

雌性発生法によるアユの有用形質の識別・評価に関する研究—Ⅲ

辻村明夫，宇野悦央，松本全弘

魚類の品種改良を効率的に進めるため，アユを材料として雌性発生二倍体魚を作出し，それらの各種形質に関して基礎的データを積み上げ，有用形質を識別・探索するとともに，適切な形質評価手法の検討を行う。さらに，有用形質の遺伝的固定のため雌性発生二倍体の継代作出を試み，作出魚の育種評価を行う。また，有用形質を導入するため，天然品種の形質評価に関する調査研究を併せて実施する。

本年度はアユの成長と再生産形質の識別・評価のため，各品種における平均値とその変異幅を測定し，特性把握を行った。また，クローンアユを利用して成長に関する飼育条件の標準化について検討を加えるとともに，極体放出阻止型雌性発生二倍体2代目を用いて成長と再生産形質の選択反応の評価を試みた。

1. 湖産，海産，奄美産アユにおける系統間の差異

稚魚期以降，同一環境下で飼育した各品種の成長，成熟過程および卵径の系統差を把握するとともに，湖産および海産アユのふ化に要する日数の系統差について検討を加えた。

材 料 お よ び 方 法

成長 供試魚は1991年2月に琵琶湖の北湖で採捕された湖産アユ490尾，当センターで継代飼育している海産アユ440尾および福岡県内水面水産試験場が天然親魚より採卵し，継代飼育を行った奄美産アユ213尾を用いた。これらの魚を30 m^2 (3×10×0.7 m)の飼育池に混養し，6月28日から10月8日までの103日間，アユ用配合飼料を給餌し飼育した。系統識別のため，湖産は脂鰭を，海産は左腹鰭を切除した。魚体重の測定は開始時，50日目，74日目および103日目に行った。飼育期間中の水温は16.0～19.5℃であった。

成熟過程および卵径 供試魚は成長に関する系統差の試験魚で，6月28日から混合飼育したものである。成熟度調査は8月16日，9月9日，24日，，10月8日および11月12日に雄4～11尾，雌3～32尾について行った。期間中の水温は16.0～20.4℃であった。なお，成熟度指数は生殖腺重量/体重×100により求めた。

卵径測定のための採卵は湖産，海産は10月29日，奄美産は12月2，3日に行った。採取した卵を同系統の精子と受精させ，水中に1時間置き，十分に吸水させてから5%ホルマリンで固定した。

万能投影機で50倍に拡大した卵の長径と短径を測定し、その平均を求めた。これを30回繰り返し、その親魚の卵径とした。

ふ化に要する日数 供試魚は成長に関する系統差試験魚で、6月28日から混合飼育していた。10月29日に両系統の採卵を行った。個体別に採取した卵を2分し両系統の雄を交配し、スライドグラスに300～400粒付着させた。これを両系統とも3例ずつ行い、合計12の交配区を設けた。これらの卵を流水中で管理し、媒精8日目に淡水を満した200mlスチロールビンにスライドグラスを収容し、さらに温度保持のため流水中で管理した。これらのスチロールビンを毎日取り上げ、ふ化仔魚を計数した。試験水温は16.5～17.5℃であった。

卵径は媒精12時間後の生卵をランダムに抽出し、万能投影機で50倍に拡大して長径と短径を測定しその平均を求めた。これを30回繰り返し、その親魚の卵径とした。ふ化仔魚は50%ふ化した日のものを卵黄吸収による成長の影響を少なくするために、日没から20時30分までに採取し、5%ホルマリンで固定した。このうち20尾をランダムに抽出し、万能投影機で20倍に拡大し全長を測定した。この20尾の平均をその親魚のふ化仔魚の大きさとした。

結果および考察

成長 成長の推移を表1に示した。湖産および海産の成長は大差がみられなかったが、奄美産の成長は本飼育条件下では明らかに劣り、日間成長率は湖産および海産の $1/2$ 以下となった。

表1 湖産、海産、奄美産アユの成長推移

種別	項目	開始時	50日目	74日目	103日目
湖産	平均体重(g)	8.40	26.93	43.28	60.74
	標準偏差(g)	2.01	4.36	6.69	8.58
	変動係数	0.239	0.162	0.155	0.141
	日間成長率(%)	—	2.33	2.22	1.92
	測定尾数	105	49	60	62
海産	平均体重(g)	6.47	22.47	35.85	58.61
	標準偏差(g)	1.24	3.94	5.31	7.75
	変動係数	0.192	0.175	0.148	0.132
	日間成長率(%)	—	2.49	2.31	2.14
	測定尾数	99	50	59	61
奄美産	平均体重(g)	8.44	14.88	17.76	23.35
	標準偏差(g)	1.90	3.34	4.46	5.26
	変動係数	0.225	0.224	0.251	0.225
	日間成長率(%)	—	1.13	1.01	0.99
	測定尾数	50	49	40	51

湖産：1991年に琵琶湖（北湖）で採捕され、その後、養成した魚

海産：1989年に海産系養成親魚より作出した2代目

奄美産：1989年に天然親魚より作出した2代目

成熟過程および卵径 成熟度指数の変化を図1に示した。雄の成熟は湖産、海産では8月16日以降急激に進み、9月9日の平均値は湖産7.47%、海産5.55%と差が開いたが、その後海産の成熟が進み、10月8日には9%以上となった。一方、奄美産の成熟は遅く、10月8日以降になって成熟は進み、11月12日に5.36%となった。

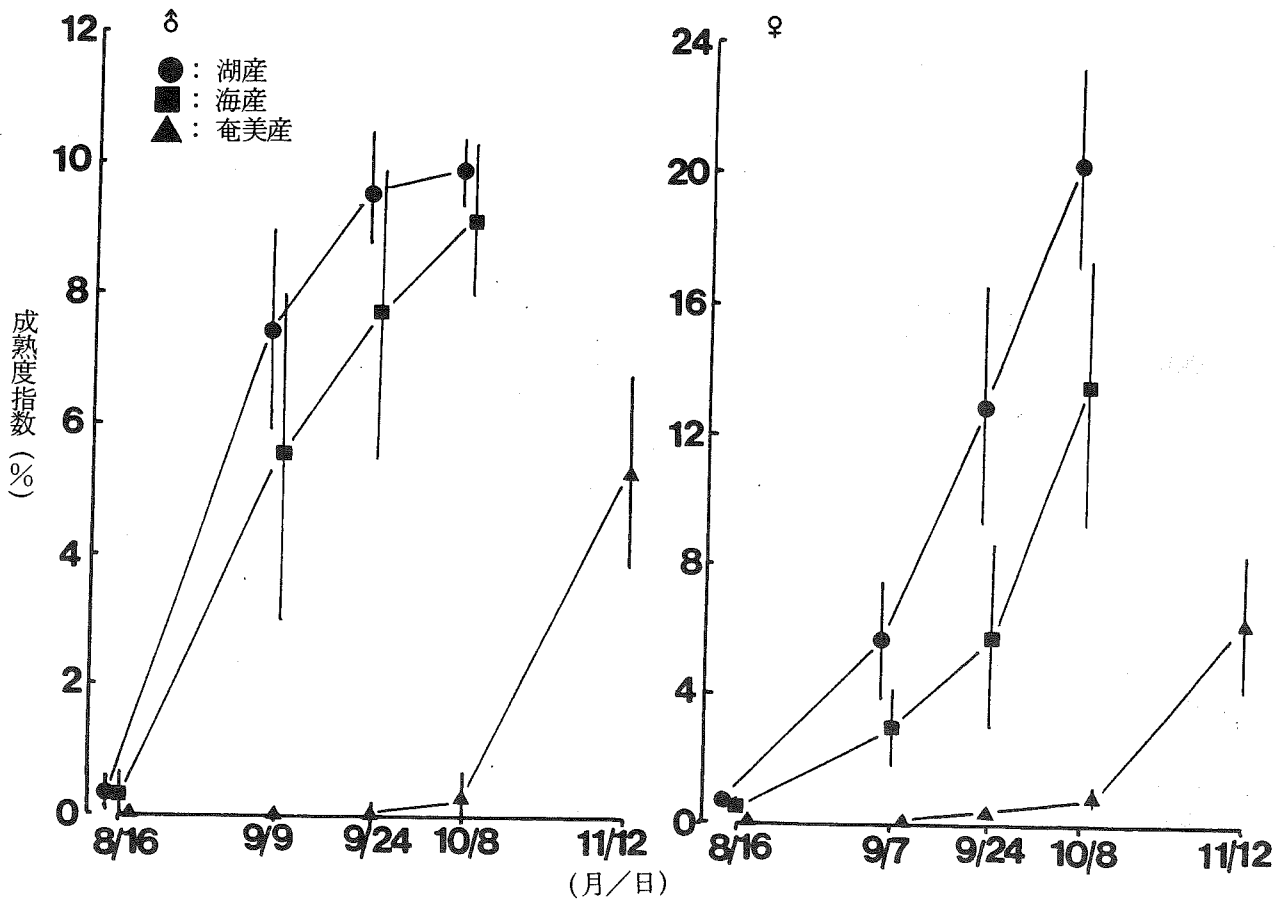


図1 湖産、海産、奄美産の成熟度指数の変化

湖産：1991年に琵琶湖（北湖）で採捕され、その後、養成した魚
 海産：1989年に海産系養成親魚より作出した2代目
 奄美産：1989年に天然親魚より作出した2代目

雌の成熟は8月16日以降湖産では急激に、海産ではゆっくりと進み、10月8日の平均値は湖産20.38%、海産13.67%となった。奄美産は雄と同様に遅く、11月12日に6.30%となった。海産および湖産の成熟過程は、前年度とほぼ同様の結果となった。これら3系統の間には成熟過程に差がみられたが、その原因解明には光周期や日令を加味した詳細な検討が必要である。

湖産、海産および奄美産の親魚別卵径を表2に示した。海産と湖産、奄美産の間には有意な差がみられたが、湖産と奄美産の間にはみられなかった。このことから、海産に比べ、湖産、奄美

産は小さな卵を産むものと思われる。

表2 湖産、海産および奄美産アユの親魚別卵径 (mm)

系統	親魚数	平均値	標準偏差	変動係数
湖産系	10	0.954	0.018	0.019
海産系	10	1.052	0.028	0.027
奄美産系	5	0.947	0.027	0.029

湖産：1991年に琵琶湖（北湖）で採捕され、その後、養成した魚
 海産：1989年に海産系養成親魚より作出した2代目
 奄美産：1989年に天然親魚より作出した2代目

ふ化に要する日数 湖産、海産およびそのハイブリッドのふ化状況を図2に示した。

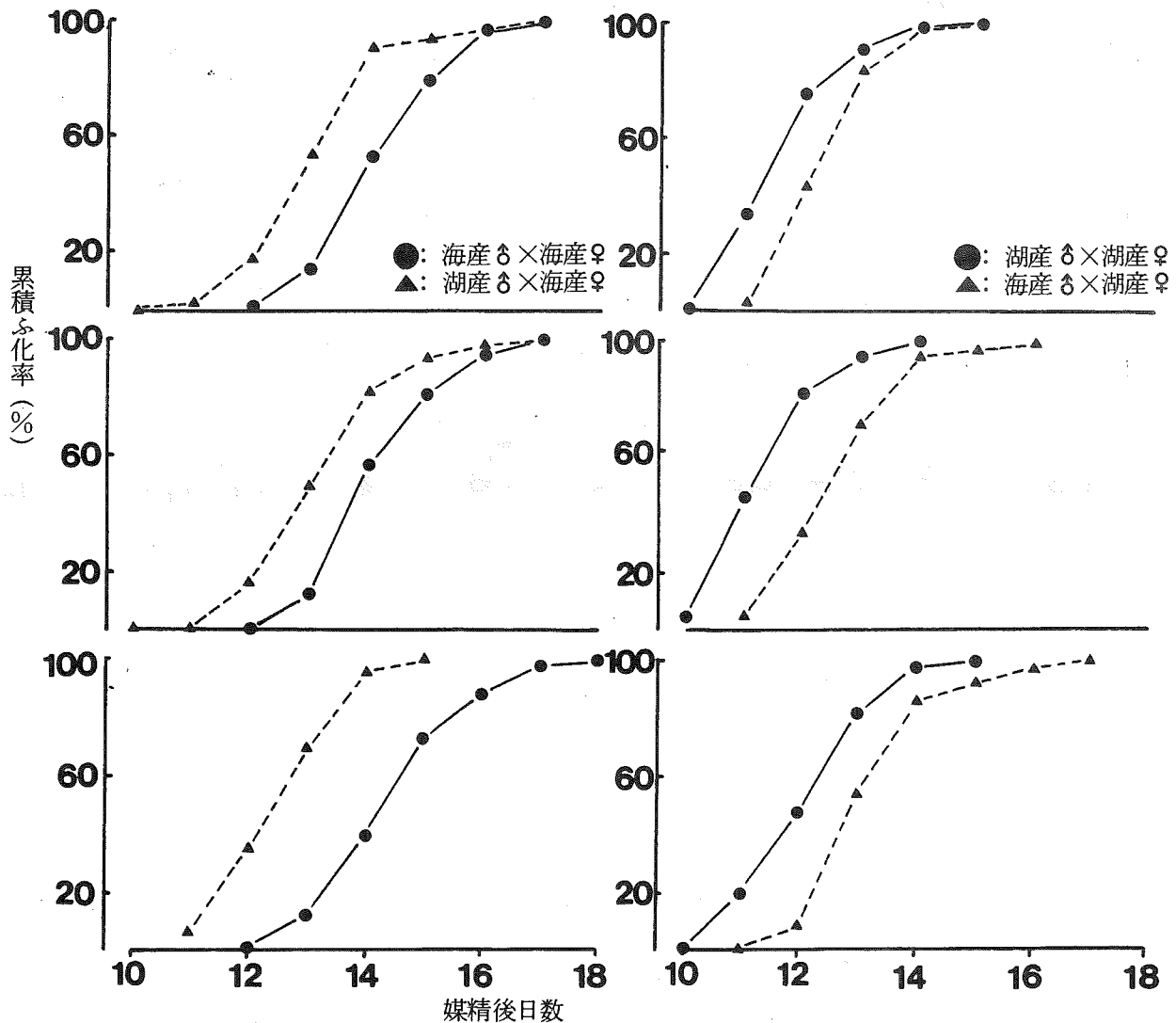


図2 湖産、海産およびそのハイブリッドのふ化状況

湖産：1991年に琵琶湖（北湖）で採捕され、その後、養成した魚
 海産：1989年に海産系養成親魚より作出した2代目
 奄美産：1989年に天然親魚より作出した2代目

同一卵に異系統の精子を交配させると、ふ化に要する日数は変化した。すなわち、母系が海産の場合、父系を湖産とした交配区はいずれも父系を海産とした場合より、ふ化に要する日数は短くな

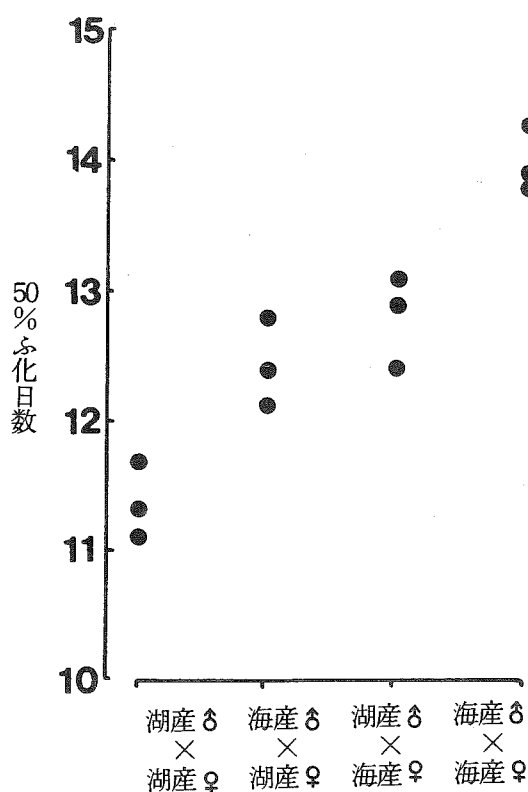


図3 50%ふ化日数

湖産: 1991年に琵琶湖(北湖)で採捕され、その後、養成した魚
 海産: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目
 奄美産: 1989年に天然親魚より作出した2代目

海産の長くする能力が同程度のためかもしれない。

卵径およびふ化仔魚の全長を表3に示した。同一卵に異系統の精子を交配させた場合、媒精12

表3 卵径およびふ化仔魚の全長

母系	項目	卵径 (mm)			ふ化仔魚全長 (mm)		
		湖産	海産	系	湖産	海産	系
湖産1	平均値±標準偏差	0.985±0.015	0.978±0.016	N S	5.44±0.26	5.65±0.18	**
	測定数	30	30		20	20	
	2	平均値±標準偏差	0.966±0.013	0.970±0.010	N S	5.50±0.14	5.76±0.14
	測定値	30	30		20	20	
3	平均値±標準偏差	0.996±0.013	0.997±0.015	N S	5.73±0.19	5.78±0.24	N S
	測定値	30	30		20	20	
海産1	平均値±標準偏差	1.017±0.021	1.024±0.020	N S	5.94±0.20	6.23±0.19	**
	測定値	30	30		20	20	
	2	平均値±標準偏差	1.034±0.015	1.035±0.014	N S	5.91±0.16	6.04±0.22
	測定値	30	30		20	20	
3	平均値±標準偏差	1.014±0.016	1.009±0.016	N S	5.88±0.16	5.97±0.13	*
	測定値	30	30		20	20	

湖産: 1991年に琵琶湖(北湖)で採捕され、その後、養成した魚
 海産: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目

** : P < 0.01 * : P < 0.05 N S : 有意差なし

時間後の卵径に有意差はみられなかったが、ふ化仔魚の全長は6例中5例で有意差がみられた。すなわち、母系が海産の場合、父系を湖産とした交配区は、父系を海産とした場合より全長は小さくなった。また、逆に母系が湖産の場合、父系を海産とした交配区は、父系を湖産とした場合より全長が長くなる傾向がみられた。

これらの現象は、ふ化仔魚の全長の系統差が卵径以外の要因をも加味して検討する必要があることを示している。湖産が海産に比べふ化に要する日数の短いことは、同水温であっても発生速度が速いことを示唆している。この生理的な違いが、全長の系統差に何等かの影響を与えているものと推察される。

このように系統間差の解明にハイブリッドを用いることは、要因を分析する上で効果的と思われる。

2. 雌性発生二倍体間の成長形質の評価

適正な飼育条件を求めため、遺伝分散が0である海産系継代クローン（クローン）および海産系対照群（Control, 以下Cont）を用いて給餌率および収容密度を検討するとともに、給餌率を変えた場合の遺伝率の変化を求めた。

また、親魚候補の選抜はできるだけ早い時期に行なう方が、その後の飼育の省力化等から有利である。そこで、Cont, 海産系第一卵割阻止型雌性発生二倍体（G2N-B）およびクローンを混合飼育し、その初期体重と増重量の相関から成長形質に関する選抜時期の検討を行った。

さらに、海産系極体放出阻止型雌性発生二倍体（G2N-A）2代目およびヘテロ型クローンを用いて、各群内の成長特性を把握し選抜効果の検討を行った。

1) 飼育条件の標準化

材料および方法

給餌率の検討 供試魚は平均体重2.0~2.5gのContおよびクローンをを用い、群内の体重のバラツキができるだけ小さくなるよう調整した。飼育密度を m^2 当り50尾とし、Contは $2m^2$ （ $1 \times 2 \times 0.35m$ ）の屋内池に、クローンは $6m^2$ （ $2 \times 3 \times 0.35m$ ）の屋外池に放養した。試験区は1日の給餌率を1.5, 3.0, 4.5, 6.0および7.5%とする5区を設けた。給餌はアユ用配合飼料を自動給餌器で6回に分けて与え、7日毎に増重量を推定し給餌量を調整した。飼育期間はContは6月6日から7月1日とし、23日間給餌を行った。また、クローンは6月6日から7月2日とし、24日間給餌を行った。魚体重の測定は開始および終了時に全数について行った。飼

育期間中の水温はCont 収容池で17.0~17.6°C, クローン収容池で16.1~16.6°Cであった。

収容密度の検討 供試魚は平均体重7~8gのCont およびクローンを用い、群内のバラツキができるだけ小さくなるよう調整した。Cont は6m² (2×3×0.35m) の屋外池に、クローンは2m² (1×2×0.35m) の屋内池に放養した。試験区はCont では収容密度を10, 25, 50, 100尾/m²の4区とし、クローンは10, 25, 50, 100, 200尾/m²の5区とした。給餌はCont では1日5%, クローンは4.5%のアユ用配合飼料を自動給餌器で5回に分けて与え、7日毎に増重量を推定し給餌量を調整した。飼育期間はCont で7月12日から8月8日とし21日間給餌を行い、クローンは7月6日から8月6日とし24日間給餌を行った。

魚体重の測定は開始および終了時に全数について行った。飼育期間中の水温はCont 収容池で17.6~18.9°C, クローン収容池で15.5~16.5°Cであった。

給餌率を変えた場合の遺伝率の変化 供試魚は平均体重20gのCont およびクローンを75尾ずつ計150尾を用い、6m² (2×3×0.35) の屋外試験池に混養した。試験区は2%および4%給餌区を2面ずつ計4面設けた。給餌はアユ用配合飼料を自動給餌器で4回に分けて行い、10日毎に増重量を推定し給餌量を調整した。飼育期間は8月25日から9月30日で29日間給餌した。飼育期間中の水温は20.2~22.1°Cであった。

遺伝率は次式により求めた。

$$\text{遺伝率} = (\text{終了時Cont}V_p - \text{終了時クローン}V_p) / \text{終了時Cont}V_p$$

結果および考察

給餌率の検討 飼育結果を表4, 5に示した。飼育結果から求めた補正日間給餌率と設定した給餌率の間に差がみられた。これは増重量の推定に用いた飼料効率が低すぎたためと考えられる。以下、補正日間給餌率を基にして検討を加える。

表4 クローンの飼育結果

区 (給餌率%)	1 (1.5)	2 (3.0)	3 (4.5)	4 (6.0)	5 (7.5)
補正日間給餌率(%)	1.39	2.37	3.35	4.55	5.85
開始時平均体重±SD (g)	2.07±0.34	2.07±0.34	2.07±0.35	2.06±0.33	2.05±0.32
変動係数 (a)	0.164 (300) *	0.164 (300)	0.169 (300)	0.162 (300)	0.158 (300)
終了時平均体重±SD (g)	3.02±0.46	4.20±0.67	5.16±0.77	5.48±0.90	5.83±0.96
変動係数 (b)	0.152 (299)	0.160 (300)	0.149 (300)	0.164 (300)	0.165 (294)
C V 比 (b / a)	0.927	0.976	0.882	1.012	1.044
飼料効率(%)	111.8	119.6	106.4	83.2	67.7
日間成長率(%)	1.56	2.95	3.81	4.08	4.28

* () 尾数, 給餌日数24日

クローン: 1988年に海産系卵割阻止型親魚より作出した3代目の継代クローン

表5 Contの飼育結果

区 (給餌率%)	1 (1.5)	2 (3.0)	3 (4.5)	4 (6.0)	5 (7.5)
補正日間給餌率(%)	1.58	2.71	3.75	5.07	6.79
開始時平均体重±SD (g)	2.53±0.30	2.56±0.30	2.56±0.32	2.57±0.31	2.53±0.30
変動係数(a)	0.119 (100) *	0.117 (100)	0.125 (100)	0.121 (100)	0.119 (100)
終了時平均体重±SD (g)	3.20±0.35	4.36±0.53	5.43±0.72	5.83±0.94	5.74±0.84
変動係数(b)	0.109 (100)	0.122 (100)	0.133 (100)	0.161 (100)	0.146 (100)
C V 比 (b/a)	0.916	1.043	1.064	1.331	1.227
飼料効率(%)	64.4	83.5	83.1	66.5	49.5
日間成長率(%)	1.02	2.32	3.26	3.56	3.52

* () 尾数, 給餌日数23日

Cont: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

摂餌状況の観察で、残餌がいずれも4区でごくわずか、また、5区ではかなりみられたことから、飽食給餌率はこのサイズでクローン4.6%、Cont 5.1%程度と推定された。飼料効率および日間成長率の変化を図4に示したが、飼料効率はいずれも2区で最大になり、給餌率が高くなるに従い低下した。日間成長率は給餌率が高くなるに伴い高くなったが、4、5区で一定値に漸近する傾向を示した。このことから、成長率の最大値はクローンで4.3%、Contで3.5%程度と推定された。

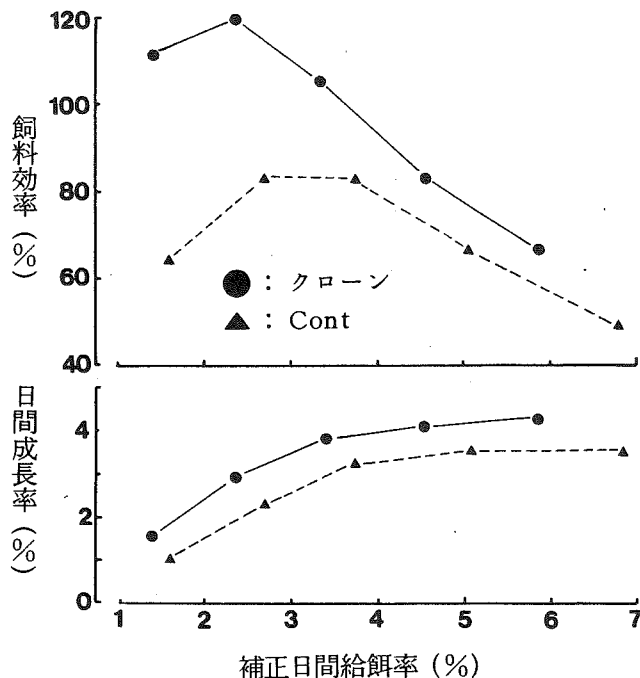


図4 飼料効率および日間成長率の変化

Cont: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

クローン: 1988年に海産系卵割阻止型親魚より作出した3代目の継代クローン

各給餌率の体重のバラツキの大小を変動係数比 (CV比) により比較し図5に示した。クローン、Contとも給餌率の増加に伴いCV比が大きくなったが、クローンではその増加割合が小さかった。これに対し、Contは増加割合が大きく飽食給餌率の5.1%で最大になり、クローンの傾向と異なった。

これらのことから、日間給餌率および飼料効率を落とさずに体重の大小差を小さくする給餌率は、3区のクローンの3.35%、Contの3.75%で、いずれも飽食給餌の74%に相当した。これは養殖上、有利な給餌率であると考えられる。

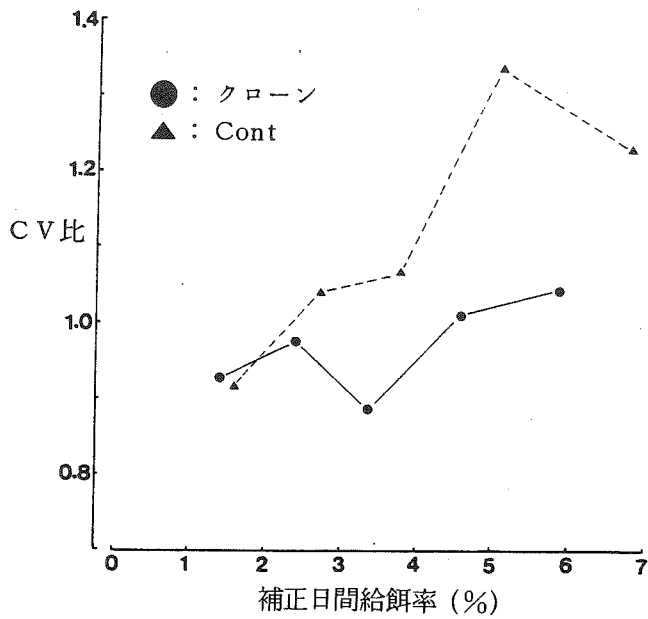


図5 補正日間給餌率とCV比の関係

Cont: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

クローン: 1988年に海産系卵割阻止型親魚より作出した3代目の継代クローン

また、飽食給餌下におけるクローンとContのCV比の相違は、クローンが環境条件のみにより、また、Contが遺伝的影響と環境条件がプラスされて現われたものと考えられ、その差は遺伝的影響を表しているものと考えられる。すなわち、制限給餌下ではContの摂餌意欲のある魚も給餌量が限定されるため、その本来の力を出し切っていないものと思われる。このことから、遺伝的影響度を求める試験においては、できるだけ飽食に近い条件で実施する必要があると考えられる。

収容密度の検討 飼育結果を表6, 7に、収容密度と飼料効率, 日間成長率およびCV比

表6 クローンの飼育結果

収容密度 (尾/ m^2)	10	25	50	100	200
開始時平均体重 (g)	7.02	7.06	6.89	6.93	6.87
標準偏差 (g)	1.05	1.18	1.09	1.17	1.16
変動係数 (a)	0.150	0.167	0.158	0.168	0.169
終了時平均体重 (g)	13.83	13.91	14.31	15.07	15.08
標準偏差 (g)	1.84	1.79	1.85	2.23	2.18
変動係数 (b)	0.133	0.129	0.129	0.148	0.145
CV比 (b/a)	0.887	0.772	0.816	0.881	0.858
飼料効率 (%)	60.9	67.8	76.1	83.2	83.9
補正日間給餌率 (%)	4.39	4.04	3.84	3.71	3.72
日間成長率 (%)	2.83	2.83	3.05	3.24	3.28

クローン: 1988年に海産系卵割阻止型親魚より作出した3代目の継代クローン

表7 Contの飼育結果

収容密度 (尾/ m^2)	10	25	50	100
開始時平均体重 (g)	8.18	8.04	7.87	7.98
標準偏差 (g)	1.37	1.40	1.31	1.39
変動係数 (a)	0.167	0.174	0.166	0.174
終了時平均体重 (g)	18.2	19.13	17.52	17.04
標準偏差 (g)	2.34	2.94	2.77	2.72
変動係数 (a)	0.129	0.154	0.158	0.160
C V 比 (b/a)	0.772	0.885	0.952	0.920
飼料効率 (%)	87.7	100.7	88.5	82.5
補正日間給餌率 (%)	4.13	3.86	4.08	4.17
日間成長率 (%)	3.81	4.13	3.81	3.61

Cont: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

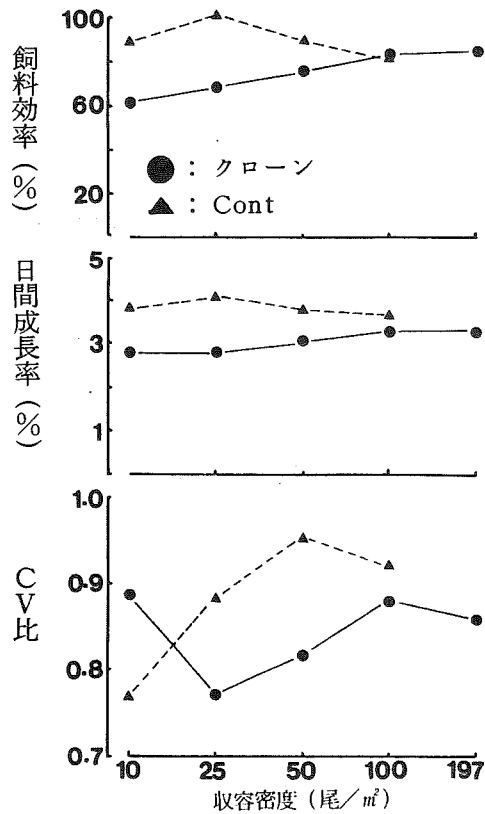


図6 収容密度と飼料効率, 日間成長率およびCV比の関係

Cont: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

クローン: 1988年に海産系卵割阻止型親魚より作出した3代目の継代クローン

の関係を図6に示した。飼料効率および日間成長率は、クローンは収容密度が増加するに伴い漸増したが、Contでは25尾/ m^2 で最も高くなり、100尾/ m^2 でやや低い値を示し異なった傾向がみられた。試験に用いたクローンは強い集合性を示す魚であり、密度の影響を受けにくい特性があるのかもしれない。これに対し、Contは100尾/ m^2 で密度の影響がややあるものと思われる。CV比はContで50尾/ m^2 、クローンで100尾/ m^2 で最も高い値を示したが、いずれも1以下で、開始時のバラツキより小さくなったことから、飼料効率および日間成長率を基にすると、7~8gサイズでは25~50尾が適正な収容密度であると考えられる。

給餌率を変えた場合の遺伝率の変化 飼育結果を表8に示した。日間成長率は各系統内で2%給餌区では同様の値を、4%給餌区でも近い値を示した。CV比はクローンでは給餌率に関係なく一定の値を示したが、Contでは4%給餌区で増加した。この結果は2gサイズを用

表8 飼育結果

区	2 % 給 餌				4 % 給 餌			
	Cont ¹ クローン		Cont ² クローン		Cont ¹ クローン		Cont ² クローン	
開始時平均体重 (g)	19.91	19.56	20.00	19.53	19.97	19.51	19.93	19.59
標準偏差 (g)	2.02	1.67	2.09	1.56	1.94	1.72	1.88	1.71
変動係数 (a)	0.101	0.085	0.105	0.080	0.097	0.088	0.094	0.087
終了時平均体重 (g)	34.75	27.43	34.77	27.54	48.04	41.64	49.84	43.02
標準偏差 (g)	2.86	2.47	3.13	2.22	5.78	3.37	6.54	4.03
変動係数 (b)	0.082	0.090	0.090	0.081	0.120	0.081	0.131	0.094
C V 比 (b/a)	0.812	1.059	0.857	1.013	1.237	0.920	1.394	1.080
日間成長率 (%)	1.92	1.17	1.91	1.19	3.03	2.61	3.16	2.71
遺 伝 率	0.254		0.497		0.660		0.620	

Cont: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体
 クローン: 1988年に海産系卵割阻止型親魚より作出した3代目の継代クローン

いた給餌率に関する検討試験と同様であり、サイズが変わっても同じ結果を示すことが解った。

遺伝率は2%給餌区間でその値は異なったが、4%給餌区間ではよく似た値を示した。また、2%と4%区間では、4%区で高い値を示した。このように、給餌率を変えると遺伝率も変化することが解った。このことから、成長における遺伝的な影響を推定する場合、できるだけ飽食に近い給餌をする必要のあることが再確認された。

2) 選 抜 時 期 の 検 討

材 料 お よ び 方 法

供試魚は平均体重10~11gのCont 67尾、G 2N-B 65尾およびクローン83尾を用い、10^m (2×5×0.35 m) の飼育池に混養した。7月25日から9月2日までをI期、9月3日から10月2日までをII期とし、70日間アユ用配合飼料を給餌し飼育した。

開始時に個体識別のため、体側筋肉部にピットタグ (IDENTIFICATION DEVICES, INC. 製) を挿入した。開始時、I期およびII期終了時に全数を取り上げ、個体別体重を測定した。飼育期間中の水温は17.0~19.7°Cであった。

結 果 お よ び 考 察

飼育結果を表9に示した。群の成長はContが最もよく、次いでクローンとなり、G 2N-Bが最

表9 飼育結果

項 目	C o n t	G 2 N - B	ク ロ ー ン
I 期期首平均体重 (g)	10.97	11.56	10.70
標 準 偏 差 (g)	3.49	3.46	2.94
変 動 係 数 (a)	0.318	0.299	0.275
II 期期首平均体重 (g)	31.62	21.17	22.62
標 準 偏 差 (g)	8.53	6.16	4.29
変 動 係 数	0.270	0.291	0.189
II 期期末平均体重 (g)	57.72	36.00	40.85
標 準 偏 差 (g)	13.71	10.91	6.29
変 動 係 数 (b)	0.238	0.303	0.154
C V 比 (b/a)	0.748	1.013	0.560
I 期 増 重 量 (g)	20.65	9.61	11.92
標 準 偏 差 (g)	5.43	3.21	2.38
変 動 係 数	0.263	0.334	0.199
II 期 増 重 量 (g)	26.1	14.83	18.22
標 準 偏 差 (g)	7.74	5.55	3.24
変 動 係 数	0.296	0.374	0.178
全 期 増 重 量 (g)	46.75	24.45	30.15
標 準 偏 差 (g)	11.24	8.35	4.71
変 動 係 数	0.240	0.341	0.156

C o n t: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

G 2 N - B: 1990年に海産系天然親魚より作出した卵割阻止型

ク ロ ー ン: 1988年に海産系卵割阻止型親魚より作出した3代目の継代クローン

表10 期首平均体重と各期増重量の相関係数

項 目	I 期期首 平均体重	II 期期首 平均体重	
C o n t	I 期増重量	0.8169	—
	II 期増重量	—	0.4212
	全期増重量	0.6322	—
G 2 N - B	I 期増重量	0.7056	—
	II 期増重量	—	0.7338
	全期増重量	0.6446	—
ク ロ ー ン	I 期増重量	0.2926	—
	II 期増重量	—	0.3858
	全期増重量	0.3142	—

C o n t: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

G 2 N - B: 1990年に海産系天然親魚より作出した卵割阻止型

ク ロ ー ン: 1988年に海産系卵割阻止型親魚より作出した3代目の継代クローン

も劣った。開始時および終了時の平均体重のCV比は、G 2 N - Bで最も高くクローンで低く、前者で変異の拡大が後者で縮小が認められ、増重量も各期とも同様の傾向を示した。

選抜時期を検討するために、期首平均体重と各期増重量の相関係数を表10に示した。どの期においても期首の体重が大きいほど増重量も大きくなる傾向を示したが、全般的にみた相関係数はクローンで低く、Cont と G 2 N - B で高い傾向がみられた。また、G 2 N - Bではどの期においても近似した相関係数を示した。これらのことは前年度試験と同様の結果であった。

期首の体重上位魚が期末の体重上位魚に入る割合を表11に示した。G2N-BはI期期首(7月25日)に上位 $1/6$ を選抜すると、II期期末(10月2日)にはその70%の魚が上位 $1/6$ の中に入っていた。また、どの時点で選抜しても期末の上位魚に入る割合は高かった。これに対し、ContはI期期首の上位 $1/6$ の選抜ではII期期末の上位魚に入る割合は50%と低く、 $1/3$ 選抜で73%となり、早い時期に選抜する場合多くの魚を確保しておく必要がある。また、クローンの割合がかなり大きいことは、稚魚期までにみられる偶発的な環境条件による成長差が、そのまま成魚期まで継続する可能性を示している。これらのことから、G2N-Bの成長は遺伝的要因に強く支配されているものと考えられ、稚魚段階からの選抜が可能であると思われる。

表11 期首の体重上位魚が期末の体重上位魚に入る割合(%)

種別	I期期首とII期期末の関係		II期期首とII期期末の関係	
	上位 $1/6$ 選抜	上位 $1/3$ 選抜	上位 $1/6$ 選抜	上位 $1/6$ 選抜
Cont	45.5	72.7	63.6	72.7
G2N-B	70.0	71.4	70.0	95.2
クローン	46.2	59.3	61.5	74.1

Cont: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

G2N-B: 1990年に海産系天然親魚より作出した卵割阻止型

クローン: 1988年に海産系卵割阻止型親魚より作出した3代目の継代クローン

3) G2N-A2代目の成長比較

材料および方法

個体選抜 供試魚として前年度、64.5g, 31.2gおよび31.0gと異なる体重の親魚より個別に作出したG2N-A群(GA-1, 2, 3), Contおよびクローンを用いた。組織移植は前年度の高知大学の方法に準じて行い、GA-1, 2, 3およびContに対しては自己とグループ内およびクローンの鰓蓋を移植した。また、クローンに対しては、自己とグループ内の鰓蓋を移植した。移植は8月27日から30日にかけて行い、46~49日後の10月15日に判定を行った。自己移植が生着しない場合は、物理的、生物的要因(細菌感染による炎症)によるものと判定し不成立とした。

成長比較試験はGA-1, 2, 3群毎に同数のクローンを混合し、区別のためクローンの脂鰭を切除した。供試尾数はGA-1とクローン群は150尾ずつ、GA-2とクローン群は190尾ずつ、GA-3とクローン群およびContとクローン群は200尾ずつとした。これらの魚を10 m^2 (2 \times 5 \times 0.35m)の飼育池3面に収容し、アユ用配合飼料を魚体重の3.5~4.0%給餌し、6月19日から10月4日までの108日間飼育した。魚体重の測定は開始時、27日目、57日目、91日目および108日目に行っ

た。飼育期間中の水温は15.9~19.7°Cであった。

集団選抜 供試魚は前年度のG 2N-A 初代群のうち、平均サイズの33.7±2.3gの親魚8尾を用いて作出したG 2N-A 2代目群 (G 2N-A 対照群) 615尾と大型サイズの45.5±2.5gの親魚8尾を用いて作出したG 2N-A 2代目群 (G 2N-A 選抜群) 595尾ならびにCont 491尾を用いた。これらの魚を50m² (5×10×0.7m) の飼育池に混養し、6月22日から10月16日までの116日間、アユ用配合飼料を給餌し飼育した。開始時に識別のため、G 2N-A 対照群は脂鱭を、Cont は左腹鱭を切除した。魚体重の測定は開始時、40日目、76日目および116日目に行った。飼育期間中の水温は16.7~19.7°Cであった。

結果および考察

個体選抜 組織移植結果を表12に示した。G 2N-B 親魚を用いて極体放出阻止型を作出したGA-1, 2, 3群のクローン化は、いずれも不成功であった。この原因としてG 2N-B 作出の際の極

表12 G 2N-A 2代目の組織移植結果

受容者	供与者	供与者/ 受容者数	受容	拒絶	拒絶率 (%)
GA-1	自己	18/18	18	0	0
	グループ内	10/18	12	6	33.3
	クローン	10/18	0	18	100.0
GA-2	自己	18/18	18	0	0
	グループ内	10/18	15	3	16.7
	クローン	10/18	0	18	100.0
GA-3	自己	18/18	18	0	0
	グループ内	10/18	9	9	50.0
	クローン	10/18	0	18	100.0
Cont	自己	18/18	18	0	0
	グループ内	10/18	2	16	88.9
	クローン	10/18	1	17	94.4
クローン	自己	19/19	19	0	0
	グループ内	10/19	19	0	0

GA-1: 1990年に64.5gの初代海産系極体放出阻止型親魚より作出した2代目

GA-2: 1990年に31.2gの初代海産系極体放出阻止型親魚より作出した2代目

GA-3: 1990年に31.0gの初代海産系極体放出阻止型親魚より作出した2代目

Cont: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

クローン: 1988年に海産系卵割阻止型親魚より作出した3代目の継代クローン

体放出の自然抑制等が考えられるが、詳細は不明である。しかし、G 2N-B 親魚および子集団の GA-1, 2, 3 群は、すべて雌であったので G 2N-A 2 代目として取り扱うことにした。クローンはグループ内のすべての移植片を受け入れ、20 日目には十分判定可能であった。G 2N-A グループ内の拒絶率は GA-1 群で 33.3%、GA-2 群で 16.7%、GA-3 群で 50% と群により異なったが、Cont と比較すると明らかに多くの移植片を受け入れた。また、クローンの移植片は GA-1, 2, 3 群ではすべて拒絶された。

G 2N-A 2 代目の成長の推移を表 13 に示した。開始時の体重が各群で異なったため、成長比較は各池のクローンの増重量を 1 とした場合の他群の増重量比を求めて図 7 に示した。増重量比が 1 より低い場合はクローンより成長が悪く、逆の場合は良いことになる。Cont, GA-1 群はクローンより成長がよく、GA-2 群はクローンと同程度、GA-3 群はクローンより劣る結果となった。また、親魚との関係を見ると親魚が大きかった GA-1 群は、GA-2, 3 群より成長が良好で選抜効果が示唆される。また、このようにクローンを成長の指標として用いることができれば、多くのケースで成長比較が可能になると思われる。

クローンと他群の CV 比を図 8 に示した。どの水槽においてもクローンの CV 比は顕著に減少し、変異が縮小する傾向がみられた。Cont に比較すると親魚別に作出した GA-1, 2, 3 群では、同程度かやや縮小する傾向がみられたが、クローンに比べると明らかに大きく、クローン化の判定の目安になると思われた。

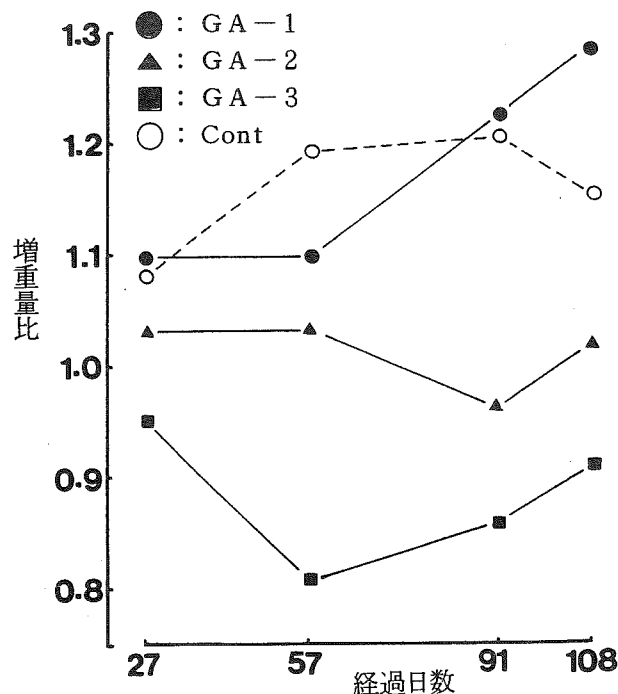


図 7 増重量比の比較

GA-1: 1990年に64.5gの初代海産系極体放出阻止型親魚より作出した2代目
 GA-2: 1990年に31.2gの初代海産系極体放出阻止型親魚より作出した2代目
 GA-3: 1990年に31.0gの初代海産系極体放出阻止型親魚より作出した2代目
 Cont: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

表13 G2N-A 2代目の成長推移

水槽No.	種別	項目	開始時	27日目	57日目	91日目	108日目
1	GA-1	平均体重 (g)	17.37	29.96	43.82	77.41	95.48
		標準偏差 (g)	3.43	5.54	7.35	13.20	16.79
		変動係数	0.198	0.185	0.168	0.171	0.176
		測定尾数	150	74	70	105	82
	クローン	平均体重 (g)	10.65	22.13	34.69	59.60	71.30
		標準偏差 (g)	1.90	2.95	4.35	6.63	7.91
		変動係数	0.179	0.133	0.125	0.111	0.111
		測定尾数	150	75	70	107	85
2	GA-2	平均体重 (g)	12.58	20.81	30.57	51.30	65.07
		標準偏差 (g)	2.17	3.40	5.74	9.65	9.17
		変動係数	0.173	0.163	0.188	0.188	0.141
		測定尾数	190	90	90	147	108
	クローン	平均体重 (g)	8.18	16.15	25.59	48.33	59.68
		標準偏差 (g)	1.09	2.11	3.12	4.57	5.11
		変動係数	0.133	0.131	0.122	0.095	0.086
		測定尾数	190	90	90	146	110
3	GA-3	平均体重 (g)	9.00	16.43	23.69	41.45	52.58
		標準偏差 (g)	1.33	2.93	4.25	7.43	9.28
		変動係数	0.148	0.178	0.179	0.179	0.177
		測定尾数	200	100	100	157	127
	クローン	平均体重 (g)	7.79	15.59	25.99	45.54	55.44
		標準偏差 (g)	1.07	2.13	2.96	5.20	6.58
		変動係数	0.137	0.137	0.114	0.114	0.119
		測定尾数	200	100	100	157	125
4	Cont	平均体重 (g)	6.96	13.34	24.28	42.69	54.61
		標準偏差 (g)	1.14	2.39	4.18	7.90	9.44
		変動係数	0.164	0.179	0.172	0.185	0.173
		測定尾数	200	100	100	150	115
	クローン	平均体重 (g)	7.93	13.83	22.43	37.42	49.17
		標準偏差 (g)	1.43	2.32	2.54	3.24	4.01
		変動係数	0.180	0.168	0.113	0.087	0.082
		測定尾数	200	100	100	157	125

GA-1: 1990年に64.5gの初代海産系極体放出阻止型親魚より作出した2代目

GA-2: 1990年に31.2gの初代海産系極体放出阻止型親魚より作出した2代目

GA-3: 1990年に31.0gの初代海産系極体放出阻止型親魚より作出した2代目

Cont: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

クローン: 1988年に海産系卵割阻止型親魚より作出した3代目の継代クローン

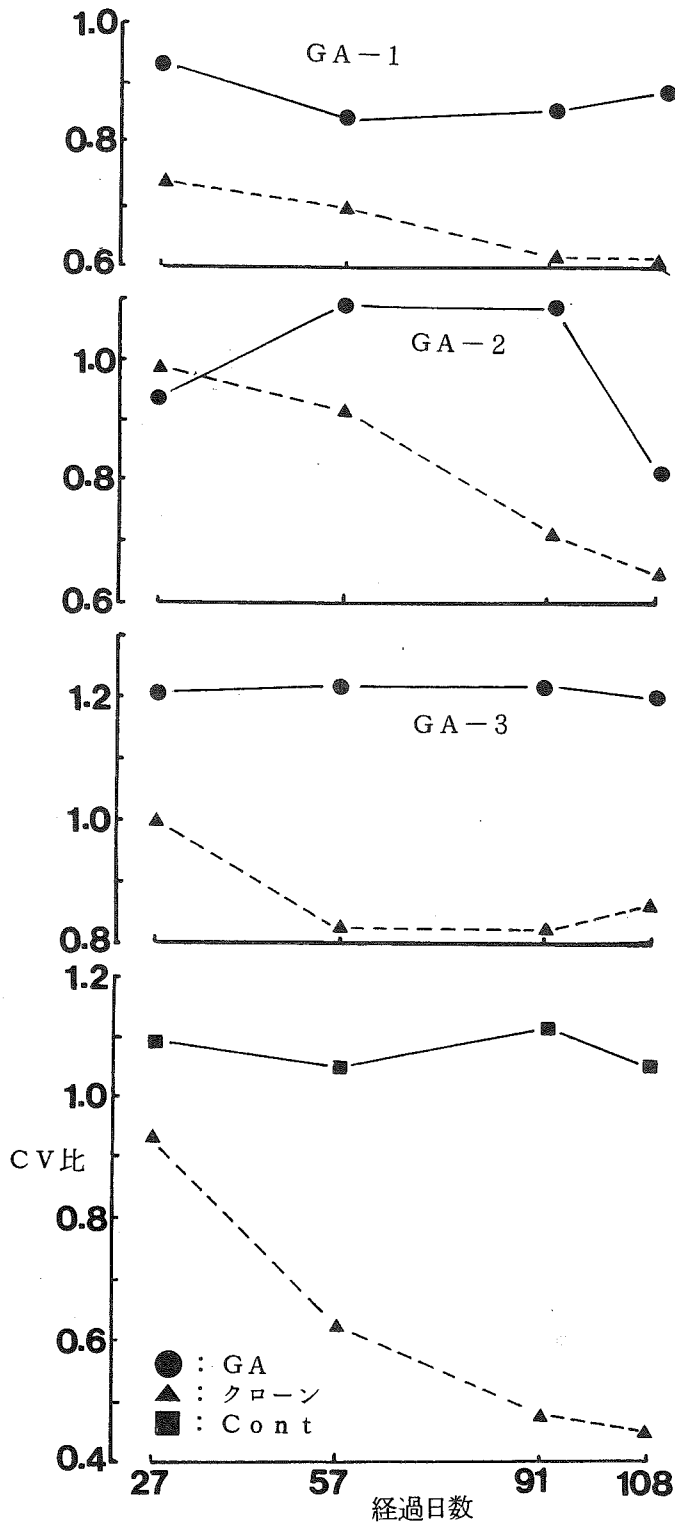


図8 CV比の比較

GA-1: 1990年に64.5gの初代海産系極体放出阻止型親魚より作出した2代目
 GA-2: 1990年に31.2gの初代海産系極体放出阻止型親魚より作出した2代目
 GA-3: 1990年に31.0gの初代海産系極体放出阻止型親魚より作出した2代目
 Cont: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体
 クローン: 1988年に海産系卵割阻止型親魚より作出した3代目の継代クローン

集団選抜 体重の推移を表14および図9に示した。G2N-A選抜群は対照群と比較する

表14 G2N-A 2代目の体重推移 (複数親魚)

種別	項目	開始時	40日目	76日目	116日目
G2N-A 対照群	平均体重 (g)	10.11	19.00	28.40	55.39
	標準偏差 (g)	1.81	4.27	6.24	10.20
	変動係数	0.179	0.225	0.220	0.184
	測定尾数	100	50	100	148
G2N-A 選抜群	平均体重 (g)	10.64	21.72	33.85	63.56
	標準偏差 (g)	2.17	3.76	6.59	19.45
	変動係数	0.204	0.173	0.195	0.306
	測定尾数	100	50	103	169
Cont	平均体重 (g)	6.96	18.96	34.23	76.80
	標準偏差 (g)	1.09	3.81	6.51	14.99
	変動係数	0.157	0.201	0.190	0.195
	測定尾数	100	50	62	150

G2N-A 対照群: 1990年に平均サイズの $33.7 \pm 2.3g$ の初代海産系極体放出阻止型親魚8尾より作出した2代目

G2N-A 選抜群: 1990年に大型サイズの $45.5 \pm 2.5g$ の初代海産系極体放出阻止型親魚8尾より作出した2代目

Cont: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

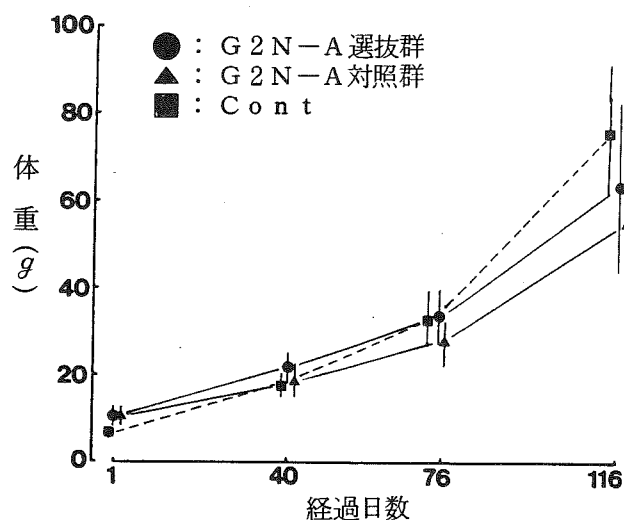


図9 G2N-A 2代目の体重の推移

G2N-A 対照群: 1990年に平均サイズの $33.7 \pm 2.3g$ の初代海産系極体放出阻止型親魚8尾より作出した2代目

G2N-A 選抜群: 1990年に大型サイズの $45.5 \pm 2.5g$ の初代海産系極体放出阻止型親魚8尾より作出した2代目

Cont: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

と、開始時には差がみられなかったが、40日目以降有意に成長が優れた。

116日目における体重の分布を図10に示した。G2N-A群において70g以上の魚は、対照群では6%出現したのみであったが選抜群では43%みられ、また、80g以上の魚は、対照群ではまったくみられなかったが選抜群では21%出現した。これらのことから、複数親魚による選抜においても、成長の選抜効果はみられるものと思われる。しかし、選抜群において30g以下の魚が16%みられ、さらに選抜を重ねることにより成長不良魚を除去する必要がある。

る。また、G2N-A 選抜群がContより劣った理由は、初代親魚の選抜方法の問題と思われる。数多くの魚の中から優れた成長を示す親魚を選抜することにより解決されると思われる。

3. 雌発生二倍体間の再生産形質の評価

Cont, G2N-Bおよびクローンを稚魚期より同一環境下で飼育し, その産卵時期の変異を把握するとともに, G2N-A 2代目の成熟度指数を調査し初代との比較を行った。

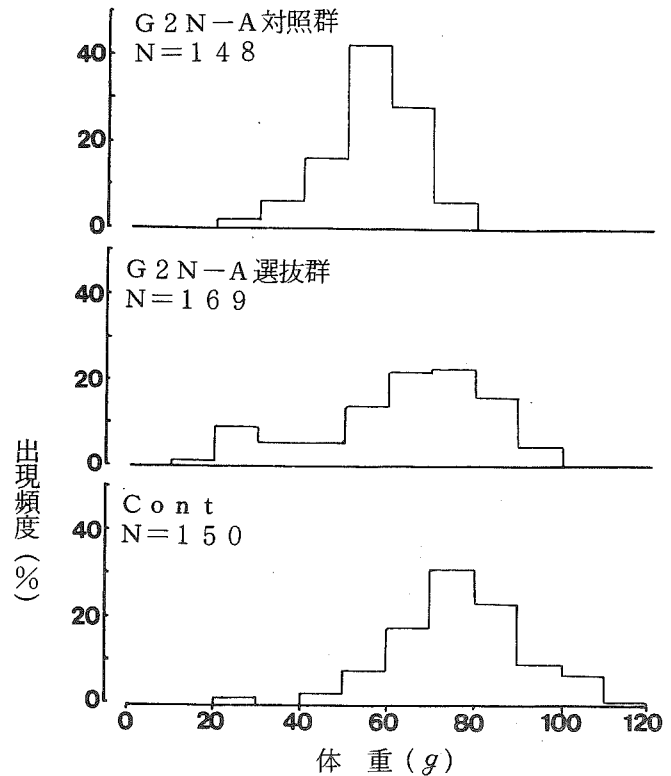


図10 G2N-A 2代目の体重分布

- G2N-A 対照群: 1990年に平均サイズの $33.7 \pm 2.3g$ の初代海産系極体放出阻止型親魚8尾より作出した2代目
- G2N-A 選抜群: 1990年に大型サイズの $45.5 \pm 2.5g$ の初代海産系極体放出阻止型親魚8尾より作出した2代目
- Cont: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

材料および方法

雌性発生魚の産卵時期の変異 ピットタグにより個体識別した海産系のContの雌, G2N-Bおよびクローンを26~73尾用いた。これらの魚は7月25日より $10m^2$ ($2 \times 5 \times 0.35m$)の飼育池に混養されているものである。10月21日に雄と雌の比率が1:1になるように海産系Contの雄を放養した。10月21日から12月3日までの間に2~10日毎に11回, 全数を取り上げ産卵調査を行った。調査時点で未排卵魚(腹部を押しても卵が出ない魚), 排卵魚(腹部を押すと卵が出る魚)および放卵魚(産卵を終えた魚)に分け, 排卵魚ならびに放卵魚の合計を産卵魚とした。飼育期間中の水温は $14.3 \sim 18.6^\circ C$ であった。

また, クローンの産卵状況を比較するために, 同規模の隣接した飼育池に6月19日から放養していたクローンに10月21日に雄を入れ, 同じ方法で産卵調査を行った。

G2N-A 2代目の成熟度指数の比較 供試魚はG2N-A 2代目の成長試験(集団選抜)魚を用いた。これらの魚は6月22日から混養されていたものである。成熟度指数は9月6, 24日および10月16日に10~30尾について求めた。

結果および考察

雌性発生魚の産卵時期の変異 前年の採卵日を0とした場合の産卵状況を図11に示した。全般的にみて、産卵時期はContで遅れG2N-Bで早まり、クローンは前年と同時期に産卵した。

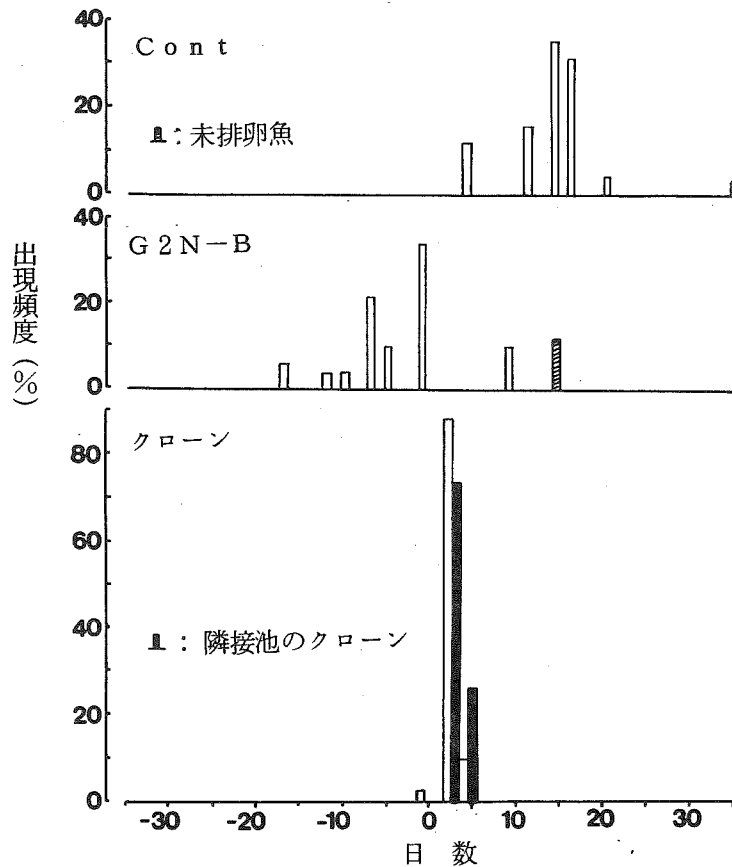


図11 雌性発生二倍体の産卵状況

Cont : 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体
 G2N-B : 1990年に海産系天然親魚より作出した卵割阻止型
 クローン : 1988年に海産系卵割阻止型親魚より作出した3代目の継代クローン

卵した。産卵期間はContで17日間、G2N-Bで27日間およびクローンで6日間となり、前年度の結果と同様、G2N-Bで最も拡大しクローンで縮小し、産卵の集中化がみられた。12月3日の調査終了時の残魚の成熟状態をみると、Contではすべて卵巣が認められない魚であったが、G2N-Bでは完全に近い魚もいたことから、G2N-Bの産卵時期はさらに延びる可能性もあった。

隣接池のクローンと混養池のクローンの産卵時期と産卵魚出現率がほぼ同じであることから、他の魚に干渉されない独自の排卵機構を持つものと思われる。このことは、産卵時期の遺伝的固定の可能性を示している。

G2N-A 2代目の成熟度指数の比較 成熟度指数の変化を表15に示した。変動係数は初代群と比較すると、G2N-A 2代目の対照群および選抜群とも小さく、特に選抜群はContよりさらに小さくなった。

表15 G2N-A 2代目の成熟度指数の変化

種類	測定日	91.9.6	91.9.24	91.10.16
G2N-A 対照群	平均値 (%)	3.94	11.17	20.58
	標準偏差 (%)	1.94	5.18	8.90
	変動係数	0.492	0.464	0.432
	測定尾数	20	19	30
G2N-A 選抜群	平均値 (%)	2.80	8.99	23.09
	標準偏差 (%)	0.62	1.44	2.70
	変動係数	0.221	0.160	0.117
	測定尾数	20	20	30
Cont	平均値 (%)	3.21	12.10	20.02
	標準偏差 (%)	1.55	3.34	3.52
	変動係数	0.482	0.276	0.176
	測定尾数	10	20	30

種類	測定日	91.9.5	91.9.25	91.10.8
G2N-A 初代群	平均値 (%)	1.75	7.52	10.41
	標準偏差 (%)	1.60	4.57	7.23
	変動係数	0.914	0.608	0.694
	測定尾数	10	10	54

G2N-A 対照群：1990年に平均サイズの33.7±2.3gの初代海産系

極体放出阻止型親魚8尾より作出した2代目

G2N-A 選抜群：1990年に大型サイズの45.5±2.5gの初代海産系

極体放出阻止型親魚8尾より作出した2代目

Cont：1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

G2N-A 初代群：G2N-A 対照群および選抜群の親魚集団

10月16日の成熟度指数の分布を図12に示した。肉眼で生殖腺が確認できないものは~0.01に入

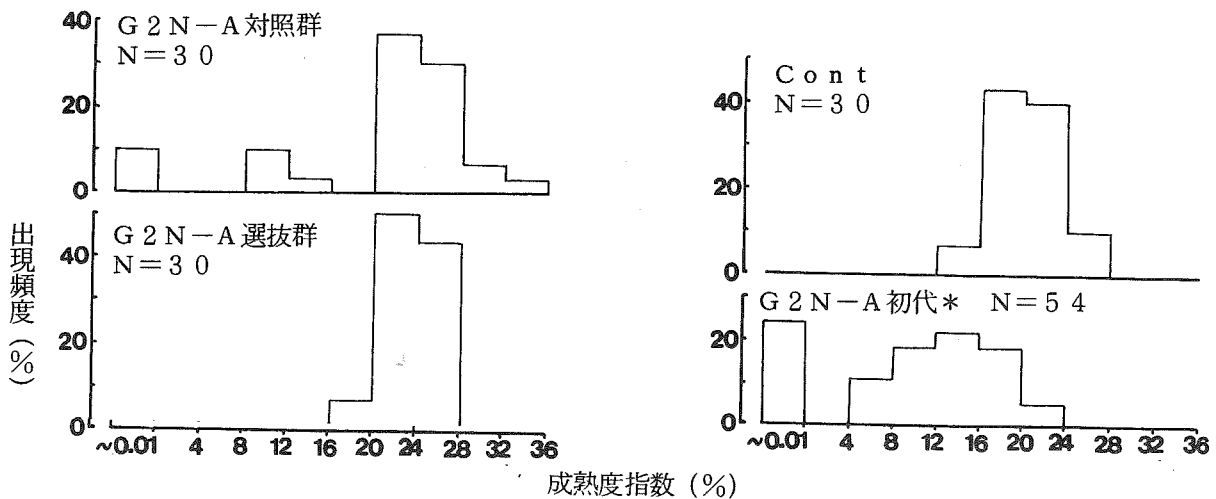


図12 G2N-A 2代目の成熟度指数の分布 (91.10.16*90.10.9測定)

G2N-A 対照群：1990年に平均サイズの33.7±2.3gの初代海産系

極体放出阻止型親魚8尾より作出した2代目

G2N-A 選抜群：1990年に大型サイズの45.5±2.5gの初代海産系

極体放出阻止型親魚8尾より作出した2代目

Cont：1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

G2N-A 初代群：G2N-A 対照群および選抜群の親魚集団

れた。G 2N-A 選抜群はCont と同様、まとまった分布を示した。G 2N-A 対照群は飛び地のよう成熟度指数が低いものがみられた。しかし、肉眼で生殖腺が確認できない個体は、初代では24%出現したが対照群では10%に減少し、選抜群ではまったくみられなかった。これらの成熟度指数の低い個体や生殖腺の確認できない個体の存在は、「子持ちアユ」生産上著しく不利であるため、それらの除去についてさらに選抜を行なう必要がある。

4. 雌性発生二倍体間の形態形質の評価

クローンおよびG 2N-A 2代目の体形を比較することにより、各群の特性評価を行った。

材 料 お よ び 方 法

クローンの体形比較 供試魚は6月19日から、 $10m^2$ ($2 \times 5 \times 0.35m$) の3飼育池で養成したクローンA、B群(継代クローン親魚集団から作出したもの)およびContを用いた。9月18日に20尾ずつ取り上げ、10%ホルマリンで固定した後、体長、尾長、尾柄長、尾柄高、吻長、頭長、体高および体幅をノギスで計測した。

G 2N-A 2代目の体形比較 供試魚はG 2N-A 2代目の成長比較試験(集団選抜)の選抜群を用いた。この選抜群の中には体高が高いタイプ(A群)と高成長でスマートな体形をしたタイプ(B群)が出現した。10月16日に両タイプを5尾ずつ取り上げ、10%ホルマリンで固定した後、クローンの体形比較と同じ方法で測定した。なお、測定項目として最長尾鱗条長(LLC)を加えた。

結 果 お よ び 考 察

クローンの体形比較 クローンおよびContにおける計量形質の体長比を表16に、クローンA群の値を1とした場合のクローンB群およびContの比率を図13に示した。クローンA群とB

表16 クローンおよびContにおける計量形質の体長比

種類(個体数)	項目	尾長	尾柄長	尾柄高	吻長	頭長	体高	体幅
クローンA群(20)	平均値	29.02	13.29	7.27	7.37	22.99	17.66	12.86
	標準偏差	0.75	0.50	0.09	0.21	0.32	0.36	0.24
	変動係数	0.026	0.037	0.013	0.029	0.014	0.021	0.019
クローンB群(20)	平均値	29.25	13.53	7.23	7.50	22.80	17.68	13.01
	標準偏差	0.56	0.44	0.12	0.24	0.40	0.33	0.37
	変動係数	0.019	0.032	0.017	0.032	0.017	0.019	0.028
Cont(20)	平均値	28.91	13.58	8.01	7.84	23.40	20.24	14.92
	標準偏差	0.79	0.78	0.21	0.35	0.44	0.85	1.14
	変動係数	0.027	0.057	0.026	0.045	0.019	0.042	0.076

クローンAおよびB群: 別池で飼育した3代目の継代クローン群
Cont: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

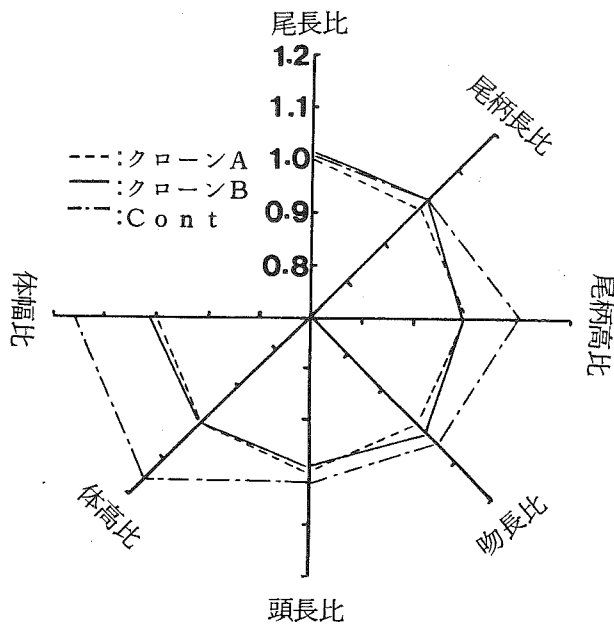


図13 体形の比較

クローンAおよびB群：別池で飼育した3代目の継代クローン群
 Cont：1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

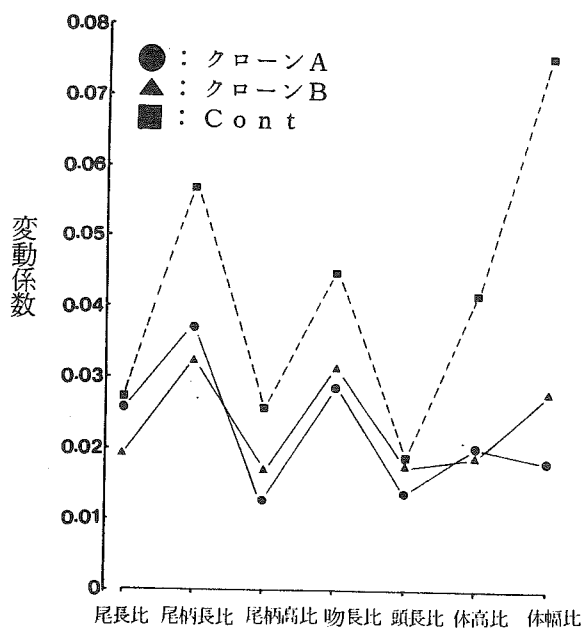


図14 体長に対する各部位比の変動係数

クローンAおよびB群：別池で飼育した3代目の継代クローン群
 Cont：1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

G 2N-A 2代目の体形比較 2タイプの計量形質の体長比を表17に、AおよびB群の体形の相対比率を図15に示した。A群はB群より体高が高く、体幅が広く、尾鰭の条長が長く互いに特徴ある体形を示した。また、A群は婚姻色の発現が弱いのに対し、B群は明瞭な婚姻色を示す等の差もみられた。A群およびB群のアイソザイム遺伝子型から、それぞれが別の親に由来することが示唆された。

群の比較では両者はよく似た体形を示し、すべての項目で有意差はみられなかった。また、Contとの比較では、前年度報告したように尾柄高比、体高比が低い特徴ある体形を維持していることが解かった。

体長に対する各部位比の変動係数を図14に示した。いずれの群も尾柄長比、吻長比では、比較的高い変動係数を示した。この2つの項目は測定数値が小さいために誤差が生じやすいが、環境効果による変異が大きいのかもしれない。また、Contの体高比、体幅比はクローンに比較して大きな変動係数を示したことから、遺伝的要因の強さが示唆された。

このようにクローンは同じ様な環境条件下では、均一な体形を示すことが確認された。今後は、クローンを異なる環境条件下で飼育し、体形に与える環境条件の影響を検討する必要がある。

表17 G2N-A 2代目にみられた2タイプの計量形質の体長比

種類 (個体数)	項目	尾長	尾柄長	尾柄高	吻長	頭長	体高	体幅	LLC
Aタイプ (5)	平均値	28.28	13.61	7.97	7.46	21.75	24.50	17.25	20.22
	標準偏差	0.72	0.26	0.24	0.39	0.41	0.59	0.61	0.31
	変動係数	0.026	0.019	0.030	0.052	0.019	0.024	0.036	0.015
Bタイプ (5)	平均値	28.60	13.73	7.89	7.12	21.02	22.36	16.31	16.94
	標準偏差	0.60	0.41	0.16	0.20	0.40	0.33	0.28	0.17
	変動係数	0.021	0.030	0.020	0.028	0.019	0.015	0.017	0.010

Aタイプ: 1990年に大型サイズの45.5±2.5gの初代極体放出阻止型親魚8尾より作出した2代目のうち体高の高いタイプ

Bタイプ: 1990年に大型サイズの45.5±2.5gの初代極体放出阻止型親魚8尾より作出した2代目のうち高成長でスマートな体形をしたタイプ

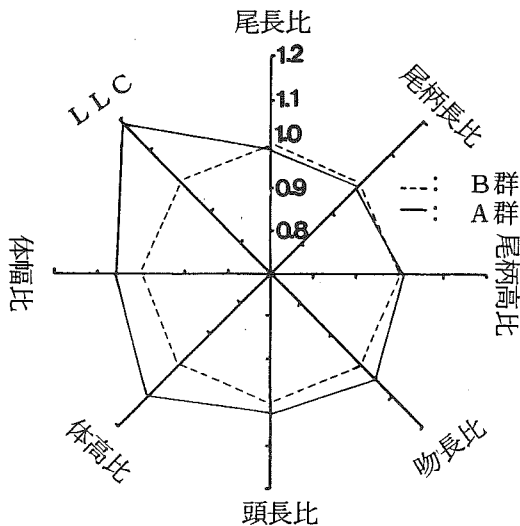


図15 A, B群の体形比較

Aタイプ: 1990年に大型サイズの45.5±2.5gの初代G2N-A親魚8尾より作出した2代目のうち体高の高いタイプ

Bタイプ: 1990年に大型サイズの45.5±2.5gの初代G2N-A親魚8尾より作出した2代目のうち高成長でスマートなタイプ

5. 効率的な採卵方法の検討

育種に必要な個体別採卵を確実にを行うため、小水槽下における排卵促進法の検討を行った。

材料および方法

塩化ビニール板で側面を囲った70ℓアクリル水槽を用い、酸素補給のためエアレーションを行い、流水方式で飼育した。

排卵のための好適条件を調べるため、クローンを供試魚として、無処理区(1区)、雌と同数の雄を混養した区(2区)、ホルモン注射(酢酸フェルチレリン10μg/尾)と雄を併用した区(3区)およびホルモン注射と雄を併用し、さらに水槽に砂利を敷いた区(4区)を設けた。また、Contを供試魚としてホルモンの種類および量を検討するために、ホルモン剤として酢酸フェルチレリン10μg/尾およびゴナトロピン200, 1000単位/尾を用いて5~7区を設定した。ホルモン剤は腹腔内に注射し、2日後および4日後の排卵・放卵状況を調査した。試験中の水温は14.2~14.3℃であった。

2日後に排卵した個体の卵の過熟Stageを判定し媒精を行い、発眼率および正常ふ化率を求

めた。また、ゴナトロピン1000単位/尾の注射により、排卵したG2N-Bを用いてクローンの作出を試みた。

結果および考察

ホルモン注射による排卵結果を表18に示した。クローンを用いた排卵の好適条件の検討で、雄

表18 ホルモン注射による排卵結果

区	種類	体重 (g)	個体数	ホルモン処理条件	その他の条件	2日後		4日後		計	排卵率 (%)
						排卵	放卵	排卵	放卵		
1	Cont	—	10	—	—	0	0	0	0	0	0
2	クローン	—	10	—	—	0	0	4	0	4	40
2	クローン	—	10	—	オス	1	0	0	0	1	10
3	クローン	41.3±3.4	10	酢酸フェルチレリン 10μg/尾	オス	5	0	0	0	5	50
4	クローン	40.3±3.7	10	酢酸フェルチレリン 10μg/尾	オス, 砂利	6	0	1	0	7	70
5	Cont	47.0±7.1	10	酢酸フェルチレリン 10μg/尾	オス, 砂利	3	0	0	2	5	50
6	Cont	45.3±8.9	7	ゴナトロピン 200単位/尾	オス, 砂利	2	0	0	0	2	29
7	Cont	43.5±6.4	10	ゴナトロピン 1000単位/尾	オス, 砂利	7	0	2	0	9	90

Cont: 1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体
クローン: 1988年に海産系卵割阻止型親魚より作出した3代目の継代クローン

の混養は4日後に1区で4尾排卵したため、その効果は明瞭でなかった。しかし、通常、雄の存在は排卵刺激になると考えられる。酢酸フェルチレリンのホルモン効果は認められ、2日後に3区で50%が排卵した。また、砂利の効果は3, 4区の比較で、排卵率の上昇があるため有効であると思われる。また、Contを用いたホルモンの種類と量の検討では、ゴナトロピン1000単位/尾、酢酸フェルチレリン10μg/尾、ゴナトロピン200単位/尾の順で効果が認められた。ただ、5区で放卵魚が出現したことから、排卵調査の間隔について検討する必要がある。

ゴナトロピン1000単位/尾の注射で排卵した魚の卵の過熟Stageと発眼率の関係を図16に示し

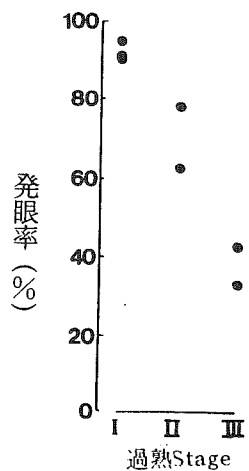


図16 卵の過熟Stageと発眼率の関係

したが、卵の過熟により発眼率は低下した。また、卵の過熟Stage Iの魚の採卵結果を表19に示したが、いずれのホルモン剤でも高率に正常ふ化仔魚が得られた。これらのことから、70ℓ程度の水槽でも高率に排卵させることが可能と思われる。排卵の好適条件はゴナトロピン1000単位/尾を腹腔内に注射し、砂利を敷いた水槽に雄と混養することであり、良質卵を得るためには卵の過熟化の判定を行う必要がある。

ゴナトロピン1000単位/尾の注射により排卵したG2N-Bを用いたクローンの作出結果を表20に示した。正常精子で受

表19 ホルモン注射魚の採卵結果

ホルモン名	種類	個体数	発眼率 (%)	正常ふ化率 (%)
酢酸フェルチレリン	クローン	5	95.1±0.9	93.5±1.7
酢酸フェルチレリン	C o n t	4	91.3±5.7	89.9±7.0
ゴナトロピン 200単位	C o n t	2	93.1±0.9	92.8±0.5
ゴナトロピン 1000単位	C o n t	2	92.1±2.2	90.6±3.9

クローン：1988年に海産系卵割阻止型親魚より作出した3代目の継代クローン
 C o n t：1989年に海産系養成親魚より作出した2代目の正常二倍体

表20 ゴナトロピン注射G2N-Bを用いた
クローンの作出結果

種 別	発眼率 (%)	正常ふ化率 (%)
クローンA	48.1	35.0
対 照A	89.9	86.4
クローンB	36.7	28.7
対 照B	94.4	83.9

クローンAおよびB：1991年に卵割阻止型親魚より個体別に作出したクローン
 対照AおよびB：上記卵割阻止型親魚の卵を正常精子で媒精したもの

精させた対照群の正常ふ化率は良好であり、クローン群も低温処理群としては平均的な値であると思われる。

G2N-Bの産卵は変異の拡大により長期化するので、排卵調査は頻繁に行われる。このストレスのため、時としてまったく排卵しなくなる現象が認められ、育種を目的とした個体別採卵ではこの点が障害になっている。今回実施したホルモン注射による小水槽での排卵促進は、この障害緩和に有効であると思われる。

謝 辞

本研究を行うにあたって、試験魚を分与していただいた高知大学農学部栽培漁業学科谷口順彦教授に深謝いたします。