

## 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

鯉江秀亮・村井節子・中川武芳

キーワード；養鰻用水，水質

#### 目的

本県の主要養鰻生産地である西尾市一色町の養鰻池では、矢作川から取水された養鰻専用の水道水を飼育水に用いている。飼育水の水質は養殖生産に影響することから、養鰻専用水道水の水質を定期的に調査した。

#### 材料及び方法

毎月1回、養鰻専用水道水の取水口で採取した用水のpHについて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)で、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素及び硝酸態窒素についてはHACH社製多項目迅速水質分析計(DR/2010)で測定した。

#### 結果及び考察

調査結果を表及び図に示した。6月のpHは6.54とやや低かったものの、その他の月のpHは7前後であった。無機三態窒素は、6月が1.277mg/Lで最も高く、4月が0.515mg/Lで最も低かった。亜硝酸態窒素は0.01mg/L以下で推移し、ウナギの安全濃度10 mg/L<sup>1)</sup>を越えることはなかった。

#### 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 平成28年度における養鰻専用水道水の水質調査結果

測定日	単位:mg/L(pH以外)											
	4月6日	5月	6月1日	7月4日	8月1日	9月2日	10月3日	11月4日	12月5日	1月5日	2月2日	3月3日
pH	7.26	未測定	6.54	7.24	7.15	7.13	6.85	7.24	7.24	7.16	7.28	7.26
アンモニア態窒素	0.01	未測定	0.07	0.13	0.09	0.12	0.05	0.05	0.06	0.05	0.01	0.04
亜硝酸態窒素	0.005	未測定	0.007	0.006	0.010	0.005	0.004	0.001	0.003	0.004	0.004	0.007
硝酸態窒素	0.5	未測定	1.2	1.0	1.0	0.8	0.9	0.7	0.6	0.8	0.9	1.1

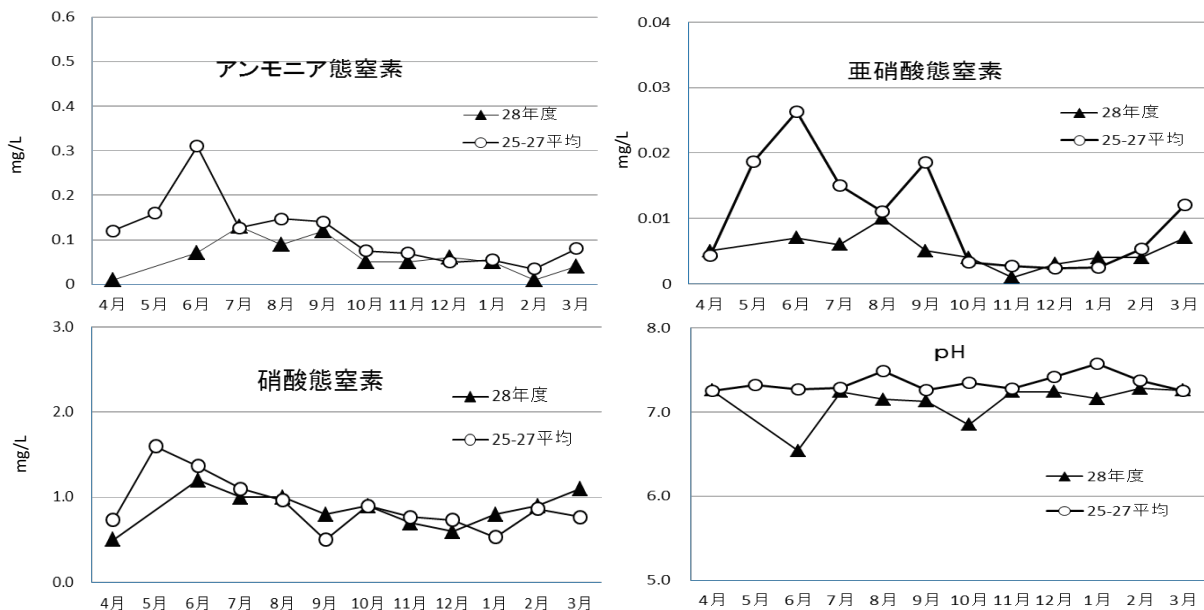


図 平成28年度と平成25～27年度平均の測定結果

# 優良放流ウナギ養成試験

鯉江秀亮・岩田友三・稲葉博之

キーワード；養殖ウナギ，放流，雌化

## 目的

ニホンウナギ(以下ウナギ)養殖の種苗として採捕されるシラスウナギの減少が続く中，ウナギ資源の回復を目的として養鰻関係者により，各地で養殖ウナギの放流が行われている。しかし，養殖されたウナギのほとんどが雄であり，資源回復のためには雌をより多く含む集団を放流することが求められる。こうしたことから，養殖ウナギで雌比率の高い集団を作出する方法について検討した。

## 材料及び方法

### (1) 養殖ウナギの性比調査

ウナギは養殖される飼育条件によって性が変化する<sup>1)</sup>ことから，性比調査は異なる飼育条件で養成され，出荷されたウナギについて行った。調査個体は，平成28年3月から平成29年2月にかけて一色うなぎ漁業協同組合(西海市一色町)に組合員7業者が出荷した11ロットから採取した計415尾とした。体重及び全長を測定後，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。また，個体の相対成長率(SGR)を次式により求めた。

$$SGR(\%/d) = ((\ln(BW1) - \ln(BW0)) \times 100) / \text{飼育日数}$$

BW1：雌雄判定時体重(g)，BW0：シラス体重0.2g

### (2) 雌ウナギ養成試験

平成27年4月7日に池入れしたシラスウナギを養成し，体サイズに大小差が認められた平成27年5月29日に，大群85尾(平均体重3.13g)，中群88尾(平均体重1.58g)，小群87尾(平均体重0.66g)及び無選別群88尾(平均体重1.65g)に分けて飼育し，雌雄判別可能な体重50g以上の個体の生殖腺を平成28年2月13日観察した。

## 結果及び考察

### (1) 養殖ウナギの性比調査

調査結果を表1に示した。雌比率は10.0～53.8%で，業者Uが5月26日に出荷したロットが最も高かった。この出可ロット(平均体重62.3g)のSGRは0.73%/dで低い成長率であった。服部ら<sup>2)</sup>が示した雌比率50%となる出荷時体重(約200g)までのSGRは0.45%/dであり，概ね

SGRは一致し，SGRにより集団の雌比率を推定できると思われた。

表1 養殖ウナギ性比調査

業者	種苗導入日	出荷日	飼育期間(日)	平均体重(g)	SGR(%/d)	検体数	雌比率(%)
T	H26.12.31	H28.03.09	433	319.8	1.70	35	17.1
U	H26.03.28	H28.05.19	782	273.9	0.92	29	17.2
G	H27.01.14	H28.05.23	494	62.0	1.16	51	11.8
U	H26.03.28	H28.05.26	789	62.3	0.73	52	53.8
V	H27.01.22	H28.05.29	492	65.4	1.18	31	19.4
L	H27.03.12	H28.09.05	542	235.9	1.30	20	35
A	H27.04.11	H28.09.05	512	438.6	1.50	29	20.7
W	H27.12.19	H28.09.29	284	110.6	2.22	50	10
A	H27.04.11	H28.10.14	551	47.4	0.99	28	17.9
A	H27.03.04	H28.10.16	591	32.2	0.86	40	17.5
U	H27.03.28	H29.02.01	676	99.3	0.92	50	24.0

※平成28年度に調査したサンプルで，すべてシラスウナギから加温ハウスで飼育されたものであった  
※平均体重が32～110gの個体はタネ(飼育)用として流通する

### (2) 雌ウナギ養成試験

大群，中群，小群及び無選別群の平成28年12月13日時点での生残率及び雌雄判別結果を表2に示した。雌は小群に1尾(2%)のみ確認された。その原因としては，養殖現場の飼育条件が再現できていない可能性が考えられる。また，養殖場で飼育されている個体数と実験レベルでの個体数は大きく異なり，実験レベルでの補足ができないことも考えられる。今後は，より確実に雌を作出できる方法を検証する必要がある。

なお，本試験は水産庁委託事業「平成28年度内水面生息環境改善手法開発事業」により実施し，詳細は事業報告書に記載した。

表2 各群の飼育成績と雌雄判別結果

試験区	供試魚数	へい死・不明数	生残率(%) H28.12.13時点	雌雄判別結果						未判別数 (飼育中)
				個体数			出現率(%)			
				雄	雌	不明	雄	雌	不明	
大群	85	0	100.0	85	0	0	100	0	0	終了
中群	88	6	93.2	77	0	1	99	0	1	4
小群	87	21	75.9	54	1	1	96	2	2	10
無選別群	88	4	95.5	78	0	0	100	0	0	6

## 引用文献

- 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
- 服部克也・岩田友三・鈴木貴志(2017)養鰻場から出荷されたニホンウナギの成長と性比から構想した放流用ウナギ集団の作出モデル. 愛知水試研報, 22, 1-8.

## (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・稲葉博之・鯉江秀亮

キーワード；ウナギ，人工種苗生産，摂餌

#### 目 的

水産研究・教育機構を中心とした研究グループは，養殖種苗となるシラスウナギを大量に生産する技術の開発を進めている。現段階は，サメ卵を主成分とするポタージュスープ状餌料(以下，サメ卵)を初期餌料とし，仔魚の負の走光性を利用して水槽底面に沈降したサメ卵を摂餌させる方法が開発されたが，大型水槽で大量の種苗を生産できる水準には至っていない。

海域のウナギ仔魚はゆっくり沈降していく「マリンスノー」を摂餌していると推測されており，<sup>1)</sup>水槽底面での摂餌がウナギ仔魚の飼育に適しているのかを検証する必要があると考えられた。そこで，低照度下におけるウナギ仔魚の摂餌活性と遊泳行動について検討した。

#### 材料及び方法

##### (1) 低照度下における摂餌活性

ウナギ仔魚は深海に生息していると考えられ，表層で減衰する赤色波長の光を余り認識しないと推定した。そこで，光源の蛍光灯(22W)を赤色セロファンで覆い，照度が20，60，100，140及180lxとなるように，光源との距離を調整した。常法<sup>2)</sup>により得たウナギ仔魚(10日齢)20尾を収容したシャーレ(φ9cm)を，上記照度下に設置してサメ卵0.1mLを給餌した。給餌15分後にウナギ仔魚の消化管を顕微鏡下で観察して充満度を5段階に類別した。なお，水温24℃とし，試験開始30分前から給餌直前までは暗黒条件とした。

##### (2) 低照度下におけるウナギ仔魚の遊泳行動

赤色光を(1)と同じ方法で照度を調整した。試験開始30分前に，直径28mm×長さ230mmのガラス管(32mm間隔で7区画に区分)にウナギ仔魚(10日齢)10尾を収容して暗黒条件で静置した。試験開始時に実験水槽を緩やかに攪拌してウナギ仔魚を均一に分散させた後，各照度下に静置し，15分後にウナギ仔魚がどの区画に分布するかを観察した(図1)。なお，水温24℃とし，試験を2回繰り返した。

#### 結果及び考察

##### (1) 低照度下における摂餌活性

20lxの照度ではウナギ仔魚の動きは不活発で，30%以下の個体しか摂餌しなかった(図2)。180lxではウナギ仔魚は活発に遊泳し，70%以上の個体が摂餌した。照度が低くなるほどウナギ仔魚の摂餌活性は低下すると考えられた。

##### (2) 低照度下におけるウナギ仔魚の遊泳行動

20lxの照度では20個体中12尾が区画1~5に分布し，表層から中層に浮遊する個体が多かったが，60lx以上の照度では，底層(区画7)に多くの個体が存在した(表1)。

(1)の結果では，20lxの照度での仔魚の摂餌活性が低かったことから，低照度下でウナギ仔魚が中層に浮遊しても摂餌行動を活発に行う可能性は低いと考えられた。今後は，ウナギ仔魚の摂餌誘因因子等についても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で実施した。

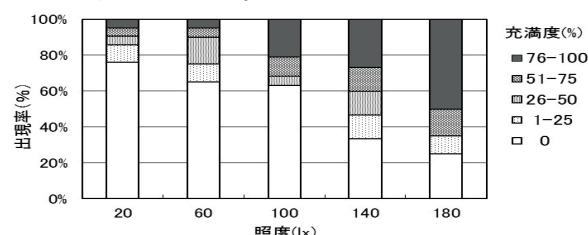


図2 各照度における消化管充満度



図1 実験水槽

表1 各照度における仔魚の分布

各区画の仔魚尾数(尾)※	各照度(lx)				
	20lx	60lx	100lx	140lx	180lx
区画1	2	1	0	0	0
区画2	2	0	1	0	0
区画3	2	2	0	0	0
区画4	3	0	0	0	0
区画5	3	1	1	1	0
区画6	0	3	1	2	1
区画7	8	13	17	17	19

※：2回試験の合計値

#### 引用文献

- 1) Miller, M.J., Chikaraishi, Y., Ogawa, N.O., Yamada, Y., Tsukamoto, K. and Ohkouchi, N. (2012) A low trophic position of Japanese eel larvae indicates feeding on marine snow, *Biol. Lett.*, 9, 20120826.
- 2) 田中秀樹・太田博巳・香川浩彦(2000)ウナギの人工催熟技術と仔魚の飼育技術の開発に関する研究. 日水誌, 66(4), 623-626.

### (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)

白木谷卓哉・今井彰彦・青山裕晃

キーワード；豊川，アユ，遡上，流下

#### 目 的

天然アユが遡上する豊川における中下流域アユ漁場では、天然アユの資源状況を勘案して人工種苗の放流を環境収容力に応じて計画的に行うことにより、アユの生産性を高めることができる。このため、豊川の天然アユ資源の状況について調査を行った。

#### 材料及び方法

##### (1) 遡上魚調査

平成 28 年 4～6 月に、牟呂松原頭首工左岸魚道において約 2 日間隔で目視によりアユの遡上を観察するとともに、7～10 日間隔でまとまった遡上を確認される日に遡上魚を引っ掛け釣りにより採捕し、全長、体長及び体重を測定した。天然遡上魚と人工放流種苗との判別を下顎側線孔配列及び側線上横列鱗数により行った（表 1）。

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

10～12 月に、豊川のアユ流下仔魚量を調査している国土交通省豊橋河川事務所（以下、豊橋河川事務所）と調整し、全体として概ね 7 日間隔以下になるように調査を行った。調査定点は行明（図 1）の左岸側流心付近と右岸側に設定した。流下仔魚の採捕は既報<sup>1)</sup>に準じ、18 時及び 20 時に行った。なお、1 日あたりの流下尾数は、平成 23～27 年の 10 月に実施した 24 時間調査の結果<sup>2-6)</sup>から、調査日の総採捕尾数と、18 時及び 20 時調査の合計採捕尾数との比率を用いて推定した。また、平成 28 年の流下仔魚総尾数は、豊橋河川事務所の流下仔魚調査結果と合わせて推定した。なお、アユの産卵状況等に影響する水温、河川流量については国土交通省 水文水質

データベース（<http://www1.river.go.jp/>、平成 28 年 12 月 22 日）の当古観測所（豊川市当古町）のデータを参照した。



図 1 調査地点

#### 結果及び考察

##### (1) 遡上魚調査

遡上は 4 月 16 日に初認され、6 月中旬まで観察された。遡上魚の平均体重は、5 月下旬まで 5g 前後で推移し体重の分散も小さかったが、その後分散が大きくなり平均体重も増加した（図 2）。採捕された個体に含まれる人工放流種苗の割合を表 2 に示した。遡上初期である 4 月 26 日に採捕された遡上魚は全て天然遡上魚であったが、その後人工放流種苗が 4.0%程度混じっていた。豊橋河川事務所が牟呂松原頭首工の魚道で行った遡上魚調査によると、遡上したアユは過去 5 年平均の約 2 倍となる 227 万尾と推定された。

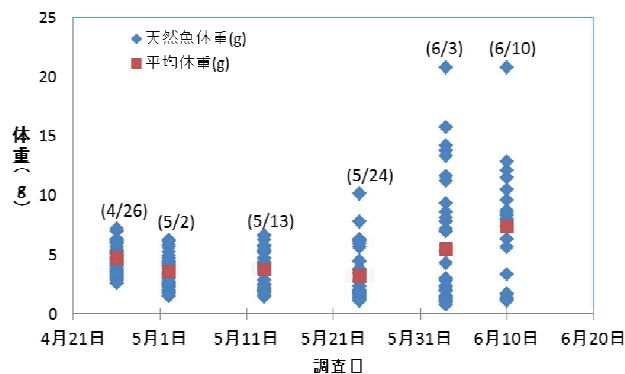


図 2 遡上アユの大きさの変化（放流魚を除く）

表2 人工放流種苗の割合

(単位:尾)							
調査時期	4月下	5月上	5月中	5月下	6月上	6月中	合計
採捕尾数 (うち放流魚)	44 (0)	44 (2)	41 (0)	40 (5)	39 (2)	19 (0)	227 (9)
放流魚割合	0%	4.5%	0%	12.5%	5.1%	0%	4.0%

(2) 流下仔魚調査

当古観測所の9月下旬の平均水温は20.6℃と過去5年平均(21.3℃)より0.7℃低かった。9月の降雨量は平年より多く(気象庁アメダスデータ参照)、河川流量が増加していた影響から水温が低下したと推定された。

平成28年の調査では例年10月下旬～11月上旬頃に出現していた採捕尾数のピークは確認されず、採捕尾数は低水準で推移した。豊橋河川事務所の調査結果とともに1日の流下仔魚数の推移を図3に示した。なお、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0.5倍で補正して流下仔魚量を求めた。平成28年の総流下仔魚数は約6千万尾となり、過去5年平均(約6.4億尾)の約9%にとどまった。その原因は不明であるが産卵に加入する親魚の小型化や個体数の減少による産卵量の低下が関与している可能性が考えられた。

引用文献

- 1) 中嶋康生・服部克也・曾根亮太・岩田靖宏(2009) 豊川におけるアユ流下仔魚調査. 平成20年度愛知県水産試験場業務報告, 32-33.
- 2) 服部克也・高須雄二・鈴木貴志(2012) 豊川中下流域漁場のアユ資源調査. 平成23年度愛知県水産試験場業務報告, 29-30.
- 3) 高須雄二・市來亮祐・石元伸一(2013) 豊川中下流域漁場のアユ資源調査. 平成24年度愛知県水産試験場業務報告, 30-31.
- 4) 高須雄二・市來亮祐・石元伸一(2014) 豊川中下流域漁場のアユ資源調査. 平成25年度愛知県水産試験場業務報告, 26-27.
- 5) 高須雄二・市來亮祐・石元伸一(2015) 豊川中下流域漁場のアユ資源調査. 平成26年度愛知県水産試験場業務報告, 22-23.
- 6) 高須雄二・市來亮祐・青山裕晃(2016) 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.

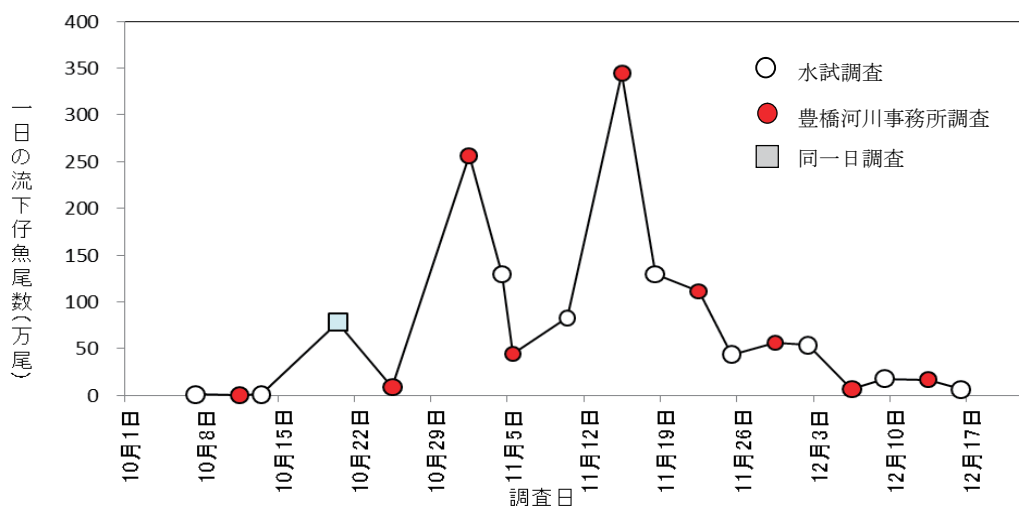


図3 調査期間中の1日当たりの推定流下仔魚尾数の推移

# 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)

白木谷卓哉・今井彰彦・青山裕晃

キーワード；豊川，アユ，付着藻類，水温

## 目 的

豊川中流域のアユ漁場におけるアユの餌料環境を把握するため付着藻類の強熱減量，アユの生息密度及び水温を調査した。

## 材料及び方法

平成 28 年 6～9 月に各月 2～3 回，図に示した調査地点（漁場名；島原橋，一色橋，東上前）において，付着藻類の強熱減量を既報<sup>1)</sup>に準じて調査した。東上前においては併せてアユの生息密度を潜水目視法<sup>2)</sup>により調査した。水温は国土交通省 水文水質データベース (<http://www1.river.go.jp/>, 平成 28 年 12 月 22 日)の当古観測所（豊川市当古町）の水温データ（暫定値）を用いた。

## 結果及び考察

各調査地点における強熱減量を表 1 に，平成 26～28 年における東上前の平均アユ生息密度及び平均強熱減量，当古観測所における月別平均水温を表 2 に示した。島原橋及び一色橋の強熱減量は 3.5～7.2g/m<sup>2</sup>及び 3.3～8.3 g/m<sup>2</sup>の範囲で推移し，月別平均では漁期後半の 8 月に高い値を示した。東上前の強熱減量は 4.9～9.4 g/m<sup>2</sup>の範囲で推移していて，月別平均は漁期当初の 6 月が最も高かった。各調査地点の平均値は東上前，一色橋，島原橋の順で高く，下流で付着藻類量が多い傾向が認められた。しかしながら，強熱減量は 6 月上旬に東上前で観測した 9.4g/m<sup>2</sup>が最大値であり，アユの餌料環境として望まれる 10g/m<sup>2</sup>より低く<sup>3)</sup>，各調査地点とも漁期を通して餌料不足の状態であったと考えられた。東上前のアユの平均生息密度は 0.8 尾/m<sup>2</sup>とほぼ平年並みであり，遊漁者から聞き取った釣獲状況もほぼ平年並みであったことから概ね一致していた。各月の平均水温は，8 月が平年より高かったが，5～7 月及び 9 月はほぼ平年並みであった。



図 付着藻類の調査地点（漁場名）

表 1 各調査点における強熱減量

		(単位：g/m <sup>2</sup> )		
		島原橋	一色橋	東上前
6月	上旬	-	-	9.4
	中旬	-	-	5.0
	下旬	5.1	6.3	9.0
7月	上旬	3.9	3.3	6.9
	中旬	6.5	5.1	7.3
	下旬	4.8	6.0	5.2
8月	上旬	6.0	8.3	7.6
	中旬	6.3	4.6	4.9
	下旬	7.2	8.2	7.6
9月	上旬	3.5	5.7	6.5
平均		5.4	5.9	6.9

表 2 平成 26～28 年の東上前の平均アユ生息密度及び平均強熱減量，当古観測所水温における月別平均水温

項 目	平成26年	平成27年	平成28年
東上前での潜水目視法によるアユ平均生息密度(尾/m <sup>2</sup> )	1.0	0.6	0.8
東上前における付着藻類 平均強熱減量(g/m <sup>2</sup> )	7.4	7.4	6.9
当古における5月の平均水温(°C) 暫定値	18.5	20.5	18.6
当古における6月の平均水温(°C) 暫定値	23.4	22.4	22.4
当古における7月の平均水温(°C) 暫定値	25.2	22.1	25.1
当古における8月の平均水温(°C) 暫定値	24.6	25.5	26.5
当古における9月の平均水温(°C) 暫定値	22.0	20.7	22.9

#### 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) 中嶋康生・鈴木貴志・服部克也(2010)豊川中流域における付着藻類調査. 平成 21 年度愛知県水産試験場業務報告, 26-27.
- 3) 全国湖沼河川養殖研究会アユ放流研究部会(1994)アユ種苗の放流マニュアル. 全国内水面漁業協同組合連合会, 東京, pp42.

## 養殖技術指導

(内水面養殖グループ) 服部克也・鯉江秀亮・岩田友三  
稲葉博之

(冷水魚養殖グループ) 青山裕晃・白木谷卓哉・今井彰彦

(観賞魚養殖グループ) 岡村康弘・荒川純平・金田康見

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，養殖管理技術や各種魚病の発生により生産性が低下することがある。特に魚病については病原体を特定して適正に対応することが被害軽減に効果的であることから，対象養殖魚種の魚病診断を行った。また，養殖生産者の団体などへの技術指導，一般県民からの養殖等に関する照会及び養殖魚の輸出に際して求められる衛生証明書の発行に対応し内水面養殖業の振興を図った。

### 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対象に三河地域を，三河一宮指導所（冷水魚養殖グループ）がマス類を対象に三河山間地域を，弥富指導所（観賞魚養殖グループ）が観賞魚を対象に海部地域をそれぞれ担当した。技術指導として，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，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を行った。

### 結 果

技術指導の結果を表1に，魚病診断結果を表2に，輸出観賞魚衛生証明書の発行実績を表3に示した。

なお，グループ別実施した指導内容は次のとおりであった。

(内水面養殖グループ)

ウナギとアユを対象に養殖技術指導を行った。魚病診断件数は10件で，内訳はウナギ4件，アユ4件，キンギョ1件，ヒラメ1件であった。ウナギの魚病の内訳は，細菌症がバラコロ病の2件，寄生虫症がシュードダクチロギルス症の1件，異常なしが1件であった。アユでは細菌症がレンサ球菌症とビブリオ病の各1件，その他(原因が不明な病気であるチョウチン病)が1件，不明が1件であった。

また，一色うなぎ漁協及び豊橋養鰻漁協が実施している水産用医薬品簡易残留検査で用いる *Bacillus subtilis* ATCC6633 の芽胞希釈液 60 mL (600 検体分) を配布し，支援を行った。

一色うなぎ研究会に9回出席し，助言指導及び技術の普及伝達に努めた。

県民からの問い合わせは28件であった。

(冷水魚養殖グループ)

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18件で，マス類17件，コイ1件であった。マス類の魚病の内訳としてウイルス感染はIPN2件とIHN1件，細菌症はせつそう病3件と冷水病及びビブリオ病各1件，混合感染はIHNと冷水病3件，細菌性鰓病とカラムナリス病1件，不明5件であった。コイは不明であった。

養鰻研究会に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。

県民からの問い合わせは6件であった。

(観賞魚養殖グループ)

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17件で，内訳はキンギョ14件，メダカ3件であった。魚病の主な内訳は，キンギョでは，寄生虫症9件，細菌症1件，キンギョヘルペスウイルス症1件，混合感染は細菌症と寄生虫症2件，キンギョヘルペス症と寄生虫症1件であった。メダカでは，寄生虫症の2件，細菌症の1件であった。

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。

県民からの問い合わせは31件あり，ほとんどがキンギョの飼育相談であった。また，金魚日本一大会(10月23日)，水産試験場一般公開デー(10月30日)及び県花フェスタ(11月26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25日)し，親子64組173名に金魚の歴史や飼育法などについて講義した。



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16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	10	18	17	45
グループ指導	9	4	8	21
一般問合わせ	28	6	67*	101*
計	47	28	92*	167*

\* 相談コーナーに寄せられた相談 (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		
	ウギ	フユ	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	—	—	1	1	3	—	3	1	—	1
細菌	2	2	—	4	5	—	5	1	1	2
真菌	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鰓異常	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
混合感染*	—	—	—	—	4*	—	4*	3*	—	3*
寄生虫	1	—	1	2	—	—	—	9	2	11
水質・環境	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
その他	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—
異常なし	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—
不明	—	1	—	1	5	1	6	—	—	—
計	4	4	2	10	17	1	18	14	3	17

\* 細菌と細菌, 細菌とウイルス 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	ドイツ連邦共和国	6	974	KHV, SVC
	タイ王国	1	33	KHV, SVC
	アメリカ合衆国	1	974	KHV, SVC
	マレーシア	1	457	KHV, SVC
	計	9	2,438	—
キンギョ	タイ王国	2	255	SVC
	アメリカ合衆国	2	893	SVC
	マレーシア	2	301	SVC
	シンガポール共和国	1	200	SVC
	計	7	1,649	—
全体		16	4,087	—

# 海部地区養殖河川水質調査

金田康見・荒川純平・岡村康弘

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，区画漁業権による内水面養殖が古くから行われている。近年，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弥富指導所が主体となって，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(6-7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，平成28年度の調査結果と過去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。溶存酸素が30%以下の貧酸素状態が確認されたのは，夏季の筏川（築止橋）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0.04であり，淡水魚に影響のある塩分は観測されなかった。

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28年度の調査結果及び過去10カ年（平成18年~平成27年）の平均値の推移を図に示した。平成28年度の溶存酸素量及び溶存酸素飽和度は，夏季3回目に調査点で平年より高い値が見られた。それ以外は平年並みであった。

調査結果については漁業関係者に調査ごとに通知した。

表2 筏川の水質調査結果

調査点	鎌島橋										築止橋													
	6/9	7/14	7/25	9/21	10/11	1/6	2/1	3/3	6/9	7/14	7/25	9/21	10/11	1/6	2/1	3/3	6/9	7/14	7/25	9/21	10/11	1/6	2/1	3/3
調査月日	6/9	7/14	7/25	9/21	10/11	1/6	2/1	3/3	6/9	7/14	7/25	9/21	10/11	1/6	2/1	3/3	6/9	7/14	7/25	9/21	10/11	1/6	2/1	3/3
調査時間	10:20	10:20	10:15	10:20	10:20	10:15	10:30	10:20	10:35	10:35	10:30	10:35	10:40	10:35	10:50	10:35	10:35	10:35	10:35	10:40	10:35	10:50	10:35	
天候	曇り	晴れ	晴れ	曇のち雨	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	晴れ	曇のち雨	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	曇のち雨	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	
水色	褐色	緑褐色	0	黄褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	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	10	60	80	90	90	50	70	50	50	50	80	110	80								
水深(m)	1.8	1.2	1.7	1.8	1.3	0.8	0.9	0.9	2.9	3.3	3.2	3.3	3.2	3.2	2.8	2.7								
水温(°C)	表層	24.4	29.8	28.9	22.5	21.6	6.9	6.4	8.9	24.1	30.4	28.7	24.6	22.3	6.6	6.8	9.1							
	底層	23.4	27.1	28.2	22.1	21.2	6.8	6.3	8.9	22.9	28.4	27.9	24.6	21.8	6.5	6.0	9.0							
pH	表層	8.21	8.80	9.18	6.83	8.76	8.91	8.40	8.16	9.32	8.78	8.88	7.40	9.27	7.84	7.80	7.82							
	底層	7.81	7.70	9.10	6.83	8.52	9.49	9.23	8.13	8.06	8.32	8.59	7.50	9.39	7.72	7.69	7.77							
DO(mg/L)	表層	11.0	16.0	17.6	5.7	12.5	13.7	13.3	12.1	9.8	9.1	17.6	8.5	12.0	9.4	11.0	10.7							
	底層	5.0	7.0	18.1	5.8	10.9	13.4	13.3	11.7	1.1	4.3	18.4	7.1	10.5	9.4	11.6	10.3							
DO(%)	表層	132	211	229	66	142	113	108	105	117	122	228	102	138	77	90	93							
	底層	59	88	233	67	123	110	108	101	13	55	235	85	120	77	93	89							
塩分	底層	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.01	-	-	-	-	0.00	0.00	0.04								

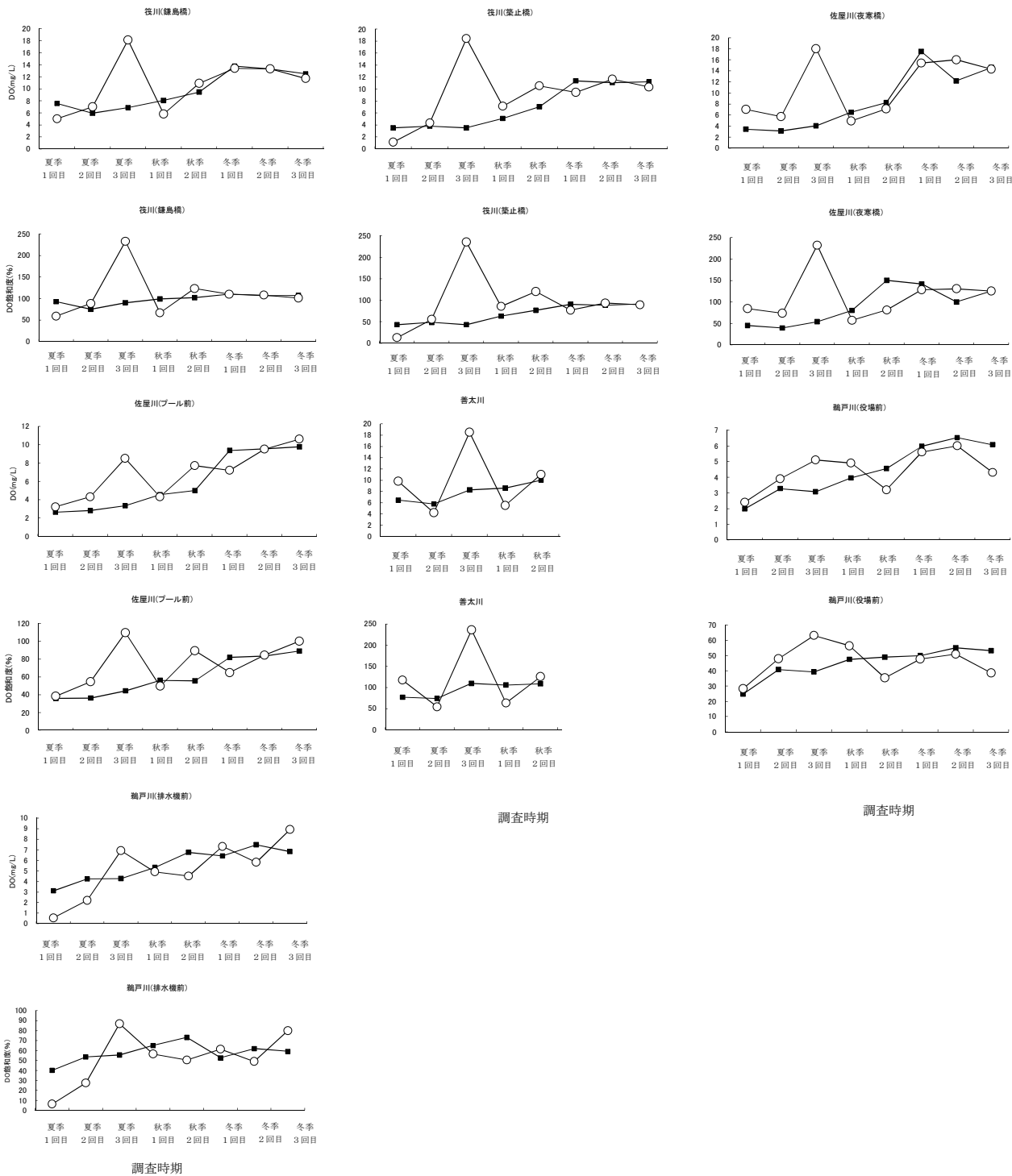
表3 佐屋川の水質調査結果

調査点	夜寒橋										ブール前										相橋					
	6/9	7/14	7/25	9/21	10/11	1/6	2/1	3/3	6/9	7/14	7/25	9/21	10/11	1/6	2/1	3/3	6/9	7/14	7/25	9/21	10/11	1/6	2/1	3/3		
調査月日	6/9	7/14	7/25	9/21	10/11	1/6	2/1	3/3	6/9	7/14	7/25	9/21	10/11	1/6	2/1	3/3	6/9	7/14	7/25	9/21	10/11	1/6	2/1	3/3		
調査時間	11:15	11:05	10:55	11:05	11:10	11:00	11:10	11:00	11:40	11:25	11:05	11:25	11:35	11:20	11:35	11:20	11:35	11:20	11:30	11:15	11:05	11:15	11:20	11:10		
天候	曇り	晴れ	晴れ	曇のち雨	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	晴れ	晴れ	曇のち雨	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	晴れ	晴れ	曇のち雨	曇り	晴れ	晴れ	晴れ		
水色	褐色	褐色	緑褐色	黄褐色	緑褐色	褐色	褐色	褐色	褐色	緑褐色	緑褐色	黄褐色	緑褐色	褐色	褐色	褐色	褐色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	黄褐色	緑褐色	褐色	褐色		
透明度(cm)	50	40	40	40	50	30	30	30	60	70	30	50	60	30	40	60	50	40	40	60	50	40	40			
水深(m)	2.0	2.3	1.9	2.2	1.6	2.1	2.2	2.5	2.1	2.1	1.4	2.0	2.0	1.7	1.5	2.0	1.5	1.7	1.5	1.6	1.5	1.6	1.5			
水温(°C)	表層	24.4	29.7	28.8	22.8	21.9	7.5	7.2	9.5	25.0	30.2	29.4	23.4	23.6	12.0	11.2	13.4	24.1	29.9	28.6	22.9	22.2	8.8			
	底層	24.4	28.2	28.3	22.6	21.7	7.3	6.5	9.4	24.2	27.4	28.4	22.2	22.6	10.6	10.1	12.7	23.5	28.1	28.0	22.5	21.8	8.5			
pH	表層	7.69	7.87	8.68	6.65	7.75	9.83	9.92	9.55	6.84	6.95	8.28	6.33	8.00	8.79	9.40	9.50	7.10	7.10	8.51	6.46	7.70	9.35			
	底層	7.52	7.68	8.03	6.56	7.62	9.91	9.86	9.61	6.94	7.06	7.83	6.53	7.24	8.42	9.22	9.45	7.11	6.78	7.98	6.57	7.40	7.51			
DO(mg/L)	表層	8.0	12.3	17.5	6.5	8.7	14.1	17.7	15.1	8.1	14.2	13.9	6.4	11.3	9.0	12.6	12.3	6.9	12.8	17.7	6.3	8.5	10.2			
	底層	7.0	5.7	18.0	4.9	7.1	15.4	16.0	14.3	3.2	4.3	8.5	4.3	7.7	7.2	9.5	10.6	3.5	4.8	18.3	4.5	4.0	9.6			
DO(%)	表層	96	162	227	64	100	118	147	132	98	189	182	75	134	84	115	118	82	169	229	62	98	88			
	底層	84	73	232	57	81	128	130	125	38	54	110	49	89	65	84	100	41	62	234	52	46	82			

表4 善太川、鵜戸川の水質調査結果

善太川		排水機前				
調査日	6/9	7/14	7/25	9/21	10/11	
調査時間	11:05	10:55	10:45	10:50	11:00	
天候	くもり	晴れ	晴れ	曇のち雨	くもり	
水色	緑褐色	緑褐色	緑褐色	黄褐色	緑褐色	
透明度(cm)	30	50	50	40	40	
水深(m)	1.7	1.7	2.0	1.2	1.5	
水温(°C)	表層 24.7	30.9	29.7	22.2	21.7	
	底層 24.2	28.2	27.7	22.2	21.7	
pH	表層 9.33	8.74	9.65	6.31	8.15	
	底層 8.35	8.70	9.17	6.53	8.24	
DO(mg/L)	表層 15.8	14.7	16.8	5.7	10.8	
	底層 9.8	4.2	18.5	5.5	11.0	
DO(%)	表層 191	198	222	66	123	
	底層 117	54	236	63	125	

鵜戸川		排水機前														
調査日	6/9	7/14	7/25	9/21	10/11	1/6	2/1	3/3	6/9	7/14	7/25	9/21	10/11	1/6	2/1	3/3
調査時間	12:10	11:50	11:40	11:55	13:35	11:53	12:05	11:55	12:30	12:10	11:55	12:10	13:50	11:14	12:25	12:10
天候	くもり	晴れ	晴れ	曇のち雨	くもり	晴れ	晴れ	晴れ	くもり	晴れ	曇のち雨	くもり	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
水色	褐色	緑白色	緑褐色	褐色	灰緑色	緑白色	緑白色	緑白色	褐色	緑褐色	褐色	褐色	灰緑色	緑白色	緑白色	緑白色
透明度(cm)	50	40	50	30	50	70	70	50	80	80	50	40	70	70	70	60
水深(m)	2.0	2.3	2.1	1.0	1.2	1.3	1.7	1.1	1.7	2.0	1.8	1.5	1.2	1.7	1.8	1.9
水温(°C)	表層 24.4	29.0	29.3	22.2	20.6	9.2	8.9	10.7	24.0	31.3	29.0	22.2	21.2	7.8	7.3	10.5
	底層 23.4	25.7	26.1	22.2	20.1	8.3	8.1	10.4	22.8	26.4	27.0	22.2	20.8	7.7	7.9	10.5
pH	表層 6.50	6.60	7.56	6.30	6.66	6.93	7.56	7.50	6.60	6.86	8.21	6.11	6.67	※	7.23	7.49
	底層 6.58	6.80	7.43	6.14	6.72	7.22	7.48	7.52	6.73	6.90	7.74	6.20	6.85	※	7.29	7.63
DO(mg/L)	表層 3.8	4.8	16.5	5.3	6.7	6.3	6.3	5.2	4.1	8.6	16.8	5.3	4.7	7.7	7.6	9.8
	底層 2.4	3.9	5.1	4.9	3.2	5.6	6.0	4.3	0.5	2.2	6.9	4.9	4.5	7.3	5.8	8.9
DO(%)	表層 46	63	216	61	75	55	54	47	49	117	219	61	53	65	63	88
	底層 28	48	63	56	35	48	51	38	6	27	87	56	50	61	49	80
COO(mg/L)	底層 30	20	20	20	20	10	10	10	30	20	20	20	20	20	10	10



■ : H. 18~27 年度平均値 ○: H. 28 年度

図 調査地点の溶存酸素量と溶存酸素飽和度の推移

# 矢作川ウナギ生息状況調査

稲葉博之・岩田友三

キーワード；ウナギ，矢作川

## 目 的

愛知県内河川におけるニホンウナギ(以下ウナギ)の生息状況を把握するため，三河湾に流入する主要河川である矢作川で調査を行った。

## 方 法

平成26～28年度に図1に示した調査定点においてタモ網(網口サイズ36×42cm，目合1mm)によりウナギを採捕し，採捕個体の体重を測定した。採捕は，支流のワンドの川岸部分を砂泥とともにタモで掬い取って行った。また，混獲された生物について分類を行った。なお，採捕については特別採捕許可に基づき実施し，ウナギが採捕されなくなった時点で終了した。

## 結果及び考察

採捕したウナギの月別平均体重を調査年度別に図2に示した。ウナギの平均体重は各年度とも調査開始時から調査終了時にかけて増加していた。また，採捕個体数について調査年度毎に図3に示した。3カ年の結果から，採捕個体数は夏季を中心として多く，11月以降は5尾以下であった。このことから，水温低下とともに，生息場所を変えていることが考えられた。混獲された生物は，エビ類，ハゼ類，カニ類，貝類などであった。

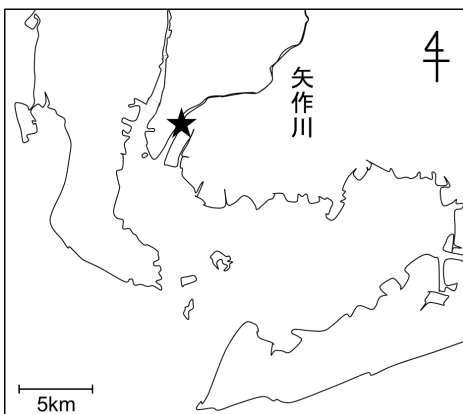


図1 矢作川調査定点(★)

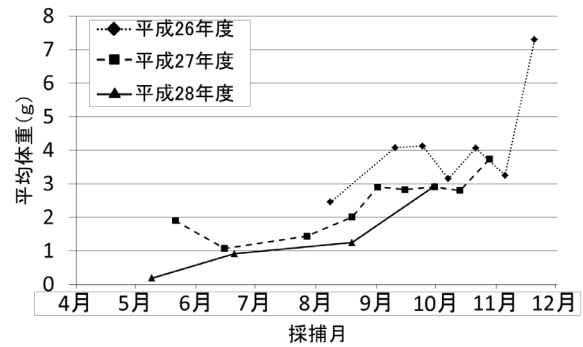


図2 採捕されたウナギの平均体重

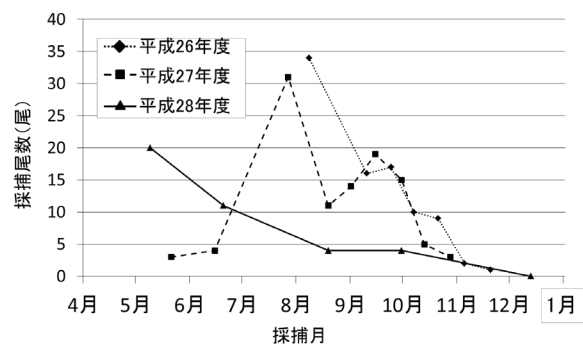


図3 採捕されたウナギの個体数

## (4) アユ資源有効活用試験

### アユ種苗放流方法等の検討 (豊川系 F8 アユ人工種苗の冷水病感受性)

白木谷卓哉・今井彰彦・青山裕晃

キーワード；アユ，海産系，豊川系 F8，人工種苗，冷水病

#### 目 的

豊川系アユ人工種苗（以下，豊川系とする）<sup>1)</sup> の F1 及び F2 の冷水病感受性は海産系 F1 アユ人工種苗（以下，海産系とする）とほぼ同程度であったが，継代した豊川系 F3 では大幅に高まった。継代を重ねるとさらに感受性が高まると考えられたため，本年度も引き続き豊川系の冷水病感受性を評価した。

#### 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，愛知県鮎養殖漁業協同組合で中間育成された種苗を用いた。試験は 2 回実施した。第 1 回試験は平成 28 年 3 月 28 日に開始し，2 m<sup>3</sup> 容水槽（水量 1.2 m<sup>3</sup>）に対照の海産系と豊川系 F8 を各々 30 尾の計 60 尾を混合収容し，対照区（非攻撃区）を 1 区及び攻撃区を 3 区設定した。第 2 回試験は 5 月 12 日に開始し，2 m<sup>3</sup> 容水槽（水量 1.2 m<sup>3</sup>）に対照の海産系と豊川系 F8 を各々 20 尾の計 40 尾を混合収容し，第 1 回試験と同様に試験区を設定した。供試魚は脂鰭切除により海産系と豊川系 F8 を識別した（表 1）。試験開始から 3 日間，1 水槽あたり 3 尾の冷凍保存していた冷水病へい死魚を水槽内に垂下して冷水病に感染させた。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（15.1～18.4℃）を 7L/min で注水した。へい死魚は外部症状の観察と細菌検査により冷水病による死亡か否かを判定した。

表 1 各試験区に混合収容した種苗の脂鰭切除標識の有無

系統 試験区	第 1 回試験		第 2 回試験	
	海産系	豊川系 F8	海産系	豊川系 F8
対照区	標識なし	脂鰭切除	脂鰭切除	標識なし
攻撃区 A	脂鰭切除	標識なし	標識なし	脂鰭切除
攻撃区 B	標識なし	脂鰭切除	脂鰭切除	標識なし
攻撃区 C	脂鰭切除	標識なし	標識なし	脂鰭切除

#### 結果及び考察

冷水病感受性試験の結果を表 2 に示した。第 1 回試験の攻撃区では試験開始 8 日後から，第 2 回試験の攻撃区

では試験開始 7 日後からへい死が始まり，へい死魚には体躯や顎下に冷水病特有の体潰瘍が見られ，細菌検査で冷水病菌が検出された。第 1 回試験の対照区では試験開始後 19～28 日に，第 2 回試験の対照区では試験開始後 13～18 日にそれぞれへい死が認められたが，へい死魚の細菌検査で原因菌は検出されなかった。いずれの攻撃区においても豊川系 F8 は海産系よりもへい死率は高く，冷水病に対して高い感受性を示すと判断した。

豊川系 F1～F8 までの海産系に対するへい死率の比の推移を表 3 に示した。豊川系のへい死率は F3 以降高く推移しており，F8 でも同じ傾向が認められた。豊川系については，今後も継代を継続することでさらに感受性が高まる可能性が考えられるため，冷水病に対する注意が必要である。

表 2 冷水病感受性試験によるへい死結果

系統 試験区	第 1 回試験		第 2 回試験	
	海産系	豊川系 F8	海産系	豊川系 F8
対照区	6.7% 2/30	6.7% 2/30	0% 0/20	20.0% 4/20
攻撃区 A	43.3% 13/30	53.3% 16/30	15.0% 3/20	70.0% 14/20
攻撃区 B	13.3% 4/30	60.0% 18/30	20.0% 4/20	45.0% 9/20
攻撃区 C	20.0% 6/30	60.0% 18/30	15.0% 3/20	55.0% 11/20

上段；へい死率（%），下段；へい死魚/供試魚（尾）

表 3 豊川系の海産系に対するへい死率の比の推移

比率	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	
	1.3	1.4	5.0	3.5	3.1	2.8	7.7	第 1 回	第 2 回
								2.3	3.4

#### 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・加藤毅士（2016）種苗生産結果の概要 アユ. 平成 27 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, 5-15.

# 天然遡上アユ実態調査

鯉江秀亮・岩田友三

キーワード；遡上アユ，耳石，日齢

## 目的

全国的にアユの漁獲量は減少しており，本県においても同様で，アユ漁獲量の回復が強く求められている。伊勢湾，三河湾に流入する本県の河川には天然アユが遡上しており，これを漁獲量回復のため有効活用することが検討されている。遡上早期の個体(以下，早期遡上魚)は体サイズが大きく，友釣りなどで最も漁獲効率が高いとされるが，遡上後期の個体(以下，後期遡上魚)は体サイズが小さく，漁獲は漁期後期に限られる。遡上時期により体サイズや遡上個体数が大きく変化するため，漁獲に結び付くように活用することは容易ではない。こうしたことから，天然遡上アユの有効活用を検討するための基礎資料として，矢作川に遡上したアユの状況を調査した。

## 方法

遡上魚は，平成28年3月から5月にかけて藤井床固(図1)の魚道で採取した。採取魚は，体サイズの測定(190尾)と，一部個体から耳石を採取して輪紋解析を行った。なお，日採捕重量は藤井床固で汲み上げ放流を担当する内水面漁協から聞き取りした。

産卵親魚は，10月22～24日に葵大橋付近(図1)において，10月24日に巴川松平(図1)において，それぞれ産卵のために蝟集したアユを内水面漁協関係者がガリ釣りで採捕したものをサンプルとした。側線上方横列鱗数や下顎側線孔から天然魚と人工放流種苗を識別し，天然魚については耳石の輪紋解析を行った。



図1 調査場所

## 結果及び考察

日採捕重量と採捕個体の平均体重を図2に示した。遡上が初認された3月7日と3月26日では平均体重は約6.5gで大型だったが，後期の5月上旬には約1.3gとなっていた。また，日採捕重量は4月20日が最も多く，遡上のピークは4月上旬から中旬にあると思われた。

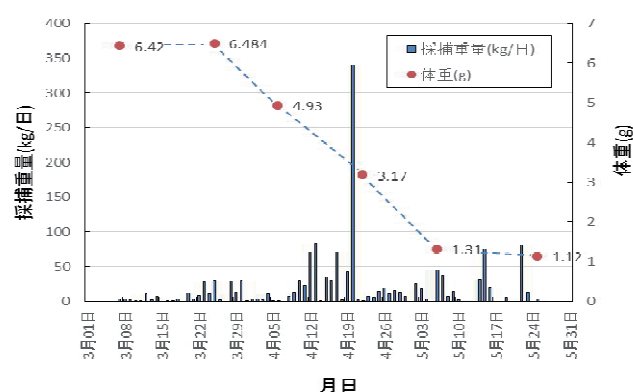


図2 遡上アユの採捕重量と大きさの変化

平成21年から平成28年に藤井床固魚道のトラップで採捕された遡上アユの平均体重をそれぞれ図3に示した。調査年共通して，遡上アユの平均体重は遡上初期から後期にかけて減少する傾向が認められた。また，平成28年の早期遡上魚の平均体重は平成21年に次いで大きかった。

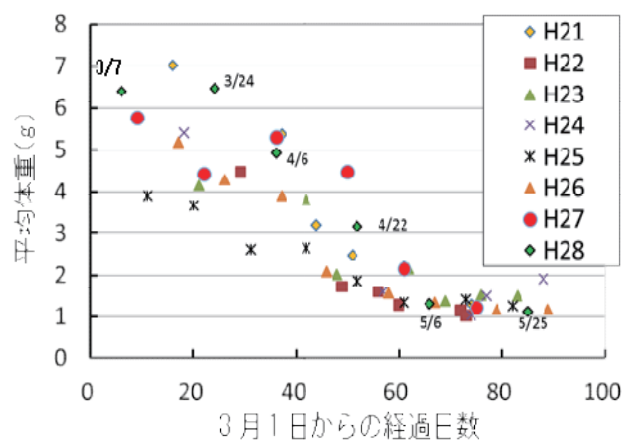


図3 平成21～28年に藤井床固魚道トラップで採捕された遡上アユの平均体重

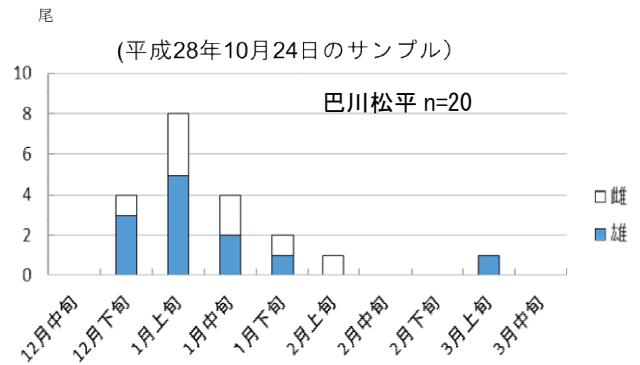
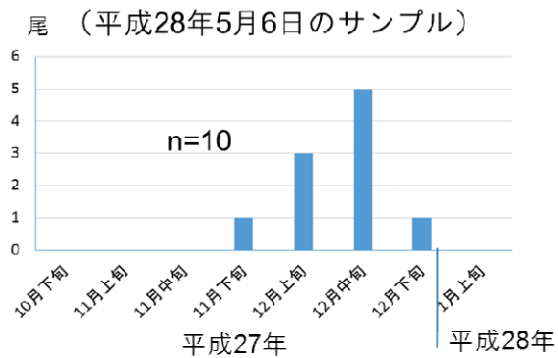
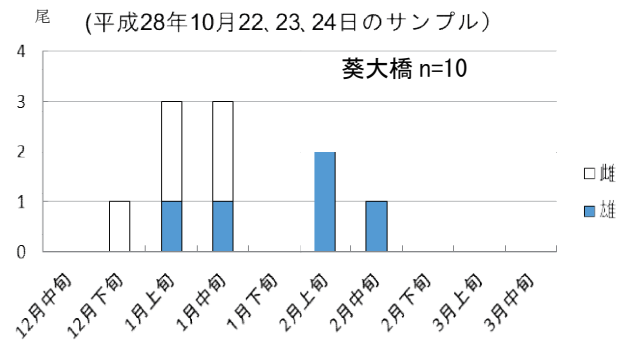
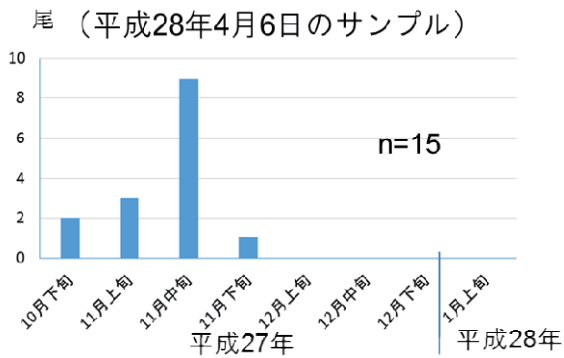


図4 遡上アユのふ化推定時期

図5 産卵親魚アユのふ化推定時期

平成28年4月6日に採捕された遡上アユのうち15個体から採取した耳石輪紋を解析し、これから推定されたふ化日は平成27年10月下旬～11月下旬であり、平成28年5月6日の10個体では平成27年11月下旬～12月下旬であった(図4)。

一方、巴川松平と葵大橋付近で10月は産卵親魚として採捕された個体(平均体重 27.5g)の耳石輪紋解析から推定したふ化日は、平成27年12月下旬から平成28年1月中旬が中心であった。産卵親魚のふ化日は、ほとんどが5月6日以降に遡上した個体と推定された。これらは、図2から推定した遡上ピーク以降であり、後期遡上魚であると考えられた。また、漁獲に貢献するとされる早期遡上魚は産卵集団に加入していないことが示された。

なお、本試験は水産庁委託事業「平成28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、同事業報告書に詳述した。

## (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)

今井彰彦・白木谷卓哉・青山裕晃

キーワード；ニジアマ，養殖，水温

#### 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，生産現場において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 年度からニジアマを生産している養魚池を対象に，夏季の水温調査を実施している。<sup>1, 2)</sup>平成 28 年度においても同様に養魚池での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）の本部飼育池と笠井島飼育池，A 養魚場（新城市）の 3 か所で調査を実施した。これら養魚池に自記式水温計（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）を平成 28 年 6 月上旬から 9 月下旬まで設置し，水温を毎時記録した。また，各養魚池の調査期間内の飼育状況及びへい死状況と水温との関連性を調べた。

#### 結果及び考察

調査した養魚池それぞれの各月のニジアマの平均魚体重及び収容密度を表に示した。収容密度は調査期間を通して本部飼育池が最も高く，笠井島飼育池，A 養魚場の順であった。

調査した養魚池別に調査期間中の毎日の最高水温，最低水温，平均水温，日間へい死率（（へい死個体数/前日の生存個体数）×100）の推移及び出荷日を図に示した。水温は笠井島飼育池（最高水温 20.2℃）に比べて本部飼育池（最高水温 21.9℃）と A 養魚場（最高水温 21.9℃）が高かった。

本部飼育池では水温の高かった 7 月中旬から 9 月上旬までのへい死は少なかったが，9 月中旬よりへい死が増加する傾向が見られた。へい死の増加が認められた際にはレンサ球菌症が確認された。また，出荷は主に 7 月中

旬から下旬にかけて行われたが，へい死の増加は確認されなかった。

笠井島飼育池では調査期間中に断続的なへい死が確認され，8 月以降にへい死が増加した際にはレンサ球菌症が確認された。また，出荷は 6 月中旬から 7 月中旬に集中していたが，出荷が少なかった 8 月から 9 月よりへい死は少なかった。

A 養魚場では 7 月下旬から日間へい死率が 0.5%を越え，8 月には 2.0%を越えていた。へい死が増加した 7 月中旬から 8 月にかけてはカラムナリス症と細菌性鰓病が確認された。

平成 28 年度の調査では，本部飼育池と笠井島飼育池では高水温とへい死に明確な関係は見られなかったものの，A 養魚場では高水温とへい死の増加に関連性が認められた。また，出荷が魚体へストレスを与えている可能性が考えられたが，へい死との間には明確な関連は見られなかった。本部飼育池と笠井島飼育池ではレンサ球菌症がへい死の原因となっていたのに対し，A 養魚場ではカラムナリス症と細菌性鰓病がへい死の原因となっており，養魚池の防疫管理，病原菌の保菌状況がへい死状況に影響している可能性が考えられた。夏季高水温期の減耗を軽減するためには，魚病の発生を抑制することが必要と思われた。

表 各月のニジアマの平均魚体重及び収容密度

養魚池	月	平均魚体重 (g)	収容密度 (kg/m <sup>3</sup> )
本部飼育池	6月	904	51.5
	7月	963	53.1
	8月	973	48.9
	9月	986	44.3
笠井島飼育池	6月	1133	34.4
	7月	1199	28.3
	8月	1059	19.2
	9月	1113	15.4
A養魚場	6月	366	17.4
	7月	430	19.8
	8月	463	15.6
	9月	511	14.4



引用文献

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

2) 市來亮祐・高須雄二・青山裕晃（2016）ニジアマ養魚池の飼育環境調査. 平成 27 年度愛知県水産試験場業務報告, 38-39.

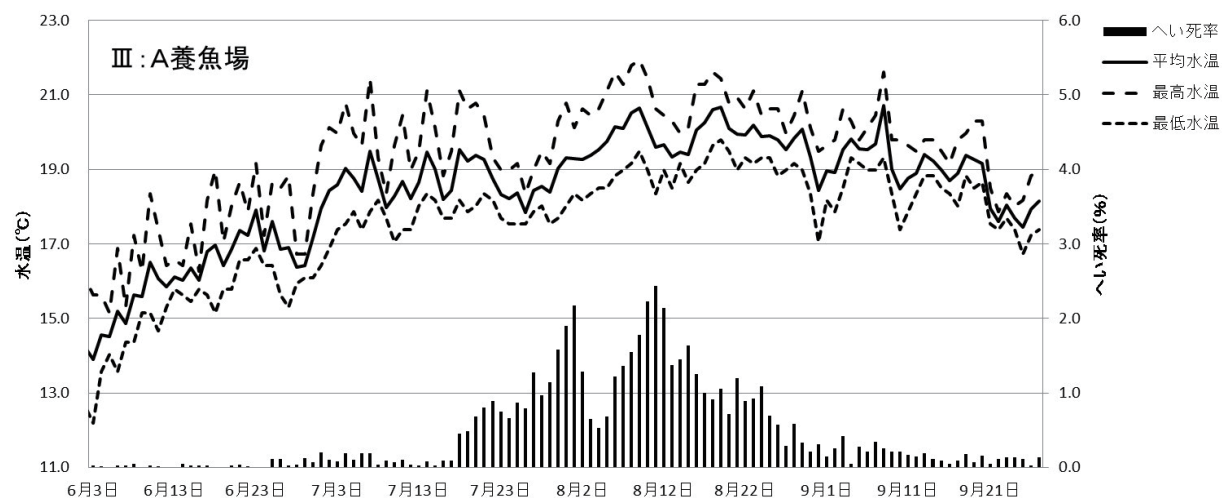
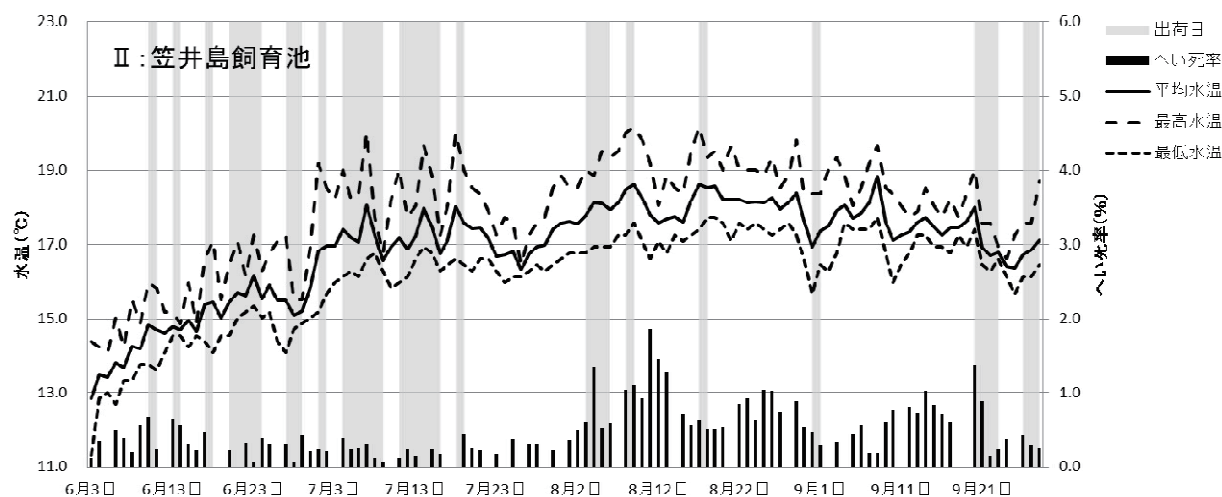
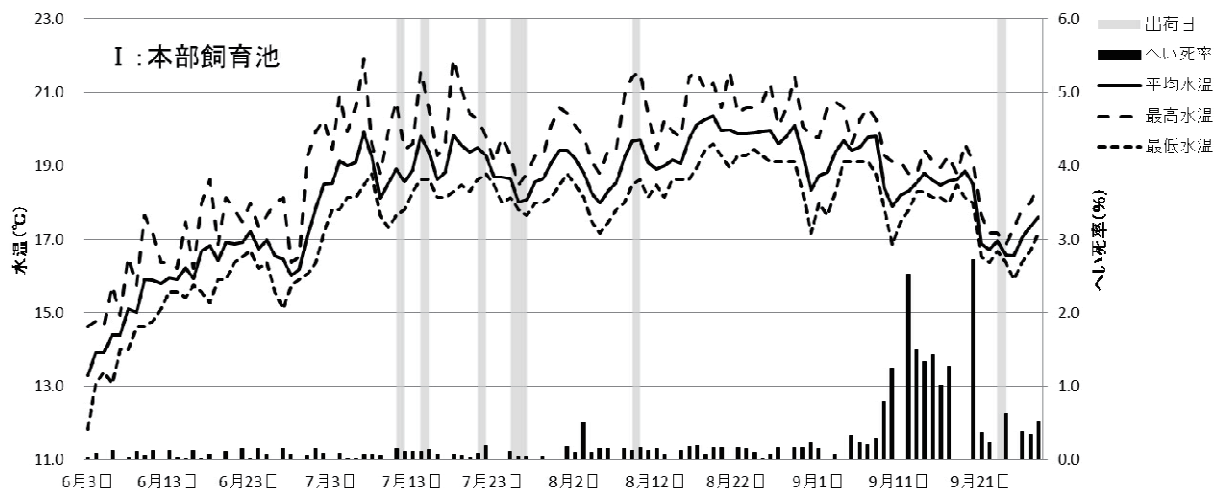


図 養魚池ごとの最高水温, 最低水温, 平均水温, 日間へい死率の推移及び出荷日

# 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)

今井彰彦・白木谷卓哉・青山裕晃

キーワード； ニジアマ， 選抜飼育， 生産性

## 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、出荷までの養成期間が3～4年間必要なことや、病気や奇形などの発生で出荷までの減耗が大きく、低い生産性が問題となっていた。そこで、「成長優良群選抜飼育」により生産性が向上するか検討を行ったところ、一定の効果が認められた。<sup>1)</sup> また、「成長優良群選抜飼育」によるニジアマの生産がA養魚場（新城市）で平成21年12月から行われており、生産現場での有効性を評価するため平成28年1月から出荷が始まった平成25年度産ニジアマの飼育状況を過去の資料と比較評価を行った。

## 材料及び方法

成長優良群選抜飼育を行った平成25年度産ニジアマの最終選別後からの出荷率（（出荷尾数/選別後尾数）×100）、採卵から出荷までの養殖期間、最終選別後から出荷までの飼料効率（（増重量/給餌量）×100）及び出荷時の奇形魚出現率をA養魚場から聞き取りした。生産性を評価するための比較資料として、A養魚場と愛知県淡水養殖漁業協同組合（北設楽郡設楽町，以下，組合）での従来法による飼育成績<sup>1)</sup>を用いた。

## 結果及び考察

A養魚場から聞き取った結果を既報の結果<sup>1)</sup>とともに表に示した。

A養魚場における成長優良群選抜飼育の平成25年度産ニジアマの最終選別後からの出荷率は、73.1%であった。これは同養魚場における平成24年度産ニジアマと同程度の出荷率であった。

平成25年度産ニジアマの採卵から出荷完了までの養殖期間は、2年7カ月であり、平成24年度産ニジアマと2年連続で採卵から3年以内で出荷が完了していた。

平成25年度産ニジアマの飼料効率は45.5%であり、成長優良群選抜飼育を行った平成21年度及び平成24年度産ニジアマと同様に従来法よりも10%程度高い結果となった。

平成25年度産ニジアマの出荷時の奇形魚出現率は1.5%であり、平成24年度産ニジアマよりも若干高いが、従来法の平成15年度産ニジアマの5.3%よりも低く、成長優良群選抜飼育による奇形魚出現率の低下が確認された。

平成25年度産ニジアマの飼育成績においても従来法に比べて生産性の向上が認められ、ニジアマを生産する場合には成長優良群選抜飼育は有効な方法であることが確認された。

## 引用文献

- 1) 市來亮祐・高須雄二・青山裕晃（2016）ニジアマの成長優良群選抜飼育による生産性向上，平成27年度愛知県水産試験場業務報告，43-44.

表 成長優良群選抜飼育と従来法の飼育成績

飼育方法	成長優良群選抜飼育			従来法	
	平成21年度 <sup>1)</sup>	平成24年度 <sup>1)</sup>	平成25年度	平成15年度 <sup>1)</sup>	平成20年度 <sup>1)</sup>
作出群	A養魚場	組合	A養魚場	組合	組合
種苗生産	A養魚場	A養魚場	A養魚場	A養魚場	組合
飼育場所	A養魚場	A養魚場	A養魚場	A養魚場	組合
出荷率	50.4%	72.4%	73.1%	82.6%	11.3%
飼料効率	42.8%	40.3%	45.5%	31.4%	-
養殖期間	3年2月	2年10月	2年7月	4年2月	約4年
奇形魚出現率	1.4%	0.7%	1.5%	5.3%	-
備考	選別4回 白点病で減耗	選別3回	選別3回	中間育成 (1kgスタート)	

## マス類増養殖技術試験 (アマゴ性転換雄 3 歳魚利用の検討)

今井彰彦・白木谷卓哉・青山裕晃

キーワード； アマゴ，性転換雄，3 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）生産には，雄親魚にアマゴ性転換雄が用いられている。これまで生産には 2 歳魚のアマゴ性転換雄を用いていたが，一度作出した性転換雄集団を複数年飼育して，各年で集団の一部を利用すれば性転換処理の負担も軽減できることから，3 歳魚の成熟状況及び授精能力の検証を行った。

### 材料及び方法

供試魚には平成 25 年 11 月 8 日に作出したアマゴ性転換雄魚を用いた。平成 27 年 11 月 4 日に二次性徴した個体（以下，2 歳次成熟区）20 尾，していない個体（以下，2 歳次未成熟区）20 尾を選抜し平成 28 年 11 月 1 日まで飼育した。飼育水には地下水を用い，期間中の水温は 12.2～18.9℃で推移した。

平成 28 年 11 月 1 日に供試魚を取上げ，体重測定及び成熟の具合を確認した。成熟の具合は開腹して精巢の状態を判定し，成熟率（（成熟個体数／検査個体数）×100）を求めた。成熟個体の精巢は細切して人工精しょうで希釈した精液を，顕微鏡下で 0.85%食塩水を滴下して精子の運動性を確認した。

成熟が確認された 2 歳次成熟区 5 尾及び 2 歳次未成熟区 2 尾から前述の方法で得た精液を用い，アマゴ雌 2 歳魚から採卵した卵にそれぞれ媒精した。対照区として，平成 26 年 10 月 29 日に作出したアマゴ性転換雄 2 歳魚 5 尾の精液を用いて同腹卵に媒精した。これらは通常の卵管理を行い，積算水温 308℃で発眼率を求めた。

### 結果及び考察

取上げ時の生残率は，2 歳次成熟区で 65%，2 歳次未成熟区で 55%であった。飼育途中にへい死した個体は痩せかけたものが多かった。成熟率は，2 歳次成熟区は 69.2%，2 歳次未成熟区は 18.2%であり，2 歳次未成熟区では低かった。成熟度が高い個体では全て精子の運動性が認められた（表 1）。

発眼率は全ての試験区で 98%以上であり，3 歳魚精液

の授精能は 2 歳魚と遜色ないことが確認された（表 2）。

アマゴ性転換雄 3 歳魚を用いてニジアマの生産は可能であることが確認されたが，2 歳の成熟期に不稔個体を排除する必要があること，飼育期間に成熟のストレスから回復できない個体の半数程度が減耗する可能性があることなどが分かり，性転換雄のコスト軽減に貢献することについてはさらなる検証が求められる。

表 1 アマゴ性転換雄 3 歳魚の成熟状況

アマゴ性転換雄	3歳魚 (2歳次成熟区)	3歳魚 (2歳次未成熟区)
平均体重	713.1±162.9g	554.5±240.4g
生残率	65.0%(13/20尾)	55.0%(11/20尾)
成熟率	69.2%(9/13尾)	18.2%(2/11尾)
精子の運動性	100.0%(9/9尾)	100.0%(2/2尾)

表 2 各試験区の発眼率

アマゴ性転換雄	3歳魚 (2歳次成熟区)	3歳魚 (2歳次未成熟区)	2歳魚 (対照区)
供試魚平均体重	796.0±125.4g	885.0±113.1	298.0±34.4g
供試数	5尾	2尾	5尾
発眼率	98.7%	98.7%	98.2%

## (6) 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不活化ワクチンの検討)

荒川純平・金田康見・岡村康弘

キーワード；キングョヘルペスウイルス，ワクチン，不活化

#### 目 的

本県で平成2年に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，感染魚の死亡率が非常に高く，キングョ養殖に重大な被害を与えている。ウイルス性疾病に対しては，ワクチン接種が有効であるが，平成26年度までに作成したホルマリン不活化ワクチンでは有効性が確認されていない。

そこで平成28年度は，ホルマリン以外のGFHNVの不活化方法について検討を行うとともに，ワクチンの原料となるGFHNVの抗原（以下，抗原）の収量の増加及び抗原を濃縮する手法を検証した。

#### 方 法

GFHNV感染個体の腎臓摩砕液は，能嶋らの方法（2011）<sup>1)</sup>に従って作成し，使用まで $-80^{\circ}\text{C}$ で保存した。これをARF-2細胞<sup>2)</sup>またはGFF細胞の培養液に添加してGFHNVを培養した。

抗原濃度は，ABC法によるELISA法で測定した。一次抗体には，スイホウガンにGFHNVを接種し，昇温により免疫賦与後採取した水泡内液を，二次抗体には抗ギンブナIgMマウスモノクローナル抗体B12<sup>2)</sup>を，三次抗体にはビオチン標識抗マウスIgG（H+L）ヤギポリクローナル抗体（Kirkegaard & Perry Laboratories（KPL）社）を用いた。発色はペルオキシダーゼ標識ストレプトアビジン（KPL社）で行った。吸光度の測定は，サーモフィッシャーサイエンス社，MULTISKAN FCにより行い，波長450nmのOD値を測定した。サンプルは，それぞれ10倍あるいは $10^{0.5}$ 倍の希釈系列を作成し，デュプリケイトまたはトリプリケイトで測定を行い，OD値は平均を用いた。

#### (1) 抗原収量増加及び抗原濃縮の検討

GFHNV感染培養細胞からの抗原収量を増加させるため，凍結解凍または超音波により細胞膜を破壊する処理を行った。凍結解凍処理は，GFHNV感染培養細胞が懸濁している培養液（以下，細胞懸濁液）をマイクロチューブ

（1.5mL容）に収容し， $-80^{\circ}\text{C}$ に冷却したアルミブロックで凍結，解凍を3回繰り返した。超音波処理は，細胞懸濁液をマイクロチューブ（1.5mL容）に収容し，超音波洗浄機（シチズン社，SW1500）の処理槽内の氷水に5分間浸漬して行った。

また，抗原を濃縮する方法についても検討した。細胞懸濁液を $4^{\circ}\text{C}$ ， $1,000\times\text{G}$ ，5分間遠心して得た上清を， $4^{\circ}\text{C}$ ， $14,000\times\text{G}$ ，60分間遠心した。これの上清を約90%除去し，沈殿物を再懸濁して濃縮抗原とした。

対照区には，細胞懸濁液を $4^{\circ}\text{C}$ ， $1,000\times\text{G}$ ，5分間遠心した上清（以下，ウイルス液）を使用した。

#### (2) ウイルス不活化方法の検討

GFHNVに不活化処理を行った際のウイルス抗原の変性について検討するため，ウイルス液にホルマリン処理，温度処理及び紫外線処理を行い，ELISA法により抗原濃度を測定した。ホルマリン処理は，ウイルス液にホルマリン濃度0.1%となるよう添加して $4^{\circ}\text{C}$ で48時間静置し，温度処理は，ウイルス液を収容したマイクロチューブをウォーターバスで50，55，60，65及び $70^{\circ}\text{C}$ にそれぞれ20分間の加温を行った。紫外線処理は， $\phi 9\text{cm}$ のプラスチック製滅菌シャーレの底面に1mLのウイルス液を広げ，これに1.0，2.5及び $5.0\text{mWs}/\text{cm}^2$ の紫外線量をそれぞれ照射した。

#### (3) 感染試験

平均体重2.38gのリュウキン50尾を供試した。(2)と同様に処理したウイルス液をワクチン（以下，0.1%ホルマリン処理→ホルマリンワクチン，紫外線 $5.0\text{mWs}/\text{cm}^2$ 処理→UVワクチン， $70^{\circ}\text{C}$ 加温処理→ $70^{\circ}\text{C}$ ワクチン）として接種した。ワクチンはそれぞれ腹腔内に $10\mu\text{L}/\text{体重g}$ を接種し，2週間後にブースターとして同量を接種した。その14日後に腎臓摩砕液（感染価 $3.8\log\text{TCID}_{50}/\text{mL}$ ）の尾鰭への滴下により攻撃を行い，発症の有無を確認した。なお，ワクチンに用いたウイルス液の感染価は $2.8\log\text{TCID}_{50}/\text{mL}$ であった。陽性及び陰性の対照魚にはMEMにFBS（ともにgibco社）を5%添加した溶液を同様

に接種した。供試魚はワクチン種毎に10尾をコンテナ水槽(15.5L容, 水量10L)に収容し, 25℃にヒーターで加温した汲み置き水道水で飼育し, アユ用配合飼料(フィード・ワン社)を給餌した。へい死魚については腎臓組織を用いて, 間接蛍光抗体法によりGFHNVの感染の有無を確認した。

## 結果及び考察

### (1) 抗原量増加及び抗原濃縮の検討

凍結解凍処理及び超音波処理を行った試験区のELISA法によるOD値は, ともに対照区のウイルス液と比較して若干高い値を示したが, いずれの処理も大幅な抗原収量の向上には至らなかった(図1)。濃縮抗原のOD値は, どの希釈倍率においても対照区のOD値よりも高く, また希釈率 $10^{-2}$ のOD値は, 対照区の希釈率 $10^{-1}$ のOD値とほぼ同じ値であったことから, 対照区に比べて約10倍濃縮されたと考えられる(図2)。

### (2) ウイルス不活化方法の検討

ホルマリンで処理した試験区のOD値は対照区とほぼ同じであり, 抗原は変性しなかったと考えられた。60℃及び65℃で加温処理した試験区ではOD値が対照区と比較して低下しており, 70℃で加温処理した試験区のOD値は, 希釈倍率に関わらずほぼ一定の低い値を示した(図2)。抗原は, 加温処理により変性を受け, 特に70℃で20分間加温することで抗原はほぼ全て変性したため, 希釈倍率に関わらずほぼ一定の低い値を示したと考えられた。

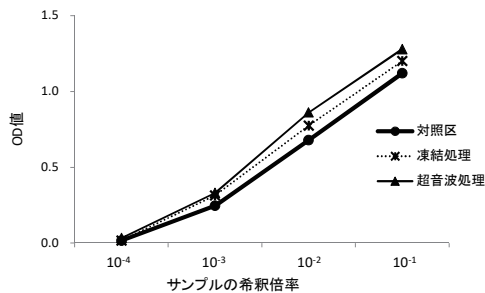


図1 凍結及び超音波処理を行ったウイルス培養細胞によるウイルス液希釈系列のELISA法によるOD値

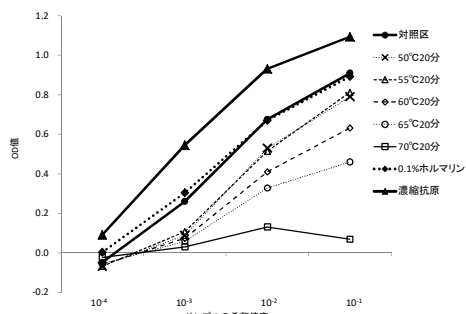


図2 各種処理を行ったウイルス希釈系列のELISA法によるOD値

一方, 紫外線処理した試験区はいずれも対照区のOD値に近似しており(図3), 紫外線による抗原の変性程度は小さいと考えられた。

### (3) 感染試験

ホルマリンワクチン, 70℃ワクチン及びUVワクチンは, 接種後28日間にGFHNによるへい死は見られず, GFHNVは不活性化されていたと考えられた。その後GFHNVによる攻撃を行った結果, 陰性対照区以外の試験区では, 攻撃の9日後までに全てへい死し(図4), 全てのへい死個体でGFHNVが確認された。このことから, 今回作成したワクチンに十分な効果は認められず, GFHNVは不活性化されていたものの, 免疫誘導できていなかったと考えられ, 今後もさらなる検討が必要とされる。

## 引用文献

- 1) 能嶋光子・松村貴晴・田中健二(2011) 疾病対策試験(キンギョヘルペスウイルス病の人為感染方法の検討). 平成22年度愛知県水産試験場業務報告, 43-44.
- 2) 黒田拓男・中野哲規・宮本淳司(2015) 疾病対策試験(キンギョヘルペスウイルス病のホルマリン不活化ワクチンの有効性の評価). 平成26年度愛知県水産試験場業務報告, 44-45.
- 3) Toda, H., Y. Shibasaki, T. Koike, M. Ohtani, F. Takizawa, M. Ototake, T. Moritomo and T. Nakanishi (2009) Allo-antigen specific killing is mediated by CD8 positive T cells in fish. *Dev. Comp. Immunol.* 33 (4), 646-652.

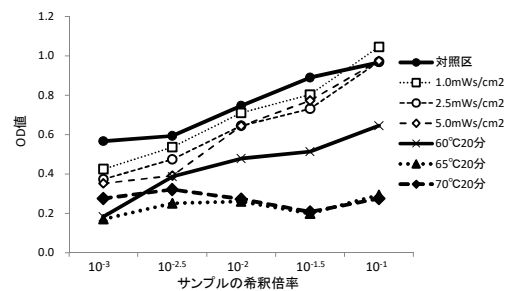


図3 紫外線処理及び温度処理を行ったウイルス液希釈系列のELISA法によるOD値

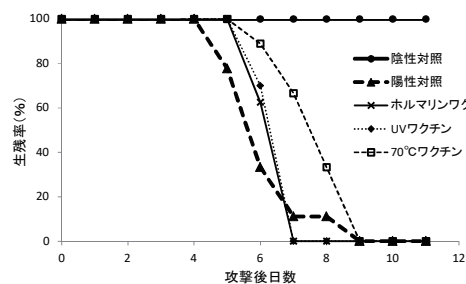


図4 GFHNV攻撃後の生残率

# 新品種作出試験 (アルビノチョウテンガンの形質改良)

金田康見・荒川純平・岡村康弘

キーワード；キンギョ，アルビノチョウテンガン

## 目 的

水産試験場では平成 18 年からアルビノチョウテンガンの品種固定に取り組み，個体選抜，系統飼育，戻し交配を実施し，平成 25 年度にほぼ固定することができた。<sup>1-4)</sup>しかし，固定したアルビノチョウテンガンでは出荷可能な良質個体の出現率が低いと，さらなる優良系統の作出について検討した。

## 材料及び方法

平成 18 年に出目性のアルビノランチュウとチョウテンガンとの交配により作出した F1 から継代した F3 とチョウテンガンを戻し交配した。これにより得られた F1 から継代し F3 (以下戻し F3) を両親として，平成 28 年 4 月 25 日に戻し交配系統 F4 (以下戻し F4) を作出し，戻し F3 と戻し F4 の製品化率により，形質の改善の効果を評価した。なお，製品化率は，作出した稚魚のうち商品として出荷可能な個体の割合であり，背鰭が無く，フナ尾でない個体を 1 次選別した後，頂天眼性（眼球が真上を向く形質）による 2 次選別を行い算出した。

頂天眼性については，図に示す指標を用いて評価した。2 つの角度 a 及び b について，(a, b)=(0° , 90° )を示した個体を良好な頂天眼性とし，(a, b)=(0° , 60° )，(30° , 60° )，(30° , 90° )を示した個体を概ね良好な頂天眼性として評価した。

戻し F3 の 1 次選別の選抜率，2 次選別の選別個体数及び製品化率は平成 25 年度の調査結果を用いた。

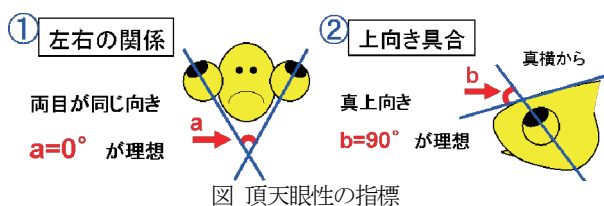


図 頂天眼性の指標

## 結果及び考察

450 尾の戻し F4 稚魚が得られ，1 次選別で 378 尾が選抜されて選抜率は 84%であった。平成 25 年度試験での戻し F3 の 1 次選別の選抜率は 95.7%であり，戻し F4 の方がやや低かった。

戻し F4 の 2 次選別で見られた頂天眼性を表 1 に，戻し F3 と戻し F4 の 2 次選別の選別個体数及び製品化率を表 2 に示した。戻し F4 の 2 次選別では，頂天眼性が良好な個体として 47 尾，概ね良好な個体として 132 尾が選抜され，製品化率は 39.8%

なった。

戻し F4 の製品化率は戻し F3 の製品化率よりも約 2 倍となっており，継代により戻し F3 よりも優良系統となっていることが確認された。しかし，生産されているチョウテンガンでは製品化率が約 60%であり，アルビノチョウテンガンにおいてもさらに製品化率を高める必要がある。

表1 戻しF4の2次選別で見られた頂天眼性  
(単位：尾)

	上向き角度 (b)	上向き角度 (b)				計
		0°	30°	60°	90°	
両目の 角度 (a)	0°	2	10	26	47	85
	30°	11	23	85	21	140
	60°	24	36	42	6	108
	90°	18	19	8	0	45
計		55	88	161	74	378

表2 戻しF3と戻しF4の2次選別後残尾数及び製品化率

系統	放養尾数 (尾)	2次選別後残尾数(尾)			製品化率 (%)
		良好	概ね良好	計	
戻しF3	485	22	75	97	20.0
戻しF4	450	47	132	179	39.8

## 引用文献

- 1) 松村貴晴・能嶋光子・田中健二 (2010) 新品種作出試験 (優良形質クローンの作出及びアルビノ頂天眼の作出). 平成 21 年度愛知県水産試験場業務報告, 42-43.
- 2) 澤田知希・能嶋光子・本田是人 (2012) 新品種作出試験 (優良形質クローンの作出及びアルビノ頂天眼の作出). 平成 23 年度愛知県水産試験場業務報告, 56-57.
- 3) 澤田知希・田中健太郎・本田是人 (2013) 新品種作出試験 (アルビノ頂天眼の作出). 平成 24 年度愛知県水産試験場業務報告, 55-56.
- 4) 黒田拓男・田中健太郎・宮本淳司 (2014) 新品種作出試験 (アルビノ頂天眼の作出). 平成 25 年度愛知県水産試験場業務報告, 53-54.

# 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)

金田康見・荒川純平・岡村康弘

キーワード；キンギョ，突然変異育種技術，ENU

## 目 的

海部地区を中心とする金魚養殖業は，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近年厳しい経営環境となっており，生産者からは需要の活性化のために新品種の開発が求められている。

新品種には新奇性のある形態的特徴が求められ，品種とするためには子孫においてもその特徴が発現する必要がある。こうした新品種の作出は育種が一般的であるが，人為的に突然変異を誘発する手法を，国立研究開発法人水産研究・教育機構増養殖研究所（以下，増養殖研究所）が開発した。<sup>1)</sup>この技術をキンギョ育種に導入するため，平成28年度は変異剤であるN-ethyl-N-nitrosourea（以下，ENU）を雄親魚に注射投与する手法を検討した。

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

突然変異誘発の有無の判定は，劣性遺伝形質であるアルビノまたは出目性の発現により行い，雄親魚にリュウキンを，雌親魚にアルビノチョウテンガンを用いた。

リュウキンについては平成28年1月27日から加温を開始し，水温を7日ごとに1℃上げ，3月8日に20℃とした。3月16日，3月23日及び3月30日に100mg/kgBW量のENUを注射により腹腔内へ投与した。

排卵を確認した雌親魚から搾出した卵を等分し，ENU投与雄魚の精子（処理区）及び通常雄魚の精子（対照区）をそれぞれ媒精した。試験は1回次と2回次の2回行った。卵は水温20℃で管理し，ふ化仔魚尾数からふ化率，アルビノ形質を発現したふ化仔魚数からアルビノ出現率を求めた。また，これらを通常飼育し，ふ化86日後から134日後に生残していた個体数と出目性を発現した個体数から出目性出現率を求めた。

## 結果及び考察

1回次試験区のふ化率は対照区が62.0%，処理区が76.6%，アルビノ出現率は対照区が5.3%，処理区が5.5%，出目性出現率は対照区が41.9%，処理区が0%で

あった。2回次試験区のふ化率は対照区が11.8%，処理区が28.3%，アルビノ出現率は対照区が0%，処理区が25.5%，出目性出現率は対照区が飼育途中でへい死したため不明，処理区が32.1%であった。また，1回次及び2回次試験区の生残全個体は，突然変異による有用形質は確認されなかった。

1回次試験，2回次試験ともに対照区のふ化率と処理区のふ化率に大差がなく，ENU投与による精子の受精能力低下はなかったと思われた。これにより，注射法を用いることで，キンギョの受精に影響を及ぼさず，ENUを投与出来る可能性が示唆された。しかし，本試験の結果から変異導入の評価はできず，有用な形質も確認できなかったため，今後は注射法により投与されたENUが変異を生じさせるかについて検討する必要がある。

## 引用文献

1) 岡本裕之(2011)突然変異養殖魚．特開2011-223884.

表1 人工授精の結果

回次	試験区	卵数 (粒)	ふ化尾数 (尾)	ふ化率 (%)	うちアルビノ (尾)	アルビノ出現率 (%)
1	対照区	3,699	2,294	62.0	121	5.3
	処理区	5,976	4,580	76.6	252	5.5
2	対照区	1,095	129	11.8	0	0
	処理区	3,589	1,017	28.3	259	25.5

表2 ふ化後86日から134日後の生残尾数, 生残率, 出目性尾数及び生残尾数に対する出目性出現率

回次	試験区	遺伝型	残尾数 (尾)	生残率 (%)	出目性尾数 (尾)	出目性出現率 (%)	飼育日数 (日)
1	対照区	野生型	74	3.4	31	41.9	134
		アルビノ型※1	-	-	-	-	-
	処理区	野生型	119	2.7	0	0	86
		アルビノ型	7	2.8	0	0	126
2	対照区	野生型※2	-	-	-	-	-
		アルビノ型※3	-	-	-	-	-
	処理区	野生型	53	7	17	32.1	114
		アルビノ型※4	-	-	-	-	-

※1 出目性計数以前に病死

※2, 4 正常ふ化が確認されず

※3 出現せず



## (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・白木谷卓哉・今井彰彦

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

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。平成28年度から産卵試験の飼育水槽を大型化（34L→138L）するとともに閉鎖循環底面ろ過式とし，繁殖期の水温管理は，エアコンによる室温管理とした。

産卵試験は平成25～27年（F群）に採捕された親魚（以下，畜養親魚）と，平成19，20，23，25年にC群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。

雌個体の成熟度が2となった時点で，体重1g当り20～30単位の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）を体側筋背部に注射により投与して産卵誘発した。

#### 結果及び考察

雌雄親魚のペアリング組み合わせ及び産卵試験の結果を表に示す。雌親魚12個体にゴナトロピン投与による産卵誘発を延べ25回実施し，うち8個体で産卵が確認され，365尾のふ化仔魚を得た。成熟度が2未満であった親魚は，期間中も成熟度の上昇はほとんど見られず，産卵行動も行われなかった。

ふ化仔魚は平成23年度に66個体を得て以降得られていなかったが，平成28年度に多数のふ化仔魚を得るに至った。しかしながら，仔魚が得られた雌親魚は全て畜養親魚（F群）で，養成親魚（C群）は産卵したもののふ化しなかった。飼育水槽を34L容から138L容に大型化し，上面ろ過式から閉鎖循環底面ろ過式に変更したことで，産卵事例が増加したものの，養成親魚（C群）のふ化率向上が課題となっている。親魚の産卵までの飼育管理も含めて，さらなる検討が求められる。

表 親魚組み合わせと産卵結果

試験区	親魚組み合わせ		ゴナトロピン		ゴナトロピン投与時の状態		産卵 (産卵日)	産卵数 (粒)	ふ化仔魚 数(尾)
	雄個体	雌個体	投与回数	投与量 (単位/魚体重) <sup>※</sup>	成熟度指数	腹部の柔らかさ			
1	B1-1	B1-1	3	30	3	+++	—	—	—
		B1-2	3	30	3	+++	—	—	—
2	B1-1	B1-1	—	—	—	—	—	—	—
3	C3-8	C5-1	—	—	—	—	—	—	—
		C5-4	3	20	3	+++	6月4日	不明	0
4	C1-2	C2-5	—	—	—	—	—	—	—
		C2-6	—	—	—	—	—	—	—
5	C1-3	C2-8	—	—	—	—	—	—	—
6	C2-2	C1-5	—	—	—	—	—	—	—
7	C2-3	C1-6	2	20	2	+++	—	—	—
8	C3-8	C5-4	—	—	—	—	—	—	—
9	C3-9	C5-1	1	20	2	+	6月22日	529	0
10	C3-8	C6-1	3	20	1	+	7月17日	約350	0
11	11F	16F	2	20	3	+++	6月8日	673	115
12	14F	20F	—	—	—	—	—	—	—
13	7F	9F	1	20	4	+++	6月8日	1821	87
14	6F	6F	1	20	3	++	5月31日	577	162
15	12F	5F	—	—	—	—	—	—	—
16	19F	18F	4	20	3	+++	—	—	—
17	17F	19F	—	—	—	—	—	—	—
18	15F	22F	—	—	—	—	6月7,8日	不明	0
19	5F	12F	—	—	—	—	—	—	—
20	16F	23F	—	—	—	—	—	—	—
21	16F	21F	—	—	—	—	—	—	—
22	5F	23F	—	—	—	—	—	—	—
23	11F	12F	—	—	—	—	6月16日	940	1
24	14F	12F	—	—	—	—	—	—	—
25	7F	23F	1	20	2	++	—	—	—
26	19F	20F	1	20	1	+	—	—	—

試験区1～10：養成親魚，試験区11～26：畜養親魚  
※複数回投与の場合は最大値

# ギギ精子凍結保存試験

青山裕晃・白木谷卓哉・今井彰彦

キーワード；ギギ，凍結精液，人工授精

## 目的

ネコギギ人工繁殖の確実性を向上するためには，人工授精の導入も選択肢のひとつに考えられる。人工授精を行う場合，雄からの精液採取で搾出による採精が困難な場合は開腹して精巣を摘出し，精巣内精子を用いて人工授精することが必要で，開腹した雄は死亡する。このようにして得た貴重な精子を人工授精や系統保存に活用していくには，凍結による精子長期保存法の開発が不可欠である。特別天然記念物であるネコギギでの技術開発試験を行う前に，ネコギギ近縁種のギギを用いて基礎的な技術開発を行った。

## 材料及び方法

### (1) 精子凍結保存試験

平成 26 年度に作成した凍結精液<sup>1)</sup>のうち，作成 6 か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）と淡水魚用リングル液で希釈した計 4 ロットについて，保存 2 年後の精子の運動活性を以下により確認した。凍結保存（-196℃）していたストロー管を 20℃の水道水に 15～20 秒浸して精子液を解凍し，精子液をスライドガラスに取り，顕微鏡下で約 100 倍の純水を加えて攪拌した後，運動している精子の割合を観察して表 1 に示した 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+	75～100%
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 26 年 5～6 月に採捕したギギの雄 4 個体及び雌 5 個体を継続飼育し，人工授精試験に用いた。産卵誘発のため，平成 28 年 6 月 21 日に雌雄それぞれ 2 個体に体重 1 g 当り 20 単位の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）を体側筋背部に注射により投与し，産卵誘発した。ゴナトロピン投与 40 時間後から 72 時間後までの間で，約 4 時間間隔で雌の腹部を押さえて卵の搾出を試み，卵が搾出された場合は，雄から摘出した精巣を細切し，硬骨魚用人工精しょうで希釈した精子液を用いて人工授精を行った。精子液は 7℃下で冷蔵保存し，卵が得られた場合には分割して媒精に用いた。また，凍結保存精子の授精能力を確認するため，(1) 精子凍結保存試験で検証した精子液を用いて雌個体番号“14♀”から得られた卵と媒精した。

## 結果及び考察

### (1) 精子凍結保存試験

凍結保存 2 年後の精子運動活性は，FBS で希釈した精子液で若干運動性の低下が見られたものの，リングル液で希釈した精子液では活性の変化はなかった（表 2）。FBS に比べてリングル液で希釈した精子の運動活性が高く，持続時間も長い傾向が認められたことから，ギギ精液の凍結保存にはリングル液で希釈する方法が適していると思われた。

表 2 凍結精子解凍後の運動活性（6 段階評価）

溶媒区分	凍結 防御剤	凍結方法	保存期間				
			1週間	1か月	6か月	1年	2年
FBS	メタノール	直接浸漬	5+	5+	5+	5+	4+
リングル	メタノール	直接浸漬	5+	5+	5+	5+	5+

### (2) 人工授精試験

雌 4 個体から計 30 回採卵し，雌個体番号“15♀”ではゴナトロピン投与 60 時間後から 71.5 時間後までに採取した卵で，雌個体番号“45♀”ではゴナトロピン投与 60 時間後から 71 時間後までに採取した卵で，それぞれふ化仔魚を得た（表 3）。また凍結保存精子で受精した雌個体番号“14♀”でも，ゴナトロピン投与 49 時間後と 52.5 時間後にふ化仔魚が得られ，ふ化率も当日採精した精液と凍結保存精子は同等で，凍結保存精子の高い受精能力が確認された。同一個体であってもゴナトロピン投与後の経過時間でふ化率が変化しており，また個体で最もふ化率が高かったゴナトロピン投与後の経過時間も異なっており，受精に適した卵質の維持時間が短いこ

と、受精に適した卵が排卵される時間も個体により差がある傾向が見られたことから、人工授精の確実性を高めるためには受精能力の高い良好な卵を得る技術の開発が求められる。

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.

表 3 ギギの人工授精試験結果

雌個体 番号	搾出区分	ゴナトロピン投与 後経過時間	当日採精 使用卵数(ふ化率)	冷凍保存精子	
				FBS 使用卵数(ふ化率)	リンゲル 使用卵数(ふ化率)
14 ♀	搾出1回目	49	85 (45.9%)	72 (68.1%)	24 (60.0%)
	搾出2回目	52.5	129 (3.1%)	58 (3.4%)	4 (5.1%)
	搾出3回目	57	107 (0.0%)	73 (0.0%)	0 (0.0%)
	搾出4回目	61	133 (0.0%)	—	—
	搾出5回目	65	208 (0.0%)	—	—
	搾出6回目	69	188 (0.0%)	—	—
	搾出7回目	72	74 (0.0%)	—	—
23 ♀	搾出1回目	57	177 (0.0%)	—	—
	搾出2回目	61	168 (0.0%)	—	—
	搾出3回目	65	169 (0.0%)	—	—
	搾出4回目	69	113 (0.0%)	—	—
	搾出5回目	72	156 (0.0%)	—	—
15 ♀	搾出1回目	43.5	112 (0.0%)	—	—
	搾出2回目	46	37 (0.0%)	—	—
	搾出3回目	50	—	—	—
	搾出4回目	54	17 (0.0%)	—	—
	搾出5回目	56	7 (0.0%)	—	—
	搾出6回目	60	37 (21.6%)	—	—
	搾出7回目	63	75 (40.0%)	—	—
	搾出8回目	67	126 (25.4%)	—	—
	搾出9回目	71	41 (41.5%)	—	—
卵摘出	71.5	188 (32.4%)	—	—	
45 ♀	搾出1回目	46	40 (0.0%)	—	—
	搾出2回目	50	68 (0.0%)	—	—
	搾出3回目	54	50 (0.0%)	—	—
	搾出4回目	56	108 (0.0%)	—	—
	搾出5回目	60	92 (1.1%)	—	—
	搾出6回目	63	115 (0.0%)	—	—
	搾出7回目	67	194 (28.4%)	—	—
	搾出8回目	71	224 (50.4%)	—	—

14 ♀、23 ♀は6/21に、15 ♀、45 ♀は6/27にゴナトロピンを投与した

## (8) 魚類養殖技術開発試験

### ウナギ遡上行動試験

稲葉博之・岩田友三

キーワード；ウナギ，遡上，行動試験

#### 目的

ニホンウナギ(以下、ウナギ)は近年漁獲量が減少し、その原因の一つに、堰などの河川横断構造物で移動が阻害されるなど生息場所が減少していることが考えられている。堰堤やダムには魚類が遡上、降河できるように魚道が設置されているものもあるが、これら魚道はアユやサケ類のような遊泳能力の高い魚類を対象として設計されており、遊泳能力の劣るウナギには適していない可能性が考えられる。しかしながら、ウナギの遡上、降河に関する知見は乏しく、既存魚道でのウナギの行動や、ウナギの遡上、降河に適した魚道について検証するに至っていない。このため、本試験では室内行動試験により、ウナギの遡上が可能となる物理的条件を明らかにした。

#### 方法

室内行動試験で用いた試験装置を図に示した。長さ 60 cm、幅 30 cm のコンクリート板を試験魚収容水槽と遡上個体収容水槽に傾斜させて設置し、傾斜角度を 30°、60° 及び 90° とした。飼育水には塩素を中和した水道水を用い、試験魚収容水槽からポンプアップして遡上個体収容水槽に注水し、コンクリート板を流下するようオーバーフローさせた。流量は 200、700 及び 1200 mL/min とした。コンクリート板の表面形状を表に示した割合でセメント、砂、砂利を配合して凹凸小、凹凸中及び凹凸大とした。これらを組み合わせて計 27 試験区を設定した。供試魚には、水産試験場で約 4 カ月間シラスウナギから養成したクロコウナギ(体重 0.1~1.4g)を試験区当たり 30 個体用いた。なお、各試験区の体重組成が同一になるように調整した。午後 3 時に試験魚を試験魚収容水槽に収容し、翌日午前 9 時までの計 18 時間に遡上した個体の体重を測定し、遡上率を求めた。試験は各 2 回実施した。遡上個体のデータとコンクリート板の傾斜角度、表面形状及び流量のデータから、遡上が可能となる要因を統計解析ソフト「R」を用いて解析した。解析には誤差分布として二項分布(遡上成功・失敗)を用いた一般化線形モデルを使用し、説明変数を流量、傾斜角度、表面形状、従

属変数を遡上尾数として、各説明変数の遡上への影響を尤度比検定した。

#### 結果及び考察

遡上率は表面形状別では凹凸小が 0~67%、凹凸中が 20~80%、凹凸大が 53~90%であった。全てのデータを用いて説明変数(流量、傾斜角度、表面形状)の遡上への影響を尤度比検定により分析した結果、遡上のしやすさには表面形状及び傾斜角度が有意に( $p < 0.001$ )影響していた。また、傾斜角度または流量が変わると表面形状への依存度に変化し、有意な交互作用(凹凸と角度： $p < 0.001$ 、凹凸と流量： $p < 0.001$ )が認められた。このことから、ウナギの遡上には斜面の表面形状及び傾斜角度が大きく影響することが明らかになった。

なお、本試験は水産庁委託事業「平成 28 年度内水面生息環境改善手法開発事業」により実施し、詳細は事業報告書に記載した。

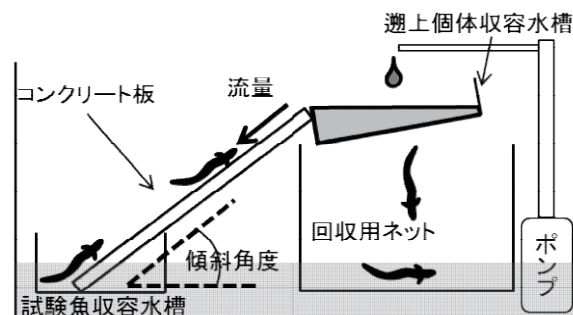


図 試験装置

表 表面形状の異なるコンクリート板の材料組成と混合重量比

斜面	セメント	砂(粒径: 0~5 mm)	砂利	最大凹凸差※
凹凸小	1	3	-	2.96 mm
凹凸中	2	1	3(粒径4~10 mm)	8.07 mm
凹凸大	2	1	3(粒径10~15 mm)	12.9 mm

※コンクリート板 30 カ所を計測し算出

# 疾病対策技術開発試験 (キンギョの受精卵期における水カビ病予防技術の開発)

荒川純平・金田康見・岡村康弘

キーワード；キンギョ，受精卵，水カビ，銅イオン，銀イオン

## 目 的

金魚養殖では、産卵初期に得られる「一番仔」は良好な形態の個体が多く、産卵後期になるにしたがい望ましい形態の個体の割合が減少すると言われている。しかし、一番仔の時期は水温が低いため卵発生の速度が遅く卵の管理中に水カビの発生などでふ化率の低下が起りやすい。このため、キンギョ受精卵のふ化率向上を目的として、銀及び銅イオンを溶出するセラミックビーズによる水カビ病予防効果を検証した。

なお、この研究は株式会社シナネンゼオミックとの資金供与型共同研究により実施した。

## 方 法

(株)シナネンゼオミック社から提供された銀イオンを溶出するセラミックビーズ（以下、Ag ビーズ）と銅イオンを溶出するセラミックビーズ（以下、Cu ビーズ）をそれぞれガラスシャーレ（φ8.5または9.2cm）に収容し、10Lの地下水を満たしたコンテナ水槽（15.5L容）の底面に静置し、その上にエアストーンを設置して通気した。収容した銀ビーズの量は水量に対する重量比で0.05%、0.1%、0.15%、0.2%、0.3%、銅ビーズの量は、同様に0.1%、0.2%、0.3%、0.5%及び0.7%とし、対照区にはガラスシャーレのみを収容した。水カビの繁殖した水槽に約1分間浸漬したガラス板（20cm×15cm）をコンテナ水槽に収容し、これに和金の受精卵を付着させ、ふ化まで無換水で管理した。ふ化仔魚は別水槽に収容し、1日2回ブラインシュリンプ幼生を飽食給餌して2週間通常飼育した。

試験区毎に収容卵数、発眼卵数、正常ふ化仔魚数、奇形ふ化仔魚数を計数した。また、ふ化完了時点で水カビに覆われてふ化しなかった卵（以下、カビ卵）数、2週間飼育後の正常摂餌魚数を計数した。これらを収容卵数で除して発眼率、正常ふ化率、奇形ふ化率、カビ卵率、正常摂餌魚率を求めた。また、(株)シナネンゼオミック社において飼育水の一般生菌数を測定するとともに、溶存態銀濃度及び溶存態銅濃度を測定しそれぞれ銀イオン濃度及び銅イオン濃度とした。

## 結果及び考察

受精3日後までの飼育水温、飼育水の金属イオン濃度をAg ビーズについては図1Aに、Cu ビーズについては図1Bにそれぞれ示した。また、同期間の一般生菌数をAg ビーズについては図1Cに、Cu ビーズについては図1Dにそれぞれ示した。銀及び銅イオン濃度は、日数を経るごとに上昇し、またビーズ収容量が多い程高い値を示し、受精3日後にはAg ビーズ0.3%区では91ppb、Cu ビーズ0.7%区では124ppbとなっていた。一般生菌数は、対照区は $5.2 \times 10^4 \sim 6.3 \times 10^5$ cfu/mLであったが、ビーズ収容5時間後にはAg ビーズ0.05%区で $1.6 \times 10^6$ cfu/mL、Ag ビーズ0.1%区で4.0cfu/mLと大幅に減少していた。しかし、Ag ビーズ0.3%区を除き、日数を経るごとに生菌数は増加した。一方、Cu ビーズを収容した試験区では全ての試験区で生菌数は対照区と同程度であり、ビーズ収容後からその傾向は変わらなかった。

表に発眼率、正常ふ化率、奇形ふ化率、カビ卵率及び正常摂餌魚率を示した。Ag ビーズを収容した試験区ではAg ビーズ0.05%区を除いて、発眼率、ふ化率、正常ふ化率、正常摂餌率ともに対照区の半分程度以下で、奇形ふ化率も2.9～12.2%と対照区の2倍以上であり、銀イオンによる卵発生への悪影響が示唆された。一方、Cu ビーズを収容した試験区ではいずれも対照区との間に大差は認められなかった。カビ卵率は、対照区が43.1%であったのに対して、Ag ビーズ区では3.3～10.4%、Cu ビーズ区では2.5～26.6%と低くなっており、銀及び銅ビーズを卵管理用水に収容することで水カビの発生を予防する一定の効果を確認できた。

サケ科魚類やアユの卵に発生する水カビ病原真菌 *Saprolegnia diclina* NJM 0246 では、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ の銅イオン濃度が6ppb以上であれば遊走子の発芽を抑制するが、菌糸発育の抑制に関しては104ppbであっても効果がないと報告されている。<sup>1)</sup>このことから、銅イオンの効果を十分に得るには、事前に規定濃度とした用水に受精卵を収容する必要が考えられた。

引用文献

- 1) 三浦正之・大野平祐・土田奈々・畑井喜司雄・桐生透  
 (2005):銅ファイバー浸漬によるニジマス卵のミズカ  
 ビ病の防除, 魚病研究, 40, 81-86.

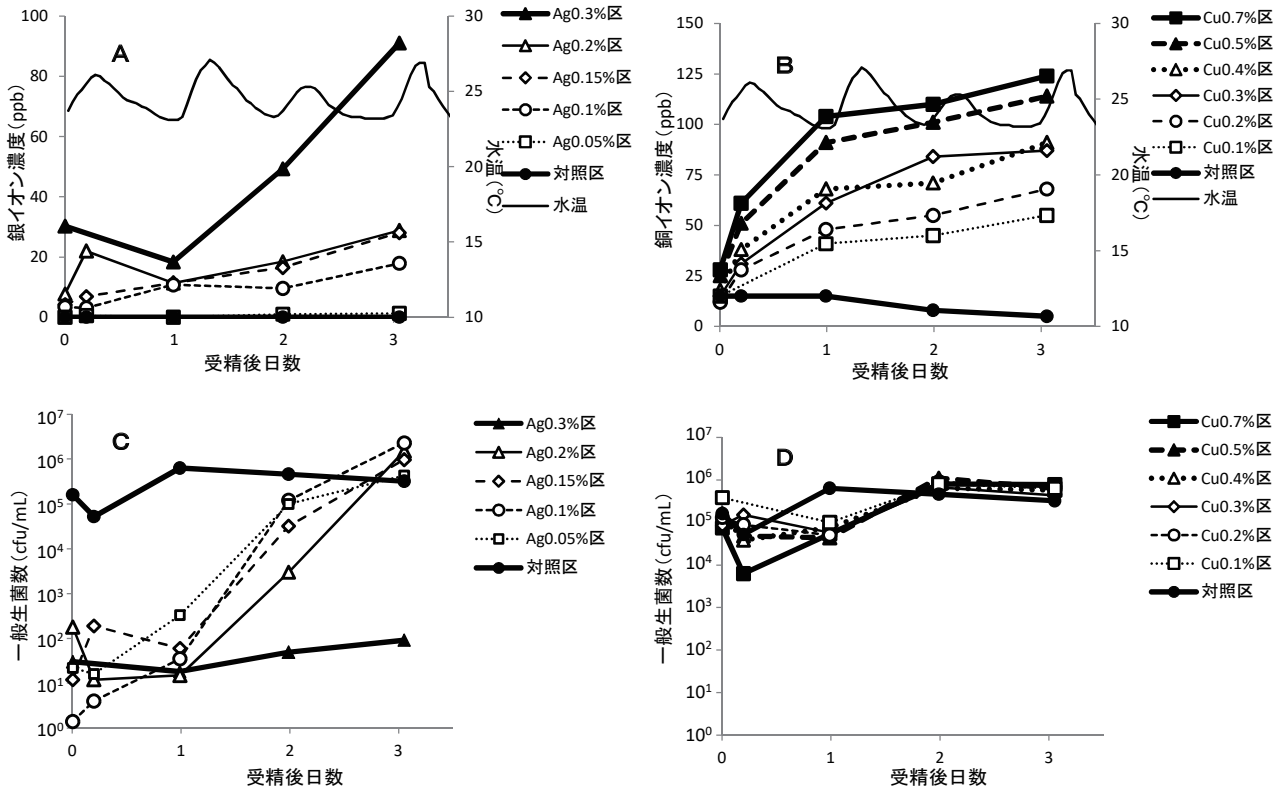


図1 受精3日後までの水温, 金属イオン濃度及び一般生菌数

表 収容した卵に対する発眼率, ふ化率, 正常ふ化率, 奇形ふ化率, ふ化完了時カビ卵率及び正常摂餌魚率

試験区	発眼率 (%)	ふ化率 (%)	正常ふ化率 (%)	奇形ふ化率 (%)	ふ化完了時カビ卵率 (%)	正常摂餌魚率 (%)
対照区	47.3	34.4	33.2	1.2	43.1	31.3
Ag0.05%区	36.4	35.6	32.7	2.9	5.2	27.5
Ag0.1%区	24.3	14.2	4.5	9.7	10.4	3.7
Ag0.15%区	21.3	8.2	0.0	8.2	6.5	0.0
Ag0.2%区	15.7	5.3	0.0	5.3	7.4	0.0
Ag0.3%区	18.9	12.5	0.3	12.2	3.3	0.1
Cu0.1%区	41.3	38.4	37.7	0.7	4.1	35.1
Cu0.2%区	35.7	30.3	30.0	0.3	26.6	25.2
Cu0.3%区	46.5	40.9	37.4	3.5	2.5	33.6
Cu0.4%区	42.0	38.8	37.5	1.3	7.3	34.3
Cu0.5%区	36.3	32.7	32.3	0.4	2.9	29.2
Cu0.7%区	37.6	34.6	33.1	1.5	4.3	29.0