

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

山野辺貴寛・伊藤貴之

【目的】

ホシガレイは価格が高く、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。

本研究では、調温飼育した親魚からの採卵を行い、親魚飼育条件を明らかにするとともに、そこから得られた受精卵及び国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所宮古庁舎より提供を受けた受精卵による飼育試験を行うことによって、稚魚の飼育条件を明らかにする。

【研究方法】

1) 調温飼育した親魚からの採卵

調温が可能な閉鎖循環式水槽（5 t 円形・4 基）で、夏季の水温を 15℃以下とした区（15℃区）と、夏季の水温を 25℃以下とした区（25℃区）の 2 試験区より親魚を養成した。12 月以降は水温が 11℃以下となるよう管理し、採卵を行った。

2) 放流用種苗の生産

令和 3 年 6 月の種苗放流に向け、令和 3 年 1 月より種苗生産を開始した。収容した仔魚は、上記の調温飼育試験で得られたもののほか、国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所宮古庁舎（以下、水研宮古）より提供を受けた受精卵から得られたものを用いた。飼育は水研宮古の手法を参考に「24 時間照明」、「ワムシ高密度飼育」等、前年度までに実績のある方法と同様に行った。

【研究成果の概要】

1) 調温飼育した親魚からの採卵

令和 4 年 1 月 4 日より採卵を開始した。令和 4 年 1 月 31 日までに 10 回の採卵を行い、15℃区から約 32 万粒、25℃区から約 113 万粒の受精卵を得た。このことから、調温飼育した親魚より、量産に十分な数の受精卵が得られることが確認された。

2) 放流用種苗の生産

ふ化仔魚は 3 池に収容し（11.4 万尾、20.8 万尾、22.4 万尾）、3.2 万尾の放流種苗を得た（表 1）。初期の飼育は順調であったが、令和 3 年 2 月に発生した福島県沖地震の影響により飼育水の給水が断続的に停止し、着底期前後の飼育が十分な状態で実施できなかった。そのため、一時飼育での生残率が平均 10.7%、形態正常率が 57.5～67%と、生残率は例年に比べて低い値となった。

表1 令和3年放流用種苗生産履歴

収容回次	1 R	2 R	3 R
採卵日	1月18日、20日、22日	1月21日	2月1日
ふ化日	1月27日	1月27日	2月9日
一次飼育収容尾数(万尾)	11.4	20.8	22.4
一次取上日齢(4/20,21)	84日齢	84日齢	70日齢
一次取上生残尾数(尾)	3,558	11,717	43,217
一次取上生残率(%)	3.12	5.63	19.29
うち形態正常魚尾数	2,385	6,778	無選別 ^{※1}
形態正常率	67.03	57.85	無選別 ^{※1}
全体生残尾数(尾)		58,492	
全体生残率(%)		10.71	
二次飼育収容尾数(尾)		52,380	
二次取上日齢(5/11,12)		92日齢,105日齢	
二次取上生残尾数(尾)		49,593	
二次取上生残率(%)		94.68	
三次飼育収容尾数(尾)(5/12,13)		32,417	
三次取上日齢(6/8)		119日齢,132日齢	
三次取上生残尾数(尾)		31,700(放流尾数31,000尾)	
三次取上生残率(%)		96.86	
放流サイズ(TLmm,Av±SD) ^{※2}		61.6±6.8	

※1 二次飼育は1Rと2Rの正常魚と3Rの全生残魚を混養。二次飼育終了時(ALC2重目装着時)に形態異常選別を実施。
参考正常率78.4%

※2 測定時日齢113日齢、134日齢。参考日間成長0.6mm/日のため、放流時は推定Av.64.6mm程度

※3 一次飼育水温15～18℃,二次三次飼育水温16～19℃

【次年度に向けた提言】

今年度は、福島県沖地震により一時は生産中止を検討しなければいけない段階まで追い込まれたものの、何とか放流用種苗を生産することができた。しかし、種々の飼育条件の影響については明らかにできなかったため、安定して得られるようになった受精卵をもとに、今後も生産を反復して実施していく。

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・白石 一成・藤岡 博哉

【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、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（ワムシ培養管理型ほっとけ飼育、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】

1) 種苗生産

水産研究・教育機構（宮古庁舎）が 2021 年月上旬及び中旬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、「ワムシ培養管理型ほっとけ飼育」、「緑色 LED 光照射飼育試験」による種苗生産試験を開始した。

「ワムシ培養管理型ほっとけ飼育」については、水産研究・教育機構のマニュアルに従い、問題なく飼育管理ができた。

「緑色 LED 光照射飼育試験」については、5 月中旬に試験区及び対照区として、飼育水槽（1.5t 水槽 2 水槽）を設置し、試験を実施した。試験区と対照区には、それぞれホシガレイ稚魚を各 2 千尾収容した。5 月 21 日（日令 90 日）に、試験区では、水槽直上で 500lux になるように緑色 LED 光源を設置し、対照区には蛍光灯を設置して比較試験を開始した。その後、放流サイズ程度まで飼育を継続し、対照区と比較し、効果を確認した。

2) 緑色 LED 光照射飼育結果

平均全長は、試験開始 24 日目に試験区で 66.3 mm、対照区で 65.0 mm と、試験区がやや上回った。試験開始 35 日目には、試験区で 74.3 mm、対照区で 70.0 mm と、試験区が大きく上回り、緑色 LED 光照射の効果が確認できた。（図 1）。

3) 種苗放流

当所にて 2020 年度に生産した種苗を用いて中間育成を行い、平均全長 7~14cm のホシガレイ種苗 11,867 尾を放流した。また、水産研究・教育機構（宮古庁舎）が同様に生産した種苗の提供を受けて各地区の漁業団体が中間育成を行い、平均全長 9~11cm のホシガレイ種苗 94,923 尾を放流した。2021 年には、合計 106,790 尾のホシガレイ種苗を県内各地に放流した（図 2）。

【今後について】

今後も、ホシガレイ種苗の中間育成を行い放流サイズに育成したのち、県内各地に放流する予定である。

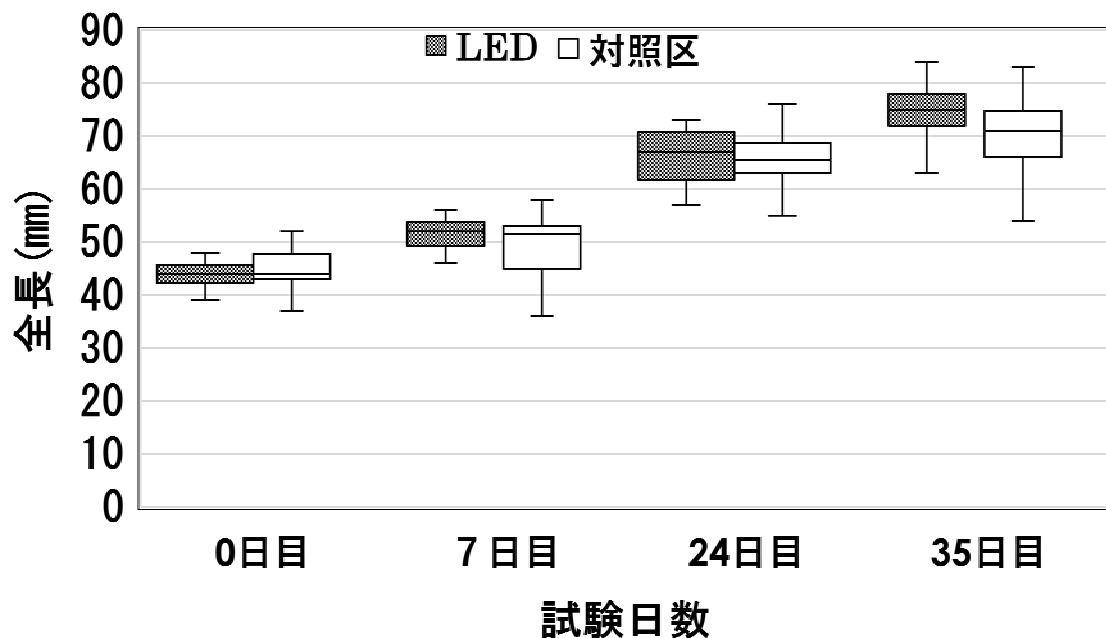


図1 緑色 LED 光照射飼育における全長の推移

（箱ひげ図、最小値、第 1 四分位点、中央値、第 3 四分位点、最大値）

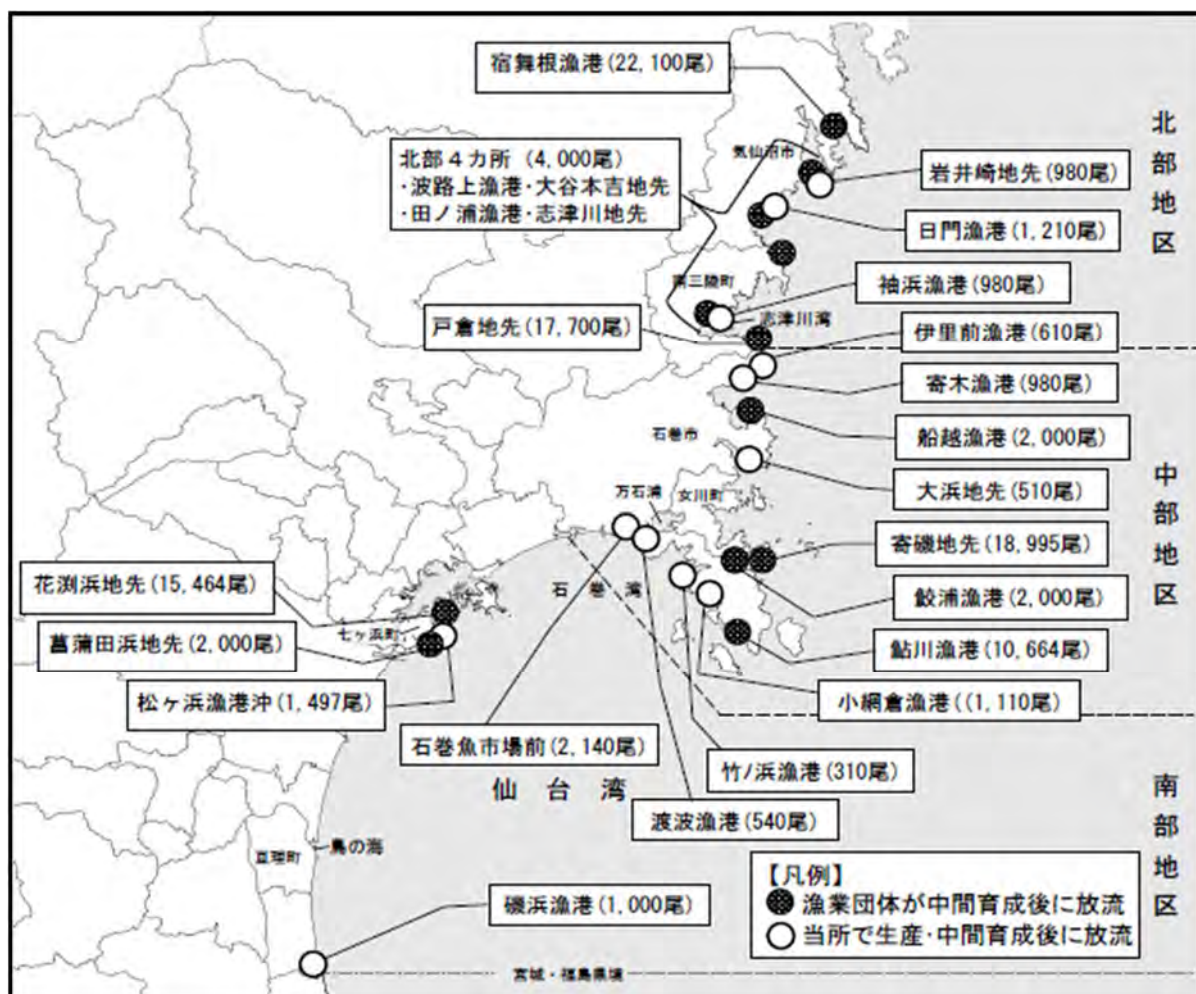


図2 ホシガレイ中間育成・種苗放流結果 (2021年)

ウ ホシガレイの種苗生産技術等の開発

② 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 水産技術研究所

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、水産研究・教育機構が明らかにしたホシガレイ種苗生産期における飼育環境や給餌条件からなる量産技術を関係県の種苗生産機関に普及させ、その汎用性を確認する。また、東北太平洋海域における本種の種苗生産と放流の連携体制を構築するため調査研究を行い、放流適地や放流魚の移動分散等を調べる。

【研究方法】

水産研究・教育機構が明らかにしたホシガレイ種苗量産期における飼育環境や給餌条件からなる量産技術を関係県の種苗生産機関に普及させ、その汎用性を確認する。

【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、2021 年 5 月 11 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。
- 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、ホシガレイの親魚養成・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 145 万粒）。

3) 岩手県栽培漁業協会での採卵・種苗量産試験

①令和元年度

50kLRC 水槽（水量 40kL）1 面を用いて種苗生産試験を行った。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。2020 年 2 月 4 日にふ化仔魚 20 万尾を収容し、4 月 14 日（69 日齢）に 11.2 万尾（全長 33.3 mm）を取り上げた。生残率は 56.0%、正常率は 98.2%で良好な結果が得られた（表 1）。

②令和 2 年度

50kLRC 水槽（水量 40kL）1 面を用いて種苗生産試験を行った。2021 年 1 月 26 日および 1 月 29 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℃で卵管理した。種苗生産は、2020 年 2 月 4 日にふ化仔魚 10 万尾を収容し、4 月 15 日（70 日齢）に 4.2 万尾（全長 30.4 mm）を取り上げた。生残率は 42.2%、正常率は 92.0%で良好な結果が得られた（表 1）。

③令和 3 年度

親魚養成・採卵：2021 年 11 月～2022 年 1 月に大船渡市魚市場に水揚げされたホシガレイ天然魚 28 尾を収集し養成した。2022 年 1 月から、週 2 回のペースで 8 回の採卵を実施した。総採卵数は 230 万粒、平均受精率は 53.6%、平均ふ化率は 73.5%だった。

種苗生産：50kLRC 水槽（水量 40kL）2 面を用いて種苗生産試験を実施中である。2 月 16 日にふ化した 22 万尾、2 月 25 日にふ化した 15 万尾を種苗生産水槽に収容し飼育をスタートした。飼育は昨年度同様のワムシ密度管理型ほっとけ飼育で実施しており、成長・生残等の状況は良好である（表 1）。

【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、計画通り東北 3 県で 50 万尾規模の量産技術の技術移転を終了した。これにより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められている。

参考文献

關野正志、 斉藤憲治、 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

収容			取上げ				
年度	尾数 (万尾)	全長 (mm)	日齢	尾数 (万尾)	生残率 (%)	全長 (mm)	正常率 (%)
令和元年度	20.0	4.75	69	11.2	56.0	33.3	98.2
令和2年度	10.0	4.72	70	4.2	42.0	41.2	92.0
令和3年度	37.0	4.97					

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

水産研究・教育機構 水産資源研究所

水産資源研究センター

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。本課題では、種苗生産技術の開発や種苗放流や資源添加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、本種の種苗生産・放流技術開発を推進する上で基盤となりうる天然海域での初期の成長特性を耳石日輪解析によって把握するとともに、飼育魚との成長差を検討した結果について報告する。また、アカムツ受精卵の安定的な確保に向けた検討の一助とするため、本事業で行った人工授精試験時における漁獲物の全長組成等、漁獲状況を記述する。

【研究方法】

1) 成長特性

天然魚の耳石日輪解析には、2020年に若狭湾で採集されたアカムツ稚魚70個体を試料として用いた。耳石（扁平石、礫石）の事前観察により、本種の耳石輪紋の観察には2次核の出現等から扁平石は不適であり、礫石を用いることが適切と判断された。そのため、原則として体左側から礫石を取り出し、観察対象とした。礫石を熱ワックスで包埋し、ラッピングフィルムで研磨処理した後、研磨面をユーパラルで包埋し、光学顕微鏡で撮影（×200）し、礫石全体像に合成した。輪紋の計数と計測は画像上にて、礫石の長径に対し核から垂直方向に行った。成長特性を明らかにするため、Biological Intercept法（Campana 1990）によって逆算全長を求めるとともに、日間成長率（mm/日）を推定した。なお、本種の耳石輪紋はふ化後、1日1本形成されることが確認されている（Yagi et al. 2021）。天然魚と飼育魚との成長差の検討には、富山県で育成された3区（加温区、自然水温区、低温区）における各20、30、40、50、60日齢の全長データを使用した。

2) 成熟親魚の漁獲状況

本事業において、新潟県中越海域で底刺網により漁獲される親魚を用いた船上での人工授精試験が実施されてきた（新潟市水族館マリニピア日本海、富山県農林水産総合技術センター水産研究所と共同実施）。親魚の漁獲および成熟状況を把握するため、2018年9月16日、9月18日、2019年9月10日、9月26日、2021年9月14日、9月21日に行われた人工授精試験時に漁獲物の全長を雌雄別に記録した。さらに、雌親魚に関しては、搾出法によ

り人工受精が可能と判断される完熟卵を有する個体の比率を求めた。

【研究成果の概要】

1) 成長特性

供試魚（天然魚）の平均全長（範囲）は 21.2（14.6～26.5）mm であった。礫石の日輪観察の結果、日齢は 34～59 日齢の範囲にあり、ふ化日は 9 月中旬から 10 月上旬（盛期は 9 月下旬）に認められた（図 1）。礫石半径と全長の関係はアロメトリー式で表された。天然魚の逆算平均全長を求めた結果、20、30、40、50 日齢でそれぞれ 10.0、16.2、20.7、25.3 mm であった（図 2）。飼育魚における 60 日齢までの育成水温の平均は加温区、自然水温区、低温区でそれぞれ 24.0、23.1、20.7℃であった。飼育魚の成長をみると、30 日齢から各試験区での成長差が顕著となり、以降、各日齢の平均全長は加温区、自然水温区、低温区の順に大きく、飼育下での成長には水温が関与していることが確認された。天然魚と加温区での育成魚の成長を比較すると、40 日齢までは天然魚において平均全長が有意に大きかったが、50 日齢ではその差は小さくなり、60 日齢では加温区の平均全長が天然魚（59 日齢）のそれを上回った。天然魚の日間成長率（mm/日）はふ化後 5 日目までは 0.1 以下の低い値であったが、その後 20 日にかけて約 0.7 まで上昇した（図 3）。以降、日間成長率は約 40 日の 0.4 まですこやかに低下することが明らかとなった。

2) 成熟親魚の漁獲状況

各年の人工授精試験時における漁獲物の全長組成を図 4 に示す。いずれの年でも 300 mm を超える雌が主体となっており、雄の漁獲尾数は雌と比較して著しく少なかった。雄ではほぼ全ての個体で採精が可能であった。一方、漁獲された雌の内、搾出法により人工受精が可能と判断される完熟卵を有する個体の平均比率（範囲）は、19（6～31）%と、産卵盛期と考えられる 9 月においてもそれほど高い値ではなかった。このように、完熟卵を持つ雌が得られても雄の確保が困難な場合もあり、雄については事前に鮮魚での確保等を検討しておくことが重要と考えられた。

【引用文献】

- Campana S. E. (2001) How reliable are growth back-calculations based on otolith? Can. J. Fish. Aquat. Sci., 47, 2219-2227.
- Yagi Y., H. Takeuchi, M. Nitta, N. Iida, T. Iseki, and S. Uehara. Daily increment validation of otoliths and estimation of age and hatching period of wild rosy seabass, *Doederleinia berycoides*, larvae. Aquacult. Sci., 69, 275-280.

【図表】

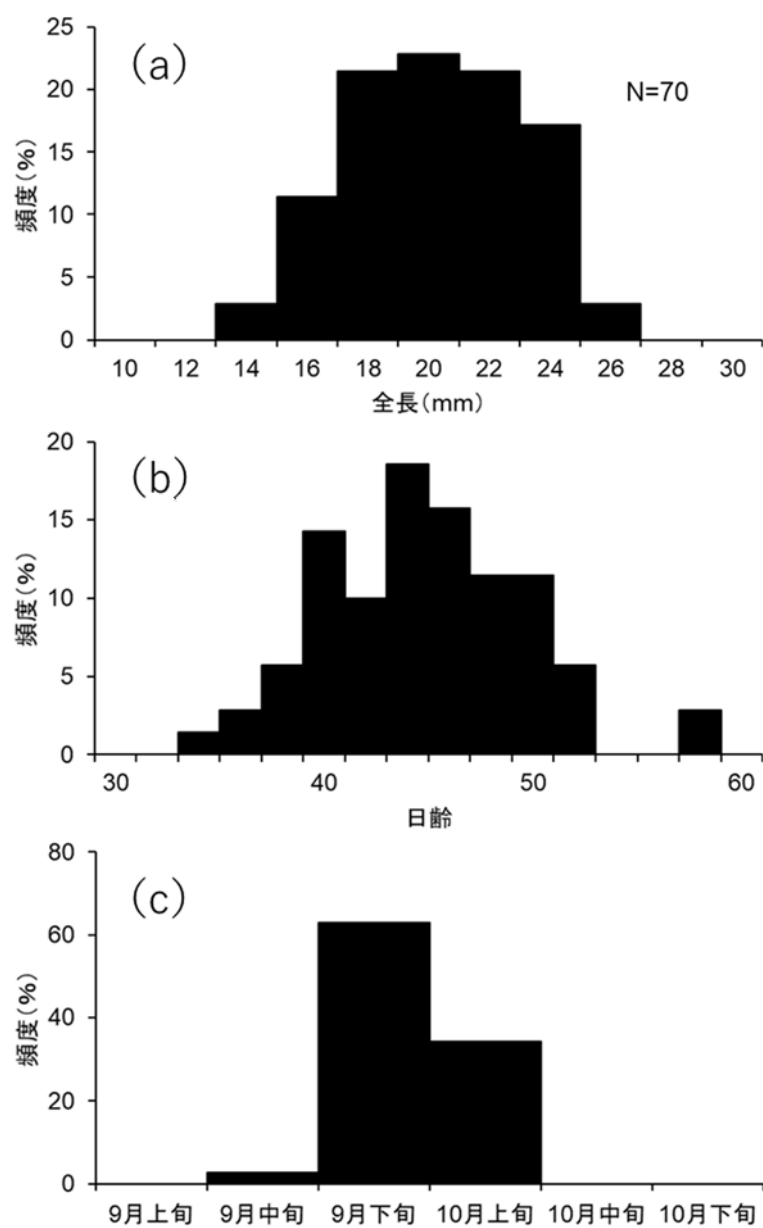


図 1. 耳石日輪解析に用いたアカムツ天然魚の全長 (a) と日齢 (b) およびふ化日組成 (c)

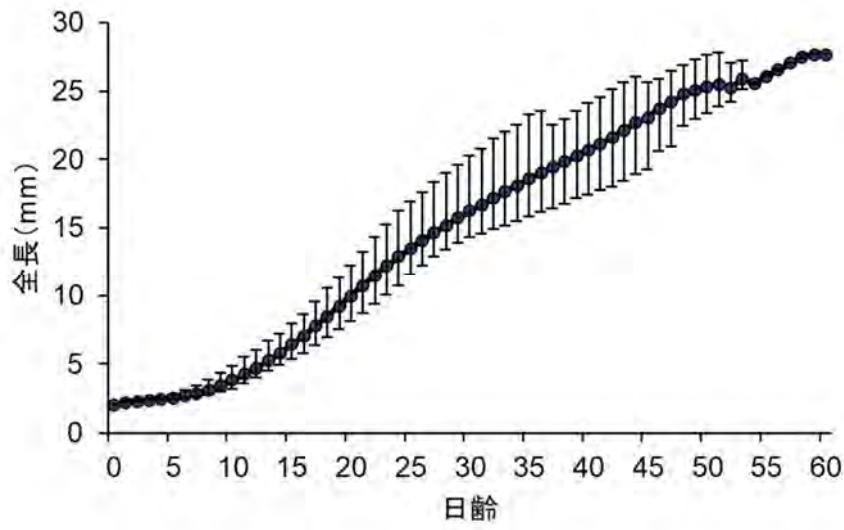


図 2. アカムツ天然魚の逆算全長。エラーバーは最大、最小値を示す。

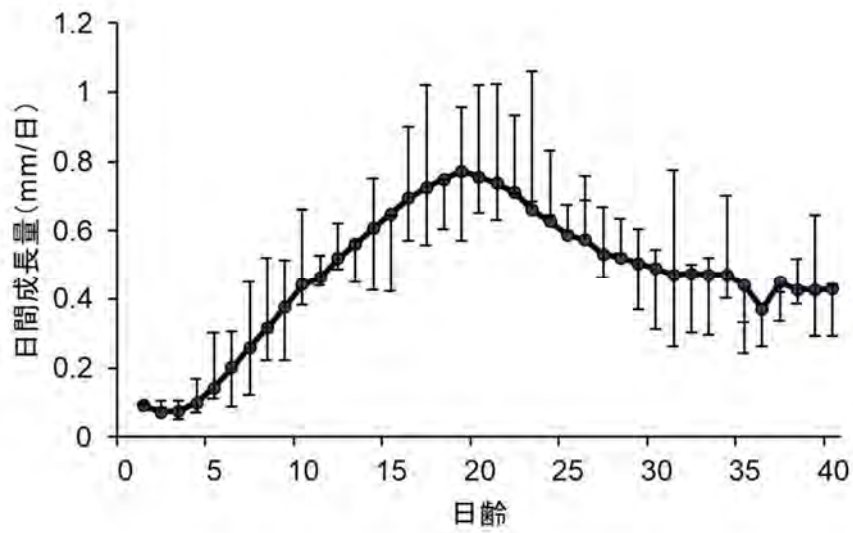


図 3. アカムツ天然魚の日間成長量。エラーバーは最大、最小値を示す。

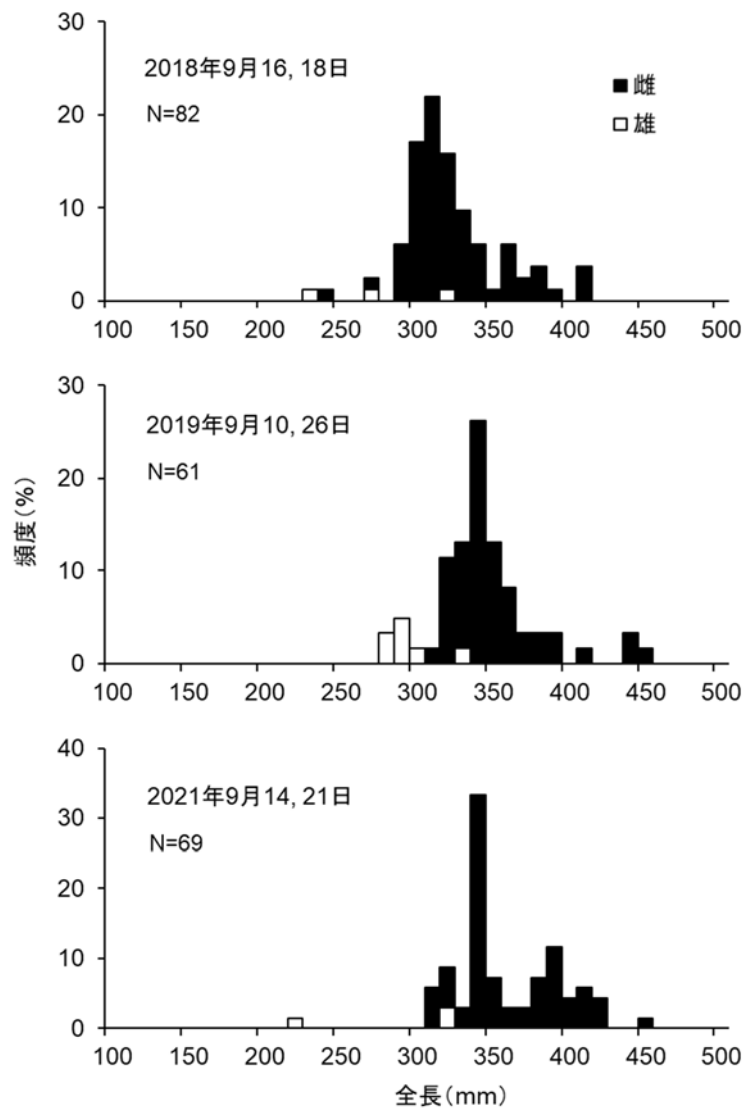


図 4. 人工授精試験実施日に漁獲されたアカムツの全長組成