

## コウライアカシタビラメの採卵と仔稚魚の飼育

福澄 賢二・太刀山 透・深川 敦平  
 (研究部)

### Spawning and Larval Rearing in Three-line Tongue-sole, *Cynoglossus abbreviatus*

Kenji FUKUZUMI, Toru TACHIYAMA and Atsutoshi FUKAGAWA  
 (Research Department)

コウライアカシタビラメ *Cynoglossus abbreviatus* (Gray) はウシノシタ科に属し、日本近海では有明海、瀬戸内海、土佐湾、駿河湾とその隣接海域に分布している。有明海では漁業上重要な種であるが、近年は漁獲量が減少しており、種苗放流を含んだ資源増大が強く望まれている。

一方、本種の種苗生産技術に関しては、藤田ら<sup>1)</sup>、尾田・水戸<sup>2)</sup>、原田ら<sup>3)</sup>の報告があるが、まだ確立されておらず、不明な点も多い。特に、仔稚魚の飼育における初期減耗が激しく、その原因究明と対策が最大の課題となっている。

筆者らが採卵試験及び仔稚魚飼育試験を行ったところ、自然産卵によって大量の卵や有効な卵質評価の指標が得られ、少量ながら着底稚魚の生産にも成功した。さらに、初期減耗対策として摂餌開始期における仔魚の口径や給餌密度と摂餌の関係についても新たな知見を得たので報告する。

#### 方 法

##### 1. 採卵試験

1999年及び2000年の2カ年、表1に示す親魚を用いて採卵試験を行った。

親魚は、入手後直ちに屋内の5.5kℓ円形水槽に収容し、冷凍オキアミまたは活ゴカイを毎日1回、飽食給餌して

表1 供試親魚

試験年	1999	2000
採取場所	長崎県島原市沖	長崎県島原市沖
採取年月	'98.12	'99.12~'00.2
尾 数	♀ 40, ♂ 18	♀ 40, ♂ 30
全長 (収容時)	♀ 306±26mm ♂ 246±30mm	♀ 309±20mm ♂ 271±22mm
体重 ( " )	♀ 164±52g ♂ 74±29g	♀ 171±40g ♂ 97±28g

養成した。

採卵は、両年とも3月1日から産卵が終了するまでの期間、オーバーフロー水とともに排出される卵をネットで回収する方法によって行った。本種の産卵は夜間に行われるため、採卵ネットは夕刻設置し、卵の回収は翌朝9時に行った。

採集された卵は、一定時間静置して浮上卵と沈下卵に分離させ、それぞれの湿重量を計量し、浮上卵率を求めた。浮上卵については、卵径、油球径、油球数を30粒分計測するとともに、約200粒を1ℓビーカーに収容し、15℃に設定したインキュベーター内に静置してふ化率を調べた。さらに、その後の仔魚を1ℓビーカーに収容し、15℃のインキュベーター内で暗黒、無通気、無給餌の条件下に置き、死魚を毎日計数し、次に示す新聞・辻ヶ堂<sup>4)</sup>の方法により無給餌生残指数 (SAI) を求めた。

$$SAI = \frac{\sum_{i=1}^k (N - hi) \times i}{N}$$

N: 開始時の仔魚数

hi: i日目の累積へい死尾数

k: 生残尾数が0となるまでの日数

また、以上の方法で求められた採卵量、浮上卵率、卵径、油球数、油球体積の割合 (油球体積/卵体積)、ふ化率、SAI及び水温の相互の関連を調べ、卵質の評価指標の検討を試みた。

##### 2. 仔稚魚飼育試験

###### (1) 稚魚試験生産

'99年及び'00年の採卵試験で得られた浮上卵を用いて稚魚の試験生産を行った。

ふ化仔魚を1ℓまたは2ℓ円形水槽に収容して試験開始

とし、全数がヒラメ形への変態を完了して有眼側の体色が発達し、成魚と同様の形態となった段階で試験終了とした。換水量は開始直後は0.3回転/日とし、仔稚魚の成長に伴い3回転/日まで徐々に増加させた。通気は水槽中央にエアストーン1個を配置して微通気とし、水温は自然水温とした。

餌料としてS型シオミズツボワムシ（以下ワムシ）、アルテミア幼生（以下アルテミア）、配合飼料を仔稚魚の成長にあわせて順次投与した。ワムシ及びアルテミアについては、市販の栄養強化剤（商品名マリングロス）で栄養強化後に投与した。また、ワムシ給餌期間中は飼育水にナンノクロロプシスを50万cell/mlとなるよう毎日添加した。

(2) 初期減耗対策

筆者らが'98年に行った予備試験では、摂餌開始期のワムシ摂餌状況が著しく悪く、日齢10前後に大幅な減耗がみられた。この初期減耗の対策を検討するため、仔魚の摂餌可能サイズの推定と、ワムシ給餌密度と摂餌数の関係について調べた。

仔魚の摂餌可能サイズの推定は、代田<sup>5)</sup>の方法により、開口直後の日齢4~6の仔魚各20尾ずつ計60尾の上顎長を測定し、口径を上顎長 $\times\sqrt{2}$ で求め、口径 $\times 0.5\sim 0.75$ を摂餌可能サイズとした。

ワムシ給餌密度と摂餌数の関係については、'00年5月10日採卵分のふ化仔魚を100l黒色円形水槽に2,000尾ずつ収容し、ワムシ給餌密度を5, 20, 50, 100個体/mlに設定して観察を行った。飼育条件は自然水温、換水率は0.3回転/日、微通気とし、ナンノクロロプシスを50万cell/mlとなるよう毎日添加した。仔魚が開口する日齢3から給餌を開始し、日齢13までの期間、毎日9時と16時に各水槽から20尾ずつサンプリングし、光学顕微鏡下で消化管内のワムシ数を調べた。

また、各水槽の水質変化をみるために、NH<sub>4</sub>-N濃度を2日おきに測定した。

結果及び考察

1. 採卵試験

採卵結果及び飼育水温の推移を図1に示した。

'99年は、3月11日から5月12日にかけて26回採卵された。総採卵量は2,622gであり、うち浮上卵は1,457g、106万粒（平均卵数727粒/g）得られ、1日あたり最大で21万粒が得られた（4月20日）。採卵期間中の水温は11.7~20.2℃で推移した。

'00年は、4月5日から5月23日にかけて29回採卵され、

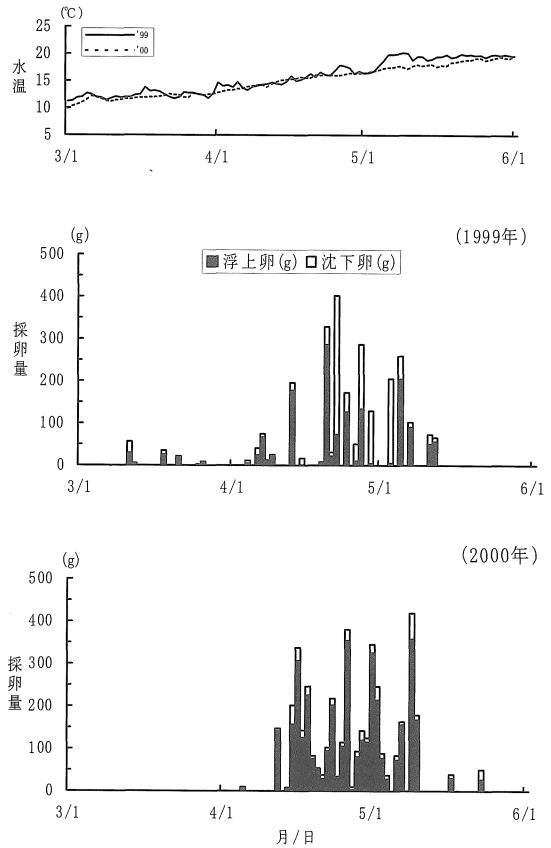


図1 採卵結果と飼育水温の推移

総採卵量は4,142g、うち浮上卵は3,687g、268万粒、1日あたり最大26万粒（5月9日）が得られた。期間中の水温は13.5~18.9℃で推移した。

'99年及び'00年の浮上卵率、卵径、油球数、油球体積の割合、ふ化率、SAIの推移を図2に示した。

このうち、卵径は採卵終期にかけて徐々に小型化する傾向がみられ、また、油球数も減少する傾向にあり、SAIは低下する傾向がみられた。しかし、浮上卵率、油球体積の割合、ふ化率については、時系列に対する一定の傾向はみられなかった。

これらの結果から、自然産卵による採卵方法によって、3~5月のうちの一定期間にわたって、大量の浮上卵が得られることが明らかとなった。

一方、浮上卵率とふ化率の平均値は、'99年が59.4%と62.5%、'00年が83.2%と72.9%であった。また、採卵された浮上卵の総量をメス1尾あたりに換算すると、'99年は2.7万粒、'00年は6.7万粒となり、卵の質、量ともに'00年のほうが優れていた。このことは、表1に示したとおり、'00年の親魚がのほうが大型であったことによっても考えられるが、各採卵日における産卵参加個体の識別が不可能であったため、正確なメス1尾あたりの産卵量や、親魚の大きさによる違いは不明である。また、オスの尾数や養成期間の違いによる影響についても同様であ

るため、使用する親魚の条件については、さらに検討を行う必要がある。

また、採卵された期間が'99年と'00年では異なるが、産卵期は水温の影響を大きく受けることが考えられるため、水温と産卵期との関係についても今後検討を要する。

'99年及び'00年の採卵量、浮上卵率、卵径、油球数、油球体積の割合、ふ化率、SAIの相互の関係のうち、相関関係が認められたものを図3に示した。

正の相関関係が、ふ化率と浮上卵率間 ( $r=0.60$ ,  $p<0.001$ )、卵径とSAI間 ( $r=0.37$ ,  $p<0.05$ ) で認められた。このことから、ふ化率の高い良質卵を得るための指標として、浮上卵率が有効であると考えられた。また、SAIは仔魚の活力判定に有効な指標であることがいくつかの魚種<sup>4) 6) 7)</sup> で明らかにされており、卵径が大きな卵からは、活力が高い仔魚が得られることが示唆された。

親魚水槽の水温と各項目との関係のうち、相関関係が認められたものを図4に示した。

水温とふ化率では正の相関 ( $r=0.40$ ,  $p<0.05$ )、SAIとでは負の相関 ( $r=-0.36$ ,  $p<0.05$ ) が認められ、ふ化率とSAIで相反する結果となった。このことから、ふ化率が高く、かつ活力 (SAI) が高い卵を得るためには、両者の回帰直線の交点である水温17.3℃前後の時期に採卵すればよいことが推察された。

## 2. 仔稚魚飼育試験

### (1) 稚魚試験生産

仔稚魚の飼育結果を表2及び表3に示した。

飼育終了時の生残率は、最も良かった系列でも0.7% ('00年)と全般的に低調で、全12系列のうち6系列は期間途中で全滅した。また、全ての系列において日齢10~15前後に大幅な減耗がみられた。この時期が無給餌条件下で飼育した場合に全滅する時期に一致するため、この減耗の要因は摂餌不良と考えられた。

'98年の予備試験で得られた仔稚魚の全長の推移を図5に、平均的な発育過程を図6に示した。

ふ化仔魚の大きさは、全長 $3.35 \pm 0.15\text{mm}$ 、脊索長 $3.26 \pm 0.16\text{mm}$ 、頭胴長 $1.27 \pm 0.06\text{mm}$ 、体高 $1.19 \pm 0.09\text{mm}$ 、卵黄長 $0.92 \pm 0.09\text{mm}$ 、卵黄高 $0.72 \pm 0.08\text{mm}$ であった。

筆者らと同じく長崎県島原市沖の親魚を用いた藤田ら<sup>1)</sup>は、ふ化直後の仔魚の全長は $3.31 \pm 0.10\text{mm}$ としており、本結果と同等であるのに対し、岡山県産を用いた尾田・水戸<sup>2)</sup>は $2.75 \sim 2.95\text{mm}$ と小型であり、有明海産と瀬戸内海産で地域的な差があることが考えられた。

また、ヒラメ形への変態個体は日齢30~38に出現し、日齢46~60には水槽中の全個体で変態が完了した。これらは変態と同時に遊泳生活から着生生活に移行した。

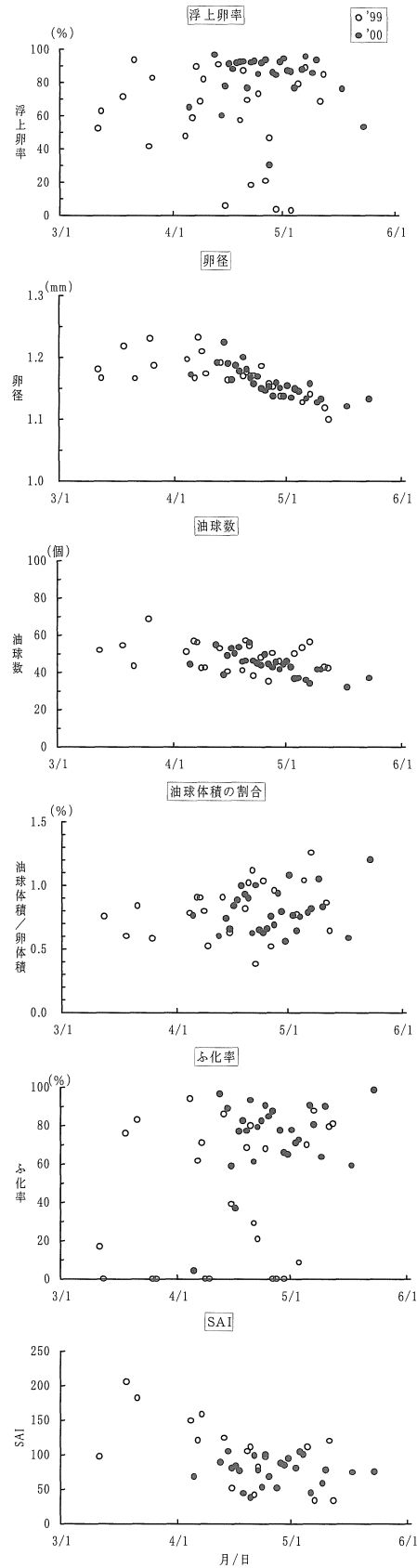


図2 卵質評価項目の推移

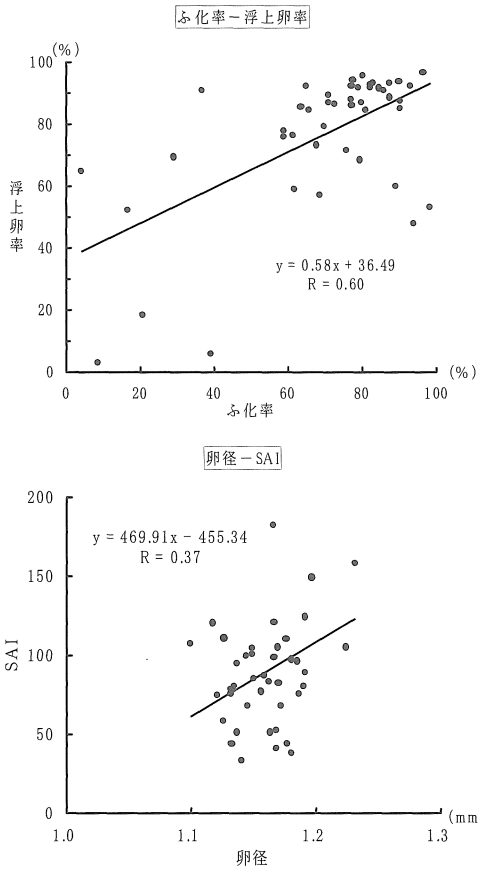


図3 ふ化率と浮上卵率，卵径とSAIの関係

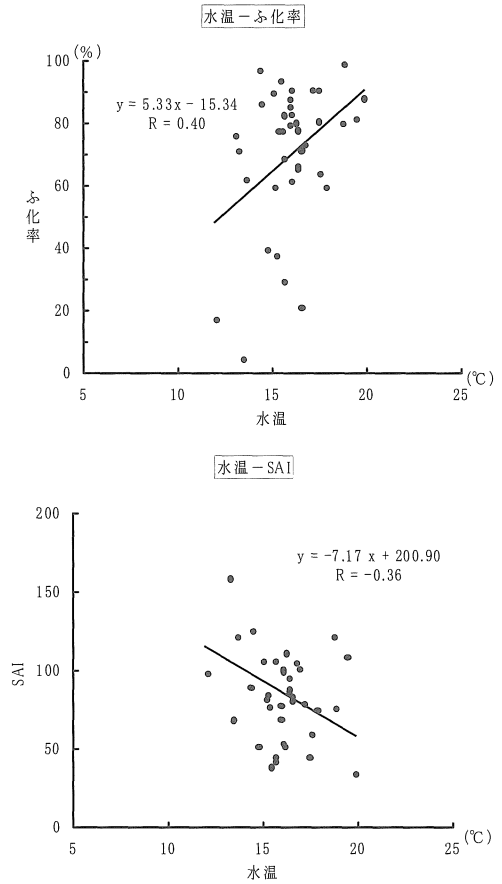


図4 親魚水槽水温とふ化率，SAIの関係

表2 1999年 仔稚魚飼育結果

水槽番号	1	2	3	4
採卵日	4/7	4/13	4/13	4/20
飼育期間(日数)	4/12~6/18(68)	4/17~6/18(63)	4/17~5/6(20)	4/25~5/11(17)
水槽容量	1.0kl	1.0kl	1.0kl	1.0kl
収容尾数	30,400	52,700	10,800	27,000
飼育水温	14.0~22.0℃	15.5~22.4℃	—	—
給餌期間 ワムシ (給餌密度)	日齢 4~51 (5個体/ml)	3~46 (5個体/ml)	3~19 (5個体/ml)	3~16 (5個体/ml)
配合飼料	日齢15~67	4~62	4~19	4~16
アルテミア	日齢20~67	18~62	—	—
着底開始	日齢38	33	—	—
着底終了	日齢52	46	—	—
試験終了時の生残尾数 (生残率)	49(0.16%)	68(0.13%)	0(0%) 日齢19に全滅	0(0%) 日齢17に全滅

表3 2000年 仔稚魚飼育結果

水槽番号	1	2	3	4	5	6	7	8
採卵日	4/12	4/18	4/19	4/20	4/26	4/26	5/7	5/10
飼育期間(日数)	4/16~6/16(62)	4/21~5/12(22)	4/22~5/9(18)	4/23~6/30(55)	4/29~6/30(63)	4/29~6/30(63)	5/10~5/26(17)	5/13~5/25(13)
水槽容量	2.0kl	2.0kl	1.0kl	1.0kl	1.0kl	1.0kl	1.0kl	2.0kl
収容尾数	62,200	54,400	23,200	30,100	31,700	25,100	18,900	45,400
飼育水温	14.2~21.2℃	—	—	—	—	—	—	—
給餌期間 ワムシ (給餌密度)	日齢 4~44 (10個体/ml)	4~22 (10個体/ml)	4~17 (5個体/ml)	5~22 (5個体/ml)	3~30 (5個体/ml)	5~30 (5個体/ml)	5~16 (5個体/ml)	4~12 (10個体/ml)
配合飼料	日齢17~62	—	—	10~54	10~62	10~62	—	—
アルテミア	日齢25~62	—	—	24~54	21~62	21~62	—	—
着底開始	日齢31	—	—	33	31	30	—	—
着底終了	日齢60	—	—	52	51	52	—	—
試験終了時の生残尾数 (生残率)	412(0.66%)	0(0%) 日齢21に全滅	0(0%) 日齢17に全滅	14(0.05%)	12(0.04%)	37(0.15%)	0(0%) 日齢16に全滅	0(0%) 日齢12に全滅

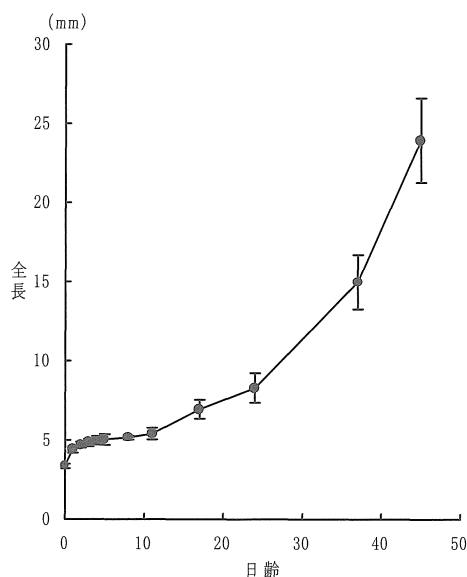


図5 全長の推移

(2)初期減耗対策

摂餌開始期（日齢4~6）における仔魚の口径と全長の関係を図7に示した。

この時期における仔魚の口径は統計上0.4~0.6mmとなった。仔魚が摂餌できるサイズについて、代田<sup>9)</sup>は口径の50~75%以下の大きさとしており、本種の仔魚にあてはめると0.2~0.3mm以下となる。一方、S型ワムシの背甲長は100~210 $\mu$ m（平均163.3 $\mu$ m）<sup>8)</sup>であることから、瀬戸内海産についての尾田・水戸<sup>2)</sup>の報告と同様に、有明海産の仔魚でも開口直後からS型ワムシはサイズの

摂餌が十分可能と考えられた。

ワムシ摂餌状況について、ワムシを摂餌していた仔魚の割合（群摂餌率）の推移を図8に、摂餌個体中の平均摂餌個数の推移を図9に示した。また、全ての試験区において、9時では摂餌がまだ不活発である傾向がみられたため、わかりやすいように16時の観察結果を抜きだしたものを図10及び図11に示した。また、各水槽のNH<sub>4</sub>-N濃度の推移を図12に示した。

5個体/ml区では群摂餌率が50%を超えることなく日齢11で全滅し、20個体/mlでは日齢10までは群摂餌率が40%を超えることがなかった。一方、50個体/ml区では日齢5以降、ほぼ50%を上回り、100個体/mlでは日齢6以降、ほぼ70%を上回っており、摂餌状況は比較的良好であった。また、平均摂餌個数についても、これに対応して、給餌密度が高いほど多い傾向がみられ、特に20個体/mlと50個体/ml間で大きな差がみられた。

海産魚の種苗生産におけるワムシ給餌密度は、マダイ、ヒラメ、クロダイ、スズキ、カサゴ等、多くの魚種で5個体/mlを基準としている<sup>9)</sup>。本種については、摂餌開始期の仔魚の口径はワムシを十分に摂餌できる大きさであるものの、ワムシ給餌密度は、5個体/mlでは全く不十分であった。このことから、本種の仔魚は、マダイ、ヒラメ等の仔魚とは摂餌生態が大きく異なることが考えられるが、詳細については不明である。いずれにしても、初期餌料としてワムシを用いる場合には、他の多くの海産魚に比べて、著しく高い密度で給餌する必要があると考えられた。

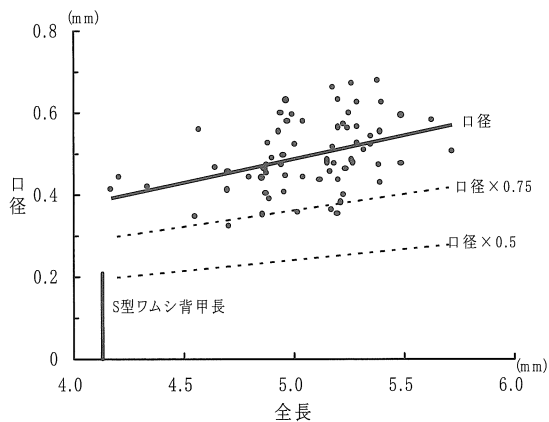


図6 摂餌開始期（日齢4～6）仔魚の口径と全長の関係

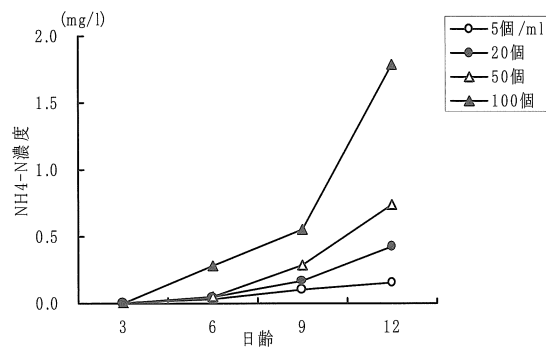


図11 各試験区アンモニア態窒素濃度の推移

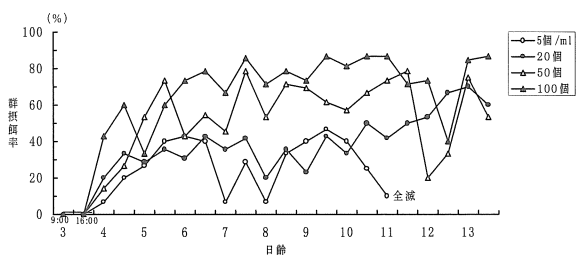


図7 群摂餌率の推移

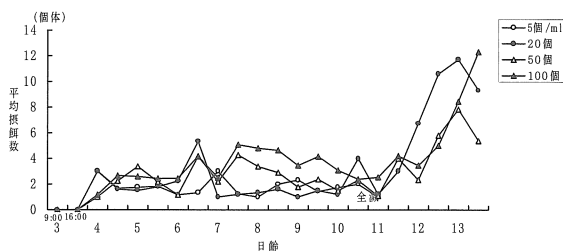


図8 摂餌個体中 平均摂餌個数の推移

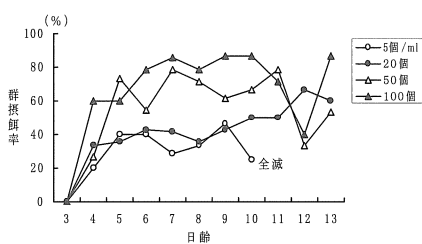


図9 群摂餌率の推移（16時）

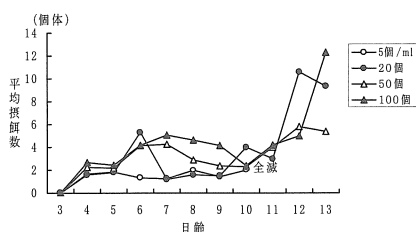


図10 摂餌個体中 平均摂餌個数の推移（16時）

その一方で、各水槽のNH<sub>4</sub>-N濃度は、給餌密度が高いほど増加の度合いが大きく、特に100個体/ml区では急激に増加している。ただし、本試験では各水槽のpHを測定していないので、毒性が強いとされる非解離の分子状NH<sub>3</sub>が仔魚に与えた影響の評価はできない。また、本種あるいは近縁種の仔魚のアンモニア耐性に関する知見もないが、他魚種の例<sup>10) 11)</sup>からみて、ワムシの給餌密度が50個/ml以上の飼育条件下では、通常、長期間の飼育は困難と考えられる。したがって、今後は本種仔魚のアンモニア耐性についても検討しつつ、給餌方法を含め、適正な飼育条件を検討していく必要がある。

### 要 約

- 1) コウライアカシタピラメの種苗生産技術を開発するため、長崎県島原沖産の親魚を用いて採卵試験及び仔稚魚飼育試験を行った。
- 2) 自然産卵による採卵方法で、大量の浮上卵が得られた。
- 3) 卵質に関する項目のうち、ふ化率－浮上卵率、卵径－SAI、水温－ふ化率で正の相関、水温－SAIで負の相関が認められ、浮上卵、卵径及び水温が卵質評価指標として有効であると考えられた。
- 4) 稚魚の生産において、摂餌不良が要因と考えられる初期減耗が激しく、生残率は0.7%以下であった。
- 5) 摂餌開始期の仔魚の口径は、S型ワムシを十分に摂餌できる大きさであった。
- 6) 飼育初期において、ワムシを初期餌料とした場合は、マダイやピラメ等に比べて著しく高い密度で給餌する必

要があると考えられた。

7) ワムシを高密度で給餌すると、飼育水中のNH<sub>4</sub>-N濃度が急激に増加するため、仔魚のアンモニア耐性を把握した上で飼育条件を検討する必要があると考えられた。

#### 文 献

- 1) 藤田矢郎ら：コウライアカシタピラメの成熟促進，卵発生と飼育による仔稚魚の形態，魚類学雑誌，33，304-315(1986)
- 2) 尾田正・水戸鼓：コウライアカシタピラメ仔魚の相対成長，摂餌可能サイズと適正塩分濃度，岡山県水産試験場報告，9，85-88（1994）
- 3) 原田和弘ら：コウライアカシタピラメの種苗生産試験，平成5年度兵庫県立水産試験場事業報告，137-138（1995）
- 4) 新聞脩子・辻ヶ堂諦：カサゴ親魚の生化学性状と仔魚の活力について，養殖研究所研究報告，2，11-20（1981）
- 5) 代田昭彦：魚類稚仔期の口径に関する研究，日水試，36，353-368（1970）
- 6) 虫明敬一・関屋幸生：シマアジふ化仔魚の活力判定の試み，水産増殖，41（2），155-160（1993）
- 7) 虫明敬一ら：ブリふ化仔魚の活力判定の試み，水産増殖，41（3）339-344（1993）
- 8) 大上皓久・前田讓：シオミズツボワムシの変異に関する研究-I，形態と大きさの変異について，昭和52年度日本水産学会春季大会講演要旨集，25（1977）
- 9) 田中克：海産仔魚の摂餌と生残-II，生残に必要な限界餌料密度の推定（1），海洋と生物，12（3-1），63-68（1981）
- 10) 城戸勝利ら：マダイ卵および仔稚魚の生産に及ぼすアンモニアの影響，水産増殖，39（4）353-362（1991）
- 11) 角埜彰・藤井一則：アンモニア耐性からみたマダイの種苗評価，養殖，36（10）74-76（1999）