

ブリ類養殖業生産体制強化推進事業-1

人工種苗による出荷端境期のブリ安定出荷体制の確立

鈴木翔太・白樫 真・森田将伍・堤 憲太郎

事業の目的

大分県におけるブリ類養殖業は、漁業生産額 195 億円（2021 年農林水産統計、全国第2位）を誇る基幹産業である。

ブリ養殖は、通常 4～5 月に採捕される天然種苗を養殖し、主に 2 年目の秋から 3 年目の春に 4kg サイズで出荷される。しかし、4～6 月は、3 年目のブリは産卵の影響により体重の減少や身質が低下し、2 年目のブリは出荷サイズに満たないため、品質の良い養殖ブリが品薄になり、端境期が生じる。本事業ではブリ養殖業の健全な成長を図るため、流通業者から要望の強い 4～6 月の出荷端境期における高品質な養殖ブリの生産を実現するため、8 月採卵による人工種苗の生産および現地養殖試験を実施した。

事業の方法

1. 親魚養成

ブリ親魚は雌 16 尾（人工種苗由来 4 歳魚 3 尾、天然魚由来 1 歳魚 8 尾、3 歳魚 4 尾、4 歳魚 1 尾）、雄 11 尾（人工種苗由来 4 歳魚 1 尾、5 歳魚 1 尾、天然魚由来 1 歳魚 7 尾、4 歳魚 2 尾）とし、2021 年 12 月 8 日に陸上水槽（60t）1 基に収容した。また、全個体にピットタグ（Biomark 社製）を装着し、個体識別できるようにした。

ブリの成熟には日長時間および水温の条件が重要であり、この特性を利用して、自然成熟期以外の時期に成熟させ、採卵できることが知られている。¹⁾ 本事業ではこの技術を活用し、以下の環境条件で 8 月採卵を試みた。2021 年 12 月 10 日～2022 年 2 月 9 日（62 日間）に 1 回目の長日処理（明期：14 時間）で成熟を誘導させ、2 月 8 日に成熟度を確認した後、2 月 10 日～5 月 31 日（111 日間）にかけて短日化処理（明期：14 時間から 10 時間へ）を行い、卵を退化させるとともに成熟を抑制させた。その後、6 月 1 日～8 月 3 日（64 日間）に 2 回目の長日処理（明期：14 時間）を施すことで、再び成熟を促した。水温は長日処理時は 18℃、短日化処理時は自然水温とした。

陸上水槽に収容後、市販配合飼料（マリン 13 号：林兼産業株式会社）を週 5 回、飽食給餌した。また、体表に寄生

するハダムシ類を駆除する目的で、水槽移動（3 か月毎）を行う際にマリンサワー SP30 で薬浴をおこなった。

2. 成熟度調査

成熟状況を把握するために、2022 年 2 月 8 日、8 月 1 日の午前にカニューレによって卵巣内卵を採取した。また、2 月 8 日の調査時にカニューレが入らなかったものは欠測とし、8 月 1 日の調査時に未成熟のため卵巣卵の卵径が測定できなかったものは未熟とした。

採取した卵巣内卵は、栽培漁業技術シリーズ No.5 ブリの親魚養成技術開発²⁾（社団法人日本栽培漁業協会）を参考とし、実体顕微鏡を用いて卵母細胞径の上位 30 粒を測定して平均値を求めた。この数値を平均卵巣卵径とし、成熟の指標とした。

3. 受精卵購入および採卵

1) 受精卵購入（種苗供給プログラム）

国立研究開発法人水産研究・教育機構（以下、水研機構）開発調査センターが実施する種苗供給プログラムを利用し、2022 年 8 月 3 日に水研機構水産技術研究所五島庁舎で採卵、受精した卵（33 万粒）を翌 4 日 16 時頃に長崎市内で受取り、水産研究部まで陸送した。到着した 21 時に浮上卵を計数し、200 L 卵管理水槽 3 基に収容して卵管理を開始した。

2) 独自採卵

2022 年 8 月 1 日午前の成熟度調査で平均卵巣卵径が 600 μm 以上を示した雌親魚に対し、同日午後、HCG（ゴナトロピン：あすかアニマルヘルス株式会社）を 650IU/kg 打注し、排卵を促した。打注 48 時間後の 8 月 3 日に腹部を圧搾し、人工授精を行った。

4. 種苗生産

1) 種苗供給プログラム

種苗生産方法は基本的に昨年度と同様に実施した。昨年度からの変更点としては、ワムシの栄養強化にスーパー生クロレラ V12（クロレラ工業製）、配合飼料はラブ・ラァバ No.2、ジュニア A、マリン 3 号、4 号（いずれも林兼産業製）を使用した。

3 日齢、5 日齢および 8 日齢の時点で夜間柱状サンプリ

ングを行い、生残尾数を調べた。47日齢、51日齢、55日齢は重量法による生残尾数の計数を実施した。

2) 独自採卵

飼育方法は種苗供給プログラムと同様としたが、収容水槽は公益社団法人大分県漁業公社（以下、漁業公社）の45t水槽を使用し、61日齢に取り揚げおよび計数を実施した。

5. 現地養殖試験

現地養殖試験実施場所を図1に示す。

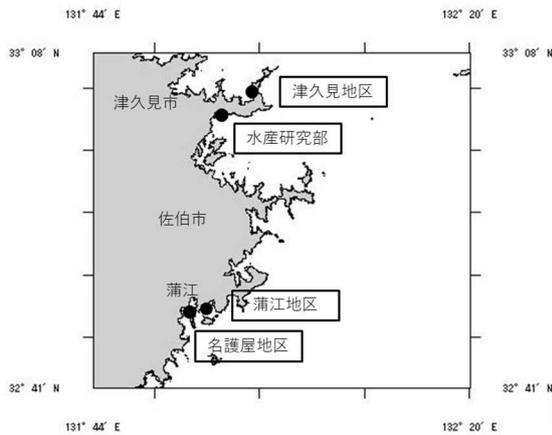


図1 現地養殖試験実施場所

1) 2021年生産種苗

8月採卵のブリ人工種苗の養殖現場における成長および成熟を調査することを目的として、2021年10月22日から佐伯市名護屋地区の養殖場で実施している現地養殖試験³⁾について、今年度も引き続き2か月に1回、体重および尾叉長の測定を行った。また、2023年1月から3月については毎月5尾サンプリングを行い、水産研究部に持ち帰って体重、尾叉長、肥満度（体重(g)/尾叉長(cm)³×1000）、GSI（生殖腺重量指数：生殖腺重量(g)/体重(g)×100）の測定、背筋肉中の粗脂肪量の定量（メタノール・クロロホルム抽出法）を実施した。

2) 2022年生産種苗

2021年生産種苗と同様の目的で2022年度生産種苗についても津久見地区と佐伯市蒲江地区のブリ養殖業2経営体にて現地養殖試験を実施した。試験魚は両経営体とも水産研究部が生産した種苗供給プログラム種苗を用いた。津久見地区では13千尾（平均体重4.0g）を用いて2022年10月14日から、蒲江地区では20千尾（平均体重13.2g）を用いて11月25日から試験を開始した。

両地区とも2か月に1回のサンプリングを行い、体重および尾叉長を測定した。

事業の結果

1. 親魚養成

水槽水温と日長時間の推移を図2、給餌量の推移を図3に示す。

水温に関して、加温と循環式クーラーを使用することにより、設定水温の維持を図ったが、循環式クーラーの能力から2回目の長日処理時は18°Cでの維持が困難となり、最大21.6°Cまで上昇した。

給餌量に関して、収容後から2022年1月12日までは摂餌量は上昇傾向であったが、1回目の長日処理開始後35日目である1月14日から減少し始めた。短日化処理を開始後、摂餌量は増加し、2回目の長日処理開始後、35日目である7月5日より再び減少傾向となった。

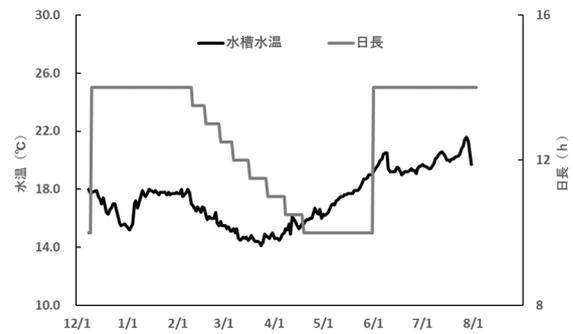


図2 水温と日長時間の推移

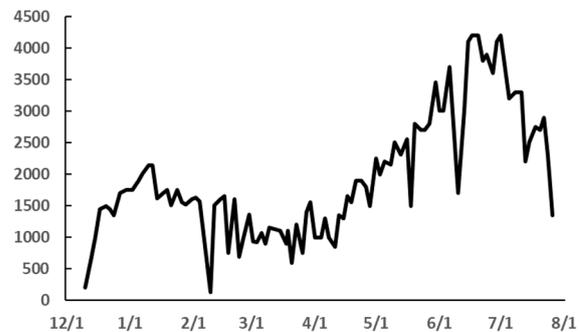


図3 給餌量の推移

2. 成熟度調査

成熟度調査の結果を表1に示した。

2月8日では調査を行った16尾中4尾の平均卵巣卵径が650μm以上であり、成熟が進んでいることが確認された。8月1日では全個体調査を行い、個体№7674、7660の2尾が650μm以上であった。

表1 成熟度調査の結果

| 個体No. | 年齢 (歳魚) | 親魚 由来 | 2月8日 | | 8月1日 | |
|-------|------------|----------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| | | | 平均卵巣 卵径(μm) | 親魚体重 (kg) | 平均卵巣 卵径(μm) | 親魚体重 (kg) |
| 3739 | 1 | 天然 | 欠測 | 5.1 | 未熟 | 6.8 |
| 3765 | 1 | 天然 | 487 | 4.9 | 未熟 | 6.6 |
| 3780 | 1 | 天然 | 欠測 | 4.6 | 未熟 | 6.1 |
| 3804 | 1 | 天然 | 470 | 4.1 | 未熟 | 5.5 |
| 4566 | 1 | 天然 | 282 | 5.0 | 未熟 | 7.0 |
| 4629 | 1 | 天然 | 612 | 5.5 | 未熟 | 7.1 |
| 7663 | 1 | 天然 | 285 | 4.9 | 未熟 | 6.7 |
| 7702 | 1 | 天然 | 353 | 5.3 | 未熟 | 7.2 |
| 7697 | 3 | 天然 | 651 | 8.8 | 631 | 9.8 |
| 7725 | 3 | 天然 | 515 | 12.3 | 未熟 | 12.7 |
| 7674 | 3 | 天然 | 欠測 | 9.0 | 725 | 9.4 |
| 7660 | 3 | 天然 | 653 | 8.9 | 687 | 10.2 |
| 3735 | 4 | 天然 | 660 | 11.8 | 622 | 12.6 |
| 3746 | 4 | 人工 | 661 | 8.1 | 未熟 | 8.6 |
| 3756 | 4 | 人工 | 635 | 8.9 | 未熟 | 9.2 |
| 3792 | 4 | 人工 | 644 | 8.2 | 未熟 | 8.2 |

3. 受精卵購入および採卵

1) 受精卵購入 (種苗供給プログラム)

種苗供給プログラムで購入した受精卵(浮上卵)の計数およびふ化結果は、浮上卵数419千粒、ふ化尾数348千尾、ふ化率は83.1%であった。

2) 独自採卵

採卵およびふ化結果を表2に示した。成熟度調査時に平均卵巣卵径が600μm以上であった個体No7674、7660、3735からそれぞれ98千粒、57千粒、73千粒の合計228千粒浮上卵を得た。ふ化尾数53千尾、ふ化率は23.2%であった。

表2 独自採卵およびふ化結果

| 採卵日 | 親魚 個体No. | 浮上卵数 (千粒) | ふ化尾数 (千尾) | ふ化率 (%) |
|------|-------------|--------------|--------------|------------|
| | 7674 | 98 | | |
| 8月3日 | 7660 | 57 | ※同一水槽へ混合 | |
| | 3735 | 73 | | |
| 合計 | | 228 | 53 | 23.2 |

4. 種苗生産

1) 種苗供給プログラム

卵管理水槽内でふ化した仔魚348千尾を1日齢に60t水槽に収容し、生産を開始した。

餌料系列は15日齢まではワムシの単独給餌、16日齢からアルテミアを与え、21日齢からは配合飼料の餌付けを開始した。

30日齢を過ぎると底質悪化および体サイズ差がみられたため、32日齢および38日齢にサイフォンによる夜間輸送による水槽替え、モジ網を使用したサイズ別選別を実施した。

柱状サンプリングの結果を表3に示した。初期飼育時の生残率は横ばいに推移し、8日齢の生残率は84.8%であった。47日齢、51日齢、55日齢における計数結果を表4に示した。取り揚げ尾数は合計66千尾、取り揚げまでの生残

率は19.0%、取り揚げ時の平均全長は大群が40mm、中群が56mm、小群が37mmであった。取り揚げ以降は現地養殖試験開始まで陸上水槽で育成した。

表3 柱状サンプリング結果

| | 1日齢 | 3日齢 | 5日齢 | 8日齢 |
|----------|-------|------|------|------|
| 生残尾数(千尾) | 348 | 280 | 289 | 295 |
| 生残率(%) | 100.0 | 80.5 | 83.0 | 84.8 |

表4 取り揚げ結果

| | 取り揚げ 日齢 | 尾数 (千尾) | 生残率 (%) | 取り揚げ時 平均全長 (mm) |
|----|------------|------------|------------|-----------------------|
| 大群 | 47日齢 | 16 | - | 40 |
| 中群 | 51日齢 | 27 | - | 56 |
| 小群 | 55日齢 | 23 | - | 37 |
| 合計 | | 66 | 19 | |

2) 独自採卵

卵管理水槽内でふ化した仔魚53千尾を1日齢に漁業公社45t水槽に収容し、生産を開始した。

61日齢に取り揚げおよび計数を実施した。取り揚げ尾数は5千尾、取り揚げまでの生残率は9.7%、取り揚げ時の平均全長は80mmであった。

5. 現地養殖試験

1) 2021年生産種苗

体重・尾又長の推移を図4に示した。2022年4月に平均体重479.0g、平均尾又長30.7cmであった試験魚は試験を開始してから12か月後の10月に平均体重1720g、平均尾又長46.4cmに成長した。試験開始17か月後の2023年3月には平均体重3,900g、平均尾又長56.7cmに達した。

また2023年1月から3月の雌雄別のGSIと肥満度の推移を図4に示した。平均GSIは1月に雌で0.4、雄では0.1であったが、3月には雌で1.5、雄では5.9に増大した。また、雄では3月のサンプリング時に精子の流出が確認された。平均肥満度は1月に雌で19.2、雄では18.0であったが、3月には雌で22.7、雄では21.8まで増大した。

粗脂肪量について図5に示した。雄では、1月に平均11.5%、2月に9.7%、3月に11.2%であった。雌では1月に平均9.2%、2月に11.9%、3月に12.9%と上昇傾向であった。

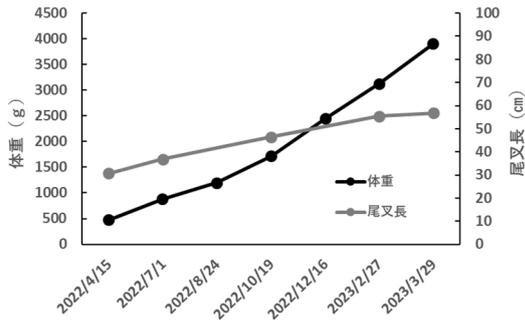


図4 名護屋地区現地養殖試験における体重および尾叉長の推移

された。

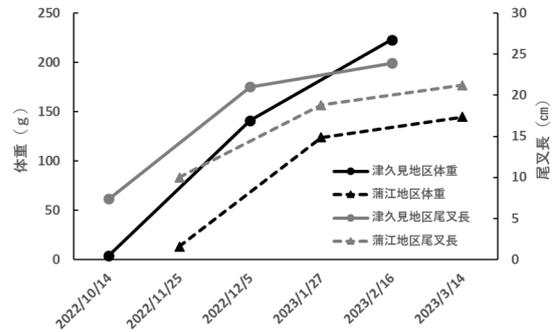


図7 津久見地区および蒲江地区現地養殖試験における体重および尾叉長の推移

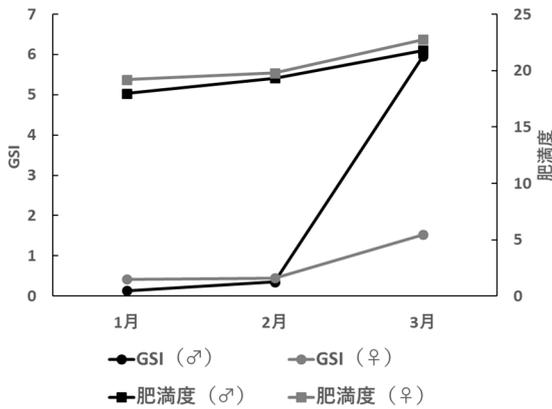


図5 雌雄別のGSIと肥満度の推移(1~3月)

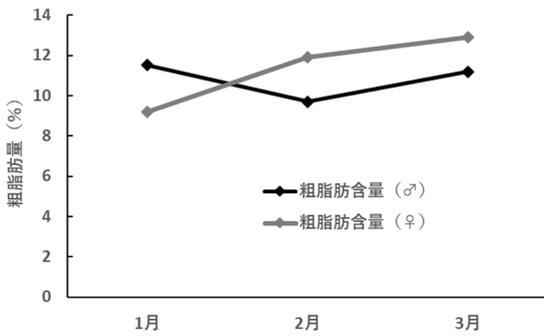


図6 雌雄別の粗脂肪量の推移(1~3月)

今後の課題

採卵については昨年度に続けて8月での採卵に成功した。しかしながら、採卵量は昨年度より増大したが、種苗を大量生産するには少ない量であり、課題が残った。今後は2回目の長日処理時の水温制御等について見直しを行う必要がある。

種苗生産について、種苗供給プログラム種苗では昨年度の結果³⁾から冷却水の注水方向や量を変更するなどの注水方法を変更したことにより、8日齢の生残率が84.8%と前年度の27.8%から大きく上昇した。

現地養殖試験について、名護屋地区では2023年3月の平均体重が3,900gであり、10月に沖出しをしてから翌々年の春に出荷目安の4kgサイズまで成長することが確認された。しかし、雄について、精子の流出があったことから成熟したことも確認された。

今後も名護屋地区、津久見地区、蒲江地区の現地養殖試験について成長および成熟の追跡調査を行い、出荷端境期での有効性の検証を行っていく。

文献

2) 2022 年生産種苗

体重・尾叉長の推移を図7に示す。

津久見地区では、12月に平均体重141.2g、平均尾叉長21.0cm、2月に平均体重222.8g、平均尾叉長23.9cmまで成長し、試験を開始してから2月の測定まで、疾病の発症は確認されなかった。

蒲江地区では、1月に平均体重123.8g、平均尾叉長18.8cm、3月に平均体重144.7g、平均尾叉長21.2cmまで成長したが、12月~3月にかけて6千尾程度の減耗があり、3月の測定時には試験魚の鰓に住血吸虫の卵の寄生が確認

- 1) 虫明敬一 (2019) : シリーズ〈水産の科学〉1ブリ類の科学, 92-93
- 2) 社団法人日本栽培漁業協会企画調査室 (1999) : 栽培漁業技術シリーズ№5ブリの親魚養成技術開発, 19-21
- 3) 鈴木翔太・白樫 真・森田将伍・堤 憲太郎(2021):ブリ類養殖業生産体制強化推進事業, 令和3年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告, 5-8

ブリ類養殖業生産体制強化推進事業-2

モジャコ不漁時に対応できる人工種苗供給体制の確立

鈴木翔太・白樫 真・森田将伍・堤 憲太郎

事業の目的

大分県におけるブリ類養殖業は、漁業生産額約 195 億円（2021 年農林水産統計、全国第 2 位）を誇る基幹産業である。

ブリの養殖用種苗には 4～5 月頃に採捕される天然種苗が多く用いられているが、天然資源であることから好不漁の影響を受けやすい一面がある。実際に、令和 3 年には記録的な不漁となり、5 月中旬は天然種苗の代替として唐突に人工種苗の需要が高まる事案が発生した。しかし、人工種苗の生産には計画的な親魚養成を実施することが通例であり、急な需要に応えることは困難である。そこで、養殖業者が飼育しているブリを活用して、緊急的に人工種苗を生産する体制の構築を目指した。

事業の方法

1. 成熟度調査

成熟時期を把握するため、2022 年 4 月 12 日、4 月 19 日、4 月 26 日、5 月 10 日、5 月 18 日、5 月 25 日に大分県白杵市で養殖されているブリ 2 歳魚（2020 年に採捕された天然種苗に由来）からカニューレによって卵巣内卵を採取した。また、2019 年 4 月から水産研究部で親魚養成しているブリ 5 歳魚（2017 年に水産研究部で生産した人工種苗に由来）からも同様に 4 月 25 日に卵巣内卵を採取した。

採取した卵巣内卵は、栽培漁業技術シリーズ No.5 ブリの親魚養成技術開発¹⁾（社団法人日本栽培漁業協会）を参考とし、実体顕微鏡を用いて卵母細胞径の上位 30 粒を測定して平均値を求めた。この数値を平均卵巣卵径とし、成熟の指標とした。

2. 採卵

白杵市で養殖されているブリに関して、成熟度調査において平均卵巣卵径が 650 μm 以上の個体が確認された翌日に 20 尾（以下、非親魚養成区）を購入した。

購入後は水産研究部に移送し、性別の確認、卵径の測定、個体識別用のピットタグの挿入、体重および尾叉長を測定した後、速やかに雌個体に HCG（ゴナトロピン）を 650I/kg 打注し、排卵を促した。打注 48 時間後に圧搾し、人工授精を行った。

水産研究部で養成したブリ 7 尾（以下、親魚養成区）についても平均卵巣卵径が 650 μm 以上の個体が確認された後、HCG（ゴナトロピン）を 650I/kg 打注し、排卵を促した。打注 48 時間後に圧搾し、人工授精を行った。

3. 種苗生産

1) 非親魚養成区

収容水槽は水産研究部の 60 t 水槽を用い、照明の点灯時間は 6～20 時とした。水槽内のエアは、塩ビパイプに数か所穴をあけたエアブロックを水槽壁面の底部 8 か所に設置した。水温は 19.9°C で開始し、徐々に水温設定を上げ、12 日齢以降は 22°C 設定で飼育した。換水は飼育水槽内の溶存酸素量に応じて、適宜増加した。また、開口してから直ちに空気吹き付け式の油膜除去装置を用いて開鰓を促した。

餌料は L 型ワムシを使用した。ワムシは生クロレラ V12（クロレラ工業製）で培養し、ハイパーグロス（ヒガシマル製）で約 6 時間栄養強化したものをふ化後開口してから飼育水槽内のワムシ密度が常に 3～12 個体/ml となるように補給した。ワムシ給餌期間中はワムシの栄養状態を維持する目的で飼育水にマリーンフレッシュ（ヒガシマル製）を添加した。

餌料系列は L 型ワムシ、アルテミア幼生、配合飼料を順次重複させながら切り替えた。アルテミア幼生は A1 パウダー（クロレラ工業製）を用いて必須脂肪酸を強化し、残餌が出ない程度に給餌した。配合飼料の投与には自動給餌器を用い、適宜給餌時間と給餌量を調整した。配合飼料の粒径は仔魚の成長に合わせて順次大きくした。配合飼料はラブ・ラァバ No.2～5、マリン 3 号（いずれも林兼産業製）を使用した。

生残尾数を把握するために 3 日齢および 8 日齢に夜間柱状サンプリングを行った。

生産した種苗は 52 日齢に計数、取り揚げを実施した。

2) 親魚養成区

飼育方法は基本的には非親魚養成区と同様に行ったが、収容水槽は公益社団法人大分県漁業公社（以下、漁業公社）の 45t 水槽を使用した。

また生残尾数を把握するための夜間柱状サンプリングは漁業公社の警備の都合から実施しなかった。

生産した種苗は 50 日齢に計数、取り揚げを実施した。

4. 形態異常比較試験

非親魚養成区と親魚養成区の形態異常出現状況を比較するために試験を行った。

供試魚は、非親魚養成区 2,750 尾（71 日齢）、親魚養成区 2,750 尾（86 日齢）とし、2022 年 7 月 26 日～9 月 23 日の 60 日間、水産研究部沖生簀 5 m×5 m 2 面でそれぞれ市販配合飼料を与えて飼育した。9 月 23 日に生残した全個体を取り揚げ、目視により形態異常を確認した。形態異常は、口部異常、頭部陥没、肛門部陥没、脊椎骨異常、鰓蓋欠損別に集計し、発現割合を算出した。

水産研究部親魚の平均卵巣卵径は 4 月 25 日の調査で 672±59 μm であった。

2. 採卵

採卵に供した雌個体の測定結果を表 1、採卵結果を表 2 に示した。

非親魚養成区については、5 月 10 日の成熟調査の結果が 631±54 μm であったことから採卵可能と判断し、5 月 11 日に親魚として 20 尾を購入した。20 尾の雌雄の内訳は雌 8 尾、雄 12 尾であった。雌は全個体にホルモン打注を行い、5 月 13 日に 5 尾から合計 1,890 千粒浮上卵を得た。

親魚養成区については、4 月 25 日の成熟調査の結果が 672±59 μm であったことから 4 月 26 日に平均卵巣卵径が 650 μm 以上の雌個体 7 尾にホルモン打注、4 月 28 日に採卵を行った。結果、雌 6 尾から合計 2,327 千粒の浮上卵を得た。

ふ化率について、非親魚養成区は 16.9%、親魚養成区は 24.9%であり、非親魚養成区の方が低い傾向であった。

表 1 採卵に供した雌個体の測定結果

| 生産回次 | 親魚 個体No. | 体重 (kg) | 尾叉長 (cm) | 平均卵巣 卵径 (μm) |
|--------|-------------|------------|-------------|-----------------|
| | 3738 | 6.26 | 68.3 | 665 |
| | 3747 | 5.32 | 66.8 | 628 |
| | 3760 | 7.40 | 73.4 | 664 |
| 非親魚養成区 | 3762 | 5.51 | 67.0 | 674 |
| | 3771 | 6.08 | 67.5 | 679 |
| | 4540 | 6.19 | 66.0 | 600 |
| | 7673 | 5.27 | 65.2 | 610 |
| | 7679 | 5.36 | 63.8 | 686 |
| | | 3787 | 6.21 | 69.8 |
| 親魚養成区 | 7318 | 6.05 | 69.0 | 700 |
| | 7665 | 8.76 | 74.3 | 726 |
| | 7694 | 6.88 | 70.6 | 680 |
| | 7711 | 5.81 | 69.2 | 691 |
| | 7733 | 6.76 | 70.5 | 713 |
| | 7739 | 6.14 | 71.5 | 692 |

事業の結果

1. 成熟度調査

臼杵市養殖ブリと水産研究部親魚の平均卵巣卵径の推移を図 1 に示した。

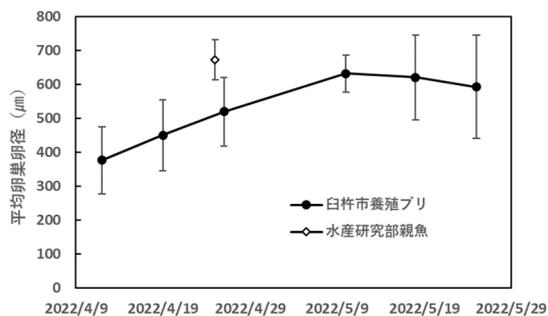


図 1 臼杵市養殖ブリと水産研究部親魚の平均卵巣卵径の推移

臼杵市養殖ブリの平均卵巣卵径について、4 月 12 日、4 月 19 日、4 月 26 日はそれぞれ 375±98μm、450±104 μm、519±100 μm であったが、5 月 10 日の調査では、631±54 μm に達した。5 月 18 日、5 月 25 日の調査について、平均卵巣卵径はそれぞれ 620±124 μm、591±152 μm であり、退行変成卵も確認された。

表 2 採卵結果

| 生産回次 | 採卵日 | 浮上卵数 (千粒) | ふ化尾数 (千尾) | ふ化率 (%) |
|--------|----------|--------------|--------------|------------|
| 非親魚養成区 | 5 月 13 日 | 1,890 | 320 | 16.9 |
| 親魚養成区 | 4 月 28 日 | 2,327 | 580 | 24.9 |

3. 種苗生産

非親魚養成区および親魚養成区の種苗生産の結果を表 3 に示した。

1) 非親魚養成区

非親魚養成区は卵管理水槽内でふ化した仔魚 280 千尾を 1 日齢に 60 t 水槽に収容し、生産を開始した。

生残尾数について 3 日齢は 265 千尾、生残率 94.6%、8 日齢では 143 千尾であったが、8 日齢以降も減耗し、52 日齢の取り揚げ尾数は 3.3 千尾であった。

2) 親魚養成区

親魚養成区は卵管理水槽内でふ化した仔魚 430 千尾を 1 日齢に漁業公社 45 t 水槽に収容し、生産を開始した。50 日齢の取り揚げを行い、尾数は 18 千尾であった。

表 3 種苗生産の結果

| 生産 回次 | 飼育 水槽 (t) | 収容日 | 収容尾数 (千尾) | 生残尾数 (千尾) | | 取揚 日齢 | 取揚 尾数 (千尾) |
|----------|-----------------|-------|--------------|-----------|-----|----------|------------------|
| | | | | 3日齢 | 8日齢 | | |
| 非親魚養成区 | 60 | 5月17日 | 280 | 265 | 143 | 52 | 3.3 |
| 親魚養成区 | 45 | 5月2日 | 430 | 欠測 | 欠測 | 50 | 18 |

4. 形態異常比較試験

9 月 23 日時点で非親魚養成区 763 尾、親魚養成区 1,840 尾が生残した。非親魚養成区と親魚養成区における形態異常の種類別発現割合を図 2 に示した。

非親魚養成区について、正常 77.9%、口部異常 19.4%、頭部陥没 0.7%、肛門部陥没 0.4%、脊椎骨異常 1.2%、鰓蓋欠損 0.5%であった。親魚養成区については正常 90.2%、口部異常 8.8%、頭部陥没 0.2%、肛門部陥没 0.1%、脊椎骨異常 0.8%であった。この結果から、非親魚養成区は親魚養成区と比較すると形態異常割合が多い傾向であった。

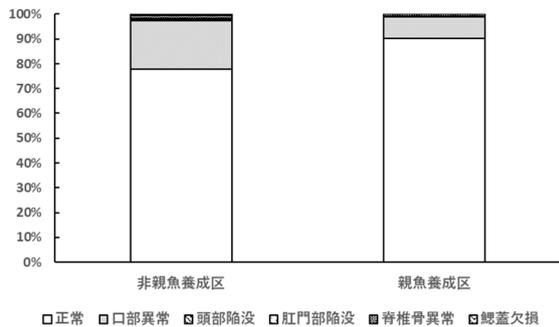


図 2 非親魚養成区と親魚養成区における形態異常の

種類別発現割合

今後の課題

天然種苗不漁時の緊急の人工種苗生産について、親魚養成を行わずとも、養殖業者が飼育しているブリの平均卵巣卵径が 650 μ m に達している状況で購入、ホルモン打注を行うことで採卵は可能である。しかし今回、非親魚養成区では親魚養成区に比べ、ふ化率、生残および形態異常割合が高かった。養殖業者によると、非親魚養成区として購入した養殖ブリは出荷前のため餌止めされていたものであり、そのことが種苗生産の結果に影響した可能性が考えられる。そのため、養殖場で飼育されているブリを親魚として活用する場合は、給餌が行われている群からの購入が必要と考えられる。次年度以降、採卵前の飼育状況にも配慮して親魚を選定する必要がある。

文献

- 1) 社団法人日本栽培漁業協会企画調査室 (1999) : 栽培漁業技術シリーズ No.5 ブリの親魚養成技術開発, 19-21

磯焼け対策に関する技術開発

白樫 真・森田将伍

事業の目的

大分県における磯焼けは豊後水道南部地先において1996年頃から発生しており、回復しないものの拡大することもなく継続している。水産研究部では磯焼けの持続の要因の一つに植食性魚類の食害が影響していることを明らかにし¹⁾、クロメ藻場の回復技術開発に取り組んでいる。

佐伯市蒲江西野浦仙崎地先に2010～2012年に鉄鋼スラグの試験礁を設置し効果調査を行った経緯から、2013年以降もモニタリングを継続している。

一方、大分県漁業協同組合上入津支店および下入津支店では、2013年から継続して上記試験区を含む共同漁業権第44号内において水産多面的機能発揮対策支援事業（委託事業）により藻場保全活動を行っている。活動はブダイ、アイゴなどの植食性魚類やガンガゼなどのウニ類の駆除、クロメの母藻移植、藻場のモニタリングなどである。

そこで、本事業では鉄鋼スラグ試験礁での漁獲実態調査および海藻繁茂状況調査を行った。また、入津地区藻場保全活動組織が行っているブダイ駆除量から資源動向を検討した。

事業の方法

1. 鉄鋼スラグ試験礁調査

1) 水温推移

図1に試験礁の位置図を示す。試験礁（St.2）に水温データロガー（TidbiT.V2. Onset社）を設置して1時間毎に水温を測定し、日間平均水温の推移を求めた。

2) 漁獲実態調査

2基の試験礁（St.1、St.2）周辺において固定式刺網による採捕を2022年6月27日、9月28日、12月21日および2023年3月6日の計4回実施した。

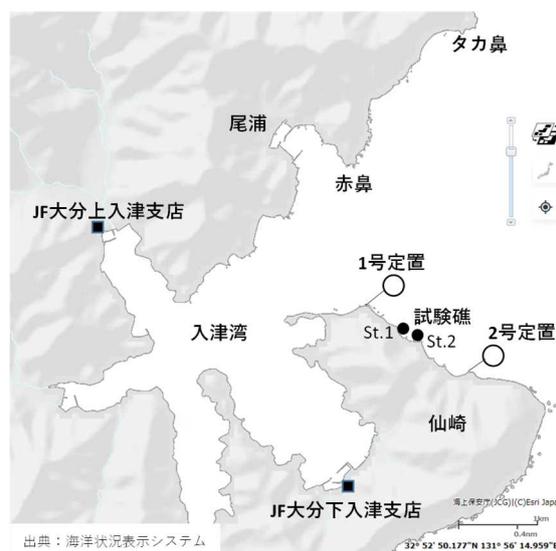


図1 試験礁位置図（図中●）

刺網は内網の目合35.0 cm、外網の目合5.0 cmの三枚網で高さ1.0 m長さ30 mのものを5反用い、夕方に設置して翌朝に揚網した。漁獲物は種別に全長、体重等を測定した。

3) 海藻繁茂状況調査

2022年12月8日に潜水により調査を行った。調査は試験礁のSt.1およびSt.2から1×1mのカデラートを用いて各1 m²ずつ海藻を採取し、持ち帰って種毎に湿重量を測定した。

2. 植食性魚類等藻場形成阻害要因調査

1) 藻場保全活動によるブダイ駆除量推移

2013年から入津地区藻場保全活動組織が行っている潜水によるブダイ駆除結果から、ボンベ1本あたりのブダイの漁獲尾数を求め資源動向を判断した。2022年は、これまで行われていた1号から2号定置間は駆除が行われなかったため、2018年度から行われている赤鼻からタカ鼻間の漁獲尾数を用いた。なお、今年度の魚類駆除活動は2022年10月12日の1日のみであった。

2) 簡易キットによる間越港近郊の食害調査

昨年度の事業報告²⁾で、米水津間越港近郊では、港内外

でカジメ類の残存状況が異なり港外ではブダイが撮影されたことを報告したが、港内でカジメ類が残存している原因は明らかにできなかった。そこで、本年度は米水津間越港の外、キワ、港内の3か所(図2)に、タイムラプスカメラ(TLC200pro)を用いた食害確認用の簡易キット(図3)を作成し、5秒毎に撮影した。撮影された動画から1コマ毎に画像を切り出し、画角内で確認されたブダイおよびアイゴについて、延べ出現尾数を計数した。

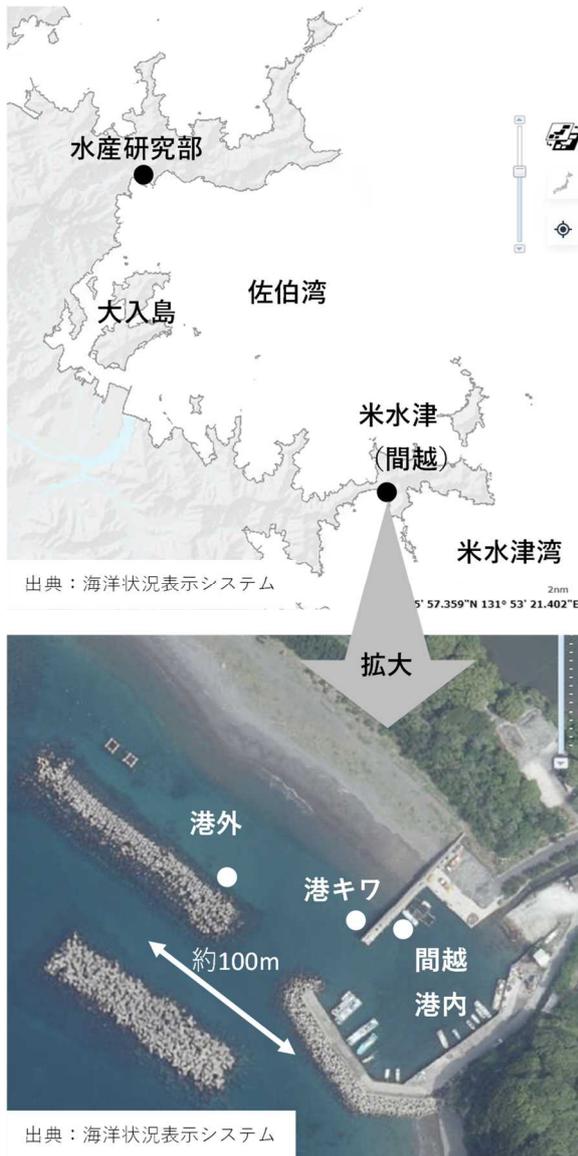


図2 米水津間越港および調査地点図

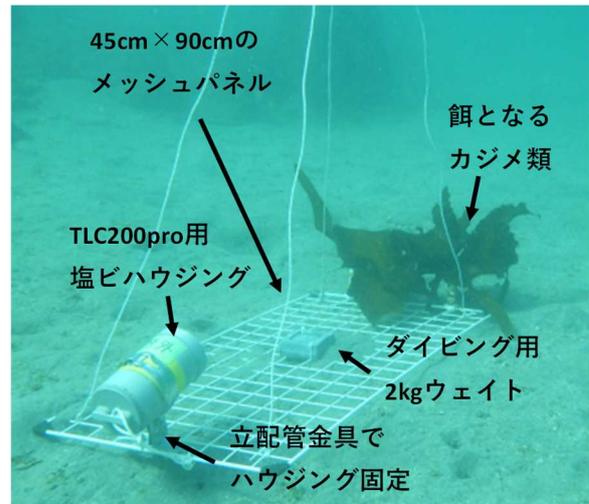


図3 食害確認用簡易キット

事業の結果

1. 鉄鋼スラグ試験礁調査

1) 水温推移

図4に2016年から2020年までの5ヶ年平均および2021年、2022年の推移を示した。なお、2017年11月～2018年11月および2020年11月～2021年3月までは水温ロガーの流出により欠測となった。

2022年は過去5年に比べて9月以降の水温は高めで推移した。

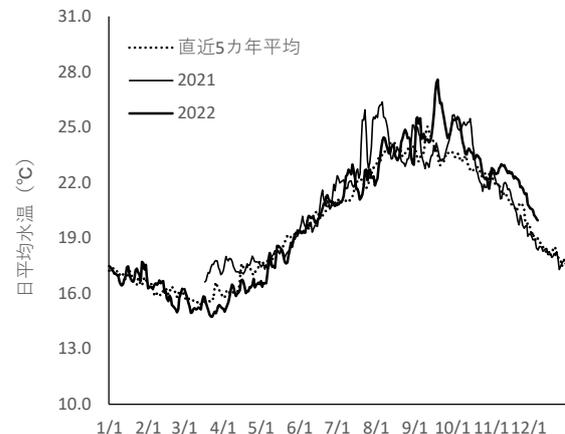


図4 試験礁の日間平均水温の推移

2) 漁獲実態調査

代表的な植食性魚類(ブダイ、アイゴ、ノトイソズミ、ニザダイ³⁾)の漁獲実態を把握するため、2013年からの試験操業の結果を図5に示した。1～3月を冬季、4～6月を春季、7～9月を夏季、10～12月を秋季として、比較するために延べ刺網距離から刺網100m当の漁獲尾数に換算して示した。なお、本年度は、合計ブダイ21尾(平均全長35.1cm)、アイゴ10尾が漁獲された。ブダイの漁獲は特に秋に

多かった。

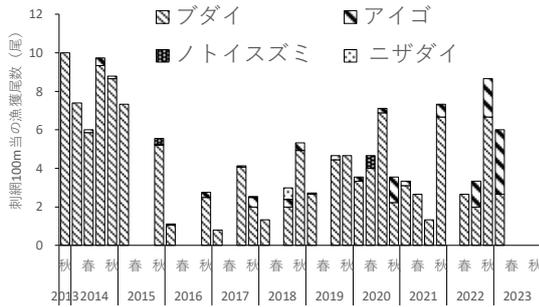


図5 刺網試験操業による植食性魚類の漁獲実態

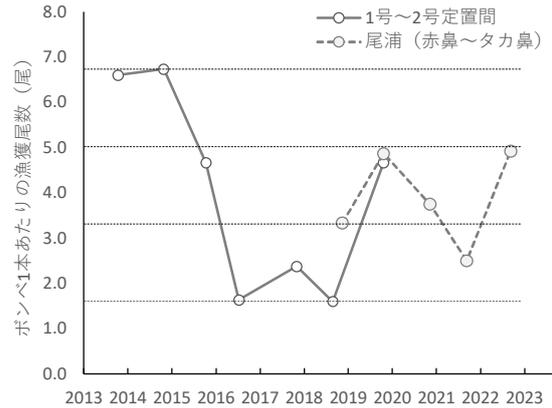


図7 ポンベ1本あたりのブダイ駆除尾数の推移

3) 海藻繁茂状況調査

図6に2019年度からの試験礁で採集した藻類の種別重量割合を示す。これまで同様、本年度も小型紅藻類が優先しており、大型褐藻類は確認されなかった。

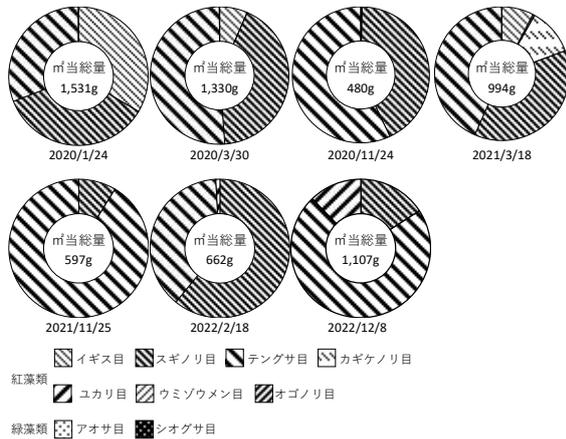


図6 試験礁で採取した海藻種別採取割合

2. 植食性魚類等藻場形成阻害要因調査

1) 藻場保全活動によるブダイ駆除量推移

入津地区藻場保全活動組織によるポンベ1本あたりのブダイ駆除尾数の推移を図7に示す。1号から2号定置間では2016年から2018年は2尾前後と減少したが、2019年は4.7尾と増加した。また、2018年から駆除の始まった尾浦の赤鼻からタカ鼻間では、2019年に4.9尾と多かったものの、以降は減少傾向であったが、2022年には再び4.9尾と増加に転じた。

2) 簡易キットによる間越港近郊の食害調査

簡易キットの設置は2022年10月26日の15時頃に3地点とも行った。設置時に周囲のカジメ類の繁茂状況を確認したところ、港キワでは岸壁に繁茂、港内でも残存を確認したが、港外では確認できなかった。

港外および港キワのブダイの時間別延べ出現尾数の推移を図8に示す。なお、設置当日の10月26日はいずれもブダイの姿は撮影されなかったため、翌27日の日の出からの画像を解析した。

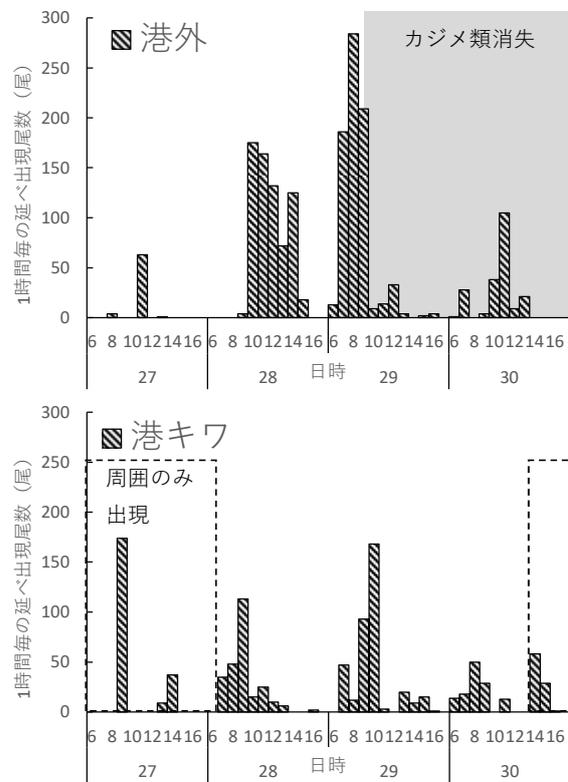


図8 ブダイの延べ出現尾数の推移

港外では設置翌日の10月27日からブダイの食害が確認された。時には数尾の群れで来遊し、設置から約67時間

後の10月29日の9:30頃には餌として設置したカジメ類は消失した。港キワでは当初は周囲の天然カジメ場へのみブダイが確認されたが、28日には設置したカジメ類への摂餌も確認できた。しかしながら、港外のような群れの来遊はほとんど確認されず1尾のみ撮影されることが多かった。なお、港内については設置時にはブダイを1尾目視確認したものの、ブダイによる摂餌は確認されなかった。

アイゴの時間別延べ出現尾数の推移を図9に示したが、ブダイほど執着して摂餌している様子は観察されなかった。また、イスズミ類と思われる魚影が港キワでのみ撮影されたが、アイゴ同様執着して摂餌している様子はなかった。

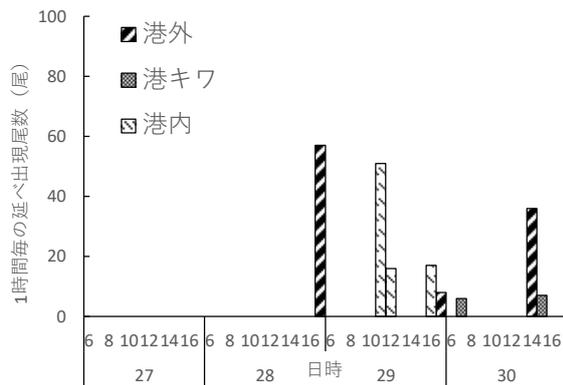


図9 アイゴの延べ出現尾数の推移

設置した簡易キットは15日後の11月10日に引上げた。最終的な残存状況および食痕を写真1に示した。残存率は今回測定しなかったが、葉部が残存していた港キワおよび港内の葉にはブダイやアイゴによると思われる摂食痕³⁾が確認できた。

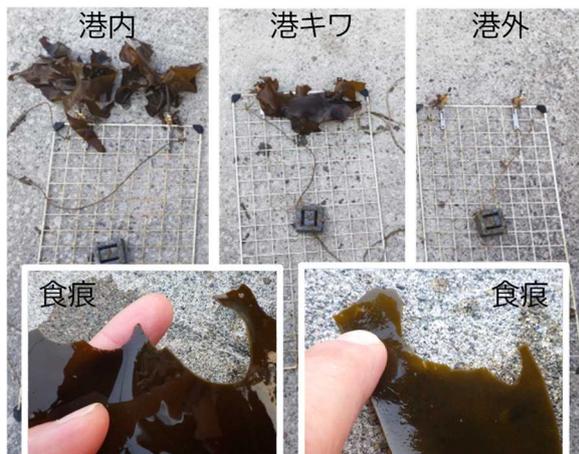


写真1 引上時の残存状況と確認された摂食痕

年間の港外、港内の水温推移を図10に示す。港外に比べて港内は冬期が低く、夏期は高い傾向があるものの、差はわずかであり植食性魚類の行動にどの程度の影響があるかは判断できなかった。



図10 米水津間越港内および港外の水温推移

今回の結果から、周囲に天然のカジメ類がない場所で母藻の移植や造成を行うと、設置した母藻に食圧が集中することが明らかとなった。また、わずか100mの範囲内であっても、食圧が大きく異なること、さらには出現する植食性魚類の組成も異なることから改めて藻場造成する場所の選定が重要と考えられる。今回作成した簡易キットは、潜水作業が不要で調査できることから、藻場造成場所の選定など現場で活用できると考えている。

今後の問題点

漁獲実態調査では、入津地区ではブダイが代表的な植食性魚類であり、2013年当初から、減少傾向にあったものが、2019～2020年にCPUEが増加傾向になった。これは2017年級群である3歳が卓越し加入した結果と考えられる⁴⁾。2020年以降駆除場所が変更になったためか、減少傾向であったCPUEが今年度は増加に転じた。今年度も昨年度同様駆除日数が1日と少ないため、CPUEが資源動向を正確に反映していない可能性も高いが、今後の動向を注視する必要がある。

また、今年度の駆除したブダイの平均全長は35.1cmであり、年齢は満3～4歳⁵⁾と考えられる。

植食性魚類の季節的な変化をみると、年間を通じて植食性魚類は漁獲されるものの、鉄鋼スラグ魚礁周辺では今年度は昨年よりアイゴの出現が多かった。今後も継続的に植食性魚類の駆除を実施する必要がある。

植食性魚類は魚種によって特性が異なり、その除去方法は未だ開発段階にある。比較的広範囲の仕切り網による防除⁶⁾も実施され一定の成果があったものの、メンテナンスや台風対応、わずかな隙間からの被害など課題も残った。

また極めて狭い範囲でも被害状況が異なり、造成場所の選定の重要性が明らかとなったことから、今後は、造成場所の選定と藻場形成阻害要因に即した効率的な対策に加えて、積極的な種苗や生殖細胞の供給方法も検討する必要がある。

文献

- 1) 尾上ら.藻場再生緊急対策事業.平成13年度大分海水研事業報告 2002; 173-183.
- 2) 白樫真、森田将伍. 磯焼け対策に関する技術開発. 令和 3 年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告 2021 ; 9-13.
- 3) 第3版 磯焼け対策ガイドライン.2021. 水産庁.
- 4) 徳光俊二、中尾拓貴、都留久美子. 磯焼け対策に関する技術開発. 令和 2 年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告 2020 ; 225-228.
- 5) 徳光俊二、中尾拓貴、都留久美子. 磯焼け対策に関する技術開発. 平成 31 (令和元) 年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告 2019 ; 9-13.
- 6) 尾上静正、内海訓弘、山田英俊、田村勇司, 藻食性魚類による大型褐藻に対する食害の実態把握に関する研究 (大分県). 平成 13~16 年度水産業関係特定研究開発促進事業報告書.

カーボンニュートラルへ向けたブルーカーボン活用に関する研究のうち 藻場回復に向けたクロメ等の種苗の生産と関連調査 (水研委託)

白樫 真・堤 憲太郎・入江隆乃介（北部水産グループ）

事業の目的

「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」では、脱炭素化社会の実現を目指し、2050年までに80%の温室効果ガスの削減に取り組むとされている。大分県豊後水道西部海域でも長期的な水温上昇¹⁾が確認されており、当県においても脱炭素は重要な課題である。近年、国際社会でも気候変動緩和・適応策にブルーカーボンを利用する動きが活発化しており、CO₂の吸収源として藻場や海藻養殖の有効性が言及され、その活用の推進が望まれている。

しかしながら、当県における藻場の衰退（磯焼け）は豊後水道南部地先において1996年頃から発生しており、藻食性魚類による食害の実態調査²⁾や対策が行われてきたものの回復は一時的にとどまり、現在も磯焼けは継続している。また、豊後水道南部では、現状海藻養殖はほとんど行われていない。

そこで、国立研究開発法人水産研究・教育機構と連携して、県の最南端でカジメ藻場の減少が著しい名護屋地先をモデル地区として藻場回復を目指している。当該地区ではブダイなどの藻食性魚類による食害が高いため、漁業者が主体的に駆除を行い食圧軽減に務めているが、完全な駆除は困難である。そこで、食圧を下げるとともに、それを上回る量の資源量（母藻）を供給することによって藻場を回復させるため、母藻確保手法の一つとしてカジメ類の養殖技術開発を行っている。本事業では、クロメ（以下、カジメ類）養殖技術開発のための種苗生産技術開発および作出種苗の基質への活着技術開発を目的とした。

事業の方法

カジメ類胞子体の生長率は、光量100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の条件下では水温15°Cが最も高く、18°C以上で次第に低下すると報告³⁾されているが、地域によって適水温に違いがある⁴⁾こともわかっている。適水温期間に少しでも大きな種苗を現場に展開するため、1月に葉長3cm以上を目指して「天然母藻を用いた早期成熟試験」および「フリー配偶体を用いた種苗生産」を行った。なお、ここでいうフリー配偶体とは、フラスコ内で基質に着生させずに培養した配偶体のこ

とを示す。

1. カジメ類種苗生産

1) 天然母藻を用いた早期成熟試験

6/13、6/21、7/19に水産研究部地先から入手したカジメ類母藻を用いて早期成熟試験を行った。ホンダワラ類では日長と水温が成熟に密接に関係していることが知られているが⁵⁾、カジメ類での同様の知見はない。そのため、水産研究部地先でカジメ類の成熟が確認できる11月の水温20°Cを目安に、採取した母藻を500L透明パンライトに収容し、段階的に冷却した。また照明は太陽光に近いスペクトルのLEDライト（GrassyLedioRX201シリーズ）を使用し、明期10時間、暗期14時間で管理した。

2) フリー配偶体を用いた種苗生産

北部水産グループで培養していた佐賀関高島産のカジメフリー配偶体をミキサーで200 μm 程度に粉碎後、7/29に200Lアルテミアふ化槽に投入し生産を開始した。育成条件を表1に示した。珪藻などの汚れは適宜海水シャワーで流すなど洗浄した。また5mm程度に生長後は、攪拌飼育とした。本手法で作成した種苗は基質に活着していないため、以後「フリー人工種苗」として記載する。

表1 陸上中間育成条件

| 種苗生長段階 | 水温 | 照度 | 明期 | 換水 | 栄養塩 [※] 添加 |
|----------|---------|----------|------|------|---------------------|
| 発芽まで | 19°C | 3,000Lux | 10時間 | 2週間毎 | 10ml/100L |
| 発芽～目視サイズ | 20～23°C | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 |
| 目視～3cm程度 | 〃 | 5,000Lux | 12時間 | 〃 | 〃 |
| 3cm以降 | 〃 | 〃 | 〃 | 掛け流し | なし |

※栄養塩にはノリシード（第一製網株式会社）を使用

2. フリー人工種苗の固定方法の検討

カジメ類種苗の基質への固定は、基質に直接遊走子を付着させるか、生産した種糸を基質に巻き付ける手法が用いられるが、前者は管理に広大なスペースが必要になること、後者は種糸の量産化には掃除などの労力がかかることが課題である。フリー人工種苗は、掃除などの手間も少なく数千枚の種苗を省スペースで作出可能であるものの、基質に活着していないため、現場海域へ展開するには何か基質に活着させる必要がある。方法としては他海藻でも事例のある水中ボンドや瞬間接着剤を使ってブロックや岩盤に

固定するなどが考えられるが、著しく手間がかかる。今後養殖を実用化するには、規模拡大が容易で取り回しの良いロープ類を基質とするのが望ましいと考えている。

そこで、ヒジキ養殖での種苗挟み込み方法⁶⁾を参考に、平均葉長 6.9 cm の今年度生産のフリー人工種苗 10 枚を挟み込んだハイクレロープ (φ5 mm) 70 cm を幹繩 (φ20 mm の PE ロープ) に適宜インシュロックで止めながら巻き付けて固定した。作成した幹繩は木枠に張って固定し、木枠ごと水槽内で管理した (写真 1)。水槽は FRP 角形 1t 水槽 (KF-1000S) 2 基とし、屋外、ろ過海水掛け流しで飼育した。海藻の生育場所の大きな決定要因に「光」と「流動」があることが報告⁷⁾されているため、水槽上部は遮光率 50% の遮光膜を 2 枚重ねて覆い、常時通気による流動区と無通気区の 2 区を設けた。なお、当初は水槽を遮光膜で完全に覆ったが、光量不足と思われる衰弱が見られたため、水槽の 1/3 ほどは遮光膜をかけずに太陽光が直接入るようにした (写真 2)。

試験は 2023/2/2 に開始し、20 日後、41 日後、56 日後に幹繩への活着状態および生長点を含む葉部の残存率、生長を確認した。



写真1 使用した種苗 (左)、挟み込んだ種苗をロープに固定した状態 (中)、幹繩の固定状態 (右)



写真2 飼育管理水槽 (右は常時通気区の水槽)

た。今後は成熟条件の把握⁸⁾に加えて母藻の管理方法も改善する必要がある。

2) フリー配偶体を用いた種苗生産

水温が上昇する夏期には、冷却器による水温制御を行い、約 6 ヶ月後の 2023/1/25 に平均葉長 7.6cm、2,530 枚のフリー人工種苗を作出した。作出した種苗は、写真 1 (左) のように葉の一部が屈曲するなど、生長異常と思われる症状が確認された。原因は明らかではないが、止水から掛け流しへの変更、冷却器の使用停止など飼育環境の変化によると考えられるが、生長点部分に異常はなかった。

2. フリー人工種苗の固定方法の検討

通気条件別の葉部残存率の推移を図 1 に示す。無通気区では色抜けなどの衰弱が確認され、20 日後に 9 割の個体で葉部が消失した。一方で通気区ではほとんど消失することはなかった。このことは通気による水の流動が種苗の残存に大きく関係していることを示唆している。図 2 には平均葉長の推移を示した。無通気区では衰弱したのに対し、通気区では 56 日後には 2 倍以上の 15.1cm まで生長した。衰弱の状態としては、写真 3 のように種苗上部が色抜けし、ちぎれてしまう状態であった。



写真3 先端部が色抜けした種苗

特に無通気区では直射日光が直接あつた種苗の色抜けが通気区に比べて激しかった。これは、通気区ではエアによって水面が常時波立ち、光が乱反射していたのに対し、無通気区では日光が水槽底面まで届くなど強光による影響があつたと考えられる。

また、活着率は 20 日後まで両区とも 0% であり、通気の有無による差はなかった。56 日後には種苗が残存していた通気区で 67% の種苗が幹繩へ活着した。

事業の結果

1. カジメ類種苗生産

1) 天然母藻を用いた早期成熟試験

6/13 開始群は 6/20 に、6/21 開始群は 7/15 に、7/19 開始群は 10/12 に葉部が衰弱したため試験を終了した。いずれの群でも子嚢斑の形成による成熟は確認できなかった。

衰弱要因については、収容密度、照度、藻体の汚れ、水流など様々な要因が考えられるが、原因は把握できなかった。

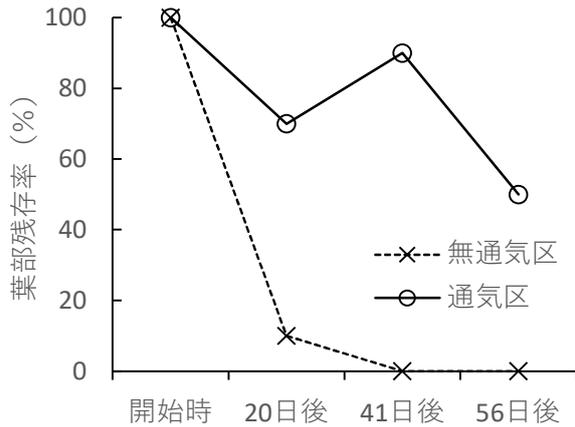


図1 通気条件別葉部残存率の推移

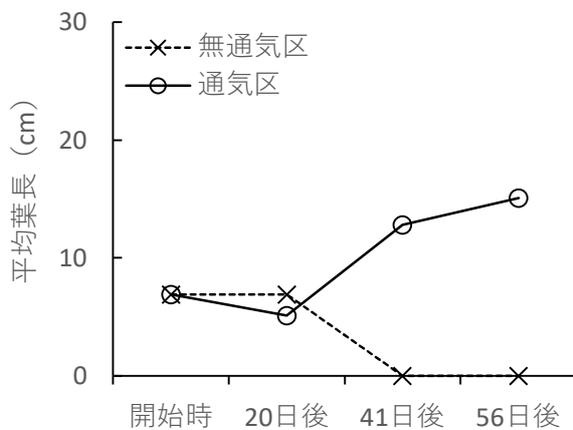


図2 通気条件別平均葉長の推移

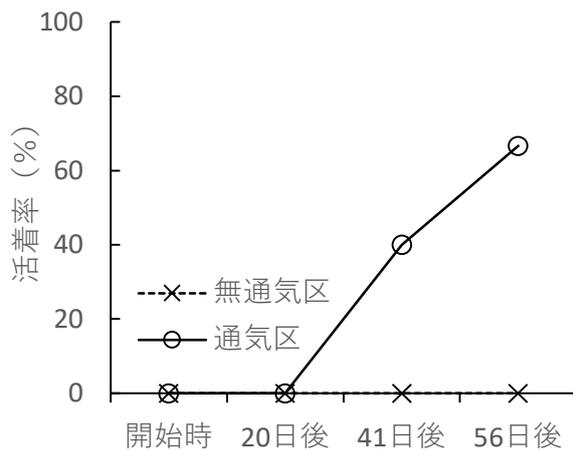


図3 通気条件別幹縄への活着率の推移

今後の問題点

人工種苗を用いた藻場造成や養殖を行うには、海域へ出す時期から逆算した計画的な採卵と健全な種苗の量産が必要である。今回フリー配偶体を用いることで計画的な量産ができた。一方でフリー配偶体では特定の株のみに偏るため、遺伝的多様性の点からも天然母藻の成熟コントロール技術は重要と考えられる。しかしながら、今回は母藻採取後の管理に課題が残った。また、作出した種苗の管理についても、生長阻害や強光によると思われる色抜けなど、カジメ類に適した光や流動条件の把握が必要である。

また、種苗の量産技術と並行して、作出した種苗を任意の基質へ簡便かつ早く確実に活着させる方法の開発はカジメ藻場の造成・養殖技術の実用化に向けた重要な課題である。今後は基質の検討も含めて、計画的な採卵、健全な種苗の量産、種苗の活着方法について技術開発を行う必要がある。

文献

- 1) 安部洋平. 豊後水道西部海域における水温の長期変動. 大分県農林水産研究指導センター研究報告 2017; 55-58.
- 2) 尾上静正・内海訓弘・山田英俊・田村勇司. 藻食性魚類による大型褐藻類に対する食害の実態把握に関する研究 (大分県). 水産業関係特定研究開発促進事業報告書 平成13~16年度.
- 3) 馬場将輔. クロメの配偶体と幼孢子体の生育に及ぼす温度, 光量, 塩分の影響. *Algal Resources* 2009; 11-19.
- 4) 田中俊充・四ツ倉典滋・木村創・能登谷正浩. 和歌山県沿岸に生育するカジメ・クロメの配偶体の生長と成熟および孢子体の初期生長に及ぼす水温の影響. *水産増殖* 2008; 343-349.
- 5) 吉田吾郎. 生活史と環境要因. *日本水産学会誌* 2000; 66(4) 746-747.
- 6) 伊藤龍星・寺脇利信・サトイトシリルグレン・北村 等. 天然藻体のロープへの挟み込み法によるヒジキ養殖. *水産増殖* 2008; 56(1) 97-103.
- 7) 今野敏徳. ガラモ場・カジメ場の植生構造. *月刊海洋科学* 1985; 175 57-65.
- 8) 鈴木裕也. 褐藻カジメ属 2 種カジメ, クロメの高温耐性. 三重大学院生物資源学研究所, 平成 25 年修士論文.

ヒラメ耐病性家系の選抜育種

森田将伍・山田英俊・吉井啓亮

事業の目的

大分県は令和3年のヒラメ養殖生産量が528t（令和3年農林水産統計）であり、日本一のヒラメ養殖生産地である。

ヒラメ養殖では疾病による歩留まりの低下が問題となっており、養殖経営の圧迫につながっている。特に *Edwardsiella piscicida* を原因とするエドワジエラ症では、原因菌が細胞内寄生することから予防・治療が困難であり、承認されたワクチンや治療薬がなく、生残率を下げる原因となっている。

本研究ではエドワジエラ症に対して抵抗性を持ち、かつ、高成長等の優良形質を持ったヒラメ種苗を作出することで、当県のヒラメ養殖産業を支援することを目的とした。

事業の方法

1. 供試魚の作出

1) 親魚

親魚には共同研究機関である国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所（以下、水技研）から譲渡された細菌性疾病に抵抗性を有する親魚（以下、抵抗性）と、当研究部所有の高水温に抵抗性を有する親魚（以下、高水温）を用いた。

2) 種苗生産

系統ごとの生産時期は下記のとおり。本年度は、抵抗性家系の親魚からの採卵が不調であったため、一部系統については水技研が作成した受精卵を用いた。

A. 抵抗性♂×抵抗性♀（以下、系統①）

水技研において2022年4月25日に抵抗性♂3尾×抵抗性♀1尾から採卵・受精させた受精卵を4月26日に当部に收容し、種苗生産を開始した。

B. 抵抗性♂×高水温♀（以下、系統②）

2022年4月8日に抵抗性♂1尾×高水温♀5尾から採卵・受精させた受精卵を4月10日に收容し、種苗生産を開始した。

C. 高水温♂×抵抗性♀（以下、系統③）

水技研において2022年4月28日に高水温♂3尾×抵抗性♀3尾から採卵・受精させた受精卵を4月29日に当部に收容し、種苗生産を開始した。

D. 高水温♂×高水温♀（以下、系統④）

2022年4月8日に高水温♂5尾×高水温♀5尾から採卵・受精させた受精卵を4月10日に收容し、種苗生産を開始した。

採卵では、♀親魚には排卵誘発ホルモン（以下、HCG）を500 IU/kg を打注した。打注後24時間後に卵を搾出・破棄し、48時間後に再度搾出して得られた卵を人工授精に使用した。♂親魚にはHCG処理は行わず、人工授精の当日に精子を搾出し使用した。種苗生産方法については、ヒラメ種苗生産マニュアル¹⁾を参考とした。

2. エドワジエラ症耐性家系の評価

1) 感染試験による *E. piscicida* 耐性の評価

評価は、各系統の供試魚を浸漬および腹腔内注射で *E. piscicida* 攻撃試験を実施することで行った。

A. 浸漬攻撃試験の供試菌株および供試魚

E. piscicida 192571 株を Heart Infusion 液体培地（1.0% NaCl）で25°C・24時間培養したものを攻撃菌液とした。実験に供したヒラメは、系統①、系統②、系統③、系統④および対照区として公益社団法人大分県漁業公社が生産した天然親魚（以下、天然）由来の系統（天然♂×天然♀（以下、系統⑤））の5系統とした。供試魚の尾数は、各系統10尾（平均体重30g）とした。なお、共食い防止のため供試魚の全長差が1.5倍を超えないよう²⁾に選別し、系統を区別するため感染試験の1週間前に無眼側にイラストマー標識を施した。

B. 腹腔内注射攻撃試験の供試菌株および供試魚

浸漬攻撃試験と同じ株を使用し、浸漬と同条件で培養した後に、PBSで希釈調製したものを攻撃菌液とした。使用した供試魚は浸漬攻撃試験と同じ5系統とし、尾数は各系統10尾（平均体重30g）とした。選別および標識は浸漬攻撃試験と同様に行った。

C. 攻撃試験

各系統の供試魚を浸漬と腹腔内注射で攻撃した。浸漬攻撃試験では、100Lの海水が入った0.5tFRP水槽に各系統10尾ずつ入れ、 7.1×10^6 CFU/mL および 7.1×10^5 CFU/mL の濃度となるよう攻撃菌液を添加して、30分間浸漬した。

腹腔内注射攻撃試験では、各系統 10 尾ずつ 8.9×10^3 CFU/fish および 8.9×10^2 CFU/fish の濃度となるよう腹腔内に攻撃菌液を 0.1 mL 注射した。いずれも攻撃後は攻撃濃度ごとに 0.5tFRP 水槽、水温 21°C で飼育し、試験期間中は毎日魚体重の 1% の EP を給餌するとともに死亡個体は取上げ、腎臓から TS 寒天培地 (1.5% NaCl) および SS 寒天培地を用いて攻撃菌の分離を試みた。

試験開始から 21 日後に生残個体を全て取上げて死亡個体と同様に分離し、攻撃菌の保有状況を確認した。

事業の結果

浸漬による攻撃後の生残率の推移は図 1 に、死亡個体も含めた供試魚の *E.piscicida* 保菌率 (総保菌率) は図 2 に示したとおりである。攻撃濃度によらず、系統②は保菌率が低かった。

また、今回の試験では系統①については試験中に糸状菌による鯉ぐされ症状が確認された。したがって、抵抗性を正しく評価できていない可能性が高い。

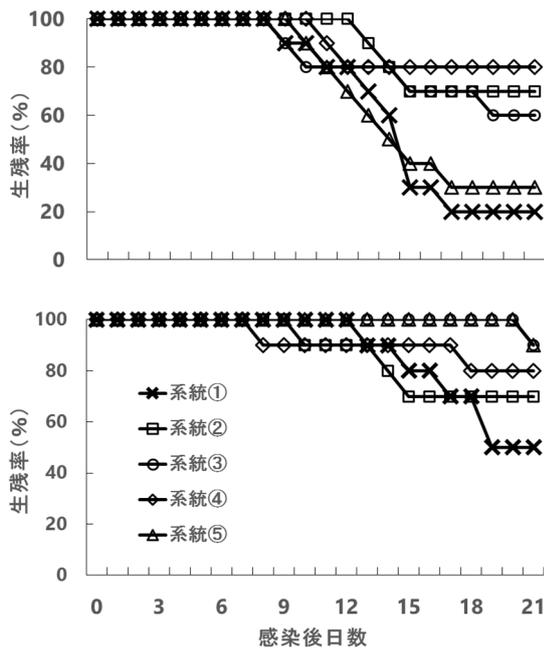


図 1 浸漬攻撃による系統別生残率の推移 (上: 7.1×10^6 CFU/ml、下: 7.1×10^5 CFU/ml)

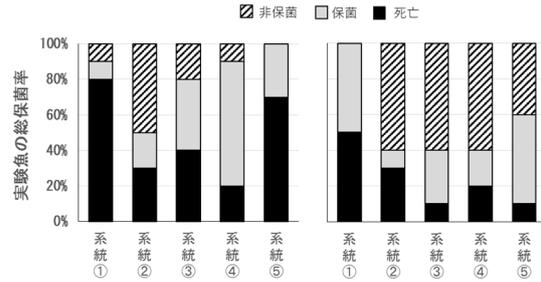


図 2 浸漬攻撃による系統別 *E.piscicida* 保菌率 (左: 7.1×10^6 CFU/m、右: 7.1×10^5 CFU/ml、死亡は全て保菌していた)

腹腔内注射による攻撃後の生残率の推移は図 3 に、総保菌率は図 4 に示したとおりである。攻撃濃度によらず、系統②、③は生残率が高く、総保菌率は低かった。また、 10^2 CFU/fish 攻撃試験区では系統⑤を除く 4 系統の非保菌率が高かった。

また、両攻撃試験の死亡魚は全て保菌していた。

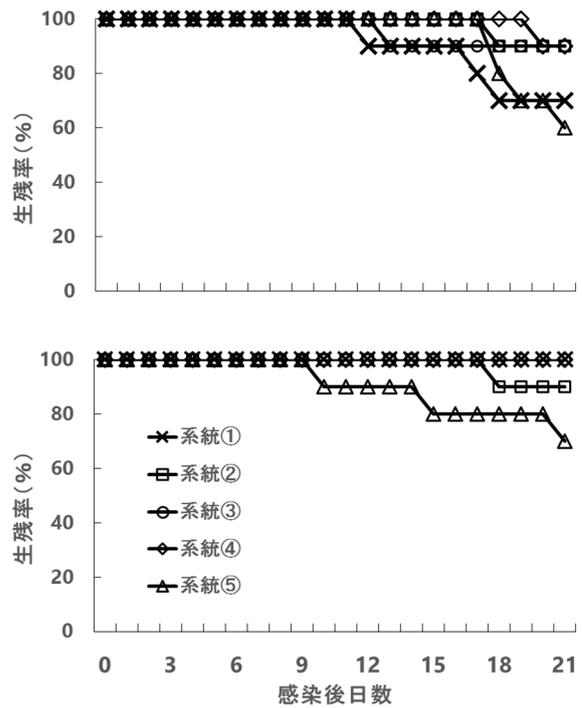


図 3 腹腔内注射による系統別生残率の推移 (上: 8.9×10^3 CFU/fish、下: 8.9×10^2 CFU/fish)

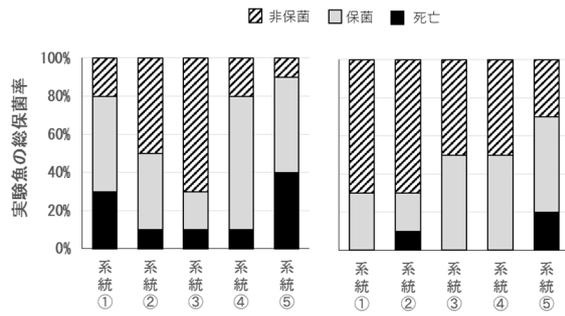


図4 腹腔内注射による系統別
E. piscicida 保菌率

(左: 8.9×10^3 CFU/fish、右: 8.9×10^2 CFU/fish、死亡は全て保菌していた)

今後の問題点

令和3、4年度の結果から、抵抗性家系と高水温家系を掛

け合わせたハイブリッド家系(系統②、系統③)は、他系統と比較して攻撃試験時の保菌率が低く、*E. piscicida* に対する抵抗性を有する可能性が示唆された。今後は、より *E. piscicida* に抵抗性を持つ系統を選抜するとともに、防御機構も明らかにする必要がある。

また、現場で養殖されている民間のヒラメ家系と抵抗性を比較する必要がある。

文献

- 1) 社団法人 日本栽培漁業協会企画調査室 編. 栽培漁業技術シリーズ No. 4 ヒラメの種苗生産マニュアル「ほっとけ飼育」による飼育方法. 社団法人 日本栽培漁業協会 1998.
- 2) 熊井英水. 最新海産魚の養殖 湊分社, 東京. 2001.

資源に関する基礎調査

水産資源調査・評価推進委託事業 (水産庁委託)

和田宗一郎・渋谷駿太・徳光俊二・堤憲太郎

事業の目的

我が国周辺水域内における漁業資源を科学的根拠に基づいて評価し、漁業資源の維持回復および高度利用を推進するため、必要な基礎資料を整備することを目的として実施した。なお、この調査は(国研)水産研究・教育機構と関係する都道府県で構成された共同研究体が水産庁から委託を受けて、水産資源調査・評価推進委託事業として実施されているものである。調査対象魚種はマイワシ、マアジ、さば類、ウルメイワシ、カタクチイワシ、マダイ、サワラ、トラフグ、ヒラメ、タチウオ、イサキ、ハモ、アカマダイである。なお、タチウオについては県調査分と合せて別途報告する

事業の方法

1. 標本船調査

豊後水道域において、中型まき網漁業(3統)、小型機船底びき網漁業(1隻)、機船船びき網漁業(1隻)及び小型定置網漁業(2統)、釣り漁業(2隻)、別府湾においては機船船びき網漁業(1隻)の各標本船を対象に操業日誌の記帳を依頼し、漁業種類別、漁場別漁獲量を調査した。

2. 生物測定調査

豊後水道域においてまき網漁業で漁獲され、佐伯市公設水産地方卸売市場鶴見市場(鶴見市場)に水揚げされたマイワシ、カタクチイワシ、ウルメイワシ、マアジ、さば類について調べた。マイワシ、カタクチイワシ、ウルメイワシについては被鱗体長、体重、生殖腺重量、マアジ、さば類については尾叉長、体重、生殖腺重量を測定した。また、大分県漁業協同組合臼杵支店魚市場(臼杵市場)、津久見支店魚市場(津久見市場)、佐伯市公設水産地方卸売市場葛港市場(佐伯市場)、鶴見市場に水揚げされたサワラを対象に尾叉長を測定した。

3. シラス混獲比調査

佐伯湾(佐伯市鶴見)で操業する機船船びき網の漁獲物について、いわし類稚仔魚の月別混獲比を調査した。標本

はホルマリンで固定したのち、同定を行った。

4. 卵稚仔分布調査

調査船「豊洋」による浅海定線および沿岸定線調査でLNPネット(鉛直曳き)により魚類卵稚仔を採集した。採集した標本は、ホルマリンで固定後、卵と仔魚の同定および計数を行った。

浅海定線・沿岸定線の海洋観測および卵稚仔採集位置を図1に示した。また、各定線における調査点数を表1に示した。なお、マアジ等重要対象種の卵が出現する4~11月の調査においては、浅海定線は定点h2、h4、h5を加えた24点、沿岸定線は定点s19、s33、s34、s35、h2、h4、h5を加えた21点を調査した。それ以外の月については、浅海定線は21点、沿岸定線では14点で調査を実施した。

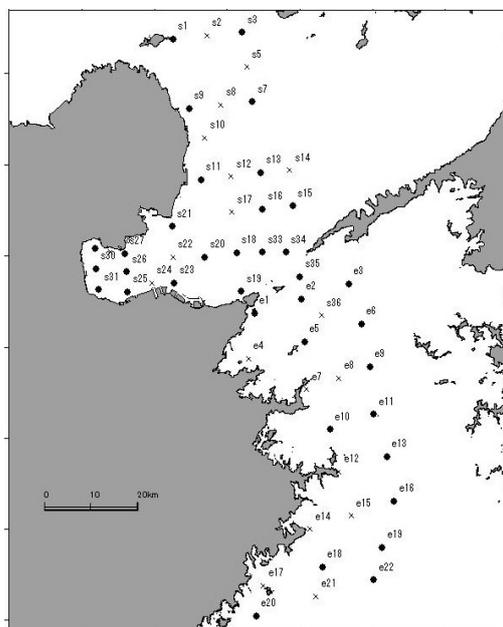


図1 調査定点位置

●は海洋観測と卵稚仔調査を実施した定点、×は海洋観測のみを実施した調査位置を示す。

表1 使用したネットの種類と調査定点数

| 定線名 | ネット種類 | 定点数 | |
|------|-------|-----------|-----------|
| 浅海定線 | LNP | 24(4~11月) | 21(12~3月) |
| 沿岸定線 | LNP | 21(4~11月) | 14(12~3月) |

5. ブリ稚魚資源調査（漁場一斉調査）

調査船「豊洋」を用い、ブリ稚魚資源調査を豊後水道域で実施した。

調査は、流れ藻を棒受網で採取し、流れ藻に随伴するブリ稚魚（モジャコ）等を採捕した。採捕したサンプルは船上で海水を満たしたサンプル瓶に収容して冷蔵し、帰港後、同定と全長測定をおこなった。また、藻を採取した海域の表面水温や潮流等について調査船搭載機器による観測を実施した。

6. マダイ、ヒラメ資源評価調査

臼杵、津久見、佐伯、鶴見各市場においてマダイの尾又長とヒラメの全長を測定した。また、放流魚を識別するため、マダイは鼻孔連結を、ヒラメは体色異常及び放流標識である鰭欠損の有無を調べた。

7. イサキ資源評価調査

漁獲量調査

鶴見支店に水揚げされるイサキの漁獲量を大分県漁業協同組合販売システムデータ（以下、漁協販売データという。）から調べた。

2022年4月から2023年3月までの間に、臼杵市場、佐伯市場、及び鶴見市場においては原則毎月3回、津久見市場においては月1回尾又長を測定した。

8. トラフグ資源評価調査

豊後水道域における大分県漁協主要4支店（佐賀関、臼杵、保戸島、鶴見）の月別漁獲量を漁協販売データから調べた。

また、臼杵、津久見、佐伯、鶴見の各市場およびJF大分保戸島支店の荷受け筏において全長を測定し、放流魚を識別するため、焼印標識及び胸鰭異常の有無を調べた。

9. ハモ資源評価調査

豊後水道域における大分県漁協4支店（臼杵、津久見、佐伯、鶴見）の2007年以降の年別漁獲量および2022年の月別漁獲量を漁協販売データと市場の出荷伝票をもとに調べた。また、佐伯支店のはえ縄漁業と鶴見支店の小型底びき網については年別のCPUEを算出した。

臼杵市場、佐伯市場、及び鶴見市場においては原則毎月3回、津久見市場においては月1回下顎長（DL: mm）を測定した。各市場における全長組成を求めするため、推定全長（TL: mm）は過去の精密測定結果から得られたTL=33.

259DL^{0.775}の式より求めた。

10. アカアマダイ資源評価調査

あまだい類の漁獲量を漁協販売データから調べた。また、臼杵、津久見、佐伯、鶴見の各市場において全長を測定し、アカアマダイ、シロアマダイ、キアマダイについて種判別を行った。

事業の結果

1. 標本船調査

各標本船の操業実態は大分県農林水産研究指導センター水産研究部において集計し、水産資源研究所へ送付した。

2. 生物測定調査

2022年4月から2023年3月までに行った市場調査における生物測定の結果を魚種別に表2に示した。また、魚種ごとの体長組成を表3~8に示した。なお、各魚種の体長測定部位はマイワシ、カタクチイワシ、ウルメイワシについては被鱗体長、マアジ、マサバ、ゴマサバ、サワラについては尾又長である。

測定期間中、マイワシにおける被鱗体長の範囲は7.4~17.6 cm、カタクチイワシは4.5~12.4 cm、ウルメイワシは6.4~22.6 cmで推移した。マアジにおける尾又長の範囲は7.8~38.2 cm、マサバは10.2~39.3 cm、ゴマサバは9.0~31.5 cm、サワラは32.8~95.1 cmで推移した。

3. シラス混獲比調査

佐伯湾における2022年1月から12月の間に実施したシラス混獲比調査結果を図2に示した。

調査期間中、佐伯湾ではサンプルが得られなかった1、2月を除いてカタクチイワシ主体であり、4月はマイワシが、3~6月、12月はウルメイワシが混じった。

4. 卵稚仔分布調査

採集された卵はA期、B期、C期、ステージ不明のものを、仔魚は前期仔魚、後期仔魚をそれぞれ集計し、表9、10に示した。

マイワシの卵・仔魚は、浅海定線では出現しなかったが、沿岸定線では2022年11月に仔魚が出現した。

カタクチイワシの卵は、浅海定線で2022年4~11月に出現し、特に4~5月に多く採取された。沿岸定線では2022年4~11月に採取され、5~6月に最も多く出現した。仔魚については浅海定線では2022年4~11月に出現し、6月が最も多く出現した。沿岸定線では2022年4~12月に出現し、6月が最も多かった。

ウルメイワシの卵は浅海定線調査では2022年6～7月に出現した。沿岸定線では2023年1～2月に出現した。仔魚については浅海定線では出現しなかった。沿岸定線では2022年12、2023年1月に出現した。

サバ類の卵は浅海定線調査では2022年5～6月に出現した。沿岸定線では出現しなかった。採取されたサバ類の卵はマサバ、ゴマサバともに確認された。仔魚については浅海定線では出現しなかったが、沿岸定線では2023年3月に出現した。

タチウオの卵は浅海定線では2022年6～12月に出現した。沿岸定線では2022年5～11月に出現した。仔魚は浅海定線の2022年10～12月に出現した。沿岸定線では2022年9～12月に出現した。

マアジの卵は浅海定線では2022年5～7月に出現した。沿岸定線では2022年5～7月に出現した。仔魚は浅海定線では5月に出現した。沿岸定線では2022年5～7月及び2023年3月に出現した。

5. ブリ稚魚資源調査（漁場一斉調査）

調査は2022年3月23日、4月8日、4月19日、4月25日の計4回実施し、結果を表11-1、11-2に示した。ブリ稚魚は、3月23日は採捕されず、4月8日は36尾、4月19日は39尾、4月25日は119尾がそれぞれ採捕された。

6. マダイ、ヒラメ資源評価調査

魚市場におけるマダイ・ヒラメの調査日数は臼杵、佐伯、鶴見が36日、津久見が12日であった。

マダイの2022年4月～2023年3月までの年齢別漁業種類別個体数は表12に示した。マダイは6,449尾を調査し、2～4歳が3,748尾で58.1%を占めた。漁業種類別では、小型底びき網が2,307尾で35.8%、釣りが2,280尾で35.4%、刺網が993尾で15.4%の順に多かった。放流魚と考えられる鼻孔連結は、85尾で1.3%に認められた。1996年度から継続して調べた臼杵と佐伯における鼻孔連結の混入率（%）を図3に示した。2021年度の鼻腔異常率は、臼杵で0.3%、佐伯で2.0%であった。

ヒラメの2022年4月～2023年3月の年齢別漁業種類別個体数を表13に示した。ヒラメは926尾を調べたところ、50尾が放流魚で混入率は5.4%であった。天然魚、放流魚を併せた年齢別漁獲尾数比率は、2歳が30.1%と最も多く、次いで3歳魚が25.9%であった。1歳～3歳では全体の67.4%を占めた。漁業種類別では小型底びき網が41.9%を占め、次いで刺網が22.2%、釣りが10.9%、定置網が5.5%であった。

7. イサキ資源評価調査

1) 漁獲量調査

鶴見支店では周年にわたって水揚げされていたが、漁獲量のピークは夏季（5月）であった（図4）。2022年の総漁

獲量は24.3トン（前年比54%、平年比45%）と前年、平年を下回る漁獲量であった。特に2021年と比較して6～7月の漁獲量が低かった。

2) 魚体測定及び精密測定調査

4市場にて5,074尾の魚体測定を行った。臼杵市場、津久見市場における尾又長組成は図5-1に、佐伯市場での尾又長組成は図5-2に、鶴見市場での尾又長組成は図5-3にそれぞれ示した。臼杵市場、津久見市場については漁獲量の減少から測定尾数が少なくなったため、2017年度から2市場のデータを併せて尾又長組成を作成している。

臼杵及び津久見市場では、4、7月は尾又長30 cm前後の階級頻度が高かったが、それ以外の月では尾又長の分布がばらばらであった。12月、1月、3月はイサキの測定がなかった。

佐伯では全体的に4月は13～24 cmの幅広い組成であった。5、6月は30 cm前後の階級頻度が高かった。7～8月は15～40 cm前後の幅広い組成であった。9、10月は17～20 cm前後の1歳魚の階級頻度高かった。11月は15～35 cmの幅広い組成であった。12月と1月は25 cm前後の2歳魚が主体であった。2月は20～35 cm、3月は27～34 cm主体であった。

鶴見では、4、6月は30～35 cm前後の個体が主体であり、5、7、8月は30 cm前後の個体が主体であった。9～12、2月は20～40 cm前後まで幅広い組成であった。1月、3月は35～40 cm前後の個体が主体となった。

8. トラフグ資源評価調査

豊後水道域で最も漁獲量の多い保戸島支店の漁獲量は1986年の56トンピークに1997年に3.9トンと大きく減少し、以後、10トンを上回る漁獲はなかった。2022年は3.6トン、対前年比86.5%であった（図6）。なお、保戸島支店における主な漁法は釣りである。

一方、鶴見支店では2000年以降のデータしかないが、概ね保戸島支店と似た増減が見られ、2022年は0.6トンと対前年比44.4%と減少した。これは1-2月に豊後水道南部のやや水温が高く、漁場が北寄りに形成されたものと考えられた。

2022年の佐賀関支店および臼杵支店の漁獲量はそれぞれ0.1トン、0.2トンとトラフグを主対象とする漁業の実態が無くなっている。

図7にトラフグの全長組成を示す。漁獲されたトラフグは全長32.2～66.8 cmであり、40 cmおよび48 cmにピークが見られた。

9. ハモ資源評価調査

豊後水道域におけるハモ漁獲量は2011年をピークに減少し、2022年は最低の14.0トンとなった（図8）。2022年

の月別漁獲量をみると、6月が最も漁獲量が多く3.3トンの水揚げであった(図9)。

大分県漁業協同組合佐伯支店のはえ縄漁業日別漁獲量データ、及び鶴見支店における小型底びき網の販売システムデータからCPUEを求め図10に示した。佐伯支店のはえ縄漁業CPUEは年による増減はあるものの、2011年以降は減少傾向にあった。2020年は最低の29.4となったが2021年は大幅に増加し39.0となり、2022年は再び減少して32.2となった。鶴見支店の小型底びき網CPUEは2007年以降ゆるやかな増加傾向にあり、2022年は6.1となった。

4市場にて1,229尾の測定を行った。各市場の全長組成は図11-1、図11-2、図11-3、図11-4に示した。

臼杵市場では4～6月、9月、11月～翌年3月に測定を行った。年間測定尾数は225尾で、全長組成の範囲は500～1,300 mmであった。

津久見市場では4、7、9、11月、翌年2月に測定を行った。年間測定尾数は29尾で、全長組成の範囲は600～1,100 mmであった。

佐伯市場と鶴見市場では年間を通じてハモが水揚げされており、それぞれ702尾と273尾を測定した。全長組成の範囲は、両市場とも400～1,300 mmであった。

10. アカアマダイ資源評価調査

あまだい類は2018年以降1.5トンを超える漁獲(漁協販売データ)があり、低迷しているものの増加の兆しが見られる。釣り・延縄による漁獲が主で周年漁獲される(図12)。

市場調査では907尾の体長計測、種判別を行い、アカアマダイが占める割合は16.6%、シロアマダイは83.4%でありシロアマダイが優占していた。なお、キアマダイは確認出来なかった。アカアマダイは全長30-36 cmにピークあり、対してシロアマダイは40-46 cmであった(図13)。

今後の問題点

水産資源の状態を把握するには長期にわたって精度の高い測定データを収集する必要がある。特に浮魚類についてはマサバ太平洋系群の資源が増加傾向にあるなど、資源が変動しつつある時期であり²⁾、今後も高い精度で生物情報を収集する必要がある。

2022年における鶴見支店のイサキ漁獲量は前年、平年

を下回る漁であった。この理由として、近年(2009～2020年)の豊後水道西側のイサキ資源量が減少傾向にあることが挙げられる³⁾。また、豊後水道西側のイサキは、乱獲状態ではないと推測されているが、再生産成功率が低い状況が続いている。今後は再生産成功率が低い要因についても詳細に調査する必要があると考えられる。

ハモのCPUEについては、はえ縄と小型底びき網で逆の動向を示しており、今後の動向に注意が必要である。また、小型底びき網においてハモはクルマエビやイトヨリダイなどの混獲物として水揚げされており、資源量指標値として用いるためには精査が必要である。2015年以降、ハモ漁獲量は減少傾向を示しており、より精度良く資源状況を把握する必要がある。

あまだい類については、安楽によると2002年の市場調査ではアカアマダイ68%、シロアマダイ14%、未判別18%としており、アカアマダイが多かった⁴⁾。現在増加傾向にあるのはシロアマダイであり、より大型になることから適切な資源管理により増加傾向を維持出来るよう、資源管理方法を考えていきたい。

また、漁業法の改正に伴い資源評価対象種が拡充されており、今後は新規対象種についてCPUEなどの資源量指標値を得る必要が想定される。特に漁獲量や努力量といった基礎的なデータが重要になるため、過去の標本船日誌や既存の調査データを有効活用する必要がある。

文献

- 1) 山田英俊, 片山知史, 高田淳史, 安楽康宏, 真田康広. 豊後水道西部海域におけるイサキの年齢と成長および漁獲物の年齢組成. 水産海洋研究2011; 75(3): 161-169.
- 2) 渡邊千夏子, 宍道弘敏, 船本鉄一郎, 渡邊良朗, 木村量. 変動期に入った日本周辺海域の漁業資源. 月間海洋2017; 560: 331-335.
- 3) 中尾拓貴. 豊後水道西側におけるイサキの資源量推定. 黒潮の資源海洋研究 2022; 23: 115-120.
- 4) 安楽康宏. 地域密着型漁業支援事業-3、豊後水道におけるアマダイ漁業調査. 平成14年度大分県海洋水産研究センター事業報告 2003; 11-12.

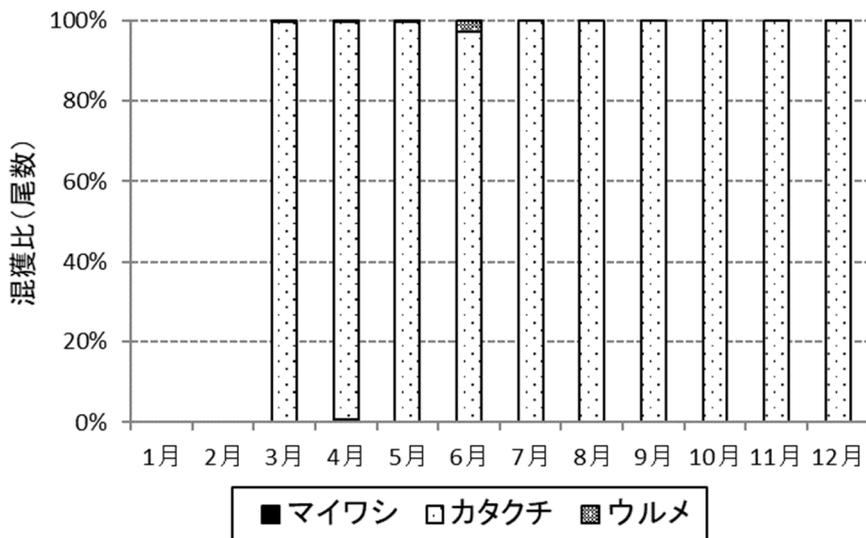


図2 2022年におけるシラス混獲比調査結果（佐伯湾）

* 同定結果から其他魚類は除き、シラス類のみの混獲率を示す

表9 2022年4月～2023年3月における大分県沿岸の主要魚種卵稚仔採集量（浅海定線）

| | | 個/曳 | | | | | | | | | | | |
|------|----|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
| マイワシ | 卵 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 仔魚 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| カタクチ | 卵 | 17.05 | 18.76 | 13.81 | 3.71 | 4.95 | 0.81 | 0.48 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 仔魚 | 0.38 | 3.14 | 7.67 | 6.62 | 1.05 | 1.24 | 0.33 | 0.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| ウルメ | 卵 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 仔魚 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| サバ類 | 卵 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 仔魚 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| タチウオ | 卵 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.13 | 0.08 | 0.08 | 0.04 | 0.13 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 仔魚 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| マアジ | 卵 | 0.00 | 1.54 | 0.50 | 0.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 仔魚 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 調査点数 | | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 21 | 21 | 21 | 21 |

表10 2022年4月～2023年3月における大分県沿岸の主要魚種卵稚仔採集量（沿岸定線）

| | | 個/曳 | | | | | | | | | | | |
|------|----|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
| マイワシ | 卵 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 仔魚 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| カタクチ | 卵 | 0.42 | 85.46 | 77.17 | 20.83 | 10.21 | 3.88 | 2.92 | 1.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 仔魚 | 0.04 | 12.88 | 21.38 | 16.25 | 5.71 | 3.17 | 0.38 | 0.83 | 0.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| ウルメ | 卵 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.07 | 0.00 |
| | 仔魚 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.21 | 0.21 | 0.00 | 0.00 |
| サバ類 | 卵 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 仔魚 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 |
| タチウオ | 卵 | 0.00 | 0.14 | 0.14 | 0.05 | 0.10 | 0.19 | 0.57 | 0.29 | 0.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 仔魚 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.14 | 0.05 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| マアジ | 卵 | 0.00 | 0.05 | 0.48 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 仔魚 | 0.00 | 0.29 | 0.10 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 |
| 調査点数 | | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 14 | 14 | 14 | 14 |

表11-1 ブリ稚魚資源調査結果

| 調査日 | 2022年3月23日 | 2022年4月8日 | 2022年4月19日 | 2022年4月25日 |
|-----------|------------|-----------|------------|------------|
| 視認流れ藻数 | 14 | 68 | 225 | 196 |
| 採取流れ藻数 | 5 | 8 | 6 | 7 |
| モジャコ付着数 | 0 | 36 | 39 | 119 |
| 平均尾数(尾/藻) | - | 4.5 | 6.5 | 16.9 |
| 平均全長(cm) | - | 3.0 | 3.1 | 3.9 |

表11-2 ブリ稚魚資源調査結果（詳細）

| 年月日 | 測点 | 時刻 | 位置 | | 表面水温 (°C) | 流れ藻の大きさ及び重量 | | 視認流れ藻個数 | 付着モジャコ尾数 |
|------------|--------|-------|----------|-----------|--------------|-------------|--------|---------|----------|
| | | | N | E | | 大きさ(m×m) | 重量(kg) | | |
| 2022年3月23日 | モ1-1-1 | 10:25 | 33.00.09 | 132.10.74 | 15.2 | 0.7×0.7 | 7.2 | 計19個 | 0 |
| | モ1-2-1 | 10:48 | 32.57.95 | 132.10.72 | 15.5 | 0.7×0.7 | 6.1 | | 0 |
| | モ1-3-1 | 11:22 | 32.52.90 | 132.10.69 | 16.2 | 0.5×0.5 | 4.1 | | 0 |
| | モ1-4-1 | 11:58 | 32.47.16 | 132.10.73 | 17.0 | 0.3×0.3 | 1.1 | | 0 |
| | モ1-5-1 | 14:08 | 32.47.11 | 131.59.11 | 15.7 | 0.3×0.3 | 0.9 | | 0 |
| 2022年4月8日 | モ2-1-1 | 10:16 | 33.00.24 | 132.10.54 | 16.4 | 0.5×0.5 | 1.7 | 計36個 | 0 |
| | モ2-2-1 | 10:51 | 32.53.87 | 132.10.72 | 17.8 | 1.0×1.0 | 6.4 | | 0 |
| | モ2-3-1 | 11:55 | 32.43.64 | 132.07.56 | 17.9 | 0.3×0.3 | 1.1 | | 1 |
| | モ2-4-1 | 12:44 | 32.43.61 | 132.02.24 | 17.9 | 0.5×0.5 | 1.7 | | 5 |
| | モ2-5-1 | 13:19 | 32.44.30 | 131.56.70 | 17.7 | 0.5×0.5 | 1.5 | | 30 |
| | モ2-6-1 | 14:12 | 32.50.32 | 132.02.22 | 17.6 | 0.7×0.7 | 3.0 | | 0 |
| | モ2-7-1 | 14:33 | 32.53.27 | 132.04.76 | 17.4 | 0.4×0.4 | 1.2 | | 0 |
| | モ2-7-2 | 14:33 | 32.53.27 | 132.04.76 | 17.4 | 0.4×0.4 | 0.6 | | 0 |
| 2022年4月19日 | モ3-1-1 | 10:16 | 32.54.19 | 132.05.58 | 16.2 | 0.3×0.3 | 1.2 | 計39個 | 0 |
| | モ3-2-1 | 10:52 | 32.49.48 | 132.01.49 | 17.2 | 1.0×1.0 | 2.5 | | 15 |
| | モ3-3-1 | 11:24 | 32.46.08 | 131.57.13 | 17.5 | 0.3×0.3 | 0.7 | | 5 |
| | モ3-4-1 | 12:44 | 32.43.65 | 132.03.11 | 19.0 | 2.0×2.0 | 32.1 | | 4 |
| | モ3-5-1 | 13:53 | 32.43.69 | 132.10.60 | 18.8 | 0.3×0.3 | 0.6 | | 14 |
| | モ3-6-1 | 14:56 | 32.54.87 | 132.10.67 | 16.4 | 0.5×0.5 | 3.3 | | 1 |
| 2022年4月25日 | モ4-1-1 | 10:02 | 33.01.44 | 132.10.75 | 16.6 | 2.0×2.0 | 15.8 | 計119個 | 11 |
| | モ4-2-1 | 10:43 | 32.55.18 | 132.10.72 | 16.7 | 0.5×0.5 | 1.1 | | 9 |
| | モ4-3-1 | 11:22 | 32.47.25 | 132.10.65 | 19.6 | 0.5×0.5 | 0.7 | | 29 |
| | モ4-4-1 | 12:34 | 32.43.81 | 132.05.74 | 20.6 | 0.5×0.5 | 0.9 | | 19 |
| | モ4-5-1 | 12:56 | 32.43.59 | 132.00.99 | 19.1 | 0.5×0.5 | 1.0 | | 37 |
| | モ4-6-1 | 13:48 | 32.48.86 | 132.00.91 | 19.6 | 1.0×1.0 | 5.9 | | 11 |
| | モ4-7-1 | 14:28 | 32.54.61 | 132.05.63 | 18.9 | 0.5×0.5 | 1.0 | | 3 |

表12 2022年度魚市場調査によるマダイの年齢別漁業種類別個体数

| 年齢 | 釣り | 刺網 | 定置網 | 小型底びき網 | 船びき網 | まき網 | その他 | 合計 |
|-----|-----------|----------|----------|----------|---------|--------|---------|-----------|
| 0 | | | | | | | | 0 (0) |
| 1 | 22 (0) | 29 (1) | 25 (1) | 93 (0) | | 2 (0) | | 171 (2) |
| 2 | 217 (0) | 202 (2) | 74 (0) | 745 (1) | 6 (0) | 5 (0) | 9 (0) | 1258 (3) |
| 3 | 379 (9) | 226 (2) | 49 (1) | 688 (1) | 24 (0) | 11 (0) | 61 (1) | 1438 (14) |
| 4 | 487 (3) | 120 (0) | 45 (4) | 285 (0) | 35 (0) | 18 (0) | 62 (0) | 1052 (7) |
| 5 | 382 (8) | 95 (0) | 18 (1) | 133 (1) | 25 (0) | 8 (0) | 22 (1) | 683 (11) |
| 6 | 207 (2) | 48 (0) | 17 (2) | 81 (0) | 23 (0) | 2 (0) | 8 (1) | 386 (5) |
| 7 | 125 (4) | 50 (4) | 6 (0) | 39 (1) | 18 (0) | | 13 (0) | 251 (9) |
| 8 | 68 (2) | 35 (2) | 11 (0) | 43 (0) | 17 (1) | 1 (0) | 8 (0) | 183 (5) |
| 9 | 49 (3) | 18 (1) | 8 (1) | 22 (0) | 6 (0) | | 10 (0) | 113 (5) |
| 10+ | 344 (12) | 170 (3) | 64 (4) | 178 (2) | 88 (1) | 21 (0) | 49 (2) | 914 (24) |
| 合計 | 2280 (43) | 993 (15) | 317 (14) | 2307 (6) | 242 (2) | 68 (0) | 242 (5) | 6449 (85) |

※()内はうち放流魚の尾数

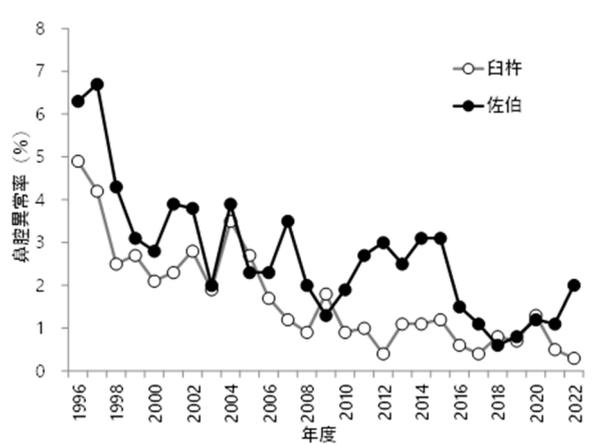


図3 マダイ鼻腔異常率の推移

表13 魚市場調査によるヒラメの年齢別漁業種類別個体数（2022年度）

魚市場調査によるヒラメの年齢別漁業種類別個体数（2022年）

| 年齢 | 小型底曳網 | 刺網 | 釣り | 定置網 | その他 | 不明 | 合計 |
|----|---------|----------|---------|--------|---------|---------|----------|
| 0 | 0 (0) | 0 (0) | 2 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 1 (0) | 3 (0) |
| 1 | 20 (0) | 26 (3) | 19 (0) | 10 (1) | 15 (4) | 16 (0) | 106 (8) |
| 2 | 113 (1) | 76 (4) | 28 (1) | 12 (2) | 16 (8) | 34 (2) | 279 (18) |
| 3 | 111 (3) | 54 (2) | 22 (1) | 10 (1) | 9 (1) | 32 (1) | 239 (9) |
| 4 | 53 (1) | 19 (1) | 11 (0) | 8 (0) | 4 (0) | 16 (2) | 110 (5) |
| 5 | 35 (1) | 13 (1) | 7 (0) | 4 (0) | 2 (0) | 10 (1) | 71 (3) |
| 6 | 20 (1) | 6 (0) | 4 (0) | 3 (0) | 2 (0) | 8 (1) | 43 (2) |
| 7 | 14 (1) | 4 (0) | 2 (0) | 1 (0) | 1 (0) | 6 (0) | 28 (1) |
| 8+ | 22 (1) | 8 (0) | 5 (0) | 3 (0) | 1 (0) | 7 (1) | 47 (2) |
| 合計 | 388 (9) | 206 (10) | 101 (3) | 51 (5) | 50 (14) | 130 (9) | 926 (50) |

※()内はうち放流魚の尾数 Age-length-keyを用いて年齢分解した

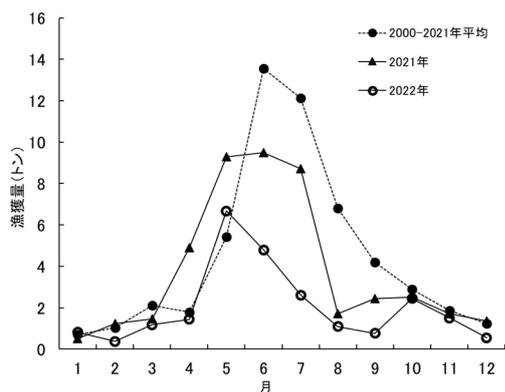


図4 鶴見市場におけるイサキ漁獲量推移

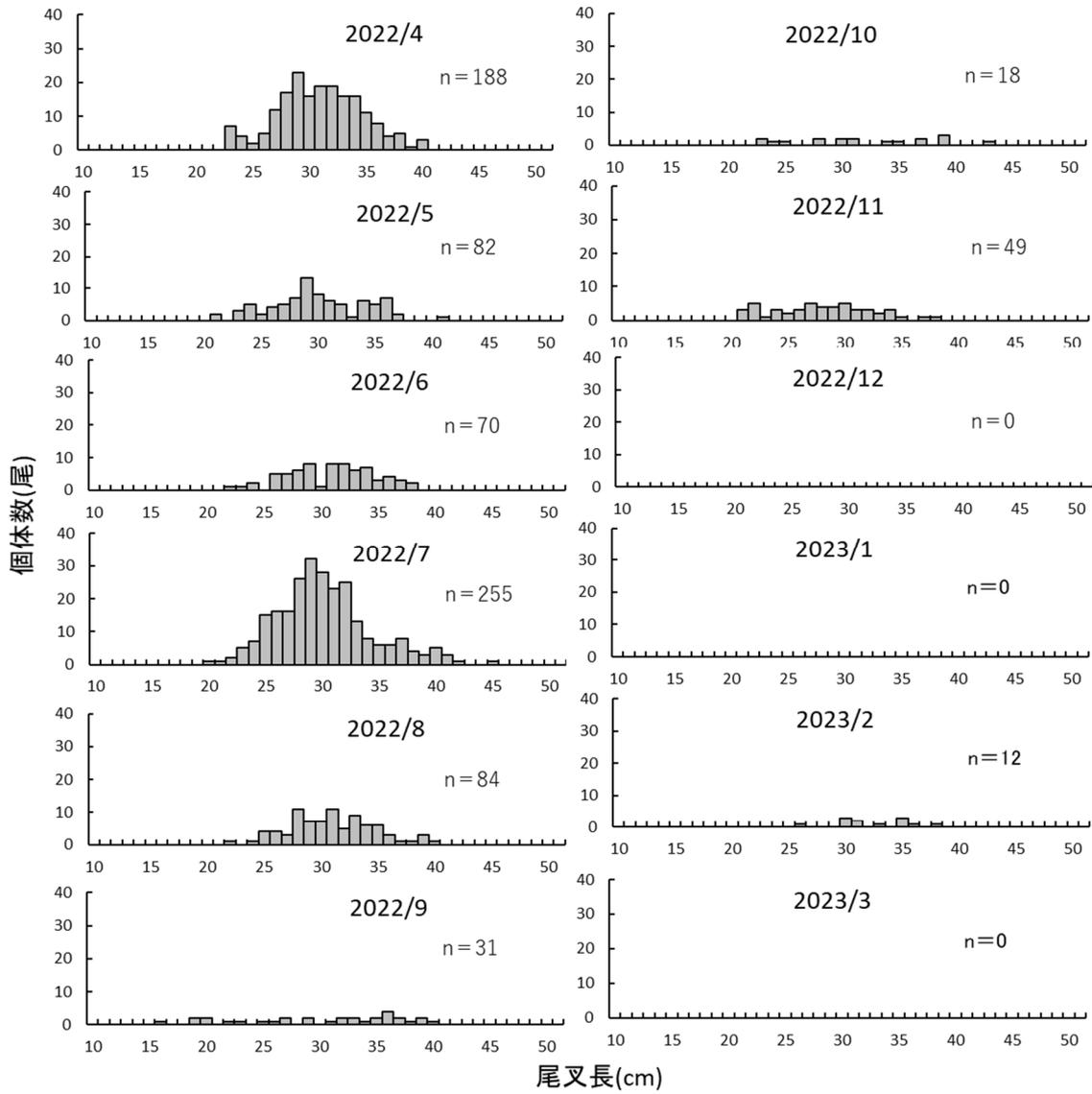


図5-1 イサキ 月別尾叉長組成 (臼杵市場、津久見市場)

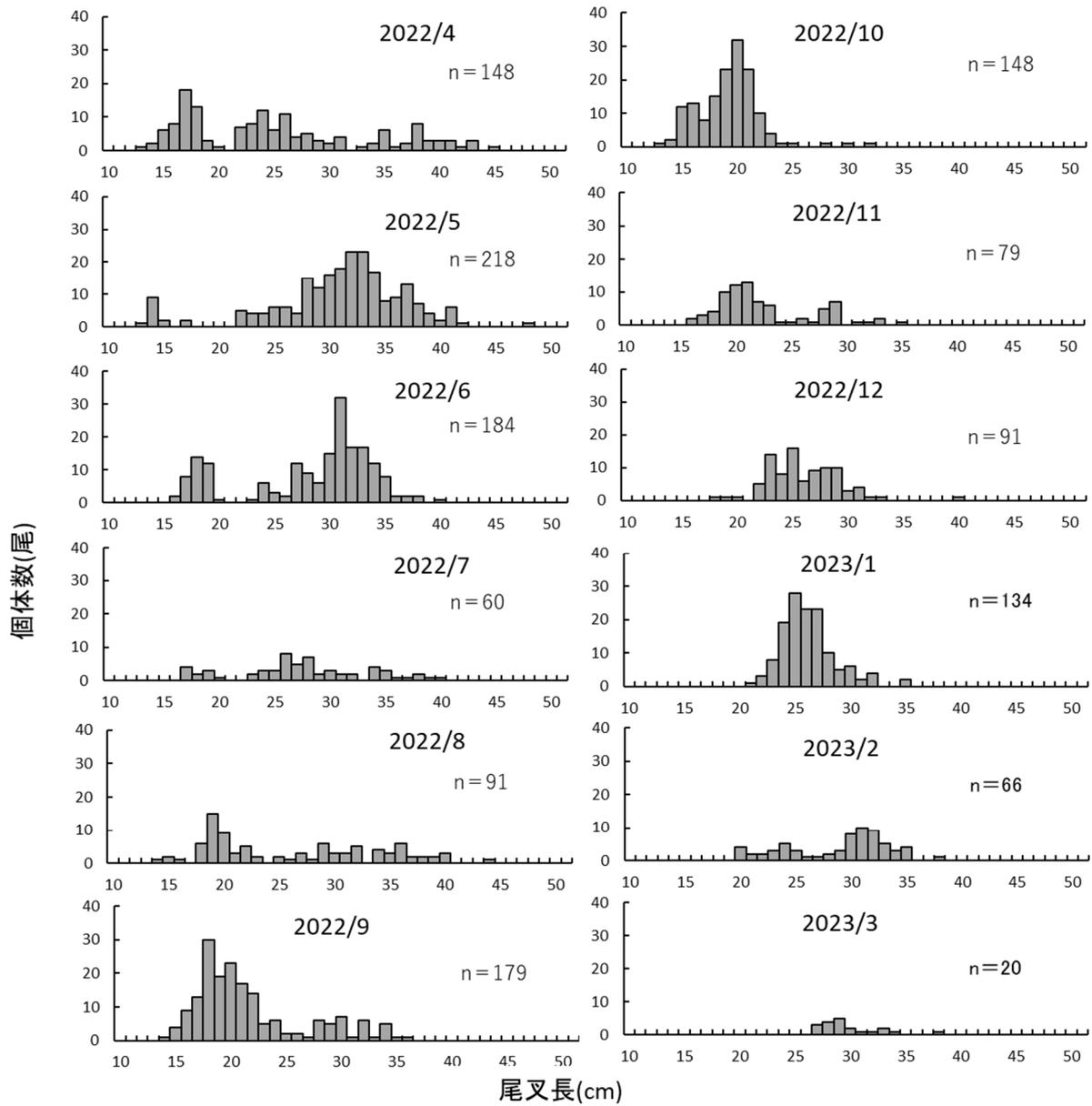


図5-2 イサキ 月別尾叉長組成（佐伯市場）

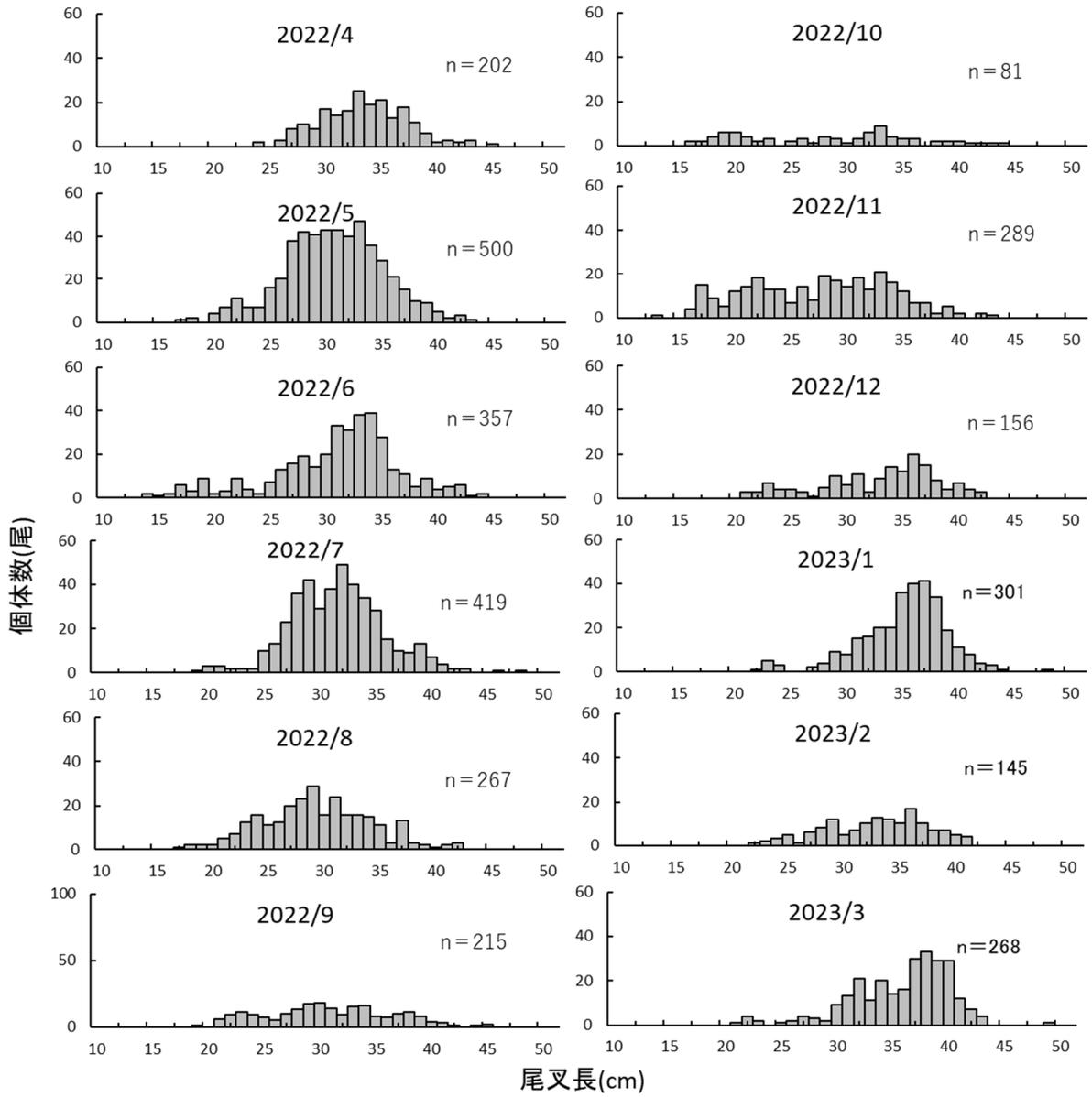


図5-3 イサキ 月別尾叉長組成 (鶴見市場)

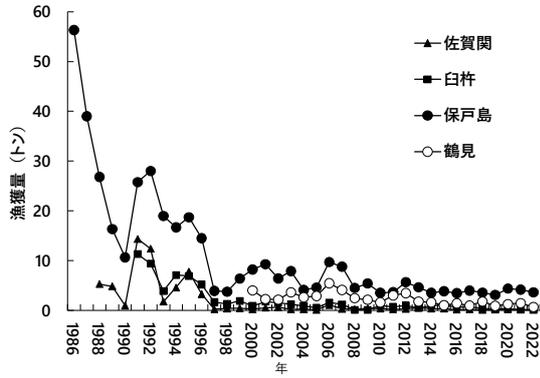


図6 主要4支店におけるトラフグ漁獲量の推移

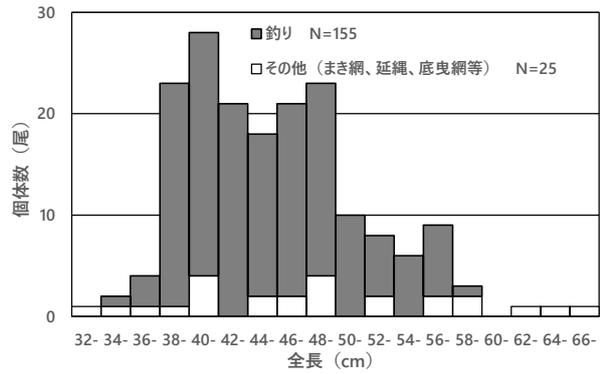


図7 トラフグの全長組成
(白杵、津久見、保戸島、佐伯、鶴見)

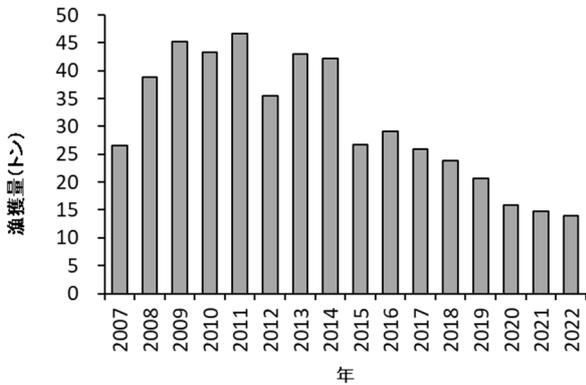


図8 豊後水道南部域におけるハモ漁獲量の推移

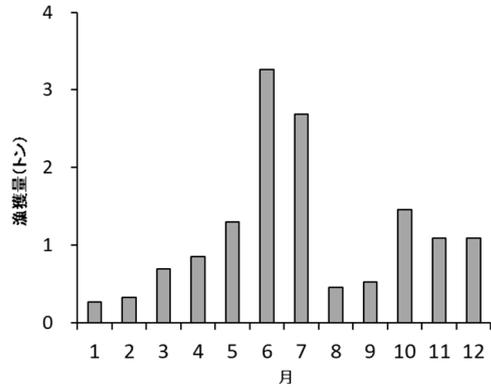


図9 2022年豊後水道南部域のハモの月別漁獲量

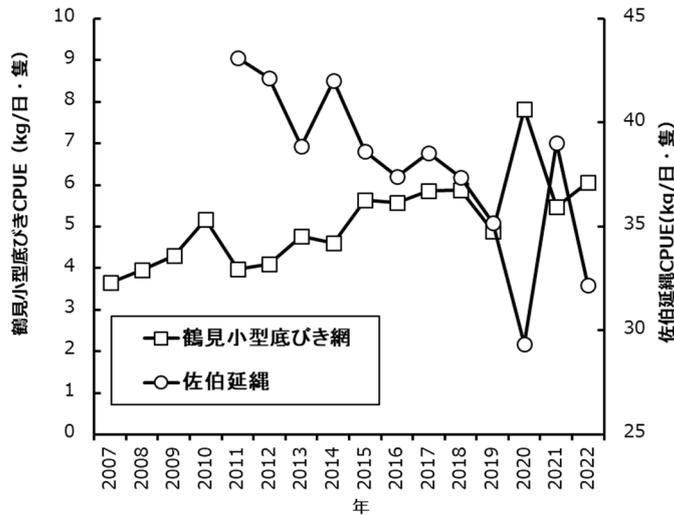


図10 大分県漁協佐伯支店はえ縄漁業及び鶴見支店小型底びき網によるハモCPUE

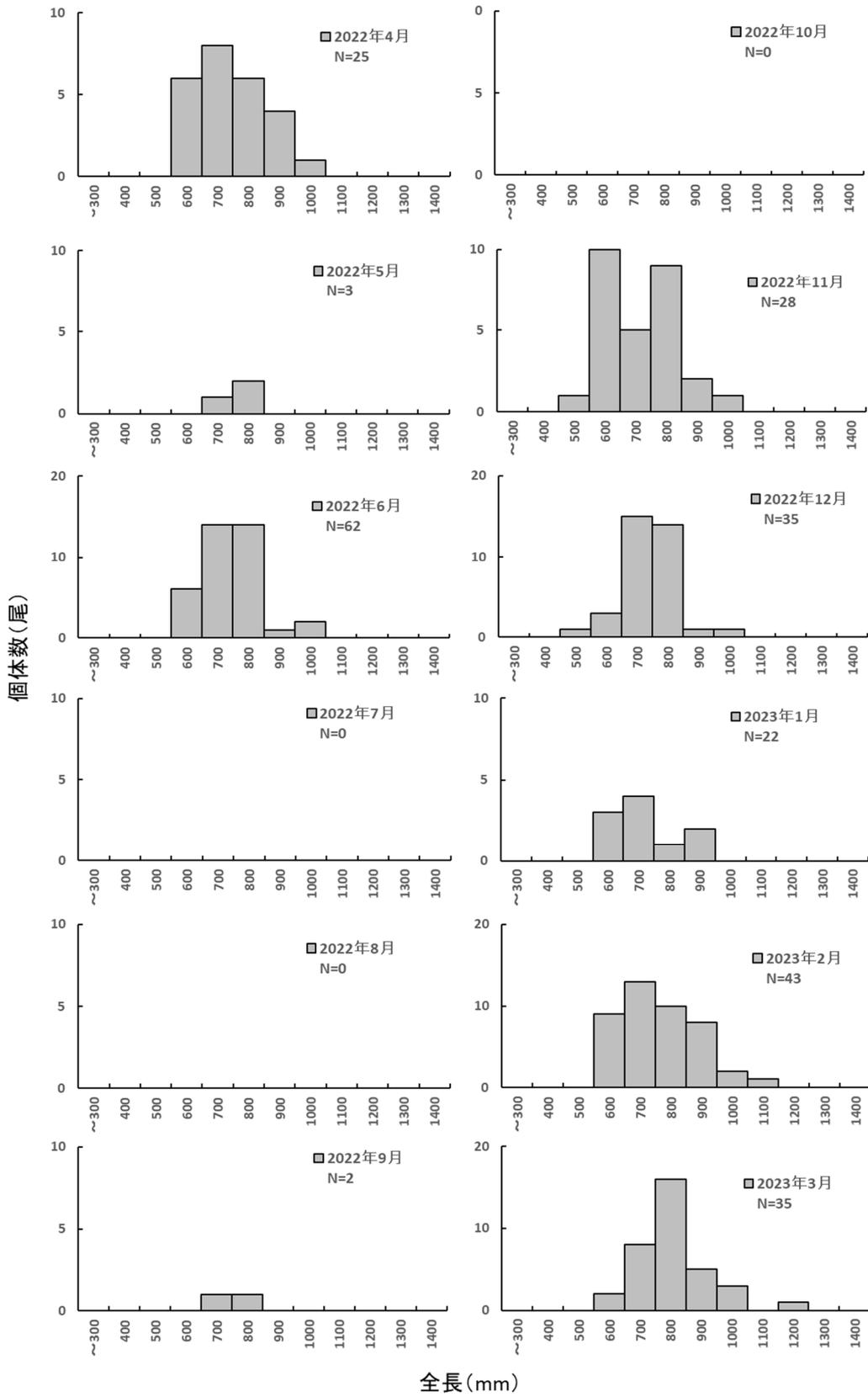


図11-1 臼杵市場におけるハモ全長組成

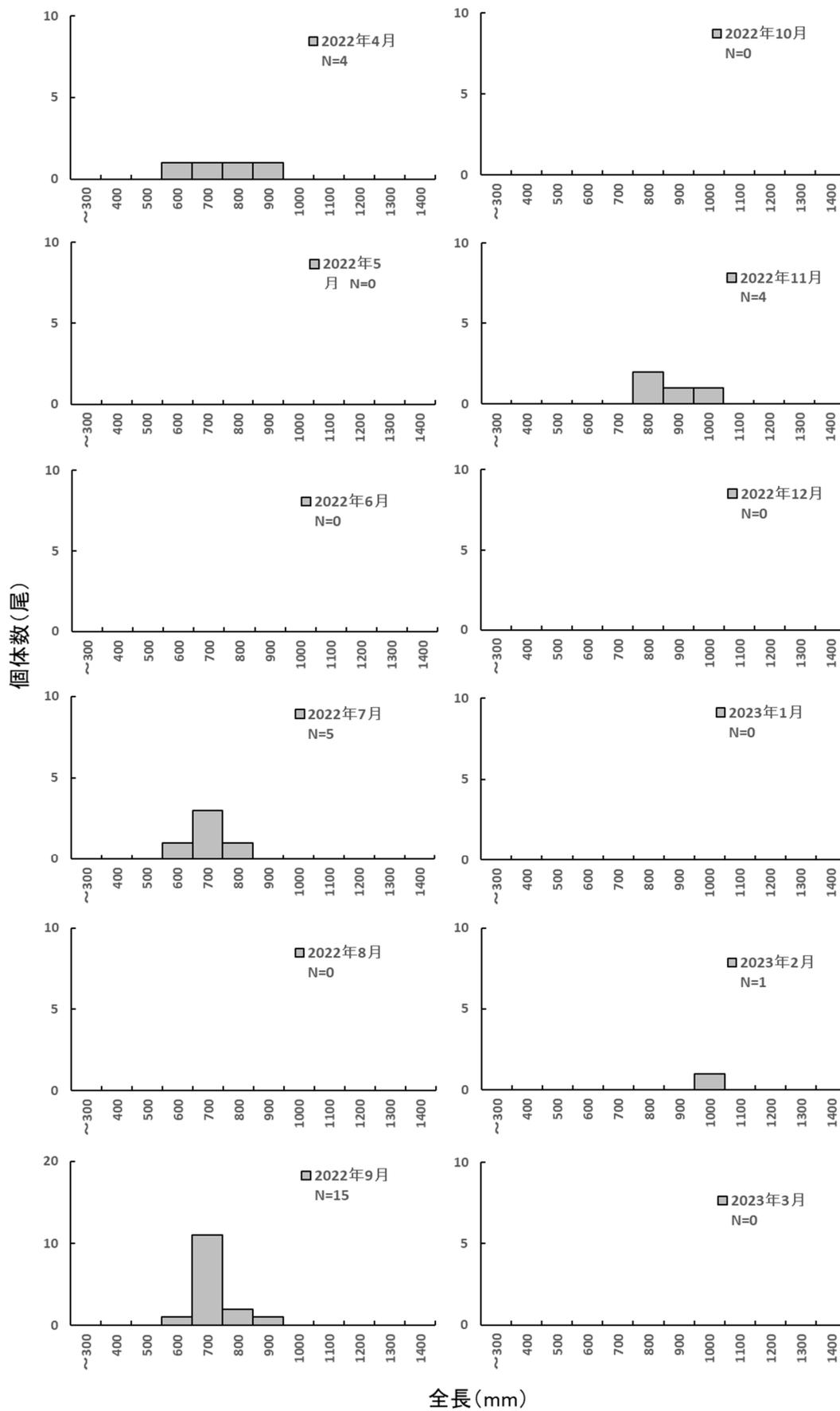


図11-2 津久見市場におけるハモ全長組成

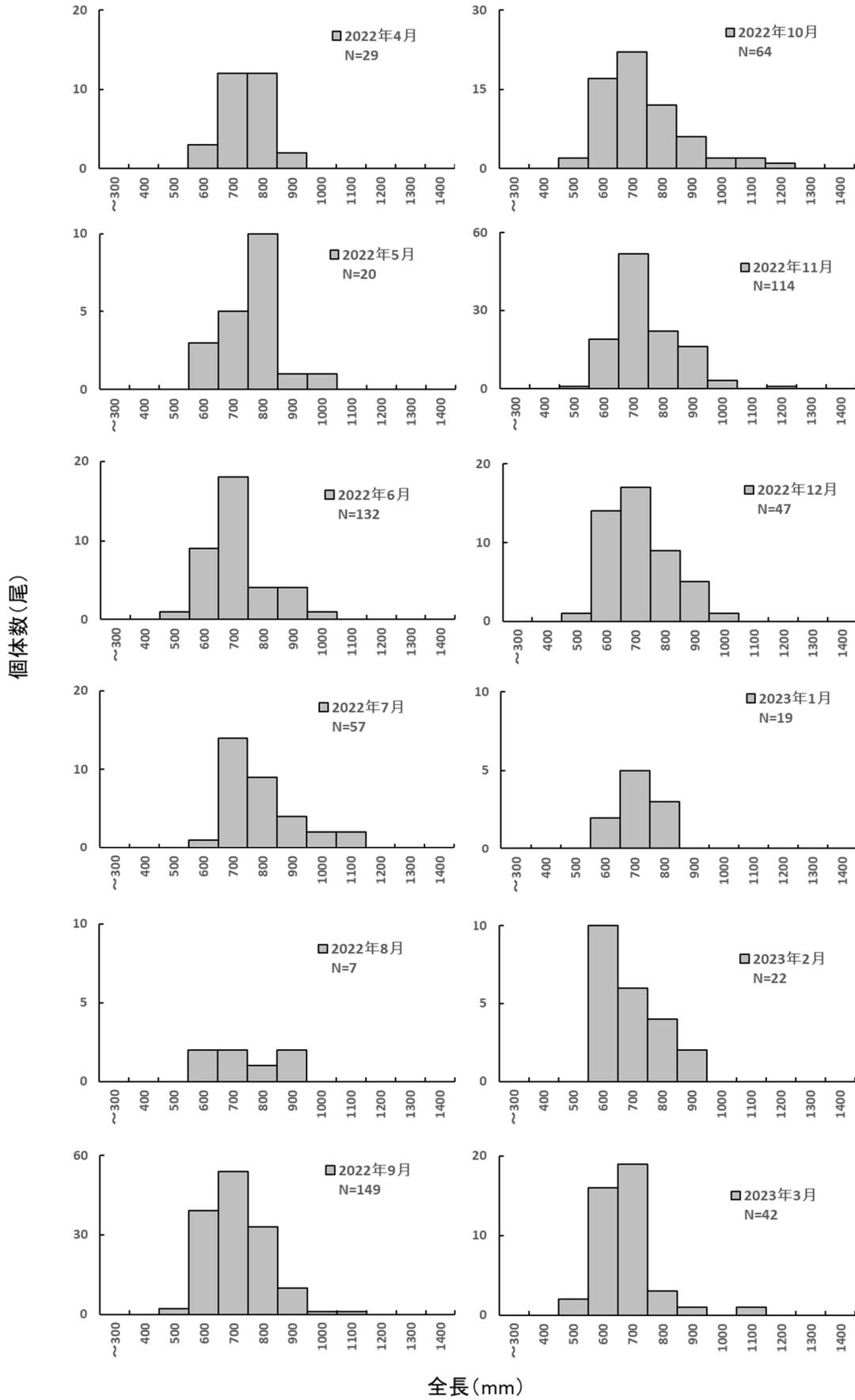


図11-3 佐伯市場におけるハモ全長組成

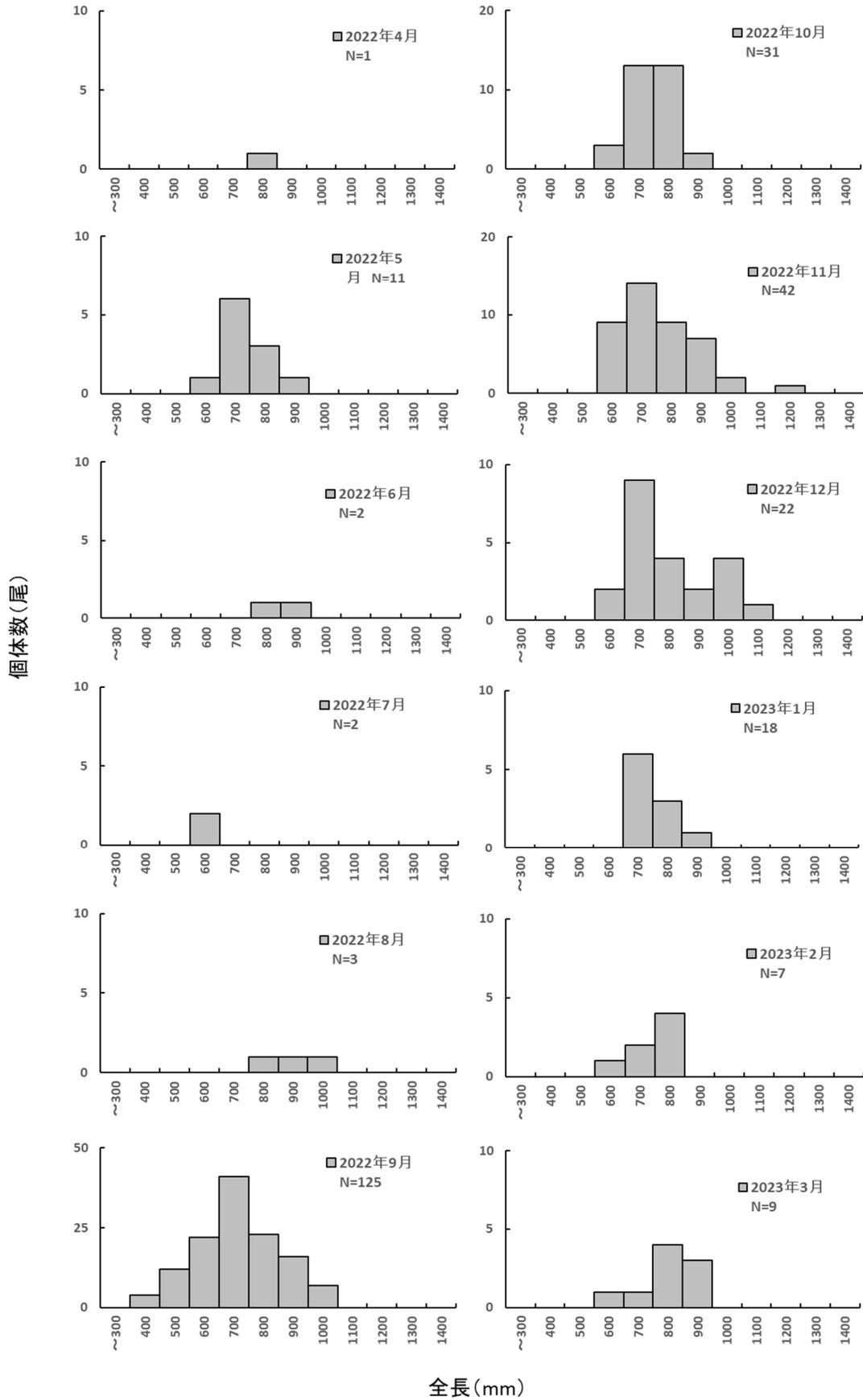


図11-4 鶴見市場におけるハモ全長組成

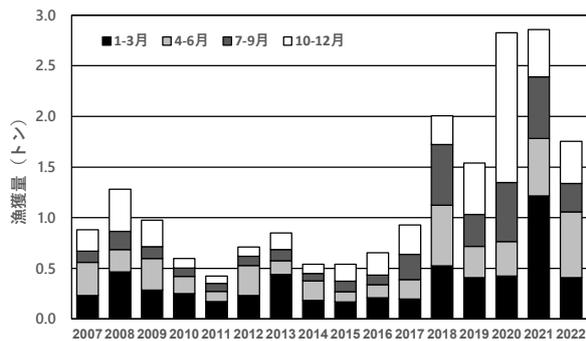


図12 大分太平洋南区のあまだい類の漁獲量の推移（大分県漁協販売データ）

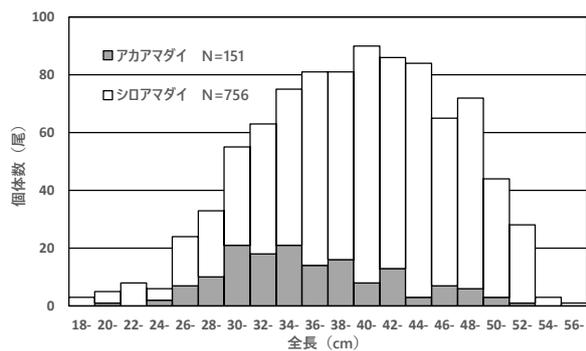


図13 市場調査によるアカアマダイとシロアマダイの体長組成

資源・環境に関するデータの収集・情報の提供

漁海況予報事業 (国庫委託)

渋谷駿太・和田宗一郎

事業の目的

効率的な操業と漁業経営に貢献するため、伊予灘・別府湾および豊後水道域での海況や漁況等の基礎的データを定期的に収集し、それらのデータやそれらを基礎とした漁海況予測情報を漁業者や関係機関へ発信・配信することを目的とした。

事業の方法

1. 浅海定線調査

浅海定線調査では、伊予灘および別府湾を中心に図1に示した33定点で、概ね毎月月上旬に調査を行った。調査項目は高速応答 DO センサー搭載メモリーCTD RINKO-Profiler 型式ASTD102 (JFEアドバンテック社製) による底層までの1m間隔の水温と塩分(但し、表層についてはデジタル水温計、鶴見精機社製電気塩分計による計測)、透明度、気象観測とした。調査には漁業調査船「豊洋」を用いた。

2. 沿岸定線調査

沿岸定線調査では、豊後水道海域において図1に示した22定点で、概ね毎月中旬に調査を行った。調査項目および使用船舶は浅海定線調査の項目と同様である。

3. 水揚実態調査

大分県漁業協同組合本店から入手した販売データを用いて、まき網漁業(大分県漁業協同組合鶴見支店以南)とその他の漁業種類(大分県漁業協同組合佐賀関支店)の水揚げ状況を整理した。

4. 情報の提供

上記1~3の調査で得られた情報について、漁業者や関係機関にファックス、郵送、およびホームページで公表を行った。

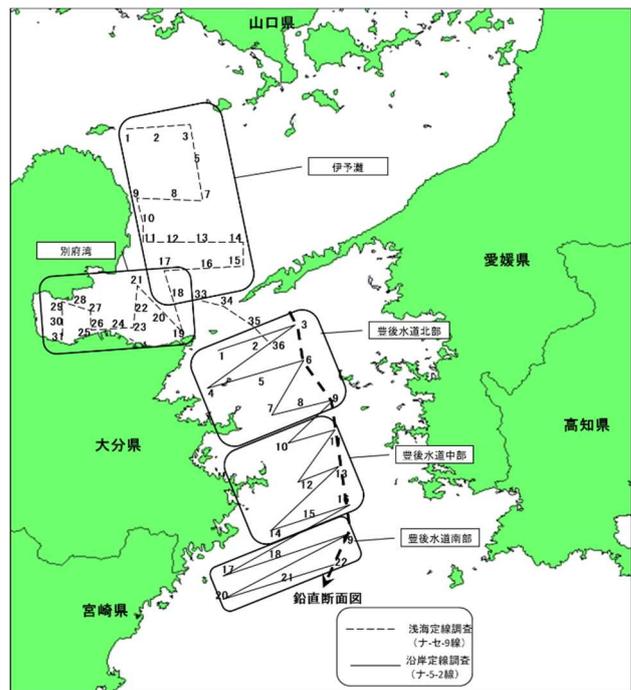


図1 調査定点

事業の結果

1. 浅海定線調査

海域ごとに評価をおこなうため、本項には別府湾と伊予灘に該当する29定点の結果を示す。

1) 水温

月別に調査定点平均水温の年間偏差評価を表1に示した。

伊予灘では、欠測の3月を除く1~5月は「平年並」、6月は「やや低め」、7月は「平年並~高め」、8、9月は「平年並」、10月は「高め」、11月は「やや高め」、12月は「やや高め~高め」で推移した。

別府湾では、欠測の3月を除く1~4月は「平年並」、5月は「平年並~やや高め」、6月は「やや高め」、7月は「平年並~やや高め」、8、9月は「平年並」、10月は「やや高め~高め」、11月は「平年並」、12月は「やや高め~高め」で推移した。

2) 塩分

月別に調査定点平均塩分の平年偏差評価を表 2 に示した。

伊予灘では、1月は「低め」、2月は「やや低め」、3月は欠測のため評価なし、4月は「やや低め」、5、6月は「低め～やや低め」、7～9月は「平年並」、10月は「やや低め～平年並」、11、12月は「平年並」で推移した。

別府湾では、1、2月は「やや低め」、3月は欠測のため評価なし、4～6月は「やや低め」、7月は「平年並」、8月は「やや高め」、9～12月は「平年並」で推移した。

2. 沿岸定線調査

1) 水温

月別に調査定点平均水温の平年偏差評価を表 3 に示した。

豊後水道北部では、1月は「やや低め」、2月は「平年並」、3月は「やや低め」、4月は「低め～やや低め」、5月は「やや低め～平年並」、6月は「やや低め」、7、8月は「平年並」、9～11月は「やや高め」、12月は「高め」で推移した。

豊後水道中部では、1、2月は「平年並」、3月は「低め～やや低め」、4、5月は「やや低め」、6～9月は「平年並」、10月は「平年並～やや高め」、11、12月は「やや高め」で推移した。

豊後水道南部では、1月は「平年並」、2月は「やや低め～平年並」、3月は「低め～やや低め」、4月は欠測のため評価なし、5月は「平年並～やや高め」、6月は「やや低め～平年並」、7月は「平年並～やや高め」、8月は「平年並」、9月は「平年並～やや高め」、10～12月は「平年並」で推移した。

2) 塩分

月別に調査定点平均塩分の平年偏差評価を表 4 に示した。

豊後水道北部では、1月は「平年並」、2、3月は「低め～やや低め」、4月は「低め」、5月は「低め～やや低め」、6月は「低め」、7、8月は「平年並」、9月は「平年並～やや高め」、10月は「平年並」、11月は「やや低め～平年並」、12月は「低め～やや低め」で推移した。

豊後水道中部では、1月は「平年並」、2月は「やや低め」、3月は「やや低め～平年並」、4月は「低め～やや低め」、5月は「きわめて低め」、6月は「低め～やや低め」、7月は「やや低め～平年並」、8、9月は「平年並」、10月は「やや低め」、11月は「平年並」、12月は「やや低め」で

推移した。

豊後水道南部では、1月は「やや低め」、2月は「低め～やや低め」、3月は「やや低め～平年並」、4月は欠測のため評価なし、5月は「低め～やや低め」、6月は「低め～平年並」、7月は「やや低め～平年並」、8、9月は「平年並」、10月は「やや低め～平年並」、11月は「平年並」、12月は「低め」で推移した。

3. 水揚実態調査

1) マイワシ

2022年の鶴見支店以南のまき網漁業による水揚量（以下「まき網水揚量」という）は22トンで、前年4,219トンを下回り、1986～2021年までの水揚量の平均値（以下「平年」という）7,770トンを下回った。

2) ウルメイワシ

2022年のまき網水揚量は2,104トンで、前年4,601トンを下回り、平年1,557トンを上回った。

3) カタクチイワシ

2022年のまき網水揚量は429トンで、前年765トンを下回り、平年2,286トンを下回った。

4) マアジ

2022年のまき網水揚量は961トンで、前年1,101トンを下回り、平年2,394トンを下回った。

また、2022年の佐賀関支店に水揚げされた釣り主体の水揚量（以下、「佐賀関水揚量」とする）は86トンで、前年76トンを上回った。

5) サバ類

2022年のまき網水揚量は659トンで、前年1,621トンを下回り、平年4,402トンを下回った。

また、2022年の佐賀関水揚量は30トンで、前年39トンを下回った。

4. 情報の提供

令和4年度版として、大分県豊後水道漁海況速報（短期）を23回、海況・魚群速報（豊後水道の海洋調査結果）を12回、海況・魚群速報（別府湾・国東半島沖合の海洋調査結果）を12回、大分県長期漁海況予報を年2回の計49回の情報提供を行った。

表1 伊予灘・別府湾における水温の平年偏差の評価(2022)

| 海域 | | 2022年 1月 | 2022年 2月 | 2022年 3月 | 2022年 4月 | 2022年 5月 | 2022年 6月 | 2022年 7月 | 2022年 8月 | 2022年 9月 | 2022年 10月 | 2022年 11月 | 2022年 12月 |
|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 伊予灘 | Sta.1-18 0m | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | -0.2 | -0.2 | 1.4 | 0.1 | -0.7 | 1.7 | 0.8 | 1.0 |
| | Sta.1-18 10m | 0.0 | 0.2 | | -0.1 | 0.2 | -0.7 | 2.2 | 0.1 | -0.4 | 1.5 | 0.9 | 1.2 |
| | Sta.1-18 20m | 0.0 | 0.2 | | -0.1 | -0.1 | -0.7 | 1.1 | 0.5 | 0.1 | 1.5 | 0.8 | 1.2 |
| | Sta.1-18 30m | 0.1 | 0.2 | | -0.2 | -0.5 | -0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.1 | 1.7 | 0.9 | 1.3 |
| | Sta.1-18 50m | 0.2 | 0.1 | | -0.4 | -0.4 | -1.1 | 0.3 | 0.1 | -0.1 | 1.9 | 0.9 | 1.4 |
| | Sta.1-18 75m | 0.3 | -0.2 | | -0.7 | -0.5 | -1.4 | 0.3 | -0.2 | 0.0 | 2.4 | 0.9 | 1.5 |
| 別府湾 | Sta.19-31 0m | -0.7 | -0.5 | | -0.1 | -0.1 | 0.5 | 0.7 | 0.0 | -0.3 | 1.1 | 0.8 | 1.3 |
| | Sta.19-31 10m | -0.6 | -0.4 | 欠測 | 0.0 | 0.9 | 1.7 | 0.6 | -0.4 | -0.1 | 1.3 | 0.6 | 1.3 |
| | Sta.19-31 20m | -0.5 | -0.4 | | -0.2 | 0.7 | 1.2 | 0.7 | -0.4 | 0.1 | 1.1 | 0.4 | 1.3 |
| | Sta.19-31 30m | -0.4 | -0.4 | | -0.6 | 0.5 | 0.9 | 0.4 | -0.3 | 0.4 | 1.2 | 0.4 | 1.3 |
| | Sta.19-31 50m | -0.2 | -0.5 | | -1.2 | 0.0 | 0.6 | -0.1 | -0.5 | -0.3 | 1.7 | 0.2 | 1.1 |
| 伊予灘～ 別府湾 | Sta.1-31 0m | -0.3 | -0.2 | | | -0.1 | -0.2 | 0.1 | 1.1 | 0.1 | -0.5 | 1.4 | 0.8 |
| 伊予灘～ 別府湾 | Sta.1-31 10m | -0.3 | -0.1 | | 0.0 | 0.5 | 0.5 | 1.4 | -0.1 | -0.2 | 1.4 | 0.7 | 1.3 |
| | Sta.1-31 20m | -0.2 | -0.1 | | -0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.9 | 0.1 | 0.1 | 1.4 | 0.6 | 1.3 |
| | Sta.1-31 30m | -0.2 | -0.1 | | -0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.3 | 1.4 | 0.6 | 1.3 |
| | Sta.1-31 50m | 0.1 | 0.0 | | -0.6 | -0.3 | -0.6 | 0.2 | -0.1 | -0.2 | 1.9 | 0.7 | 1.3 |
| | Sta.1-31 75m | 0.3 | -0.2 | | -0.7 | -0.5 | -1.4 | 0.3 | -0.2 | 0.0 | 2.4 | 0.9 | 1.5 |
| 伊予灘 | Sta.1-18 0m | + - | + - | | + + | + + | + - | ++ | + - | - | ++ | + + | + + |
| | Sta.1-18 10m | + + | + - | | + + | + - | - | +++ | + - | + - | ++ | + + | + + |
| | Sta.1-18 20m | + - | + - | | + + | + + | - | + | + - | + - | ++ | + + | + + |
| | Sta.1-18 30m | + - | + - | | + + | + + | - | + - | + - | + - | ++ | + + | + + |
| | Sta.1-18 50m | + - | + - | | + + | + + | - | + - | + - | + - | ++ | + + | ++ |
| | Sta.1-18 75m | + - | + + | | - | + + | -- | + - | + + | + - | +++ | + + | ++ |
| 別府湾 | Sta.19-31 0m | - | + + | | + + | + + | + - | + | + - | + - | + | + + | + + |
| | Sta.19-31 10m | + + | + + | 欠測 | + + | + | ++ | + - | + - | + - | ++ | + - | ++ |
| | Sta.19-31 20m | + + | + + | | + + | + | + | + - | + - | + - | + | + - | ++ |
| | Sta.19-31 30m | + + | + + | | + + | + - | + | + - | + - | + - | + | + - | ++ |
| | Sta.19-31 50m | + + | + + | | - | + + | + | + - | + - | + - | ++ | + - | + |
| 伊予灘～ 別府湾 | Sta.1-31 0m | + + | + + | | | + + | + + | + - | + | + - | ++ | + + | + + |
| 伊予灘～ 別府湾 | Sta.1-31 10m | + + | + + | | + + | + - | + - | ++ | + + | + - | ++ | + + | + + |
| | Sta.1-31 20m | + + | + + | | + + | + - | + - | + | + - | + - | ++ | + + | + + |
| | Sta.1-31 30m | + + | + + | | + + | + + | + - | + - | + - | + - | ++ | + + | ++ |
| | Sta.1-31 50m | + - | + + | | + + | + + | + - | + - | + - | + - | ++ | + + | ++ |
| | Sta.1-31 75m | + - | + + | | - | + + | -- | + - | + - | + - | +++ | + + | ++ |

記号は次の評価を示す

| 記号 | Z | 評価 |
|-----|-----------|-------------|
| --- | -2以下 | きわめて低め |
| -- | -2~-1.3 | 低め |
| - | -1.3~-0.6 | やや低め |
| + - | -0.6~0 | 平年並(マイナス基調) |
| + - | 0~0.6 | 平年並(プラス基調) |
| + | 0.6~1.3 | やや高め |
| ++ | 1.3~2 | 高め |
| +++ | 2以上 | きわめて高め |

Z=(観測値-平年値)/標準偏差

表2 伊予灘・別府湾における塩分の年平均偏差の評価(2022)

| 海域 | | 2022年 1月 | 2022年 2月 | 2022年 3月 | 2022年 4月 | 2022年 5月 | 2022年 6月 | 2022年 7月 | 2022年 8月 | 2022年 9月 | 2022年 10月 | 2022年 11月 | 2022年 12月 |
|---------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 伊予灘 | Sta.1-18 0m | -2.2 | -1.0 | | -0.4 | -0.6 | -0.2 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | -0.8 | 0.0 | -0.3 |
| | Sta.1-18 10m | -1.4 | -1.1 | | -0.8 | -1.0 | -0.7 | -0.2 | 0.4 | 0.3 | -0.7 | 0.0 | -0.4 |
| | Sta.1-18 20m | -1.4 | -1.1 | | -1.1 | -1.2 | -1.0 | -0.5 | 0.1 | 0.1 | -0.5 | -0.1 | -0.4 |
| | Sta.1-18 30m | -1.5 | -1.2 | | -1.2 | -1.4 | -1.2 | -0.5 | 0.0 | -0.1 | -0.5 | -0.1 | -0.5 |
| | Sta.1-18 50m | -1.4 | -1.2 | | -1.3 | -1.2 | -1.3 | -0.6 | 0.1 | 0.0 | -0.8 | -0.2 | -0.6 |
| | Sta.1-18 75m | -1.3 | -1.4 | | -0.9 | -1.5 | -1.3 | -0.6 | 0.4 | -0.1 | -1.3 | -0.2 | -0.8 |
| 別府湾 | Sta.19-31 0m | -1.1 | -1.0 | | -0.7 | -0.4 | -1.1 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | -0.5 | 0.2 | -0.1 |
| | Sta.19-31 10m | -1.2 | -1.2 | 欠測 | -0.8 | -0.7 | -0.9 | 0.3 | 0.9 | 0.5 | -0.6 | 0.0 | -0.2 |
| | Sta.19-31 20m | -1.2 | -1.2 | | -1.0 | -1.1 | -0.9 | -0.2 | 0.8 | 0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.3 |
| | Sta.19-31 30m | -1.2 | -1.2 | | -1.2 | -1.1 | -1.1 | -0.6 | 0.7 | 0.3 | -0.3 | -0.5 | -0.3 |
| | Sta.19-31 50m | -1.4 | -1.5 | | -1.5 | -1.0 | -1.2 | -0.7 | -1.2 | 0.7 | -1.0 | -1.7 | -0.6 |
| 伊予灘～別府湾 | Sta.1-31 0m | -1.7 | -1.0 | | | -0.6 | -0.5 | -0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | -0.6 | 0.1 |
| 別府湾 | Sta.1-31 10m | -1.3 | -1.2 | | -0.8 | -0.8 | -0.8 | 0.1 | 0.6 | 0.4 | -0.6 | 0.0 | -0.3 |
| | Sta.1-31 20m | -1.3 | -1.2 | | -1.0 | -1.2 | -1.0 | -0.4 | 0.4 | 0.2 | -0.5 | -0.2 | -0.4 |
| | Sta.1-31 30m | -1.4 | -1.2 | | -1.2 | -1.3 | -1.1 | -0.5 | 0.4 | 0.1 | -0.4 | -0.3 | -0.4 |
| | Sta.1-31 50m | -1.4 | -1.3 | | -1.3 | -1.2 | -1.3 | -0.6 | -0.2 | 0.2 | -0.8 | -0.5 | -0.6 |
| | Sta.1-31 75m | -1.3 | -1.4 | | -0.9 | -1.5 | -1.3 | -0.6 | 0.4 | -0.1 | -1.3 | -0.2 | -0.8 |
| 伊予灘 | Sta.1-18 0m | --- | - | | -+ | - | -+ | + | +- | +- | - | +- | -+ |
| | Sta.1-18 10m | -- | - | | - | - | - | -+ | +- | +- | - | -+ | -+ |
| | Sta.1-18 20m | -- | - | | - | - | - | -+ | +- | +- | -+ | -+ | -+ |
| | Sta.1-18 30m | -- | - | | - | -- | - | -+ | +- | +- | -+ | -+ | -+ |
| | Sta.1-18 50m | -- | - | | - | - | -- | - | +- | +- | - | -+ | -+ |
| | Sta.1-18 75m | - | -- | | - | -- | -- | -+ | +- | +- | - | -+ | - |
| 別府湾 | Sta.19-31 0m | - | - | | - | -+ | - | +- | + | +- | -+ | +- | -+ |
| | Sta.19-31 10m | - | - | 欠測 | - | - | - | +- | + | +- | -+ | -+ | -+ |
| | Sta.19-31 20m | - | - | | - | - | - | -+ | + | +- | -+ | -+ | -+ |
| | Sta.19-31 30m | - | - | | - | - | - | -+ | + | +- | -+ | -+ | -+ |
| | Sta.19-31 50m | -- | -- | | -- | - | - | - | - | + | - | -- | -+ |
| 伊予灘～別府湾 | Sta.1-31 0m | -- | - | | | -+ | -+ | -+ | + | + | +- | - | +- |
| 別府湾 | Sta.1-31 10m | -- | - | | - | - | - | +- | + | +- | - | -+ | -+ |
| | Sta.1-31 20m | -- | - | | - | - | - | -+ | +- | +- | -+ | -+ | -+ |
| | Sta.1-31 30m | -- | - | | - | - | - | -+ | +- | +- | -+ | -+ | -+ |
| | Sta.1-31 50m | -- | - | | -- | - | -- | - | -+ | +- | - | -+ | -+ |
| | Sta.1-31 75m | - | -- | | - | -- | -- | -+ | +- | +- | - | -+ | - |

記号は次の評価を示す

| 記号 | Z | 評価 |
|-----|-----------|-------------|
| --- | -2以下 | きわめて低め |
| -- | -2~-1.3 | 低め |
| - | -1.3~-0.6 | やや低め |
| + | -0.6~0 | 平年並(マイナス基調) |
| + | 0~0.6 | 平年並(プラス基調) |
| + | 0.6~1.3 | やや高め |
| ++ | 1.3~2 | 高め |
| +++ | 2以上 | きわめて高め |

$$Z = (\text{観測値} - \text{平年値}) / \text{標準偏差}$$

表3 豊後水道における水温の平年偏差の評価(2022年)

| 海域 | | 2022年 1月 | 2022年 2月 | 2022年 3月 | 2022年 4月 | 2022年 5月 | 2022年 6月 | 2022年 7月 | 2022年 8月 | 2022年 9月 | 2022年 10月 | 2022年 11月 | 2022年 12月 |
|------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 豊後水道 北部 | Sta.1-9 0m | -0.9 | -0.1 | -0.7 | -1.3 | -0.8 | -1.1 | 0.0 | -0.7 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 1.4 |
| | Sta.1-9 10m | -0.8 | 0.0 | -1.2 | -1.4 | -0.7 | -0.7 | 0.1 | -0.3 | 0.7 | 1.3 | 1.0 | 1.9 |
| | Sta.1-9 20m | -0.8 | 0.1 | -1.2 | -1.4 | -0.7 | -0.6 | 0.2 | -0.2 | 0.6 | 1.3 | 1.0 | 1.9 |
| | Sta.1-9 30m | -0.7 | 0.1 | -1.2 | -1.4 | -0.7 | -0.7 | 0.2 | -0.2 | 0.6 | 1.3 | 1.0 | 1.7 |
| | Sta.1-9 50m | -0.7 | 0.1 | -0.9 | -1.2 | -0.6 | -0.7 | 0.2 | 0.0 | 0.7 | 1.2 | 1.0 | 1.7 |
| | Sta.1-9 75m | -0.7 | 0.1 | -0.9 | -1.1 | -0.4 | -1.2 | 0.3 | 0.2 | 0.7 | 1.0 | 1.1 | 1.6 |
| 豊後水道 中部 | Sta.10-16 0m | 0.1 | 0.2 | -0.2 | -1.1 | -0.6 | -0.8 | 0.8 | 0.1 | -0.1 | 0.3 | 0.6 | 0.6 |
| | Sta.10-16 10m | 0.1 | 0.3 | -0.8 | -1.2 | -0.6 | -0.5 | 0.6 | 0.0 | -0.1 | 0.5 | 0.7 | 0.7 |
| | Sta.10-16 20m | 0.1 | 0.3 | -1.0 | -1.3 | -0.8 | -0.3 | 0.5 | -0.2 | -0.1 | 0.6 | 0.8 | 0.7 |
| | Sta.10-16 30m | 0.0 | 0.4 | -1.1 | -1.3 | -0.8 | -0.2 | 0.3 | -0.2 | -0.1 | 0.7 | 0.9 | 0.8 |
| | Sta.10-16 50m | -0.2 | 0.5 | -1.4 | -1.2 | -0.9 | -0.3 | -0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 1.1 | 0.9 |
| | Sta.10-16 75m | -0.2 | 0.8 | -1.4 | -1.2 | -0.6 | -0.1 | 0.2 | -0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 0.9 |
| 豊後水道 南部 | Sta.17-22 0m | 0.3 | -0.8 | -1.0 | | 0.4 | -1.2 | 0.8 | 0.4 | 0.7 | 0.2 | -0.1 | -0.2 |
| | Sta.17-22 10m | 0.3 | -0.8 | -1.2 | 欠 | 0.6 | -1.3 | 0.6 | -0.2 | 0.4 | 0.2 | -0.2 | -0.1 |
| | Sta.17-22 20m | 0.4 | -0.7 | -1.3 | 欠 | 0.8 | -1.1 | 0.7 | -0.5 | 0.5 | 0.3 | 0.0 | -0.1 |
| | Sta.17-22 30m | 0.4 | -0.7 | -1.4 | 欠 | 1.0 | -0.8 | 0.5 | -0.5 | 0.6 | 0.4 | 0.1 | 0.0 |
| | Sta.17-22 50m | 0.5 | -0.5 | -1.5 | 欠 | 0.7 | -0.4 | 0.2 | -0.3 | 0.8 | 0.7 | 0.5 | 0.1 |
| | Sta.17-22 75m | 0.6 | 0.0 | -1.9 | | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.1 | 0.5 | 0.0 | 1.0 | 0.4 |
| 豊後水道 北部 | Sta.1-9 0m | - | +- | - | - | - | - | +- | - | + | + | + | ++ |
| | Sta.1-9 10m | - | +- | - | -- | - | - | +- | -+ | + | + | + | ++ |
| | Sta.1-9 20m | - | +- | - | -- | - | - | +- | -+ | + | ++ | + | ++ |
| | Sta.1-9 30m | - | +- | - | -- | - | - | +- | -+ | + | + | + | ++ |
| | Sta.1-9 50m | - | +- | - | - | -+ | - | +- | +- | + | + | + | ++ |
| | Sta.1-9 75m | - | +- | - | - | -+ | - | +- | +- | + | + | + | ++ |
| 豊後水道 中部 | Sta.10-16 0m | +- | +- | -+ | - | - | - | + | +- | -+ | +- | + | + |
| | Sta.10-16 10m | +- | +- | - | - | - | -+ | +- | +- | -+ | +- | + | + |
| | Sta.10-16 20m | +- | +- | - | -- | - | -+ | +- | -+ | -+ | + | + | + |
| | Sta.10-16 30m | +- | +- | - | - | - | -+ | +- | -+ | -+ | + | + | + |
| | Sta.10-16 50m | -+ | +- | -- | - | - | -+ | -+ | +- | +- | + | + | + |
| | Sta.10-16 75m | -+ | + | -- | - | - | -+ | +- | -+ | +- | + | + | + |
| 豊後水道 南部 | Sta.17-22 0m | +- | - | - | | +- | - | + | +- | + | +- | -+ | -+ |
| | Sta.17-22 10m | +- | - | - | 欠 | + | - | + | -+ | +- | +- | -+ | -+ |
| | Sta.17-22 20m | +- | - | -- | 欠 | + | - | + | -+ | +- | +- | -+ | -+ |
| | Sta.17-22 30m | +- | - | -- | 欠 | + | - | +- | -+ | +- | +- | +- | -+ |
| | Sta.17-22 50m | +- | -+ | -- | | + | -+ | +- | -+ | + | + | +- | +- |
| | Sta.17-22 75m | +- | +- | -- | | +- | +- | +- | +- | +- | +- | + | +- |

記号は次の評価を示す

| 記号 | Z | 評価 |
|-----|-----------|-------------|
| --- | -2以下 | きわめて低め |
| -- | -2~-1.3 | 低め |
| - | -1.3~-0.6 | やや低め |
| -+ | -0.6~0 | 平年並(マイナス基調) |
| +- | 0~0.6 | 平年並(プラス基調) |
| + | 0.6~1.3 | やや高め |
| ++ | 1.3~2 | 高め |
| +++ | 2以上 | きわめて高め |

Z=(観測値-平年値)/標準偏差

表4 豊後水道における塩分の年平均偏差の評価(2022年)

| 海域 | | 2022年 1月 | 2022年 2月 | 2022年 3月 | 2022年 4月 | 2022年 5月 | 2022年 6月 | 2022年 7月 | 2022年 8月 | 2022年 9月 | 2022年 10月 | 2022年 11月 | 2022年 12月 |
|------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 豊後水道 北部 | Sta.1-9 0m | -0.4 | -1.1 | -1.0 | -1.2 | -0.6 | -0.7 | 0.1 | 0.6 | 0.8 | -0.3 | 0.0 | -0.7 |
| | Sta.1-9 10m | -0.5 | -1.3 | -1.7 | -2.1 | -1.2 | -1.4 | -0.4 | 0.5 | 0.7 | -0.5 | -0.3 | -1.1 |
| | Sta.1-9 20m | -0.5 | -1.3 | -1.7 | -1.9 | -1.3 | -1.6 | -0.5 | 0.4 | 0.7 | -0.5 | -0.4 | -1.3 |
| | Sta.1-9 30m | -0.6 | -1.3 | -1.5 | -1.8 | -1.4 | -1.6 | -0.5 | 0.3 | 0.6 | -0.5 | -0.5 | -1.4 |
| | Sta.1-9 50m | -0.6 | -1.3 | -1.0 | -1.4 | -1.6 | -1.9 | -0.6 | 0.1 | 0.3 | -0.6 | -0.7 | -1.4 |
| | Sta.1-9 75m | -0.5 | -1.5 | -1.0 | -1.3 | -1.5 | -2.6 | -0.8 | -0.2 | 0.0 | -0.7 | -0.9 | -1.5 |
| 豊後水道 中部 | Sta.10-16 0m | -0.3 | -1.1 | 0.0 | -1.3 | -1.8 | -0.3 | -0.7 | 0.3 | 0.2 | -0.1 | 0.1 | -0.5 |
| | Sta.10-16 10m | -0.5 | -1.3 | -0.6 | -1.6 | -2.2 | -0.9 | -0.8 | 0.0 | 0.2 | -0.8 | 0.0 | -1.0 |
| | Sta.10-16 20m | -0.5 | -1.1 | -0.7 | -1.4 | -2.2 | -1.2 | -0.8 | 0.0 | 0.1 | -0.8 | 0.0 | -1.0 |
| | Sta.10-16 30m | -0.5 | -1.3 | -0.9 | -1.1 | -2.4 | -1.2 | -0.7 | 0.0 | 0.1 | -0.8 | 0.0 | -1.0 |
| | Sta.10-16 50m | -0.6 | -1.2 | -1.3 | -1.2 | -2.4 | -1.7 | -0.3 | 0.3 | -0.1 | -0.9 | 0.0 | -1.2 |
| | Sta.10-16 75m | -0.9 | -1.2 | -1.2 | -1.3 | -2.7 | -1.9 | 0.2 | 0.7 | -0.3 | -1.3 | -0.6 | -1.4 |
| 豊後水道 南部 | Sta.17-22 0m | -1.0 | -1.3 | -0.1 | | -0.8 | -0.2 | -0.7 | -0.1 | 0.1 | -0.2 | -0.2 | -1.4 |
| | Sta.17-22 10m | -1.0 | -1.6 | -0.3 | 欠 | -1.6 | -0.5 | -0.7 | -0.4 | 0.0 | -0.6 | -0.3 | -1.8 |
| | Sta.17-22 20m | -1.0 | -1.6 | -0.4 | 測 | -1.8 | -1.0 | -0.9 | -0.5 | -0.2 | -0.8 | -0.2 | -1.7 |
| | Sta.17-22 30m | -1.1 | -1.5 | -0.5 | 測 | -1.4 | -1.3 | -0.9 | -0.4 | -0.2 | -0.8 | -0.1 | -1.6 |
| | Sta.17-22 50m | -1.0 | -1.4 | -0.8 | | -0.8 | -1.6 | -0.5 | -0.2 | -0.1 | -1.2 | 0.0 | -1.4 |
| | Sta.17-22 75m | -0.7 | -1.2 | -1.1 | | -0.9 | -2.2 | -0.5 | -1.3 | 0.3 | -0.2 | -0.8 | -1.8 |
| 豊後水道 北部 | Sta.1-9 0m | + - | - | - | - | - | - | + - | + | + | + - | + - | - |
| | Sta.1-9 10m | + - | - | -- | --- | - | -- | + - | + - | + | + - | + - | - |
| | Sta.1-9 20m | + - | - | -- | -- | -- | -- | + - | + - | + | + - | + - | - |
| | Sta.1-9 30m | + - | - | -- | -- | -- | -- | + - | + - | + - | + - | + - | -- |
| | Sta.1-9 50m | + - | -- | - | -- | -- | -- | + - | + - | + - | + - | - | -- |
| | Sta.1-9 75m | + - | -- | - | -- | -- | --- | - | + - | + - | - | - | -- |
| 豊後水道 中部 | Sta.10-16 0m | + - | - | + - | - | -- | + - | - | + - | + - | + - | + - | + - |
| | Sta.10-16 10m | + - | - | + - | -- | --- | - | - | + - | + - | - | + - | - |
| | Sta.10-16 20m | + - | - | - | -- | --- | - | - | + - | + - | - | + - | - |
| | Sta.10-16 30m | + - | - | - | - | --- | - | - | + - | + - | - | + - | - |
| | Sta.10-16 50m | + - | - | -- | - | --- | -- | + - | + - | + - | - | + - | - |
| | Sta.10-16 75m | - | - | - | -- | --- | -- | + - | + | + - | -- | - | -- |
| 豊後水道 南部 | Sta.17-22 0m | - | - | + - | | - | + - | - | + - | + - | + - | + - | -- |
| | Sta.17-22 10m | - | -- | + - | 欠 | -- | + - | - | + - | + - | - | + - | -- |
| | Sta.17-22 20m | - | -- | + - | 測 | -- | - | - | + - | + - | - | + - | -- |
| | Sta.17-22 30m | - | -- | + - | 測 | -- | - | - | + - | + - | - | + - | -- |
| | Sta.17-22 50m | - | -- | - | | - | -- | + - | + - | + - | - | + - | -- |
| | Sta.17-22 75m | - | - | - | | - | --- | + - | -- | + - | + - | - | -- |

記号は次の評価を示す

| 記号 | Z | 評価 |
|-----|-----------|-------------|
| --- | -2以下 | きわめて低め |
| -- | -2~-1.3 | 低め |
| - | -1.3~-0.6 | やや低め |
| + - | -0.6~0 | 平年並(マイナス基調) |
| + - | 0~0.6 | 平年並(プラス基調) |
| + | 0.6~1.3 | やや高め |
| ++ | 1.3~2 | 高め |
| +++ | 2以上 | きわめて高め |

Z=(観測値-平年値)/標準偏差

漁業調整促進対策事業

豊予海峡周辺におけるマアジ、マサバの資源生態に関する研究

和田宗一郎

事業の目的

豊予海峡周辺海域では、マアジ・マサバは複数の漁法で漁獲されることから、漁業調整上の問題が発生している。資源管理および漁業調整上の必要性から、同海域におけるマアジ・マサバの資源生態などの科学的な知見が関係業界団体から強く求められている。そこで、資源管理方策を検討する際に必要となるマアジ・マサバの資源生態把握を目的に調査を行った。本年度は産卵・成熟調査、卵の分布調査、マアジ産卵量の推定を行った。

なお、同海域に生息するマアジ・マサバの資源生態調査は、2007年度から継続的に実施している。

事業の方法

1. 支店別漁業種類別漁獲量調査

大分県漁業協同組合(以下、「大分県漁協」とする)の販売データおよび臼杵支店の中型まき網漁業漁獲成績報告書から、豊予海峡を主漁場としている大分県漁協佐賀関支店、臼杵支店、津久見支店の2007～2022年のマアジ、さば類の漁業種類別推定漁獲量を求めた。なお、大分県漁協の販売データおよび臼杵支店の中型まき網漁業漁獲成績報告書ではマサバとゴマサバの区別がされていなかったため、さば類としてデータを集計した。

2. 産卵・成熟調査

1) 卵の分布調査

伊予灘から豊後水道にかけて原則、毎月上、中、下旬に調査船「豊洋」(57トン)で卵の分布調査を実施した(図1)。卵は改良型ノルパックネット(以下、「LNPネット」とする)により採集し、卵の同定および発生段階の分析は株式会社水土舎およびマリノリサーチ株式会社に依頼した。

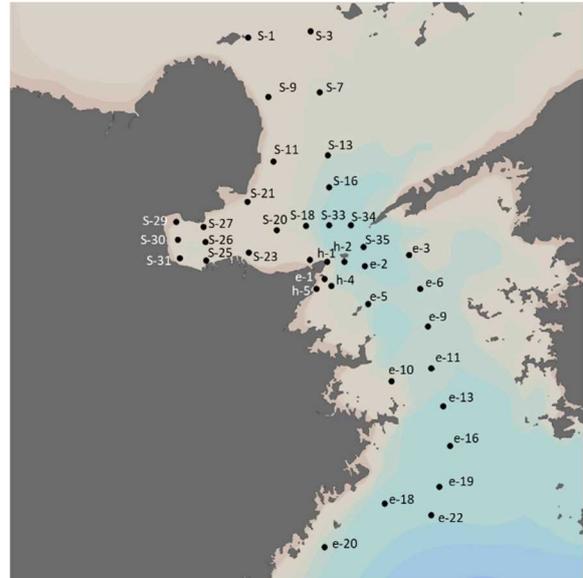


図1 卵の分布調査定点

Sの定点は原則月の月上旬のみ、eの定点は原則月の中旬のみ、S18、S19、S33～35、h1、h2、h4、h5、e1、e2は月の月上旬、中旬、下旬に調査(フリーソフトOcean data viewにより作図)。

2) 成熟および産卵親魚調査

2022年4月～2023年3月までに漁業者および大分県漁協佐賀関支店からの標本購入等によりマアジ、マサバを入手し、精密測定を行った。

精密測定後に体重と生殖腺重量から生殖腺熟度指数(GSI=生殖腺重量(g)/体重(g)×100)を求めた。

3. 予海峡周辺海域におけるマアジ産卵量の推定

豊予海峡周辺海域でのマアジ産卵量を2012年度に実施した飼育実験から得られたパラメータ(水温別発生所用時間の推定式)を基に計算した。水温別発生所用時間の推定式は以下のとおりである。

$$Y_{i,t} = 113.019 \times \exp(-0.133 \times t + 0.049 \times i) \times i^{0.501}$$

i : ステージ、t : 水温 (°C)

産卵量計算では2007～2022年の4～6月に調査船におい

てLNPネットで採集したマアジ卵数を用いた。査定はA期、B期およびC期の3ステージ別とし、内部破損により卵黄の亀裂が確認できない卵は、産卵量の集計には含めなかった。産卵量の計算は、豊予海峡周辺海域を5分メッシュの海区に分けて、河野ら(2008)¹⁾の式に従い求めた。マアジ卵期の生残率は不明なため、便宜的に0.6を用いた。なお、海区別の海上面積は(株)環境シミュレーション社製の海洋版GISソフトMarine Explorerに装備されている面積計算機能を用いて計算した。

事業の結果

1. 支店別漁業種別漁獲量調査

マアジの漁獲量は2007年以降減少傾向にあり、2007年の推定漁獲量は12,279トンであったが、その後徐々に減少し、2022年は4,087トンであった(図2)。さば類の漁獲量は、2007年は941トンであったが、2010年以降は2014年の4,817トンを除いて3,000トン前後で推移していた(図3)。2022年の漁獲量は2,892トンであった。マアジ・さば類ともに臼杵まき網、津久見まき網、佐賀関1本釣りで主に漁獲されていた。

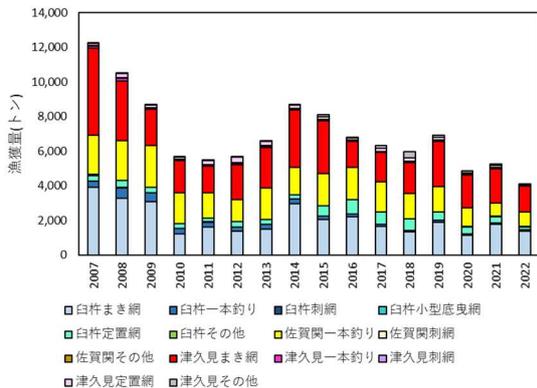


図2 マアジの支店別漁業種別推定漁獲量

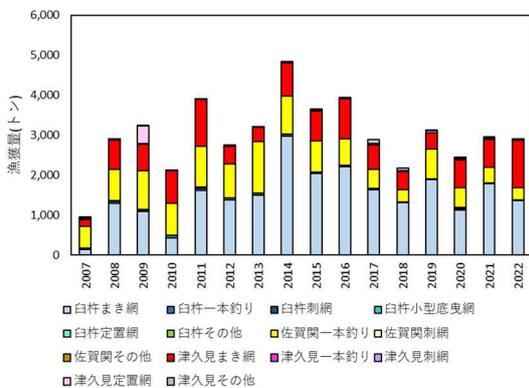


図3 さば類の支店別漁業種別推定漁獲量

2. 産卵・成熟調査

1) 卵の分布調査

A. マアジ

マアジ卵は5月上旬から7月上旬に出現した(図4~6)。出現のピークは6月下旬であった。豊予海峡周辺の定点S18、h1において多くのマアジ卵が出現した。

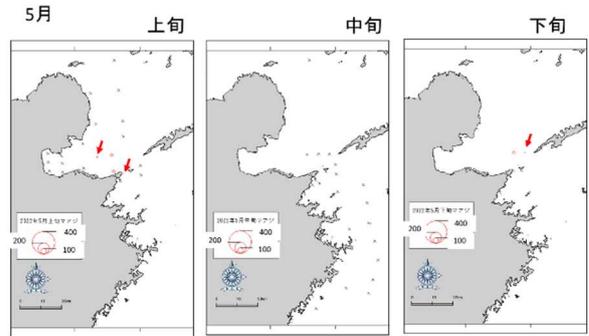


図4 5月のマアジ卵の分布状況

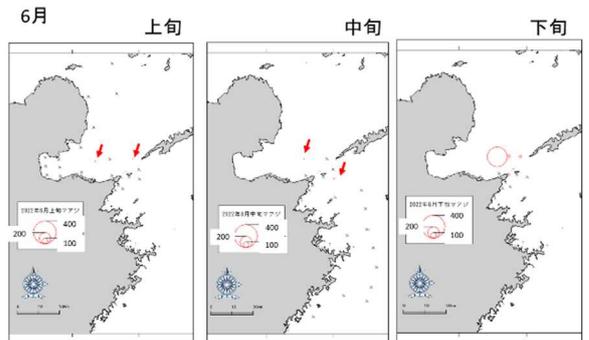


図5 6月のマアジ卵の分布状況

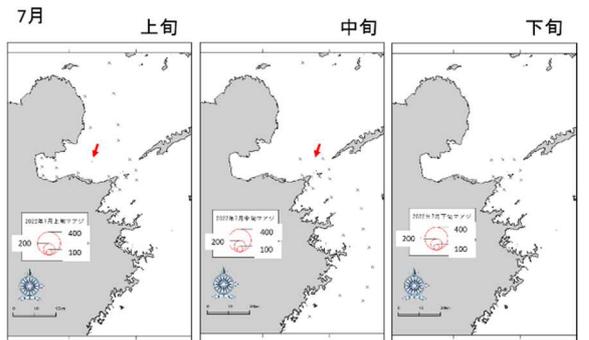


図6 7月のマアジ卵の分布状況

B. さば類

昨年同様にさば類卵は5月上旬から6月上旬に出現した(図7、8)。出現定点は姫島周辺のS-3、豊予海峡周辺のS-35であった。

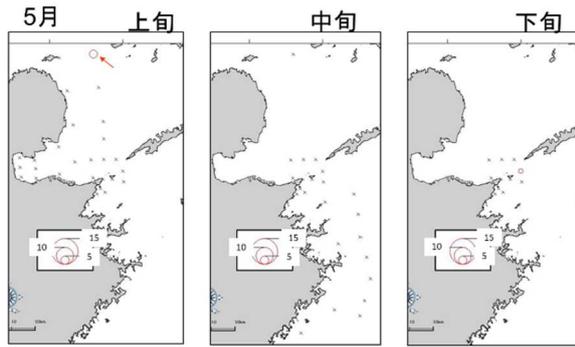


図7 5月のさば類卵の分布状況



図8 6月のさば類卵の分布状況

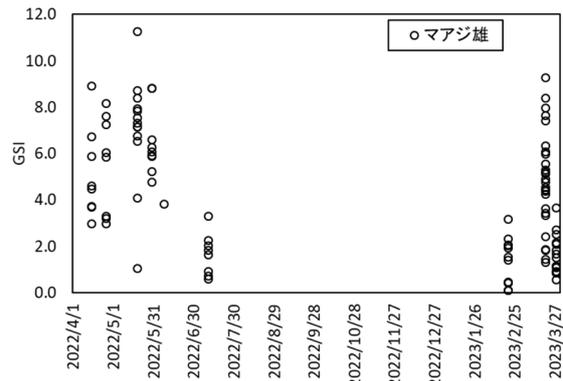
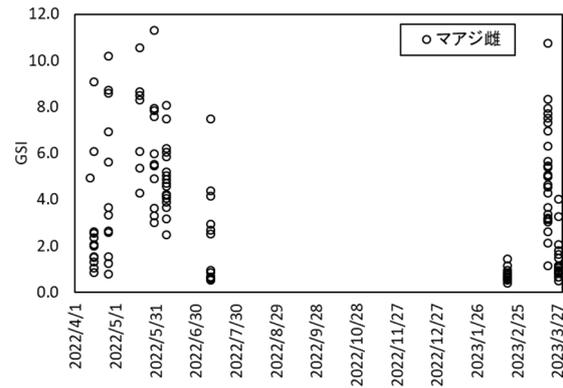


図9 マアジの生殖腺熟度指数の変化

2) 成熟および産卵親魚調査

2022年4月～2023年3月にかけて豊予海峡で漁獲されたマアジ、マサバのGSIの変化を図9、10に示した。

マアジは4～6月はGSIが高く、10.0前後の個体が出現したが、7月はほとんどの個体(20尾中18尾)が4.0以下の値を示した。翌年は2～3月にかけてGSIが上昇していた。マサバの8月のGSIは1.0未満であったが、翌年の2月は2.0～3.0前後となる個体が現れ、3月は5.0前後や、10.0前後の個体もみられるようになった。マサバは調査期間中サンプル入手が困難であったことから、8月、2月、3月のみのデータとなっている。

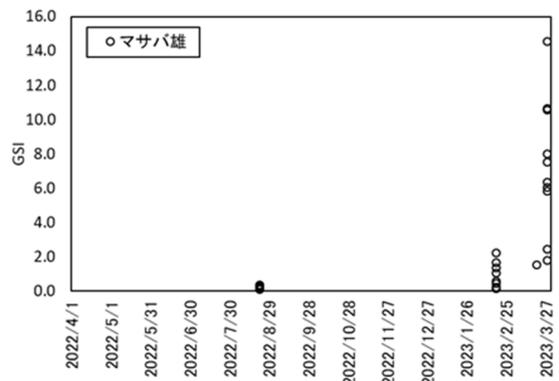
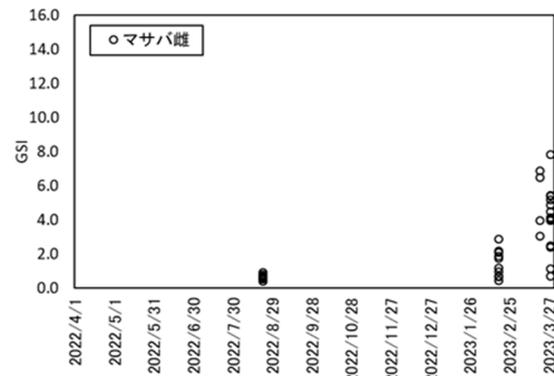


図10 マサバの生殖腺熟度指数の変化

3. 豊予海峡周辺海域におけるマアジ産卵量の推定

計算によって求めた産卵量を図11に示す。総産卵量は2013年以降増加傾向であり、2021年は2013年以降最高の5,734

億粒となったが、2022年の総産卵量は4,196億粒となりやや減少した。産卵量のピークが4月であった年は2007年、5月であった年は2008年、5月と6月がほぼ同量であった年は2014年、2015年、2016年、2020年、6月であった年は2009～2013年、2017～2022年であった。

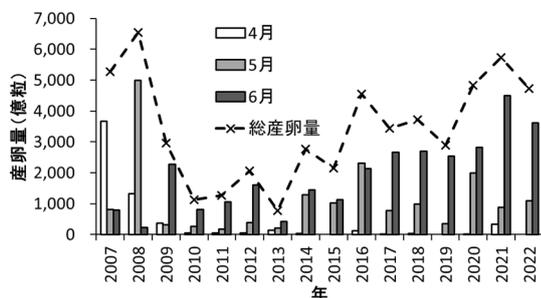


図11 主産卵時期における産卵量の経年変化

今後の問題点

豊予海峡ではマアジ推定漁獲量は減少傾向にあるが、総産卵量は増加傾向にある。また、2007年～2008年は4～5月の産卵量が多かったが、近年は6月が多いことが明らかになった。マアジ対馬暖流系群は資源量減少により成熟年齢が若齢化していることが報告されている³⁾。豊予海峡周辺のマアジは、高齢魚は早い時期に、若齢魚は遅い時期に成熟することが報告されているため⁴⁾、大分県でも資源減少に伴い成熟年齢、産卵時期の変化が起こっている可能性がある。

2010年から佐賀関一本釣りとは津まき網漁業者間でマアジ・マサバの親魚保護を目的とした休漁日協定が締結され、産卵時期に該当する4～6月の期間中に3日間の休漁が実施されている。よって、今後も卵の出現状況や親魚の

成熟状況のモニタリングを行うとともに、資源状態を把握して行く必要がある。

文献

- 1)河野悌昌, 銭谷弘. 1980～2005年の瀬戸内海におけるカタクチイワシの産卵量分布. 日本水産学会誌2008 ; 74 (4) : 636-644.
- 2)渡邊千夏子, 花井孝之, 目黒清美, 荻野隆太, 木村量. 1日当たり総産卵量によるマサバの資源量推定. 日本水産学会誌1999 ; 65 (4) : 695-702.
- 3)依田真里. マアジ対馬暖流系群の生物学的特性と資源管理に関する研究. 東京大学 2018 博士論文.
- 4)真田康広, 西山雅人, 行平真也. 豊予海峡周辺におけるマアジ、マサバの資源生態に関する研究. 平成22年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告. 2011; 59-61.

タチウオ資源回復計画推進に関する研究

水産資源管理推進事業（タチウオ資源調査）

（一部水産庁委託）

徳光 俊二

事業の目的

タチウオは大分県の重要魚種で1984年には7,316トンと全国屈指の漁獲量を誇った。1996年まで比較的好漁であったが、これ以降減少し2,000トン台で推移した（図1）。このため、1998年に漁業者による自主的なタチウオ資源管理計画を策定し資源管理に取り組んだ。2007年には卓越年級群の加入により一時的に増加したが再び減少に転じ、2009年には大分県タチウオ資源回復計画に継続され休漁に取り組んだが、資源減少に歯止めは掛らなかった。2021年には過去最低の198トン、ピーク時の2.7%の漁獲量にまで減少した。

この要因として、タチウオ価格が高く維持されたため漁獲量の減少にも関わらず曳縄釣りを中心に漁獲圧が高く維持されたことが考えられる。さらに大型魚の減耗から、春先5、6月に先駆けて産卵する2歳以上のタチウオによる産卵がほとんど見られなくなっており、資源減少に拍車をかけている。

これらのことから秋生まれの満1歳を翌春の産卵期まで一定量保護することを目的とした冬季の休漁を提案しているが、実施には至っていない。資源管理の実行に向けて、現場の意識改革を行うとともに、正確な資源状況を把握し情報提供を行う。

事業の方法

1. 乗船調査

2022年4月から2023年3月までの間に大分県漁業協同組合臼杵支店所属のタチウオ曳縄釣り漁船に計12回乗船し、釣獲されたタチウオの肛門前長を全数測定するとともに精子の漏出を確認した。また、一部を精密測定用に購入した。

精密測定はタチウオの全長、肛門前長、体高、体重、性別、生殖腺重量及び胃内容物組成および重量を調べた。また、耳石を採取し一部年齢査定を行い、卵巣は分析試料として中性10%ホルマリンで固定保存した。

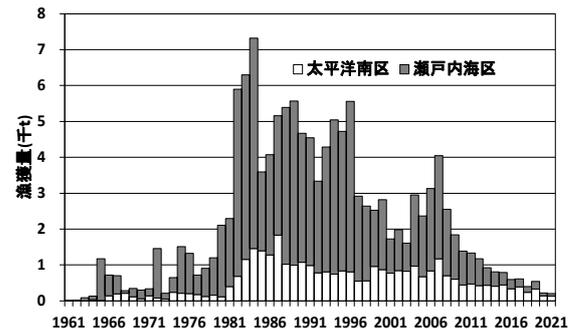


図1 大分県におけるタチウオ漁獲量の推移

2. 標本船日誌

曳縄釣りを営む佐賀関支店および臼杵支店所属の計4経営体に標本船日誌（2022年4月～2023年3月:臼杵2経営体、2022年10月～2023年3月:佐賀関2経営体）の記帳を依頼し、操業日別の銘柄別タチウオ漁獲量、漁場位置に関するデータを収集し解析を行った。

3. 水揚量調査

タチウオは魚体サイズ別に5 kgあたりの尾数で銘柄分けされている。そのため、共同出荷を行っている漁協各支店には銘柄別の取扱伝票や市場出荷伝票等の資料が比較的良好な状態で残される。このため、タチウオの主要水揚げ支店である佐賀関支店および臼杵支店の取扱伝票を集計し、銘柄別漁獲量および出漁隻数を把握した。

4. 卵稚仔調査

漁業調査船「豊洋」による沿岸および浅海定線調査において各定点のLNPネットによる卵稚仔採集調査を行っており、2022年4月～2023年3月のタチウオ卵稚仔の出現状況および産卵期のピークを調べた。

5. 資源解析

2021年の愛媛県（燧灘を除く）と大分県の農林水産統計による漁獲量を基に資源解析を行った。Watari et al. (2017)の2011年まで行われた同海域の資源解析に倣い、1年を3期（1-4月、5-8月、9-12月）に分けて、春および秋生まれの産卵、加入状況をそれぞれ解析した。なお、これらの解析については、徳光・後藤（2023）に詳しく記載した。

事業の結果

1. 乗船調査

2022年4月18日、5月16日、6月8日、7月21日、8月26日、9月13日、10月21日、11月10日、12月9日、2023年1月17日、2月9日、3月14日の計12回乗船調査を行った。図2に乗船調査における操業時の航跡を示す。5、10-12、3月は「ダム」といわれる豊予海峡南側の海釜（最大水深360 m）の海深120-200 mの駆け上がり付近の漁場、4、6-9、2月は「保戸島沖」といわれる海釜付近の海深120 m-最大180 mの漁場、1月は「高甲沖」といわれる岩礁帯のある海深200 mの漁場において操業した。

図3に乗船調査における肛門前長の推移を示す。4月から8月までは概ね不漁であったが、9月になると肛門前長220-240 mmの小型のタチウオが比較的まとまって漁獲され始め、10月には同じ階級の小型魚がさらに多く漁獲された。11月から2023年1月にかけてはより大きな240-280 mmにピークを持つタチウオが漁獲された。3月になると220-240 mmの小型魚が再び漁獲され、これらの雄からは精子の漏出

が認められた。

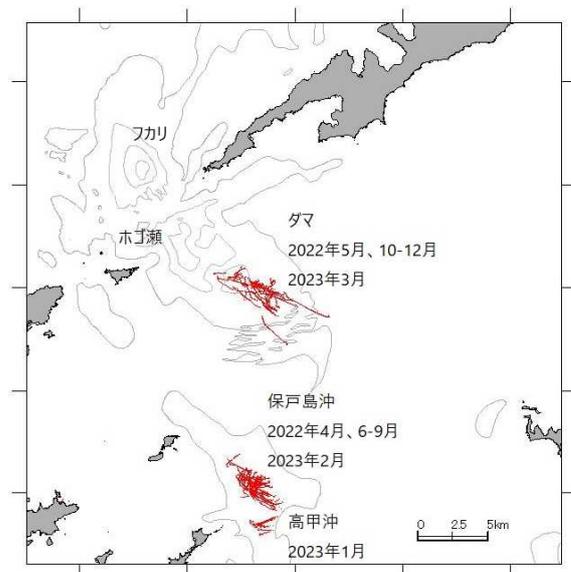


図2 乗船調査における曳縄釣り操業位置図

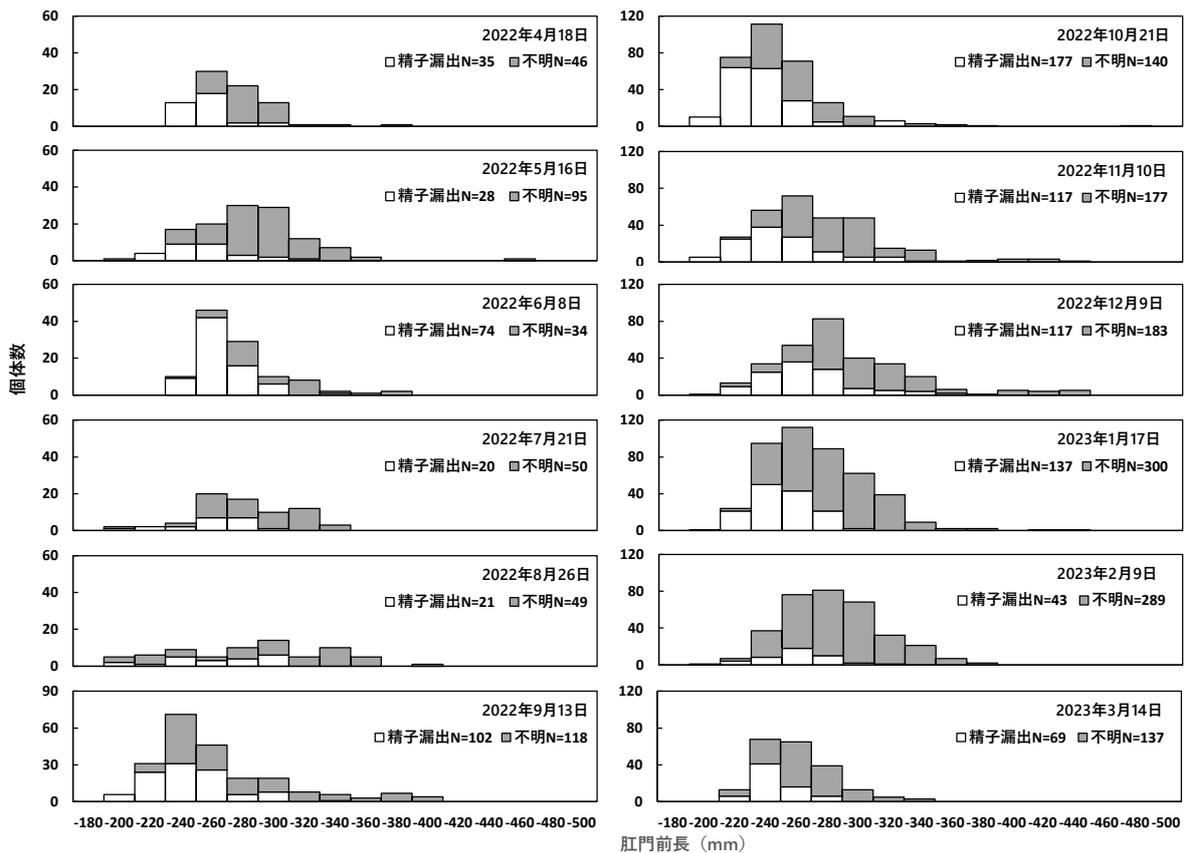


図3 乗船調査におけるタチウオの肛門前長の推移

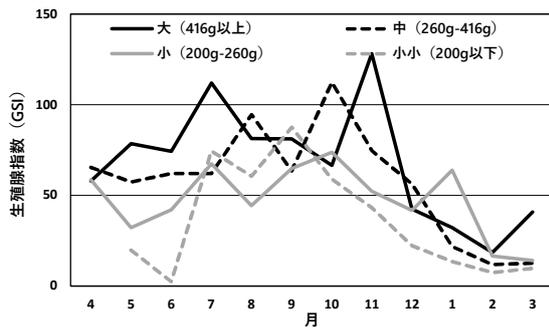


図4 タチウオ雌のサイズ別平均生殖腺指数の推移

図4にタチウオのサイズ別平均生殖腺指数 (GSI (GSI=生殖腺重量(g)/肛門前長(mm)³×10³)) の推移を示す。精密測定では大銘柄は5月から11月にGSI50以上を示し、透明卵や残留卵保有個体が確認された。また、4月および3月にも高いGSIを示す個体が出現したが、産卵に至った痕跡は無かった。

260 g以下の小および小小銘柄はやや遅れて7月にGSI 50以上となり、11月にまで高い値を示した。また、4月および1月にも高い値を示す個体が出現したが、大銘柄と同様に産卵に至った痕跡は無かった。

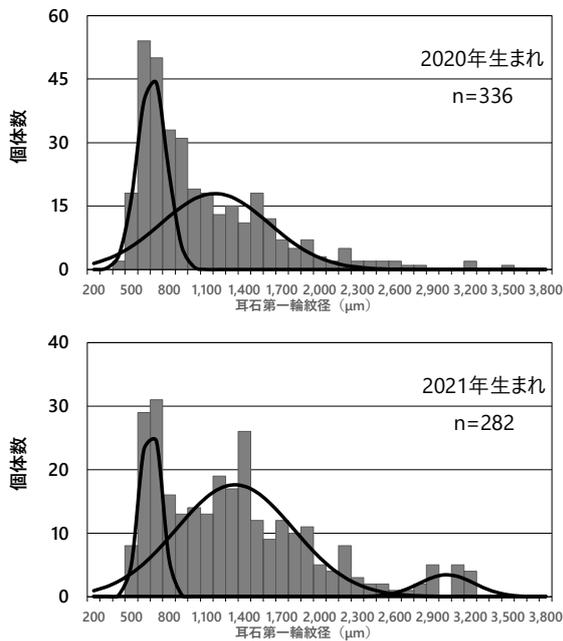


図5 タチウオ耳石の第1輪紋径の分布
曲線はあてはめた正規分布

図5にタチウオ耳石表面研磨による第1輪紋径の分布を示す。2020年生まれは、第一輪紋径が500-900 μmと1,200 μmにピークを持つ二峰型を示し、個体数は前者が多かった。これらはどちらも秋生まれ群(徳光・後藤¹⁾より第1輪紋径が2,292.6 μmより短いものは秋生まれとい、同様に長いものを春生まれという。)と判断された。

特に第1輪紋の短い個体群は晩秋生まれと判断された。

2021年生まれは春生まれと判断される3,000 μmにピークを持つ個体群が少ないが認められ、1,400 μmにピークを持つ初秋生まれと思われる個体が2020年に比して多かった。しかし、主群となるのは2020年と同様に晩秋生まれが多かった。

2. 標本船日誌調査

表1に標本船の漁法別操業日数を示す。臼杵支店所属の標本船AおよびBはタチウオの曳縄釣りのみを周年行っており、漁場も距離的に近い保戸島沖漁場を利用していた。

佐賀関支店所属の標本船CおよびDのタチウオ曳縄釣り操業は58.1%、80.1%であった。標本船C、Dともにダム漁場をよく利用したが、フカリ漁場を利用することもあった。また、タチウオの不漁時にはアジ・サバ釣りに転換しその割合はそれぞれ41.9%、19.9%で、標本船Cはホゴ瀬をよく利用していた。また、標本船Dでは同日にフカリにおいてタチウオ釣りからアジ・サバ釣りに切り替えた日があった。

表1 標本船の漁法別操業日数

| 漁業者\漁場 | 4-9月 | | 10-3月 | | | | | | | |
|--------|------|----|-------|----|------|------|-----|-----|---|----|
| | タチウオ | | タチウオ | | | アジサバ | | | | |
| | 保戸島沖 | 計 | フカリ | ダム | 保戸島沖 | 高甲沖 | フカリ | ホゴ瀬 | 砂 | 計 |
| A | 83 | 83 | | | 69 | | | | | 69 |
| B | 69 | 69 | | | 64 | 5 | | | | 69 |
| C | - | - | 2 | 34 | | | 1 | 25 | | 62 |
| D | - | - | 6.5 | 56 | | | 9.5 | 3 | 3 | 78 |

3. 水揚量調査

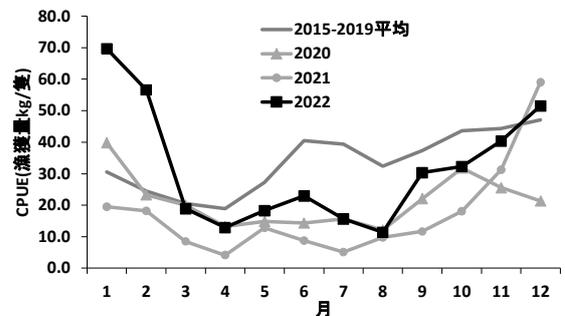


図6 佐賀関支店の曳縄釣りによるタチウオCPUEの経月変化

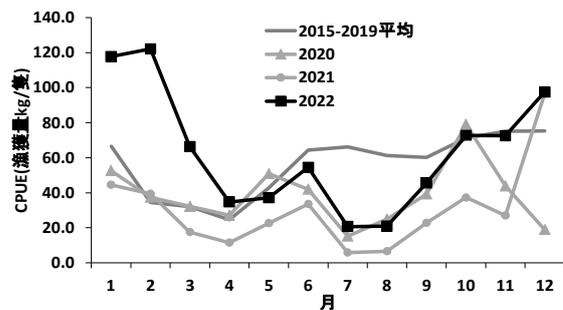


図7 臼杵支店の曳縄釣りによるタチウオCPUEの経月変化

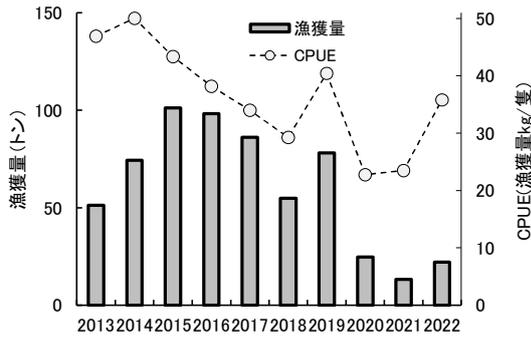


図8 佐賀関支店の曳縄釣りによるタチウオの漁獲量とCPUEの経年変化

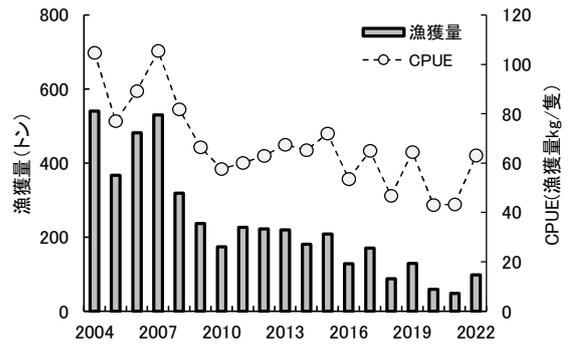


図9 臼杵支店の曳縄釣りによるタチウオの漁獲量とCPUEの経年変化

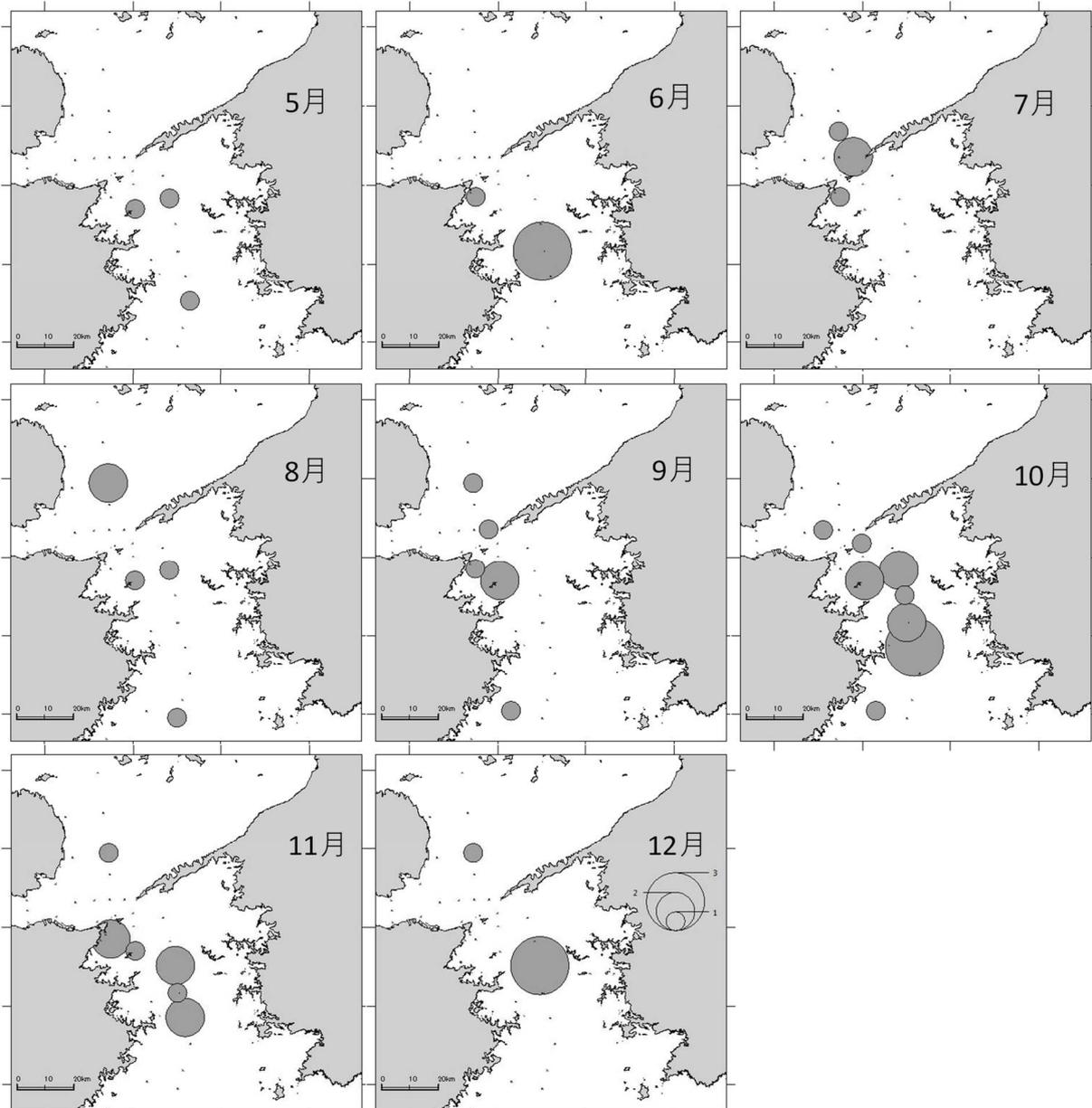


図10 2022年のLNPネット1曳網あたりのタチウオ卵の月別出現状況

2022年4月および2023年1~3月にタチウオ卵の出現は無かった

図6、7に共同出荷による佐賀関支店、臼杵支店の曳縄釣りによるタチウオCPUEの経月変化をそれぞれ示す。佐賀関は1、2月、臼杵は1-3月と平年を上回るCPUEであった。しかし、4-9月は平年を下回り、近年並のCPUであった。10-12月のCPUEは高く推移したが、1-2月ほどの好漁ではなかった。

図8、9に佐賀関支店、臼杵支店の曳縄釣りによるタチウオ漁獲量とCPUEの経年変化をそれぞれ示す。共同出荷による2022年1~12月の佐賀関支店の漁獲量は22.0トンであり、前年比167.2%の増加、臼杵支店の漁獲量は98.4トンであり、前年比249.7%の増加であった。CPUEは佐賀関で35.8 kg/隻・日、臼杵で63.1 kg/隻・日であり、近年では比較的好漁であった。

4. 卵稚仔調査

図10に2022年のLNPネット1曳網あたりのタチウオ卵の月別出現状況を示す。4月に卵の出現は無く、5、6月に豊後水道で多く、7、8月に伊予灘が多かった。10月は豊予海峡周辺から豊後水道南部まで広く卵が出現し、ピークを迎えた。12月にも伊予灘や豊後水道中央部において卵が出現した。1月から3月には卵の出現はなかった。

図11に各海区における1,000 m³あたりの平均出現卵数を示した。伊予灘で7月に14.9個、8月には19.7個と多かった。また、11月は11.0個、12月に10.1個が出現した。豊予海峡では6月に9.4個、7月に12.3個、9月に8.7個、11月に12.9個が出現した。豊後水道では5月から12月まで卵が出現し、9月に40.5個、10月に40.3個と秋にピークを迎え、11月は17.6個、12月に13.9個が出現した。

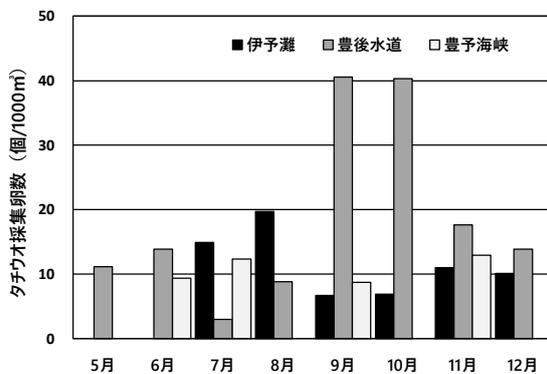


図11 各海区別タチウオの平均出現卵数の月別変化

考察

徳光・後藤 (2023) に示した資源解析では、現状の漁獲量を維持するためには最低でも40%の漁獲を削減しなければならないことを示した。

また、この主な理由として高齢の大型魚の生き残りが少なく、これら大型魚による春の早い時期 (5月) の産卵が大きく減少していることを示した。柳川 (2009) によると春生まれは秋生まれに比べて2歳までの初期成長が早いとされており、春生まれの漁業生産的価値は高く、また、Watari et al. (2017) は2003年および2005年の卓越年級群は春生まれによってもたらされたとしている。

2022年度の状況としてはLNPネットによるタチウオ卵の採集において5-7月に漁獲量の低迷している近年にしては多く認められた。これは2020年級群が比較的多く加入したため、2022年の漁獲量が増加するとともに、春時点の生き残りが例年に比べて多く、春産卵に少ないながら寄与したためと考えられた。この2020年級群は晩秋生まれが主体であり、これまで秋生まれが卓越して加入したことはなかったが、2020年について考察すると、春や初秋生まれの加入が極端に少なかったことから、晩秋生まれの稚仔魚が広く生息域を利用できたものと考えられた。

2020年級群がうまく保護されれば、翌春の産卵量の増加が期待されたが、高い漁獲圧により4月以降はCPUEが低下した。これら親魚を春まで保護することにより、タチウオの春産卵を増加させる必要があると考えられる。

今後、卓越年級群が出現した場合は、所得が下がらないように小型魚の保護や、価格の安い冬季の出漁制限等、漁業者自身が取り組めるような資源管理手法の提案を行うべきと考えられる。

文献

- 徳光俊二, 後藤直登, 2022: 豊後水道周辺におけるタチウオの漁況. 黒潮の資源海洋研究, 23, 33-38
- Watari S, S. Tokumitsu, T. Hirose, and M. Ogawa, 2017: Stock structure and resource management of hairtail *Trichiurus japonicus* based on seasonal broods around the Bungo Channel, Japan. Fisheries Science, 83, 865-878.
- 徳光俊二, 後藤直登, 2023: 2021年における豊後水道周辺海域におけるタチウオの資源解析. 黒潮の資源海洋研究, 24, 129-138
- 徳光俊二, 2015: 豊後水道におけるタチウオの生物特性. 沿岸漁業のビジネスモデル. ビジネスモデル構築を出口とした水産研究の総合化. 水産総合研究センター叢書32-49
- 柳川晋一, 2009: 豊後水道及び周辺海域におけるタチウオ *Trichiurus japonicus* の資源生物学的研究. 東京海洋大学博士論文.

基盤整備・栽培漁業・資源回復の推進に関する基礎調査-1

水産資源管理推進事業 (TAC・標本船日誌調査)

渋谷駿太・和田宗一郎

事業の目的

本事業は水産資源の適切な利用と管理を行うため、漁獲量や操業実態の把握など基礎的知見を集積することを目的としている。

今年度は、前年度に引き続いてTAC集計及び管理、豊後水道域の小型機船底びき網漁業（以下、「小型底びき網」とする）及び遊漁の漁獲状況について調査した。

事業の方法

1. TAC集計及び管理

1) 漁獲管理情報処理

TAC対象魚種のマアジ、マイワシ、さば類について、大分県漁業協同組合の販売データを利用して漁獲情報を収集した。

漁獲情報は、対象魚種別に解析して1ヶ月ごとに水産振興課へ報告した。また、対象魚種を含む水産上重要な魚種の漁獲情報については、漁況海況情報として定期的に発行している速報に掲載した。

2) 遊漁船日誌調査

TAC対象魚種のうちマアジ及びさば類については、漁業者以外の一般遊漁者の漁獲比率が高いと推測されることから、遊漁船業を営む大分県遊漁船業協同組合所属の2経営体に標本船日誌(2022年4月～2023年3月)の記帳を依頼し、操業実態等を把握した。

2. 小型底びき網の漁獲状況調査

豊後水道域における小型底びき網の漁獲動向を把握するため、標本船日誌調査を実施した。小型底びき網を営む大分県漁協白杵支店（以下、大分県漁協各支店の名称は支店名を記載する）、佐伯支店、米水津支店及び上入津支店所属の計6経営体に標本船日誌(2022年4月～2023年3月)の記帳を依頼し、漁獲・操業実態等を把握した。

事業の結果

1. TAC集計及び管理

1) 漁獲管理情報処理

2022年において、マアジは大分県のTAC配分量(2,900トン)に対し、1,133トン採捕された(図1)。マイワシは配分量(現行水準)に対し、22トン採捕された(図2)。さば類(マサバ・ゴマサバ)は配分量(現行水準)に対し、886トン採捕された(図3)。

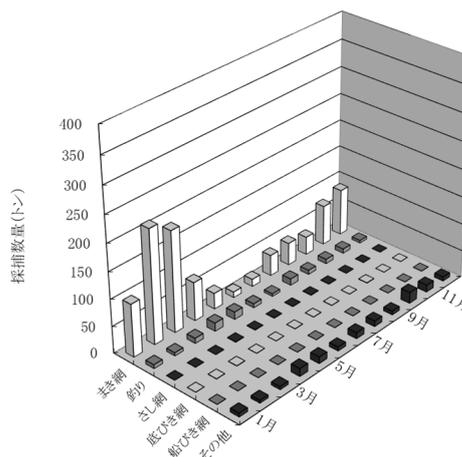


図1 マアジの漁業種類別採捕数量(2022年)

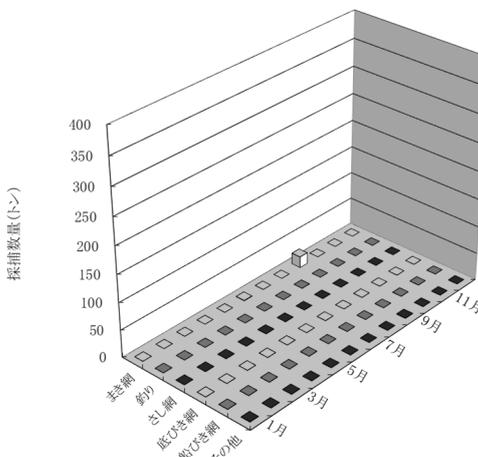


図2 マイワシの漁業種類別採捕数量（2022年）

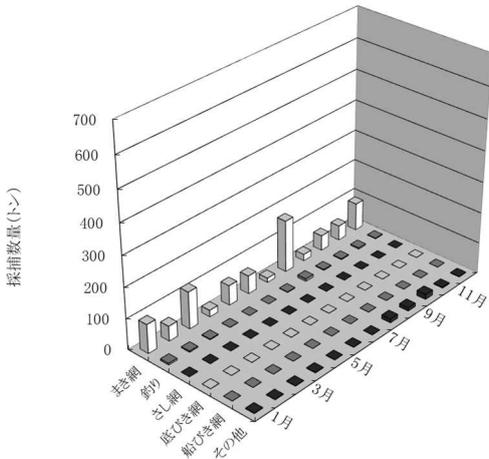


図3 さば類の漁業種類別採捕数量（2022年）

2) 遊漁船日誌調査

標本船2経営体における2022年4月～2023年3月までに漁獲された魚種と尾数を表1に示した。2経営体における2000～2022年度までの乗船人数及び操業日数の推移は図4、図5に示した。なお、標本船Bについては2018年度から記帳者が代わっている。

標本船Aはイサキ、カワハギ、マアジ、さば類を漁獲していた。2022年度の延べ乗船人数及び延べ操業日数はそれぞれ151人、57日であり、2021年度（189人、60日）と比較すると乗船人数は少なくなり、操業日数はさほど変化がなかった。

標本船Bはイサキ、カワハギ、マダイ等を漁獲していた。マアジとさば類の漁獲は確認されなかった。2022年度の延べ乗船人数及び延べ操業日数はそれぞれ1053人、172日であり、2021年度（835人、136日）と比較すると乗船人数と操業日数は増加していた。

2. 小型底びき網の漁獲状況調査

日誌の記帳を依頼した6隻の月別操業日数及び栽培漁業象種であるクルマエビ及びヒラメの漁獲実態について表2～7に示す。

臼杵支店所属漁業者A、Bの年間操業日数はそれぞれ33日、47日であった。漁業者Aは休業のため、7月以降のデータを取得できなかった。漁業者Bのデータから、クルマエビは2、10、11月に漁獲されており、10月の漁獲が最も多かった。ヒラメは4月と2月に漁獲されており、4月の漁獲が最も多かった。

佐伯支店所属漁業者C、Dの年間操業日数はそれぞれ136日、50日であった。クルマエビは、漁業者Cは4～6、9～12月に漁獲しており、5月の漁獲が最も多かった。一方で漁業者Dは5、9～11月に漁獲して

おり、10月の漁獲が最も多かった。ヒラメは、漁業者Cは4～6、9、11～2月に漁獲しており、4月の漁獲が最も多かった。漁業者Dは11月にのみ漁獲があった。

米水津支店の漁業者Eについて、年間操業日数は74日であった。年間のクルマエビ漁獲量は252.1kgであり11月に最も多くの漁獲があった。また、ヒラメについては4、6、1、2月に漁獲があり、1～2月の漁獲が多かった。

上入津支店の漁業者Fについて、年間操業日数は68日であった。5月以外の全ての月でクルマエビの漁獲があり11月に最も多くの漁獲があった。ヒラメについては4、1～3月に漁獲があり、3月の漁獲が最も多かった。

表1 漁獲された魚種と尾数

| 魚種 | 標本船A 漁獲尾数 | 標本船B 漁獲尾数 |
|--------------|-----------|-----------|
| アオハタ | | 1 |
| アマダイ | | 27 |
| イサキ | 225 | 769 |
| イシダイ | | 91 |
| イトヨリダイ | | 48 |
| ウマヅラハギ | | 8 |
| カサゴ | | 430 |
| クログチ | | 235 |
| カワハギ | 410 | 8,124 |
| キジハタ | | 31 |
| サクラダイ | | 2 |
| タチウオ | | 150 |
| にべ類 | | 4 |
| ねりご(カンパチ幼魚) | | 2 |
| やず(ブリ幼魚) | | 56 |
| カイワリ | | 28 |
| ヒラメ | | 39 |
| ホウボウ | | 20 |
| マアジ | 5,815 | |
| マアジ・サバ(区別なし) | 2,520 | |
| マゴチ | | 3 |
| マダイ | | 501 |
| マトウダイ | | 5 |
| マハタ | | 2 |
| 計 | 8,970 | 10,576 |

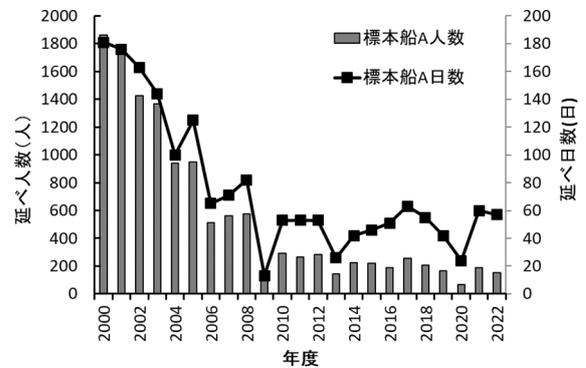


図4 標本船Aにおける乗船人数・操業日数の推移

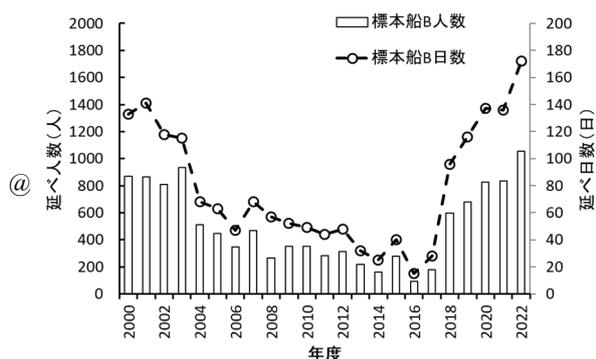


図5 標本船Bにおける乗船人数・操業日数の推移
(2018年度から記帳者変更)

表2 臼杵支店漁業者Aの操業状況

| 月 | 操業日数(日) | クルマエビ(尾) | ヒラメ(尾) |
|----|---------|----------|--------|
| 4 | 14 | 0 | 3 |
| 5 | 5 | 0 | 0 |
| 6 | 14 | 0 | 0 |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 計 | 33 | 0 | 3 |

※ 7~8月は休漁期間

表3 臼杵支店漁業者Bの操業状況

| 月 | 操業日数(日) | クルマエビ(箱) | ヒラメ(箱) |
|----|---------|----------|--------|
| 4 | 14 | 0 | 77 |
| 5 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 9 | 2 | 0 |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | 6 | 4 | 0 |
| 11 | 12 | 2 | 0 |
| 12 | | | |
| 1 | | | |
| 2 | 6 | 0 | 19 |
| 3 | | | |
| 計 | 47 | 8 | 96 |

※ 7~8月は休漁期間

表4 佐伯支店漁業者Cの操業状況

| 月 | 操業日数(日) | クルマエビ(kg) | ヒラメ(kg) |
|----|---------|-----------|---------|
| 4 | 16 | 0.2 | 10.5 |
| 5 | 15 | 1.0 | 3.0 |
| 6 | 18 | 0.1 | 1.5 |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | 18 | 0.3 | 1.5 |
| 10 | 15 | 0.3 | 0.0 |
| 11 | 13 | 0.4 | 2.0 |
| 12 | 15 | 0.3 | 1.5 |
| 1 | 12 | 0.0 | 1.5 |
| 2 | 14 | 0.0 | 3.5 |
| 3 | | | |
| 計 | 136 | 2.6 | 25.0 |

※ 7~8月は休漁期間

表5 佐伯支店漁業者Dの操業状況

| 月 | 操業日数(日) | クルマエビ類(箱) | ヒラメ(箱) |
|----|---------|-----------|--------|
| 4 | 4 | 0 | 0 |
| 5 | 8 | 1 | 0 |
| 6 | 12 | 0 | 0 |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | 7 | 4 | 0 |
| 10 | 9 | 6 | 0 |
| 11 | 10 | 4 | 1 |
| 12 | | | |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 計 | 50 | 15 | 1 |

※ 7~8月は休漁期間。クルマエビ類にはクルマエビ及びクマエビが含まれる

表6 米水津支店漁業者Eの操業状況

| 月 | 操業日数(日) | クルマエビ(kg) | ヒラメ(kg) |
|----|---------|-----------|---------|
| 4 | 5 | 9.1 | 8.1 |
| 5 | 11 | 23.1 | 0.0 |
| 6 | 15 | 40.7 | 2.2 |
| 7 | 10 | 25.2 | 0.0 |
| 8 | 2 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | 5 | 19.1 | 0.0 |
| 10 | 6 | 49.4 | 0.0 |
| 11 | 13 | 50.6 | 0.0 |
| 12 | 6 | 34.7 | 0.0 |
| 1 | 2 | 0.2 | 10.0 |
| 2 | 1 | 0.0 | 9.5 |
| 3 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 計 | 76 | 252.1 | 29.8 |

※ 操業日数は他に営む釣りなどを除いた小型底びき網のみの日数

表7 上入津支店漁業者Fの操業状況

| 月 | 操業日数(日) | クルマエビ(尾) | ヒラメ(尾) |
|----|---------|----------|--------|
| 4 | 7 | 180 | 23 |
| 5 | | | |
| 6 | 5 | 205 | 0 |
| 7 | 9 | 336 | 0 |
| 8 | 7 | 299 | 0 |
| 9 | 5 | 355 | 0 |
| 10 | 6 | 515 | 0 |
| 11 | 6 | 750 | 0 |
| 12 | 9 | 719 | 0 |
| 1 | 2 | 10 | 5 |
| 2 | 7 | 91 | 15 |
| 3 | 5 | 173 | 33 |
| 計 | 68 | 3,633 | 76 |

集計した標本船日誌のうち、比較的長期間のデータを整理できた漁業者E及びFについては、クルマエビCPUEを算出した(図6、図7)両者ともに2018年、2019年は漁獲量が多いが、2020年、2021年で漁獲量が減少し、2022年にやや増加するといった傾向が認められた。

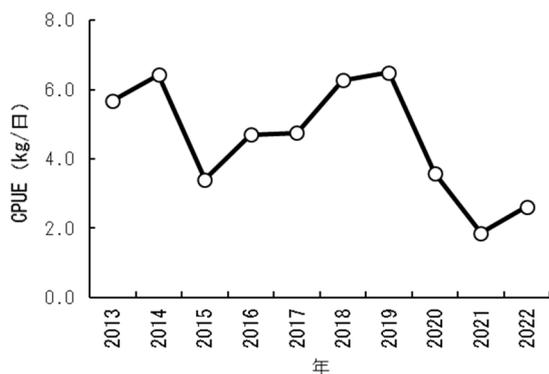


図6 米水津支店漁業者EのクルマエビCPUE

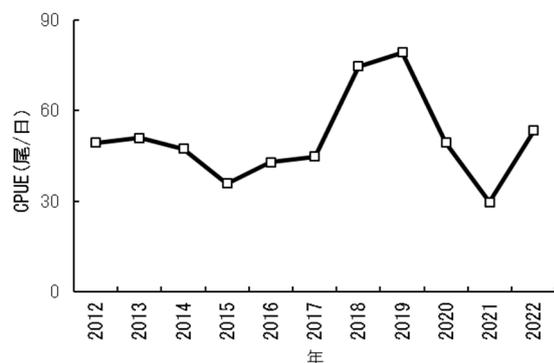


図7 上入津支店漁業者FのクルマエビCPUE

今後の問題点

近年は、太平洋系群のマサバ、マイワシ資源量は高水準にあるが、魚種によって資源動向が大きく変動している¹⁾。したがって今後も当県における漁獲量を正確に把握していく必要がある。

遊漁については、かつてはマアジ、マサバを主体として操業することが多かったが、近年はカワハギやカサゴ類など他魚種を狙った操業が増加している。漁業法改正に伴って、資源評価対象種の拡大が予定されており、引き続きマアジ、マサバ以外の魚種についても遊漁による漁獲実態を把握していく必要がある。

小型底びき網については臼杵支店から上入津支店までのおおよその操業実態が把握できた。ヒラメは全体的に1~4月の冬季~早春に漁獲が集中する傾向がみられた。クルマエビは全体的に11月頃に漁獲のピークがあることが明らかになった。比較的長期間のデータを整理できた漁業者E及びFのクルマエビの漁獲動向は同様の傾向を示していた。この理由として、この2名は同一の海域を漁場として利用していることが挙げられる。豊後水道のクルマエビについては市場調査により1996年から2010年にかけて小型化していることが確認され、再生産に負の影響を与えている可能性が指摘されている²⁾。そのため、引き続き資源動向を注視して行く必要がある。

また、他の標本船日誌についても長期間での取りまとめを行い、資源量指標値などに活用できないか検討を進める必要がある。特に臼杵支店漁業者Bと佐伯支店漁業者Dについては、漁獲物の選別を仲買にお願いしていたり、市場からの伝票に尾数や重量の記載がなかったりする場合があるため、集計単位が箱数となっている。今後は漁獲量を正確に把握するために、箱数から漁獲尾数や重量へ換算する方法を検討する必要がある。

文献

- 1) 渡邊千夏子, 宍道弘敏, 船本鉄一郎, 渡邊良朗, 木村量. 変動期に入った日本周辺海域の漁業資源. 月間海洋2017; 560: 331-335.
- 2) Sato T, Hamano K, Sugaya T, Dan S. Effect of maternal influences and timing of spawning on intraspecific variations in larval qualities of the Kuruma a prawn *Marsupenaeus japonicus*. Mar Biol.2017; 164(4): 1-12.

基盤整備・栽培漁業・資源回復の推進に関する基礎調査-2 魚礁効果調査

和田宗一郎

事業の目的

大分県は耐用年数に達した海洋牧場の音響給餌ブイの処分に伴い、既存施設を活用して新たに簡易な中層浮魚礁を設置し、立体的魚礁漁場を整備する計画を実施してきた。

佐賀関漁場には2006年1月14日に中層浮魚礁（コスモフロート2基）が、津久見漁場には2006年9月14日に中層浮魚礁（コスモフロート1基、AK中層浮魚礁1基）が、臼杵漁場には2007年9月18日に中層浮魚礁（AK中層浮魚礁2基）が、保戸島漁場には2013年11月1日に中層浮魚礁（AK中層浮魚礁3基）がそれぞれ順次設置され、既存魚礁群と併せて立体的な漁場が整備された（図1）。佐賀関漁場、臼杵漁場、津久見漁場については耐用年数超過のため、既に中層浮魚礁を撤去している。今年度は保戸島漁場において立体的魚礁漁場に蟄集する魚種組成等を明らかにすることを目的として釣獲調査等を実施した。

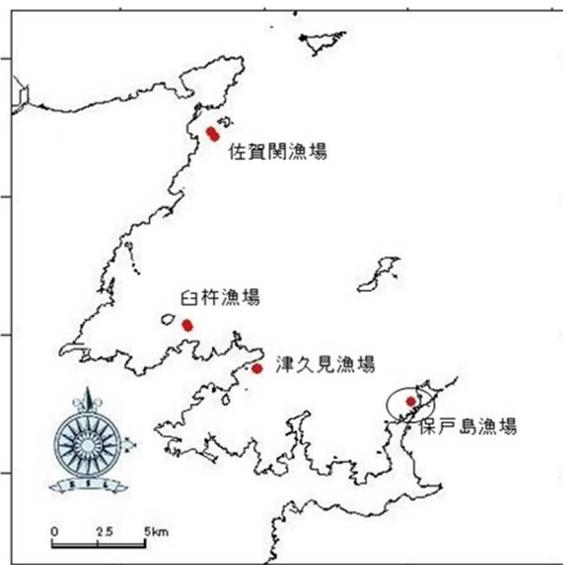


図1 調査対象漁場の位置（○で囲った漁場）

事業の方法

保戸島漁場において釣獲試験操業を実施した。漁場の水深は約50 mである。漁獲物は、水産研究部に持ち帰り測定を行った。

調査は保戸島支店所属漁業者の漁船を用船し、2022年に4回（6月24日、7月12日、11月7日、11月21日）実施した。試験操業は通常の操業で利用する漁具を用い、上半期の2回は胴付き仕掛けを用いて、ゴカイ、オキアミを餌とした釣りを2名で行った。下半期の2回はブリを狙って冷凍イカを餌とするひき縄釣りを1名でおこなった。6月24日の調査では魚探にて中層魚礁の位置を確認し、水中カメラ(SJCAMジャパン社製SJ4000シリーズ1080P)を海中に投下して中層浮魚礁に蟄集する魚群の撮影を試みた。

事業の結果

調査における漁獲物総重量、釣獲者一人当たり・時間当たりの漁獲物重量を表1に示す。2022年6月24日は0.02 kg/人/h、2022年7月12日は0.31 kg/人/h、2022年11月7日の調査は5.13 kg/人/h、11月21日の調査は5.74 kg/人/hであった。潮汐は6月24日が若潮、7月12日と11月7日が大潮、11月21日が中潮であった。

漁獲物の測定結果を表2に示す。6月24日の調査では、ウルメイワシとカサゴが漁獲された。7月12日の調査では、イトヨリダイ、ケンサキイカ、タマガシラ、ホシササノハベラが漁獲された。特にイトヨリダイとタマガシラが多く漁獲され平均尾又長はそれぞれ22.8 cm、19.9 cmであった。11月7日と11月21日の調査では両日ともにブリが6尾漁獲され、平均尾又長はそれぞれ63.1 cm、63.6 cmであった。

6月24日の水中カメラでの中層浮魚礁の撮影ではイサキが蟄集している様子が確認された（図2）。撮影されたイサキは魚体に幼魚の特徴である黄褐色縦帯りがなかったことや映像に映る尾数から、数十尾以上の成魚の群れであると推測された。

表1 釣獲試験操業結果一覧

| 実施日 | 潮汐 (旧暦) | 時間 | 漁獲物総 重量(kg) | 調査 人数 | 一人・時間 あたり獲物重量 (kg/人/h) |
|------------|------------|------------|----------------|----------|------------------------------|
| 2022/6/24 | 若潮(5/26) | 7:00~11:00 | 0.14 | 2 | 0.02 |
| 2022/7/12 | 大潮(6/14) | 7:00~11:00 | 2.514 | 2 | 0.31 |
| 2022/11/7 | 大潮(10/14) | 7:30~11:30 | 20.5 | 1 | 5.13 |
| 2022/11/21 | 中潮(10/28) | 7:30~11:00 | 20.1 | 1 | 5.74 |

表2 漁獲物の測定結果

| 調査日 | 魚種名 | 測定項目 | 平均値 | 個体数 |
|------------|---------|----------|-------|-----|
| 2022/6/24 | ウルメイワシ | 被鱗体長(cm) | 9.4 | 2 |
| | カゴ | 全長(cm) | 20.1 | 1 |
| 2022/7/12 | イトヨリダイ | 尾叉長(cm) | 22.8 | 4 |
| | カゴ | 全長(cm) | 20.7 | 2 |
| | ケンサキカ | 体重(g) | 149.7 | 1 |
| | タマガシラ | 尾叉長(cm) | 19.9 | 7 |
| | おササノハヘラ | 全長(cm) | 14.1 | 2 |
| 2022/11/7 | ブリ | 尾叉長(cm) | 63.1 | 6 |
| 2022/11/21 | ブリ | 尾叉長(cm) | 63.6 | 6 |



図2 撮影されたイサキ魚群(2022年6月24日)

今後の問題点

今回の調査において、2022年6月24日(若潮)はカサゴ1尾とウルメイワシ2尾と、漁獲が少なかった。7月12日(大潮)は過去の調査でも確認されているイトヨリダイとタマガシラが多く漁獲された⁴⁾。用船を依頼した一本釣り漁業者によると、本調査海域では大半の魚種が大潮やその前後ではよく釣れるが、小潮付近ではほとんど釣れないとのことだった。6月24日の調査は若潮であったため、漁獲が少なかった可能性が考えられた。

下半期のひき縄釣りによる調査は、平成26年度から同様の手法で実施している²⁻⁹⁾。過去の調査結果を年毎に集計すると、2016年は2.2 kg/人/hと低かったが、それ以外の年は3.1~5.4kg/人/hの値で推移しており、一定の漁獲があることが分かる。2022年も保戸島漁場では冬季にブリが蟄集し漁場を形成していたと考えられた。

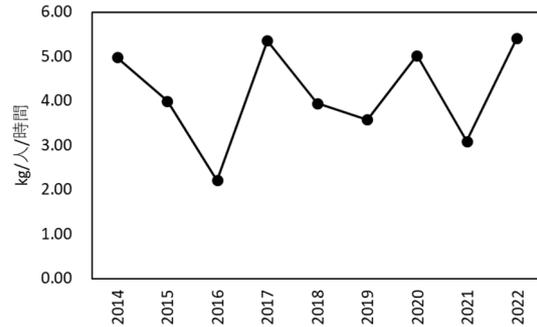


図3 調査年毎のブリひき縄の釣獲者一人当たり・時間当たりの漁獲物重量

釣獲調査の他に、水中カメラを用いて水深20m付近の中層浮魚礁に蟄集する魚群の撮影を行い、イサキ魚群を撮影することができた。水中カメラによる撮影は令和2年度~令和3年度に行われている。^{4,9)}これまでに水中カメラにより撮影された魚種を表3に整理した。これまでに確認された魚種はイサキ、ブリ、トゴットメバルであり、イサキの出現頻度が最も多かった。2022年6月24日の胴付仕掛けの餌釣りでは、イサキの魚群近くに仕掛けを落としてもイサキを釣獲することができなかった。このため、水中カメラで撮影を行うことにより、釣獲が難しい魚の蟄集状況も確認できることが分かった。

本試験で使用した水中カメラは水深30 m以浅での使用が推奨されている。また、水深50 m付近になると光量が足りず、海底付近の様子を撮影することができなかった。したがって、水中カメラでは釣獲試験で得られたカサゴやイトヨリダイ等の海底に生息する魚種の撮影できないと考えられ、本事業は釣獲試験と水中カメラ撮影を併用することで魚礁の効果をより正確に把握できると考えられた。

表3 中層浮魚礁周辺で水中カメラにより撮影された魚種

| 調査年 | 調査日 | イサキ | ブリ | トゴットメバル |
|------|--------|-----|----|---------|
| 2020 | 11月27日 | ○ | ○ | |
| 2021 | 7月9日 | ○ | | ○ |
| | 7月26日 | ○ | | |
| | 12月20日 | ○ | | |
| 2022 | 12月22日 | ○ | | |
| | 6月24日 | ○ | | |

立体的魚礁漁場に設置している中層浮魚礁は耐用年数が10年であり、浮体部分の流失防止のため通常の沈設型魚礁以上に維持管理コストが必要になると考えられる。漁場整備の際には魚類の蟄集効果だけでなく、こうした点も考慮する必要がある。

文献

- 1) 益田一, 荒賀忠一, 吉野哲夫. 「改訂版魚類図鑑 南日本の沿岸魚」東海大学出版会, 東京. 1988.
- 2) 中尾拓貴,内海訓弘. 基盤整備・栽培漁業・資源回復の推進に関する基礎調査－1. 平成30年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告2019;45-47.
- 3) 横山純一,竹尻浩平. 基盤整備・栽培漁業・資源回復の推進に関する基礎調査. 令和元年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告2020 ; 45-48.
- 4) 横山純一,竹尻浩平. 基盤整備・栽培漁業・資源回復の推進に関する基礎調査 漁礁効果調査. 令和2年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告2021;12-14.
- 5) 中尾拓貴,内海訓弘. 基盤整備・栽培漁業・資源回復の推進に関する基礎調査－4. 平成26年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告 2015;81-84.
- 6) 中尾拓貴,内海訓弘. 基盤整備・栽培漁業・資源回復の推進に関する基礎調査－2. 平成27年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告 2016;57-60.
- 7) 中尾拓貴,内海訓弘. 基盤整備・栽培漁業・資源回復の推進に関する基礎調査－2. 平成28年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告 2017;63-66.
- 8) 中尾拓貴,内海訓弘. 基盤整備・栽培漁業・資源回復の推進に関する基礎調査－2. 平成29年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告 2018;50-52.
- 9) 中尾拓貴. 基盤整備・栽培漁業・資源回復の推進に関する基礎調査－2 魚礁効果調査. 令和3年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告2022;62-65.

自主的資源管理体制高度化事業

(水研委託)

森田将伍

事業の目的

漁業資源を科学的根拠に基づいて評価し、適切に管理していくために、効率的に操業・水揚げデータを収集・活用して資源評価の高度化を図る体制を構築する。

豊後水道域の小型底びき網漁業における重要魚種であるクルマエビについて、生態学的知見を得るための生物測定、データロガーによる新たな CPUE 情報の取得を行った。

事業の方法

1. データロガーによる CPUE および環境情報収集

標本船による漁獲物情報と漁場環境情報の同時収集システムの開発に向け、国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所(以下、水産技術研究所)との共同研究により、2022年4月～2023年3月の間、大分県漁業協同組合鶴見支店所属の小型底びき網漁船2隻、米水津支店所属の小型底びき網漁船1隻に温度・深度ロガーと GPS ロガーを装着し、環境および操業データを収集した。併せて CPUE を算出するため標本船日誌の記帳を依頼した。

2. 生物測定調査

大分県漁業協同組合臼杵支店魚市場(臼杵市場)、同津久見支店魚市場(津久見市場)、佐伯市公設水産地方卸売市場葛港市場(佐伯市場)及び鶴見市場に水揚げされたクルマエビを対象に体長、性別、交尾栓の有無を測定した。

3. 再生産構造の把握

佐伯市の番匠川河口の干潟にてソリネット網を用いて稚クルマエビを採集し、生息密度、平均体長を調査した。

事業の結果

1. データロガーによる CPUE および環境情報収集

温度・深度ロガーと GPS ロガーの収集情報については、水産技術研究所にて標本船日誌情報と併せて解析した結果

を図2に示す。

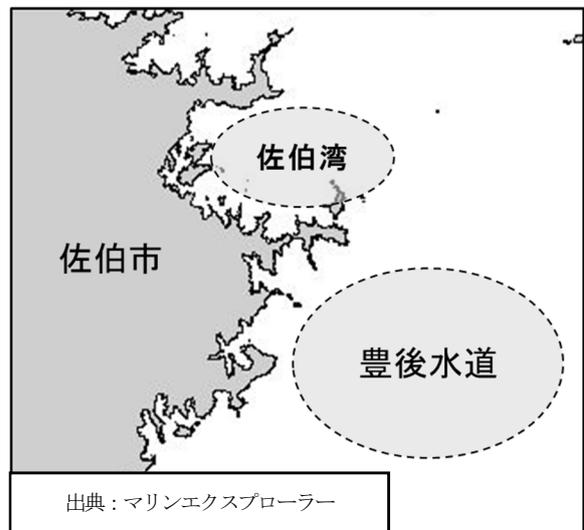


図1 操業区域

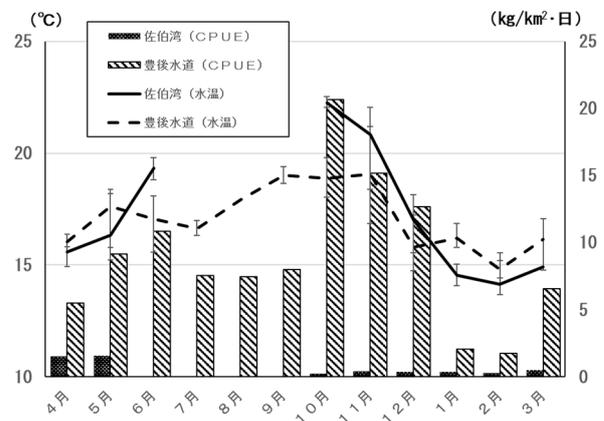


図2 海域別の水温と CPUE について

操業位置と海域別けを図1に、海域及び月ごとの平均水温と平均 CPUE を図2に示す。

平均曳網深度は佐伯湾で42.09 m (36.62 m-48.71 m) で豊後水道では95.74 m (84.06 m-110.80 m) であった。

CPUE は佐伯湾ではかなり低く、豊後水道で高い値となった。豊後水道域では10月から12月に特に高い値を示し、1月から3月に低い値を示した。

2. 再生産構造の把握

2022年6月から2022年10月まで月に1回、佐伯市番匠川河口にて行った調査の結果を図3に、体長組成を図4に示す。

稚エビの生息密度は8月に高い値を示した。また、8月に7~9mmサイズの稚エビが多く見られ、9月には様々なサイズでの稚エビが確認されたことから8月に着底した稚エビが新規加入できていることが示唆された。

今後は、稚エビ発生状況と当年の漁獲量の関係性について注視する必要がある。

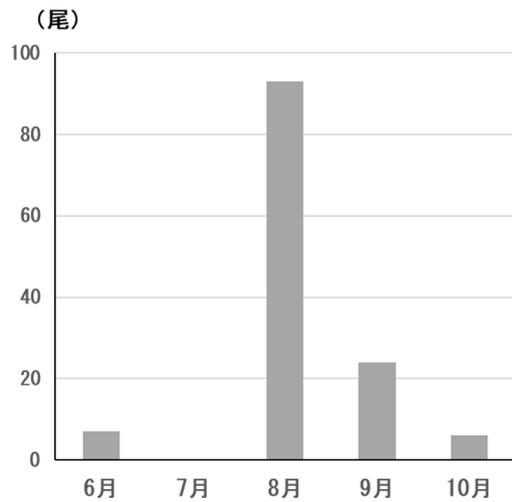


図3 番匠川河口 クルマエビ稚エビ調査結果

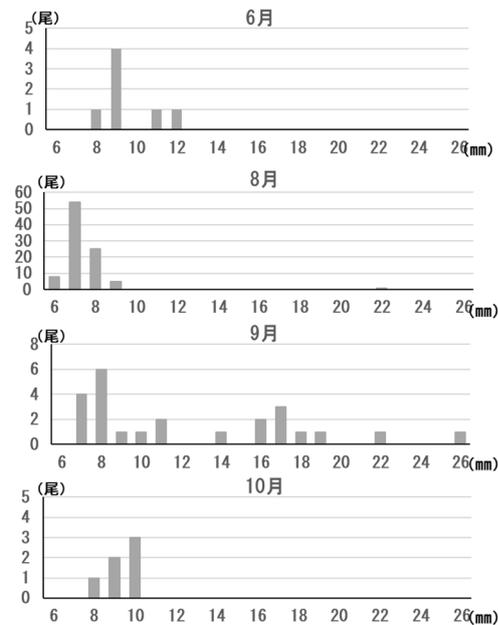


図4 クルマエビ稚エビの体長組成について

3. 生物測定調査

2022年4月から2023年3月まで行った市場調査におけ

る生物測定の結果を表1に示す。

例年、佐伯湾・豊後水道海域では4月、10月、11月がクルマエビの主漁期である。2022年については7月から9月、11月、12月に漁獲が多かった。また、体長別で見ると15cm前後の個体が特に多いことから当歳のクルマエビが多いと推定された。

佐伯市場、鶴見市場のクルマエビの漁獲における体長ごとの割合を2010年と2022年で比較したものを図5に示す。

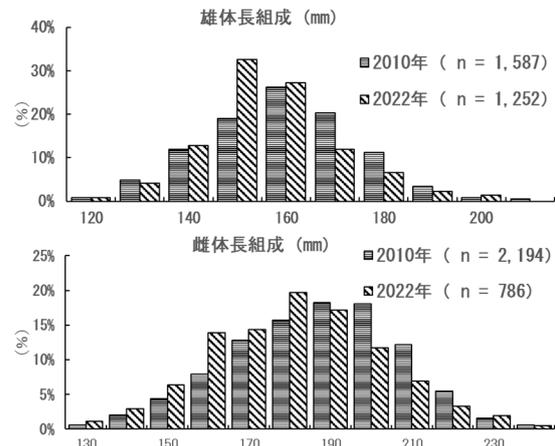


図5 体長ごとの漁獲割合

図5から、2010年に比べると最も漁獲されているサイズが小型化していることが分かる。2010年に最も漁獲されたサイズは雄で160mm台、雌で190-200mm台であったのに対して、2022年では雄が150mm台、雌が180mm台であった。

今後の問題点

豊後水道域の小型底びき網漁業はクルマエビに限らず、多くの漁獲が見込める魚種を狙って操業する。他魚種の漁獲を優先する場合、操業場所、水深などの違いからクルマエビの漁獲量が少なくなり、実際の資源量と比べると過少なCPUEとなることが考えられる。そのため、クルマエビのCPUE情報の取得のためには実際の操業実態を考慮する必要性が示唆された。

表1 2022年4月～2023年3月の市場別クルマエビ体長組成(体長 (cm))

白杵

| 月 | 4月 | | 5月 | | 6月 | | 7月 | | 8月 | | 9月 | | 10月 | | 11月 | | 12月 | | 1月 | | 2月 | | 3月 | | 合計 | | | | | | | | |
|---------|----|---|----|---|----|------|----|-----|----|-----|----|---|-----|---|------|-----|-----|---|----|---|----|---|----|---|-----|---|---|---|----|-----|-----|--|------|
| 尾数計 | 2 | | 1 | | 47 | | 14 | | | | 16 | | | | 31 | | 18 | | 2 | | 1 | | | | 132 | | | | | | | | |
| 雌雄 | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | | | | | | | |
| 4 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | 1 | | 3 | | | | | | | 5 | 1 | | | | | | | | | | | 6 | 1 | | | | | |
| 14 | | | | | | | 1 | 2 | 1 | | | | | | 2 | 2 | (1) | | | | | | | | | | | 7 | 3 | (1) | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 3 | (3) | | | | | | | | | | | | 7 | 5 | (3) | | |
| 16 | | | | | | 2 | 1 | 1 | 1 | (1) | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 8 | 6 | (3) | | |
| 17 | | | | 1 | | 5 | 1 | 2 | | | | | | | 1 | 1 | (1) | | | | | | | | | | | | 18 | 8 | (3) | | |
| 18 | | | | | | 12 | 1 | (1) | 1 | | | | | | 7 | 4 | (2) | 4 | 1 | | | | | | | | | | 14 | 7 | (5) | | |
| 19 | | | | | | 8 | 3 | (1) | 1 | | | | | | 1 | 4 | (4) | 1 | | | 1 | | | | | | | | 8 | 11 | (6) | | |
| 20 | | | | | | 4 | 3 | (2) | | | | | | | 2 | (1) | | | | | | | | | | | | | 4 | 8 | (4) | | |
| 21 | | | | | | 2 | 3 | (1) | 2 | | | | | | 2 | (1) | | | | | | 1 | | | | | | | 2 | 6 | (1) | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 交尾率 (%) | | | | | | 38.5 | | 20 | | | | | | | 62.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 47.3 |

() 内はうち交尾栓を保有していた尾数

佐伯

| 月 | 4月 | | 5月 | | 6月 | | 7月 | | 8月 | | 9月 | | 10月 | | 11月 | | 12月 | | 1月 | | 2月 | | 3月 | | 合計 | | | | | | | | | | | |
|---------|----|---|----|---|----|---|----|------|----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|-----|---|---|----|------|------|------|---|---|---|-----|
| 尾数計 | 3 | | 1 | | 1 | | 10 | | 81 | | 36 | | 69 | | 50 | | 30 | | 7 | | 12 | | 4 | | 304 | | | | | | | | | | | |
| 雌雄 | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 1 | | | 1 | | | | | | 3 | 1 | (1) | 1 | 1 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | 1 | | |
| 14 | | | | | | | | | | 14 | 3 | (1) | 4 | 1 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 | 3 | (1) |
| 15 | | | | | | | | | | 3 | 1 | | 16 | 2 | (2) | 3 | 2 | (1) | 22 | 3 | (2) | 17 | 2 | (1) | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 68 | 11 | (6) | | | | |
| 16 | | | | | | 1 | | | | 1 | (1) | 8 | 18 | (12) | 4 | 3 | (2) | 7 | 7 | (3) | 6 | 6 | (1) | 1 | | 2 | 4 | 1 | 34 | 35 | (19) | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | 3 | (3) | 4 | 1 | (1) | 1 | 9 | (7) | 4 | (2) | 1 | 1 | | | | | | | | 7 | 19 | (14) | | | | | |
| 18 | | 1 | | | | | | | | 2 | (2) | 1 | 5 | (5) | 2 | 2 | | 1 | 2 | 2 | (2) | 1 | 5 | | 2 | (2) | 1 | 5 | 22 | (12) | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | 2 | (2) | 4 | (4) | | 5 | (4) | | 4 | (3) | | | | | | | | | | 5 | 22 | (14) | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | 1 | (1) | 1 | (1) | | 1 | (1) | | | | | | | | | | | | | 8 | (5) | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | 1 | (1) | 1 | (1) | | 1 | (1) | | | | | | | | | | | | | 2 | (2) | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | (1) | | | | | | | | | | | | | 5 | (3) | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | (1) | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | (1) | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | (1) | | | | | | |
| 交尾率 (%) | | | | | | | | 85.7 | | 76.9 | | 56.3 | | 60.0 | | 42.9 | | 36.0 | | 100.0 | | 33.3 | | 50.0 | | | | | | | | 58.1 | | | | |

() 内はうち交尾栓を保有していた尾数

鶴見

| 月 | 4月 | | 5月 | | 6月 | | 7月 | | 8月 | | 9月 | | 10月 | | 11月 | | 12月 | | 1月 | | 2月 | | 3月 | | 合計 | | | | | | | | | | | |
|---------|----|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|------|----|------|------|------|---|------|----|------|---|------|---|---|-----|----|------|--|--|------|-----|------|-------|
| 尾数計 | 99 | | 90 | | 177 | | 208 | | 197 | | 307 | | 10 | | 268 | | 216 | | 31 | | 118 | | 13 | | 1734 | | | | | | | | | | | |
| 雌雄 | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | ♂ | ♀ | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6 | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 43 | 6 | (1) |
| 14 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 119 | 19 | (12) |
| 15 | 16 | 1 | (1) | 14 | 2 | (2) | 14 | 5 | (5) | 14 | 4 | (2) | 38 | 13 | (10) | 41 | 12 | (7) | 3 | 1 | ## | 62 | 1 | 5 | 25 | 6 | 1 | 341 | 39 | (27) | | | | | | |
| 16 | 11 | 3 | (3) | 16 | 6 | (5) | 23 | 3 | (3) | 14 | 7 | (2) | 20 | 18 | (12) | 38 | 16 | (8) | | | | | | | | | | | | | | | 308 | 74 | (43) | |
| 17 | 10 | 5 | (1) | 7 | 6 | (4) | 18 | 5 | (4) | 33 | 3 | (2) | 12 | 14 | (9) | 19 | 18 | (11) | | | | | | | | | | | | | | | | 143 | 94 | (59) |
| 18 | 10 | 6 | (3) | 12 | (9) | 15 | 21 | (14) | 19 | 8 | (6) | 3 | 8 | (7) | 18 | 23 | (16) | | | | | | | | | | | | | | | | | 77 | 133 | (102) |
| 19 | 1 | 7 | (5) | 9 | (7) | 1 | 17 | (11) | 18 | 16 | (10) | 1 | 5 | (4) | 6 | 27 | (19) | | | | | | | | | | | | | | | | | 28 | 111 | (81) |
| 20 | 11 | (7) | 3 | (3) | 2 | 22 | (16) | 13 | 17 | (14) | 3 | (2) | 2 | 13 | (10) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 | 84 | (64) |
| 21 | | 8 | (5) | 2 | (2) | 15 | (12) | 14 | (9) | 2 | (2) | 8 | (7) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 52 | (40) | |
| 22 | | 3 | (2) | 1 | (1) | 6 | (6) | 8 | (4) | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 | (15) | |
| 23 | | 1 | (1) | | | 1 | (1) | 6 | (4) | | | 3 | (2) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 14 | (11) | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | (1) |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 交尾率 (%) | | 62.2 | | 81.4 | | 73.5 | | 62.5 | | 69.7 | | 65.9 | | | 62.7 | | 82.4 | | 88.9 | | 85.3 | | 90.0 | | | | | | | | | | 70.2 | | | |

() 内はうち交尾栓を保有していた尾数

漁場環境・水生生物に関するモニタリング調査

番匠川における遡上アユのふ化時期

白樫 真・吉井啓亮・中尾拓貴（中部振興局）

事業の目的

本県では、アユの遡上資源を増やすため保護水面が設定されている。保護水面では、アユ産卵親魚を保護し自然産卵を助長するため、禁漁期間が設定されている。

本調査では番匠川において遡上アユの採捕調査をおこなひ、遡上アユのふ化時期及び産卵期の推定をおこなった。また、近年の遡上状況の比較と禁漁期間の妥当性を検証した。

事業の方法

図1に、調査河川と採捕場所の位置を示す。採捕場所は、海から河川に遡上した直後のものを採捕するために、番匠川の河口から7.4 km 上流の潮止堰堤の下流とした。



図1 調査河川と採捕場所

遡上アユのふ化時期から産卵時期を推定するために、以下の調査を行った。

調査は1か月を10日ごとに区分して上、中、下旬とし、2月上旬から5月下旬まで実施した。採捕は網目が26節の投網を使用し、河川の右岸から左岸の遡上場所を網羅するようにおこなった。調査地にて精密測定用のアユ30尾を確

保したのち、他のアユは計数して放流した。採捕尾数が30尾に満たない場合は全量持ち帰った。持ち帰ったアユは全長、体長を0.01 mm 単位、体重を0.1 g 単位で測定した。また、精密測定したアユの頭部は、99.5%エタノールで固定後、耳石を摘出した。

アユのふ化日を調べるために、Tsukamoto and Kajihara¹⁾に準じて、耳石に形成された日周輪を計数した。計数は城²⁾の方法を参考に行った。すなわち生物顕微鏡(200倍)で撮影した画像を、ObjectJを追加したImageJ(アドレス：<https://imagej.nih.gov/ij/download.html>)に取り込み、撮影画像から計数した。計数を容易にするため、プラグインを用いて深度合成や複数画像の連結ならびにコントラスト調整などを行った。詳細についてはGoogle等インターネット上で容易に検索できるため本稿では省略する。計数した日周輪数を日齢とし、採捕日から逆算して各個体のふ化日を推定した。なお、公益社団法人大分県漁業公社からふ化日が既知の人工種苗(日齢85)を入手し、同様に日周輪を計数して手法の精度を確認した。

番匠川における産卵盛期を推定するために、遡上初期、盛期および終期と判断した採捕群の日周輪を計数し、ふ化時期を逆算した。さらに水温とふ化日数との関係式(ふ化所要日数 $=10^{2.8623}/\text{水温}^{1.4068}$)³⁾を用いてふ化所要日数を計算し、産卵時期も推定した。なお、水温は調査場所付近にデータロガー(onset社製 TidbiTv2)を設置し、毎時記録したデータを集計して1日毎に平均水温を求めた。

調査河川の禁漁期間の妥当性を検証するために、推定した産卵時期と比較検討した。

事業の結果

表1に、2022年遡上アユの採捕結果を、図2に1投網あたりの採捕尾数の推移を示す。2022年2月10日から5月24日にかけて調査を実施し、合計134尾の遡上アユを採捕した。1投網あたりの採捕尾数の推移を見ると、3月下旬(3月24日)にピークが見られた。

表1 2022年遡上アユの採捕結果

| 調査月日 | 調査時刻 (開始時) | 水温 (°C) | 投網 投数 | 採捕 尾数 | 平均全長 (mm) | 平均体長 (mm) | 平均体重 (g) |
|-----------|---------------|------------|----------|----------|--------------|--------------|-------------|
| 2022/2/10 | 9:40 | 10.5 | 3 | 0 | | | |
| 2022/2/16 | 7:50 | 8.4 | 3 | 0 | | | |
| 2022/2/25 | 8:30 | 8 | 4 | 0 | | | |
| 2022/3/4 | 8:33 | 10.4 | 3 | 0 | | | |
| 2022/3/14 | 8:30 | 15.7 | 5 | 0 | | | |
| 2022/3/24 | 8:30 | 12.4 | 5 | 58 | 65.2 | 54.8 | 1.5 |
| 2022/4/5 | 8:30 | 14.3 | 4 | 24 | 65.4 | 55.4 | 1.8 |
| 2022/4/15 | 8:30 | 18.3 | 5 | 36 | 65.2 | 55.8 | 1.9 |
| 2022/4/26 | 8:30 | 19.1 | 4 | 8 | 49.9 | 42.7 | 0.7 |
| 2022/5/6 | 8:00 | 19.4 | 5 | 3 | 65.9 | 55.6 | 2.6 |
| 2022/5/17 | 8:30 | 17.8 | 5 | 4 | 60.6 | 51.4 | 1.8 |
| 2022/5/24 | 8:30 | 20.2 | 4 | 1 | - | - | - |

※ 「-」は測定データ欠測

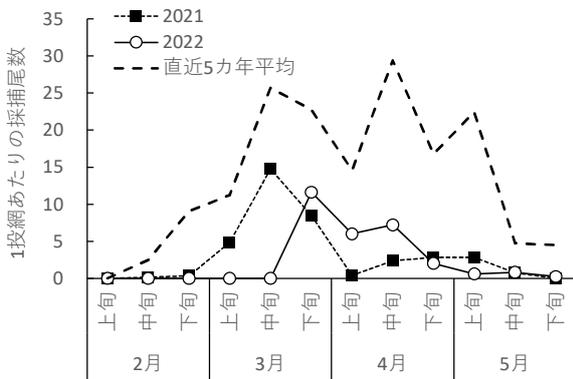


図2 1投網あたりの採捕尾数の推移

1投網あたりの採捕尾数から3月24日に採捕された群を遡上初期および盛期群、最後に複数尾採捕できた5月17日を遡上終期群と判断し、耳石から推定したふ化時期の分布を図3に示す。本年度の番匠川遡上アユのふ化時期は11月下旬～3月上旬で、ふ化盛期は12月上旬と推定された。

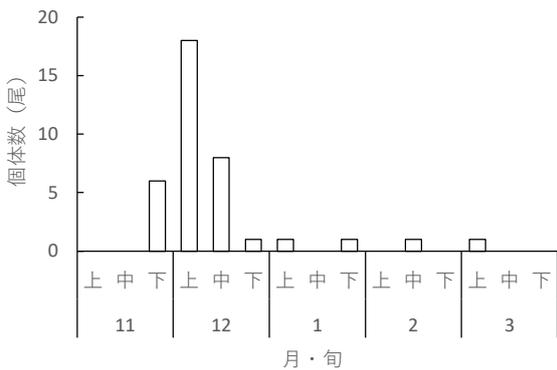


図3 推定ふ化時期の分布

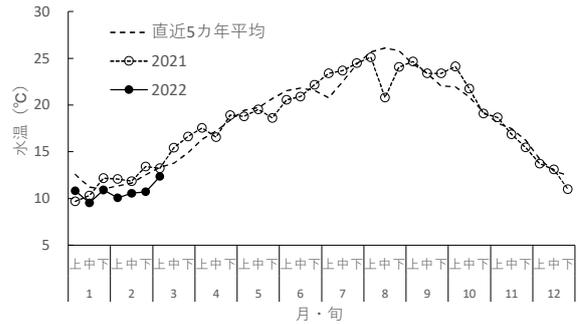


図4 番匠川潮止堰付近の水温推移

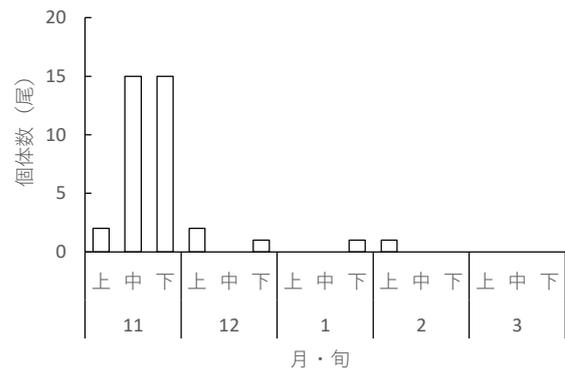


図5 推定産卵時期の分布

番匠川の毎月の旬別水温推移を図4に、ふ化日の日平均水温データを用いて逆算した産卵時期の分布を図5に示す。本年度の番匠川遡上アユの産卵時期は11月上旬～2月上旬、産卵盛期は11月中下旬と推定された。

産卵期間の2021年11月上旬～2022年2月上旬までの旬別平均水温は、9.5～18.7°Cで推移し、平均水温は13.0°Cであった。遡上が確認された2022年3月下旬～5月下旬の旬別平均水温は土砂による埋没でロガーが消失したため測定できなかった。

今後の問題点

番匠川の水温データから推定した2021年の産卵盛期は11月中下旬であった。その結果、番匠川の禁漁期間(9月1日～11月30日)に大部分は取まっているものの、一部は禁漁期間を外れて産卵されている事例も確認された。番匠川では過去の調査でも、年によっては禁漁期間を超えた12月から翌年1月まで産卵が行われていると推定されている⁴⁾。従って、遡上アユ資源を増やすためには、より長い期間で産卵親魚を保護することが望ましいと考えられる。

産卵期については、現在は遡上アユからの推定だけであるが、保護水面区間で産卵が行われているかなど、より詳細に産卵状況を把握するためには産着卵などの調査も検討する必要がある。また、積極的な資源増大に向けて産卵場

造成などについても考えていく必要がある。

今後も本調査を継続することで、アユ遡上状況や産卵時期を把握し、アユ資源を増やすための取り組みにつなげていきたい。

文献

1) Tsukamoto K. and Kajihara T.: Age determination of ayu with

otolith. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 1987 ; 53: 1985-1997.

2) 城幹昌. フリーウェアを用いた耳石日周輪解析手法の検討 (技術報告). 北海道水産試験場研究報告. 2019 : 25-32

3) 伊藤隆・岩井寿夫・古市達也・堀木信男. アユ種苗の人工生産に関する研究-LXXI アユの人工授精卵のふ化に対する水温の影響, アユの人工養殖研究. 1971 : 57-98

4) 畔地 和久. アユ資源総合対策調査 (2) 保護水面調査. 平成17年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告. 2007;304-305.

シロアマダイ受精卵安定確保技術開発

令和 4 年度予備試験調査（県単）

白樫 真・堤 憲太郎

事業の目的

アマダイ類は沿岸の水深 30 m 以深の砂泥域に生息し、主に釣り（はえ縄）や小型機船底曳き網で漁獲される高級魚である。日本で主に食用とされるアマダイ類は、キアマダイ、アカアマダイ、シロアマダイの 3 種であるが、大分県ではアカアマダイ、シロアマダイの漁獲が主である。農林水産統計から抜粋した大分県のアマダイ類の漁獲量および平均単価の推移は図 1 に示したとおりである。

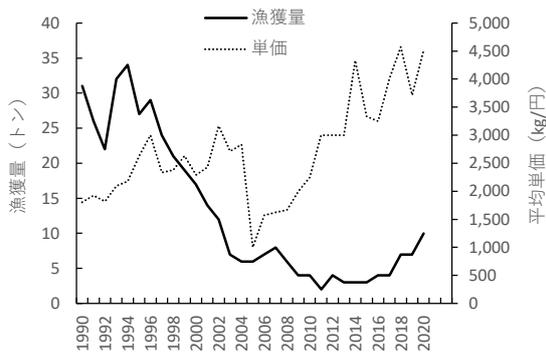


図 1 アマダイ類の漁獲量および平均単価の推移

大分県ではアマダイ類の漁獲は主に豊後水道であり、特にシロアマダイは津久見湾、臼杵湾で多く、佐伯湾でも漁獲されている。シロアマダイはアマダイ類の中で最も美味とされ、単価も高いことから種苗放流の要望が根強くあるものの、種苗の生産・放流実績¹⁾は全国的にもわずかであり、九州内でシロアマダイの安定量産技術を確立している公的機関はない。

そこで本研究では、シロアマダイの漁獲実態調査、精密測定、漁場水温調査を行い、豊後水道の大分県海域におけるシロアマダイ親魚の入手方法、成熟サイズや年齢、成熟時期を把握する。また、採卵を試行して課題を抽出し、受精卵安定確保技術開発にむけた基礎的知見を得ることを目的とする。

事業の方法

1. 漁獲実態調査

大分県漁業協同組合の 2007 年からの共販データを用いてアマダイ類の漁法別漁獲量を集計した。また、漁獲の多い臼杵支店および津久見支店の共販データからアマダイ類にしめるシロアマダイの比率を集計した。

2. 親魚精密測定

佐伯湾の延縄漁業者からサンプルを購入し、精密測定を行い、全長、体長、体重、性別および生殖腺重量を測定して GSI (生殖腺重量/胃内容物除去重量×100) を算出した。

また、漁獲した個体の年齢を確認するため、耳石を採取し横断面法^{2)~4)}により年齢を推定した。

3. 漁場水温調査

シロアマダイが多く漁獲される臼杵湾、津久見湾および佐伯湾について 2019 年 4 月から 2023 年 3 月までの定点水温データを集計した。臼杵湾内は調査船による定線調査の St.c-4 の底層 (海底から-1m)、津久見湾内は Tidbit (Onset 社製) を垂下して取得した表層、佐伯湾内は、毎月の漁場環境調査で実施した底層水温を使用した。水温データの取得位置は図 2 に示したとおりである。加えて延縄操業に乗船した際には、漁具に Tidbit を取り付け、シロアマダイが生息している海底の水温を測定した。



出典：海洋状況表示システム

図 2 水温データ取得位置図 (図中●)

4. 親魚入手および採卵

佐伯湾の延縄操業に同乗し、漁獲されたシロアマダイについて活魚で持ち帰りができないか検討した。漁獲時に鰓が膨張した個体については漁獲後ただちにエア抜きを行い船の魚槽に収容した。帰港後に生残した個体は50Lのフタ付きタンクに収容して無通気で約30分かけて水産研究部に持ち帰った。帰着後体重を測定し、HCGを魚体重あたり約300IU/kgになるように背筋部に打注⁵⁾し、0.5tFRP水槽に収容した。収容後は無給餌とし24、48、72時間後に圧搾により採卵した。

また、漁獲時に衰弱した個体については、ただちに氷冷して持ち帰り、精密測定を行った。

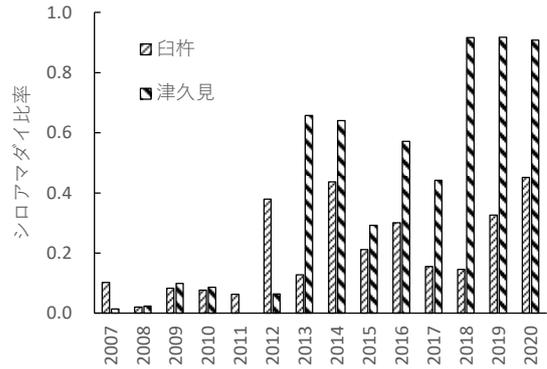


図4 白杵支店および津久見支店のシロアマダイ比率の推移

事業の結果

1. 漁獲実態調査

大分県のアマダイ類の漁法別漁獲量推移は図3に示したとおりである。ほとんどが釣り(延縄)で漁獲されており、近年漁獲量も増大している。

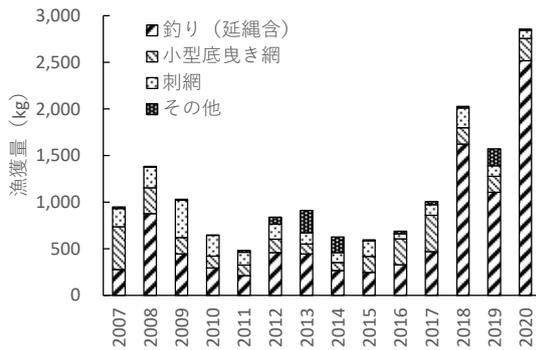


図3 アマダイ類の漁法別漁獲量の推移

白杵支店および津久見支店のシロアマダイ比率は図4に示したとおりである。津久見支店では近年シロアマダイの比率が高くなってきており、漁獲量の増加はシロアマダイの資源が増加している可能性が示唆された。そのため、当県でシロアマダイを入手する場合は白杵、津久見および地理的に最も近い佐伯の延縄漁業者から入手するのが良いと考えられた。

2. 親魚精密測定

4月6日から5月25日にかけて漁獲された合計16尾(雄8尾、雌8尾)について精密測定を行った。サイズ別の雌割合は図5に示したとおり、1kg未満では全て雌であったのに対し、1.5kg以上では5尾中4尾が雄であった。

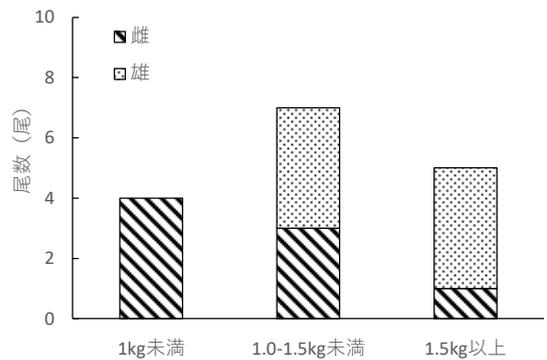


図5 サイズ別雌雄割合

佐伯湾での延縄は6月以降ハモやエソ狙いに変わり、周年サンプルを確保することができなかったため、月別のGSIの推移は把握できなかったが、サンプルで吸水卵が確認できたことや、後述するように少量だが採卵もできたことから、少なくとも4~5月には佐伯湾のシロアマダイは成熟しており、これは山口県⁶⁾と同様の傾向であった。図6に雌雄別サイズ別のGSIを示したが、成熟時期であっても雄のGSIは極めて低く、通常の魚種のように腹部の圧迫による精子の確認が困難であった。また雌雄を外観で判別するのが困難なため雄を選択的に入手する場合は、前述したように1.5kg以上の個体を選ぶことである程度は選択可能と考えられる。

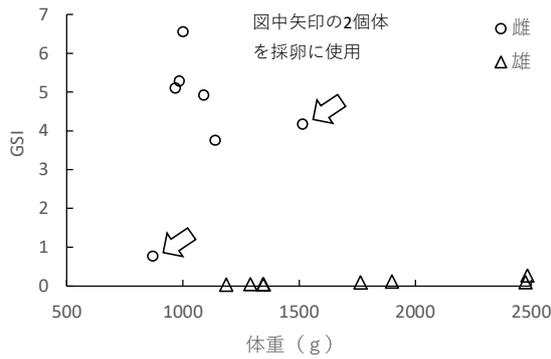


図6 雌雄別サイズ別 GSI

16尾について図7に示すように耳石の横断切片から輪紋数を計数したところ、雌で2~4歳、雄で2~5歳が確認できた。東シナ海のアカアマダイの年齢別成熟率は、雌で2歳から成熟個体が見られ、6歳で90%以上、雄は3歳から成熟個体が見られると報告⁷⁾されており、今回漁獲したサンプルは概ね成熟年齢に達していたと考えられた。

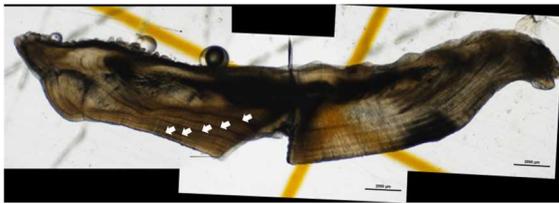


図7 シロアマダイ耳石の横断切片 (雄5歳)

3. 漁場水温調査

臼杵湾、津久見湾および佐伯湾の過去3カ年の平均水温推移を図8に示す。佐伯湾の成熟時期と考えられる4~5月の底層水温は15~17°C台であった。また、成熟親魚が漁獲できた操業時の底水温は14.9°C(4月25日)、16.2°C(5月16日)であった。

津久見湾は表層水温のため高い値で推移しているが、臼杵湾および津久見湾とも水温の変化は同様の傾向であり、大分県でシロアマダイの成熟親魚を入手するのに適した時期としては3~5月頃と推察された。

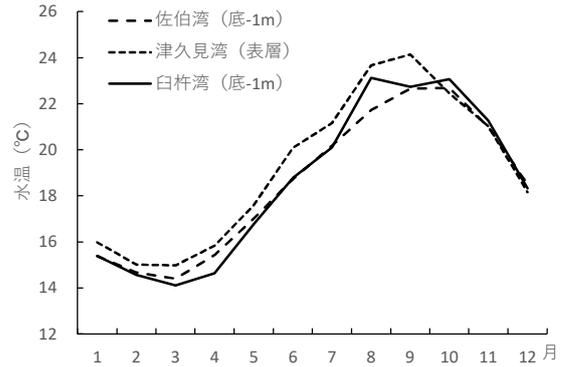


図8 臼杵湾、津久見湾、佐伯湾の年間水温推移 (2019年4月~2022年3月の3か年平均)

4. 親魚入手および採卵

合計16尾のサンプルのうち、活魚で入手できたのは、5尾であった。魚体への負担を考慮しカニューラによる雌雄判別を行わずに持ち帰り、HCGを打注したが1尾は雄であった。また採卵できたのは2尾だけであり、最短で当日、最長でも16日後には全ての個体が死亡し、親魚の長期管理は困難であった。

採卵は合計2回実施し、1回目は24, 48, 72時間の各時間で採卵ができ、最も多くの卵が排出されたのは72時間後であったが、雌と同日に漁獲した雄鮮魚から作成した精子の活性が極めて悪かったため、受精率が36%と低く、種苗生産には至らなかった。受精卵の安定確保には雌親の活魚での安定確保に加えて、雄親からの精子の確保・調整および保存方法に課題が残った。

今後の問題点

シロアマダイの受精卵安定確保には、雌雄ともに安定した親魚の確保が必須である。現状では、シロアマダイの単価は活魚でも鮮魚でも差が無く、活魚で出荷後に市場で死亡してクレームにならないように、流通はほぼ鮮魚のみである。さらに、主に延縄で漁獲されるため、針を喉の奥まで飲み込むケースが多く、また深い水深からつり上げるためほぼ全ての漁獲個体で鰓が膨張して漁獲後横転するなど、漁獲時のダメージが大きいことも、活魚での入手をさらに困難にしている。特に雌親魚は活魚で一定量を安定して入手できなければ量産化への道は開けない。そのためには地区を超えた漁業者同士の連携や地元市場での活魚ストック体制など地域と一体となった親魚確保体制の構築が不可欠である。

一方で雄親魚については、今回大分県で初めて鮮魚のシロアマダイから抽出した精巢を用いて人工授精に成功した。今後は凍結精子を用いた人工授精⁸⁾技術を確立することで、雄親魚については活魚での入手に拘る必要がなくなり、ま

た長期保存できることで採卵に合わせて雄から精子を調整する必要もなくなる。凍結精子の活用に向けては、凍害防御剤の種類や濃度、受精率の向上などを検討し、受精卵安定確保に向けた技術開発を行う必要がある。

文献

- 1) 令和2年度 栽培漁業用種苗等の生産・入手・放流実績(全国),水産庁,令和4年3月
- 2) 井関智明, 町田雅春, 竹内宏行, 八木佑太, 上原伸二:耳石横断面法と表面法を用いた若狭湾西部産アカアマダイの年齢と成長. 日本水産学会誌, 83 (2) ,174-182 (2017)
- 3) 松本洋典: 島根半島沖産アカアマダイの年齢査定手法についての検討. 島根県水技セ研報, 12, 1-4 (2019)
- 4) 後藤直登: シロアマダイ *Branchiostegus albus*の年齢と成長の関係について. 愛媛県農林水産研究所だより, 第15号 (2022)
- 5) 菊池達人: アマダイ類の栽培漁業化に向けた種苗生産技術の開発 (1). 高知県海洋深層水研究所報, 7号, 7-13 (2006)
- 6) 内田明: 山口県が挑む! シロアマダイの栽培漁業の可能性. 豊かな海, No.50, 3-6, (2020)
- 7) 山下秀幸, 酒井猛, 片山知史, 東海正: 東シナ海産アカアマダイの成長と成熟の再検討. 日本水産学会誌, 77(2), 188-198 (2011)
- 8) 門村和志, 築山陽介, 濱崎将臣, 土内隼人, 宮木康夫: 凍結および冷蔵精子を用いたシロアマダイ人工授精. 長崎県水産試験場研究報告, 37号, 1-6 (2011)