm	砂利	6
					砂利+パーム	6
	秋	2019/10/10	2020/5/11	10mm	砂利	6
				20mm	砂利	6

(1) 砂利の粒径別試験

砂利の粒径の違いによる採苗数の差を検証するために、粒径10mm程度の砂利（砕石6号）を約5kg収容した試験区と粒径20mm程度の砂利（砕石5号）を約5kg収容した試験区を設定した。

(2) パーム添加による採苗効果向上試験

砂利袋にパームを添加することによる採苗向上効果を検証するために、パーム約250gを各々の砂利袋に収容した試験区（以下、パーム添加区）を設定した。パームについては、設置面積が30×20cm、厚さ5cm程度になるように少しほぐし、図1のように網袋内で砂利の上にパームが乗るようにして設置した。

2. 底質調査

砂利袋の設置時および回収時に底質調査を実施した。底質調査についてはアクリルパイプ（内径36mm、長さ30cm）を用いて、砂利袋付近の任意の3点で底泥を採取し分析に供した。分析項目は中央粒径（MdΦ）、全硫化物、強熱減量、泥分率とした。

結 果

1. 採苗調査

表2に各試験区におけるアサリ生息密度を示した。

(1) 砂利の粒径別試験

砂利の粒径別試験の結果を図2に示した。干潟域の春試験では10mm砂利で24個/m²のアサリが確認されたが、一方20mm砂利ではアサリが確認されなかった。干潟域の秋試験では10mm砂利で322個/m²のアサリが確認されたが、20mm砂利では33個/m²であった。高地盤域の春試験では、10mm砂利で107個/m²のアサリが確認されたが、20mm砂利では2個/m²であった。高地盤域の秋試験では10mm砂利で9個

表2 各試験区のアサリ生息密度

場所	設置時期	砂利粒径	試験区	アサリ生息密度 (個/m ²)	
干潟域 (有区10号)	春	10mm	砂利	24 (±13)	
			砂利+パーム	511 (±586)	
		20mm	砂利	0	
			砂利+パーム	498 (±310)	
				対照区	0
		秋	10mm	砂利	322 (±95)
	砂利+パーム			285 (±156)	
	20mm		砂利	33 (±20)	
			砂利+パーム	750 (±103)	
			対照区	0	
高地盤域 (有区303号)	春	10mm	砂利	107 (±45)	
			砂利+パーム	44 (±44)	
		20mm	砂利	2 (±2)	
			砂利+パーム	130 (±176)	
				対照区	0
		秋	10mm	砂利	9 (±5)
	砂利+パーム			98 (±22)	
	20mm		砂利	9 (±13)	
			砂利+パーム	7 (±7)	
			対照区	5 (±8)	

()内は標準偏差

/m²のアサリが確認され、20mm砂利で9個/m²であった。なお、対照区では干潟域の春・秋試験、高地盤域の春試験ではアサリが確認されず、高地盤域の秋試験でのみ5個/m²のアサリが確認された。

U検定では、干潟域の春試験、秋試験、高地盤域の春試験において、10mm砂利区が20mm砂利区に比べ、有意に生息密度が高くなった。(p<0.05)

(2) パーム添加による採苗効果向上試験

1) 生息密度

パーム添加による採苗効果向上試験の結果を図3、4に示した。

10mm砂利では、干潟域の春試験のパーム添加区で511個/m²、砂利袋区で24個/m²、干潟域の秋試験ではパーム添加区で285個/m²、砂利袋区で322個/m²のアサリが確認された。高地盤域の春試験ではパーム添加区で44個/m²、砂利袋区で107個/m²、高地盤域の秋試験ではパーム添加区で98個/m²、砂利袋区で9個/m²のアサリが確認された。

U検定では、高地盤域の秋試験において、10mm砂利にパームを添加した区が10mm砂利袋区に比べ、有意に生息密度が高くなった。(p<0.05)

20mm砂利では、干潟域の春試験のパーム添加区で498個/m²、砂利袋区で0個/m²、干潟域の秋試験ではパーム添加区で750個/m²、砂利袋区で33個/m²のアサリが確認された。高地盤域の春試験ではパーム添加区で130個/m²、砂利袋区で2個/m²、高地盤域の秋試験ではパーム添加区で7個/m²、砂利袋区で9個/m²のアサリが確認された。

U検定では、干潟域の春試験、干潟域の秋試験において

20mm砂利にパームを添加した区が20mm砂利区に比べ、有意に生息密度が高くなった。 $(p<0.05)$

パーム添加試験のうち、全漁場、全時期の平均を砂利粒径ごとに比較したものを図5に示した。10mm砂利を用いた試験では砂利袋区では、平均116個/㎡、パーム添加区では平均235個/㎡のアサリが確認されたが、有意な差は確認されなかった。一方、20mm砂利を用いた試験では、砂利袋区で平均11個/㎡、パーム添加区で平均346個/㎡のアサリが確認され、パーム添加区が有意に生息密度が高かった。 $(p<0.01)$

2) 殻長組成

試験区内のアサリの殻長組成を図6～9に示した。

干潟域の春試験では、10mm砂利区で殻長16mm, 21mmをモードとする2つの群, 10mmパーム添加区で殻長7mm, 14mm, 19mmをモードとする3つの群, 20mmパーム添加区では、殻長8mm, 13mm, 19mmをモードとする3つの群に区分された。

干潟域の秋試験では、10mm砂利区で殻長9mm, 18mm, 22mmをモードとする3つの群, 20mm砂利区で殻長8mm, 12mmをモードとする2つの群, 10mmパーム添加区で殻長7mm, 14mm, 21mmをモードとする3つの群, 20mmパーム添加区で殻長9mm, 16mmをモードとする2つの群に区分された。

高地盤域の春試験では、10mm砂利区で殻長13mm, 19mm, 26mmをモードとする3つの群, 20mm砂利区ではアサリの個体数が少なく、群分けできなかったが、殻長8～10mmのアサリが出現した。10mmパーム添加区では、殻長10mm, 17mm, 24mmをモードとする3つの群に区分され、20mmパーム添加区では殻長5mm, 14mm, 22mmをモードとする3つの群に区分された。

高地盤域の秋試験は、10mm砂利区, 20mm砂利区ではアサリの個体数が少なく、群分けできなかったが、10mm砂利区で殻長6～8mm, 18～20mmのアサリが、20mm砂利区で4～8mmのアサリが出現した。10mmパーム添加区では、殻長8mm, 14mmをモードとする2つの群に区分された。20mmパーム添加区は、アサリの個体数が少なく、群分けできなかったが、殻長4～6mmのアサリが出現した。

3) パーム残存率

砂利袋回収時のパーム添加区のパーム残存率の平均を図10に示した。パーム残存率は干潟域での試験では春試験の10mm砂利で75%, 20mm砂利で50%であり、秋試験では10mm砂利で92%, 20mm砂利で83%であった。高地盤域の試験では春試験の10mm砂利で29%であり、20mm砂利で52%であ

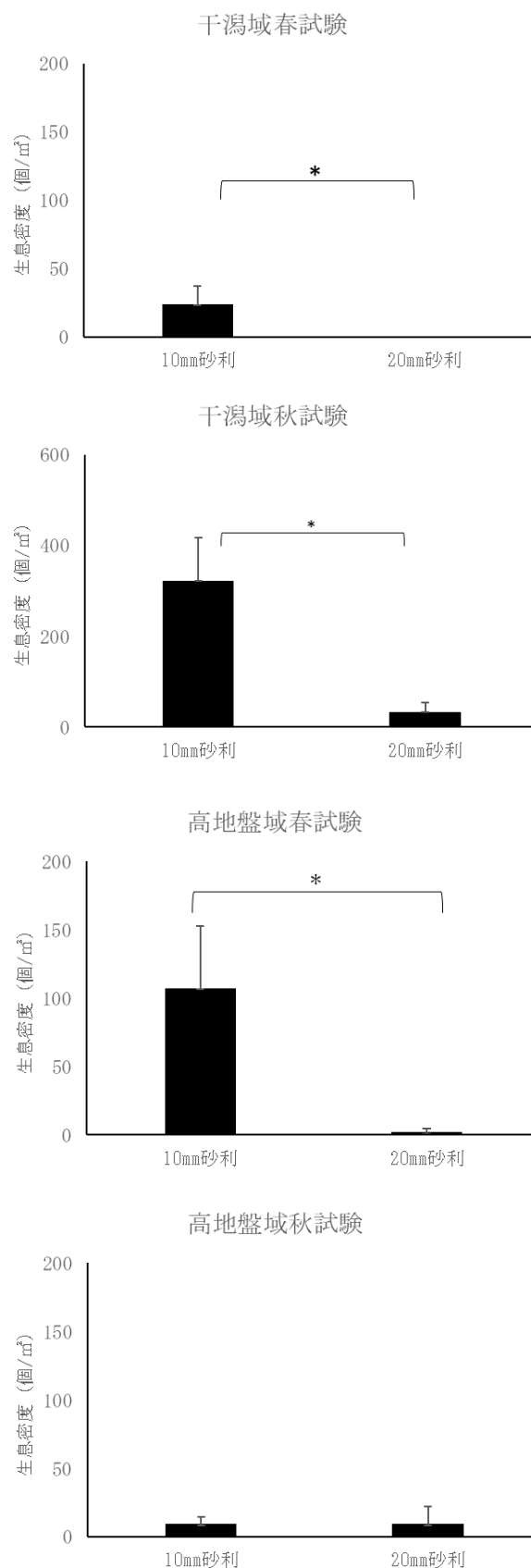


図2 砂利粒径別試験結果

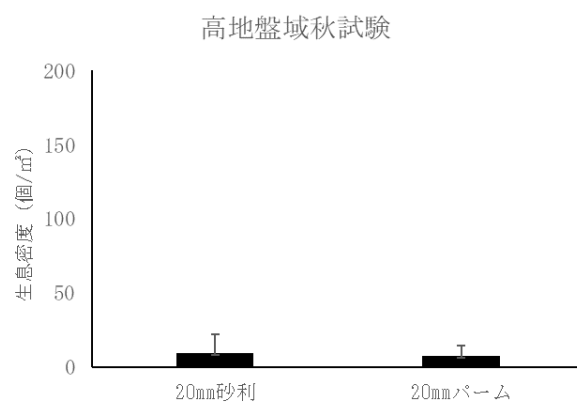
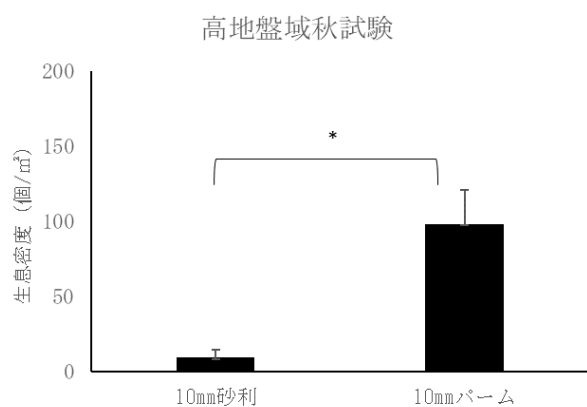
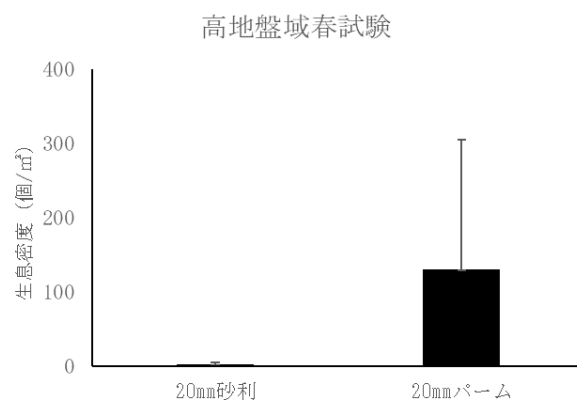
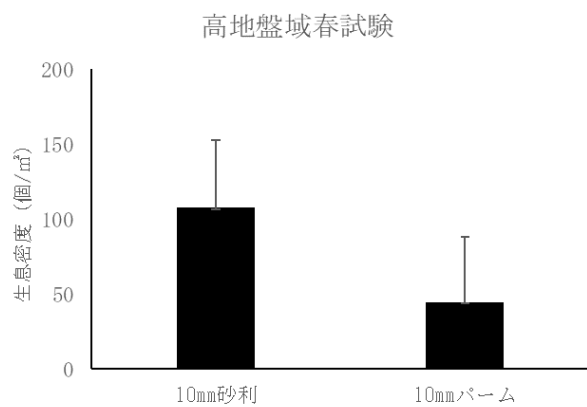
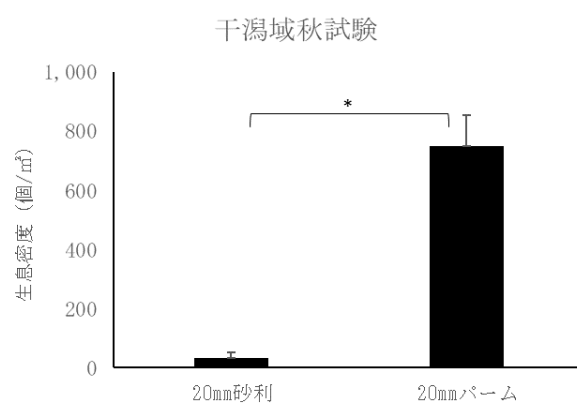
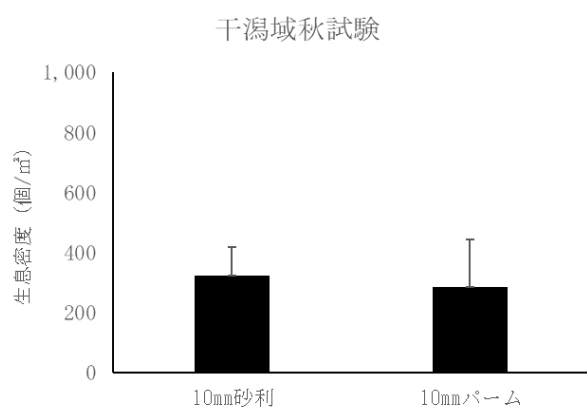
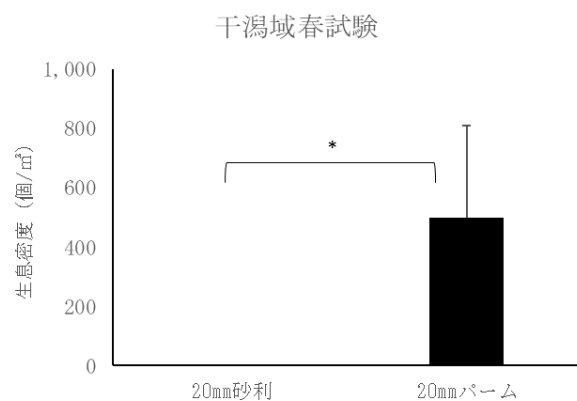
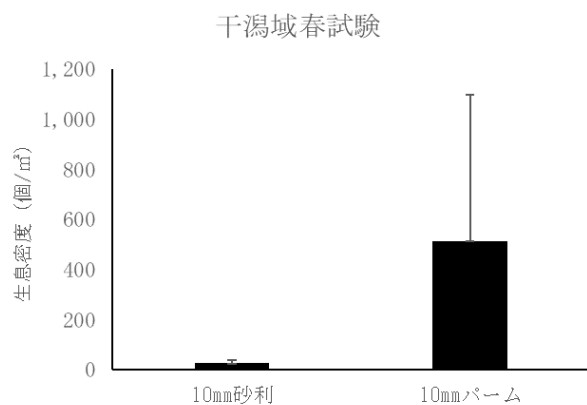


図3 パール添加による採苗効果向上試験結果 (10mm砂利)

図4 パール添加による採苗効果向上試験結果 (20mm砂利)

り、秋試験では10mm砂利で75%であり、20mm砂利で47%であった。パール残存率とアサリ生息密度について、スピアマンの検定を行ったところ、相関係数0.703であり、相関が見られた。 $(p<0.01)$

また、漁場ごとにパール残存率を全時期で平均したものを図11に示した、干潟域で81.3%、高地盤域で50.4%の

パールの残存が見られ、干潟域の方が有意に残存率が大きかった $(p<0.05)$ 。

2. 底質調査

底質調査の結果を表3に示した。春試験設置時の底質は、干潟域で中央粒径値(Md Φ)が1.6、全硫化物が0.09mg/g乾泥、泥分率が8.9%、強熱減量が3.1%であり、アサリの生息可能な中央粒径3以下¹³⁻¹⁴⁾、全硫化物0.2mg/g乾泥以下¹³⁾、泥分率30%以下¹⁵⁾の範囲内であった。高地盤域で中央粒径値が2.9、全硫化物が0.20mg/g乾泥、泥分率が45.6%、強熱減量が6.7%であり、泥分率がアサリの生息に適した30%を上回った。

秋試験設置時の底質は、干潟域で中央粒径値が0.6、全硫化物が0.00mg/g乾泥、泥分率が5.2%、強熱減量が1.7%、高地盤域で中央粒径が1.2、全硫化物が0.07mg/g乾泥、泥分率が5.2%、強熱減量が3.1%と、いずれの地点ともアサリの生息に適した底質であった。

春試験回収時の底質は、干潟域で中央粒径値が0.4、全硫化物が0.00mg/g乾泥、泥分率が4.4%、強熱減量が2.4%であり、アサリの生息に適した底質であった。一方、高地盤域では中央粒径値が3.2、全硫化物が0.13mg/g乾泥、泥分率が43.4%、強熱減量が7.3%と、中央粒径および泥分率がアサリの生息に適した値を上回った。

秋試験回収時の底質は、干潟域で中央粒径値が0.7、全硫化物が0.00mg/g乾泥、泥分率が2.9%、強熱減量が1.6%であり、高地盤域で中央粒径が0.9、全硫化物が0.09mg/g乾泥、泥分率が14%、強熱減量が3.2%と、いずれの地点ともアサリの生息に適した底質であった。

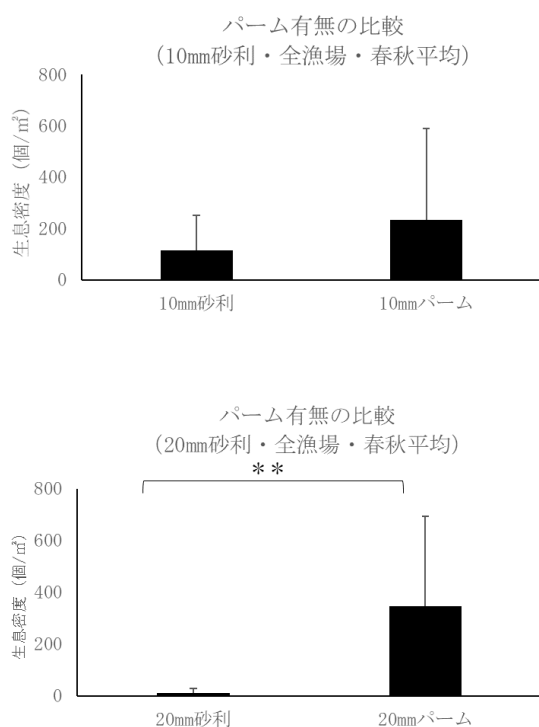


図5 パール添加による採苗効果向上試験結果（全漁場、時期平均）

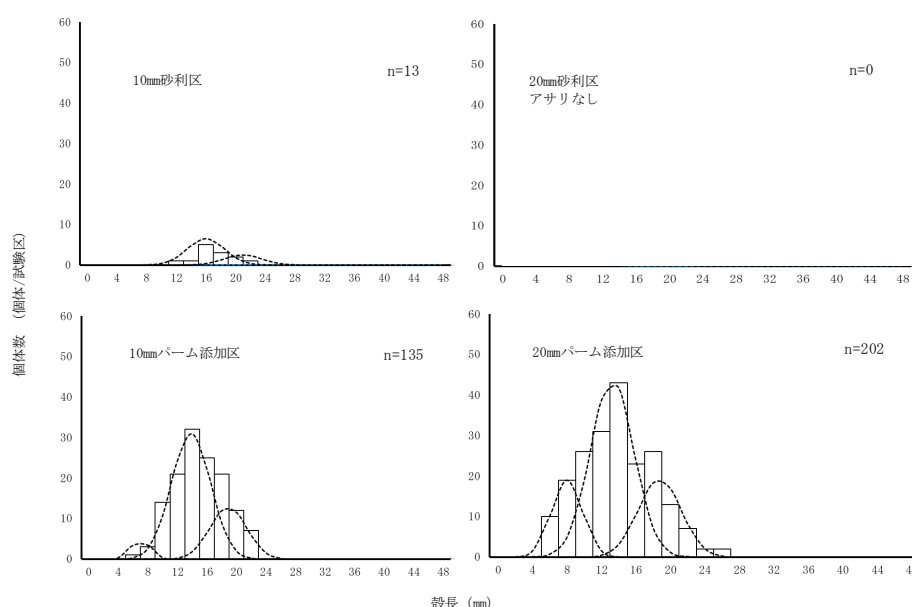


図6 干潟域春設置試験区におけるアサリの殻長組成

有明海福岡県地先に適したアサリ天然採苗技術の開発

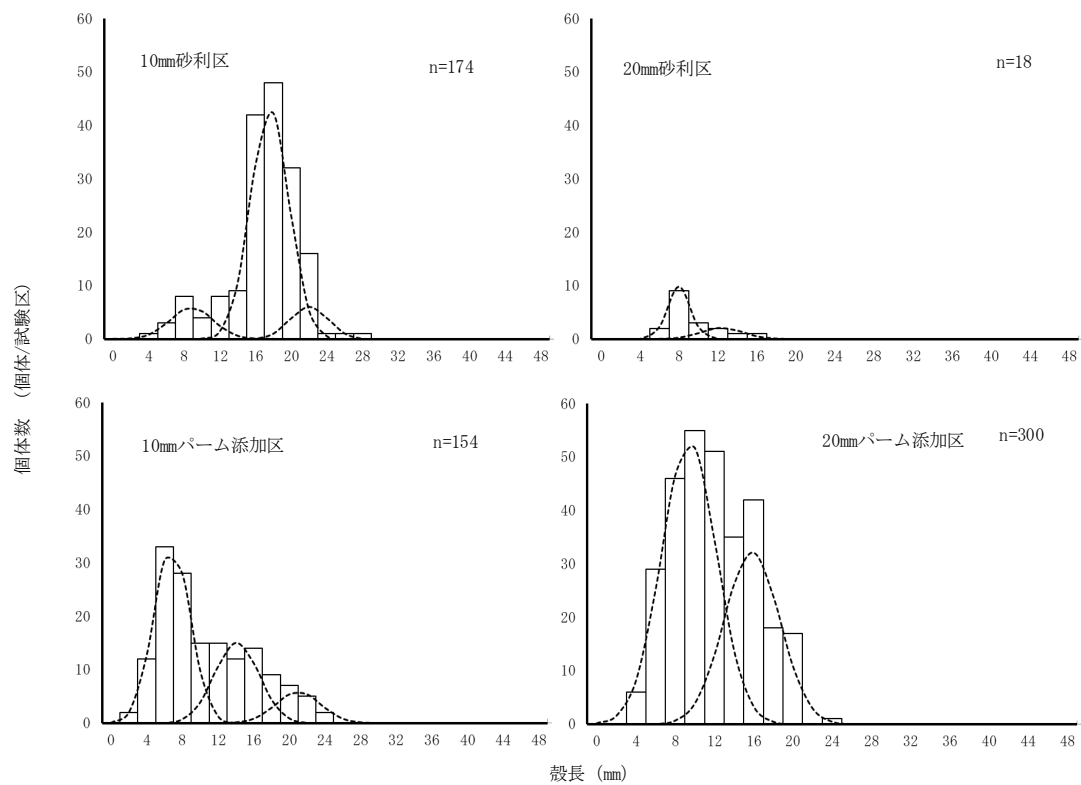


図7 干潟域秋設置試験区におけるアサリの殻長組成

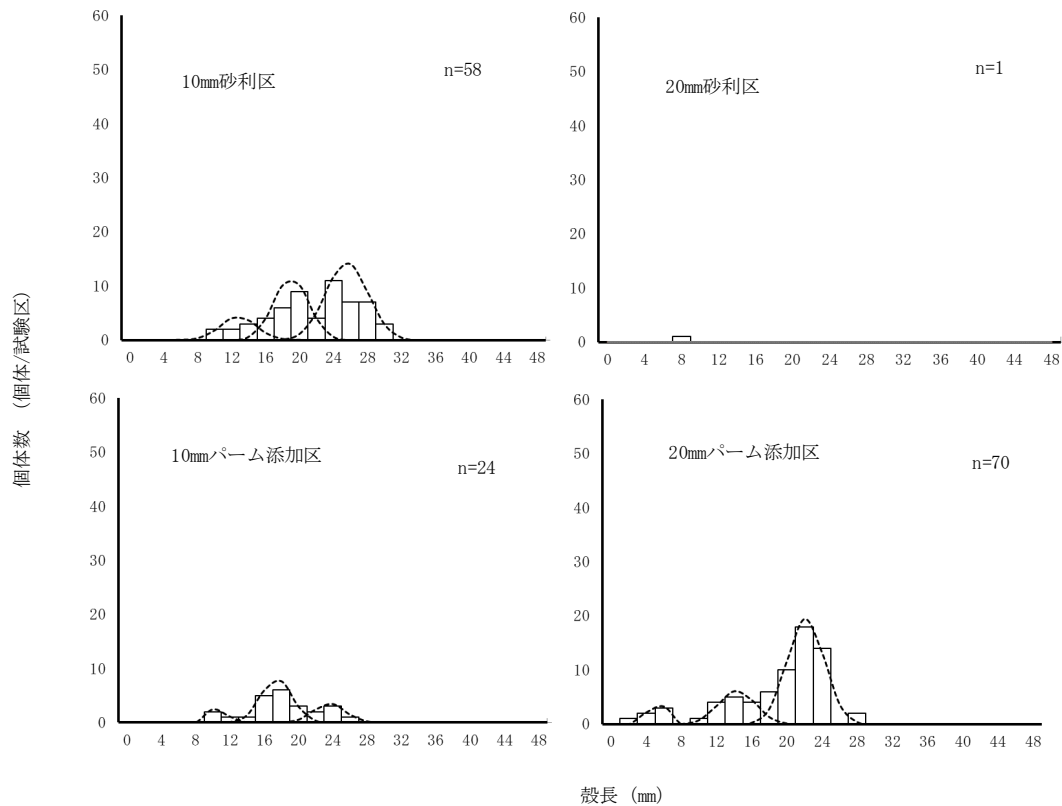


図8 高地盤域春設置試験区におけるアサリの殻長組成

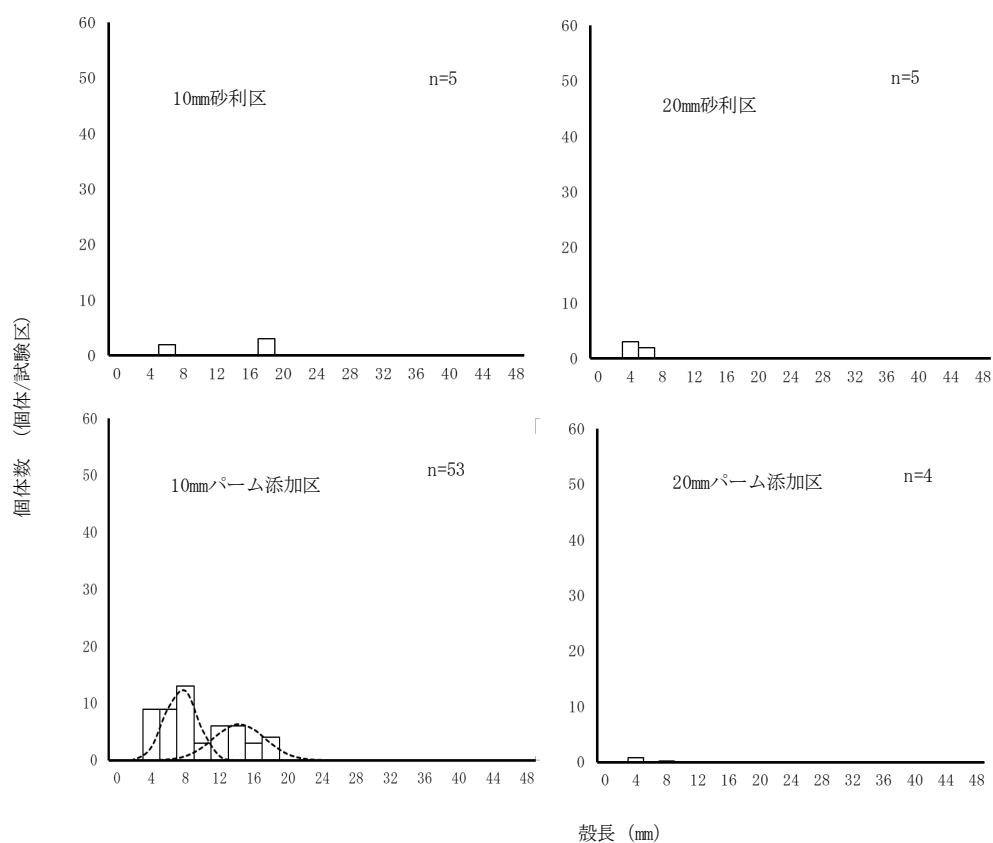


図9 高地盤域秋設置試験区におけるアサリの殻長組成

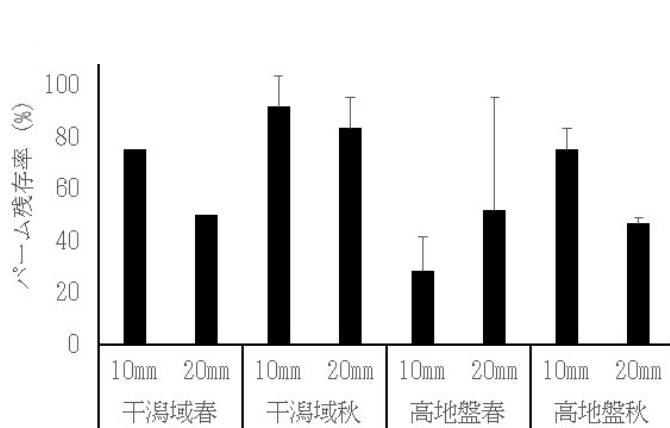


図10 パーム添加区におけるパーム残存率

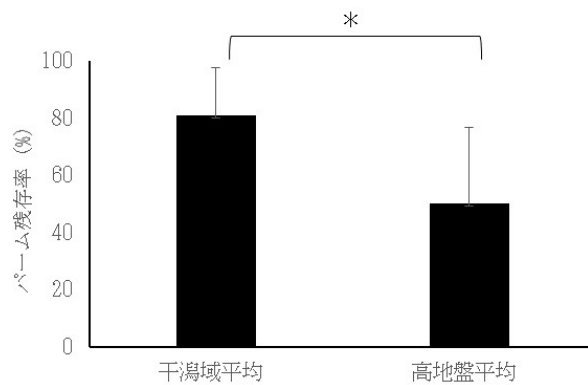


図11 春秋平均のパーム残存率

表3 底質調査結果

調査日	調査点	中央粒径値 (MdΦ)	全硫化物 (mg/g乾泥)	泥分率 (%)	強熱減量 (%)	備考
2019/5/7	干潟域 (有区10号)	1.6	0.09	8.9	3.1	春試験設置
2019/5/8	高地盤域 (有区303号)	2.9	0.20	45.6	6.7	
2019/10/29	干潟域 (有区10号)	0.6	0.00	5.2	1.7	秋試験設置
2019/10/10	高地盤域 (有区303号)	1.2	0.07	5.2	3.1	
2019/11/26	干潟域 (有区10号)	0.4	0.00	4.4	2.4	春試験回収
2019/11/22	高地盤域 (有区303号)	3.2	0.13	43.4	7.3	
2020/5/8	干潟域 (有区10号)	0.7	0.00	2.9	1.6	秋試験回収
2020/5/11	高地盤域 (有区303号)	0.9	0.09	14.0	3.2	

考 察

今回の試験では、砂利袋を用いた効果的な天然採苗手法を検証するために、収容する砂利の粒径別試験や、効果の高い採苗基質として報告されているパームの砂利袋への添加試験を実施した。その結果、設置場所や設置時期により差はあるものの、砂利の粒径としては、10mm砂利が20mm砂利に比べ、着底したアサリの生息密度が有意に高い傾向が見られた。

この原因として以下の理由が考えられる。

砂利袋の役割の一つに、砂が集積し¹⁶⁾、砂と一緒にアサリが集積することが考えられるが、砂の集積は砂利が袋網内で動き、袋網内に流入した砂と砂利が混ざり合うことで起こりやすくなると推察される。10mm砂利は20mm砂利に比べ、砂利が動きやすく、砂利と砂がよく混ざり合うことで、アサリも集積しやすくなったことが、生息密度の差につながったと考えられる。

また、パーム添加試験では、20mm砂利にパームを添加した区で有意に生息密度が高くなる傾向が見られた。

アサリは初期稚貝期に強い付着能力を持つ足糸を形成させるが¹⁷⁾、それを用いて砂利やパーム等の基質に付着すると考えられる。特にパームについては、繊維状の構造に足糸が絡みつきやすくなっていると考えられる。今回パームに付着したアサリは、パームの繊維の隙間に入り込んだ状態で多く見られた(図12)。このような状態のアサリは、パームから脱落しにくく、安定した状態にあるため、生残しやすくなると考えられる。また、パームの外側に足糸で付着したアサリは、成長につれて自重でパームから脱落すると考えられるが、砂利を網袋内に入れておくことにより、砂利の中に着底することができるため、生存可能になると考えられる。

砂利袋の設置時期ごとの生息密度を、漁場ごと、基質ごとに図13に示した。干潟域では砂利袋区では秋設置が

178個/㎡、春設置の12個/㎡に比べ、有意に生息密度が高くなったが、パーム添加区では春設置が平均505個/㎡、秋設置が518個/㎡であり、ほぼ同等であった。また、

高地盤域では砂利袋区では春設置平均55個/㎡、秋設置で平均9個/㎡と有意差は見られなかったものの、春設置の方が多くのアサリが見られた。一方でパーム添加区では、春設置で87個/㎡、秋設置で53個/㎡と砂利袋単体ではほとんどアサリが確認されなかった秋設置でもアサリが確認された。以上の結果からパームを添加することで、アサリ稚貝をより安定的に確保できる可能性が示唆された。これは前述のように砂利袋の周辺アサリの集積効果

に加え、パームによる着底初期のアサリの付着効果によるものと考えられる。

基質別の生息密度を漁場ごとに図14に示した。干潟域では20mm砂利にパームを添加した区が最も生息密度が高く、最適な採苗方法であると推察された。一方、高地盤域では10mm砂利袋と20mm砂利パーム添加区、10mm砂利パーム添加区では有意な差が確認されなかった。パーム残存率とアサリ生息密度に相関が見られたことと、高地盤域の方が干潟域に比べ、パームの残存率が有意に低いことを考慮すれば、高地盤域ではパームを砂利袋内に収容しても、波浪での逸散、長時間の干出による乾燥等により、パームが減少しやすく、それによりパームによる採苗向上効果が低くなったものと考えられた。この対策として、より細かい目合いのネットにパームを入れる、パームを砂利袋内でしっかり固定することで、パームの逸散を減らすことができ、高地盤域でもパームを残存させることが可能であると推察された。

アサリ生息密度が高かった干潟域において、採苗効果の高かった10mm砂利袋区と20mm砂利パーム添加区について、コスト試算を行ったものを表4に示した。10mm砂利袋を作成するのに要する費用は153.5円/袋に対し、20mm砂利パーム袋を作成するのに要する費用が240.5円/袋と、20mm砂利パーム袋は10mm砂利袋の約1.6倍の費用がかかる。一方、採苗効果は干潟域の全期間平均で10mm砂利袋で173個/㎡、20mm砂利パーム袋で644個/㎡と、10mm砂利袋の約3.7倍の採苗効果が見込まれ、費用の増加を十分に上回る採苗効果が期待された。また、作業工程としてパーム入り砂利袋の作成にはパームをほぐして袋網に入れる作業が加わるが、この作業は慣れてくると1袋あたり10秒程度で実施可能であり、大した手間にはならない。

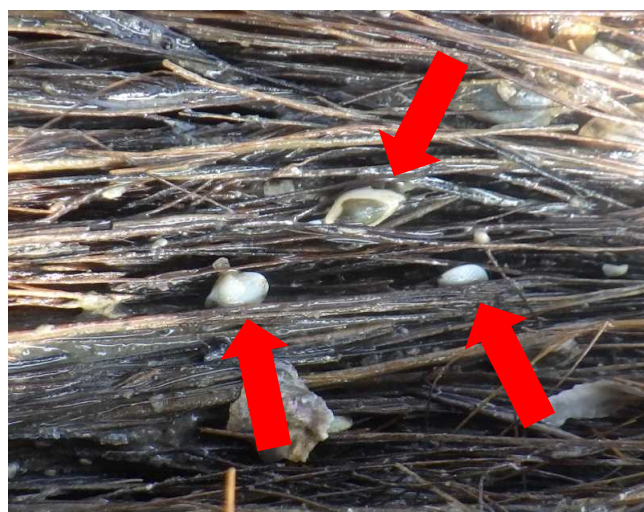


図12 アサリ稚貝のパームへの付着状況

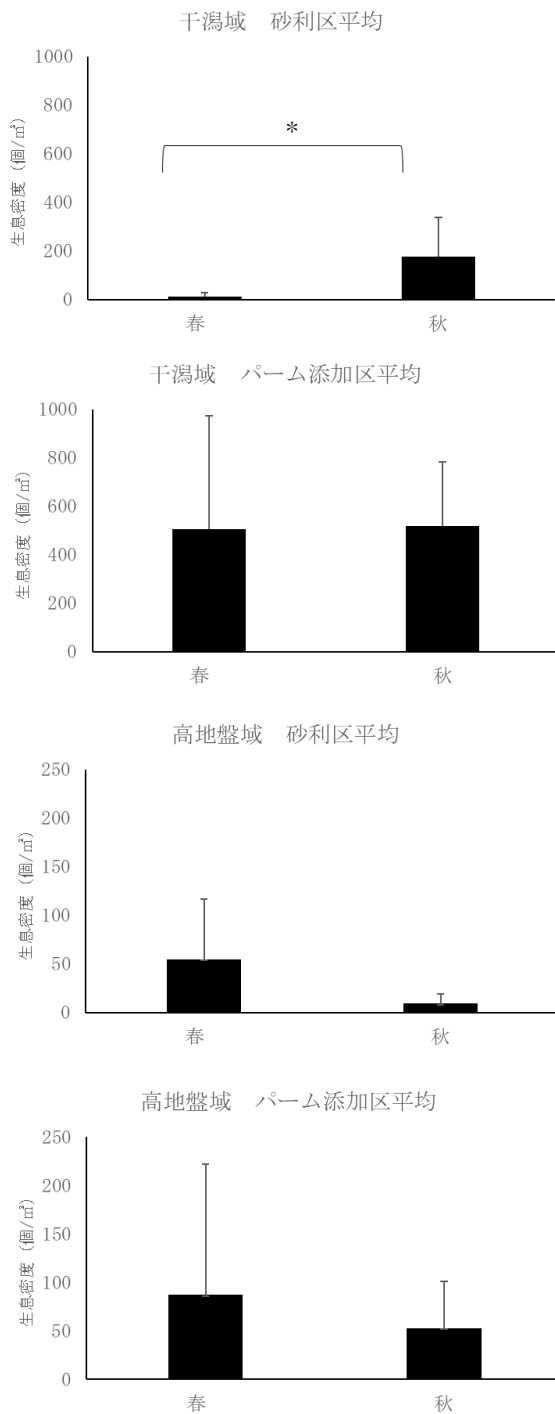


図13 春設置区および秋設置区の生息密度比較

以上のことより、有明海福岡県海域で砂利袋を用いて、アサリを効率的に採苗するためには、パームが残存しやすい干潟域では、20mm砂利にパームを添加した方法が、パームの逸散しやすい高地盤域では10mm砂利袋を用いた方法が適している可能性が示唆された。干潟域は採苗効果は高いが、ノリ漁場であるため砂利袋の設置場所

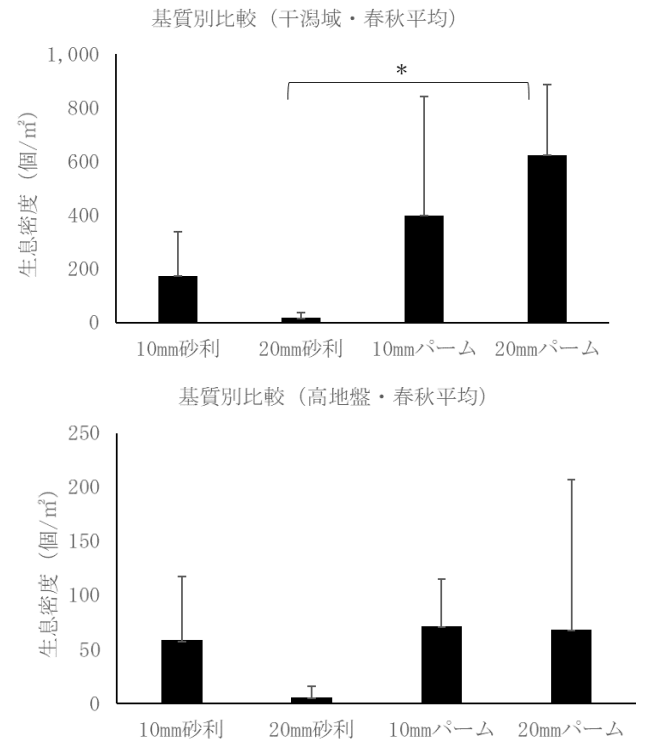


図14 漁場ごとの最適な基質の検討

表4 10mm砂利袋と20mmパーム袋の費用および効果の比較

費用				
基質	材料	単価	数量/袋	費用/袋
10mm砂利袋	10mm砂利 (碎石6号)	2.7円/kg	5kg	13.5 円
	ラッセル袋 (4mm目合い)	140円/枚	1枚	140 円
	合計			153.5 円
20mmパーム袋	20mm砂利 (碎石5号)	2.7円/kg	5kg	13.5 円
	ラッセル袋 (4mm目合い)	140円/枚	1枚	140 円
	パーム	348円/kg	250g	87 円
	合計			240.5 円
※二重底プレート代は除く				
効果				
基質	生息密度 (干潟域, 春秋平均)			
10mm砂利袋	173 個/m²			
20mmパーム袋	644 個/m²			

が限られる一方、高地盤域は干潟域に比べて採苗効果は低い、ノリ養殖が行われておらず、砂利袋の大量の設置が可能である。したがって、今後はアサリ稚貝を効率よく確保するため、いずれの漁場も活用し、場所により適した採苗方法を使い分けていくことが重要である。

文 献

- 1) 一般財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生産性向上実証 事業報告書. 2019 ; 49-82.
- 2) 一般財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生産性向上実証事業報告書. 2020 ; 43-74.
- 3) 長谷川夏樹, 日向野純也, 井上誠章, 藤岡義三, 小林節夫, 今井芳多賀, 山口 恵. アサリ増殖基質としてのカキ殻加工固形物「ケアシェル」の利用. 水産技術 2012 ; 5 (1) : 97-105.
- 4) 国分秀樹, 水野知己, 羽生和弘. アサリ資源再生場モデル構築事業. 平成24年度三重県水産研究所事業報告 2014 ; 89-90
- 5) 水野知己, 日向野純也, 藤岡義三, 長谷川夏樹, 石樋由香, 浅尾大輔, 光永吉久, 山口 恵, 南 勝人, 森田和秀. 地域特産化をめざした二枚貝垂下養殖システムの開発. 平成25年度三重県水産研究所事業報告 2014 ; 76-78
- 6) 秋元清治, 石井 洋. 横須賀市走水海岸潮間帯におけるアサリの天然採苗試験. 神奈川県水産技術センター研究報告 2014 ; 7 : 9-15.
- 7) 内川純一, 高日新也, 栃原正久, 川崎信司. 有明海再生調査・技術開発事業Ⅰ (アサリ天然種苗採苗試験). 平成25年度熊本県水産研究センター事業報告書 2015 ; 247-249.
- 8) 菊谷尚久, 杉浦大介. 陸奥湾アサリ天然採苗技術開発試験. 平成26年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告 2016 ; 444-448
- 9) 鳥羽光晴, 小林豊, 石井亮, 林俊裕, 岡本隆. 東京湾盤洲干潟において網袋と人工芝による3種の二枚貝稚貝の捕集速度に影響を与える要因. 日本水産学会 2016 ; 82 (6) : 899-910.
- 10) 長本篤, 的場達人, 篠原直哉. 有明海福岡県地先における砂利袋を用いたアサリ天然採苗の埋没対策とその効果. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2017 ; 27:1-8.
- 11) 吉田裕. 貝類種苗学 北隆館, 東京. 1964.
- 12) 佐野二郎. MS-Excel を用いた年齢組成推定手法. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2004 ; 14 : 77-86
- 13) 沿岸漁場整備開発事業 増殖場造成指針 ヒラメ・アサリ編 (増殖場造成計画指針編集委員会編). 全国沿岸漁業振興開発協会, 東京, 1996; 123-304.
- 14) 入江章, 小原博義, 岩渕光伸, 濱崎稔洋, 林宗徳. 大牟田南部地区地先型増殖場造成事業調査. 福岡県有明水産試験場業務報告 1991:27-41.
- 15) 阿久津孝夫, 山田俊郎, 佐藤仁, 明田定満, 谷野賢二. アサリの生息と底質の硬度、粒度との関係について. 開発土木研究所月報 1995; 503:22-30.
- 16) 野副滉, 大形拓路, 俵積田貴彦, 惠崎撰, 黒川皓平. 福岡県豊前海における網袋を用いたアサリの育成. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2019;29:9-15.
- 17) 青木伸一ら. 改善のための具体的対策手法. 「干潟生産力改善のためのガイドライン」. 水産庁, 東京. 2008.