

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

間瀬三博・村井節子・鯉江秀亮

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用水を採取した。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

調査結果を表に示した。pHは平成29年4月と8月が7以上で、その他月は6台であり、7月は6.23で最も低かった。無機三態窒素は3月が2.3mg/Lで最も高く、2月が0.3mg/Lで最も低かった。調査項目の中でウナギへの影響が最も心配される亜硝酸態窒素は、3月が0.029mg/Lで最も多かったが、ウナギの安全濃度10mg/L¹⁾を越えることはなかった。その他の調査項目についても特に異常は認められなかった。

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29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3日	5月2日	6月2日	7月6日	8月1日	9月4日	10月5日	11月1日	12月6日	1月15日	2月5日	3月6日
pH	7.05	6.94	6.53	6.23	7.15	6.48	6.46	6.34	6.68	6.54	6.55	6.31
アンモニア態窒素	0.04	0.36	0.03	0.31	0.27	0.06	0.12	0.13	0.02	0.12	0.03	0.49
亜硝酸態窒素	0.007	0.006	0.003	0.016	0.006	0.006	0.005	検出限界以下	0.001	0.004	0.005	0.029
硝酸態窒素	0.8	1.4	0.7	1.7	0.8	0.9	0.8	1.0	0.5	0.8	0.3	1.8
無機三態窒素	0.8	1.8	0.7	2.0	1.1	1.0	0.9	1.1	0.5	0.9	0.3	2.3

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

シラスウナギの減少が続く中，ニホンウナギ(以下，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るため，資源回復のためには雌をより多く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選び出す方法とその集団の利用について検討した。

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¹⁾ことから，異なる飼育条件で養殖されたウナギについて性比調査を行った。調査は，平成29年3月から平成29年10月にかけて一色うなぎ漁業協同組合(西尾市一色町)に組合員が出荷した8ロットから採取した計355尾について行った。全長及び体重を測定後，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。

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

BW1：雌雄判定時体重(g)，BW0：シラス体重0.2g

(2) 低成長魚の成長試験

平成28年5月13日に養鰻業者から入手した低成長魚のうち，成長が遅く平成29年1月10日まで継続飼育していた個体40尾を供試魚とし，同日から平成30年3月13日まで飼育して成長をみた。40尾中25尾は3才，残りは4才以上となったウナギで，開始時の平均全長，平均体重を表1に示した。

表1 低成長魚の試験開始時の全長及び体重

平成29年1月10日開始							
区分	尾数	全長(cm)			体重(g)		
		平均	最小	最大	平均	最小	最大
3才魚	25	27.8	21.3	31.8	21.9	4.7	30.0
4才以上魚	15	31.8	23.0	38.0	25.3	5.9	71.0
合計	40	28.2	21.3	38.0	23.2	4.7	71.0

結果及び考察

(1) 養殖ウナギの性比調査

調査結果を表2に示した。雌比率は3.3~36.5%で，業者Eが10月13日に出荷したロットが最も高かった。この出荷ロット(平均体重72.4g)のSGRは0.99%/dayで最も低い成長率であった。

また，図1で示した相対成長率と雌比率では， $R^2=0.49$ の相関曲線が得られた。養殖条件などによる誤差は想定されるものの，服部らの報告¹⁾にあるように相対成長率により集団の雌比率を推定し，雌比率の高い集団を選定することができると考えられた。

表2 養殖ウナギの性比調査結果

業者	種苗導入日	出荷日	飼育期間(日)	平均体重(g)	SGR(%/day)	検体数	雌比率(%)
A	H28.01.11	H29.03.10	424	1124	1.49	51	23.5
B	H28.03.02	H29.04.10	404	111.0	1.56	30	6.7
C	H28.03.21	H29.05.01	406	32.2	1.25	76	7.9
D	H28.03.14	H29.08.25	529	347.1	1.41	30	3.3
E	H28.02.25	H29.09.02	553	76.2	1.07	55	25.5
F	H28.03.25	H29.09.03	527	245.2	1.35	31	6.5
G	H28.12.14	H29.10.05	295	104.6	2.12	30	3.3
E	H28.02.25	H29.10.13	595	72.4	0.99	52	36.5

全てのサンプルについて，シラスウナギからハウスにて加温飼育されていたもの。

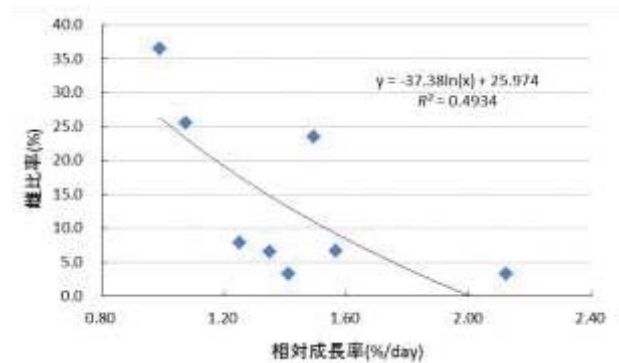


図1 相対成長率と雌比率の相関

(2) 低成長魚の成長試験

低成長魚の1年2カ月の試験期間の生残は，3才魚で25尾が20尾に，4才以上魚で15尾が12尾となり，生残率はともに80%であった。

飼育期間における全長と体重の推移については図2に，また試験終了時の全長と体重を表3にそれぞれ示した。

試験期間における3才魚の全長は開始の平均27.8cm(最大31.8cm)が終了時で平均51.8cm(最大68.3cm)に、4才以上魚は平均31.8cm(最大38.0cm)が平均58.4cm(最大69.4cm)となった。3才魚の体重は開始時の平均21.9g(最大30.0g)が終了時の平均257.5g(最大473.3g)に、4才以上魚は平均25.3g(最大71.0g)が平均368.4g(最大511.8g)となった。一部に、ほとんど成長しない個体が3才魚で2尾、4才以上魚で1尾存在した。

以上の結果から、全長30cm、体重20~25gまで成長するのに3~4年を要した低成長個体の多くは親魚サイズまで成長できると考えられた。また、本飼育期間中ほとんど成長しなかった個体についても今回の飼育結果から、飼育を継続することで成長する可能性は考えられた。

したがって、雌比率が通常の養殖個体群より高い低成長魚であっても、成長性に問題はなく、「放流ウナギとして利用する」ことで適正な放流ができると考えられた。

表3 試験終了時の全長と体重

平成30年3月14日終了

区分	尾数	全長(cm)			体重(g)		
		平均	最小	最大	平均	最小	最大
3才魚	20	51.8	27.9	68.3	257.5	25.3	473.3
4才以上魚	12	58.4	30.3	69.4	368.4	27.3	511.8
合計	40	54.3	27.9	69.4	299.1	25.3	511.8

なお、本試験は水産庁委託事業「平成29年度放流用種育苗成手法開発事業」により実施し、詳細は事業報告書に記載した。

引用文献

- 1) 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.

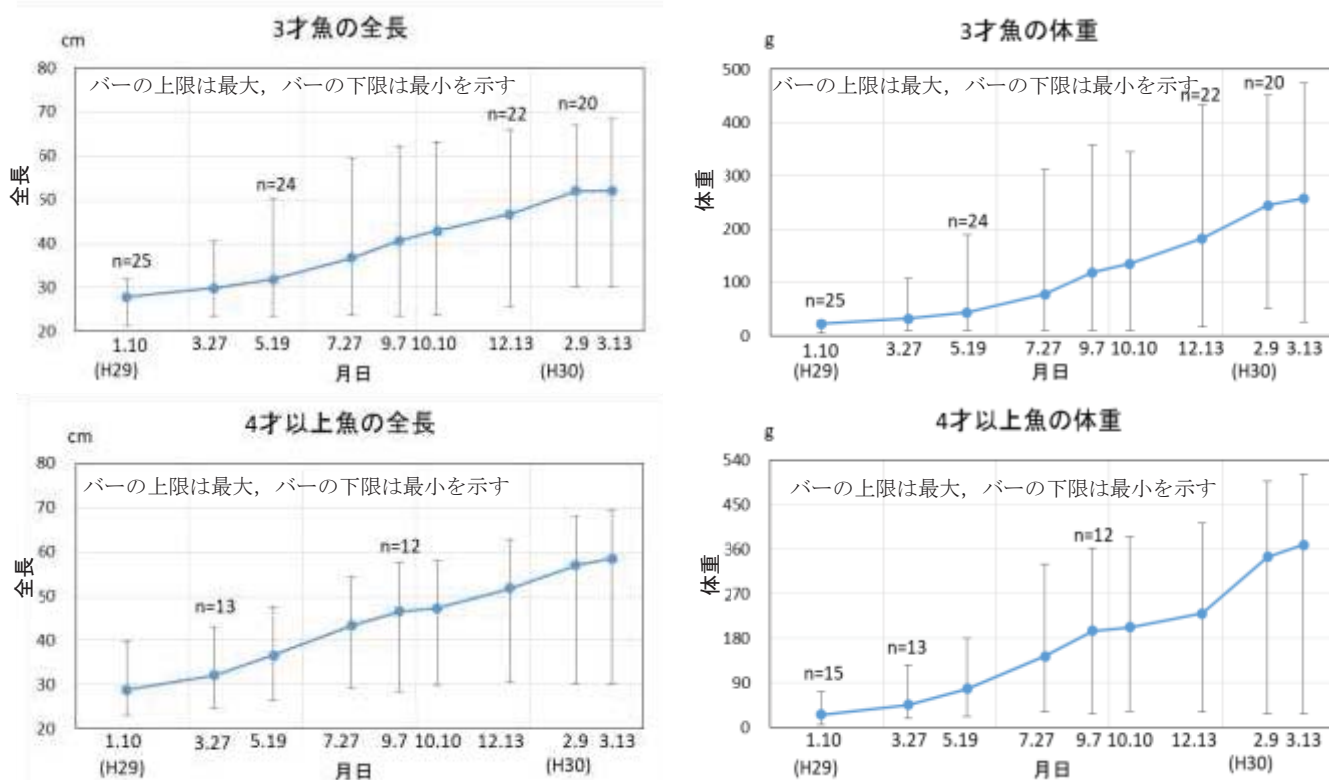


図2 飼育期間における平均全長と平均体重の推移

(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

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、採捕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。

国立研究開発法人水産研究・教育機構はウナギ仔魚の初期餌料としてサメ卵を主成分としたスープ状飼料を開発し、仔魚の負の走光性を利用して小型水槽の底面でスープ状飼料を効率的に摂餌させる¹⁾ことで、シラスウナギまで飼育することに成功したが、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水中に漂う「マリンスノー」を摂餌していると推測²⁾されているが、飼育環境下ではウナギ仔魚が中層で餌を摂餌して成長したことは確認されていない。

そこで、ウナギ仔魚が中層で餌を摂餌する行動を確認するため、嗜好性が想定されるオキアミ抽出物を用いてウナギの遊泳行動の変化を観察した。

材料及び方法

内水面漁業研究所で雌親魚にEstradiol-17 β を投与して雌化・養成したウナギを、常法³⁾により催熟・採卵して、得られたウナギ仔魚（10日齢）を供試魚とした。

飼育水には地先の海水に塩化ナトリウム（富田製菓株式会社）を添加して塩分濃度35とし、水温22.0℃に調整した海水を用いた。オキアミ抽出物はオキアミに10倍量の蒸留水を加えてミキサーで約1分間破碎し、メッシュでこした後、3,000 rpmで10分間遠心分離した。上澄みを採取し60℃で30分間加熱処理したものをを用いた。

ガラス製200mLメスシリンダー（AGCテクノグラス）に200mLの飼育水を加え、550luxの照度下に静置した後、水面にオキアミ抽出物1mLを重層した。その後、13尾のウナギ仔魚を水面近くに収容した。その後、ウナギ仔魚の遊泳を観察し、ウナギ仔魚が水量100mLの目盛（半水位）を通過する時間を個体ごとに計測した。

なお、対照としてオキアミ抽出物を添加せずに同様な試験を行った。また、統計的な解析はMann-Whitney検定で行った。

結果及び考察

収容したウナギ仔魚は、対照区では60秒以内に半水位を通過する個体が多かった（図）。一方、オキアミ添加区の通過時間は89秒～527秒で対照区よりも有意に遅く（ $p < 0.01$ ）、オキアミ抽出物には嗜好性があり、中層に留まっていたと考えられた。ウナギ仔魚の行動を評価した今回の方法を用いることで、事象に対する誘因効果を探索することが可能と考えられ、ウナギ仔魚が中層で餌を摂餌する技術の開発に寄与することも期待される。

なお、本試験は愛知県養鰻漁業者協会との共同研究により実施した。

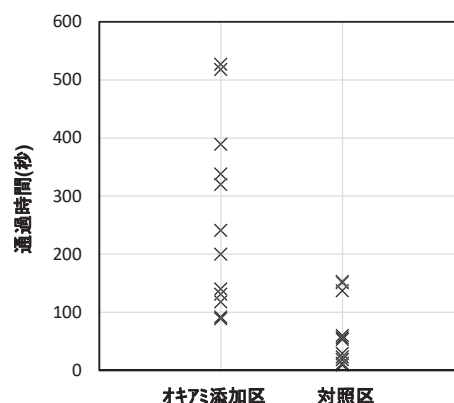


図 オキアミ抽出物がウナギ仔魚の遊泳行動に与える影響

引用文献

- 1) 田中秀樹，孵化仔魚の飼育，「ウナギの初期生活史と種苗生産の展望」（多部田修編），恒星社厚生閣，東京，1996，119-127
- 2) 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.
- 3) 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. 日本水誌, 66(4), 623-626

ウナギ種苗の商業化に向けた大量生産システムの実証事業

岩田友三・稲葉博之・鯉江秀亮

キーワード；ウナギ，催熟，採卵

目 的

ウナギ種苗の大量生産については，良質な受精卵の確保，ふ化直後の仔魚の生残率等が安定しないため，解決すべき課題となっている。これらの課題を解決するため，国立研究開発法人水産研究・教育機構が開発した催熟・採卵技術について実証試験を行った。

材料及び方法

国立研究開発法人水産研究・教育機構が開発した成熟誘導ホルモンを用いてウナギを催熟し，人工授精を行い，

受精率及びふ化率等を測定して安定した採卵技術について検討した。

結果及び考察

水産庁委託事業「ウナギ種苗の商業化に向けた大量生産システムの実証事業」に当水産試験場は構成員として参画して試験研究を実施した。なお，本事業では委託契約上の守秘義務があり，研究成果については水産庁や共同研究機関等と調整しながら公表していく。

小型群であった(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。4月27日の調査で人工放流種苗が2.3%確認された。5月1日には人工放流種苗が12.2%含まれていたが、それ以降は全て天然遡上魚であった。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、遡上したアユ遡上尾数は過去5年平均と同程度の146万尾と推定された。

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 (1)	41 (5)	40 (0)	39 (0)	39 (0)	14 (0)	217 (6)
放流魚割合	2.3%	12.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.8%

(2) 流下仔魚調査

当古観測所の9月の平均河川流量は9.9m³/sと過去5年平均(61.9m³/s)に比べ極端に少なく、平均水温は23.6℃と過去5年平均(22.9℃)より0.7℃高かった。10月は下旬に台風通過による大規模な出水があった。

豊橋河川事務所の調査結果とともに1日あたりの流下仔魚尾数を図3に示した。平成29年の調査では流下仔魚採捕尾数のピークは11月中旬に見られ、例年(10月下旬~11月上旬)に比べ1週間ほど遅かった。総流下仔魚尾数は約1.6億尾となり、過去5年平均(約5.3億尾)の約30%にとどまった。その原因は特定できないが、例年、流下仔魚採捕尾数のピークが見られる10月下旬に、

台風通過による大規模な出水があったため、平成29年10月下旬の平均河川流量は136.6m³/sと過去5年平均(42.9m³/s)の約3倍であった。これにより、卵の流出や親魚の散逸などの影響を受けた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.

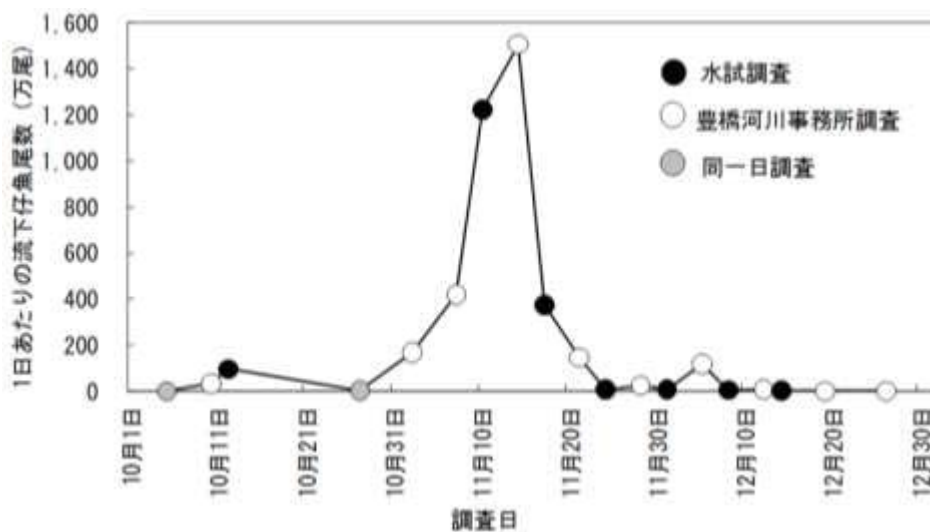


図3 調査期間中の1日あたりの推定流下仔魚尾数

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)

中山冬麻・今井彰彦・白木谷卓哉

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 29 年 6～10 月に各月 1～3 回、図に示した調査地点（漁場名；島原橋，東上前）において、付着藻類の強熱減量を既報¹⁾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²⁾により調査した。水温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 29 年 12 月 28 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及び東上前におけるアユ生息密度を表 1 に、平成 27～29 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、当古における月別平均水温を表 2 に示した。島原橋の強熱減量は 5.6～14.1g/m²の範囲で推移し、漁期中盤の 7 月下旬に最も高い値を示した。東上前の強熱減量は 4.4～13.5g/m²の範囲で推移し、漁期後半の 9 月上旬に最も高い値を示した。島原橋と東上前における調査期間中の平均強熱減量はそれぞれ 8.5g/m²と 8.7g/m²であり、いずれもアユの餌料環境として望まれる 10g/m²より低かった。³⁾以上の結果からいず

れの地点においてもアユの育成環境として餌料不足の状態だったと推察された。

東上前におけるアユの生息密度は 0.2～2.5 尾/m²の範囲で推移し、平均は 1.4 尾/m²と平年に比べやや高かった。各月の平均水温は、7 月及び 9 月が平年より高かったが、5～6 月及び 8 月はほぼ平年並みであった。

表 1 各調査地点における強熱減量及び東上前におけるアユ生息密度

調査区分	(g/m ²)		(尾/m ²)
	島原橋 強熱減量	東上前 強熱減量	東上前 アユ生息密度
6 月	上旬	8.3	0.2
	中旬	9.5	1.3
	下旬	5.6	2.5
7 月	上旬	7.4	1.7
	中旬	8.7	2.0
	下旬	14.1	1.3
8 月	上旬	10.3	1.2
	中旬		
	下旬	7.0	0.7
9 月	上旬	13.5	
10 月	上旬	7.2	
平均	8.5	8.7	1.4

表 2 平成 27～29 年の東上前の平均アユ生息密度、平均強熱減量及び当古における月別平均水温

項目	平成27年	平成28年	平成29年
東上前での潜水目視法による平均アユ生息密度(尾/m ²)	0.6	0.8	1.4
東上前における付着藻類 平均強熱減量(g/m ²)	7.4	6.9	8.7
当古における5月の平均水温(°C)暫定値	20.5	18.6	20.4
当古における6月の平均水温(°C)暫定値	22.4	22.4	21.9
当古における7月の平均水温(°C)暫定値	22.1	25.1	26.0
当古における8月の平均水温(°C)暫定値	25.5	26.5	25.9
当古における9月の平均水温(°C)暫定値	20.7	22.9	23.6

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, p42.

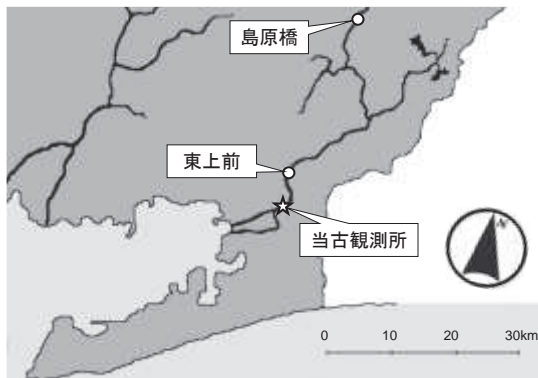


図 付着藻類の調査地点

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) 白木谷卓哉・今井彰彦・中山冬麻
(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、養殖管理の不手際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、対象魚種の魚病診断を行った。また、養殖業者の団体などへの技術指導、一般県民からの内水面養殖等に関する問い合わせ及び鑑賞魚の輸出にあたって必要とな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。魚病診断のほか、養殖業者からの養殖管理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

養殖技術指導の結果を表1に、魚病診断結果を表2に、輸出衛生証明書の発行実績を表3に示した。

なお、グループ別に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12件で、内訳はウナギ11件、アユ1件であった。ウナギの魚病の内訳は、細菌症がパラコロ病の7件、水質・環境が2件、異常なしが2件であった。アユでは不明が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の技術支援を行った。

その他、一色うなぎ研究会に11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21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10件で、マス類7件、アユ3件であった。マス類の魚病の内訳としてウイルス感染はIPN1件、細菌症は冷水病及び細菌性鰓病各1件、混合感染はIHNと冷水病1件、不明が3件であった。アユの魚病の内訳として細菌症が冷水病2件、エドワジエラ・イクタルリ症1件であった。

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10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31件で、内訳はキンギョ29件、メダカ2件であった。魚病の内訳は、キンギョでは寄生虫症19件、細菌症2件、混合感染は細菌症と寄生虫症、キンギョヘルペス症の2種感染が各1件、細菌症、寄生虫症及びキンギョヘルペス症の3種感染が3件、水質・環境によるものが2件、不明が1件であった。メダカでは、寄生虫症の2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40件あり、ほとんどがキンギョの飼育相談であった。また、水産試験場一般公開デー（10月28日）において金魚相談コーナーを設置し、5件の相談に対応した。

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17日）し、親子79組210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	12	10	31	53
グループ指導	11	4	8	23
一般問合わせ	21	10	45*	76*
計	44	24	82*	153*

* 相談コーナーに寄せられた相談 (5 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	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	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—
細菌	7	—	—	7	2	3	5	2	—	2
真菌	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鰓異常	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
混合感染*	—	—	—	—	1*	—	1*	5*	—	5*
寄生虫	—	—	—	—	—	—	—	19	2	21
水質・環境	2	—	—	2	—	—	—	2	—	2
その他	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
異常なし	2	—	—	2	—	—	—	—	—	—
不明	—	1	—	1	3	—	3	1	—	1
計	11	1	—	12	7	3	10	29	2	31

* 寄生虫と細菌, 細菌とウイルス等

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	562	KHV, SVC
	ベトナム社会主義共和国	1	11	KHV, SVC
	アメリカ合衆国	1	1,391	KHV, SVC
	台湾	1	552	KHV, SVC
	計	9	2,516	—
キンギョ	タイ王国	1	800	SVC
	アメリカ合衆国	1	114	SVC
	シンガポール共和国	2	602	SVC
	アラブ首長国連邦	1	1,300	SVC
	南アフリカ共和国	1	145	SVC
	イスラエル国	1	360	SVC
	計	7	3,321	—
全体	16	5,837	—	

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。鵜戸川では表層のCODについても測定した。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29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2，3に示した。溶存酸素飽和度が30%以下の貧酸素状態は，夏季は佐屋川（夜寒橋）以外の全測点の底層で，秋季は佐屋川（プール前及び旭橋）及び鵜戸川（役場前）の底層で，冬季は鵜戸川（役場前）の底層で確認された。夏季の鵜戸川では，表層で貧酸素状態が確認されることもあった。

佐屋川，善太川及び鵜戸川の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29年度の調査結果及び過去10カ年（平成19年～平成28年）の平均値の推移を図に示した。平成29年度の溶存酸素量及び溶存酸素飽和度は，佐屋川（プール前）冬季1回目の調査で平年より高い値が見られ，夏季から初秋の鵜戸川（排水機前）では平年よりも低い傾向が見られた。それ以外は平年並みであった。

調査結果については各調査時に養殖業関係者に通知した。

表1 調査河川の地点数，調査回数及び時期

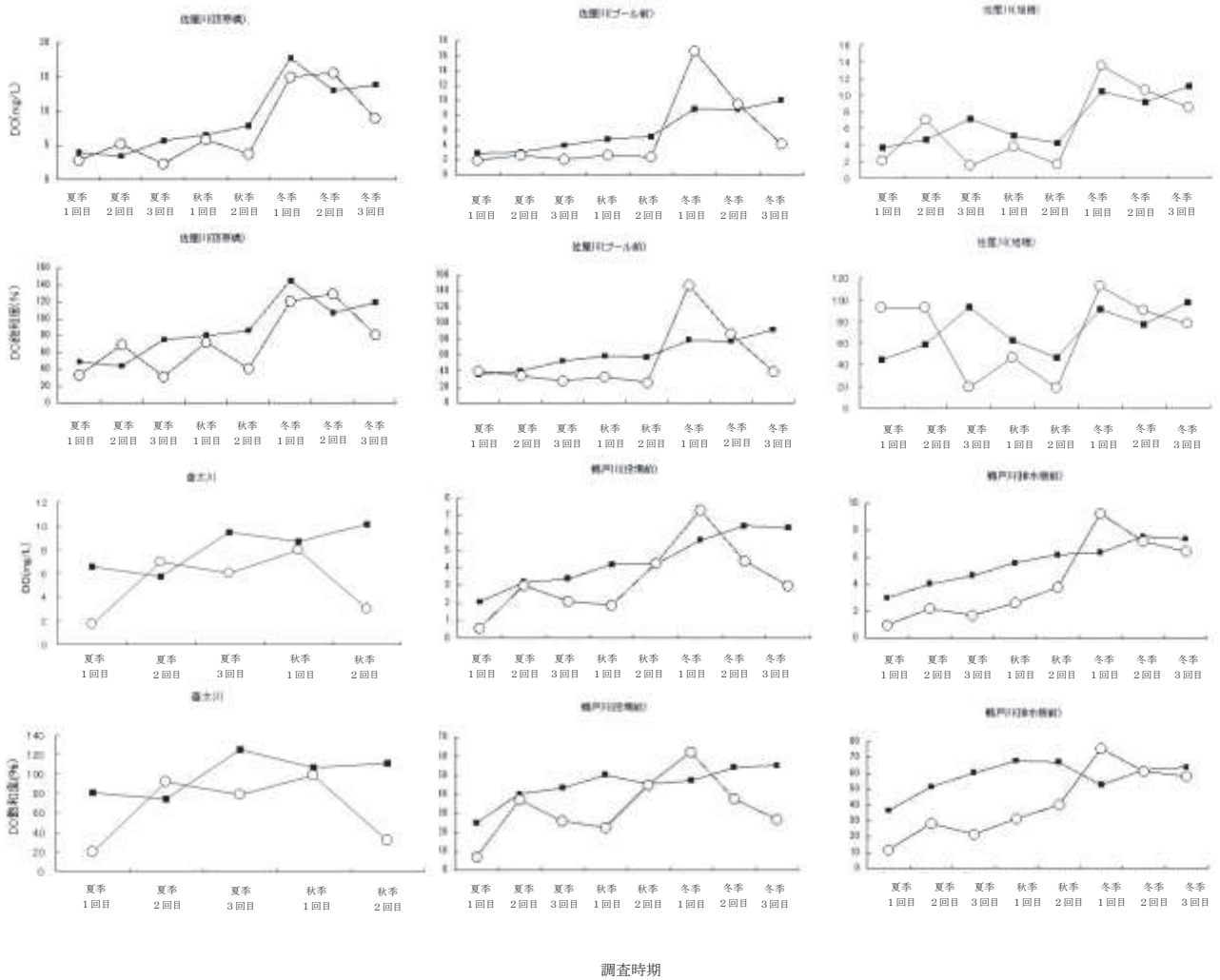
河川名	佐屋川	善太川	鵜戸川
調査地点数	3	1	2
回数			
夏季(6-7月)	3	3	3
秋季(9-10月)	2	2	2
冬季(1-3月)	3	0	3

表2 佐屋川の水質調査結果

調査点	夜寒橋												プール前												旭橋											
	6/23	7/14	7/28	8/13	10/18	12/18	2/22	3/13	6/23	7/14	7/28	8/13	10/18	12/18	2/22	3/13	6/23	7/14	7/28	8/13	10/18	12/18	2/22	3/13												
調査時間	10:40	10:32	10:22	10:10	10:25	10:40	11:37	11:23	11:11	11:20	11:00	10:33	10:45	12:10	11:55	11:55	11:28	11:45	10:40	10:13	10:24	10:40	10:24													
天候	晴れ	晴れ	曇り	晴れ	晴れ	天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴													
水色	緑黄色	緑黄色	緑黄色	緑黄色	緑色	水色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色													
透明度(cm)	40	50	60	50	90	30	30	30	50	30	40	30	30	30	30	30	50	40	50	30	30	40	30													
水深(m)	1.1	1.2	1.0	1.0	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	1.1	1.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.7	1.4	1.6	1.9	1.8													
水温(°C)表層	25.7	26.0	25.6	25.5	25.0	25.1	25.5	25.0	25.3	25.3	25.3	25.0	25.2	25.0	25.1	25.2	25.0	25.0	25.3	25.3	25.6	25.6	25.6													
水温(°C)底層	25.8	26.1	25.3	25.7	25.5	25.1	25.1	25.1	25.7	25.1	25.2	25.5	25.6	25.5	25.6	25.7	25.7	25.6	25.9	25.6	25.9	25.9	25.9													
pH表層	8.31	8.20	8.22	8.17	8.22	8.08	8.06	8.07	8.30	8.30	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28													
pH底層	7.21	7.15	6.88	6.88	7.26	6.84	6.84	6.84	6.74	7.20	7.28	6.87	6.38	6.65	6.21	6.22	6.27	6.80	6.82	6.38	6.80	6.03	6.27													
DO(mg/L)表層	6.5	6.5	6.5	6.5	6.0	14.1	18.0	15.3	8.8	3.2	3.3	5.5	3.5	16.7	13.1	6.1	6.5	10.1	4.7	6.8	3.3	14.2	12.0													
DO(mg/L)底層	6.5	6.5	6.4	6.3	3.5	19.0	19.7	6.0	6.0	6.0	6.7	6.4	10.7	6.6	4.8	6.1	7.0	1.5	3.8	1.7	19.3	10.6														
DO(%)表層	35	37	39	38	34	117	124	113	38	42	27	31	39	163	122	30	31	133	67	36	30	119	102													
DO(%)底層	35	39	31	32	41	121	130	31	33	24	23	32	26	147	87	30	35	85	19	47	33	113	90													

表3 善太川，鵜戸川の水質調査結果

調査点	排水機前						鵜戸川												排水機前					
	6/23	7/14	7/28	8/13	10/18	10/25	調査時間	6/23	7/14	7/28	8/13	10/18	1/10	2/22	3/13	6/23	7/14	7/28	8/13	10/18	1/10	2/22	3/13	
調査時間	10:40	10:32	10:22	10:10	10:25	調査時間	11:48	11:37	11:23	11:11	11:20	11:00	10:33	10:45	12:10	11:55	11:55	11:28	11:45	10:40	10:13	10:24		
天候	晴れ	晴れ	曇り	晴れ	晴れ	天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	
水色	緑黄色	緑黄色	緑黄色	緑黄色	緑色	水色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	緑白色	
透明度(cm)	50	40	40	50	60	透明度(cm)	80	30	50	70	50	80	40	60	50	60	60	60	60	60	60	70	40	
水深(m)	1.5	1.0	1.3	1.1	1.7	水深(m)	0.8	1.3	1.6	1.5	1.0	1.6	1.7	1.3	1.3	1.5	1.1	1.6	1.2	1.8	1.8	1.8	1.5	
水温(°C)表層	25.9	26.8	29.2	26.8	28.3	水温(°C)表層	24.4	26.6	26.4	25.7	26.2	26.3	26.3	26.4	24.7	25.4	27.5	26.2	27.0	27.0	26.7	26.1	26.0	
水温(°C)底層	22.4	22.5	22.1	22.7	22.9	水温(°C)底層	22.9	22.6	22.4	23.5	22.7	23.3	23.3	23.4	22.4	22.4	22.3	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	
pH表層	8.31	8.23	8.21	8.08	8.27	pH表層	6.80	6.82	6.80	6.51	6.82	7.22	7.48	7.22	6.51	6.25	6.43	6.70	6.34	6.34	6.34	6.34	6.34	
pH底層	6.58	6.30	7.10	7.40	6.94	pH底層	6.80	6.81	6.88	6.65	6.65	7.22	7.22	7.22	6.51	6.25	6.71	6.21	6.21	6.21	6.21	6.21	6.21	
DO(mg/L)表層	2.3	10.1	8.3	11.1	3.5	DO(mg/L)表層	1.7	2.2	2.2	3.7	4.3	10.1	9.0	8.3	1.3	2.1	1.2	4.3	4.1	10.4	8.4	7.2	7.2	
DO(mg/L)底層	1.7	7.0	0.0	0.0	3.0	DO(mg/L)底層	0.6	3.0	2.1	1.0	4.3	7.3	4.4	3.0	1.0	2.2	1.7	5.0	3.8	0.3	7.2	0.5		
DO(%)表層	35	134	82	139	37	DO(%)表層	20	40	27	45	48	36	43	31	13	27	24	30	42	25	30	28		
DO(%)底層	20	82	72	88	32	DO(%)底層	7	27	28	23	45	32	38	27	12	23	21	31	40	29	31	25		
COD(mg/L)表層						COD(mg/L)表層	30	50	30	20	50	50	13	13	20	30	30	30	50	50	13	13	13	



■ : H. 19~28 年度平均値 (旭橋は H. 22~H28 年度平均値) ○ : H. 29 年度

図 調査地点の溶存酸素量と溶存酸素飽和度の推移

(4) アユ資源有効活用試験

アユ種苗放流方法等の検討

(継代系 F9 アユ人工種苗及び海産系高成長選抜 F2 アユ人工種苗の冷水病感受性)

中山冬麻・今井彰彦・白木谷卓哉

キーワード；アユ，海産系 F2，海産系 F1，継代系 F9，人工種苗，冷水病

目的

豊川系アユ人工種苗（以下，継代系）¹⁾の冷水病感受性はF3以降，大幅に高まった。継代を重ねるとさらに感受性が高まる可能性があるため，引き続き継代系の冷水病感受性を評価した。また，平成29年度より新たに放流されている海産系高成長選抜F2アユ人工種苗（以下，海産系F2）についても同様に評価した。

材料及び方法

冷水病感受性試験で設定した試験区を表1に示した。供試魚は，公益財団法人愛知県水産振興基金栽培漁業部で種苗生産²⁾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。第1回試験は平成29年3月29日に開始し，2t容水槽（水量1.2t）に対照の海産系F1と継代系F9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，攻撃区を3区設定した。第2回試験は第1回試験と同様に試験区を設定して，5月12日から開始し，水槽に対照の海産系F1と海産系F2を各々20尾の計40尾を混合収容した。供試魚は脂鱗切除により識別した（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（15.6～16.7℃）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死亡原因を判定した。

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7日後から，第2回試験の攻撃区では試験開始8日後からへい死が始まり，へい死魚には体軀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16～24日に，第2回試験の対照区では試験開始後19～28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。第1回試験ではいずれの攻撃区においても継代系F9は海産系F1より高いへい死率を示した。第2回試験では，海産系F2のへい死率は海産系F1とほぼ同程度であった。

継代系F1～F9及び海産系F2の海産系F1に対するへい死率の比を表3に示した。継代系のへい死率はF3以降高くなり，F9でも同じ傾向が認められ，今後も継代を重ねることでさらに感受性が高まる可能性が考えられた。一方で，海産系F2は冷水病への感受性が低く，放流後の生残性が高い種苗と考えられた。

表1 各試験区に混合収容した種苗の脂鱗切除標識の有無

試験区	第1回試験		第2回試験	
	海産系F1	継代系F9	海産系F1	海産系F2
対照区	標識なし	脂鱗切除	標識なし	脂鱗切除
攻撃区A	脂鱗切除	標識なし	脂鱗切除	標識なし
攻撃区B	標識なし	脂鱗切除	標識なし	脂鱗切除
攻撃区C	脂鱗切除	標識なし	脂鱗切除	標識なし

表2 冷水病感受性試験の結果

試験区	第1回試験		第2回試験	
	海産系F1	継代系F9	海産系F1	海産系F2
対照区	13.3%	10.0%	10.0%	20.0%
	4/30	3/30	2/20	4/20
攻撃区A	26.7%	56.7%	15.0%	25.0%
	8/30	17/30	3/20	5/20
攻撃区B	10.0%	60.0%	10.0%	0.0%
	3/30	18/30	2/20	0/20
攻撃区C	16.7%	76.7%	35.0%	10.0%
	5/30	23/30	7/20	2/20

※上段：へい死率(%)，下段：へい死魚/供試魚(尾)

表3 継代系F1～F9及び海産系F2の海産系F1に対するへい死率の比

系統	継代系									海産系
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	
比率	1.3	1.4	5.0	3.5	3.1	2.8	7.7	第1回 第2回		0.6
								2.3	3.4	3.6

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) 加藤毅士・荒川哲也・河根三雄（2017）種苗生産結果の概要 アユ. 平成28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

鯉江秀亮・岩田友三

キーワード；遡上アユ，耳石，日齢

目的

全国的な状況と同じく、本県においてもアユの漁獲量が大きく減少しており、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いる。遡上初期の個体(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、あまり漁獲に貢献しないと言われている。¹⁾天然魚は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、放流魚と調整した利用が難しいことから、天然アユの有効活用を検討する基礎資料として、矢作川に遡上したアユの状況を調査した。

方法

遡上魚については、平成 29 年 3～5 月に、藤井床固(図 1)の魚道に設置されたトラップで採捕された遡上アユの一部を試料とし、遡上時期ごとに体重及び体長とふ化日を比較するため、体重及び体長を測定(202 尾)し、一部個体から耳石を採取して輪紋を解析した。なお、トラップは汲み上げ放流のため設置されており、日採捕重量は汲み上げ放流を担当する内水面漁協から聞き取りした。



図 1 調査場所

産卵親魚については、10月26日に矢作川水系巴川の松平地区(図1)において、産卵のために蟻集したアユを

内水面漁協関係者がガリ釣りで採捕した一部をサンプルとし、側線上方横列鱗数と下顎側線孔から天然魚と人工放流種苗を識別し、天然魚と判定した個体についてはふ化日から遡上時期を推定するため耳石の輪紋解析を行った。

また、巴川で6～9月に友釣りにより漁獲された釣獲魚について、耳石の輪紋解析により推定したふ化日より、早期遡上したアユの漁獲状況を調べた。

結果及び考察

日採捕重量と試料とした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13日の平均体重は約9.5gと大型で、その後も平成24～28年の平均より1～4g程度大きな遡上個体であった。また、日採捕重量は5月3日が108kgで最も多かった。

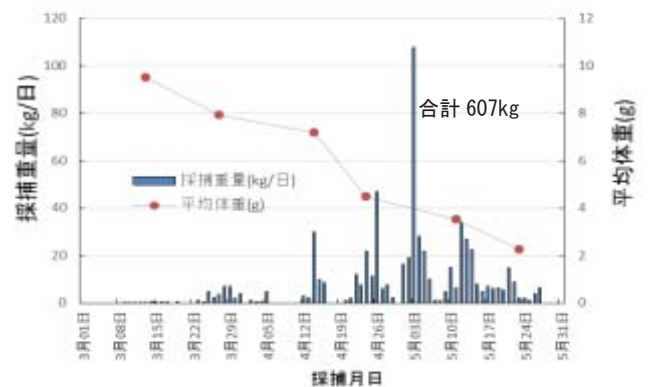


図 2 遡上アユの採捕日と平均体重の変化

平成 24～29 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図3に示した。平成24～28年までの平均体重の回帰曲線を破線で示したが、平成29年の遡上群は全ての期間で破線より上方に位置しており、過去5年平均よりも大型であった。なお、遡上アユの平均体重は平成24～28年と同様に遡上初期から後期にかけて減少していた。

遡上魚、産卵親魚及び釣獲魚のふ化日について耳石の輪紋解析から得られた結果を表1に、ふ化日と体長との関係を図4に示した。

遡上魚は、3月27日に採捕した個体の平均ふ化日が11月18日、4月24日に採捕された個体の平均ふ化日が

11月25日であった。

産卵親魚は、平均ふ化日が1月23日という結果が得られ、後期遡上魚の割合が多いものと推定された。

釣獲魚は、採捕日が早いほどふ化日が早い傾向がみられ、友釣りで漁獲される個体の多くは早期～中期にかけての遡上魚であることが認められた。

早く遡上したアユほどふ化日が早いこと²⁾から、大型傾向で先になわばり形成した早期遡上魚が、漁獲され漁場から間引かれて、後から遡上した個体（中期～後期遡上魚）が順次なわばりを形成し漁獲される傾向があり、釣られずに残った個体が産卵親魚になっていると推察された。

また、採捕日と体長の相関（図5）からは、採捕日が遅いほど体長が大きくなる傾向（ $R^2=0.68$ ）がみられた。

なお、本試験は水産庁委託事業「平成29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」に詳述した。

引用文献

- 1) 服部克也・鈴木貴志・高須雄二(2012)2011年の豊川・中流域におけるアユの体長組成. 愛知水試研報, 17, 37-40.
- 2) 服部克也・岩田友三・鯉江秀亮・稲葉博之(2018)矢作川における遡上アユ及び産卵アユの耳石輪紋分析による日齢査定と日齢から推定した遡上と産卵状況. 愛知水試研報, 23, 1-9.

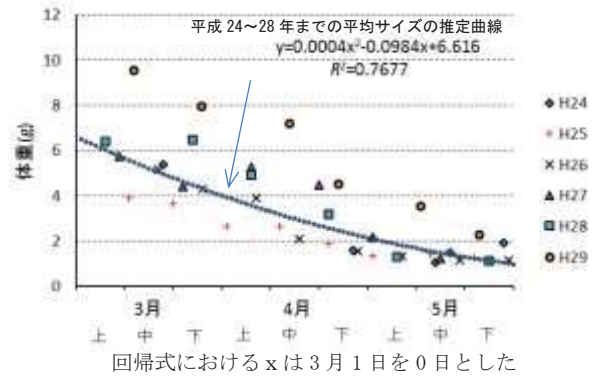


図3 遡上アユの平均魚体重の変化

表1 耳石輪紋分析結果からみたふ化日

採捕年	採捕月日	推定ふ化日			平均体長 cm	標準偏差	調査尾数	採捕場所	区分
		平均	最早	最遅					
H29	3月27日	11月18日	11月05日	11月28日	8.83	0.55	10	藤井	遡上魚
	4月24日	11月25日	11月09日	12月12日	7.38	1.33	10	藤井	遡上魚
	6月03日	12月02日	11月23日	12月12日	10.86	1.05	5	巴川	釣獲魚
	7月29日	12月10日	11月28日	12月22日	11.50	1.35	7	巴川	釣獲魚
	8月6,7日	12月10日	11月25日	12月25日	13.43	1.55	7	巴川	釣獲魚
	9月6,7日	12月18日	12月05日	1月14日	12.83	1.54	7	巴川	釣獲魚
	10月26日	1月23日	12月13日	1月30日	14.86	2.38	5	巴川	産卵親魚

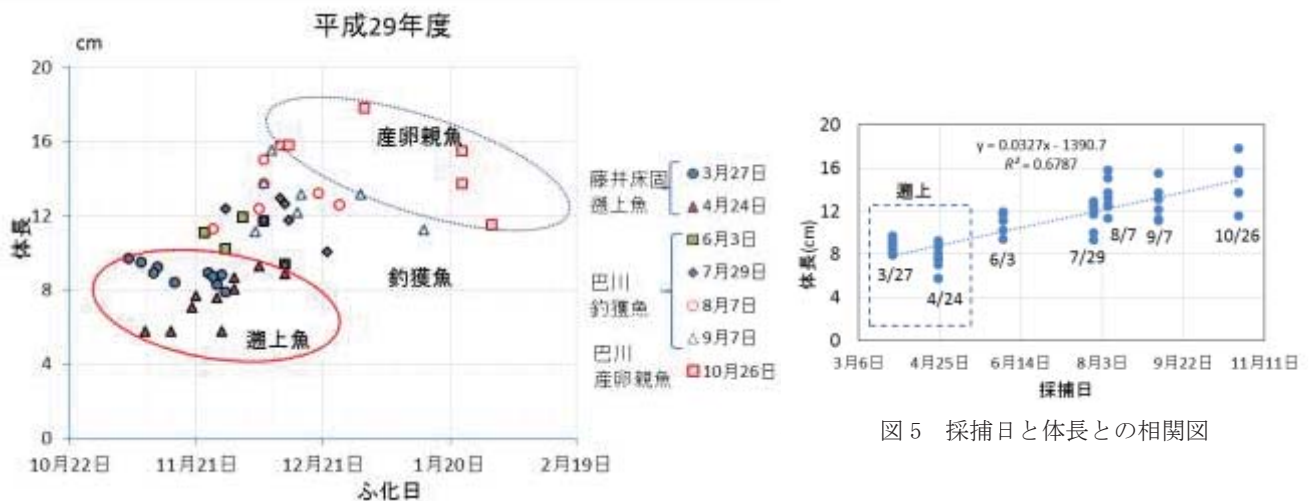


図4 ふ化日と体長との相関図

図5 採捕日と体長との相関図

(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・中山冬麻・白木谷卓哉

キーワード； ニジアマ， 養殖， 高水温， 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、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、へい死が増加する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。^{1~3)}平成 29 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の 2 カ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）を平成 29 年 7 月から 9 月まで設置し、水温を毎時記録した。本部飼育池ではニジアマを飼育している 2 つの養魚池（A 池，B 池），笠井島飼育池ではニジアマ及び全雌同質三倍体ニジマス（以下，三倍体ニジマス）を飼育しているそれぞれ 1 つの養魚池（a 池，b 池）について、調査期間内の飼育状況及びへい死状況を調査し、水温との関連性を調べた。三倍体ニジマスについては、ニジアマの比較として、平成 29 年度より新たに調査を実施した。

結果及び考察

調査した養魚池それぞれの各月平均の魚体重及び収容密度を表に示した。本部飼育池では平成 26 年作出群のニジアマ，笠井島飼育池では平成 27 年作出群のニジアマ及び三倍体ニジマスが飼育されていた。収容密度は各養魚池でバラつきがあり，調査期間を通して本部 A 池が最も高く，笠井島 a 池が最も低かった。

調査した飼育池別に調査期間中の毎日の最高水温，最低水温，平均水温及び日間へい死率（（へい死個体数/前日の生存個体数）×100）の推移を図に示した。水温は笠井島飼育池に比べて本部飼育池が高かった。調査期間

中の 7 月下旬から 8 月上旬にかけて最も水温が高く推移した。

表 各月の平均体重及び収容密度

養魚池	本部A池 ニジアマ		本部B池 ニジアマ		
	月	平均体重(g)	収容密度 (kg/m ³)	平均体重(g)	収容密度 (kg/m ³)
	7月	1149	50.3	1289	38.2
	8月	1136	41.9	1328	27.3
	9月	1122	43.1	1366	15.0

養魚池	笠井島a池 ニジアマ		笠井島b池 三倍体ニジマス		
	月	平均体重(g)	収容密度 (kg/m ³)	平均体重(g)	収容密度 (kg/m ³)
	7月	369	14.2	410	22.8
	8月	404	14.4	434	20.9
	9月	564	17.8	617	27.6

本部 A 池では 7 月上旬にへい死の増加が認められたが、水温が最も高く推移した 7 月下旬から 8 月上旬にかけてはへい死率は低く推移し、9 月まで日間へい死率が 1% を超えることはなかった。本部 B 池では 7 月上旬から中旬と 8 月下旬から 9 月下旬にかけて、日間へい死率が 1% を超えるへい死の増加が認められたが、7 月下旬から 8 月上旬にかけてのへい死は少なかった。へい死の増加が認められた際には A 池及び B 池ともにレンサ球菌症が確認された。

笠井島 a 池では 8 月中旬から下旬にかけて、笠井島 b 池では 7 月下旬と 8 月上旬にへい死が増加していた。へい死魚には笠井島 a 池及び笠井島 b 池ともにレンサ球菌症が確認された。笠井島 a 池と笠井島 b 池については、へい死期間に違いはみられたが、調査期間の累積へい死率は同程度であった。

平成 29 年度の調査において、本部飼育池と笠井島飼育池とも水温の推移とへい死には明確な関係はなかった。また、笠井島飼育池ではニジアマと三倍体ニジマスの減

耗に差はみられなかったことから、今期の減耗はニジアマ特有のものではなかった。本部飼育池と笠井島飼育池では平成 28 年度³⁾と同様にレンサ球菌症が減耗の主因と考えられ、養魚池にレンサ球菌症が蔓延していることが夏季の減耗を引き起こしているものと推測された。本部飼育池及び笠井島飼育池における夏季高水温期の減耗を軽減するためには、養魚池の消毒や防疫を徹底し、レンサ球菌症の発症を防除する必要があると考えられた。

引用文献

- 1) 市來亮祐・高須雄二・石元伸一（2015）ニジアマ養殖池の飼育環境調査. 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.
- 3) 今井彰彦・白木谷卓哉・青山裕晃（2018）ニジアマ養魚池の飼育環境調査. 平成 28 年度愛知県水産試験場業務報告, 35-36.

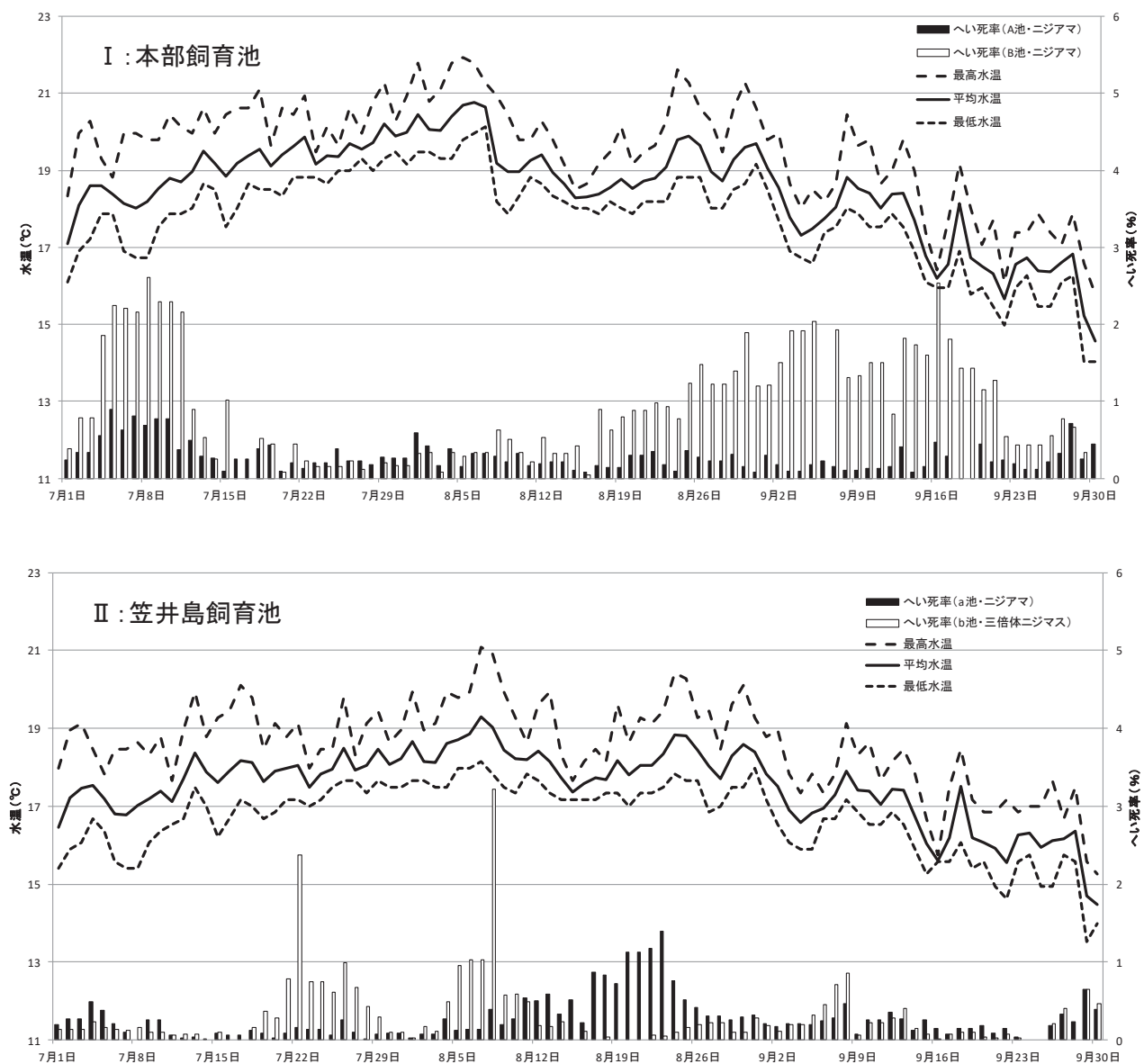


図 養魚池ごとの最高水温，最低水温，平均水温及び日間へい死率の推移

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・中山冬麻・白木谷卓哉

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。^{1,2)} 安定した生産性が得られているか検証するため，A 養魚場（新城市）において平成 29 年 2 月から 7 月にかけて出荷が行われた平成 26 年度産ニジアマの飼育状況の評価を行った。

材料及び方法

成長優良群選抜飼育を行った平成 26 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）及び飼育状況を A 養魚場から聞き取りした。成長優良群選抜飼育を実施した平成 24 年度及び 25 年度産ニジアマの飼育成績と比較し，平成 26 年度産ニジアマの飼育成績を評価した。

結果及び考察

A 養魚場における成長優良群選抜飼育の平成 26 年度産ニジアマの最終選別後からの出荷率は，47.0%であった。これは同養魚場における平成 24 年度及び 25 年度産ニジアマより低かった（表 1）。平成 26 年度産ニジアマは平成 28 年 7 月下旬から 8 月にかけてカラムナリス症と細菌性鰓病によるへい死が確認され，2 年目 7 月から 9 月の月間へい死率（(1 カ月のへい死個体数/月期首の生存個体数) × 100）が平成 24 年度及び 25 年度産より大幅に高くなった（表 2）ことが出荷率に大きな影響を与えた。ニジアマはニジマスと比較して高水温期のカラムナリス症に弱い³⁾ ことが示唆されており，ニジアマの特性により大きな減耗となった可能性が考えられた。河川水を利用している A 養魚場では，夏季に水温が上昇するため高水温の影響を受けやすいと考えられ，カラムナリス症などの高水温期に発症しやすい魚病への対策が重要と考えられた。

養殖期間の短縮，飼料効率の向上及び奇形発生率の改善により，生産性が向上し，成長優良群選抜飼育の有効性は示されたが，平成 26 年度産ニジアマの飼育結果から，魚病の発生による減耗が出荷率に大きく影響することが確認された。ニジアマの養殖においては，特に高水温期に養魚場の防疫管理の徹底や過密飼育とならないような飼育管理により，魚病の発生しにくい飼育環境を維持する必要があると考えられた。

表 1 成長優良群選抜飼育ニジアマの出荷率

	平成24年度産	平成25年度産	平成26年度産
出荷率	72.4%	73.1%	47.0%

表 2 成長優良群の 2 年目 7 月から 9 月の月間へい死率

	平成24年度産	平成25年度産	平成26年度産
7月	1.2%	1.0%	14.0%
8月	3.0%	2.5%	29.4%
9月	1.3%	1.4%	4.5%

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.
- 2) 今井彰彦・白木谷卓哉・青山裕晃（2018）ニジアマの成長優良群選抜飼育による生産性向上，平成 28 年度愛知県水産試験場業務報告，37.
- 3) 岡崎稔・荒井真・桑田知宣（1997）全雌異質三倍体ニジアマの飼育特性について－I，岐水試研報，No. 42，27-31.

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・中山冬麻・白木谷卓哉

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 2 歳のアマゴ性転換雄が用いられているが，一度作出した性転換雄を 2 年目以降も飼育して，3 年目以降も利用すれば性転換処理の負担も軽減できる。このため，平成 28 年度試験¹⁾と同様に 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 26 年 10 月 29 日及び 11 月 18 日に作出したアマゴ性転換雄魚を用いた。平成 28 年 11 月 17 日に二次性徴した個体（以下，2 歳次成熟区）30 尾，していない個体（以下，2 歳次未成熟区）12 尾を選抜し，平成 29 年 10 月 31 日まで飼育した。

平成 29 年 10 月 31 日に供試魚を取上げ，生残率，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巣の状態を判定し，成熟率（(成熟個体数/検査個体数)×100）を求めた。成熟個体の精巣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。

さらに，2 歳次成熟区の授精能力を確認するため，表 2 に示した試験区を設定し，授精試験を行った。成熟が確認された 2 歳次成熟区 5 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媒精した。試験区は異なる雌親魚のアマゴ卵を用いた 2 区設定した。対照区として，平成 27 年 10 月 21 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 297℃で発眼率（(発眼卵数/供試卵数)×100）を求めた。また，ふ化率（(ふ化仔魚数/供試卵数)×100）及びふ化直後の奇形率（(奇形個体数/ふ化仔魚数)×100）を確認した。

結果及び考察

取上げ時の生残率は，2 歳次成熟区で 76.7%，2 歳次未成熟区で 91.7%であり，2 歳次未成熟区が高かった。

成熟率は，2 歳次成熟区は 69.6%，2 歳次未成熟区は

9.1%であり，2 歳次未成熟区では低かった。成熟した個体では全て精子の運動性が認められた（表 1）。

発眼率及びふ化率は全ての試験区で 90%以上であり，奇形率についても 1%以下と低く，3 歳魚精液の授精能力は 2 歳魚と遜色ないことが確認された（表 2）。

平成 28 年度試験と同様に，高い発眼率が得られたことから，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。なお，2 歳次の未成熟個体は 3 歳次での成熟率が極めて低く，継続飼育は不相当と判断された。2 歳次の成熟個体はへい死に至る個体や成熟しない個体の出現により，3 歳で利用できる個体は半数程度になることが推測された。3 歳魚を利用するにあたっては，2 歳次成熟魚の選別を行い，3 歳成熟期までの減耗等を考慮した飼育個体数の管理が重要であると考えられた。

表 1 アマゴ性転換雄 3 歳魚の飼育状況及び成熟状況

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)
生残率	76.7%(23/30尾)	91.7%(11/12尾)
平均体重	357.4±93.2g	324.9±115.8g
成熟率	69.6%(16/23尾)	9.1%(1/11尾)
精子の運動性	100.0%(16/16尾)	100.0%(1/1尾)

表 2 授精試験の結果

アマゴ性転換雄	3歳魚(2歳次成熟区)		2歳魚(対照区)	
	試験区①	試験区②	試験区①	試験区②
供試数	5尾		5尾	
供試魚平均体重	428.8±113.2g		301.6±28.8g	
供試卵数	300粒	600粒	300粒	600粒
発眼率	92.7%	95.7%	95.7%	96.7%
ふ化率	91.7%	94.2%	95.0%	95.0%
奇形率	0.0%	0.5%	0.7%	0.4%

引用文献

- 1) 今井彰彦・白木谷卓哉・青山裕晃（2018）アマゴ性転換雄 3 歳魚利用の検討，平成 28 年度愛知県水産試験場業務報告，38.

(6) 観賞魚養殖技術試験

疾病対策試験

(キンギョヘルペスウイルス病に対する先天性耐性の検討)

荒川純平・金田康見・岡村康弘

キーワード；キンギョヘルペスウイルス，先天性，耐性

目的

キンギョヘルペスウイルス性造血器壊死症（以下，GFHN）は死亡率が非常に高く，キンギョ養殖に重大な被害を与えている。キンギョヘルペスウイルス（以下，GFHNV）は，流通，小売り段階のキンギョに常在していると考えられ，GFHNの被害軽減のためには，GFHNVに耐性を持つキンギョを生産する必要がある。GFHNVに対する耐性には，先天性耐性¹⁾及びワクチン²⁾等による後天的耐性が考えられる。先天性耐性を有する個体を選抜育種することで，GFHNV感染時の高い生残の確保と，ワクチン処置などの防疫が不要となることが期待できる。そこで，GFHN耐過魚の継代により，先天的にGFHNV耐性を持つ系統を樹立することを目的として，感染試験を実施した。

方法

GFHNによる大量へい死した群で生残したオランダシシガシラ（以下，オランダ）を親魚として養成し，このオランダ同士の交配で得られた稚魚を感染試験に供した。なお，受精卵の薬浴処理については，田中らの方法³⁾を参考として実施したが，正常ふ化仔魚が得られなかったため，薬浴未処理の受精卵から得られた稚魚を試験に供試した。対照にはGFHNV感受性のあるリュウキン稚魚を用いた。

GFHNVによる攻撃は，10倍希釈した腎臓摩砕液の尾鰭への滴下⁴⁾により行った。なお，使用した腎臓摩砕液のウイルス感染価は，増養殖研究所より分与されたGFF細胞を用いたTCID₅₀法により，2.8logTCID₅₀/mLと判定された。

供試魚は25℃で飼育し，1日1回体重の1%の給餌を行った。攻撃後は毎日へい死状況を確認し，へい死魚は腎臓

スタンプ標本の蛍光抗体法によりGFHNV感染の有無を確認した。

結果及び考察

感染試験では，対照区は全個体が生残したのに対して，攻撃区のリュウキンは10尾のうち1尾，オランダでは10尾のうち8尾が生残した。

なお，オランダは試験に供する前に大量にへい死したことがあり，へい死魚にGFHNVが確認された。このため供試したオランダはGFHNVに感染・耐過し，本試験以前にGFHNVに対する耐性を獲得していた可能性が考えられた。

今後は，こうした耐性を有する個体を親魚として継代することでGFHNV感染時の生残性の改善を進め，先天的にGFHNV耐性を持つ系統の樹立を目指す。

引用文献

- 1) 田中深貴男（2005）ヘルペスウイルス性造血器壊死症を生残したキンギョ産出仔の耐病性について．埼玉農総研研報，5，88-90.
- 2) Ito T. and Ototake M. (2013) Vaccination against cyprinid herpesvirus 2 (CyHV-2) infection in goldfish *Carassius auratus*. Bull. Eur. Ass. Fish Pathol., 33(5), 158-164.
- 3) 田中深貴男・梅沢一弘（2002）埼玉県におけるキンギョヘルペスウイルス性造血器壊死症の発生状況と防疫事例について．埼玉農総研研報，2，103-106.
- 4) 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.

表 供試魚の体重

試験区	オランダシシガシラ		リュウキン	
	攻撃区	対照区	攻撃区	対照区
体重(g) (平均±標準偏差)	5.64±1.41	5.48±1.59	6.12±2.21	6.35±2.13

新品種作出試験 (アルビノチョウテンガンの試験配布及びアルビノリュウキンの体色改良)

金田康見・荒川純平・岡村康弘

キーワード；キンギョ，新品種，アルビノチョウテンガン

目 的

水産試験場では平成 18 年度からチョウテンガンにアルビノ形質を導入することを目的として、個体選抜、系統飼育、戻し交配などを行い、平成 25 年度にアルビノチョウテンガンを開発した。平成 26 年度に開発したアルビノチョウテンガンを弥富金魚漁業協同組合金魚養殖研究会へ試験配布したところ、成長、生残などは他品種と遜色がないとの評価が得られた。¹⁾平成 29 年度は、同組合の組合員に試験配布し、生産性について調査した。

また、業界からは、高価で取引される紅白サラサ（以下、サラサ）を持つ新品種への要望が多いことから、平成 22 年度からアルビノ品種の体色改良に取り組んでいる。平成 29 年度はアルビノ品種のサラサ出現率を向上させるため、リュウキンとの戻し交配により得られた個体とアルビノリュウキンを交配して得られた稚魚の体色を評価した。

材料及び方法

(1) アルビノチョウテンガンの試験配布

配布種苗は水産試験場で継代飼育しているアルビノチョウテンガンの稚魚（10～28 日齢）で、組合員 4 名（A～D）へ、平成 29 年 4～5 月にそれぞれ 2,000～2,400 尾を配布した。配布した稚魚は生産者がそれぞれ通常飼育した。配布した稚魚の評価については、配布後 3～8 ヶ月に生産者から口頭で聞き取った。

(2) アルビノリュウキンの体色改良

供試した親魚の体色を表 1 に示した。平成 25 年に作出したアルビノリュウキンとリュウキンの交配魚（以下、戻し F1）の雄とアルビノリュウキンの雌を交配し、得られたアルビノ稚魚の体色を評価した。交配は 3 回行った。

結果及び考察

(1) アルビノチョウテンガンの試験配布

配布した種苗の採卵日、配布日及び配布するまでの飼育日数を表 2 に、各生産者の飼育状況を表 3 にそれぞれ示した。また、以下に飼育状況の概要を示した。

生産者 A：土池（100 m²）に配布種苗を単独で放養した。生残魚が 7 月下旬に 15 尾程度となったため、生産者のスイホウガンと混養し、12 月上旬には 8 尾程度が視認され、継代用として継続

飼育された。

生産者 B：土池（500 m²）に配布種苗を単独で放養した。選別を行わなかったため、生残個体数を正確に把握出来なかったものの、大量へい死もなく、7 月下旬には全長 4～5cm に成長していた。9 月下旬には 6cm 程度となり、280～300 円/尾で約 300 尾を出荷した。その後、出荷しなかった個体にへい死が認められ、12 月上旬には全滅した。

生産者 C：コンクリート製たたき池（約 50 m²）に配布種苗を単独で放養後、7 月下旬に土池（約 100m²）に池替えした。池替え時、かんこ網が破損して出荷魚（メダカ及びワキン等）と混ざり、9 月下旬には全滅した。

生産者 D：土池（250 m²）に配布種苗と生産者のアズマニシキを混養した。へい死は確認されなかったものの、8 月下旬には全滅した。

配布種苗から出荷できた生産者は 1 経営体のみであった。聞き取り調査結果から、生産者 A では、初期の池づくりが上手くいかなかったため減耗したと考えられた。生産者 B の出荷後のへい死は、出荷選別によるハンドリングストレスが原因と考えられた。生産者 C では出荷魚と、生産者 D ではアズマニシキとの混養によるストレスや摂餌の阻害が影響したと考えられた。

これらのことから、アルビノチョウテンガンは選別等のストレスに極めて弱く、他品種との混養も大きなストレスになることが示唆された。

(2) アルビノリュウキンの体色改良

得られたアルビノ稚魚 176 尾の体色の出現率を表 1 に示した。全ての回次でサラサが確認され、その出現率は 12.9～38.7%であった。これまでに報告されたアルビノ稚魚のサラサ出現率は 0～20.0%であり、²⁾本試験では出現率はやや向上していた。今後、得られたサラサ個体の同系交配を行ってサラサ出現率を検証し、サラサ形質の固定を図っていく。

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(アルビノチョウテンガンの生産現場での評価試験). 平成 26 年度愛知県水産試験場業務報告, 46-47.
- 2) 白木谷卓哉・荒川純平・宮本淳司(2016)新品種作出試験(アルビノ品種の体色改良・現場評価). 平成 27 年度愛知県水産

表1 体色改良試験における親魚の体色とアルビノ稚魚の体色出現率

回次	親魚の体色		アルビノ稚魚の体色出現率(%)		
	戻しF1雄	アルビノ雌	オレンジ	白	サラサ
1	白	オレンジ	74.1 (63)	12.9 (11)	12.9 (11)
2	サラサ	オレンジ	59.7 (37)	1.6 (1)	38.7 (24)
3	白	オレンジ	20.7 (6)	55.2 (16)	24.1 (7)

()内は尾数

表2 アルビノチョウテンガンの配布状況

生産者	採卵日	配布日	配布までの飼育日数
A	4/2	4/15	13日
B	4/17	4/27	10日
C	4/17	4/27	10日
D	4/16, 19	5/11	25, 28日

表3 生産現場での飼育状況

生産者	飼育場所	生残尾数			備考
		配布時	調査1回目	調査2回目	
A	土池 (100m ²)	2,000尾	約20尾 (7/21)	約10尾 (12/11)	減耗後, スイホウガンと混養 親継まで飼育
B	土池 (500m ²)	2,400尾	不明 へい死魚未確認 (7/20)	0尾 (12/11)	9月下旬に約300尾出荷 単価280円から300円
C	たたき池 (50m ²) → 土池 (100m ²)	2,000尾	0尾 (9/25)	-	かんこ網破損により出荷魚(ワキン及びメダカ等)と混養
D	土池 (250m ²)	2,337尾	0尾 (8/29)	-	アズマニシキと混養

新品種作出試験 (変異育種技術を利用したキングヨ新品種の開発)

金田康見・荒川純平・岡村康弘

キーワード；キングヨ，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、近年、需要の減少、生産者の高齢化、地区の市街化による養殖面積の減少など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新奇性のある新品種の開発が求められている。

育種による新品種作出には多くの時間を要するが、人為的に突然変異を導入して短期間に作出可能な手法が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)により開発された。¹⁾ 本試験ではこの技術によりキングヨの新品種作出が可能かを検討するため、変異剤の N-ethyl-N-nitrosourea (以下、ENU) を親魚に投与することで配偶子への突然変異導入を調べるとともに新品種の作出を試みた。

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

(1) ENU の配偶子への突然変異導入の評価

親魚には、ENU を投与したキャリコスイホウガンと水産試験場で飼育している 2 因子のアルビノ形質を持つアルビノリュウキンまたはアルビノ交配種 F2 (スイホウガンとアルビノチョウテンガンの F2) を用いて表 1 に示した 1~9 回次の交配試験を行った。

親魚は排精及び産卵誘発のため平成 29 年 1 月 31 日(水温 15℃) から加温飼育を開始し、水温を 7 日ごとに 1℃ 上げ、3 月 7 日に 20℃ とした後は、採卵するまで 20℃ で飼育した。

3 月 15 日、22 日及び 29 日に計 3 回 100mg/kgBW で ENU をキャリコスイホウガンの雌雄各 12 個体に注射により腹腔内へ投与し、うち雄 6 尾、雌 3 尾を試験に用いた。

受精卵は水温 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。変異導入の評価は、劣性遺伝様式のアルビノ形質の発現により判定し、アルビノ出現率を変異導入率とした。

(2) ENU による新品種の作出

(1) に示した方法で ENU を投与したキャリコスイホウガンの同系交配を 8 回次行った。試験で得られた稚魚について、ふ化後 224~262 日に稚魚の鱗及び眼の形質を評価した。

結果及び考察

(1) ENU の配偶子への突然変異導入の評価

交配試験の結果を表 2 に示した。ふ化率は、処理区で低くなる傾向がみられ、ENU 処理によってふ化率が低下したと考えられた。対照区ではアルビノ形質を発現したふ化仔魚は確認されなかったが、処理区では 0~0.56%(平均 0.10%) でアルビノが確認され、アルビノ出現率を変異導入率とすると 0.10% と見積もられた。

アルビノ形質の発現が 1 因子劣性ホモのアマゴでは、ENU 投与による変異導入率は 0.10~0.42%¹⁾ と報告されている。2 因子劣性ホモでアルビノ形質を発現するキングヨと単純に比較することはできないものの、今回試験での結果は 0.10% であり、ENU によるキングヨへの変異導入率はアマゴと同等程度と思われた。しかしながら、より正確に評価するため 1 因子劣性ホモで発現する形質を対象として、投与方法等についても検討することが求められる。

(2) ENU による新品種の作出

交配結果を表 3 に示した。1 回次と 5 回次を除きふ化仔魚が得られ、ふ化率は 41.8~62.7% であった。得られた稚魚の鱗及び眼の形質について、表 4 及び表 5 に示した。鱗については、4 回次に親魚には無いパール鱗を持つ稚魚が 1 尾得られた。また、眼については、8 回次で眼が欠損する等の奇形個体が多数出現した。交配試験で得られたふ化稚魚は総計 11,640 尾、このうち親魚に無い有用な形質を発現した個体は 1 尾であり、新品種作出率は約 0.009% と見積もられる。ENU による変異導入で得られた個体の活性などを含めて、通常生産で有用な新しい形質を発現している個体を選抜する効率と比較して新品種作出手法として有効であるのかを今後も検討する必要がある。

なお、今回得られたパール鱗個体については、親魚ま

で養成して兄妹魚またはスイホウガンと交配し、後代でパール鱗形質が発現するかを確認するとともに、新品種作出のための遺伝資源とする。

引用文献

- 1) 岡本裕之(2011)突然変異養殖魚. 特開 2011-223884.

表1 交配の組み合わせ

回次	試験区	交配組み合わせ	
		雄	雌
1	対照区	キャリコスイホウガン	アルビノ交配種F2
	処理区	ENU処理キャリコスイホウガン	
2	対照区	キャリコスイホウガン	アルビノ交配種F2
	処理区	ENU処理キャリコスイホウガン	
3	対照区	キャリコスイホウガン	アルビノ交配種F2
	処理区	ENU処理キャリコスイホウガン	
4	※1 処理区	ENU処理キャリコスイホウガン	アルビノ交配種F2
	※1 処理区	ENU処理キャリコスイホウガン	アルビノ交配種F2
6	対照区	キャリコスイホウガン	アルビノリュウキン
	処理区	ENU処理キャリコスイホウガン	
7	※1 処理区	アルビノリュウキン	ENU処理キャリコスイホウガン
	※1 処理区	アルビノリュウキン	ENU処理キャリコスイホウガン
9	※1 処理区	アルビノ交配種F2	ENU処理キャリコスイホウガン
	※1 処理区	アルビノ交配種F2	ENU処理キャリコスイホウガン

※1 1回次から3回次及び6回次の対照区でアルビノが出現しなかったことから、対照区を設けなかった。

表2 交配の結果

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	1,583	876	55.3	0	0.00
	処理区	4,135	2,484	60.1	14	0.56
2	対照区	1,140	935	82.0	0	0.00
	処理区	2,564	1,009	39.4	0	0.00
3	対照区	904	792	87.6	0	0.00
	処理区	3,793	1,140	30.1	2	0.18
4	処理区	2,680	2,319	86.5	1	0.04
5	処理区	5,010	771	15.4	0	0.00
	処理区	5,010	771	15.4	0	0.00
6	対照区	2,033	1,314	64.6	0	0.00
	処理区	10,386	6,400	61.6	4	0.06
7	処理区	2,208	1,159	52.5	1	0.09
8	処理区	9,034	6,312	69.9	1	0.02
9	処理区	2,956	2,150	72.7	0	0.00
	処理区	2,956	2,150	72.7	0	0.00
計	対照区	5,660	3,917	69.2	0	0.00
	処理区	42,766	23,744	55.5	23	0.10

表3 ENUを投与したキャリコスイホウガンの同系交配結果

回次	卵数 (粒)	ふ化尾数 (尾)	ふ化率 (%)
1 ^{※3}	—	0	—
2 ^{※3}	—	396	—
3 ^{※3}	—	785	—
4	2,802	1,602	57.2
5	5,983	0	0.0
6	3,775	2,367	62.7
7	6,275	3,510	55.9
8	7,130	2,980	41.8

※3 卵数未計測

表4 鱗の形質

(単位:尾)

回次	普通鱗	モザイク 透明鱗	透明鱗	その他 ^{※4}	計
2	2	5	4	0	11
3	3	5	4	0	12
4	3	14	4	1	22
6	87	545	283	0	915
7	459	1,001	419	0	1,879
8	139	265	54	0	458

※4 パール鱗

表5 眼の形質

(単位:尾)

回次	普通眼	出眼	水疱	その他 ^{※5}	計
2	0	0	11	0	11
3	0	0	12	0	12
4	0	0	22	0	22
6	16	0	899	0	915
7	117	0	1,762	0	1,879
8	23	0	343	92	458

※5 眼の欠損等有用でない奇形

(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

白木谷卓哉・今井彰彦・中山冬麻

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。なお、過年度までのふ化率の低迷等の課題に対応するため、平成29年度は飼育水を地下水から塩素除去水道水（脱塩素フィルター（ADVANTEC 1本用プラスチックハウジング 1PP 東洋濾紙（株）製）を使用）に切り替えるとともに、ペアリング中に雄からの攻撃による雌のへい死を防止するための網状の板（以下、セパレーター）を一部試験区で設置したほか、産卵時に卵回収を速やかに行うため水槽底面に穴あきアクリル板を設置した。なお、セパレーターは目視により産卵直前と判断したら速やかに撤去した。試験期間にはエアコンにより室温を調整して水温を管理した。

産卵試験は、平成25～27年度に採捕された親魚（F群）のうち、雄6個体、雌5個体を用いた。試験は水槽に雌雄各1個体を入れて実施したが、雌個体の一部は、供試後に別の雄個体とペアリングして再度試験を実施した。雌個体は、適宜、魚体重測定と腹部の腫脹度¹⁾（0～4）及び触診による腹部の柔らかさ（+～+++）を調べ、成熟度（0+～4+++）を推定し、原則として成熟度が2++以上となった時点で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当たり20単位の量で背側筋肉内へ注射して産卵誘発した。

結果及び考察

ペアリングによる雌雄の組み合わせ及び産卵試験の結果を表に示した。9試験区のうち7試験区で産卵が確認され、うち6試験区で計846尾のふ化仔魚を得た。ふ化率は平均22.7%（0～52.7%）であった。ふ化後90日目の生残尾数は計284尾で、生残率は平均33.6%（0～46.0%）であった。

ゴナトロピン投与時の成熟度は2++～3++、産卵までの経過時間は28～39.5時間であり、成熟度が2++以上のタイミングでゴナトロピンを投与すれば、概ね2日目に産卵させることが可能であると考えられた。

セパレーターについては、結果的に未設置の5試験区では雌のへい死は起こらなかったものの、設置区と未設置区でほぼ同程度の割合で産卵が確認され、セパレーターによる産卵への影響は小さいものと考えられたことから、貴重な雌親魚のへい死リスクを減らすためにも、今後も設置を継続することが望ましいと考えられた。

平成29年度は前年度に引き続きまとまったふ化仔魚を得ることが出来たが、試験区によってふ化率や生残率にばらつきが見られた。成熟促進や産卵については安定した結果が得られるようになったので、今後は、ふ化率や生残率を向上させるため、卵管理やふ化仔魚管理について検討する必要がある。

引用文献

- 1) 三重県教育委員会・東海淡水生物研究会(1993)天然記念物ネコギギー三重県における分布・生態調査報告一。三重県教育委員会, 46pp.

表 雌雄組み合わせ及び産卵試験結果

試験区	組み合わせ				セパレーター	産卵日	ゴナトロピン投与		産卵数	正常ふ化尾数 (ふ化率)	90日後生残尾数 (生残率)
	雌個体	雄個体	開始日	終了			投与時成熟度	産卵までの 経過時間			
1	12F	19F	昨年	5月26日	～5/21	5月23日	2++	28h	598	315 (52.7%)	145 (46.0%)
2	18F	10F	昨年	5月17日	なし	5月17日	3++	39.5h	633	235 (37.1%)	75 (31.9%)
3		11F	5月17日	5月17日	なし	5月17日			87	34 (39.1%)	0 (0%)
4		10F	5月17日	5月18日	なし	5月17日			13	0 (0%)	-
5		10F	6月5日	6月7日	なし	-	-	-	-	-	-
6	16F	9F	昨年	5月22日	5/17～22	-	2.5+++	-	-	-	-
7		11F	5月22日	5月24日	なし	5月23日		29h	574	66 (11.5%)	1 (1.5%)
8	6F	6F	昨年	5月31日	～5/11	5月30日	2.5+++	28h	1,166	139 (11.9%)	43 (30.9%)
9	23F	7F	昨年	6月2日	5/19～31	6月2日	2++	36h	652	57 (8.7%)	20 (35.1%)
合計									3,723	846 (22.7%)	284 (33.6%)

ネコギギ精子凍結保存試験

白木谷卓哉・今井彰彦・中山冬麻

キーワード；ネコギギ，凍結精子，人工授精

目的

ネコギギ人工繁殖の確実性を高めるためには，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となるが，開腹した雄は死亡して後を残せない。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。そこで，同属種であるギギで開発した技術¹⁾を応用し，精子凍結保存試験及び人工授精試験を実施し，ネコギギ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

試験に供したネコギギは，平成 23 年度に人工繁殖試験で得られた雄 1 個体（個体番号♂B1-2）及び平成 29 年 6～8 月に飼育中に自然死亡した個体の中から，精子の活性が高いと判断された雄 3 個体（個体番号♂C3-10，♂C2-2，♂7F）の計 4 個体を用いた。

各個体から開腹して取り出した精巣は，湿重量を測定後，淡水魚用リングル液（以下，リングル液）へ収容し，解剖ハサミで細かく裁断して精子懸濁液を作成した。なお，リングル液へ収容する精巣重量の違いが，人工授精時のふ化率に与える影響を把握するため，各試験区における精巣 1g 当たりのリングル液量（以下，精子懸濁液濃度）を表 1 のとおり設定した。

精子の凍結方法は，ギギで実施した試験結果²⁾から，解凍後の精子の運動活性が高く，持続時間も長い傾向にあったとされる，10%メタノールを含む淡水魚用リングル液で 10 倍に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で行った。

各試験区とも凍結保存約 1 週間後，約 1 カ月後，約 6 カ月後に解凍し，運動活性を調べた。解凍はストロー管を 20℃に調整した水道水に 15～20 秒浸して行った。運動活性は解凍した精子保存液をスライドガラスに滴下して，20℃に調整した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 2 に示した 6 段階で

評価した。

表 1 各試験区の精子懸濁液濃度

試験区	個体番号	精子懸濁液濃度 (mL/精巣g)
1	♂B1-2	125
2	♂C3-10	50
3	♂C2-2	25
4	♂7F	25

表 2 ネコ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

試験に供した精子は，(1)において雄 1 個体（個体番号♂B1-2）から取り出した精巣の一部をマス類用人工精しょうに懸濁させた精子懸濁液（以下，開腹精子）と，平成 26 年 7 月に自然死亡した雄（個体番号♂C1-10）の精巣をリングル液に懸濁後，精子保存液で希釈し約 2 年 11 カ月間凍結保存していた凍結精子を用いた。各試験区において媒精時の精子懸濁液量は，開腹精子は各試験区適量，凍結精子は 1 試験区でストロー管 1 本分 (0.45mL) とした。運動活性は表 2 の評価基準に基づいた。

卵は，平成 20 年度と平成 23 年度に人工繁殖試験で得られた雌 2 個体（個体番号♀C3-7，♀C5-1）を 6 月 14 日に腹部を圧迫し搾出した。両個体とも 6 月 12 日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）を魚体重 1g 当り 20 単位の量で背側筋肉内へ注射して排卵誘発した。人工授精は乾導法で実施した。

結果及び考察

(1) 精子凍結保存試験

各試験区の精子懸濁液濃度及び凍結精子解凍後の運動活性を表 3 に示した。凍結 1 週間後の運動活性は，い

ずれの試験区も凍結前より低下し、1カ月後及び6カ月後は横ばいまたはやや低下していた。平成26年度に同様の方法で計4回実施したギギ精子²⁾では6カ月後の精子活性は3+~5+であり、今試験の結果はいずれもこれより低い結果となった。これは、凍結作業時の手順を含め種による特性が考えられた。

一方、精子懸濁液濃度と運動活性との間に明確な関係は確認されなかったことから、精子懸濁液濃度は25~125 mL/精巢gで問題ないと考えられた。

次年度以降、長期保存時における活性状況を把握するとともに、人工授精を実施してふ化率の把握を行い、今年度実施した凍結手法の有効性の確認及び適切な精子懸濁液濃度を検証する必要がある。

(2)人工授精試験

供試魚の雌雄組み合わせ及び人工授精の試験結果を表4に示した。開腹精子は3試験区全てで、凍結精子は2試験区のうち1試験区でふ化仔魚が得られた。しかし

ながら、凍結精子のふ化率(0~0.5%)は開腹精子のふ化率(7.1~51.4%)よりも低い結果であった。その要因としては、使用した精子の運動活性の違い(開腹精子5+、凍結精子3+)が考えられた。

今回、開腹精子及び凍結精子のいずれを用いても、人工授精が可能であることが確認されたものの、凍結精子については運動活性の改善とふ化率向上が課題であり、凍結手法や保存期間のさらなる検討が必要である。

引用文献

- 1) 青山裕晃・白木谷卓哉・今井彰彦(2018)ギギ精子凍結保存試験. 平成28年度愛知県水産試験場業務報告, 45-46.
- 2) 石元伸一・高須雄二・市来亮祐(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 精子懸濁液濃度及び凍結精子解凍後の運動活性(6段階評価)

試験区	個体番号	保存月日	精子懸濁液濃度(mL/精巢g)	精子運動活性			
				凍結前	凍結期間		
					約1週間	約1カ月	約6カ月
1	♂B1-2	6月14日	125	5+	3+~4+	2+~3+	2+
2	♂C3-10	6月30日	50	5+	3+	2+~3+	2+~3+
3	♂C2-2	7月6日	25	5+	3+	3+	2+~3+
4	♂7F	9月21日		5+	3+	3+	2+~3+

表4 雌雄組み合わせ及び人工授精試験結果

試験区	雌個体	雄個体			人工授精			ふ化仔魚尾数(ふ化率)	90日後生残尾数(生残率)
	個体番号(成熟度)	個体番号	採精日	精子運動活性	ゴナトロピン投与後経過時間	採精後経過時間	供試卵数(粒)		
1	♀C5-1(1.5+)	♂B1-2	6月14日	5+	37h	0.7h	317	163(51.4%)	206(87.7%)
2					38h	1.8h	256	72(28.1%)	
3		♂C1-10	凍結 H26.7.10 解凍 H29.6.14	3+	38h	0.0h	107	0(0%)	-
4	♀C3-7(1.5+)	♂B1-2	6月14日	5+	39h	2.5h	387	27(7.1%)	23(85.2%)
5		♂C1-10	凍結 H26.7.10 解凍 H29.6.14	3+	39h	1.0h	421	2(0.5%)	1(50.0%)
合計							1,488	264(17.7%)	230(87.1%)

(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

近年、ニホンウナギ（以下、ウナギ）の漁獲量が激減しており、その要因の一つに生息場所の減少が挙げられている。さらに、ダムや堰などによって河川の連続性が遮断される移動阻害なども指摘されている。生息場所の不連続性を改善する手法の一つとして、ウナギに適した魚道を設置することが考えられる。しかし、ウナギの遡上行動に関する知見は非常に乏しいため、本種の遡上行動に適した魚道モデルを提示できない状況にある。そこで、本試験では、ウナギを用いた室内行動試験を行い、ウナギの遡上に適した斜面構造について検討した。

方 法

試験装置を図に示した。縦 50 cm、横 30 cm の塩化ビニル板（以下、塩ビ板）を試験魚収容水槽と遡上後個体収容水槽との間に垂直に設置し、水温 25～27℃ に加温した飼育水を試験魚収容水槽からポンプアップして塩ビ板に流下して循環させた。なお、塩ビ板には円柱状の突起物（長さ 1 cm にカットした塩化ビ管）を一定間隔に配置し、配置の違いにより試験区を設定した（表）。突起物の間隔、配列、直径が異なる間隔試験、配列試験及び直径試験を実施した。なお、流量及び角度は 1,200 mL/min、角度 90° に統一した。試験には小型サイズ（n=60、平均体重：0.30 g）及び大型サイズ（n=60、平均体重：2.11 g）のウナギをそれぞれ用い、各 1 回試験を実施した。試験時間は 1 時間とし、試験終了後、遡上尾数を計数し、Fisher の正確確率検定により遡上に最適な条件を検証した。

結果及び考察

間隔試験：小型サイズを用いた試験では、試験区 1 と 2 では約 8 割の個体が遡上したが、試験区 3 では 3 割の個体しか遡上せず、試験区 3 は試験区 1 と 2 に比べ遡上尾数に有意差が認められた（ $p < 0.01$ ）。

配列試験：小型サイズを用いた試験では、試験区 1 では約 8 割の個体が遡上したが、試験区 2 では約 5 割の個体しか遡上せず、試験区 1 と 2 において遡上尾数に有意差が認め

られた（ $p < 0.01$ ）。

直径試験：小型サイズを用いた試験では、試験区 1 と 2 では約 9 割、試験区 3 では約 8 割の個体が遡上したが、試験区 4 では約 6 割の個体しか遡上せず、試験区 4 は試験区 1, 2 及び 3 と比べ遡上尾数に有意差が認められた（ $p < 0.01$ ）。

なお、各試験において、いずれの試験区においても大型サイズは 9 割以上の個体が遡上した。

これらの結果から、本試験で用いた小型サイズのウナギに適した斜面構造は、突起物の間隔が 5～10 mm、配列が Z 字配列、直径が 18～38 mm が遡上に適していると考えられた。一方、大型サイズでは、全試験において 9 割以上の個体が遡上したため、本試験の条件下では小型サイズに比べ大型サイズのウナギの遡上能力が高いことが示唆された。

本試験は水産庁委託事業「平成 29 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。

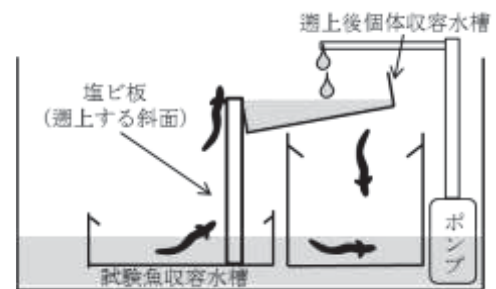


図 試験装置

表 試験区設定

試験名	直径(mm)	間隔(mm)	※配列	※配列の定義	
1 間隔試験	試験区1	18	5	Z字	
	試験区2	18	10	Z字	
	試験区3	18	15	Z字	
2 配列試験	試験区1	18	5	Z字	Z字配列
	試験区2	18	5	I字	
3 直径試験	試験区1	18	5	Z字	
	試験区2	26	5	Z字	
	試験区3	38	5	Z字	
	試験区4	48	5	Z字	

疾病対策技術開発試験 (キンギョの受精卵期におけるミズ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，ミズカビ，銅イオン

目的

金魚養殖では、春の産卵初期に生産される「一番仔」は良好な形態の個体が多いとされるが、この時期は水温が低いため胚発生が遅く、卵管理中にミズカビ病の発生などでふ化率が低下しやすい。このため、受精卵のふ化率向上を目的として、銅イオンを溶出する素材によるミズカビ病予防効果を検証した。

平成 28 年度の試験¹⁾で、銅イオンの添加によりミズカビ病の発症が抑制されたことから、平成 29 年度は、コンテナ水槽試験で至適銅イオン濃度の検討後、その結果をもとに生産者のふ化水槽と同規模の屋外コンクリート水槽で試験を実施した。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。

材料及び方法

(1) コンテナ水槽試験

コンテナ水槽 (15.5L 容) 7 個に、ペットボトルを加工した銅イオン溶出カラム (図 1) をそれぞれ設置した。コンテナ水槽には、ミズカビを繁殖させた水槽の水と弥富指導所の井戸水を 1:5 で混合した水 12L を入れ、銅イオン溶出カラムには水量に対する銅ビーズ重量の比率 (以下、液比) が 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 及び 0.5% となるよう銅ビーズをそれぞれ収容して通気した。また、銅ビーズを入れない対照区を設置した。なお銅イオンの溶出は卵収容 2 日前から行い、その後受精卵を付着させたガラス板 (20cm×15cm) と未受精卵を付着させたガラス板 (15cm×10cm) を各コンテナ水槽底面に静置し、ふ

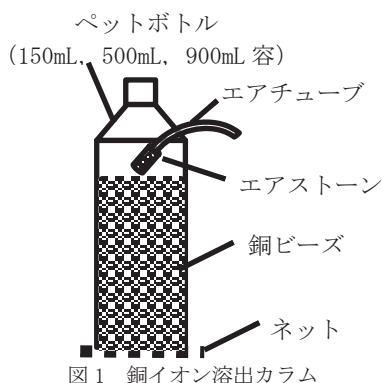


図 1 銅イオン溶出カラム

化まで止水で管理した。得られ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 週間飼育した。

試験区毎に付着卵数、発眼卵数、正常ふ化仔魚数、奇形ふ化仔魚数、2 週間飼育後の正常摂餌魚数を計数した。また、ミズカビに覆われてふ化しなかった卵 (以下、カビ卵) 数を計数した。これらを付着卵数で除して発眼率、正常ふ化率、ふ化仔魚奇形率、正常摂餌魚率、カビ卵率を求めた。

飼育水は定期的に採水し、溶存態銅濃度 (以下、銅イオン濃度) を測定した。発眼率等の差は、カイ 2 乗検定により比較した。

(2) コンクリート水槽試験

試験区は、3t 容 (280×190×60cm) の屋外コンクリート水槽 4 面にそれぞれ 1t の井戸水を満たし、液比 0.05%, 0.1%, 0.3% の銅ビーズをそれぞれ収容した銅イオン溶出カラム設置区と対照区計 4 区を設定した。

銅イオンの溶出は、卵を収容する 5 日前から開始した。各試験区には、未受精卵を付着させたポリエチレンネット (33×25cm)、受精卵を付着させたポリエチレンネット (35×17.5cm) をそれぞれ水槽底面に静置した。ふ化直前となった卵収容 2 日後に受精卵を付着させたポリエチレンネットを試験区の飼育水を入れた 15.5L 容のコンテナ水槽に移し替え、屋内で管理した。付着卵数は卵収容 2 日後に計数し、ふ化仔魚の管理、発眼卵数等の計数や比較は、(1) コンテナ水槽試験と同様に行った。

結果及び考察

(1) コンテナ水槽試験

銅イオン濃度は、銅ビーズの液比が高いほど高く、添加開始後急激に上昇し、その後穏やかに平衡状態となった (図 2)。受精卵収容 3 日後の銅イオン濃度は、0.5% 区が 0.149, 0.4% 区が 0.136, 0.3% 区が 0.124, 0.2% 区が 0.098, 0.1% 区が 0.073, 0.05% 区が 0.054ppm となり、対照区は検出限界の 0.03ppm 以下であった。

受精卵カビ卵率は、対照区が 59.9% であったのに対し、試験区では 0.8~3.0% であり、有意にミズカビの発生が

抑制されていた ($p < 0.01$)。また未受精卵カビ卵率は、対照区で 100%であったのに対して、試験区では 0~10.5%と有意にミズカビの発生が抑制されており ($p < 0.01$, 表 1), 特に銅ビーズ 0.2%以上の試験区では未受精卵のミズカビ発生は完全に抑制された。

全ての試験区において、対照区と比較して発眼率は高かったが、有意 ($p < 0.01$) に高かったのは銅ビーズ 0.05%区と 0.4%区であった。また、試験区では、正常ふ化率、正常摂餌魚率ともに対照区よりも有意に高かった ($p < 0.01$)。しかしながら銅ビーズ 0.5%区では、正常ふ化率及び正常摂餌魚率が他の試験区よりも有意に低く ($p < 0.01$)、高濃度の銅イオンではふ化や仔稚魚の発生に悪影響が考えられた。なお、ふ化仔魚奇形率には、試験区間で有意差は見られなかった。

これらの結果から、卵収容 2 日前から水槽に銅ビーズを液比 0.05~0.4%とした銅イオン溶出カラムを設置して、0.038~0.136ppm の銅イオン濃度として卵管理することが望ましいと考えられた。

(2) コンクリート水槽試験

銅イオン濃度は、液比が高いほど高い傾向を示した(図 3)。

受精卵カビ卵率は、銅ビーズ 0.3%区では完全にミズ

カビが抑制され、未受精卵も対照区よりも有意 ($p < 0.01$) にミズカビが抑制されていた。特に銅ビーズ 0.3%区では未受精卵カビ卵率は 1.2%となっており、ミズカビ抑制効果が認められた ($p < 0.01$)。

受精卵発眼率は、対照区が 92.2%, 銅ビーズ 0.3%区が 93.0%と同程度であったが、銅ビーズ 0.1%区では 0%であり銅ビーズ 0.1%区においては、銅イオン意外に胚発生を阻害する要因が考えられた。

銅ビーズ 0.1%区以外の試験区では対照区と比較してふ化仔魚奇形率には有意な差が見られず、また正常摂餌魚率も有意に高かった ($p < 0.01$)。

これらの結果から、屋外コンクリート水槽でキンギョ受精卵を管理する場合は、液比 0.05~0.3%の銅ビーズで 0.03~0.08ppm 前後の銅イオン濃度とすることが有効であると考えられた。

引用文献

- 1) 荒川純平・金田康見・岡村康弘 (2017) 疾病対策技術開発試験 (キンギョの受精卵期におけるミズカビ病予防技術の開発). 平成 28 年度愛知県水産試験場業務報告, 48-49.

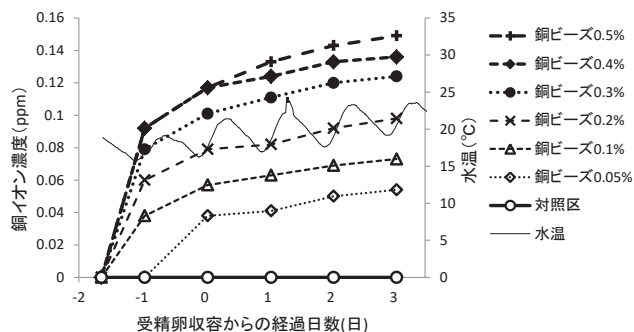


図 2 コンテナ水槽試験における水温及び銅イオン濃度

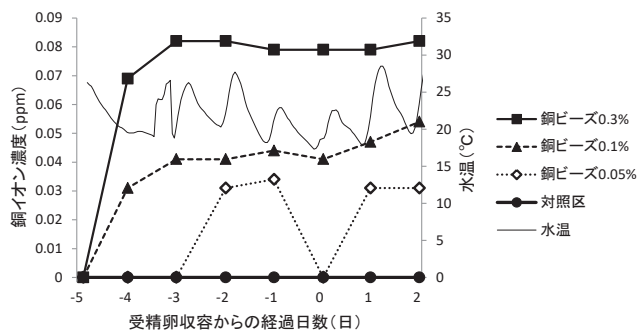


図 3 コンクリート水槽試験における水温及び銅イオン濃度

表 1 コンテナ水槽試験の生産結果

	対照区	銅ビーズ液比					
		0.05%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%
付着卵数	222	221	221	382	202	211	535
受精卵発眼率	76.6%	89.1%**	80.5%	83.0%	83.7%	86.3%**	82.6%
受精卵カビ卵率	59.9%+	0.9%**	1.4%**	0.8%**	1.0%**	0.9%**	3.0%**
未受精卵カビ卵率	100.0%+	10.5%+	2.7%+	0.0%**	0.0%**	0.0%**	0.0%**
正常ふ化率	19.4%+	79.2%+	68.8%+	72.3%+	76.7%+	75.4%+	52.3%**
ふ化仔魚奇形率	6.5%	12.5%	6.2%	7.4%	4.3%	8.1%	10.3%
正常摂餌魚率	19.4%+	76.0%+	67.0%+	70.7%+	74.8%+	72.0%+	40.9%**

**対照区と比較して $p < 0.01$ で有意差

++銅ビーズ0.5%区と比較して $p < 0.01$ で有意差

表 2 コンクリート水槽試験の生産結果

	対照区	銅ビーズ液比		
		0.05%	0.1%	0.3%
付着卵数	630	459	830	700
受精卵発眼率	92.2%	95.6%	0.0%**	93.0%
受精卵カビ卵率	6.0%	6.5%	4.3%	0.0%**
未受精卵カビ卵率	94.9%	62.3%**	67.1%**	1.2%**
正常ふ化率	81.7%	91.7%**	0.0%**	77.4%
ふ化仔魚奇形率	15.3%	12.8%	-	18.0%
正常摂餌魚率	65.9%	76.5%**	0.0%**	72.9%**

**対照区と比較して $p < 0.01$ で有意差