

(5) 河川環境影響物質循環調査

澤田知希・都築 基

キーワード；窒素，リン，矢作川，付着藻類

目 的

河川における窒素・リン等，環境影響物質の動態，循環の概要を明らかにすることを目的とした。

材料及び方法

矢作川本流および主要な支流において毎月行った栄養塩調査 (DTN, DTP, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P) の結果を基に，年間を通して支流が本流に及ぼす負荷の概要を検討した。

川底の付着藻類を採取して強熱減量・クロロフィルa量を測定し，付着藻類の現存量の季節的变化を調べた。

明治用水ダム上・下流の調査点において栄養塩 (DTN, DTP, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, Si(OH)<sub>4</sub>-Si) 濃度を調べた。明治用水ダム直下，明治用水ダム湖より上流 (水辺公園前)，さらに上流にある越戸ダム湖より上流 (犬伏川合流点の直上の点) の3点を調査点とし，水質は全3地点，付着藻類は水辺公園前を除く2地点で調査した。

結果及び考察

(1) 矢作川の栄養塩濃度の特徴

明智川が流入する下流 (調査点E)，明治用水ダムよ

り下流の調査点 (P, Q, R) で，その上流の調査点に比べ明らかな栄養塩濃度の上昇がみられた。笹戸ダム上流に位置する，明智川流入後の調査点 (E) で栄養塩濃度が上昇した後，ダム下流の調査点で濃度が低下する傾向が見られた (図1)。

また，明治用水ダム上・下流における調査では，ダム直下の調査点で，6月から8月にアンモニア態・亜硝酸態窒素，6月から9月に硝酸態窒素，リン酸態リンが，ダム上流の調査点と比較し非常に高い濃度を示すことが分かった (図2)。

(2) 流入河川の特徴

矢作川下流域に合流する支流に栄養塩負荷の大きなものが多く，次のような季節変化が見られた。

① 溶存態無機窒素

夏期に比較的濃度が低く，春・冬期に高くなる。また，この季節的变化の要因として，夏期に比較的濃度が低く，春・冬期に高いアンモニア態窒素濃度の季節変化が大きく影響していることが判明した。

② リン酸態リン

秋季 (9月から11月) に他の時期に比べ，濃度が低くなる傾向が見られた。

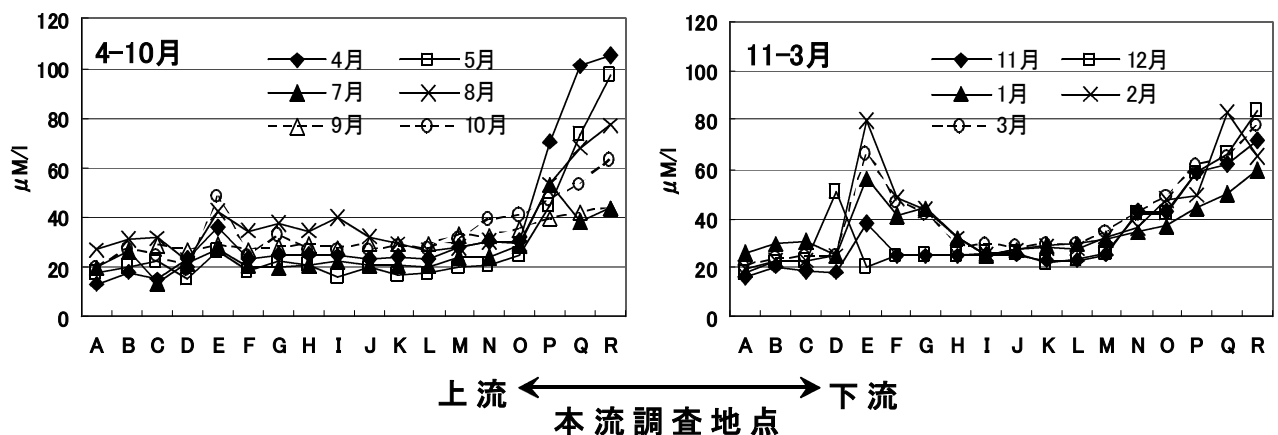


図1 2001年4月から2002年3月における矢作川本流の溶存態無機窒素濃度

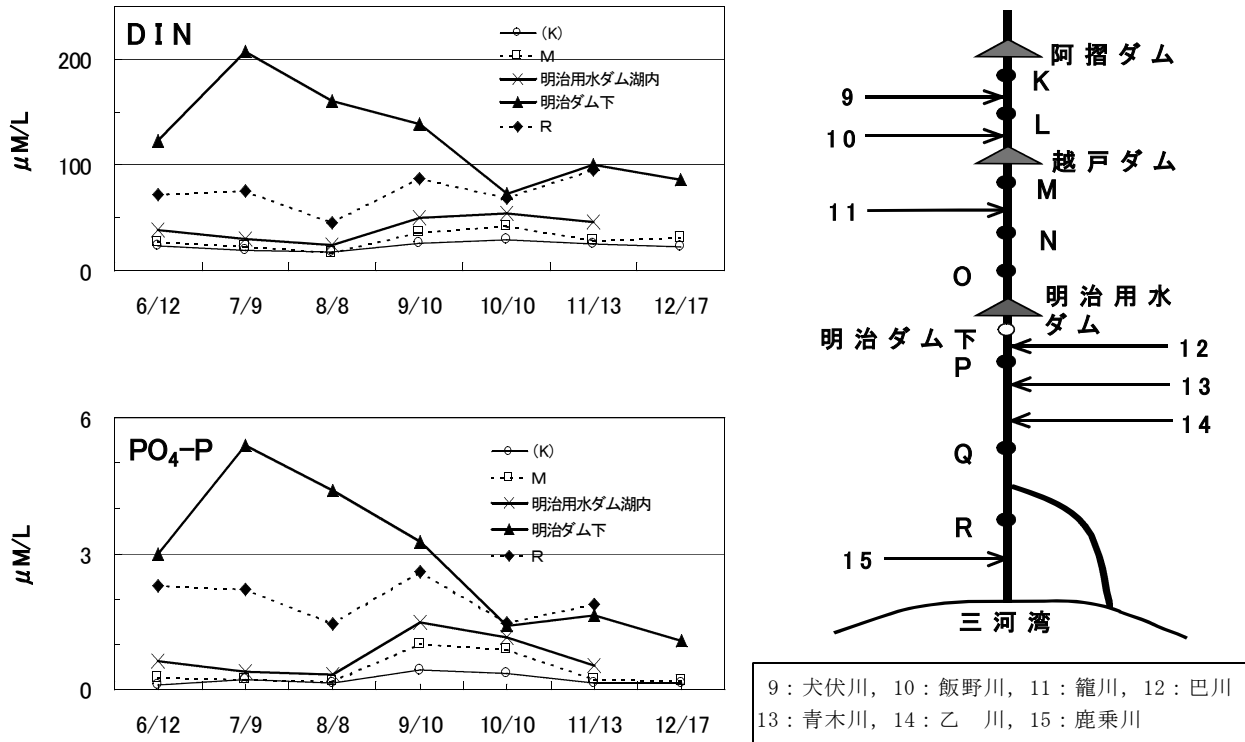


図2 明治用水ダム上下流における溶存態無機窒素・リン濃度

(3) 流入河川が矢作川・三河湾に及ぼす影響

矢作川本流において栄養塩濃度上昇がみられる調査点と、その上流で流入する明智川および青木川、乙川における栄養塩濃度の季節的变化に類似性が見られた。このような本流の栄養塩濃度上昇は、これらの河川からの負荷が主な原因となっていると思われる。支流の栄養塩調査結果から、矢作川・三河湾への栄養塩負荷において、籠川・巴川・青木川・青木川・乙川・鹿乗川の影響が大きく、その季節変動においてもこれら流入河川の影響を受けているのではないかと考えられた。

(4) 付着藻類現存量

① 強熱減量

2調査点のうち上流の地点では3.60から4.96g/m<sup>2</sup>、明治用水ダム直下では2.81から13.85g/m<sup>2</sup>であった(6月から9月)。6月に明治用水ダム直下で13.85g/m<sup>2</sup>と例外的な値が見られた以外は、6、7月より8、9月の方が、強熱減量が多くなる傾向があった。

② クロロフィルa量

2調査点のうち上流の点では6月から9月に1.35から2.42 μg/cm<sup>2</sup>、明治用水ダム直下では1.83から7.10 μg/cm<sup>2</sup>であったが、12月の調査ではそれぞれ6.85、17.82 μg/cm<sup>2</sup>と6月から9月に比べて高い値を示した。

本事業は、環境研究「森林・農地・水域を通ずる自然循環機能の高度な利用技術の開発」に関するプロジェクト研究であり、結果の詳細は「同研究成果報告書」に記載した。

## (6) 冷水魚増養殖技術試験

マス類増養殖技術試験  
(全雌異質三倍体ニジアマのせっそう病に対する感受性試験)

岩田友三・石元伸一・林優行

キーワード；ニジアマ，せっそう病，浸漬，感染

## 目 的

全雌異質三倍体ニジアマ「絹姫サーモン」は養殖過程における歩留まりが悪く，安定生産に至っていない。ニジアマの歩留まり向上を図るためには養殖特性を明らかにする必要があるが，耐病性に関する知見はほとんど得られていない。そこで，本年度はニジアマのせっそう病に対する感受性について検討した。

## 材料及び方法

当所で採卵・飼育したニジアマ（平均体重28.2g），ニジマス（平均体重27.6g）およびアマゴ（平均体重27.7g）を供試魚とし，各試験区20尾ずつ浸漬法によりせっそう病の人為的感染を行った。*Aeromonas salmonicida* 275株（岐阜県分離株）をTS液体培地を用いて20℃で48時間静置培養し，その培養液を飼育水で $10^{-1}$ ， $10^{-2}$ および $10^{-3}$ の3段階に希釈し，希釈細菌液とした。供試魚を5.32%の食塩水に2分間浸漬した後，各濃度の希釈細菌液にそれぞれ3分間浸漬した。希釈細菌液の代わりに，飼育水で $10^{-1}$ に希釈したTS液体培地で同様に浸漬したものを対照とした。なお，培養液の細菌濃度をミスラ法で測定した結果， $1.6 \times 10^8$  cfu/mlであり，攻撃細菌濃度は $1.6 \times 10^5$ ， $1.6 \times 10^6$ および $1.6 \times 10^7$  cfu/mlであった。

浸漬後，供試魚は20ℓプラスチック水槽（水量15ℓ）に放養し，適宜給餌を行いながら，注水量は500ml/min，

水温14.7-15.5℃で14日間飼育し，飼育期間中のへい死尾数を調べた。また，へい死魚からせっそう病菌の再分離を試みた。

## 結果及び考察

対照区ではへい死魚は観察されなかった。感染区では，すべてのへい死魚からせっそう病菌が再分離された。各攻撃細菌濃度における累積へい死率および累積へい死尾数の変化を表1および図1に示した。攻撃細菌濃度が $1.6 \times 10^7$ および $1.6 \times 10^5$  cfu/mlの場合，3魚種中，ニジアマの累積へい死率が最も高く，それぞれ75%および35%とニジマスの累積へい死率の3倍程度となった。しかし，攻撃細菌濃度が $1.6 \times 10^6$  cfu/mlの場合，ニジアマの累積へい死率は10%と低い値を示し，ニジマスと同程度のへい死であった。

以上の結果より，浸漬法による人為的感染では，総じてアマゴ，ニジマスと比べてニジアマのせっそう病に対する感受性が高い可能性が推測された。

ニジアマは経験的に鱗が剥がれやすいことが知られており，感染操作過程における鱗の脱落が今回の試験結果に影響したことも考えられる。今後，注射法等の別の手法でニジアマのせっそう病に対する感受性についてさらに検討する必要があると思われる。

表1 せっそう病感染による累積へい死率

攻撃細菌濃度	累 積 へ い 死 率 ( % )		
	ニジアマ	ア マ ゴ	ニジマス
$1.6 \times 10^7$ cfu/ml	75	25	25
$1.6 \times 10^6$ cfu/ml	10	0	15
$1.6 \times 10^5$ cfu/ml	35	0	10

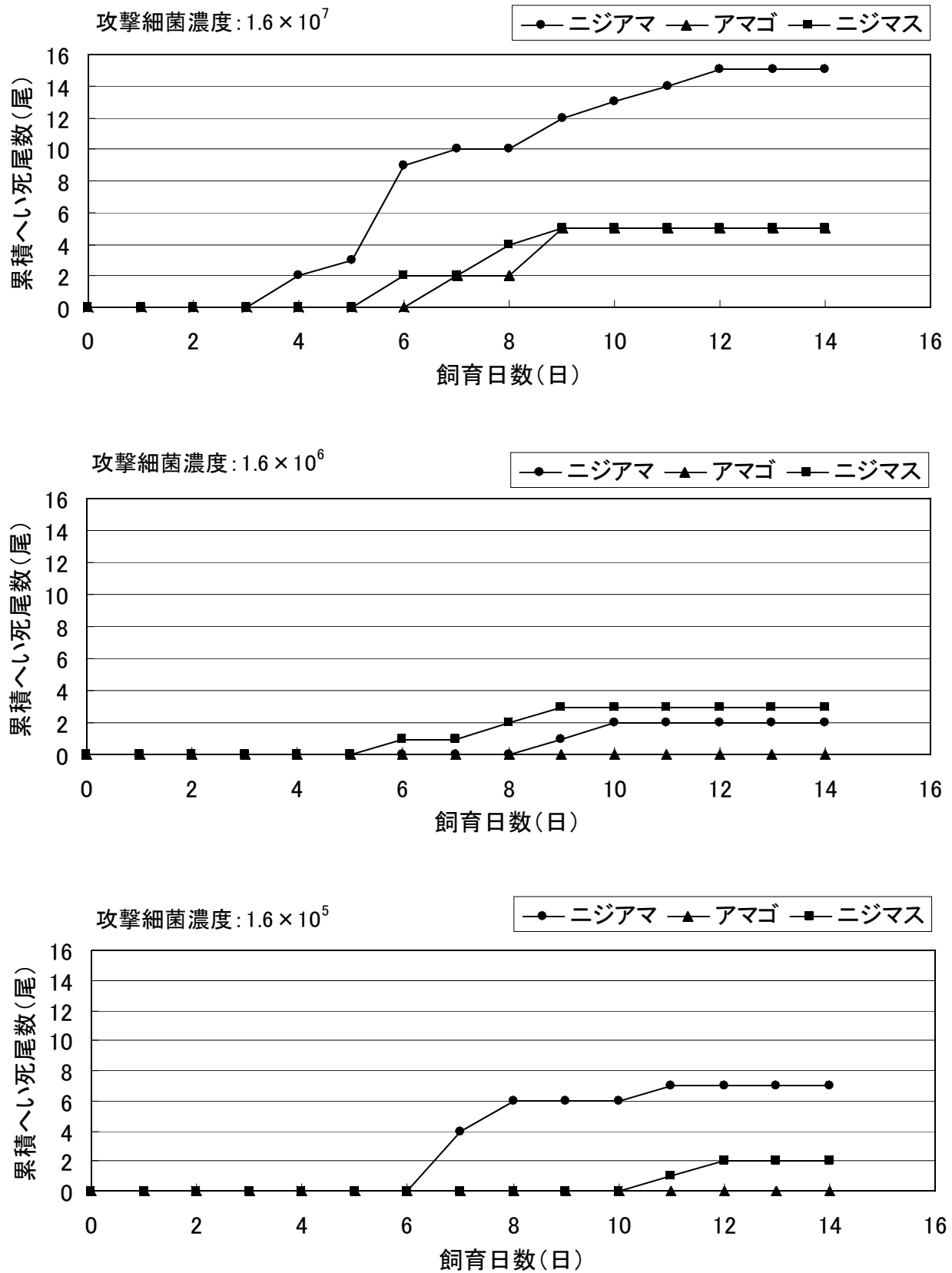


図1 各攻撃細菌濃度における累積へい死尾数の変化

## マス類増養殖技術試験 (大量生産時における絹姫サーモン卵の発眼率向上)

石元伸一・間瀬三博・岩田友三・林 優行

キーワード；全雌異質三倍体ニジアマ・ニジイワ，発眼率

### 目 的

当所が染色体倍数化技術を応用して開発した絹姫サーモン（全雌異質三倍体ニジアマおよびニジイワ，以下ニジアマ，ニジイワとする）は，大型刺身用養殖品種としての安定生産を目標に，平成10年度より大量生産を試みている。しかし，平成11，12年度は卵生産の不調と初期生残率の低さから十分な稚魚が得られず，安定生産には至っていない（図1）。そのため，平成13年度より発眼率の向上を目的に，温度処理方法の改良について検討した。

### 材料及び方法

ニジアマ，ニジイワ卵の作出は，愛知県淡水養殖漁業協同組合飼育のホウライマス雌親魚から採卵した卵と，当所が作出した性転換偽雄アマゴおよび同イワナから採精した精子を用いて行った。染色体倍数化のための温度処理は，受精5分後に20℃，5分間の前処理を行った後，受精卵を26℃に設定した水槽に20分間収容して実施した。

大量の卵を温度処理する場合，試験的な作出操作時に比べ温度処理容器中の卵の層が厚くなり，卵層の中心部の温度上昇が不十分であることが低発眼率の一因と考えられる。そのため，処理容器を底面積の大きなものに変更し，卵層を薄くすることで，適切な温度処理が可能であるかどうか検討した。さらに，環流式シャワーを設置し上部より加温水を循環させ，卵層中心部の温度上昇の効率化を図ることにより，発眼率の向上を試みた。

卵層の中心部に設置した記録式水温計により処理中の温度変化を記録し，25.5℃以上に上昇した時間を有効温度処理時間としてその時間を求めるとともに，処理卵の一部を指導所に持ち帰り，その発眼率を求めた。卵管理水温は11.5℃であった。

### 結果及び考察

ニジアマについては延べ16回，ニジイワについては延べ7回の作出操作を実施した。ニジアマの作出結果を表1に，ニジイワの作出結果を表2に示す。

ニジアマ卵作出において，収容容器の変更前後で卵層の厚み，有効温度処理時間，発眼率を比較した結果，卵層の厚みが90mm，102mmが64mm，66mmへ減少し，有効温度処理時間が14分41秒，14分32秒が17分，16分36秒に増加した。発眼率は卵収容容器の変更前は31.5%，30.1%であったが，変更後では37.2%，39.7%に上昇した。

また，収容容器変更に加え，環流用シャワーを設置した場合，有効温度処理時間は平均18分24秒（17分01秒～19分21秒）に増加し，発眼率も平均56.2%（41.2～67.4%）に上昇した。

この処理温度処理方法を用いた場合，ニジイワ卵作出においても発眼率が平均52.0%（37.9～63.3%）と良好な結果が得られた。

これらのことから，卵全体へ十分な温度処理が実施できるように温度処理方法を改善することで，発眼率の向上が可能であると考えられた。しかし，処理容器を変更し環流用シャワーを設置した温度処理方法においても37.9～67.4%とばらつきが大きく，より安定的に良好な発眼率を得るためには，卵質や作出時期等の要因についても検討する必要がある。

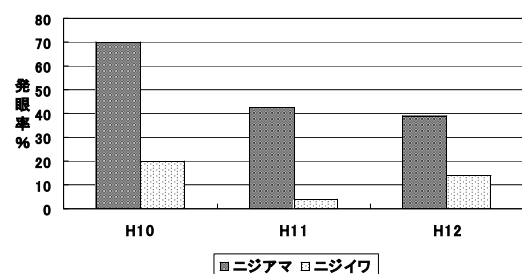


図1 H10～H12の絹姫サーモン卵の発眼率

表1 ニジアマ卵の作出結果

処 理 年月日	収容容器 (環流用シャワー有無)	処理卵数(卵重量) 粒(mg/粒)	卵層の厚み mm	有効温度 処理時間	発眼率 %
H13. 10. 31	旧 520cm <sup>2</sup> × 2カゴ <sup>〃</sup> (無)	115,900(71.6)	90	14分41秒	31.5
H13. 10. 31	旧 520cm <sup>2</sup> × 2カゴ <sup>〃</sup> (無)	131,200(71.6)	102	14分32秒	30.1
H13. 10. 31	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (無)	117,300(71.6)	64	17分00秒	37.2
H13. 10. 31	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (無)	121,500(71.6)	66	16分36秒	39.7
H13. 11. 7	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (有)	153,400(75.4)	—	17分55秒	58.8
H13. 11. 7	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (有)	170,500(75.4)	—	18分52秒	67.4
H13. 11. 7	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (有)	170,500(75.4)	—	18分08秒	65.1
H13. 11. 7	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (有)	162,000(75.4)	—	17分36秒	42.2
H14. 10. 28	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (有)	165,400(56.2)	—	17分01秒	47.5
H14. 10. 28	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (有)	188,400(56.2)	—	17分03秒	44.9
H14. 10. 28	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (有)	167,500(56.2)	—	18分50秒	58.5
H14. 10. 28	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (有)	173,700(56.2)	—	19分00秒	58.5
H14. 11. 1	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (有)	171,400(57.2)	—	19分21秒	62.0
H14. 11. 1	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (有)	177,700(57.0)	—	19分18秒	61.7
H14. 11. 1	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (有)	179,700(57.0)	—	17分43秒	52.7
H14. 11. 1	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (有)	165,200(57.0)	—	19分02秒	54.9

— : 未測定

表2 ニジイワ卵の作出結果

処 理 年月日	収容容器 (環流用シャワー有無)	処理卵数(卵重量) 粒(mg/粒)	卵層の厚み mm	有効温度 処理時間	発眼率 %
H13. 12. 21	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (有)	102,500(73.9)	—	19分09秒	57.7
H13. 12. 21	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (有)	108,100(73.9)	—	19分46秒	60.4
H13. 12. 21	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (有)	127,400(73.9)	—	17分16秒	51.6
H13. 12. 21	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (有)	112,000(60.4)	—	19分23秒	37.9
H14. 12. 20	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (有)	105,500(61.0)	—	19分09秒	63.3
H14. 12. 20	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (有)	111,500(61.0)	—	20分04秒	45.2
H14. 12. 20	新1470cm <sup>2</sup> × 1カゴ <sup>〃</sup> (有)	69,000(61.0)	—	20分00秒	47.9

— : 未測定

## マス類増養殖技術試験 (イワナ性転換雄の作出試験)

石元伸一・岩田友三・林 優行

キーワード；イワナ，性転換雄，雄性ホルモン，浸漬処理期間

### 目 的

山間地養殖業の新たな養殖品種である絹姫サーモン（全雌異質三倍体ニジイワ）の生産を行うためには，雄親魚であるイワナ性転換雄の安定的な供給が必要である。今年度は作出方法の確立を目的に，イワナの雄性ホルモン浸漬処理期間について検討した。

### 材料及び方法

平成12年度に，イワナ性転換雄作出のため雄化ホルモン（17 $\alpha$ -Methyltestosterone）による処理を表1に示す条件で実施し，飼育を継続していた試験魚を，平成14年度の成熟期に，開腹・目視での生殖腺観察による雌雄判定を行い，雄化率を求めた。

また，今年度は，最適な浸漬処理開始時期を検討するため，表1に示す条件で試験区を設定した。平成13，14年度の試験魚は継続飼育し，平成15，16年度に雄化率を求める。

### 結果および考察

平成12年度の試験魚の雌雄判定結果を表2に示す。

雄化率は3.3%~9.6%と全体的に低い値であったが，浸漬処理を浮上後40日間および50日間継続した44区，45区が比較的高い雄化率を示し，60日間継続した46区では若干低下した。また，浸漬処理期間が長くなるほど，雌個体の割合が低下し，不明個体の割合が増加する傾向が

見られた。

次年度，平成13年度に同一処理条件で雄化処理した試験魚の雄化率の判定を実施し，試験結果の再現性の検討を行う。

表1 イワナ性転換雄作出の処理条件

(平成12年度)			
No.	浸漬濃度 ( $\mu\text{g}/\ell$ )	浸漬期間	
		開始	終了
43	0.5	90%ふ化	浮上後30日
44	0.5	90%ふ化	浮上後40日
45	0.5	90%ふ化	浮上後50日
46	0.5	90%ふ化	浮上後60日
(平成14年度)			
No.	浸漬濃度 ( $\mu\text{g}/\ell$ )	浸漬期間	
		開始	終了
51	0.5	ふ化直後	浮上後50日
52	0.5	ふ化10日	浮上後50日
53	0.5	ふ化20日	浮上後50日
54	0.5	ふ化30日	浮上後50日
55	0.5	ふ化40日	浮上後50日

浸漬処理は隔日間隔で2時間実施  
試験区No. は今までの試験区の通番

表2 平成12年度試験魚の雌雄判定結果

No.	雄 (%)	雌 (%)	雌雄同体	不明 (%)
43	2 (3.3)	43 (71.7)	0	15 (25.0)
44	7 (9.6)	47 (64.4)	0	19 (26.0)
45	9 (9.3)	50 (51.5)	0	38 (39.2)
46	7 (5.2)	65 (48.5)	0	62 (46.3)

数値は個体数。雌雄同体個体は，雄として雄化率を求めた

## (7) 冷水魚品種改良技術試験

## ホウライマスの高増体系統作出技術の開発

石元伸一・岩田友三・林 優行

キーワード；ホウライマス，選抜育種，頭長比，可食部率

## 目 的

マス類養殖においては、高品質、高成長等の優良形質を有する系統の作出が望まれている。なかでも、加工処理後の可食部量が多くなるような優れた体型を持つ系統（高増体系統）の作出は重要である。そこで、本課題では無斑のニジマスであるホウライマスの高増体系統作出技術の開発を目的とする。今年度は、昨年度作出した選抜F<sub>2</sub>魚の形質測定を行い、頭長比を指標とした選抜効果の再現性を確認し、可食部率の改善効果を判定する。また、同じく昨年度作出した第1卵割阻止型雌性発生魚の形質測定を行い、この手法による形質固定の可能性について検討する。

## 材料及び方法

高増体選抜魚F<sub>2</sub>群の親魚から、頭長比順位上位30%以内を目標に、選抜交配を行い作出したF<sub>3</sub>群5区について、頭長比（頭長/被鱗体長×100）および可食部率（フィレ肉状に加工した場合の可食部重量/魚体重×100）を測定をした。

また、高増体選抜魚F<sub>1</sub>群の雌親魚9尾から、第1卵割阻止型雌性発生法により作出した子世代魚110尾について、

ピットタグによる個体識別を行うとともに、形質測定を行った。

## 結果及び考察

F<sub>3</sub>上位群5区の測定結果を表1に、頭長比のおよび可食部率の頻度分布を、それぞれ図1、図2に示す。

各区の平均頭長比は、20.42～21.52で、5区のうち上位1区を除く4区で、頭長比平均がF<sub>2</sub>親魚群(21.13)より改善された。これらの区の選択反応から求めた上位方向への実現遺伝率は、0.532～0.755であった。これは、F<sub>1</sub>からF<sub>2</sub>への選抜時に求めた実現遺伝率(0.582)にほぼ等しい。また、2～5区では、分散も0.34～0.59とF<sub>2</sub>親魚群(0.72)や対照区(0.70)に比較して小さくなっており、これらの区では育種効果が確認されたと考えられた。

2～5区の可食部率の平均値は、62.06～63.91%で、対照区の61.30%に比べ、増加しており（3区及び5区はp<0.01、2区及び4区は有意差なし）、頭長比を指標とした間接選抜育種の効果が、可食部率にも反映していることが示された。しかし、その改善量は0.8～2.6%と小さかった。

表1 選抜F<sub>3</sub>群の頭長比および可食部率

	F <sub>2</sub> 使用親魚		F <sub>3</sub> 群					
	平均頭長比	選抜強度	測定尾数	平均体重	平均頭長比	分散	実現遺伝率	平均可食部率
上位1区	20.45	26.2%	39	86.8	21.52	0.44	<0	61.6%
上位2区	20.54	24.6%	40	96.9	20.81	0.36	0.542	62.1%
上位3区	20.20	19.7%	39	124.1	20.59	0.34	0.581	63.9%
上位4区	20.51	22.1%	40	97.8	20.80	0.46	0.532	62.2%
上位5区	20.19	19.7%	40	94.6	20.42	0.59	0.755	63.3%
対照区	—	—	40	86.1	22.10	0.70	—	61.3%

上位1区は♂2尾×♀2尾、2～5区は1対交配

可食部率の測定は各区10尾ずつ測定

対照区は、当所継代ホウライマスを試験区と同一環境で飼育した群を使用



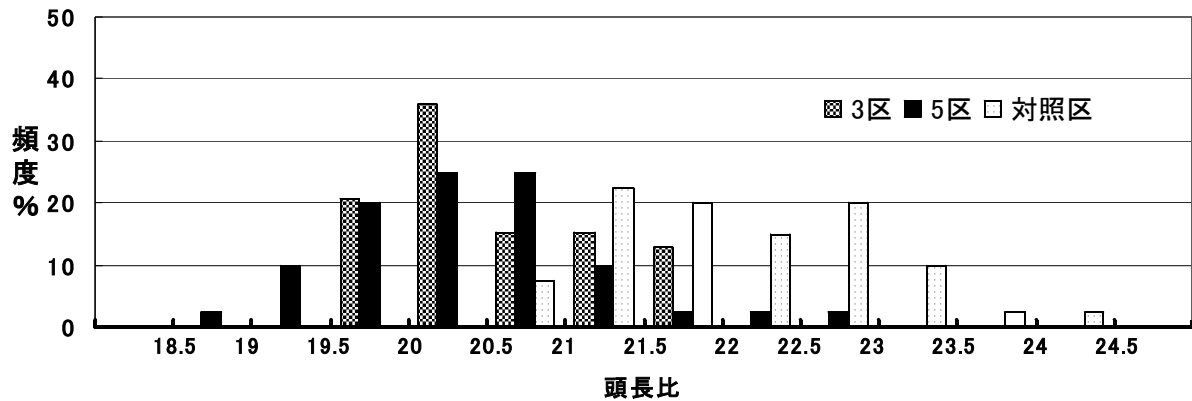


図1 F<sub>3</sub>頭長比の頻度分布

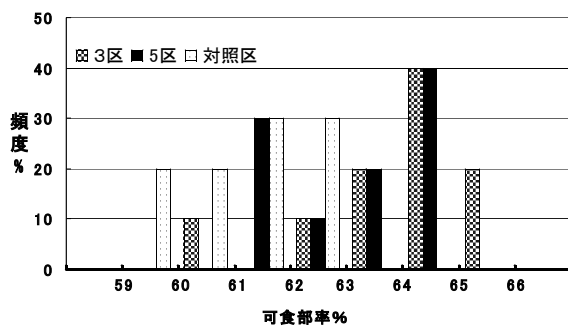


図2 F<sub>3</sub>可食部率の頻度分布

第1卵割阻止型雌性発生魚の測定結果を表2に示す。全体の平均頭長比は22.04で、前述の対照区の平均頭長比に近い値となり、10尾以上の稚魚が得られた区の分散は1.06~1.67で、F<sub>1</sub>親魚群や対照区の1.5~2.4倍の値であった。

表2 雌性発生群の頭長比

親魚 頭長比(順位)	子世代(雌性発生群)		
	飼育尾数	頭長比分散	
19.1(2)	17尾	22.63	1.67
19.3(3)	8尾	21.10	1.43
19.9(11)	1尾	24.37	—
20.2(21)	43尾	22.55	1.33
20.4(25)	3尾	21.74	0.72
20.4(25)	31尾	21.21	1.06
21.1(74)	3尾	22.45	1.09
21.2(80)	4尾	21.55	0.25
21.6(97)	0尾	—	—
全体	110尾	22.04	1.78

第1卵割阻止型雌性発生を用いた育種では、子第一世代では遺伝分散が2倍程度に大きくなるとされており、今回の結果は概ね一致している。これらのことから、さらに子第一世代から頭長比による個体選抜を行い、雌性発生による次世代魚を作出することで、優良な頭長比形質を持ったクローン系統が作出可能であると考えられる。

これらのことから、頭長比を指標とした選抜育種と雌性発生技術を利用することで可食部率を改善することが可能であると考えられるが、頭長比改善の上限は、今までの最大値から考えて18%程度と推定でき、そのため、可食部率のとの相関から考えて、この手法による可食部率の改善量は、4%程度と推定される。産業的にはさらに大きな改善が必要であると考えられ、今後は、体幅やその他の体型等の形質と組み合わせた、間接選抜指標へ発展させる必要がある。

なお、本事業は水産庁委託事業として実施した。本研究成果の詳細については「水産生物育種の効率化基礎技術の開発」後期成果集に掲載した。

(8) 観賞魚養殖技術試験

優良形質固定化促進技術試験  
(キングョクローンの体型比較)

鯉江秀亮・日比野 学・間瀬三博

キーワード；クローン，尾鰭長割合，体高比，肥満度

目 的

キングョの効率的な品種改良や新品種作出を行うため、染色体操作による雌性発生2倍体（主にクローン）作出技術を利用することで、体型に関する有用形質が短期間に固定化できるかどうかを検討した。

材料及び方法

(1) 使用親魚とクローン作出方法

クローン作出の採卵用雌親魚には、平成12年度作出のタンチョウクローン（2代目）1系統2尾，アルビノリュウキンクローン2系統6尾，リュウキンクローン1系統4尾及びアルビノリュウキンの第1卵割阻止魚1尾の計13尾を用いた。これら親魚から得た卵は第2極体放出阻止操作による雌性発生を行い，1世代あるいは多世代クロー

ンを作出し，試験区とした（表1）。

雌性発生に使用した不活化精子は，コイから採取し，pH7.0に調節したコイ人工精しょう液で100倍に希釈した後，8,000erg/mm<sup>2</sup>の紫外線を照射したものをを用いた。第2極体放出阻止は，不活化精子と成熟卵を20℃の条件下で媒精し，5分後に40℃の温水に1分間浸漬して行った。

(2) 飼育方法

雌性発生させた卵を20℃の条件下でふ化させ，ふ化率及び受精15日後の生残率を求めた。その後，飼育尾数は，水槽サイズにあわせて調整し，受精5カ月後まで飼育した。

餌には，アルテミア幼生を週5～6日与え，途中から配合飼料も給餌した（表2）。

表1 使用親魚

品種区分	親魚体型							ホルモン 処理	試験区	履歴
	全長(cm)	体長(cm)	体高(cm)	体重(g)	尾鰭長割合	体高比	肥満度			
タンチョウ	10.3	5.8	3.9	30	43.7	67.2	154	なし	2CT1	平成12年度作出クローン(2代目)
タンチョウ	8.2	4.7	2.8	15	42.7	59.6	144	なし	2CT2	平成12年度作出クローン(2代目)
アルビノリュウキン	8.9	5.3	4.2	20	40.4	79.2	134	なし	CA1	平成12年作出クローン1
アルビノリュウキン	8.5	5.2	3.8	20	38.8	73.1	142	なし	CA2	平成12年作出クローン1
アルビノリュウキン	8.3	5.2	3.7	20	37.3	71.2	142	なし	CA3	平成12年作出クローン1
アルビノリュウキン	9.4	5.9	4.5	30	37.2	76.3	146	なし	CA4	平成12年作出クローン1
アルビノリュウキン	6.6	4.7	3.8	18	28.8	80.9	173	なし	GA1	平成12年作出第1卵割阻止魚
リュウキン	12.5	7.3	4.4	40	41.6	60.3	103	排卵	CR1	平成12年作出クローン
アルビノリュウキン	8.1	3.9	3.1	13	51.9	79.5	219	排卵	C2A1	平成12年作出クローン2
アルビノリュウキン	6.5	3.7	2.7	9	43.1	73.0	178	なし	C2A2	平成12年作出クローン2
リュウキン	12.1	6.9	4.4	40	43.0	63.8	122	なし	CR2	平成12年作出クローン
リュウキン	11.3	7.1	4.2	40	37.2	59.2	112	なし	CR3	平成12年作出クローン
リュウキン	10.8	6.1	4.4	30	43.5	72.1	132	なし	CR4	平成12年作出クローン

表2 給餌表

水槽サイズ 及び試験区	餌料種類	15日～	1か月～	1か月半～	2か月～	2か月半～	3か月～	3か月半～	4か月～	4か月半～
		1か月	1か月半	2か月	2か月半	3か月	3か月半	4か月	4か月半	5か月
7.3 ℓ 水槽	アルテミア(千個)	1.0	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	配合餌料(g)					0.05	0.1	0.1	0.15	0.15
15 ℓ 水槽	アルテミア(千個)	2.0	4.0	6.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
	配合餌料(g)					0.1	0.2	0.2	0.3	0.3
50 ℓ 水槽	アルテミア(千個)	4.0	8.0	12.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
	配合餌料(g)					0.2	0.4	0.4	0.6	0.6
CA1*	アルテミア(千個)	4.0	8.0	12.0	16.0	16.0	16.0	16.0	32.0	32.0
	配合餌料(g)					0.2	0.4	0.4	0.8	0.8
CA2*	アルテミア(千個)	2.0	4.0	6.0	8.0	8.0	8.0	8.0	16.0	16.0
	配合餌料(g)					0.1	0.2	0.2	0.4	0.4
CA3*	アルテミア(千個)	1.0	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	8.0	8.0
	配合餌料(g)					0.05	0.1	0.1	0.3	0.3
CR2*	アルテミア(千個)	2.0	4.0	6.0	8.0	8.0	32.0	32.0	32.0	32.0
	配合餌料(g)					0.1	0.4	0.4	0.8	0.8

\*CA1～3、CR2は、途中水槽サイズを変えて飼育したため上表に記入した。

表3 飼育水槽

試験区	受精からふ化まで	ふ化から受精15日後まで	受精15日以降	受精3カ月以後の水槽サイズの変更
2CT1	15ℓコンテナ水槽	15ℓコンテナ水槽	50ℓコンテナ水槽	なし
2CT2	15ℓコンテナ水槽	15ℓコンテナ水槽	15ℓコンテナ水槽	なし
CA1	15ℓコンテナ水槽	15ℓコンテナ水槽	50ℓコンテナ水槽	受精4カ月後から500ℓ水槽に変更
CA2	15ℓコンテナ水槽	15ℓコンテナ水槽	15ℓコンテナ水槽	受精4カ月後から50ℓコンテナ水槽に変更
CA3	7.3ℓプラスチック水槽	7.3ℓプラスチック水槽	7.3ℓプラスチック水槽	受精4カ月後から15ℓコンテナ水槽に変更
CA4	15ℓコンテナ水槽	15ℓコンテナ水槽	15ℓコンテナ水槽	なし
GA1	7.3ℓプラスチック水槽	15ℓコンテナ水槽	15ℓコンテナ水槽	なし
CR1	7.3ℓプラスチック水槽	15ℓコンテナ水槽	15ℓコンテナ水槽	なし
C2A1	7.3ℓプラスチック水槽	15ℓコンテナ水槽	15ℓコンテナ水槽	なし
C2A2	7.3ℓプラスチック水槽	7.3ℓプラスチック水槽	7.3ℓプラスチック水槽	なし
CR2	15ℓコンテナ水槽	15ℓコンテナ水槽	15ℓコンテナ水槽	受精3カ月後から500ℓコンテナ水槽に変更
CR3	15ℓコンテナ水槽	15ℓコンテナ水槽	15ℓコンテナ水槽	なし
CR4	15ℓコンテナ水槽	15ℓコンテナ水槽	15ℓコンテナ水槽	なし

供試魚は、表3に示した水槽に収容し、止水、弱通気で飼育した。また、全量の換水を1週間に1～2回行った。飼育期間中の水温は図1に示した。

(3) 体型測定

各親魚別の稚仔魚について、受精5カ月後に全長、体長、体高、体重を測定した。得られた値から

尾緒長割合(%) [ (全長mm - 体長mm) / 全長mm × 100 ]

体高比(%) [ 体高mm / 体長mm × 100 ]

肥満度 [ 体重g / (体長cm)<sup>3</sup> × 10<sup>3</sup> ]

を求め、受精5カ月後時点での水槽サイズ別に各数値をt検定により比較した。特に15ℓ水槽では、生残尾数が大きく異なったため、15～16尾の低密度区(2CT2, CA3, CR1, GA1)と23～27尾の高密度区(CA4, CR3, CR4, C2A1)の2つ

の区分に分けて比較した。C2A2については、生残尾数が少なかったため結果から省いた。

結果及び考察

(1) ふ化率とふ化から受精5カ月後までの生残率

ふ化率は、4.0%～66.1%で、高温処理(第2極体放出阻止)を行った影響があったものと思われた(表4)。生残率は、15.8%～58.8%で系統による差は見られなかった(表5)。

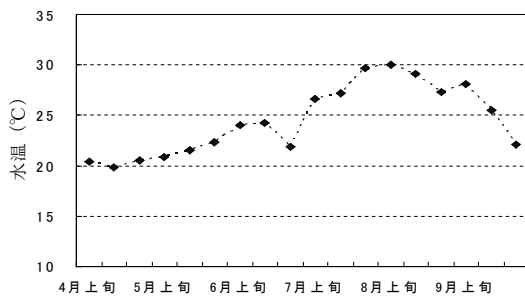
(2) 体長、尾緒長割合、体高比及び肥満度

体長については、15ℓ(低密度)区は18.4～20.6mm、15ℓ(高密度)区は17.9～19.5mm、50ℓ区は2CT1が20.9mm、CA2が19.9mmでそれぞれ有意差(P<0.05)は見られなかった。500ℓ区はCA1が21.6mm、CR2が27.2mmで、有意差が見られた(P<0.01)。

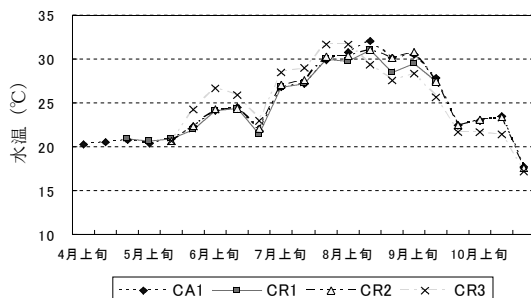
尾緒長割合については、15ℓ(低密度)区は30.1～38.2%で、2CT2とGA1、CA3とCR1、CA3とGA1、CR1とGA1で有意差(P<0.01)があり、大きい方からCA3、2CT2>CR1>GA1の順であった。15ℓ(高密度)区は34.6～36.8%で、CA4とCR3、CA4とC2A1で有意差(P<0.01)があり、CA4、CR4>CR3、C2A1の順であった。50ℓ区は2CT1が35.5%、CA2が37.6%、500ℓ区はCA1が39.3%、CR2が37.2%でそれぞれ有意差(P<0.01)があった。

体高比については、15ℓ(低密度)区は48.2～59.5%で、2CT2とCA3、2CT2とGA1、CA3とCR1、CR1とGA1で有意差(P<0.01)があり、大きい方からGA1、CA3>2CT2、CR1の順であった。15ℓ(高密度)区は45.6～53.2%で、CA4とCR3、CR3とCR4、CR3とC2A1、CR4とC2A1で有意差(P<0.01)があり、C2A1、CA4>CR4>CR3の順であった。50ℓ区は2CT1が47.7%、CA2が53.0%、500ℓ区はCA1が60.0%、CR2が50.5%でそれぞれ有意差(P<0.01)があった。

肥満度については、15ℓ(低密度)区は64.3～87.5%で、2CT2とCA3、2CT2とGA1、CA3とCR1、CR1とGA1で有意差



CA1, CR1, 2, 3試験区以外の水温



CA1, CR1, 2, 3試験区の水溫

図1 飼育期間中の水溫

( $P < 0.01$ ) があり、大きい方からGA1, CA3 > 2CT2, CR1の順であった。15ℓ (高密度) 区は56.5~77.5で、CA4とC2Aの組み合わせ以外で有意差 ( $P < 0.01$ ) があり、CA4, C2A1 > CR4 > CR3の順であった。50ℓ 区では2CT1が66.6, CA2が77.0, 500ℓ 区ではCA1が100.4, CR2が66.8でそれぞれ有意差 ( $P < 0.01$ ) があった (表6, 7)。

これらの結果から系統別に比較すると、尾鱗長割合では、大きい方から順にCA系統 > CT系統 > CR系統, C2A系統 > GA系統, 体高比では、GA系統 > C2A系統, CA系統 > CR系統, 2CT系統, 肥満度では、GA系統, CA系統, C2A系統 > CR系統, 2CT系統であると推定できた。体高比におけるGA系統 > C2A系統, CA系統については、GA1 > CA3 ( $P = 0.052$ ) から判断した。

アルビノリュウキン3系統 (GA, CA, C2A) は、体高比、肥満度について優良であった。アルビノリュウキンはアルビノワキンとリュウキンとの交配魚を祖先として作出したもので、丸型のリュウキンと長形のワキンの中間の体型であったものが、この技術により長型であるワキンの形質を排除し、丸形のリュウキン体型に固定できたと

考えられる。一方、CRについては、親魚が典型的なリュウキンであったにもかかわらず、この技術によって比較的長い体型に固定された。なお、15ℓ (23~27尾) 区のCR3とCR4で体高比と肥満度で、同じクローン系統でありながら有意差があったことについての原因は不明である。

これらのことは、親が遺伝子として潜在的に持っている特徴ある形質が、クローン化技術によって固定できたことを示しており、この技術は、選抜を併用することで品種改良及び新品種作出において有効であると考えられる。

なお、この試験は水産庁補助事業により実施し、その詳細は「平成14年度先端技術等地域実用化研究促進事業報告書」に記載した。

参考文献

- 1) 愛知県水産試験場 (2001) キンギョクローンによる優良形質固定化技術の開発。平成12年度地域先端技術共同研究開発促進事業報告書。

表4 ふ化率と受精15日後の生残率

試験区	採卵月日	使用卵数	ふ化尾数	ふ化率 (%)	受精15日後 生残尾数	受精15日後 生残率 (%)
2CT1	'02.04.09	1,759	1163	66.1	939	80.7
2CT2	'02.04.10	-	478	-	373	78.0
CA1	'02.04.10	1,375	264	19.2	118	44.7
CA2	'02.04.10	1,260	324	25.7	142	43.8
CA3	'02.04.10	856	161	18.8	136	84.5
CA4	'02.04.11	1,773	112	6.3	58	51.8
GA1	'02.04.18	717	132	18.4	74	56.1
CR1	'02.04.19	1,616	65	4.0	55	84.6
C2A1	'02.04.30	1,011	268	26.5	150	56.0
C2A2	'02.04.30	487	23	4.7	18	78.3
CR2	'02.05.13	1,011	312	30.9	80→79	98.8
CR3	'02.05.13	2,002	950	47.5	80→75	93.8
CR4	'02.05.13	1,811	771	42.6	80→69	86.3

表5 受精5カ月までの生残率

試験区	収容尾数	収容月日	受精1カ月		受精2カ月		受精3カ月		受精4カ月		受精5カ月						
			生残尾数	生残率 (%)	測定月日	生残尾数	生残率 (%)	測定月日	生残尾数	生残率 (%)	測定月日	生残尾数	生残率 (%)	測定月日			
2CT1	80	4月25日	65→75	81.3	5月8日	50	54.2	6月10日	43	46.6	7月8日	35	37.9	8月8日	33	35.8	9月9日
2CT2	50	4月26日	33→50	66.0	5月8日	27	54.0	6月10日	20	26.4	7月9日	20	26.4	8月8日	16	21.1	9月9日
CA1	80	4月26日	61	76.3	5月10日	53	66.3	6月10日	49	61.3	7月9日	47	58.8	8月9日	47	58.8	9月10日
CA2	58	4月26日	41	70.7	5月10日	31	53.4	6月10日	25	43.1	7月10日	25	43.1	8月9日	23	39.7	9月10日
CA3	55	4月26日	21→40	42.0	5月8日	18	18.9	6月10日	15	15.8	7月10日	15	15.8	8月8日	15	15.8	9月11日
CA4	58	4月26日	50	86.2	5月10日	33	56.9	6月11日	26	44.8	7月10日	23	39.7	8月12日	23	39.7	9月11日
GA1	74	5月2日	42	56.8	5月17日	29	39.2	6月18日	20	27.0	7月18日	18	24.3	8月19日	16	21.6	9月18日
CR1	55	5月4日	51	92.7	5月21日	52	94.5	6月19日	30	54.5	7月23日	18	32.7	8月21日	16	29.1	9月19日
C2A1	61	5月14日	53	86.9	5月30日	29	47.5	7月1日	26	42.6	7月30日	25	41.0	8月30日	24	39.3	9月30日
C2A2	18	5月14日	14	77.8	5月30日	9	50.0	7月1日	8	44.4	7月30日	8	44.4	8月30日	8	44.4	9月30日
CR2	79	5月28日	73→50	92.4	6月13日	46	85.0	7月18日	40	73.9	8月13日	30	55.4	9月13日	30	55.4	10月11日
CR3	75	5月28日	57→50	76.0	6月13日	43	65.4	7月18日	29	44.1	8月13日	23	35.0	9月12日	23	35.0	10月11日
CR4	69	5月28日	66→50	95.7	6月13日	43	82.3	7月18日	33	63.1	8月13日	29	55.5	9月12日	27	51.7	10月11日

受精1カ月後に、2CT1, 2CT2, CA3については別水槽で飼育した同発生仔魚を加え、CR2~4については間引くことで再び密度を調整した。

表6 体型測定結果

15ℓ区(低密度)					50ℓ区		
測定尾数		2CT2	CA3	CR1	GA1	2CT1	CA2
測定尾数		16	15	16	16	33	23
体長 mm	平均	20.6	20.3	18.4	19.7	20.9	19.9
	標準偏差	3.6	2.9	3.7	4.2	4.3	3.4
尾鰭長割合 %	平均	37.2	38.2	35.6	30.1	35.5	37.6
	標準偏差	1.9	2.4	2.5	2.1	2.7	1.5
体高比 %	平均	49.5	55.7	48.2	59.5	47.7	53.0
	標準偏差	1.8	3.9	3.3	5.8	4.4	2.3
肥満度	平均	68.6	85.0	64.3	87.5	66.6	77.0
	標準偏差	6.3	12.1	7.6	15.2	13.3	9.1

15ℓ区(高密度)					500ℓ区		
測定尾数		CA4	CR3	CR4	C2A1	CA1	CR2
測定尾数		23	23	27	24	45	30
体長 mm	平均	17.9	19.5	18.2	18.3	21.6	27.2
	標準偏差	3.3	6.2	4.4	2.6	3.2	4.7
尾鰭長割合 %	平均	36.8	35.0	35.8	34.6	39.3	37.2
	標準偏差	2.5	2.0	2.3	2.0	2.6	1.9
体高比 %	平均	51.6	45.6	50.1	53.2	60.0	50.5
	標準偏差	3.4	2.8	3.6	3.6	3.0	2.9
肥満度	平均	77.5	56.5	67.6	75.9	100.4	66.8
	標準偏差	7.7	6.5	8.9	10.8	10.5	7.7

表7 t検定結果

15ℓ区(低密度)					15ℓ区(高密度)				
体型項目	比較試験区	2CT2	CA3	CR1	体型項目	比較試験区	CA4	CR3	CR4
体長	CA3	0.793	—	—	CR3	0.274	—	—	—
	CR1	0.110	0.140	—	CR4	0.787	0.383	—	—
	GA1	0.536	0.674	0.370	C2A1	0.629	0.391	0.910	—
	CA3	0.203	—	—	CR3	0.009	—	—	—
尾鰭長割合	CR1	0.064	0.009	—	CR4	0.168	0.166	—	—
	GA1	0.000	0.000	0.000	C2A1	0.002	0.566	0.053	—
	CA3	0.000	—	—	CR3	0.000	—	—	—
体高比	CR1	0.187	0.000	—	CR4	0.158	0.000	—	—
	GA1	0.000	0.052	0.000	C2A1	0.118	0.000	0.004	—
	CA3	0.000	—	—	CR3	0.000	—	—	—
肥満度	CR1	0.100	0.000	—	CR4	0.000	0.000	—	—
	GA1	0.000	0.631	0.000	C2A1	0.567	0.000	0.005	—
	CA3	0.000	—	—					

50ℓ区			500ℓ区		
体型項目	比較試験区	2CT1	体型項目	比較試験区	CA1
体長	CA2	0.359	体長	CR2	0.000
尾鰭長割合	CA2	0.001	尾鰭長割合	CR2	0.000
体高比	CA2	0.000	体高比	CR2	0.000
肥満度	CA2	0.002	肥満度	CR2	0.000

はレーベン分散一様性検定でP<0.05となり、等分散でない場合のt検定結果を示す。