
福岡県水産海洋技術センター研究報告

第 2 9 号

BULLETIN
OF
FUKUOKA FISHERIES AND MARINE TECHNOLOGY RESEARCH CENTER
No. 29

福岡県水産海洋技術センター

2019年3月

目 次

[増殖研究]

1. 有明海におけるアサリ稚貝育成装置の開発 … 長本 篤・濱崎 稔洋・篠原 直哉・的場 達人 … 1
2. 福岡県豊前海における袋網を用いたアサリの育成
…………… 野副 滉・大形 拓路・俵積田 貴彦・恵崎 摂・黒川 皓平 … 9
3. 海中育成ネットで育成したリシケタイラギの成熟・産卵について
…………… 的場 達人・吉田 幹英・上田 拓・長本 篤・山田 京平 … 17

[資源管理研究]

4. 福岡県豊前海におけるキジハタの成熟、成長及び年齢 … 俵積田 貴彦・野副 滉・黒川 皓平 … 25

[養殖研究]

5. 合成アブジシン酸によるスサビノリ殻胞子放出促進および殻胞子嚢の熟度促進効果について
…………… 井手 浩美・徳田 眞孝 … 33

[漁業経営研究]

6. 筑前海における小型定置網漁業の経営状況 …… 里道 菜穂子・中原 秀人 … 39
7. 福岡県有明海におけるノリ養殖の協業動向と展開方向 …… 篠原 満寿美・中原 秀人 … 49
8. 福岡県におけるカキ養殖の産地構造と生産性・収益性
…………… 中原 秀人・寺井 千尋・里道 菜穂子・篠原 満寿美 … 57

抄録

9. 福岡県における藻場・干潟ビジョンの考え方 …… 篠原 直哉・山田 京平・大形 拓路 … 65

有明海におけるアサリ稚貝育成装置の開発

長本 篤^a・濱崎 稔洋・篠原 直哉^b・的場 達人
(有明海研究所)

これまで有明海研究所では、殻長約10mmのアサリ稚貝を海面で簡易に育成できる装置の開発を行ってきたが、装置への付着物が多く、頻繁なメンテナンスが必要なことから、実用化には至っていない。一方、豊前海では、潮の干満差を活用して筒内を清掃することにより、装置の機能維持のためのメンテナンスを軽減できる育成装置（以下、豊前式装置）が開発され、実用化されている¹⁾。今回、有明海において、豊前式装置の原理を利用したアサリ稚貝育成装置（以下、有明式装置）の開発試験を行った結果、有明式装置に殻長約1 mmの稚貝を約12万個体/m²収容し、春季にD.L.（潮位観測基準面）+2.0mの場所に設置することにより、メンテナンスすることなく豊前式装置と遜色なく成長することが明らかとなった。開発した有明式装置は、D.L.+2.0mに設置場所が限定されることから、今後、設置方法についてさらに研究を進めることにより、実用化が期待されるものと考えられた。

キーワード：有明海，アサリ，育成装置，メンテナンス不要

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量の増減が大きく、アサリ資源の安定が喫緊の課題となっている。

アサリ資源安定のため、有明海福岡県地先においては、漁業者が砂利袋を用いた天然採苗や保護区の設定等により産卵母貝の確保に取り組んでいる²⁾。一方で、河川からの大規模な出水等により、アサリ資源が著しく減少することがあり³⁾、その際のアサリ資源回復の方策のひとつとして、人為的にアサリを放流し産卵母貝を確保することも重要である。

放流において他海域産のアサリを用いることは、寄生虫や食害生物等の侵入の恐れがあることから⁴⁾、地元由来のアサリを放流する必要がある。しかし、放流に適していると考えられる殻長約10mmの地元産人工種苗を入手するには、稚貝の育成施設や育成費用の課題があり対応が困難である。その対策として有明海研究所では、三池港内の浮き桟橋においてアサリ稚貝の育成試験を行ったが、育成装置への付着物が多く、その機能維持に頻繁なメンテナンスが必要なことから、実用化には至っていない⁵⁾。

一方、豊前海では、潮の干満により育成装置の内部の海水が自然に交換されることで、筒内の清掃が行われ、

メンテナンスが軽減できる豊前式装置が開発され、実用化されている¹⁾。

本研究では、豊前式装置の原理を参考に、有明海において課題であった育成装置のメンテナンスを軽減できる、有明海の環境に適した有明式装置の開発を行い、知見を得たので報告する。

方 法

有明式装置及びその対照区として大形ら¹⁾の試験と同様の豊前式装置を用いてアサリ稚貝の育成試験を行った。試験の開始時期は、種苗生産した殻長約1 mmのアサリが入手できる春季及び夏季とした。試験期間は、2016年4月22日から7月27日までの96日間（以下、春季試験）、2016年8月4日から12月13日までの131日間（以下、夏季試験）とした。試験場所は、河川水等によるアサリの生息環境や時化等による育成装置への影響を考慮し、河川水の影響が少なく、静穏域である三池港内（図1）とした。供試貝には、豊前海研究所で有明海産のアサリを用いて種苗生産したものをを用い、春季試験では、2015年秋季に採卵、その後育成した平均殻長1.8mmのアサリを、夏季試験では、2016年春季に採卵、その後育成した平均殻長0.8mmのアサリを使用した。

^a 現所属：研究部

^b 現所属：水産振興課

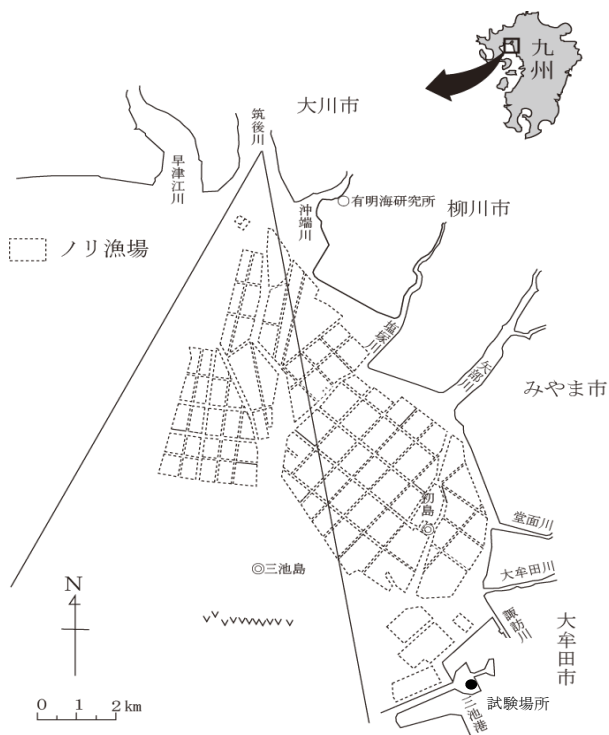


図1 試験場所

試験に用いた各装置の概要及び構造を表1及び図2に示す。有明式装置ではヤサイ簗を、豊前式装置ではVUの塩化ビニル管（以下、塩ビ管）を用いた。両装置に使用するナイロンメッシュ（以下、メッシュ）の目合いは、殻長約1 mmのアサリが装置から脱落しないよう526 μ mとした。さらに、有明式装置には、アサリの増殖に最適な底質の中央粒径値（Md ϕ ）が2以下であることから⁶⁾、Md ϕ 0.7の海砂を5 cmの厚さで敷いた。

装置のメンテナンスとして、豊前式装置では、付着生物や汚れによるメッシュの目詰まりを軽減するため、春季試験では試験開始から39日後、67日後に塩ビ管及びメッシュを交換した。67日後の交換の際には、アサリが成長していたことからメッシュの目合いを750 μ mに拡大した。夏季試験では、試験開始から25日後、71日後に塩ビ管及びメッシュを交換した。有明式装置ではメンテナンスを行わなかった。

試験区の設定を表2に示す。各装置の試験設定は次のとおりとし、各装置を図3のとおり設置した。

表1 装置の概要

装置	有明式装置	豊前式装置
構造	ヤサイ簗の側面、底面にメッシュの内張ネットを取り付け海砂を敷設	塩ビ管にメッシュを取り付けたもの14個（7個×2段）をヤサイ簗に収容
収容施設	ヤサイ簗（45cm×30cm×16cm）	塩ビ管（内径約10cm、高さ約10cm）
メッシュの目合い	526 μ m	526, 750 μ m（アサリの成長に応じて拡大）
海砂（基質）	海砂（Md ϕ 0.7）を約5cmの厚さに敷設	なし
設置方法	コンクリート製の梁の上部に固定	コンクリート製の梁からロープを用いて垂下
メンテナンス	無	有



図2 装置の構造（左：有明式装置，右：豊前式装置）

表 2 試験区の設定

項目	有明式装置	豊前式装置
地盤高 (D.L.)	+2.0m	+1.5m, +1.0m, +0.5m
収容個体数 (収容密度)	17,500個体 (約12万個体/m ²) 35,000個体 (約23万個体/m ²)	1,000個体 (約11万個体/m ²) 2,000個体 (約22万個体/m ²) 4,000個体 (約45万個体/m ²)
蓋の構造	蓋メッシュの有無	—
装置の数	各試験区4個	各試験区4個

1. 地盤高

有明式装置は、装置内への付着生物や浮泥の堆積を軽減するため、コンクリート製の梁の上部の地盤高であるD.L. +2.0mとした。

豊前式装置は、豊前海においてアサリの生残率が高かったD.L. +0.7m¹⁾ 前後であるD.L. +1.5m (以下, 1.5m区), +1.0m (以下, 1.0m区), +0.5m (以下, 0.5m区) とした。

2. 収容個体数 (収容密度)

豊前海では豊前式装置の最も適したアサリの収容個体数 (収容密度) が2,000個体 (約22万個体/m²) であったことから¹⁾, 有明式装置ではそれと同等の密度となる35,000個体 (約23万個体/m²) 及びその1/2の密度となる17,500個体 (約12万個体/m²) とした。豊前式装置の収容個体数は、1,000個体、2,000個体、4,000個体とした。

3. 付着物対策 (有明式装置)

装置の蓋の目合いの違いによる装置内への付着物侵入の影響をみるため、図4のように蓋に目合い526 μ mのメッシュを取り付けた試験区 (以下、蓋メッシュ有区) と目合い7.8mmの蓋のみの試験区 (以下、蓋メッシュ無区) を設けた。

試験終了時に全ての装置を回収し、アサリの生残数や殻長、付着生物量、カゴ内に敷いた砂の底質を測定した。

アサリの生残数については、有明式装置では、容器に均一になるよう収容した装置内の試料から直径8cmの範囲の試料を3回採取した後、アサリを計数し、その数を全体の面積に引き延ばし算出した。豊前式装置では、目合い0.5mmのフルイで選別した装置内の残渣物を適宜分割した後、アサリを計数し、その数に分割した割合を乗じ算出した。アサリの成長を把握するため、各試験



図3 装置の設置状況
(左：豊前式装置、右：有明式装置)



図4 有明式装置の蓋の構造
(上：蓋メッシュ有区 (目合526 μ m),
下：蓋メッシュ無区 (目合7.8mm))

区から無作為に抽出したアサリ50個体の殻長を測定した。

付着生物量については、装置内の内張ネットや底質に付着していた生物のうち、最も多かったカキ類の湿重量を計量した。

装置内の底質については、試験開始時及び終了時に任意の1カ所の底質を内径34mm、長さ10cmのアクリルパイプを用いて柱状に採取し、表層5cmを分析に供した。底質の分析項目は、中央粒径値、泥分率及び強熱減量とした。中央粒径値及び泥分率については、ふるい(4, 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125, 0.063mmの7種)を用いた粒度分析により各粒度ごとの重量パーセントから求め、強熱減量については、水質汚濁調査指針⁷⁾に準じた方法で分析を行った。

結 果

1. 春季試験

(1) 平均殻長

有明式装置における平均殻長を図5に示す。平均殻長は、蓋メッシュ有区では6.2~7.4mm、蓋メッシュ無区では7.9~8.3mmとなり、どちらも収容個体数が少ないほど平均殻長が大きかった。*Tukey*の検定では、各試験区間で有意な差がみられ、17,500個体収容した蓋メッシュ無区の平均殻長が最も大きかった。

豊前式装置における平均殻長を図6に示す。平均殻長は、1.5m区で5.7~8.8mm、1.0m区で4.7~6.8mm、0.5m区で4.2~6.2mmとなった。各地盤高で収容個体数が少ないほど平均殻長が大きかった。

(2) 生残率

有明式装置における生残率を図7に示す。生残率は、蓋メッシュ有区では38.2~50.5%、蓋メッシュ無区では64.0~73.5%となり、どちらも収容個体数が少ないほど生残率が高かった。*Tukey*の検定では、各試験区間で有意な差がみられなかったが、17,500個体収容した蓋メッシュ無区が生残率が最も高かった。

豊前式装置における生残率を図8に示す。生残率は、1.5m区で36.1~41.6%、1.0m区で39.5~61.1%、0.5m区で37.3~51.6%となった。

(3) カキ類の重量(有明式装置)

カキ類の湿重量を図9に示す。蓋メッシュ有区では、0.2~0.3g/装置、蓋メッシュ無区では、7.8~15.4g/装置のカキ類が確認された。蓋メッシュ有区と比較して蓋メッシュ無区でカキ類が多く付着していた。*Tukey*の検定では、蓋メッシュ有の試験区間では有意な差がみら

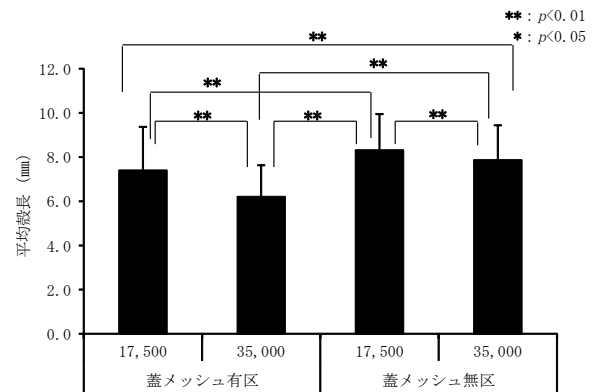


図5 有明式装置におけるアサリ平均殻長(春季試験)

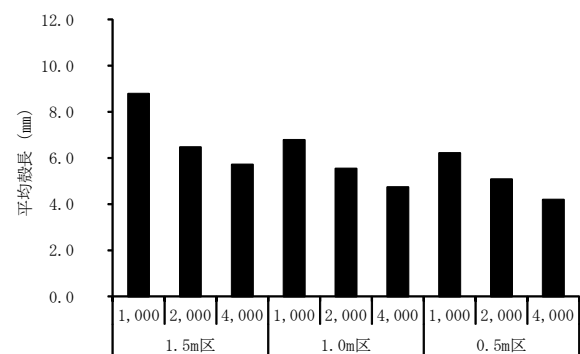


図6 豊前式装置におけるアサリ平均殻長(春季試験)

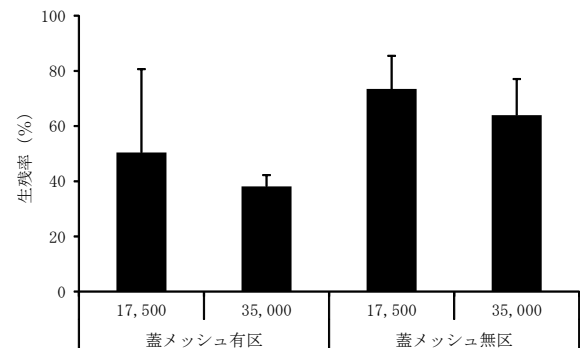


図7 有明式装置におけるアサリ生残率(春季試験)

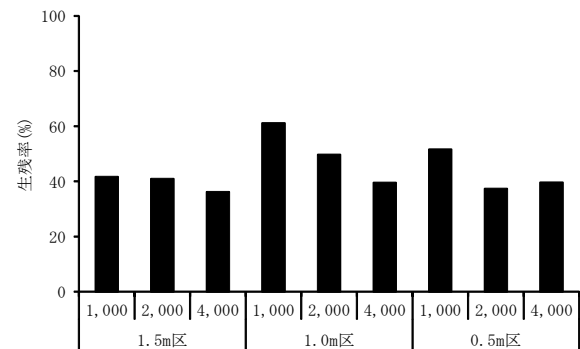


図8 豊前式装置におけるアサリ生残率(春季試験)

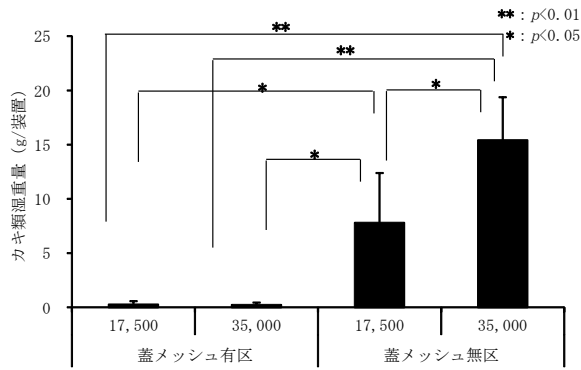


図9 有明式装置におけるカキ類湿重量（春季試験）

れなかったが、その他の試験区間では有意な差がみられ、35,000個体収容した蓋メッシュ無区でカキ類の付着が最も多かった。

（4）底質（有明式装置）

底質の状況を表3に示す。試験開始時の泥分率は2.2%であったが、蓋メッシュ有区で1.7%、蓋メッシュ無区で1.8%となった。

2. 夏季試験

（1）平均殻長

有明式装置における平均殻長を図10に示す。平均殻長は、蓋メッシュ有区では6.4～7.8mm、蓋メッシュ無区では6.8～7.3mmとなった。蓋メッシュ有区では17,500個体、蓋メッシュ無区では35,000個体収容した試験区で平均殻長が大きかった。*Tukey*の検定では、両試験区間で有意な差はみられなかった。

豊前式装置における平均殻長を図11に示す。平均殻長は、1.5m区で5.2～7.4mm、1.0m区で4.7～4.9mm、0.5m区で3.9～4.2mmとなった。

（2）生残率

有明式装置における生残率を図12に示す。生残率は、蓋メッシュ有区では12.5～15.2%、蓋メッシュ無区では13.3～19.0%となり、どちらも収容個体数が少ないほど生残率が高かった。*Tukey*の検定では、各試験区間で有意な差がみられなかったが、17,500個体収容した蓋メッシュ無区が生残率が最も高かった。

豊前式装置の生残率を図13に示す。生残率は、1.5m区で10.0～19.6%、1.0m区で3.3～7.5%、0.5m区で1.7～2.4%となった。

（3）カキ類の重量（有明式装置）

カキ類の湿重量及び付着状況を図14、15に示す。蓋メッシュ有区ではカキ類は確認されなかったが、蓋メッシュ無区では、0.1～9.2g/装置のカキ類が確認された。蓋メッシュ有区と比較して蓋メッシュ無区でカキ類が多く付着していた。*Tukey*の検定では、各試験区間で有意

表3 有明式装置に敷設した底質の状況（春季試験）

試験時期	試験区	中央粒径値 (Mdφ)	強熱減量 (%)	泥分率 (%)
開始時	—	0.7	1.0	2.2
終了時	蓋メッシュ有	-0.0	1.5	1.7
	蓋メッシュ無	-0.6	1.4	1.8

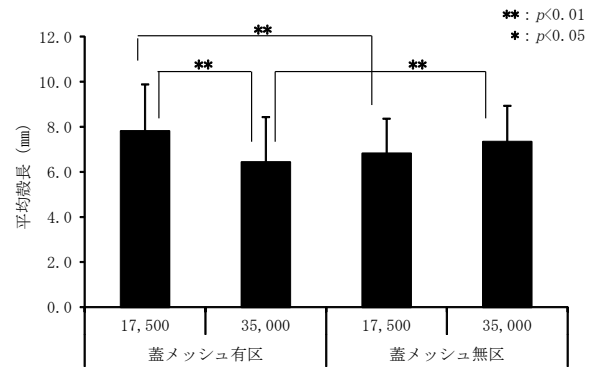


図10 有明式装置におけるアサリ平均殻長（夏季試験）

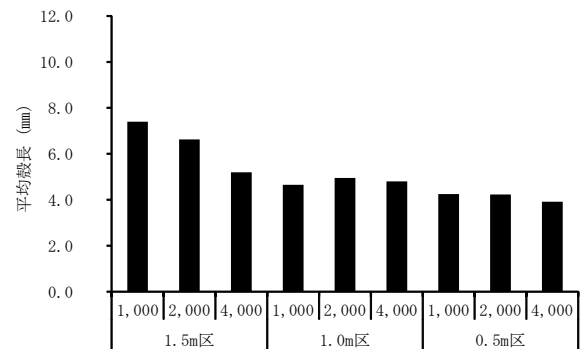


図11 豊前式装置におけるアサリ平均殻長（夏季試験）

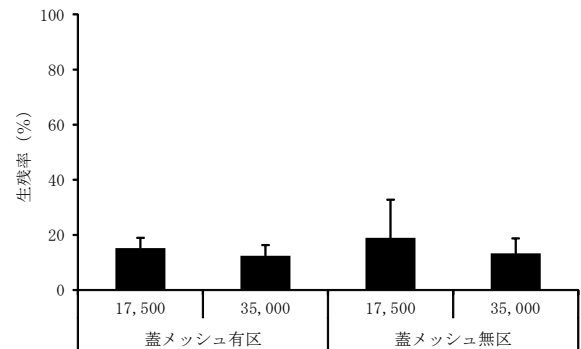


図12 有明式装置におけるアサリ生残率（夏季試験）

な差がみられなかったが、17,500個体収容した蓋メッシュ無区でカキ類の付着が最も多かった。

（4）底質（有明式装置）

底質の状況を表4に示す。試験開始時の泥分率は2.2%であったが、蓋メッシュ有区で1.5%、蓋メッシュ無区で2.9%となり、蓋メッシュ無区で高い値となった。

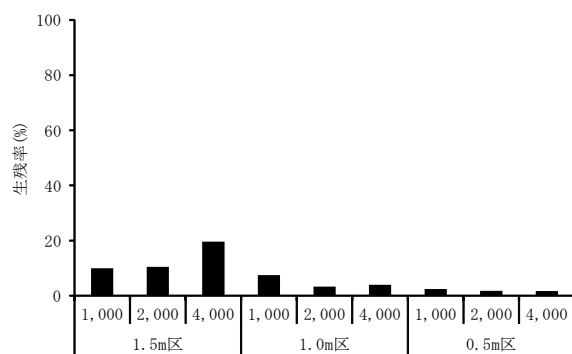


図13 豊前式装置におけるアサリ生残率（夏季試験）

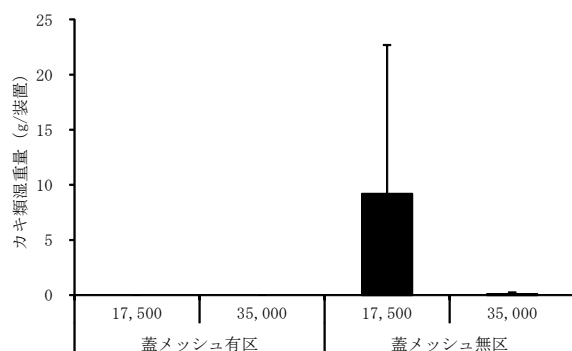


図14 有明式装置におけるカキ類湿重量（夏季試験）

図15 試験終了時の付着生物の状況
(カキ類の付着が最も多かった試験区：夏季試験)

表4 有明式装置の底質の状況(夏季試験)

試験時期	試験区	中央粒径値 (Mdφ)	強熱減量 (%)	泥分率 (%)
開始時	—	0.7	1.0	2.2
終了時	蓋メッシュ有	-0.1	0.9	1.5
	蓋メッシュ無	0.1	1.6	2.9

考 察

各装置の育成開始時期別の生残率を図16に示す。生残率は、有明式装置では春季試験の17,500個体収容した蓋

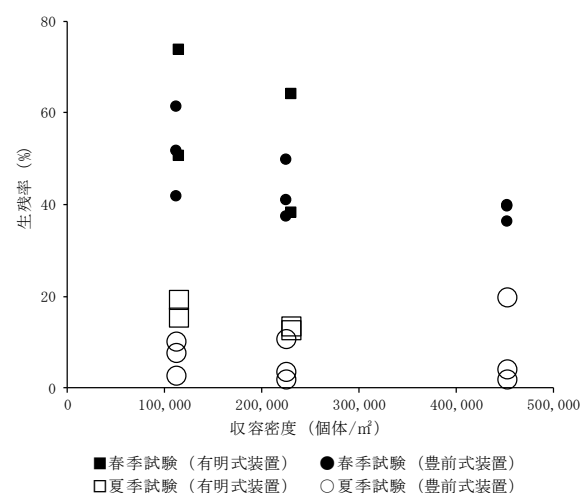


図16 育成開始時期別アサリ生残率

メッシュ無区で最も高く73.5%、豊前式装置では春季試験の1,000個体収容した1.0m区で最も高く61.1%となった。全ての試験区において春季試験の生残率は夏季試験よりも高い値となった。また、高い生残率であった春季試験の平均殻長を表5に示す。有明式装置では17,500個体収容した蓋メッシュ無区で殻長8.3mmとなり、放流に適したサイズである殻長約10mmにまで成長した。これは、豊前式装置の1,000個体収容した1.5m区の殻長8.8mmと遜色ない大きさであった。

生残率及び殻長が春季試験で良好な結果となった。この要因として、夏季試験では干出した際の装置内の温度上昇がアサリの成長、生残に影響を及ぼしたものと考えられる。アサリは露出温度40℃では1～2時間で斃死することが知られている⁸⁾。大形ら¹⁾の豊前式装置を用いた試験では、このことが原因と考えられる生残率の著しい低下がみられている。このことから、有明海におけるアサリの育成開始時期は、夏季よりも春季の方がより安定した育成に繋がるものと考えられた。

春季試験における蓋メッシュ有無別の試験では、蓋メッシュ無区で平均殻長、生残率ともに高い結果となった。この要因として、装置内の付着物や浮泥の堆積が少なかったこと、餌料の供給量が多かったことが考えられた。

付着物については、春季試験の有明式装置内に付着したカキ類の重量が、蓋メッシュ有区で0.2～0.3g/装置、蓋メッシュ無区で7.8～15.4g/装置であったが、96日間メンテナンスなしで放置したにもかかわらず、その付着量は少量であった。大形ら¹⁾の豊前式装置によるアサリ育成試験では、地盤高の低いD.L. 0m区では付着珪藻によるメッシュの目詰まりが確認されたものの、0.7m区、1.5m区では目詰まりが確認されなかったとしており、装置を高い地盤に設置することにより付着生物が少

表5 春季試験におけるアサリ平均殻長

装置	試験区		平均殻長 (mm)
	項目	収容 個体数	
有明式	蓋メッシュ 有区	17,500	7.4
		35,000	6.2
	蓋メッシュ 無区	17,500	8.3
		35,000	7.9
豊前式	1.5m区	1,000	8.8
		2,000	6.5
		4,000	5.7
	1.0m区	1,000	6.8
		2,000	5.5
		4,000	4.7
	0.5m区	1,000	6.2
		2,000	5.1
		4,000	4.2

なくなると考えられる。今回の試験では、装置を D. L. + 2.0m の高地盤に設置することで、アサリの成長、生残に影響のない水準まで付着生物が軽減できたものと考えられた。

浮泥の堆積については、中央粒径値や泥分率が試験前後でほとんど変わらず、図15のようにアサリにとって良好な底質が維持されていた。西山ら⁹⁾による有明海奥部での底泥の巻き上げ特性に関する現地観測では、大潮時には海底近傍の濁度が比較的高くなるが、表層～中層部の濁度は低かったとしている。今回の試験では、底泥の巻き上げの影響が少ない地盤が高い場所に装置を設置したことにより、装置内への浮泥の堆積が軽減されたものと考えられた。

餌料供給量については、蓋メッシュ有区は目合いが 526 μ m と小さいため、時間の経過とともにメッシュが目詰まりし、海水の交換が悪くなることにより、餌料の供給が少なくなり、蓋メッシュ無区と比較してアサリの成長や生残が悪くなったものと考えられた。また、海水交換の悪さは、付着生物の浮遊幼生等の装置内への侵入防止にも繋がることから、蓋メッシュ有区の方が蓋メッシュ無区に比べて、付着生物量が少なかった原因になったものとも考えられた。

以上から、有明海においては、春季に蓋メッシュ無の有明式装置に殻長約 1 mm のアサリ稚貝を17,500個体収容して D. L. + 2.0m の場所に設置することにより、メンテナンスすることなく豊前式装置と遜色ない成長、生残が見込まれるものと考えられた。

この装置は設置、回収作業が容易でメンテナンスが不要であることから、漁業者自らがこの装置を使ってアサリを育成できると考えられる。ただし、今回、この装置を設置した施設は干満差の大きな有明海で漁船を係留するための特殊なものであり、有明式装置の普及を図るためには装置を設置する施設の検討が必要である。また、この装置を固定した施設には天井部や柱があるため時間帯により日陰になることから、このことによるアサリの生育等への影響についても検討する必要がある。さらに、今回は、殻長約10mm まで育成できたが、今後、種苗放流の効果をより高めるため、成貝まで効率的に育成する技術についても開発していく必要がある。

文 献

- 1) 大形拓路, 中川浩一, 上妻智行, 伊藤輝昭. アサリ稚貝簡易育成装置の開発とその効率化. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2016 ; 26 : 9-16.
- 2) 長本 篤, 吉田幹英, 篠原直哉, 的場達人, 濱崎稔洋. 資源管理型漁業対策事業. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 2018 : 143-149.
- 3) 長本 篤, 金澤孝弘, 的場達人, 廣瀬道宣, 宮本博和. 資源管理型漁業対策事業. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 2015 : 155-158.
- 4) 大越健嗣, 大越和加. 海のブラックバス サキグロタマツメタ. 恒星社厚生閣, 東京. 2011.
- 5) 長本 篤, 篠原直哉, 的場達人. ふくおか型アサリ増殖技術開発事業. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 2017 : 287-292.
- 6) 入江 章, 小原博義, 岩渕光伸, 浜崎稔洋, 林 宗徳, 山下輝昌. 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研究事業報告 1991 : 27-40.
- 7) 日本水産資源保護協会. 新編水質汚濁調査指針. 恒星社厚生閣, 東京. 1980 ; 237-257.
- 8) 石田俊朗, 石田基雄, 家田喜一, 武田和也, 鈴木好男, 柳澤豊重, 黒田伸郎, 荒川純平. 夏季のアサリ小型稚貝の移植について. 愛知県水産試験場研究報告 2005 ; 11 : 43-50.
- 9) 西山修司, 郡山益実, 石谷哲寛. 有明海奥部における底泥の巻き上げ特性に関する現地観測. 佐賀大学農学部彙報 2015 ; 100 : 55-62.

福岡県豊前海における網袋を用いたアサリの育成

野副 滉・大形 拓路^a・俵積田 貴彦・恵崎 撰・黒川 皓平
(豊前海研究所)

福岡県豊前海において、低コスト稚貝育成装置「かぐや」¹⁾で生産したアサリ初期稚貝を、食害や波浪による逸散を防止し、一定の産卵量を得ることができる殻長30mm まで育成するために、網袋を用いた育成手法について検討した。網袋について、目合いや基質等の各種試験を行った結果、目合い4 mm のラッセル網袋に基質として砂利を入れることで、アサリを長期間良好に育成することが可能であった。育成に適した地盤高の検討では、+1.0m と+1.5m で成績が良いことから、陸域から近く、管理のしやすい場所での育成が適当であると考えられた。稚貝の収容に関しては、成長・生残が得られ、かつ多くの稚貝を収容できる密度は2,000個/袋で、収容時期に関しては、春、秋ともに良好な結果が得られたことから、年2回の育成が可能であることが確認された。

キーワード：アサリ，網袋，かぐや，干潟育成

福岡県豊前海のアサリ *Ruditapes philippinarum* の漁獲量は、ピーク時の1986年には11,377t²⁾であったが、近年では10t 以下^{3,4)}と極めて低水準で推移している。この減少の要因は、過剰な漁獲や⁵⁾、ナルトビエイ等有害生物による食害^{5,6)}、波浪による稚貝の逸散等^{7,8)}が報告されている。

アサリ資源回復のため、全国的には被覆網を使用した食害防止対策や、覆砂、耕耘による底質改善⁹⁾、網袋を用いたアサリ天然採苗等が行われている¹⁰⁻¹⁶⁾。福岡県豊前海では、被覆網による保護や^{8,17)}、アサリ稚貝の減耗防止を図った杭打ち場の造成などの取組が行われてきたが¹⁷⁾、資源の回復に寄与するほどの効果はみられていない。

そのような中、大形らは低コスト稚貝育成装置「かぐや」¹⁾を開発し、従来と比較して、安価に殻長1mm 以下のアサリ初期稚貝を大量に育成することを可能とした。本装置の開発により殻長10mm までの効率的な育成手法は確立したが、食害、逸散等の減耗要因からアサリを保護しながら、一定の産卵量を得ることができる殻長30mm 以上に育成する手法については開発の必要がある。

そこで本研究は、漁業者が容易に取り組むことができ、食害や波浪等に対する減耗対策として効果があると考えられる網袋を用いたアサリ育成手法について検討した。この手法は既に報告されているが^{19,20)}、新たな知見が得られたことから、一連の成果を報告する。

方 法

試験は、図1に示す行橋市の杓尾干潟で実施した。杓尾干潟は瀬戸内海の西部、周防灘に面しており、底質は砂泥質で、二級河川の祓川からの流れ込みがある干潟である。

アサリを収容する網袋は、ラッセル網袋（ポリエチレン製、約450mm ×550mm）を使用し、波浪で流されないよう、袋内部に安定基質として粒径5～13mm の砂利5 kg 又は直径約30mm に粉碎したカキ殻5 kg を封入した。また、網袋の下には、埋没防止のため目合い16mm の防獣ネットを敷設した（図2）。試験に用いた供試貝は、豊前海研究所で採卵した後、行橋市の杓尾漁港（図1）にて、「かぐや」を用いて育成した5～10mm の稚貝を使用した。網袋の目合いは、目合い別試験でのみ4mm を使用し、その他の試験区では2mm を使用した。

各試験区の詳細については表1に示した。なお、収容密度別試験における、網袋に対する収容稚貝数を計算する際に基準となる表面積は、現地に設置した網袋の表面積を実測し、0.2m²とした。事前に行った予備試験で、地盤高+1.0m 地点での育成状況が良好であったため、試験区は地盤高+1.0m を基本として設定した。また、網袋に天然稚貝の混入を確認したため、供試貝にはペイント処理を施した。試験区は半年に1回、網袋に溜まっ

^a 現所属：水産振興課

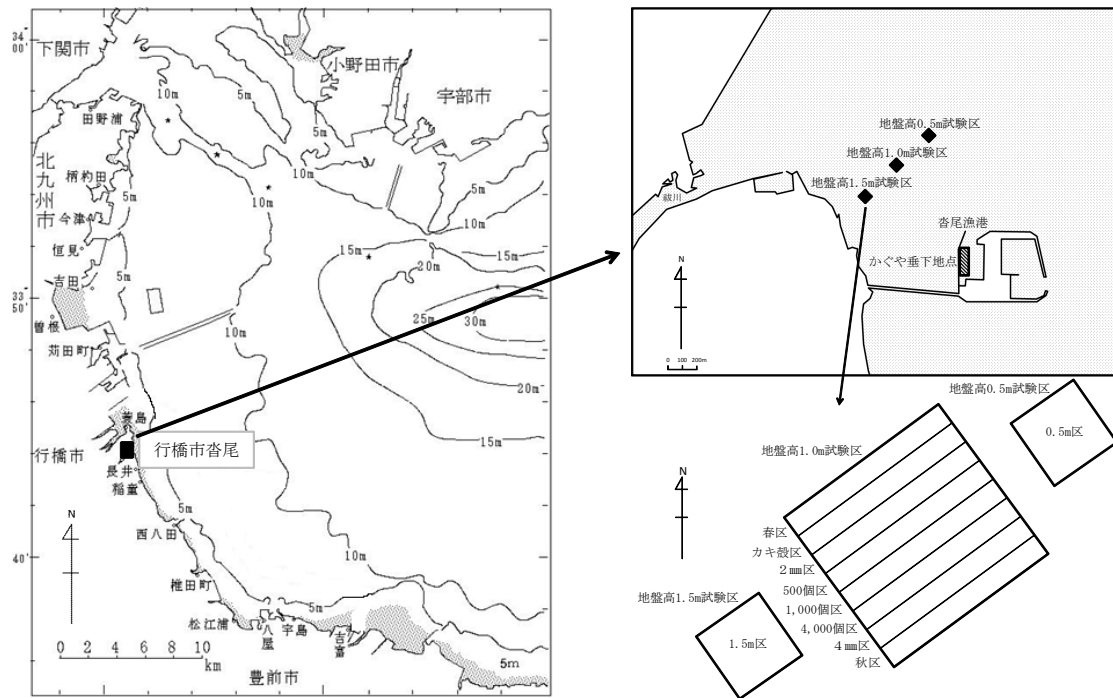


図1 試験実施場所

た砂を少量落とし、袋の軽微な破れの修繕等のメンテナンスを行った。サンプリングは、各試験区3袋ずつ行い、基質や砂泥を含む袋の内容物を1袋あたり25%回収して研究室に持ち帰り、その中からペイントが残っているアサリを選別後、生貝と死貝の割合から1袋あたりの平均生残率を算出した。また、選別後の生貝を全個体測定し、平均殻長を算出した。秋試験区のみ3か月に1回、その他は2か月に1回の頻度でサンプリングし、測定に使用したアサリは、基質とともに早急に元の網袋へ再収容した。2試験区間の比較は *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。

1. 網袋の設置に関する検討

(1) 地盤高別試験

設置地盤高によるアサリの成長、生残率の差を比較するため、地盤高+1.5m (以下: +1.5m 区)、地盤高+1.0m (以下: +1.0m 区)、地盤高+0.5m (以下: +0.5m 区) の3試験区を設け、2016年5月23日から2018年5月31日の約2年間追跡調査を行った。

(2) 目合い別試験

網袋の目合いによるアサリの成長、生残率の差を比較するため、網袋から流出しない殻長9.55mm、殻幅4.23mmの稚貝を使用し、目合い2mm (以下: 2mm 区)、目合い4mm (以下: 4mm 区) の2試験区を設け、2016年5月23日から2018年5月31日の約2年間追跡調



図2 使用した網袋と試験区の設置状況

査を行った。

(3) 基質別試験

基質によるアサリの成長、生残率の差を比較するため、粒径5~13mmの砂利 (以下: 砂利区)、直径約30mmに粉碎したカキ殻 (以下: カキ殻区) の2試験区を設け、2016年5月23日から2018年5月31日の約2年間追跡調査を行った。なお、砂利区については試験設定が同様である+1.0m区の資料を使用することとした。

2. 収容稚貝に関する検討

(1) 殻長別試験

収容殻長によるアサリの成長、生残率の差を比較するため、平均殻長5.20mm (以下: 5mm 区)、平均殻長1.55mm (以下: 10mm 区) の2試験区を設け、2016年5月23日から2018年5月31日の約2年間追跡調査を行

表 1 試験区の概要

	試験区名	設置時期	収容殻長 (mm)	収容密度 (個/m ²)	地盤高 (m)	基質	袋の目合い (mm)	試験区数 (袋)
1. 網袋の設置に関する検討								
(1) 地盤高別試験	+0.5m	春	5.21	2,000	+0.5	砂利	2	10
	+1.0m				+1.0			10
	+1.5m				+1.5			10
(2) 目合い別試験	2mm	春	9.55	2,000	+1.0	砂利	2	10
	4mm						4	10
(3) 基質別試験	砂利	春	5.21	2,000	+1.0	砂利	2	—
	カキ殻					カキ殻		10
2. 収容稚貝に関する検討								
(1) 殻長別試験	5mm	春	5.21	2,000	+1.0	砂利	2	—
	10mm		9.55					—
(2) 密度別試験	500個	春	5.21	500	+1.0	砂利	2	10
	1,000個			1,000				10
	2,000個			2,000				—
	4,000個			4,000				10
(3) 時期別試験	春	春	5.21	2,000	+1.0	砂利	2	—
	秋	秋	4.60					10

った。網袋は、稚貝の流出を防ぐため 2 mm 目合いのものを使用した。なお、5 mm 区については試験設定が同様である+1.0m 区、10mm 区については試験設定が同様である 2 mm 区の資料を使用することとした。

(2) 密度別試験

収容密度によるアサリの成長、生残率の差を比較するため、500個/m² (以下：500個区)、1,000個/m² (以下：1,000個区)、2,000個/m² (以下：2,000個区)、4,000個/m² (以下：4,000個区) の 4 試験区を設け、2016年 5 月 23 日から 2018年 5 月 31 日の約 2 年間追跡調査を行った。なお、2,000個区については試験設定が同様である+1.0m 区の資料を使用することとした。

(3) 時期別試験

収容時期によるアサリの成長、生残率の差を比較するため、豊前海での産卵期に合わせ、春収容 (以下：春区)、秋収容 (以下：秋区) の 2 試験区を設け、春区は 2016年 5 月 23 日から 2018年 5 月 31 日、秋区は 2015年 9 月 30 日から 2017年 9 月 5 日の約 2 年間追跡調査を行った。供試貝は、春区が平均殻長 5.21mm、秋区が平均殻長 4.60mm の稚貝を使用した。なお、春区については試験設定が同様である+1.0m 区の資料を使用することとした。

結 果

1. 網袋の設置に関する検討

(1) 地盤高別試験

各試験区における、平均生残率の推移および試験終了時の平均生残率を図 3 に示した。平均生残率は、設置後 18 か月経過時点までは全試験区、概ね同等で推移し、20 か月経過時点から +0.5m 区のみ著しく低下した。試験終了時の平均生残率は、+1.5m 区が 75.0%、+1.0m 区が

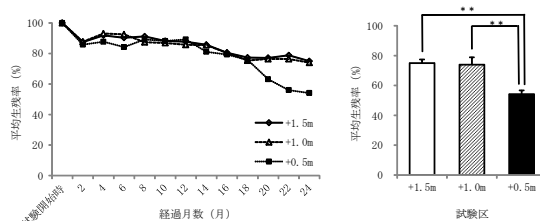


図 3 地盤高別試験における平均生残率の推移および試験終了時の平均生残率

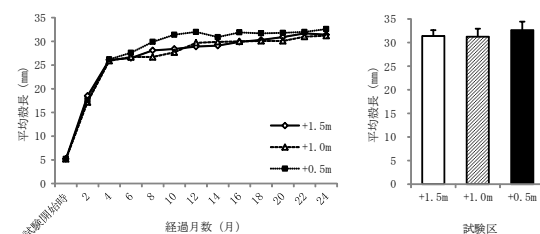


図 4 地盤高別試験における平均殻長の推移および試験終了時の平均殻長

74.0%、+0.5m 区が 54.1% となり、+1.5m 区、+1.0m 区、+0.5m 区の順で高かった。*Tukey* の検定によると、+1.5m 区および+1.0m 区と+0.5m 区の間で有意差が確認された ($p < 0.01$)。

各試験区における、平均殻長の推移および試験終了時の平均殻長を図 4 に示した。平均殻長は、設置後 8 か月経過時点から+0.5m 区と+1.5m 区および+1.0m 区に殻長差がみられたものの、経過とともに殻長差は消失した。試験終了時の平均殻長は、+1.5m 区が 31.4mm、+1.0m 区が 31.2mm、+0.5m 区が 32.6mm となり、+0.5m 区、+1.5m 区、+1.0m 区の順で大きかった。*Tukey* の検定によると、各試験区間に有意差は確認されなかった ($p > 0.05$)。

(2) 目合い別試験

各試験区における、平均生残率の推移および試験終了時の平均生残率を図5に示した。平均生残率は、両試験区ともに概ね同等で推移し、試験区間での明確な差はみられなかった。試験終了時の平均生残率は、2mm区が72.1%、4mm区が70.2%となり、2mm区、4mm区の順で高かった。 U 検定によると、両試験区間に有意差は確認されなかった($p>0.05$)。

各試験区における、平均殻長の推移および試験終了時の平均殻長を図6に示した。平均殻長は、設置後6か月経過時点では同等であったが、8か月経過時点から殻長差が確認された。試験終了時の平均殻長は、2mm区が31.0mm、4mm区が34.1mmとなり、4mm区、2mm区の順で大きかった。 U 検定によると、両試験区間に有意差が確認された($p<0.01$)。

(3) 基質別試験

各試験区における、平均生残率の推移および試験終了時の平均生残率を図7に示した。平均生残率は、両試験区ともに概ね同等で推移し、試験区間での明確な差はみられなかった。試験終了時の平均生残率は、砂利区が74.0%、カキ殻区が72.1%となり、砂利区、カキ殻区の順で高かった。 U 検定によると、両試験区間に有意差は確認されなかった($p>0.05$)。

各試験区における、平均殻長の推移および試験終了時の平均殻長を図8に示した。平均殻長は、両試験区ともに概ね同等で推移し、試験区間での明確な差はみられなかった。試験終了時の平均殻長は、砂利区が31.2mm、カキ殻区が31.7mmとなり、カキ殻区、砂利区の順で大きかった。 U 検定によると、両試験区間に有意差は確

認されなかった($p>0.05$)。

2. 収容稚貝に関する検討

(1) 殻長別試験

各試験区における、平均生残率の推移および試験終了時の平均生残率を図9に示した。平均生残率は、両試験区ともに概ね同等で推移し、試験区間での明確な差はみられなかった。試験終了時の平均生残率は、5mm区が74.0%、10mm区が72.1%となり、5mm区、10mm区の順で高かった。 U 検定によると、両試験区間に有意差は確認されなかった($p>0.05$)。

各試験区における、平均殻長の推移および試験終了時の平均殻長を図10に示した。平均殻長は、設置後2か月

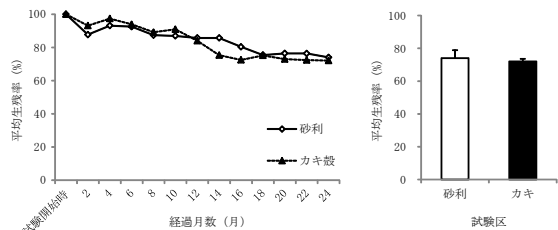


図7 基質別試験における平均生残率の推移および試験終了時の平均生残率

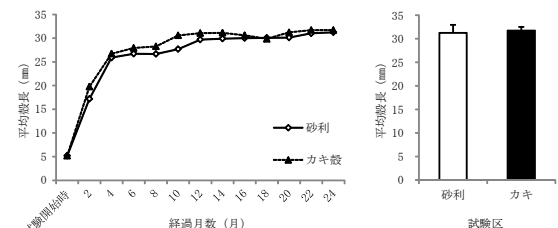


図8 基質別試験における平均殻長の推移および試験終了時の平均殻長

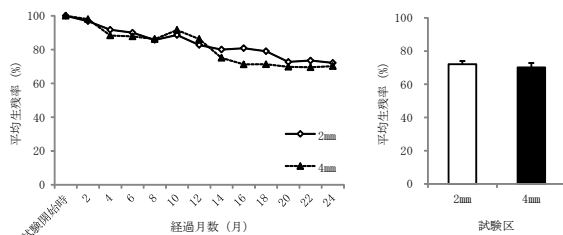


図5 目合い別試験における平均生残率の推移および試験終了時の平均生残率

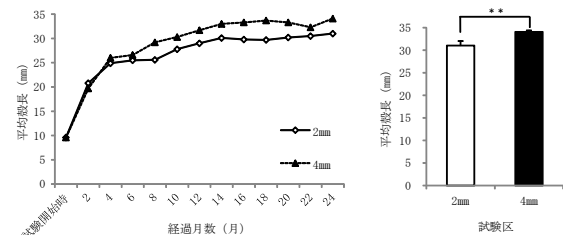


図6 目合い別試験における平均殻長の推移および試験終了時の平均殻長

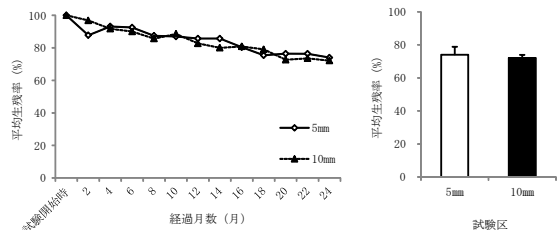


図9 殻長別試験における平均生残率の推移および試験終了時の平均生残率

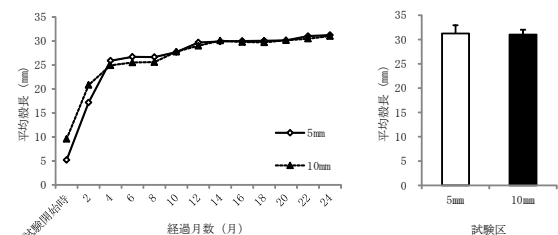


図10 殻長別試験における平均殻長の推移および試験終了時の平均殻長

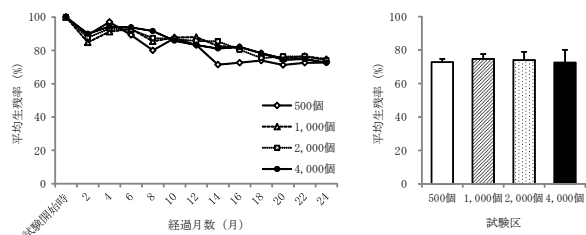


図11 密度別試験における平均生残率の推移および試験終了時の平均生残率

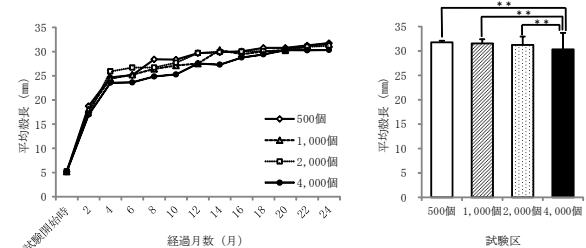


図12 密度別試験における平均殻長の推移および試験終了時の平均殻長

経過時点では投入時の殻長差が残っていたものの、4か月経過時点で殻長差が消失した。試験終了時の平均殻長は、5 mm 区が31.2mm, 10mm 区が31.0mm となり、5 mm 区、10mm の順で大きかった。*U* 検定によると、両試験区間に有意差は確認されなかった ($p>0.05$)。

(2) 密度別試験

各試験区における、平均生残率の推移および試験終了時の平均生残率を図11に示した。平均生残率は、全試験区、概ね同等で推移し、試験区間での明確な差はみられなかった。試験終了時の平均生残率は、500個区が72.8%、1,000個区が74.7%、2,000個区が74.0%、4,000個区が72.6%となり、1,000個区、2,000個区、500個区、4,000個区の順で高かった。*Tukey* の検定によると、各試験区間に有意差は確認されなかった ($p>0.05$)。

各試験区における、平均殻長の推移および試験終了時の平均殻長を図12に示した。平均殻長は、全試験区、設置後4か月経過時点では殻長は概ね同等であったが、6か月経過時点から、4,000個区と他試験区間で殻長差が確認された。試験終了時の平均殻長は、500個区が31.8mm、1,000個区が31.6mm、2,000個区が31.2mm、4,000個区が30.3mm となり、500個区、1,000個区、2,000個区、4,000個区の順で大きかった。*Tukey* の検定によると、500個区、1,000個区および2,000個区と、4,000個区の間で有意差が確認された ($p<0.01$)。

(3) 時期別試験

各試験区における、平均生残率の推移および試験終了時の平均生残率を図13に示した。平均生残率は、秋試験区の方が比較的高い生残率で安定した様子がみられた。

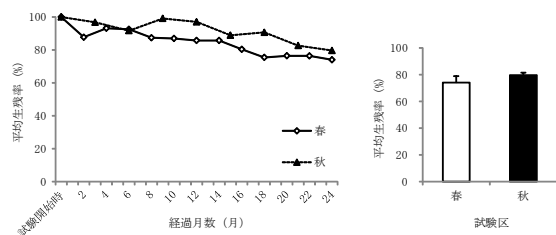


図13 時期別試験における平均生残率の推移および試験終了時の平均生残率

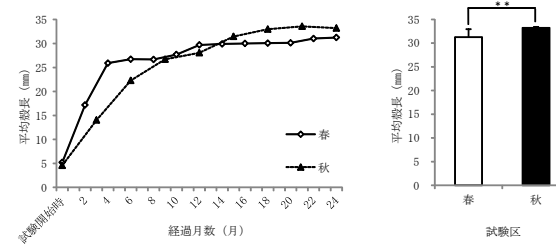


図14 時期別試験における平均殻長の推移および試験終了時の平均殻長

ただし、経過とともに殻長差は消失し、試験終了時には概ね同等となった。試験終了時の平均生残率は、春区が74.0%、秋区が79.6%となり、秋区、春区の順で高かった。*U* 検定によると、両試験区間に有意差は確認されなかった ($p>0.05$)。

各試験区における、平均殻長の推移および試験終了時の平均殻長を図14に示した。平均殻長は、両試験区間で成長速度の差が確認され、試験終了時の平均殻長は、春区が31.2mm、秋区が33.2mm となり、秋区、春区の順で大きかった。*U* 検定によると、両試験区間で有意差が確認された ($p<0.01$)。

考 察

網袋を用いたアサリ育成における成長に関して、今回試験を行った全ての試験区で、殻長25mm 程度まで急速に成長し、25mm 以降は穏やかに成長する共通の傾向が確認された。これは天然海域でのアサリの成長モデルと類似しており²¹⁾、網袋での育成でも天然海域と同程度の成長が期待できることを示している。

設置地盤高別試験では、試験終了時の平均生残率は+0.5m 区のみ有意に低かった。+0.5m 区では網袋の埋没が確認され、生残率の低下に影響したと考えられる。+1.0m 区と+1.5m 区では、生残、成長ともに差が見られなかったが、冬季でも管理が可能であるため、+1.5m 程度の高地盤域での設置が適当であると考えられる。今回、+1.5m よりも高地盤域での飼育試験は実施して

いないため確認できなかったが、これについては検討の余地が残されており、今後明らかにする必要があると考えている。

網袋の目合い別試験では、試験終了時の平均生残率は同等であったものの、平均殻長は2 mm区よりも4 mm区の方が有意に大きかった。目合いの大きい4 mm区は海水交換の能率が高く、網袋内の餌料環境が良好であったことが寄与していると推察される。育成する稚貝の殻長にも依るが、目合いの細かい網袋の使用は極力避けるべきであると考えられる。また、4 mmよりも大きい目合いの網袋を使用する際は、「かぐや」での育成期間を調整し、流出しない殻長まで育成した後に網袋へ収容する等、工夫が必要である。

基質別試験では、基質の違いによる生残率、成長に差は確認されなかった。基質の最も大きな役割は、砂の集積であると考えられるため、網袋を安定させる重さがあれば基質として有効であると考えられる。今回使用した砂利はカキ殻に比べ、入手が容易であったうえ規格が統一されたものを使用したため、網袋のアサリを回収する際に篩で選別しやすいという利点があった。回収まで考慮に入れ比較すると、基質は安価で規格が統一されている砂利の使用が適当であると考えられる。

収容殻長別試験では、試験終了時の平均生残率は同等であった。成長は、試験開始時4.35mmの殻長差があったものの、試験終了時にはほぼ同等となった。有明海における自然海域でのアサリの成長に関する報告によると、殻長が大きくなるに従って月間成長が下がることが報告されている²¹⁾。今回の試験でも同様の傾向が見られ、各殻長段階での成長速度の違いにより、設置後4か月程度で殻長差が消失するため、試験終了時の殻長が同等となったと考えられる。ただし、殻長5 mmで網袋に収容するためには、網目からの稚貝の流出を防ぐため、2 mm目合いの袋の使用が必要となる。前述した目合い別試験の結果では、目合いの大きい袋の使用が好ましいことが示されているうえ、網袋の価格は2 mmよりも4 mmの方が安価である。また、殻長5 mmで網袋に収容するよりも、10mmまで「かぐや」で育成した後に網袋へ収容する方が30mmまでの育成期間が短いことが示された。このような要素を考慮に入れると、殻長10mmでの収容が適当であると考えられる。

収容密度別試験では、試験終了時の平均殻長は4,000個区のみ有意に低かった。これは高密度による餌料不足が原因であると推察される。人工干潟におけるケージを用いた育成試験では、収容密度が少ないほど成長が良好であったと報告されており²²⁾、今回の試験でも同様の傾向がみられた。このことから、今回の試験区の中で、収容

数、成長を考慮に入れて最も適当であったのは、2,000個/m²であった。

収容時期別試験では、試験終了時の平均殻長は、春区よりも秋区の方が有意に大きかった。これは、殻長段階での成長速度と収容時期の違いによる餌料環境、水温の差が結果に影響していると推察される。ただし、春区でも生残、成長ともに概ね良好な結果が得られたことから、産卵母貝の確保のために豊前海区での産卵期に合わせ、年2回の育成を実施するべきであると考えられる。なお、地盤高+1.0m地点に設置した春区の網袋内に収容した温度計(Tidbitv2, Onset社)では、網袋を干潟に設置してから3日後の干潮時に40.1℃が観測された(図15)。網袋は設置後、数日から数週間程度で砂が堆積し、内部が干潮時の直射日光や外気温の影響を受けにくい状態となるが、設置直後は砂利とアサリのみの無防備な状態であるため、前述した環境要因の影響を受けやすくなる。アサリは気温40℃以上に1～2時間さらされると斃死すると報告されているが²³⁾、今回の試験で40℃を超えたのは短時間であったため、斃死は確認されなかった。本試験では、網袋を5月に設置したため温度の上昇がこの程度であったが、6月以降の設置となると、さらなる温度上昇や、長期間の高温が予想されるため、春季は遅くとも5月中に設置する必要があると考えられる。また、秋季の設置に関しても、干潮時に外気温の影響を受けやすい状態となることが予想されるため、外気温が低下する前の、10月までに行うと良いと考えられる。

網袋の管理に関して、台風や時化により埋没が発生した際、掘り起し等の復旧作業が非常に重労働であった。今後は、こういった影響を受けにくい場所の選定や網袋の小型化等の工夫が必要である。また、網袋の材質についても、麻袋や土嚢袋等、数種類試験を行ったが、価格と耐久性の面でラッセル袋が優れており、現時点では最も適当であると考えられた。ただし、上記の課題もふまえ、今後より良い網袋の検討が必要である。

網袋は試験終了後も継続飼育し、安田らの手法²⁴⁾により2018年4月から11月に、網袋内のアサリの成熟度調査を実施した。これによると、4月から11月の平均群成熟

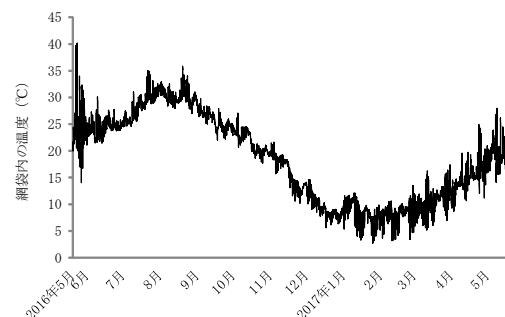


図15 観測された網袋内の温度

度0.21に対し、4月と9月にそれぞれ0.40、0.65と上昇しており、春季と秋季に成熟していることを確認した。この取組を拡げること、海域における産卵量の増加、資源の再生産が期待される。また、各地で報告されている天然稚貝の網袋への混入⁹⁻¹⁵⁾が試験中に設置した網袋でも確認された。設置場所や時期を選定していくことで、豊前海区でも一定量の採苗が可能であると考えられる。今後は、引き続き「かぐや」で生産した稚貝を用いた網袋での育成を実施しながら、天然採苗技術の確立と網袋育成の規模拡大により、資源回復への歩みを加速化していく必要がある。

文 献

- 1) 大形拓路, 中川浩一, 上妻智行, 伊藤輝昭. アサリ稚貝簡易育成装置の開発とその効率化. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2016 ; 26 : 9 - 16.
- 2) 第34次福岡農林水産統計年報(水産編). 九州農政局福岡統計情報事務所, 福岡. 1987 ; 262 - 263.
- 3) 第63次九州農林水産統計年報(水産編). 九州農政局統計部, 熊本. 2017 ; 236 - 237.
- 4) 第64次九州農林水産統計年報(水産編). 九州農政局統計部, 熊本. 2018 ; 252 - 253.
- 5) 松川康夫, 張 成年, 片山知史, 神尾光一郎. 我が国のアサリ漁獲量激減の要因について. 日本水産学会誌2008 ; 74 (2) : 137 - 143.
- 6) 重田利拓, 薄 浩則. 魚類によるアサリ食害. 水産技術 2012 ; 5 (1) : 1 - 19
- 7) 長本 篤, 上妻智行, 中川 清, 佐藤利幸, 江崎恭志. 吉富地先における秋季のアサリ放流適地の選定. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2004 ; 14 : 113 - 118.
- 8) 長本 篤, 上妻智行, 江藤拓也, 佐藤利幸. 冬季におけるアサリの減耗要因と減耗防止効果. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2005 ; 15 : 61 - 64.
- 9) 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.
- 10) 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.
- 11) 国分秀樹, 水野知巳, 羽生和弘. アサリ資源再生漁場モデル構築事業. 平成24年度三重県水産研究所事業報告 2014 ; 89 - 90.
- 12) 水野知巳, 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.
- 13) 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.
- 14) 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.
- 15) 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.
- 16) 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.
- 17) 伊藤龍星, 小川 浩. ネット被覆によるアサリ人工種苗の育成試験. 大分県海洋水産研究センター調査研究報告 1999 ; 2 : 23 - 30
- 18) 中川浩一, 長本 篤, 江藤拓也, 佐藤利幸. 吉富干潟における杭打ち・投石によるアサリ稚貝減耗防止効果. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2007 ; 17 : 51 - 59.
- 19) 大形拓路, 野副 滉, 俵積田貴彦, 佐藤利幸, 宮内正幸. ふくおか型アサリ増殖技術開発事業. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 2017 ; 320 - 322.
- 20) 野副 滉, 俵積田貴彦, 恵崎 撰, 佐藤利幸, 宮内正幸. ふくおか型アサリ増殖技術開発事業. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 2018 ; 309 - 311.
- 21) 林 宗徳. 有明海におけるアサリの成長. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 1993 ; 1 : 151 - 54.
- 22) 櫻井 泉, 中山威尉, 秦 安史, 前川公彦, 山田俊郎, 田中良男, 桑原久実. 人工増殖場におけるアサリの成長および生残適地の選定手法. 日本水産学会誌 2014 ; 85 (5) : 776 - 785.
- 23) 石田俊朗, 石田基雄, 家田喜一, 武田和也, 鈴木好男, 柳沢豊重, 黒田伸郎, 荒川純平. 夏季のアサリ小型稚貝の移植について. 愛知県水産試験場研究報告 2005 ; 11 : 43 - 50
- 24) 安田治三郎, 浜井生三, 掘田秀之. アサリの産卵期について. 内海区水産研究所研究報告 1945 ; 20 (4) : 277 - 279

海中育成ネットで育成した リシケタイラギの成熟・産卵について

的場 達人・吉田 幹英・上田 拓・長本 篤^a・山田 京平
(有明海研究所)

有明海福岡県地先に生息するリシケタイラギ *Atrina pectinata lischkeana* は、近年、稚貝の発生はみられるが特に非干出域において、その多くが漁獲サイズとなる翌年の冬までに減耗するため、潜水器漁業の漁業生産にならず、親貝の資源量としても減少傾向¹⁻³⁾にある。その減耗要因としては、ナルトビエイ等からの食害⁴⁻⁶⁾や原因不明の立ち枯れ斃死の影響が大きい¹⁻³⁾とされているが、本県では海底から浮かせた状態で設置する海中育成ネットにリシケタイラギを収容して育成することで、これらの減耗が抑制されることを明らかにしている⁶⁾。

今回、当海域で採捕した天然貝及び有明海産の親貝から種苗生産した人工貝を海中育成ネットで育成し、生殖腺の組織切片を観察したところ、成熟・放卵・放精することが確認された。これにより、当海域における海中育成ネットを用いたリシケタイラギの育成手法は、減耗抑制効果に加え、産卵させる機能も有することが確認された。

キーワード：リシケタイラギ，生殖腺，海中育成ネット，産卵，親貝育成手法

有明海におけるタイラギ潜水器漁業は1920年代から営まれ⁷⁾，冬季の重要な産業として地域経済にも大きく貢献していた。近年，有明海のリシケタイラギは，稚貝の発生はみられるが，漁獲サイズ（殻長15cm以上）になる翌冬までに減耗し，有明海全体で資源量が減少している¹⁻³⁾。特に有明海東部海域の非干出域では，底泥から這い出し立ち上がった状態で斃死する「立ち枯れ斃死」といわれる現象がみられ，その原因について餌料不足¹⁾，貧酸素⁸⁾，浮泥の堆積⁹⁾，硫化物¹⁰⁾，疾病¹¹⁾，条虫の関与¹²⁾などが指摘されているが，未だ特定されるに至っていない。さらに，1970年頃と比較して生息数が増加したナルトビエイによる食害の影響⁴⁻⁶⁾も大きいとされている。

浮遊幼生の発生量も，2012年以降は少ない状態が続いていることから⁴⁾，タイラギ資源の回復には産卵量を増加させるための親貝量の増大が喫緊の課題である。親貝の育成には，春～秋の減耗を防ぐ手法が必要とされていたが，本県では海底から浮かせた状態で設置する海中育成ネットにリシケタイラギを収容して育成することで，これらの減耗が抑制されることを明らかにしている⁶⁾。しかしながら，その海中育成ネットによる親貝の育成手法の有効性を検証するためには，育成貝の成熟，産卵について確認する必要がある。

そこで本研究では，海中育成ネットで育成した親貝について，生殖腺の組織観察等を行い，成熟と産卵の状況を確認したので報告する。

方 法

1. 供試貝の育成

有明海には，殻に鱗状突起を持つ「ケン」と呼称されるリシケタイラギと無鱗の「ズベ」とされるタイラギの2種が生息する¹³⁾が，今回の報告では漁獲対象として重要なリシケタイラギ（以下，タイラギとする）を対象とした。

試験に用いた海中育成ネット（以下，育成ネットとする）は，73cm×52cm（0.5分メッシュ）の3段ポケットネット（株式会社 西海養殖技研製）を表裏2枚重ね合わせ，その上部に浮子を，下部には海底設置用のフック付きロープを取り付けたものとした。供試貝を収容した育成ネットは，SCUBA 潜水により試験漁場の海底に，ネット中心部が海底から1 m程浮いた状態になるように設置した（図1）。

育成期間中は育成ネットの目詰まりを防止するため，2か月に1～2回の頻度で船上に上げ，水中ポンプによ

^a 現所属 研究部

る水流で洗浄した。

(1) 天然貝を用いた育成試験

試験に用いた天然貝は、2016年5月13日に竹はぜ南漁場で採捕したもので、これを2枚の育成ネットにそれぞれ36個体を収容し、5月17日に三池島漁場（水深7m）の海底に設置した（図2）。そのうち、天然貝区1は7月26日の70日間、天然貝区2は9月8日の114日間育成し（表1）、生殖腺の組織観察に使用した。なお、収容時の殻長を、既往の成長曲線^{14,15)}により確認したところ、全個体が1歳貝と判断された。

(2) 人工種苗を用いた育成試験

種苗生産で育成した人工貝（以下、人工貝とする）は、国立研究開発法人水産研究・教育機構西海区水産研究所が、2016年に有明海産の親貝から種苗生産した稚貝を使用し、これを2016年9月27日から福岡県大牟田市にある三池港内の筏で基質（アンスラサイト）入りの垂下籠に収容して中間育成した後、育成試験に用いた。

人工貝区1は、2017年5月1日に三池港から回収した人工貝を5月2日～7月18日の77日間、人工貝区2は3月1日に回収した人工貝を3月7日～8月17日の163日間、各育成ネットにそれぞれ30個体を収容し、天然貝と同じ方法により三池島漁場で育成した（表1、図2）。

2. 生殖腺の組織観察

回収したタイラギは殻長を測定後、軟体部を取り出し、内臓部のうち中腸腺と明腺に識別できる生殖腺部分を摘出し、組織観察試料として Davidson 溶液で固定した¹⁶⁾。

その生殖腺の一部を、常法によりパラフィン包埋後、7 μm の組織切片を作製し、Hematoxylin and Eosin (H-E) 染色後に、光学顕微鏡で観察した。なお、生殖腺の発達段階は坂本ら¹⁶⁾の報告に準じ、各個体の生殖腺組織切片から任意の細胞50個を選択し、その中で過半数を占める区分を、その個体の発達区分とした（表2）。

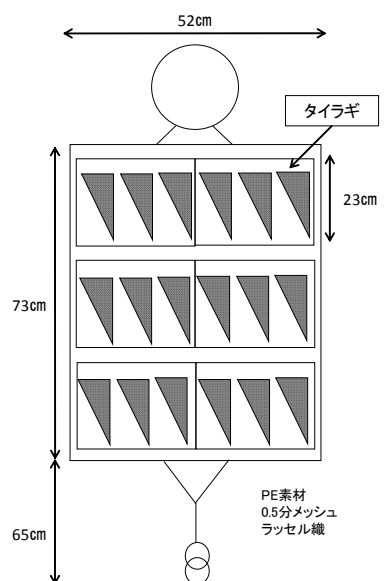


図1 育成ネット

表1 育成ネットを用いた育成試験の情報

試験区	天然貝区		人工貝区	
育成ネット番号	天然貝区1	天然貝区2	人工貝区1	人工貝区2
収容日	2016/5/17	2016/5/17	2017/5/2	2017/3/7
収容貝数	36	36	30	30
回収日	2016/7/26	2016/9/8	2017/7/18	2017/8/17
生残数	33	33	26	26
供試貝数	20	20	26	25
年級	2015	2015	2016	2016
収容時の殻長	98mm	98mm	75mm	82mm
回収時の殻長	112mm	122mm	98mm	115mm

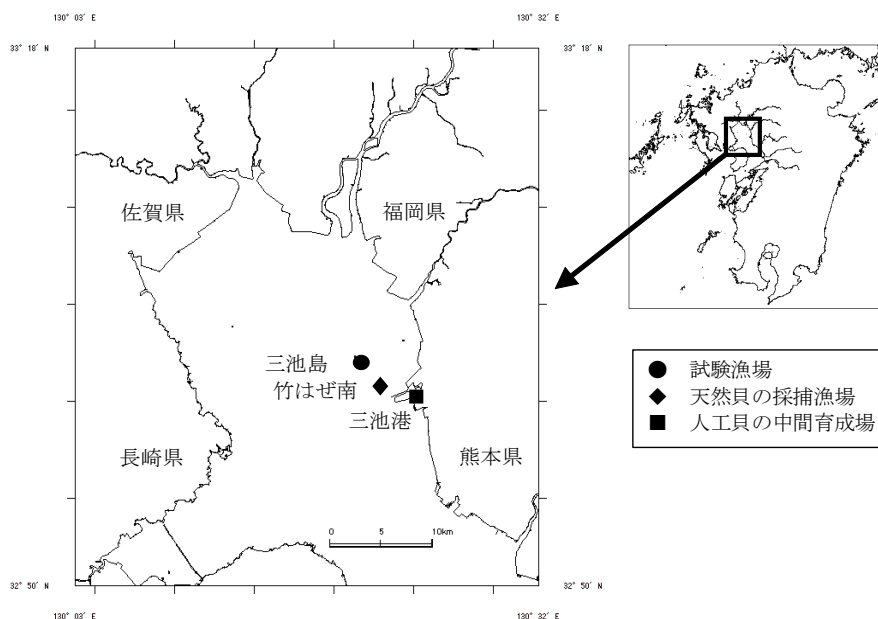


図2 調査漁場の位置図

表2 生殖腺の発達区分

生殖腺の発達区分		生殖腺の発達状況
第Ⅰ期	未発達期	ろ胞上皮に沿って生殖原細胞がみられる
第Ⅱ期	発達初期	生殖原細胞が増加するとともに、第一次精母細胞、卵母細胞（20μm以下）がみられる
第Ⅲ期	成長期	種々の段階の生殖細胞がろ胞内を埋め、卵母細胞が発達（20～50μm）している
第Ⅳ期	成熟期	ろ胞内に精子やろ胞壁から離れた成熟卵（65～85μm）が充満している
第Ⅴ期	放出期	放精・放卵が行われ、ろ胞内に空所がみられ始めるが、なお成熟細胞等が残存する
第Ⅵ期	放出後期	放精・放卵が完了し、生殖細胞が極少数残存するのみで、ろ胞内の多くは空である
第Ⅶ期	退行期	放出されずに残った生殖細胞が退化・吸収される組織像が観察される

結 果

1. 供試貝の育成

（1）天然貝を用いた育成試験

天然貝区1は、2016年5月17日～7月26日の育成で供試貝36個体のうち33個体が生残し、生残率は92%であった。その平均殻長は、設置時の98±13mmが、回収時には112±11mmとなった。

天然貝区2は、2016年5月17日～9月8日の育成で供試貝36個体のうち33個体生残し、生残率は92%であった。その平均殻長は、設置時の98±13mmが、回収時に122±12mmとなった（表1）。

（2）人工種苗を用いた育成年試験

人工貝区1は、2017年5月2日～7月18日の育成で供試貝30個体のうち26個体が生残し、生残率は87%であった。その平均殻長は、設置時の75±5mmが、回収時に98±9mmとなった。

人工貝区2は、2017年3月7日～9月8日の育成で供試貝30個体のうち26個体が生残し、生残率は87%であった。その平均殻長は、設置時の82±6mmが、回収時に115±15mmとなった（表1）。

2. 生殖腺の組織観察

（1）天然貝区の成熟状況

2016年7月26日に天然貝区1から回収した20個体及び9月8日に天然貝区2から回収した20個体の生殖腺組織の熟度判別を行い、発達段階別に整理した（図3、4）。

雌は、7月26日の10個体中、未発達期が2個体（20%）、成長期1個体（10%）、放出後期が4個体（40%）、退行期3個体（30%）であった。その後、9月8日には4個体全て（100%）で未発達期となった。

雄は、7月26日の10個体中、成長期が1個体（10%）、放出期1個体（10%）、放出後期が2個体（20%）、退行期6個体（60%）となった。

その後、9月8日には16個体中、未発達期10個体（63

%), 退行期 6 個体 (38%) となった。

(2) 人工貝区の成熟状況

2017年 7月18日に人工貝区 1 から回収した26個体, 8月17日に人工貝区 2 から回収した26個体の生殖腺を発達段階別に整理した。なお, 8月17日の回収貝26個体のうち未発達期の 1 個体は雌雄が判別できないため, 今回は除外した (図 5, 6)。

雌は, 7月18日に 5 個体中, 未発達期 1 個体 (20%), 成熟期 3 個体 (60%), 退行期 1 個体 (20%) となった。その後, 8月17日には 9 個体中, 未発達期が 5 個体 (56%), 放出後期が 1 個体 (11%), 退行期 3 個体 (33%), が確認された。

雄は, 7月18日の21個体中, 未発達期 1 個体 (5%), 成熟期 7 個体 (33%), 放出期が10個体 (48%), 退行期 3 個体 (14%) が確認された。その後, 8月17日には16個体中, 未発達期が 6 個体 (38%), 放出期 2 個体 (13%), 退行期 8 個体 (50%) が確認された。

人工貝区の雌では, 放卵後の状況を示す放出期, 放出

後期の個体が, 7月18日の 5 個体中 0 個体, 8月17日の 9 個体中 1 個体と少なかったため, その他の発達区分も含め, ろ胞内に放卵後の空所がある個体を精査したところ, 7月18日は雌 5 個体中 4 個体 (80%), 8月17日は雌 9 個体全て (100%) で確認された (表 3)。

各発達区分の代表的な生殖腺組織の状況は次のとおりであった。

成熟期の雌は, ろ胞内にろ胞壁から離れた成熟卵や精子が充満した状態で, 一部ろ胞内に放卵後の空所が確認された (図 7)。

放出後期の生殖腺は, ろ胞内の多くは空所であるが, わずかに生殖細胞が残存していた (図 8)。

退行期の雌は, 放出されずに残った生殖細胞が退化・吸収される組織像がみられるとともに, 一部に放卵による空所がみられた (図 9)。

未発達期の雌は, ろ胞上皮に沿って卵原細胞がみられるが, 一部に放卵による空所がみられた (図10)。

なお, 放出期の雌は, 今回は確認されなかった。

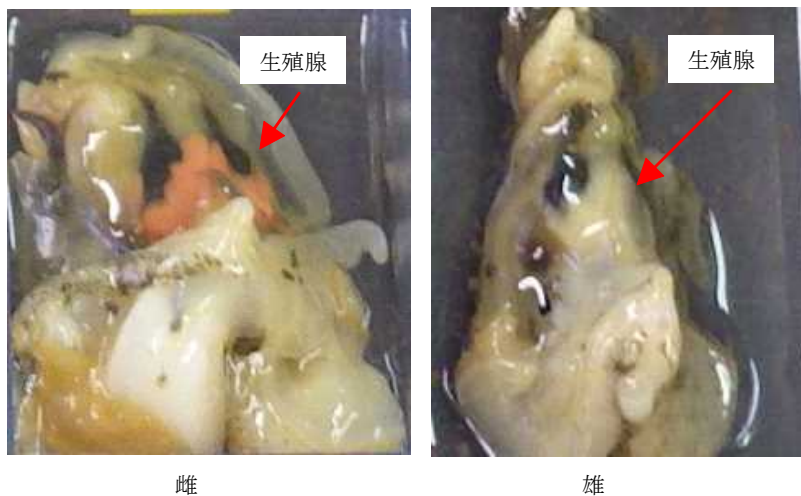


図 3 育成ネット (天然貝) 区の生殖腺 (2016年 7月26日)

育成ネットで育成したタイラギの成熟・産卵

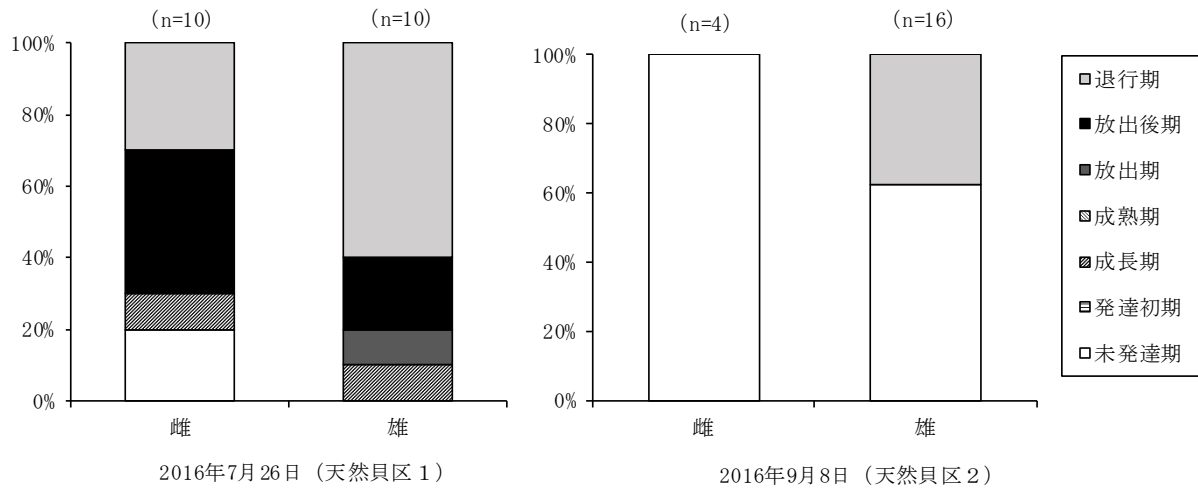


図4 天然貝区の生殖腺発達区分

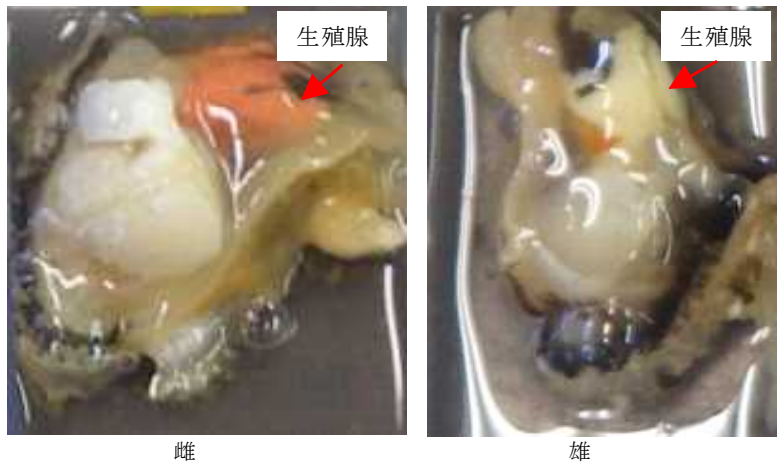


図5 人工貝区の生殖腺 (2017年7月18日)

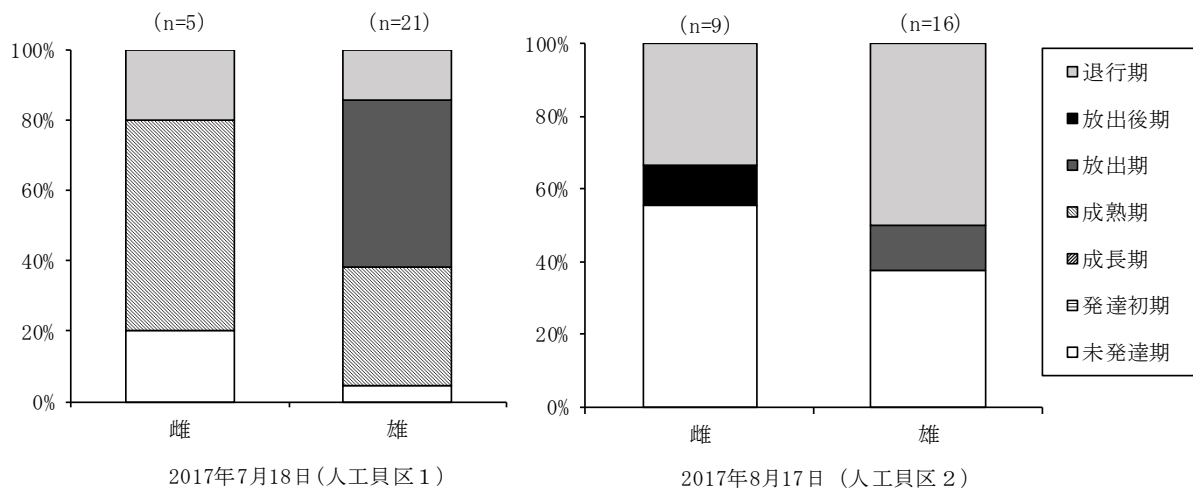


図6 人工貝区の生殖腺発達区分

表3 人工貝区（雌）生殖腺ろ胞内の状況

回収日	生殖腺発達段階	放卵後の空所		備考
		有	無	
2017/7/18	未発達期	1		ろ胞内は放卵がほぼ完了し空の状況、ろ胞上皮に沿って幼弱な卵母細胞有
	成熟期	2		ろ胞内には、一部、放卵後の空所有
	成熟期		1	成熟した卵母細胞と崩壊した卵母細胞しか見られなかった。
	退行期	1		ろ胞内には、一部、放卵後の空所有、その他はほぼ退行
2017/8/17	未発達期	5		ろ胞内は放卵がほぼ完了し空の状況、ろ胞上皮に沿って幼弱な卵母細胞有
	放出後期	1		半数以上のろ胞内は、ほぼ放卵が完了し空の状況
	退行期	3		ろ胞内には、一部、放卵後の空所有、その他はほぼ退行

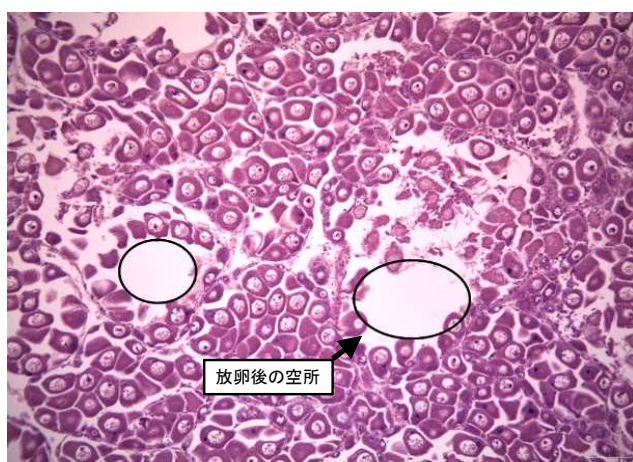


図7 成熟期 （一部、放卵後の空所有）

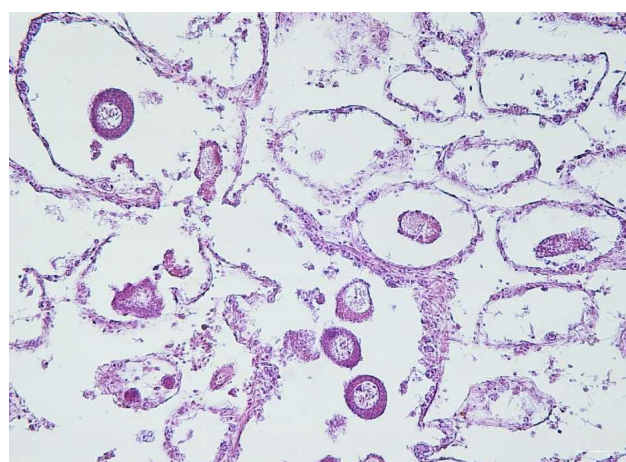


図8 放出後期

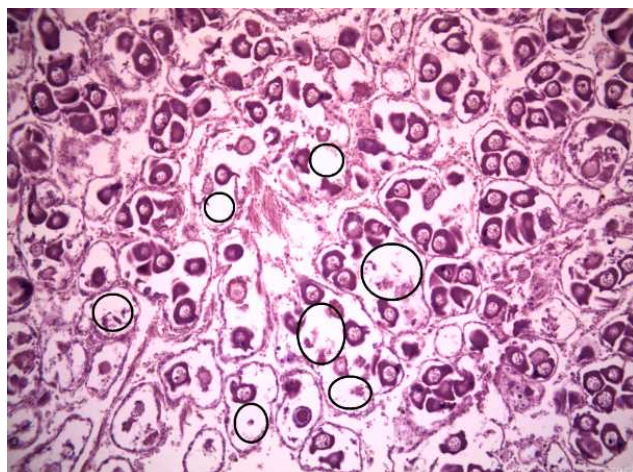


図9 退行期

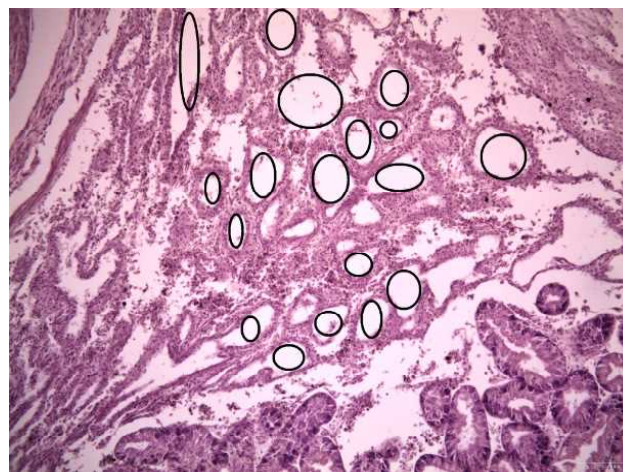


図10 未発達期 雌（一部、放卵後の空所有）

考 察

これまで有明海で採捕された1歳貝における生殖腺調査では、その発達区分が5～7月に成熟期が100%であったものが、8月には放出期、放出後期及び退行期で100%となり、9月には未発達期のものが約30%となったことから、産卵盛期は8月とされている¹⁰⁾。

今回、育成ネット試験に供した天然貝の生殖腺の組織

観察をしたところ、7月26日に放出期、放出後期の個体が雌で40%、雄で30%みられたことから、育成ネットによる育成貝が産卵したものと判断された。その後、9月8日の雌は4個体全てで未発達期となったことも、上述の天然貝の組成と符合している。また、人工貝では、放出期・放出後期の個体が7月18日に雌0%、雄48%、8月17日に雌11%、雄13%確認された。しかし、その判別した個体数が少なかったことから、全ての雌でろ胞内の放卵後の空所を調べたところ、7月18日の5個体中で4

個体, 8月17日の9個体全てで放卵後の空所が確認され, 育成ネットを用いた育成手法で人工貝も産卵したものと考えられた。

このように有明海非干出域の海底において, 本県が立ち枯れ斃死やナルトビエイによる食害を抑制する為に開発した育成ネットを用いて育成したところ, 天然貝及び人工貝が高い割合で生残し, 放卵・放精したことから, この育成ネットを用いた育成手法は, 親貝育成用としても十分に活用できることが確認された。

また, 有明海福岡県地先のような潮汐流による流速が特に速い海域において, 育成用のネットを海面から吊す海上筏等の設置が困難な場合においても, この海底に設置する育成ネットでは育成可能である。育成ネットは, 7~10mと比較的水深が深い場所でも設置可能なため, 波浪の影響も受けにくい上, 付着生物による網の汚れも少ないことから, 洗浄管理が軽減されるメリットもある。

特にタイラギは, 1個体あたりの産卵量が数千万粒¹⁷⁾と二枚貝の中でも多く, 親貝の保護・育成効果は高い。このため有明海福岡県地先において, 育成ネットを海底に設置することで親貝の育成場とし, 天然貝の生息域に配置することで, 資源回復に向けた一つの方策としての活用が可能であると考えられる。

今後は, 立ち枯れ斃死がみられず, 近年も親貝が分布する干潟域¹⁷⁾においてタイラギ資源を保護していくとともに, 非干出域では育成ネットを用いた複数年の育成試験を実施し, その設置規模を拡大することで再生産に必要な親貝量を維持し, 併せて漁場での立ち枯れ対策に取り組むことで, 総合的な資源の回復を図っていく必要がある。

文 献

- 1) 松井繁明. 有明海北東部漁場におけるタイラギの資源変動. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2002 ; 12 : 29-35.
- 2) 環境省. 生物(3)有用二枚貝. 有明海・八代海等総合調査評価委員会報告 2017 ; 175-176.
- 3) 川原逸郎, 伊藤史郎. 2000年, 2001年夏季に有明海北東部漁場で発生したタイラギの斃死Ⅰ. 佐賀県有明水試験場研究報告 2003 ; 21 : 7-13.
- 4) 環境省. 有明海全体一有用二枚貝の減少. 有明海・八代海等総合調査評価委員会報告 2017 ; 366-376
- 5) 川原逸郎, 伊藤史郎, 山口敦子. 有明海のタイラギ資源に及ぼすナルトビエイの影響. 佐賀県有明水試験場研究報告 2004 ; 22 : 29-33.
- 6) 的場達人, 廣瀬道宣, 長本篤, 吉田幹英, 篠原直哉. 有明海福岡県地先におけるタイラギの斃死要因に関する研究Ⅳ. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2016 ; 26 : 1-8.
- 7) 山下康夫. 有明海産タイラギに関する研究Ⅰ 漁獲量変動の周期性について. 佐賀県有明水産試験場報告 1980 ; 7 : 85-88.
- 8) 秋本恒基, 林 宗徳, 岩渕光伸, 山元憲一. リンケタイラギの致死酸素飽和度. 水産増殖 2004 ; 52(2) : 199-200.
- 9) 坂本達也, 田中勝久, 那須博史, 松岡数充. 有明海の浮泥がタイラギに及ぼす影響. 水産増殖 2008 ; 56(3) : 335-342.
- 10) 杉野浩二郎, 吉田幹英, 山本千裕. タイラギの生息に適した底質条件の検討ータイラギの生息状況とその底質条件ー. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2010 ; 20 : 53-60.
- 11) 前野幸男, 伊藤史郎, 山口敦子. 有明海におけるタイラギ大量斃死の病理学的解析. 西海区水産研究所主要研究成果集 2004 ; 7 : 14-15.
- 12) 吉田幹英, 筑紫康博, 松井繁明. 有明海におけるタイラギに寄生する条虫の幼生についてータイラギ斃死との関連についてー. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2005 ; 15 : 55-59.
- 13) 伊藤輝昭, 吉田幹英, 金澤孝弘, 内藤 剛, 岩渕光伸. タイラギ殻形状からみた斃死と資源変動. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2006 ; 16 : 97-104.
- 14) 秋本恒基, 林 宗徳, 相島 昇, 佐野二郎, 二島賢二, 渡辺裕介. 造洲漁場におけるタイラギの着底と成長. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 1995 ; 4 : 45-52.
- 15) 三井所正英, 山下康夫, 小野原隆幸. 有明海産タイラギに関する研究Ⅱー成長と休止帯の形成について. 佐賀県有明水試験場研究報告 1980 ; 7 : 89-94.
- 16) 坂本達也, 前野幸男, 松井繁明, 吉岡直樹, 渡辺泰徳. タイラギの性成熟と各種組織におけるグリコーゲン量との関係. 水産増殖 2005 ; 53(4) : 397-404.
- 17) 水産研究・教育機構・福岡県・佐賀県・長崎県・熊本県. 平成29年度二枚貝資源緊急増殖対策委託事業報告書 2017 ; 8-20.

福岡県豊前海におけるキジハタの成熟，成長及び年齢

俵積田 貴彦・野副 滉・黒川 皓平
(豊前海研究所)

福岡県豊前海におけるキジハタ *Epinephelus akaara* の生物情報を得るため，成熟，成長及び年齢に関する調査，解析を行った。生殖腺指数の月別推移より産卵期は6～7月と推定された。耳石輪紋を調べた結果，標示（透明帯から不透明帯への移行部）は年1回，5～7月頃に形成されると推測され，年齢査定に有効と判断された。耳石標示から標本魚の年齢査定を行い，雌雄別に成長式を求めたところ，1歳で全長雄325mm，雌151mm，2歳で雄346mm，雌247mm，3歳で雄366mm，310mm，4歳で雄383mm，雌349mm，5歳で雄398mm，雌375mm，6歳で雄411mm，雌392mm，7歳で雄423mm，雌402mm，8歳で雄434mm，雌409mmと推定された。なお，本研究で得られた標本魚の最高齢は雄25歳，雌で20歳であった。

キーワード：キジハタ，成熟，成長，年齢，成長曲線

キジハタ *Epinephelus akaara* は，マハタ属の魚類で日本国内では東北から九州の浅い岩礁帯に生息する¹⁾。本種は福岡県豊前海では主に沿岸域の建網によって漁獲される。希少かつ美味であることから市場では他魚種と比較して高価に取引されており，近年，漁獲量が増加傾向にある。また，燃油高騰や漁業者の高齢化に伴い，沿岸で操業可能な建網の従事者が増加傾向にあり，キジハタは重要な位置を占めつつある。これらのことから当海域の漁業者はキジハタを重要な魚種として認識しつつあるが，当海域での同魚種に関する知見はほとんどない。

そこで，本研究では本県豊前海で採捕される本種の成熟，成長及び年齢を調査し，成熟時期やその開始年齢，また，成長と年齢の関係等について基礎的知見を収集した。

方 法

標本魚は，2015年4月から2018年8月にかけて図1に示す福岡県豊前海沿岸域の水深15m未満で行われている建網で漁獲されたキジハタ707個体を用いた。年月別の雌雄別個体数及び全長範囲を表1に示す。

全標本魚について全長を1 mm単位，体重を0.1g単位，及び生殖腺重量を0.1g単位で測定し，これらの測定値を用いて生殖腺指数(GSI : Gonad Somatic Index)を以下のとおり求めた。雌雄は生殖腺を目視で判別し，これが困難な場合は顕微鏡下で確認した。

$$GSI = (\text{生殖腺重量 g} / \text{体重 g}) \times 100$$

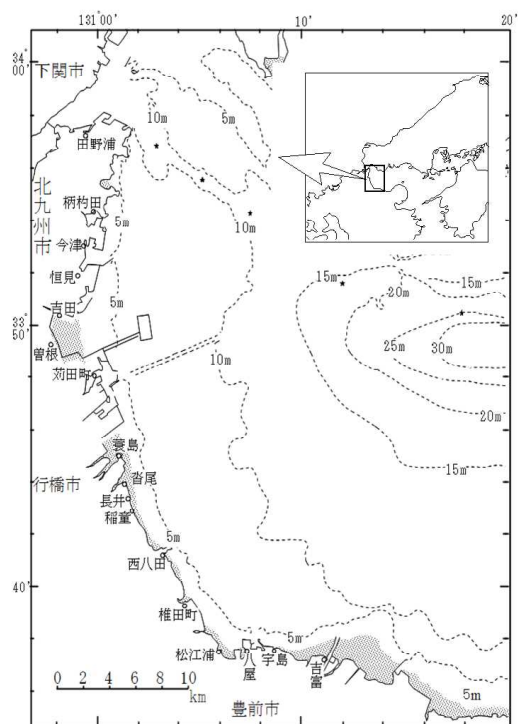


図1 標本魚採集海域

雌雄が判別できた674個体(雄81個体，雌593個体)について雌雄別の全長と体重の関係を求めた。一般に全長(X)と体重(Y)との関係はアロメトリー(相対成長)式 $Y=aX^b$ (a, bは定数)で示されることから，MS-Excelのソルバーを用いた非線形最小二乗法により係数 a, bを推定した。

標本魚のうち375個体については，耳石を採取した。

表 1 標本魚の雌雄別個体数及び全長範囲

採集年月	サンプル個体数			全長範囲 (mm)	
	雄	雌	不明	雄	雌
2015年	4月	1	31	528	231 ~ 450
	5月	2	24	428 ~ 480	257 ~ 435
	6月	2	27	420 ~ 425	168 ~ 443
	7月	1	16	420	254 ~ 460
	9月		4		263 ~ 303
	10月		1		254 ~ 254
2016年	4月	3	35	419 ~ 444	266 ~ 445
	5月	3	18	412 ~ 440	270 ~ 459
	6月	5	34	405 ~ 530	225 ~ 495
	8月		2		305 ~ 369
2017年	4月	3	18	382 ~ 434	271 ~ 419
	5月	8	44	389 ~ 470	270 ~ 402
	6月	18	66	340 ~ 460	254 ~ 429
	7月	6	48	345 ~ 380	255 ~ 410
	8月	2	27	375 ~ 395	245 ~ 387
	9月	2	12	435 ~ 465	279 ~ 405
	10月	5	17	336 ~ 445	191 ~ 405
	11月		1		374
	12月	2	3	514 ~ 517	315 ~ 388
	4月	3	6	430 ~ 460	325 ~ 383
	5月	2	52	379 ~ 432	286 ~ 428
	6月	5	25	394 ~ 485	217 ~ 460
2018年	7月	5	39	329 ~ 455	239 ~ 390
	8月	3	43	360 ~ 480	215 ~ 435
	総計	81	593	33	329 ~ 530

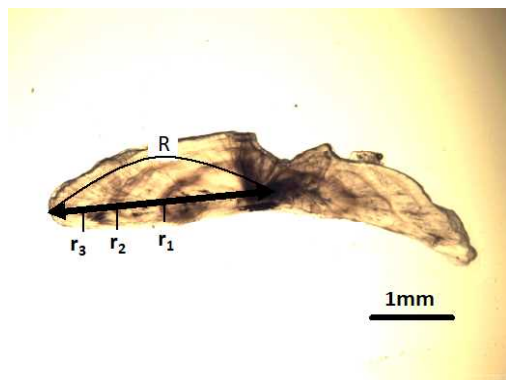


図 2 耳石断面図及び測定部位

このうち雄は59個、雌は305個、性別不明は11個体であった。耳石は主に右側（明らかな破損や紛失の際は左側）を採取し、水洗後、乾燥保存した。研磨機により短軸にそって中心まで切断後、スライドガラス上に接着剤で貼り付け、さらに研磨機により上部から厚さ約0.5mmまで削ったものを顕微鏡下で観察し、画像保存した後、標示長の測定を行った。耳石の研磨作業、輪紋数計測、標示長測定及び写真撮影についてはマリノリサーチ株式会社に委託した。耳石には中心軸を通る縦断面に透明帯と不透明帯の2種類の輪紋が交互に形成されており、透明帯から不透明帯との距離を標示長として測定を行った。

測定部位は図2に示すように中心から外縁までを耳石長(R)、中心から各標示までの距離を標示長(r_n : nは中心からの標示数)とし、 μm 単位で記録したうえで、耳石長と全長及び耳石長と各標示長の関係を調べた。さらに、標示の形成時期を推定するため、耳石の縁辺成長率(MI: Marginal Index)を以下の式により求めた。

$$MI = (R - r_{\max}) / (r_{\max} - r_{\max-1}) \times 100$$

R: 耳石長 (mm)

$r_{\max}$: 最外標示の標示長

なお、これらの解析の際、奇形や破損が確認されたものは除外した。

キジハタの年齢と成長の関係は、年齢査定を行った375個体のうち雌雄が判別できた雄59個体、雌305個体のデータを用いて、萱野²⁾と同様に von Bertalanffy の成長式により求めた。

$$L_t = L_{\max} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

L_t : 年齢 t 歳の推定全長 (mm)

$L_{\max}$: 最大到達全長 (mm)

K: 成長係数

t: 年齢

t_0 : $L_t=0$ となる時の年齢

$L_{\max}$, K 及び t_0 の3つのパラメータは五利江³⁾の方法に従い、MS-Excel のソルバーを用いて、非線形最小二乗法により求めた。さらに年齢査定を行った個体の全長データを用い、全長20mm 間隔で全長年齢相関表(Age-length-key)を作成した。

結 果

1. 成熟

雌雄別 GSI の月別推移を図3に示した。雄の GSI は調査期間を通してほぼ1.0%以下で推移し、明確なピークは確認されなかった。山本ら⁴⁾は雌の成熟基準の一つとして GSI 2%以上を提案しているが、当海域での雌の GSI は5月頃から2%を超える個体が出現しはじめ、6~7月にピークがあった。8月になると2%以上の割合は減少し、9月では1個体、10月では確認されなかった。また、雌は GSI 5%以上で産卵すると考えられ⁵⁾、これを参考とすると5%以上は6~7月で最も多かった。

2. 年齢・成長

(1) 全長と体重の関係

測定で得られた全長と体重のデータをもとに、雌雄別の全長と体重との関係を図4及び表2に示した。全長と

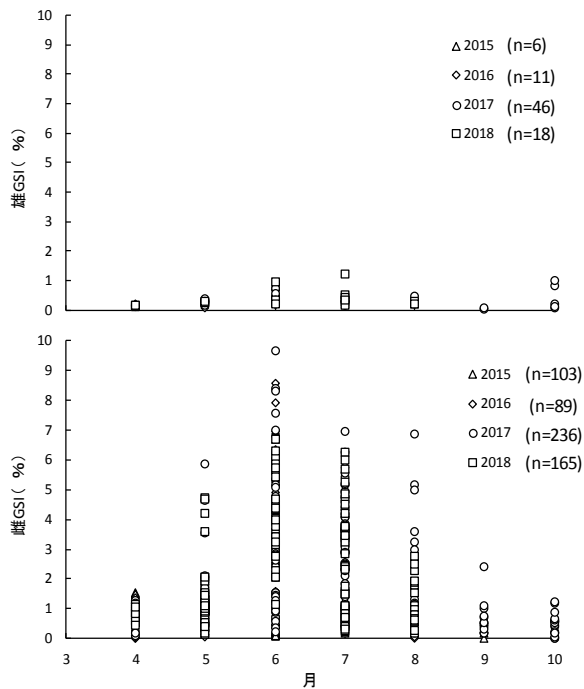


図3 GSIの月別推移(上段:雄, 下段:雌)

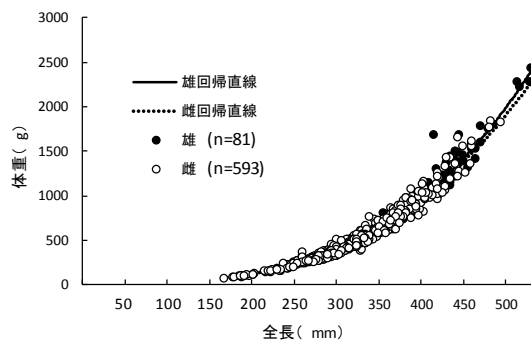


図4 雌雄別全長と体重の関係

表2 雌雄別の全長及び体重範囲

	全長 (mm)			体重 (g)		
	最大	最小	平均	最大	最小	平均
雄	530	329	415.7	2439.7	520.1	1146.6
雌	495	168	324.1	1839.6	69	542.3

体重との関係には雌雄ともに有意な正の相関があり、次の関係式が得られた。

$$\text{雄: } Y = 4.011 \times 10^{-6} X^{3.222} \quad (n=81, r=0.951, p<0.01)$$

$$\text{雌: } Y = 1.045 \times 10^{-5} X^{3.060} \quad (n=593, r=0.946, p<0.01)$$

X: 全長 (mm), Y: 体重 (g)

雄の最大全長は530mm, 最小は329mm, 雌の最大全長は495mm, 最小は168mmであった。

(2) 全長と耳石長の関係

耳石を採取した375個体のうち、雌雄が判別でき、破損もしくは奇形を除いた311個(雄52個体, 雌259個体)

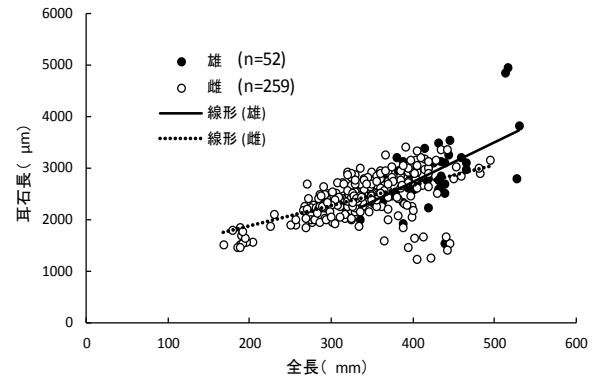


図5 雌雄別全長と耳石長との関係

の耳石長について、雌雄別の全長との関係を図5に示した。全長と耳石長には有意な正の相関が確認され、次の関係式が得られた。

$$\text{雄: } R = 7.651X - 323.63 \quad (n=52, r=0.625, p<0.01)$$

$$\text{雌: } R = 3.929X + 1093 \quad (n=259, r=0.544, p<0.01)$$

R: 耳石長 (μm), X: 全長 (mm)

(3) 耳石長と標示長との関係

耳石の標示長を測定した結果、標示が認められなかったものではなく、破損もしくは奇形を除いたもののうち標示数1本が15個体、標示数2本が80個体、標示数3本が98個体、標示数4本が38個体、標示数5本が8個体、標示数6本が30個体、標示数7本が29個体、標示数8本が11個体、標示数9本以上が10個体であり、本調査における最大の表示数は雄で25、雌で20であった。そのうち、サンプル数が比較的多い標示数1～4及び6～7のそれぞれの耳石について、標示形成の相似性を確認するため、耳石長と標示長との関係を図6に示した。各標示数毎に耳石長と標示長との間には、 r_1 を除いて正の相関が確認された。

(4) 耳石における標示形成時期の推定

2015～2017年の標示数2～8のMIを月ごとにまとめ、0.3間隔で階級分けし、4～10月までの月別の階級別出現割合を図7に示した。MIが0.3未満の個体は4～7月に出現し、0.3以上0.6未満の割合は4月から8月までは減少傾向であったが、9月になると上昇した。0.6以上0.9未満の割合は4～7月まで概ね横ばいで推移した後、8月に増加した。0.9以上の割合は増減しながら推移した。

(5) 成長

(1)のGSI月別推移から、当海域におけるキジハタの産卵期は6～7月と推定した。また、(2)及び(3)の結果から、雌雄ともに耳石と全長に正の相関があることや標示の形成に相似性があることから、耳石の標示は年齢・性質推定に有効であると判断した。(4)の結果で

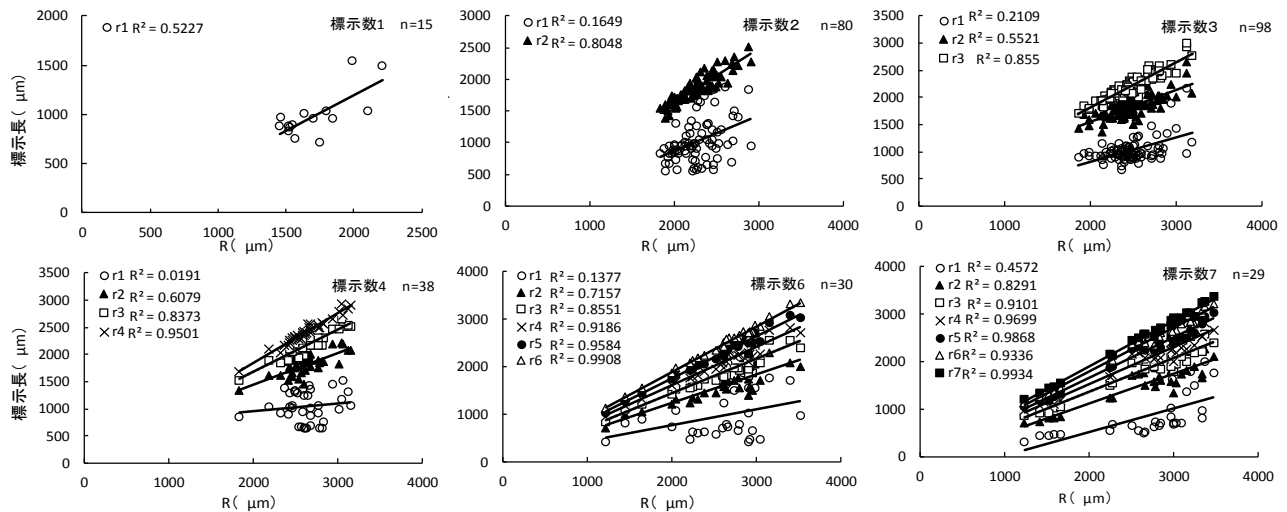


図6 標示数別耳石長と標示長の関係

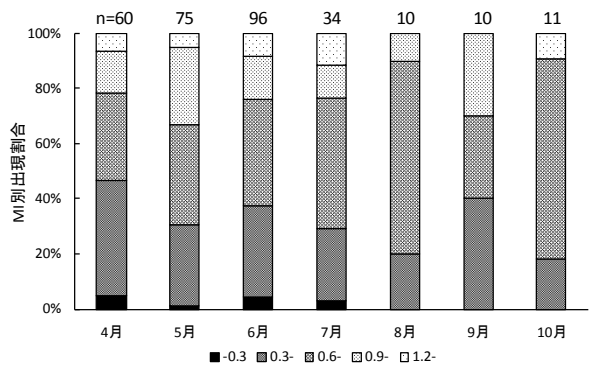


図7 耳石の縁辺成長率頻度分布の月別推移

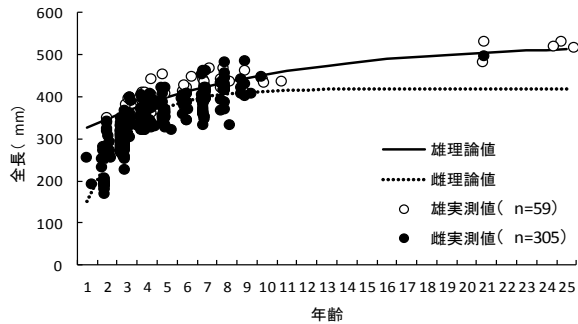


図8 雌雄別成長曲線

表3 成長式に基づく雌雄別の全長と体重

年齢	雄		雌	
	全長 (mm)	体重 (g)	全長 (mm)	体重 (g)
1	325	497	151	48
2	346	611	247	220
3	366	727	310	437
4	383	842	349	634
5	398	954	375	788
6	411	1063	392	899
7	423	1166	402	975
8	434	1264	409	1027

は8月以降のサンプル数が他の月と比較して少ないため、明確な判断は困難であったが、MI0.3未満が4～7月に確認されたことや岡山水試⁵⁾は5～8月の標示形成を報告していることから、当海域での形成時期は年1回、5～7月と推定した。そこで、同種の誕生日及び標示形成時期を7月1日と仮定し、各個体の採集月及び標示数に応じて年齢を査定した。例えば、10月に採捕された個体で標示数1のものは1 + (3/12) = 1.25歳などとした。なお、本解析においては標示数が確認できた全ての耳石（奇形や破損含む）を用いた。

これらを踏まえて、各個体の年齢と全長をもとに成長曲線を推定し、次式にその結果を、図8に実測に基づく散布図及び成長式に基づく理論値を雌雄別に示した。また雄の個体数が雌に比較して少なかったため、参考までに雌雄及び性別不明のものをまとめた成長曲線も併せて示す。

雄 : $L_t = 525.5 (1 - e^{-0.11(t+7.590)})$ (n=59)

雌 : $L_t = 418.2 (1 - e^{-0.451(t+0.001)})$ (n=305)

雌雄 : $L_t = 455.9 (1 - e^{-0.310(t+0.704)})$ (n=375)

この式から1歳～8歳の雌雄別推定全長を求め、さらに2(1)で求めた全長－体重関係式をもとに体重を算出した結果を表3に示した。

年齢査定を行った雄59個体、雌305個体について、20mm刻みの全長区分毎に1歳から8歳以上までの各年齢別の個体数比率を算出し、雌雄別の年齢全長相関表（Age-length-key）を表4に示した。雄の年齢群別全長範囲は2歳が340～360mm、3歳が320～420mm、4歳が360～460mm、5歳が400～440mm、6歳が420～460mm、7歳が400～480mmであり、1歳未満は確認されなかった。雌は1歳が160～300mm、2歳が220～380mm、3歳が300～420mm、4歳が320～440mm、5歳が320～420mm、6歳が320～460mm、7歳が360～500mmであ

表 4 年齢全長相関表（上：雄，中：雌，下：雌雄）

全長範囲 (mm)	標本数 (尾)	年齢群別個体数比率								合計
		1	2	3	4	5	6	7	8+	
140 ~ 160	0									
160 ~ 180	0									0.00
180 ~ 200	0									0.00
200 ~ 220	0									0.00
220 ~ 240	0									0.00
240 ~ 260	0									0.00
260 ~ 280	0									0.00
280 ~ 300	0									0.00
300 ~ 320	0									0.00
320 ~ 340	1			1.00						1.00
340 ~ 360	8		0.13	0.88						1.00
360 ~ 380	6			0.67	0.33					1.00
380 ~ 400	8			1.00						1.00
400 ~ 420	10			0.22	0.22	0.11		0.22	0.22	1.00
420 ~ 440	12					0.08	0.33	0.33	0.25	1.00
440 ~ 460	6				0.29		0.29	0.14	0.29	1.00
460 ~ 480	3							0.67	0.33	1.00
480 ~ 500	1								1.00	1.00
500 ~ 520	2								1.00	1.00
520 ~ 540	2								1.00	1.00
540 ~ 560	0									
59										
全長範囲 (mm)	標本数 (尾)	年齢群別個体数比率								合計
		1	2	3	4	5	6	7	8+	
140 ~ 160	0									
160 ~ 180	2	1.00								1.00
180 ~ 200	12	1.00								1.00
200 ~ 220	3	1.00								1.00
220 ~ 240	2	0.50	0.50							1.00
240 ~ 260	6	0.33	0.67							1.00
260 ~ 280	16	0.06	0.94							1.00
280 ~ 300	28	0.04	0.96							1.00
300 ~ 320	29		0.97	0.03						1.00
320 ~ 340	80		0.21	0.66	0.09	0.01	0.01		0.01	1.00
340 ~ 360	34		0.06	0.44	0.29	0.03	0.18			1.00
360 ~ 380	25		0.04	0.24	0.36	0.04	0.24	0.08		1.00
380 ~ 400	28			0.21	0.14	0.07	0.39	0.18		1.00
400 ~ 420	19			0.05	0.11	0.05	0.37	0.21	0.21	1.00
420 ~ 440	10				0.20		0.10	0.60	0.10	1.00
440 ~ 460	7						0.29	0.43	0.29	1.00
460 ~ 480	1							1.00		1.00
480 ~ 500	3							0.33	0.67	1.00
500 ~ 520	0									0.00
520 ~ 540	0									0.00
540 ~ 560	0									
305										
全長範囲 (mm)	標本数 (尾)	年齢群別個体数比率								合計
		1	2	3	4	5	6	7	8+	
140 ~ 160	0									
160 ~ 180	2	1.00								1.00
180 ~ 200	12	1.00								1.00
200 ~ 220	3	1.00								1.00
220 ~ 240	2	0.50	0.50							1.00
240 ~ 260	6	0.33	0.67							1.00
260 ~ 280	16	0.06	0.94							1.00
280 ~ 300	28	0.04	0.96							1.00
300 ~ 320	29		0.97	0.03						1.00
320 ~ 340	83		0.20	0.65	0.11	0.01	0.01		0.01	1.00
340 ~ 360	44		0.09	0.52	0.23	0.02	0.14			1.00
360 ~ 380	32		0.03	0.31	0.34	0.03	0.19	0.09		1.00
380 ~ 400	39			0.38	0.13	0.05	0.31	0.13		1.00
400 ~ 420	29			0.10	0.17	0.07	0.24	0.21	0.21	1.00
420 ~ 440	22				0.09	0.05	0.23	0.45	0.18	1.00
440 ~ 460	15				0.07		0.27	0.27	0.40	1.00
460 ~ 480	4							0.75	0.25	1.00
480 ~ 500	5							0.20	0.80	1.00
500 ~ 520	2								1.00	1.00
520 ~ 540	2								1.00	1.00
540 ~ 560	0									
375										

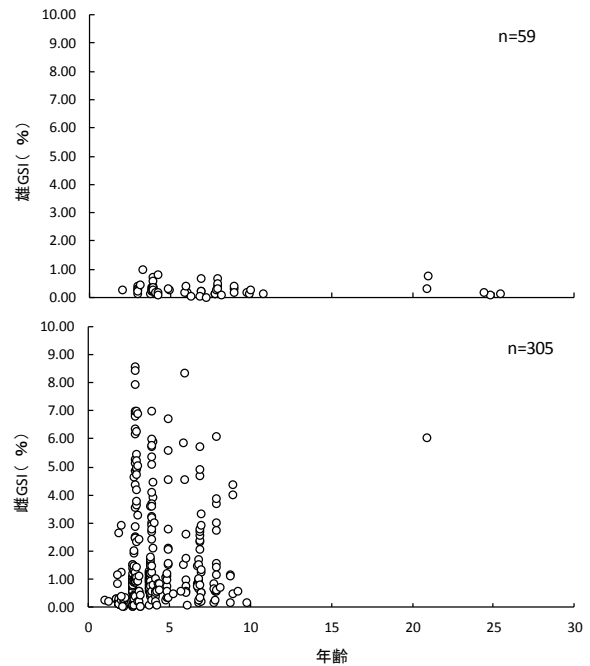


図 9 雌雄別年齢と GSI（上段：雄，下段：雌）

った。160mm 未満は標本の採取がないため年齢群は不明であった。同一年齢においても120～160mm 程度の全長差があり，460mm 以上ではほぼ7歳以上であった。

年齢と雌雄別 GSI の関係を図9に示した。雄は年齢に関わらず，GSI は低い傾向であり最大でも1.0%であった。雌についてより詳細に検討するために，GSI がピークであった6～7月中の GSI 2%以上出現割合を年齢別に示した（図10）。雌は1歳から17個体中1個体，2歳で28個体中18個体，3歳で35個体中27個体，4歳で14個体中10個体，5歳で2個体中2個体，6歳で17個体中10個体，7歳で17個体中7個体，8歳以上で4個体中3個体が GSI 2%以上が確認された。

本種が雌雄同体の雌性先熟であることを踏まえ，年齢及び全長別（20mm 間隔）の雌雄比を図11及び12に示した。2歳から雄が現れ，9歳以降で雄の割合が半数以上となった。ただし，サンプル数は少ないが高齢と考えられる20歳でも雌が確認された。全長別では320～340mm で雄が現れ，420mm 前後で雄の割合が半数以上となった。ただし，約500mm でも一部雌が確認された。

考 察

1. 成熟

雄の GSI は各月とも1.0%を下回り，明確なピークは確認されなかった。これはこれまでの報告^{6,7)}とほぼ一

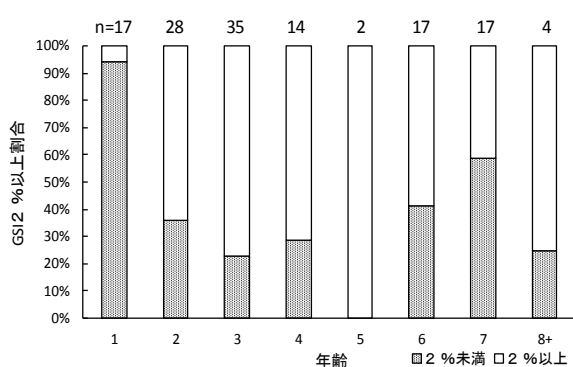


図10 6～7月の雌 GSI 2%出現割合

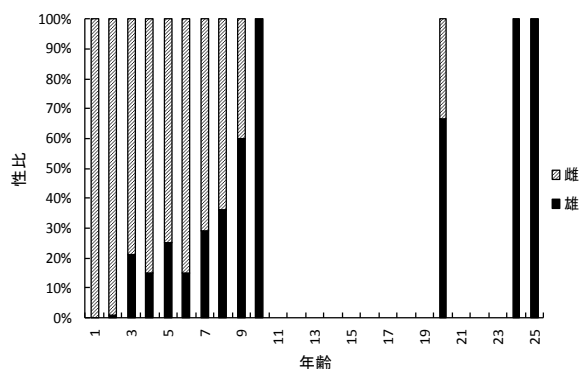


図11 年齢別の性比

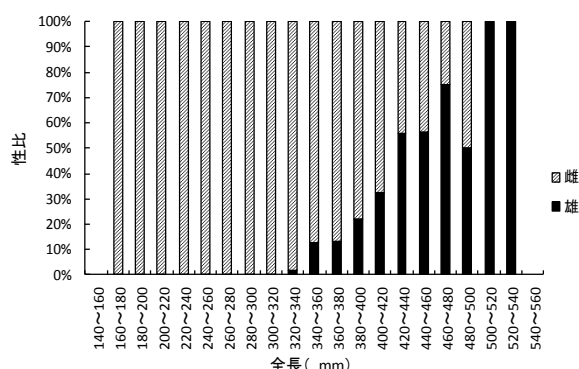


図12 全長別の性比

致した。雌の GSI は5月から上昇し始め、6～7月に5%を超える個体が多く、以降は急減した。GSI 5%以上で産卵すること⁵⁾を考慮すると産卵は6～7月に行われることが考えられた。ただし、瀬戸内海中中部^{5, 6)}ではキジハタの産卵期は7～9月と報告されており、本研究ではこれより約1ヶ月早い傾向であることが示された。一般に、キジハタを含めた北方系のハタ科魚類の生殖腺発達は水温と日長の影響を受けるが⁸⁾、本研究では採捕時における水温や日長等の環境に関するデータが得られてないことから、この要因について検討出来ない。産卵親魚保護の観点から、これらの知見を入手し他海域と異なる産卵時期に関する検討を進める必要がある

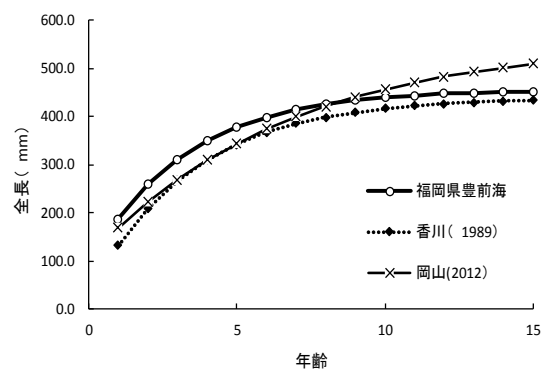


図13 海域別キジハタの成長曲線

う。

年齢と GSI について検討した。雄は高齢であってもほぼ1.0%未満に対し、産卵期と推定された6～7月では雌1歳の一部で2%以上が確認され、2歳以降は多少の増減はあるものの概ね半数以上で GSI 2%以上であった。山本ら⁴⁾は雌の GSI 2%での成熟基準を提案しており、本研究の結果から当海域では1歳から一部成熟する可能性が示唆された。萱野、尾田²⁾は人工種苗を用いて産卵量、田中ら⁷⁾は組織学的観察から2歳雌での成熟産卵を確認している。今回、産卵量測定や生殖腺の組織学的な観察は行っていないため、当海域での推定は困難であったが、今後、資源管理を見据えるためにより低年齢でも成熟する可能性を考慮し、成熟については精査する必要がある。

2. 成長及び年齢

キジハタの耳石を用いて年齢査定を行った。全長と耳石長には雌雄ともに正の相関があり、その標示形成に相似性が確認できたことから、耳石の標示は年齢形質として有効であると判断できた。MI は8月以降のサンプル数が少ないため判断が困難ではあったが、MI0.3未満が4～7月に確認されたことや、岡山水試⁵⁾との報告を参考とすると年1回、5～7月に形成されると考えられた。これらの情報をもとに、年齢と全長との関係を求め、さらに Age-length-key を作成することができた。この表から本種の雌は同一年齢群において、100～160mmの幅があることが認められると同時に、同一全長であっても年齢幅が大きいことが示された。雄は個体数が少ないため2歳で確認されなかった全長群が3歳で確認されるといった不自然な点を確認された。また、年齢と全長との関係である成長式において、10～20歳前後のサンプル数が極端に少ない状況で解析を行っているため極限全長等について過小評価となっている可能性がある。これらの点を今後検証するために継続したサンプル採集及び解析

による精度向上が求められる。

年齢と成長について当海域と同じ瀬戸内海に属する岡山県笠岡市周辺海域⁹⁾や香川県伊吹島周辺海域¹⁰⁾と比較した(図13)。両県とも雌雄まとめて Bertalanffy の成長式で推定しているため，ここでは雌雄まとめた成長式を参考したところ，本報告の成長曲線は両県と類似した。参考として15歳時点での全長を比較すると，岡山県は537mm，香川県は438mm であるのに対し，当海域は15歳で456mm と推定された。前述のとおり本研究の成長曲線は過小評価されている可能性はあるが，当海域のキジハタは岡山県より小さく香川県と同等の成長であることが考えられた。

一般にキジハタは雌性先熟の雌雄同体で，成長に伴い雄の割合が高まることが知られ，概ね320mm 前後で雄の割合が高まるとされる¹¹⁾。しかしながら，当海域では320mm 前後から雄が出現し始め，420mm 前後を境に雄の割合が増加した。さらに，雌でも高齢かつ大型個体が確認されている(最大全長495mm，最高齢20歳)。本種の性転換は群れの社会構造などが大いに関連すると考えられるが¹²⁾，詳しい要因は本研究の結果からは不明であり，今後検証が必要であろう。

当海域におけるキジハタについては報告事例が少なく，基礎的知見が不足していたが，今回，成熟，年齢及び成長に関する生物情報が取得でき，今後の研究を進める上で重要であると考えられる。今回の研究では前述したような雄の Age-length-key に不自然な点が確認されたため，継続した耳石解析が必要である。研究を進展させるためには，継続的な全長測定を行い，年齢別漁獲尾数，自然死亡係数，漁獲死亡係数等の解析が必要であろう。これらをもとに資源解析につなげていきたい。

文 献

- 1) 独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所. 長崎県五島市福江島のハタ類フィールドガイド. 2015
- 2) 萱野泰久，尾田正. 人工生産したキジハタの成長と産卵. 水産増殖 1994 ; 42 (3) : 419-425.
- 3) 五利江重昭. 資料 MS-Excel を用いた成長式のパラメータ推定. 水産増殖 2002 ; 49 (4) : 519-527.
- 4) 山本昌幸，小林靖尚. 資料瀬戸内海中央部におけるキジハタ *Epinephelus akaara* の産卵期と肉眼的観察による製版別の信頼性. 水産増殖 2017 ; 65 (2) : 165-169.
- 5) 岡山県水産試験場. 平成元年度地域特産種増殖技術開発事業魚類・甲殻類グループ総合報告書 1990. 岡 1 - 岡45
- 6) 鶴川正雄，樋口正毅，水戸敏. キジハタの産卵習性と初期生活史. 魚類学雑誌 1966 ; 13 (4 / 6) : 156-161.
- 7) 田中秀樹，広瀬慶二，野上欣也，服部圭太，石橋矩久. キジハタの性成熟と性転換. 養殖研報 1990 ; 17 : 1-15.
- 8) 泉田大介，小林靖尚，征矢野清. I. ハタ科魚類の増養殖を考える科学「1章 生殖の科学」. ハタ科魚類の水産研究最前線(征矢野清，照屋和久，中田久編). 恒星社厚生閣，東京. 2015.
- 9) 萱野泰久. 岡山県備讃瀬戸海域におけるキジハタの漁獲実態と資源特性. 岡山水研報告 2012 ; 27 : 12-16.
- 10) 坂本久，越智洋雅，向井龍男. 地域特産種増殖技術開発事業(キジハタ). 香水試事報 1990 : 115.
- 11) 日本栽培漁業協会. H-5-1キジハタ. 日本栽培漁業協会事業年報 1989 : 32-34.
- 12) 萱野泰久. キジハタ. 水産増殖 1995 ; 43 (2) : 269-272.

合成アブシジン酸によるスサビノリ殻胞子の 放出促進効果および放出数増大効果について

井手 浩美・徳田 眞孝
(有明海研究所)

植物生長調整物質である合成アブシジン酸について、スサビノリ *Pyropia yezoensis* の殻胞子の放出促進効果および放出数増大効果を検討した。アブシジン酸を調整した培養海水を使用することにより、殻胞子の放出開始が早まり、放出数は増大した。さらに、殻胞子の放出に不適な高水温下でも、多量の殻胞子が放出されることが認められた。アブシジン酸によるノリの幼芽の生長阻害は認められず、アブシジン酸の殻胞子の放出促進効果および放出増大効果とその実用性を確認した。

キーワード：スサビノリ，殻胞子，合成アブシジン酸，高水温

福岡県有明海区のノリ養殖は、漁場に立てた支柱に張ったノリ網の下に、カキ殻を基質として十分に育成させた穿孔糸状体（カキ殻糸状体）を入れた採苗用ポリ袋を吊り下げ、糸状体から放出される殻胞子をノリ網に着生させる野外採苗を行っている。殻胞子の放出は海水温23℃台で促進されるため¹⁾、福岡県有明海区のノリ養殖では、海水温の低下を考慮して、採苗日が決定され、漁業者は、採苗日に殻胞子が放出されるように、約2週間かけて殻胞子囊の熟度の調整を行う。しかし、採苗日までに海水温が23℃台に低下しなかった場合、採苗において殻胞子の放出の鈍化による採苗の遅れや着生数の減少がみられる。これらは、ノリの生産期間の短縮や収量の減少に繋がるため、高水温下でも殻胞子放出を促す技術の開発が求められる。農業の分野では、植物生長調整物質による農作物への熟度促進効果は実証されているものの²⁾、ノリ養殖に関する知見は、2,4-ジクロロフェノキシ酢酸、ベンジルアミノリプリンによる葉体組織片の生長への影響³⁾や、エテホンによる殻胞子放出数増大に関する報告⁴⁾に限られており、殻胞子囊の熟度や殻胞子の放出に対する、植物生長調整物質のノリへの作用性は不明な点が多い。本研究に先立ち、予備試験として、植物生長調整物質のうち、パラクロロフェノキシ酢酸を有効成分とするトマトーン、ジベレリンを有効成分とするジベレリン協和粉末、エテホンを有効成分とするエテホン標準品、アブシジン酸を有効成分とする合成アブシジン酸（以下、アブシジン酸）を用いてノリ殻胞子囊に対する熟度促進効果を検証した結果、アブシジン酸で最も熟

度促進効果が認められたため⁵⁾、本研究は、殻胞子囊の熟度促進に伴う殻胞子放出に関する効果の詳細を把握することと、その効果を高水温下での採苗に応用することを目的とした。

1. アブシジン酸による殻胞子の放出促進効果および放出数増大効果試験

方 法

試験に用いた糸状体は、福岡有明海漁業協同組合連合会が種苗登録し、養殖の普及を図っているスサビノリ品種「福有」のフリーリビング糸状体をミキサーで細断したのち、大きさ1 cm × 1 cmに切断したマドガイ *Placuna placenta* の殻に蒔き付け、マドガイ殻穿孔糸状体（以下、マドガイ殻糸状体）として作成した。福岡県有明海区の養殖現場では、カキ殻を基質として穿孔糸状体を培養しているが、カキ殻は厚みのばらつきが大きく、糸状体から形成される殻胞子囊の形成量が一定しないため、試験では、形状が扁平で厚さが均一であり、一定の大きさへの裁断が容易であるマドガイ殻を基質に使用した。マドガイ殻糸状体は、地先海水（塩分30）1 Lに対しNPM培地原液（表1）を2 ml加え、0.2 μmのメンブランフィルター（Thermo Fisher Scientific社）で濾過滅菌した培養液を用い、水温18℃、光強度100 μmol m⁻²s⁻¹、光周期11時間明期：13時間暗期で1カ月間静置培養した後、水温27℃、光強度20 μmol m⁻²s⁻¹、13時間明期：11時間暗期で2カ月間静置培養し、十分に殻胞子囊を形成させ、試験に供し

た。

試験では、予めガラス板（1.8cm × 1.8cm、厚さ 1 mm）を敷いた管瓶（直径2.6cm × 高さ 9 cm）に、合成アブシジン酸（東京化成工業）を用いて、0.2μm のメンブランフィルターで濾過滅菌した地先海水のアブシジン酸濃度を 1 ppm、5 ppm、10ppm、100ppm に調整した培養液を入れたものを試験区、アブシジン酸を使用しないものを対照区として設定し、マドガイ殻糸状体の中央に直径0.5mm の穴を開け、線径0.45mm のステンレス製の針金を通してシリコ栓に装着し、管瓶の底から直上 2 cm の高さになるよう閉栓して吊り下げた。これを、殻胞子嚢の熟度が促進され、殻胞子が放出される水温18℃、光強度100μmol m⁻²s⁻¹、11時間明期：13時間暗期の条件下で 2 週間培養した。

放出殻胞子数は、培養 5 日目以降の明期 5 時間経過後に、ガラス板に沈着した殻胞子を、落射蛍光装置付き生物顕微鏡（ECLIPSE50i、ニコンインステック）を用いて、波長490nm、励起強度50%で照射したうえで、顕微鏡用デジタルカメラ（FLOYD、レイマー）を用いて、倍率100倍でガラス板の中央部と、中央 1 cm 角の 4 角の計 5 箇所を撮影し、画像内の殻胞子数の平均値を 1 cm 当りに換算して求めた。

結 果

アブシジン酸濃度別の殻胞子放出数の推移を図 1 に示した。試験区、対照区ともに培養 6 日目から殻胞子の放

表 1 NPM培地原液の組成

成分	分量
蒸留水	1 L
NaNO ₃	35g
グリセロリン酸Na	5 g
P I メタル（クレワット32）	11.3g

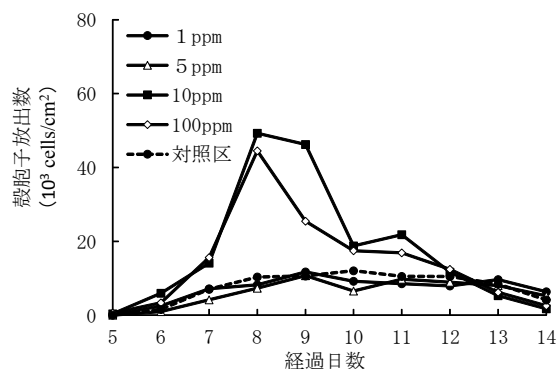


図 1 アブシジン酸濃度別の殻胞子放出数の推移

出が確認され、14日目まで継続した。アブシジン酸濃度 1 ppm 区、5 ppm 区、対照区では、6 日目から 9 日目まで、殻胞子放出数は微増傾向であり、1 ppm 区、5 ppm 区は 9 日目、対照区は 10 日目に最大となった。殻胞子放出数の最大値は、1 ppm 区で 11,750cells/cm²、5 ppm 区で 10,696cells/cm²、対照区で 10,613cells/cm² であった。10ppm 区、100ppm 区は、7 日目から増加傾向が見られ、8 日目に最大となった。殻胞子放出数の最大値は 10ppm 区で 49,282cells/cm²、100ppm 区で 44,531cells/cm² であった。

試験期間中のアブシジン酸濃度別の殻胞子総放出数を図 2 に示した。殻胞子総放出数はアブシジン酸濃度 1 ppm 区で 71,430cells/cm²、5 ppm 区で 61,786cells/cm²、10ppm 区で 175,258cells/cm²、100ppm 区で 145,105cells/cm²、対照区で 75,162cells/cm² であった。10ppm 区、100ppm 区と対照区間の殻胞子総放出数の差は有意であった（ $p < 0.05$, t 検定）。

2. アブシジン酸の実用性の把握

方 法

1. の試験の結果から、アブシジン酸は 10ppm で最も効果が高いと判断されたため、10ppm の条件下で、アブシジン酸の使用開始時期の違いによる殻胞子放出効果と、アブシジン酸の使用がノリ発芽体に与える影響について検討した。

(1) 使用開始時期別の殻胞子放出効果

アブシジン酸濃度を 10ppm に調整した培養液を試験開始日（1 日目）、4 日目、7 日目から使用した試験区、アブシジン酸を使用しない対照区を、1. の試験と同様の方法でマドガイ殻糸状体を 14 日間培養し、培養 5 日目から 14 日目まで殻胞子放出数を計数した。なお、7 日目については、殻胞子放出数の計測後にアブシジン酸を調

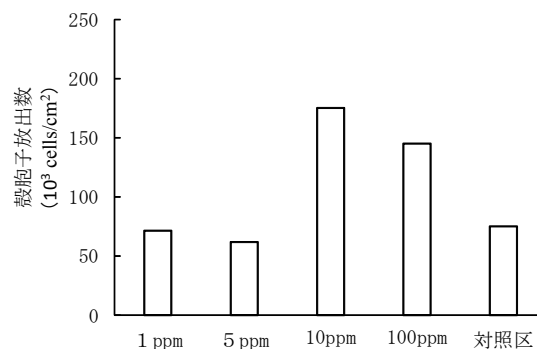


図 2 アブシジン酸濃度別の殻胞子総放出数

整した培養液を使用した。

(2) アブシジン酸のノリ発芽体への影響

アブシジン酸濃度を10ppm に調整した培養液を使用した試験区、アブシジン酸を使用しない対照区を、1. の試験と同様の方法で、マドガイ殻糸状体を10日間培養後、放出された殻胞子をクレモナ単糸に着生させた。これを300ml 丸底フラスコに移し、1/2 SWM-III 改変培地（表2）を0.2 μ m のメンブランフィルターで濾過滅菌した培養液を用いて、水温18℃、光強度100 μ mol m⁻²s⁻¹、光周期11時間明期：13時間暗期の条件下で、5日間通気培養を行い、生物顕微鏡で発芽体の分裂状況を観察した。

結 果

(1) 使用開始時期別の殻胞子放出効果

アブシジン酸使用開始時期別の殻胞子放出数の推移を図3に示した。殻胞子は、1日目区、7日目区で6日目、4日目区、対照区で7日目から放出が確認され、すべて14日目まで継続した。放出数は、1日目区で8日目、7日目区で9日目、4日目区で10日目、対照区で11日目に最大となった。殻胞子放出数の最大値は、1日目区で49,282cells/cm²、4日目区で63,994cells/cm²、7日目区で38,798cells/cm²、対照区で23,398cells/cm²であった。

アブシジン酸使用時期別の殻胞子総放出数を図4に示した。殻胞子総放出数は、1日目区で175,076cells/cm²、4日目区で199,580cells/cm²、7日目区で169,265cells/cm²、

対照区で83,792cells/cm²であった。各試験区と対照区間の殻胞子総放出数の差は有意であった（ $p < 0.05$, t 検定）。

(2) アブシジン酸のノリ発芽体への影響

殻胞子の発芽状況の経過を観察した結果、試験区、対照区ともに、着生後1日目に2細胞、2日目に4細胞、5日目に縦列細胞分裂が認められた。また、発芽体の形態に異常は見られなかった（図5）。

3. 高水温下におけるアブシジン酸の効果の把握

方 法

(1) 高水温下における殻胞子の放出促進効果

殻胞子の放出が完全に抑制される水温27℃[®]における、アブシジン酸の殻胞子放出促進効果を把握するために、アブシジン酸濃度を10ppm に調整した培養液を使用した試験区、アブシジン酸を使用しない対照区を、1. の試験と同様の方法で、マドガイ殻糸状体を水温27℃、光強度100 μ mol m⁻²s⁻¹、11時間明期：13時間暗期の条件下で14日間培養し、殻胞子放出数を培養5日目から14日目まで計数した。

(2) 水温を途中で上昇させた場合における殻胞子の放出促進効果

アブシジン酸を使用した熟度調整による高水温採苗時の殻胞子放出促進効果を把握するため、アブシジン酸濃度を10ppm に培養液を使用した試験区、アブシジン酸を使用しない対照区を、1. の試験と同様の方法で、マドガイ殻糸状体を水温18℃、光強度100 μ mol m⁻²s⁻¹、11時間明期：13時間暗期の条件下で8日間培養した後、高水温の漁場への展開を想定して、水温を27℃へ上昇させ、2日間培養し、殻胞子放出数は18℃培養8日目と27℃培養2日目まで計数した。

表2 1/2 SWM-III 改変培地の組成

成分	分量
海 水	1 L
NaNO ₃ (1.0M)	1 ml
Na ₂ HPO ₄ (50mM)	1 ml
FeCl ₃ (1.0mM)	0.7ml
金属混液 P I	1 ml
pH	7.5

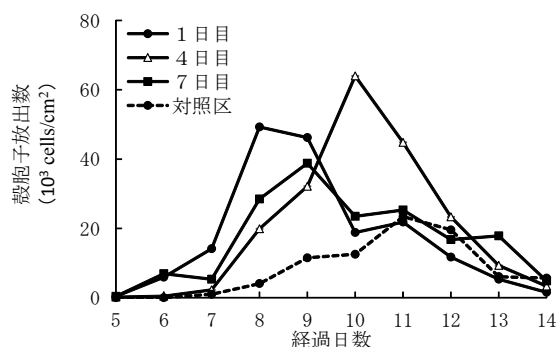


図3 アブシジン酸使用開始時期別の殻胞子放出数の推移

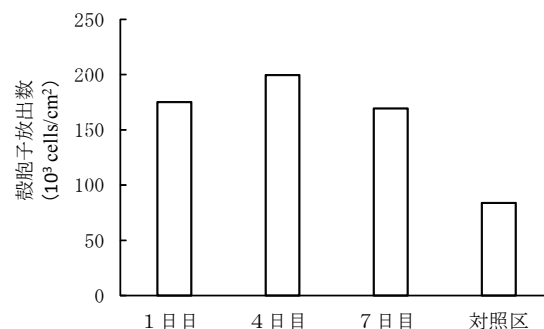


図4 アブシジン酸使用開始時期別の殻胞子総放出数



図5 幼芽期におけるノリ発芽体の顕微鏡写真（左：試験区，右：対照区）

（3）高水温下における野外採苗試験

養殖現場の実態に合わせ、室温、自然光下での約6ヶ月間の培養によって、十分に殻孢子嚢を形成させたカキ殻糸状体を用い、次亜塩素酸で滅菌後、チオ硫酸ナトリウムで中和した地先海水（塩分30）のアブシジン酸濃度を10ppmに調整した培養液を使用した試験区、アブシジン酸を使用しない対照区を、水温18℃、光強度 $100\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、11時間明期：13時間暗期の条件下で8日間培養して試験に供した。

野外採苗は、柳川市地先の18m×36mの区画に、長さ10.5mのFRP製の支柱を66本建て込んだ養殖施設に、ノリ網（1.8m×18m）3枚を重ねた上で4つ折りにして、試験開始日に水平に張り、ノリ網の下に、カキ殻糸状体を1枚入れた採苗用ポリ袋（13cm×14cm、通称落下傘）60個を、均一に分散するように吊り下げて行った。試験は、高水温下での採苗を想定し、海水温が24℃台に降下した2017年9月25日の午前8時からと、26℃台に降下した2018年9月11日の午前8時から開始して、それぞれ4日間実施した。午前11時以降にノリ網の18箇所から網糸を10cm切り取り、落射蛍光装置付き生物顕微鏡を用いて、倍率100倍で網糸1本あたり20視野を観察し、当日着生した殻孢子数と、発芽体を含めた総着生数を計数して、それぞれの平均値を網糸1cmあたりに換算して求めた。

結 果

（1）高水温下における殻孢子の放出促進効果

水温27℃での培養における殻孢子放出数の推移を図6に示した。試験区、対照区ともに培養期間を通じて、殻孢子の放出は確認されなかった。

（2）水温を途中で上昇させた場合における殻孢子の放出促進効果

水温18℃での培養8日目の殻孢子放出数と、その後、

水温27℃に上昇させた1日目、2日目の殻孢子放出数を図7に示した。18℃8日目の殻孢子放出数は、試験区で $8,427\text{cells/cm}^2$ 、対照区で $4,264\text{cells/cm}^2$ であった。27℃1日目は、試験区で $4,276\text{cells/cm}^2$ 、対照区で $1,390\text{cells/cm}^2$ と、18℃8日目の放出数と比較して、それぞれ51%、33%に大きく減少した。2日目は、試験区では、放出は確認されず、対照区も僅かに 31cells/cm^2 が放出されたのみであった。試験区と対照区間の殻孢子放出数の差は有意であった（ $p < 0.05$, t検定）。

（3）高水温下における野外採苗試験

海水温24℃台での殻孢子着生数と試験実施期間中の昼間満潮時水温の推移を図8に示した。試験期間中、海水温は24.4～24.8℃の間で推移した。殻孢子の着生は、試験区、対照区ともに採苗初日の9月25日から確認され、9月27日まで継続した。殻孢子着生数は、試験区、対照区ともに9月26日に最大となり、網糸1cmあたりの最大殻孢子着生数は、試験区で28.4個、対照区で10.8個であった。

殻孢子総着生数の推移を図9に示した。試験最終日の4日目の殻孢子総着生数は試験区は44.5個、対照区は18.3個と、試験区が対照区を大きく上回った。

海水温26℃台での殻孢子着生数と試験実施期間中の昼間満潮時水温の推移を図10に示した。試験期間中、海水温は26.0～26.6℃の間で推移した。試験区、対照区ともに9月12日から着生が確認され、9月14日まで継続した。殻孢子着生数は試験区で9月13日、対照区で9月14日に最大となり、網糸1cmあたりの最大殻孢子着生数は、試験区で1.3個、対照区で0.8個であった。

殻孢子総着生数の推移を図11に示した。試験最終日の4日目の殻孢子総着生数は、試験区は2.5個、対照区は1.2個と、試験区が対照区を上回ったものの、殻孢子総着生数は非常に少なかった。

考 察

本研究では、アブシジン酸は10ppm で最も効果が高いことが明らかになった。アブシジン酸を使用することで殻胞子放出の開始が早まり、多量の殻胞子が放出される期間が長くなるため、カキ殻糸状体の熟度調整が容易になると期待される。

アブシジン酸の使用開始時期については、1日目から

使用したものは8日目に殻胞子放出数が最大となったが、4日目から使用した場合は6日後の10日目、7日目から使用した場合は2日後の9日目に最大となっており、糸状体の熟度が進んでいる場合は短期間で効果が発現することが示された。総放出数は使用開始時期の違いによる大きな差は見られなかったが、最大放出数やその時期に違いが見られたことから、現場への応用に向けては、より詳細な検討を行い、状況に合わせた効果的な使用方

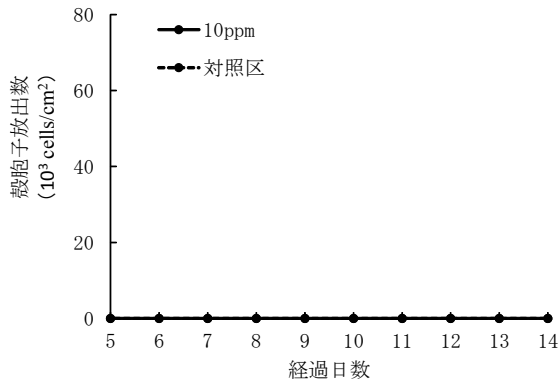


図6 水温27℃での培養における殻胞子放出数の推移

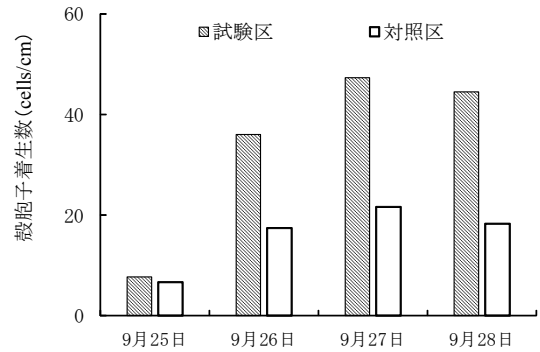


図9 海水温24℃台での野外採苗における殻胞子総着生数の推移

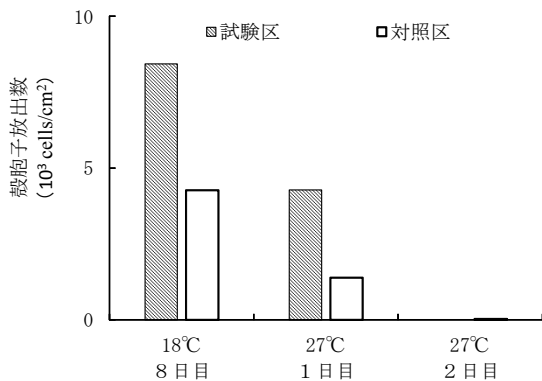


図7 培養水温を18℃から27℃に上昇させた場合の殻胞子放出数の推移

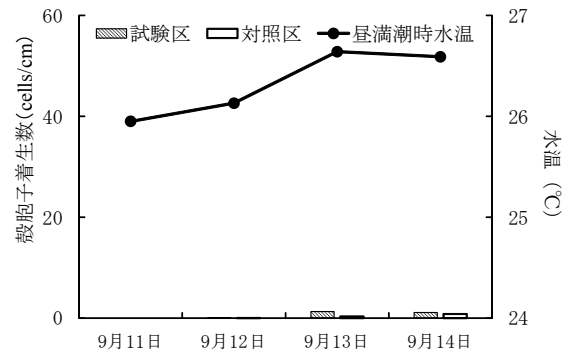


図10 海水温26℃台での野外採苗における殻胞子着生数と昼間満潮時水温の推移

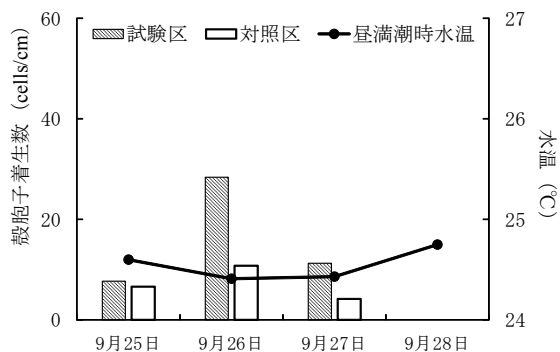


図8 海水温24℃台での野外採苗における殻胞子着生数と昼間満潮時水温の推移

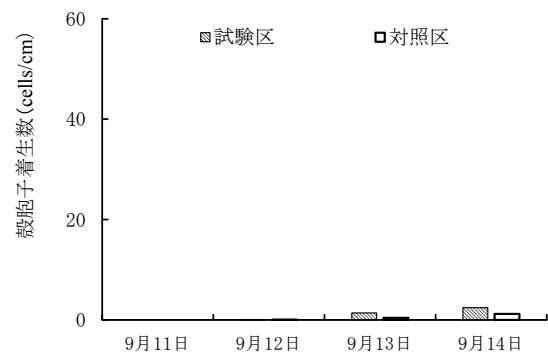


図11 海水温26℃台での野外採苗における殻胞子総着生数の推移

法を確立する必要がある。

高水温下におけるアブシジン酸の殻胞子放出効果については、水温27℃で糸状体を培養した場合は、アブシジン酸を使用しても殻胞子の放出は認められなかった。安部⁶⁾は、水温27℃では殻胞子は放出されないと報告しており、アブシジン酸を使用した今回の結果からも、水温27℃の培養では殻胞子を放出させることは困難と推察された。しかし、高水温の採苗を想定して水温を18℃から27℃に上昇させた場合には、殻胞子の放出数は大幅に減少するものの、試験区では、27℃1日目に対照区の約3倍に当たる4,276 cells/cm²の放出が確認され、対照区の18℃8日目の放出数を上回った。これは、アブシジン酸によって放出数が増大していたため、高水温条件に移行しても、対照区よりも多く放出されたものと推察された。但し、27℃2日目には放出が確認されなかったことから、水温27℃における採苗では、アブシジン酸を使用しても、養殖に必要な殻胞子着生数の確保は難しいと考えられる。また、海水温26℃台の野外採苗試験では、殻胞子着生数は極めて少なく、確認された発芽体の多くは単細胞であり、4分裂以上の発芽体がほとんど確認されなかったことから、海水温26℃以上では、アブシジン酸を使用しても多量の殻胞子放出は見込めず、殻胞子がノリ網に着生しても、多くは死滅すると考えられ、水温を27℃に上昇させた場合の結果と合わせて考えると、海水温26℃以上での採苗は困難であると推察される。

海水温24℃台での野外採苗試験では、ノリ網1 cmあたりの殻胞子総着生数は、試験区は試験開始2日目に36.1個、2日目には47.3個になった。福岡県有明海区のノリ養殖では、採苗時の着生数は35～50個が適正とされており、試験区では適正な着生数が速やかに確保されたが、対照区では、最終日の4日目でも適正な着生数に届かない18.3個であった。福岡県有明海区における過去30年間の採苗日の海水温の最高値は2005年の24.8℃であり、想定される採苗日の高水温帯は24℃台であると考えられること、水温24℃台では27℃に上昇させた場合よりも多くの殻胞子を放出すると推察されることから、海水温24℃台の採苗において、アブシジン酸の実用性は高いと考えられる。また、糸状体の熟度が進んでいる場合は、アブシジン酸の効果は短期間で発現することから、採苗日の海水温が23℃以下に低下しないと判断された場合に緊急的に使用することで、採苗を安定さ

せることが可能となると推察される。但し、山内⁷⁾によると、ノリ幼芽を水温25℃で室内培養した場合は、水温15℃と比較して、葉長は培養7日目以降、生長が鈍化する傾向にあり、10日目以降でくびれや細胞壁の肥厚突出の出現が報告されている。そのため、アブシジン酸の使用による高水温下での採苗は、あくまでも採苗期の一時的な高水温対策にのみ有効と推察される。

本研究では、アブシジン酸の効果を応用し、海水温24℃台での安定採苗の可能性が示唆されたが、高水温に限らず、殻胞子の放出が鈍化する低照度や低塩分環境下においても⁸⁾、アブシジン酸の応用による安定採苗が期待される。

文 献

- 1) 三根 崇, 横尾 一成, 川村 嘉応. 高水温条件下におけるノリの殻胞子放出. 佐賀県有明水産振興センター研究報告 2007 ; 23 : 1-3.
- 2) 高橋 久光, 小塩 海平, 太田 保夫. アブシジン酸がトマトの生育, 水分生理および温度ストレスに及ぼす影響. 園芸学会雑誌. (J. Japan. Soc. Hort. Sci.) 1993 ; 62 (2) : 389-397.
- 3) 岩渕 光伸. 植物生長調整物質を含む培地中でのアマノリ葉体組織片の培養. 福岡県有明水産試験場研究業務報告 1987 ; 17-20.
- 4) 尾田 成幸. 植物ホルモン添加によるノリ殻胞子放出促進効果. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2002 ; 12 : 11-13.
- 5) 淵上 哲, 小谷 正幸, 井手 浩美, 安河内 雄介. 「福岡のり」採苗安定化技術開発. 福岡県水産海洋技術センター事業報告 2016 ; 283-284.
- 6) 安部 昇. ノリの種苗生産及び育苗管理に関する研究. 福岡県有明水産試験場臨時研究報告 1986 ; 18-21.
- 7) 山内 幸児. ノリ幼芽の生長におよぼす温度の影響・I 温度条件とノリ芽の初期生長および形態について. 日本水産学会誌 1974 ; 40 (5) : 439-446.
- 8) 右田 清治. ノリ殻胞子と単胞子の着生. 長崎大学水産学部研究報告 1972 ; 33 : 39-48.

筑前海における小型定置網漁業の経営状況

里道 菜穂子・中原 秀人
(研究部)

福岡県筑前海区では、4漁協が落網型の小型定置網漁業を操業している。本研究では、漁協自営小型定置網漁業の経営状況を明らかにした上で経営モデルを作成した。また、経営改善策を実施した漁協について、その改善効果を検証した。

経営状況については、4漁協の平均売上は農林水産統計値¹⁾を39%下回っていたが、平均経常利益は24%上回っていた。1日当たり平均労働時間は一般労働者²⁾を10%上回り、1ヶ月当たり平均給与は農林水産統計値¹⁾を14%下回っており、4漁協に共通する課題は雇用確保であった。労働時間および給与の適正化を目標とした経営モデルの売上は39,952千円、営業利益は2,043千円であった。経営改善策を実施している1漁協について、実施前と実施後で損益分岐点比率が226%から98%に低下し、改善策に一定の効果が見られた。

キーワード：福岡県、筑前海、小型定置網、経営モデル、経営改善

定置網とは、一定の水域に漁具を設置し、入網した水産動物を漁獲する漁業であり³⁾、福岡県では第二種共同漁業権に基づく落網型とます網型の小型定置網漁業が主に操業されている。福岡県全漁獲量に占める割合は約3%程度で多くはないが⁴⁾、ごく沿岸で操業する小型定置網は、多少の時化でも操業できるため安定的な水産物供給の面からは重要な漁業種である。

筑前海区では、4つの漁協支所（以下漁協）が落網型の小型定置網漁業（以下小型定置網漁業）を操業している。本漁業の主な漁獲対象種は、サワラ、ブリ、マアジ、カンパチ等の浮魚類である（図1）。近年、福岡県における小型定置網漁業の漁獲量は減少傾向にあり（図2）、経営への影響が懸念される。

筑前海区の小型定置網に関する既往の研究では、志賀島で水温変動と漁獲された魚種の関係性⁵⁾や、漁獲物の経年変動⁶⁾が報告されているが、小型定置網漁業の経営状況を調査、分析した事例はなく、指標となる経営モデルを検討した例もない。

本報では、まず筑前海区の漁協自営小型定置網漁業の経営状況を明らかにした上で経営モデルを作成した。また、収支の悪化をきっかけに、近年、経営改善策を実施した1漁協について、その改善効果を検証し、経営モデルとの比較を行った。

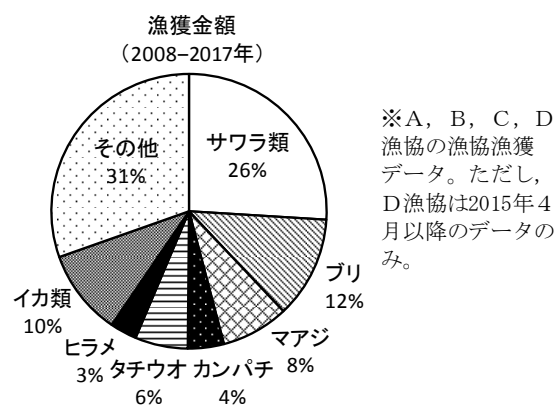
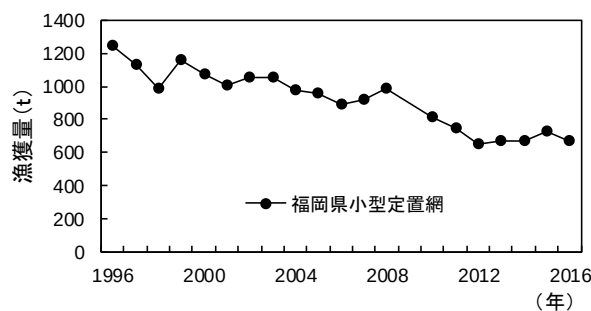


図1 小型定置網漁業の魚種別漁獲金額



※九州農林水産統計。漁獲量にはます網を含む。

図2 小型定置網漁業の漁獲量

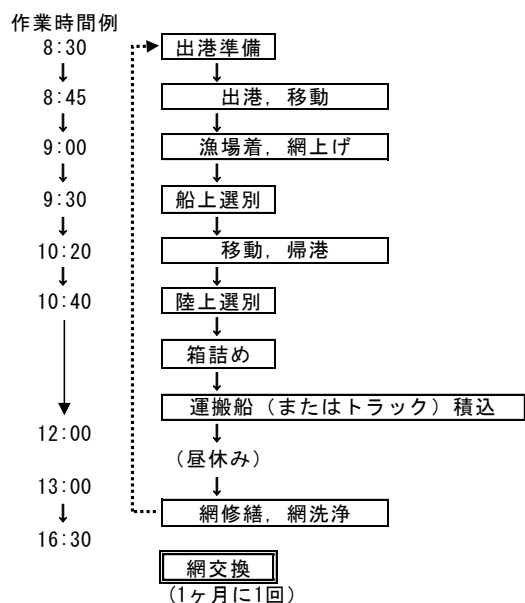


図3 小型定置網漁業の一般的な作業工程

方 法

筑前海区で小型定置網漁業を経営する4漁協について調査したが、情報保護の観点からA、B、C、D漁協とする。なお、4漁協には同一漁協の支所も含まれるが、今回は便宜的に「漁協」とする。各漁協について財務資料、出荷データを調べ、経営や漁労作業、出荷作業等に関する聞き取りを行った。経営モデルの目標値について、就業日数は、休日を週休2日、正月5日間、盆3日間、祝日等14日とした計126日から算出して239日とした。従事者の給与については、農林水産統計値¹⁾と同等の年間3,298千円とした。

経営改善策の効果は、損益分岐点分析を用いて検証した。

結 果

1. 小型定置網漁業の作業工程

筑前海区における小型定置網漁業の一般的な作業工程を図3に示した。午前中に漁獲および出荷作業を行い、午後に網修繕および洗浄作業を行うのが一般的であったが、天候や潮汐により順序が前後する場合があった。漁獲物の選別については、船上で「活かし」、「水氷漬け」、「氷漬け」の3種に分けた後、陸上で魚種ごとの選別および箱詰めを行う2段階選別の方式をとっていた。箱詰め作業後、出荷まで時間がある場合は漁獲物を冷蔵庫に保管し、直に出荷する場合は、運搬船またはトラック

に積み込み作業を行っていた。

次に網修繕および洗浄作業は、汚れて陸上げしている網を対象としていた。修繕と洗浄のため、どの漁協も網を2組以上所有し、定期的に網替え作業を行っていた。聞き取りによると、網替えは1ヶ月に1回程度の頻度で行われ、陸上げた網を約1ヶ月間かけて修繕、洗浄していた。落網型の小型定置網は箱網、昇網および囲網の3つの網で構成されているため、それぞれの汚れの度合いに応じて陸上げる網を選定していた。網替えには、船上での作業員の他に潜水士を必要とするため、B、C、D漁協では網替え時に潜水士を臨時雇用しており、A漁協は従業員が潜水士の役割も担っていた。

2. 経営状況

(1) 経営概況

筑前海区における小型定置網漁業の経営概況を表1に示した。大きな特徴は、すべて漁協が経営している点であった。2011年度以前は個人事業の小型定置網漁業が操業されていたが、2018年度現在は廃業または吸収合併されるなどして、漁協自営のみとなった。

次に施設については、小型定置網を2箇所敷設しているのはA漁協のみで他の3漁協は1箇所であった。垣網の長さは平均555mで、砂地の26m以浅の海域に敷設されていた。操業隻数はB漁協のみ2隻で、他の3漁協は1隻であった。A、B、C漁協は本船以外に網替え用の漁船を所有しており、D漁協は本船1隻のみ所有していた。

(2) 雇用

雇用については、従事者数は3-12名と幅があった。年齢構成は60代が最も多く、20代以下の若手は各漁協に1-2名いるが、30代は不在であり、最高齢は80代であった。高齢の漁業者が退職していく中、雇用確保が全ての漁協で課題となっていた。

操業サイクルについては、2013年度以前は全漁協が潮汐に合わせており、就業時間帯が不規則であったが、2018年度現在はA、B漁協が日中の定時操業に変更していた。労働時間については、1日当たり平均労働時間が8.5時間、平均年間就業日数は273日、出漁日数は208日であった。時化等で出漁できない日は陸上で網修繕等の作業が行われていた。就業日数は漁協によって差が大きく、週休2日を確保していたB漁協は就業日数が最も少なく、正月と祭事以外の定休がないC漁協は就業日数が最も多かった。また、D漁協は漁獲量が減少する時期には約2ヶ月間休業していた。

表 1 小型定置網漁業の経営概況

	A 漁協	B 漁協	C 漁協	D 漁協	平均
経営主体	漁協	漁協	漁協	漁協	漁協
定置網の数（個）	2 ^{※2}	1	1	1	1
垣網長さ（m）	450／825	700	500	300	555
所有船隻数（隻）	4	3	3	1	3
操業隻数□トン数）	1 (14.5 t)	2 (3.6 t／3.8 t)	1 (8.5 t)	1 (4.0 t)	1 (10.1 t)
従事者数（人）	12	8	5 ^{※5}	3 ^{※6}	7
年齢構成 ^{※1}	20代以下	1	2	1	0 ^{※7}
	30代	0	0	0	0
	40代	2	0	2	1
	50代	1	2	2	1
	60代	5	2	0	1
	70代以上	3	2	0	0
操業サイクル	定時操業 ^{※3}	定時操業 ^{※4}	潮止まり時 操業	潮止まり時 操業	—
就業日数（日）	276	239	316	260	273
出漁日数（日） ^{※1}	205	200	266	159	208
1日当たり労働時間□時間）	6.9	8.0	9.9	9.0	8.5
年間労働時間□時間）	1,904	1,912	3,128	2,340	2,321
休漁期間	2-3月中の 1ヶ月間	年間12日間	なし	3-4月中の 2ヶ月間	年間14日間
主な出荷先	福岡市場	福岡市場、 産地商人	福岡市場、 直販所	福岡市場	—
出荷の方法	トラック (定置網専用)	トラック (業者へ委託)	運搬船+トラック (漁協所有)	運搬船	—

※ 特に断りのない限り、2017年度現在の状況を聞き取りをもとに記載した

※1 市場荷受け日数および聞き取りをから算出

※2 2011年度以前は1ヶ所

※3 2013年度以前は潮止まり時操業

※4 2017年度以前は潮止まり時操業

※5 2015年度以前は7名

※6 2018年度は4名

※7 2018年度は1名

（３）出荷・販売

出荷先は福岡市場が中心で、漁協によっては直売所や産地商人への直接出荷を行っていた。産地商人は漁協が輸送手段を持たない他市場への出荷や、活魚出荷を代行する役割を担っていた。輸送については、筑前海区の小型定置網の多くが離島に敷設されているため、漁獲物は運搬船や漁船で漁協本所の漁港に運搬された後、トラックに積み替えられるなど、多段階の輸送方式が多く見られた。トラックについては、定置網部門専用にリースしているもの、漁協に運賃を支払い、漁協所有のトラックを利用するもの、輸送業者に委託するものなど、輸送手段の確保の方法は様々であった。

（４）収支

筑前海区における小型定置網漁業の収支を表2に示した。平均売上は47,371千円で、売上の最も高いA漁協が最も低いD漁協の3.9倍であった。平均費用は42,815千円で、費用の最も高いA漁協が最も低いD漁協の4.5倍であった。平均営業利益は4,556千円で、B漁協が最も高く、最も低いC漁協は4,939千円の赤字であった。平均経常利益は6,934千円で、B漁協が最も高く、最も低いC漁協は3,008千円の赤字であった。

各漁協の費用の特徴を見るため、売上に対する費用の割合を図4に示した。どの漁協も労務費が最も多くの割合を占めていた。A漁協は売上減価償却費率（＝減価償

表2 小型定置網漁業の収支

	A漁協	B漁協	C漁協	D漁協	平均
売上	90,678	49,854	25,645	23,307	47,371
費用	82,383	40,073	30,584	18,219	42,815
漁労費用※ ¹	9,047	5,402	3,677	3,314	5,360
労務費※ ²	37,873	24,927	18,140	8,144	22,271
販売費※ ³	18,457	6,786	6,713	6,570	9,631
管理費※ ⁴	6,001	2,676	1,204	192	2,518
減価償却費※ ⁵	11,005	282	851	0	3,034
営業利益	8,295	9,781	▲ 4,939	5,088	4,556
営業外収入※ ⁶	2,355	5,225	1,931	0	2,378
経常利益	10,650	15,006	▲ 3,008	5,088	6,934
固定費※ ⁷	46,215	20,901	18,686	9,635	23,859
変動費※ ⁸	34,233	19,172	11,899	8,584	18,472

※ 単位は千円。A, B, C漁協は2012-2017年度平均。D漁協は2015年度より着業したため、2015-2017年度平均。

※1 漁労費用: 船体修理費、燃油費、修理資材費

※2 労務費: 従事者給与、臨時雇用費、福利厚生費、退職給付費用

※3 販売費: 市場手数料、販売手数料、運賃、箱代、冷蔵保管料、氷代、販売雑費用

※4 管理費: 旅費交通費、会議費、租税公課、保険料、消耗品費、雑費、漁場利用料

※5 減価償却費は、B, C, D漁協分は決算報告書より算出、A漁協分は固定資産台帳の取得価額を耐用年数で定額割りして算出

※6 営業外収入: 漁獲共済金、漁船保険金、施設共済金等

※7 固定費: 減価償却費、修理資材費(固定費分)、消耗品費、労務費(固定費分)、船体修理費(固定費分)、租税公課、保険料、旅費交通費、漁場利用料。
 労務費(固定費分) = 福岡県の2017年度現在年度最低賃金(789円) × 年間所定労働時間(255日 × 8時間) × 2018年度現在の従事者数 × 1.5とした。年間所定労働時間は労働基準法を満たす任意の時間を設定した。
 船体修理費および修理資材費は各漁協の最も低い年度の値を固定費分とした。

※8 変動費: 販売費、油代、消耗品費、雑費、労務費(変動費分)、修理資材費(変動費分)、船体修理費(変動費分)とした。

却費/売上 × 100) が12%と他に比べ大きいことが特徴であった。これは網の数や漁船のトン数など、つまりは投下資本の規模が他漁協に比べ大きいことによる。

次に、B漁協は売上販売費率(=販売費/売上 × 100)が14%と他漁協に比べ小さかった。これは産地商人への直接出荷の割合が多く、市場手数料が抑えられたためである。

また、C漁協は売上労務費率が71%と最も大きいことが特徴であったが、これは費用に見合う売上が確保できていないことによるところが大きい。

最後に、D漁協は他漁協と比べ売上労務費率が35%と最も小さいことが特徴であった。これは、D漁協では漁獲量の低下する時期に2ヶ月間休業し、その間の給与が発生しないためである。また、D漁協の減価償却費に

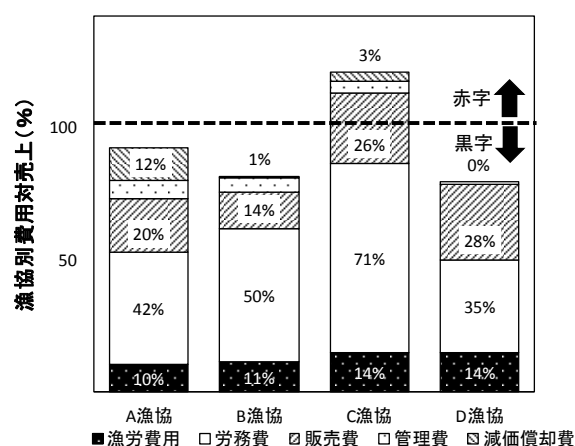


図4 小型定置網漁業の売上に対する費用の割合

表3 小型定置網漁業の経営状況分析結果

項目	A漁協	B漁協	C漁協	D漁協	平均
網当たり売上	45,339	49,854	25,645	23,307	36,036
生産性					
1 操業1 網当たり売上	221	249	96	147	178
1 人当たり売上	7,556	6,232	5,129	7,769	6,672
収益性					
1 人当たり収益※ ²	887	1,876	▲ 602	1,696	964
1 人当たり年間給与	2,968	2,886	2,795	2,204	2,713
1 人1 ヶ月当たり給与	247	240	233	220	235
安全性					
売上固定比率※ ³	51%	42%	73%	41%	52%
損益分岐点売上※ ⁴	74,243	33,961	34,859	15,253	39,579
損益分岐点比率※ ⁵	82%	68%	136%	65%	88%

※ A, B, C漁協は2012-2017年度平均。D漁協は2015年度より着業したため、2015-2017年度平均。

単位は記載のない場合は千円。

※2 収益は営業利益を用いた。

※3 売上固定比率=固定費/売上

※4 損益分岐点売上=固定費/{(売上-変動費)/売上}

※5 損益分岐点比率=損益分岐点売上/売上 × 100

表4-1 小型定置網漁業の経営モデル

項目	経営モデル	備考※1
経営主体	漁協	a
定置網の数(個)	1	a
垣網長さ(m)	555	b
所有船隻数(隻)	3	a
操業隻数(隻)	1	b
トン数(t)	8.6	a
従事者数(人)	6	※2
操業サイクル(人)	定時操業	a
就業日数(日)	239	※3
出漁日数(日)	224	a
1日当たり労働時間(時間)	8.5	a
年間労働時間(時間)	2020	※4
休漁期間	—	—
主な出荷先	福岡市場	a
出荷の方法	トラック または運搬船	a
売上	39,952	※5
費用	37,910	—
漁労費用	4,288	b
労務費	21,475	※6
販売費	7,705	b
管理費	2,014	b
減価償却費	2,428	b
営業利益	2,043	—
営業外収入	2,378	a
経常利益	4,420	—
固定費	21,126	—
変動費	16,356	—

※1 経営モデルの採用値。aは平均値を採用、bは1網当たり平均値を採用

※2 聞き取りから、1網当たり最適な従事者を6名とした

※3 休日を週休2日、正月5日間、盆3日間、祝日等17日間の計126日として算出

※4 1日当たり労働時間×就業日数

※5 1操業当たり売上×出漁日数

※6 1人当たり給与×従事者数

表4-2 小型定置網漁業の経営モデル

項目	経営モデル	備考※1
網当たり年間売上	39,952	—
生産性 1操業1網当たり売上	178	a
1人当たり売上	6,659	—
売上労務費率	54%	—
1人当たり収益	737	—
収益性 1人当たり年間給与	3,298	※7
1人1ヶ月当たり給与	275	a
売上固定費率	53%	—
安全性 損益分岐点売上	35,768	—
損益分岐点比率	90%	—

※7 漁業経営調査²⁾における10-20t未満船を所有する経営体の2015-2017年平均の3,298千円とした

については、網および漁船をリースで導入したため、0円であった。

(5) 経営状況分析

小型定置網漁業の経営状況分析結果を表3に示した。まず生産性については、網当たり売上が最も高いのはB漁協で最も低いD漁協の2.1倍であった。1操業1網当たり売上もB漁協が最も高く、最も低いC漁協の2.6倍であった。1人当たり売上が最も高いのはA漁協で、最も低いC漁協の1.5倍であった。次に、収益性については、1人当たり収益が最も高いのはB漁協で、最も低いC漁協は602千円の赤字であった。1人1ヶ月当たり平均給与は235千円で、漁協ごとに大きな差はなかったが、農林水産統計値¹⁾を14%下回っていた。

安全性については、売上固定費率が最も高いのはC漁協で、最も低いD漁協の1.8倍であった。損益分岐点比率が最も高いのはC漁協で136%であり、次点のA漁協も8割を超えていた。B、D漁協は7割を下回っていた。

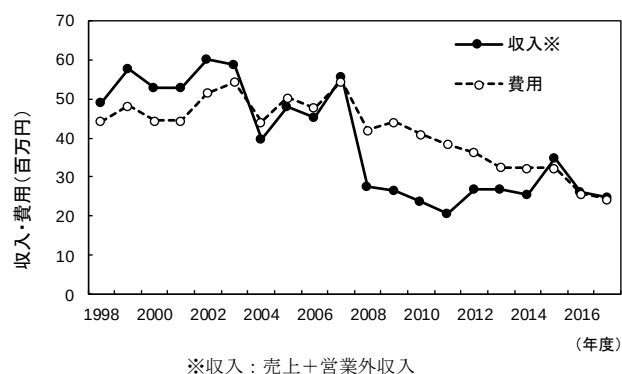
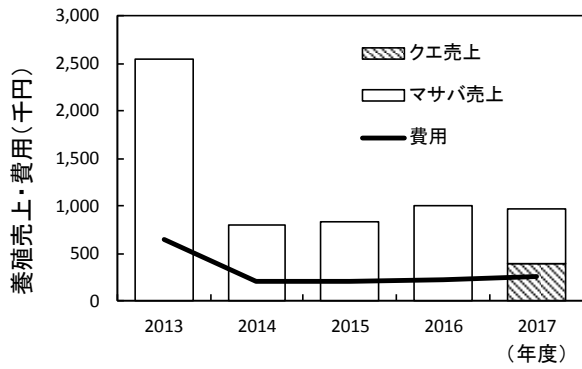
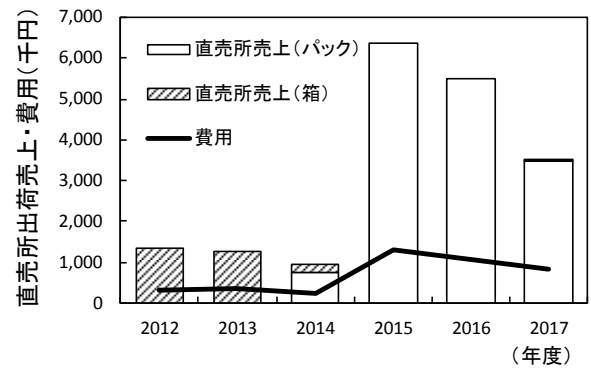


図5 小型定置網漁業部門の収入・費用（C漁協）



※費用：市場手数料，販売手数料，運賃，箱代，氷代，冷蔵保管料を対象とし，各費用×（養殖売上／売上）で算出用×（直売所出荷売上／売上）で算出

図6 魚類養殖の売上・費用（C漁協）



※費用：市場手数料，販売手数料，運賃，箱代，氷代，冷蔵保管料を対象とし，各費用×（直売所出荷売上／売上）で算出

図7 直売所出荷の売上・費用（C漁協）

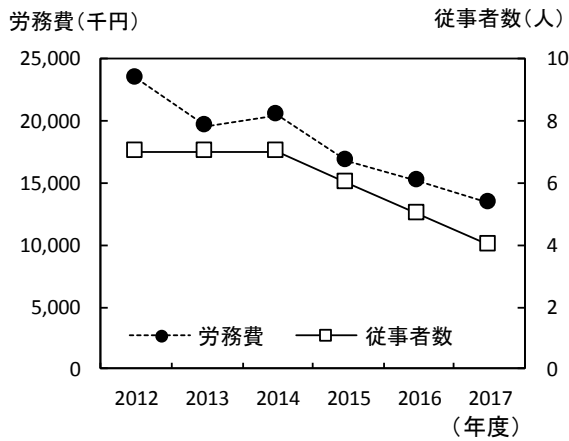


図8 労務費と従事者数の推移（C漁協）

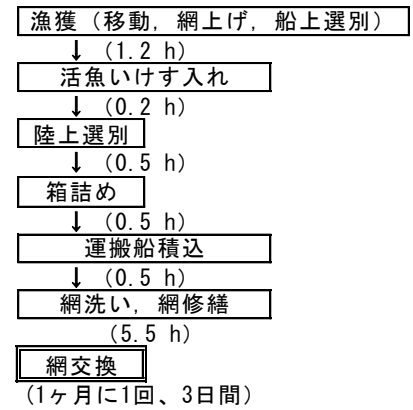


図9 経営改善策実施前の作業工程（C漁協）

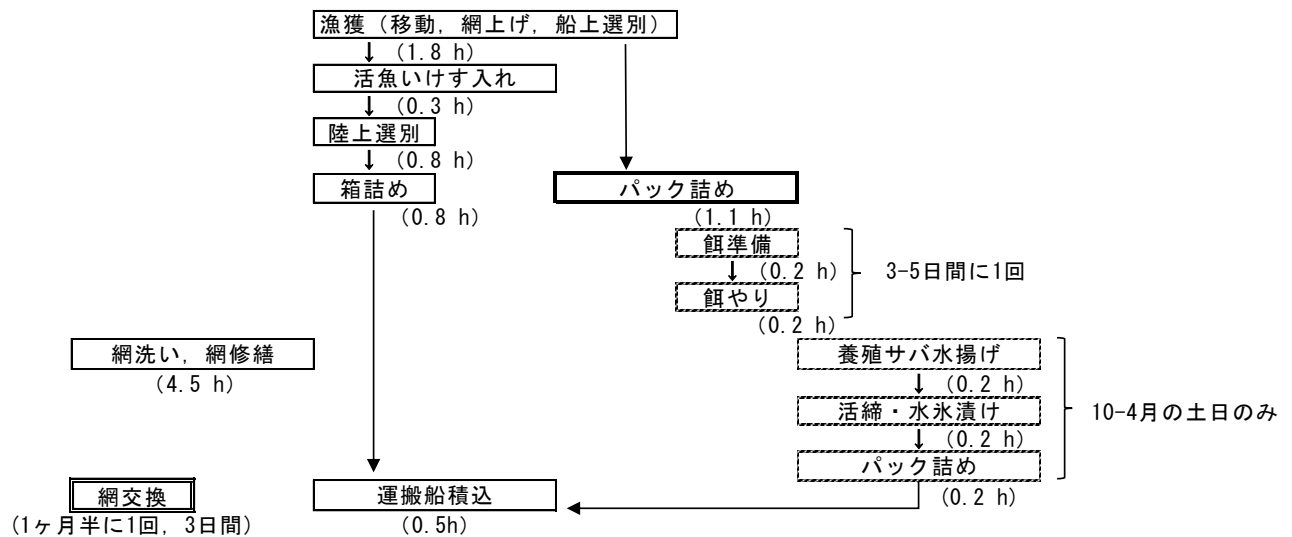


図10 経営改善策実施後の作業工程（C漁協）

3. 経営モデル

筑前海区における小型定置網漁業の経営モデルを表4-1, 2に示した。モデル作成の目的は、収益性を担保しつつ、雇用確保の問題を解決することとした。雇用の維持が困難である背景には、長時間労働や低賃金等があると考えられる。そのため、経営モデルの目標設定を農林水産統計値¹⁾と同等の1人当たり年間給与3,298千円、1日当たり労働時間8.5時間、就業日数239日とした(週休2日、正月休み5日間、盆休み3日間、祝日等14日間の計126日から算出)。経営主体は漁協、従事者数は6名、操業サイクルは定時操業とした。売上は、1操業1網当たり平均売上178千円に出漁日数239日をかけて算出した。労務費以外の費用については、1網当たり平均から算出し、営業外収入は漁協平均とした。これらの条件をもとに作成した経営モデルの収支は、売上が39,952千円、費用が37,910千円で営業利益は2,043千円であった。

4. 経営改善効果の検証 (C漁協の事例)

C漁協では2012年度以降、魚類養殖、直売所へのパック詰め出荷および労務費削減等の経営改善策が実施されている。ここではそれぞれの策について紹介し、その効果を検討する。

(1) C漁協の経営概況

C漁協の小型定置網漁業部門の収入と費用を図5に示した。1998-2003年度は収支が安定していたが、2004年度以降は売上の減少によって収支が悪化し、2008-2012年度は10,000千円を超える経常赤字が続いた。2012年度以降、経常利益は徐々に増加し、2015年度以降は黒字に転じた。

(2) 魚類養殖

C漁協では、2012年度から定置網に入網した小型マサバの養殖、2015年度からクエの種苗を購入して養殖を開始した。図6に魚類養殖の売上と費用を示した。2014年度以降の収支は、平均684千円の黒字を維持していた。養殖売上は売上全体(2014-2017年度平均)の約3%であった。

(3) 直売所出荷

直売所出荷については、2013年度以前は直売所が漁獲物を箱単位で買い取り、パック詰めをして価格を決めていた。2014年12月以降は、定置網の出荷業務にパック詰め作業を追加し、出荷者が価格を決めるようになった。図7に直売所出荷の売上と費用を示した。平均直売所出荷売上は、2012, 2013年度には1,305千円であったが、パック詰め作業を通年行うようになった2015-2017年度は5,123千円と約4倍に増加した。これは、売上全体

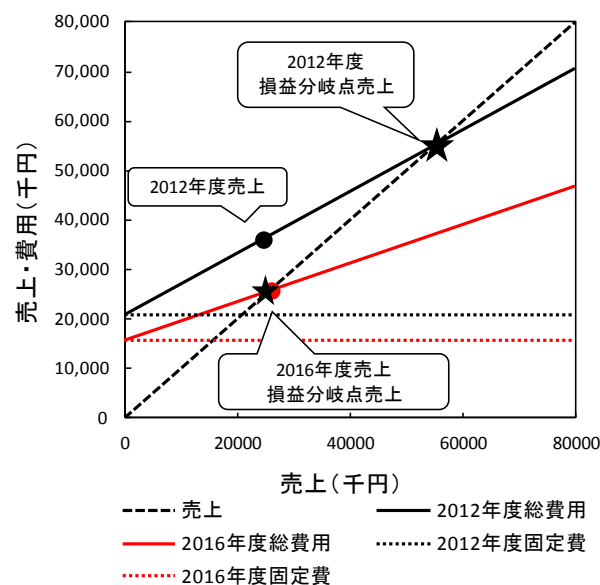


図11 経営改善策実施前後の損益分岐点の推移 (C漁協)

(2015-2017年度平均)の約20%であった。

(4) 労務費削減

1) 従事者減少と給与削減

図8に労務費と従事者数の推移を示した。従事者数は、2014年度まで7名であったが、2015年度以降は毎年1名ずつ減少し、2017年度は4名となった。また、2013年度から従事者の賞与をなくし、2018年度は月給を約1割削減した。これらの従事者減少および給与削減により、労務費は2012年度の23,480千円から2017年度には13,396千円に減少した。

2) 作業工程への影響

図9に経営改善策実施前(2012年度)、図10に経営改善策実施後(2017年度)の作業工程を示した。実施前の作業工程は、図3に示した一般的な作業工程とほぼ同様であり、1日当たり労働時間は8.4時間であった。これに対し、実施後の作業工程は魚類養殖やパック詰めの作業が加わり、かつ従事者が減少したことで各作業の作業時間が伸び、1日当たり労働時間が9.9時間に増加した。労働時間の増加だけでは、各作業時間の不足が補いきれないため、1日当たりの網洗いおよび網修繕の時間は削減されていた。そのため、聞き取りによると、網替えの頻度は2/3程度(1ヶ月に1回から1.5ヶ月に1回)に低下した。

(5) 損益分岐点分析

これまで述べた経営改善策の効果について、損益分岐点分析を用いて検証した。経営改善策実施前後(2012年度および2016年度)の損益分岐点の推移を図11に示した。2012年度の損益分岐点売上が51,658千円(損益分岐点比率226%)であったのに対し、2016年度には

25,563 千円（損益分岐点比率 98 %）となった。固定費は 29 %減少し、更に総費用から固定費を除いた変動費の傾きは緩やかになった。その結果、売上は 2016 年度が 2012 年度を 1,434 千円下回っていたが、営業利益は 11,962 千円上回った。

考 察

1. 経営状況

(1) 収支

筑前海区における小型定置網漁業の平均的な経営状況を見ると、売上は農林水産統計値²⁾を 39 %下回っていたが、経常利益は 24 %上回っており、筑前海区の小型定置網漁業の平均的な収益性は高いといえる。費用については、全漁協で労務費を始めとする固定費の割合が高いことが特徴であった。売上固定費率が高い場合、売上が減少しても固定費は減少しないため、売上減少が収支に与える影響は大きいと推察される。売上減少のリスクへの対策としては、漁獲共済への加入が一般的であるが、今回の調査では、A、B、C 漁協の 3 漁協が漁獲共済に加入していた。

個別に見ると、1 操業 1 網当たりの売上が最も高いのは B 漁協であるが、A 漁協は小型定置網を 2 箇所敷設することで 1 人当たりの生産性を向上させ、結果的に最も高い売上を計上していた。また、A 漁協は規模拡大を行うことによって生産性を向上させた反面、設備投資に伴う減価償却費の増加が固定費を押し上げ、その結果損益分岐点比率は高くなったと推察される。

B 漁協は 1 操業 1 網当たり売上が最も大きかったが、規模拡大等の投資は行わず、収益は漁協の収入とされており、損益分岐点は低く抑えられていた。

C 漁協は、1 操業 1 網当たり売上が最も低く平均の 54 %であったが、出漁日数を他漁協に比べ多くすることで売上を増加させ、1 人当たり売上は平均の 77 %であった。C 漁協は、出漁日数つまりは漁獲努力量を増加することで 1 操業 1 網当たり売上の低さを補っていたものの、努力量の増加だけでは収支を黒字化するほどの効果は得られなかった。そのため、経営改善策の実施に至ったと推察される。

また、D 漁協は A、B 漁協に比べ 1 操業 1 網当たり売上は低いものの、1 人当たり売上は最も高かった。D 漁協は、従事者数が最も少なく、漁期は短く、費用もすべての項目で最も低いことから、小規模な経営で 1 人当たり売上を伸ばしたと考えられる。

(2) 雇用

雇用については、高齢の漁業者が退職していく中で、

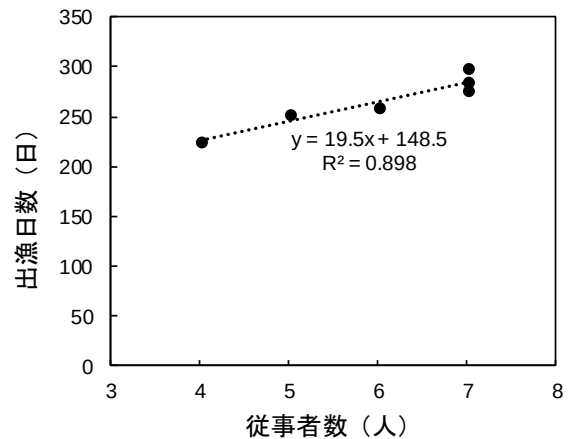
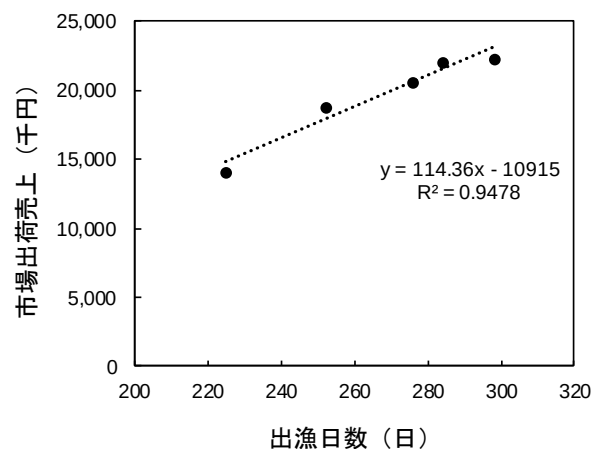


図 12 従事者数と出漁日数の関係 (C 漁協)



※特異的にサワラが豊漁であった 2015 年度を除く

図 13 出漁日数と市場出荷売上の関係 (C 漁協)

新規就業者の確保が課題となっていた。今回の調査では、1 日当たり平均労働時間は一般労働者²⁾を 10 %上回り、1 ヶ月当たり平均給与は農林水産統計値¹⁾を 14 %下回っていた。つまり、長時間労働や低賃金が雇用確保の困難性を高めていると考えられる。また、離島に居住することが雇用の条件となる点も障壁になりうる。今回の調査では、A、B 漁協の 2 漁協が操業サイクルを日中の定時操業に変更していた。このことにより、今後の従事者の外部調達の可能性が広がったといえる。内部調達については、漁協を定年退職した職員を雇用した事例もあり、各漁協で雇用確保のための工夫が見られた。また、漁業に新規就業を希望する者が、小型定置網漁業に数年雇用され、経験を積んだ後に自身の漁船を購入して独立する事例も見られた。つまり、小型定置網漁業は新規就業者の受け入れ先となり、他漁業種に携わる漁業者を育成する機能も持つといえる。漁業者の減少および新規就業者の確保は全国的な課題であるが⁷⁾、小型定置網漁業を健全な経営状況で維持することは、これらの課題解決のた

めにも重要である。

2. 経営モデルとC漁協の経営改善策

(1) 経営モデルとC漁協の比較

長時間労働や低賃金に由来する雇用確保の課題を解決すべく、作成した経営モデルの売上は農林水産統計値¹⁾を40%下回ったが、営業利益は60%上回った。この経営モデルと経営改善策を講じたC漁協(2012-2017年度平均)の比較を試みる。

売上については、C漁協はモデルより36%低かった。これは、C漁協の1操業当たり売上がモデルより46%低いことによるところが大きい。1操業当たり売上は、魚群の来遊量に左右されるため、漁具改良や敷設場所の移動等、大規模な設備投資なしに増加は見込めない。漁協自営の小型定置網漁業において、大規模な設備投資に組合員の合意を得ることは容易ではない。そのため、収支の改善には、費用削減、販売先の見直しおよび余剰労働の活用等による収益性の向上が必要となる。

費用については、C漁協がモデルを全ての項目で下回っており、費用全体では19%下回っていた。つまり、C漁協では経営改善策を進めたこともあり、積極的な費用削減が実施されたものと推察される。

(2) 経営改善策の効果と影響

1) 全体評価

C漁協で講じられた経営改善策は、損益分岐点グラフ(図11)の結果から効果が認められた。固定費が29%減少し、変動費の傾きが緩やかになったことで、損益分岐点売上は51%減少した。このことから、経営改善策は2015年度以降の赤字脱却に大きく寄与したと考えられる。

2) 魚類養殖

個別に見ると、魚類養殖については、売上が全体の3%程度と小さいことから経営改善効果は薄いと考えられる。しかし、収益性は75%と高いことから規模拡大が実現されれば、経営改善効果を発揮できる可能性がある。

3) 直売所出荷

直売所出荷については、売上が4倍に増え、売上全体の20%を占めたことから、経営改善効果が認められた。現在は市場で価格の低い小アジ等が主な出荷物であるが、直売所で利益の出やすい魚種を分析し、出荷することで、より収益性の高い出荷体制の構築が期待できる。

4) 労務費削減

労務費については、従事者の減少と給与削減により、43%の削減が実現され、最も大きな経営改善効果が認められた。

しかしながら、2018年度現在の従事者数では出漁日数

の維持が困難であり、売上の減少を招いている。従事者数と出漁日数の関係を図12に、出漁日数と市場出荷売上上の関係を図13に示した。従事者数と出漁日数には正の相関が見られた(t test, $p < 0.005$)。更に、出漁日数と市場出荷売上上の間にも正の相関が見られた(t test, $p < 0.01$)。つまり、従事者数の減少は労務費の低減をもたらすが、同時に出漁日数の減少を招き、結果的に売上減少の要因となる側面を持つことが明らかになった。

3. 今後の展望とまとめ

筑前海区の小型定置網漁業はこれまで、漁場の生産性、特に漁獲量によって、必要な労働量および設備が決定され、それに見合う雇用確保や設備投資が行われてきた。1操業1網当たりの生産性が高く維持できる場合には、収益性について深く検討する必要はなく、地元の雇用を安定的に創出することが最優先とされた。そのため、過剰な労働力が投入されることも一般的であったと考えられる。

今回の調査により、筑前海区の小型定置網漁業の経営状況が初めて明らかとなった。A、B漁協については1操業1網当たりの生産性が高く、これまで同様に雇用創出を中心とした経営方針が今後も続くと予想される。C漁協については、生産性の高かった2003年以前はA、B漁協と似たような経営方針であったが、収支の悪化とともに、労務費削減を含めた経営改善策が実施された。今後は、労働力の最適化と収益性の向上を目指し、更なる経営改善を進める必要がある。D漁協については、売上は最も低いものの、小規模で効率的な経営を実現していた。ただし、経営の効率化を求めた結果、通年雇用ではない雇用形態となっていた。また、2015年度から操業を開始して間もないため、漁獲共済に未加入であるなど、経営上の課題は散見される。D漁協の小型定置網漁業には今後、安定した雇用を創出しつつ、漁協の収入源となる漁業へと成長するよう期待が寄せられている。

離島では、漁業者になることが収入を得る一般的な方法であり、雇用型の産業である小型定置網漁業は、離島等の小規模漁業集落において安定的な雇用確保の役割を担っている⁸⁾。筑前海区における小型定置網漁業では、雇用確保の困難性は共通していたものの、経営状況や抱える課題は様々であった。今回の調査では、定置網漁業部門単独の収支を整理していない漁協もあり、経営面への関心について差が見られた。小型定置網漁業に限らず、漁業経営の安定的な維持のためには、経営体ごとに収支を整理し、生産性や収益性を分析し、個別の課題に対して対応策を模索し続けることが重要である。

文 献

- 1) 平成 26-28 年度漁業経営調査. 農林水産省. <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/gyokei/>.
- 2) 平成 29 年度労働統計. 厚生労働省. https://www.mhlw.go.jp/toukei/youran/indexyr_d.html.
- 3) 福岡県の漁具・漁法. 福岡県水産林務部漁政課, 福岡. 1991.
- 4) 第 44-64 次九州農林水産統計年報. 九州農政局統計部. <http://www.maff.go.jp/kyusyu/toukei/hensyu/nenpo.html>.
- 5) 吉田幹英, 秋元聡. 筑前海区沿岸水の水温変動と定置網漁業. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2000 ; **10**, 85-90.
- 6) 平松達男. 福岡湾口周辺外海水域に敷設された定置網漁獲物の経年変化傾向について. 福岡県水産試験場研究業務報告 1980 ; **53**, 39-46.
- 7) 平成 29 年度水産白書. 水産庁. http://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/h29_h/trend/1/t1_2.html.
- 8) 関いずみ. 福岡県姫島地区における漁業後継者の就業実態と課題. 沿岸漁業における漁家世帯の就業動向に関する実証的研究—平成 20 年度事業報告—, 東京水産振興会, 東京. 2009 ; 107-119.

福岡県有明海におけるノリ養殖の協業動向と展開方向

ー 協業の動向と共同乾燥組織形成の課題ー

篠原 満寿美・中原 秀人

(研究部)

福岡県の有明海沿岸におけるノリ養殖では、生産コストの削減、労働力の軽減を目的とした協業が推進されており、本報告では、これまでの協業の動向把握と今後の展開について課題と対応策を示した。協業は 1997 年度から開始され、当初、協業に参加するノリ養殖業者が海上作業と加工作業を共有・分担する協業経営組織の形成が進んだが、2009 年度以降は、個別経営体が海上作業を行い、加工作業を加工場（共同乾燥施設）に委託する共同乾燥組織が形成された。協業経営組織は、次第に、個別経営体がそれぞれ海上作業を行い、加工場を時間割りで利用する共同利用組織へと移行した。その移行要因は、ノリ養殖技術の共有の難しさ、海上と加工の作業時間の違い、ノリ養殖への今後の展望の違いによるものだった。今後、人間関係で負担の少ない共同乾燥組織の形成が推進され则认为られるが、共同乾燥組織の形成を推進するための主な課題は、漁業協同組合事業として施設整備を行う際の組合員から承認を得る難しさ、加工場施設用地の確保、加工場の乾燥機を操作するオペレータの新規確保・継続雇用などであった。

キーワード：協業、協業経営、共同利用、共乾、個別経営、加工作業の外部化、労働力

福岡県の有明海沿岸（以下、福岡有明という）は、全国有数の支柱式のノリ養殖の産地であり、ノリの生産額は本県漁業生産額の約半分を占め、本県の水産業の重要な基幹漁業となっている。ノリ養殖には、海底に支柱を建て海面付近にノリ網を張る「支柱式ノリ養殖」とブイ等にノリ網をつなぎ海面に浮かべる「浮流しノリ養殖」の 2 つの方法があり、福岡有明では有明海の特徴である最大 6 m の干満差と広大な干潟を利用した支柱式ノリ養殖が行われており、漁場で摘採されたノリは直ちに加工場へ運搬し、乾ノリへ加工される。

近年、高齢化によるノリ養殖の廃業や後継者不足による個別経営体の減少が進んでおり、今後は、産地の生産力の維持が困難な状況になることが懸念されている。個別経営体の存続条件は設備・加工場の機器更新費用の節減などによる生産コストの削減と労働力の軽減が課題とされており¹⁾、ノリ産地では、生産性の向上と労働の軽減を目的とした協業の推進が進められてきた²⁾。特に、加工場の作業では、乾ノリ製造工程における全自動ノリ乾

燥機（以下、乾燥機という）の処理能力が高いほど、乾ノリの生産効率は上がり、労働時間は少なくなるため、協業の施設整備による乾燥機の処理能力の向上はノリ養殖の労働力軽減の課題対策として有効とされる。ノリ養殖の協業については佐賀県有明海を事例とした報告^{1, 3)}はあるが、福岡有明のノリ養殖の協業を対象とした報告はない。

本研究は、これまで本県で進められてきたノリ養殖の協業の動向を把握し、近年推進されている共同乾燥組織の形成に関する課題と対応策を検討したのでここに報告する。

方 法

福岡有明の漁家数の推移及び一漁家当たりのノリ小間数の推移のデータは、福岡有明海漁業協同組合連合会（以下、有明海漁連という）のノリ養殖関係資料を用いた。個別経営体の経営規模の分類は、有明海漁連が 2007 年

度と 2015 年度に個別経営体に対して実施したノリ養殖経営アンケート調査資料を用いた。

福岡有明のノリ養殖は、有明海漁連が漁業権の免許を受け、有明海漁連傘下である漁業協同組合（以下、漁協という）の組合員（ノリ養殖業者）にノリ養殖の漁場を配分する。この漁場は、36m×18m の基本単位となる区画であり、これをノリ小間⁴⁾と呼んでいる。

協業に取り組んでいる有明海漁連傘下の 6 漁業協同組合とそこに組織されているノリ協業組織に対して、組織の成り立ち、組織の継続状況、管理運営方法について聞き取り調査し、組織形態を分類した。

本報告の協業は、水産庁のノリ養殖の協業等のパターン例⁵⁾を参考に、①協業経営組織（以下、協業経営という）、②共同利用組織（以下、共同利用という）、③共同乾燥組織（以下、共乾という）の 3 形態とした（図 1）。①協業経営は、協業に参加するノリ養殖業者が海上作業と加工作業を共有・分担し、共同で出資、生産物の販売、収支決算、収益の分配に至るまでを一貫して共同で行う組織である。②共同利用は、海上作業を個別経営体で行い、加工場を個別経営体ごとに時間割当てで順番に共同で利用し、規約等の約束に基づいて機器・施設の購入・管理する組織である。③共乾は、海上作業を各個別経営体で行い、加工作業を漁協の設置・運営による加工場（共乾施設）に委託する。この共乾は厳密には加工作業の外部化であり、狭義の意味では協業には当てはまらないと考えられるが、今回は広義の協業と位置づけた。また、福岡有明では、親族間での加工場の共同利用が存在するが、規模が小さく詳細が不明なため、今回は対象としなかった。

福岡有明におけるノリ養殖協業体の割合は、福岡県水産業の動向^{6,7)}と平成 25 年度福岡県水産振興基本計画⁸⁾のデータを用いた。

ノリ養殖における作業工程別のノリ小間当たりの作業時間は、作業工程を 13 工程（表 1）に分け、3 個別経営体（平均 35 小間行使（使用））への聞き取り調査をし、算出した。また、ノリ摘採・加工時期の 1 日の作業工程は、個別経営体、協業経営、共同利用、共乾への聞き取り調査し、整理した。

結 果

1. 福岡有明の漁家数及び行使小間数の変化

ノリ小間の配分をうけている漁家数は 2008 年度から 2017 年度の 10 年間に 813 戸から 572 戸へと減少し、年間 25 戸程度が廃業していた。漁家数が減少したことから、廃業した漁家のノリ小間を現役の漁家に配分するた

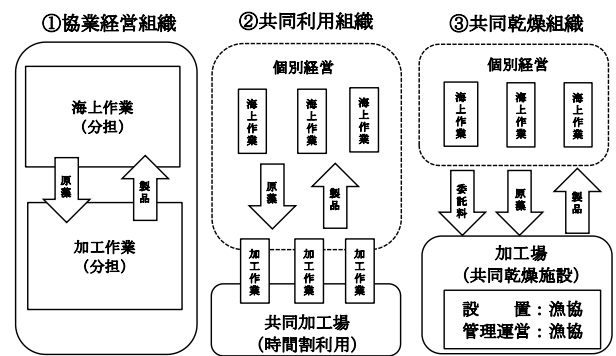


図 1 協業の 3 形態

表 1 ノリ養殖の各作業工程（13 工程）

工程	陸上作業	海上作業
1	漁期前陸上作業	
2		小間わり・支柱打ち
3		採苗・網洗い
4		冷凍網回収
5		秋芽網摘採
6	秋芽網加工場	
7		秋芽網活性処理・干出
8		秋芽網撤去・冷凍網展開
9		冷凍網摘採
10	冷凍網加工場	
11		冷凍網活性処理・干出
12		冷凍網撤去
13		支柱抜き

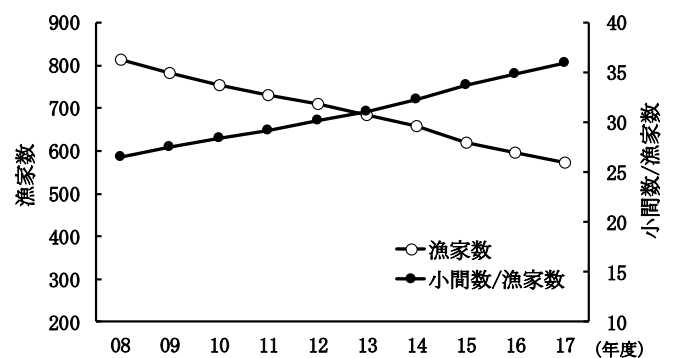


図 2 漁家数と一漁家当たりの平均ノリ小間数の推移

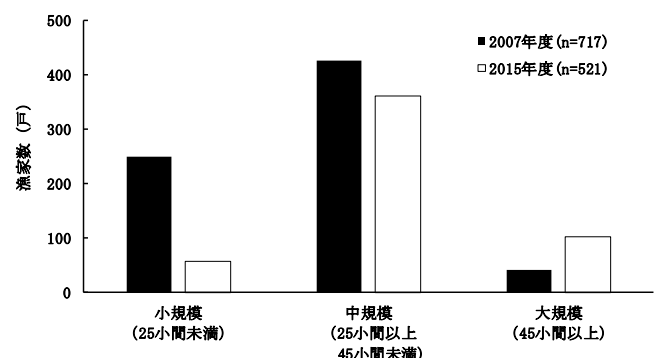


図 3 規模別の漁家数の変化

め、一漁家当たりの平均ノリ小間数は2008年度の26.5小間から2017年度の35.9小間へと大きく増加していた（図2）。また、個別経営体の経営規模については、2017年度の一漁家当たりの平均ノリ小間数35.9小間を参考に、35小間を中央値とし、その前後10小間の25小間以上45小間未満を中規模個別経営体、25小間未満を小規模個別経営体、45小間以上を大規模個別経営体と区分した。その結果、2007年度と2015年度の規模別の漁家数を比較すると、小規模個別経営体は大きく減少し、大規模個別経営体は増加していた（図3）。

2. 協業の類型化

（1）協業の形成と動向

協業は1997年度から始まり、当初は協業経営の形成が進められた。その後、2009年度以降は共乾の形成が推進された（表2）。

ノリ漁家数に対する2008年度のノリ養殖協業体の割合は2.4%であったが協業の推進と漁家数の減少もあり、2016年度の割合は14.3%と増加していた（図4）。

（2）協業経営

協業経営は、設立当初、構成員は3～5戸の個別経営体、構成員の年齢は平均42歳（32歳～58歳）、ノリ小間数90～160小間、乾燥機能力は7,000～10,000枚/h（乾燥機規模16～20連）であり、個別経営体の乾燥機能力の3,000～6,000枚/h（乾燥機規模6～10連）と比較すると非常に大きな能力となる。3～5戸のノリ養殖業者で構成した協業経営は〇〇水産という一つの組織経営体となり、乾ノリはこの組織経営体で共同販売（以下、共販という）へと出荷する。9の協業経営組織が1997年

度から2011年度までに形成され、すべての協業経営が20017年度までに解消した。協業経営の継続期間は2～20年間と期間に違いがあった。

（3）共同利用

共同利用は、協業経営の運営面の改善策として形成された組織であり、協業経営が共同利用に移行し、協業経営で設置した加工場を継続して共同で利用しており、共同利用は計画的に形成された組織でなかった。元の協業経営に参加していた個別経営体が加工場を時間割当てで順番に共同で利用し、それぞれがノリ原藻を混合せずに乾ノリに加工し、共販へ出荷している。

（4）共乾

共乾は4～5戸の個別経営体に参加しており、参加する個別経営体のノリ小間数は20～40小間であった（現在の施設規模の想定小間数の規模は、150小間（5個別経営体×30小間））。乾燥機能力は7,000～10,000枚/h（乾燥機規模16～20連）であり、13組織（13施設、15ライン）が2009年度から2017年度までに形成された。個別経営体は、共乾施設に委託加工料を支払い、加工作業を委託（ノリ原藻は個別経営体ごとに乾燥）、乾ノリを共販に出荷している。漁協は共乾を1ラインごとに独立採算として、管理運営している。

3. ノリ養殖の作業工程

（1）作業工程別の作業時間

作業工程別のノリ小間当たりの作業時間の最も長い作業工程は、冷凍網加工場の30.3時間であり、同時期の一連作業工程である冷凍網摘採と冷凍網の活性処理・網管理の作業時間を合計すると54.6時間であった（図5）。

表2 協業経営、共同利用及び共乾の形成と移行の推移

			年度	'97	'98	'99	-----	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17
協業経営	① A水産5戸	a漁協	97															18解散
	② B水産3戸	a漁協	97															
	③ C水産3戸	b漁協																
	④ D水産5戸	c漁協																
	⑤ E水産5戸	d漁協																
	⑥ F水産3戸	d漁協																
	⑦ G水産4戸	d漁協																
	⑧ H水産4戸	e漁協																
	⑨ I水産4戸	d漁協																
共乾	① f漁協10戸	2施設	2ライン	1組織														
	② g漁協8戸	2施設	2ライン	1組織														
	③ h漁協5戸	1施設	1ライン	1組織														
	④ d漁協5戸	1施設	1ライン	1組織														
	⑤ i漁協10戸	1施設	2ライン	2組織														
	⑥ j漁協6戸	1施設	1ライン	1組織														
	⑦ k漁協5戸	1施設	1ライン	1組織														
	⑧ l漁協7戸	1施設	2ライン	2組織														
	⑨ m漁協5戸	1施設	1ライン	1組織														
	⑩ l漁協7戸	2施設	2ライン	2組織														

(2) ノリ摘採・加工時期の1日の作業工程

ノリ養殖期間において、ノリ小間当たりの作業時間が長いノリ摘採・加工時期の1日の作業工程を、ノリ小間数、乾燥機能力、労働力の前提条件を設定し、個別経営体、協業経営、共同利用及び共乾ごとに算出した。

1) 個別経営

個別経営では、ノリ摘採作業は1日1人当たり4時間、活性処理・網管理作業は1人当たり4時間と海上作業は8時間、加工作業は1人当たり5時間であった(図6-1)。

2) 協業経営

協業経営は、海上作業と加工作業が分業化され、海上作業では、ノリの育成管理(摘採、網管理等)を統一し、加工作業では、一漁家の専従としていた。海上作業担当1日1人当たりの作業時間はノリ摘採に4時間、網の活性処理・網管理に4時間の合計8時間であるのに対し、加工作業担当1日1人の作業時間は、16時間であり、海上作業担当者と加工場作業担当者の作業時間に大きな差があった(図6-2)。

3) 共同利用

共同利用は、海上作業を各個別経営体で行い、加工作業は加工場を時間割り当てし、交代で利用する。海上作業担当1日1人当たりの作業時間はノリ摘採に4時間、網の活性処理・網管理に4時間の合計8時間であったが、加工作業時間は、乾燥機規模(16~20連:処理能力7,000~10,000枚/h)が個別経営体の乾燥機規模(6~10連:処理能力3,000~6,000枚/h)より大きいため、1日1人当たり3時間と個別経営体より2時間短かった(図6-3)。加工場の利用時間帯は時間割り当てで決められており、時間割り当てにより、ノリ摘採後すぐに加工作業ができない場合や深夜の加工作業となる場合があった。

4) 共乾

共乾は、加工作業を委託するため、個別経営体に加工作業の時間は発生していない。共乾に参加する個別経営体の海上作業担当1日1人当たりの作業時間はノリ摘採作業で1日1人当たり4時間、網の活性処理・網管理作業を4時間の合計8時間の作業時間であった(図6-4-1)。加工場には、乾燥機を操作するオペレータ(基幹)と補助者が漁協に雇用されており、オペレータ1日1人当たりの作業時間が7時間、補助者1日1人当たりの作業時間が4時間であった(図6-4-2)。乾燥機能力は7,000~10,000枚/hであり、参加する1個別経営体の1日当たりのノリ原藻搬入量の上限が定められていた。ノリ原藻搬入量の上限は、加工場の1日の最長稼働時間が20時間(準備、片付けの4時間を除く)、乾燥機能力を10,000枚/hと設定すると、加工場で乾燥できる乾ノリの全枚数は20万枚(10,000枚/h×20時間)であり、1個別

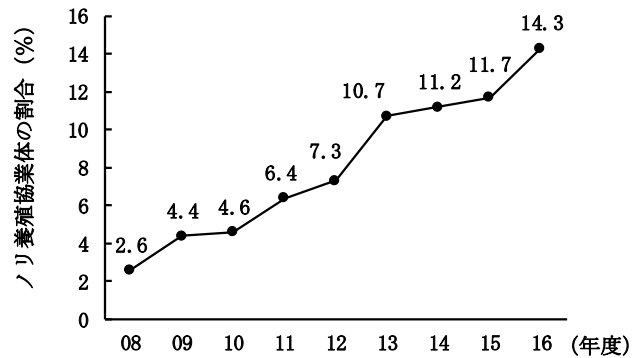


図4 ノリ養殖協業体の割合の推移

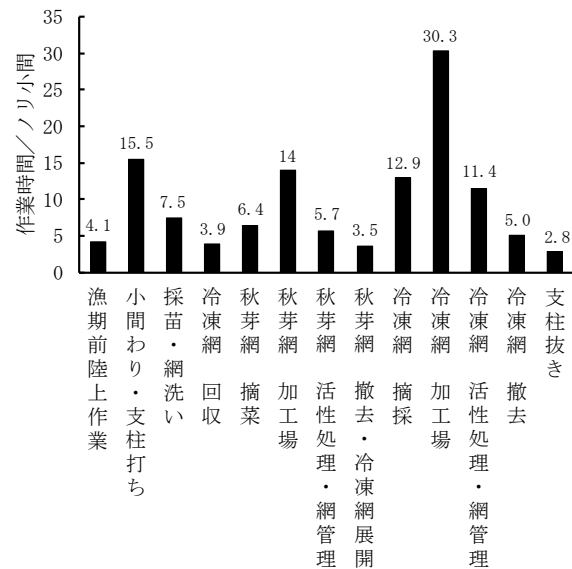


図5 作業工程別のノリ小間当たりの作業時間

経営体の1日当たりのノリ原藻搬入量の上限は4万枚(20万枚÷5)であった。

4. 各協業の効果と課題

(1) 協業経営

協業経営の効果は、加工場の一元化に必要な事業費に対する補助によるコスト削減、作業時間の削減及び乾ノリの均質化であった。課題は、ノリ養殖技術の共有の難しさ、海上作業担当と加工作業担当の作業時間の差、海上作業の労働力構成の違い、将来のノリ養殖業拡大要望の有無、ノリ養殖の経営目標に対する個人差であった(表3-1)。

(2) 共同利用

共同利用の効果は、協業経営時に設置した処理能力の高い乾燥機利用による加工作業時間の削減であった。課題は、加工場の時間割当による加工作業の利用時間帯の制約であり、大量にノリ原藻を摘採する時期(4万枚/日)は一経営体ごとの加工作業時間が長くなり、時間割当の

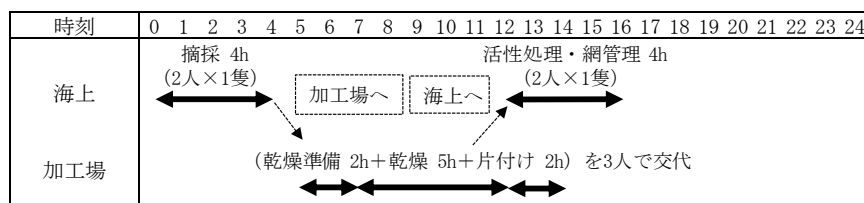


図 6-1 個別経営体の作業工程

※図 6-1 の前提条件

規模 35 小間、乾燥機 8 連 (4,000 枚/h)
 労働力 3 人 (基幹 1 人, 補助 2 人)
 1 日あたりのノリ生産枚数 2 万枚

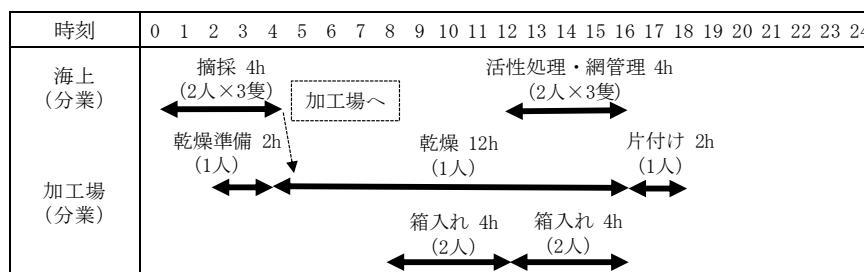


図 6-2 協業経営の作業工程

※図 6-2 の前提条件

規模 140 小間、乾燥機 16 連 (7,000 枚/h)
 構成員 4 のり養殖業者
 労働力 13 人 (基幹 10 名, 補助 3 人)
 1 日あたりのノリ生産枚数 9 万枚

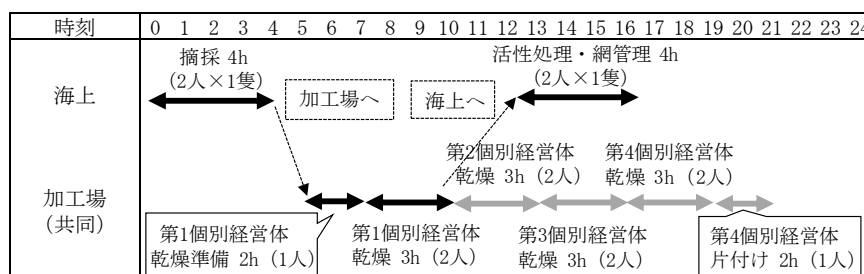


図 6-3 共同利用の作業工程

※図 6-3 の前提条件

小間数 35 小間、乾燥機 16 連 (7,000 枚/h)
 参加者数 4 個別経営体
 労働力 4 人 (基幹 2 人, 補助 2 人)
 1 日あたりのノリ生産枚数 2 万枚

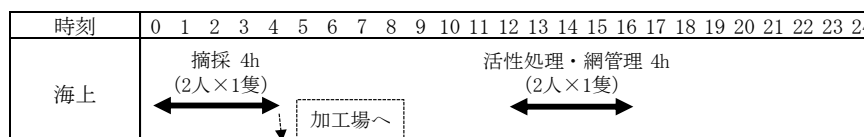


図 6-4-1 共乾に参加する個別経営体の作業工程

※図 6-4-1 の前提条件

規模 35 小間、乾燥機 20 連 (10,000 枚/h)
 参加者数 5 個別経営体
 労働力 2 人 (基幹 2 人)
 1 日あたりのノリ搬入量 2 万枚分

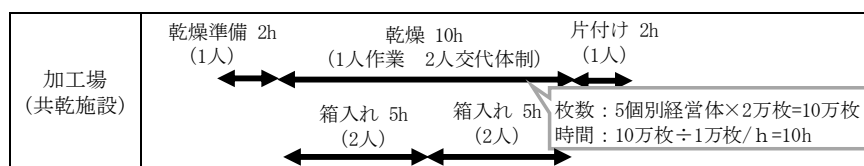


図 6-4-2 共乾の加工場の作業工程

※図 6-4-2 の前提条件

乾燥機 20 連 (10,000 枚/h)
 労働力 6 人 (基幹 2 人, 補助 4 人)

最後の個別経営体は加工作業が深夜におよびノリ摘採時間に重なるなど、海上作業に支障がでることが判明した (表 3-2)。

(3) 共乾

共乾に参加する個別経営体は、生産額の約 30%の委託加工料を加工場 (共乾施設) に支払って参加しており、その効果は、乾燥機更新時のコスト削減、加工作業の外部化、乾ノリの均質化である。課題は、1 日当たりの加工場 (共乾施設) へのノリ原藻搬入量の上限の制限 (摘採量の上限の制限) であった。また、共乾を管理運営する漁協の効果 (目的) は、組合員のノリ養殖の継続の支援であり、課題は、漁協事業として加工場 (共乾施設)

の設置・運営を組合員らから承認を得ることの難しさ、加工場 (共乾施設) 用地の確保、漁協の作業負担増加、乾燥機を稼働するオペレータの新規確保・継続雇用、共乾に参加する個別経営体のノリ原藻搬入量の上限厳守などの利用調整であった (表 3-3)。

考 察

協業の取組は、1997 年度から協業経営の形成が進められたが、協業経営は 2017 年度までにすべて共同利用へと移行した。また、共乾の形成が 2009 年度以降推進されている。ノリ養殖協業体の 2008 年度の割合は 2.4%、

表 3-1 協業経営の効果と課題

	効果	課題
協業経営	・加工場一元化要する事業費補助によるコスト削減 ・小間の同一漁場集約（海上作業），大規模乾燥機の導入（加工作業）による作業時間の削減 ・ノリ養殖技術の共有，加工作業担当の専門化，大規模乾燥機の導入による乾ノリの均質化	・芽付き、育苗方法や干出時間の調整方法などのノリ養殖技術の共有の難しさ ・分業時の海上作業担当と加工作業担当の作業時間の差 ・海上作業の労働力構成（後継者、親、雇用者）の違い ・今後のノリ養殖業拡大要望の有無（後継者の有無に起因することが多い） ・ノリ養殖の経営目標に対する個人差

表 3-2 共同利用の効果と課題

	効果	課題
共同利用	・大規模乾燥機使用による加工作業時間の削減（個人経営体の乾燥機より大規模の乾燥機）	・加工場使用の時間割り当て制による加工作業の利用時間帯の制約（最適加工時間帯に加工作業ができない，時間帯によっては加工作業が深夜となる） ・乾燥機の規模による一個別経営体当たりの搬入量の制限 ・参加する個別経営体の利用調整（ノリ原藻の搬入量の上限厳守）

表 3-3 共乾の効果と課題

	効果	課題
参加 個別経営体	・乾燥機更新の費用消失によるコスト削減 ・加工委託による加工作業の外部位 ※委託加工料の発生（加工委託料は3.5円/枚で生産額のおよそ30%にあたる） ・大規模乾燥機の導入による乾ノリの均質化	・乾燥機の規模による一個別経営体当たりの搬入量の上限の制限
共乾		・漁協事業として組合員から承認を得ることの困難さ
加工場 (共乾施設)	・乾燥機更新の費用負担や加工作業の労働負担の軽減を目的としたノリ養殖支援（当初は高齢者対象だったが、現在は30～50代の個別経営体が海上作業の専門を目的として参加する事例あり）	・加工場（共乾施設）用地の確保（漁協による土地購入の経済的な困難性，施設近隣との騒音・排水問題） ・加工場（共乾施設）設置時及び共乾の管理運営に係る漁協負担の増加 ・加工場（共乾施設）を操作するオペレータの新規確保・継続雇用（季節労働による就労条件の不安定さに起因） ・参加する個別経営体の利用調整（ノリ原藻の搬入量の上限厳守等）

2016年度の割合は14.3%と増加し、2013年度（平成25年度）福岡県水産基本計画における5年後の数値目標である約15%に到達した。しかし、今後、高齢で後継者のいない漁家の廃業が進む中、福岡有明のノリ生産力の維持向上を図るために、個別経営体のノリ養殖の継続の支援として協業の推進を継続し、共乾を主体としたノリ養殖協業体の割合を増加させることが重要である。

協業経営の存続の成否について、島²⁾は人間関係が大きいとしているが、福岡有明の協業経営が共同利用へ移行する理由は、ノリ養殖技術共有の難しさ、海上作業担当と加工作業担当の作業時間の相違、ノリ養殖への今後の展望の違いであり、個別具体的な要因があることが判

明した。作業時間の相違について、ノリ摘採・加工時期の1日の作業時間でみると、加工作業担当の作業時間は海上作業担当の2倍と大きな差があった。海上作業は作業時間が短いものの労働強度が高く、加工作業は労働強度が低いものの作業時間が長い場合、単純に作業時間の長さだけで比較することは難しいが、2倍の作業時間は加工作業担当者にとって大きな負担と考えられた。ノリ養殖の今後の展望の相違については、協業経営の参加ノリ養殖業者が年齢を重ねることによるライフステージの変化と推測された。

岩元⁹⁾は、農業者の経営のライフステージは、創業期、拡大期、拡充期、転換期、停滞期の段階があり、そのな

かで、創業期（経営を開始する時期）は40歳、転換期（後継者が加わることによる経営の転換の時期）は50歳、停滞期（後継者がいないことによる事業の規模縮小の時期）は60歳としていた。協業経営開始時の協業経営に参加するノリ養殖業者の年齢は40歳代前半が多く、共同利用へ移行した時期は50歳代だったことから、この時期は後継者就業の有無による経営の転換期にあたっていたと考えられる。また、山本¹⁰⁾は協業経営の運営は共同利用の運営より困難性が高いと述べており、協業経営から共同利用へと移行したものと合致する。今後の協業は、人間関係の負担の少ない共乾（形成の要望）が増加するが、共乾の形成を推進するための課題が判明したため、その対応を整理した（表4）。

「漁協が組合員から漁協事業として承認を得ることの難しさ」は、組合員が共乾を一部のノリ養殖を営む組合員ための組織にとらえ、漁協事業として適当でないと認識するためである。共乾はノリ養殖を営む組合員のノリ養殖の継続支援事業であり、漁協全体のノリ生産力の維持・向上を目的とした漁協事業であるという共通認識を組合員がもつ機会（説明会・研修会等）を提供する必要がある。

「加工場（共乾施設）用地の確保」は、漁協による用地購入が経済的に困難であることや近隣住民との騒音・排水問題に対応するため住宅地から離れた用地が必要であることから、地元自治体による加工団地の整備が大きな役割を果たすと考えられる。

「加工場（共乾施設）設置時及び共乾の管理運営における漁協の負担増加」では、漁協が加工場（共乾施設）設置用の事業費を借入れ、加工場（共乾施設）設置に煩雑な業務が発生し、その後共乾の管理運営の業務が漁協に追加される。現状、漁協は追加業務として対応しているが、今後、共乾の形成を推進する場合、加工場（交換施設）設置時の事務作業及び共乾の管理運営の追加業務

に対応できる組織力がない、または、複数の共乾形成に対応できる組織力がない漁協が想定され、今後の推進の障害になると危惧される。対応策としては、追加業務を担当する職員の増員が望ましいが、ノリ養殖中心の漁協がほとんどであり、春から夏の時期に追加される業務が少なく、共乾担当の漁協職員を雇用することは現実的には難しい。共乾施設設置時の漁協の業務負担を削減する方法の一つの方法として、共乾設置のマニュアル作成による業務の簡略化が有効と考えられ、協業推進の役割を担う有明海漁連によるマニュアル作成が望ましいと考えられる。

「加工場を稼働するオペレータの新規確保・継続雇用」は、季節雇用による就業条件の不安定さによるものであり、対応策は、オペレータの周年雇用が適切だが、漁協職員の増員と同様、春から夏の時期の業務がないため現実的に難しい。一方、聞き取り調査によると、以前から、ノリ養殖では、近隣市町の茶生産者を10～3月の期間で雇用し、反対に茶園では、ノリ養殖業者を5～6月の期間で雇用する事例がある。現在、このような他業種間の雇用は個人間で行われており、その人数は不明である。今後、他業種間の雇用募集の情報共有体制や雇用システムを構築することで、労働力の相互補完が行われ、オペレータの新規確保・継続雇用の対応策となる可能性がある。「参加する個別経営体のノリ原藻搬入量などの利用調整」では、円滑な共乾の施設稼働のために、個別経営体による1日のノリ原藻の搬入量の上限厳守が重要だが、共乾では、ノリ養殖が始まると参加者同士はノリ原藻の搬入時の短時間しか接触しないため、参加者同士の人間関係が希薄になる傾向がある。そのため、自己都合（時化や病害発生による突発的なノリ原藻類の摘採・搬入）が優先されやすく、ノリ原藻の搬入量の上限厳守が守られず、他の参加者の乾ノリ加工作業が計画通り進まないなどのトラブルが発生する。このため、対応策と

表4 共乾の課題と対応策

課題	対応策
・漁協事業として組合員から承認を得ることの困難さ	・組合員による共乾の必要性の共通認識
・加工場（共乾施設）用地の確保 （漁協による土地購入の経済的な困難性、施設近隣との騒音・排水問題）	・地元自治体による加工団地設置
・加工場（共乾施設）設置時及び共乾の管理運営に係る漁協負担の増加	・漁協職員の増員 ・有明海漁連による共乾設置用マニュアル作成
・加工場（共乾施設）を操作するオペレータの新規確保・継続雇用 （季節労働による就労条件の不安定さに起因）	・漁協でのオペレータ周年雇用 ・他業種間の相互連携雇用を目的とした情報共有体制や雇用システムの構築（茶生産者とノリ養殖業者等）
・参加個別経営体の利用調整 （ノリ原藻の搬入量の上限厳守など決め事の調整）	・定期的な会合開催、利用規定やトラブル発生時の対応マニュアルの作成 ・参加する個別経営体のグループ化

して、参加者同士の定期的な会合の開催、利用規定やトラブル発生時の対応マニュアルの作成、日常のノリ養殖の情報共有など参加する個別経営体のグループ化は、トラブル回避に有効な手段である。また、共乾には、各個別経営体に割り当てられたノリ原藻の貯蔵タンクがあり、ノリ原藻の鮮度保持を目的とした噴流式泡沫分離装置が各貯蔵タンクに接続され、24時間のノリ原藻保管が可能になっている。今後、24時間以上の保存技術が開発できれば、時化や病害発生による大量の摘採・搬入への対応が可能となり、共乾がより計画的に稼働できる可能性がある。

共乾に参加する個別経営体は、これまで自らが作業していた加工作業を共乾に委託することで、ノリ生産額の約30%を加工委託料として加工場（共乾施設）に支払うことになった。個別経営体では、加工作業は主に家族労働だったため、見かけ上の費用として発生していなかったが、共乾に作業委託することにより費用が発生し、高額に感じる場合があるようだった。

また、新たに個別経営体が共乾に参加する場合を考えると、加工場の機器更新費用消失・省力化効果と加工委託料による増加費用の均衡になる条件は、個別経営体のノリ小間数、現在の個別経営体の加工場の規模や労働力の保有状況などにより異なる。今後の共乾を推進するためには、個別経営体が新たに共乾に参加する場合の条件ごと（ノリ小間数、現加工場の規模、労働力）の効果的な条件設定の検討が必要である。

文 献

- 1) 片岡千賀之. ノリ養殖の協業化と漁協委託加工－佐賀有明海の事例－. 漁業経済研究 2001;48(1): 59-75.
- 2) 島秀典. 海苔養殖産地の発展と協業化－佐賀県有明海－. 経営（組織・管理方法）のあり方－事例調査研究報告－, 東京水産振興会, 東京. 2001; 191-214.
- 3) 島秀典. 有明海ノリ養殖業と協業化. 経営（組織・管理方式）のあり方－最終報告－, 東京水産振興会, 2002; 59-75.
- 4) 平成29年度ノリ養殖漁場行使にあたり厳守すべき行使の内容. 有明海漁連, 福岡. 2017.
- 5) 平成18年第4回漁業経営・資源管理小委員会説明資料（新たな水産基本計画の策定経過）. 水産庁, 東京. 2006.
- 6) 平成24年度～平成25年度福岡県水産業の動向. 福岡県, 福岡. 2012～2013.
- 7) 平成26年度～平成28年度福岡県農林水産業・農林漁村の動向. 福岡県, 福岡. 2014～2016.
- 8) 平成25年度福岡県水産振興基本計画. 福岡県, 福岡. 2012.
- 9) 岩元泉. 現在日本家族農業経営論 農林統計出版, 東京. 2015.
- 10) 山本辰義. 分析でわかる漁業経営 漁協経営センター出版部, 東京. 2008.

福岡県におけるカキ養殖の産地構造と生産性・収益性

中原 秀人・寺井 千尋・里道 菜穂子・篠原 満寿美
(研究部)

福岡県におけるマガキ養殖（以下カキ養殖）を豊前海区と筑前海区に区分し、生産構造や就業構造、出荷販売などから産地構造の違い及び生産性、収益性を明らかにした。福岡県のカキ養殖は、豊前海区が先行し筑前海区が後続産地として展開することで産地規模を拡大してきた。両海区の生産構造は養殖方式や種苗調達などが共通する一方で、養殖施設面積（以下施設面積）や生産様式、養殖期間において違いがみられた。就業構造は豊前海区が家族労働を、筑前海区が雇用労働を主体としており、労働力の属性の違いが作業工程や作業効率に影響し、生産性・収益性の差に繋がっていた。カキ1 kg 当たり生産費は豊前海区が290円、筑前海区が520円であった。販売方式は豊前海区が宅配販売、浜売り、筑前海区が自営するカキ小屋と直売所出荷を主体にし、ともに直接販売によって市場出荷より高い販売単価を獲得していた。両海区の1筏面積が異なるため豊前海区の1筏面積（28 8m²）に合わせて1筏当たり所得を算出すると、豊前海区が3,133千円、筑前海区が1,456千円であった。

キーワード：カキ養殖、産地構造、家族経営、雇用型経営、生産性、収益性

福岡県のカキ養殖は、1983年に豊前海区北部の恒見漁協（現豊前海北部漁協恒見支所）での試験導入を起点として、豊前海区の北部、中部、南部の各漁協に展開してきた。一方、筑前海区は1994年に豊前海区からの技術支援を受けて糸島半島の加布里、船越、福吉、岐志の各漁協（現糸島漁協）に導入され、その後福岡市漁協や宗像漁協、北九州市漁協の一部の事業所に広がってきた。

カキ養殖は資本力の乏しい零細漁業者が着業しやすく¹⁾、福岡県ではノリ養殖から他の漁業種類を経て、カキ養殖に転換した漁業者が多い。またカキの成長は漁場の生産力に全面的に依存しており特に餌料環境の影響が大きい²⁾。福岡県のカキ養殖は豊前海区、筑前海区とも餌料環境に恵まれて成長が速く^{3, 4)}、一年生カキで出荷されている。

養殖様式は両海区とも筏式垂下法をとり、生食用殻付きカキとして福岡県内を中心にした販売など共通する部分がある一方、カキの生産様式、出荷販売方法などに違いがみられる。

福岡県におけるカキ養殖の技術開発に関しては多くの報告があるが^{*1}、経営に関する報告は少なく^{5, 6)}、さらに両海区を直接比較したものはない。

本報告では、福岡県におけるカキ生産を豊前海区と筑前海区の生産構造を視点に、両海区におけるカキ生産の産地構造の違い、及びそれぞれの生産性、収益性を明らかにする。

分析手順としては、はじめに福岡県全体のカキ養殖の推移を両海区の展開状況を比較しながら整理する。次に両海区から調査対象のカキ養殖経営体を選定し、具体的な生産様式や就業構造、出荷販売方法を比較し、生産構造及び生産性、収益性分析を行う。

分析対象は、豊前海区が豊前海北部漁協（恒見支所）の2経営体、筑前海区が糸島漁協の4経営体（加布里支所2経営体、船越支所2経営体）である。ともに両海区では先駆的にカキ養殖に取り組んできた漁協及び経営体である。なお、筑前海区の調査対象はいずれもカキ養殖とともに「カキ小屋」を経営しているが^{*2}、今回は分析範囲を養殖部門に限定した。

分析に用いた数値は、福岡県全体及び海区ごと生産概要は福岡県水産振興課及び福岡県水産海洋技術センター資料、該当漁協資料である。漁業者からは聞き取り調査と基幹作業のタイムスタディ、市場価格は出荷市場（北九州市中央卸売市場）の出荷統計を用いた。また、養殖

* 1 「福岡県水産海洋技術センター研究報告」第19～28号に掲載されたカキ養殖の技術開発関連報告は、豊前海区が7、筑前海区が3である。

* 2 参考文献7) ではカキ小屋は「消費者が殻付きカキを購入してその場で炭火等で焼いて食べる施設」。

1 筏の面積規模は豊前海区が筑前海区の2倍であったので、1 筏当たりの数値は豊前海区に合わせて集計した。したがって筑前海区の1 筏当たりの実数は、表記数値の半分である。

福岡県におけるカキ養殖の展開状況

1. 生産量・経営体数・施設面積

福岡県における養殖カキの生産量は、成育障害や台風被害の著しい2004年度と2012年度を除くと増加を続け、2009年度以降は約2,000 t 前後で推移している。2017年度の生産量1,915 t の内訳は、豊前海区が76%、筑前海区が24%である（図1）。

カキ養殖の経営体数も導入以降増加を続け、2003年度に100経営体を超え、その後は110戸前後で推移している。2017年度の経営体数111の内訳は、豊前海区が60%、筑前海区が40%である（図2）。

施設面積も増加を続け、2012年度以降は95,000 m² 前後で推移している。しかし、海区分には異なる動向をみせている。豊前海区が2004年度66,000 m² を最大に漸減しているのに対し、筑前海区は増加を続けており、特に2008年度から2017年度の直近10年間には20,300 m² から45,300 m² と倍増している。2017年度の施設面積97,200 m² の内訳は、豊前海区が53%、筑前海区が47%である（図3）。

1 経営当たり施設面積は、豊前海区が2001年度の1,006 m² を最大に2008年度には595 m² まで減少し、その後漸増して2017年度は774 m² である。筑前海区は2004年度の208 m² から急増して2006年度に504 m²、2008年度725 m²、2012年度以降は1,000 m² 前後で推移している。1 経営当たり施設面積は当初豊前海区の方が広がったが、2007年度に650 m² で並び、2008年度以降は筑前海区の方が広がっている（図4）。

以上のように福岡県のカキ養殖は、全体として生産量、経営体数、施設面積とも一貫して増加を続けてきた。海区ごとのシェアは、早期に取り組んだ豊前海区が筑前海区よりも多かったが、その差は縮小してきた。

2. 海区分別カキ養殖の概要

福岡県内でカキ養殖に取り組んでいる漁協は2017年度末で10漁協、22事業所あり、豊前海区が6漁協10事業所、筑前海区が4漁協12事業所である（表1）。

111経営体は、個人経営体が106と多数を占め、漁協経営、協業経営、会社経営などの組織経営体が5経営体である。組織経営体は、1 経営体当たり施設面積が広い。

個別経営体において1 経営体当たり施設面積が広いの

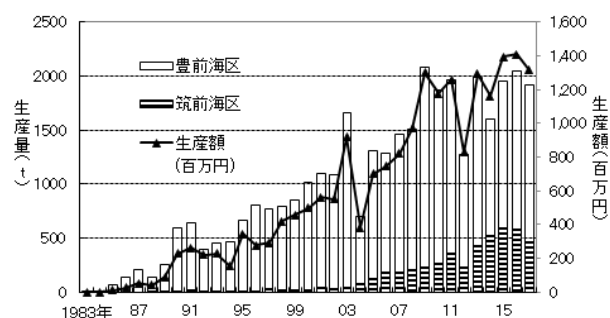


図1 養殖カキの生産量と生産額

資料) 福岡県水産振興課

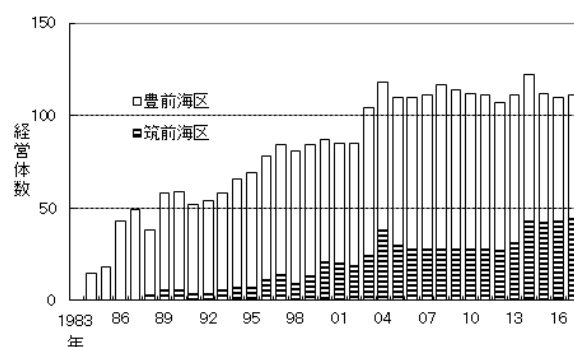


図2 カキ養殖の経営体数

資料) 福岡県水産振興課

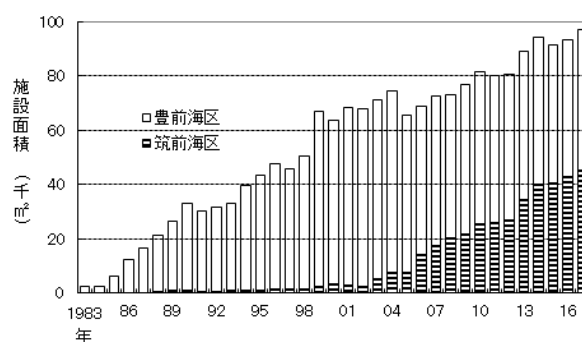


図3 カキ養殖の施設面積

資料) 福岡県水産振興課



図4 1 経営体当たり施設面積

資料) 福岡県水産振興課

表 1 漁協ごとのカキ養殖状況

市町村	漁協名	本所・支所	経営 体数	施設面積：㎡ 1経営体	かき 小屋	
北九州市	豊前海北部	本所	5	3,168	634	3
		恒見	22	21,024	956	1
	北九州東部	本所	8	2,304	288	
	曾根	－	10	6,048	605	1
苅田町	苅田町	－	14	5,184	370	
行橋市	養島 注1)	－	3	10,080	3,360	2
築上町		椎田町	1	864	864	
豊前市	豊築	松江浦	1	864	864	
		八屋	1	288	288	
		本所 注2)	2	2,016	1,008	1
豊前海区計	6漁協	10事業所	67	51,840	774	8
糸島市	糸島	福吉	4	3,456	864	4
		深江	1	432	432	
		加布里	2	4,320	2,160	2
		船越	9	15,264	1,696	8
		本所	13	14,400	1,108	13
		野北	2	576	288	
		唐泊 注3)	1	3,888	3,888	1
福岡市	福岡市	能古	4	576	144	
		志賀島	3	288	96	
		本所 注4)	1	1,296	1,296	
北九州市	北九州市	本所	3	432	144	1
宗像市	宗像	津屋崎 注3)	1	432	432	1
福津市						
筑前海区計	4漁協	12事業所	44	45,360	1,031	30
合計	10漁協	22事業所	111	97,200	1,805	38

注 1) 養島の 3 経営体のうち 1 つは 4 戸による協業経営。

注 2) 豊築漁協本所の 2 経営体のうち 1 つは漁協経営。

注 3) 唐泊、津屋崎は漁協経営。

注 4) 宗像漁協本所は会社経営。

※記載以外に豊前海区の行橋市漁協、吉富漁協でカキ養殖が行われていたが、それぞれ 2014 年、2016 年に廃業。

資料) 福岡県水産振興課

表 2 カキ養殖の海区別集計

	豊前海区全体	筑前海区全体	豊前／筑前
筏数	180基	315基 (実数)	0.57
施設面積	51,840㎡	45,350㎡	1.14
生産量	1,450t	564t	3.12
〃 ㎡当たり	28.0kg	10.3kg	2.72
生産額	870百万円	447百万円	1.95
〃 ㎡当たり	16,780円	9,860円	1.70
1 経営 体当 たり	筏数 2.7基	7.2基 (実数)	0.38
	施設面積 773㎡	1,030㎡	0.75
	生産量 21.6t	10.6t	2.04
	生産額 13.0百万円	10.2百万円	1.27

資料) 福岡県水産振興課

は、豊前海区では豊前海北部漁協恒見支所の 956㎡、豊築漁協椎田支所、松江浦支所の 864㎡である。筑前海区では糸島漁協加布里支所の 2,160㎡、船越支所の 1,969㎡である。

カキ小屋を運営している 38 経営体は、豊前海区が 8 経営体、筑前海区が 30 経営体である。漁協では糸島漁協が

27 経営体と特に多い。糸島漁協管内のカキ小屋は全てカキ養殖漁業者による経営で、漁船漁業とカキ養殖、及びカキ小屋との複合経営である。

海区全体の生産規模は、豊前海区は筑前海区にくらべ施設面積が 1.1 倍、生産量 3.1 倍、生産額 2.0 倍である。単位面積当たりの生産量においては豊前海区が 2.7 倍と高い収量を示す一方、単位面積当たり生産額では 1.7 倍と格差が縮小する (表 2)。

海区全体の 1 経営体当たり平均は、豊前海区が施設面積 773㎡ (筏 2.7 基)、生産量 21.6 t、生産額 1,300 万円、筑前海区が 1,030㎡ (筏 7.2 基：実数)、10.6 t、1,020 万円である。

個別経営体の生産構造

1. 調査経営体の概要

調査対象は、豊前海北部漁協恒見支所、糸島漁協加布里支所、同船越支所がそれぞれ 2 経営体の合計 6 経営体である。調査対象が所属する漁協支所は、ともに 1 経営体当たり施設面積が最も大きい事業所である。なお、調査対象の 6 経営体は、所属事業所の中では平均規模である。

豊前海区 2 経営体の経営類型は、夏季に刺し網漁に従事しているがほぼカキ専業経営である。筑前海区 4 経営体はいずれもカキ小屋を運営しており、夏期には二そうごち網漁、一そうごち網漁を営む経営が各 1 経営体、刺し網漁が 2 経営体である。ごち網漁はともに雇用型漁業である。

2. 労働力

豊前海区のカキ養殖の基本的な労働力は、夫婦を中心とした家族労働による家族経営である。調査対象では労働力 4 名のうち 3 名が家族 (経営主夫婦+父母または

表 3 海区別の個別経営概要

	豊前海区	筑前海区
経営類型	カキ養殖 漁船漁業	カキ養殖 カキ小屋・漁船漁業
家族	3 人	1 人
労働力	1 人	4 人
計	4 人	5 人
総面積	1,440㎡	1,872㎡
施設	筏数 5 基	6.5基 (実数 13基)
筏のサイズ	12m×24m	12m×12m
筏の資材	竹(F R P)	竹 (杉)
生産様式	1筏当たり垂下本数 950本	900本
	垂下ロープの長さ 3.8m	3.9m
	〃 当たりコレクター数 16.0個/本	12.0個/本
販売方法	宅配、浜売り、市場	カキ小屋、直売所

資料) 豊前海区が豊前海北部漁協恒見支所 2 経営体、筑前海区が糸島漁協加布里支所、船越支所計 4 経営体の平均。

		筏当たり作業 時間 注1)	作 業 工 程												組作業 (人)
			4月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
豊 前 海 区	陸上	筏作り・設置	22	(67)											
		コレクター装着	86												
	海上	種苗垂下	17											種苗購入	3
		筏補修・カキ管理	22												1
		収穫・脱殻・整形	233												1
筑 前 海 区	陸上	洗浄・整形・選別	240												3
		浄化・包装・出荷	73												1
	合 計	693 738													
	陸上	筏作り・設置	53	(160)											5
		コレクター装着	96												4~5
筑 前 海 区	海上	種苗垂下	60												4~5
		筏補修・カキ管理	48												2
		収穫・脱殻・整形	252 注2)												4~5
	陸上	洗浄・整形・選別	310 注2)												4~5
		浄化・包装・出荷	50												4~5
合 計		869 (976)													

図5 海区ごとの作業工程

注1) () 内は実作業時間で、集計数値は耐用年数3年で割った作業時間。

2) 筑前海では収穫前半での小サイズを丸かごに入れて再垂下する割合が多い。

子), 1名が雇用であった(表3)。

筑前海区の基本的な労働力は雇用で、雇用労働を中心にした雇用型経営である。調査対象では労働力5名のうち4名が雇用労働で、家族労働は経営主だけであった。経営主の妻はカキ小屋の運営を担当しており、養殖部門の作業に従事することは少ない。なお、カキ小屋運営には養殖部門とは別に10名程度を雇用している。

3. 筏様式と養殖様式

豊前海区の筏は縦12m、横24m、面積2,880㎡の長方形で、骨組みの資材は竹(一部の基幹部分にFRP製パイプを使用した耐波性筏)であった。筑前海区は縦12m、横12m、面積1,440㎡の正方形で、骨組みの資材は同じく竹(一部に全て杉を使用した筏)であった。

外海にある筑前海区の筏は、内海の豊前海区の半分の規模であった。

筏からカキを吊るす垂下ロープは、豊前海区が一筏当たり950本、筑前海区が900本(換算)で、面積当たりの垂下ロープ密度は豊前海区がやや高かった。垂下したロープの長さは3.8m程度で同じであったが、垂下ロープに装着するカキ種苗(コレクター)は豊前海区が16個、筑前海区が12個で、コレクター数は豊前海区が筑前海区の1.33倍と高密度であった。

4. 作業工程

両海区とも自家採苗を行わずにコレクターの多くを宮城県から購入し、一年生カキで出荷する体系は同じであるが、成育及び作業行程が異なっていた(図5)。

垂下開始から収穫開始までの養殖期間は豊前海区が8ヶ月間、筑前海区が10ヶ月間であった。豊前海区のカキ収穫は11月下旬から4月上旬で、収穫終了後の4月中

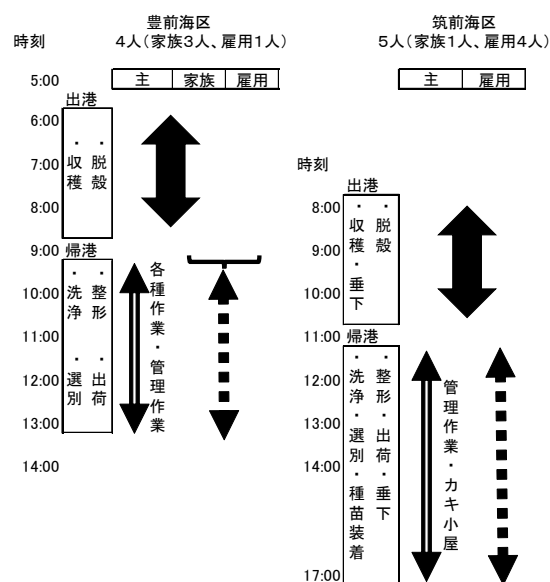


図6 海区别の収穫作業工程

下旬に次期作のコレクター装着と垂下作業を行っていた。筑前海区は10月中旬から4月中旬に掛けて収穫し、収穫の終わった筏から随時次年度のコレクターを垂下していた。

家族労働が主体の豊前海区は収穫と次年度の準備作業を分離して、作業時期をずらすことで家族労働を効率的に活用していた。雇用型経営の筑前海区は、収穫と次年度の準備作業を並行して行い、さらに種苗購入や筏作りも雇用労働導入期間の10月から4月に組み入れて雇用労働を効率的に活用していた。

各作業の人員は、豊前海区がコレクター装着、収穫、調整作業が3名、その他の作業は経営主1名であった。筑前海区ではいずれの作業も4~5名で実施していた。

次に、具体的な作業組み立ての違いを収穫作業で確認する。図6に収穫時の1日の作業工程を示した。

家族労働を主体とした豊前海区は、早朝5時半頃から13時頃までの就業時間である。5時半から8時半までは海上での収穫作業を3名の家族労働で行い、帰港してから雇用者を加えて洗浄、整形、選別作業に当たる。その間に並行して梱包、出荷作業を行い、13時頃に終了する。夜明け前後の穏やかな風の時間帯に海上作業を行うことで、収穫日数の確保と作業の効率化を図っていた。

雇用労働を主体とした筑前海区では、就業時間が8時から17時に設定されていた。8時半から10時半頃まで経営主を含めて5名で海上作業を行い、帰港してからの洗浄、整形、選別作業は4名の雇用労働が担当し、経営主はカキ小屋を含めた管理作業に従事する。収穫中期の12月からは、収穫作業と並行して次期種苗のコレクター装着、収穫後の筏へ種苗垂下を行う。

以上のように豊前海区では、安定的、効率的に作業を進めるために、作業適期に合わせた就業時間となっていた。雇用労働力に依存する筑前海区では、変則的な就業時間は雇用確保の障害になるとともに労働費の増加を招くため、作業者に合わせた就業時間を設定していた。

5. 生産量・労働時間・生産費用

経営体及び1筏当たりカキ生産量は、豊前海区が35.5tと7.1t、筑前海区が24.0tと3.7tであった(表4)。コレクターの垂下容積1m³当たりの生産量は豊前海区が6.49kg、筑前海区が3.29kgであった。生産量は豊前海区が筑前海区より1経営体当たり1.5倍、1筏当たり1.9倍、垂下容積1m³当たり2.0倍であった。

労働力1人当たり及び1時間当たり生産量は、豊前海区が8.88tと10.2kg、筑前海区が4.80tと4.3kgで、それぞれ1.9倍、2.4倍であった。

総労働時間及び1筏当たり作業時間は、豊前海区が3,470時と694時間、筑前海区が5,649時間と869時間であった。カキ100kg当たりの労働時間は豊前海区が9.8時間、筑前海区が23.6時間であった。投入労働量は豊前海区が筑前海区の1筏当たり80%、カキ100kg当たり42%であった。

このように、豊前海区は筑前海区より漁場生産性、労働生産性ともに高かった。

1筏当たり漁労支出は豊前海区が1,128千円、筑前海区が1,644千円であった(表5)。費用の中で最も多い項目は、豊前海区が種苗費の271千円、筑前海区が雇用労賃の834千円であった。両海区の漁労支出の差額は、ほとんどが雇用労賃であった。家族見積み労賃を加えた生産費は、豊前海区が2,029千円、筑前海区が1,904千円

表4 海区別の生産量と労働時間

	豊前海区	筑前海区	豊前／筑前
生産量	1経営体当たり	35.5t	24.0t
	1筏当たり	7,100kg	3,690kg
	容積1m ³ 当たり	6.49kg	3.29kg
	1人当たり	8.88t	4.80t
	1時間当たり	10.2kg	4.3kg
労働時間	1経営体当たり	3,470時間	5,649時間
	1筏当たり	694時間	869時間
	カキ100kg当たり	9.8時間	23.6時間

表5 海区別のカキ養殖費用

		単位:円	
		豊前海区	筑前海区
1筏当たり	種苗費	271,500	178,200
	資材費	149,700	165,500
	筏費用	160,500	135,000
	水道光熱費	48,000	47,000
	燃料費	76,000	19,500
	減価償却費	254,300	209,500
	雇用労賃	111,600	834,000
	租税公課	55,900	54,800
	小計(漁労支出)	1,127,500	1,643,500
	家族見積み労賃	901,500	261,000
生産費		2,029,000	1,904,500
1経営体当たり	漁労支出	5,637,500	10,682,750
	生産費	10,145,000	12,379,250
1kg当たり生産費		290	520

で筑前海区が6%低かった。カキ1kg当たり生産費は290円と520円で、豊前海区が45%低かった。

北九州市中央卸売市場における殻付カキの11～3月の平均単価は、2015年度が410円/kg、2016年度が310円/kg、2017年度が352円/kgであった⁸⁾。豊前海区の生産費290円/kgは平均市場単価より低く、豊前海区のカキ養殖は卸売市場出荷でも収益が確保できる。一方、筑前海区の生産費520円/kgは市場単価より高く、筑前海区のカキ養殖は卸売市場出荷では採算が取れない。

6. 販売方式と収益

豊前海区のカキ販売は、宅配販売と浜売りなどの市場外流通が7割を占め、その他が市場出荷である⁹⁾。調査事例においても宅配、浜売りを基本に、収穫後半に余剰分を卸売市場に出荷していた。市場外流通においては生産者が価格決定しており、平均価格は600円/kgであった。

筑前海では個人営、漁協営を含めカキ小屋への出荷が主流であり、調査対象の糸島漁協内では自営するカキ小

表6 海区別のカキ養殖収益

	単位：円	
	豊前海区	筑前海区
総生産額（注）	21,300,000	20,150,000
総所得	15,662,500	9,464,650
家族従事者1人当たり所得	5,220,833	9,464,650
利潤（純収益）	11,155,000	7,768,150
1筏当たり生産額	4,260,000	3,099,600
〃 所得	3,132,500	1,456,100
〃 利潤（純収益）	2,231,000	1,195,100
所得率	74%	47%
利潤率	52%	39%

注）単価は豊前海区が600円、筑前海区が840円で算出。

屋への出荷が8割を占め、漁協の直売施設への出荷が2割弱、市場出荷はわずかに1%程度であった⁷⁾。

ところでカキ小屋を営む漁業者は、現状ではカキ養殖とカキ小屋とを部門別に分離していない。そのためカキは個別経営内での中間生産物であり、養殖部門からカキ小屋部門へ出荷する段階では価格を持たない。カキ小屋の価格1,000円/kgには、養殖費用にカキ小屋の設置費用や運営費用、接客の雇用労賃などが含まれている。そこで収益計算に当たっては、カキ小屋の費用が明らかでないため直売所の販売価格1,000円/kgから販売経費を除いた金額840円/kgで試算した。

総生産額は豊前海区が21,300千円、筑前海区が20,150千円であった。1筏当たりの収益は、豊前海区が生産額4,260千円、所得3,133千円、純収益2,231千円であった。筑前海区はそれぞれ3,100千円、1,456千円、1,195千円であった。所得率及び利潤率は豊前海区が74%と52%、筑前海区が47%と39%でともに高い収益率であった。

豊前海区は高い生産性を要因として収益を確保していたのに対し、筑前海区は豊前海区より生産性が低いものの高い販売単価によって収益を確保していた。

考 察

福岡県におけるカキ養殖は、豊前海区が先行し筑前海区が後続産地として展開することで産地規模を拡大してきた。両海区のカキ養殖は共通する部分がある一方、異なる点も多い。豊前海区と筑前海区の産地条件の類似点と相違点を表7に示した。

類似する項目は、生産構造の養殖方式と種苗調達、出荷販売の需要範囲と出荷形状、流通方法である。流通方法は両海区とも市場外流通を主体におき、市場流通より高い販売単価を実現していた。

相違する項目は、漁場環境、生産構造の施設面積と

表7 類似点と相違点

		豊前海区（類似点）	筑前海区
漁場環境		内海	外海
生産構造	施設面積	1 経営当たり 1,440㎡	1,872㎡
		1 筏当たり 288㎡	144㎡
	養殖方式	（筏式養殖法）	
	生産様式	種苗	（他県産購入）
	コレクター密度	15.0個／㎡	9.5個／㎡
養殖期間		8ヶ月	10ヶ月
就業構造	属性	家族労働が主	雇用労働が主
	家族労働・雇用労働	3人・1人	1人・4人
出荷販売	需要範囲	（県内）	
	出荷形状	（生食用殻つきカキ）	
	流通方法	（市場外流通）	
	販売先	宅配・浜売り・市場	カキ小屋・直売所
	単価	600円	840円
経営成果	生産性	1 筏当たり収量	7.1t
		1kg当たり原価	290円
	収益性	1 経営体当たり所得	1,655万円
		1 筏当たり所得	331万円
		949万円	146万円

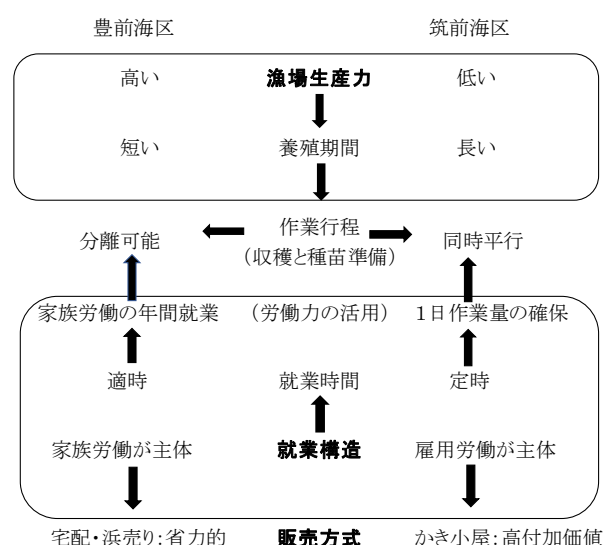


図7 海区別の産地構造

コレクター密度、養殖期間、就業構造の労働力属性と人数、出荷販売の販売先と単価であった。

経営成果は生産性、収益性ともに豊前海区が筑前海区より高かった。

これら差異の基底にあるものは、漁場生産力と就業構造、販売方式の3点に集約できる（図7）。

豊前海区は筑前海区より漁場生産力が高く、カキの成長が速い。漁場生産力の差は、生産構造と収量性に現れていた。豊前海区は筑前海区より3ヶ月遅く垂下しても収穫開始は1ヶ月遅い程度で、単位当たり収穫量は1.9倍であった。

家族労働と雇用労働との就業構造の違いは、就業時間や組作業人員に現れ、作業工程の違いや作業効率の差に繋がっていた。

さらに漁場生産力の差と就業構造の違いは、相互に関連していた。豊前海区では、収穫終了後の4月に種苗を垂下しても11月収穫までに十分な成育が確保される。つまり、収穫作業とコレクター装着作業や垂下作業とを時期的に分離できるため、家族労働力の範囲で適期内作業の遂行が可能である。筑前海区では収穫終了後の4月以降に垂下すると、収穫期までに十分な成育が確保できない。そのため収穫作業とコレクター装着・垂下作業とを平行して行わなければならない、労働力確保のため雇用労働が必要になる。

就業構造の違いはカキ養殖導入前の漁業種類にも起因している。豊前海区はかつてノリ養殖に従事後、他の漁業種類を経てからカキ養殖に転換した家族経営の漁業者が多いのに対し、筑前海区では二そうごち網漁や一そうごち網漁などの雇用型漁業種類から着業した漁業者が多く、漁閑期の冬季における雇用労働の就業確保としてカキ養殖を導入した経緯がある。そのため筑前海区は、カキ養殖導入時から雇用労働の活用を前提として生産体系を組み立ててきた。

販売方式では、豊前海区の宅配販売の配送先は海区内の市町村が8割を占めており⁶⁾、筑前海区のカキ小屋の来場者は約半数が福岡市内の居住者である⁷⁾。販売方式は異なるものの、両海区とも直接販売によって県内に新たな殻付きカキ需要を創造してきたといえる。豊前海区は省力的な宅配販売・浜売りで、筑前海区はより付加価値の高いカキ小屋で、ともに卸売市場価格を上回る単価を獲得していた。

以上を踏まえて今後の展開を、規模拡大を視点に経営の内部条件と外部条件に分けて考察する。

カキ養殖業は資本力の影響が少ないため規模拡大の内部条件は、労働力が主な要件となる。豊前海区は家族労働力の範囲内で効率的な生産体系を構築してきたため、規模拡大においては労働力が制約となる。雇用労働を導入するには、これまで家族労働を前提に構築してきた生産体系の変更が必要となり、高い収益性の維持が困難になる。筑前海区は雇用労働を前提に構築してきた生産体系であるため、雇用労働の増員によって従来の生産体系を維持したまま規模拡大が可能である。

外部条件では、養殖区画の確保と需要拡大が要件であ

る。豊前海区は施設面積が漸減しているので筏増設の余地がある。外海にある筑前海区は冬期の季節風の影響が強く、筏の多くは漁港近くの波浪の影響の少ない限られた沿岸域に設置されている。現状では筏数の増加にともなって生産性の低い場所への設置も見られ、規模拡大の余地が少ない。

最後に需要面からの考察を行うと、両海区とも県内需要の掘り起こしを中心に新たなカキ需要を掘り起こしてきた経過から、今後も隣接市町村を中心に県内需要を囲い込むことで需要拡大の可能性を持っている。一方、県外需要の獲得は、PR手段や生食用殻付きカキでの特性である衛生管理の徹底など新たな取り組みが必要になる。これまで鮮度や安心への信頼感など、身近な産地としての強みを活かして高単価での直接販売を実現してきた経過からみると、県外出荷への取組には慎重を要する。

文 献

- 1) 長谷川健二, 常 清秀. カキ養殖業における家族経営の存立構造. 北日本漁業 2004; 7: 115-131.
- 2) 中込陽彦, 津田初二, 米田一二三. 最近における広島湾カキ養殖業の構造変化. 水産大学校研究報告人文科学編 1965; 10: 1-23.
- 3) 山田京平. 養殖技術研究 (4) カキ養殖状況調査. 平成26年度福岡県水産海洋技術センター事業報告 2014; 365-366
- 4) 内藤 剛, 後川龍男. 養殖技術研究 (5) 筑前海に適応したカキ養殖管理手法の確立. 平成26年度福岡県水産海洋技術センター事業報告 2014; 87-89
- 5) 有江康章, 渡辺大輔. 養殖カキ産地の現状と振興の方向性—福岡県豊前海域を事例として—. 地域漁業研究 2000; 41 (1): 1-17
- 6) 秋本恒基, 有江康章, 渡辺大輔, 冨重信一. 豊前海かき養殖業の現状と展開方向. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2002; 12: 93-103
- 7) 篠原直哉, 佐藤利幸, 糸島地域におけるカキ養殖の発展とカキ小屋の役割. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2016; 26: 69-72
- 8) 市場年報. 北九州市中央卸売市場 平成27~29年度

福岡県における藻場・干潟ビジョンの考え方

篠原 直哉・山田 京平^a・大形 拓路
(水産振興課)

水産庁は平成29年度から33年度を計画期間とする漁港漁場整備長期計画を新たに定め、この中で水産資源の回復・増大を目的とする「藻場・干潟ビジョン」の策定指針が示され、福岡県も策定に着手した。本県は、筑前海、有明海、豊前海と特徴の異なる3つの海域があり、各海域毎にビジョンを策定する必要がある。本報告では藻場を中心とした筑前海と干潟を中心とした有明海の各ビジョンについて考え方を報告する。

筑前海は外海に面し、海岸や離島周辺にアラメ類やワカメ、ホンダワラ類などが優占する藻場を形成している。福岡県では自然石の基質を投入し、藻場の造成を目指す漁場造成手法（ハード整備）を継続しており、このときに考慮すべき藻場の形成条件は海藻類が着生する安定した基質などの物理条件と水温や透明度などの環境条件である。また、藻場の維持にはウニ類など植食性動物の生息量と海藻量のバランスが重要である。近年、地元の漁業者による海藻減少の原因となるウニ類の駆除などのソ

フト対策が藻場の形成を促していることから、国の補助事業などの活用により、これらの活動を進め、筑前海沿岸の藻場の造成を目指すことも必要である。

有明海は広大な干潟を有し、多種多様な固有種が生息する独特な特徴をもつ海域であり、この干潟には二枚貝類をはじめ、多くの生物が生息している。近年みられる干潟の泥質化への対応として、本県では覆砂による漁場造成手法（ハード対策）を取り入れ、底質環境の改善につながっている。近年、覆砂した漁場にあさり稚貝が大量に発生しており、これらの保護のために、地元漁業者による移植、密漁監視、資源管理などのソフト対策が積極的に行われ、資源量が増加し漁獲に結びついた。今後、この手法をもとに福岡県有明海における覆砂漁場でのあさり資源の活用を図っていく。また、有明四県はこれまであさりなどの共通資源を共同して利用してきたことなどから、共同でビジョンの策定を目指す。

水産工学, 55(1), 71-75 (2018)

a 現所属：有明海研究所

福岡県水産海洋技術センター研究報告 第29号

編 集 委 員

委員長	林 宗徳
委員	池浦 繁
	松井 繁明
	吉岡 武志
	秋本 恒基
	藤井 直幹
	濱崎 稔洋
	宮本 博和
	中川 清
	伊藤 輝昭

発 行 2019年3月

発行者 福岡県水産海洋技術センター
所長 有江 康章

福岡県水産海洋技術センター

企画管理部 〒819-0165 福岡市西区今津1141-1
TEL 092-806-5251 FAX 092-806-5223

研 究 部 〒819-0165 福岡市西区今津1141-1
TEL 092-806-0876 FAX 092-806-5223

有明海研究所 〒832-0055 柳川市吉富町728-5
TEL 0944-72-5338 FAX 0944-72-6170

豊前海研究所 〒828-0022 豊前市大字宇島76-30
TEL 0979-82-2151 FAX 0979-82-5599

内水面研究所 〒838-1306 朝倉市山田2449
TEL 0946-52-3218 FAX 0946-52-3324

福岡県行政資料	
分類記号 P G	所属コード 4 7 1 3 1 0 6
登録年度 3 0	登録番号 0 0 0 3