

ウ ホシガレイの種苗生産技術等の開発

① 常磐海域におけるホシガレイの種苗生産技術の開発

福島県水産資源研究所

實松 敦之

【目的】

ホシガレイは価格が比較的高く、地域の特産種としてブランド化が可能で、高い費用対効果が期待されることから、新たな栽培対象種として栽培漁業への要望が高まっている。

種苗生産技術の実用化と普及には、展開する海域の親魚等の生態を明らかにして技術を改良または生産機関間の役割分担を行い、海域全体での生産コストの削減が必要である。

本研究では、常磐海域で漁獲されるホシガレイの成熟個体の出現時期と出現割合、同海域で採卵に適した時期及び周年にわたる水平分布、経験水温等を把握し、それらに基づく飼育管理を行うことによって、親魚養成から全長 10 cm の種苗生産に至る飼育条件を明らかにする。

【研究方法】

1) 成熟個体の出現時期と出現割合

産卵期の令和元年 12 月から令和 2 年 2 月に福島県相馬市にある松川浦漁港に水揚げされたホシガレイを買取し、調査した。

2) 親魚の飼育管理方法の検討

過去の漁獲情報から周年にわたる水平分布と経験水温等を整理した。

閉鎖循環水槽で夏季に水温を 25℃ および 15℃ に調節して親魚を養成し、12 月から採卵に供した。親魚には福島県で生産した人工継代魚（以下、人工魚）と平成 30 年度に導入した漁獲魚（以下、漁獲魚）を用いた。25℃ 区では人工魚 3+ を 17 尾、人工魚 5+ を 4 尾、漁獲魚 12 尾を、15℃ 区では人工魚 3+ を 17 尾、人工魚 5+ を 4 尾、漁獲魚 13 尾を用いた。搾出法により採卵し、乾導法により人工授精を行った。受精卵を卵管理し、得られたふ化仔魚の無給餌生残指数を求めた。また、卵質を評価するためにふ化仔魚の一部を飼育試験に供した。

3) 種苗生産試験

国立研究開発法人水産研究・教育機構東北区水産研究所宮古庁舎（以下、東北水研宮古庁舎）で生産した受精卵を輸送し、福島県水産資源研究所で管理し、ふ化仔魚を得た。令和 2 年 1 月 20 日に 30 トン水槽 2 面に 11.5 万尾と 10.8 万尾を、令和 2 年 2 月 12 日に 30 トン水槽 1 面に 7 万尾を収容した。0 日齢から段階的に昇温し、5 日齢までに 16℃ まで昇温した。5 日齢でワムシを 1m L あたり 10 個体となるように飼育池に添加した。6～10 日齢の期間、24 時間電照し、夜間に水面の照度を 500 lx 以上に保った。20 日齢まで仔魚の餌料であるワムシ（S 型）の餌料としてスーパー生クロレラ V-12 を飼育池に添加した。

アルテミアはインディペプラスで栄養強化した。底質改善のため、貝化石（商品名：リヴ

ァイタルグリーン、株式会社グリーン・カルチャア）を水槽内に散布した。

【研究成果の概要】

1) 成熟個体の出現時期と出現割合

令和元年12月の下旬から成熟個体が見られ、令和2年1月の上旬から下旬にかけて成熟個体の割合が高まった。令和2年2月になると雌は放卵後未熟個体の割合が高まり、雄は生殖腺が縮小しながらも輸精管に精液が溜まっていることが確認された。今年度の常磐海域での雌のホシガレイの成熟時期は令和元年12月下旬から令和2年1月下旬であったと考えられた。

2) 親魚の飼育管理方法の検討

漁獲データからホシガレイは水温が上昇する9月以降に、水温が低い水深60m～120mの海域に移動することが明らかになった。

夏季の飼育水温が異なる水槽（15℃区、25℃区）で飼育した漁獲親魚及び人工魚の自然成熟個体から仔魚を得た。得られた仔魚についてSAI試験を実施中である。また、LHRHaを投与した個体から仔魚を得て生産試験に供し、試験を継続中である。

3) 種苗生産試験

令和2年2月24日時点で大量斃死は見られていない。容積法による推定ではあるが、8割近く生残していると推定される。前年度に実施した3回の生産と合わせて6回連続で生産に成功したことになる。震災前3か年と平成30年度に当県で実施した種苗生産試験における一次生産終了時の生残率を比較した結果、生残率が顕著に高く安定したことが分かった（図1）。

【次年度に向けた提言】

今年度は夏季に異なる水温で飼育管理した親魚から採卵した卵を種苗生産試験に供することができたが、生産時期の都合により、着底時の生残率が明らかになるのは次年度となる。この結果を踏まえて次年度は親魚の養成に適した水温を検討する必要がある。また、今年度の生産では高い生残率が得られる見込みであるが、使用した卵はすべて東北水研宮古庁舎で生産されており、種苗生産体制を整備するためには、親魚の確保、養成、採卵、種苗生産までを自県で実施する必要がある。

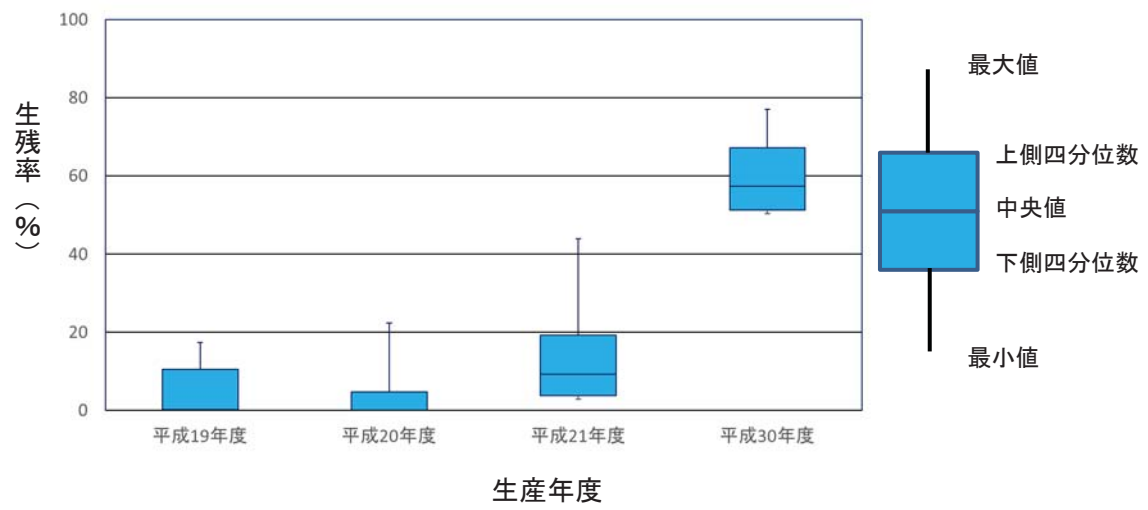


図 1. 福島県におけるホシガレイ生産年度別の1次生産終了時の生残率

参考文献

ホシガレイの低コスト種苗生産マニュアル（親魚養成－種苗生産－中間育成） 生研支援センター委託事業

ウ ホシガレイの種苗生産技術等の開発

② 三陸海域におけるホシガレイの種苗生産技術の開発

宮城県水産技術総合センター

上田 賢一

【目的】

三陸海域で漁獲されるホシガレイの種苗生産技術を確立するため、(研)水産研究・教育機構の研究開発成果を活用して全長 8cm の種苗を安定して生産するための種苗生産・中間育成試験と(公財)宮城県水産振興協会への技術普及を行い、種苗生産技術の定着を図る。

【研究方法】

革新的技術開発・緊急展開事業において確立した低コストで大量に生産する技術体系(ほっとけ飼育、緑色 LED 光照射飼育)を活用して全長 8cm の種苗を安定して生産するための種苗生産・中間育成試験を行う。

【研究成果の概要】

(種苗生産)

東北区水産研究所(宮古庁舎)が 2020 年 1 月 21 日及び同 24 日に人工授精した受精卵の提供を受けて当所及び宮城県水産振興協会において、ほっとけ飼育、緑色 LED 光照射飼育による種苗生産試験を開始した。

現在、ほっとけ飼育が終了し、緑色 LED 光照射による飼育管理に向けて飼育を継続中であり、2020 年 7 月下旬に全長 8cm での放流を目指す。

(種苗放流)

当所にて 2018 年度に生産した種苗を用いて中間育成を行い、平均全長 8cm 以上のホシガレイ種苗 10,900 尾を県内 6 カ所に放流した。また、東北区水産研究所(宮古庁舎)が同様に生産した種苗の提供を受けて宮城県水産振興協会及び各地区の漁業団体が中間育成を行い、平均全長 8cm 以上のホシガレイ種苗 112,034 尾を県内 9 カ所に放流した。以上、合計 122,934 尾のホシガレイ種苗を県内各地に放流した(図 1)。

【次年度に向けて】

組織として生産技術を定着させるためには時間を要することから、今後とも東北区水産研究所(宮古庁舎)と連携しながら取り組んでいく。

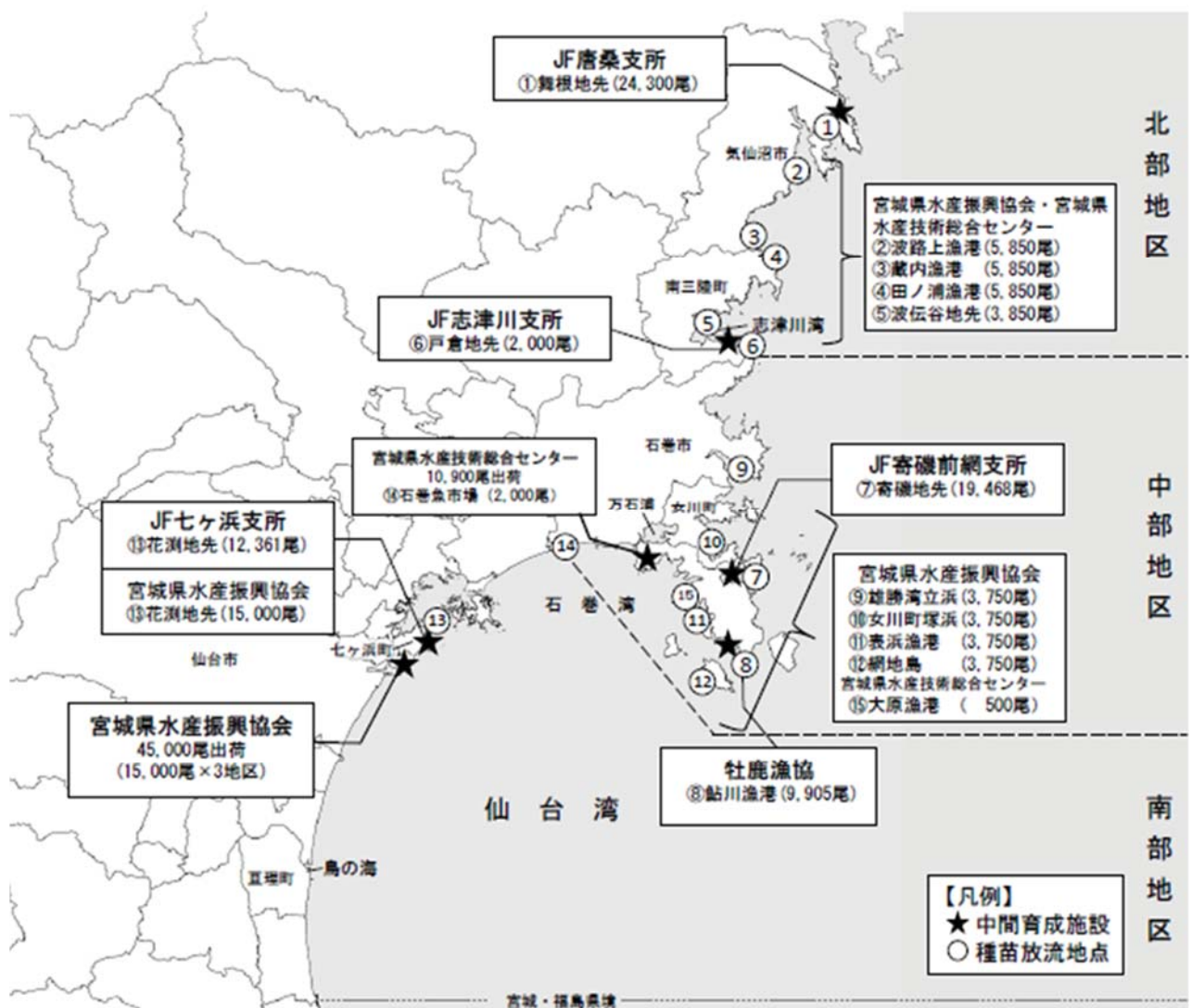


図1 ホシガレイ中間育成・種苗放流結果（2019年）

ウ ホシガレイの種苗生産技術等の開発

③ ホシガレイの種苗量産技術の普及と生産体制の構築

水産研究・教育機構東北区水産研究所

清水 大輔

【目的】

ホシガレイは、太平洋西部の沿岸域に分布するカレイ科魚類であり、その稀少性と市場価値の高さから、新たな増養殖の対象種として注目されている。特に 2011 年の東日本大震災で大きな被害を受けた東北太平洋沿岸では、沿岸漁業の復興に向けたシンボルとしてホシガレイの資源造成がニーズとして高い。

福島県～岩手県の東北太平洋沿岸に生息するホシガレイは、地域間で遺伝的な違いがないことから（關野ら 2011）、一つの繁殖集団「東北太平洋系群」であると考えられ、広域連携で増殖管理し利用する体制の構築が必要である。そのため、2017～2019 年には福島県、宮城県及び岩手県の関係機関が共同で革新的技術開発・緊急展開事業に参画し、ホシガレイの親魚養成・種苗生産・中間育成の各工程に新技術（閉鎖循環飼育、ほっとけ飼育、緑色 LED 光照射飼育）の導入を進め、大量生産と飼育コストの大幅削減が可能となった。

本研究では、革新的技術開発・緊急展開事業（2017～2019 年）において確立したホシガレイの種苗量産技術を関係県の種苗生産機関に普及させるための技術指導を実施し、東北太平洋海域における本種の種苗生産体制を構築することを目的とする。

【研究方法】

ホシガレイ種苗量産技術を福島県、宮城県及び岩手県の種苗生産機関、中間育成技術を漁業者等に普及すると共に、普及・実証試験で得られた結果を基に、飼育技術のさらなる改良を行う。

【研究成果の概要】

1) 種苗生産技術等の普及・指導

- ① 東北の種苗生産機関では、アユ（10 月～2 月）とヒラメ（5 月～7 月）の種苗生産が重要な事業であり、ホシガレイ種苗生産は、アユとヒラメ生産の合間（2 月～4 月）に実施する必要がある。そのため放流適サイズ（全長 8 cm 以上）までの中間育成は、外部の機関で実施する必要がある。そこで宮城県では漁業者による中間育成が行われており、2019 年 5 月 16 日に中間育成を実施する宮城県内の漁業者を対象に、講習会を開催し技術的普及を行った（宮城県水産技術総合センター）。
- ② 福島県水産資源研究所、宮城県水産技術総合センター、宮城県水産振興協会、岩手県栽培漁業協会に対し、ホシガレイの種苗生産の技術的指導、研究支援を実施した（現在も継続中）。

2) ホシガレイ受精卵の供給

種苗生産の実証試験を実施する福島県水産資源研究所、宮城県水産技術総合センター、宮城県水産振興協会、岩手県栽培漁業協会に受精卵の供給を行った（合計 206 万粒）。

3) 種苗量産試験

① 岩手県栽培漁業協会

50kLRC 水槽（水量 40kL）1 面を用いて種苗生産試験を実施中である。2020 年 1 月 27 日および 1 月 30 日に東北区水産研究所宮古庁舎で採卵した受精卵を、9℃および 12℃で卵管理し、2 月 4 日にふ化させた。得られたふ化仔魚 50 万尾を種苗生産水槽に収容し飼育をスタートした（表 1）。

飼育は、革新的技術開発・緊急展開事業で作成したホシガレイマニュアルのワムシ密度管理型ほっとけ飼育で実施した。現在アルテミア給餌、流水飼育に切り替えて飼育中であり、成長・生残等の状況は良好である。

② 東北区水産研究所

ホシガレイの種苗生産技術の普及にあたり種苗生産機関での聞き取りを行ったところ、止水で底掃除を行わないほっとけ飼育に抵抗感があること、特にほっとけ飼育で飼育水槽内のワムシ培養が順調でなかった場合の対処についての疑問が意見として多かった。そこで、ワムシ不調時の流水飼育への切り替え飼育を量産規模で実施した。

飼育試験は、50kLRC 水槽（水量 40kL）2 面を用いて実施し、1R をワムシ不調に見立てた、13 日齢で流水飼育・アルテミア給餌に切替えて飼育する区、2R を従来のワムシ密度管理型ほっとけ飼育区とした（表 1）。

通常ほっとけ飼育から流水飼育に切り替える 20 日齢までの生残率に有意差はなかったが、全長は切替区のほうが有意に大きく、ばらつきも大きかった（図 1）。現在飼育を継続しており、種苗生産終了後に変態異常の出現率を比較する予定である。

4) ホシガレイの短期養成・採卵技術の検討

現在、東北水研宮古庁舎ではホシガレイの周年養成を実施している。周年養成には親魚養成用の大きな水槽が必要であり、飼育コストもかかるためリスクも大きい。産卵期直前の成熟の進んだ親魚が入手可能で、その短期養成で採卵ができれば、大きなコスト削減につながる。本事業で採卵や種苗生産技術を普及する岩手県栽培漁業協会が立地する岩手県大船渡は、産卵期直前に成熟の進んだホシガレイが水揚げされる。そこで岩手県栽培漁業協会に短期養成と採卵技術を普及することを目的に、東北水研宮古庁舎で周年養成した親魚と 9～12 月に岩手県大船渡魚市場で水揚げされた天然魚を短期養成した親魚の採卵成績を比較した（各群 40 尾）。その結果、短期養成群は排卵個体率 88.0%、受精率 68.6%で、周年養成群は排卵個体率 77.8%、受精率 62.5%となり、短期養成でも種苗の量産に十分な受精卵が得られることが分かった。

【次年度に向けた提言】

計画は福島県・宮城県と連携して取り組み、種苗生産技術の普及、資源解析に向けたデータ蓄積ともに、計画どおり進んでいる。3年後には、東北3県で50万尾規模の量産技術が定着されると共に、ホシガレイ東北集団の資源評価、大量放流試験の放流効果把握（2018、2019年放流群）、資源評価・放流効果の継続的な調査体制が構築されることで、広域連携でホシガレイ東北集団を増殖・管理する体制が確立され、事業化に向けた検討が進む予定である。

参考文献

關野正志, 齊藤憲治, 清水大輔, 和田敏裕, 神山享一, 雁部聡明, Siqing Chen, 有瀧真人
 (2011) Genetic structure in species with shallow evolutionary lineages: a case study of the rare flatfish *Verasper variegatus*, *Conservation Genetics*, 12(1), 139-159.
 全国豊かな海づくり推進協会 (2019) ホシガレイの低コスト種苗生産マニュアル. 東京, 57pp.

表 1. ホシガレイの量産試験概要

	採卵日	収容 日	尾数 (万尾)	飼育方法
岩手県栽培漁業協会	2020/1/27 2020/1/30	2020/2/4	20	ワムシ密度管理型ほっとけ飼育
東北区水産研究所1R	2019/1/27 2019/12/31	2020/1/4	23	13日齢で流水飼育に切替, アルテミア給餌
東北区水産研究所2R	2020/1/9	2020/1/17	20	ワムシ密度管理型ほっとけ飼育

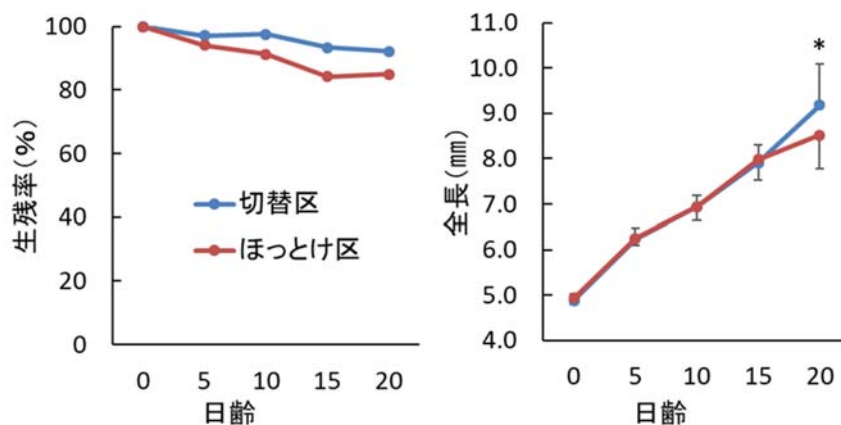


図 1. ほっとけ飼育とアルテミア早期切替飼育の生残（左）および成長（右）

エ 技術を開発する魚種の自然界における生態等の把握

① 新潟から富山県沖のアカムツの資源・生態調査

(研) 水産研究・教育機構 日本海区水産研究所

八木 佑太

【目的】

アカムツは西部太平洋・東部インド洋の大陸棚から大陸棚斜面域に分布する底棲魚類で、高価で取引されている水産業上の重要種である。近年、資源としての注目度や重要度はさらに増大しており、効果的な漁業管理や種苗生産技術の開発による資源の有効利用や維持・増大に向けた取り組みが実施され始めている。本課題は、種苗生産技術の開発や資源解析に必要な生物特性と漁獲実態を明らかにすることを目的としている。ここでは、これまでに得られた試料に基づき、本種の年齢と成長および成熟、産卵期に関する解析結果とともに、育成魚における性比の偏り等の課題解決に向け、天然魚と育成魚（マリンピア日本海、富山県水産研究所と共同実施）の初期成長・発育の差異を検討した結果について報告する。

【研究方法】

生物特性の解析に供する試料には、新潟県北部沿岸で漁獲されたアカムツ 886 個体および漁業調査船によって採集された 207 個体を用いた。試料について魚体計測（雌雄判定、全長、標準体長、体重、生殖腺重量）後、耳石（扁平石）を摘出し、表面法と横断切片法を併用した輪紋の読み取りを行い、各個体の採集月、輪紋数と不透明帯の形成状況に応じて年齢を査定した。成熟と産卵期の解析では、生殖腺重量指数（GSI）の月別変化を求めるとともに、6～11 月に得られた試料の内、雌 94 尾と本事業で人工授精試験を実施している新潟県中部海域で 9 月に刺網により得られた雌 7 尾について卵巣の組織学的観察から、発達段階を 6 期に区分し、月別の発達段階と各段階における卵径組成を調べた。

初期成長の比較には、過去に新潟沖でのボンゴネット調査で得られた天然仔魚 65 尾（2.6～4.4mmTL、4～17 日齢）と今年度生産された育成仔魚を試料に用い、日齢と全長および発育段階との関係を比較した（育成に関する詳細は各機関報告書の項を参照）。

【研究成果の概要】

年齢と成長：耳石における不透明帯の形成状況、生殖腺重量指数の経月変化から、本種の耳石輪紋は産卵期である 9 月前後に年 1 回形成される年輪と判断された。9 月 1 日をふ化日として雌雄別の年齢と標準体長の関係を非線形最小二乗法により、von Bertalanffy の成長式に当てはめた結果、雌では $L_t(\text{mm}) = 442 (1 - \exp(-0.20(t+0.10)))$ 、雄では $L_t(\text{mm}) = 321 (1 - \exp(-0.28(t+0.04)))$ の成長式が得られた（図 1）。満年齢時の標準体長は新潟県での既往知見と大きな差異はなく、日本海南西海域に比べ緩やかな成長を示した。本研究で年齢が査定された最高齢は雌雄ともに 10 歳を超えており、主に鱗の観察結果に基づく既往知見

と比べ、高齢の個体が確認された。年齢査定結果に基づき、Age-length key を作成し、漁獲物の全長組成を年齢組成に変換し、2010 年以降の年齢別漁獲尾数情報を取得した。

成熟と産卵期：GSI は雌雄ともに 1-6 月には低い値で推移したが、7 月より上昇をはじめ、9 月に最大となった後、10 月以降は再び低い値となった（図 2）。7 月に第二次卵黄球期の卵、8 月に胚胞移動期の卵や成熟卵をもつ卵巢が出現し始め、排卵後濾胞は 9 月にのみ出現した。10 月以降は退行卵を含む卵巢の割合が増加した（図 3）。以上から、新潟県沿岸での産卵期は 8 月から 10 月であり、その盛期は 9 月と推察された。卵巢の各発達段階における卵径組成（図 4）も加味すると、本種の卵成熟は非同時発達型を示し、排卵後濾胞と成熟卵（吸水卵）の両方を有する卵巢もみられ、短い間隔で複数回産卵すると考えられた。また、新潟県北部と中部の両海域の標本において成熟卵をもつ卵巢が認められたことから、新潟県の各地先で再生産が行われていることが示唆された。

初期成長の比較：飼育下の成長は育成機関で異なっており（図 5）、これには餌料条件、飼育密度の違いが関与していると考えられた。育成機関毎では、水温が高いほど成長および発育段階の進行が速い傾向が認められた（図 5、図 6）。天然仔魚と育成仔魚間で成長と各日齢での発育段階と比較した結果、飼育下において少なくとも 20 日齢までは成長・発育の停滞はないと考えられた。また、天然仔魚の成長はマリンピア日本海での 26℃区の初期成長と概ね類似しており、次年度、性別判定を行い、育成水温による影響を検証予定である。

【次年度以降に向けた提言】

資源解析に必要な漁獲・生物情報が整備されつつあり、次年度は今年度までに把握した資源の年齢組成や生物特性情報に基づき、資源解析手法について検討を進める予定である。一方、日本海に広く分布するアカムツの広域的な漁獲実態については情報が未だ乏しいのが現状である。本種は令和元年度より資源評価対象種となっていることから、次年度以降は当該事業とも連携し、漁獲物情報の充実を図る必要がある。

【図表】

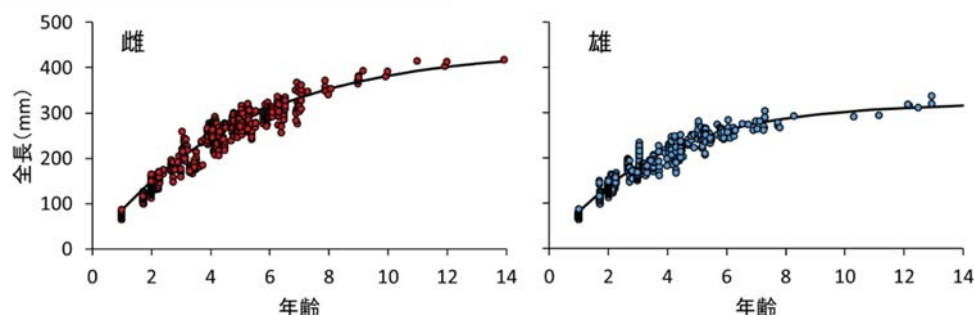


図 1. 耳石の観察結果に基づく新潟県沿岸におけるアカムツの年齢と成長

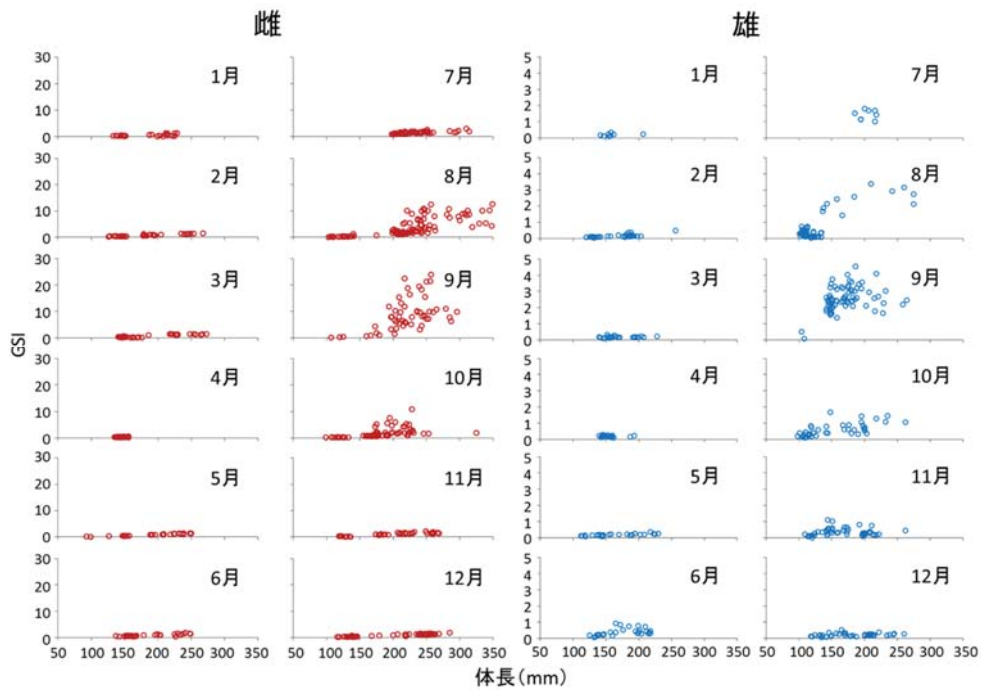


図 2. 新潟県沿岸におけるアカムツの生殖腺重量指数 (GSI) の月変化

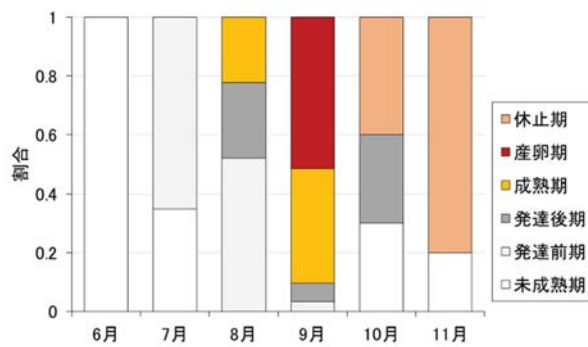


図 3. 新潟県沿岸における卵巢発達段階の月別出現割合

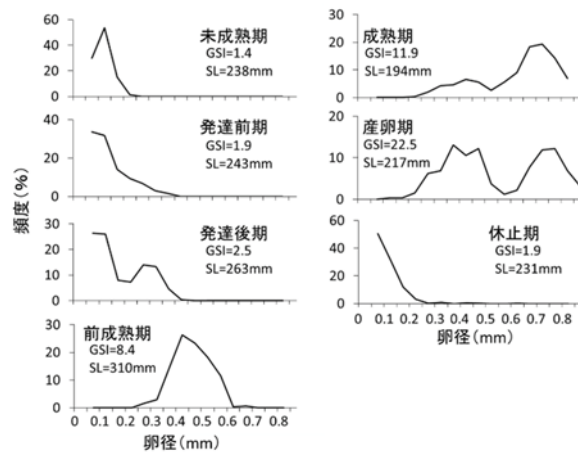


図 4. 卵巢の各発達段階における卵径組成

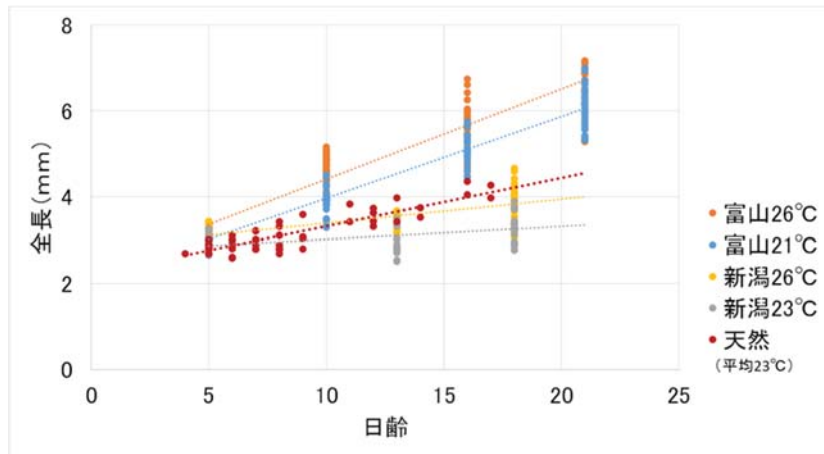


図 5. 天然仔魚と育成仔魚の成長の比較
(富山は富山県水産研究所、新潟はマリンピア日本海での育成個体を示す)

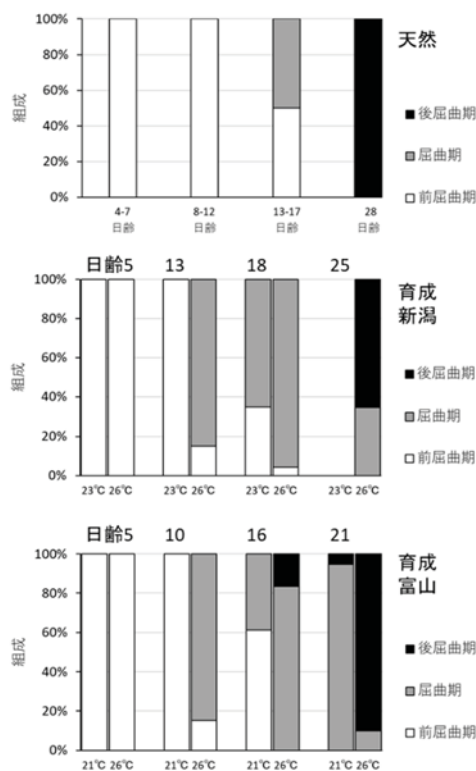


図 6. 天然仔魚と育成仔魚の各日齢での発育段階の比較
(富山は富山県水産研究所、新潟はマリンピア日本海での育成個体を示す)

エ 技術を開発する魚種の自然界における生態等の把握

② 島根県沖のアカムツ、アマダイ類の資源・生態調査

島根県水産技術センター
金元保之・松本洋典

【目的】

本事業で開発した新たな栽培対象種の添加効果を把握するためには、海域毎における添加前後の資源状態を把握することが必要である。そのため、当センターでは日本海西部海域におけるアカムツ及びアカアマダイの添加前後の資源状態を把握するとともに、自然界における両種の生態等を把握することにより、種苗生産技術に応用することを目的とする。

【研究方法】

両種の自然界における資源動態の把握のため、以下の調査を実施する。

1) 漁獲物統計調査、2) 市場調査、3) 生物精密測定調査

【研究成果の概要】

○アカムツ

上記 1) の漁獲物統計調査を実施することにより、2000-2017 年漁期における島根県浜田沖底の銘柄別漁獲量データを収集した。さらに、2017-2019 年度にかけて、合計 1,147 個体から耳石サンプルを収集した。耳石の表面観察法及び横断面観察により、日本海南西海域におけるアカムツの年齢と成長の関係を整理することができた。

○アカアマダイ

上記 1) の漁獲物統計調査を実施することにより、2000-2017 年漁期における島根県浜田沖底の銘柄別漁獲量データを収集した。さらに、浜田漁港における魚体測定データを整理し、県東部の既往知見と照合することで漁獲物組成把握のための手法を検討した。県東部における資源変動に関する知見を浜田漁港の漁獲情報に適用する方策に目処がついたことから、浜田漁港に水揚げされるアカアマダイについての資源状況を推定した（図 1）。

【次年度以降に向けた提言】

○アカムツ

今年度、耳石を用いた成長式の推定を行った。これら最新の知見を基に日本海南西海域の資源量推定を行う予定。併せて、漁獲量の多い山口県のデータを含めて日本海南西海域全体の資源量の推定を行う。

○アカアマダイ

今年度、島根県西部における資源量推定を行った。今後は、推定精度向上のための市場調査や耳石解析等幅広く取り組んでいく。さらに、島根県東部、西部の資源動向等について整理し、地域間特性の違いについて検討する。

【図表】

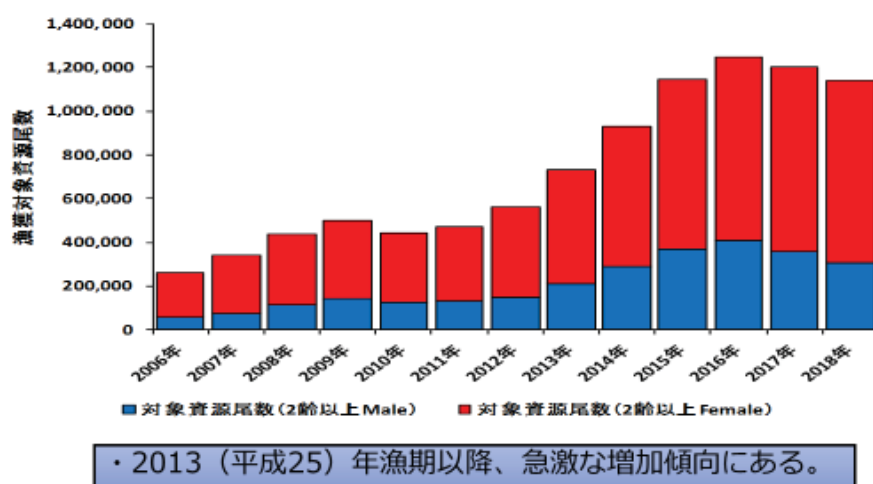


図 1：島根県西部におけるアカアマダイの資源尾数の推定

エ 技術を開発する魚種の自然界における生態等の把握

③ 山口県沖のアカムツの資源・生態調査

山口県水産研究センター

大田 寿行

【目的】

アカムツの生態に適した種苗生産技術の開発に資するため、アカムツ漁獲量が全国有数の下関漁港を根拠地とする以東機船沖合底びき網漁業（以下：沖底という）を対象としてアカムツの生息環境、産卵期及び資源の動向を把握することを目的とした。今年度は成熟、年齢形質、銘柄別水揚げ箱数及び銘柄別全長組成を調査した。

【研究方法】

1) 成熟調査

下関漁港に水揚げされる沖底のアカムツを、2019年4、8、9、10、12月に入手し、全長、体長、尾叉長、体重、生殖腺の測定を行った。生殖腺指数（GSI）は生殖腺重量(g)÷体重(g)×100により求めた。また成熟段階の目視観察を河野・小林（2011）に基づき行った。

2) 年齢形質調査

入手したアカムツの全長、体長、尾叉長、体重の測定及び耳石の採取を行った。耳石の一部は常温硬化樹脂（53型：株式会社三啓）で包埋した。包埋処理された耳石の切片化と年齢査定は国立研究開発法人水産研究・教育機構日本海区水産研究所に業務を依頼した。

3) 銘柄別水揚げ箱数調査

山口県が2012年から入手している下関中央魚市場株式会社の日別取扱データ（定型の.txtまたは.csv）は、2016年分以降銘柄を表すコードが追加されている。そのコードを用いて2016年から2019年までの沖底のアカムツ銘柄別水揚げ箱数を集計した。

4) 銘柄別全長組成の作成

2017年4月から2019年12月に入手あるいは市場調査時に測定したアカムツ2,468尾のデータを用い、銘柄別の全長組成を作成した。

【研究成果の概要】

1) 成熟調査

2019年は合計246尾（雄39尾、雌207尾）の成熟調査を実施した。アカムツの全長は雄150～244mm、雌164～382mmであった。雌雄ともに生殖腺が発達中の個体は確認されたが、成熟状態にあると認められる個体は確認されなかった。精巣が発達中であり、かつGSIが0.2以上の雄個体は、9月(2尾)と10月(1尾)に出現し、12月には確認されなかった。卵巣が発達中であり、かつGSIが2.0以上の雌個体は、8月(23尾)と9月(19尾)に出現し、4、10、12月には確認されなかった（図1、2）。雄はおよそ全長220mm以上、雌は

およそ 250mm 以上で GSI の上昇が確認された (図 3)。

2) 年齢形質調査

沖底の漁獲物 344 尾 (雄 100 尾、雌 244 尾) 及び山口県漁業調査船かいせいの桁網調査で採取した雄 2 尾について耳石の採取を行った。年齢査定の結果は来年度報告する。

3) 銘柄別水揚げ箱数調査

下関市場のアカムツ銘柄は、「赤ムツ」と「散ムツ (ばらむつ)」の 2 種に大別される。「赤ムツ」は箱に並べて立てられているもので基本的に箱内の尾数が決められている。「散ムツ」は小型のアカムツに使用され、1 箱の尾数が定まっていない。それぞれの銘柄はサイズや状態により細分化されており、年間に使用される銘柄は「赤ムツ」で 70~95 銘柄、「散ムツ」で 16~23 銘柄存在した。例として 2019 年の銘柄を表 1 に示す。ただし、「赤ムツ」では主要な 10 銘柄が箱数全体の 72~80% を、「散ムツ」では 3 銘柄が 75~84% を占める (表 2)。2016 年から 2019 年の各年の総水揚げ箱数に占める「赤ムツ」主要銘柄と「散ムツ」の構成比 (図 4) を見ると、2019 年に「散ムツ」が 51% に急増した。

4) 銘柄別全長組成の作成

「赤ムツ」から 17 銘柄を選び、「散ムツ」は全体を 1 銘柄とし、合計 18 銘柄の銘柄別全長組成を作成した。21 入から 112 入までは入数の増加とともに小型化する傾向が明確だったが、12 入から 18 入では小型傾向が不明瞭であった (表 3)。その理由として 12 入から 18 入は大型個体のため測定数が少ないことが一因と考えられる。また、「散ムツ」は幅広い全長組成となった (表 3)。その理由は「散ムツ」は細分化された銘柄をまとめて組成を出したためと考えられる。

【次年度に向けた提言】

これまでの調査により雌の成熟時期は遅くとも 9 月までと推測されるが、標本が大型個体に偏っていたため、220~300mm の中小型個体の標本を増やす。資源評価のための年齢形質及び銘柄別全長組成の調査についても、さらに標本数を増やし年齢別漁獲尾数及び資源量の算出に繋げる。

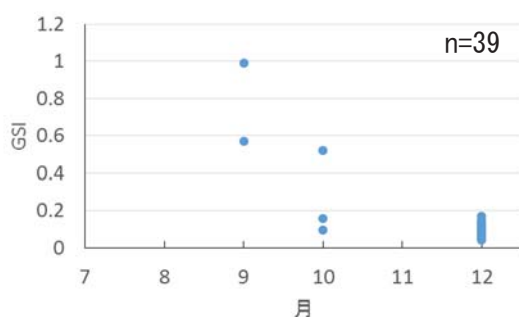


図 1 2019 年 7~12 月に沖底で漁獲されたアカムツ雄の GSI

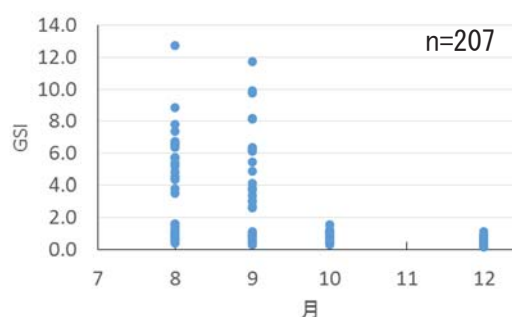


図 2 2019 年 7~12 月に沖底で漁獲されたアカムツ雌の GSI

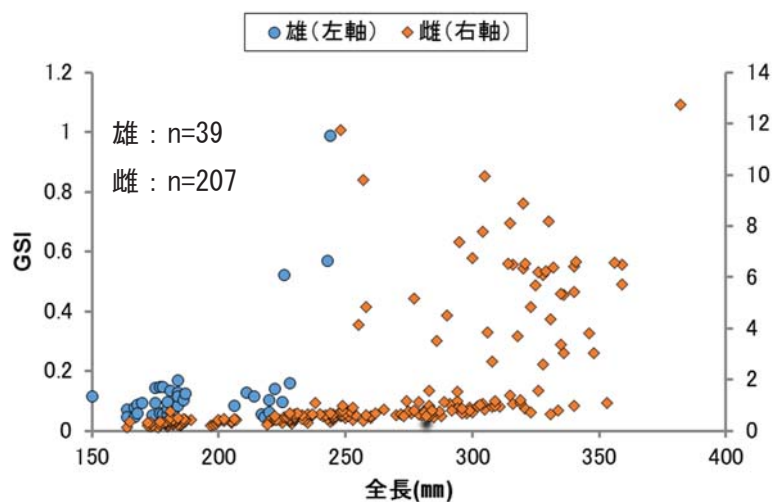


図3 アカムツの全長と GSI の関係

表1 下関漁港市場におけるアカムツの銘柄区分(2019 年)

赤ムツ銘柄					散ムツ銘柄
1入	36入	2.5段	4枚	キズ	銘柄なし(空白)
4入	37入	3段	5枚	次品	104入
5入	38入	3.5段	6枚	小	112入
6入	40入	4段	7枚	小豆	7段
8入	45入	4.5段	8枚	色	8段
9入	48入	5段	9枚	鮮度落	9段
10入	49入	5.5段	10枚	大中	下品
11入	50入	6段	12枚	中	次品
12入	51入	7段	14枚	中小	小
13入	52入	8段	15枚	豆	小豆
14入	54入		16枚	入軽	色
15入	55入		18枚	半端	鮮度落
16入	56入		20枚	立替	大
17入	60入		40枚	銘柄なし(空白)	中
18入	63入				中小
19入	66入				豆
21入	70入				豆々
22入	72入				入軽
23入	73入				半端
24入	77入				
26入	78入				
27入	84入				
28入	91入				
30入	96入				
31入	104入				
32入	112入				
33入	120入				
34入	144入				
35入					

表 2 2016～2019 年の「赤ムツ」、「散ムツ」各々の主要銘柄の占める割合
(箱)

赤ムツ銘柄	2016年	2017年	2018年	2019年
112入	888	1,327	996	2,177
104入	13,533	8,399	7,344	7,896
84入	10,089	5,595	5,018	3,857
77入	5,288	2,630	2,189	1,269
66入	10,152	6,465	4,071	2,665
60入	8,233	7,154	2,886	2,098
50入	7,831	8,656	3,764	2,499
45入	5,168	7,757	3,382	1,750
32入	3,261	5,692	3,280	1,227
21入	3,504	3,536	3,603	1,008
主要銘柄計	67,947	57,211	36,533	26,446
赤ムツ総箱数	87,201	74,622	50,585	32,924
主要銘柄の 占める割合	78%	77%	72%	80%

散ムツ銘柄	2016年	2017年	2018年	2019年
銘柄なし	15,516	9,723	12,805	12,490
豆	503	2,161	1,330	6,938
豆々	3,083	4,809	1,325	855
主要銘柄計	19,102	16,693	15,460	20,283
散ムツ総箱数	22,741	20,943	18,362	27,160
主要銘柄の 占める割合	84%	80%	84%	75%

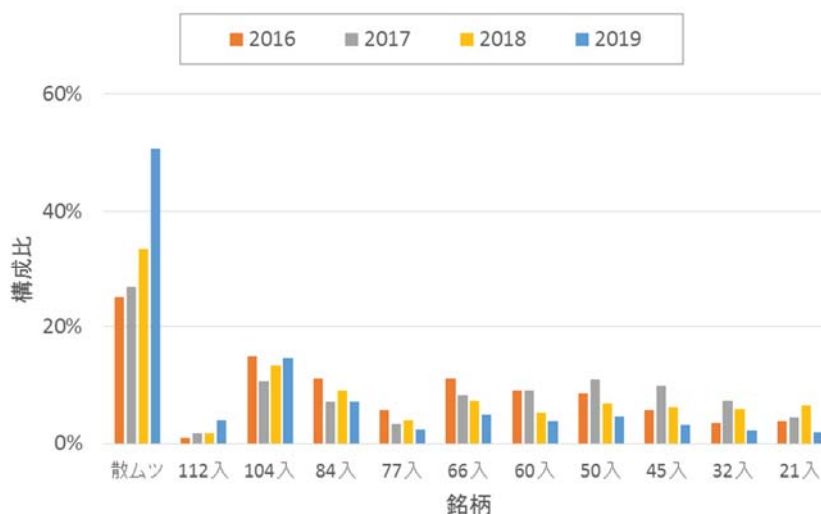


図 4 2016～2019 年のアカムツ主要銘柄別構成比

表 3 下関漁港市場におけるアカムツの銘柄別全長組成

全長(mm)	12入	14入	18入	21入	24入	28入	32入	36入	45入	50入	60入	66入	77入	84入	96入	104入	112入	散ムツ
100～																		0.006
110～																		0.043
120～																		0.098
130～																		0.106
140～																		0.100
150～																0.010	0.071	0.193
160～																0.038	0.339	0.260
170～														0.071	0.135	0.380	0.500	0.148
180～													0.140	0.393	0.722	0.548	0.089	0.039
190～											0.108	0.114	0.520	0.393	0.143	0.024		0.007
200～									0.033		0.538	0.447	0.280	0.131				
210～							0.037		0.133	0.020	0.308	0.333	0.060	0.012				
220～							0.280	0.028	0.433	0.520	0.046	0.106						
230～							0.146	0.111	0.167	0.310								
240～							0.122	0.556	0.100	0.150								
250～					0.042		0.073	0.306	0.133									
260～				0.048	0.083	0.107	0.305											
270～		0.071	0.011	0.190	0.375	0.357	0.037											
280～		0.143	0.032	0.190	0.375	0.357												
290～	0.250	0.143	0.095	0.190	0.042	0.143												
300～	0.333	0.286	0.200	0.333	0.083	0.036												
310～	0.167	0.143	0.253	0.000														
320～	0.083	0.071	0.179	0.000														
330～	0.083	0.071	0.158	0.048														
340～	0.000	0.071	0.063															
350～	0.083		0.011															

(参考文献)

河野光久・小林知吉 (2011) : 対馬海峡におけるアカムツの成熟および産卵. 山口県水産研究センター研究報告, (9), 119-123.

エ 技術を開発する魚種の自然界における生態等の把握（アマダイ類）

④ 若狭湾のアマダイ類の資源・生態調査

（国研）水産研究・教育機構

井関 智明

【目的】

若狭湾におけるアカアマダイの漁獲特性、生物特性を調査し、資源解析を実施して近年の資源状況を明らかにする。また、種苗放流尾数等の違いによる資源動向の将来予測を行い、若狭湾における資源管理方策としての種苗放流の有効性や併せて実施すべき漁獲方策について検討する。このうち、R1年度の本事業では、成熟および時期ごとの漁獲物の雌雄比に加え、産卵期の環境水温、浮遊期仔稚魚の出現水温等、成熟・産卵に関わる生物特性の解明および親魚養成や種苗生産技術開発にも寄与しうる知見を蓄積することを目的とした。

【研究方法】

福井県および京都府の主要港（小浜、高浜、日向および伊根）において2016年8月～2019年12月にかけて入手した雌1002個体（145～393mmTL）を成熟特性の分析に供した。なお、産卵期の推定に際しては、馬場ら¹⁾において雌で組織学的に見た成熟個体の割合が80%を超える、生殖腺指数（ $GSI = GW/BL^3 \times 10^7$ ）が2.5以上の個体の月別出現割合を指標とした。一方、成熟全長、成熟年齢の推定に際しては、成熟個体の割合が50%を超えるGSIが1.5以上の個体を成熟とみなした。なお、前者では、産卵期をより正確に把握するために当該月に産卵し得る個体、後者では当該年の産卵期中に産卵すると考えられる個体を成熟個体と見なし、それぞれGSIが2.5以上および1.5以上を指標とした。

次に産卵期における環境水温を把握するため、過去に京都府の延縄漁船（1隻）に依頼して収集した操業時水温および京都大学フィールド科学教育研究センターが若狭湾西部で実施している各調査により得られた底水温の情報を整理した。

その他、本種の主漁場である日本海南西～東シナ海北部海域において、毎年10月中下旬（～11月上旬）に日本海区水産研究所が実施しているスルメイカ稚仔調査（我が国周辺資源評価事業）により混獲されたアカアマダイ浮遊期仔稚魚の採集状況と水温（30m層）の関係を整理した。

【研究成果の概要】

雌の成熟個体は4～10月に確認され、250mmTL以上でその割合が50%を超える6～9月を産卵期、8、9月を産卵盛期とみなした（図1）。

次に産卵盛期における全長別の成熟個体の割合を、それを表すロジスティック曲線とともに図示した（図2）。近似曲線は200mmTL付近から立ち上がり、300mmTL以上で

はほぼ全ての個体が成熟していた。なお、推定された 50%成熟全長は約 238 mm であった。また、成熟開始年齢は 3 歳で、4 歳以降でほぼ全ての個体が成熟することが明らかとなった（図 3）。さらに組織学的手法による成熟段階の判別を進めており、今後、GSI と成熟段階との対応についても検討する。

時期ごとの漁獲物の雌雄比については各時期に入手した試料の銘柄、サイズごとの雌雄比と銘柄別漁獲統計あるいは市場調査により得られた全長組成から推定可能であるが、時期別に見た場合の銘柄（サイズ）ごとの試料数は十分とは言えないため、雌雄比の年差の有無にも注意しながら今後もデータを蓄積する必要がある。なお、期間全体で見たサイズ別の雌雄比には海域間で違いがあり、300mmTL 以上の漁獲物に占める雌の割合は、漕ぎ刺し網および底びき網により若齢時（小型魚）からの漁獲がある福井県（小浜および高浜）側では速やかに減少するのに対し、ほぼ釣延縄でのみ漁獲している京都府（伊根）側の減少は緩やかである。このことは雌雄の成長差と、海域間の漁獲圧の違いによる高齢魚の漁獲割合に起因すると考えられる。

次に若狭湾西部における延縄漁船（2014 年 3 月～2016 年 4 月）の操業水深、水温と漁獲状況の関係を整理したところ、水深 56～142m、底水温 10.4～21.5℃での漁獲が確認された。ただし、産卵期における操業データが 6、7 月かつ水深 100～120m に限定されたため、本海域における主漁場とされる水深 60～70m での産卵期の水温は京都大学フィールド科学教育研究センターによる調査時の水温を参照にした。その結果、産卵期である 6～9 月の水深 60～70m の底水温は 18～22℃台であることが明らかとなった。一方、100～120m 深における 6、7 月の水温は 15℃前後となっており、このような水深帯における産卵期やその環境水温については、引き続き情報を収集する必要がある。

さらに、我が国におけるアカアマダイの主漁場である日本海南西～東シナ海北部海域における浮遊期仔稚魚の採集状況と環境水温（30m 層）の関係を整理し、浮遊期仔稚魚の分布密度、出現頻度はいずれも 21～23℃台で高くなっていることを明らかにした。この水温帯は種苗生産現場において経験的に最適とされる飼育水温とほぼ一致する。

【次年度以降に向けた提言】

次年度は、本研究課題の主目的の一つである資源解析（資源量推定）を実施する。当初から継続している漁獲統計の整理や市場調査、年齢査定等、年齢別漁獲尾数を把握するための調査に加え、今年度得られた年齢別成熟率や漁獲物の雌雄比（検討中）はいずれもより正確な資源計算には重要である。引き続きこれらの調査を継続するとともに、他海域での知見も参考にしながら不足する情報を補っていく必要がある。

【引用文献】

- 1) 馬場順子, 田川 希, 多部田修. 東シナ海産アカアマダイの年齢、成長、成熟及び産卵について (予報). 平成 6 年度東海・黄海底魚資源管理調査委託事業報告書, 水産庁, 東京. 1995 ; 114-144.

【図表】

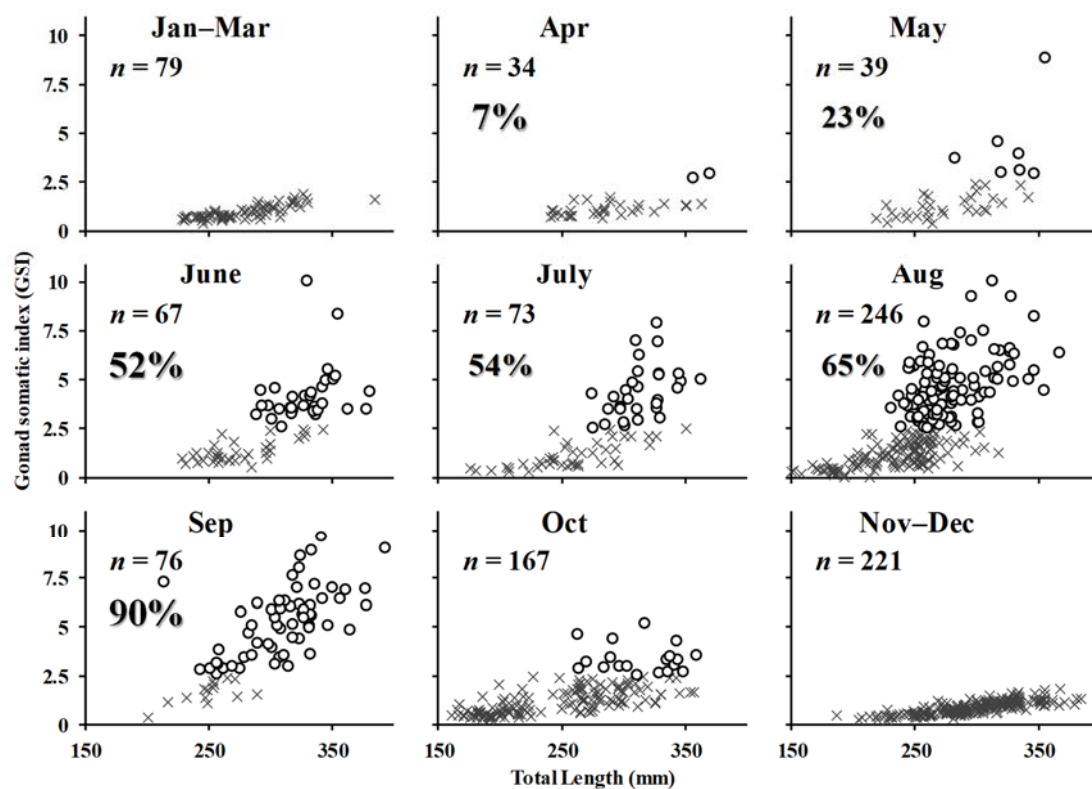


図 1 若狭湾におけるアカアマダイ雌の全長と GSI の関係の経月変化 (%数値は 250mmTL 以上における成熟個体の割合)

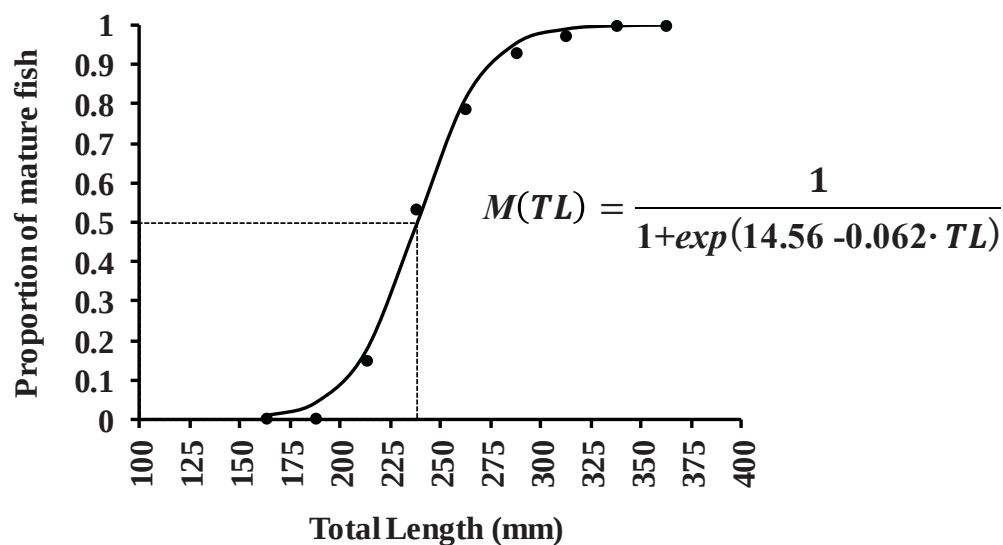


図 2 若狭湾におけるアカアマダイ雌の全長に対する成熟個体の割合（8～9 月）

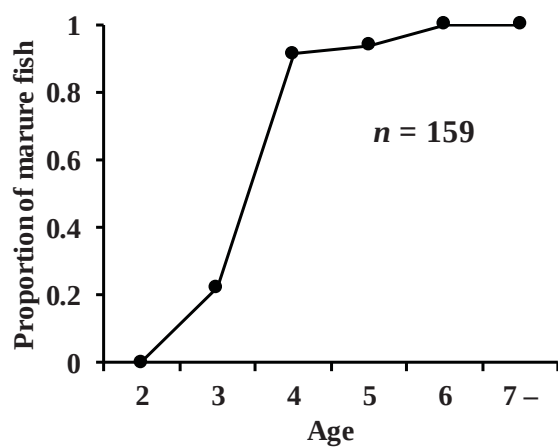


図 3 若狭湾におけるアカアマダイ雌の年齢別成熟率（8～9 月、年齢起算日は 1 月 1 日）

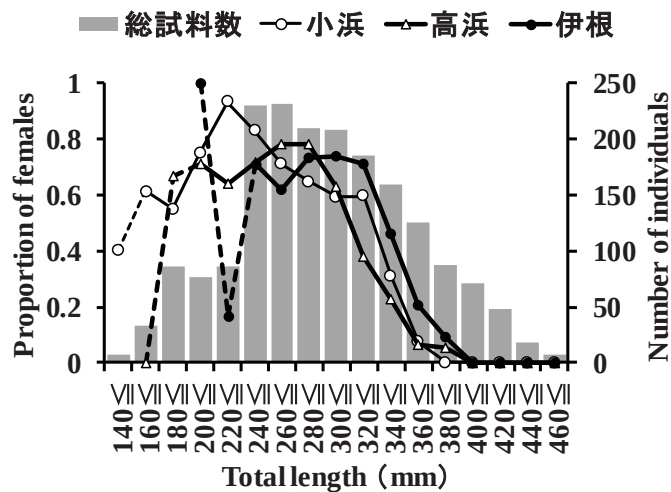


図 4 若狭湾におけるアカアマダイ漁獲物の全長階級別雌雄比（破線部は試料 10 個体未満）

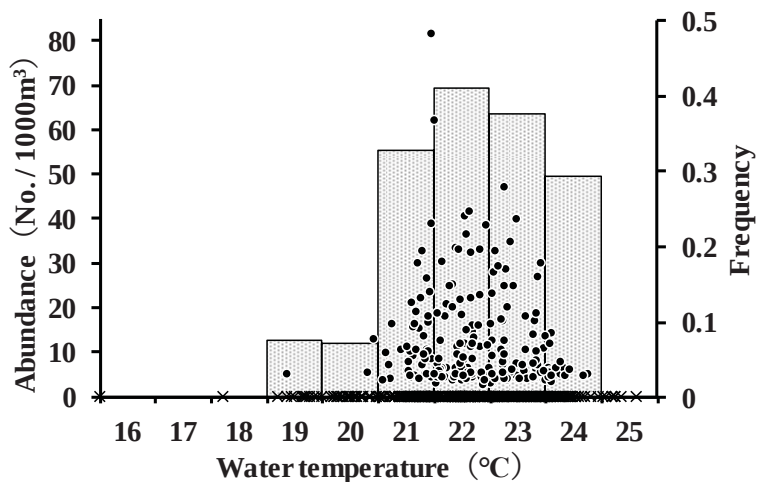


図 5 日本海南西～東シナ海北部海域におけるアカアマダイ浮遊期仔稚魚の分布密度および

出現頻度の水温（30m 層）との関係（2009～2016 年）

エ．技術を開発する魚種の自然界における生態等の把握

⑤ 山口県沖のアマダイ類の資源・生態調査

山口県水産研究センター

内田 明

「イ．アマダイ類等の種苗生産技術等の開発 ①山口県沖におけるアマダイ類の種苗生産技術の開発 」の中に記載

エ 技術を開発する魚種の自然界における生態等の把握

⑥ 日向灘のアマダイ類の資源・生態調査

宮崎県水産試験場

中西 健二

【目的】

アマダイ類の中でも、漁獲量が少なく、成長や産卵期等の生態的特性が把握されていないシロアマダイの日向灘での漁獲実態や生態的特性を明らかにすることを目的とした。

【研究方法】

日向灘におけるシロアマダイの生物特性を明らかにするため、平成 29・30 年度に買上げたサンプルから摘出した耳石から年齢査定を試みた。

【研究成果の概要】

アカアマダイの方法を参考にシロアマダイの耳石薄片標本を作成し、耳石に形成される輪紋の観察を行った。

その結果、本県のシロアマダイの耳石の輪紋は非常に不明瞭で、年齢査定は困難であった。

本事業で同様の調査を行っている山口県産のシロアマダイは輪紋が明瞭で、年齢査定が可能であったことから、海域によって輪紋形成が異なる事が明らかとなった。



図1 シロアマダイの耳石薄片標本