福岡県水海技セ研報
Bull.
Fukuoka Fisheries Mar.
Technol.Res.Cent.

ISSN 0919-2468

福岡県水産海洋技術センター研究報告

第３１号

BULLETIN
OF
FUKUOKA FISHERIES AND MARINE TECHNOLOGY RESEARCH CENTER
No. 31

福岡県水産海洋技術センター

２０２１年3月

目　　次

[研究報告]

１．加布里干潟におけるハマグリの資源動向と稚貝保護・育成手法の検討

亀井　涼平・林田　宜之・佐藤　博之・濵田　弘之・

中本　崇・松井　繁明・内藤　剛・小谷　正幸 …… 1

２．有明海福岡県地先に適したアサリ天然採苗技術の開発

山田　京平・合戸　賢利・佐野　二郎…… 9

３．筑前海区いかかご漁業の漁具診断

金澤　孝弘・永松　公明 ……21

４．たる流し漁業におけるケンサキイカの漁獲特性

長本　篤 ……29

５．福岡湾におけるタチウオの成長と成熟

中山　龍一・松島　伸代 ……35

６．有明海ガザミ漁業の標準化 CPUE

上田　拓 ……41

７．石材の再配置による投石漁場の機能回復

林田　宜之・後川　龍男・梨木　大輔 ……47

８．福岡県有明海におけるノリ養殖の個人経営体と協業の生産効率＊

中原　秀人・篠原　満寿美 ……55

９．福岡県糸島地区におけるカキ小屋経営の現状

里道　菜穂子・中原　秀人 ……63

[資料]

10. 福岡県有明海で生産される乾ノリの色，光沢と乾燥条件

安河内　雄介 ……69

11. 豊前海におけるナルトビエイの食性

野副　滉・田中　慎也・黒川　皓平・後川　龍男・大形　拓路 ……75

12. 豊前海域における主要漁獲物の市場・小売価格の推移

黒川　皓平・後川　龍男・野副　滉・田中　慎也 ……81

13. 福岡県における漁業就業構造の変化

廣瀬　道宣 ……85

福岡水海技セ研報　第 31 号　2021 年 3 月
Bull.Fukuoka.Fisheries.Mar.Technol.Res.Cent.No31.March 2021

加布里干潟におけるハマグリの資源動向と稚貝保護・育成手法の検討

亀井　涼平・林田　宜之・佐藤　博之・濵田　弘之[a]・中本　崇[b]・松井　繁明
・内藤　剛[c]・小谷　正幸
（水産海洋技術センター）

福岡県糸島市の加布里干潟では，天然のハマグリが漁獲され，全国的にも貴重な漁場となっている。糸島漁業協同組合加布里支所では，ハマグリ資源を守るため独自の資源管理を行っているが，近年，その資源は減少傾向にある。そのため，2005 年から 2020 年にかけて水産海洋技術センターが実施した資源量調査結果から資源動向の解析を行ったところ，資源が減少しはじめた 2015 年以降，卓越年級群の発生がみられず，稚貝分布の中心であった河川内における分布密度の減少が著しかったことから，河川内での稚貝発生量の減少が資源動向に影響を与えたものと指摘された。これを受け，篭による干潟の発生稚貝の保護・育成試験を河口域，干潟域および漁港内で実施したところ，干潟域では 8 月からの 3 か月間で平均殻長 4.7㎜から 13.9㎜へと成長するとともに，生残率も 80％と最も良好な結果を示し，稚貝の人為的な保護に関する知見が得られた。

キーワード：加布里干潟，ハマグリ，資源量，個体数，分布密度，稚貝，保護・育成

我が国において，ハマグリ *Meretrix lusoria* は 2012 年 8 月に公表された環境省の第 4 次レッドリストで，新たに絶滅危惧Ⅱ類に加えられている。このような状況の中，糸島市の加布里干潟では天然のハマグリが漁獲され，全国的にも貴重な漁場となっている。

糸島漁業協同組合加布里支所（以下，加布里支所）では，漁業者らがハマグリ部会を結成し，1998 年から 20 年以上にわたり，漁獲量の規制（10 kg/日・人）や殻長制限（50㎜未満の漁獲禁止），稚貝の移植放流などの資源管理に努めてきた。これらの活動により，加布里干潟では毎年安定した漁獲が維持されてきたが，近年，その資源量は減少傾向にある[1)]。そのため，本報告では，2005 年から 2020 年にかけて実施したハマグリの資源量調査結果をもとに，資源動向の解析を行った。さらに今回の解析結果から資源の減少要因として，稚貝発生量の減少が指摘されたことから，干潟の発生稚貝を人為的に保護・育成する手法について検討を行い，若干の知見を得たので報告する。

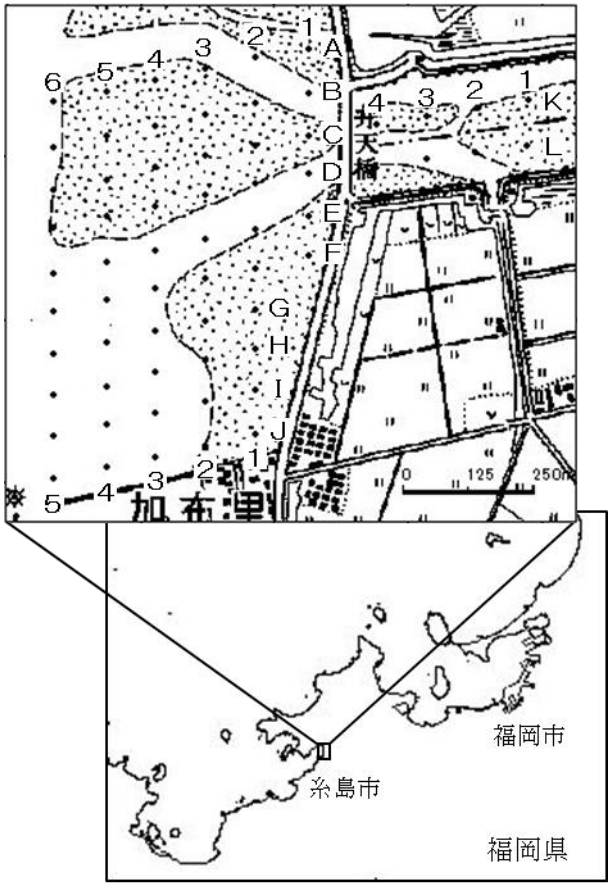


図 1　加布里干潟の位置と資源量調査地点

方　法

1．資源量調査

加布里干潟におけるハマグリの資源状況を把握するため，2005 年から 2020 年にかけて各年 6 月に資源量調査を実施した。調査地点は図 1 に示したとおり，大潮干潮時の干潟に 100m 間隔で設け，そのうち 2005 年から 2009 年ま

a 現所属：水産振興課
b 現所属：内水面研究所
c 現所属：有明海研究所

ではA，Bラインを除いた計 52 点，2010 年から 2020 年まではA，Bラインを含む全 64 点で調査を実施した。各地点において，2005 年から 2008 年までは調査用 0.26㎡の枠を，2009 年から 2020 年までは 0.35㎡の枠を使用し，枠内の貝を底質ごとすべて取り上げた。採集物は 8×8㎜ の網目でふるい，選別されたハマグリをすべて計数の上，殻長と重量を測定した。

漁場における資源量および個体数については，調査で得られた地点毎の分布密度と漁場面積から推定した。なお，資源量調査の地点数は，2009 年以前と 2010 年以降で異なるため，干潟全体の推定資源量，個体数の推移，並びに後述の区画別分布状況の推移については，2009 年以前の調査地点の範囲で比較した。また，2009 年については，調査地点別データが消失したため，分布状況等の解析から除外した。

２．稚貝保護・育成試験

干潟に発生したハマグリ稚貝を有効に活用するため，稚貝の保護・育成試験を行った。試験に用いた装置は有明海研究所で行われたアサリ稚貝の育成手法 [2] を参考に作成した。稚貝の収容には図 2 に示した野菜篭（495㎜×355㎜×167㎜）を用い，篭から稚貝がもれないように，その内面に 800㎛ 目合いのナイロンメッシュを取り付けた。供試貝には，加布里干潟で採取したハマグリ（平均殻長 4.7±1.6㎜）を用い，篭ごとに稚貝 100 個体と稚貝採集地点の砂を入れて，蓋をして収容した。

装置の設置場所は図 3 に示した 3 か所で，稚貝の成長が良いとされる低塩分 [3] 域の河口区，河川から離れ河川水の影響を受けにくい干潟区，前 2 者に比べ水交換が悪いが，管理しやすい漁港区とした。なお，河口区と干潟区は同じ地盤高であり，漁港区はこれらと干出時間が同じになるように垂下した。篭は各区 1 個ずつ設置し，月に 1～2 回それぞれ 50 個体抽出の上，殻長を計測した。また，生残率は試験終了時に生残個体を計数することで，算出した。

試験期間は 2020 年 8 月 3 日から 10 月 30 日とした。なお，河口区に設置した装置は，波浪等により固定していた部分が破損したため，9 月 30 日に回収，漁港区は浚渫工事のため，10 月 23 日に回収し，それぞれ回収時点の生残と殻長を最終結果とした。

結　　果

１．資源量調査

資源量調査の結果から推定した資源量，個体数の推移を図 4 に示した。これによると，資源量は 2005 年から 2010 年にかけて増加傾向を示した後，2013 年にかけて減少に転じた。その後，2014 年には一旦大きく増加したものの，2015 年から 2020 年にかけて再び減少傾向を示した。期間中の最高値は 2014 年の 406ｔ，最低値は 2005 年の 182ｔであった。個体数は 2005 年から 2008 年にかけて増加した後，2010 年に減少した。また，2011 年には大きく増加したが，2013 年にかけて急減，2014 年には再び増加したものの，2015 年から 2020 年にかけて減少傾向を示した。期間中の最高値は 2011 年の 38,059 千個，最低値は 2020 年の 7,877 千個であった。資源量と個体数の動向は概ね似通っていたが，後者では前者にみられない年変動があり，2011 年の大きなピークが特徴的であった。

図 2　ハマグリ保護・育成装置

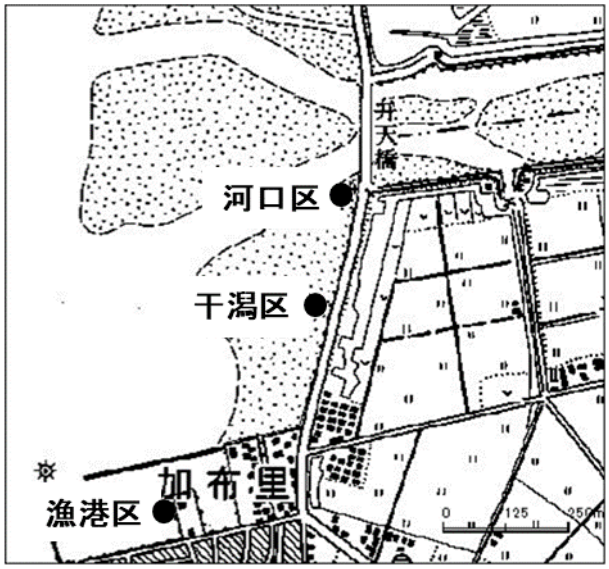


図 3　保護・育成装置の設置の場所

1 個体あたりの平均重量の推移を図 5 に示した。これによると，平均重量は期間中増加傾向を示し，2005 年の 9.7g が最も軽く，2020 年の 27.9g が最も重かった。

調査年別の殻長組成を図 6 に示した。採集されたハマグリの殻長は，全期間をとおして 5.2㎜ から 86.0㎜ の範囲にあり，各年異なるものの，概ね加入群やその翌年と推測

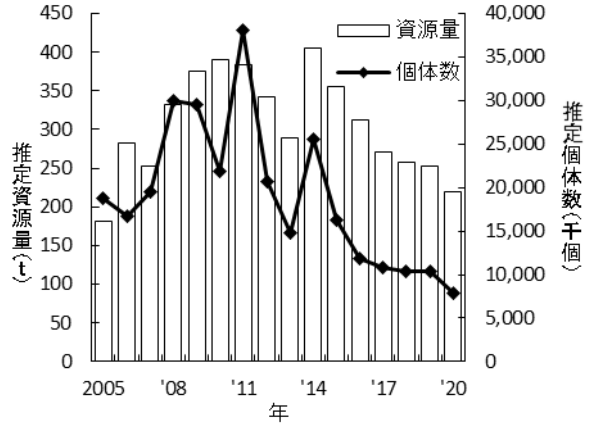


図 4　推定資源量，個体数の推移

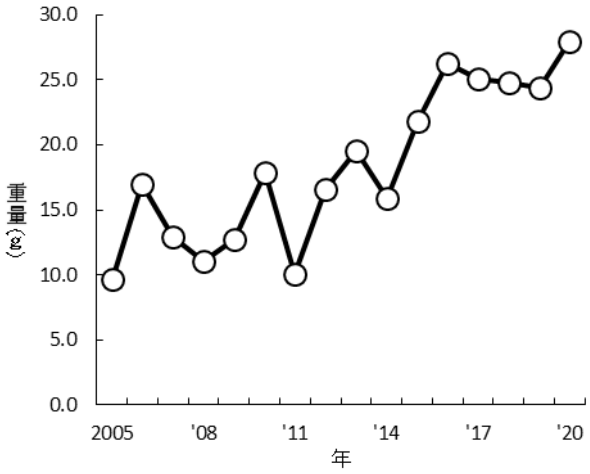


図 5　1 個体あたりの平均重量の推移

される群，またはそれより大型の複数年級が含まれる群の大きく 2～3 群がみられた。卓越年級群が認められたのは 2005 年と 2007 年，2011 年，2014 年の 4 回で，これら殻長 5～22㎜ の群は後の 2～5 年間，その成長過程がうかがえた。資源が減少し始めた 2015 年以降，卓越年級群は確認できなかった。

調査年別の分布状況を図 7 に示した。これによると，分布量は年により多寡はあるものの，総じて調査範囲の北側にある雷山川流域で多く，資源の多い年には，河川流域を中心として干潟の南部まで分布域が拡大する傾向を示した。さらに 2008 年から 2014 年まではほとんどの調査において弁天橋上流の河川内が分布の中心となっていたが，2015 年以降，これが大きく減少し，相対的に干潟の分布量が河川内を上回るとともに，全体量の減少と分布域の縮小傾向が認められた。

分布域の特徴をみるため，図 8 に示したとおり，干潟を北・岸区，北・沖区，南・岸区，南・沖区の 4 区画に分け，これに河川区を加えた計 5 区画で，その動向を調べた。ま

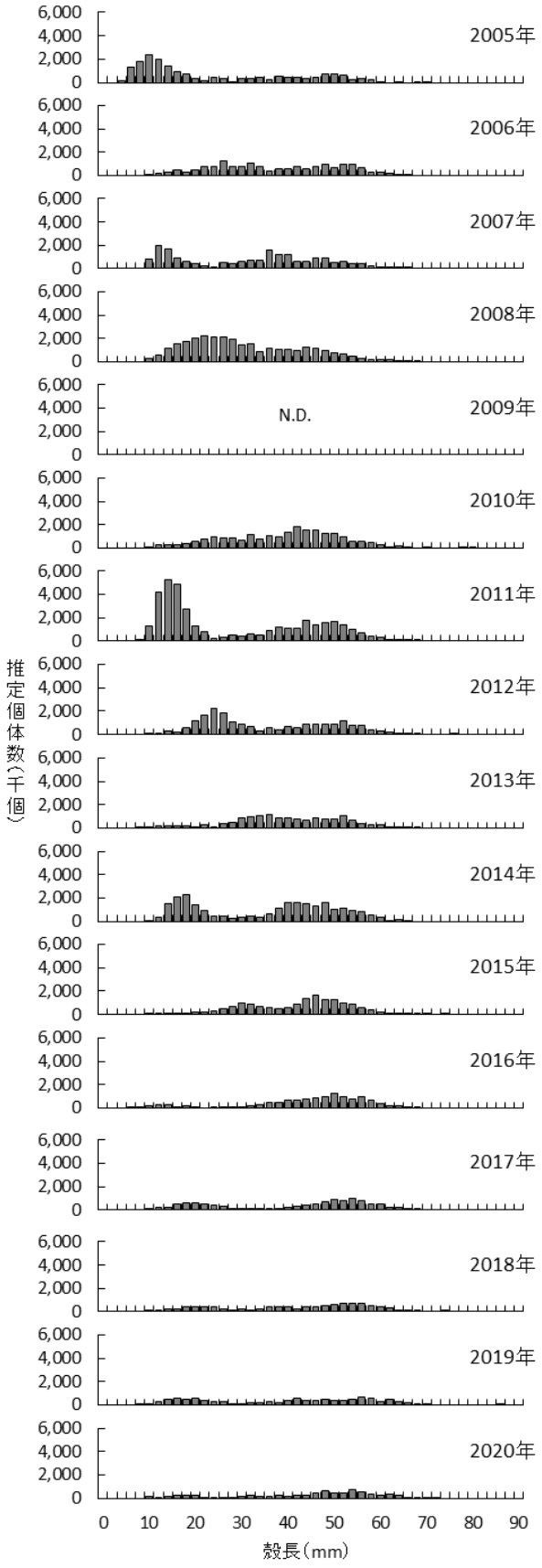


図 6　調査年別殻長組成

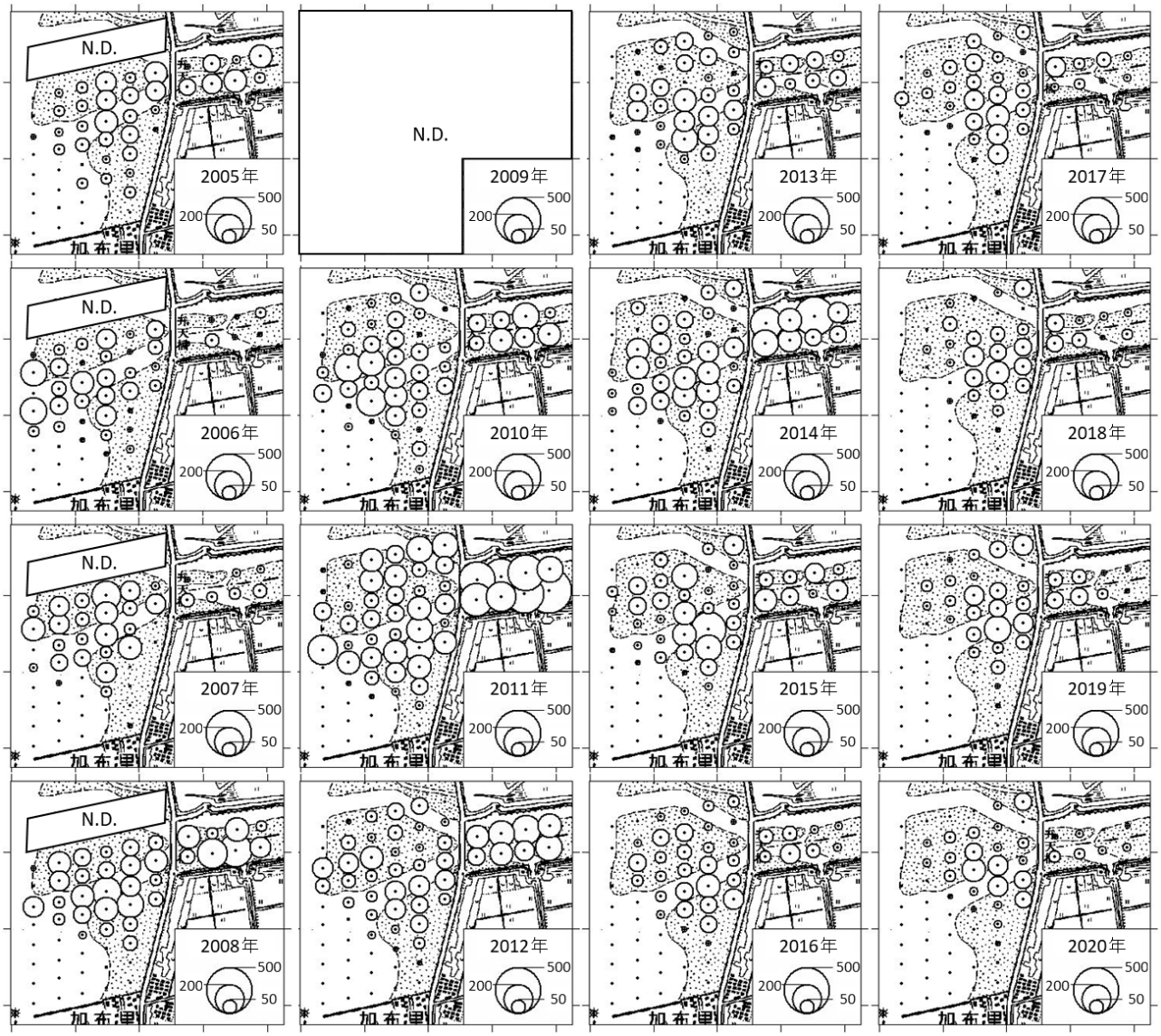


図 7　調査年別分布状況（個体数/m²）

ず，区画別分布地点数の割合の推移を図 9 に示した。これによると，河川区は 2006 年，北・岸区も 2007 年を除き，全地点でハマグリが分布していた。北・沖区は 2005 年から 2015 年までほぼ同水準で推移していたが，2016 年以降減少した。南・岸区は 2005 年から 2008 年まで増減を繰り返し，2010 年に増加したが，2011 年以降減少傾向を示した。南・沖区は 2005 年から 2006 年にかけ増加したものの，2007 年以降減少傾向を示し，2019 年と 2020 年ではハマグリの分布が認められなくなった。

区画別分布密度の推移を図 10 に示した。これによると，河川区は他の区に比べて最も増減幅が著しく，2005 年から 2014 年にかけて変動しながらも増加傾向を示したが，2015 年以降は大きく減少した。北・岸区では年によって多寡はあるものの，概ね同水準で推移した。北・沖区は 2005 年から 2010 年にかけて増加したが，その後，減少傾

図 8　干潟・河川の区画

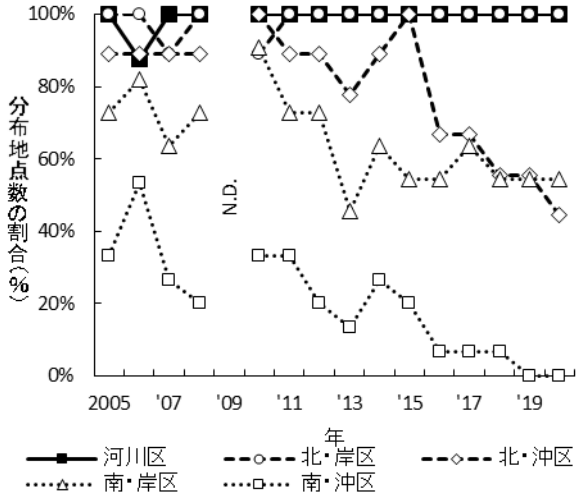


図 9　区画別分布地点数の割合の推移

向を示した。南・岸区は 2005 年から 2011 年にかけて大きく増加したが，その後，減少傾向を示した。南・沖区は 2006 年と 2011 年，2014 年に増加したものの，その他の区画に比べ低水準で推移した。

また，稚貝の状況をみるために，殻長 20㎜ 未満の個体のみ抽出し，稚貝の調査年別分布状況を図 11 に，区画別分布地点数の割合の推移を図 12 に，区画別分布密度の推移を図 13 に示した。稚貝の分布は，2005 年から 2014 年にかけ，多くの年で河川内が中心となっており，干潟では北部の河川流域に分布量が多い傾向を示した。一方，2015 年以降は河川内における分布量は大きく減少し，分布の中心は干潟北部の河川流域となった。

区画別分布地点数の割合は，河川区と北・岸区，北・沖区，南・岸区では年により大きく変動を繰り返しながらも，概ね同様の傾向を示し，卓越年級群が確認できた 2005 年と 2007 年，2011 年，2014 年で増加していた。南・沖区では全調査期間をとおして低水準であり，2015 年以降，稚貝の分布は確認されなかった。

区画別分布密度の推移をみると，河川区では，卓越年級群が確認できた 2005 年と 2007 年，2011 年，2014 年で大きく増加し，2015 年以降は大きく減少した。北・岸区も卓越年級群の発生に対応して河川区と似通った変動を示し，2015 年には大きく減少したが，その後増加に転じ，2017 年以降は全区画の中で最も高位であった。北・沖区は 2011 年を除いて低水準で，南・岸区は 2007 年と 2011 年を除いて低水準で推移した。南・沖区は，調査期間通して全区画の中で最も低位であった。

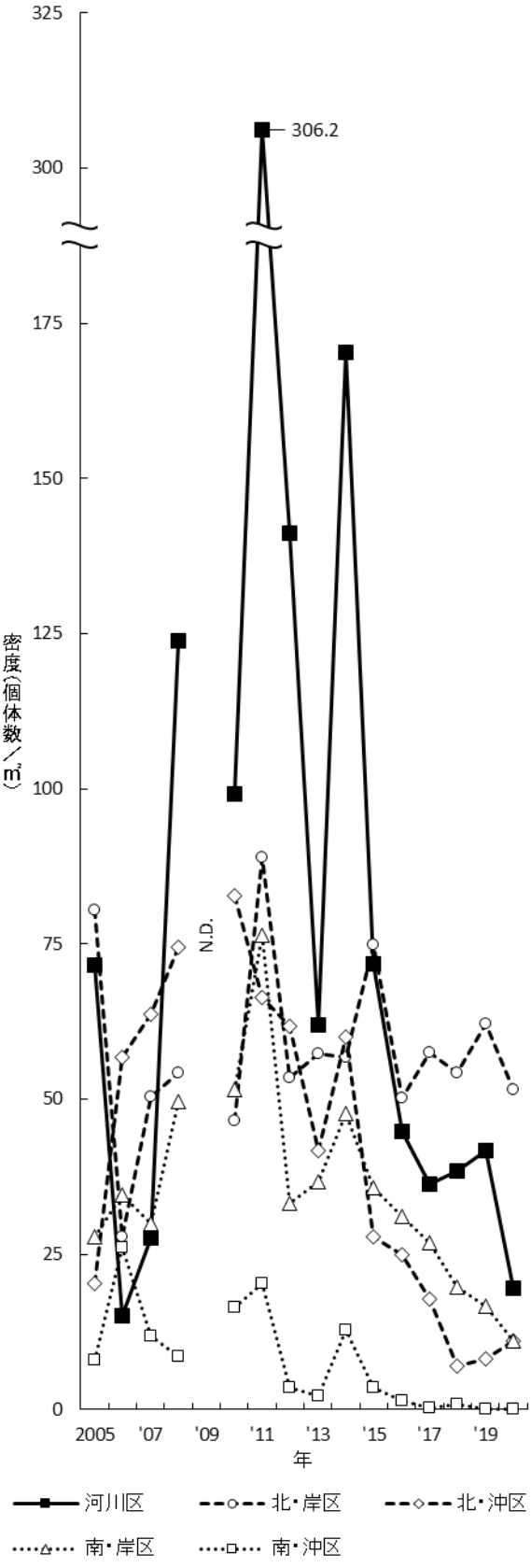


図 10　区画別分布密度の推移

２．稚貝保護・育成試験

試験区ごとの平均殻長の推移を図 14 に，試験終了時の生残率を図 15 に示した。平均殻長および標準偏差は，河

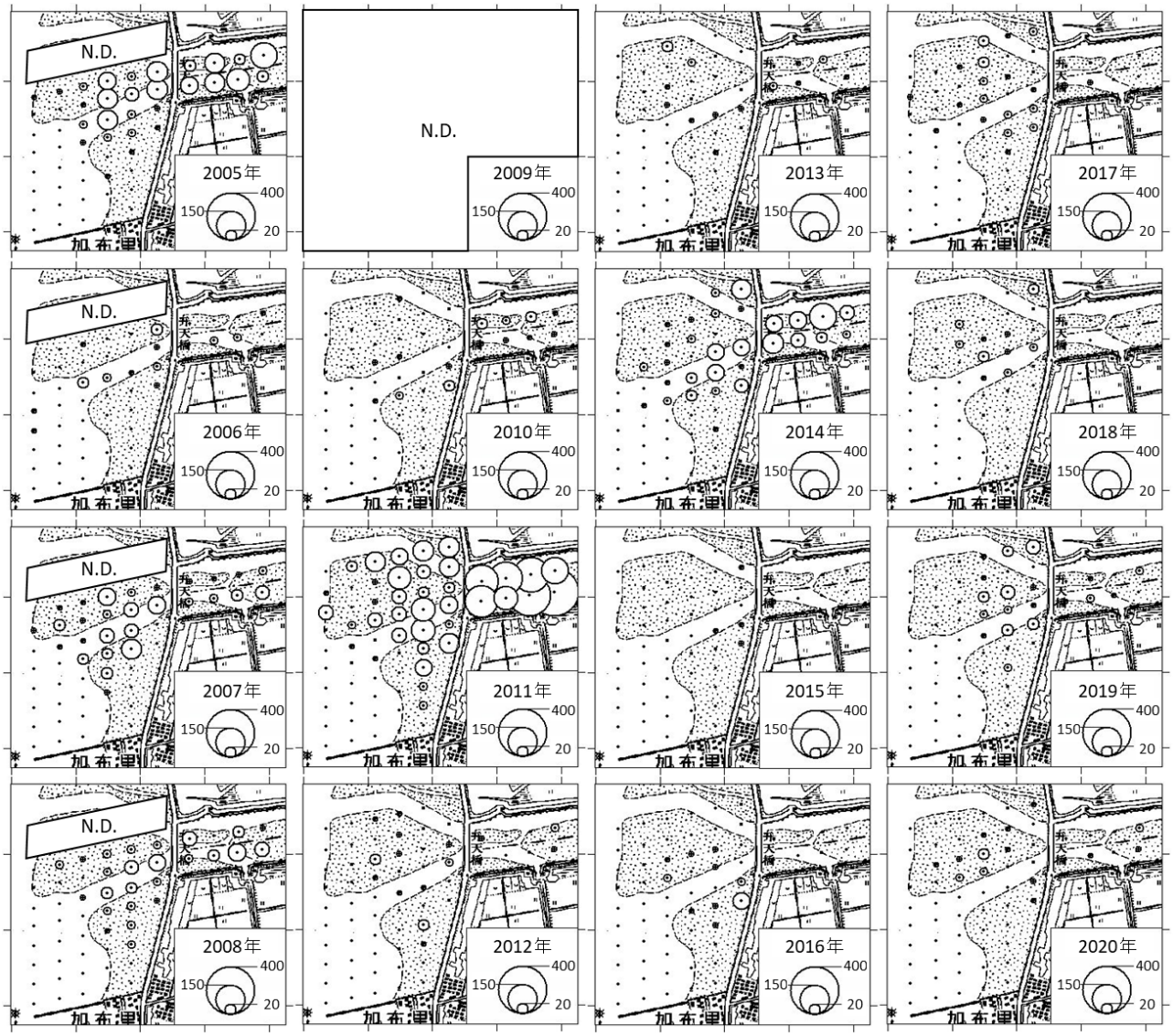


図 11　稚貝（殻長 20ｍｍ未満）の調査年別分布状況（個体数/m²）

口区が 9 月 1 日で 11.6±2.3㎜，9 月 30 日で 13.4±2.6㎜であり，最大殻長は 20.8㎜ であった。干潟区では 9 月 1 日で 11.9±2.4㎜，9 月 16 日で 13.1±3.1㎜，10 月 30 日 13.9±3.6㎜ であり，最大殻長は 23.9㎜ であった。漁港区では9月 1 日で10.5±1.9㎜,9月 16 日で11.5±2.1㎜，10 月 23 日で 12.2±2.2㎜ であり，最大殻長は 16.9㎜ であった。稚貝の成長は河口区と干潟区がほぼ同様で，漁港区では他の 2 区と比べ劣っていた。生残率については，試験の終了日が異なるため直接の比較はできないが，河口区では86%，干潟区では80%と比較的高く，漁港区では64%と他の 2 区に比べ低かった。

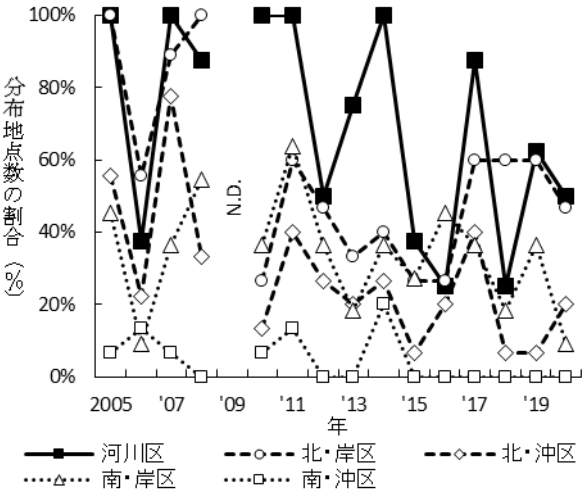


図 12　稚貝（殻長 20ｍｍ未満）の区画別分布地点数の割合の推移

考　察

加布里干潟で漁獲される貴重なハマグリ資源について，

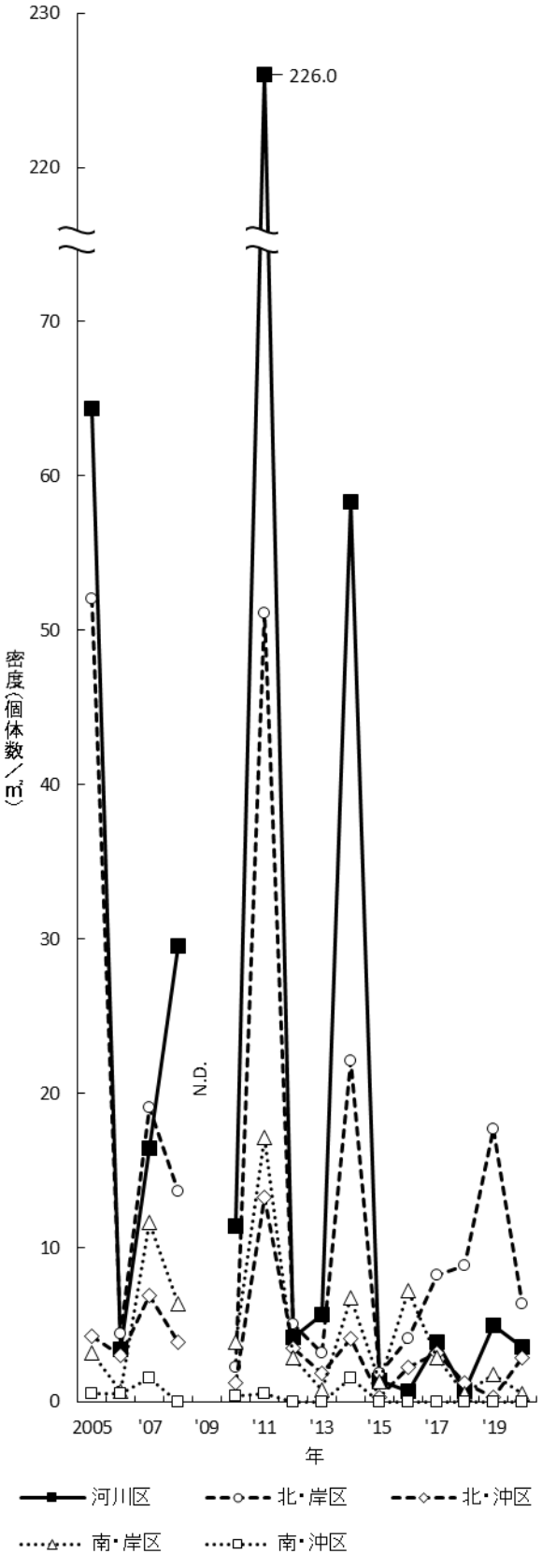


図 13　稚貝（殻長 20mm未満）の区画別分布密度の推移

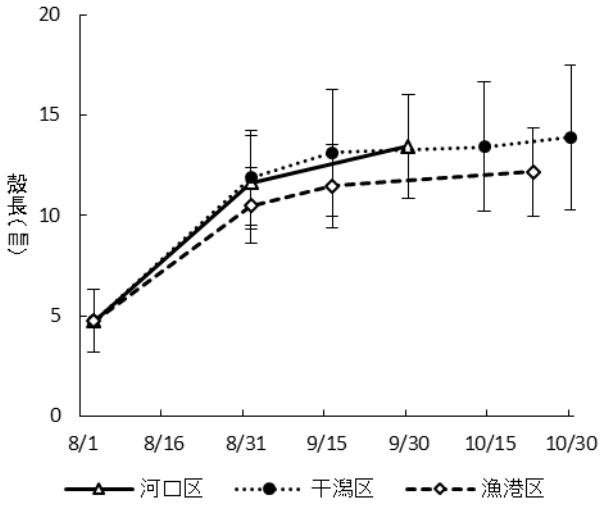


図 14　試験区ごとの平均殻長の推移

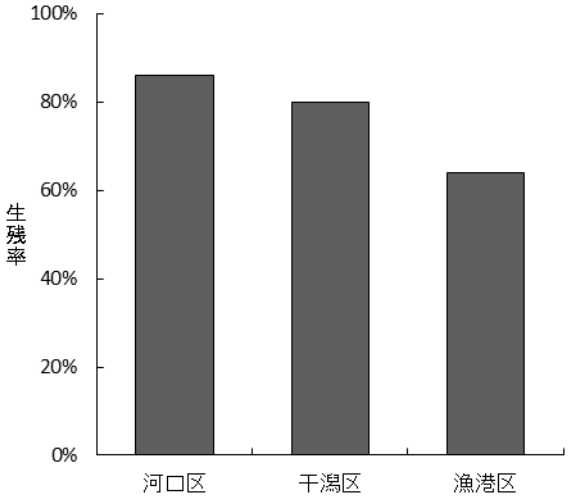


図 15　試験区ごとの生残率

2005 年以降の調査結果をもとに解析を行ったところ，資源量は 2015 年以降減少傾向にあった。また，調査で採集されたハマグリの 1 個体あたりの重量は増加傾向にあり，これらの殻長組成をみると，2015 年以降，卓越年級群の発生が認められないことから，稚貝発生量の減少が資源動向に影響を与えたものと指摘された。

ハマグリの分布状況をみると，2015 年以降，河川内の分布量が減少するとともに，干潟の南部と北部沖合の分布域が縮小し，2020 年現在，分布の中心は干潟の北部岸側となっていた。これを 20㎜ 未満の稚貝でみたところ，卓越年級群の発生年には，河川内にその分布が集中していたが，近年はこれがほとんどみられず，河川流域にあたる干潟の北部岸側に若干分布しているのみであった。

当漁場でハマグリ漁をしている漁業者へ聞き取り調査を行ったところ，近年，夏季に連続して発生する豪雨の影

図 16　漁港に設置した装置の付着物の状況

響により，河川の底質が泥化している，との情報があった。ハマグリの稚貝は，河川内や澪筋に多く着底して生息していること[4, 5]や沈着期における幼生は，底質の粒径が小さくなるにつれて，密度や生残が下がること[6]が知られている。これらのことより，河川の底質が泥化したことで，稚貝の発生に影響を与えた可能性が考えられる。

地元漁業者らは干潟の環境改善のため，全国的な事例を参考に，自主的活動として毎年干潟の耕耘を行っている。今後は干潟耕耘による漁場改善効果や加布里干潟の底質等の環境についても評価を行っていく必要があろう。

内田の報告[7]では，殻長 20～30㎜に達した個体が，高日，逸見の報告[8]では，殻長 25㎜以上の個体が粘液糸を使って移動することが確認されているが，稚貝に関しては大雨時に河川水に流れて受動的に移動するのみ[4]とされている。近年，連続して夏季に豪雨が発生し，その影響により，さらなる底質環境の変化だけではなく，稚貝の流失も懸念される。アサリでは，稚貝の保護・育成のため，袋網や被覆網，篭などを用いた各種試験研究が行われている[2, 9, 10]。本報告では有明海における研究事例[2]を参考に，ハマグリ稚貝の篭による保護・育成試験を行った。加布里干潟周辺の 3 か所で試験を行ったところ，最も良好な結果を示したのが，干潟区で，8 月からの 3 か月間で平均殻長 4.7㎜から 13.9㎜へと成長し，生残率は 80%であった。一方，河川水の影響下にある河口区も干潟区と同様な成長を示していたが，試験途中で破損し，波浪の影響による施設維持の面で課題が残った。漁港区は成長と生残ともに他の 2 区と比べて低く，図 16 に示したように，付着物による目詰まりで篭内環境の悪化や餌不足が影響したと考えられた。今回は，小規模な試験だったが，稚貝の保護・育成にかかる場所の選定やその手法等，有用な知見が得られた。

ハマグリの資源状況が厳しい中，発生した稚貝をいかに保護し育成するかが重要な課題である。今後は保護・育成場所のさらなる精査，収容密度や設置時期，期間，篭以外の有効な手法など，各種の検討を重ねていく必要がある。

文　献

1）小谷正幸，林田宜之，飯田倫子，後川龍男，吉岡武志 資源管理型漁業対策事業-ハマグリ資源調査-．平成 30 年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，福岡県水産海洋技術センター，福岡．2019；15-16.

2）長本篤，濵﨑稔洋，篠原直哉，的場達人．有明海におけるアサリ稚貝育成装置の開発．福岡県水産海洋技術センター研究報告　2019；**29**：1-7.

3）牧野直，小林豊，深山義文．ハマグリ種苗生産における着底期以後の稚貝の飼育条件．千葉県水産総合研究センター研究報告　2017；**11**：23-29.

4）内野明徳，上村彰，中熊健二，畑中寛，福田靖，逸見泰久．肥後ハマグリの資源管理とブランド化　成文堂，東京．2009.

5）上城義信・横松芳治・安東欣二．ハマグリの母貝集団形成に関する生物並びに環境特性の解明．大規模砂泥域開発調査事業（豊前海域）昭和 59 年度調査報告書 1985；93-134.

6）田中彌太郎．沈着期における幼生の底質選択性．大規模砂泥域開発調査事業（豊前海域）昭和 59 年度調査報告書　1985；181-183.

7）内田恵太郎．ハマグリの移動習性に就いて．水産學會報　1941；**8**：218-230.

8）高日新也，逸見泰久．ハマグリ *Meretrix lusoria* の粘液糸による移動．日本ベントス学会誌　2011；**65**（**2**）：76-81.

9）長本篤，上妻智行，江藤拓也，佐藤利幸．冬期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.

10）野副滉，大形拓路，俵積田貴彦，惠﨑摂，黒川皓平．福岡県豊前海における網袋を用いたアサリの育成．福岡県水産海洋技術センター研究報告　2019;**29**:9-15.

福岡水海技セ研報　第31号　2021年3月
Bull.Fukuoka.Fisheries.Mar.Technol.Res.Cent.No31.March 2021

有明海福岡県地先に適したアサリ天然採苗技術の開発

山田　京平・合戸　賢利・佐野　二郎
（有明海研究所）

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

キーワード：アサリ，砂利袋，粒径，パーム

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

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

一方で近年，パームヤシの実の繊維（以下，パーム）を束ねて玉ねぎネットに入れ，それをFRP製の支柱に設置する方法で，アサリの天然稚貝を効率的に採苗する技術が開発され（一般財団法人マリノフォーラム21，海洋エンジニアリング株式会社，福岡有明海漁連が特許出願中（2021年1月末現在）），アサリの新たな天然採苗基質として注目を集めている[1,2]。

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

方　法

調査地点および設置した試験区の概要を図1に示した。有区303号（高地盤域，地盤高(DL)+150㎝）および有区10号（干潟域，地盤高(DL)）+20㎝）で砂利の入った網袋（以下，砂利袋）を用いた試験を行った。設置した試験区は表１のとおりであり，基質の条件を変えた4種類の網袋を6袋ずつ設置した。使用したラッセル網袋は，30×60㎝，目合い4.5㎜であり，表1に示した基質を収容したものを干出時に干潟に設置した。また，砂利袋の埋没を防止するために，二重底プレートを砂利袋の下に設置した[10]。

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

１．採苗調査

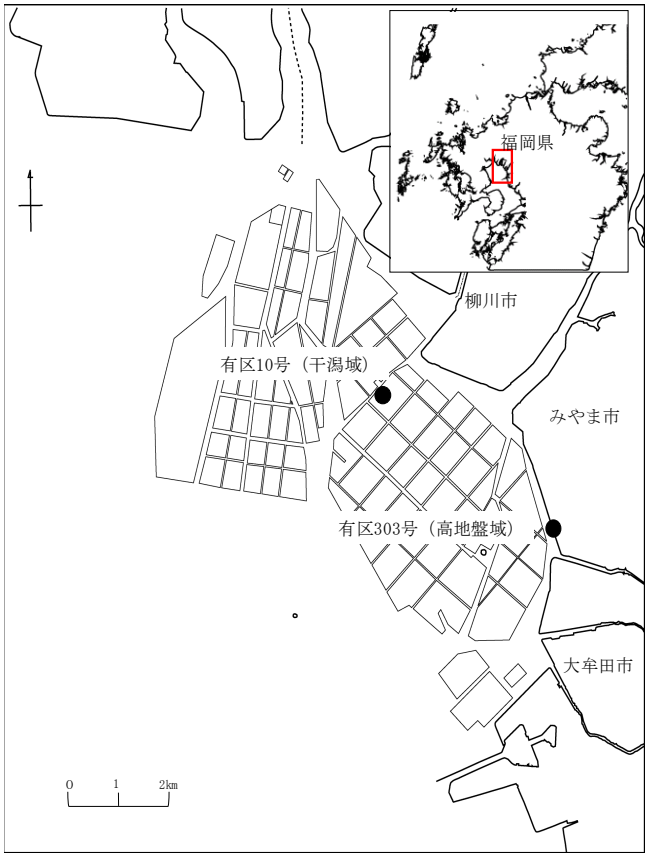
各試験区の砂利袋内のアサリの採苗数を把握するため設置半年後に，砂利袋を各試験区3袋ずつ研究室に持ち帰り，目合い3㎜の篩を用いてアサリを選別後，生貝の個体数の計数および殻長の測定を行った。

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

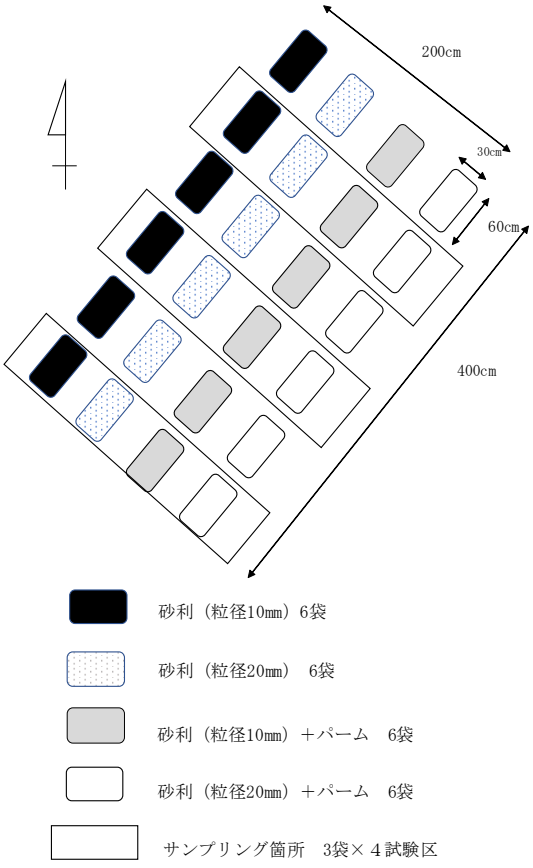
なお，アサリの採苗数はラッセル袋の表面積(0.18㎡)から㎡あたりの生息密度に換算した[10]。

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

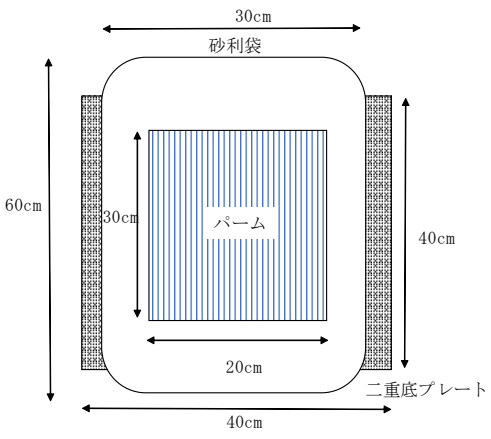
パーム入り砂利袋については，アサリの測定に加え，パームの厚さが5㎝程度になるようにパームを広げ，面積を測定し，設置時に対する残存率を求めた。



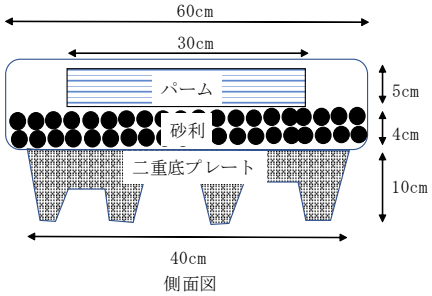
調査位置図



試験区の配置



上面図



側面図

パーム入り砂利袋の概略図

パーム入り砂利袋

図１　調 査 場 所

表1　試験区の概要

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

（１）砂利の粒径別試験

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

（２）パーム添加による採苗効果向上試験

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

２．底質調査

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

結　　果

１．採苗調査

表2に各試験区におけるアサリ生息密度を示した。

（１）砂利の粒径別試験

砂利の粒径別試験の結果を図2に示した。干潟域の春試験では10㎜砂利で24個/㎡のアサリが確認されたが，一方20㎜砂利ではアサリが確認されなかった。干潟域の秋試験では10㎜砂利で322個/㎡のアサリが確認されたが，20㎜砂利では33個/㎡であった。高地盤域の春試験では,10㎜砂利で107個/㎡のアサリが確認されたが，20㎜砂利では2個/㎡であった。高地盤域の秋試験では10㎜砂利で9個/㎡のアサリが確認され，20㎜砂利で9個/㎡であった。なお，対照区では干潟域の春・秋試験，高地盤域の春試験ではアサリが確認されず，高地盤域の秋試験でのみ5個/㎡のアサリが確認された。

表2　各試験区のアサリ生息密度

場所	設置時期	砂利粒径	試験区	アサリ生息密度（個/㎡）
干潟域（有区10号）	春	10㎜	砂利	24（±13）
			砂利+パーム	511（±586）
		20㎜	砂利	0
			砂利+パーム	498（±310）
			対照区	0
	秋	10㎜	砂利	322（±95）
			砂利+パーム	285（±156）
		20㎜	砂利	33（±20）
			砂利+パーム	750（±103）
			対照区	0
高地盤域（有区303号）	春	10㎜	砂利	107（±45）
			砂利+パーム	44（±44）
		20㎜	砂利	2（±2）
			砂利+パーム	130（±176）
			対照区	0
	秋	10㎜	砂利	9（±5）
			砂利+パーム	98（±22）
		20㎜	砂利	9（±13）
			砂利+パーム	7（±7）
			対照区	5（±8）

（ ）内は標準偏差

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

（２）パーム添加による採苗効果向上試験

１）生息密度

パーム添加による採苗効果向上試験の結果を図3，4に示した。

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

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

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

*U*検定では，干潟域の春試験，干潟域の秋試験において

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

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

２）殻長組成

試験区内のアサリの殻長組成を図6～9に示した。

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

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

高地盤域の春試験では，10㎜砂利区で殻長13㎜，19㎜,26㎜をモードとする3つの群，20㎜砂利区ではアサリの個体数が少なく，群分けできなかったが，殻長8～10㎜のアサリが出現した。10㎜パーム添加区では，殻長10㎜，17㎜，24㎜をモードとする3つの群に区分され，20㎜パーム添加区では殻長5㎜，14㎜，22㎜をモードとする3つの群に区分された。高地盤の秋試験は，10㎜砂利区，20㎜砂利区ではアサリの個体数が少なく，群分けできなかったが,10㎜砂利区で殻長6～8㎜，18～20㎜のアサリが，20㎜砂利区で4～8㎜のアサリが出現した。10㎜パーム添加区では，殻長8㎜，14㎜をモードとする2つの群に区分された。 20㎜パーム添加区は，アサリの個体数が少なく，群分けできなかったが，殻長4～6㎜のアサリが出現した。

３）パーム残存率

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

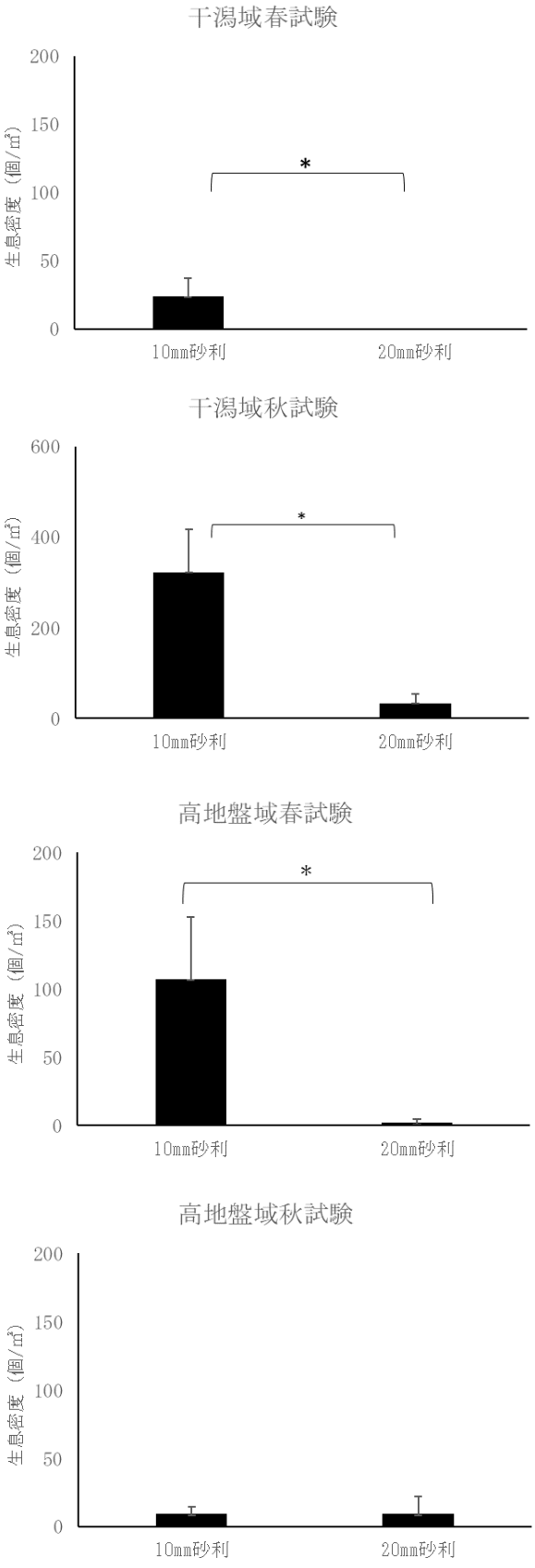


図2　砂利粒径別試験結果

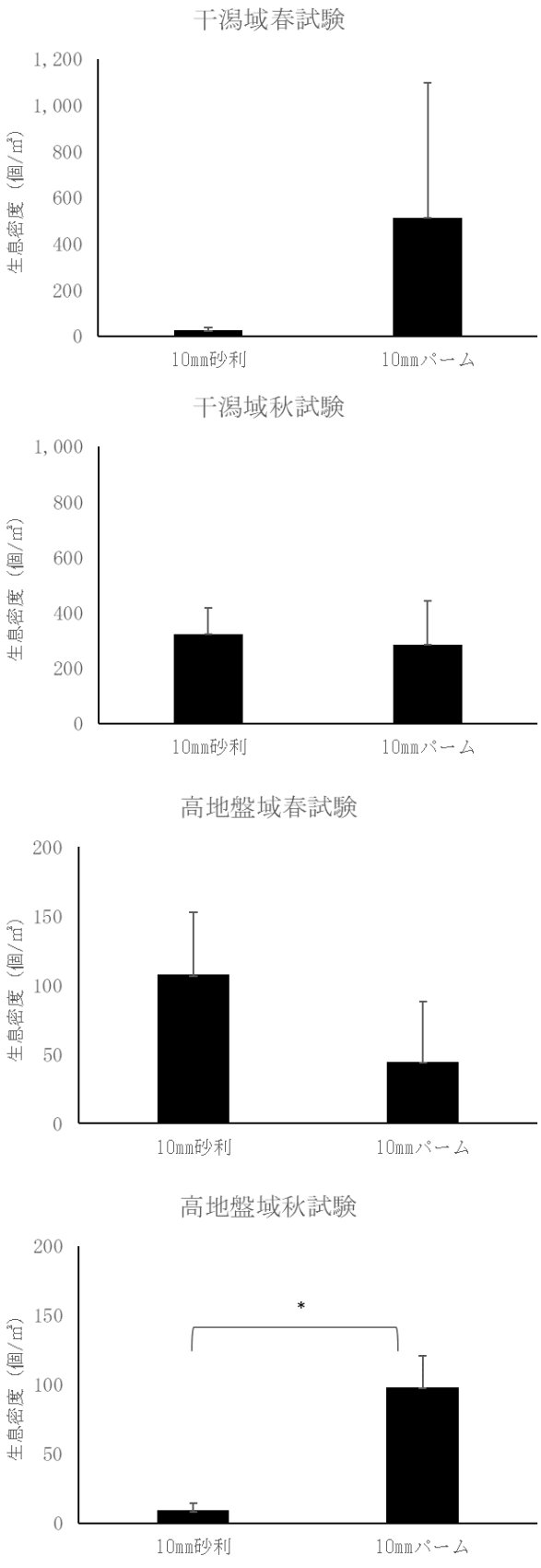


図3　パーム添加による採苗効果向上試験結果（10㎜砂利）

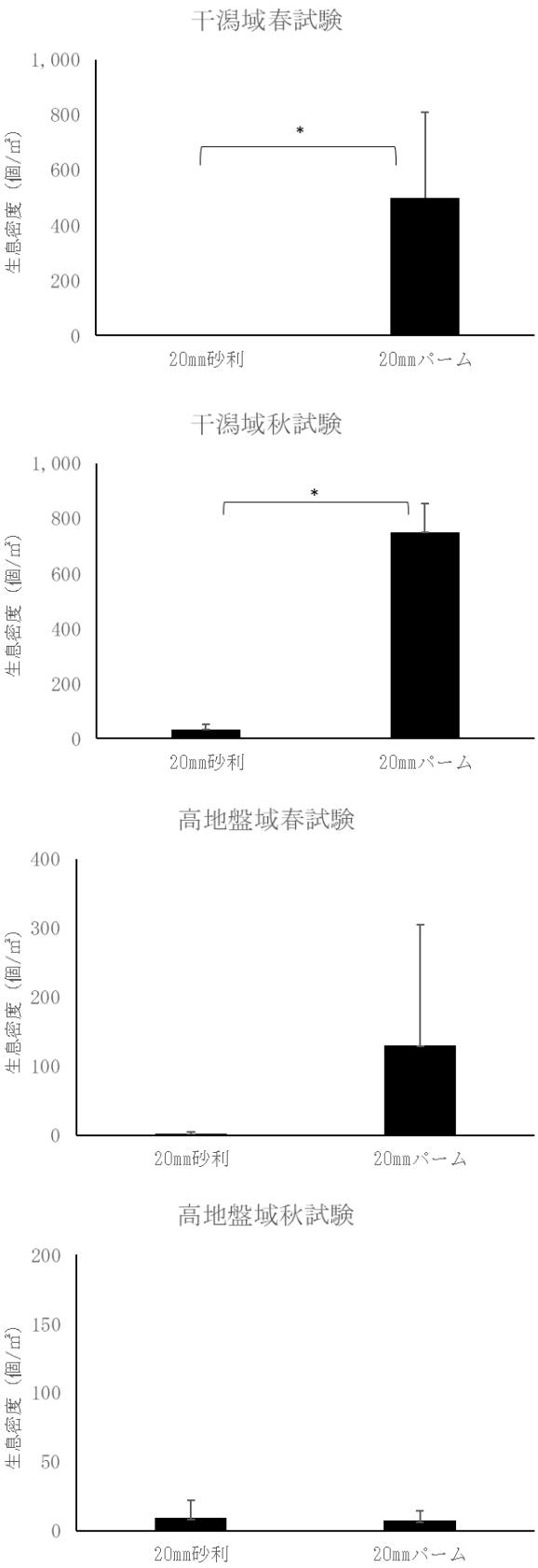


図4　パーム添加による採苗効果向上試験結果（20㎜砂利）

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

また，漁場ごとにパーム残存率を全時期で平均したものを図11に示した，干潟域で81.3%，高地盤域で50.4%のパームの残存が見られ，干潟域の方が有意に残存率が大きかった(p<0.05)。

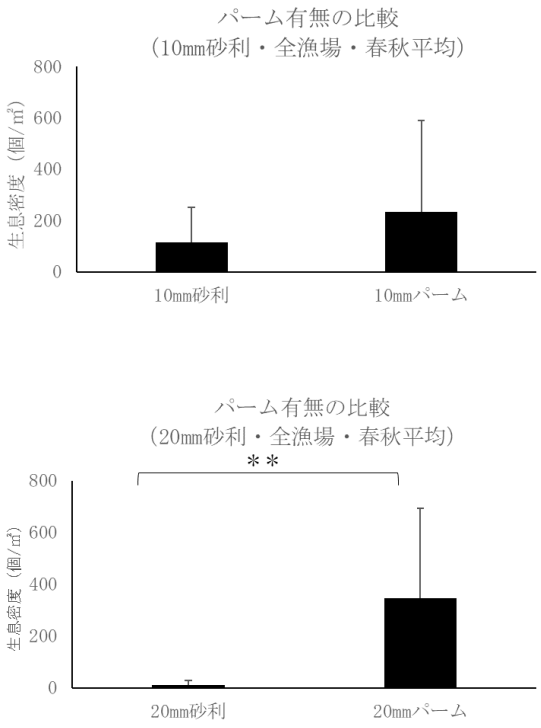


図5　パーム添加による採苗効果向上試験結果（全漁場,時期平均）

２．底質調査

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

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

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

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

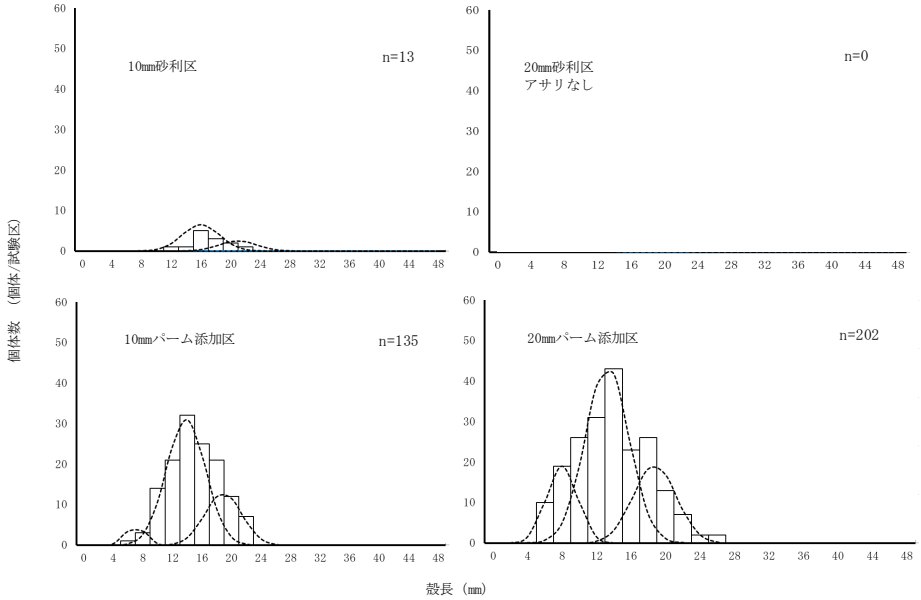


図6　干潟域春設置試験区におけるアサリの殻長組成

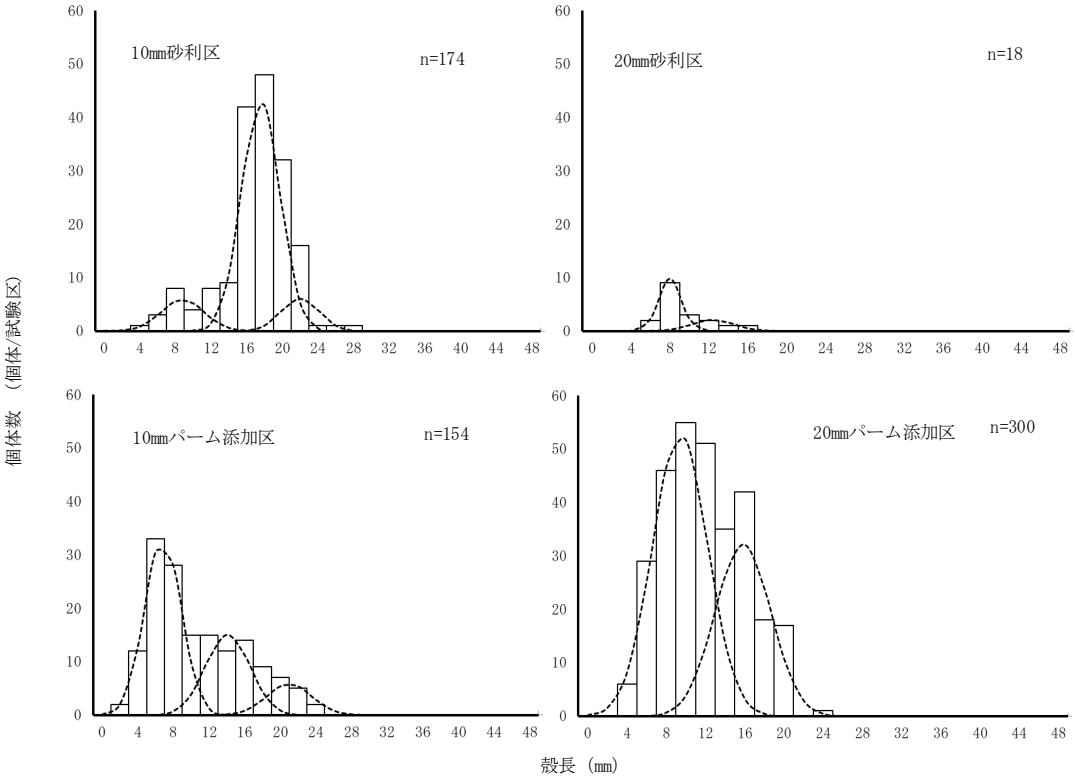


図 7　干潟域秋設置試験区におけるアサリの殻長組成

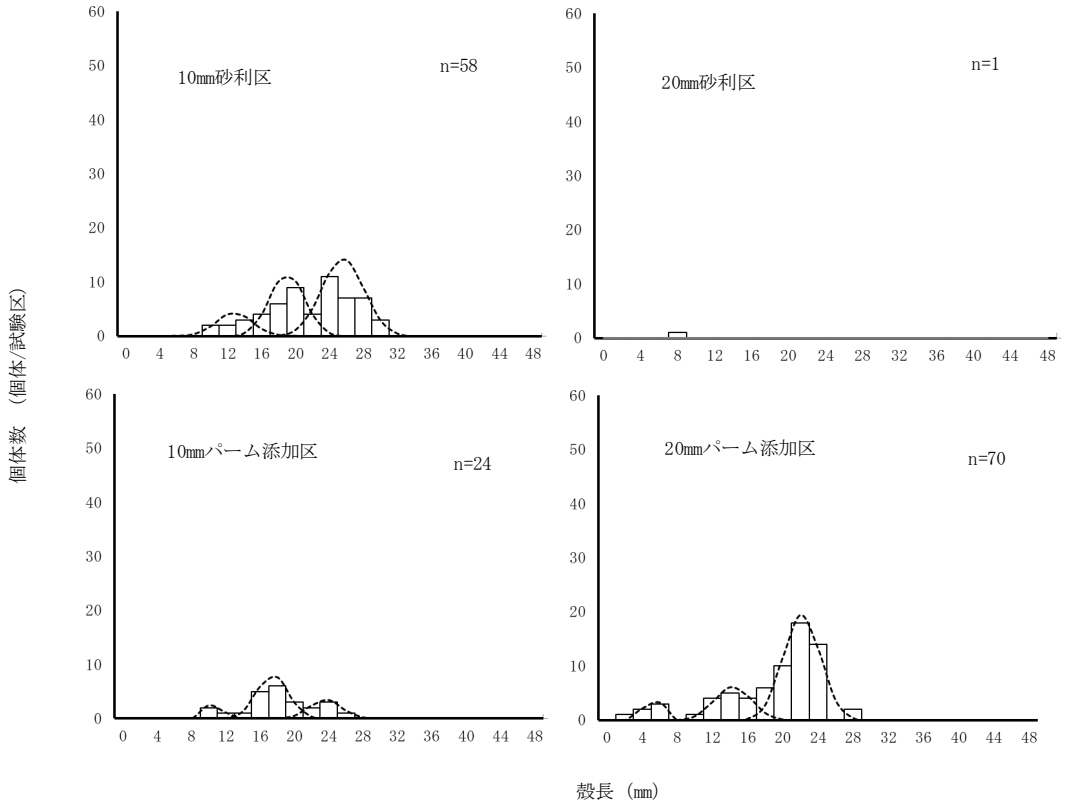


図 8　高地盤域春設置試験区におけるアサリの殻長組成

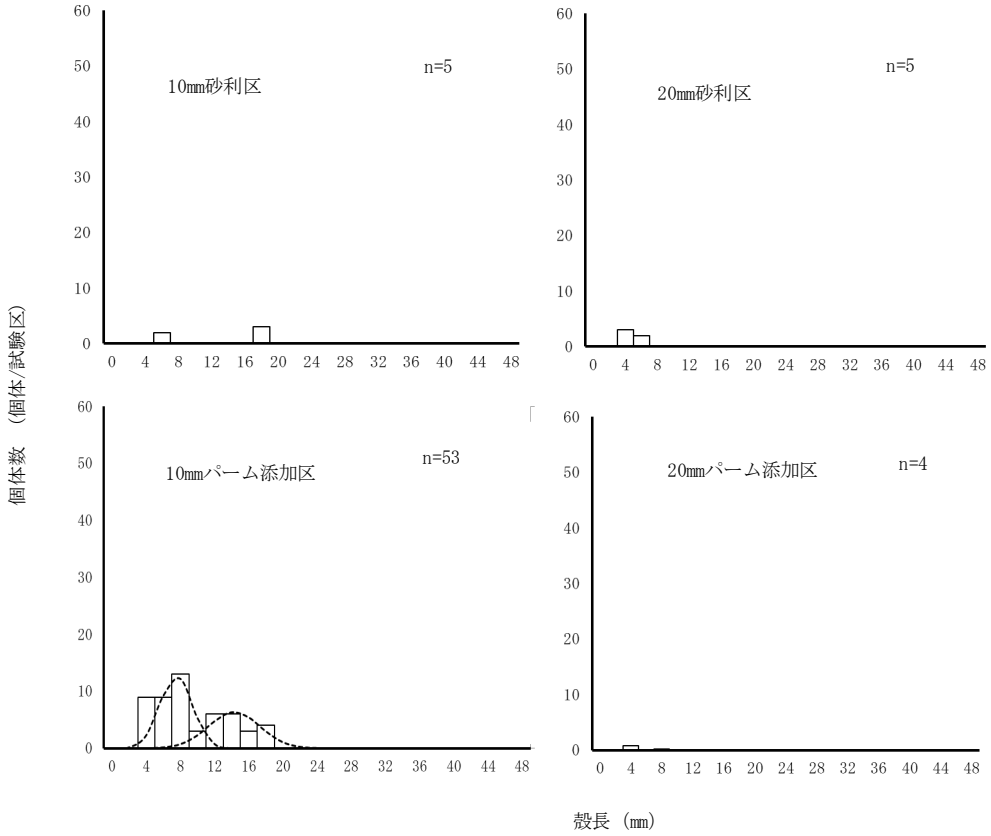


図9　高地盤域秋設置試験区におけるアサリの殻長組成

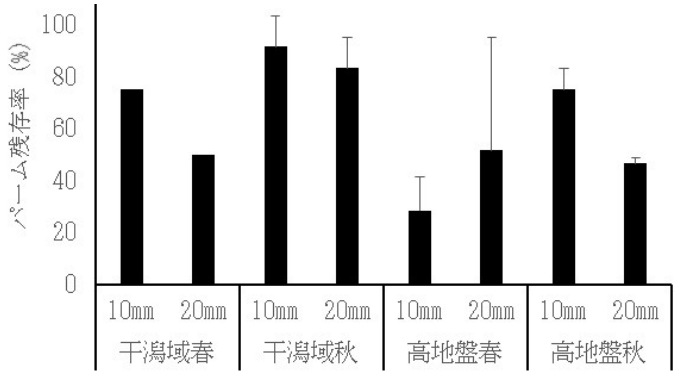


図10　パーム添加区におけるパーム残存率

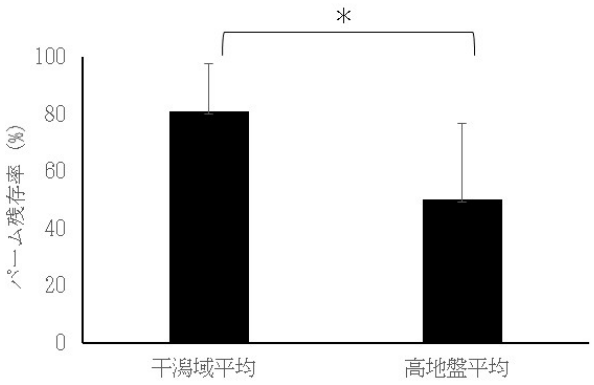


図11　春秋平均のパーム残存率

表3　底質調査結果

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

考　　察

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

この原因として以下の理由が考えられる。

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

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

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

砂利袋の設置時期ごとの生息密度を，漁場ごと，基質ごとに図13に示した。干潟域では砂利袋区では秋設置が178個/㎡，春設置の12個/㎡に比べ，有意に生息密度が高くなったが，パーム添加区では春設置が平均505個/㎡，秋設置が518個/㎡であり，ほぼ同等であった。また，高地盤域では砂利袋区では春設置平均55個/㎡，秋設置で平均9個/㎡と有意差は見られなかったものの，春設置の方が多くのアサリが見られた。一方でパーム添加区では，春設置で87個/㎡，秋設置で53個/㎡と砂利袋単体ではほとんどアサリが確認されなかった秋設置でもアサリが確認された。以上の結果からパームを添加することで，アサリ稚貝をより安定的に確保できる可能性が示唆された。これは前述のように砂利袋の周辺アサリの集積効果に加え，パームによる着底初期のアサリの付着効果によるものと考えられる。

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

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

図12　アサリ稚貝のパームへの付着状況

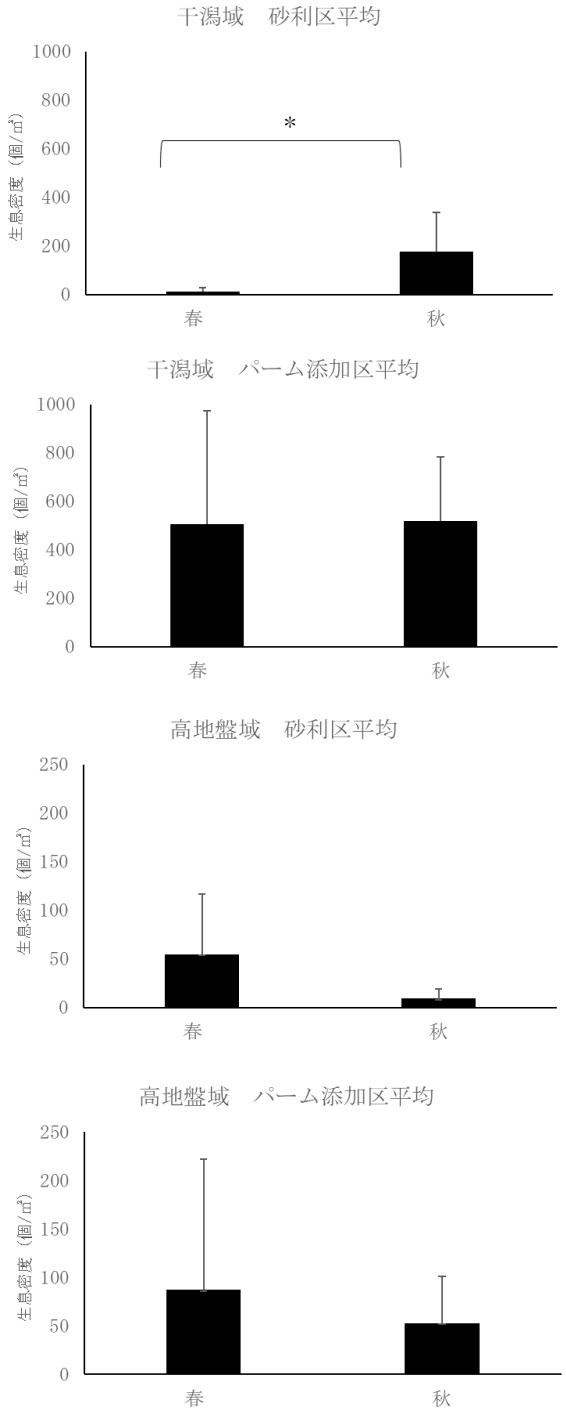


図13 春設置区および秋設置区の生息密度比較

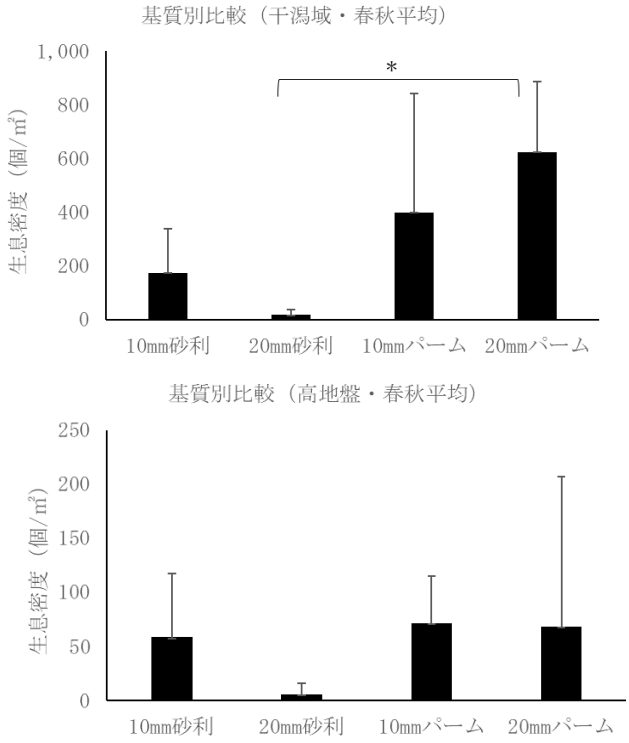


図14 漁場ごとの最適な基質の検討

表4 10㎜砂利袋と20㎜パーム袋の費用および効果の比較

費用

基質	材料	単価	数量/袋	費用/袋
10㎜砂利袋	10㎜砂利（砕石6号）	2.7円/kg	5kg	13.5 円
	ラッセル袋（4㎜目合い）	140円/枚	1枚	140 円
			合計	153.5 円
20㎜パーム袋	20㎜砂利（砕石5号）	2.7円/kg	5kg	13.5 円
	ラッセル袋（4㎜目合い）	140円/枚	1枚	140 円
	パーム	348円/kg	250g	87 円
			合計	240.5 円

※二重底プレート代は除く

効果

基質	生息密度（干潟域，春秋平均）
10㎜砂利袋	173 個/㎡
20㎜パーム袋	644 個/㎡

以上のことより，有明海福岡県海域で砂利袋を用いて，アサリを効率的に採苗するためには，パームが残存しやすい干潟域では，20㎜砂利にパームを添加した方法が，パームの逸散しやすい高地盤域では10㎜砂利袋を用いた方法が適している可能性が示唆された。干潟域は採苗効果は高いが，ノリ漁場であるため砂利袋の設置場所が限られる一方，高地盤域は干潟域に比べて採苗効果は低いが，ノリ養殖が行われておらず，砂利袋の大量の設置が可能である。したがって，今後はアサリ稚貝を効率よく確保するため，いずれの漁場も活用し，場所により適した採苗方法を使い分けていくことが重要である。

文　献

1）一般財団法人マリノフォーラム21，海洋エンジニアリング株式会社，日本ミクニヤ株式会社，株式会社東京久栄，株式会社水圏科学コンサルタント，いであ株式会社．平成30年度有明海のアサリ等生産性向上実証　事業報告書.2019 ； 49-82.

2）一般財団法人マリノフォーラム21，海洋エンジニアリング株式会社，日本ミクニヤ株式会社，株式会社東京久栄，株式会社水圏科学コンサルタント，いであ株式会社．平成31年度有明海のアサリ等生産性向上実証事業報告書.2020 ； 43-74.

3）長谷川夏樹，日向野純也，井上誠章，藤岡義三，小林節夫，今井芳多賀，山口 恵．アサリ増殖基質としてのカキ殻加工固形物「ケアシェル」の利用． 水産技術 2012；**5（1）**：97-105.

4）国分秀樹，水野知巳，羽生和弘．アサリ資源再生場モデル構築事業．平成24年度三重県水産研究所事業報告 2014；89-90

5）水野知巳，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

6）秋元清治，石井 洋．横須賀市走水海岸潮間帯におけるアサリの天然採苗試験．神奈川県水産技術センター研究報告 2014；**7**：9-15.

7）内川純一，高日新也，栃原正久，川﨑信司．有明海再生調査・技術開発事業Ⅰ（アサリ天然種苗採苗試験）.平成25年度熊本県水産研究センター事業報告書 2015；247-249.

8）菊谷尚久，杉浦大介．陸奥湾アサリ天然採苗技術開発試験．平成26年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告 2016；444-448

9）鳥羽光晴，小林豊，石井亮，林俊裕，岡本隆．東京湾盤洲干潟において網袋と人工芝による3種の二枚貝稚貝の捕集速度に影響を与える要因．日本水産学会 2016；**82（6）**：899-910.

10）長本篤，的場達人，篠原直哉．有明海福岡県地先における砂利袋を用いたアサリ天然採苗の埋没対策とその効果.福岡県水産海洋技術センター研究報告 2017；**27**:1-8.

11）吉田裕．貝類種苗学　北隆館，東京．1964.

12）佐野二郎．MS-Excel を用いた年齢組成推定手法．福岡県水産海洋技術センター研究報告 2004；**14**：77-86

13）沿岸漁場整備開発事業　増殖場造成指針　ヒラメ・アサリ編（増殖場造成計画指針編集委員会編）.全国沿岸漁業振興開発協会，東京，1996；123-304.

14）入江章，小原博義，岩渕光伸，濵崎稔洋，林宗徳．大牟田南部地区地先型増殖場造成事業調査.福岡県有明水産試験場業務報告 1991:27-41.

15）阿久津孝夫，山田俊郎，佐藤仁，明田定満,谷野賢二．　アサリの生息と底質の硬度、粒度との関係について．　開発土木研究所月報　1995；**503**:22-30.

16）野副滉，大形拓路，俵積田貴彦，惠﨑摂,黒川皓平．福岡県豊前海における網袋を用いたアサリの育成．福岡県水産海洋技術センター研究報告 2019;**29**:9-15.

17）青木伸一ら．改善のための具体的対策手法．「干潟生産力改善のためのガイドライン」．水産庁，東京．2008.

福岡水海技セ研報　第31号　2021年３月
Bull. Fukuoka Fisheries Mar. Technol. Res. Cent. No31. March 2021

筑前海区いかかご漁業の漁具診断

金澤　孝弘[1]・永松　公明[2]
（[1]水産海洋技術センター・[2]国立研究開発法人 水産研究･教育機構 水産大学校）

漁具改良（いかかごの変更）による省力化を目的に，筑前海区いかかご漁業で使用されている「竹枠籠」および「鉄枠籠」の漁具診断（漁具力学試験，漁獲試験，漁労作業分析）を実施した。その結果，全試験において鉄枠籠は，竹枠籠と比し遜色ない，もしくは優位性が認められた。また，操業（揚籠）形態等の見直しによって，さらなる省力化が期待でき得る副次的効果も見込めることから，筑前海区いかかご漁業の存続のため，鉄枠籠の導入について検討をはじめる必要があろう。

キーワード：筑前海，コウイカ，いかかご，漁具改良，OWAS 法，AC

コウイカ *Sepia esculenta* は，筑前海区を代表する冬季の重要な魚種のひとつであり，その漁獲量のほとんどを「いかかご漁業[1)]」の水揚げが占めている[2)]。いかかご漁業については，従来から漁業者数の漸減傾向を指摘し，懸念を示してきた[3, 4)]。近年では，高齢化や労働力不足を理由に廃業する漁業者が増加し，さらなる拍車が掛かりつつある。こうしたなか，いかかご漁業を永続的に操業できるよう漁具改良による省力化を期待する漁業者の意見を踏まえ，筑前海区で主に使用されている2種類の「いかかご（以下，「籠」と記載）」を漁具診断し，総合的な評価を基に，漁具改良（籠の「変更」）による省力化を提案，いかかご漁業の存続に期すべき一助と成すことを目的とした。

方　法

主たる2種類の籠のうち，筑前海区で最も一般的な籠を図1に示した。外観は，鉄製の底面と竹製枠の天井面を竹製支柱で支える円柱状の構造体で，側面の1ヵ所に漏斗網の開口部を備えた横口籠である（以下，「竹枠籠」と記載）。竹枠籠のサイズは底面が直径1.0m，高さが0.4m，空中重量が7.7kg で，6節のポリエチレン製（蛙又結節）網地で覆われ，開口部の狭所は直径0.2m である。なお，漁獲物の取り出しは，天井面にある紐を解いて取り出す方法を採用している。

次に，筑前海区 北部海域の一部で使用され，広がりをみせつつある籠を図2に示した。外観は，底面が鉄製で円形を成し，折りたたみ可能な鉄製枠で半球状の構造体で，側面の1ヵ所に漏斗網の開口部を備えた横口籠である（以下，「鉄枠籠」と記載）。鉄枠籠のサイズは底面が直径1.0m，高さが0.5m，空中重量が3.0kg で，6節のナイロン製（蛙又結節）網地で覆われ，開口部の狭所は直径0.2m である。なお，漁獲物の取り出しは，底面の留金を外し籠を展開して取り出す方法や底面の網地に取り出し口を設け，そこから取り出す方法があり，工夫されている。

籠の多くは漁業者が，それぞれ自主製作しているが，その形状やサイズ等は概ね酷似していることから，本報では以下の全試験において，前述の竹枠籠ならびに鉄枠籠を使用することとした。なお，各籠の前面には，実際の操業時と同様，「いかかご漁業」で広く導入されてい

図1　竹枠籠の外観および漁獲物の取り出し方法

図2　鉄枠籠の外観および漁獲物の取り出し方法の一例

るイヌツゲ等の枝を束ねたもの（本報では「葉」の付いたイヌツゲを用いることとし，以降，「柴」と記載）[1,5,6]を取り付けた。

１．漁具力学試験

海底に施設した籠は，もっぱら外的要因である潮流によって動作すると考えられる。そこで，籠が滑り始める流速（以下，「滑始流速」と記載）および籠が転倒する流速（以下，「転倒流速」と記載）を金ら[7]の手法に準じて数値化するため，抗力および静止摩擦力の測定[8]を行った。

（１）抗力の測定

抗力の測定は，国立研究開発法人 水産大学校が所有する大型回流実験水槽（JAPAN AQUA TEC 社製 1インペラ式水平循環型：全長×同幅×同高＝13.6×5.1×1.9m，観測部位長×同幅×同高＝6.0×2.2×1.4m）を使用した（図3）。実験には，流れによる籠底面の影響を排除し，流体安定性を確保するため，鏡像構造化した籠をそれぞれ用いた（図4）。測定には，抗力機（共和電業 LU-10KA）を使用し，増幅器（共和電業 DPM-611B）で電気信号を増幅させ，受信マルチレコーダー（GRAPHTEC GL900-S）でデジタル信号を記録した。流速は，測定機器の能力を考慮し，竹枠籠については，

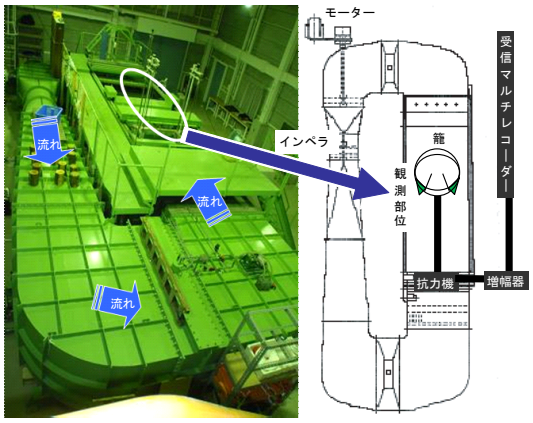


図3　大型回流実験水槽の概要

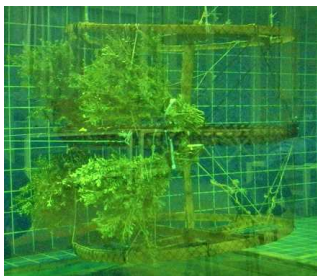


図4　鏡像構造化した籠（竹枠籠 ver.）

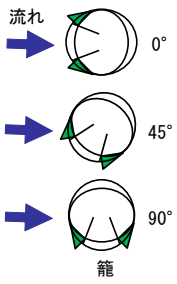


図5　流れに対する籠の角度

0.2m/s から0.4m/s まで0.1m/s ごとに3段階，鉄枠籠については，0.2m/s から0.5m/s まで0.1m/s ごとに4段階とした。流れに対する籠の角度は，図5のとおり3段階（0°，45°，90°）に変化させ，各籠の角度別抗力を測定した。流水中の抗力は，流速のべき乗に比例することから次式[9]で表した。ただし，Dは抗力（N），Vは流速（m/s）とした。

$$D = a V^{b} \quad \ldots ①$$

（２）静止摩擦力の測定

静止摩擦力の測定は，底材に天然漁場の砂（粗砂：Mdφ=-0.16，含泥率1.3%）を敷き，底材が浸る程度に海水を入れ，籠を設置した。籠の重心位置でテトロン糸を繋ぎ，海水面と平行になるよう定滑車を設け，垂直方向にニュートンバネ秤を曳くことにより，籠が動き始める値を読みとった。次に，0.5kg の錘を籠に載せ，同様の実験を行い，合計2kg になるまで0.5kg ずつ錘を追加，繰り返し行った。こうして得られた測定値から次式[8]により各籠ごとの静止摩擦力 F（N）を算出した。ただし，μ は静止摩擦力係数，Nは垂直力（N），Aは粘着力を鑑みた定数である。

$$F = \mu N + A \ldots ②$$

（３）滑始流速と転倒流速の試算

滑始流速は，①式および②式の関係から海底面が平坦で籠の揚力は極めて小さく無視できると仮定し，各籠の水中重量をそれぞれ用いて次式により求めた。ただし，V_s は滑始流速（m/s），W_w は籠の水中重量（kg），g は重力加速度（m/s^2）とした。

$$V_s = \exp\left[1/b \ln\left((\mu W_w g + A)/a\right)\right]$$

転倒流速は①式から，籠底面枠の一点が支点となり，転倒を生起するとき，抗力の作用位置は投影面積の中心にあると仮定して次式により求めた。ただし，V_T は転倒流速（m/s），L_0 は籠重心から支点までの水平距離（mm），Hは投影面積の中心から籠底面枠までの垂直距離（mm）とした。

$$V_T = \exp\left[1/b \ln\left((W_w g L_0)/a H\right)\right]$$

２．漁獲試験

2019年3月から4月および2020年3月から4月にかけ延べ53回，竹枠籠と鉄枠籠を筑前海区 西部海域のコウイカ主漁場の海底に施設し，コウイカの入籠尾数の差を明らかにした。

３．漁労作業分析

2019年4月および2020年3月から4月，漁船に乗船し，操業における一連の漁労作業をビデオカメラで撮影，延べ16籠分の映像を各籠ごとに，次の3工程に分類した。

①「揚籠」は，海面に籠が浮上してから舷側へ曳き揚げるまで。②「処理」は，舷側へ籠を曳き揚げてから漁獲物を取り出すまでの一連の作業とした。なお，各籠ともに漁獲物の有無で作業状況が大きく異なるため，漁獲物のコウイカが入籠している場合には「処理あり」，入籠せず空（カラ）の場合には「処理なし」として区分した。③「収納」は，②以降，海中へ籠を再投入するための準備（配置）までの6秒間とした。

（１）漁労作業の所要時間

3工程の漁労作業について，各籠の所要時間を計測，比較した。

（２）漁労作業の姿勢負担評価

農業等の分野[10-13]で広く利用されている Ovako 式作業姿勢評価法（Ovako Working Posture Analysing System： 以下,「OWAS 法」と記載）を用いた[14]。OWAS 法とは，一定間隔ごとに荷重および身体部位（背部，上肢，下肢）の状態を捉え，表1に示した該当コードを選択することにより，その時点ごとの Action Category（以下,「AC」と記載）を判定する手法である。AC とは，4段階の作業姿勢負担度および作業改善要求度を評価したもので，AC が大きいほど作業姿勢負担度は増大し，作業改善要求度が高くなることを意味する（表2）。

表1　OWAS 法における作業姿勢コード

1. 背部	1）まっすぐ
	2）前または後ろに曲げる
	3）ひねるまたは横に曲げる
	4）ひねりかつ横に曲げる、または斜め前に曲げる
2. 上肢	1）両腕とも肩より下
	2）片腕が肩の高さあるいはそれより上
	3）両腕が肩の高さあるいはそれより上
3. 下肢	1）座る
	2）両脚をまっすぐにして立つ
	3）重心をかけている片脚をまっすぐにして立つ
	4）両膝を曲げて立つか中腰
	5）重心をかけている片脚を曲げて立つか中腰
	6）片方または両方の膝を床につける
	7）歩行か移動
4. 荷重	1）W≦10（kg）
	2）10＜W≦20（kg）
	3）W＞20（kg）

表2　AC（作業姿勢負担度および作業改善要求度）一覧

AC1	姿勢による筋骨格系負担に問題なし。改善不要。
AC2	姿勢による筋骨格系に有害。改善すべき。
AC3	姿勢による筋骨格系に有害。早期に改善すべき。
AC4	姿勢による筋骨格系に非常に有害。至急改善すべき。

本報では，1秒ごとに映像を抽出，OWAS 法のアルゴリズムを搭載した日本語版 Ovako 式作業姿勢分析システムソフトウェア（JOWAS ver. 0. 92. 1）[15]に入力し，その時点ごとの AC を判定，各籠ごとの工程別 AC を集計した。また，AC1は筋骨格系に「負担なし」，AC2以上は「負担あり」として集約，2群に分け各籠ごとの工程別 AC 負担度を比較した。

結　果

１．漁具力学試験

（１）抗力の測定

流れに対する籠の角度別抗力について，竹枠籠の結果を図6，鉄枠籠の結果を図7に示した。各籠ともに，すべての角度において流速が速くなるほど抗力は増加した。また，竹枠籠の抗力は，すべての角度で鉄枠籠を上回った。抗力が最大となる流れに対する籠の角度，つまり「流体抗力最大角度」は，各籠ともに45°であった。ただし，竹枠籠では，その差は僅かであった。一方，鉄枠籠では，45°，0°，90°の順で高い抗力を示し，籠前面に取り付けた柴の影響を反映した結果となった。

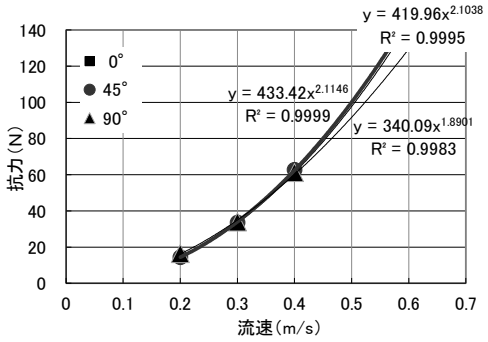


図6　角度別抗力（竹枠籠）結果

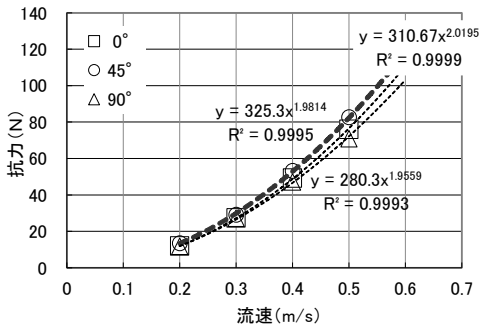


図7　角度別抗力（鉄枠籠）結果

（２）静止摩擦力の測定

各籠における静止摩擦力の結果を図8に示した。静止摩擦力は，いずれも竹枠籠が鉄枠籠を大きく上回った。

（３）滑始流速と転倒流速の試算

試算は，「流体抗力最大角度」の回帰式をそれぞれ使用することとし，各籠ともに 45° を選択した結果を表3に示した。滑始流速の試算値は，竹枠籠で0.27m/s，鉄枠籠では0.23m/s であった。また，転倒流速は竹枠籠で0.47m/s，鉄枠籠では0.38m/s であった。滑始流速および転倒流速ともに，竹枠籠が鉄枠籠を上回った。

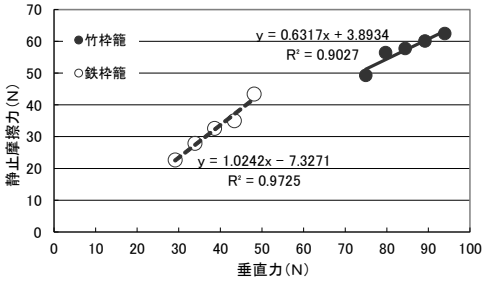


図8　各籠の静止摩擦力結果

表3　滑始流速および転倒流速の試算結果

籠の種類		竹枠籠	鉄枠籠
水中重量（kg）	Ww	3.79	2.50
流体抗力最大角度	°	45	45
流体抗力最大係数	a	433.42	325.30
	b	2.11	1.98
静止摩擦力係数	μ	0.63	1.02
	A	3.89	−7.33
滑始流速（m/s）	Vs	0.27	0.23
水平距離（mm）	Lo	483	520
垂直距離（mm）	H	200	265
転倒流速（m/s）	Vt	0.47	0.38

２．漁獲試験

図9に，漁獲試験の結果を示した。竹枠籠の最大漁獲尾数は4尾，平均漁獲尾数は0.7尾であった。一方，鉄枠籠の最大漁獲尾数は6尾と竹枠籠の1.5倍，平均漁獲尾数は1.4尾と竹枠籠の2.0倍で，有意な差が認められた（Mann-Whitney U-test $p<0.05$）。

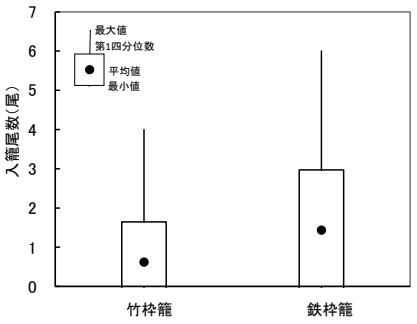


図9　漁獲試験結果

３．漁労作業分析

（１）漁労作業の所要時間

3工程の漁労作業のうち，揚籠は揚籠機の巻揚速度に起因した外的要件が主であり，収納は観測時間を規定した関係上，これら2工程における所要時間の差は各籠ともに，ほとんどみられなかった。

図10に，全工程および処理における各籠の所要時間結果を示した。すべての工程で竹枠籠は，鉄枠籠の平均値を1.5倍以上で上回り，全工程ならびに処理ありでは有意な差を示した（χ^2-test　$p<0.05$）。特に，処理ありでは，鉄枠籠の平均値を竹枠籠の第3四分位数は上回っており，所要時間の長さが顕在化していることを示唆した。なお，有意な差が認められなかった処理なしについても，鉄枠籠は竹枠籠の平均値と第3四分位数の範囲にあって極めて短時間であった。

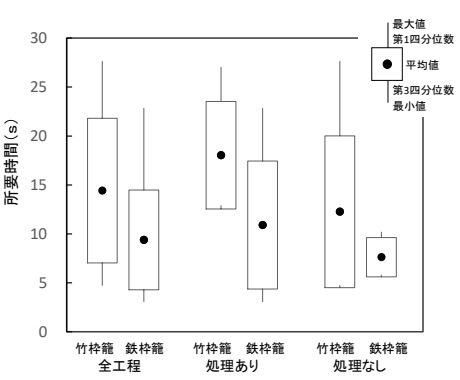


図10　各籠の所要時間結果

（２）漁労作業の姿勢負担評価

図11に，各籠ごとの工程別 AC 集計結果を示した。各籠ともに，すべての工程で「姿勢による筋骨格系に非常に有害。至急改善すべき。」とする AC4は，観察されなかった。次に，「姿勢による筋骨格系に有害。早期に改善すべき。」とする AC3は，竹枠籠の場合，全工程で50%，揚籠で0%，処理ありで83%，処理なしで0%，収納で8%であった。一方，鉄枠籠の場合，全工程で7%，揚籠で0%，処理ありで15%，処理なしで0%，収納で7%であった。さらに，「姿勢による筋骨格系に有害。改善すべき。」とする AC2は，竹枠籠の場合，全工程で37%，揚籠で57%，処理ありで14%，処理なしで67%，収納で

80%であった。一方，鉄枠籠の場合，全工程で40%，揚籠で38%，処理ありで59%，処理なしで17%，収納で28%であった。最後に，「姿勢による筋骨格系負担に問題なし。改善不要。」とする AC1は，竹枠籠の場合，全工程で13%，揚籠で43%，処理ありで3%，処理なしで33%，収納で12%であった。一方，鉄枠籠の場合，全工程で53%，揚籠で62%，処理ありで26%，処理なしで83%，収納で65%であった。総じて，その比率に差はあるものの，各籠とも工程別 AC ごとの傾向については，類似性がみられるとともに，竹枠籠の AC2および AC3の比率は，鉄枠籠の AC2および AC3の比率と比べ，工程に関係なく57%以上と，常に高い割合を占めた。

図12に，各籠ごとの工程別 AC 負担度比較結果を示した。AC2以上では，いずれの工程も竹枠籠が，鉄枠籠より高い割合であり，揚籠を除いたすべて工程において有意な差が認められた（χ^2-test $p<0.05$）。

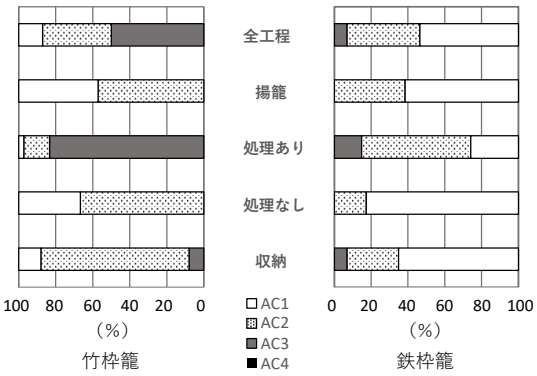


図11　各籠ごとの工程別 AC 集計結果

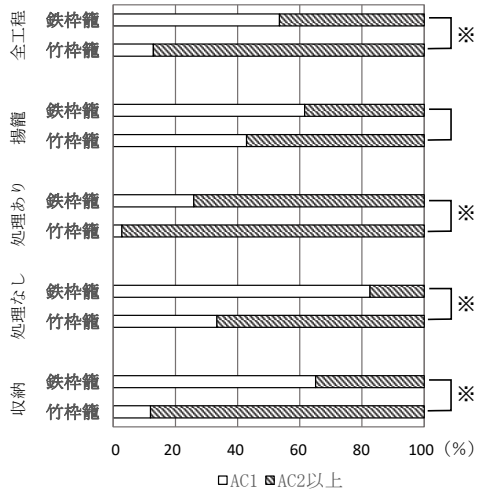


図12　各籠ごとの工程別 AC 負担度比較結果

考　察

漁具力学試験では，竹枠籠の滑始流速は0.27m/s，鉄枠籠は0.23m/s，竹枠籠の転倒流速は0.47m/s，鉄枠籠は0.38m/s との試算値から，漁具力学的見地上，各籠の使用に際し，支障はないものと判断された。各籠における滑始流速および転倒流速の試算値は，いずれも想定外の低い値であり，籠のサイズならびに水中重量，籠前面に取り付けた柴の影響を反映した。しかしながら，①枝縄による海底との摩擦力があること。②漁期中，籠前面に取り付けた柴の付け替えは稀であり，漁期経過に伴い，柴の「葉」は枯れて流失し，柴の「枝」と産み付けられたコウイカの「卵」のみとなることから，各籠の抵抗は初漁期よりも低下すると考えられること等を鑑みた場合，各籠の滑始流速および転倒流速は，試算値を上回るものと考えられた。

冬季における対馬暖流の表層流は，0.4～0.7kt（0.21～0.36m/s）[16] であること，いかかご漁業が盛んな唐津湾内に位置する引津湾において，湾口北部海域（3m 層）の夏季における最大流速は31.5cm/s（0.32m/s），平均流速は 10.0±6.3cm/s（0.10±0.06m/s）[17] であることから，冬季におけるコウイカ漁場の底層流は，これを下回る[16]。これらの報告値であれば，各籠の滑走や転倒は起きにくいと推察された。今後，漁場の海底に自記式流向流速計ならびに3軸加速度計を設置した籠を施設し，漁具力学試験の検証を行うことはもちろんのこと，「潮流が相対的に遅くなる小潮直近の中潮から小潮にかけて，コウイカの入籠が増加する傾向がみられる[18, 19]。」とするコウイカ生態面からの一般的な考察のみならず，漁具力学的視点からの考察を加えることができよう。なお，籠前面に取り付けた柴の抵抗を減じる一方策として，かつ高額な柴の代替品[20] として近年，筑前海区 北部海域の一部の漁業者は「ノリ網（図 13）」を活用し，幾年も繰り返し使用している。この場合，「初漁期の入籠尾数は柴より劣るものの，それ以降は大差ない。」との話

図13　柴の代替品（ノリ網）を取り付けた鉄枠籠

も聞かれることから，周辺海域で操業する全漁業者が一斉に漁具改良（籠の「変更」）に取り組み，不公平感を払拭することが肝要となる。

次に，漁獲試験では今回，鉄枠籠の最大漁獲尾数および平均漁獲尾数は，竹枠籠の1.5倍および2.0倍と，鉄枠籠の優位性が際立つ結果となった。鉄枠籠の優位性についての明確な理由は不明であるが，コウイカの産卵基質への接近や入籠には視覚的コントラストの強弱が影響するとの報告[21, 22]があることから，海中における鉄枠籠の施設状況について解明を進めていく必要があろう。なお，「コウイカは籠に対する視覚的および社会的誘引や空間占拠習性によって能動的に入籠するのであり[22]，籠の種類や柴の有無による差はなく[22, 23]，産卵群のみを選択的に漁獲するのではない[24, 25]。」との報告がある。いずれにせよ，コウイカが鉄枠籠へ有意に入籠しないとはならないと理解できる。

最後に，漁労作業分析では，漁労作業の所要時間ならびに姿勢負担評価のいずれも，鉄枠籠の優位性が認められた。漁労作業の所要時間をみると，竹枠籠は鉄枠籠の平均値を1.5倍以上で上回り，姿勢負担評価をみると，竹枠籠の AC2および AC3の比率は，鉄枠籠の AC2および AC3の比率と比べ，常に高い割合を占めた。また，AC2以上では，いずれの工程も竹枠籠が鉄枠籠より高い割合であった。この大きな要因は，籠構造の差異，つまり各籠における漁獲物の取り出し方の違いが挙げられる。竹枠籠の漁獲物の取り出しは，天井面にある紐を解いて取り出す方法を採用しているため，図1に示したように，その作業（処理あり）は，どうしても中腰となり，背部および下肢への負担増に繋がる。さらに，漁獲物を取り出したあとも天井面の紐を結び終えるまでは，連続的作業が継続し，姿勢負担が長時間に及ぶ。一方，鉄枠籠の漁獲物の取り出しは，底面の留金を外し籠を展開して取り出す方法や底面の網地に取り出し口を設け，そこから取り出す方法など工夫されているため，図2に示したように作業（処理あり）中でも中腰になる機会が少なく，背部および下肢への軽微な負担で漁獲物を取り出すことができる。あわせて，漁獲物を取り出したあとも留金を留めるだけで，あるいは特別な作業をすることなく，短時間で処理を終えることができる。

また，さらなる要因として，各籠の荷重（空中重量）の違いが挙げられる。OWAS 法における作業姿勢コードに倣い，各籠の荷重については今回，同じカテゴリーで取り扱ったが，竹枠籠の空中重量は7.7kg，鉄枠籠の空中重量は3.0kg と，2.5倍の差がある。竹枠籠は必然的に両手ならびに中腰での連続作業となるが，鉄枠籠は片手でも作業可能である。竹枠籠の荷重を OWAS 法における作業姿勢コード，「10< W ≦20kg 以上」のカテゴリーで取り扱った場合，すべての工程で AC3の割合が増加するとともに，処理ありにおいて「姿勢による筋骨格系に非常に有害。至急改善すべき。」とする AC4が発生する。こうしたことからも，竹枠籠の作業姿勢負担度および作業改善要求度が，潜在的に常に高い状態であることが伺えた。

これら漁具力学試験，漁獲試験，漁労作業分析における漁具診断の評価から鉄枠籠は竹枠籠と比して遜色ない，もしくは優位性が認められた。このほか，鉄枠籠を使用する筑前海区 北部海域の一部では，漁業者の従事者数が1隻あたり1～2名と，竹枠籠を使用する漁業者の従事者数と比べ相対的に少ないことから，操業（揚籠）形態等の見直しを加えることにより，漁具改良（鉄枠籠への変更）の副次的効果も期待でき得る。以上の事由により，筑前海区いかかご漁業の存続のため，鉄枠籠の導入について検討をはじめる必要があろう。

謝　辞

漁獲試験および漁労作業分析に協力いただいた弘洋丸の塚本武広氏，西﨑順司氏，塚本懐氏，塚本椋氏，木戸貴臣氏，漁獲試験に協力いただいた福丸の谷口利幸氏，谷口弘幸氏に深謝します。また，貴重な情報を提供していただいた磯丸の磯井清次郎氏に謝意を表すとともに，快く竹枠籠を提供していただいた福栄丸の田畑政義氏にお礼申し上げます。

最後に，漁具力学試験に協力いただいた国立研究開発法人 水産大学校（現在：国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産大学校）海洋生産管理学科の石橋洋吾氏，山角瑞穂氏，平湯千里氏に感謝いたします。

文　献

1）福岡県水産林務部漁政課．福岡県の漁具漁法，福岡．1991；121-122.

2）国立研究開発法人 水産研究･教育機構．令和元(2019)年度 資源評価報告書 コウイカ(唐津湾)．http://abchan.fra.go.jp/digests2019/trends/201923.pdf，2020年10月15日閲覧

3）伊藤輝昭，秋元聡．資源管理型漁業推進総合対策事業(2)コウイカ．平成10年度 福岡県水産海洋技術センター 事業報告 2000；106-108.

4）伊藤輝昭，秋元聡．糸島地区におけるコウイカ資源量の推定．福岡県水産海洋技術センター 研究報告 2001；11：65-69.

５）九州水産振興開発協議会．九州沖縄「海と魚」の文化 平成8年，福岡．1996；105.
６）安田治三郎．コウイカ *Sepia esculenta Hoyle* 生態の二・三に就いて．日本水産学会誌 1951；**16(8)**：350-356.
７）金成勲，平石智徳，山本勝太郎，李珠熙．北海道で使用されている3種のエビ籠の海底での安定性．日本水産学会誌 2008；**74 (6)**：1030-1036.
８）曽田範宗．摩擦の話，岩波書店，東京．1971.
９）Li Y, Yamamoto K, Hiraishi T, Nashimoto K. Stability of fish raps for catching arabesque greenling used in mastsumae Hokkaido. *Fisheries Engineering* 2003；**39**：219-225.
10）宮嵜朋浩，片岡正登．イチゴ栽培システムにおける作業姿勢に基づく農作業の労働負荷測定および評価法の確立．長崎県総合農林試験場 研究報告(農業部門) 2004；**30**：30-39.
11）森川信也，三輪由佳，細見彰洋．イチジク主枝高設樹形導入による収穫姿勢の改善効果．大阪府立環境農林水産総合研究所 研究報告 2015；**2**：14-15.
12）沢田英一，羽根義．OWAS 法による建設作業員の作業負担の評価．人間工学 2002；**38**(特別号)：522-523.
13）山本華代，神代雅晴，衛藤理砂，藤井敦成，赤築秀一郎，鈴木秀樹．某製造工場における腰痛と作業姿勢及び生活習慣との関係．産業衛生学雑誌 2004；**46**：78-88.
14）Karhu O, Kansi P, Kuorinka I. Correcting working postures in industry. A practical method for analysis. *Applied Ergonomics* 1977；**8(4)**：199-201.
15）国立大学法人 宮崎大学農学部 Mitarai's Home Page. JOWAS 姿勢解析ソフトとデータ(作成：瀬尾明彦). http://www. cc. miyazaki-u. mitarai/room707/soft%20OWAS. html, 2020年3月15日閲覧
16）鎌田康彦，近藤寛，三井田恒博．玄界灘の表層堆積物．長崎大学教育学部 自然科学研究報告 1988；**39**：73-82.
17）松井繁明．マガキの養殖漁場の水質について．福岡県水産海洋技術センター 研究報告 2011；**21**：87-93.
18）山口恭弘・西ノ首英之・山根猛．島原湾におけるコウイカ *Sepia esculenta* の漁獲と潮流の関係について．日本水産学会誌 1998；**64(1)**：121-122.
19）金澤孝弘，伊藤輝昭．有明海福岡県海域におけるコウイカの漁獲実態と生態．福岡県水産海洋技術センター 研究報告 2006；**16**：77-82.
20）佐野二郎．コウイカの資源増大に関する研究．福岡県水産海洋技術センター 研究報告 2006；**16**：51-62.
21）藤田孝康，平山泉，松岡達郎，川村軍蔵．雌コウイカの産卵行動と産卵期質の選択．日本水産学会誌 1997；**63(2)**：145-151.
22）Watanuki N, Hirayama I, Kawamura G. Why do cuttlefish *Sepia esculenta* enter basket trap? Space occupation habit hypothesis. *Fisheries Science* 2000；**66**：190-197.
23）金澤孝弘，伊藤輝昭，宮本博和，内藤剛，熊谷香．水産資源調査(2)魚介類調査．平成17年度 福岡県水産海洋技術センター 事業報告 2007；200-202.
24）綿貫尚彦，岩下徹．水中テレビによるコウイカのかご漁具に対する行動観察．平成4年度 イカ資源・漁海況検討会議 研究報告，遠洋水産研究所 1994；96-99.
25）Watanuki N, Iwashita T, Kawamura G. Cuttlefish spawaning and visually mediated entry into basket traps. *Fisheries Science* 2000；**66**：185-189.

福岡水海技セ研報　第31号　2021年3月
Bull. Fukuoka. Fisheries. Mar. Technol. Res. Cent. No31. March 2021

たる流し漁業におけるケンサキイカの漁獲特性

長本　篤
（水産海洋技術センター）

たる流し漁業では，ケンサキイカの漁獲に漁具の揺れや水温が影響していることが経験的に知られている。このような漁獲特性の把握は，効率的な操業方法の検討や CPUE 標準化による資源変動の推定を行う上で重要である。本報告では同漁業の漁獲特性を把握するため，本県筑前海区に来遊する春季及び夏季成熟群を対象に，漁獲尾数に影響を与える海洋環境要因について検討した。海洋環境要因を説明変数とした一般化線形モデルによる解析の結果，漁獲尾数に大きな影響を与える最良モデルの変数は，底層水温と有義波高であった。また，漁獲尾数は有義波高約1. 6m までは比例して増加した。このことから，有義波高データを用いることにより，効率的な操業方法の検討や CPUE 標準化による資源変動推定の可能性が示唆された。

キーワード：ケンサキイカ，たる流し，有義波高，CPUE 標準化

ケンサキイカ日本海・東シナ海系群の資源水準は2000年以降低位で推移し[1)]，福岡県筑前海区におけるケンサキイカの漁獲量は1992年以降減少している[2)]。

水産資源の評価では，資源量指標値として単位努力あたり漁獲量（以下，CPUE）が用いられる。一般に CPUE は資源密度に比例していると考えられており，CPUE の年傾向をみるだけで相対資源量の増減傾向を把握することが可能である[3)]。しかし，CPUE は季節や海区，漁具など資源密度以外の様々な要因も含んでおり，資源変動を正確に把握するためには CPUE 標準化によりこれらの影響を取り除く必要がある[3)]。

他海域では CPUE 標準化によりケンサキイカ釣り漁業の CPUE に影響を与える要因について明らかされている[4)]。本県においても，ケンサキイカの漁獲特性を把握し，CPUE 標準化により資源密度以外の要因を取り除き,より精度の高い資源変動傾向を把握する必要がある。

本県筑前海区のケンサキイカは主にたる流し漁業を含むいかつり漁業で漁獲されており，1982年から夜いかつり漁業と昼いかつり漁業に加え，たる流し漁業による漁獲が始まり[5)]，特に主要漁協ではその漁獲割合が高くなっている。たる流し漁業では，図1のように直径30cm 程度の発泡スチロール製の尺玉（タル）に6本程度のいか針を付けたテグスを取り付け，海底付近に垂下する漁具を用いる。1隻あたり20個程度の漁具を約100m の間隔で順次投入し，約1時間潮に流して操業する。全ての漁具の投入が終わると最初に投入した漁具から引き上げ，掛かったイカを外して再び漁具を投入する。この一連の作業を1日に6～8回繰り返す。漁具は回次あたり約1時間波に揺られるが，その揺れがケンサキイカの漁獲に影響していることが経験的に知られている。

本報告では，たる流し漁業におけるケンサキイカの漁獲特性把握のため,漁業者が記帳した操業日誌及び水温,波高などの海況データを用い，ケンサキイカの CPUE に影響を及ぼす海洋環境要因について検討した。また，波による漁具の揺れ及び漁獲への影響についても検討した。

方　法

本県筑前海区に来遊するケンサキイカは,春季成熟群,夏季成熟群，秋季未熟群の3群の存在が知られている[6)]。本研究では春季及び夏季成熟群を対象に，漁獲尾数及び漁獲量と海洋環境要因との関係，波高とたる流し漁具の挙動との関係を検討した。各々の使用データ及び解析方法は次のとおりとした。

１．漁獲尾数と海洋環境要因との関係

たる流し漁業における操業回次ごとのケンサキイカ漁獲尾数と海洋環境要因との関係を，操業データ及び海況データを用いて検討した。

（１）解析に用いたデータ

操業データは，協力漁業者１名が2019年4月13日～8月9日に記帳した操業1回次及び最終回次の緯度経度，操業回次ごとの開始，終了時刻と漁獲尾数を用いた。各

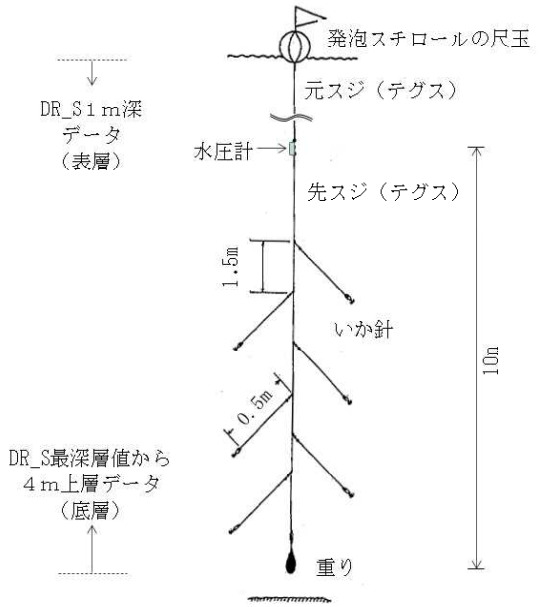


図1　たる流し漁業の漁具及び観測機器設置位置

操業回次の操業位置は，1回次及び最終回次の緯度経度を各操業回次の開始時刻と終了時刻の中間時刻で按分して求めた。

海況データとして，九州大学応用力学研究所が開発，運用している海況予測モデル DREAMS_Squid（水平300mメッシュ，深度2～4m 間隔，1時間間隔，以下，DR_S）に観測データを同化した再解析値から，操業回次の位置と時刻に最も近い水温，塩分及び潮流の東西，南北成分を抽出した。さらに，流向，流速を東西，南北成分から算出した。このうち解析には，タルが潮流等の影響を受ける層として1m 深（以下，表層），たる流し漁業がケンサキイカを狙う底層として DR_S の最深層値から概ね4m 上層（以下，底層）のデータを使用した。

波高データは，気象庁が公開している沿岸代表点の波浪推定値のうち，玄界灘（N34° 15′，E130° 00′）の午前９時の有義波高データを用いた。

（２）解析方法

統計解析パッケージ R（Ver.3.5.2）の一般化線形モデル（GLM 関数）を用いて解析した。今回の操業データには，ケンサキイカが獲れないゼロキャッチデータは存在しなかった。

一般化線形モデルとして，式1のとおり漁獲尾数を応答変数に，月，水温（表層，底層），塩分（表層，底層），流速（表層，底層），流向区分（表層，底層），有義波高を説明変数としたフルモデルを作成した。流向区分は真方位0° から90° ごとに4分割した流向区分 A ～ D のカテゴリカル変数とした。漁獲尾数は正の整数であるため，誤差構造は負の二項分布を仮定した[7]。フルモデルから MuMIn パッケージの Dredge 関数を用いて総当たり法により赤池情報量規準（AIC）が最小となる最良モデルを選択した。

（式1）

漁獲尾数=月+表層水温+底層水温+表層塩分+底層塩分
+表層流速+底層流速+表層流向区分+底層流向
区分+有義波高+offset（log（操業回次））

２．たる流し漁具の挙動と波高との関係

操業中のたる流し漁具の挙動と波高との関係を，深度データ及び波高データを用いて検討した。

深度は，協力漁業者１名が2020年4月9日～6月18日に図1のとおり漁具の最下部から約10m の位置（以下，下部）に水圧計（JFE アドバンテック社製 DEFI2-D20）を取り付け1分間隔で観測した。取得した海中の深度データから漁具投入及び回収中など深度が急激に変化するデータを除き，深度がほぼ一定になる時刻を操業中と判断した。

波高データは，国土交通省港湾局によって観測され，港湾空港技術研究所で処理された全国港湾海洋波浪情報網のうち，玄界灘（N33° 56′ 02″，E130° 28′ 05″）の2020年4～6月の有義波高データ（速報値）から操業時間帯の値を抽出し操業回次ごとに平均したものを用いた。

３．漁獲量と波高との関係

たる流し漁業におけるケンサキイカの漁獲量と波高との関係を，操業日誌データ及び波高データを用いて検討した。

操業日誌データは，漁業者46名が2007～2019年の4～8月に記帳した1日あたりの漁獲量及び緯度経度2分メッシュの漁区に区分された操業場所のデータ（計4,782件）を用いた。

波高データには，気象庁が沿岸波浪数値予報モデルから計算した有義波高 GPV（0.05° メッシュ）を用いた。解析では，操業した漁区の中心の緯度経度に最も近い午前9時のデータを使用した。

結　果

１．漁獲尾数と海洋環境要因との関係

今回の解析に用いた操業データの操業場所を図2，月別漁場別の操業回数を図3に示す。漁場は，4～8月の沖ノ島以南の漁場（以下，漁場 A）と4，5月の沖ノ島以北の漁場（以下，漁場 B）に大別された。全データ計255

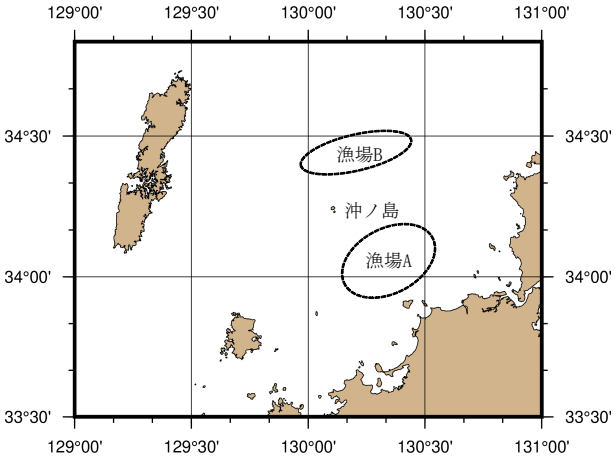


図2　操業場所

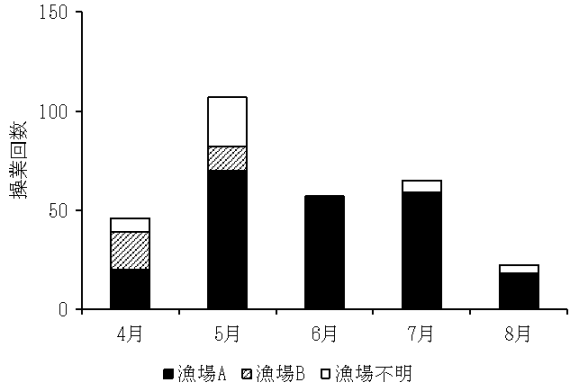


図3　月別漁場別操業回数

件のうち，漁場 A のデータが224件と約9割を占めたことから，今回の解析では漁場 A のデータを用いた。

操業回次別の開始時刻及び件数を表1に示す。1日当たりの操業回数は2～9回で，午前4～5時に操業を開始し，遅くても13～14時に終了していた。

操業及び海況データを用いて一般化線形モデルによる解析を行った結果，フルモデルの説明変数のうち，月，表層水温，底層水温，表層塩分，底層塩分で多重共線性が認められたことから，底層水温，表層流速，底層流速，表層流向区分，底層流向区分，有義波高を変数とするモデルを作成した。総当たり法により選択された最良モデルの変数は，式2のとおり底層水温，表層流速，底層流向区分，有義波高であった。最良モデルの変数は，表2のとおり *Intercept*，底層流向区分 B，底層流向区分 C を除き有意であった。

（式2）

漁獲尾数=底層水温+表層流速+底層流向区分
+有義波高+offset（log（操業回次））

最良モデルから各説明変数を除いたモデルと最良モデルの AIC の差（以下，ΔAIC）を表3に示す。ΔAIC は，

表1　操業回次別操業開始時刻及び件数

時刻	操業回次								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4:00 ～ 5:00	32	1							
5:00 ～ 6:00	5	4							
6:00 ～ 7:00		30	5						
7:00 ～ 8:00		2	29	5					
8:00 ～ 9:00			3	23	7				
9:00 ～ 10:00				7	19	5			
10:00 ～ 11:00						16	4		
11:00 ～ 12:00						5	6	2	1
12:00 ～ 13:00							2	2	
13:00 ～ 14:00							1	2	
計	37	37	37	35	32	26	13	6	1

表2　最良モデル説明変数の偏回帰係数及び標準誤差

	偏回帰係数	標準誤差	*P*
Intercept	−0.66	0.45	0.14
底層水温	0.16	0.03	<0.01
表層流速	−0.76	0.42	<0.1
底層流向区分B	0.16	0.29	0.60
底層流向区分C	−0.40	0.28	0.15
底層流向区分D	−0.38	0.11	<0.01
有義波高	0.81	0.16	<0.01

表3　説明変数及び ΔAIC

説明変数	ΔAIC
底層水温	38
表層流速	1
底層流向区分	6
有義波高	21

底層水温，有義波高，底層流向区分，表層流速の順で大きく，特に底層水温，有義波高が大きかった。なお，最良モデルでは多重共線性，線形性に問題はなかった。

0.1℃ごとに区分した底層水温とその区分内の漁獲尾数との関係を図4に示す。底層水温は15.2～21.4℃，漁獲尾数は2.5～42尾/回次であった。漁獲尾数と底層水温の相関係数は0.607となり，正の相関がみられた。（無相関検定　$p<0.01$，n=34）

0.1m ごとに区分した有義波高とその区分内の漁獲尾数との関係を図5に示す。有義波高は0～1.6m，漁獲尾数は5～34尾/回次であった。漁獲尾数と有義波高の相関係数は0.673となり，正の相関がみられた。（無相関検定　$p<0.05$，n=13）

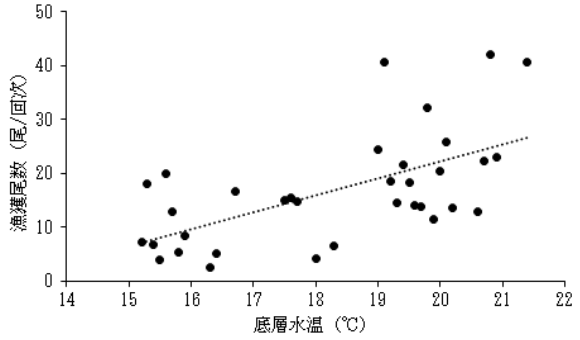


図4　底層水温と漁獲尾数の関係

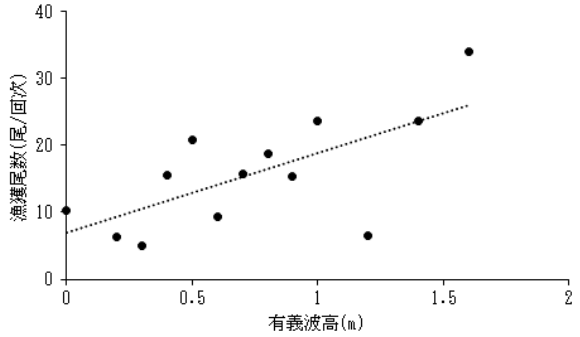


図5　有義波高と漁獲尾数の関係

２．たる流し漁具の挙動と波高との関係

各操業回次のうち，有義波高が最大であった2020年5月21日の1回次（有義波高2.2m）と最小であった2020年6月4日の3回次（同0.2m）における下部の深度の推移を図6に示す。5月21日の下部の深度は50.6～53.1m，6月4日の下部の深度は79.4～80.0m の範囲で推移した。

各操業回次における下部深度の最大値と最小値の差（以下，変動幅）と有義波高との関係を図7に示す。変動差は0.1～2.7m，有義波高は0.2～2.2m であった。変動幅と有義波高の相関係数は0.736となり，正の相関がみられた（無相関検定　p<0.01，n=87）。

３．漁獲量と波高との関係

0.1m ごとに区分した有義波高とその区分内の漁獲量との関係を図8に示す。漁獲量は7～31kg/日，有義波高は0～3.1m であった。漁獲量は，有義波高0m で最も少なく7kg/日，有義波高2m で最も多く31kg/日であった。有義波高1.6m までは7～29kg/日となり，漁獲量と有義波高との相関係数は0.794となり正の相関がみられた(無相関検定　p<0.01，n=17）。有義波高が1.7m 以上では12～31kg/日となり，ばらつきが大きくなった（無相関検定　有意差なし，n=14)。

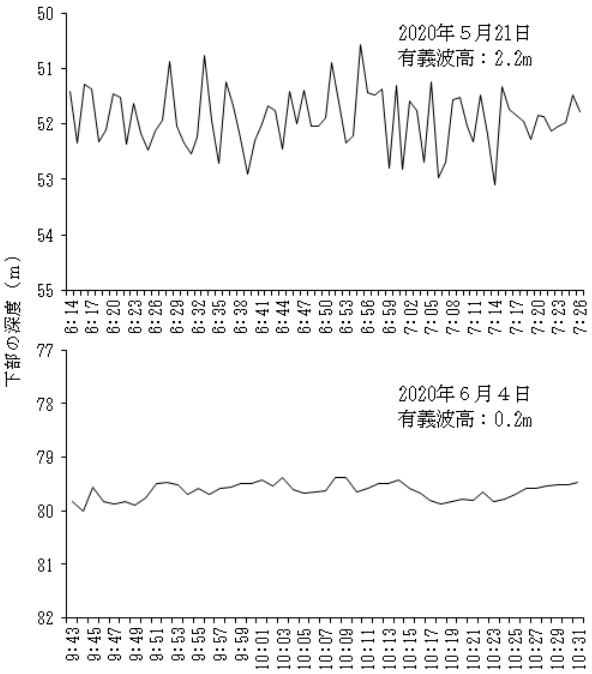


図6　下部の深度の推移

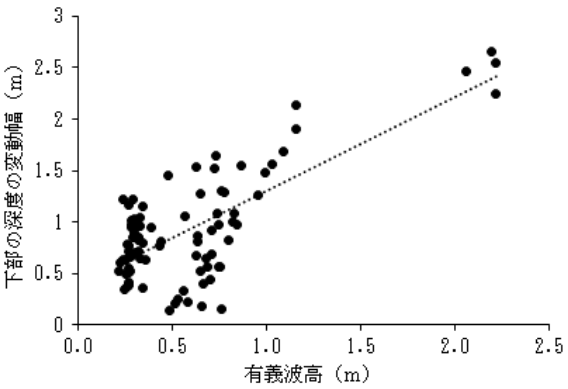


図7　下部の深度の変動幅と有義波高との関係

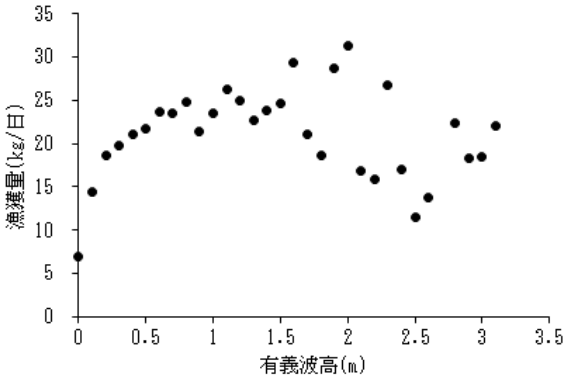


図8　有義波高と漁獲量の関係

考　察

一般化線形モデルによる解析の結果，漁獲尾数に大きな影響を与える変数として底層水温と有義波高が選択された。

底層水温と漁獲尾数の関係をみると，4～8月の漁場 A では底層水温に比例して漁獲尾数が増加した。筑前海区におけるケンサキイカは，6～8月にかけて沖合から沿岸域まで広く分布するが，次第に沿岸域への来遊が少なくなり9月以降はみられなくなる[8]。また，ケンサキイカが漁獲される水温範囲は18～24℃であり，20℃付近が盛漁期の水温である[9]。漁場 A は，水深40～80m の沿岸域で4～8月にかけて底層水温が上昇する海域であり，底層水温の上昇に伴いケンサキイカが漁場に来遊したと考えられる。本研究では，漁場 A で水温が上昇する期間（4～8月）のみ解析を行ったが，CPUE 標準化により年変動をみる場合は，底層水温の長期的な変動を考慮する必要がある。

有義波高と漁獲尾数の関係をみると，有義波高が高くなると漁獲尾数も多くなった。たる流し漁業では，漁具を約1時間潮に流して操業するため，漁具は操業中に波浪の影響を受けている。また，下部の深度の変動幅と有義波高の関係をみると，有義波高が高くなると下部の深度の変動幅も大きくなった。テグスといか針を結ぶ糸の長さは約50cm であることから，漁具の動きが有義波高に比例して大きくなることにより，いか針が大きく動くと考えられる。イカ釣り機に最も重要なことは釣糸を引く速度に変化をつけて，釣り針を餌の動きのようにみせるシャクリ機能である[10]。このことから，有義波高に比例していか針の動きが大きくなり，シャクリのような機能が働くことにより漁獲尾数が増加したものと考えられた。

図8で示した有義波高と漁獲量との関係をみると，有義波高と漁獲尾数との関係（図5）と同様に有義波高が~1.6m の間は有義波高が高くなると漁獲量も多くなった。一方，有義波高が1.7m 以上になると漁獲量のばらつきが大きくなり，漁獲量は有義波高0~1.6m のときより少なくなることがあった。操業日誌データは，複数の漁業者が記帳したものであるため，漁船の規模により波高が高くなると操業を中止して帰港する漁業者が含まれ，1日あたりの漁獲量が少なくなることが考えられる。アカイカ釣りにおける釣り落としと船体動揺との関係では，凪の時には船体の動揺が相対的に大きい位置の脱落率が相対的に低くなるが，時化の時には船体の動揺が大きい船首尾で脱落率が極端に高まる場合がある[11]。また，アカイカが疑似餌を捕捉するときの巻き上げ速度が速いときは触腕で，遅いときは触腕以外で疑似餌に掛かる傾向があることが報告されている[12]。このことから，有義波高1.7m 以上の条件では，いか針の動きが大きくなることや速くなることにより，ケンサキイカの漁獲に悪影響を与えている可能性が考えられた。

今回の解析により，たる流し漁業では有義波高が漁獲尾数に大きく影響することが示唆されたことから，漁業種類によっては，波浪による漁具の挙動や船体の揺れが CPUE 標準化の際に密度効果以外の重要な要因になると考えられる。今後は，複数の漁業者の操業データを利用してデータ数を増やし，解析の精度を向上させる必要がある。

たる流し漁業では対象となるケンサキイカ以外にブリ類，ハタ類などの魚類も混獲される。魚類はいか針に掛かったケンサキイカを捕食することもあるが，直接いか針に掛かることもあり，魚種により掛かりやすいいか針の動きがあると考えられる。いか針の動きは波高以外に内部波など潮流の影響も受けると考えられることから，よりケンサキイカの選択性を高めるためには，潮流等の影響も考慮した針の動きと漁獲尾数との関係の把握が必要である。この関係解明により，波高が低いときでもいか針が動く効率的な漁具の開発も期待される。

謝　辞

本論文の執筆にあたり操業データを提供していただいた宗像漁業協同組合の桑村勝士代表理事組合長及び長年にわたり操業日誌の記帳に協力して頂いた漁業者の皆様に感謝の意を表する。また，本報告の解析にあたり，国立研究開発法人水産研究・教育機構水産資源研究所大下誠二副部長には有益な御助言を頂き感謝の意を表する。

文　献

1）依田　真里，高橋　素光．平成29（2017）年度ケンサキイカ日本海・東シナ海系群の資源評価．平成29年度我が国周辺水域の漁業資源評価（魚種別系群別資源評価・TAC 種以外）第3分冊，水産庁増殖推進部，東京．2018；2110-2125.

2）ケンサキイカ共同研究報告書. ケンサキイカ研究会，2019;55-76.

3）庄野　宏．CPUE 標準化に用いられる統計学的アプローチに関する総説．水産海洋研究 2004；68（2）：106-120.

4）金元保之，柴田泰宙．島根県沿岸におけるケンサキイカの CPUE に影響を与える要因の検討と将来予測．日本水産学会誌 2020；**86**（**5**）：371-385.

5）秋元　聡．筑前海におけるケンサキイカ資源と利用実態．福岡県水産海洋技術センター研究報告 1992；**18**：7-11.

6）山田　英明，小川嘉彦，森脇晋平，岡島義和．日本海西部沿岸域におけるケンサキイカ・ブドウイカの生物学的特性．日本海西部沿岸に生息する“シロイカ“（ケンサキイカ・ブドウイカ）に関する共同研究報告書 1986；(**1**)：29-50.

7）下野　嘉子．特集　統計解析（再？）入門　R を用いた一般化線形モデル（回帰係数編）：カウントデータを例に．雑草研究 2010；**55**（**4**）：287-294.

8）古田　久典．筑前海におけるケンサキイカについて．昭和48年度福岡県福岡水産試験場研究業務報告 1975；83-91.

9）古田　久典．筑前海におけるケンサキイカについて－漁場と分布－．昭和49年度福岡県福岡水産試験場研究業務報告 1976；50-56.

10）浜出　雄三．イカを騙す秘訣－自動イカ釣り機の開発．「イカの春秋」（奥谷喬司編著）成山堂書店，東京．1995；207-215.

11）山下　秀幸，黒坂　浩平，越智　洋介，小河　道夫．アカイカ釣りにおける釣り落としと船体動揺との関係．日本水産学会誌 2008；**74**（**4**）：697-699.

12）黒坂　浩平，山下　秀幸，越智　洋介，小河　道夫，赤松　友成，稲田　博史，渡部　俊広．自動イカ釣機の釣具ライン巻き上げ速度がアカイカの擬餌針捕捉行動に及ぼす影響．日本水産学会誌 2009；**75**(**1**)：83-85.

福岡水海技セ研報　第31号　2021年3月
Bull. Fukuoka. Fisheries. Mar. Technol. Res. Cent. No31. March 2021

福岡湾におけるタチウオの成長と成熟

中山　龍一[a]・松島　伸代
（水産海洋技術センター）

福岡湾におけるタチウオ *Trichiurus japonicus*[1]の生活史を解明するため，成長と成熟に関する調査，解析を行った。肛門前長組成の月別推移より，10月前後に当歳魚と見られる小型個体が出現し，翌年の9～10月まで絵湾内で大きくなり，10～11月には湾内の調査では採捕されなくなった。また，生殖腺指数の月別推移より，産卵期は6～9月と推定された。耳石の輪紋から標本魚の年齢査定を行い，雌雄別にVon Bertalanffyの成長式を求めたところ，雄：$Lt=343.5(1-1-e^{-0.647(t+0.5)})$，雌：$Lt=416.3(1-1-e^{-0.345(t+1.2)})$となった。また，肛門前長組成の推移から福岡湾で発生・生育したタチウオとみられる個体の一部で，発達した生殖腺を持っていた。このことから福岡湾で発生・生育したタチウオの一部は翌年の再生産に関わっていることが示唆された。

キーワード：タチウオ，成熟，年齢，成長，生殖腺指数

福岡県において，タチウオは釣りや小型底びき網，さし網，定置網などで漁獲される重要な資源である。国立研究開発法人 水産研究・教育機構が行っている資源評価によると，本県沿岸域で漁獲されるタチウオは日本海・東シナ海系群に属しており，2018 年の資源水準は低位，動向は横ばいと判断されている。タチウオは近年福岡県筑前海域での漁獲量が増加しており，特に，福岡湾近辺で多く漁獲され，漁業者の関心が高まっている。この資源の持続的な利用を考える上で，成長と成熟などの生物学的な知見は必要不可欠である。日本海・東シナ海系群については，長崎県沿岸域や若狭湾の報告があるが，福岡湾のように閉鎖的で最深部でも水深 30mに満たない浅い湾のタチウオの研究は行われていない。そこで，本研究では，福岡湾で漁獲されるタチウオの肛門前長と成熟状況を把握するとともに，耳石の輪紋を用いた年齢査定により年齢と成長を求めた。

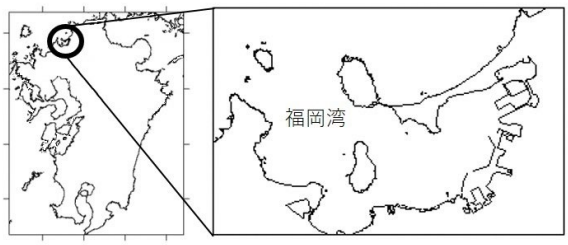


図1　福岡湾の位置

方　　法

標本魚は，2017年6月から2020年8月にかけて，福岡湾内で操業している小型底びき網を中心に，一部さし網，釣りで採捕されたタチウオを用いた。2019年においては，小型底びき網が操業期間外である1月～3月に月1回小型底びき網の試験操業を行い，採捕された個体を標本魚とした。

標本魚については，肛門前長（上顎から肛門中央部までの長さ mm）を測定した。尾部に大きな欠損がない個体は体重（g），肛門前長150mm以上の個体は生殖腺重量（g）も測定した。生殖腺指数（GI：Gonad Index）は以下の式により求めた。

$$GI = \text{生殖腺重量（g）} / \text{肛門前長（mm）}^3 \times 10^7$$

標本魚のうち330個体については耳石を取り出し，一丸らの報告[2]に従ってキシレンに浸して双眼実体顕微鏡を用いて透過光下で観察した。耳石の焦点から最長外縁までの距離を耳石径R，その計測線上の各輪紋表示部位までの距離を輪径rnとした。観察には主に右側の耳石を用いたが，欠損している場合や輪紋が不鮮明な場合は左側の耳石を用いた。

輪紋標示の形成時期を明らかにし，年齢査定を行う

a 現所属：水産振興課

ため,1輪魚の耳石の縁辺成長率(MI:Marginal Index)を以下の式により求めた。なお輪紋数2以上の個体は個体数が少なく,今回は縁辺成長率の計算に使用しなかった。

1輪魚：MI = (R － r1) / r1

年齢と成長との関係の求め方は,長崎県五島・橘湾域[2)]や若狭湾[3)]での報告に従った。まず,雌雄別に肛門前長と耳石径の関係を求め,両者に相関が認められることを確認した後に,得られた計算式へ輪魚別各輪径の平均値を代入することで,各輪紋形成時の計算体長を得た。各輪紋形成時期の計算体長から,雌雄別にWalfordの定差図を作成し,最小二乗法により下記回帰式を求めた。

$L_{n+1} = a\ L_n + b$, Ln：第n輪紋形成時の推定肛門前長

この回帰式から得られたa,bを用いて成長係数K,最大到達肛門前長L_{max}, Lt=0となる時の年齢$t0$を算出し,これらの値を元に,Von Bertalanffyの成長式。

$Lt = L_{max}(1 - e^{-K(t-t0)})$を求めた。

$K = -\log(a)$

$L_{max} = b / (1 - a)$

$t0 = 1 + \log(1 - 1/L_{max})/K$

Lt：年齢t歳の推定肛門前長

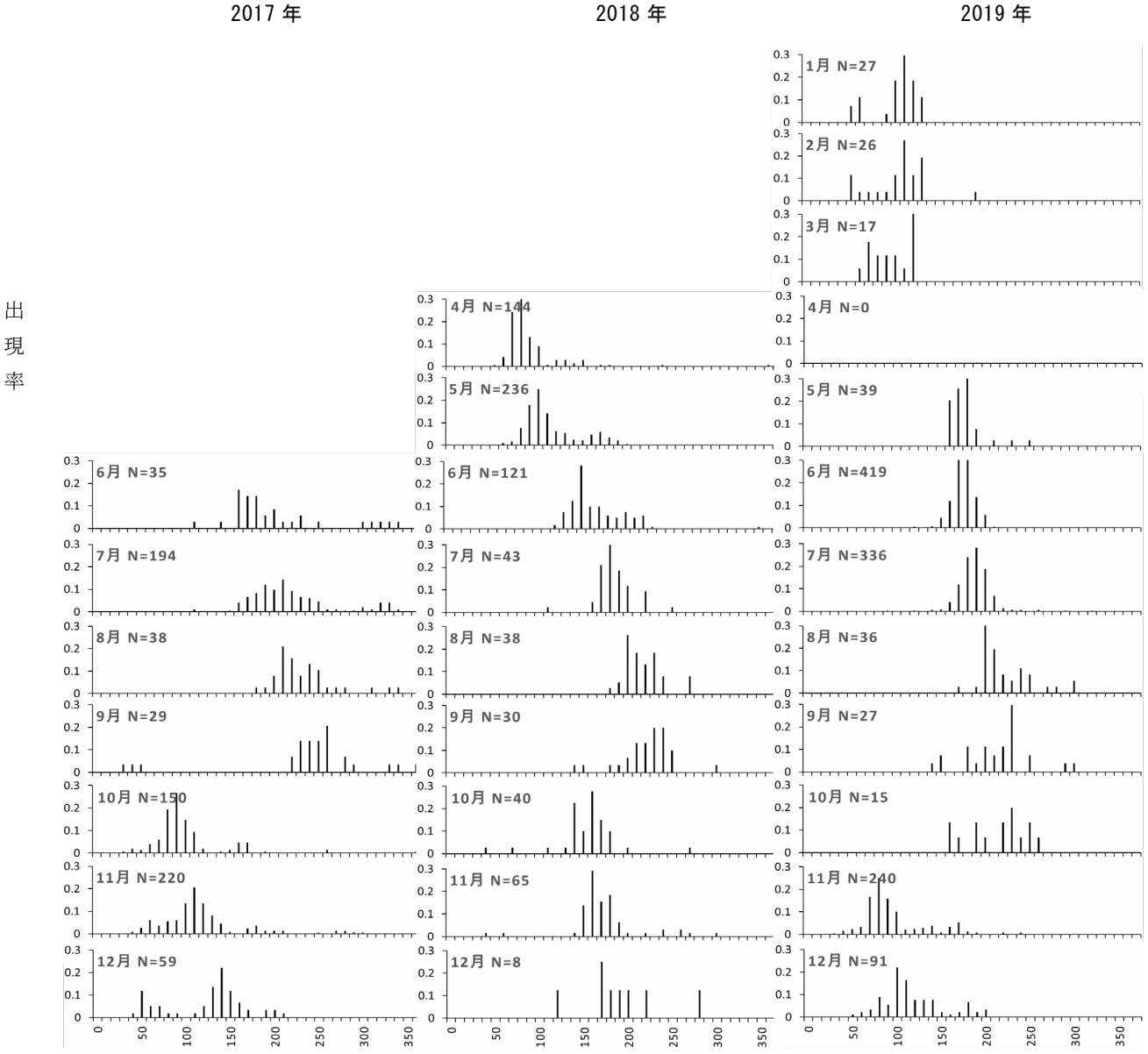


図2　福岡湾内の小型底びき網で採捕されたタチウオの肛門前長別出現率

結　果

１．肛門前長別出現率の推移

2017 年 6 月から 2019 年 12 月にかけて小型底びき網で採捕されたタチウオの月別肛門前長出現率を図 2 に示した。2017 年 6 月に肛門前長 150mm に 1 つのモードが出現し,9 月に 250mm 程度まで推移したが，10 月には確認できなくなった。10 月は 80mm のモードが出現し，12 月に 130mm まで推移した。同時に，12 月には 40mm のモードも見られた。

2018 年 4 月は 80mm にモードが見られたが,5 月には 100mm と 170mm の 2 つのモードが確認された。この 2 つのモードは 6 月には 150mm と 200mm 前後に推移したが，7 月になると 180mm を中心とした 1 つのモードとなった。このモードは 9 月には 240mm 程度まで推移したが，10 月には確認できなかった。また 10 月には 160mm のモードが現れたが,12 月までほとんど変化しなかった。

2019 年 1 月になると 120mm のモードが現れ，このモードは 3 月まで明確なモードの推移は見られなかった。4 月は標本魚を得られなかったが，5 月に入ると 180mm のモードが出現し，9 月，10 月には 230mm 程度まで推移したが，11 月には確認できなくなった。代わりに 80mm のモードが出現し，12 月には 100mm 程度に推移した。

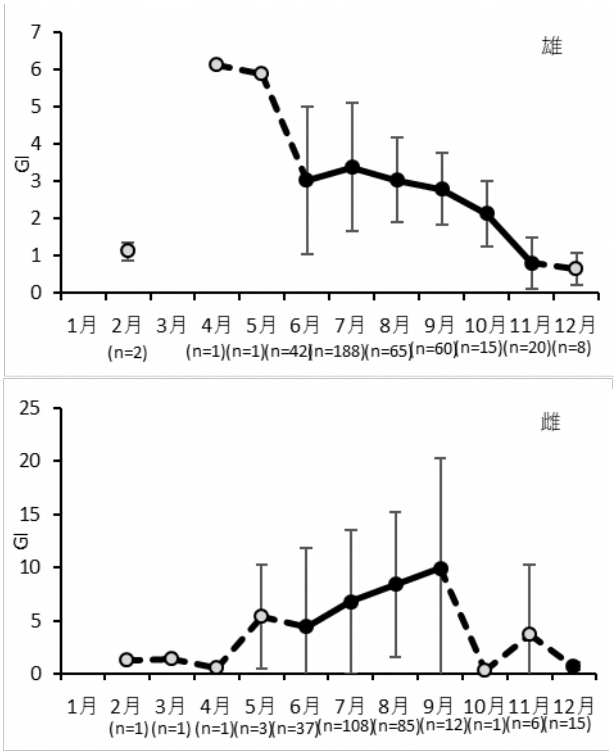


図 3　月別雌雄別生殖腺指数の推移

２．成熟

生殖腺指数の月別推移を図 3 に示した。なお，目視で明確に性別が判断できる肛門前長 200mm 以上の個体の値のみを用いた。雄の生殖腺指数は 4～10 月に高く，雌の生殖腺指数は 5～9 月に高い値を示した。成熟前期とされる 8.04 以上 [2] を示した個体の出現は 5～9 月と 11 月であった。なお，5 月以前と 10 月以降は肛門前長 200mm 以上の標本魚が少ないため参考値とした。また，1 月は肛門前長 200mm 以上の標本魚は採捕されなかった。

３．性比

月別の性比を図 4 に示した。肛門前長 200mm 以上の個体が多く採捕された 6～9 月では，8 月のみ雌の割合が高かった。

４．年齢と成長

輪紋数 1 以上の個体（n=179）の第一輪径の標本数を図 5 に示した。第一輪径は 2.5mm にモードが確認されたほか，2.1mm にもモードがみられた。

輪紋数 1 の個体(n=104)の縁辺成長率の月別推移を図 6 に示した。縁辺成長率は 5～7 月にかけて低く，8～9 月にかけて徐々に上昇していた。2 月に縁辺成長率は非常に低い値を示したが， 1 個体のみであるため参考値とした。

無輪紋魚の耳石径と 1～4 輪紋魚の第一輪径の推移

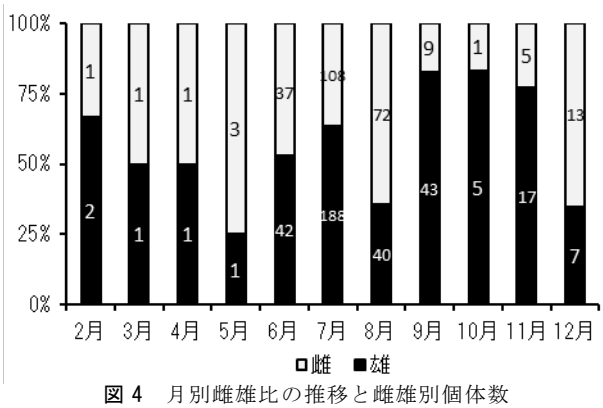


図 4　月別雌雄比の推移と雌雄別個体数

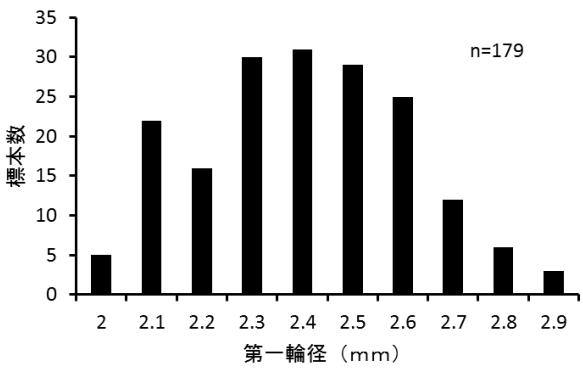


図 5　第一輪径の分布

を図 7 に示した。4 月以降，無輪紋魚の耳石径が大きくなって 6 月に第一輪径と重なり，7～9 月は無輪紋魚が採捕されなくなった。これらから，輪紋形成時期は 5～6 月と考えられた。

肛門前長と耳石径の関係を図 8 に示した。肛門前長と耳石径の間には正の高い相関関係が見られ，雌雄それぞれの関係は次式で表された。

雄：L= 92.852R － 18.302　　(R^2 = 0.9327)…①

雌：L= 98.499R － 22.100　　(R^2 = 0.9052)…②

L：肛門前長（mm）　R：耳石径（mm）

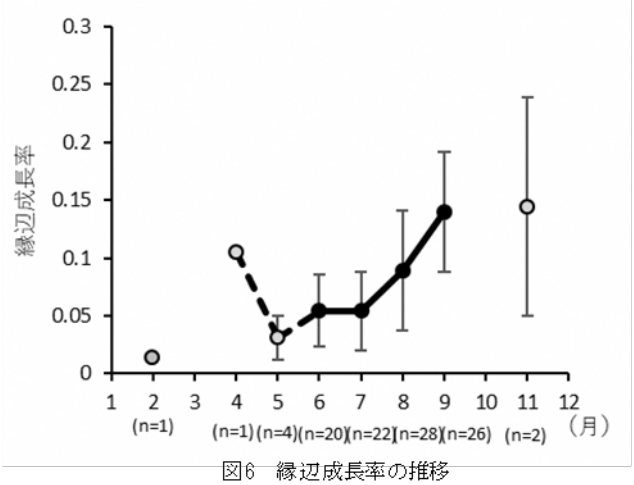


図6　縁辺成長率の推移

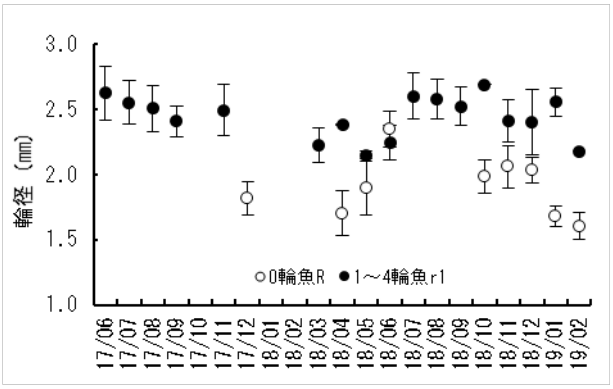


図7　無輪魚の耳石径と有輪魚の第一輪径の推移

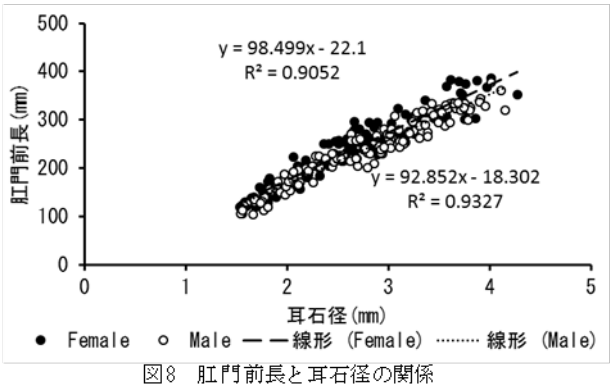


図8　肛門前長と耳石径の関係

1～4 輪魚別の各輪径の平均値と，これを前記の肛門前長と耳石径の関係式①,②に代入して求めた各輪紋形成時の計算肛門前長 L_n を表 1 に示した。この値から，雌雄別に Walford の定差図（図 9）を作成したところ，雌雄ともにほぼ直線上にあり，回帰式は下記のように示された。

雄 L_{n+1} = 0.523L_n + 163.62（L_{max}=343.5）…③

雌 L_{n+1} = 0.709L_n + 121.34（L_{max}=416.3）…④

L_{max}：極限肛門前長（mm）

輪紋形成月を生まれ月の基準と見なして，雌雄別に求めた Von Bertalanffy の成長式を図 10 に示した。雄に比べて，雌の成長が良い傾向が認められた。

雄：Lt =343.5(1- 1-$e^{-0.647(t+0.5)}$)

雌：Lt =416.3(1- 1-$e^{-0.345(t+1.2)}$)

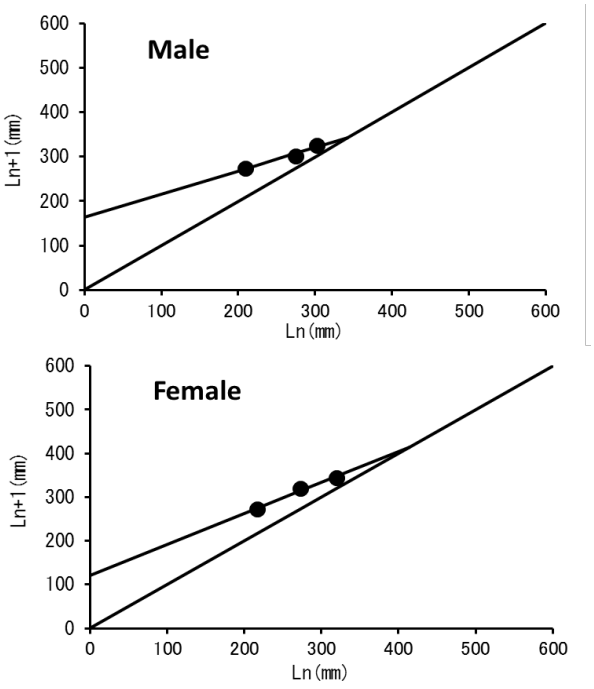


図 9　Walford の定差図

表 1　雌雄別各輪紋の平均輪径と計算肛門前長

Male

Ring Number	Number	r1	r2	r3	r4
1	41	2.43			
2	14	2.50	3.14		
3	28	2.44	3.17	3.45	
4	4	2.46	3.08	3.43	3.70
Average(mm)		2.45	3.15	3.45	3.70
Ln(mm)		208.85	274.64	301.83	325.67

Female

Ring Number	Number	r1	r2	r3	r4
1	63	2.51			
2	14	2.31	3.01		
3	11	2.38	2.98	3.48	
4	4	2.33	3.01	3.42	3.73
Average(mm)		2.43	2.99	3.47	3.73
Ln(mm)		216.83	272.38	319.96	345.02

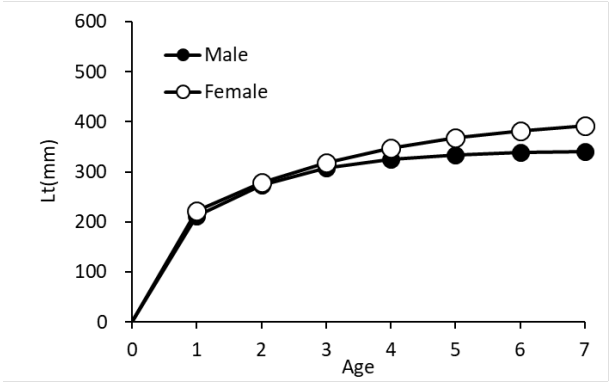


図 10 Von Bertalanffy の成長曲線

考　察

福岡湾では，夏期のタチウオの漁獲は能古島北側の水深 20m 前後付近の海域で行われており，ここが産卵場であると推測される。産卵場が漁場となるケースは大分県などでも報告されており，福岡湾でも同様に産卵時期に集まるタチウオを対象に漁業や遊漁が行われていると考えられる。

長崎県五島沿岸及び橘湾 [2] では，成熟前期の雌の生殖腺指数が 8.04 以上と報告されている。福岡湾の雌のタチウオで生殖腺指数が 8.04 以上の割合は，肛門前長 200mm 以上の個体で 6 月は 16%，7 月は 29%，8 月は 38%，9 月は 50%，肛門前長 250mm 以上の個体で 6 月は 67%，7 月は 46%，8 月は 49%，9 月は 56%であり，産卵期は 6～9 月と考えられた。しかし，本研究ではエビ類を主な対象とする小型底びき網で採捕されたタチウオを標本魚として用いており，漁具の性格上，遊泳力が大きな大型個体の採捕が少なかった可能性がある。大型個体の標本魚が増えると，産卵期が今回の結果である 6～9 月よりも長くなる可能性も考えられる。

福岡湾内での再生産については，肛門前長組成の推移から，9～10 月に確認される当歳魚とみられる肛門前長 150mm 未満の小型魚が，翌年 9 月までに 250mm 前後に成長しており（図２），6～9 月には 200～250mm の雌の個体で生殖腺指数が 8.04 を超えるものが 22%見られたことから，福岡湾で発生した当歳魚が，翌年の産卵期で再生産に関与している可能性が示唆された。なお，タチウオの移動生態を把握するため，2018 年 6～8 月と 2019 年 7～8 月に，釣獲した 90 個体を標識放流したが，採捕報告は得られなかった。

豊後水道[4]や若狭湾西部海域 [3] では春発生群と秋発生群の複数発生群が報告されており，豊後水道 [5] では第一輪径 2.1mm，若狭湾西部では 2.0mm を境に春発生群と秋発生群に分離している。福岡湾での雌の生殖腺指数の推移をみると，5～9 月にかけて高い 1 峰型のように見えるが（図 3），第一輪径は 2.5mm のモードと 2.1mm の小さなモードが確認された（図 5）。また，耳石径の推移では，2018 年 10 月の無輪紋群より輪径が小さな群が翌年 2 月に確認されることから（図 7），福岡湾のタチウオは複数回産卵していると考えられるが，明確に春発生群・秋発生群に分離することは困難であった。

輪紋形成時期は，長崎県五島・橘湾の報告 [2] では 5 月，長崎県対馬海域の報告 [6] では 1 月頃とされている。福岡湾では 5～7 月に縁辺成長率が低い値を示し（図 6），無輪紋魚の耳石径が 6 月に第一輪径に移行していることから（図 7），輪紋形成時期は長崎県五島・橘湾と同様の 5～6 月と推定されたが，本研究で用いた標本魚は 1～3 月が操業期間外となる小型底びき網のものが主で，冬期の標本魚が少ないため，対馬海域のような冬季の輪紋形成については確認できなかった。正確な輪紋形成時期の把握のためには，周年にわたる，サイズに偏りのない標本魚の耳石解析が求められる。

以上のように，福岡湾がタチウオの産卵・稚仔魚の生育場所としての役割を果たしており，さらに湾内で発生した個体が翌年の再生産に関わっていることが示唆された。福岡県沿岸において，タチウオの産卵親魚と稚仔魚が同じ場所で獲れる海域は福岡湾の他に報告はなく，福岡県のタチウオ資源の管理・保護を考慮する上で福岡湾は重要な海域であると考える。

文　献

１） 中坊徹次．日本産魚類検索　全種の同定　第三版Ⅱ　東海大学出版会．神奈川．2013；1647.

２） 一丸俊雄，品田祐輔：五島沿岸域及び橘湾におけるタチウオ *Trichirus japonicus* の資源生物学的特性．長崎県水産試験場研究報告 2010；**36**：1-10.

３） 宗清正廣，桑原昭彦：若狭湾西部海域におけるタチウオの年齢と成長．日本水産学会誌 1988；**54（8）**：1305－1313.

４） 亘真吾，徳光俊二，廣瀬太郎，小河道生：豊後水道・伊予灘におけるタチウオの発生群別

の銘柄と年齢の関係．黒潮の資源海洋研究 2014；**15**：75－80.

5） 柳川晋一：豊後水道及び，周辺海域におけるタチウオの資源生物学的研究.博士論文.東京海洋大学，東京．2009.

6） 花渕靖子:対馬近海産タチウオの年齢と成長．西海区水産研究所研究報告 1989；**67**：37-57.

福岡水海技セ研報　第31号　2021年3月
Bull.Fukuoka.Fisheries.Mar.Technol.Res.Cent.No31.March 2021

有明海ガザミ漁業の標準化 CPUE

上田　拓
（有明海研究所）

有明海において重要な漁業対象種であるガザミは,1985年以降，漁獲量減少が続いており，国及び有明4県（福岡県，佐賀県，長崎県，熊本県）は，2008年より資源回復計画を策定し，資源の増大に取り組んでいる。一方，ガザミは有効な年齢形質がないためコホート解析等による資源解析が行えず，正確な資源動向把握ができない。そこで1991～2018年の福岡県漁業者の操業日誌データを用いて，新たな資源量の指標として一般化線形混合モデルより求めた標準化CPUEを検討した結果，総漁獲尾数を総操業日数で除して求めたノミナルCPUEに比べて変動が激しく，資源の年変動が表れていた。さらに2004～2018年の刺網1日1網あたりの漁獲尾数から求めた標準化CPUE網でも，ノミナルCPUE網に比べ年変動が激しく，わずかに減少傾向を示していた。

キーワード：有明海，ガザミ，一般化線形混合モデル，標準化CPUE，資源量指標

有明海において,ガザミ *Portunus trituberculatus* は重要な漁業対象種であり，刺網，かご，小型底びき網，たもすくい網等で漁獲されている。有明海のガザミ資源は，過去に行われた外部標識放流調査[1,2]やマイクロサテライトDNAを用いた種苗放流効果調査の結果[3]から,橘湾や天草灘を含めた同一資源と考えられる。

近年,ガザミ資源の減少が危ぶまれたため,2008年に国および有明4県（福岡県，佐賀県，長崎県，熊本県）は,有明海ガザミ資源回復計画（現資源管理指針）を策定し，以降，ガザミ資源の増大を目指して，産卵雌親や小型個体の保護等の漁獲努力量削減を実施している。

資源管理を行う上で,資源量の動向を把握することは非常に重要である。しかしながら，ガザミは年齢形質がなく,魚類で行われているコホート解析等による資源解析ができない。

そこで,有明4県では資源量の動向を表す指標として，単位努力量あたりの漁獲量（catch per unit effort，以下CPUE）を求め，資源動向を推定している[4]。CPUEは，一般に資源密度に比例していると考えられており，特別な計算を行わなくともCPUEの年トレンドを見るだけで資源量の増減傾向を把握することが可能である[5]。そこで，農林統計年報による漁獲動向や,漁業者から得た漁獲データをもとにして算出したCPUEの年推移について検討を行った。

一方，漁獲量を単位漁獲努力量で除して求めただけのCPUEはノミナルCPUE（nominal CPUE,以下nCPUE）と呼ばれ，資源密度以外の様々な要因（操業時期，漁場，漁業種など）の影響も含んでいるため，資源量の年による変化傾向を知るためには,これらの影響を取り除く必要がある[5]。そのため，一般化線形モデル（Generalized Linear Model）や一般化線形混合モデル（Generalized Linear Mixed Model，以下GLMM）等の統計モデルを用いて,CPUEを標準化し，さらに真の年効果のみを取り出すことが必要である。[6-8]

そこで，本報告では，有明海におけるガザミの漁獲動向を把握するとともに,さらに資源量の動向を把握するための新たな指標として，GLMMを用いた標準化CPUEについて検討を行った。

方　法

１．漁獲動向

農林統計年報は，ガザミの他，タイワンガザミ *Portunus pelagicus* ，ノコギリガザミ属 *Scylla* spp.が含まれたがざみ類として集計されている。

一方，本県ガザミ漁業者や地元水産物卸売市場関係者からの聞き取りによると,有明海ではガザミが優占種である。そこで1974～2018年の有明4県および福岡県の有明海におけるがざみ類漁獲量を，ガザミの漁獲動向を表しているとみなして集計した。

また，1991～2018年のガザミ漁業者1～4名（1991

年1名，1992年以降3～4名，のべ6人）に依頼した操業日誌（記入項目は漁業者名，操業日，漁場，漁獲尾数，漁業種，漁獲物，使用漁具量（2004年以降））を集計し，漁業種別の漁獲状況について検討を行った。

あわせて，式1より1991～2018年のガザミを目的として操業した日における全漁業種の nCPUE について年別に集計を行った。

（式1）

nCPUE＝総漁獲尾数/総出漁日数

さらに，一定のガザミ漁獲量がある4～11月を，春季（3～5月），夏季（6～8月），秋季（9～11月）に区分し，季別nCPUEの年推移を求めた。

福岡県有明海区のガザミ漁業では，操業は前日に漁具を設置し，翌日に回収し水揚げを行う。1船当たり通常2人で操業し，1人が操船し，1人が網にかかった漁獲物を外しながら船槽に収容する。操業日誌を依頼した漁業者が使用している漁港は全て河川にあり，有明海特有の大きな干満差により，漁港への着岸が可能な時刻が限定され，海上での作業時間も限られている。そのため，漁具にかかったガザミ数量の多寡により，その日に回収できる漁具量も変動する。そこで式2より，2004～2018年の刺網1隻1日1網当たりのノミナルCPUE網（以下nCPUEnet）を求め，nCPUEの動向との比較を行った。

（式2）

nCPUEnet＝刺網総漁獲尾数/（刺網総出漁日数
×1日あたり使用網数）

２．標準化CPUE

解析にはWindows版のR version 3.6.2（統合開発環境RStudio version 1.3.1056）を用いた。

操業日誌データをもとに，GLMMを用いてかご，刺網をあわせた全漁業種の1隻1日当たりの漁獲尾数を標準化する（1）標準化CPUEモデルと，2004年以降使用漁具量の項目が加わったため，刺網の1隻1日1網あたりの漁獲尾数を標準化する（2）標準化CPUEnetモデルを作成した。

さらに資源動向指標値として，（1），（2）で得られた最適モデルから，lsmeansパッケージversion 2.30-0を用いて，各漁獲年の効果に，漁獲年を除く全説明変数の係数の平均値を加えた最小二乗平均[5]を算出し，標準化CPUEおよび標準化CPUEnetを求めた。

（１）標準化CPUEモデル

1991～2018年の操業日誌データ16,141件より，CPUEの標準化モデルを作成した。

GLMMの推定には，式3に示したとおり，応答変数として1隻1日当たりの漁獲尾数，説明変数として漁獲年，漁獲月，漁業種，漁業者，漁場，および，漁獲年,漁獲月,漁業種間の二次の交互作用を設定した。なお，漁業者はのべ6人，漁場は1日に複数の漁場を選択して操業することもあり149種類の組み合わせデータがあるが，それらの固定効果は検討せずに，観察データにばらつきをもたらすランダム項[9]として設定した。その他の説明変数は固定項とした。このモデルを初期モデルとし，mcvgパッケージversion（1.8-31）のgam関数，MuMInパッケージversion(1.43.17)のdredge関数により，ベイズ情報量規準（Bayesian information criterion）が最小となるモデルを総当り法で推定し，最適モデルとして採択した。応答変数の漁獲尾数は計数データであるため誤差構造は負の二項分布を仮定した。説明変数は全てカテゴリカル変数として扱った。

（式3）

C~ year+month+gear+name+area+交互作用項

ここで記号を次のとおり定めた

C：出漁毎の1隻1日あたりの漁獲尾数
year：漁獲年の効果
month:漁獲月の効果
gear：漁業種の効果
name：漁業者の効果
area：漁場の効果

（２）標準化CPUEnetモデル

2004～2018年の刺網出漁時の操業日誌データ6,904件より，CPUEnetの標準化モデルを作成した。式4に示したとおり，応答変数として1隻1日当たりの漁獲尾数（C），説明変数は標準化CPUEモデルと同様のものに加え，網数の対数値をオフセット項[5]としたものを初期モデルとした。その他は（１）と同様の手法で最適モデルを推定した。

（式4）

C~year+month+name+area+交互作用項
+offset(log(net))

ここで記号を次のとおり定めた。

net：刺網1隻1日当たりの使用網数

結　果

１．漁獲動向

農林統計年報の有明 4 県がざみ類の漁獲量推移を図 1 に示した。1974 年以降，増減を繰り返しながら増加し，1985 年には最高の 1,781 トンであった。その後徐々に減少し，2000 年に急激に減少し 142 トンとなった。2002 年には 338 トンまで回復したものの，再び増減を繰り返しながら減少し，2016 年は過去最低の 59 トンとなるなど，長期的には減少傾向を示している。

操業日誌による漁業種別漁獲尾数の推移を図 2 に示した。ガザミは 12～3 月にはかご，4～11 月には刺網で漁獲され，刺網の占める割合が 1991 年～2018 年の平均で 91%と圧倒的に高い。

福岡県の農林水産統計年報がざみ類漁獲量と，操業日誌のかごと刺網を合わせて集計した nCPUE の年推移を図 3 に示した。農林統計年報では多少の増減はあるものの減少傾向を示しているが，nCPUE については増減を繰り返しており，一定の傾向が見られない。

次に，季別 nCPUE および，3 年間の移動平均の推移について図 4-1 から図 4-3 に示した。春季，夏季は 2013 年に現れた卓越年級群を除くと期間を通じて減少傾向を示していた。一方，秋季は 2013 年まで増減を繰り返しながら増加傾向を示し，その後，やや減少に転じており，季節により nCPUE の推移は異なっていた。

2004 年以降，刺網の nCPUEnet と nCPUE の推移について図 5 に示した。概ね増減傾向は一致し，2008 年，2013 年に大きく増加し，その後減少するパターンが見られた。

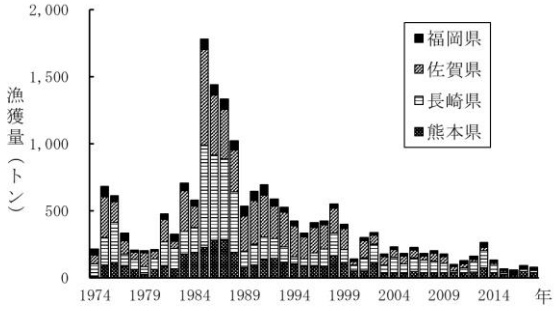


図 1　有明 4 県のがざみ類漁獲量

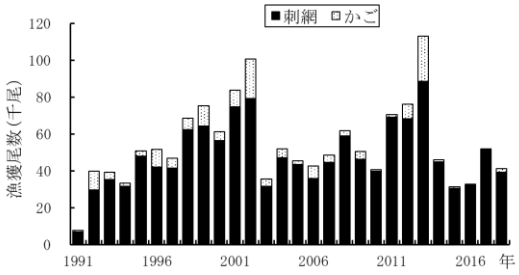


図 2　操業日誌による漁業種別ガザミ漁獲尾数

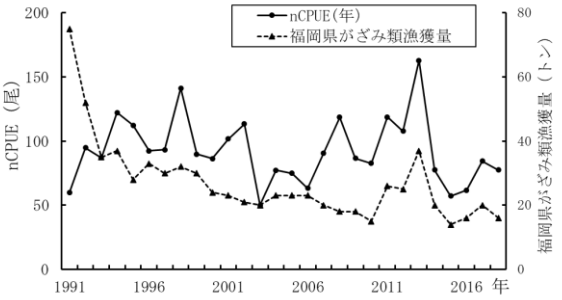


図 3　福岡県がざみ類漁獲量と nCPUE（年）の推移

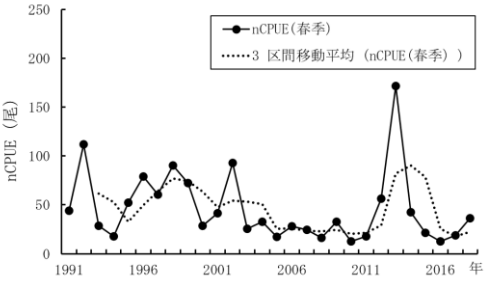


図 4-1　春季（3-5 月）の nCPUE の推移

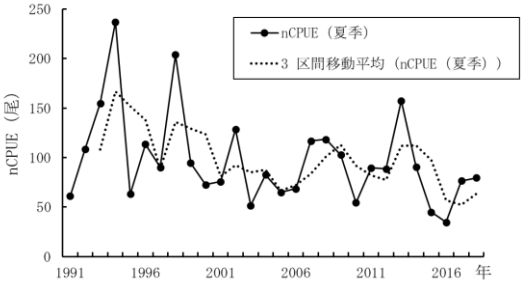


図 4-2　夏季（6-8 月）の nCPUE の推移

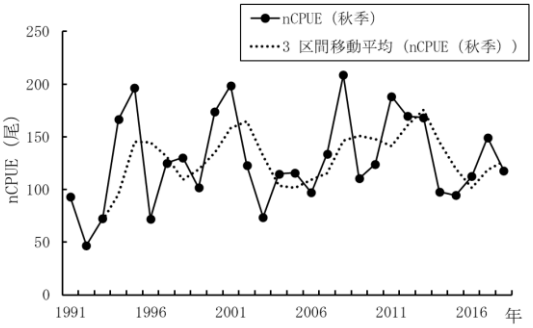


図 4-3　秋季（9-11 月）の nCPUE の推移

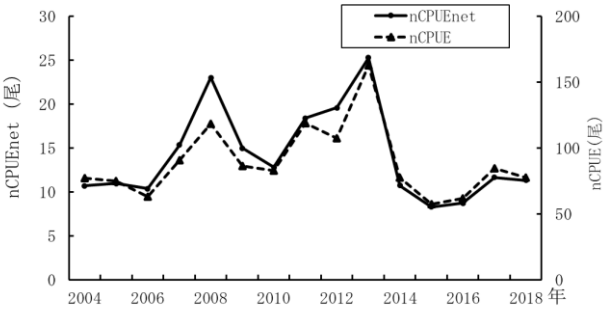


図 5　nCPUEnet と nCPUE の比較

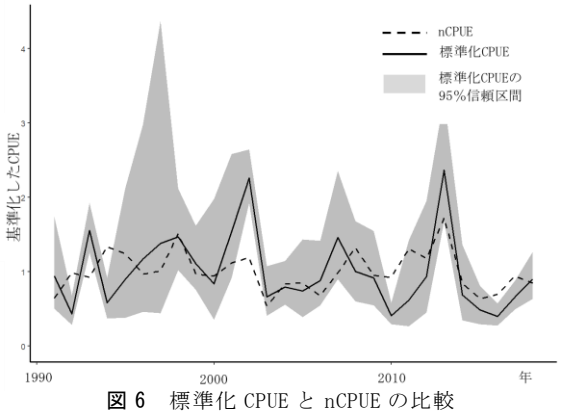


図 6　標準化 CPUE と nCPUE の比較

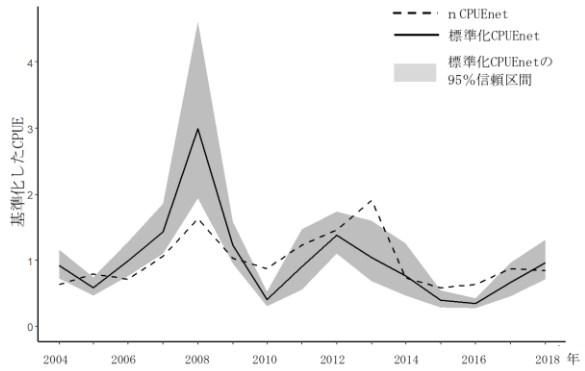


図 7　標準化 CPUEnet と nCPUEnet の比較

２．標準化 CPUE

（１）　標準化 CPUE モデル

式 3 の初期モデルを用いたモデル選択の結果，式 5 に示した交互作用を含む以下の式が採択された。なお，式中の:は 2 変数の交互作用を示す。

(式 5)

```
C~year+month+gear+name+year:month
  +month:gear
```

式 5 により求めた標準化 CPUE と nCPUE の推移について比較するため,それぞれの全年平均値で除して基準化したものを図 6 に示した。

標準化 CPUE は 1992 年以降徐々に増加し 2002 年にピークを迎えた後，翌年に急減，その後は増減を繰り返しながら 2010 年に過去最低となったが,翌年より増加に転じ 2013 年に二番目のピークを示した。

一方，nCPUE は 2003 年に減少したものの，その後増減しながら右肩上がりに増加して 2013 年にピークを迎え，その後再び急減した。標準化 CPUE は nCPUE と比べ，年による増減が激しいが，長期的に見るとそれほど増減傾向に大きな違いはなく,減少傾向も見られなかった。

（２）　標準化 CPUEnet モデル

式 4 の初期モデルを用いたモデル選択の結果，式 6 に示した交互作用を含む以下の式が採択された。

(式 6)

```
C~year+month+name+year:month
  +offset(log(net))
```

式 6 により求めた標準化 CPUEnet と nCPUEnet の推移について,それぞれの全年平均値で除して基準化したものを，図 7 に示した。

標準化 CPUEnet は 2008 年にピークを示しその後減少し，2012 年に小さなピークを示したのち増減を繰り返しながら，ほぼ横ばい傾向を示していた。

一方，nCPUEnet は 2013 年に向けてやや増加傾向を示し，その後大きく減少している。標準化 CPUEnet は nCPUEnet と比べ，年による増減が激しく，nCPUEnet で見られた 2013 年のピークは見られず，長期的に見るとわずかに減少傾向を示していた。

考　　察

農林等計年報によるがざみ類の漁獲量は有明 4 県，福岡県ともに 1980 年代後半をピークに，その後大きく減少傾向を示しているが，操業日誌による nCPUE は減少していない。漁業者からの聞き取りでは，ガザミ漁業者数が大きく減少しているため，GLMM を始めとする統計モデルによる標準化を行わない nCPUE で資源量を評価した場合には，資源量は減少しておらず，漁獲量の減少は漁業者数の減少を反映したものと判断される。

GLMM によるモデルで求めた標準化 CPUE でも長期的に見て,nCPUE と傾向にそれほど大きな違いはなく，ほぼ横ばいを示していることから資源は減少していないように見える。nCPUE と比較して標準

化 CPUE の方が年による増減が激しいことは，年以外の説明変数の影響を取り除いたことにより変動が激しくなったことを意味しており，nCPUE では見えなかった資源量の年変動が見えていた。

一方，聞き取りによれば，漁業者は，漁獲量の増減に合わせて漁具の使用量を変化させ，海域におけるガザミ資源量が少なく，漁獲量が少なくなりそうな時には，使用する漁具を増やし，一定の漁獲量を維持しようとする。また，一般的に使用漁具量と漁獲量は比例関係にある。

そのため，漁具使用量を反映していない標準化 CPUE では真の年変動は見えづらく，使用漁具量を考慮した標準化 CPUEnet の方がより正確に資源量の動向を表す指標値として適していると考えられる。

標準化 CPUEnet でも，nCPUEnet に比べ年の変動幅が大きく，年以外の説明変数による影響を取り除いた結果，真の年変動が表れたものと考えられた。2003 年以前は操業日誌に使用漁具量の項目がないため標準化 CPUEnet を求めることができないが，2004 年以降では，2008 年のピーク後，増減しつつわずかではあるが減少傾向が見られ，資源量の減少が危惧された。

2008 年以降，有明海ガザミ資源回復計画に基づき漁業者が実施してきた漁獲圧削減措置（産卵雌が多く漁獲されるたもすくい網の禁漁期間設定，全甲幅長 12cm 以下の小型個体や孵化直前の抱卵雌，軟甲羅個体の再放流）が資源減少を食い止めている可能性があるが，その科学的かつ定量的評価については今後の課題である。

あわせて，有明海では 2012 年ごろからビゼンクラゲが大発生し[10]，7～8 月には，福岡県，佐賀県のガザミ漁業者もクラゲ漁に切り替える者も多く，漁獲努力量が減少していることも，資源量の減少を緩やかにしている要因の一つとして考えられる。

しかしながら，漁業者からの聞き取りでは，過去は毎日，全漁具を船上にあげて水揚げを行っていたが，近年は競合する漁業者が減り，多くの漁場を使えるため，漁具を数日間設置することもあるとのことから，漁獲努力量増加を十分把握できていない恐れもある。今後は，可能な限り正確な操業実態を把握するよう，操業日誌の項目の見直しを行いたい。あわせて，全海域におけるガザミを漁獲する漁業者数や漁獲量の収集体制構築も必須である。

2018 年に漁業法が大きく改正され，科学的な資源評価に基づき，漁獲可能量の設定等による資源管理を行い，水産資源を持続可能な水準に維持・回復させることが強く打ち出された。資源を適切に漁獲し，安定的に供給することは，漁業者のみならず，販売・流通業者，消費者を支える根幹である。資源量の動向を迅速かつ正確に把握し，その情報を漁業者に提示するとともに，適切な資源管理手法を指導することが必要不可欠である。そのためにも今後も資源評価手法の改善を続けていくことが水産研究機関の重要な責務である。

謝　辞

長年にわたり操業日誌の記入に協力いただいた福岡県の有明海ガザミ育成会堤幸夫会長をはじめ会員の皆様に，心より感謝申し上げる。また，解析にあたり格別のご指導および多大なる御助言を頂いた国立研究開発法人水産研究･教育機構水産技術研究所井上誠章主任研究員，三重大学生物資源学研究科金岩稔准教授，増渕隆仁研究員には，厚くお礼申し上げる。

文　献

1） 宮本博和，金澤孝弘.標識放流からみたガザミ軟甲個体の移動と再放流効果．福岡県水産海洋技術センター研究報告　2009；**19**：7-12.

2） 堀井豊充，立石　賢，吉田範秋.有明海における標識放流からみた軟甲ガザミの移動と死亡係数.長崎県水産試験場研究報告　1989；**15**：47-52.

3） 上田　拓，篠原直哉，大庭元気，上利貴光，上原大知，菅谷琢磨，井上誠章.有明海福岡県地先で放流されたガザミ種苗の成長,移動,放流効果.福岡県水産海洋技術センター研究報告　2019；**30**：1-12.

4） 上田　拓.資源管理体制強化実施推進事業(1)資源回復計画作成推進事業（ガザミ）.福岡県水産海洋技術センター事業報告　2020；133.

5） 庄野　宏.CPUE 標準化に用いられる統計学的アプローチに関する総説.水産海洋研究　2004；**68**（2）：106-120.

6） 水産庁，国立研究開発法人水産研究・教育機構.令和元年度国際漁業の現況.東京.2019.

7） 金元保之，柴田奉宙.島根県沿岸におけるケンサキイカのCPUEに影響を与える要因の検討と将来予測.日本水産学会誌　2020；**86（5）**：371-38.
8） 岡村　寛，市野川桃子.水産資源学における統計モデリング.統計数理　2016；**64（1）**：39-57.
9） 久保拓弥．データ解析のための統計モデリング入門　岩波書店，東京.2012.
10） 藤井直紀.ブームに沸く有明海のクラゲ漁.Ocean Newsletter 2014;**324**:https://www.spf.org/opri/newsletter/324_3.html(2020年11月3日閲覧).

福岡水海技セ研報　第31号　2021年3月
Bull.Fukuoka.Fisheries.Mar.Technol.Res.Cent.No31.March 2021

石材の再配置による投石漁場の機能回復

林田　宜之・後川　龍男[a]・梨木　大輔
（水産海洋技術センター）

筑前海では，近年，植食性動物の増加による局所的な藻場の衰退が確認されている。中でも，過去に造成した一部の投石漁場では，石材の間隔が狭いため，漁業者によるウニ類等の食害種の駆除が物理的に行えず，藻類の減少による磯根生物の餌場としての機能や水質浄化の機能が低下している。そこで，この投石漁場の石材を再配置することで，造成漁場の機能回復が可能か検討した。調査は，付着生物量，流況の改善効果，海藻の生育状況，食害種と有用種の生息密度について実施した。石材の間隔を空けて再配置した結果，流況が改善され，食害種のムラサキウニは生息密度が 2 個体/m² 以下に抑えられた。また，石材の付着生物の少ない面が露出することで，アラメ類などの多年生褐藻類が着生し，生長し，藻場の回復への兆候が認められた。有用種の生息密度は元の投石漁場と同等にまで回復し，再配置の効果がみられた。

キーワード：投石，機能回復，再配置，漁場造成，藻場，ムラサキウニ

筑前海は外海に面した海岸や離島に岩礁域が広がり，アラメ類やホンダワラ類が優占する藻場が形成されている。ここにはアワビ類（クロアワビ *Haliotis discus discus* およびメガイアワビ *Haliotis gigantea*），サザエ *Turbo sazae*，ウニ類（アカウニ *Pseudocentrotus depressus*，バフンウニ *Hemicentrotus pulcherrimus*，ムラサキウニ *Anthocidris crassispina*），マナマコ *Apostichopus armata* などの磯根漁業の重要種が多く生息し，海士漁や磯見漁の漁場となっている。また，藻場は様々な水生生物の成育場や産卵場，餌場としての機能を持ち，栄養塩吸収や炭素固定，酸素供給等の水質浄化作用を持つ。

日高ら[1)]は，2013～2015年の筑前海における藻場分布調査で，1976～1978年の調査に比べて，4.3%の藻場が減少し，この原因は2013年夏季の高水温によるアラメ類の枯死とガンガゼ類，ムラサキウニによる食害であると報告している。このような現状に対し，ソフト対策としては，水産多面的機能発揮対策事業等を活用し，漁業者によるウニ駆除や母藻投入といった藻場保全活動が行われている。また，ハード対策としては，投石による藻場造成が各地先で行われている。しかし，2009年以前に整備した投石漁場の一部は，磯根資源の保護を目的として設計され，石材が密に配置されている。そのため，漁業者のウニ駆除による漁場の機能保全活動が物理的に行えず，ウニ類の食害が増えることで海藻が減少し，漁場機能が低下している。

川俣[2)]は，キタムラサキウニ *Strongylocentrotus nudus* やバフンウニでは，流速振幅が強いほど摂餌速度が低下すると報告している。これを利用し，福岡県では2010年以降，絶対流速が15cm/s以上になるように投石漁場を設計し，効果をあげている。

そこで，本研究では石材が密に配置された既存投石漁場において，石材の空隙を広めて再配置することで流況を改善させ，ウニ類の食圧低減により藻場回復に繋がるか試験を実施した。

方　法

調査海域および調査対象である投石の構造図を図１，２に示した。調査は，福岡県糸島市野北地先にある投石漁場で行った。この投石漁場は1996～1997年にかけて施工され，アワビ稚貝の成育に適した100～300kg石の区画とアカウニ等に適した500～700kg石の区画，アワビ類とサザエに適した１ｔ石の区画に分かれている。このうち，1t石の区画はアワビ類，サザエの定位できる空間を増やすため，石材が２～３段に積まれている。

石材の再配置は2018年12月20日に実施した。実施範囲は投石漁場の南西側１ｔ石の区画の約1,000㎡(20×50m)の範囲である。石材は一度ガット船に取り上げ，元の場所に10m延長して200㎡加えた範囲（20×60m）に１段積

[a]限所属：豊前海研究所

みで空隙を広げて再配置した（以下，再配置区）。また，余った石材を用いて約 100㎡（10×10m）の投石漁場を近隣の天然藻場に隣接するように設置した（以下，増設区）。

１．付着生物調査

2018年12月20日に石材をガット船に取り上げた際，25×25 ㎝の方形枠内の坪刈りにより付着生物を採集した。

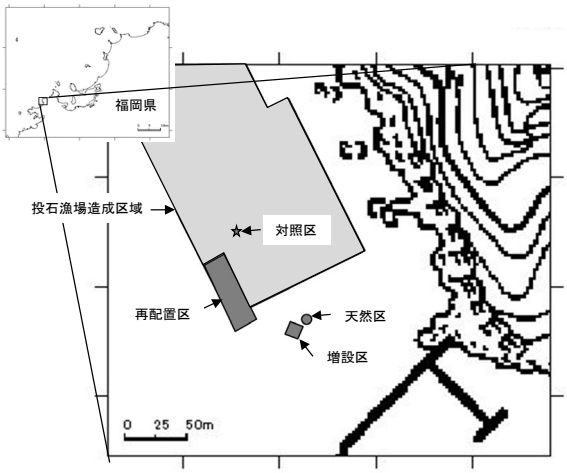


図１　調査海域

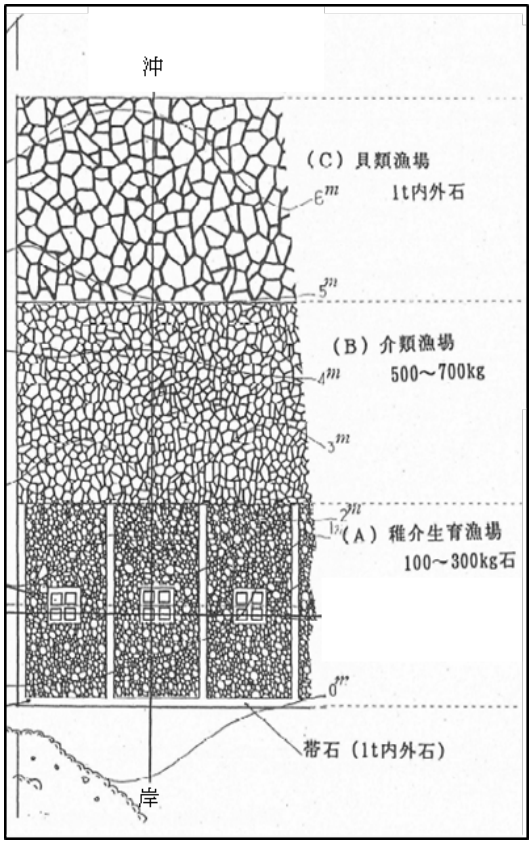


図２　投石漁場の構造図

採集物は持ち帰り，可能な限り下位まで分類し，湿重量を計測した。

２．石膏半球による流況調査

石材の再配置による流速の改善効果を検証するため，石膏半球（株式会社マツイ製）による流速の推定を行った。調査場所は再配置区と増設区に加え，再配置区から約 20m 離れた既存の投石漁場内に対照区を設定し，各試験区にそれぞれに３個の石膏半球を用いた。石膏半球は 10kg の建材ブロックに結束バンドで固定し，石材の隙間に静置した。石膏半球は，2019 年１月 30 日に設置し，2019 年２月７日に回収した。また，この浸漬期間中に，連続記録計（onset 社製）で水温を記録した。回収した石膏半球は室内に静置して重量が減少しなくなるまで乾燥させ，それぞれの質量を測定の上，川俣[3)]に従い，以下の式から有義流速振幅を推定した。

平均溶解速度$\overline{R}$（㎜/日）：$\overline{R}=\frac{d_0}{2L}\left[1-\left(\frac{m_L}{m_0}\right)^{1/3}\right]$

ここで，L は浸漬時間（日），d_0 は石膏半球の初期直径（㎜），m_0 と m_L はそれぞれ石膏の初期質量（g）と残質量（g）である。

絶対流速：$\overline{U}_{\mathrm{abs}}=a\overline{R}+b$

a と b は実験係数であるが，波動流の卓越する流動場では，５～17℃の水温範囲で，$\overline{U}_{\mathrm{abs}}=18.27\overline{R}$に近似する。石膏半球設置期間の平均水温は13.5度であったことから今回は$\overline{U}_{\mathrm{abs}}=18.27\overline{R}$を用いた。

２乗平均平方根（エネルギー平均）流速：$\overline{U}_{\mathrm{rms}}=\alpha\overline{U}_{\mathrm{abs}}$

流速振幅の２乗平均平方根：$\overline{U}_{\mathrm{m}}=\beta\overline{U}_{\mathrm{rms}}$

有義流速振幅：$\overline{U}_{\mathrm{max,\,s}}=\gamma\overline{U}_{\mathrm{rms}}$

ここで，α，β 及び γ は流動による特性値で，波動流の卓越する流動場では$\alpha\approx1.2$，$\beta=\sqrt{2}$，$\gamma=2.0$となる。

３．海藻の生育状況調査

海藻の生育状況調査は，2018 年 12 月から 2020 年 10 月まで１～３カ月ごとに実施した。調査点は再配置区と増設区に加え，海藻の回復指標として，タネの供給源になると考えられる増設区に隣接した天然藻場（以下，天然区）を設定した。各調査点で 50×50 ㎝の方形枠内で海藻の坪刈りと景観被度の記録を行った。坪刈りした海藻は持ち帰り，可能な限り下位まで分類し，アラメ類，ホンダワラ類，ワカメ *Undaria pinnatifida* については本数と湿重量を，その他の海藻については湿重量のみを記録した。

４．食害生物および有用生物の生息密度調査

2018年12月から2020年10月まで１～３カ月ごとに対

照区，再配置区，増設区において，１×10mのライントランセクト調査を実施し，食害生物としてガンガゼ類とムラサキウニ，有用生物としてアワビ類とサザエの生息密度を記録した。初回の調査では，再配置区および増設区では食害生物が出現しなかった。そこで，ステンレスチェーンを用いて３×３mの常設コドラートを設定し，ムラサキウニを対照区の密度と同等になるように移植して，以降これを追跡した。このとき，コドラート内のムラサキウニの生息密度の変化が移植のストレスによるへい死でないことを確かめるため，第２回調査では，コドラート内のへい死殻の計数もあわせて行った。

結　果

１．付着生物調査

坪刈り調査で出現した生物および１m^2あたりの湿重量を表１に示した。４回の坪刈りで出現した付着生物は２～６種，付着量は 844.8～15065.6g/m^2であった。すべてのサンプルから出現したのはフジツボ科 Balanidae であり，質重量が多かったのはイワガキ *Crossostrea nippona* とクロイソカイメン *Halichondria okadai* であった。また，海藻は No.４にカニノテ属 *Amphiroa* sp.がわずかに出現しただけであった。

表１　付着生物の湿重量

項目	湿重量（g/m^2）			
	No.1	No.2	No.3	No.4
イガイ	68.8			216.0
イワガキ			13956.8	
ヒオウギガイ			19.2	
クロイソカイメン				3432.0
レイシガイ			83.2	766.4
カンザシゴカイ科				406.4
フジツボ科	776.0	433.6	51.2	172.8
アミコケムシ科		350.4	136.0	
カニノテ属				148.8
残渣		1556.8	819.2	3552
合計	844.8	2340.8	15065.6	8694.4

２．石膏半球による流況調査

推定された各試験区の流速のパラメーターを表２に示した。有義流速振幅の平均値と標準偏差は，再配置区で15.85±1.6cm/s,増設区で24.91±3.1cm/s,対照区で6.82±0.3cm/s であり，対照区と比較して再配置区では約 2.3 倍，増設区では約 3.7 倍となった。

３．海藻の生育状況調査

各試験区の海藻現存量，大型海藻被度，アラメ類の生育密度，出現海藻種数の推移を図３～６に示した。また，2019 年５月，2019 年７月，2020 年７月に出現した海藻の一覧を表３に示した。

再配置区では，施工直後の調査では海藻は出現せず，海藻現存量は 2019 年５月にピークを示し，同７月に大きく減少した。その後緩やかに増加を続け，2020 年 10 月時点で 1,164.0g/m^2となった。大型海藻被度は，2019 年５月以降 20%前後で推移しているが，2019 年７月と 2020 年２月に減少しており，2020 年 10 月時点では 25%となった。アラメ類の生育密度は,2019 年５月にピークを示し，同７月に大きく減少した。その後，2020 年５月にかけて増加傾向を示したものの，同７月に再び減少し，同 10 月時点で８本/m^2となった。出現した海藻の種数は，概ね増加傾向を示しながら調査期間中５～13 種で推移し，2020 年２月に最も多い 13 種を記録した。出現した海藻の現存量上位３種は，2019 年５月がワカメ，クロメ *Ecklonia kurome*，アカモク *Sargassum horneri*，2019 年７月がク

表２　流速のパラメーター

調査点	初期重量	回収後重量	平均溶解速度	絶対流速	エネルギー平均流速	流速振幅の二乗平均平方根	有義流速振幅
対照区	210.6	190.54	0.16	3.00	3.60	5.09	7.19
	211.11	192.79	0.15	2.72	3.27	4.62	6.53
	211.47	192.59	0.15	2.80	3.36	4.76	6.73
再配置区	211.7	170.37	0.35	6.38	7.66	10.83	15.31
	211.97	173.33	0.32	5.93	7.11	10.06	14.22
	211.14	163.22	0.41	7.51	9.01	12.75	18.03
増設区	211.97	147.96	0.56	10.32	12.38	17.51	24.76
	211.25	155.87	0.48	8.80	10.56	14.94	21.13
	211.38	138.46	0.66	12.02	14.42	20.39	28.84

ロメ,アラメ *Eisenia bicyclis*,ノコギリモク *Sargassum macrocarpum*, 2020 年７月がクロメ，カニノテ属，ヤツマタモク *Sargassum patens* であった。

増設区では，施工直後の調査では海藻は出現せず，海藻現存量は 2019 年５月にピークを示し，同７月に大きく減少した。その後緩やかに増加を続け，2020 年 10 月時点で 1,300.0g/m² となった。大型海藻被度は，2019 年３月に 50%，同５月に 40%と高い値を示し，その後 25%前後

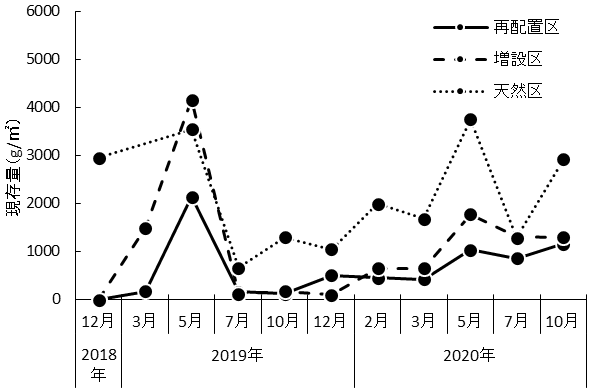


図３　海藻現存量の推移

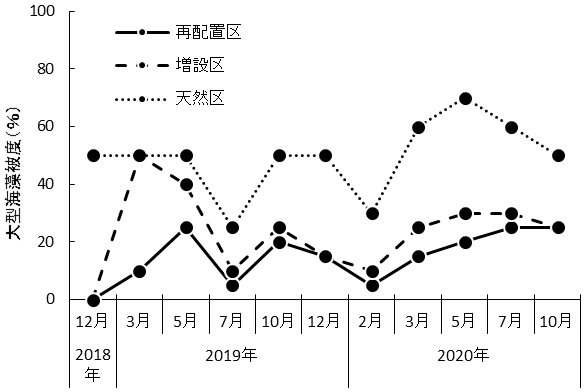


図４　大型海藻被度の推移

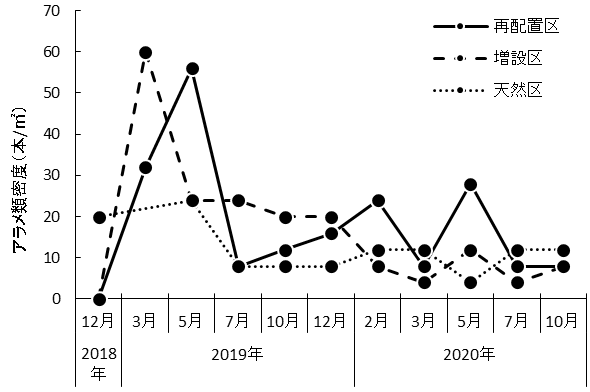


図５　アラメ類生育密度の推移

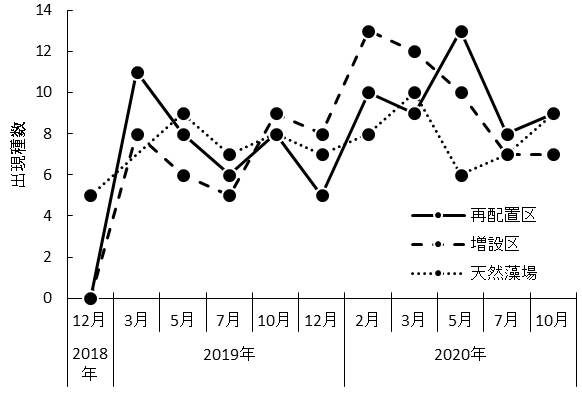


図６　海藻の出現種数の推移

表３　出現した海藻の種類と現存量

種	湿重量（g/m²）								
	2019年5月30日			2019年7月23日			2020年7月19日		
	再配置区	増設区	天然区	再配置区	増設区	天然区	再配置区	増設区	天然区
アラメ	88	448	1248	50	81			378	594
クロメ			920	96		449	392		
ワカメ	1916	3700	1096						
ヤツマタモク						1	125	756	
ノコギリモク				9		56	10		
ヤナギモク	4		124		4.8	100	1		27
トゲモク									500
マメタワラ									52
イソモク			20						12
ホンダワラ		224						84	100
アカモク	32		116		9	12		1	
アミジグサ		4							
シマオウギ	1	1	1	1			27		
ウミウチワ							48		
フクロノリ	8								
ユカリ	8		4	1	24			392	
サンゴモ	76	4	16			3		58	
カニノテ属	8			1	1	40	261	24	3
エツキイワノカワ							1		

で推移して 2020 年 10 月時点で 25%となった。アラメ類の生育密度は，2019 年３月にピークを示し，その後， 20 本/m^2程度で推移していたが，2020 年２月以降再び減少し，2020 年 10 月時点で８本/m^2となった。出現した海藻の種数は，調査期間中５～13 種で推移し，2020 年２月に最も多い 13 種を記録した。出現した海藻の現存量上位３種は，2019 年５月がワカメ，クロメ，ホンダワラ *Sargassum fulvellum*，2019 年７月がアラメ，ユカリ *Plocamium telfairiae*，アカモク，2020 年７月がヤツマタモク，アラメ，ホンダワラであった。

天然区では，海藻現存量は 2019 年５月にピークを示した後， ７月に一旦減少したが，翌年５月にかけて再び増加する傾向を示し，2020 年 10 月時点で 2916.0g/m^2となった。大型海藻被度は，調査期間中ほとんどが 50%以上であったが，2019 年７月に 25%，2020 年２月に 30%と低い値を示した。アラメ類の生育密度は，2019 年５月から７月にかけて減少し，その後 10 本/m^2前後で推移して，2020 年 10 月時点で 12 本/m^2となった。出現した海藻の種数は，調査期間中５～10 種で推移し，2020 年３月に最も多い 10 種を記録した。出現した海藻の現存量上位３種は，2019 年５月がアラメ，ワカメ，クロメ，2019 年７月がクロメ，ヤナギモク *Sargassum coreanum*，ノコギリモク，2020 年７月がアラメ，トゲモク *Sargassum micracanthum*，ホンダワラであった。

4. 食害生物および有用生物の生息密度調査

再配置区および増設区に移植したムラサキウニの生息密度の推移と対照区のラインとランセクト調査によるムラサキウニの生息密度の推移を図７に示した。

再配置区の３×３m のコドラート内に移植したムラサキウニの生息密度は，調査開始２カ月で 7.2 個体/m^2から 2.7 個体/m^2に減少した。このとき，コドラート内で発見された死殻は１個体のみであった。調査開始６カ月以降は，1.0 個体/m^2前後で推移し，21 ヶ月経過時点では 0.8 個体/m^2であった。なお，2020 年 10 月時点でコドラート外の生息密度は 1.0 個体/m^2であった。

増設区の３×３m のコドラート内に移植したムラサキウニの生息密度は，調査開始２カ月で 7.2 個体/m^2から 4.1 個体/m^2に減少し，このときコドラート内には死殻は発見されなかった。その後，６ヶ月後には 1.3 個体/m^2まで減少したが，2019 年 10 月調査時にコドラートが喪失していたため，同 12 月に再びコドラートを設置し，10 個体/m^2になるよう移植した（以下，増設区２）。増設区２では，調査開始２カ月で 2.2 個体/m^2に減少し，10 ヶ月経過時点で 1.8 個体/m^2であった。なお，2020 年 10 月時点でのコドラート外の生息密度は 1.1 個体/m^2であった。

対照区のムラサキウニの生息密度は，調査開始 14 カ月まで 6.7 個体/m^2前後で推移した。その後，増加傾向を示し，19 カ月後に 12.1 個体/m^2と高い値を示した。22 ヶ月経過時点での生息密度は 7.6 個体/m^2であった。

有用生物について，各試験区のサザエの生息密度を図８に，アワビ類の生息密度を図９に示した。

再配置区のサザエの生息密度は，施工直後を除き 0.5～1.2 個体/m^2で推移した。アワビ生息密度は０～0.1 個体/m^2で推移し，９回の調査の内６回で生息が確認された。

増設区のサザエの生息密度は，施工直後を除き 0.7～6.5 個体/m^2で推移した。サザエの生息密度は 2019 年７月

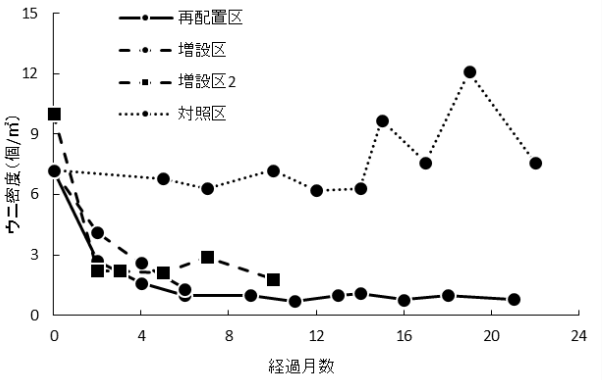


図７　ムラサキウニ生息密度の推移

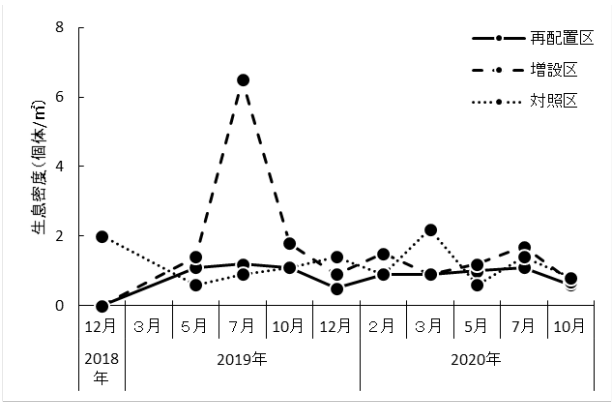


図８　サザエ生息密度の推移

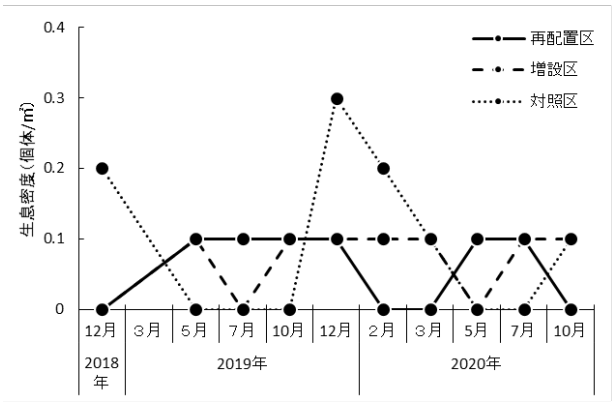


図９　アワビ生息密度の推移

調査時のみ突出して高かった。アワビ生息密度は０～0.1個体/m^2で推移し，９回の調査の内７回で生息が確認された。

対照区のサザエの生息密度は 0.6～2.2 個体/m^2で推移した。アワビ生息密度は 0～0.3 個体/m^2で推移し，９回の調査の内４回で生息が確認された。

考　察

本研究を行う前提として，投石の再配置には３つの点から投石漁場の機能回復効果があると見込まれていた。１点目は，隣接する石材や海底と密着していた付着物の少ない面が新たに露出することで，海藻が着生しやすい基質が生まれることである。付着生物調査のうち付着量の少なかったNo.１，２は，フジツボ科とイガイ *Mytilus coruscus*，アミコケムシ科 Reteporidae がわずかに出現しただけであり，50～80％の岩肌が露出していた。このような面が新たな海藻の着生基質となることで，藻場の回復につながるものと考えられた。石材の再配置以外で既存投石の海藻着生基質を回復させる方法として，潜水による付着生物除去が考えられる。しかし，広大な投石漁場では潜水による付着物除去には莫大な時間と労力が必要であり，非効率的だと考えられる。類似した増殖場の機能回復例として，コンクリート製のヤリイカ産卵礁を船上に取り上げて付着物を除去する方法と水中で潜水夫が除去する方法では，船上に取り上げた方が効率がよいとしている[4)]。今回のような段積みの投石漁場の場合，石材への付着物が少ない面があるため，船上に取り上げた後，除去作業を行わなくとも再設置するだけで新たに海藻の着定基質が露出することから，より効率的な方法であると判断された。

２点目の機能回復効果は，石材の隙間を通る流速の増大によるウニ類の食圧低減である。石膏半球による流況調査の結果，石材の再配置により投石漁場内部の有義流速振幅を既存投石漁場の2.3～3.7倍に増幅できることが明らかとなった。川俣[1)]は，流速振幅がバフンウニでは15cm/s，小型のキタムラサキウニでは20cm/s，大型のキタムラサキウニでは30cm/sを上回ると明らかに摂餌速度が低減すると報告している。今回推定した有義流速振幅は，再配置区で15.85cm/s，増設区で24.91cm/s，対照区で6.82cm/sであった。有義流速振幅は，流速振幅の上位１／３の平均値であることから，実際にはこの数値以上の流速で流れている時間帯があると考えられる。よって，再配置した投石漁場では石材が密に配置してある既存の投石漁場に比べ，ウニ類の食圧を下げる効果があると示唆された。加えて，ムラサキウニの生息密度が低く抑えられたことも，大型褐藻類の着生，成長への一助になったものと考えられた。再配置区および増設区に移植したムラサキウニの生息密度は，経時変化に伴い減少したが，対照区では若干の増加傾向を示した。今井，児玉[5)]は，放流したムラサキウニは岩棚の内側，岩盤の亀裂や穴に蝟集し，岩盤の平らな部分や斜面には定位し辛いとしており，住み場固有の許容量を超えた個体は逸散するとしている。このことから，再配置区と増設区では石材を１段積みにし，隙間を広げたことで，ムラサキウニが定位できる空間が減少し，密度低下につながったものと考えられた。また， 2020年10月時点のコドラート外のムラサキウニの密度は，再配置区で1.0個体/m^2，増設区で1.1個体/m^2であった。施工後 22 カ月で，１m^2あたりの自然増加した個体が約１個体しかいないことからも，空隙の広い投石はムラサキウニの生息密度を抑制する効果があると考えられた。秋本ら[6)]は，ムラサキウニの現存量が700g/m^2で藻場を減少させたと報告しており，菊池ら[7)]は，ウニ類の現存量が200g/m^2以上になると藻場に大きな影響を及ぼすとしている。また，四井，前迫[8)]は，磯焼け帯の巻貝・ウニ類の現存量が 400～440g/m^2であったと報告している。調査の際，再配置区と増設区のコドラート内のムラサキウニを適宜，採集し測定したところ概ね殻径 45～60㎜ の範囲であった。これを図 10 に示した福岡県遠賀郡波津地先のムラサキウニの殻長と重量の関係（未発表）から換算すると，１個体当たりの重量は 41.3～90.8g であると考えられる。よって，再配置区と増設区ではムラサキウニの現存量は 200g/m^2以下であったと推定され，生息密度の低減が藻場の回復につながったものと考えられた。

また，海藻の生育状況調査の結果から，石材を再配置してムラサキウニの密度が低く保たれた投石漁場（再配置区，増設区）では，施工後，最初の春に単年生のワカメが繁茂し，その後，アラメ類やホンダワラ類など多年生褐藻類の着生，生長が回復することが確認された。筑

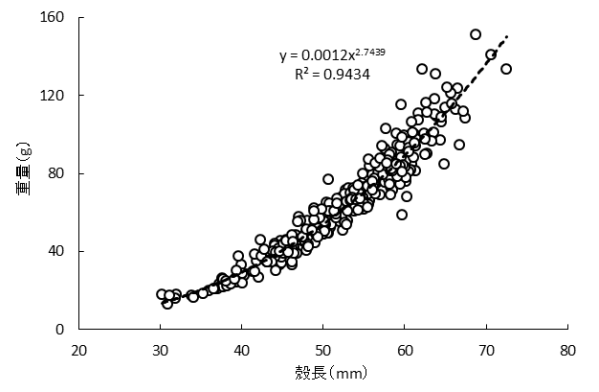


図 10　ムラサキウニの殻長と重量の関係

前海では，投石漁場造成から 3 年でアラメ類が優占する藻場に遷移し，その後極相に至るとされている[9]。施工後 22 カ月で，現存量は天然藻場に及ばないものの，種組成やアラメ類の生育密度は同等にまで増殖していることから，今後 1～2 年で，現在生育している多年生褐藻類が生長し，天然藻場と同等の藻場に遷移していくものと推察された。また，アラメ類に関しては，再配置から３カ月後の 2019 年３月に幼体の生育が確認されている。一般的にアラメ類の成熟期が 10～11 月であることから，遊走子が付着した状態で施工しても問題なく生長することが確認された。

３点目として，投石漁場の機能回復には漁獲対象となる磯根資源が維持されなければならない。2020 年 10 月時点でのサザエの生息密度は，再配置区で 0.7 個体/m^2，増設区で 0.6 個体/m^2，対照区で 0.8 個体/m^2 であり，経時変化をみても 2019 年７月の増設区を除き各試験区とも１個体/m^2 程度で推移している。このことから，サザエに関しては既存の投石と比較しても遜色ない資源が維持できると考えられた。なお，増設区における 2019 年７月の突出して高い密度は，産卵のために謂集したものだと考えられた。阿井ら[10]によれば，自然環境下で観察されたサザエの産卵においては，個体間の距離は約 50cm で散在していたとしている。よって，産卵期に１m^2 の範囲で各個体が 50 ㎝の距離で存在した場合，最大６個体となる。今回観察されたサザエの密度は，6.5 個体/m^2 であり，一般的に６～８月がサザエの産卵期であることから，生態的にも合致する。また，アワビ類の生息密度は，再配置区と増設区でどちらも最大 0.1 個体/m^2，対照区では最大 0.3 個体/m^2 と大きな差はなかった。やや対照区が高かった原因は，多段積みになっている既存の投石漁場に比べ，１段積みに再配置した投石漁場はアワビ類が定位出来る空間が減少したためだと考えられた。ただし，今回試験した投石漁場では，石材の再配置後，漁場面積は 1.3 倍になるため，大きな資源の減少には繋がらないものと考えられた。

以上のことから，石材間の空隙が狭く，また，ムラサキウニの食害などにより藻場が減少した投石漁場では，石材の再配置により機能回復が可能であることが明らかとなった。ただし，今回の結果では，海藻の生育状況は遷移の途中であることから，今後，長期的なモニタリングが必要である。

文　献

１）日高研人，森慎也，梨木大輔，後川龍男，内藤剛．筑前海における藻場の現状および藻場造成に関する研究．福岡県水産海洋技術センター研究報告 2016；26：47-55.

２）川俣　茂．北日本沿岸におけるウニおよびアワビの摂食に及ぼす波浪の影響とその評価．水産総合研究センター研究報告 2001；１：59-107.

３）川俣　茂．石膏半球を用いた波動流速測定．日本水産工学会学術講演会講演論文集 2001；53-56.

４）伊藤　靖，三浦　浩，吉野真史，松本卓也，武田真典，橋本研吾，井上雅博．漁場施設の機能保全における課題．日本水産工学会誌 2015；52(１)：37-44.

５）今井利為，児玉一宏．海底地形とムラサキウニ分布密度との関係．水産増殖 1994；42(２)：321-327.

６）秋本恒基，中本　崇，渡辺大輔，渕上　哲，筑紫康博．筑前海における藻場の遷移と現状．福岡県水産海洋技術センター研究報告 2008；18：65-75

７）菊池省吾，浮　永久，秋山和夫，鬼頭　釣．アワビ餌料藻類の造林技術に関する研究，浅海域における増養殖漁場の開発に関する総合研究．昭和 48 年度報告資料集，東北水研．1974，12-21.

８）四井敏雄，前迫信彦．対馬東岸の磯焼け帯における藻場回復実験．水産増殖 1993；41(１)：67-70.

９）篠原直哉，山田京平，大形拓路．福岡県における藻場・干潟ビジョンの考え方．日本水産工学会誌 2018；55(１)：71-75.

10）阿井敏夫，野中　忠，佐々木正．サザエの産卵と発生―Ⅰ．産卵行動観察の一例．日本水産学会誌 1964；30(10)：828-830.

福岡水海技セ研報　第31号　2021年3月
Bull.Fukuoka.Fisheries.Mar.Technol.Res.Cent.No31.March 2021

福岡県有明海におけるノリ養殖の個人経営体と協業の生産効率*

中原　秀人・篠原　満寿美[a]
（水産海洋技術センター）

福岡県有明海のノリ養殖では，1990年代以降の価格低迷を背景に，生産コストの削減や労力軽減を目的として協業化が進められている。本報告では協業組織や個人経営体などの経営体全体の動向を明らかにするとともに，経営形態や経営規模の差による生産性，収益性の違いを明らかにした。ノリ養殖経営体が減少する中で，協業化は協業経営から共同乾燥組織へ移行し，個人経営体は小規模経営の減少と大規模経営の増加が平行して進行していた。経済性比較では協業経営は個人経営体より高い収益を確保していたが，組織運営の内部要因によって継続が困難になった。個人経営体では大規模ほど生産性が高く，規模拡大を促進する要因となっていた。また，中規模経営では共同乾燥組織へ委託加工する経営が増加しており，繁忙期の労力軽減を図っていた。

キーワード：福岡県有明海，ノリ養殖，協業経営，個人経営体，生産性，収益性

福岡県有明海のノリ養殖では，1990年代以降の価格低迷を背景に，生産コストの削減や労力軽減を目的とした協業化が進められている[1-2]。前報「協業の動向と協同乾燥組織形成の課題」では，ノリ養殖の協業組織3形態（協業経営，共同利用組織，共同乾燥組織）[3]の動向把握を行うとともに，組織形態ごとの課題と今後の展開方向を明らかにした[4]。しかし，協業化による省力化や経済効果に関する分析が残されていた。

ノリ養殖業の経済分析に関する報告は，産地動向や流通販売，価格に関する報告が多く[5-7]，経営分析に関する報告は少ない。また経営分析は佐賀県有明海を対象にした報告に限られる[8-9]。

ここでは福岡県有明海のノリ養殖の個人経営体と協業経営との比較分析によって，経営体ごとの生産効率を明らかにするとともに，ノリ養殖経営体の今後の展開方向を提示する。

はじめに個人経営体と協業組織の動向と，現状の全体像を整理する。次に個人経営体と協業経営の労働時間，費用，収益の比較を行い，生産性，収益性分析を行う。さらに現在増加している共同乾燥組織（以下，共乾組織）の運営実態と委託加工した個人経営体の経済効果を分析する。

最後に個人経営体と協業組織間の関係性を整理し，ノリ養殖経営体の展開方向を考察する。

方　法

１．経営体の動向

個人経営体，及び協業組織の経営体数は，福岡有明海漁業協同組合連合会（以下，福岡有明海漁連）の「のり自営業者配分及び資格者調査」を用いた。

個人経営体の経営規模は，福岡有明海漁連でのノリ養殖面積の単位である小間を区分基準にした。1小間は，648㎡（36m×18m）である[10]。規模類型は15小間以上30小間未満を小規模経営（以下，小規模），30小間以上45小間未満を中規模経営（同中規模），45小間以上を大規模経営（同大規模）に設定した。なお，15小間未満の零細規模は，数戸と少ないため規模区分から除いた。

２．個人経営体と協業経営

協業経営9組織のうち5組織を対象に財務分析と聞き取り調査を実施した。共同利用組織は全て協業経営から移行した組織であったので，先の5組織と重ねて調査した。ただし共同利用組織の現状は，前身の協業経営から乾燥加工機（減価償却済み）を譲り受けて，時間割利用しているだけだったので分析対象から除いた。協業経営の財務資料は組織移行前2ヵ年で，およそ2015～2018年の間である。

個人経営体調査は，同一漁協から大中小の階層ごとにそれぞれ3経営体を選出した。財務資料は2016～2019年

*福岡県有明海におけるノリ養殖の協業動向と展開方向－Ⅱ
[a]現所属：農林水産部福岡の食販売促進課

の 3 カ年である。また費用の算出に当たっては，変動費は階層ごとの調査結果の平均値を用いたが，減価償却費は規模別に資本装備を標準設定して算出した。

分析するうえでノリ養殖面積は，小間を単位とした。1 小間にはノリ網（18.0m×1.8m）10 枚張りと，8 枚張りの漁場がある。分析対象は，10 枚張りの経営体とした。

３．個人経営体と共乾組織

共乾組織の収益分析は 13 施設の 2016 年～2018 年の 3 ヵ年の収支報告を利用し，運営内容は 5 組織から聞き取り調査した。

個人経営体の共乾組織への委託効果の分析は，個人経営体の規模別に試算した。

結　　果

１．経営体の動向

（１）協業経営と共同乾燥組織

福岡県有明海のノリ養殖経営体は，漁業者単位の個人経営体と 2 戸構成による協業経営，さらに 4～5 戸で構成される協業経営の 3 形態がある。現地では前者の協業経営を共同経営，後者を協業経営と呼称して区分している（以下，同区分に準じて記述）。共同経営は兄弟，親戚で構成され従前からの組合せであるのに対し，協業経営は大型乾燥施設導入事業の事業主体として構成された組織である。

また協業経営の他に協業組織として，共同利用組織と共乾組織がある。協業経営はノリの海上養殖から乾燥加工までを行う経営体であるのに対し，共同利用組織は乾燥加工機器の共同利用を目的とした経営体であり，共乾組織は個人経営体などから委託を受けて加工作業を受託する経営体である [3)]。

協業経営は，1997 年～2009 年にかけて 9 組織が形成されたが，その後 2018 年までに 8 組織が共同利用組織に移行し，1 組織が解散した。

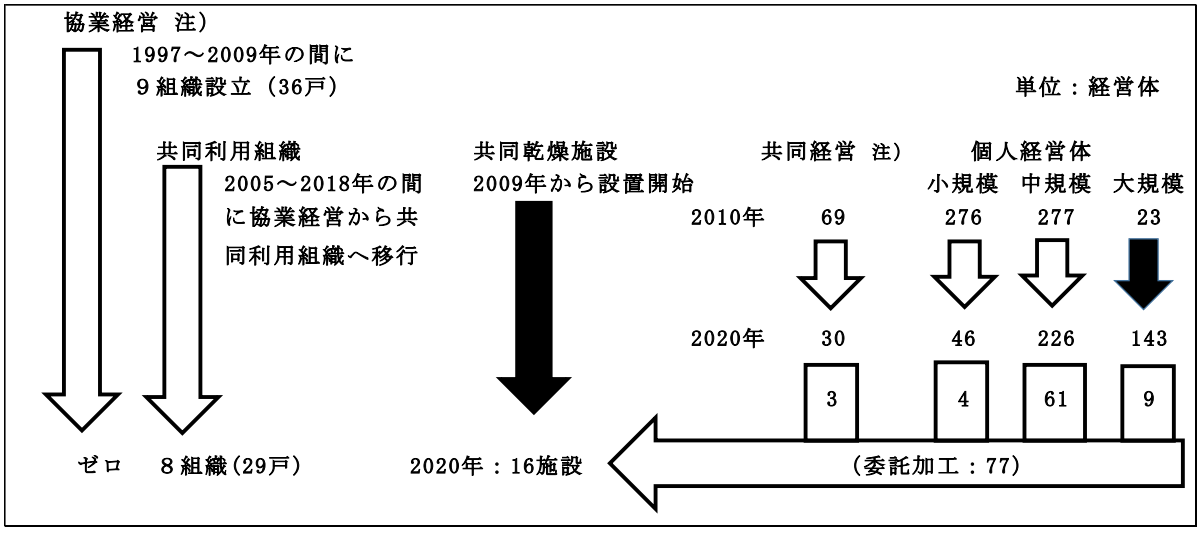
共同経営は正確な数値が確認できるのが 2009 年以降で，2010 年に 69 経営体，構成漁家 147 戸，小間数 3,062（全小間数の 19%）を占めていたしかし，2020 年には 30 経営体，60 戸，1,730 小間（同 8%）に減少した。

一方，共乾組織は 2009 年から始まり，以降急速に育成が進み，2020 年には 11 漁協に 16 施設（19 乾燥ライン）まで増加した（図 1）。

（２）個人経営体

2020 年の個人経営体は 484 戸で，年率 4%程度で減少が続いており [2)]，16 年間で半減した。2020 年の規模別構成は小規模 46 戸（構成比 11%），中規模 226 戸（同 54%），大規模 143 戸（構成比 34%）であった。10 年間に小規模が 83%減少する一方で大規模は 6.2 倍に増加し，急速に階層分化が進行していた。この間に個人経営体の 1 戸当たり平均小間数は，29.8 小間から 41.2 小間へと，1.38 倍拡大した。

また，74 の個人経営体が共乾組織へ参加（委託）しており，特に中規模からは 61 経営体（中規模の参加率 27%）と多くを占めていた。



資料）福岡有明海漁業協同組合連合会資料

注）ともに協業経営であるが、現地では兄弟・親族間の2戸で構成された組織を共同経営、大型乾燥施設導入の事業主体として4～5戸で構成された組織を協業経営と区分しており、ここでは現地区分に準じて記述した

図１　福岡有明海におけるノリ養殖経営体の動向

２．個人経営体と協業経営

（１）分析対象の経営条件

分析を進めるに当たり経営条件を，調査結果の平均値をもとに規模ごとにモデル化した（表 1)。具体的には個人経営体の小規模を 25 小間，中規模を 35 小間，大規模を 50 小間に設定した。労働力とおもな資本装備状況は調査結果どおりであるが，資本装備額は規模に応じて標準化して算出した。

協業経営の平均規模は 4 戸構成，140 小間に設定した。共同経営は平均規模が 54 小間で，労働力数や資本装備等の経営要素が個人経営体の大規模経営と同じであったため，分析の対象から除外した。

表１　経営条件の設定

経営類型		個人経営体			協業経営 注1)
		小規模	中規模	大規模	
小間数	実数	23小間	33小間	52小間	
	モデル	25小間	35小間	50小間	140小間
労働力		2.5人	3人	4人	8人
	うち家族	2人	2人	2人	
	〃　雇用	0.5人	1人	2人	
主な資本装備	漁船 本船	1隻	1隻	2隻	3隻
	漁船 作業船	1隻	1隻	2隻	3隻
	乾燥機	６連	８連	10連	20連
資本装備額　注2)		6,590万円	8,750万円	12,960万円	21,980万円

資料）各類型とも調査対象は３経営体。
注1）４戸の構成。
2）協業経営の資本装備額は，乾燥機とその周辺機器、及び乾燥施設建屋を１／３に圧縮計算した。

（２）作業工程と労働時間

ノリ養殖作業は 3 月の陸上水槽での糸状体培養から始まり，翌年 4 月のノリ網撤去，支柱抜きで終了する。本格的なノリ養殖管理は10月中旬のノリ網に種を付けるける採苗に始まり，最盛期は 11 月中旬～3 月下旬までである（図 2)。最盛期は摘採，加工，管理作業が 5 日～7 日間隔で繰り返される。

ノリ養殖の小間当たり労働時間は，個人経営体の小規模 154 時間，中規模 123 時間，大規模 104 時間で，協業経営が 92 時間であった（図 3)。小規模を基準にすると中規模 80%，大規模 68%，協業経営が 60%に削減され，規模が大きいほど省力的であった。労働時間を海上作業と陸上作業に区分すると，海上作業は規模による労働時間の差が少なく，陸上作業は規模が大きいほど労働時間が減少した。

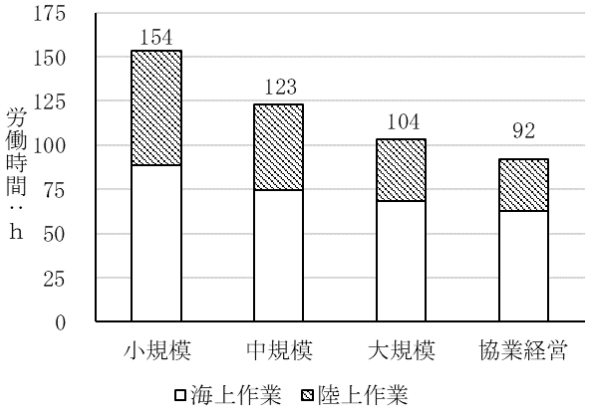
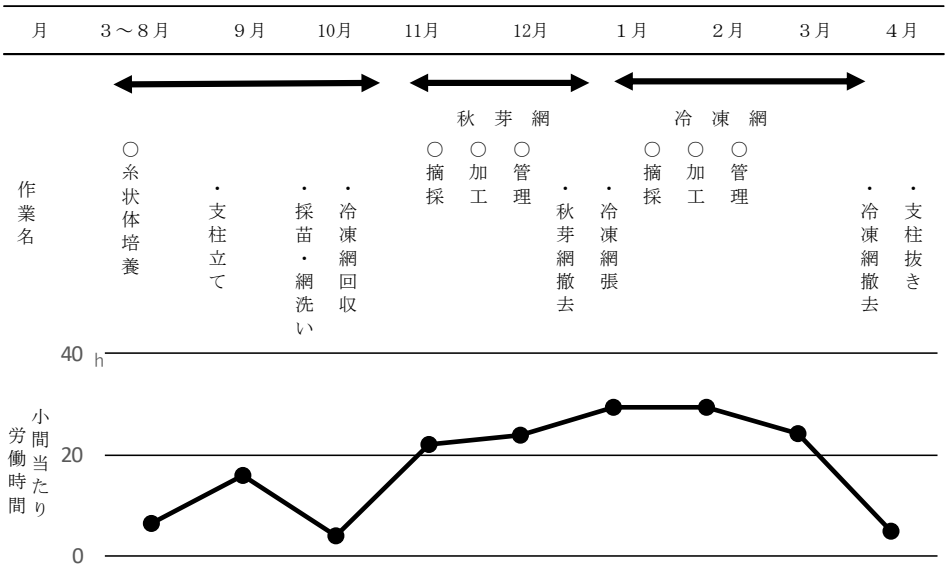


図３　小間当たり労働時間



注）○印は◆―◆の期間を通じて行う作業。小間当たり作業時間は中規模経営。

図２　ノリ養殖の作業工程

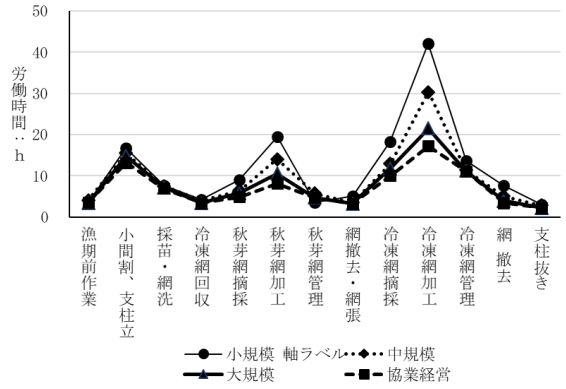


図 4　小間当たり作業別労働時間

作業単位では，加工作業（秋芽網加工と冷凍網加工）が最も労働時間が多く，小規模 62 時間，中規模 44 時間，大規模 32 時間，協業経営が 25 時間で，規模の差が大きかった（図 4）。

ノリ養殖の規模による労働時間差は，陸上作業の加工作業時間の差が主な要因で，ノリ乾燥機の能率によるものである。

（3）費用

ノリ養殖の小間当たり漁労支出は，小規模 639,000 円，中規模 656,300 円，大規模 654,400 円，協業経営が 464,400 円であった（表 2）。

個人経営体の支出額の差は，おもに雇用労賃の差であった。個人経営体では規模が大きくなるほど小間当たりの燃油費や減価償却費が減少する一方，雇用労賃が増加していた。

表 2　小間当たり生産費

単位：円

		小規模	中規模	大規模	協業経営
漁労支出	雇用労賃	29,800	62,600	77,600	6,600
	漁船・漁具費	39,700	26,800	28,800	45,100
	油代	69,200	58,700	59,200	42,800
	水道光熱費	33,700	34,900	33,500	29,800
	種苗費	11,200	11,600	9,400	9,400
	修繕費	104,100	106,100	105,500	61,100
	販売手数料	29,700	29,700	29,700	29,700
	租税公課諸負担	64,700	66,400	61,000	46,300
	減価償却費	169,600	163,500	152,300	101,900
	その他	87,300	96,000	97,400	91,700
	小　計	639,000	656,300	654,400	464,400
見積家族労賃　注1		201,200	121,900	78,400	131,100
生産費		840,200	778,200	732,800	595,500
〃 1 枚当たり　注2		12.4	11.4	10.8	8.8

注1）時間当たり1,500円で算出。協業経営は構成員の見積労賃。
2）小間当たり生産枚数を2015年～2019年の福岡有明海漁連の平均68,030枚で算出。

協業経営の漁労支出は，個人経営体に比べ大幅に低コストであった。特に雇用労賃と減価償却費，修繕費が低く，省力化と補助事業を活用した圧縮計算による固定費削減が反映されていた。

漁労支出に家族労働費を加えた小間当たり生産費は，小規模 840,200 円，中規模 778,200 円，大規模 732,800 円，協業経営が 595,500 円であった。個人経営体は大規模ほど生産費が低く，規模の有利性が発現していた。協業経営はさらに低く，大規模経営の 81%であった。

製品である板ノリ 1 枚当たりの生産費は，個人経営体の小規模 12.4 円，中規模 11.4 円，大規模 10.8 円，協業経営が 8.8 円であった。いずれも 2015 年から 5 カ年の 1 枚当たり平均単価 13.2 円より低く抑えられていた。

（4）収益

小間当たりノリ生産枚数は，漁場の違いや経営体ごとの保有する労働力，摘採回数の差などの影響が強く，規模の差が確認できなかった。単価においても同様に規模の差が確認できなかった。そこで収益計算では 2015 年から 5 ヵ年の福岡有明海漁連の小間当たり平均生産枚数 68,030 枚と平均単価 13.2 円で算出した。

従って小間当たり売上げは，小中大の個人経営体，協業経営いずれも 988,000 円の同額である。

小間当たり所得は小規模 259 千円，中規模 242 千円，大規模 244 千円で小規模が高かった。協業経営は 434 千円で最も高く，中規模，大規模の 1.8 倍であった（図 5）。

経営体当たりの所得は小規模 6,475 千円，中規模 8,460 千円，大規模 12,180 千円，協業経営は 60,703 千円であった（表 3）。

家族労働一人当たり所得は小規模 3,238 千円，中規模 4,230 千円，大規模 6,090 千円，協業経営の構成員一人当たり所得が 7,588 千円で，規模が大きいほど高かった。

また，個人経営体，協業経営とも純収益を確保しており，個人経営体では規模が大きいほど高く，協業経営体の純収益は大規模個人経営体の 5.1 倍であった。

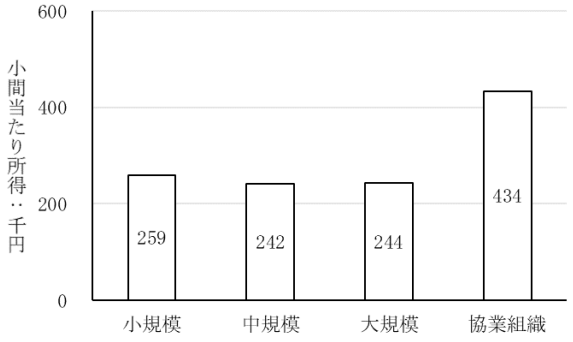


図 5　小間当たり所得

表 3　経営体当たりの収益

単位：千円

	小規模	中規模	大規模	協業経営
生産枚数	1,700千枚	2,381千枚	3,401千枚	9,524千枚
販売単価 注1)	13.2円	13.2円	13.2円	13.2円
売上げ	22,450	31,430	44,900	125,719
〃　従事者１人当たり	8,980	10,477	11,225	15,715
支　出	15,975	22,971	32,720	65,016
所　得	6,475	8,460	12,180	60,703
〃　家族労働１人当たり	3,238	4,230	6,090	7,588
見積家族労賃 注2)	5,015	4,267	3,885	18,354
純収益	1,460	4,193	8,295	42,349

注1）福岡有明海漁連全体の2015～2019年までの５カ年平均単価。
　2）協業経営は構成員の見積労賃

３．個人経営体と共乾組織

（１）共同乾燥の概要

福岡有明海漁連で推進されている共乾施設は，漁協が事業主体となって施設を設置し，共乾組織の管理運営を担当していた。共乾施設は 2019 年度末までに，海区内 19 漁協のうち 11 漁協に 14 組織 19 ライン（乾燥機数）が設置された。

1 ライン当たりの平均的概要は，乾燥機 20 連，加工枚数 10 万枚，受託面積 150 小間で，作業者はオペレータ 2 名，補助者 4 名の 2 交代制であった。加工料金は 1 枚当たり 3.5 円が目安であった。

共乾組織への委託は 2020 年で 77 経営体であり，内訳は小規模 4，中規模 61，大規模 9，共同経営が 3 であった（図 1）。委託率は経営体数では 16.9%，小間数では 15.4%（3,018 小間）であった。

（２）共同乾燥への委託効果

ここでは規模別のモデル経営をもとに，加工作業を自家加工から委託加工に変更した場合の労働時間，生産費，収益の変化を試算した。

加工作業の外部委託による小間当たり労働時間は，小規模 59 時間，中規模 41 時間，大規模が 29 時間削減され，規模が小さいほど省力効果が高い結果となった（図 6）。

加工作業の委託料金を有明海漁連の「委託加工事業に関する覚書」に示された 1 枚当たり 3.5 円で試算すると，小間当たりの委託加工費は 238 千円である。一方，委託加工によって減少するおもな漁労支出は，燃油費，水道光熱費，減価償却費である。

委託加工費と漁業支出の減少額を差し引きした漁業支出合計は，いずれの階層も増加する。小間当たり増加額は，小規模 33,300 円，中規模 29,100 円，大規模 44,700 円であり，4～7%の幅で増加する。

委託加工による小間当たり生産費の変化は小規模が 39,900 円，中規模が 800 円減少するのに対し，大規模は 40,300 円増加する。委託加工による労働時間の減少が大きい小・中規模で生産費が低下する（図 7）。

小間当たり所得は全ての階層で減少し，減少額は上記の漁業支出増加額に相当する。経営体当たり所得は，小規模 84 万円，中規模 102 万円，大規模 223 万円低下し，規模が大きいほど減少額が大きい（図 8）。

収益性の効率を家族労働 1 時間当たり所得でみると，小規模自家加工の 1,930 円から委託加工の 2,660 円に，中規模 2,990 円から 3,490 円に増加し，大規模は 4,690 円から 3,830 円に低下する（図 8）。

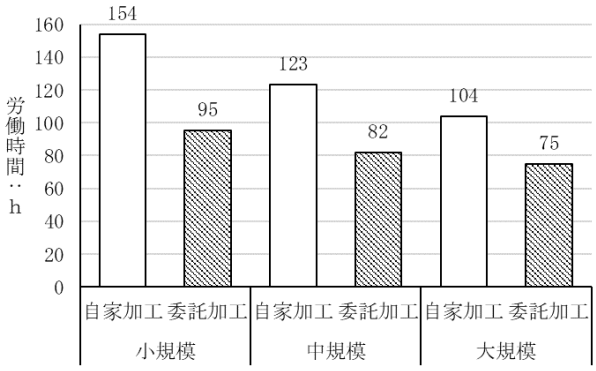


図 6　委託加工による小間当たり労働時間の変化

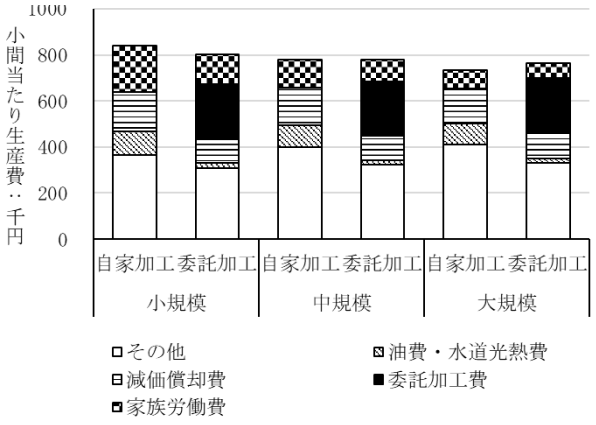


図 7　委託加工による小間当たり生産費の変化

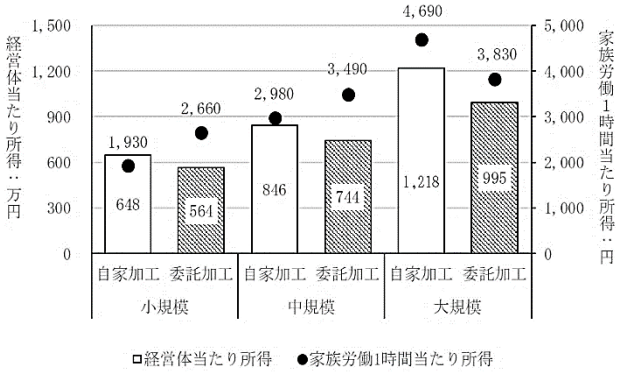


図 8　委託加工による所得の変化

表 4　共乾組織の収支

	収支決算の平均値						損益分岐点売上	黒字決算組織	
	売上 注1)	費用 注2)	うち償却費	損益	委託料金	加工枚数		実数	修正 注3)
年度	万円	万円	万円	万円	円	万枚	万円	組織	組織
2016	3,495	2,734	626	761	3.44	1,018	2,480	12	0
2017	3,604	3,134	763	470	3.41	1060	2,939	10	0
2018	3,286	3,065	623	221	3.57	932	2,952	10	0

資料）2016年度は7漁協12組織、2017、2018年度は8漁協13組織の収支報告書
注1）収益は雑収入を含まない。
2）収益，費用とも税を含まない。
3）修正は各報告書の1枚当たり委託料を3.5円、減価償却費を圧縮計算から標準計算に変更して算出した後の損益結果が黒字の組織数。

（3）共乾施設の収支

共同乾燥施設の運営は総費用を受託料でまかなうよう料金設定するため，1 枚当たり受託料金は 3 円～4 円まで組織ごとに異なっていた。

3 カ年の収支報告では，2016 年度は 12 組織全てが黒字決算，2017 年度，2018 年度は 10 組織が黒字決算であった（表 4)。加工受託料金を 3.5 円に設定し，減価償却費を圧縮計算から標準計算に変更すると，黒字決算の組織はない。標準計算で収支を均衡させる作業料金を試算すると，4.0 円で 8 組織が，4.5 円で全組織が黒字化する。

考　　察

福岡県有明海のノリ養殖は，経営体数の減少が続く中で 2010 年以降，小規模層の減少と大規模層の増加が急速に進んでおり構造変化が加速している。これまで漁業者の減少は，高齢化と単価低迷にともなう収益性の低下が要因として揚げられていた[1)]。

これらを背景にコスト低減や労力軽減を目的に進められてきた協業経営は，分析結果からも低コスト化や省力化が進み，収益性改善の効果が確認できた。聞き取り調査時には，いずれの構成員も協業経営での分業と協業による省力効果と収益増加を認めていた。

しかし，経済効果があるにも関わらず，協業経営は開始から 10 年程度で活動を停止し，共同利用組織に移行した。前報ではその要因として，養殖技術の共有化や作業分担の不均衡性など組織内部の運営方法と，構成員各自の経営展望の違いにあることを明らかにした。具体的には管理技術では干出方法の違い，作業分担では陸上，海上担当者の労働時間差，経営展望では個別の後継者有無などであった。佐賀県有明海の分析でも協業経営の問題が，制度，経営面よりは運営にあることを指摘している[1)]。

現在，協業化推進の中心となっている共乾組織は，委託漁業者数，委託面積ともに増加し，ノリ養殖の支援組織としての役割を拡大させている。分析結果からも，小・中規模での委託効果が高いことが明らかで，漁業者からの要望も強い。

前報では共乾組織の育成や運営面での課題を指摘し，いくつかの対応策を示した。特に運営管理の方法や雇用確保，委託側の利用調整については詳細な考察を行った。その後も雇用確保は一層難しさを増し，聞き取り調査でも，オペレータ確保をめぐっては隣接する佐賀県有明海を含めた範囲で獲得競争が行われている，との説明があった。

福岡有明海漁連管内での乾燥施設の設置，運営は漁協が主体で進められている。しかし，漁協での組織運営が困難な地域では，異業種からのノリ加工事業への参入事例がみられる。例えば県有明海に隣接する熊本北部漁協管内では，町内に工場のある金属加工業者が 2016 年 12 月からノリ乾燥加工受託事業を開始した[11)]。そこでは漁協と町，民間企業が連携して事業化を推進してきた。福岡有明海漁連管内でも，柳川市内のノリ加工機器メーカーが廃業したノリ漁業者の乾燥加工機器を譲り受け，2018 年度からノリ乾燥加工受託事業を開始した。

このように異業種からのノリ乾燥加工事業への参入がみられ始めた中で，漁協による共乾組織の育成を進めていくには，漁協の負担軽減を図ることが必要である。そのためには福岡有明海漁連を範囲とした共乾組織の運営協議会等を設置し，運営改善に関する協議や情報交換，雇用調達に関する連携を進めるなど，広域での支援対策を進める必要がある。

経営体育成に関しては，個人経営体の大規模化が顕著であり，今後は大規模経営がノリ養殖の主な担い手となることが予測される。大規模化には雇用労働力の確保が重要な要件になるが，季節性の高いノリ養殖での雇用者確保は共乾組織のオペレータ確保同様，一層難しくなっている。

筆者らが今回の調査を始めた 2016 年時点のノリ養殖の月当たり雇用労賃は，11 月～6 月までの季節雇用で 30 万円前後であった。しかし，2020 年には 35～40 万円へと急速に増加していた。大規模化による労働力需要の増大とノリ単価上昇による収益改善を背景に，賃金水準が上昇している。

ところで安定的な雇用確保には，賃金対応とともに社会保障や休日の設定などの労働条件の整備，さらに作業環境の改善が重要である。

労働条件の整備には，法人化への検討も視野に，家業から事業への転換が求められる。

作業環境面では，夜間の海上作業や時化前の大量摘採による連続就業などの改善が求められている。現在，福岡

県水産海洋技術センター有明研究所で進められているノリ原藻の品質維持技術では[12]，乾燥加工の長時間連続作業の解消が期待されている。また海上作業では，摘採を自動化した高速摘採船（潜り船）などの省力，省人化技術がある。高速摘採船の導入は，浮き流し式ノリ養殖ではみられるものの支柱式ノリ養殖での導入例が少ない。しかし，作業環境改善，省力化には有効な技術である。

今後，福岡県有明海のノリ養殖経営体は，階層分化が一層進むことが予測される。その中で海区全体のノリ生産力を維持させていくためには，大規模経営体の育成支援と小規模，中規模経営体の生産継続支援が重要である。

大規模経営体の育成には，小間の利用調整や雇用者確保の支援とともに[3]，新技術導入にむけた技術改良が必要である。小規模，中規模経営体の生産継続支援では，現在増加している委託加工の安定化のための共乾組織の運営改善とともに，加工作業以外の労力負担の大きい摘採や支柱立て作業の外部化についての検討が必要である。

文　献

1）片山千賀之．ノリ養殖の協業化と漁協加工委託－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）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.

4）篠原満寿美，中原秀人．福岡県有明海におけるノリ養殖の協業動向と展開方向－協業の動向と共同乾燥組織形成の課題－．福岡県水産海洋技術センター研究報告 2019；**29**：49-56.

5）中村周作．佐賀県における水産業の展開．宮崎大学教育学部起用社会科学 2018；**90**：45-61

6）波積真理．「福岡のり」のブランド化確立における課題と展望．水産物ブランド化戦略の理論と実践（妻小波・波積真理・日高健編著）北斗書房．東京．2010；219-233.

7）藤井直幹．池浦　繁．福岡県有明海産ノリの共販価格低迷の原因．福岡県水産海洋技術センター研究報告 2010；**20**：119-125

8）島秀典．有明海ノリ養殖業と協業化－佐賀県有明海－経営（組織・管理方法）のあり方－最終報告－東京水産振興会，東京．2002：59-75

9）佐賀県における有明ノリ養殖協業体の現状と課題．財団法人中小企業診断協会佐賀県支部，佐賀．2012：1-49

10）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．福岡有明海漁連．福岡．2017.

11）（株）ＡＲＣ海苔乾燥施設が稼働．広報ながす，熊本．2017；**994（1）**：7

12）内藤剛．ノリ原藻の品質維持技術の開発．福岡県水産海洋技術センター令和元年度研究成果 2019

福岡水海技セ研報　第 31 号　2021 年 3 月
Bull.Fukuoka.Fisheries.Mar.Technol.Res.Cent.No31.March 2021

福岡県糸島地区におけるカキ小屋経営の現状

里道　菜穂子・中原　秀人
（企画経営課）

福岡県筑前海の糸島地区で養殖されたマガキの 8 割はカキ養殖業者が営むカキ小屋に出荷されており，糸島地区のカキ養殖業の収益性は，カキ小屋の経営に大きく左右される。本研究では，カキ養殖業の安定的な経営のため，カキ養殖からカキ小屋での販売まで含めた経営の全体像を明らかにし，糸島地区と他産地のカキ養殖業の収益性分析を行った。糸島地区のカキ小屋の経営体当たりの収支は，収入が 64,548 千円（カキ 36%，カキ以外 64%）で，支出は 51,974 千円（食材費（カキ）23%，食材費（カキ以外）37%，雇用労賃 13%）であり，純利益率は 15%であった。糸島地区のカキの kg 当たり生産原価は 520 円，カキ小屋での販売経費は 367 円であることから，カキの kg 当たり売上原価は 887 円であった。糸島地区は瀬戸内海区等に比べ養殖規模が小さく生産原価は高いものの，大消費地に近い立地を活かし，カキ小屋を通して消費者に販売することで高価格を実現し，収益を確保していた。

キーワード：筑前海，糸島，カキ養殖，カキ小屋，収益

福岡県筑前海の糸島地区では 1990 年頃からカキ養殖業が営まれ始め，近年は客が購入した養殖マガキを焼いて食する冬季限定の「カキ小屋」が増加しており，このカキ小屋は糸島地区の重要な観光資源となっている[1)]。糸島地区で養殖されたマガキの 8 割はカキ養殖業者が営むカキ小屋に出荷されており[2)]，糸島地区のカキ養殖業の収益性は，カキ小屋の経営に大きく左右される。

福岡県においてカキ養殖技術や養殖環境に関する報告は多くあるが，経営に関する報告はカキ養殖部門に限定して分析した事例[3)]のみであり，カキ小屋の経営状況に関するものはない。また，全国的なカキ養殖の漁業経営調査はむき身での出荷を前提とするため，殻付きカキをカキ小屋で販売する糸島地区と他産地の収益性の比較は困難であった。

本報では，カキ養殖業の安定的な経営のため，カキ小屋における収支および雇用の現状調査を実施し，カキ養殖からカキ小屋での販売まで含めた経営の全体像を明らかにする。更に，糸島地区のカキ養殖業の収益性を評価するため，他産地との比較を試みる。

方　法

分析手順として，はじめに糸島地区全体のカキ養殖の規模を捉える。次に調査対象のカキ養殖経営体を選定し，具体的な収支および雇用について整理する。更に糸島地区および他産地におけるカキ養殖業の収益性分析を行う。

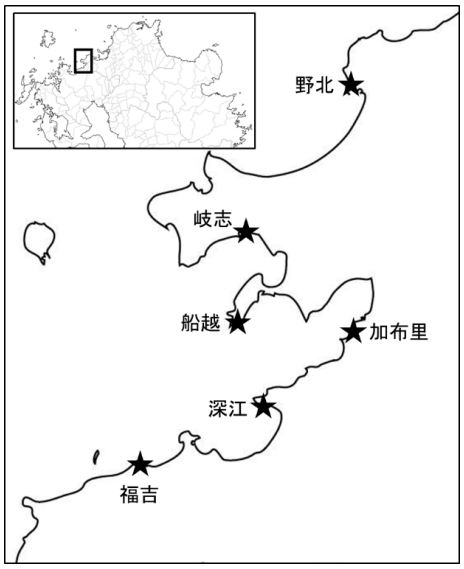


図 1　カキ養殖業者が所属する漁協の位置

個別経営体の調査対象は，糸島漁協船越支所（以下「船越」）および加布里支所（以下「加布里」）に所属するカキ小屋を営むカキ養殖経営体それぞれ 2 ずつの計 4 とした。調査方法は，財務資料，漁協出荷データ，経営者及び従業員への聞き取り調査とした。

他産地の経営状況については，豊前海区は既存の文献[3)]，瀬戸内海区平均（以下「瀬戸内海区」）及び全国平均（以下「全国」）は漁業経営調査[4)]をもとに算出した。

なお，カキのむき身重量は，殻付きカキ重量の 20%[5)]として換算し，生産量は殻付きカキ重量で示した。

表 1　カキ養殖の生産規模及び生産性の概要

		福吉	加布里	船越	岐志	深江	野北	合計
生産規模	生産量 (t)	62.8	50.3	199.9	149.7	1.5	3.9	468.1
	生産金額 (百万円)	59.1	51.6	198.7	144.5	1.3	3.6	458.9
	筏数 (基)	25	30	101	99	3	4	261
	経営体数	4	2	9	13	1	2	31
	かき小屋軒数	4	2	8	13	0	0	27
	養殖面積(m^2)	4,911	4,291	17,040	14,282	432	576	41,532
生産性	経営体当たり養殖面積（m^2／経営体）	1,228	2,146	1,893	1,099	432	288	1,340
	経営体当たり生産量（t／経営体）	15.7	25.1	22.2	11.5	1.5	2.0	15.1
	漁場生産力（kg／m^2）	12.8	11.7	11.7	10.5	3.4	6.8	11.3

※福岡県農林水産部水産局水産振興課資料。養殖面積＝筏面積（2019年度の支所平均）×筏数，その他は2015-2019年度の5ヶ年平均とした

結　果

１．糸島地区の概要

糸島地区でカキ養殖業者が所属する漁協の位置を図 1 に，各地域のカキ養殖の生産規模及び生産性の概要を表 1 に示した。カキ小屋は糸島漁協福吉支所（以下「福吉」）及び加布里，船越，本所（以下「岐志」）の 4 地域にあり，野北支所および深江支所では，カキの販売のみが行われていた。

漁協別の生産規模について見ると，船越が最も大きく，生産量 200t，生産金額 199 万円，筏数 101 基，養殖面積は 17,040 m^2 であった。岐志は，生産量が 150 t と船越に次いで多く，経営体数およびカキ小屋軒数は 13 と最多であり，経営体当たり養殖面積と経営体当たり生産量はカキ小屋が存在する 4 地域のうち最も小さかった。岐志のカキ小屋軒数は，カキ小屋の建て替えに伴って 2019 年から 11 に減少したが，それでもなお最多であり，他地域に比べ小規模多数であることが特徴的であった。一方，加布里はカキ小屋軒数が 2 と少なく，経営体あたり養殖面積は 2,146 m^2，経営体当たり生産量が 25.1t と最も大きいことから，大規模少数であることが特徴的であった。福吉は漁場生産力が 12.8 kg/ m^2 と最大であることが特徴的であった。

２．個別経営体の経営状況

（１）調査経営体の概要

調査対象のカキ小屋の概要を表 2 に示した。小屋の形態は農業用のビニルハウスを改造したものを主に利用していた。小屋は仮設であるため，営業期間は半年以内と定められており，カキの生育状況に応じて 10 月中下旬から開業し，4 月上旬まで営業していた。

表 2　調査対象のカキ小屋の概要

調査項目	
漁協名（経営体数）	糸島漁協　船越支所（２） 加布里支所（２）
小屋の形態	ビニルハウス※
席数	150席, 160席, 200席, 250席
熱源	炭またはガス
営業期間	10月中下旬－4月上旬
営業時間	10:00－17:00
筏数（経営体数）	13基(2), 14基(2)
養殖面積（経営体数）	1,872m^2(2), 2,016m^2(2)
兼業（雇用の有無）	２そうごち網（有り） １そうごち網（無し） 小型底曳き網（無し） 固定式刺し網（無し）

※一部常設の建築物を含む

客がカキを焼く際の熱源は炭とガスがありそれぞれを利用する経営体が 2 ずつであった。

兼業については，いずれの経営体も夏季に漁船漁業を営んでおり，漁業種類は 2 そうごち網，1 そうごち網，小型底曳き網，固定式刺し網と様々であった。漁船漁業の

表 3 カキ小屋の労働量及び労賃

	時期※1	平日・休日	1日当たり従事者数	従事日数※2	1日当たり従事時間	従事時間累計	労賃※3	労賃比率
雇用	繁忙期	休日	17 人	40 日	6 時間	4,080 時間	3,672 千円	41.1 %
		平日	4.5 人	74 日	6 時間	1,998 時間	1,798 千円	20.1 %
	繁忙期外	休日	8.3 人	17 日	6 時間	842 時間	757 千円	8.5 %
		平日	3.3 人	34 日	6 時間	663 時間	597 千円	6.7 %
	小計	-	-	165 日	-	7,583 時間	6,824 千円	76.4 %
家族	繁忙期	休日	2.8 人	40 日	7 時間	770 時間	693 千円	7.8 %
		平日	2.3 人	56 日	7 時間	882 時間	794 千円	8.9 %
	繁忙期外	休日	2.3 人	17 日	7 時間	268 時間	241 千円	2.7 %
		平日	2.3 人	27 日	7 時間	425 時間	383 千円	4.3 %
	小計	-	-	140 日	-	2,345 時間	2,111 千円	23.6 %
合計		-	-	-	-	9,928 時間	8,935 千円	100.0 %

※1　11-2月を繁忙期とし，10月及び3-4月を繁忙期外とした
※2　11-12月及び2-3月の休業日は各1日間，1月の休業日は3日間とした
※3　雇用労賃は時給900円，家族労賃は時給1300円で算出した

雇用については,2 そうごち網を兼業する経営体で雇用が見られ，その業態は夏季は 2 そうごち網及びカキ養殖，冬季はカキ養殖に従事する複合的な通年雇用であった。一方,2 そうごち網以外の漁船漁業は家族または個人で操業するため，夏季の漁船漁業での雇用は発生しなかった。また，カキ養殖のみに携わる通年雇用はなかったが，年間を通してカキの加工および加工品の販売を行っている経営体では通年での雇用があった。

（2）労働

カキ小屋の労働量及び労賃を表 3 に示した。従事時間累計は雇用が 7,583 時間，家族が 2,345 時間の計 9,928 時間であった。労賃は雇用が 6,824 千円，家族が 2,111 千円の計 8,935 千円であり，雇用労賃が家族労賃の 3 倍であった。

1 日当たり従事者数が最も多いのは繁忙期の休日で,従事者数は雇用が 17 人，家族が 2.8 人の計 20 人であった。一方で繁忙期外の平日の従事者数は雇用が 3.3 人，家族が 2.3 人の計 5.6 人であり，時期及び休日・平日の別による雇用従事者の増減は大きかった。このように繁忙期の休日には雇用従事者を平日の 4 倍に増やして，集中する来客に対応するなど，労働力を弾力的に活用していた。

労賃に関しても，繁忙期の休日の雇用労賃は 3,672 千円であり，全体の 41%を占めていた。

また，聞き取りによるとカキ小屋 1 軒当たりの雇用従事者は 30 人程度であり，カキ養殖部門を併せると 40 人前後であった。雇用調達については，必要な従業員数を一般的な求人では確保できず，従業員の知人の紹介など個別での対応が必要であり，雇用確保にかかる経営者の負担は大きかった。また，最低賃金の上昇幅を超える賃上げなど，雇用労働者の獲得競争ともいえる状況が見られた。

（3）収支

調査対象のカキ小屋の収支を表 4 に示した。収入は 64,548 千円，内訳はカキが 36%，カキ以外が 64%であった。支出は 51,974 千円であり，費用の中で最も大きな項目は食材費でカキが 23%，カキ以外が 37%の計 60%，次いで雇用労賃が 13%であった。カキ小屋の純利益は 9,526 千円であり，純利益率は 15%であった。なお，カキ小屋の純利益率 15%は，中小企業飲食店全国平均の 11%[6] より高く，カキ小屋は飲食店として十分な利益を上げていた。

表 4 の所得はカキ小屋での家族見積労賃と純利益の合計であり，カキ養殖及びカキ小屋で得られる所得を明らかにするにはカキ養殖部門の家族見積労賃を算出する部門計算が必要となる。そこで，カキ養殖とカキ小屋の品目別及び部門別収支を表 5 に示した。カキ養殖及びカキ小屋の所得は 14,212 千円，所得率は 22%であった。また，品目別の純利益率はカキが 11%，カキ以外が 17%であった。

３．他産地との比較

糸島地区のカキ養殖業の収益性及び生産性を評価するため，海区別の経営状況を表 6 に示した。

糸島地区の経営体当たり収入は豊前海区の 3.0 倍，全国の 2.8 倍，瀬戸内海区と同程度であった。糸島地区（カキのみ）の収入は豊前海区及び全国と同程度，瀬戸内海区の 4 割であった。糸島地区の経営体当たり純利益は，豊前海区の 9 割，瀬戸内海区の 1.4 倍，6.5 倍であった。

糸島地区の経営体当たり生産量は 23t で，豊前海区の 6 割，瀬戸内海区の 1 割，全国の 2 割と小さかった。漁場生産力は 12kg/㎡ で，豊前海区の 5 割，瀬戸内海区の 2 割，全国の 4 割と小さかった。

養殖面積当たり純利益は 1,335 円で，豊前海区の 2 割だが，瀬戸内海区の 1.3 倍，全国の 2.9 倍であり，漁場の収益性は高かった。kg 当たり生産原価は糸島地区が最も高く 520 円/kg で，豊前海区の 1.8 倍，瀬戸内海区の 3.2 倍，全国の 2.6 倍であった。糸島地区のカキの kg 当たり売上原価は 887 円であり，生産原価が 520 円であることから，カキ小屋での kg 当たり販売経費は 367 円であった。糸島地区の純利益率は 15%で，豊前海の 0.3 倍，瀬戸内海区の 1.4 倍，全国の 2.3 倍であった。糸島地区（カキのみ）の純利益率は 11%で豊前海の 0.2 倍，瀬戸内海区と同程度，全国の 1.8 倍であった。

表 4　カキ小屋の収支

大項目	小項目	値	比率（%）
収入（千円）	カキ	22,987	35.6
	カキ以外	41,561	64.4
	小計	64,548	100.0
支出（千円）	食材費（カキ）	11,953	23.0
	食材費（カキ以外）	19,372	37.3
	資材費	2,882	5.5
	雇用労賃	6,788	13.1
	福利厚生費	457	0.9
	販売手数料	1,034	2.0
	水道光熱費	1,640	3.2
	減価償却費	1,749	3.4
	広告宣伝費	759	1.5
	租税公課	2,522	4.9
	雑費	2,817	5.4
	小計	51,974	100.0
所得（千円）		12,574	－
	家族見積労賃（千円）	3,049	－
売上原価（千円）		55,022	－
純利益（千円）		9,526	－
収益性（%）	所得率	19.5	－
	純利益率	14.8	－

考　察

カキ小屋は 1 日当たりの雇用従事者が最大で 17 人になるなど，雇用労働を中心にした雇用型経営であった。カキ養殖部門の雇用労賃を中原らの報告 [3] から算出すると，経営体当たり 5,421 千円であることから，カキ養殖部門とカキ小屋部門を合わせると支出の 24%が雇用労賃となる。

カキ小屋の雇用調達を困難にする要因として，カキ小屋は 10-4 月限定の季節雇用であることが挙げられる。カキ小屋で長期間雇用される従業員は，夏季は海の家など夏季限定のレジャー施設で働く事例が見られた。つまり，カキ小屋の雇用調達には，夏季の雇用との調整が重要であり，雇用調達と調整を担う組織の存在が有効であると

表 5　部門別及び品目別収支

単位：指定のない場合は千円

		カキ			カキ以外	計
		養殖部門	カキ小屋部門	小計		
収入		11,953	11,034	22,987	41,561	64,548
支出		10,316	7,353	17,669	32,667	50,336
所得		1,638	3,681	5,318	8,894	14,212
	家族見積労賃	1,638	1,086	2,723	1,963	4,686
売上原価		-	-	20,393	34,630	55,022
純利益		-	-	2,595	6,931	9,526
収益性	所得率（%）	-	-	23.1	21.4	22.0
	純利益率（%）	-	-	11.3	16.7	14.8

※カキ小屋部門の食材費を除く支出及び家族見積労賃は売上比率で按分した

表 6 海区別の経営状況

		糸島地区	糸島地区（カキのみ）	豊前海区 ※1	瀬戸内海区	全国
収支（千円）	収入	64,548	22,987	21,300	60,811 ※2	23,440 ※2
	支出	50,336	17,669	5,635	45,458 ※2	16,391 ※2
	所得	14,212	5,318	15,666	15,353	7,049
	家族見積労賃	4,686	2,723	4,511	8,714 ※2	5,575 ※2
	純利益	9,526	2,595	11,155	6,640	1,473
生産性	経営体当たり生産量(kg)	22,987		35,500	335,175 ※3	108,680 ※3
	経営体当たり養殖面積（m^2／経営体）	1,944		1,440	6,674 ※2	3,244 ※2
	漁場生産力（kg／m^2）	11.8		24.7	50.2	33.5
	kg当たり生産原価（円／kg）	-	520	286	162	202
	kg当たり売上原価（円／kg）	-	887	-	-	-
収益性	養殖面積当たり純利益（円／m^2）	-	1,335	7,747	995	454
	kg単価（円／kg）	1,000		600	201	217
	純利益率（%）	14.8%	11.3%	52.4%	10.9%	6.3%

※1 カキ養殖の産地構造と生産性・収益性（中原ら2019）
※2 漁業経営調査
※3 むき身重量20%で換算（日本のカキ養殖・百科（乾政秀2013））

考えられる。雇用調達及び調整を担う組織が学生，高齢者，外国人労働者など，対象に合わせた求人を組織的に実施することで，雇用調達の課題解決の可能性がある。

また，雇用調達を論じるにあたって，カキ養殖部門の雇用についても検討する必要がある。中原らによると，筑前海区のカキ養殖の作業時間のうち，36%がカキの洗浄・整形・選別に費やされている[3)]。そこで，養殖部門においては，カキの洗浄作業を分離し，集約する方策が有効と考えられる。カキの洗浄専門の組織を結成し，洗浄作業を受託することで，洗浄作業部門へのまとまった投資が可能となり，大型の機械導入等による省力化が期待される。また，複数のカキ養殖経営体が労働力を共有できるため，経営者の雇用調達の負担は軽減すると予測される。

次に，販売についてであるが，糸島地区のカキの生産原価は，他海区と比較して1.8～3.2倍と非常に高く，これは，通常の市場での流通単価では採算が取れないことを意味する。また，漁業者の生産費等把握調査では，生産量が 50t 未満の養殖業者は純利益が赤字となる報告[7)]があり，養殖規模の小さな業者は採算を取ることが難しい。しかしながら，糸島地区と豊前海区の経営体当たり生産量はそれぞれ 23t，36t で，50t を大きく下回っていた。豊前海は，糸島地区の 2.1 倍という高い漁場生産力と家族労働主体の生産体制で生産原価を抑え，宅配等を利用した消費者への直接販売によって高い利益率を実現している[3, 8)]。一方，糸島地区は，雇用労働主体の生産体制で生産原価は高いものの，カキ小屋という販売経路を漁業者自らが作り出すことで，高価格を実現し，利益を得ている。その背景には，福岡市という大消費地に隣接していることが深く関わっており，現にカキ小屋の来場者の 85%が県内から訪れている[2)]。また，カキ小屋の収入はカキが 36%，カキ以外が 64%，純利益率はカキが 11%，カキ以外で 17%であることから，カキ小屋はカキ以外の商品も売ることで利益を確保しているといえる。

次に，今後の販路拡大について検討する。糸島地区で養殖されたマガキの 8 割はカキ養殖業者が営むカキ小屋に出荷されており，その次に直販所等での販売が多い[2)]。直販所等は売場面積が限られており，販売

量を大幅に増加することは難しい。つまり，販路拡大のためには，収益性の高いカキ小屋の規模拡大が効果的である。ただし，カキ小屋は営業期間中の客に提供するのに十分な量のカキを毎年確保する必要があるが，カキの生産量は，海況や餌料環境に大きく影響され増減する。そのため，カキ小屋の規模は平均的なカキの生産量より少ない水準で決定される。カキ小屋の規模拡大には，養殖区画の拡大や養殖方法の改善による生産量の増加および安定化が必要となるが，糸島地区では，現在，冬季の季節風の影響などから，筏の設置場所は沿岸の一部の海域に限定されている[3)]。つまり，養殖区画拡大を目指す「耐波性」および養殖面積当たり生産量増加を目指す「垂下方法」の検討が，今後の養殖技術開発では重要といえる。

カキ小屋と直販所以外の販路についてであるが，カキが豊漁の場合，余剰分のカキはむき身や加工品にしてインターネット等を介して消費者へ直接販売されている。2020 年現在，新型コロナウイルス感染拡大の影響により，消費者がインターネット等を利用して食品を購入する機会は増加している。インターネット等で販売する商品は，地元だけでなく他産地の商品と競合するため，独自の加工品開発や商品 PR など，差別化が非常に重要となる。

最後に，糸島地区でカキ小屋を経営するカキ養殖業者は，福岡市近郊という立地を活かし，雇用労働力を活用し，カキ小屋を通して消費者にカキを売ることで利益を出してきた。一方で，カキ小屋には雇用調達や販路の確保，更には新型コロナウイルスによる社会情勢の変化への対応等の課題がある。今後もカキ小屋の更なる経営の安定化のため，カキ養殖業およびカキ小屋の経営状況を把握し，経営判断に役立つ情報をカキ養殖業者と共有していくことが重要である。

文　献

1）糸島市観光協会. http://www.itoshima-kanko.net/, 2021 年 1 月 21 日閲覧

2）篠原直哉, 佐藤利幸. 糸島地域におけるカキ養殖業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.

3）中原秀人, 寺井千尋, 里道菜穂子, 篠原満寿美. 福岡県におけるカキ養殖の産地構造と生産性・収益性. 水産海洋技術センター研究報告　2019；**29**：57-63.

4）漁業経営調査. 農林水産省. https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/gyokei/, 2020 年 10 月 15 日閲覧

5）乾政秀. 日本のカキ養殖・百科. 水産振興, 東京水産振興会, 東京. 2013；544：1-120.

6）平成 10 年度商工業実態基本調査. 経済産業省. https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/syokozi/result-2/h2c6klaj.html#menu4, 2020 年 10 月 15 日閲覧

7）平成 22 年度漁業者の生産費等把握調査報告書. 水産庁. https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/syotoku_hosyo/, 2020 年 10 月 15 日閲覧

8）秋本恒基, 有江康章, 渡邉大輔, 冨重信一. 豊前海かき養殖業の現状と展開方向. 水産海洋技術センター研究報告　2002；**12**：93-104.

福岡水海技セ研報　第31号　2021年3月
Bull.Fukuoka.Fisheries.Mar.Technol.Res.Cent.No31.March 2021

福岡県有明海で生産される乾ノリの色，光沢と乾燥条件

安河内　雄介
（有明海研究所）

良質の乾ノリとは，外観の色調が濃く，光沢があって夾雑物が見られず丁寧に抄いたノリであり[1)]，乾ノリに加工する際の全自動海苔製造機内の温度，湿度（以下，乾燥条件）に左右される[2)]。しかし，乾ノリの品質と乾燥条件に関する知見は少ない。ノリ原藻が柔らかく加工が難しいとされる冷凍網１回摘み及び２回摘みの乾ノリについて品質と乾燥条件を調査した。2018 年１月の冷凍網期に出品された本等級の乾ノリについてＬ*値（明度）と光沢を計測した結果，上位等級であるほど色は暗く，光沢には等級間で明確な傾向は見られなかったため，乾ノリの品質は光沢よりも色が重視されていることが判明した。2018 年及び 2019 年１月の冷凍網期に２経営体のノリ養殖漁家の全自動海苔製造機内の乾燥条件と生産された乾ノリのＬ*値との関係を調査した結果，１回摘みでは正の相関が見られたが，２回摘みでは乾燥温度とＬ*値に相関は見られなかった。

キーワード：乾ノリ，乾燥条件，乾燥温度，色，光沢，Ｌ*値

福岡県有明海地先では，海上で養殖したノリ原藻を摘採し，陸上の加工施設に備えた全自動海苔製造機で乾ノリに加工される。乾ノリは，各漁業協同組合で等級が付され，共販での入札を経て，流通する。乾ノリの品質は，ノリ原藻の質に加え，乾ノリに加工する際の乾燥条件に左右される。等級が低くなる「くもり」や「割れ」の発生する乾燥条件は解明されているが[2)]，等級が上位になるような乾燥方法はいまだ不明な点が多い。

そこで，乾ノリの品質に重視されている要素を把握し，等級が上位である高品質な乾ノリに加工するための乾燥条件を求めた。

方　法

１．共販に出品された等級別の乾ノリの色，光沢の測定と単価

2018 年１月（冷凍網１回摘み及び２回摘み）の共販に出品されたＡ漁業協同組合の乾ノリを「優等」～「七等」までの「本等級」及び干出不足等により光沢が欠け，表裏にくもりがある「くもり等級」別に収集し，無作為に抽出した各等級の乾ノリ１枚をハンディ型色彩計（日本電色工業株式会社製 NR-12A）を用いて明度を表すＬ*値を測定し，ハンディ光沢計（株式会社堀場製作所製　IG-320）を用いて光沢を測定した。各等級それぞれ図１に示す 10 ヶ所を測定し，最低値と最高値を除き平均値を算出した。

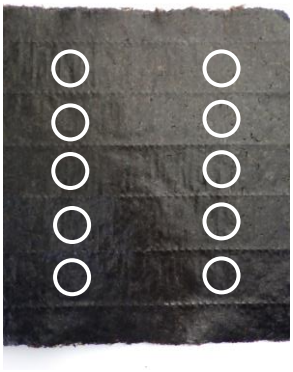


図１　乾ノリのＬ*値及び光沢の測定箇所

各等級の単価は，有明海漁連での入札結果を引用した。

２．乾ノリの色と乾燥条件

2019 年１月７日～14 日（冷凍網１回摘み），１月 15 日～22 日（冷凍網２回摘み），2020 年１月７日～17 日（冷凍網１回摘み），2020 年１月 14 日～25 日（冷凍網２回摘み）に，柳川市内に所在するＡ漁業協同組合の２共同乾燥施設に整備されている全自動海苔製造機（株式会社オーツボ　NA20 連 W8 型 60/60）内に温度湿度センサー（株式会社オーツボ　GB-TH1-RS4）を図２に示す乾燥機下の後部に設置し，これらの施設を利用して乾ノリに加工する２経営体（Ａ，Ｂ）の乾燥条件と乾ノリの色を

測定した。乾ノリの色は，全自動海苔製造機で加工し始めてから開始 360 分後まで 15 分ごとにそれぞれ図１に示す 10 ヶ所を測定し，最低値と最高値を除き平均値を算出した。温度，湿度は，温度湿度センサーの測定間隔を１分とし，５分平均値を測定値とした。

結　果

１．共販に出品された等級別の乾ノリの色，光沢の測定と単価

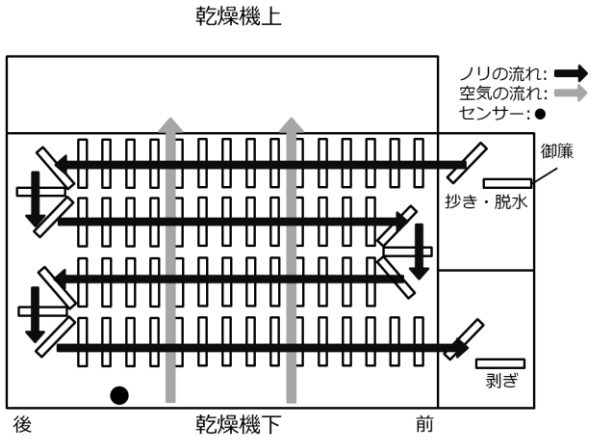


図２　センサー設置場所（全自動海苔製造機断面図）

一般にＬ*ａ*ｂ*表色系では，Ｌ*は色の明度を表し，０～100 の範囲で表示され，数値が高いほど明るく，低いほど暗いため，ノリ原藻や乾ノリでは，数値が低いほど暗みが強いこととなる[3]。また，光沢は JIS 規格に準拠し，測定値が高いほど表面に光沢があることとなる。

2018 年１月に出品された冷凍網１回摘みの本等級のＬ*値，光沢，単価を図３に示す。冷凍網１回摘みの本等級は，「優等」～「五等」の７等級に格付けされていた。Ｌ*値は 11.37～17.44 の範囲にあり，等級の前後でＬ*値は前後するが，等級が上位であるほどＬ*値は低くなる傾向であった。光沢は 25.88～31.94 の範囲にあり，等級間で明確な傾向は見られなかったが，全て 25 を上回った。単価は 16.39 円～22.09 円の範囲にあり，「優等」から「五等」までそれぞれ単価で約１円の差があり，等級間の差は大きかった。

2018 年１月に出品された冷凍網１回摘みのくもり等級のＬ*値，光沢，単価を図４に示す。冷凍網１回摘みのくもり等級は，「く優等」～「く二等」の４等級に格付けされていた。Ｌ*値は 17.34～18.19 の範囲にあり，等級間で明確な傾向は見られなかったが本等級よりも高い値を示した。光沢は 18.85～22.34 の範囲にあり，等級間で明確な傾向は見られなかったが，全て 25 を下回った。単価は 16.90 円～18.20 円の範囲にあり，等級間の差は小

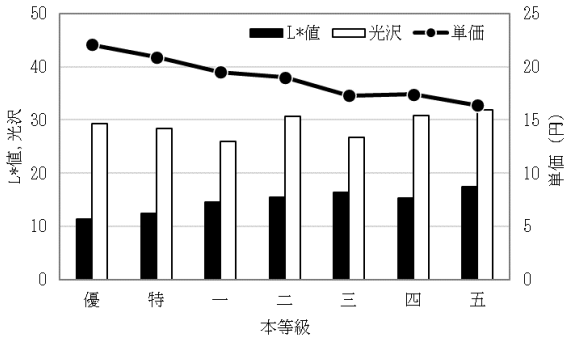


図３　冷凍網１回摘みの本等級のＬ*値，光沢，単価

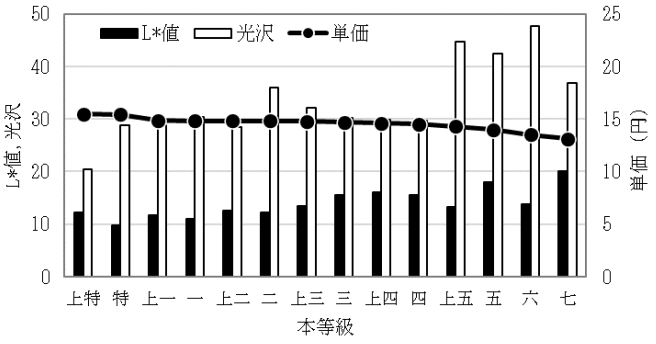


図５　冷凍網２回摘みの本等級のＬ*値，光沢，単価

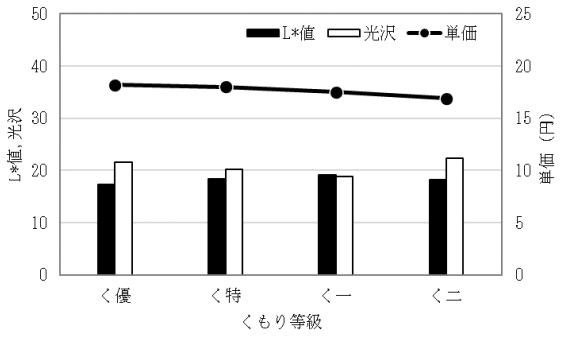


図４　冷凍網１回摘みのくもり等級のＬ*値，光沢，単価

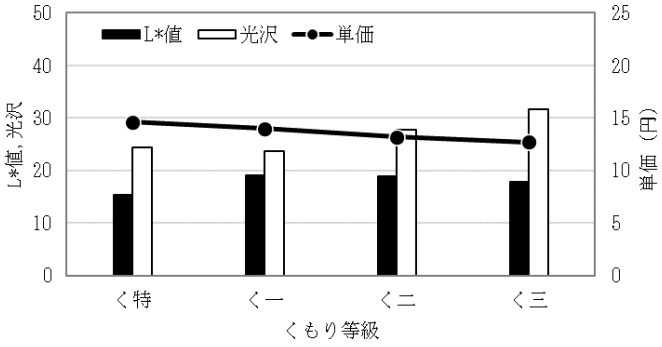


図６　冷凍網２回摘みのくもり等級のＬ*値，光沢，単価

さかった。

2018年1月に出品された冷凍網2回摘みの本等級のＬ*値，光沢，単価を図５に示す。冷凍網２回摘みの本等級は，「上特等」～「七等」の14等級に格付けされていた。Ｌ*値は，9.83～20.11の範囲にあり，冷凍網１回摘みの本等級同様，等級の前後でＬ*値は前後するが，等級が上位であるほどＬ*値は低くなる傾向であった。光沢は，20.48～47.65の範囲にあり，冷凍網１回摘みより高い傾向であった。等級間で明確な傾向は見られなかったが，「上特等」以外は 25 を上回った。単価は，13.10 円～15.49円の範囲にあり，「上一等」～「五等」までは１円も差がなく，等級間の差は小さかった。

2018年1月に出品された冷凍網2回摘みのくもり等級のＬ*値，光沢，単価を図６に示す。冷凍網２回摘みのくもり等級は，「く特等」～「く三等」の４等級に格付けされていた。Ｌ*値は，12.69～14.60 の範囲にあり，等級間で明確な傾向は見られなかった。光沢は，23.76～31.68 の範囲にあり，等級間で明確な傾向は見られなかった。「く三等」の光沢は本等級の「三等」と同等で，31.68と大きかったが，「く特等」～「く二等」は本等級の「特等」～「二等」より低かった。単価は，12.69円～14.60円の範囲にあった。

２．乾ノリの色と乾燥条件

冷凍網１回摘み時に，全自動海苔製造機で加工された乾ノリのＬ*値とその時の全自動海苔製造機内の温度（以下，乾燥温度）の関係を図７に示す。冷凍網１回摘みは，乾燥温度が低いとＬ*値は低くなり，温度とＬ*値に正の相関関係（y=0.602x-13.462，R=0.5851）が認められた。乾燥温度はＡ経営体が 34.09℃～41.17℃の範囲で，Ｂ経営体は37.53℃～44.72℃の範囲であり，Ａ経営体はＢ経営体より乾燥温度を低く設定していた。

冷凍網２回摘み時に，全自動海苔製造機で加工された乾ノリのＬ*値とその時の乾燥温度の関係を図８に示す。冷凍網２回摘みは，乾燥温度とＬ*値に相関関係は認められなかった。乾燥温度はＡ経営体が 38.25℃～43.17℃の範囲で，Ｂ経営体が 39.21℃～43.96℃の範囲であり，2 経営体はおおよそ同じ温度帯で加工していた。また，Ｂ経営体は１回摘みと同じ乾燥温度であったが，Ａ経営体は１回摘みよりも高い乾燥温度であった。

また，乾燥温度を低くした場合の乾ノリの品質を調査するため，Ｂ経営体が2019年1月11日及び2020年1月13 日の冷凍網１回摘み時に加工した際の乾燥温度と乾ノリのＬ*値の推移を図９に示す。加工開始 180 分後～360 分後までの乾燥温度を，2020 年は2019年の 42.40℃より低い 38.13℃で加工した結果，Ｌ*値は，2019年は平均12.58であったが，2020年は平均9.07と，Ｌ*値が低い乾ノリを生産した。

さらに，Ａ経営体が2019年1月10日～11日にノリ原藻を多量に摘採したときについて，加工開始～1000分後までの乾燥温度と乾ノリのＬ*値の推移を図10に，相対

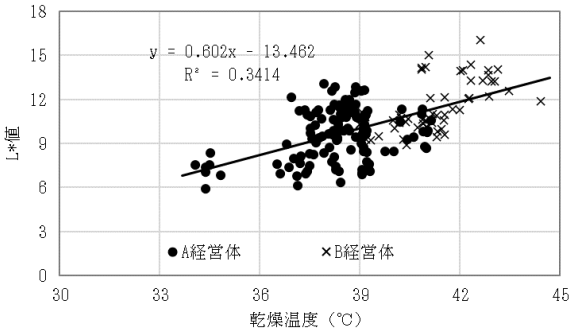


図７　冷凍網１回摘みの２経営体の乾燥温度とＬ*値

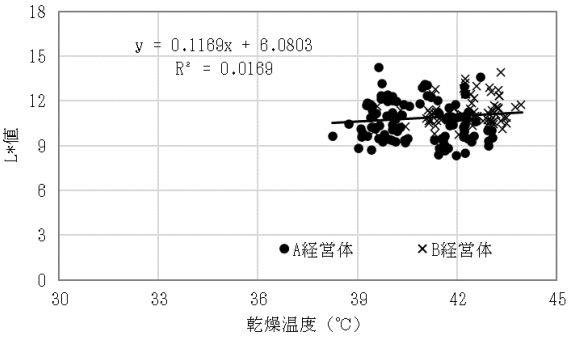


図８　冷凍網２回摘みの２経営体の乾燥温度Ｌ*値

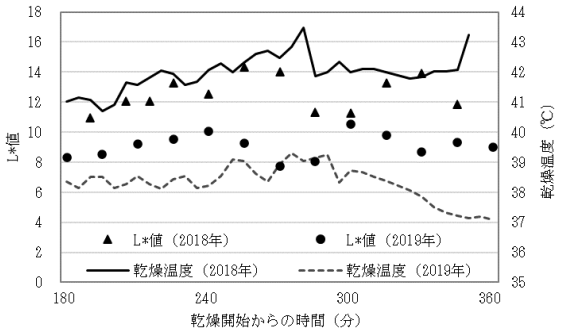


図９　2019年及び2020年の乾燥温度とＬ*値の推移

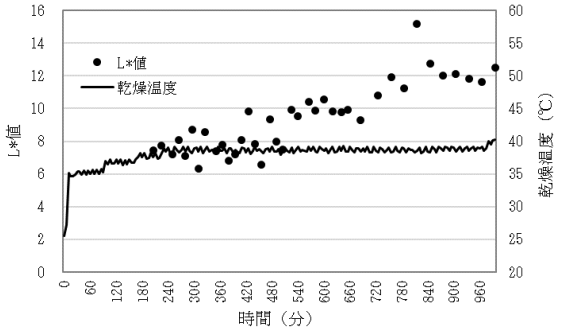


図10　乾燥温度とL*値の推移

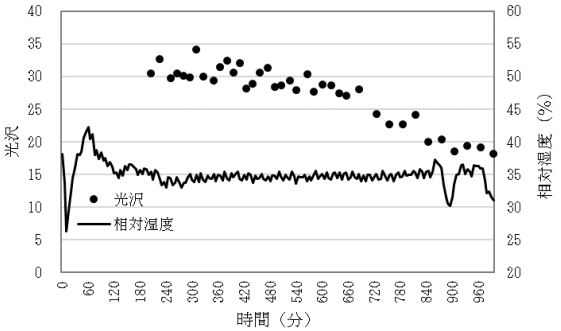


図11　相対湿度と光沢の推移

湿度と光沢の推移を図 11 に示す。

L*値は加工開始 500 分後までは 10 以下で推移していたが，その後，乾燥温度は一定であるにも関わらず，L*値は高くなり始め，最大で 15.17 まで大きくなった。光沢は加工開始 720 分後までは 25 以上で推移していたが，その後，相対湿度は一定であるにも関わらず，光沢は下がり始め，最低で 18.21 まで下がった。

このとき，ノリ原藻の品質が乾ノリの色及び光沢に影響していないことを確認するため，加工開始直後の撹拌槽のノリ原藻及び加工開始 600 分後の撹拌槽のノリ原藻をそれぞれ 1 分間，25℃の淡水に浸漬した後に顕微鏡により検鏡し，死細胞の有無を確認した。乾燥開始直後のノリ原藻を淡水浸漬し処理したものの顕微鏡写真を図 12 に，600 分後のノリ原藻を淡水浸漬処理したものの顕微鏡写真を図 13 に示す。乾燥開始直後のノリ原藻は，死細胞は確認されなかったが，600 分後のノリ原藻は，死細胞が多く確認された。

考　察

冷凍網 1 回摘みの本等級は，L*値が，上位の等級であるほど低い傾向にあり，「優等」のL*値は 11.37 であった。また，2 経営体の乾燥条件の比較から乾燥温度が低いほどL*値が低くなる傾向であり，34.86℃以下で

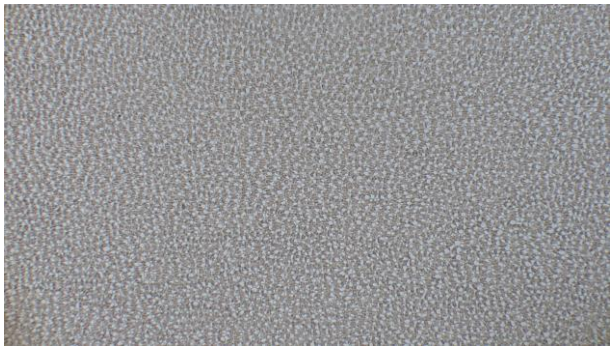


図12　乾燥開始直後のノリ原藻を淡水浸漬処理した顕微鏡写

図13　乾燥開始から600分後のノリ原藻を淡水浸漬処理した顕微鏡写真

乾燥したときのL*値は 8.30 以下となっていたため，乾燥温度の初期設定として，35℃以下が一つの目安となることが考えられた。一方，光沢は等級と明確な傾向は見られなかった。しかし，光沢は，本等級で最も低い「一等」で 25.88，くもり等級の最も高い「く二等」で 22.34 であり，本等級とくもり等級の光沢の境界線はおおよそ 23～25 であると考えられた。よって，くもり等級に格付けされないためには光沢が 25 以上となるように加工すると良いことが示唆された。しかし，今回，乾燥条件と光沢の明確な関係を求めることができなかったため今後の課題としたい。

冷凍網 2 回摘みの本等級も，L*値が，上位の等級であるほど低い傾向にあり，15 円以上する「上特等」のL*値は 12.15，「特等」のL*値が 9.83 であった。これらのことから，低いL*値の乾ノリを生産することが単価を上昇させる一つの要素であることが示唆されたが，2 経営体の乾燥条件の比較からは，1 回摘みのように乾燥温度が低いほどL*値が低くなる傾向は見られなかったため，具体的な乾燥温度を明示することはできなかった。そして，2 回摘みは 1 回摘みと違い，等級間の単価差が小さいため，乾燥温度を高めに設定し，加工に要する時間を短縮するほうが有効であることが示唆された。

また，A経営体が 2019 年 1 月 10 日～11 日に乾燥した際，乾燥開始 500 分後からＬ*値が大きくなり，乾燥開始 720 分後から光沢が下がり始めたことについては，乾燥温度及び相対湿度が一定であり，乾燥開始から 600 分後のノリ原藻に死細胞が多く確認されたことから，撹拌槽で貯留しているうちに，ノリ原藻の劣化が進んでいることが考えられた。細胞の劣化が進行することで，加工中に細胞が破裂し，乾ノリの表面に KCl の結晶が生成され[4)]，光の散乱を引き起こすことで，光沢が下がると推察された。Ｌ*値の低下もこのことが影響しているかもしれないが，明らかにすることはできなかった。撹拌槽でノリ原藻は劣化するため，細胞が劣化する前までに乾ノリへの加工を終了させることが重要であり，計画的に摘採スケジュールを組むことが重要であることが考えられた。また，ノリ原藻が劣化しない撹拌槽での貯留技術の開発も今後の課題としたい。

文　献

1）野田宏行・岩田静昌. 新編海苔製品向上の手引き　全国海苔貝類漁業協同組合連合会 1983：196.

2）渕上哲ら．ノリ製品の「くもり」と「割れ」の乾燥条件．福岡県水産海洋技術センター研究報告 2002；12：89-91.

3）小谷正幸，藤井直幹．ノリ葉体の色と乾燥葉体のアミノ酸量の経時変化．福岡県水産海洋技術センター研究報告 2003；13：27-30.

4）半田亮司ら，高品質ノリ生産技術の開発に関する研究（Ⅰ）．福岡県有明水産試験場研究業務報告 1992；33-60.

福岡水海技セ研報　第 31 号　2021 年 3 月
Bull.Fukuoka.Fisheries.Mar.Technol.Res.Cent.No31.March 2021

豊前海におけるナルトビエイの食性

野副　滉・田中　慎也・黒川　皓平・後川　龍男・大形　拓路[a]
（豊前海研究所）

周防灘では近年，二枚貝類を捕食するナルトビエイの来遊により，アサリ等有用二枚貝類における深刻な漁業被害が発生している。本研究では，知見の少ない福岡県豊前海区におけるナルトビエイの生態解明のため，ナルトビエイの消化管内容物の分析によって得られたデータから当海区における本種の食性について検討した。その結果，当海区における空胃率は 19.7%で，有明海や周防灘南部海域と比較して低かった。特定された捕食生物はマテガイ，バカガイ，アサリ，トリガイ，アカニシ，サルボウガイの 6 種であった。種の特定に至らなかった内容物については，軟体動物門，二枚貝綱，腹足綱，ホヤ綱，新腹足目，マボヤ目，マルスダレガイ目，イガイ科，ザルガイ科，バカガイ科，フネガイ科，マルスダレガイ科が確認された。ナルトビエイの雌雄による捕食生物種の明らかな違いは確認されなかった。捕食した生物の量及び個体数については，大型・中型個体ではマテガイが，小型個体ではアサリが最も多かった。体重に占める消化管内容物の重量比は，小型，中型，大型個体の順に高く，平均値は 0.4%で周防灘南部海域と同程度であった。

キーワード：ナルトビエイ，食性，豊前海

ナルトビエイ *Aetobatus narutobiei* は温帯から熱帯の沿岸域に生息する板鰓類で[1)]，国内では有明海や周防灘等の西日本海域を中心に生息している。成体は体盤幅長が 1m以上に成長し，二枚貝類を捕食することから[2)]，生息域に属する県からは，二枚貝類への食害や混獲による漁具損傷など多くの漁業被害の報告があり[3,4)]，その被害防止・軽減のため有明海や周防灘では年間数十トンの駆除が実施されている。

福岡県豊前海区においても，本種の消化管からアサリ等の有用二枚貝類が多く確認されており[3,5,6)]，他海域同様，食害の被害は深刻であることが推察される。しかし当海区における本種の食性については知見が少ないことから，食害の実態について不明な点も多い。

そこで，豊前海区で捕獲された本種の消化管（胃及び腸）内容物を分析し，捕食生物を特定するとともに，雌雄や体盤幅長別による食性の違いについて検討したので報告する。

方　法

消化管内容物の分析には，2007 年 6 月から 2019 年 8 月までの期間中，図 1 に示した調査点で捕獲されたナルトビエイを使用した。調査は，主に日の出から正午の間に行い，調査期間中に流し刺し網を使用して捕獲されたナルトビエイのうち，無作為に抽出した 223 個体（雄：83 個体，雌：140 個体）を供試魚とした。供試魚は水揚げ直後，または寄港直後に腹部を切開し消化管を摘出した後，直ちにホルマリンまたは冷凍により固定した。消化管内容物については，種の同定を形態的特徴により可能な分類階級まで行うとともに，小塊またはペースト状の内容物については消化物と

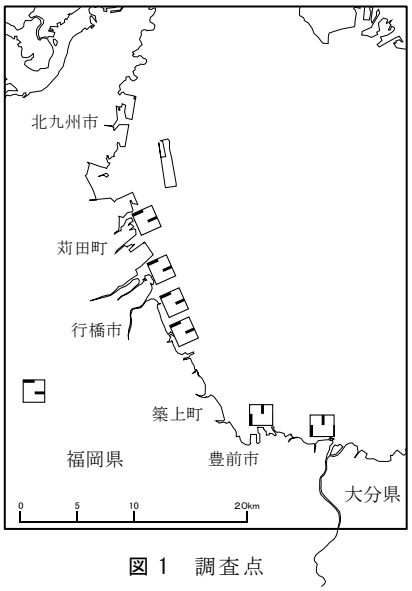


図 1　調査点

a現所属：輸出促進課

表 1　供試魚の詳細

採捕場所	個体数（尾）			体盤幅長（cm）	体重（kg）
	雄	雌	計		
苅田	0	2	2	66.0～67.0（平均：66.5）	3.9～4.4（平均：4.2）
蓑島	65	114	179	33.0～138.6（平均：83.2）	0.5～38.8（平均：11.5）
沓尾	6	5	11	31.0～108.0（平均：82.1）	0.6～20.0（平均：10.7）
稲童	0	1	1	94.0	16.5
宇島	11	14	25	51.0～126.0（平均：86.7）	1.5～37.0（平均：12.3）
吉富	1	4	5	75.0～110.0（平均：94.0）	6.3～22.3（平均：14.0）
計	83	140	223	31.0～138.6（平均：83.7）	0.5～38.8（平均：11.5）

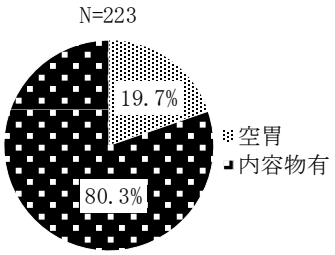


図 2　空胃率（全個体）

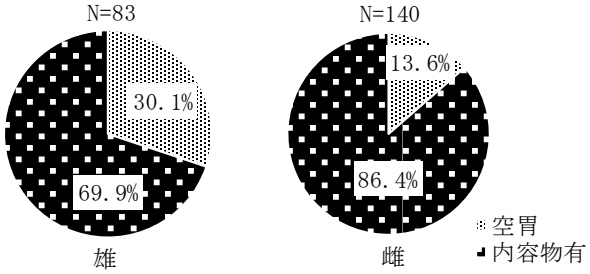


図 3　空胃率（雌雄別）

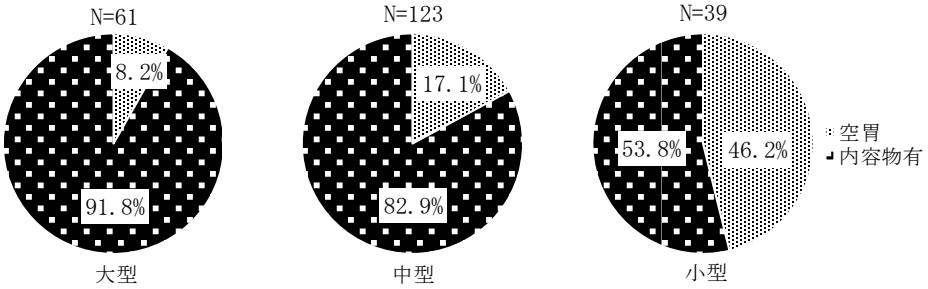


図 4　空胃率（体盤幅長別）

し，各々の湿重量及び出現種数を計測した。体盤幅長については，60cm 以下を小型個体，61cm～100cm を中型個体，101cm 以上を大型個体として区分した。また，内容物が出現した尾数を全尾数で除したものを出現頻度，体重に対する消化管内容物の重量を重量比として算出した。

供試魚の詳細を表 1 に示した。採捕場所別の供試魚の個体数は，苅田が 2 個体，蓑島が 179 個体，沓尾が 11 個体，稲童が 1 個体，宇島が 25 個体，吉富が 5 個体であった。全供試魚の平均体盤幅長は 83.7cm（31.0～138.6cm），平均体重は 11.5kg（0.5～38.8kg）であった。

結　果

1．空胃率

（1）全個体における空胃率

全個体における空胃率を図 2 に示した。全 223 個体のうち，内容物が確認されたものは 179 個体，空胃は 44 個体で，空胃率は 19.7%であった。

（2）雌雄別の空胃率

雌雄別の空胃率を図 3 に示した。雄については，全 83 個体のうち，内容物が確認されたものは 58 個体，空胃は 25 個体で，空胃率は 30.1%であった。雌は，全 140 個体のうち，内容物が確認されたものは 121 個体，空胃は 19 個体で，空胃率は 13.6%であった。

空胃率は，雄が雌の約 2.2 倍高い結果となった。

（3）体盤幅長別の空胃率

体盤幅長別の空胃率を図 4 に示した。

大型個体では，全 61 個体のうち，内容物が確認さ

れたものは 56 個体，空胃は 5 個体で，空胃率は 8.2 %であった。中型個体は，全 123 個体のうち，内容物が確認されたものは 102 個体，空胃は 21 個体で，空胃率は 17.1%であった。小型個体は，全 39 個体のうち，内容物が確認されたものは 21 個体，空胃は 18 個体で，空胃率は 46.2%であった。

空胃率は，小型，中型，大型個体の順で高く，小型と大型個体との間には，約 5.6 倍の差があった。

２．内容物の湿重量及び出現頻度

（１）全個体の湿重量及び出現頻度

全個体の湿重量及び出現頻度を表 2 に示した。

表 2　全個体の湿重量及び出現頻度

	内容物名	湿重量（g）	出現頻度（%）
種特定	マテガイ	1,520.6	26.0
	バカガイ	504.5	5.8
	アサリ	246.0	13.0
	トリガイ	118.4	0.9
	アカニシ	36.0	1.3
	サルボウガイ	24.8	2.2
種不明	軟体動物門	933.7	13.5
	二枚貝綱	756.2	25.1
	バカガイ科	429.4	3.6
	マルスダレガイ科	172.9	5.4
	腹足綱	167.6	11.7
	マルスダレガイ目	115.9	3.1
	ホヤ綱	61.1	1.8
	新腹足目	10.9	0.4
	フネガイ科	10.1	5.8
	イガイ科	9.5	1.3
	ザルガイ科	3.7	0.4
	マボヤ目	0.7	0.4
	消化物	2,024.8	38.1

内容物は，消化物を除く 18 種類で，二枚貝類が主であった。種の特定に至った内容物は 6 種であり，湿重量は重い順に，マテガイ（図 5-A）1,520.6g，バカガイ（図 5-B）504.5g，アサリ（図 5-C）246.0g，トリガイ（図 5-D）118.4g，アカニシ（図 5-E）36.0g，サルボウガイ（図 5-F）24.8g となった。

出現頻度は高い順に，マテガイ 26.0%，アサリ 13.0 %，バカガイ 5.8%，サルボウガイ 2.2%，アカニシ 1.3%，トリガイ 0.9%となった。

消化管内容物の重量が最も重かった個体は，2009 年 5 月 21 日に採捕された雌個体（体盤幅長 128cm，体重 30 kg）で，その湿重量は 409.8g であった。

（２）雌雄別の湿重量及び出現頻度

種の特定に至った内容物について，湿重量及び出現頻度を雌雄別に集計し，表 3 に示した。

雄については，出現種は 5 種で，湿重量は重い順に，マテガイ 581.1g，バカガイ 156.8g，アサリ 78.8g，アカニシ 7.8g，サルボウガイ 5.1g となった。出現頻度は高い順に，マテガイ 10.8%，アサリ 7.2%，バカガイ 3.1%，サルボウガイ 1.3%，アカニシ 0.9%となった。

表 3　雌雄別の湿重量及び出現頻度

内容物名	湿重量（g）		出現頻度（%）	
	雄	雌	雄	雌
マテガイ	581.1	939.5	10.8	15.2
バカガイ	156.8	347.7	3.1	2.7
アサリ	78.8	167.2	7.2	5.8
トリガイ	0	118.4	0	0.9
アカニシ	7.8	28.2	0.9	0.4
サルボウガイ	5.1	19.7	1.3	0.9

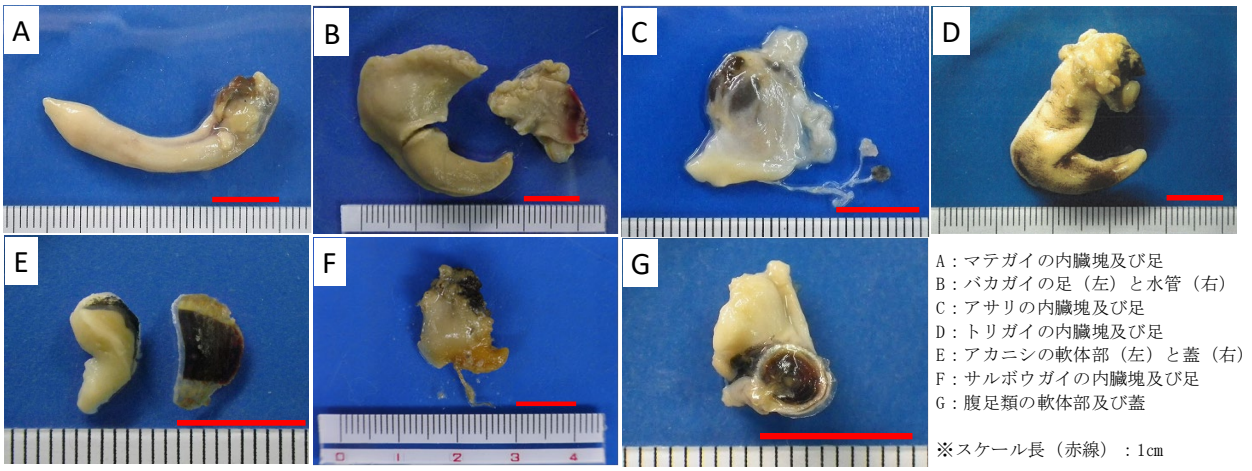


図 5　ナルトビエイの消化管内容物

雌については，出現種は 6 種で，湿重量は重い順に，マテガイ 939.5g，バカガイ 347.7g，アサリ 167.2g，トリガイ 118.4g，アカニシ 28.2g，サルボウガイ 19.7g となった。出現頻度は，高い順にマテガイ 15.2%，アサリ 5.8%，バカガイ 2.7%，トリガイ 0.9%，サルボウガイ 0.9%，アカニシ 0.4%となった。

出現種については，雌からのみトリガイが出現した。湿重量及び出現頻度については，雌雄ともに上位の貝類は同様であり，明らかな傾向は確認されなかった。

（３）体盤幅長別の湿重量及び出現頻度

種の特定に至った内容物について，湿重量及び出現頻度を体盤幅長別に集計し，表 4 に示した。

大型個体については，出現種は 4 種で，湿重量は重い順に，マテガイ 780.0g，バカガイ 211.9g，アカニシ 28.2g，アサリ 0.9g となった。出現頻度は高い順 にマテガイ 34.4%，バカガイ 4.9%，アサリ 3.3%，アカニシ 1.6%となった。

中型個体については，出現種は 6 種で，湿重量は重い順に，マテガイ 730.8g，バカガイ 229.0g，アサリ 126.1g，トリガイ 103.1g，サルボウガイ 24.7g アカニシ 7.8g となった。出現頻度は高い順にマテガイ 27.6%，アサリ 17.9%，バカガイ 6.5%，サルボウガイ 3.3%，アカニシ 1.6%，トリガイ 0.8%となった。

小型個体については，出現種は 5 種で，湿重量は重い順に，アサリ 119.0g，バカガイ 63.7g，トリガイ 15.3g，マテガイ 9.8g，サルボウガイ 0.1g となった。出現頻度は高い順に，アサリ 12.8%，マテガイ 7.7%，バカガイ 5.1%，トリガイ 2.6%，サルボウガイ 2.6%となった。

出現種については大型個体が 4 種と少なく，湿重量は大型及び中型個体ではマテガイが，小型個体ではアサリが最も重い結果となった。出現頻度は大型及び中型個体はマテガイが，小型個体ではアサリが最も高い結果となった。

３．体重に占める消化管内容物の重量比

重量比及び平均体重を表 5 に示した。

（１）全個体の重量比

重量比は 0～5.0%で，平均値及び標準偏差は 0.4±0.6%であった。

（２）雌雄別の重量比

雄の重量比は 0～2.8%，平均値及び標準偏差は 0.4±0.5%であった。雌は 0～5.0%で，平均値及び標準偏差は 0.4±0.6%であった。

表 4　体盤幅長別の湿重量及び出現種

内容物名	湿重量（g）			出現頻度（%）		
	大型	中型	小型	大型	中型	小型
マテガイ	780.0	730.8	9.8	34.4	27.6	7.7
バカガイ	211.9	229.0	63.7	4.9	6.5	5.1
アサリ	0.9	126.1	119.0	3.3	17.9	12.8
トリガイ	0	103.1	15.3	0	0.8	2.6
アカニシ	28.2	7.8	0	1.6	1.6	0
サルボウガイ	0	24.7	0.1	0	3.3	2.6

表 5　重量比及び平均体重

	平均体重（kg）	重量比（%）			
		最小値	最大値	平均値	標準偏差
全個体	11.5	0	5.0	0.4	0.6
雄	6.7	0	2.8	0.4	0.5
雌	14.4	0	5.0	0.4	0.6
大型	24.0	0	1.4	0.2	0.3
中型	8.4	0	2.8	0.3	0.4
小型	1.8	0	5.0	0.6	1.0

（３）体盤幅長別の重量比

大型個体の重量比は 0～1.4%で，平均値及び標準偏差は 0.2±0.3%であった。中型個体は 0～2.8%で，平均値及び標準偏差は 0.3±0.4%であった。小型個体は 0～5.0%で，平均値及び標準偏差は 0.6±1.0%であった。

考　　察

当海区におけるナルトビエイの空胃率は 19.7%であり，おおよそ 5 個体に 1 個体が空胃であった。他海域の空胃率については，有明海では 30.3%[7]，周防灘南部沿岸域では 25.0%[8] であったことが報告されている。これらと比較すると，当海区の空胃率は他海域よりも低いことが示唆された。また，雌雄別，体盤幅長別にみると，小型の雄個体における空胃率が高い傾向にあった。空胃率は，餌生物の生息状況やナルトビエイの摂餌時間帯，消化能力等の生態とも密接な関係があることから，これらを解明することでより正確な知見が得られると考えられる。

消化管内容物の湿重量及び出現頻度について，種が特定できた全 6 種のうち，5 種が二枚貝類であった。ナルトビエイは主に二枚貝類を捕食することが報告されているが[2,8,9]，当海区においても同様の傾向であった。また，出現種はすべて当海区の浅海域に多数生息

している種で,最も多く出現したマテガイについては,豊前海の中でも行橋市地先に多く生息する種であった。他海域の報告からは，ナルトビエイは生息域に高密度で生息する貝類を集中して捕食することが報告されていることから[8]，当海区でマテガイが頻出したのは，嗜好性よりも，地域における生息数によるものであると推察された。また，今回の調査では，周防灘南部海域[8]と同様に，腹足綱の生物（図 5-G）の出現が確認された。豊前海で捕食される生物については，多くが二枚貝類であると考えられてきたが[3],腹足綱(アカニシ，新腹側目含む）は全 223 尾中，30 尾の内容物から出現しており，当海区においては二枚貝類以外の生物も能動的に捕食していることが推察された。

湿重量及び出現頻度を雌雄別にみたが，雌雄における傾向は確認されなかった。雌のみ，2 個体からトリガイが出現したものの，出現頻度は 0.9%と低いため，性差である可能性は低いと考えられる。ただし，有明海では雌雄による食性の違いが推察されている[2]ことから，データの蓄積が必要と考えられる。

湿重量及び出現頻度を体盤幅長別にみると，特に小型個体において，マテガイの出現が少なかった。マテガイはアサリ等の二枚貝類と比較して，深い底質中に生息する[10]ことから,小型個体の捕食能力では十分な量を捕食できなかったものと考えられた。

体重に占める消化管内容物の重量比については，全個体の平均値は 0.4%で,周防灘南部海域の 0.4%[8]と同等であり，有明海の 0.7%[11]，1.0%[12]よりも低かった。当海区の最大重量比は 5.0%で,有明海の 9.8%[12]よりも低く，周防灘南部海域の 0.8%[8]よりも高かった。雌雄別，体盤幅長別では，小型の雌個体で高い傾向がみられた。ただし,重量比は体重で標準化したものであることから,実際の捕食量は大型個体の方が多いため,二枚貝類における食害は大型の雌個体によるものが大きいことが示唆された。

文　献

1）中坊徹次．日本産魚類検索「全種の同定 2」（中坊徹次編） 東海大学出版会，東京．2000.

2）山口敦子．日本の沿岸域へのナルトビエイ *Aetobatus flagellum* の出現と漁業への影響．月刊海洋号外，東京．2006；**45**：75-79.

3）大形拓路，野副滉，佐藤利幸，俵積田貴彦．大型クラゲ等有害生物事業－ナルトビエイ出現調査－．福岡県水産海洋技術センター事業報告 2017；334-335.

4）和西昭仁，小柳隆文．周防灘沿岸に出現するナルトビエイの生態に関する知見Ⅰ－山陽小野田における出現傾向．山口県水産研究センター研究報告　2009；**7**：69-76.

5）俵積田貴彦，中川浩一，石谷誠．漁場環境保全対策事業（3）ナルトビエイ出現調査．福岡県水産海洋技術センター事業報告 2009；310-312.

6）野副滉，惠﨑摂，黒川皓平，田中慎也，俵積田貴彦．大型クラゲ等有害生物事業－ナルトビエイ出現調査－．福岡県水産海洋技術センター事業報告 2020；303-304.

7）有明海・八代海総合調査評価委員会報告書．有明海・八代海等総合調査評価委員会 2006；47.

8）伊藤龍星，平川千修．胃と腸の内容物からみた周防灘南部沿岸におけるナルトビエイの食性．水産技術，東京．2009；**1(2)**：39-44.

9）亀井良則，浜口昌巳，萱野泰久．岡山県沿岸域で採捕されたナルトビエイの消化管内容物．岡山県水産試験場報告 2009；32-34.

10）三浦知之．干潟の生き物図鑑 南方新社，鹿児島．2008.

11）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．佐賀県有明海水産振興センター研究報告　2004；**22**：29-33.

12）Yamaguchi A, Kawahara I, Ito S. Occurrence, Growth and Food of Longheaded Eagle Ray, Aetobatus flagellum, in Ariake Sound, Kyushu, Japan. *Environmental Biology of Fishes* 2005；**74(2)**：229-238

福岡水海技セ研報　第 31 号　2021 年 3 月
Bull. Fukuoka. Fisheries. Mar. Technol. Res. Cent. No31. March 2021

豊前海域における主要漁獲物の市場・小売価格の推移

黒川　皓平・後川　龍男・野副　滉　・田中　慎也
（豊前海研究所）

豊前海の主要漁獲物の魚市場・鮮魚店・直売所における価格推移を検討した。市場価格は，市場の取扱量に左右されるが，その変動幅は小さかった。一方で，鮮魚店価格は市場での取扱量に関わらず，上昇傾向が続いており，近年の価格は，全ての魚種で 2000 年代初めの価格を上回っていた。こうした動向に伴い，生産者価格に対する消費者価格の比は，取扱量に関わらず低下傾向が続いており，消費者価格と生産者価格の価格差が拡大していると推察された。直売所価格は，全ての魚種で，どの年代の市場価格より高く設定されており，大部分の魚種では，市場価格と鮮魚店価格の中間に設定されていた。例外的に，ガザミの様な高級食材は，鮮魚店よりも観光客をターゲットとした直売所の方が価格が高く設定される傾向がみられた。

キーワード：魚価，市場，小売店，鮮魚店，直売所

我が国の水産物の漁獲量及び国内消費量は 2000 年以降減少傾向が続いており，平均産地価格は上昇傾向にある。一方で，世界的に見ると，水産物の消費量は増加傾向であり，これに伴い，水産物の取引価格は上昇基調にある[1)]。昨今，事あるごとに「魚価の低迷」という言葉が使われるが，施策の策定にはその動向を正確に把握する必要がある。しかし，豊前海域における主要漁獲物の価格動向を調査した報告はない。

そこで本研究では，近年の豊前海における魚価の動向を把握することを目的とし，主要漁獲物の魚市場，鮮魚店及び直売所における価格推移を検討した。

方　法

調査期間は 2001 年－2019 年とし，調査対象は行橋市魚市場の取扱量が増加傾向にあるウシノシタ類（アカシタビラメ *Cynoglossus joyneri*，イヌノシタ *Cynoglossus robustus* の総称），コチ類（マゴチ *Platycephalus* sp. 2，ヨシノゴチ *Platycephalus* sp. 1 の総称），コウイカ *Sepia (Platysepia) esculenta* 及び減少傾向にある小型エビ類（アカエビ *Metapenaeopsis barbaraz*，トラエビ *Metapenaeopsis acclivis*，小型のサルエビ *Trachysalambria curvirostris* の総称），ヨシエビ *Metapenaeus ensis*，ガザミ *Portunus (Portunus) trituberculatus* の 6 種とした。この 6 種で，2019 年の行橋市魚市場の取扱量の約 17%を占める。

まず，行橋市魚市場の取扱量は箱単位であるため，2017－2019 年の魚体測定データを用い，測定長と体重関係をアロメトリー式に当てはめ，各魚種の測定長－体重関係式のパラメータを推定した。次に，行橋市魚市場における一箱の平均入数と平均測定長及び測定長－体重関係式から箱－重量換算式を作成した。ただし，小型エビ類は実測値（重量）の平均である。

鮮魚店・直売所における価格調査では行橋市内の鮮魚店 1 軒，豊前市内の直売所 1 軒を対象とした調査データから，それぞれ魚種別単価を算出した。ただし，直売所に関しては，2016－2019 年のデータのみを使用した。

それぞれ算出した単価は，総務省統計局公表の消費者物価指数[2)]でデフレートし，単価の実質値を比較した。

また，データ数の少ない年や突発的な水揚げ量の増減による影響を平均化し，長期的な価格変動を比較するため，5 年ごとの平均単価の推移からその動向を考察した。ただし，2016 年－2019 年は 4 年間の平均である。

結　果

1. 箱換算式

各魚種の魚市場における箱重量換算値を表 1 に示した。

平均測定長は魚体測定調査での測定長の平均値である。係数A及びBは，測定長-体重関係式（式1）における係数であり，箱重量換算式（式2）により，一箱重量を算出した。

表1　行橋市魚市場における箱重量換算表

魚種	測定部位	平均測定長 (mm)	平均入数 (尾)	A	B	1箱重量 (kg)
ウシノシタ類	全長	291	12	353.0	2.65	**1.4**
コチ類	全長	449	2.7	11.74	3.29	**1.7**
コウイカ	外套長	145	7.5	2983	2.77	**2.2**
ヨシエビ	体長	113	120	146.9	2.97	**2.2**
小型エビ類	体長	－	－	－	－	**2.5**
ガザミ	全甲幅長	161	6.4	845.2	2.90	**1.4**

$$\text{魚体重量(g)} = A \times 10^{-7} \times \text{測定長(mm)}^{B} \quad \cdots \text{式1}$$

$$\text{1箱重量(kg)} = \frac{\text{魚体重量(g)} \times \text{平均入数(尾)}}{1000} \quad \cdots \text{式2}$$

２．市場，鮮魚店及び直売所における魚価の動向

（１）取扱量が増加傾向にある魚種の価格動向

取扱量が増加傾向にあるウシノシタ類，コチ類，コウイカの市場，鮮魚店及び直売所における価格動向を図1～3に示した。折れ線グラフはデフレート後の市場，小売店における単価，棒グラフは行橋市魚市場における5年間（2016－2019年は4年間）の年平均取扱量である。ウシノシタ類及びコチ類の取扱量は増加の一途をたどっていた。一方で，コウイカの取扱量は，2000年代初期と比較して高い水準にはあるものの，直近 14 年間は横ばい～減少で推移していた。

ウシノシタ類及びコチ類の市場単価は，取扱量の増加に伴い，緩やかな低下傾向を示し，2016－2019 年の単価は2001－2005 年の 86%及び 65%であった。一方で，コウイカの市場単価は，取扱量が増加した 2006－2010 年に 2001－2005 年の 88%まで下落し，2011－2015 年までその傾向が続いたが，2016－2019年は上昇に転じ，2001－2005年の103%であった。

鮮魚店単価は，3魚種とも市場単価の低下に反し，上昇傾向であり，2016－2019 年の単価は 2001－2005 年の 165～191%であった。

また， ウシノシタ類及びコチ類の直売所単価は，それぞれ鮮魚店単価の 49%及び 37%であったが，コウイカは130%と，直売所単価が鮮魚店単価を上回っていた。

（２）取扱が減少傾向にある魚種の価格動向

取扱量が減少傾向にあるヨシエビ，ガザミ，小型エビ類の市場・鮮魚店・直売所における価格動向を図4～6に示した。取扱量は，3魚種とも2001－2010年代は横ばい～増加で推移していたが，近年は減少傾向であった。ヨシエビ及びガザミの市場単価は，2006－2010年にかけての取扱量の増加を受け，それぞれ2001－2005年の95%及び85%まで下落したものの，その後は上昇に転じ，2016－2019 年は2001－2005年の112%及び96%であった。一方で，小型エビ類の市場単価は，上昇傾向が続いており，2006－2019年は2001－2005年の127%であった。

ガザミ及び小型エビ類の鮮魚店単価は，上昇傾向が続いていており，2016－2019 年は 2001－2005 年の 159%及び195%であった。一方で，ヨシエビの鮮魚店単価は，取扱量が増加した2006－2010年に2001－2005年の89%まで下落したが，取扱量の減少した 2011－2019 年は上昇に転じ，2016－2019年は2001－2005年の131%であった。

また，ヨシエビ及び小型エビ類の直売所単価は，それぞれ鮮魚店単価の56%及び66%であったが，ガザミは159%と直売所単価が鮮魚店単価を上回っていた。

（３）生産者/消費者価格の推移

各魚種の消費者価格に対する生産者価格の推移を図7に示した。これは，市場単価を鮮魚店単価で割った値であり，この値が大きくなれば，両市場間の価格差は縮小し，小さくなれば拡大していることを示す。消費者価格に対する生産者価格は，全ての魚種において 2011－2015 年及び 2016－2019 年の値が 2000 年代初期の値を下回っており，価格差が拡大してきていることが示唆された。また，2016－2019 年の値は，ガザミが最大で47%，コチ類が最小で10%程度であった。

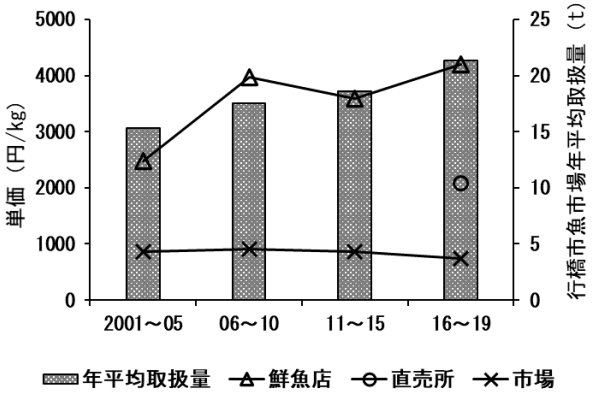


図1　ウシノシタ類の取扱量及び価格の動向

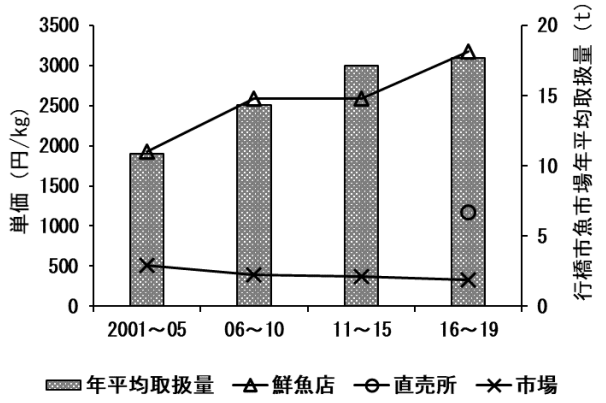


図2　コチ類の取扱量及び価格の動向

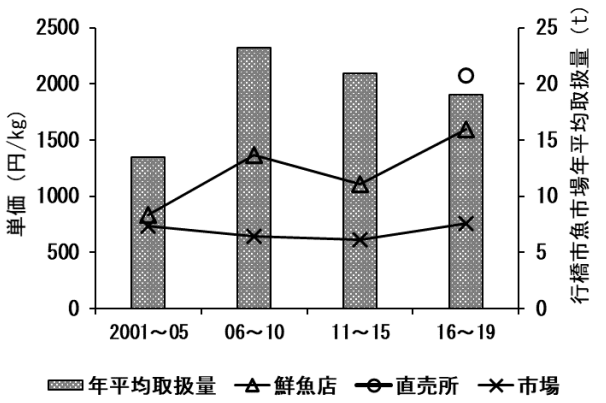


図3　コウイカの取扱量及び価格の動向

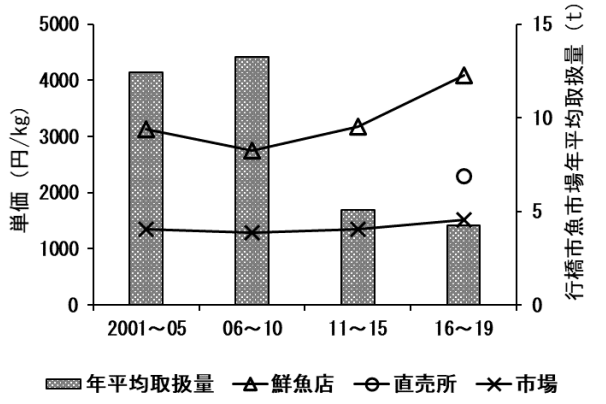


図4　ヨシエビの取扱量及び価格の動向

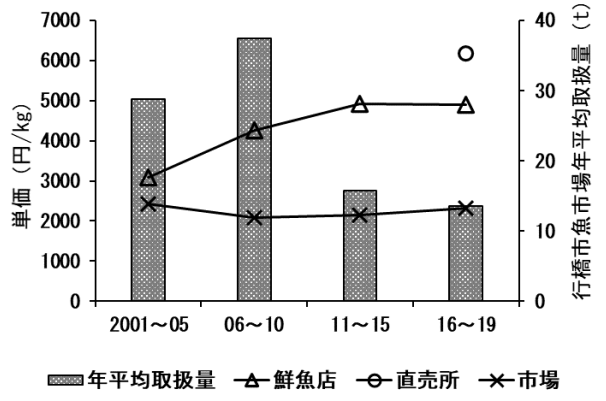


図5　ガザミの取扱量及び価格の動向

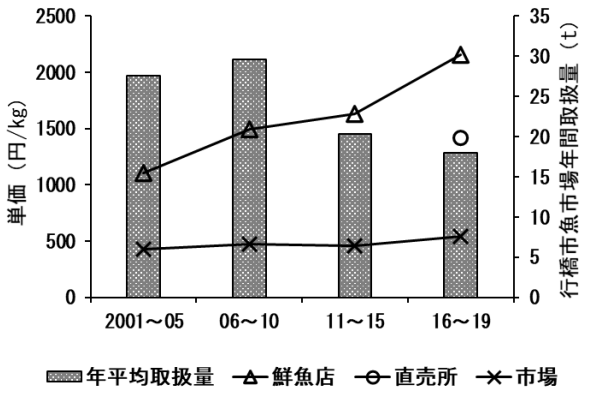


図6　小型エビ類の取扱量及び価格の動向

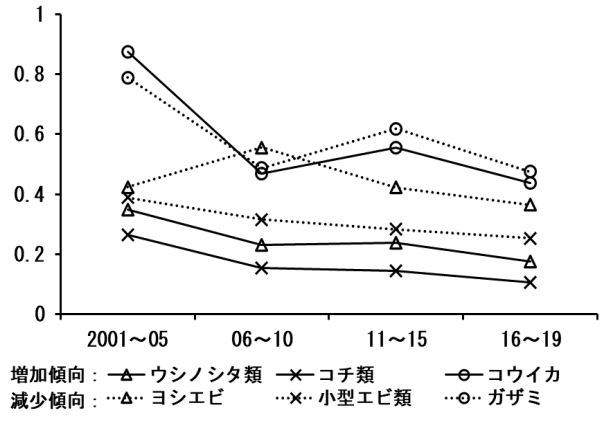


図7　消費者価格に対する生産者価格比の推移

考　察

水産物の価格は，漁獲状況や国内外の需要の動向など様々な要因の影響を受け変動するが，一般的に，取扱量が増加すれば価格は下落し，減少すれば高騰する。一方で，価格形成力の低い零細な産地市場の少量漁獲魚種については，取扱量の増加に応じて価格が上昇する事例も報告されている[3]。ここで，当該海域の代表的な産地市場である行橋市魚市場において 2001～2005 年を基準とした取扱量が増加傾向にあるウシノシタ類，コチ類及び，コウイカにおいては，取扱量が増加すれば単価は下落し，取扱量が減少すれば単価は上昇する傾向がみられた。また，その傾向は取扱量が減少傾向にあるヨシエビ，ガザミ，小型エビ類においても同様であった。ただし，それぞれの単価の長期的な変動幅は小さく，供給量に対する価格の反応が鈍いことが示唆された。これは，当該地域は消費者人口が少ないことで，遠方地域へ需要が分散するため，供給量が取引価格に与える影響が小さいことが要因として考えられた。

魚市場及び鮮魚店の価格動向を反映し，消費者価格に対する生産者価格の割合は低下傾向にあり，価格差が拡大してきていると推察された。農林水産省の「平成 29 年度(2017 年度）食品流通段階別価格形成調査」によると，全国の水産物の鮮魚価格に占める生産者受け取り価格は平均31.6%であり，2008 年度（25.0%）以降上昇傾向が続いているが[5]，本調査ではこれに反する結果となった。これは，今回調査対象とした鮮魚店は，固定客の利用率が高い鮮魚鮮魚店 1 軒のみであるため，需要と供給のバランスによる価格形成が働き辛い環境が反映されているためだと思われた。流通ルート全体の消費者価格と生産者価格の関係を考察するには，スーパーマーケットや大型商業施設等の量販店でのさらなる価格調査が必要であろう。

ここで，漁業収入は，出荷する市場の取引価格に大きく影響を受けるため，価格動向が漁業収入に及ぼす影響について考察する。図 8 は，標本船日誌及び農林統計から算出した小型底びき網漁業者の 1 日当たりの漁獲金額と，漁獲量の推移である。近年の 1 日当たりの漁獲金額及び漁獲量は増減を繰り返しながら推移しているが，両者の挙動はほぼ一致していることがわかる。当該海域においては，市場価格の経年変動幅が小さく，安定しているため，漁獲量と漁獲金額の変動が密接にリンクしていると推察された。

直売所価格は，市場価格と鮮魚店価格の中間に設定され

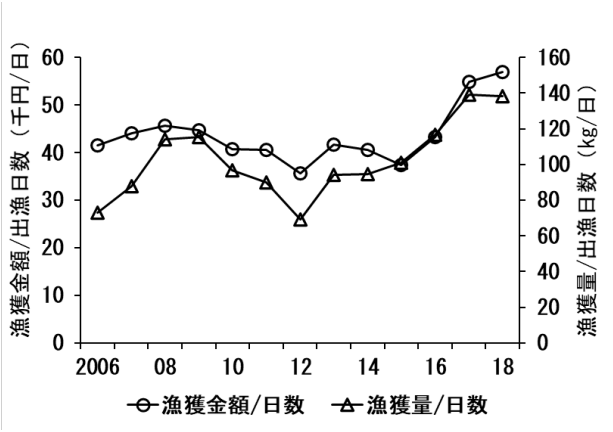


図 8　小型底びき網漁業者の漁獲金額及び漁獲量の推移

る傾向がみられたが，ガザミのような高級魚やコウイカのように当該地域において季節の風物詩となっている魚種については，直売所価格の方が鮮魚店価格よりも高く設定されていた。これは，こうした魚種は観光客をターゲットとする直売所の方が高い需要を見込めるためであると推察された。

また，当該海域は市場規模が小さく，価格形成力が弱いため，ロットが揃わないあるいは過剰供給といった要因により，価格が低水準に抑えられている可能性がある。豊前海で水揚げされる大量の漁獲物を流通に乗せるには市場は欠かせない存在ではあるが，市場価格が低迷する中，今後は各地の直売所を活用し，自らの値決めによる販売あるいは消費者が求める一次加工や加工品開発による積極的な取り組みによる収入・収益の向上が肝要である。

文　献

1）令和元年度水産白書．水産庁．https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/r01_h/trend/index.html，2020 年 8 月 28 日閲覧

2）2015 年基準消費者物価指数．総務省統計局．http://www.stat.go.jp/data/cpi/historic.html#zenkoku，2020 年 8 月 28 日閲覧

3）阪井　裕太郎，成尾　俊亮，鈴木　崇史，八木　信行．少量漁獲魚種の産地価格形成－マトウダイを事例として－．日本水産学会誌　2018；**84**：4.696-704.

4）食品流通段階別価格形成調査．農林水産省．https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/syokuhin_kakaku/，2020 年 8 月 28 日閲覧

福岡水海技セ研報　第 31 号　2021 年 3 月
Bull. Fukuoka. Fisheries. Mar. Technol. Res. Cent. No31. March 2021

福岡県における漁業就業構造の変化

廣瀬　道宣
（水産海洋技術センター）

福岡県における漁業就業構造の現状と変化を把握するために，漁業センサスと過去に実施された漁業就業構造に関するアンケート調査のデータを用い解析を行った。福岡県における就業者数は，1988 年から 2018 年の 30 年間で男性は 8,757 人から 3,633 人に，女性は 3,087 人から 743 人に減少していた。漁業種類別にみると，筑前海区，有明海区，豊前海区のいずれの海区においても，全漁業種類で 1992 年から 2018 年にかけて高齢化が進行していた。また，2018 年の 30 歳未満の就業者の割合が，筑前海区では 2 そうごち網，中型まき網，有明海区ではのり養殖，豊前海区ではかき養殖で他の漁業種類と比べると高く，比較的後継者を確保できていると考えられた。

キーワード：漁業就業構造，高齢化，後継者不足

沿岸漁業では全国的に後継者不足や就業者の高齢化により，他産業と比較して高齢層へのシフトが著しく，就業構造の不均衡が指摘されている[1)]。福岡県における漁業就業構造の実態については，過去に報告があるが[2-4)]，近年の状況は把握できてない。そこで，本研究では，漁業センサスと本県で行った漁業就業構造に関するアンケート調査をもとに，過去の報告と比較を行い，漁業就業構造の現状と変化を把握することを目的とした。

資料および方法

就業者数の推移については，1988 年から 2018 年まで 5 年ごとの漁業センサス，年齢構成の推移については，1988 年から 2018 年まで 10 年ごとの漁業センサスを用い，海区別男女別の比較を行った。

漁業種類別年齢構成については，県漁業管理課が本県沿岸全 34 漁協に対して 2018 年 4 月に実施した漁業就業構造に関するアンケート調査結果を用いた。調査対象は，組合員と准組合員で，回収率は 100%であった。アンケートの調査項目は，氏名，年齢（2018 年 3 月 31 日現在），主たる漁業種類，漁船番号の 4 項目である。また，就業構造の変化をみるため，1991 年 11 月に県水産振興課が実施した調査（1992 年 4 月 1 日現在）[2)]および水産海洋技術センターが 2003～2004 年に実施した調査（筑前海：2003 年 4 月 1 日現在，有明海：2005 年 4 月 1 日現在，豊前海 2004 年 4 月 1 日現在）[3,4)]の結果を用いた。年齢層については，過去の報告に合わせ[2-4)]，漁業種類毎に，30 歳未満の青年層，30～64 歳の壮年層，65 歳以上の高齢層の 3 つの構成割合をみた。漁業種類について，男性は 30 人以上の種類を選定し，女性は，男性で選定された種類とした。

結果および考察

1. 就業者数の推移

漁業センサスからみた県全体及び 3 海区の男女別就業者数の推移を図 1 に示した。

県全体の就業者数は，1988 年に男性は 8,757 人，女性は 3,087 人であったが，30 年後の 2018 年には，男性は 3,633 人と 59%減少し，女性は 743 人と 76%減少していた。

筑前海区の就業者数は，1988 年に男性は 4,666 人，女性は 575 人であったが，30 年後には，男性は 1,811 人と 61%減少し，女性は 106 人と 82%減少していた。

有明海区の就業者数は，1988 年に男性は 3,204 人，女性は 2,362 人であったが，30 年後には，男性は 1,403 人と 56%減少し，女性は 477 人と 80%減少していた。

豊前海区の就業者数は，1988 年に男性は 887 人，女性は 515 人であったが，30 年後には，男性は 419 人と 53%減少し，女性は 160 人と 69%減少していた。

宮本ら[3,4]は，2003年から15年後の2018年にかけて，漁業就業者は，県全体で男性は半減，女性は1／3まで減少し，各海区では，男性は3海区とも半減，女性は，豊前海区で半減，筑前，有明海区では，約1／3まで減少すると予測している。

実際には，2003年を基準とした2018年の就業者数は，県全体でみると，男性では26%減，女性では半減に留まった。海区別にみると，筑前海区では，男性で31%減に留まったのに対し，女性では予測どおり約1／3まで減少した。これは，男性を主体とした中型まき網，2そうごち網，はえ縄などの大型の漁船漁業の就業者の減少が少なかったことやかき養殖が順調に発展した[5]ことが要因であると考えられた。有明海区では，男性で20%減に留まったのに対し，女性では予測どおり約1／3まで減少した。これは，主幹産業であるのり養殖の男性就業者の減少が少なかったためであると考えられた。豊前海区では，男性で19%減，女性で41%減に留まり，これは，小型の漁船漁業や採貝など高齢になっても続けられる漁業が多く，高齢者の離職が少なかったためであると考えられた。

2. 各海区の年齢構成

漁業センサスからみた県全体及び海区別の男女別年齢構成の推移を図2に示した。

県全体では，男女ともに，1988年は50～54歳の階層を主体とした単峰型を示し，その後，年齢構成の型は大きく変化しないまま図の右下方に向けて推移し，2018年には，明確な山が形成されず，65歳以上にむけてなだらかな上昇傾向がみられた。

筑前海区の男性は，1988年は，戦後の新規若年参入者世代であった50～54歳の昭和一桁世代と35～39歳のその後継世代を主体とした2峰型を示し[2,3]，10年後も同様であったが，2008年以降は，単峰型を示した。これは，昭和一桁世代の加齢による引退によるものと考えられた。一方，筑前海区の女性は，1988年には50～54歳の階層を主体とした単峰型を示し，10年後もこの階層の単峰型を示したが，2008年以降，明確な山がみられず，2008年には50～54歳の階層と65～69歳の階層に，2018年には50～54歳の階層と70～74歳の階層にわずかに山を示した。

有明海区の男性は，1988年に20～29歳の階層と50～54歳の階層を主体とした2峰型を示したのに対し，女性は45～49歳の階層を主体とした単峰型を示し，男女ともに，年齢構成の型が大きく変化しないまま右下方に向けて推移し，2018年には，明確な山が形成されず，男性は65歳以上，女性は60歳以上にむけてなだらかな

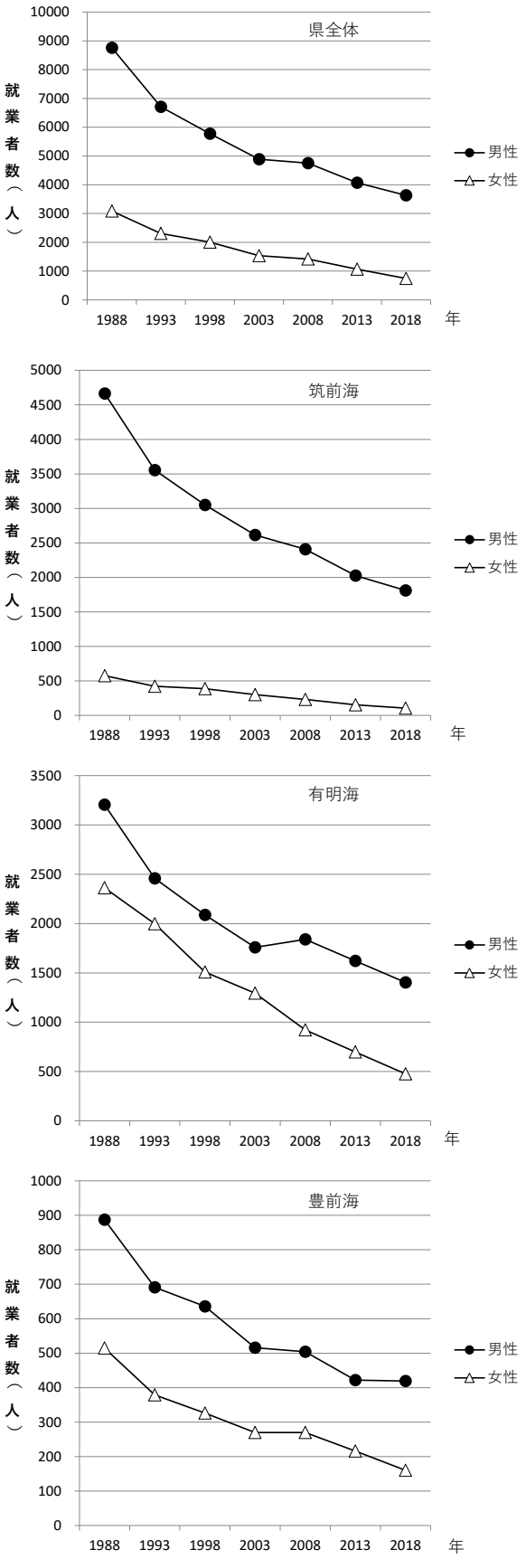


図1　男女別就業者数の推移

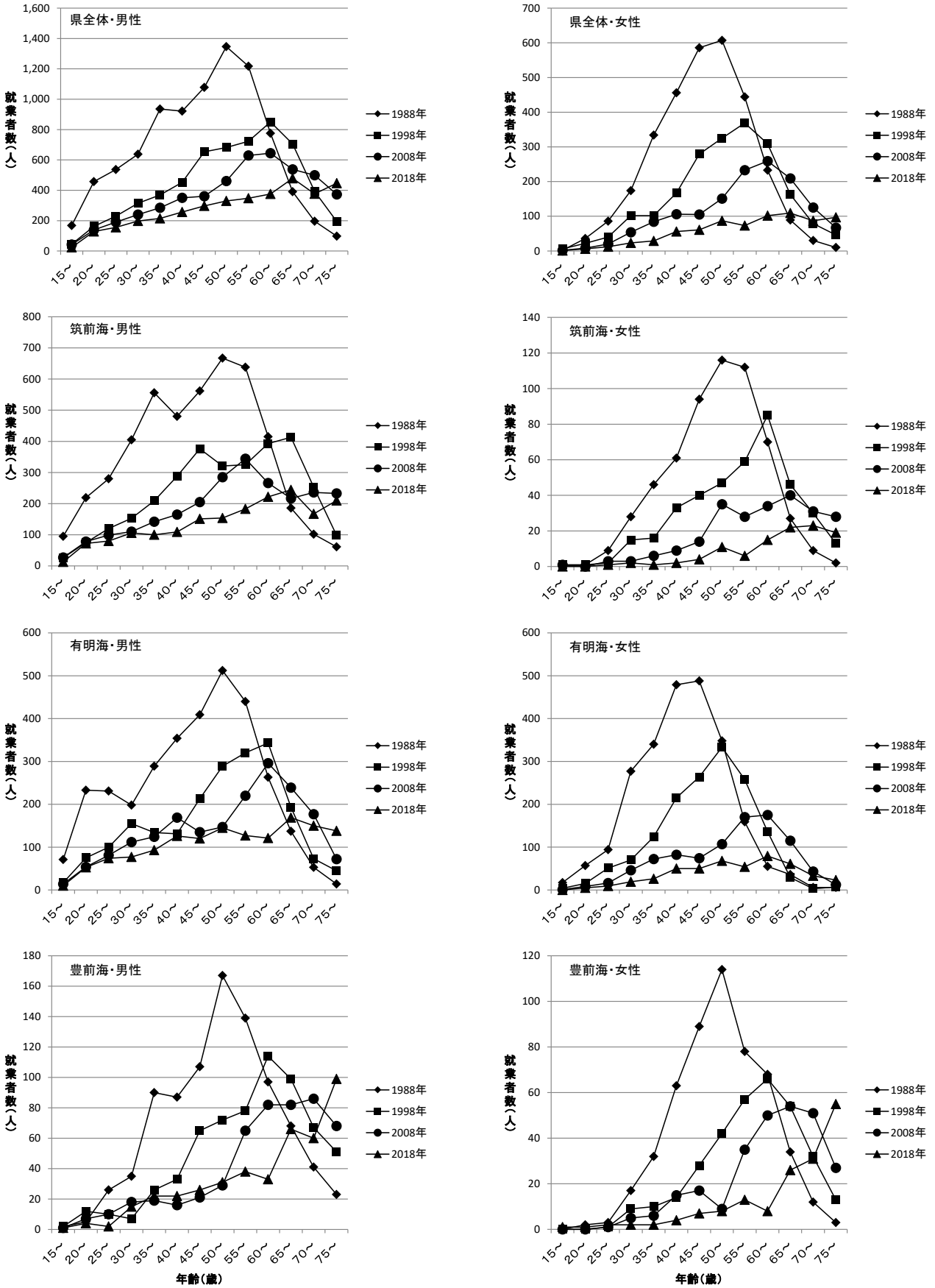


図 2 男女別年齢構成の推移

上昇傾向がみられた。これは，男性では，55～69 歳の階層の引退などによる減少，女性では全体に就業者数が減少していることが要因であると考えられた。

豊前海区では，男女ともに 1988 年は 50～54 歳の階層を主体とした単峰型を示し，2008 年までは年齢構成の型が大きく変化しないまま右下方に向けて推移したが，2018 年には，75 歳以上の階層を主体とする年齢構成になった。このことから，豊前海では，小型の漁船漁業が多いため高齢者の継続した就業が可能で，75 歳を過ぎても引退せずに漁業を営んでいる就業者が多く，高齢化が進行していると考えられた。

3. 漁業種類別年齢構成

漁業種類別にみた 3 海区の就業者の年齢構成の変化を図 3～5 に示した。

筑前海区の主な大型漁船漁業についてみると，中型まき網では，1992 年から 2018 年にかけて就業者数は 167 名から 121 名に減少していたが，年齢構成はほとんど変わらず高齢層の占める割合も 7%から 11%と大きな変化はみられなかった。2 そうごち網では，1992 年から 2018 年にかけて就業者数は 264 名から 145 名に大きく減少し，高齢層の割合が 1%から 25%に増加していた。いずれの漁業種類も他の漁業種類と比較すると高齢層の占める割合が低く，青年層，壮年層の割合が高かった。これは，これらの漁業が船団構成で操業され重労働であるため，高齢者の就業が困難であることや，船団を形成する漁業では，新規就業者を積極的に雇用することが要因であると考えられた。小型漁船で単身操業する一本釣や刺網では，1992 年のそれぞれ 872 人，765 人，2003 年 809 人，823 人と大きな変化はないが，2018 年には 532 人，350 人と大幅に減少している。高齢層の割合は 1992 年ではそれぞれ 26%，19%，2003 年には 44%，41%に増加していたが，2018 年には 52%，40%と大きな変化はなかった。この傾向は，他の小型漁船漁業にもみられ，2003 年から 2018 年にかけて就業者数は減少しているが，高齢層はあまり増加していない。これは，一定の割合で高齢者が離職しているためと考えられた。かき養殖は，1992 年から 2003 年にかけて就業者数は，男性 4 人から 21 人，さらに 2018 年には 55 人と急増している。一方，女性は 1992 年と 2003 年は 0 人で，2018 年に 1 人となっている。女性就業者が少ないのは，筑前海区では雇用労働を主体としている [6] ためであると考えられた。

有明海区についてみると，就業者数が 1988 年から 2008 年にかけて減少している中で，主幹漁業であるのり養殖業も，1992 年から 2005 年にかけて男性 1,644 人から 989 人，女性 612 人から 351 人と著しい就業者数の減少がみられ，2005 年から 2018 年にかけて男性は 989 人から 971 人とほとんど変化していないが，女性は 351 人から 251 人と減少がみられた。高齢層の割合は，男性で 1992 年 14%から 2005 年 32%と倍増したが，2018 年は 34%とほとんど変わっていない。一方，女性は 1992 年の 16%から 2005 年の 34%へと倍増し，2018 年には 42%に増加していた。2005 年以降，女性は新規就業者が少なく，高齢化が進んでいるものの，男性は就業者数，年齢構成ともに大きな変化はないことから，適度に新規就業者が確保できていると考えられた。

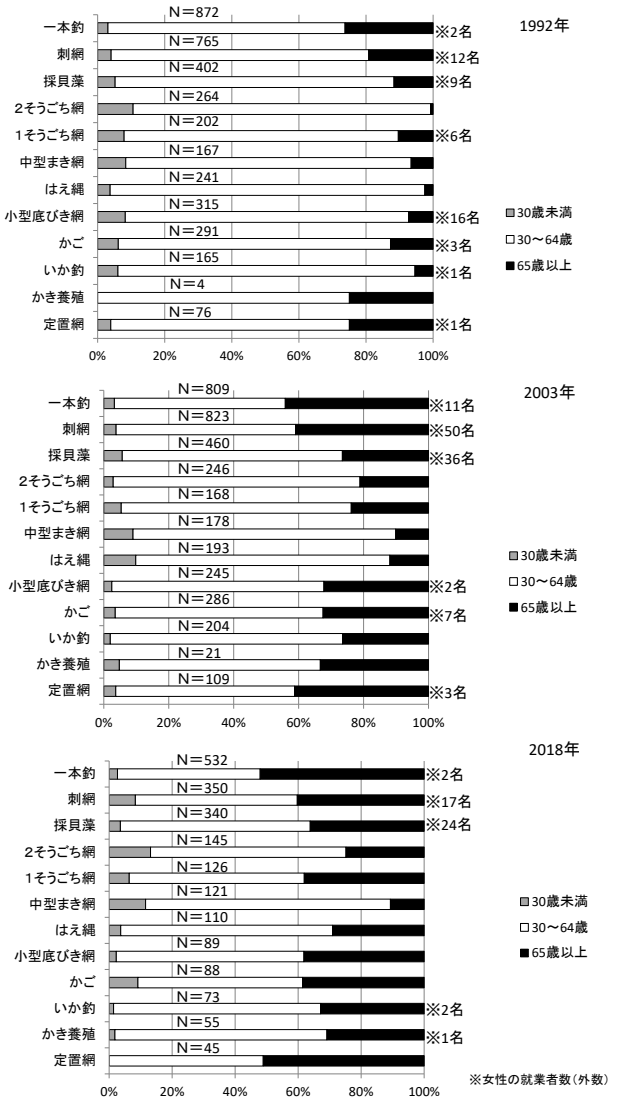


図 3　筑前海区の漁業種類別年齢構成の変化

豊前海区についてみると，小規模多様な漁業で構成され，かき養殖業を除く漁船漁業，採貝では，男女ともに就業者数に大きな変化はないものの，緩やかな減少傾向を示し，いずれの漁業も高齢層の占める割合が増加している。かき養殖は，1992 年から 2004 年にかけて就業数が，男性 26 人から 88 人，女性 8 人から 73 人と大幅に

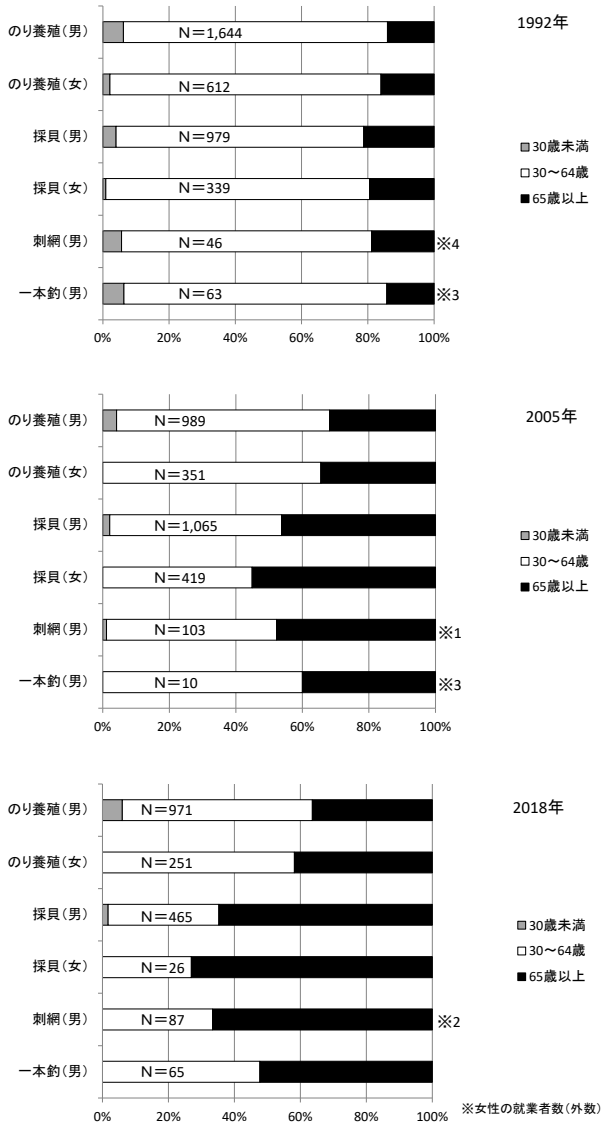


図 4　有明海区の漁業種類別年齢構成の変化

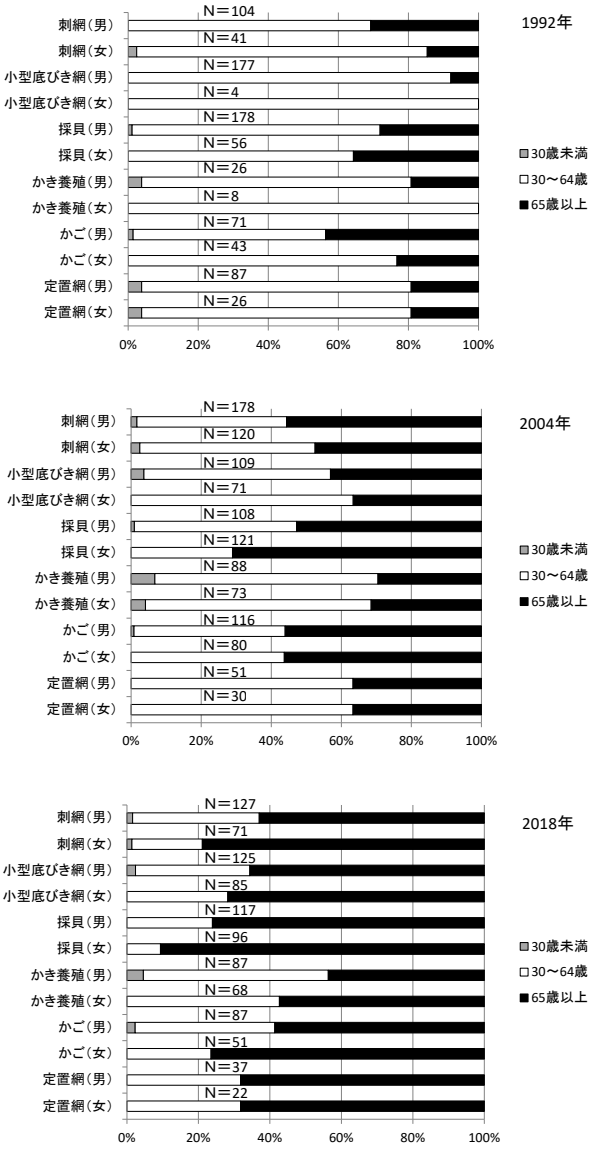


図 5　豊前海区の漁業種類別年齢構成の変化

増加したものの，2018 年は男性 87 人，女性 68 人とほとんど変わっていない。また，年齢構成をみると，高齢層の割合は，1992 年の男性は 19%，女性は 0%であったが，2004 年にはそれぞれ 30%，32%まで増加し，さらに 2018 年には 44%，57%と増加していた。これは，豊前海区では，かき養殖は，家族労働を主体としている[6)]ことから，新規就業者，廃業者は，家族構成の年齢構成の変化によるものであることが要因であると考えられた。

文　献

1）加瀬和俊．沿岸漁業の担い手と後継者－就業構造の現状と展望－，初版，成山堂，東京．1988；53-82.

2）宮本博和，太刀山透，濵﨑稔洋．福岡県における漁業就業構造の現状.福岡県水産海洋技術センター報告 1993；1：243-254.

3）宮本博和.筑前海区における漁業就業構造の変化.福岡県水産海洋技術センター研究報告 2005；**15**：145-154.

4）宮本博和．有明海区・豊前海区における漁業就業構造の変化.福岡県水産海洋技術センター研究報告 2006；**16**：129-141.

5）篠原直哉，佐藤利幸．糸島におけるカキ養殖業の発展とカキ小屋の役割 2016;**26**:69-72.

6）中原秀人，寺井千尋，里道菜穂子，篠原満寿美．福岡県におけるカキ養殖の産地構造と生産性・収益性．福岡県水産海洋技術センター研究報告 2019;**29**:57-63.

福岡県水産海洋技術センター研究報告　第３１号

編　集　委　員

委員長　　筑紫　康博
委　員　　篠原　直哉
　　松井　繁明
　　吉岡　武志
　　濵﨑　稔洋
　　藤井　直幹
　　佐野　二郎
　　宮本　博和
　　中川　　清
　　伊藤　輝昭

発　行　　2021年３月

発行者　　福岡県水産海洋技術センター
　　所長　太刀山　透

福岡県水産海洋技術センター　〒819-0165　福岡市西区今津1141-1
TEL 092-806-5251　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 ＰＧ	所属コード ４７１３１０６
登録年度 2	登録番号 ０００３