

## 2 内水面増養殖技術試験

### (1) うなぎ養殖技術試験

#### 養殖環境調査

鈴木貴志・村井節子・中川武芳

キーワード；養鰻用水，水質

#### 目的

西尾市一色町は本県における主要な養鰻ウナギ生産地であり，その養殖業者のほとんどが養鰻専用の水道により取水された矢作川の河川水を使用していることから，その水質について定期的にモニタリングした。

#### 材料及び方法

毎月1回，養鰻用水の取水口で採取した用水について，pH は東亜ディーケーケー社製ガラス電極式水素イオン濃度指示計(HM-25R)を，アンモニア態窒素，亜硝酸態窒素及び硝酸態窒素の濃度は HACH 社製多項目迅速水質分析計(DR/2010)を使用して測定した。

#### 結果及び考察

調査結果を表及び図に示した。pHについては，1年を通じて特に大きな変動は見られなかった。無機三態窒素については，10月に最も高くなり，11月が最も低い濃度を示した。亜硝酸態窒素濃度は過去3年間と同様に，6月に高い値を示したが，ウナギの安全濃度10ppm<sup>1)</sup>を大きく下回ることから，成長に影響ないと考えた。

#### 引用文献

- 1) 野村 稔(1982) 淡水養殖技術，恒星社厚生閣，東京，pp127.

表 養鰻用水の水質調査結果（平成27年度）

単位：mg/L

測定月日	4月1日	5月7日	6月1日	7月3日	8月3日	測定なし	10月5日	11月4日	12月4日	1月5日	2月2日	3月2日
pH	7.27	7.27	7.42	7.19	7.87	-	7.26	7.42	7.35	7.41	7.40	7.24
アンモニア態窒素濃度	0.02	0.16	0.23	0.28	0.04	-	0.10	検出限界値以下	0.05	0.09	0.03	0.04
亜硝酸態窒素濃度	0.002	0.012	0.022	0.009	0.010	-	0.001	0.001	0.001	0.003	0.005	0.019
硝酸態窒素濃度	0.8	1.3	1.3	1.1	1.0	-	1.5	0.6	0.7	0.9	0.8	0.9
無機三態窒素濃度	0.822	1.472	1.552	1.389	1.050	-	1.601	0.601	0.751	0.993	0.835	0.959

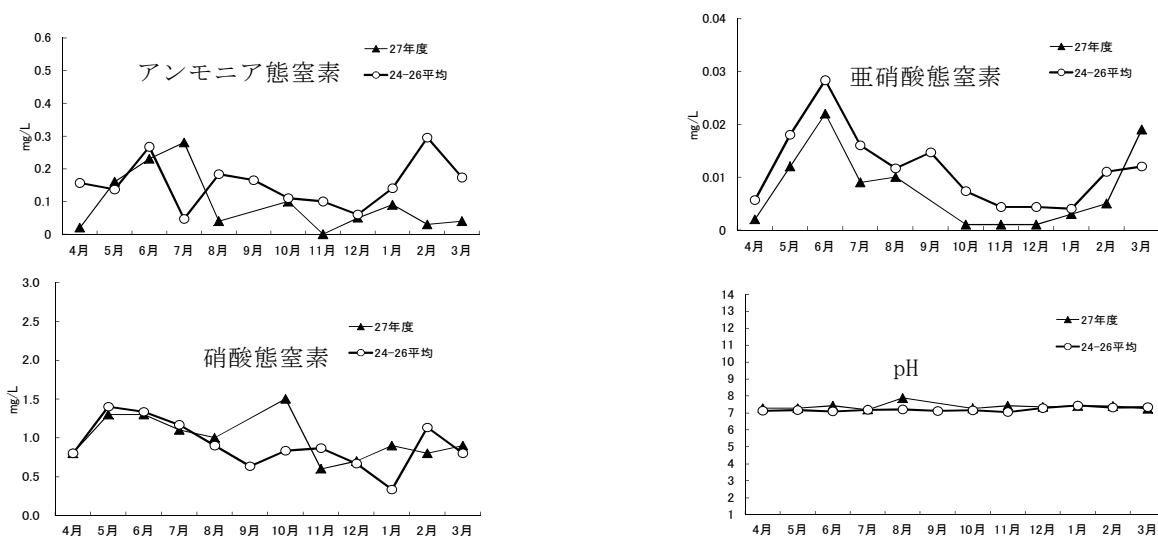


図 測定項目の経月変化

# 優良放流ウナギ養成試験

鈴木貴志・岩田友三・富山 実

キーワード；ウナギ，放流，雌化，成熟

## 目 的

養鰻業界を始めとして全国各地でウナギ資源の増大を目的とした放流が実施されている。しかし、放流されるウナギの多くは養殖されたものであるため、性比が雄に偏っているなど、天然魚と異なっていることが指摘されている。

このため、雌比率を高めて雌雄比が天然に近い放流用ウナギを育成する手法を検討した。

## 材料及び方法

### (1) 養殖ウナギの性比調査

過去の報告<sup>1)</sup>からウナギはその飼育環境によって性比が異なる事が考えられたため、飼育条件の異なる複数のウナギ養殖業者から出荷されたウナギの雌雄を確認し、雌出現率の高い飼育方法を調査した。調査対象は、平成 27 年 4 月から 12 月にかけて一色うなぎ漁業協同組合へ出荷されたウナギで、11 業者 13 回の計 473 尾であった。サンプリングしたウナギは、体重及び全長を測定した後、開腹して生殖腺の形態を目視または実体顕微鏡で観察し、雌雄を判別した。

### (2) 雌ウナギ養成試験

給餌量の制限による成長抑制、餌付け水温、隠れ処の有無等の飼育条件がウナギの性比に影響があるか飼育実験により検証した(表 1)。供試魚は平成 26 年 4 月 23 日に一色うなぎ漁業協同組合より購入した平均体重 0.2g のシラスウナギ(愛知県産)を用いた。20℃、28℃で 30 日間餌付けした後、0.8t 容 FRP 水槽(縦×横×有効水深=160cm×100cm×35cm)に各 200 尾収容し、給餌量は高成長区に対して低成長区①、②、③は 3 分の 1、低成長区④は 5 分の 1 とし、飼育水温は 20℃を下回らないようにブラボードヒーターで調整した。また、共食い防止及びストレス軽減のため、長径 3~10cm の石を詰めたプラスチック製のカゴ(40cm×28cm×7cm、目合い 1.2cm×1.2cm)を隠れ処として低成長区③を除く試験区に設置した。10 月に各試験区から無作為に 30 尾、平成 27 年 4 月以降は定期的に選別をして 50g 以上の個体について開腹して性比を確認した。

表 1 雌ウナギ養成試験の飼育条件

	給餌量	餌付け水温	隠れ処
高成長区	飽食	28℃	有り
低成長区①	高成長区の1/3	20℃	有り
低成長区②	高成長区の1/3	28℃	有り
低成長区③	高成長区の1/3	28℃	無し
低成長区④	高成長区の1/5	28℃	有り

### (3) 成熟度向上試験

季節的な水温変動が成熟に影響を与えるか検証した。供試魚には加温ハウスで養殖している X 養魚場と露地池で養殖している Y 養魚場から出荷された 500g 以上のウナギを用いた(表 2)。平成 26 年 6 月に X 養魚場のウナギを水試の 24℃に加温したハウス養成池(縦×横×有効水深=6.2m × 2.8m × 0.40m)と露地池(縦×横×有効水深=4.9m × 3.9m × 0.36m)へ各 45 尾、Y 養魚場のウナギを水試の露地池へ 45 尾収容し、平成 26 年 8 月、10 月、12 月、平成 27 年 3 月、5 月、7 月に無作為に 3~13 尾取上げて生殖腺重量指数(GSI)を計測するとともに、終了時(平成 27 年 7 月)に取り上げた個体については鱗や体色等の外部形態を観察し、天然ウナギの成熟段階(Y1~S2)<sup>2)</sup>と比較した。

表 2 成熟度向上試験の養成条件

	供試魚		試験区	
	養魚場	養殖環境	養成環境(水試)	水温
試験区 I	X 養魚場	加温ハウス	加温ハウス	24℃以上
試験区 II			露地池	自然水温
試験区 III	Y 養魚場	露地池		

## 結果及び考察

### (1) 養殖ウナギの性比調査

調査したウナギの雌比率は 0~52.8%で、露地池で低成長魚を種苗とした業者 G が最も高かった(表 3)。また、飼育期間が 365 日未満の雌比率は 2.1%(n=193)、365 日以上では 31.1%(n=280)であり、長期間養殖された成長の遅いウナギに雌が多い傾向がみられた。このことから、放流用ウナギを選ぶ際に養殖期間を考慮することで、放流するウナギの雌比率を高めることができる可能性が考えられた。

表3 養殖ウナギ性比調査

業者	種苗由来	飼育期間(日)	養殖形態	検体数	雌比率(%)
A	シラスウナギ	361	加温ハウス	31	3.2
B	低成長魚	495	加温ハウス	30	10.0
C	シラスウナギ	467	加温ハウス	35	45.7
A	シラスウナギ	388	加温ハウス	36	2.8
D	シラスウナギ	244	加温ハウス	20	0
E	シラスウナギ	270	加温ハウス	20	0
F	シラスウナギ	285	加温ハウス	20	0
G	低成長魚	1,260	露地池	53	52.8
H	シラスウナギ	531	加温ハウス	85	29.4
I	シラスウナギ	617	加温ハウス	41	17.1
J	シラスウナギ	295	加温ハウス	48	6.3
A	シラスウナギ	216	加温ハウス	30	0
K	シラスウナギ	308	加温ハウス	24	0

(2) 雌ウナギ養成試験

飼育試験は12月までに行い、生残率は高成長区の62.2%に対して、低成長区が37.3~44.6%と低く、飼育期間中に病気等の発生はなかったことから、餌不足による共食いが低成長区の生残率低下の原因と考えられた(表4)。雌雄判別の結果、高成長区の雌出現率は2.9%、低成長区は0~4.7%と差はみられず、成長を遅くするだけでは雌出現率を高めることはできなかった。また、餌付け時の水温の違い、隠れ処の有無についても雌出現率への影響はみられなかった。しかし、少数ではあるが雌が出現した試験区もあることから、今後は生残率を低下しない対策をしながら、飼育密度や他の環境要因等についても検討していく必要がある。

表4 雌ウナギ養成試験の結果

試験区	供試魚数	生残率(%)	出現率(%)		
			雄	雌	不明
高成長区	195	62.2	81.2	2.9	15.9
低成長区①	201	37.3	71.7	1.1	27.2
低成長区②	199	43.9	75.2	0	24.8
低成長区③	195	36.6	64.7	4.7	30.6
低成長区④	197	44.6	68.0	2.0	30.0

(3) 成熟度向上試験

養成は平成26年6月から平成27年7月まで行った。GSIは試験開始時点では露地池で養成されていたウナギが加温ハウス池で養成されていたウナギよりも高かったが、試験開始6カ月後から露地池で養成した試験区Ⅱと試験区Ⅲでは差は見られなくなった(図1)。一方、試験開始時に露地池と加温ハウス池に分けて養成を開始した試験区Ⅰと試験区Ⅱでは、3カ月後から差が生じ始め、6カ月後から終了時までには試験区ⅡのGSIは試験区Ⅰの約1.3倍であった。終了時に試験区Ⅰと試験区Ⅲの間に有意差が見られ(Kruskal Wallis test,  $p < 0.05$ )、試験区Ⅰと試験区Ⅱ、試験区Ⅱと試験区Ⅲの間には有意差はみら

れなかった。また、終了時に取り上げた個体の胸鰭や体色等を天然ウナギの成熟段階を指標として分類した結果、S1以上の個体の割合は試験区Ⅰが63.6%、試験区Ⅱが62.5%、試験区Ⅲが69.2%と各試験区で差はみられず、大型の養殖ウナギでは60%以上がS1であると考えられた(図2)。このことから、水温や水質等が安定している加温ハウスで養成するよりも、季節的な水温変動等の刺激を受ける露地池で長期間飼育することで、体色等の外部的には差は見られないものの、内部的には成熟が進む可能性が考えられた。また、本試験の結果から、加温ハウスで養殖されたウナギを放流する場合、放流日の3~6カ月間前から露地池等の自然水温となる環境で馴致すると、池上げ直後に放流するよりGSIが約1.3倍高い状態で放流できる可能性が示唆された。

なお、本試験は水産庁委託事業「平成27年度放流用種苗育成手法開発事業」によって実施し、詳細は事業報告書に記載した。

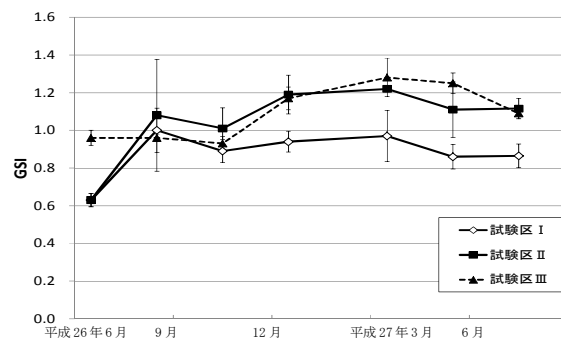


図1 GSIの経時変化

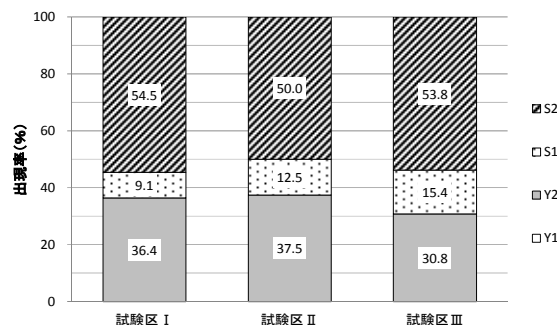


図2 外部形態の違い

引用文献

- 1) 鈴木貴志・岩田友三・富山 実 (2015) 優良放流ウナギ養成試験. 平成26年度愛知県水産試験場業務報告, 20-21.
- 2) Okamura A, Yamada Y, Yokouchi K, Horie N, Mikawa N, Utoh T, Tanaka S and Tsukamoto K (2007) A silvering index for the Japanese eel *Anguilla japonica*. Environ Biol Fish, 80, 77-89.

## (2) うなぎ人工種苗量産化技術開発試験

### ウナギ仔魚量産化試験

岩田友三・鈴木貴志・中川武芳・村井節子

キーワード；ウナギ，人工種苗生産，微粒子飼料

#### 目的

ウナギの養殖種苗は天然のシラスウナギに依存しているが、最近の漁獲量は減少傾向にあり、種苗の安定確保が養鰻業界にとって大きな課題になっている。一方、ウナギの人工種苗生産は小型水槽での飼育が可能になっているが、開発されたサメ卵を主成分とするポタージュスープ状(以下スープ状)の餌料は水質の悪化を招くために高換水飼育が必要であり、大型水槽で大量の種苗を生産するまで至っていない。

天然のウナギ仔魚は、細菌等で分解過程にある有機懸濁物いわゆる「マリンスノー」を摂餌していることが推測されている。そこで、スープ状餌料と異なる粒子状の飼料を開発し、ウナギ種苗の量産化を目指す。

#### 材料及び方法

雌親魚はEstradiol-17 $\beta$ を投与して当所で雌化・養成したウナギ(平均体重603g)を使用した。雌親魚は海水馴致後、3m<sup>3</sup>水槽に約15尾収容し、サケ脳下垂体を20mg/kgで1回/週で注射して水温17.5℃で催熟を行った。最終成熟のために17 $\alpha$ -OHPを3mg/kgで投与してから15時間経過以降に採卵し、人工授精を行った。得られた受精卵を水温25℃で管理して、ふ化1週間後に開口した仔魚を供試魚として用いた。

日本農産工業(株)から提供を受けた微粒子飼料及び摂餌が確認されているサメ卵(スープ状)各0.1mLをシャーレに収容したウナギ仔魚(8日齢)に給餌し、30分後に消化管を顕微鏡下で観察し、充満度を5段階に類別した。試験中の水温は24℃に設定した。なお、微粒子飼料は生理食塩水に懸濁した後に静置し、その沈殿物をシャーレ底面に静かに添加した場合をスープ状と称し、再懸濁して添加した場合を分散状と称した。

また、飼料の有効性を調べるため、8日齢のウナギ仔魚を300mLの小型ボール水槽に40尾収容し、微粒子飼料を4回/日給餌して飼育を行った。なお、給餌を行わない無給餌飼育を対照とした。

#### 結果及び考察

ウナギ仔魚に微粒子飼料(スープ状)を給餌したところ、サメ卵と同程度に摂餌することが確認された(図1, 図2)。一方、同じ微粒子飼料でも分散状にすると、ウナギ仔魚はほとんど摂餌できないことが明らかになった。

この微粒子飼料をスープ状の給餌方法で飼育した結果を図3に示した。無給餌区は11日齢で全ての仔魚がへい死した。微粒子飼料を給餌した試験区では生存尾数の低下が緩やかであったが、12日齢ですべてへい死した。微粒子飼料の給餌では、生存期間の延長等の飼料の効果を確認することはできなかった。

今回給餌した微粒子飼料では、仔魚は摂餌するものの消化吸収が悪いことが考えられ、今後は消化吸収される飼料を検討する必要がある。

なお、本試験は愛知県養鰻漁業者協会からの委託事業、日本農産工業(株)との共同研究として実施した。

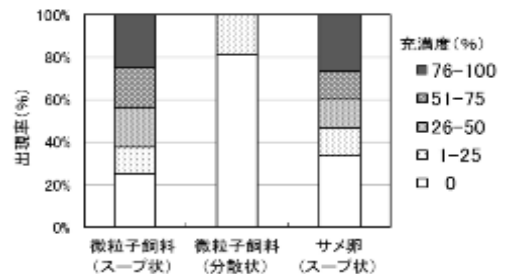


図1 微粒子飼料の摂餌率

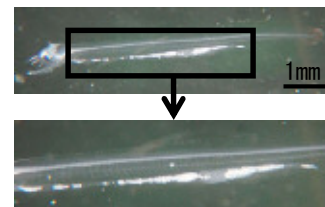


図2 微粒子飼料を摂餌したウナギ仔魚

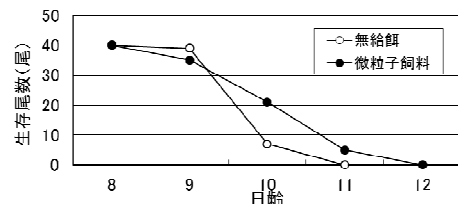


図3 微粒子飼料給餌による生存尾数の変化

### (3) 内水面増養殖指導調査

#### 河川漁場調査 (豊川中下流域漁場のアユ資源調査)

高須雄二・市來亮祐・青山裕晃

キーワード；豊川，アユ，遡上，流下，体サイズ，生息密度

#### 目的

天然アユが遡上する豊川の中下流域の漁場において、天然資源の実態を把握した上で人工種苗放流量を適切に管理することにより、河川収容力に見合う生産性を実現することが可能となる。これらを検証する基礎資料として、アユ資源状況の把握を行った。

#### 材料及び方法

##### (1) 遡上魚調査

平成 27 年 4 月 2 日より、牟呂松原頭首工の魚道内においてアユの遡上が確認できるまで、概ね 2 日おきに目視により確認した。その後、月に 1, 2 回の間隔でまとまった遡上のあるときに遡上魚の採捕を引っ掛け釣りにより行い、全長、体長及び体重を測定した。

##### (2) 流下仔魚調査

豊橋河川事務所と調整して、調査日は平成 27 年 10～12 月に概ね 7 日間隔に設定した。流下仔魚の採集方法は既報<sup>1)</sup>に準じ、仔魚の採捕は流下の集中する 18 時、20 時に行った。また、流下の最盛期と思われる 10 月下旬に 2 時間間隔で 24 時間採捕して、1 日あたりの流下尾数を求めた。調査地点は行明の左岸側流心付近に設定し、横断方向の流下仔魚密度を補正するため、別に右岸側に調査点を 1 点設けた。また、年間の流下仔魚総数は、豊橋河川事務所の流下仔魚密度のデータとともに、暫定河川流量値(国土交通省豊橋河川事務所)を用いて推定した。

##### (3) 友釣りで採捕したアユの体サイズと生息密度

6 月 15 日、牛瀧の漁場で友釣りによりアユを採捕し、全長、体長及び体重を測定した。放流魚の判別には平成 27 年度の天然遡上魚と人工放流魚種苗の下顎側線孔及び側線上横列鱗数の測定値から求められた表 1 の判別基準を用いた。

牛瀧の漁場は長篠発電所えん堤及び大野頭首工、牟呂松原頭首工で囲まれていることから、漁場内の生息密度を(遡上魚数+放流魚数)÷流域面積で求めた。遡上魚数は(1)の遡上魚調査から、放流魚数は愛知県内水面漁業

協同組合連合会の調査資料から求めた。流域面積は平成 23 年度に川幅等を測定して算出した数値を使用した(未発表)。

#### 結果及び考察

##### (1) 遡上魚調査

遡上は 4 月 17 日まで見られず、4 月 18 日に始まって 6 月 10 日まで続き、6 月 28 日には見られなくなった。遡上状況は 4 月下旬には大型群が遡上し、5 月以降大型群と小型群が混合して遡上していた(図 2)。豊橋河川事務所の調査データによれば、牟呂松原頭首工の魚道を遡上したアユは約 128 万尾と推定された。



図 1 調査地点

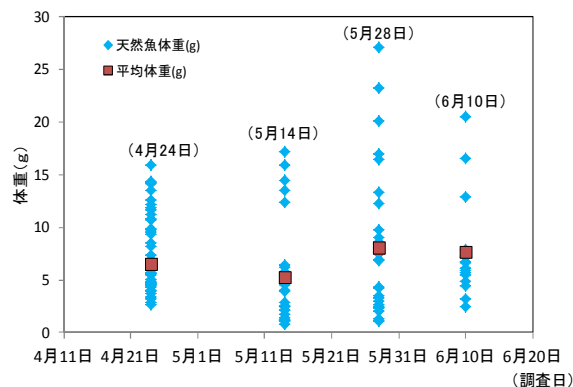


図 2 遡上アユの大きさの変化(放流魚を除く)

表1 天然遡上魚と人工放流種苗の判別基準

		下顎側線孔配列	
		正常	異常
鱗数	17枚以上	天然遡上魚	天然遡上魚
	16枚	天然遡上魚	人工放流種苗
	15枚以下	人工放流種苗	人工放流種苗

※下顎側線孔配列は4対でズレなしを正常、それ以外を異常とする

(2) 流下仔魚調査

9月8日の台風の通過に伴う出水により、早く水温が低下し、10月初旬より仔魚の流下が見られた。国土交通省 水文水質データベース (<http://www1.river.go.jp/>, 平成26年10月31日)によれば、石田観測所(新城市庭野)での水位は、平水よりも約3.0m高く、当古観測所(豊川市当古町)の水温の9月の平均水温は20.7℃と例年の23.6℃(平成21~26年平均)より2.9℃低かった。

流下のピークは10月下旬(24時間調査時の10月23~24日)に見られ、例年より1週間ほど早かった。横断方向について、右岸の流下密度は左岸側流心の流下仔魚密度よりも低かったため、平均流下密度は左岸流心の約0.6倍で補正した。また、この調査結果から1日の流下仔魚数を算出し、豊橋河川事務所の調査結果も合わせた1日の流下仔魚数の推移を図2に示した。これから推定した平成27年の総流下仔魚数は約4億7千万尾で平年並みであった。

(3) 友釣りで採捕したアユの体サイズと生息密度

友釣りで採捕された個体の全長、体重及び人工放流種苗の割合を表3に示した。人工放流種苗の割合は7.3%で、採捕個体の9割は天然遡上魚であった。

平成27年度の生息密度は、遡上魚数と放流魚数の合計

約131.6万尾、流域面積約73.7万㎡から、約1.8尾/㎡とされた。平成24年度からの生息密度と、解禁直後に友釣りで採捕したアユの平均魚体重について図3に示した。生息密度が高くなるほど、魚体サイズは小さくなる傾向が見られ、天然遡上魚に見合った放流種苗の数や放流手法の検討していく必要があると考えられた。

表2 体サイズと人工放流種苗の割合

採捕日	採捕数(尾)	全長(cm)	体長(cm)	体重(g)	人工放流種苗(%)
6月15日	41	13.8±2.2	11.3±1.9	21.2±11.4	7.3

漁場：牛瀨(友釣り) ※全長、体長、体重の値は平均値±標準偏差

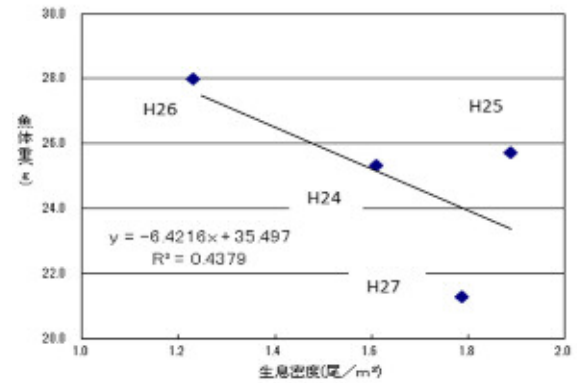


図3 生息密度と漁獲したアユの体サイズの関係(平成24~27年度)

引用文献

- 1) 中嶋康生・鈴木貴志・服部克也(2011)豊川におけるアユ資源モニタリング調査. 平成20年度愛知県水産試験場業務報告, 32-33.

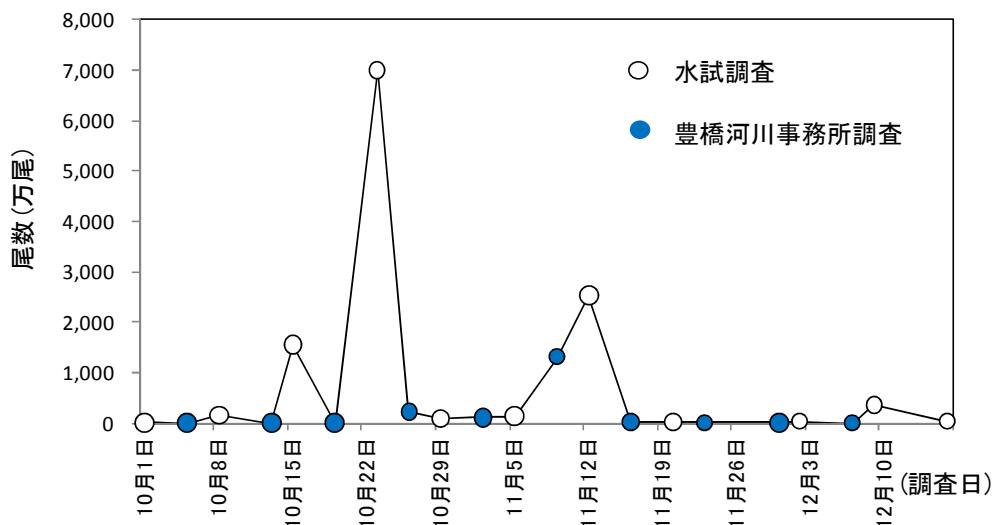


図3 調査期間中の1日当たりの推定流下仔尾数の推移

# 河川漁場調査 (豊川中流域におけるアユ漁場モニタリング)

高須雄二・市來亮祐・青山裕晃

キーワード；豊川，アユ，付着藻類，水温，水位

## 目 的

豊川の中流域におけるアユ漁場の漁場環境をモニタリングするため、豊川の水溫、水位の変化、東上前（友釣り漁場）のアユの生息密度、付着藻類の現存量を調査した。

## 材料及び方法

平成 27 年 6～9 月まで概ね各旬 1 回、東上前において付着藻類量を代表すると考える強熱減量及びアユの生息密度を既報<sup>1)</sup> に準じて調査した。出水などを示す河川流況については石田観測所の水位データ及び当古観測所の水温データを国土交通省の水文水質データベース (<http://www1.river.go.jp/>平成 27 年 12 月 10 日) から入手した。なお、水位データは確定値であり、水温データは暫定値である。

## 結果及び考察

結果を表、図に示した。7 月上旬、9 月上・中旬の調査では水位が高く欠測した。付着藻類量は解禁当初の 6 月上旬には  $10.4\text{g}/\text{m}^2$ 、8 月上旬には  $9.7\text{g}/\text{m}^2$  と高く推移したが、平均すると  $7.4\text{g}/\text{m}^2$  と、平成 26 年度と同程度であった。潜水目視によるアユの平均生息密度は  $0.6$  尾/ $\text{m}^2$

と平成よりも低く、遊漁者の聞き取り結果とも一致した。水温については、9 月以降の降雨が多く、平成よりも早く水温が低下したため、平成よりも 1 週間程度産卵の開始が早かった。<sup>2)</sup>

表 平成 25～27 年のアユ生息密度、付着藻類量及び水温

項 目	平成25年	平成26年	平成27年
東上前での潜水目視法によるアユ平均生息密度 (尾/ $\text{m}^2$ )	0.8	1.0	0.6
東上前における付着藻類 平均強熱減量 ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	8.4	7.4	7.4
当古における5月の平均水温 (°C) 暫定値	19.4	18.5	20.5
当古における6月の平均水温 (°C) 暫定値	22.6	23.4	23.1
当古における7月の平均水温 (°C) 暫定値	26.1	25.2	22.1
当古における8月の平均水温 (°C) 暫定値	28.6	24.6	25.5
当古における9月の平均水温 (°C) 暫定値	25.0	22.0	20.7

## 引用文献

- 1) 中嶋康生・鈴木貴志・服部克也(2011)豊川中流域における付着藻類調査. 平成 22 年度愛知県水産試験場業務報告, 32-33.
- 2) 高須雄二・市來亮祐・青山裕晃(2016)河川漁場調査(豊川中下流域漁場のアユ資源調査). 平成 27 年度愛知県水産試験場業務報告, 25-26.

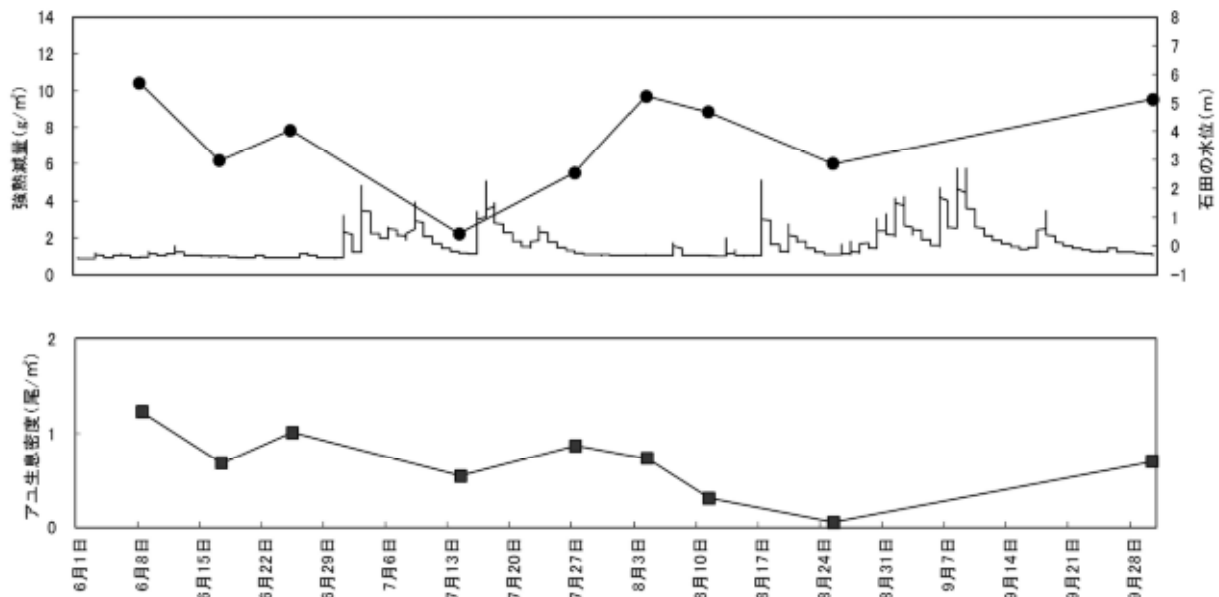


図 東上前における付着藻類量（強熱減量）、石田における水位、アユ生息密度

## 養殖技術指導

(内水面養殖グループ) 向井良吉・富山 実・岩田友三  
鈴木貴志・中川武芳  
(冷水魚養殖グループ) 青山裕晃・高須雄二・市來亮祐  
(観賞魚養殖グループ) 宮本淳司・白木谷卓哉・荒川純平

キーワード；養殖，技術指導，魚病診断，グループ指導

### 目 的

内水面養殖業においては，魚病による被害を始め様々な問題が発生しており，近年これらは複雑化・多様化の様相を呈している。

これらの諸問題に対処するため，飼育管理による病害防除，魚病診断による適切な治療処置等，養殖全般にわたる技術普及を，グループ指導，個別指導等により実施した。

### 方 法

内水面養殖業に関する技術指導として，内水面漁業研究所（内水面養殖グループ）がウナギ及びアユを主体に三河地域を，三河一宮指導所（冷水魚養殖グループ）がマス類を主体に三河山間地域を，弥富指導所（観賞魚養殖グループ）が観賞魚を主体に海部地域をそれぞれ担当して行った。技術指導の内容は，養殖業者からの魚病等に関する相談への対応，研究会等のグループ指導の他，一般県民からの内水面増養殖等に関する問い合わせへの対応及び輸出衛生証明書の発行であった。

### 結 果

平成 27 年度技術指導の項目別実績は表 1 のとおりであった。このうち魚病診断結果については，表 2 に取りまとめた。また，輸出観賞魚衛生証明書の発行実績を表 3 に示した。

グループ別に実施した指導概要は次のとおりであった。  
(内水面養殖グループ)

ウナギとアユを中心に養殖技術指導を行った。魚病診断件数は 2 件で，内訳はウナギ 1 件，アユ 1 件であった。魚病の主な内訳は，ウナギではカラムナリス病が 1 件，アユではレンサ球菌症が 1 件であった。

また，一色うなぎ漁協，豊橋養鰻漁協で実施している水産用医薬品簡易残留検査に用いる *Bacillus subtilis* ATCC6633 の芽胞希釈液 80 mL（800 検体分）を配布した。この他，一色うなぎ研究会に 7 回出席し，助言指導及び

技術の普及伝達に努めた。本年度の一般県民からの問い合わせは 15 件であった。

(冷水魚養殖グループ)

主にニジマス及び在来マス等の冷水魚を対象に養殖技術指導を行った。魚病診断件数は 19 件で，マス類 18 件，コイ 1 件であった。マス類の魚病の主な内訳としてウイルス感染は 8 件で内 IPN7 件と IHN 1 件，細菌症は冷水病 1 件，混合感染は 5 件で内 IHN と冷水病 4 件，IHN とせっそう病が 1 件，寄生虫は白点病 1 件であった。コイでは不明 1 件であった。また，養鱒研究会に 4 回出席し，養殖技術，防疫対策について助言指導を行った。本年度の一般県民からの問い合わせは 3 件であった。

(観賞魚養殖グループ)

主にキンギョ等の観賞魚を対象に養殖技術指導を行った。魚病診断件数は 47 件で，内訳はキンギョ 45 件，メダカ 2 件であった。魚病の主な内訳は，キンギョでは，寄生虫症 27 件，キンギョヘルペスウイルス症 7 件，混合感染では細菌症と寄生虫症 2 件，細菌症、寄生虫症とキンギョヘルペスウイルス症 1 件，不明が 8 件であった。メダカでは，寄生虫症 1 件，不明が 1 件であった。この他，金魚研究会に 8 回出席し，情報交換，助言指導及び技術の普及伝達に努めた。本年度の一般県民からの問い合わせは 9 件あり，ほとんどがキンギョの飼育相談であった。その他，金魚日本一大会(10 月 25 日)、水産試験場公開デー (10 月 31 日)，農業総合試験場公開デー(11 月 7 日)において金魚相談コーナーを設置し 36 件の相談に対応するとともに，弥富市総合社会教育センターで公開飼育講座「金魚の学校」を開催(6 月 27 日)し，親子 107 組 283 名に金魚の歴史や飼育法などについて講義した。また，ニシキゴイ及びキンギョの輸出衛生証明書の発行件数は 47 件であった。



表1 養殖技術指導

(件)

	内水面養殖グループ	冷水魚養殖グループ	観賞魚養殖グループ	計
魚病診断	2	19	47	68
グループ指導	7	4	8	19
一般問合わせ	15	3	45*	63*
計	24	26	100*	144*

\* 金魚日本一大会、水産試験場公開デー及び農業総合試験場公開デーの金魚相談コーナーでの相談（36件）を含む

表2 魚病診断結果

(件)

	内水面養殖グループ				冷水魚養殖グループ			観賞魚養殖グループ		
	ウナギ	アユ	その他	小計	マス類	その他	小計	キンギョ	その他	小計
ウイルス	—	—	—	—	8	—	8	7	—	7
細菌	1	1	—	2	1	—	1	—	—	—
真菌	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鰓異常	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
混合感染*	—	—	—	—	5	—	5	3	—	3
寄生虫	—	—	—	—	1	—	1	27	1	28
水質・環境	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
その他	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
異常なし	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
不明	—	—	—	—	3	1	4	8	1	9
計	1	1	0	2	18	1	19	45	2	47

\* 細菌+寄生虫+ウイルス, 細菌+寄生虫 他

表3 輸出衛生証明書発行実績

魚種	輸出先国	件数	尾数	内容
ニシキゴイ	タイ	15	2,620	KHV, SVC
	チェコ	8	295	KHV, SVC
	ドイツ	4	368	KHV, SVC
	ベトナム	3	2,448	KHV, SVC
	ベルギー	2	12	KHV, SVC
	マレーシア	4	1,178	KHV, SVC
	台湾	1	2,450	KHV, SVC
	計	30	9,371	—
キンギョ	アメリカ	3	1,086	SVC
	イギリス	3	685	SVC
	イタリア	2	3,412	SVC
	オランダ	1	189	SVC
	シンガポール	3	750	SVC
	タイ	4	659	SVC
	マレーシア	1	66	SVC
	計	17	6,847	—
全 体		47	16,218	—

# 海部地区養殖河川水質調査

荒川純平・白木谷卓哉・宮本淳司

キーワード；海部地区，養殖河川，水質

## 目的

海部地区では内水面の利用度が高く，区画漁業権等による内水面養殖が古くから行われている。河川周辺域の都市化に伴い水質が悪化し，水質保全が強く求められていることから，海部農林水産事務所農政課と観賞魚養殖グループが主体となって，海部地区の養殖河川について定期的に水質調査を実施した。

## 材料及び方法

調査の時期，回数及び各河川の調査点数について，表1に示した。

各調査点において，水色，透明度，水深，水温，pH及び溶存酸素量を測定した。なお，水温，pH，溶存酸素量については，表層及び底層を測定した。鶴戸川では表層のCOD，冬季の筏川では底層の塩分についても測定した。

表1 調査河川の地点数，調査回数及び時期

河川名	筏川	佐屋川	善太川	鶴戸川
調査地点数	2	3	1	2
回数				
夏季(6-8月)	3	3	3	3
秋季(9-10月)	2	2	2	2
冬季(1-3月)	3	3	0	3

また，底層の溶存酸素量と溶存酸素飽和度については，過去10カ年の平均値を比較した。

## 結果

調査結果を表2~4に示した。溶存酸素飽和度が30%以下の貧酸素状態が確認されたのは，平成27年6月17日の佐屋川（夜寒橋）及び鶴戸川（役場前）の底層のみであった。

筏川の底層の塩分は，最大でも0.08%であり，淡水魚に影響のある塩分は観測されなかった。

筏川，佐屋川及び鶴戸川の6調査点における底層の溶存酸素量と溶存酸素飽和度について，平成27年度の調査結果及び過去10カ年（平成17年～平成26年）の平均値の推移を図に示した。27年度の溶存酸素量及び溶存酸素飽和度は，筏川の鎌島橋で冬季1回目，鶴戸川の役場前で冬季1回目及び冬季2回目に平年より低い値が見られた。それ以外には平年を大きく下回る例は見られず，平年並みあるいは平年より高い値であった。

表2 筏川の水質調査結果

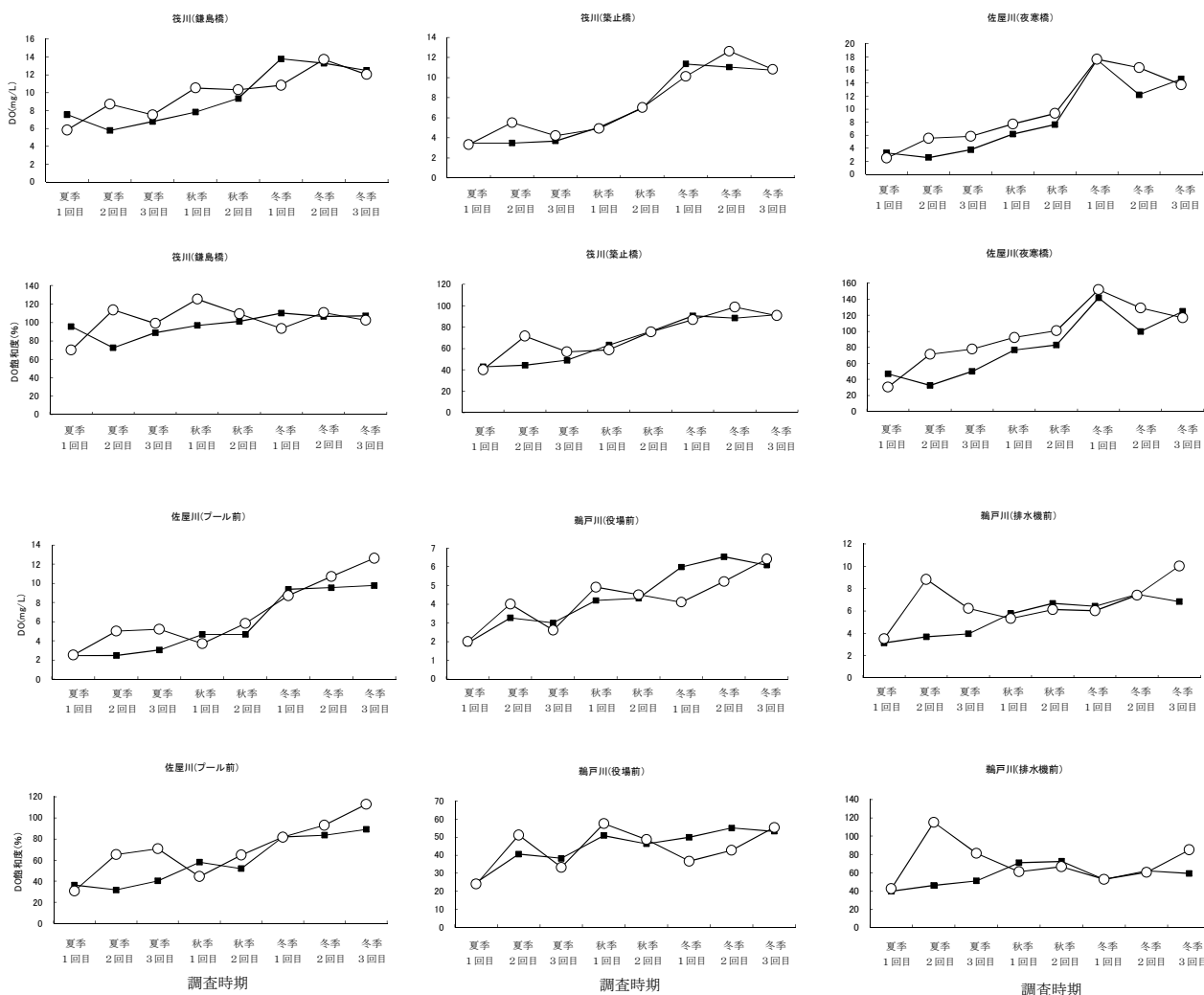
調査点	鎌島橋									築止橋								
	6/17	7/14	7/29	9/24	10/14	1/6	1/27	3/2	6/17	7/14	7/29	9/24	10/14	1/6	1/27	3/2		
調査月日	6/17	7/14	7/29	9/24	10/14	1/6	1/27	3/2	6/17	7/14	7/29	9/24	10/14	1/6	1/27	3/2		
調査時間	11:12	11:01	10:45	10:30	11:10	11:06	10:45	11:40	11:31	11:06	10:55	11:15	11:32	11:30	11:03	11:27		
天候	曇りのち晴れ	晴れ	曇りのち晴れ	曇のち雨	晴れ	曇りのち晴れ	晴れ	曇りのち晴れ	晴れ	曇りのち晴れ	晴れ	曇りのち晴れ	曇のち雨	晴れ	曇りのち晴れ	晴れ		
水色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色		
透明度(cm)	60	60	60	60	50	110	90	65	50	50	60	70	60	100	150	80		
水深(m)	1.6	1.7	1.5	2.0	1.7	1.7	1.8	1.6	3.1	3.3	3.0	3.4	3.2	3.2	3.3	3.3		
水温(°C) 表層	25.8	30.0	30.5	24.1	18.9	9.1	6.5	8.9	25.8	29.7	31.8	24.0	19.3	8.9	5.5	8.1		
水温(°C) 底層	24.6	29.0	29.6	24.0	18.1	8.9	6.1	8.3	24.9	28.8	31.0	24.2	18.9	8.7	4.9	7.7		
pH 表層	9.14	9.31	9.08	8.92	9.52	9.25	9.72	9.53	9.17	8.48	8.37	9.06	9.08	7.24	8.28	8.14		
pH 底層	8.38	9.19	8.85	9.03	9.54	9.56	9.92	9.72	8.36	8.14	8.17	9.11	8.89	7.46	8.11	8.26		
DO(mg/L) 表層	13.5	12.3	11.9	10.3	12.0	10.0	16.2	12.4	8.2	7.4	7.6	5.8	8.5	9.8	12.6	11.4		
DO(mg/L) 底層	5.8	8.7	7.5	10.5	10.3	10.8	13.7	12.0	3.3	5.5	4.2	4.9	7.0	10.1	12.6	10.8		
DO(%) 表層	166	163	159	123	129	87	132	107	101	98	104	69	92	85	100	97		
DO(%) 底層	70	113	99	125	109	93	110	102	40	71	57	59	75	87	99	91		
塩分(%) 底層	-	-	-	-	-	0.06	0.08	0.06	-	-	-	-	-	0.03	0.03	0.06		

表3 佐屋川の水質調査結果

調査点	夜寒橋												ブルー前						旭橋					
	6/17	7/14	7/29	10/14	1/6	1/27	3/2	6/17	7/14	7/29	9/24	10/14	1/6	1/27	3/2	6/17	7/14	7/29	9/24	10/14	1/6	1/27	3/2	
調査月日	6/17	7/14	7/29	10/14	1/6	1/27	3/2	6/17	7/14	7/29	9/24	10/14	1/6	1/27	3/2	6/17	7/14	7/29	9/24	10/14	1/6	1/27	3/2	
調査時間	11:12	11:01	10:45	10:30	11:10	11:06	10:45	11:40	11:31	11:06	10:55	11:15	11:32	11:30	11:03	11:27	11:17	10:56	10:40	11:05	11:22	11:20	10:55	
天候	曇りのち晴れ	晴れ	曇りのち晴れ	曇のち雨	晴れ	曇りのち晴れ	晴れ	曇りのち晴れ	晴れ	曇りのち晴れ	曇のち雨	晴れ	曇りのち晴れ	晴れ	曇りのち晴れ	曇りのち晴れ	晴れ	曇りのち晴れ	曇のち雨	晴れ	曇りのち晴れ	晴れ	晴れ	
水色	濃緑色	褐色	褐色	緑褐色	褐色	褐色	褐色	濃緑色	褐色	褐色	濃緑色	褐色	濃緑色	褐色	濃緑色	濃緑色	褐色	褐色	濃緑色	濃緑色	濃緑色	濃緑色	褐色	
透明度(cm)	50	40	50	50	40	30	30	60	40	40	60	40	40	30	30	50	50	40	60	40	40	40	40	
水深(m)	2.2	2.1	2.0	2.1	2.0	2.1	1.9	2.2	2.1	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	1.8	2.0	2.0	1.8	1.9	1.5	1.5	1.6	2.0	
水温(°C) 表層	26.3	30.0	31.1	24.1	19.8	9.4	6.7	9.3	27.1	30.4	32.4	24.8	22.3	13.4	10.3	12.9	26.2	30.1	30.8	23.8	20.6	10.9	6.8	
水温(°C) 底層	25.0	28.6	30.5	24.2	19.1	8.8	5.3	8.3	25.6	28.9	31.4	24.3	20.6	12.4	9.1	10.4	23.7	27.7	29.9	23.8	19.4	10.5	6.3	
pH 表層	7.58	9.19	8.44	8.23	9.26	9.60	10.14	9.85	7.40	7.35	8.45	7.45	8.82	8.85	9.73	9.75	7.79	9.09	8.17	7.35	8.56	9.30	9.60	
pH 底層	7.59	8.68	8.13	8.22	9.12	9.52	10.09	9.98	7.38	7.49	8.01	7.44	8.51	8.45	9.61	9.50	7.64	8.72	7.52	7.39	7.93	8.57	9.73	
DO(mg/L) 表層	9.0	13.6	9.6	7.6	12.1	19.6	20.3	18.4	6.5	9.1	10.1	9.2	10.4	11.7	13.4	18.7	7.7	14.0	9.5	5.4	10.4	15.8	14.0	
DO(mg/L) 底層	2.5	5.5	5.8	7.7	9.3	17.6	16.3	13.7	2.5	5.0	5.2	3.7	5.8	8.7	10.7	12.6	3.2	7.9	5.0	2.6	5.9	10.0	15.5	
DO(%) 表層	112	180	130	91	133	171	166	160	82	122	140	111	120	112	120	177	95	186	128	64	116	143	115	
DO(%) 底層	30	71	78	92	101	152	129	117	31	65	71	44	65	82	93	113	38	101	66	31	64	90	126	

表4 善太川、鶺戸川の水質調査結果

善太川					鶺戸川																	
調査点	排水機前				調査点	役場前							排水機前									
調査月日	6/17	7/14	7/29	9/24	10/14	6/17	7/14	7/29	9/24	10/14	1/6	1/27	3/2	6/17	7/14	7/29	9/24	10/14	1/6	1/27	3/2	
調査時間	11:00	10:50	10:36	10:20	10:40	12:11	12:06	11:34	11:25	11:45	12:02	11:30		12:28	12:22	11:53	11:40	12:05	12:19	12:20	11:50	
天候	曇りのち晴れ	晴れ	曇りのち晴れ	曇のち雨	晴れ	曇りのち晴れ	晴れ	曇りのち晴れ	曇のち雨	晴れ	くもり	晴れ	晴れ	曇りのち晴れ	晴れ	曇りのち晴れ	曇のち雨	晴れ	くもり	晴れ	晴れ	
水色	濃緑色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	褐色	水色	緑褐色	褐色	緑褐色	緑褐色	褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	褐色	緑褐色	緑褐色	褐色	くもり	晴れ	緑褐色	緑褐色
透明度 (cm)	60	50	50	50	40	透明度 (cm) <td>60</td> <td>50</td> <td>80</td> <td>40</td> <td>60</td> <td>70</td> <td>60</td> <td>40</td> <td>50</td> <td>40</td> <td>50</td> <td>50</td> <td>60</td> <td>70</td> <td>60</td>	60	50	80	40	60	70	60	40	50	40	50	50	60	70	60	
水深 (m)	2.1	1.5	1.4	1.7	1.9	水深 (m) <td>1.6</td> <td>1.4</td> <td>1.6</td> <td>2.2</td> <td>1.6</td> <td>1.9</td> <td>2.0</td> <td>2.0</td> <td>1.3</td> <td>1.3</td> <td>1.3</td> <td>1.9</td> <td>1.3</td> <td>1.8</td> <td>1.7</td> <td>1.6</td>	1.6	1.4	1.6	2.2	1.6	1.9	2.0	2.0	1.3	1.3	1.3	1.9	1.3	1.8	1.7	1.6
水温 (°C) 表層	27.2	30.9	30.9	24.0	20.4	水温 (°C) 表層 <td>24.6</td> <td>28.9</td> <td>28.2</td> <td>23.4</td> <td>19.6</td> <td>11.2</td> <td>6.9</td> <td>9.9</td> <td>25.2</td> <td>30.6</td> <td>29.9</td> <td>23.0</td> <td>20.0</td> <td>9.9</td> <td>6.8</td> <td>9.4</td>	24.6	28.9	28.2	23.4	19.6	11.2	6.9	9.9	25.2	30.6	29.9	23.0	20.0	9.9	6.8	9.4
水温 (°C) 底層	24.7	28.9	30.1	24.2	19.4	水温 (°C) 底層 <td>24.2</td> <td>27.8</td> <td>27.8</td> <td>23.2</td> <td>19.0</td> <td>10.3</td> <td>6.8</td> <td>8.9</td> <td>25.0</td> <td>29.1</td> <td>29.1</td> <td>22.2</td> <td>19.4</td> <td>9.6</td> <td>6.6</td> <td>8.2</td>	24.2	27.8	27.8	23.2	19.0	10.3	6.8	8.9	25.0	29.1	29.1	22.2	19.4	9.6	6.6	8.2
pH 表層	9.00	8.80	9.03	7.87	9.78	pH 表層	6.84	6.94	7.02	6.92	6.80	7.15	7.82	7.63	6.59	7.42	6.93	7.06	6.75	※	7.45	7.40
pH 底層	7.75	8.77	8.87	8.07	9.74	pH 底層	7.03	7.14	7.02	7.10	7.22	7.23	7.75	7.65	7.11	7.68	7.35	7.22	7.07	※	7.25	6.99
DO (mg/L) 表層	13.9	12.3	13.0	6.4	13.9	DO (mg/L) 表層	3.2	6.0	3.1	7.6	5.3	5.4	5.9	7.4	4.3	12.2	6.8	12.4	6.7	8.2	7.9	9.9
DO (mg/L) 底層	3.5	4.3	8.6	6.8	9.6	DO (mg/L) 底層	2.0	4.0	2.6	4.9	4.5	4.1	5.2	6.4	3.5	8.8	6.2	5.3	6.1	6.0	7.4	10.0
DO (%) 表層	176	166	175	76	154	DO (%) 表層	39	78	40	89	58	49	49	65	52	164	90	145	74	73	65	87
DO (%) 底層	42	56	114	81	105	DO (%) 底層	24	51	33	57	49	37	43	55	42	115	81	61	66	53	60	85
						COD (mg/L) 表層	40	40	30	40	40	30	30	20	30	30	40	30	30	11	20	15



■ : 平成 17~26 年度の平均値 ○:平成 27 年度

図 笹川、鶺戸川及び佐屋川底層の溶存酸素量と溶存酸素飽和度の推移

# 薬剤残留試験培地の検討

岩田友三・鈴木貴志

キーワード；ウナギ、水産用医薬品、薬剤感受性

## 目的

愛知県の養鰻業界では食の安全・安心を確保するため、業界自らが、愛知県水産試験場が作成したマニュアル<sup>1)</sup>に従って、ウナギの医薬品簡易残留検査を実施している。簡易残留検査では、*Bacillus* 属の細菌を用いて検体の周囲にできる阻止円(細菌が生育できないために透明に見える部分)の有無を観察して医薬品の残留を判断している。ところが、これまで使用してきた感受性ディスク培地 N が、平成 24 年に生産中止となり、検査の継続が困難となった。そこで、業界が簡易残留検査を引き続き実施できるようにするため、代替となる医薬品の感受性培地について検討を行った。

## 材料及び方法

これまで使用されていた感受性ディスク培地 N(ニッスイ)とその代替培地としてミュラーヒントン寒天培地(OXOID 社)をプロトコルに従って調整し、オートクレーブ{115℃(前者)121℃(後者)、15 分間}で滅菌した。滅菌後、55~60℃まで冷まし、*Bacillus* 芽胞液を培地量の 1%量添加し、シャーレに各 10ml 分注した。放冷して寒天が固化した後、各種薬剤が浸み込んだディスクを寒天上に載せて、30℃で 18 時間培養し、ディスクの周囲に形成される阻止円の直径を測定した。なお、ディスクには、ウナギに認可されている水産用医薬品 {スルファモノメトキシ(30 μg)及びオルメトプリム配合剤(10 μg)、スルファモノメトキシ(400 μg)、塩酸オキシテトラサイクリン(30 μg)、フロルフエニコール(30 μg)、オキシリ(10 μg)} 及びカナマイシン(30 μg)を使用した。

## 結果及び考察

各種薬剤における感受性ディスク培地 N とミュラーヒントン寒天培地の阻止円を表に示した。また、実験結果の一例を図に示した。スルファモノメトキシ及びオルメトプリム配合剤、スルファモノメトキシにおけるミュラーヒントン寒天培地の阻止円は、感受性ディスク培地 N より大きかった。一方、その他の薬剤では、ミュラーヒントン寒天培地と感受性ディスク培地 N の阻止円はほぼ同じ大きさであった。

ミュラーヒントン寒天培地は、今回用いた薬剤において感受性ディスク培地 N より同等または高い感受性を示すことが明らかになった。さらに、他の薬剤についても検討する必要があるが、感受性ディスク培地 N の代替としてミュラーヒントン寒天培地の有効性が示された。

## 引用文献

- 1) 宮川宗記, 立木宏幸(1990)水産用医薬品に関する研究, 平成 2 年度魚病対策技術開発研究報告書, p12-23

表 各種薬剤における阻止円

	阻止円(直径mm)※	
	感受性ディスク培地 N	ミュラーヒントン寒天培地
スルファモノメトキシ及び オルメトプリム配合剤	37	42
スルファモノメトキシ	37	42
塩酸オキシテトラサイクリン	37	36
フロルフエニコール	34	35
オキシリ(ン)酸	39	40
カナマイシン	31	31

※阻止円は 2 回繰り返しの平均値

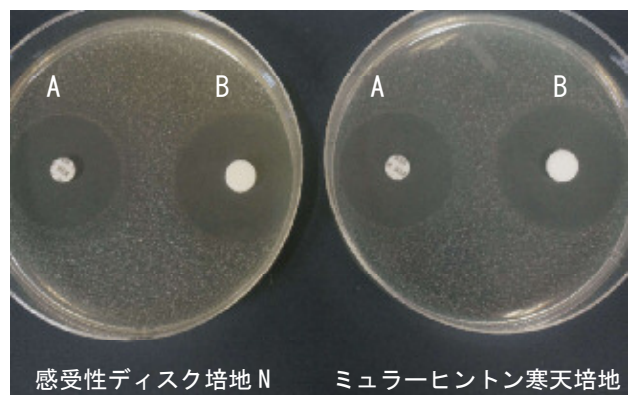


図 感受性ディスク培地 N とミュラーヒントン寒天培地の阻止円

A: カナマイシン, B: フロルフエニコール

# シンクロトロン光によるウナギ耳石分析

富山 実・岩田友三

キーワード；シンクロトロン光センター，産業利用，ウナギ

## 目 的

ニホンウナギは国際自然保護連合 (IUCN) によって絶滅危惧 1B 類に指定され、その資源回復が急務となっている。資源保護のためにはウナギの生活環と生息環境を把握することが必要とされる。ウナギは海水域，汽水域，淡水域に生息する生活環が知られており，生息場所により成長が異なることが知られている。<sup>1)</sup> ウナギの頭部には耳石と呼ばれる硬組織があり，この組織は成長に伴って大きくなるため，その中にはウナギのふ化から採捕されるまでの生息環境履歴が記録されている。そこで，高感度で多元素を同時に非破壊分析できる蛍光 X 線分析法により，天然ウナギの耳石を解析して生活環を調査した。

## 方 法

平成 27 年 6 月 19 日に三河湾一色沖で採捕された天然ウナギ(体長 51.2cm，体重 269g)を分析に用いた。頭部から取り出した耳石は，0.2mm の厚さに研磨し，スライドガラスに貼付した。これを，あいちシンクロトロン光センター(愛知県瀬戸市)にある BL5S1 により光エネルギー 1.7keV，蛍光 X 線分析法で元素を定量した。シンクロトロン光はキャピラリー集光により，20 $\mu$ m に絞り込んだ。なお，測定は平成 27 年 11 月 27 日と平成 28 年 1 月 28 日に実施した。

## 結果及び考察

得られた解析から Sr/Ca 比を求め，名古屋大学シンクロトロン光研究センター(愛知県名古屋市)・シンクロト

ロン光利用研究部門・田淵雅夫教授が開発した XafsM2・XAFS 測定プログラムにより 2 次元マッピングして図に示した。Sr/Ca 比は生息環境の塩分が高いほど高率になることが知られており，マッピングした図では塩分濃度が高い生息環境下では色調は薄く，塩分濃度が低い生活環境下では色調は濃く表示されている。分析した個体は，産卵場所と推定されているマリアナ沖でふ化し，高塩分の太平洋で生育，シラスとして沿岸に接岸して三河湾に降下する河川に遡上，一定期間淡水域・汽水域で生息した後降海し，採捕されたことが推定された。

シンクロトロン光蛍光 X 線分析法では多元素同時分析が可能であり，Cu，Zn，Cd，Ni 等も調べることにより，遡上した河川の違いや，天然魚か放流魚かの区別等を識別できる可能性もあるため，今後検討が必要である。

なお，本試験は産業科学技術課「平成 27 年度あいちシンクロトロン光センター産業利用促進事業」によって実施し，結果は事業報告書<sup>2)</sup>に詳述した。

## 引用文献

- 1) Yokouchi K, Kaneko Y, Kaifu K, Aoyama J, Uchida K, Tsukamoto K,(2014) Demographic survey of the yellow-phase Japanese eel *Anguilla japonica* in Japan. *Fish. Sci.*, 80, 543–554.
- 2) 富山 実 (2015) ウナギ耳石の蛍光 X 線分析による生息環境履歴の推定，2015 年度公共等利用成果報告書 (あいちシンクロトロン光センター)

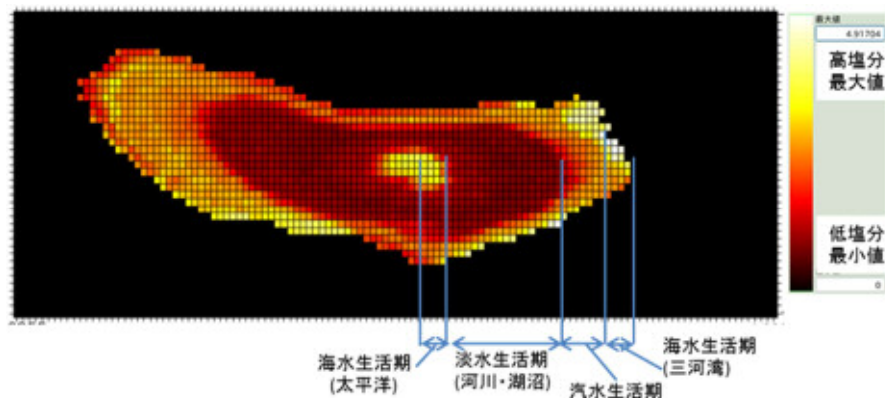


図 分析個体の耳石 Sr/Ca 比マッピングから得られた生息環境

## (4) アユ資源有効活用試験

### アユ種苗放流方法等の検討 (天然遡上魚の効果的な放流方法の検討)

富山 実・岩田友三

キーワード；汲み上げ放流

#### 目 的

遡上した天然アユが取水堰堤等の河川構造物により遡上が妨げられている河川では、天然アユを汲み上げて上流漁場に放流することが行われている。矢作川水系の内水面漁業協同組合でも4漁協が協同して、河口から13km上流の藤井床固堰堤魚道で採捕した天然アユを汲み上げ、上流漁場へ放流している。また上流漁場では汲み上げた天然アユに加えて人工産アユ種苗の放流も行われており、両者を組み合わせた漁獲効率の高い放流手法が求められている。このため、平成24～26年に上流漁場の乙川で、構造物によりアユが遡上できない区域に試験区を設定し、汲み上げ天然アユと人工産アユ種苗を組み合わせた放流を行い、漁獲状況を調査した。これらの試験結果を基にして、高い漁獲効率が得られる放流方法について検証を試みた。

#### 材料及び方法

平成24年の調査<sup>1)</sup>では、平成24年4月12日に人工産アユ種苗(平均体重10.5g)を、5月11日、13日及び17日に天然アユ(平均体重1.1～1.5g)をそれぞれ試験区に放流し、6月25日、7月19日及び8月8日に友釣り釣獲調査、9月6日及び9月28日に網取り調査を行った。平成25年の調査<sup>2)</sup>では、平成25年4月9日及び6月10日に人工産アユ種苗(平均体重10.8～15.5g)を、4月12日及び27日に天然アユ(平均体重2.7～1.6g)をそれぞれ試験区に放流し、6月24日、7月12日、8月1日、12日及び28日に友釣り釣獲調査、10月4日に網取り調査を行った。平成26年の調査<sup>3)</sup>では、平成26年4月10日及び6月13日に人工産アユ種苗(平均体重7.1～13.5g)を、3月27日に天然アユ(平均体重4.3g)をそれぞれ試験区に放流し、6月20日、7月25日及び9月5日に友釣り釣獲調査を行った。なお、人工産アユ種苗には、いずれの年においても愛知県栽培漁業センター(愛知県田原市)で生産された種苗を用いた。

放流した天然アユがどの程度漁獲されているのかを推

定するための天然アユ漁獲指数を次のように求めた。

$$A = (\text{天然アユ漁獲尾数} / \text{天然アユ放流尾数})$$

$$B = (\text{人工産アユ漁獲尾数} / \text{人工産アユ放流尾数})$$

$$\text{天然アユ漁獲指数} = A / B$$

この指数は、愛知県栽培漁業センターで毎年生産される人工産アユ種苗の漁獲程度(釣獲性)は変化しないと仮定し、天然アユの漁獲程度を、基準とした人工産アユ種苗の漁獲程度に対する比として示している。そして、天然アユ漁獲指数が1よりも高い値であれば、天然アユは人工産アユ種苗よりも漁獲されやすく、1よりも低い値では漁獲されにくいと判断した。なお、漁獲程度を求める場合、河川に現存している生息尾数を母数に用いることが求められるが、本試験においては不明であったため、放流尾数を用いることとした。また、調査期間内に追加で種苗放流が行われている場合には、追加放流以降の漁獲指数では当初放流尾数に追加放流尾数を加算して求めた。

#### 結果及び考察

各年の天然アユ漁獲指数について、図に示した。平成26年7月25日調査及び9月5日調査を除き全ての調査で漁期を通して天然アユ漁獲指数は1より低く、人工産アユ種苗に比べて劣っていた。また、漁期終盤に行われる網取りでは、平成25年の天然アユ漁獲指数は概ね1で人工産アユ種苗と同程度であったものの、平成24年の天然アユ漁獲指数は1より低く、人工産アユ種苗に比べて漁獲程度は劣っていた。なお各年ともに、天然アユ漁獲指数は漁期後半にかけて上昇しており、天然アユは漁期後半の漁獲に貢献していると考えられた。

友釣りでの天然アユ漁獲指数が1を上回っていた平成26年では、汲み上げ放流された天然アユの平均体重は4.3gであり、平成24年の1.1～1.5g、平成25年の2.7～1.6gに比べて約2～3倍重く、大型の種苗であったと思われる。友釣りによる釣獲性には体サイズが影響する<sup>4)</sup>とされており、体サイズの大きな天然アユが放流され

た平成 26 年は、漁期当初は放流時の体サイズが大きかった人工産アユ種苗(体重 7.1~13.5g)に釣獲性は劣ったものの、漁期中盤以降は人工産アユ種苗よりも釣獲性は勝っていた。このことから、汲み上げ放流される天然アユに、友釣りでの高い釣獲性を期待する場合、体サイズの大きな個体を放流する必要があり、このためには早期に遡上してきた個体<sup>5)</sup>を確保することが求められる。ただし、漁期当初においては、放流時に天然アユより体サイズの大きかった人工産アユ種苗の釣獲性が勝っていたことから、漁期当初は人工産アユ種苗を主体に、漁期中盤以降は天然アユを主体に漁獲することを想定した放流方法になり、河川の収容量に応じた尾数をそれぞれ放流することが求められる。一方、小型サイズとなる遡上時期が遅い<sup>5)</sup>天然アユを放流する場合には、友釣りでの釣獲性は漁期を通して望めず、人工産アユ種苗を主体に漁獲することを想定した放流となり、天然アユは網取りでの漁獲対象になると考えられる。いずれの場合においても、漁期当初の友釣りで漁獲に貢献しているのは人工産アユ種苗であり、愛知県栽培漁業センターで生産されている県内河川で採捕されたアユを親魚とする海産系種苗を有効活用した放流が、天然遡上がある漁場においても効果的と考えられた。

#### 引用文献

- 1) 岩田友三・宮本淳司・中川武芳(2013)アユ種苗放流方法等の検討(天然遡上のある漁場における効果的な放流方法の検討). 平成 24 年度愛知県水産試験場業務報告, 43-44.
- 2) 富山実・岩田友三・中川武芳(2014)アユ種苗放流方法等の検討(天然遡上のある漁場における効果的な放流方法の検討). 平成 25 年度愛知県水産試験場業務報告, 41-42.
- 3) 富山実・岩田友三・中川武芳(2015)アユ種苗放流方法等の検討(天然遡上のある漁場における効果的な放流方法の検討). 平成 26 年度愛知県水産試験場業務報告, 33-34.
- 4) 中嶋康生・曾根亮太・都築基(2008)アユ種苗再生プログラム実証事業(木曾川系大型人工種苗の釣獲特性). 平成 19 年度愛知県水産試験場業務報告, 114-115.
- 5) 宮本淳司・都築基・中川武芳(2011)河川漁場調査(矢作川藤井床固での遡上状況調査). 平成 26 年度愛知県水産試験場業務報告, 27.

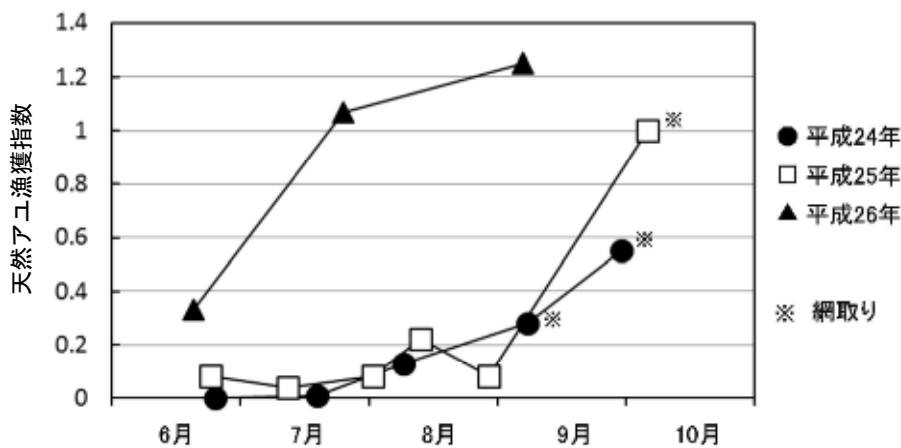


図 平成 24~26 年調査における天然アユ漁獲指数

# アユ種苗放流方法等の検討 (豊川系 F7 アユ人工種苗の冷水病感受性)

高須雄二・市来亮祐・青山裕晃

キーワード；アユ，木曾川系，豊川系 F7，人工種苗，冷水病，感染試験

## 目 的

豊川系アユ人工種苗（以下，豊川系とする）<sup>1)</sup> の F1, F2 の冷水病感受性は木曾川系種苗とほぼ同程度であったが，継代した豊川系 F3 で大幅に高くなった。継代を経るごとにさらに感受性が高くなることが予想されるため，昨年度に引き続き豊川系種苗 F7 の冷水病感受性試験を行って，感受性を評価した。

## 材料及び方法

供試魚は，愛知県栽培漁業センターで種苗生産<sup>2)</sup>され，愛知県養殖漁業協同組合で中間育成された種苗を用いた（表 1）。

供試魚は平成 27 年 4 月 2 日に脂鰭切除による標識を施し，対照の木曾川系と豊川系 F7 を 2m<sup>3</sup> 容水槽（水量 1.2 m<sup>3</sup>）に 30 尾ずつ計 60 尾を混合収容して，非攻撃区及び攻撃区を各 3 区設定した（表 2）。冷水病の感染源は冷凍保存しておいた冷水病感染魚を用い，1 水槽あたり 3 尾の感染魚を 3 日間水槽内に垂下した。試験期間中はアユ配合飼料（日清丸紅飼料株式会社，あゆ育成用 PC2）を給餌率 1% で与え，紫外線処理冷却地下水（15.6～16.2℃）を 7L/分 で注水した。へい死魚は外部症状の観察と細菌検査を行い，冷水病による死亡か否かを判定した。

表 1 試験に用いた種苗

種 苗	履 歴
木曾川系	木曾川流域で産卵のために蝸集した海産系天然親魚から生産した系統
豊川系 F7	平成 20 年 5 月に豊川で友釣りにより採捕した海産系天然アユに由来する系統

表 2 各試験区に混合収容した種苗の脂鰭切除標識の有無

試験区	系統	
	木曾川系	豊川系 F7
対 照 区	標識なし	脂鰭切除
攻撃区 A	脂鰭切除	標識なし
攻撃区 B	標識なし	脂鰭切除
攻撃区 C	脂鰭切除	標識なし

## 結果及び考察

冷水病感受性試験の結果を表 3 に示した。試験開始後 12 日目からへい死が始まり，へい死魚は冷水病に典型的な体軀や顎下の潰瘍が見られ，細菌検査で冷水病菌が検出された。

表 4 に豊川系 F1～7 までの木曾川系に対するへい死率の比の推移を示した。豊川系のへい死率は，F3 で高くなった後，一端低下したものの，F7 でさらに高くなった。今後も，継代を継続することによりさらに感受性が高くなる可能性があるため注意が必要である。

表 3 冷水病感受性試験によるへい死結果

試験区	系統	
	木曾川系	豊川系 F7
対照区	0% 0/30	0% 0/30
攻撃区 A	6.7% 2/30	43.3% 13/30
攻撃区 B	10.0% 3/30	43.3% 13/30
攻撃区 C	0% 0/30	43.3% 13/30
攻撃区 合計値	5.6% 5/90	43.3% 39/90

上段，へい死率（%）；下段，へい死魚/供試魚（尾）

表 4 豊川系の木曾川系に対するへい死率の比の推移

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
へい死率の比	1.3	1.4	5.0	3.5	3.1	2.8	7.7

## 引用文献

- 1) 中嶋康生・曾根亮太・服部克也（2009）友釣りで釣れたアユの親魚養成. 平成 20 年度愛知県水産試験場業務報告, 119-120
- 2) 青山高士・河根三雄・荒川哲也・田中健太郎・川村耕平（2015）種苗生産結果の概要 アユ. 平成 26 年度公益財団法人愛知県水産振興基金栽培漁業部業務報告, 5-14.



# 天然遡上アユ実態調査

富山 実・岩田友三

キーワード；遡上アユ，耳石，日齢

## 目的

最近、アユ漁獲量減少の要因としてアユの小型化が問題となっている。一方で、早期に遡上するアユは漁獲に寄与しやすいと言われている。そこで、遡上時期別の生物特性を明らかにし、早期遡上アユの実態を把握することを目的として調査を行った。

## 方法

平成 27 年 3 月から 5 月にかけて、矢作川河口から約 13km 上流の矢作古川との分派点にある藤井床固(図 1)で天然遡上アユを採捕して体重を測定した。日採捕重量は漁協から聞き取りを行った。

また、10 月 19 日、22 日と 11 月 6 日に葵大橋付近で産卵のために蝸集しているアユをガリ釣りにて採捕し、側線上方横列鱗数や下顎側線孔から天然魚と判定されたアユ 15 尾について、耳石によりふ化日を推定した。

## 結果及び考察

遡上する天然魚の体重は、遡上の後期になるに従って軽くなる傾向がみられた(図 2)。体重が約 4g 以上と比較的重かった 4 月 20 日までの遡上尾数を、それまでの総採捕重量を体重で除すことで計算したところ、全遡上尾数の 28% と見積もられ、遡上した尾数の約 3 割が大型個体であったことになる。

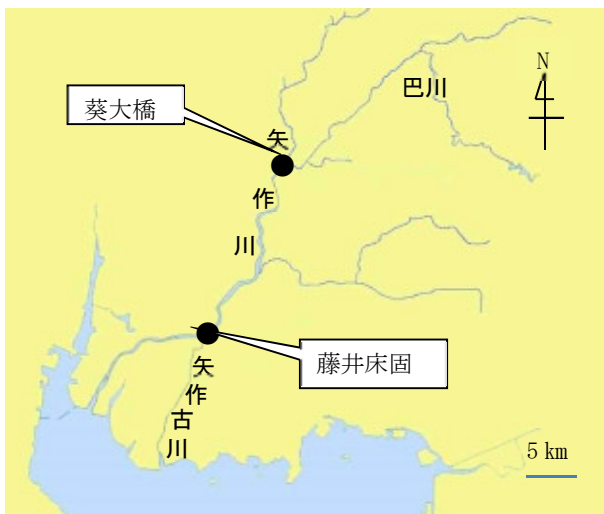


図 1 調査場所

10 月 19 日から 11 月 6 日にかけて葵大橋で採捕されたアユについて卵巣の熟度を目視観察したところ 10 月 22 日以降に排卵寸前の個体が一部確認された。また、10 月 22 日の調査では産着卵を確認した。これらのことから、アユの蝸集が確認された 10 月 19 日から 11 月 6 日前後にかけて葵大橋でアユが産卵していると推測された。耳石による日齢査定の結果、10 月下旬に葵橋に産卵のために蝸集していたアユの推定ふ化日は 12 月上旬から 1 月中旬であり(図 3)、昨年度の調査結果に比べ 10 日程度早かった。

なお、本試験は水産庁委託事業「平成 27 年度内水面資源生息環境改善手法開発事業」によって実施し、事業報告書<sup>1)</sup>に詳述した。

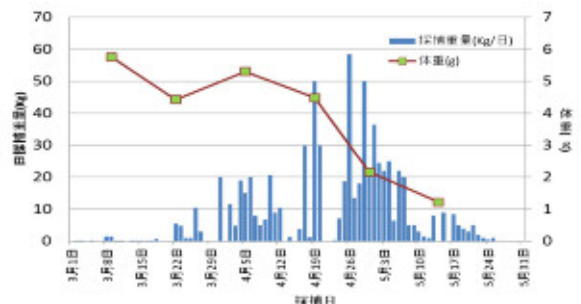


図 2 遡上アユの日採捕重量と体重の変化

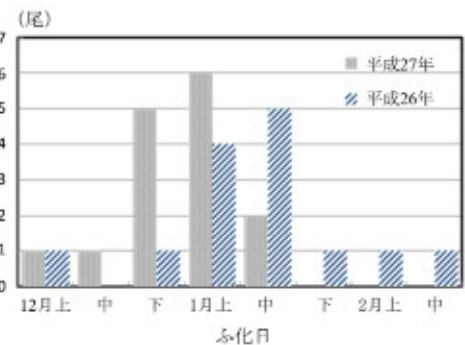


図 3 産卵場に蝸集したアユの推定ふ化日

## 引用文献

- 1) 富山 実 (2015) 矢作川における内水面魚種の分布状況および生息環境調査. 平成 27 年度 内水面資源生息環境改善手法開発事業報告書, 79-86.

## (5) 冷水魚増養殖技術試験

### マス類増養殖技術試験 (ニジアマ養魚池の飼育環境調査)

市來亮祐・高須雄二・青山裕晃

キーワード； ニジアマ， 養殖， 水温， へい死

#### 目 的

絹姫サーモン（登録商標）の名称で刺身用大型魚として生産されている全雌異質三倍体ニジアマ（以下、ニジアマ）は、夏季高水温期の減耗が問題となっているが、へい死に至る水温状況やその他の環境要因は特定されていない。このため平成 26 年より、ニジアマを生産している養魚場を対象に夏季の水温調査を実施している。<sup>1)</sup> 本年もデータの蓄積を目的に、養魚場で水温調査を実施した。

#### 材料及び方法

ニジアマを生産している愛知県淡水養殖漁業協同組合（北設楽郡設楽町，以下，漁協）の漁協本部飼育池（以下，本部飼育池）と笠井島飼育池，A 養魚場（新城市），B 養魚場（北設楽郡東栄町）の 4 か所で調査を実施した。調査期間は 6 月上旬から 9 月下旬とし，対象の養魚池には連続記録式水温計（Onset 社，ストアウェイ・ティドビットまたは T&D 社，おんどとり Jr）を設置し，毎時 1 回の間隔で養魚池の水温を記録した。なお，飼育水が飼育池内で水温上昇しているのであれば，遮光等による冷却も検討できることから，飼育水と注水の水温差を確認するため，水温計を注水部と排水部にそれぞれ設置した。計測終了後，各養魚場から調査期間内の飼育状況及びへい死状況を確認し，水温との関連性を調査した。

#### 結果及び考察

各養魚場におけるニジアマの平均魚体重及び養魚池の収容密度を表に示した。出荷魚を畜養している本部飼育池の収容密度が最も高く，同様に収容密度の高かった A 養魚場は出荷に伴い収容密度は低下した。また B 養魚場は他の養魚池より低密度飼育であった。

A 養魚場における注水部と排水部の 1 日の水温変化について晴天であった 8 月 1 日（名古屋气象台）を例に図 1 に示した。注水は排水と比較して若干水温が低い傾向が見られたが，水温差は 1℃未満であった。なお，この

傾向はいずれの調査池でも共通していた。晴天にも係わらず注水と飼育池内の水温に差がないことから，夏期の飼育水温は注水の温度に左右されており，注水後に日照や気温から受ける影響は小さく，遮光等による飼育水温のコントロールは困難と考えられた。

養魚場ごとの一日の最高水温を示すと思われる 15 時水温を図 2 に示した。6 月 30 日から 7 月 10 日まで雨天が続き，その間いずれの養魚池も水温は低く推移した。7 月 11 日以降は晴天が続き，水温は大幅に上昇した。特にこの傾向は A 養魚場と本部飼育池で顕著であったが，B 養魚場及び笠井島はその後も比較的低温で推移し，調査期間中に 20℃を越えることは無かった。8 月上旬以降は徐々に水温は低下していき，8 月 24 日以降はいずれの養魚池も水温が 20℃未満となった。各養魚場の水温は A 養魚場，本部飼育池，B 養魚場，笠井島の順で高い傾向を示し，期間中の最高水温は 22.0℃（8 月 1 日，A 養魚場）であった。

A 養魚場では 6 月上旬に細菌性エラ病によるへい死が発生したが，その後は出荷完了まで大きなへい死は見られなかった。なお，調査期間中の 6 月 8，19，29 日，7 月 6，13，21 日，8 月 10，17，18 日，9 月 8，14，16，

表 各養魚池の平均魚体重及び収容密度

養魚場	月	平均体重	収容密度 (kg/m <sup>3</sup> )
A養魚場	6月	1,136g	21.3
	7月	1,077g	12.9
	8月	1,024g	8.8
	9月	960g	5.9
B養魚場	6月		
	7月	160g	9.5
	8月	(6月時点)	(6月時点)
	9月		
本部飼育池	6月	1,288g	26
	7月	1,299g	22.9
	8月	1,300g	17.8
	9月	1,319g	11.2
笠井島飼育池	6月	191g	13.3
	7月	224g	15.4
	8月	261g	17.9
	9月	294g	19.7

24日の計13回出荷を実施したが、出荷作業の前後でへい死が増加することはなかった。

B 養魚場ではへい死は僅かであり、死魚の状態からへい死は導入時のスレや飛び出しが原因と判断された。なお、B 養魚場は収容密度が低く、水温も低かったため、高水温の影響は小さかったと考えられた。

漁協では本部飼育池、笠井島飼育池ともに9月にへい死のピークがあり、水温が低下する時期にへい死が増加していた。これは連鎖球菌症などの魚病によるへい死が原因と考えられた。なお7～8月の盛夏に出荷作業を行っているが、6月と比較してへい死が増加することはない。

今回の調査では、各養魚場ともへい死の原因は魚病発生によるものが多かった。また、飼育現場では「盛夏に出荷作業を行うとへい死が増加する。」と言われているが、今回の調査ではそのような傾向は見られなかった。

しかしながら、本年は水温が上昇した時期が遅く、高

水温の期間が短かったことから、高水温の影響を受けにくかったと考えられる。A 養魚場を例に挙げると、平成26年は日中の最高水温が21℃を越えたのが7月16日で、その後8月22日まで38日間高水温が続いたのに対し、平成27年は7月26日から8月15日の21日間と17日短く、平成26年に比べ高水温の影響は小さかったと推察される。平成26、27年度ともに高水温が原因とみられるへい死発生は少なく、高水温とへい死の関連を調査するため、引き続きモニタリングが必要である。

引用文献

- 1) 市來亮祐・高須雄二・石元伸一(2015)ニジアマ飼育池の飼育環境調査. 平成26年度愛知県水産試験場業務報告, 38-39.

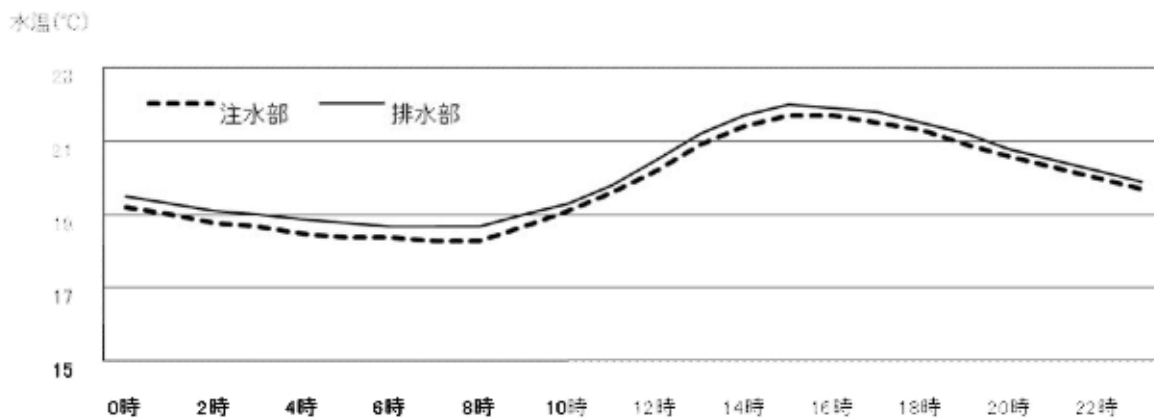


図1 A 養魚場における注水部と排水部の水温 (8月1日)

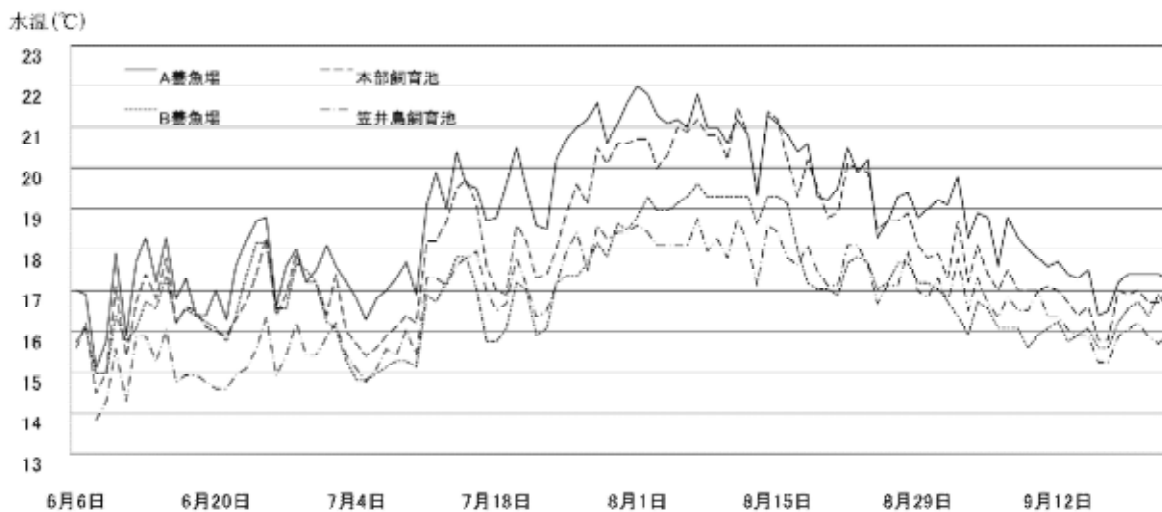


図2 各養魚場の水温 (15時)

# マス類増養殖技術試験 (アマゴ性転換雄が一年成熟に至る成長条件の検討)

市來亮祐・高須雄二・青山裕晃

キーワード； アマゴ，性転換雄，当歳魚，成熟

## 目 的

絹姫サーモン（登録商標）の名称で生産されている全雌異質三倍体ニジアマ（以下，ニジアマ）は，不妊となる雌魚で生産されている。全て雌にするため雄親魚にはアマゴ性転換雄が用いられている。現在アマゴ性転換雄は成熟するまでの養成期間が2年必要とされているが，当歳魚で利用できれば養成期間を短縮することができ，生産のコスト削減が期待できる。

これまでに，当歳魚で成熟する（以下，一年成熟）個体がいること，<sup>1)</sup> 成長速度により成熟度が変化すること，<sup>2)</sup> 更に魚体重が7月末に80g，8月末に120gに達した個体は高率で成熟すること<sup>3)</sup> が分かってきた。7月以降の成長が一年成熟に重要であると考え，そこで平成27年度は7月以降の成長と成熟の関係について検討した。

## 材料及び方法

平成26年10月29日にアマゴ雌魚（2歳魚）から採卵し，アマゴ性転換雄魚（2歳魚）から採取した精子を受精させて全雌アマゴ卵を作出した。ふ化後に雄化ホルモン処理して作出したアマゴ性転換雄150尾を供試魚に用いた。平成27年5月12日に，成長優良個体100尾（平均体重14.2g）を試験魚として選別し，FRP水槽（L100cm×W200cm×H100cm）に収容した。注水量は9L/分とし，配合飼料（日本農産工業株式会社，マス育成用EP2P～3P）を魚体サイズに合わせて魚体重の1.5～3.0%/日となるように給餌した。

7月23日及び8月28日に魚体重を測定し，7月は80g，8月は120gを基準に，あぶらビレの切除により試験魚を区分した。

試験開始から176日後の11月4日に成熟の判定を実施した。判定は全個体を開腹し，生殖腺を摘出して目視及び顕微鏡観察により，発達した精巣が確認された個体を成熟雄，糸状の生殖腺が確認された個体を未成熟雄，卵巣または成熟卵が確認された個体を雌とした。

## 結果及び考察

各時期の魚体重による区分と成熟状況を表に示した。7月時点で80g，8月時点で120gを越えた個体（1区）の成熟率は76.9%であった。一方，7月時点で80gを越え，かつ8月時点で120gに満たなかった個体（2区）に成熟魚は出現しなかった。また7月時点で80g未満の個体のうち，8月時点で120gを越えた個体（3区）は85.7%が成熟した。一方，8月時点で120g未満の個体（4区）の成熟率は1.7%であった。なお，いずれの個体も発達した精巣または糸状の生殖腺が確認され，雌個体は認められなかった。

今回の試験では，7月時点で80g未満であっても，8月時点で120gを越える個体は高率で成熟することが確認された。一方，7月時点で大型の個体でも8月時点で120gに満たない個体からはほとんど成熟魚が出現しなかった。このことから，性転換雄アマゴの一年成熟には8月末時点で120gを越えることが重要と考えられた。

表 各時期の魚体重と成熟率

区分	1区	2区	3区	4区
尾数	26	9	7	58
7月23日	80g以上		80g未満	
8月28日	120g以上	120g未満	120g以上	120g未満
11月4日	282.4±62.0	204.2±22.8	233.7±38.0	156.7±26.5
成熟率	76.9%	0%	85.7%	1.7%

## 引用文献

- 1) 鈴木貴志・中嶋康生・服部克也(2011)アマゴ性転換雄当歳魚の成熟度調査. 平成22年度愛知県水産試験場業務報告, 42.
- 2) 市來亮祐・高須雄二・石元伸一(2014)アマゴ性転換雄の一年成熟試験. 平成25年度愛知県水産試験場業務報告, 47-48.
- 3) 市來亮祐・高須雄二・石元伸一(2015)アマゴ性転換雄が一年成熟に至る成長条件の検討. 平成26年度愛知県水産試験場業務報告, 40-41.

# マス類増養殖技術試験 (高水温飼育によるアマゴ性転換雄の作出)

市來亮祐・高須雄二・青山裕晃

キーワード； アマゴ，水温，性転換雄

## 目 的

絹姫サーモン（登録商標）の名称で生産されている全雌異質三倍体ニジアマ（以下、ニジアマ）は「三倍体魚の特性評価の確認」により、全雌化することになっている。全雌化するためには、雄親魚としてアマゴ性転換雄が必要であり、現在は雄化ホルモン処理によって作出しているが、近年食の安全安心指向が高まっており、雄化ホルモンを使用しない性転換処理の手法が求められている。一方、様々な魚種で高水温飼育による性転換の事例が報告されており、マス類においてもヒメマスで高水温飼育により高率で性転換雄魚を作出する技術が確立されている。アマゴにおいても平成 23、24 年度に実施した試験ふ化直後の高水温飼育により性転換雄の出現が確認されているが、<sup>1、2)</sup>性転換雄の作出率は極めて低い。その後の 20℃での追試験<sup>3、4)</sup>でも再現性が確認できていないため、性転換雄の効率的作出を目的とした更に高水温での飼育条件の検討を行った。

## 材料及び方法

平成 26 年 11 月 5 日にアマゴ雌魚（2 歳魚）から採卵し、アマゴ性転換雄魚（2 歳魚）から採取した精子により全雌アマゴ卵を作出した。縦型式ふ化槽を用いて水温 12℃でふ化まで管理した。12 月 15 日に一部ふ化を確認し、翌 16 日から高水温飼育を実施した。試験区は、水温を 21、22、23℃の 3 段階、高水温飼育期間をふ化直後から 8 と 11 日間の 2 区分とする 5 試験区とし、表に示す尾数を試験に供した。一方、対照区は 12℃の冷却水を注水し飼育管理を行った。高水温飼育には図の加温用水槽及び高水温処理槽を使用し、サーモスタット付ヒーター（ニッソー株式会社、ICAUTO NEO TYPE330）で試験区ごとに調温した飼育水を注水した。

高水温飼育が終了した時点で生残した個体はコンテナ水槽（L33cm×W49cm×H30cm）に収容し、浮上後からは配合飼料（日本農産工業株式会社、めぐみ 1C～3C，マス育成用 EP2P～3P）を給餌した。また成長段階に合わせて飼育水槽の変更と密度調整を行った。

試験開始から 321 日後の平成 27 年 11 月 2 日に全個体

を開腹し、雌雄の判定を行った。雌雄判定は生殖腺の目視及び顕微鏡観察によって発達した精巣または糸状の生殖腺が確認された個体を雄個体、卵巣が確認された個体を雌個体と判断した。

## 結果及び考察

高水温飼育を終了した時点での生残率及び雌雄判定の結果を表に示した。21℃で飼育した試験魚（1 区）は加温終了時点で約半数（532 尾）が生残し、冷却水飼育に切り替え後のへい死は少数に留まった。22℃で飼育した試験魚（2、3 区）の多くは高水温飼育の期間中または終了直後にへい死し、雌雄判別時点での生残個体は 2 区 2 尾、3 区 1 尾の計 3 尾であった。また、23℃で飼育した試験魚（4、5 区）は加温終了時点でそれぞれ 62、15 尾と少数の生残に留まり、雌雄判別までに全個体がへい死した。なお、対照区ではへい死は見られなかった。

雌雄判定では高水温で飼育した全個体で卵巣が確認され、いずれの試験区にも性転換雄魚は出現しなかった。

過去に性転換雄魚が出現した処理条件（ふ化直後から 11 日間、20℃）は 1%程度の極めて低い性転換率にとどまっている。<sup>1、2)</sup>また平成 25～26 年度試験<sup>3、4)</sup>及び本年度でも性転換率の向上を目的に高水温処理の条件を検討したが、いずれの条件も性転換できなかった。これら試験結果から、アマゴの性転換雄を水温処理によって安定的に作出することは、現手法では大変難しいと判断された。

## 引用文献

- 1) 鈴木貴志・中嶋康生・服部克也(2012)ふ化後の高水温飼育によるアマゴ性転換雄の作出. 愛知水試研報, 17, 25-26.
- 2) 市來亮祐・高須雄二・石元伸一(2013)高水温飼育によるアマゴ性転換雄の作出. 平成 24 年度愛知県水産試験場業務報告, 51-52.
- 3) 市來亮祐・高須雄二・石元伸一(2014)高水温飼育によるアマゴ性転換雄の作出. 平成 25 年度愛知県水産試験場業務報告, 49-50.

4) 市來亮祐・高須雄二・石元伸一（2015）高水温飼育によるアマゴ性転換雄の作出. 平成 26 年度愛知県水産試験場業務報告, 42-43.

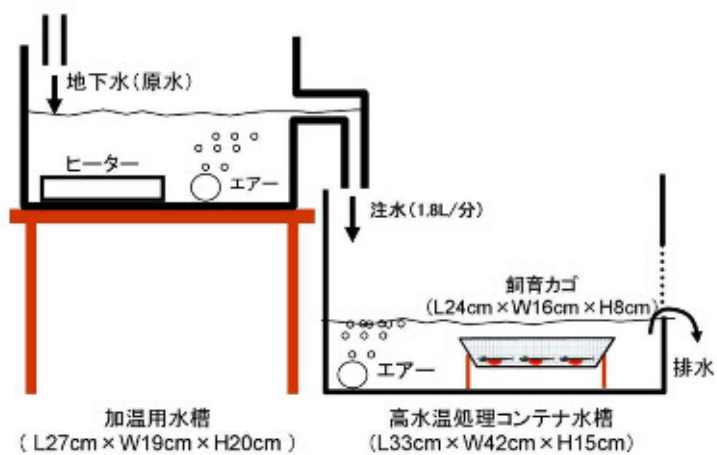


図 加温用水槽及び高水温処理槽

表 各試験区の処理条件と雌雄判別結果

試験区	1区	2区	3区	4区	5区	対照区
飼育水温	21℃	22℃		23℃		12℃
供試数	1,200尾	1,150尾	50尾	1,150尾	50尾	200尾
処理期間	11日間	11日間	8日間 <sup>※1</sup>	11日間	8日間 <sup>※1</sup>	-
加温終了時の生残尾数	532	142	22	62	15	-
雌雄判定尾数	84	2	1	0 <sup>※2</sup>		84
うち雄魚	0	0	0	-		0

※1：開始7日後時点で2,4区からそれぞれ生残個体50尾分養

※2：高水温処理完了から雌雄判定の間にすべてへい死

# マス類増養殖技術試験 (ニジアマの成長優良群選抜飼育による生産性向上)

市來亮祐・高須雄二・青山裕晃

キーワード； ニジアマ，選抜飼育，生産性

## 目 的

バイオテクノロジーで作出された品種「絹姫サーモン」(全雌異質三倍体魚ニジアマ，以下，ニジアマ)は出荷までに3~4年を要し，また酸欠・病気等によるへい死が起り易いため，生産性が低い。こうしたことから，生産ロスを少なくして生産性を高めるため，「成長優良群選抜飼育」が試みられている。そこで，この方法で養殖する業者に対し，方法などを指導するとともにモニタリングを実施し，その方法を評価することとした。

## 材料及び方法

成長優良群選抜飼育(図)を実践しているA養魚場において，養殖技術を指導するとともに，平成21年度作出群から各年の飼育魚について歩留まり，出荷までの養成期間，飼料効率及び出荷時の奇形魚の出現率をモニタリングした。また比較対象の通常養殖の成績としてA養魚場がこれまでの養殖法で生産した平成15年度作出群と飼育記録が整っていた愛知県淡水養殖漁業協同組合(以下，漁協)の養魚場で飼育した平成20年度作出群のデータを基準として，成長優良群選抜飼育の生産性を評価した。

## 結果及び考察

平成21~24年度に作出された成長優良群選抜飼育実施のニジアマ及び通常養殖方法で飼育したニジアマの飼育成績を表に示した。

平成21年度にA養魚場が自家採卵で作出したニジアマ(平成21年度作出群)の出荷率((出荷尾数/選抜後尾数)×100)は50.4%であった。また，平成24年度に漁協が作出した発眼卵を購入したニジアマ(平成24年度作出群)の出荷率は72.4%であった。この2カ年

の出荷率の平均は61.4%であった。

平成22，23年度作出群は平成24年に発生した白点病により大幅に減耗したことから，平成22年度作出群は出荷数を優先する通常飼育に切り替え，平成23年度作出群は処分し飼育を中止したため，飼育成績を一部評価できなかった。一方，漁協の直轄養魚場(以下，漁協養魚場)が通常養殖方法で飼育した平成20年度作出群の満1歳からの出荷率は11.3%であった。出荷率を比較すると，前者は後者よりも良好な成績が得られていた。

成長優良群の採卵から出荷完了までの養成期間は，平成21年度作出群では3年2カ月，平成24年度作出群では2年10カ月であった。一方，漁協養魚場の平成20年度作出群及びA養魚場が平成17年に漁協より魚体重1kgの大型種苗で購入，通常養殖方法で2kgの出荷サイズまで飼育した平成15年度漁協作出群(以下，平成15年度作出群)は出荷完了まで4年2カ月を要しており，成長優良群選抜飼育により出荷までの期間を大幅に短縮出来ることが確認された。

また，成長優良群の飼料効率((増重量/給餌量)×100)は平成21年度作出群で42.8%，平成24年度作出群で40.3%であった。一方，平成15年度作出群の飼料効率は31.4%であり，飼料効率においても改善が確認された。

奇形魚出現率についても，平成21年度作出群の出荷時では1.4%，平成24年度作出群では0.7%であった。一方，平成15年度作出群の出荷時は5.3%であり，生産ロスとなる奇形魚の出現率低減が確認された。

以上のとおり，成長優良群選抜飼育と従来の養殖方法の両者の飼育成績を比較すると，全ての比較項目で改善が見られ，特に出荷までの養成期間が大幅に短縮され，減耗リスクが低減された。

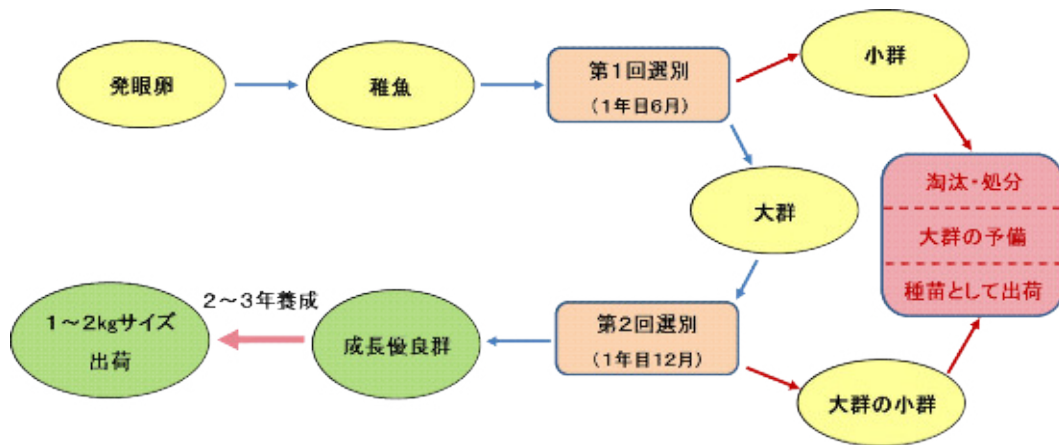


図 成長優良群選抜飼育の流れ

表 成長優良群選抜飼育の飼育成績

作出群	成長優良群選抜飼育		従来の養殖方法	
	平成21年度	平成24年度	平成15年度	平成20年度
種苗生産	A養魚場	漁協		
飼育場所	A養魚場			漁協養魚場
出荷率	50.4%	72.4%	82.6%	11.3%
飼料効率	42.8%	40.3%	31.4%	-
養成期間	3年2月	2年10月	4年2月	約4年
奇形出現率	1.4%	0.7%	5.3%	-
備考	選別4回 白点病で減耗	選別3回	中間育成 (平成17年に1kgでスタート)	



## (5) 観賞魚養殖技術試験

### 疾病対策試験

#### (キングョヘルペスウイルス病のまん延状況調査)

荒川純平・白木谷卓哉・宮本淳司

キーワード；キングョヘルペスウイルス性造血器壊死症，まん延状況

#### 目 的

平成2年に本県で初めて確認されたキングョヘルペスウイルス性造血器壊死症（以下、「GFHN」）は、キングョヘルペスウイルス（以下、GFHNV）を原因とする疾病であり、感染魚の死亡率は非常に高く、キングョ養殖に重大な被害を与えている。

弥富金魚漁業協同組合（以下、「組合」）管内では、GFHNによる被害が続いているが、被害の程度は把握されていない。そこで、全組合員を対象としてGFHNの被害に関するアンケート調査を行うとともに、一部組合員から提供された検体によりGFHNVの検出検査を行うことで、GFHNのまん延状況の調査を行った。

#### 方 法

##### (1)アンケート調査

組合の全組合員を対象として、経営体の所在地区、過去5年間のGFHN被害の増減、過去1年間でGFHNによる斃死が始まった時期、品種及び尾数、GFHNにかかりやすい品種等を設問項目としたアンケートを実施した。また、アンケートで回答された品種ごとの被害尾数及び組合から聞き取った平成27年の平均単価<sup>1)</sup>から被害金額を見積もった。

##### (2)ウイルス調査

組合に所属する11経営体から、GFHNV感染の疑われる21池51尾のキングョ検体の提供を受け、このうち44尾について間接蛍光抗体法によりGFHNVの検査を行った。

#### 結果及び考察

##### (1)アンケート調査

アンケート調査では、95経営体のうち86経営体から回答を得られた。

過去5年間のGFHN被害の増減については、増加が7件、変わらないが37件、減少が23件で、未回答が19件となっており、GFHNの被害が過去5年で変わらないとした回答者は、全回答者の半数以上を占めた。

アンケートで回答された過去1年間の被害の時期、品種及び尾数を表1に示した。月別では、5～6月及び9～10月に被害件数と被害尾数のピークが見られ、合計の被害は62件246,500尾であった。GFHNの発症適水温は20～25℃であり、この水温となる5～6月及び9～10月に被害が多くなったと考えられる。

品種別でみると、和金・小赤は4件と件数は少ないものの、尾数は36,000尾で最も被害尾数が多かった。次いで琉金が8件31,000尾、出目金が8件23,500尾、丹頂が6件21,500尾、オランダが6件18,000尾、東錦が7件17,400尾、コメットが5件16,000尾、キャリコが4件9,500尾、茶金が3件8,000尾、青文魚が2件8,000尾、その他・混合が9件57,600尾であった。

表1 アンケート回答による過去1年間でキングョヘルペス病による大量へい死の始まった月と品種ごとの件数及び被害尾数

品種	大量斃死の始まった月								合計 件数	被害 尾数
	4月	5月	6月	7月	9月	10月	11月	記載なし		
和金・小赤		1			2	1			4	36,000
琉金		2	1	1		3	1		8	31,000
出目金		1	2		3	1	1		8	23,500
丹頂		3	2		1				6	21,500
オランダ		2	1		2	1			6	18,000
東錦	1		1	2	1	2			7	17,400
コメット		1	1			2	1		5	16,000
キャリコ	1	1	1		1				4	9,500
茶金		1			2				3	8,000
青文魚					2				2	8,000
その他・混合		1			3	3	1	1	9	57,600
合計件数	2	13	9	3	17	13	4	1	62	—
被害尾数	6,000	67,000	23,000	5,400	71,800	43,000	23,300	7,000	—	246,500

が6件21,500尾の順で被害尾数が多かった。

組合の平成27年の品種別の生産尾数は8,527千尾で、和金・小赤が4,458千尾で全体の52%を占めており、次いで琉金が794千尾で9%、出目金が706千尾で8%、オランダシギラが302千尾で4%となっている。また、GFHNの被害尾数の多かった丹頂は250千尾で3%、東錦は136千尾で2%、コメットは216千尾で2%となっていた。<sup>1)</sup>和金・小赤の生産量は全体の約半数であったが、そのGFHN被害は全体の15%にとどまっていた。一方で、生産量が全体の3%である丹頂は、GFHN被害は9%となっていた。このように、品種ごとのGFHN被害尾数は必ずしも生産尾数に比例するものではなく、被害の出やすい品種、被害の出にくい品種があると考えられる。アンケートで回答されたGFHNにかかりにくい品種では、全21件中10件で和金・小赤がGFHNにかかりにくいとしており、このことは数値でも同様の結果であった。

アンケートで回答された被害尾数及び平成27年の各品種の平均単価<sup>1)</sup>を用いて組合管内の平成27年におけるGFHNによる被害金額を算定したところ、25,277千円と算定された(表2)。

#### (2) ウイルス調査

蛍光抗体法によりGFHNVの検査を行った44個体については、7経営体12池の28尾でGFHNVが検出された。

これらの結果から、GFHNは依然として組合管内で広くまん延しており、金魚養殖生産に大きな被害をもたらし続けていることが明らかとなった。

#### 引用文献

- 1) 弥富金魚漁業協同組合・愛知県水産試験場(2016) 平成27年観賞魚の養殖状況調査結果。

表2 アンケート結果から試算した弥富金魚漁協におけるGFHNによる被害金額

品 種	GFHN 被害尾数 (尾)	単 価 (円/尾)	被害金額 (千円)
和金・小赤	36,000	7	252
琉金	31,000	70	2,170
出目金	23,500	80	1,880
丹頂	21,500	130	2,795
琉金・オランダ混合*	20,000	100	2,000
オランダ	18,000	130	2,340
東錦	17,400	160	2,784
コメット	16,000	100	1,600
ランチュウ・水泡眼混合*	10,000	225	2,250
キャリコ	9,500	130	1,235
青文魚	8,000	70	560
茶金	8,000	80	640
丹頂・オランダ・出目金混合*	7,000	113	791
頂天眼	4,500	250	1,125
ランチュウ	3,000	250	750
水泡眼	1,500	200	300
上物混合**	800	500	400
桜琉金**	500	250	125
青ランチュウ**	300	500	150
品種記載なし***	10,000	113	1,130
合計	246,500		25,277

\* : 単価の異なる品種の混合飼育であるため、便宜的に品種間の平均単価を採用した。

\*\* : 組合への聞き取りによる単価を採用した。

\*\*\* : 東錦, 出目金, コメットの3品種で被害の出ている経営体であったため、便宜的に3品種の平均単価113円/尾を採用した。

\*\*\*\*: この試算は、出荷前にへい死した数量と製品として市場で取引される単価とで算出したものであり、実際の被害金額とは必ずしも一致しない。

# 新品種作出試験 (アルビノ品種の体色改良・現場評価)

白木谷卓哉・荒川純平・宮本淳司

キーワード；キンギョ，新品種，アルビノリュウキン，アルビノランチュウ，アルビノチョウテンガン

## 目 的

新品種の開発は生産者の収入増加等を図るために重要で、業界からの要望も多い。水産試験場では平成 19 年にアルビノリュウキン、平成 20 年にはアルビノランチュウを開発し、平成 25 年に開発したアルビノチョウテンガンは、平成 26 年度から弥富金魚漁業協同組合金魚養殖研究会の協力を得て、総合的な評価を行うための生産現場での飼育試験を行っている。平成 27 年度は、これらのアルビノ 3 品種の市場特性を調査した。

一方、アルビノ品種は黄色やオレンジ色の単色となる傾向があるが、業界からは、リュウキンなどで高価で取引される紅白サラサ（以下、「サラサ」）の作出要望が多い。サラサのアルビノ品種は、単色と比較して価値が高い<sup>1)</sup>ことから、平成 27 年度は、サラサのアルビノ品種の出現率を把握するため、サラサのアルビノリュウキンを親魚として得られた F1 個体の体色を調査した。

## 材料及び方法

### (1)アルビノ品種の市場特性

弥富金魚漁業協同組合管内で、平成 27 年に出荷されたリュウキン、ランチュウ、チョウテンガンのアルビノ種及び通常種について、出荷尾数及び 1 尾あたり単価を聞き取り調査し、通常種とアルビノ種の価格を比較した。なお、アルビノ種については各品種を出荷した生産者を、通常種については弥富金魚漁業協同組合を対象として聞き取り調査した。

### (2)アルビノ品種の体色改良

平成 25 年度に作出したサラサ及び濃いオレンジの体色（以下、「オレンジ」）を持つアルビノリュウキン<sup>2)</sup>を親魚に用い、雌雄各 1 尾を交配して得られた F1 個体の体色を観察した。交配試験区として、サラサ同士の交配を 3 試験区、サラサの雄とオレンジの交配を 2 試験区、オレンジの雄及びサラサの雌の交配を 1 試験区の計 6 試験区を設定した。得られた F1 個体について、孵化後 162～250 日後に、目視によりサラサ、オレンジ色及び白色に分類した。

## 結果及び考察

### (1)アルビノ品種の市場特性

聞き取り調査の結果を表 1 に示した。アルビノ 3 種はそれぞれ 2～3 経営体が出荷していた。各品種のアルビノ種と通常種の単価を比較すると、アルビノリュウキンは通常種の 143～171%、アルビノランチュウは通常種の 120～200%、平成 27 年度に初出荷されたアルビノチョウテンガンは通常種の 200～280%であり、全ての品種で通常種より商品性が高いことが確認された。このことから、アルビノ品種は生産者の経営安定に貢献する品種であると考えられた。

### (2)アルビノ品種の体色改良

各試験区における F1 個体の体色出現率を表 2 に示した。サラサ同士を掛け合わせた全ての試験区でサラサが確認され、その出現率は 9.3～20%であった。一方サラサとオレンジの掛け合わせではサラサは確認されなかった。親魚の体色に関わらずサラサが出現するとの報告<sup>2)</sup>がなされているが、今回の試験結果からは、サラサという形質は劣性の遺伝因子が関与していることが伺われた。このことから、交配や選抜によりサラサの出現割合を向上できる可能性が考えられた。

## 引用文献

- 1) 中野哲規・黒田拓男・宮本淳司 (2015)新品種作出試験 (アルビノリュウキンの体色改良). 平成 26 年度愛知県水産試験場業務報告, 48.
- 2) 黒田拓男・田中健太郎・宮本淳司 (2014)新品種作出試験 (アルビノリュウキンの体色の改良). 平成 25 年度愛知県水産試験場業務報告, 55.

表1 アルビノ品種の市場価格等アンケート調査結果

品 種	リュウキン		ランチュウ		チョウテンガン	
	アルビノ種	通常種	アルビノ種	通常種	アルビノ種	通常種
出荷経営体数	3	46	3	16	2	12
出荷尾数(千尾)	3	794	1.2	144	0.2	83
単価(円/尾)	100~120	70	300~500	250	500~700	250
価格比%(アルビノ種/通常種)	143~171		120~200		200~280	

表2 各試験区における供試親魚

雄	雌	交配日	測定日	出現率(%)		
				サラサ	オレンジ色	白色
サラサ	オレンジ	4/18	12/24	0	100	0
サラサ	オレンジ	4/25	12/21	0	97.1	2.9
サラサ	サラサ	4/25	10/9	20.0	64.0	16.0
サラサ	サラサ	4/26	10/9	9.3	81.4	9.3
サラサ	サラサ	4/30	10/9	9.6	86.5	3.8
オレンジ	サラサ	5/11	12/20	0	100	0

# 新品種作出試験 (変異育種技術を利用したキンギョ新品種の開発)

白木谷卓哉・荒川純平・宮本淳司

キーワード；キンギョ，突然変異育種技術，ENU

## 目 的

県内キンギョ養殖業は、近年需要の減少、従事者の高齢化、市街化による養殖面積の減少など厳しい経営環境に置かれており、生産者からは収入増加や話題づくりなど活性化に結び付く新品種の開発が要望されている。

新品種を開発する手法の一つとして突然変異を人為的に起こさせる手法があり、独立行政法人水産総合研究センター増養殖研究所（以下、「増養殖研究所」）は、アマゴを対象に変異を引き起こす薬剤（以下、「変異剤」）による突然変異育種技術<sup>1)</sup>を開発している。水産試験場では、この技術を経済魚に導入する基盤研究を行ってきた。<sup>2)</sup>平成 27 年度は、精子を変異剤である N-ethyl-N-nitrosourea (ENU) に直接浸漬させる手法（以下、浸漬法）で処理された精子を用いて作出した稚魚について、変異導入の有無を評価することとした。なお、増養殖研究所では、ENU を注射投与した野生型の雄親魚から採取した精子とアルビノの雌親魚から採取した卵を人工授精し、アルビノの出現率によって変異導入の有無を確認している。これは、ランダムな変異が遺伝子に起こった精子が受精したことを、体色遺伝子での形質発現から推定する方法であり、本試験においても同様にアルビノの出現率によって変異導入の有無を評価した。

なお、本試験は増養殖研究所との共同研究により実施した。

## 材料及び方法

当指導所で継代飼育しているリュウキンの雄 2 尾及びアルビノリュウキンの雌 3 尾を親魚として試験に供した。雄親魚 2 尾から精液計 0.3mL を採取し、キンギョ人工精しょうを加えて 2mL とし、精子懸濁液を調製した。浸漬法での精子処理は、ENU 原液(100mM)を pH8.5 に調製したキンギョ人工精しょうに溶解し、2mM に調製した ENU 溶液 1.8mL に精子懸濁液 0.2mL を添加した後、室温で放置した。添加 50 分後に精子の活性を確認し、添加 1 時間後に人工授精に用いた。雌親魚一腹の卵を処理区と対照区に分け、処理区には浸漬法で処理した精子を、対照区に

は精子懸濁液をそれぞれ用いて人工授精を行った。受精後、卵は水温 20℃で管理した。各試験区のふ化仔魚について、アルビノの出現率を求めるとともに、正常にふ化した仔魚の尾数を計数し、各試験区のふ化率を求めた。

## 結果及び考察

各試験区における人工授精の結果を表に示した。処理区のアルビノ出現率は 0.19～0.30%（平均 0.25%）であり、対照区は全ての試験区が 0%であった。アマゴでは、優性の野生型遺伝子を持つ精子と劣性のアルビノ遺伝子を持つ卵が受精した場合、発生する個体は多くが野生型になるが、まれに雌性発生してアルビノ個体が出現することがある。これが変異導入の精子を用いた場合、アルビノの出現率は通常の約 1,000 倍高くなっていたとされ、優性の野生型遺伝子を持つ精子に、変異剤により野生型遺伝子が発現しない変異が生じたため、受精してもアルビノになったと考えられている。<sup>1)</sup> 処理した精子では、こうした変異はランダムに生じていることから、出現したアルビノ個体以外にも変異した遺伝子が導入されている個体が発生していると推察されている。<sup>1)</sup> アマゴで変異が導入されたと判断されたアルビノ出現率は約 0.1%<sup>1)</sup>であり、本試験のアルビノ出現率が 0.19～0.30%と高いことから、全ての処理区で精子の遺伝子に変異が導入されていた可能性が高いと考えられた。しかしながら、全ての処理区で正常ふ化率は対照区を下回ったことから、新品種候補となる変異個体を多数発生させる手法の検討が必要である。また、本試験で作出されたアルビノを親魚に養成し、交配を行って次世代で変異形質を発現するのかが確認する必要がある。

## 引用文献

- 1) 岡本裕之(2011)突然変異養殖魚. 特開 2011-223884.
- 2) 黒田拓男・中野哲規・宮本淳司(2015)新品種作出試験(変異育種技術を利用したキンギョ新品種の開発). 平成 26 年度愛知県水産試験場業務報告, 49-50.

表 人工授精の結果

試験区		供試卵数 (粒)	ふ化仔魚 (尾)	ふ化率 (%)	うちアルビノ (尾)	アルビノ 出現率 (%)	正常 ふ化仔魚 (尾)	正常ふ化率 (%)
処理区	1	5,976	3,707	62.0	7	0.19	2,173	36.4
	2	2,304	889	38.6	2	0.22	379	16.4
	3	7,112	4,969	69.9	15	0.30	2,963	41.7
	平均	5,131	3,188	62.1	8	0.25	1,838	35.8
対照区	1	51	37	72.5	0	0	33	64.7
	2	73	35	47.9	0	0	34	46.6
	3	59	42	71.2	0	0	40	67.8
	平均	61	38	62.3	0	0	36	58.5

## (7) 希少水生生物増殖技術開発試験

### ネコギギ人工繁殖試験

青山裕晃・高須雄二・市來亮祐

キーワード；ネコギギ，産卵誘発，ゴナトロピン

#### 目 的

ネコギギは国の天然記念物に指定されている淡水魚で、伊勢湾及び三河湾に注ぐ河川にのみ生息している。三河湾に流下する豊川水系においては、生息環境等の変化に伴いその個体数が減少する可能性があるため、遺伝資源保護の観点から、ネコギギの人工繁殖が必要とされている。このため、ネコギギの人工繁殖を可能とする成熟、産卵等に関する手法を開発する。

#### 材料及び方法

##### (1) 産卵繁殖試験

ネコギギは生息淵毎に遺伝集団を形成していると考えられていることから（第 24 回設楽ダム魚類検討会資料，未発表），採捕された淵（B 淵，C 淵，F 淵）毎にそれぞれ遺伝集団（B 群，C 群，F 群）として飼育管理した。産卵試験は C 群（平成 19 年採捕），F 群（平成 25～27 年採捕）の畜養親魚と，平成 19，20，23 年の産卵試験により得られた稚魚を養成した親魚（以下，「養成親魚」）を用いた。

産卵繁殖試験期間中には，1 週間に 1 回雌個体の魚体重測定と腹部の腫脹度<sup>1)</sup>（0～4）及び触診による腹部の柔らかさ（+～+++）を調べ，成熟度（2++等と表記）を推定した。

雌個体の成熟度が 3 以上もしくは腹の柔らかさが+++となったことを目安に，雌個体に動物用胎盤性生殖腺刺激ホルモン（ゴナトロピン 3000，あすか製薬，以下ゴナトロピン）を魚体重 1g 当り 10～20 単位の量で背側筋肉内へ注射し産卵誘発を試みた。

##### (2) 餌の改善試験

親魚の卵質向上のため，今まで与えていた赤虫以外を給餌する試験区を設け，活餌料としてヒメダカ，アマゴ稚魚を 3 月から 4 月上旬まで，冷凍餌料としてサクラエビ，アミ，アマゴ卵を 3 月から 7 月まで摂餌状況を観察しながら与えた。アマゴ卵については，当指導所で飼育しているアマゴから 10～11 月に採卵し冷凍保存したものをを用いた。

#### 結果及び考察

雌個体の魚体重測定及び成熟度調査は 4 月 30 日から延べ 12 回実施した（表 1, 2）。成熟度が 3 以上もしくは腹の柔らかさが+++に達した雌 11 個体に延べ 17 回の産卵誘発を行った。このうち産卵が確認できたのは 7 事例であったが，卵は全て死卵となりふ化はしなかった。

他の雌親魚については，産卵試験期間後半になっても成熟度があまり上昇せず産卵行動も行われなかったことから，産卵誘発は実施せず産卵繁殖試験を終了した。

雌親魚へのゴナトロピン投与による産卵誘発で産卵する事例は毎年数例見られるようになったものの，ふ化率は非常に低い状態が続いている。

餌の改善試験において，ヒメダカ，アマゴ稚魚，アマゴ卵とも摂餌状況は良好であった。サクラエビは個体により摂餌する場合としない場合があった。餌料の相違による体長と体重の関係を図に示した。赤虫のみ摂餌をした試験区と比較して，他の餌も与えた試験区の方が体長に対して体重が大きくなっており，卵巣が発達したものと思われた。この試験結果が産卵，ふ化に結びつかなかったが，成熟度だけでなく，卵数の増加も期待されるため今後も試験を継続する必要がある。

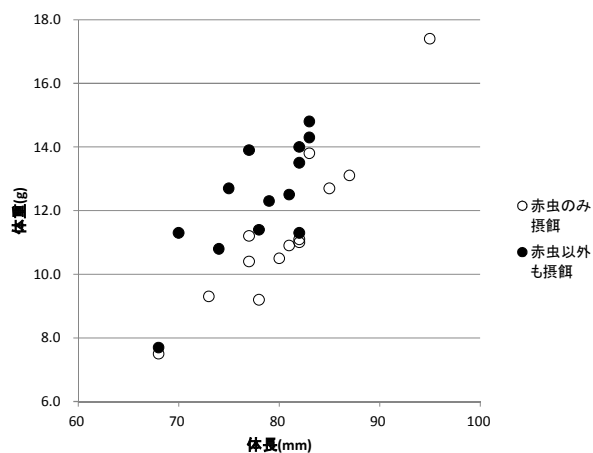


図 餌料の相違による体長と体重の関係

表 1 C 群の親魚組み合わせと産卵繁殖試験結果

試験区	親魚組み合わせ		ゴナドトロピン		産卵 (産卵日)	産卵数 (粒)	ふ化仔魚 数(尾)	雌魚体重(g)		成熟度	
	雄個体	雌個体	投与日	投与量(単位/魚体重g)				開始時	最大	ゴナドトロピン 投与時	最大
①	C1-4	C2-5	—	—	—	—	—	20.9	20.3	—	1+
		C2-6	—	—	—	—	—	18.3	21.8	—	1+
②	C1-3	C2-8	7/16,22	雄:—, 雌:10,20	—	—	—	19.5	21.1	2++	2+++
③	C2-2	C1-5	—	—	—	—	—	18.5	19.6	—	2++
④	C2-3	C1-6	—	—	—	—	—	16.9	18.1	—	1+
⑤	C2-5	3C	6/8	雄:—, 雌:20	6/10	370	0	24.8	24.8	3++	3++
⑥	C3-5	C5-2	7/8	雄:—, 雌:10	—	—	—	9.0	10.0	2++	2++
		C5-4	—	—	—	—	—	7.9	9.2	—	2+
⑦	C3-4	C5-1	—	—	—	—	—	10.1	12.4	—	2+
		C5-3	7/8,16,22	雄:—,10,—, 雌:10,10,20	7/24	269	0	13.9	15.3	4++	4+++
⑧	C1-8	3C	6/8	雄:—, 雌:20	—	—	—	24.8	24.8	3++	3++
⑨	C1-4	3C	6/8	雄:—, 雌:20	6/10	1540	0	24.8	24.8	3++	3++
⑩	C1-12	3C	6/8	雄:—, 雌:20	—	—	—	24.8	24.8	3++	3++
⑪	C1-2	C2-5	8/4	雄:—, 雌:10	—	—	—	24.1	25.3	1++	2++
		C2-6	—	—	—	—	—	20.5	22.2	—	1++
⑫	C3-5	C5-2	7/8	雄:—, 雌:10	7/11	715	0	8.0	10.0	2++	2++
⑬	C3-4	C5-3	7/29	雄:—, 雌:20	—	—	—	16.3	16.3	4+++	4+++
⑭	C3-6	C5-1	—	—	—	—	—	10.1	12.4	—	2+
		C5-4	7/31	雄:—, 雌:20	7/31	100	0	8.5	9.3	2++	2++
⑮	C3-7	C5-2	7/16	雄:10, 雌:10	7/17	20	0	10.0	19.9	2+++	2+++
⑯	C3-8	C5-1	7/29,8/4	雄:—,10, 雌:20,10	—	—	—	12.4	16.7	2++	2+++
		C5-4	8/4	雄:—, 雌:10	—	—	—	9.2	16.7	2++	2++

⑤, ⑧~⑩雌親魚: 畜養親魚、その他: 養成親魚

表 2 F 群の親魚組み合わせと産卵繁殖試験結果

試験区	親魚組み合わせ		ゴナドトロピン		産卵 (産卵日)	産卵数 (粒)	ふ化仔魚 数(尾)	雌魚体重(g)		成熟度	
	雄個体	雌個体	投与日	投与量(単位/魚体重g)				開始時	最大	ゴナドトロピン 投与時	最大
①	6F	6F	7/10	雄:20, 雌:20	—	—	—	6.5	11.3	2++	3+++
②	5F	12F	—	—	—	—	—	4.5	9.5	—	3
③	1F	5F	7/10	雄:—, 雌:20	7/12	249	0	7.7	16.2	3++	4+++
④	7F	9F	—	—	—	—	—	10.9	16.5	—	3++
⑤	8F	7F	—	—	—	—	—	8.4	8.4	—	0
⑥	11F	16F	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⑦	10F	15F	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⑧	12F	17F	—	—	—	—	—	7.8	7.8	—	2+
⑨	19F	18F	—	—	—	—	—	7.8	7.8	—	2+
⑩	18F	19F	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⑪	14F	20F	6/18	雄:—, 雌:20	—	—	—	7.7	7.7	3+	3+
⑫	13F	21F	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⑬	15F	22F	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⑭	17F	23F	—	—	—	—	—	9.1	9.1	—	3++
⑮	16F	24F	6/18	雄:—, 雌:20	—	—	—	10.5	10.5	2++	2++
⑯	9F	5F	7/17	雄:20, 雌:20	—	—	—	12.1	12.1	1	1
⑰	16F	19F	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⑱	16F	23F	—	—	—	—	—	9.1	9.1	—	2++
⑲	17F	19F	—	—	—	—	—	—	—	—	—

雌親魚: 畜養親魚



# ギギ精子凍結保存試験

青山裕晃・高須雄二・市來亮祐

キーワード；ギギ，精巢内精子，液体窒素保存

## 目的

ネコギギ人工繁殖の確実性の向上のためには，将来的には人工授精の導入も選択肢のひとつと考えられる。人工授精を行う場合，雄個体から精液を採取する必要があるが，搾精が困難なときは精巢内精子を用いて人工授精を実施することが必要となり，この場合は雄個体を死亡させることになる。このようにして取り出した貴重な精子をできる限り有効に利用し，また系統保存手法として活用するためには，凍結による精子長期保存法の開発が必要である。そのため，まずネコギギ近縁種のギギ精子を材料に，精子凍結保存の可能性について検討した。

## 材料及び方法

### (1) 精子凍結保存試験

長期間の凍結保存試験には平成 26 年度に作成した凍結精液<sup>1)</sup>のうち，作成 6 カ月後においても精子の運動性が良好であった 10%メタノールを含む FBS (牛胎児血清) と淡水魚用リンゲル液で希釈した 4 ロットを用いた。1 年経過後に精子の運動活性を以下により確認した。凍結した精液の解凍はストロー管を 20℃の水道水に 15～20 秒浸して行った。運動活性は解凍した保存精子液をスライドガラスに取り，約 100 倍の純水を加え攪拌した後直ちに検鏡して，運動している精子の割合を表 1 に示す 6 段階で評価した。

表 1 ギギ精子運動性の評価指標

評価指数	精子運動活性
5+	75%以上
4+	50～74%
3+	25～49%
2+	10～24%
1+	1～9%
0	0%

### (2) 人工授精試験

豊川流域の河川から平成 27 年 5～6 月に採捕したギギの雄 24，雌 36 個体のうち成熟度が比較的高い雄 4，雌 4 個体を試験に供した。産卵誘発のため，雌個体の成熟度が 2 以上もしくは腹の柔らかさが++となったことを目安に，雌個体に動物用胎盤性生殖腺刺激ホルモン

(ゴナトロピン 3000，あすか製薬，以下，「ゴナトロピン」) を魚体重 1 g 当り 10～20 単位の量を背側筋肉内へ注射した後，触診により搾出可能と判断された雌 4 個体について搾出を試みた。その内未成熟卵と判定された 1 例を除いた 3 例について搾出した卵を用い，受精を行った。受精に用いた精子は，供試魚の雄親魚から精巢を取り出し，硬骨魚用人工精しょうで懸濁させた希釈精液と (1) 精子凍結保存試験で用いた 4 ロットの凍結保存精液を解凍して用いた。

### (3) ネコギギ人工授精試験

繁殖期ペアリング中の親魚にハンドリング刺激による排卵個体があったことから，急遽予備試験として人工授精を試みた。

6 月 10 日に産卵した雌 (3C) を取り上げ別水槽へ移動する際に放卵したため，シャーレに 130 粒を収容し，平成 26 年度死亡個体 (C2-1) から凍結保存 (FBS-メタノール保存液) していた精子 (ストロー管 2 本) を解凍し，人工授精を試みた。

## 結果及び考察

### (1) 精子凍結保存試験

凍結 1 年後の運動活性は，いずれの試験区も，凍結 1 週間後の運動活性と同じ評価を示し，運動活性の低下は見られなかった (表 2)。精子凍結保存には「10%メタノールを含む FBS または淡水魚用リンゲル液で希釈した精子保存液をストロー管に注入し，そのストロー管を試験管に入れ，試験管ごと液体窒素に浸漬する」方法が適していると考えられた。FBS と淡水魚用リンゲル液とを比較するとわずかな違いではあるが，リンゲル液の方が運動活性の持続時間が長い傾向にあった。

表 2 凍結精子解凍後の運動活性 (6 段階評価)

試験区	溶媒	凍結 防御剤	凍結方法	保存期間			
				1週間後	1カ月後	6カ月後	1年後
1	FBS	メタノール	蒸気凍結	3+	3+	3+	3+
2	リンゲル	メタノール	蒸気凍結	3+	4+	3+	3+
3	FBS	メタノール	直接浸漬	5+	5+	5+	5+
4	リンゲル	メタノール	直接浸漬	5+	5+	5+	5+

### (2) 人工授精試験

人工授精を 3 回実施したが，ふ化仔魚が得られたのは 3 回目 (7 月 24 日実施) の 1 例にとどまった (表 3)。3

回の人工授精例からゴナトロピン投与からの経過時間により搾出される卵の状態が変化することが判明し、3回目の人工授精で行った52～54時間後に得られる透明感のある卵が受精に相当であると推測された。3回目の人工授精に用いた精子の試験区分とふ化率を表4に示す。採取した精子は室温で2時間放置したものからも受精能力が認められた。しかしながら、前日採取して21時間室温放置しておいた場合は受精能力が失われていた。また冷蔵保存15日後と凍結保存1年後の精子も受精能力を有していた。特にリンゲル液による凍結保存精子は73.5%と高いふ化率が得られ、凍結保存液としてはリンゲル液の方が優れていることが示唆された。ふ化個体が得られたことで、液体窒素による凍結保存で受精能力が損なわれないことが判明した。冷蔵保存や凍結保存精子を用いた人工授精試験により、近縁種ギギにおける人工授精が可能であること、また精子を得るために解剖する個体数を抑制することが出来ることが示された。

表3 人工授精に用いた雌個体と採卵数

採捕日	全長 (mm)	体長 (mm)	体重 (g)	成熟度	ゴナトピン		受精日	採卵数 (粒)	ふ化仔魚数 (尾)
					投与日	投与量(単位/魚体重g)			
5/27	157	131	48.9	2+	6/8	20単位	6/10	未計測	0
5/27	167	141	52.3	2+	6/16	20単位	6/22	未計測	0
5/27	182	155	62.4	—	7/8	10単位	—	—	—
5/20	253	215	118.0	2++	7/22	20単位	7/24	2,693	1,217

(3) ネコギギ人工授精試験

ふ化槽に収容した人工受精卵から6月15日に2個体がふ化した。受精に用いた精子の運動活性は2+ (運動活性率10～20%)であった。死亡個体から取り出した精子であったが、1年経過後も運動活性を示し、ふ化率は低かったものの、受精可能であることが判明した。

表4 人工授精に用いた精子区分とふ化率

試験区分		卵数	ふ化数	ふ化率
採捕個体	採精直後	118	73	61.9%
	2時間後	126	74	58.7%
	21時間後	204	0	0.0%
保存精子	冷蔵保存15日後	154	74	48.1%
	冷凍保存1年後(FBS)	114	56	49.1%
	冷凍保存1年後(リンゲル)	102	75	73.5%
その他	採精直後	1,875	865	46.1%
計		2,693	1,217	—

引用文献

- 1) 石元伸一・高須雄二・市來亮祐 (2015) ギギ精子凍結保存試験. 平成26年度愛知県水産試験場業務報告, 53-54.