

イヌノシタの人工授精と仔稚魚の飼育

弘 奥 正 憲・杉 野 博 之・草 加 耕 司

Experiment of Artificial Fertility and Larval Rearing for the Robust Tonguefish *Cynoglossus robustus*

Masanori HIROOKU, Hiroyuki SUGINO and Koji KUSAKA

イヌノシタ *Cynoglossus robustus* はカレイ目ウシノシタ科の魚類で、同科の中では体長40cm程度まで成長する大型種であり、本州中部以南の太平洋側、瀬戸内海、九州西部、黄海から南シナ海にかけて分布する¹⁾。本県において、本種は同科のコウライアカシタビラメ *C. abbreviatus*、アカシタビラメ *C. joyner* 等と総称して「げた」という地方名で呼ばれ、広く県民に親しまれている。

本種を含むウシノシタ類は本県の重要漁獲対象種であり、1997~2002年の年間漁獲量は600~800tで比較的安定的に推移し、海面漁業漁獲量のおよそ10%を占めていた。しかし、その後は減少傾向に転じ、'06年の漁獲量は461tとなった^{2, 3)}。また、ウシノシタ類の大部分は小型底びき網漁業で漁獲されることから、その漁獲強度の高さ故にさらなる漁獲量の減少が懸念される²⁻⁴⁾。

このような状況を踏まえ、本県ではウシノシタ類の資源生態学的研究⁵⁾や小型底びき網の網目選択性についての研究⁶⁾に取組む等、資源を持続的かつ有効に利用していくための取組みを推進している。

また、種苗放流による資源造成も資源管理に有効な手法である。全国で放流用種苗として生産されている魚種は34種あるが、そのうちウシノシタ科の属するカレイ目魚類は7種を占め⁷⁾、同目では古くから技術開発が行われてきた。同科の種苗生産に関しては、コウライアカシタビラメについて過去に様々な機関で技術開発が試みられ⁸⁻¹¹⁾、近年では、長崎県における数千尾規模の生産例¹²⁾や本県における飼育方法の検討¹³⁾等、着実な技術の進展が報告されている。一方、イヌノシタについては、約50年前の藤田ら¹⁴⁾の報告があるに過ぎず、技術開発は、ほぼ手つかずの状況にあった。

そこで、イヌノシタの種苗生産技術の開発を目的として人工授精と仔稚魚の飼育を試み、若干の知見を得たので報告する。

材料と方法

親魚確保 親魚は、'12年6月13, 23, 28日及び7月11日に、岡山県笠岡市白石島地先で小型定置網により漁獲されたものを用いた。漁獲後2時間以内に漁船の活間から1k/水槽に収容し、通気条件下で約1時間30分かけて当所に陸上運搬した。搬入した親魚は入手日別に1.8k/ (縦×横×高さ: 1.80×1.80×0.55m) FRP水槽に収容し、水量及び換水率をそれぞれ1.3k/及び10回転/日とし、自然水温で飼育した。

漁獲後の本種は擦れによる損傷が激しいため、収容後3日間はニフルスチレン酸ナトリウムによる薬浴を行い、約10日間は淡水で1/2に希釈した低塩分海水を飼育水に用いた。餌料は活アオゴカイ *Perinereis aibuhitensis* を用い、1日1回飽食量を給餌した。

6月13, 23, 28日に入手した親魚については、7月20日まで飼育を行い、生残及び生殖腺の発達状況を観察した。

人工授精 雌親魚は産卵誘発のため、m - アミノ安息香酸エチルメタンスルホナート (ナカライテスク K.K.) で麻酔後、HCG (ゴナトロピン, 帝国臓器 K.K.) を600IU/kgBWの割合で筋肉注射した。HCG投与72時間後に搾出法で採卵し、1尾から得た卵に希釈精液を10ml添加、混合し、海水を加えて10分間静置して人工授精を行った。

人工精漿はクロダイ *Acanthopagrus schlegelii* 精漿のイオン組成をもとに作製したもの¹⁵⁾を用いた。希釈精液は作製時に顕微鏡下で精子の運動性を確認し、活力を有する個体の精巢を用いた。2尾の養成活魚と、12年7月25日に岡山県瀬戸内市牛窓町地先で小型底びき網により漁獲された水揚げ直後の3尾の鮮魚から摘出した精巢を、その重量の15倍量の人工精漿中でハサミを用いて細断後、ナイロン製メッシュで濾して希釈精液とし、人工

授精に使用するまで最長で半日程度の間、約5℃の家庭用冷蔵庫内で保存した。

人工授精後の卵は、5 lプラスチック製ビーカーに収容し、約26℃のウォーターバス内で管理し、適宜、受精卵を採取して卵発生を観察した。

仔稚魚の飼育 7月27日に人工授精によって得られたふ化仔魚100尾を30 l黒色円形ポリエチレン水槽に収容し、着底完了後の日齢20日（以後、日齢n日をH-n）まで飼育を行った。

飼育水には砂ろ過海水を用い、自然水温とし、換水率は収容時に0.5回転/日、その後、仔稚魚の成長に応じて増加させ、最大で5回転/日とした。水温測定は午後2時に行った。

通気は水槽中央にエアストーンを1個配置し、水面が盛り上がりすぎない程度に行った。また、仔魚の蟬集と飼育水中の生物餌料の飢餓を防止するため、H-1から16までの間、淡水産濃縮クロレラ（スーパー生クロレラV12、クロレラ工業K.K.）を1日当たり2～6 ml、1日1、2回、飼育水に添加した。添加量は注水量に応じて調整し、水槽底がわずかに見える程度とした。

屋根は半透明の波型FRP製で、照明は自然光を用いたが、H-1から5までの間は、仔魚の初期摂餌の促進を目的に水銀灯を用いて24時間照明を行った。また、仔魚の初期摂餌の状況を確認するため、H-1から5までの間、ワムシの給餌4時間後に5尾の仔魚を採取し摂餌数を調査した。

餌料は、S型ワムシ*Brachionus rotundiformis*（以後、ワムシ）及び北米産アルテミア*Artemia* sp.幼生（以後、アルテミア）を用いた。ワムシは高密度連続培養装置（ワムシわくわく、クロレラ工業K.K.）で培養し、収穫後、淡水産濃縮クロレラ（スーパー生クロレラV12、クロレラ工業K.K.）で2時間栄養強化を行った。給餌量はH-1から16までの間、飼育水中の密度が20個体/mlとなるように1日1回、午前9時に給餌した。

アルテミアはH-13から取上げまでの間、1日2回、午前11時と午後4時に給餌した。給餌量は残餌状況を見

ながら適宜、増減した。なお、午前給餌用のアルテミアは開口後に必須脂肪酸強化剤（ハイパーグリーン、日清マリンテックK.K.）で、午後給餌用はふ化直後に必須脂肪酸強化剤（ハイパーグロス、日清マリンテックK.K.）でそれぞれ2時間栄養強化を行った。

底掃除は行わず、飼育水や底質の改善を目的にH-1から16までの間、沈降性貝化石（フィッシュグリーン、グリーンカルチャー K.K.）を2 g、1日1回、海水で溶いて飼育水に添加した。

結 果

親魚の生残 表1に試験に用いた親魚の全長と体重を示した。雌雄共に全長が300mmを超える大型個体が多かった。6月28日入手群の雌を除き、断続的なへい死が続く、飼育終了時の生残率は、6月13日入手群が38日間の飼育で雌46%、雄33%、6月23日入手群が28日間の飼育で雌29%、雄25%、6月28日入手群が23日間の飼育で雌100%、雄57%であった。雌雄別では雌に比べ雄の生残率は低い傾向にあり、この傾向はコウライアカシタビラメにおける報告¹²⁾と同様であった。なお、餌料として活アオゴカイを用いたが、摂餌は良好であった。

親魚の成熟 表1に示した雌親魚について、図1に飼育期間中のへい死個体から得たGSI（生殖腺重量指数：生殖腺重量/体重×100）の推移を示したが、月日の経過と雌のGSIとの間には有意な負の相関がみられた（ $r = -0.72$, $p < 0.01$ ）。また、飼育終了時に生残していた雌のGSIは1.2～2.6で、同時期のへい死個体から得たものと同程度であり、産卵期における数値^{5, 16, 17)}に比べ著しく低かった。なお、親魚は雌雄を同一水槽で飼育したが、飼育期間中に自然産卵は確認されなかった。

一方、月日の経過と雄のGSIとの間に有意な相関はみられず（ $r = -0.46$, $p > 0.05$ ）、GSIは0.14～0.27と非常に低く、本種の精巣は成熟状態になっても著しく小型で、周年を通じてあまり変化しないという既存の報告^{5, 16, 17)}と同様であった。

表1 親魚の全長と体重

入手月日	雌			雄		
	尾数	平均全長（範囲） （mm）	平均体重（範囲） （g）	尾数	平均全長（範囲） （mm）	平均体重（範囲） （g）
6/13	13	320 (290～390)	205 (130～360)	3	297 (290～310)	155 (140～176)
6/23	7	333 (280～390)	231 (130～364)	4	303 (250～350)	173 (102～268)
6/28	7	318 (278～370)	200 (140～345)	14	326 (269～379)	196 (120～355)
平均	—	323	211	—	319	186

人工授精 合計12尾にHCG投与を行ったが、親魚の入手日とHCG投与日に1ヶ月以上の間隔があった8尾は採卵することができなかった。一方、その間隔が10日程度であった4尾では、HCG投与72時間後に2尾で採

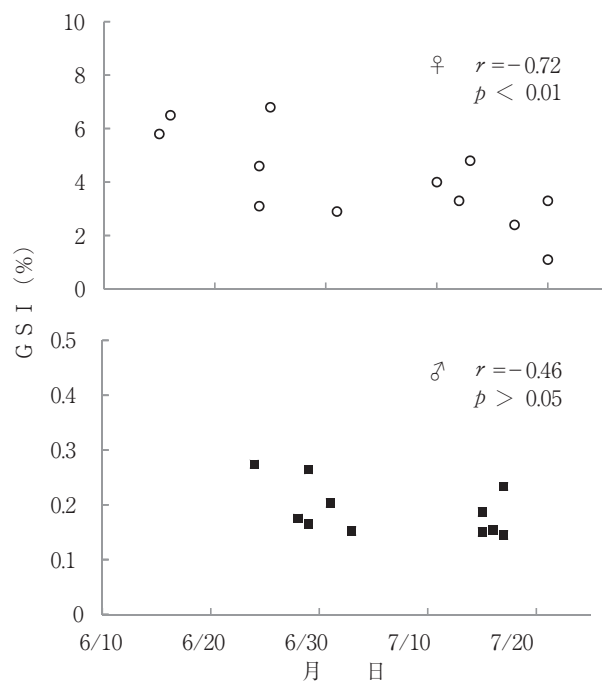


図1 へい死個体のGSIの推移

卵が可能であり、うち1尾はHCG投与48時間後に水槽内で自然放卵した。

表2に人工授精による採卵結果を示した。希釈精液の作製には活魚および鮮魚を用いたが、鮮魚においても精子は活力を有し、希釈精液の作製に用いることが可能であった。なお、希釈精液の作製に用いた雄のGSIは0.14～0.21であった。雌2尾からそれぞれ約10,000粒の採卵を行い、人工授精を行った。受精1時間後に大部分の卵が沈下し、胚体期における浮上卵率は2.7及び3.0%と低かったが、ふ化率は79.8及び77.8%であった。平均卵径は0.79及び0.81mmであり、藤田ら¹⁴⁾が報告した0.85～0.90mmに比べ小さく、1g当たりの卵数は約2,600粒であった。

卵発生 図版1に受精卵の発生過程を示した。受精1

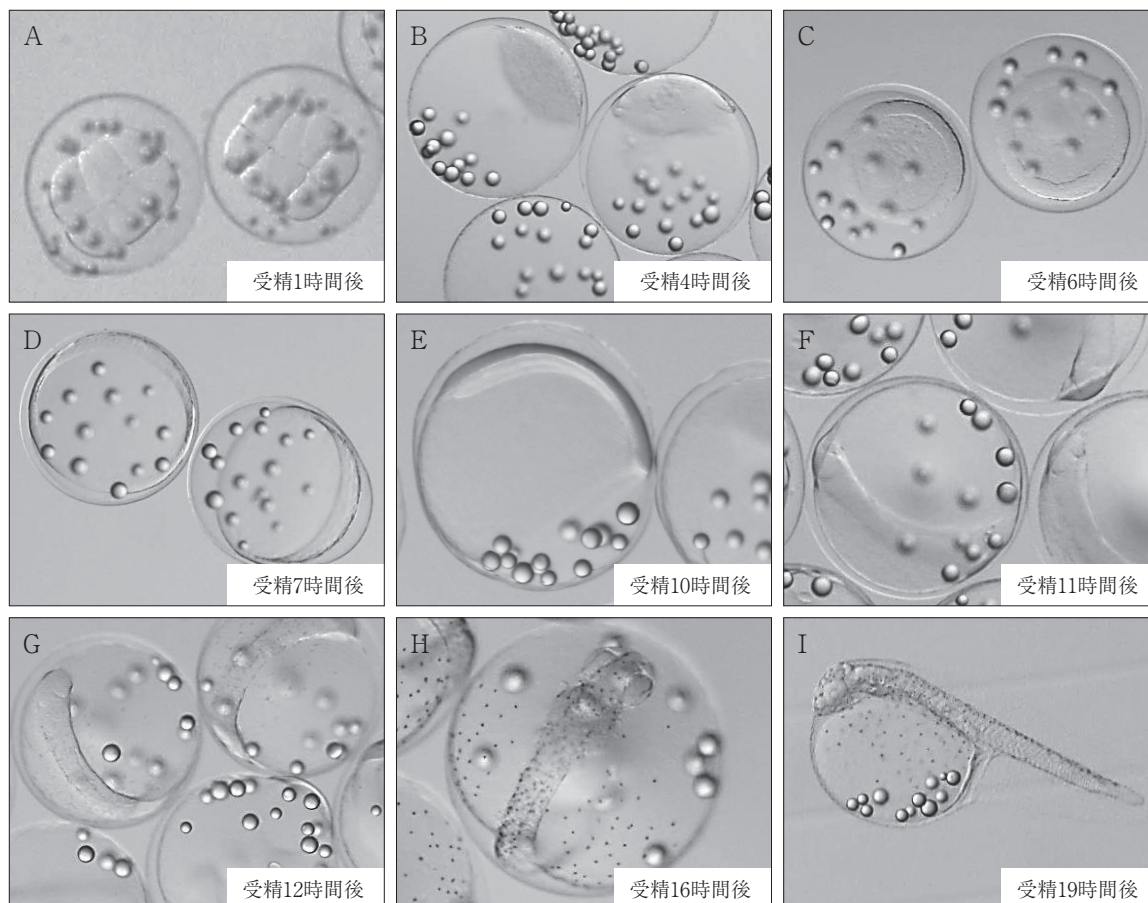
表2 人工授精による採卵結果

個体No	採卵数 (粒)	浮上卵数		卵径* (mm)	浮上卵率** (%)	ふ化率*** (%)
		受精1h後 (粒)	胚体期 (粒)			
1	8,630	4,730	230	0.79±0.015	2.7	79.8
2	10,590	1,750	320	0.81±0.014	3.0	77.8

* 卵径 : 平均値±標準偏差

** 浮上卵率 : 胚体期浮上卵数/採卵数×100

*** ふ化率 : 正常ふ化仔魚数/胚体期浮上卵数×100



図版1 イスノシタ受精卵の発生過程

時間後（以後、受精n時間後をn時間後）には8細胞期となり（図版1A）、その後、分裂を繰り返し、4時間後には桑実期となった（図版1B）。6時間後に胞胚期（図版1C）、7時間後には囊胚期（図版1D）となり、10時間後には胚体が形成された（図版1E）。さらに、11時間後には眼胞が形成され（図版1F）、12時間後には筋節が明瞭に確認されると共にクッパー胞が出現した。（図版1G）。その後、胚体は伸長を続け、16時間後には胚体は卵の円周の約 $2/3$ を占め、レンズが形成された（図版1H）。17時間後には心臓の拍動が確認され、ふ化直前にはさらに活発になり、胚体は卵内で盛んに体をくねらせ、19時間後にふ化が始まった（図版1I）。

仔稚魚の成長 図版2に仔稚魚の発育過程を、図2に全長と飼育水温の推移を示した。飼育水温は $27.1 \sim 29.1^{\circ}\text{C}$ の範囲で推移した。

ふ化直後の仔魚（図版1I）は平均全長 1.6mm であったが、その後、卵黄を吸収しながら急速に伸長し、ふ化12時間後には平均全長 2.8mm 、H-1（図版2A）には平均全長 3.4mm となった。

H-1の仔魚の後頭部には瘤状の突出物が現れ、眼は黒色色素の沈着が進み、胸鰭が出現したが、仔魚は懸垂し

た状態で静止していた。

H-2の仔魚（図版2B）は卵黄をほとんど吸収し、瘤状の突出物は発達して1本の伸長鰭条となった。眼は黒色色素の沈着がさらに進んで黒色となり、腸管は1回転し、機能的に開口した。仔魚は時々動くようになったが、静止している時間が長かった。H-3の仔魚は完全に卵黄を吸収し、正位して遊泳を開始した。図3に日齢と卵黄長の関係を示したが、卵黄長は日齢の経過とともに直線

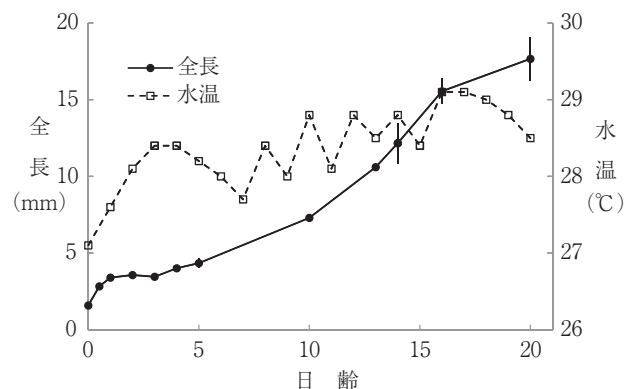
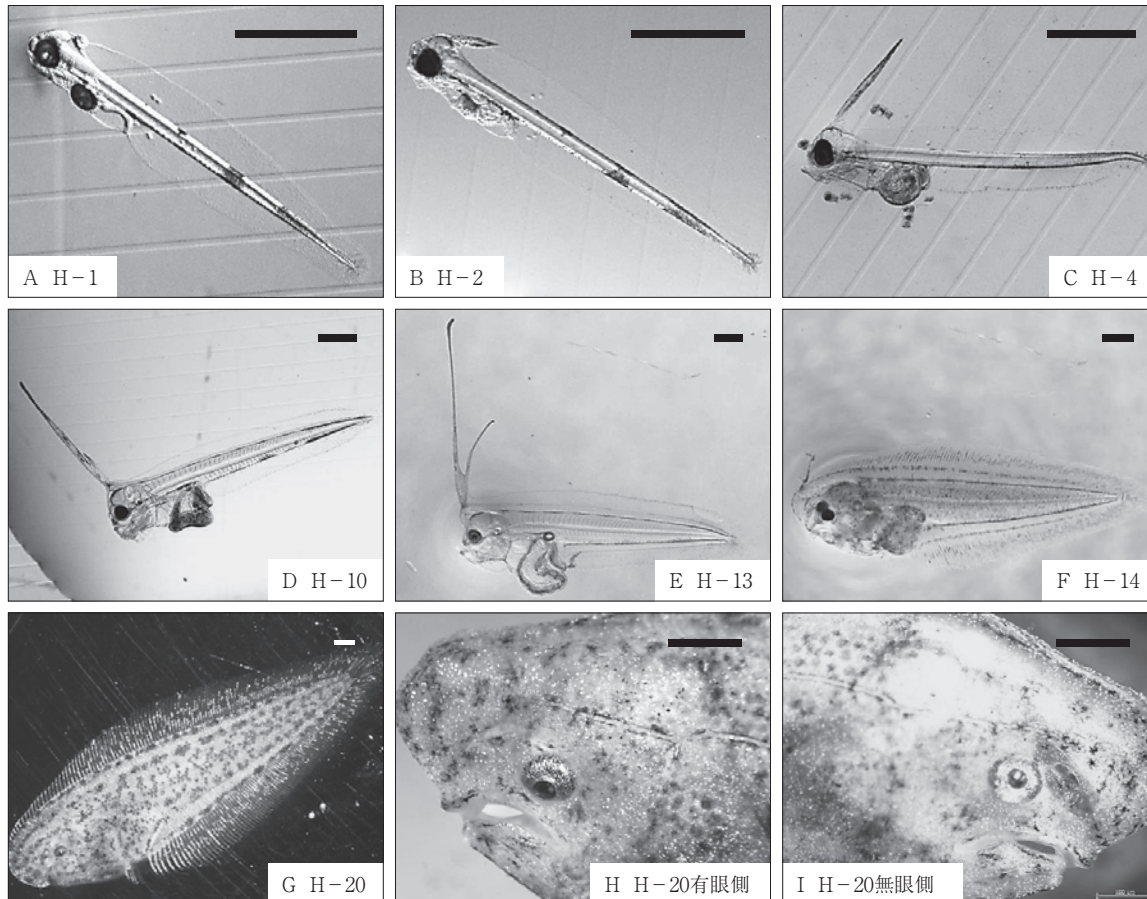


図2 イヌノシタ仔稚魚期の平均全長（平均値±標準偏差）と飼育水温の推移



図版2 イヌノシタ仔稚魚の発育過程（スケールは1 mm）

的に減少した。

H-4の仔魚（図版2C）は遊泳力が増し、水流に対して定位するとともに、日中は水槽の上層に分布した。伸長鰭条はさらに伸長し、腹腔背面には鰓が形成され、消化管回転部の突出が顕著になった。H-1からH-3までの平均全長は3.4～3.6mmでほぼ停滞したがH-4には4.0mmとなり、成長速度が増した。図4に全長と体高の関係を示した。体高は卵黄の吸収が完了するまで減少したが、その後、全長の増加に同調して体高も増加に転じた。

H-10の仔魚（図版2D）は平均全長7.3mmとなり、第2伸長鰭条が現れた。また、第1伸長鰭条はさらに伸長し、その長さは全長の約50%に及んだ。

H-13の仔魚（図版2E）は平均全長10.6mmとなり、吻嘴が前頭部に垂れ下り、背、臀両鰭の鰭条は膜鰭の縁辺に達し、腹鰭が確認されると共に脊索後端は上屈した。眼は左右対称の位置にあったが、肛門は腹中線の右体側に開口していた。第1伸長鰭条は全長の約65%，第2伸長鰭条は全長の約30%に及んだ。図5に全長と第1伸長鰭条長の関係を示したが、全長10mm程度までは、第1伸長鰭条長が全長の増加とともに、直線的に伸長した。

また、胸鰭は左右対称で大きく、水中を自在に遊泳するようになった。

仔魚の着底はH-14から始まり、H-16にはすべての仔魚が着底を完了した。H-14の仔魚（図版2F）は平均全長12.2mmで、変態途中であった。右眼が左体側に僅かに移動したが、背中線には達していなかった。この頃になると伸長鰭条は委縮し、腹腔下面の膨出は僅かとなった。左体側には中央側線が出現した。

H-20には平均全長17.7mmとなり、体側に鱗が形成され、頭部に眼上側線が出現し、稚魚期へ移行した（図版2G）。体色は淡褐色を帯び、黒色素胞が散在し、特に背、臀両鰭の担鰭骨帯の両辺縁部には黒色素胞が密集して縦帯の形成が明瞭となった。伸長鰭条及び胸鰭は完全に消失したが、右眼の移動は起こらず、吻嘴間隙はそのまま残されていた（図版2H, I）。その後、H-40まで飼育を継続したが、全ての稚魚は腹側に右眼を残した形態異常魚であった。

図6に初期摂餌の状況を示した。ワムシの摂餌はH-2から確認され、群摂餌率は67%であったが、H-3以降は全ての個体で摂餌が確認された。また、平均摂餌数は

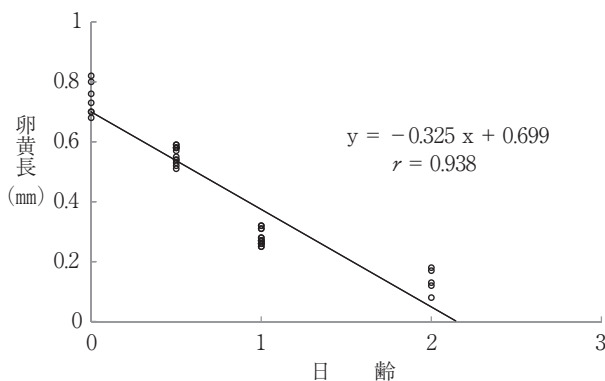


図3 日齢と卵黄長の関係

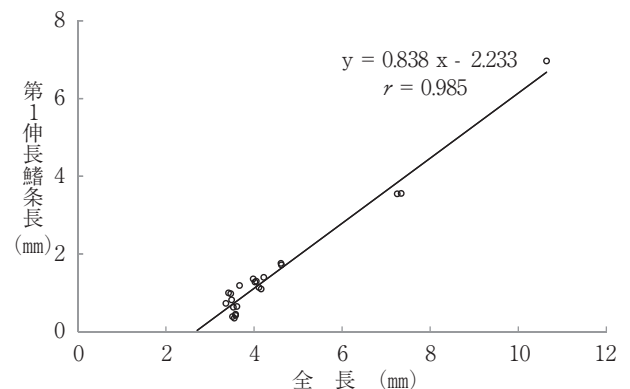


図5 全長と第1伸長鰭条長の関係

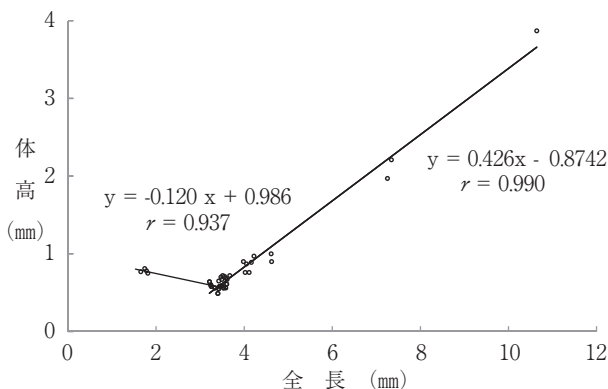


図4 全長と体高の関係

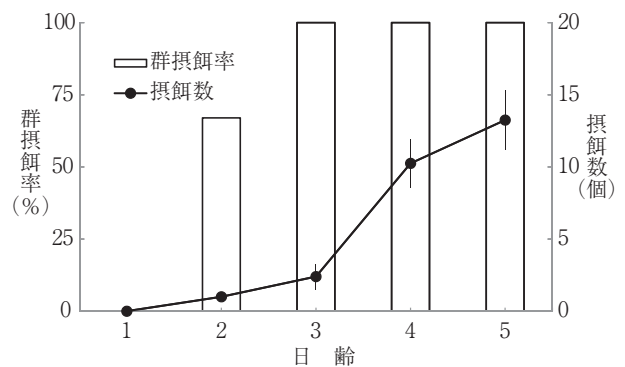


図6 イヌノシタ仔魚の初期摂餌数(平均値±標準偏差)と群摂餌率の推移

H-2では1.0個であったが、成長に伴って増加し、H-4以降は10.0個以上に急増した。

考 察

図版3は漁獲直後のイヌノシタ親魚であるが、全体的に鱗が剥離し、頭部と背、臀鰭には出血が見られる。このように本種はウシノシタ科魚類の中でも鱗が剥がれやすいという特徴を有し¹⁸⁾、漁獲時の擦れによる損傷が激しいことから、天然親魚の確保が困難な魚種であると考えられる。そこで、漁獲後の生残率向上を目的として^{19)~21)}、親魚の飼育に低塩分海水を用いた。この飼育方法が親魚の生残に与えた影響については、対照区を設けていないため検証することはできないが、前述のように一定の生残を確保することができた。

本種の産卵期について、元谷⁵⁾は岡山県東部海域で6～7月、Baek¹⁶⁾は愛媛県今治市周辺海域及び韓国麗水沿岸で7月と報告しており、本試験における親魚の入手期間と合致していた。また、成熟の目安となる卵巣の2次体腔中への進入¹⁾が、飼育開始時にすべての個体において外見で容易に確認できた。以上のことから、本試験に用いた雌は成熟が進んだ成魚であったと考えられたが、飼育日数の経過とともに、成熟が徐々に退行したと考えられた。このような状況下では、HCG投与による産卵誘発は困難であり、なおかつ飼育下の親魚は断続的にへい死することを考慮すると、HCG投与は親魚の入手後、速やかに行うことが肝要であると考えられた。

本試験では、HCG投与により少量ではあるが受精卵が得られた。種苗生産の現場においては、安定的な受精卵の確保が必須である。山田ら²²⁾は本種と同じカレイ目魚類であるホシガレイ *Verasper variegatus* にHCG投与を行い、排卵個体の割合と排卵数について経時的な観察を行い、排卵の誘導に要する時間を報告している。本種の採卵技術の向上のためには、このような基礎的研究の進展が必要であり、加えて、卵母細胞の発達段階を加味したHCG投与の適正なタイミングについても検討する

必要があると考えられる。また、山田ら²²⁾はHCGの投与量が過剰である場合には、正常な排卵が誘導されない可能性、同投与量が浮上卵率及び受精率に影響を与える可能性についても言及しており、本種においても適正投与量に関する検討が必要であると考えられた。

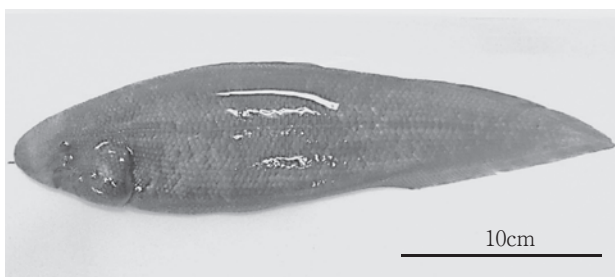
また、本種の精巣は産卵期においても著しく小型であり、低調な浮上卵率となった原因として、精子の数が不十分であった可能性が考えられた。浮上卵率を向上させるためには、希釈精液の作製に用いる親魚数及びその希釈率についても検討する必要があると考えられた。

藤田ら¹⁴⁾は本種の受精後のふ化時間について16.5～17.5時間と報告しているが、本試験ではそれに比べ約2時間ふ化が遅れた。これは本試験の卵管理水温が藤田ら¹⁴⁾に比べて低かったためと考えられたが、本種の卵発生速度とふ化所要時間に及ぼす水温の影響に関する知見は乏しく、卵管理水温がふ化率に与える影響を含め、今後、検討する必要があると考えられた。

本種の仔魚はH-2に機能的に開口したが、H-3には完全に卵黄を吸収し、内部栄養から外部栄養への転換期は極めて短時間であった。ハタ類では本種同様に、同転換期が短く、初期摂餌量がその後の生残と成長に大きく影響し^{23)~25)}、初期摂餌の促進を目的とした24時間照明の有効性が報告されている^{26, 27)}。本試験においても同様の目的で24時間照明を実施し、機能的に開口した翌日には、群摂餌率が100%に達し、初期摂餌の促進に一定の効果があったと考えられた。今後は、光周期が仔魚の初期摂餌に与える影響について検討する必要があると考えられた。

本種のふ化仔魚から着底稚魚までの飼育事例は本邦初であり、着底前の後期仔魚は2本の伸長鰭条を有し、全長の約65%に及ぶ長い第1伸長鰭条を有するという特徴が明らかとなった。本種の飼育事例としては藤田ら¹⁴⁾がH-5までの飼育を試み、发育段階に応じた形態観察を行っているが、本試験ではさらに長期間にわたる飼育を行い、着底期までの生態的、形態的知見を得た。

しかしながら、着底稚魚は腹側に右眼を残した形態異常魚であり課題も残された。飼育条件下の異体類における眼位の異常はマガレイ *Pseudopleuronectes herzensteini*、ホシガレイ及びババガレイ *Microstomus achne* 等でも報告されている²⁸⁾。有瀧ら²⁹⁾は異なる水温下でホシガレイ仔魚の飼育を行い、特定の水温帯で腹側に右眼を残す両面有色魚が高い頻度で出現することを明らかにし、変態に適切なタイミングや发育速度が存在することに触れるとともに、正常魚の発現には天然魚の発



図版3 漁獲直後の親魚

達スケジュールに即した飼育の遂行が重要であると報告している²⁸⁾。

本試験における着底期（H-14）までの飼育水温は、27.1～28.8℃の範囲で推移し、平均水温は28.2℃であった。本県における本種の産卵期について、元谷⁵⁾は岡山県東部海域で6～7月と報告しているが、同海域の同時期の水温の平年値は約18～25℃であり³⁰⁾、天然仔魚が同水温帯で生育していると考え、本試験における飼育水温は天然仔魚の生育水温に比べ高く、仔稚魚の発育に異常をきたした可能性が考えられる。今後、仔魚の発育と形態異常の出現に及ぼす水温の影響についても検討していく必要があると考えられた。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、長崎県総合水産試験場の宮本廉夫氏には多大なご指導をいただき、笠岡市漁業協同組合白石島支所の原田房行氏には親魚の確保に際して多大なご協力をいただいた。両氏に心から感謝の意を表します。

文 献

- 1) 落合 明・田中 克, 1986: 新版魚類学(下), 恒星社厚生閣, 1121-1123.
- 2) 岡山県農林統計協会, 2004: 平成14年岡山県漁業の動き.
- 3) 岡山県農林統計協会, 2008: 平成18～19年岡山県農林水産統計年報.
- 4) 元谷 剛, 2010: 岡山県海域で操業する小型底びき網漁業の漁獲物組成(平成21年), 岡山水研報告, **25**, 24-29.
- 5) 元谷 剛, 2011: 岡山県東部海域におけるウシノシタ科魚類3種の資源特性, 岡山水研報告, **26**, 6-13.
- 6) 元谷 剛, 2010: 岡山県海域で小型底びき網により漁獲されるウシノシタ類の全長と体高に基づく網目選択の推定効果, 岡山水研報告, **25**, 1-5.
- 7) (独) 水産総合研究センター, 2013: 平成23年度栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績(全国)～総括編・動向編～, 8.
- 8) 原田和弘・水田 章・杉野雅彦, 1994: コウライアカシタビラムの種苗生産試験, 平成5年度兵庫水試事報, 137-138.
- 9) 深浦雄一・倉田清典, 1999: 種苗生産試験Ⅲ(コウライアカシタビラム), 平成10年度熊本水研事報, 179-181.
- 10) 福澄賢二・太刀山透・深川敦平, 2001: コウライアカシタビラムの採卵と仔稚魚の飼育, 福岡水技セ研報, **11**, 21-27.
- 11) 尾田 正・水戸 鼓, 1994: コウライアカシタビラム仔魚の相対成長, 摂餌可能サイズと適正塩分, 岡山水試報, **9**, 85-88.
- 12) 宮本廉夫, 2010: コウライアカシタビラムの種苗生産について, 豊かな海づくり水産開発ながさき, **106**, 1-4.
- 13) 草加耕司・後藤真樹・小見山秀樹・弘奥正憲, 2012: コウライアカシタビラム仔稚魚の飼育方法の検討, 岡山水研報告, **27**, 37-43.
- 14) 藤田矢郎・内田恵太郎, 1957: イヌノシタの卵発生と仔魚前期, 九州大学農学部学芸雑誌, **16**, 319-322.
- 15) 藤浪祐一郎・竹内宏行・津崎龍雄・太田博巳, 2003: アカアマダイ漁獲鮮魚から採取した精巣精子の運動活性と冷蔵保存, 日水誌, **69**, 162-169.
- 16) Gun Wook Baeck, 2003: Comparative fisheries ecology on three tonguefish species, genus *Cynoglossus*, from Yosu coast, Korea and the Seto Inland Sea, Japan, Graduate School of Biosphere Sciences Hiroshima University.
- 17) 真子 渺・田川 勝, 1958: 東海・黄海産イヌノシタの成熟産卵について, 西海水研報, **15**, 15-27.
- 18) 瀬戸内海水産開発協議会, 1997: 瀬戸内海のさかな, 74-75.
- 19) 広島県水産海洋技術センター, 2010: 広島水技セ事報2009(平成21)年度, 6.
- 20) 広島県水産海洋技術センター, 2011: 広島水技セ事報2010(平成22)年度, 4-5.
- 21) 広島県水産海洋技術センター, 2012: 広島水技セ事報2011(平成23)年度, 4-5.
- 22) 山田敏之・宮本廉夫・荒川敏久, 2003: 天然ホシガレイからの採卵, 長崎水試研報, **28**, 15-20.
- 23) 萱野泰久・何 玉環, 1997: キジハタ仔魚の初期摂餌と成長, 水産増殖, **45**, 179-188.
- 24) 與世田兼三・浅見公雄・福元麻衣子・高井良幸・黒川優子・川合真一郎, 2003: サイズの異なる2タイプのワムシがスジアラ仔魚の初期摂餌と初期生残に及ぼす影響, 水産増殖, **51**, 101-108.
- 25) 與世田兼三・照屋和久・菅谷琢磨・関谷幸夫, 2006: 初回摂餌の遅れがキジハタ *Epinephelus akaara* 仔魚の摂餌, 成長, および生残に及ぼす影響, 日水誌, **72**, 702-709.
- 26) 與世田兼三・團 重樹・藤井あや・黒川優子・川合真一郎, 2003: 異なった日周条件がスジアラ仔魚の初期摂餌, 初期生残および消化酵素活性に及ぼす影響, 水産増殖, **51**, 179-188.
- 27) 照屋和久・與世田兼三・岡 雅一・西岡豊弘・中野昌次・森 広一郎・菅谷琢磨・浜崎活幸, 2008: 光周期がハマタ仔魚の生残, 成長および摂餌に及ぼす影響, 日水誌, **74**, 645-652.
- 28) 有瀧真人, 2013: 飼育したカレイ科魚類の変態期に発現する形態異常とその防除に関する研究, 水研センター研報, **37**,

- 147-197.
- 29) 有瀧真人・太田健吾・堀田又治・田川正朋・田中 克,
2003:異なる飼育水温がホシガレイ仔魚の発育と変態に関連し
た形態異常の出現に及ぼす影響, 日水誌, **70**, 8-15.
- 30) 石黒貴裕・岩本俊樹, 2011:平成22年度自動観測装置による
水温と塩分の推移, 岡山水研報告, **26**, 26-27.