

キンギョの雌性発生による品種改良

鯉江秀亮・日比野 学・間瀬三博

Improvement of Goldfish (*Carassius auratus*) breeds with gynogenetics

KOIE Hideaki^{*1}, HIBINO Manabu^{*2}, and MASE Mitsuhiro^{*3}

Abstract : Breeding of Goldfish have a long history. The improvement of breeds and production of new varieties are continuing up to present. Gynogenesis by chromosome manipulation is one of new methods of breeding, and it is very important to examine the effects on improvement in each domesticated species. Three albino-ryukin clonal lines (the ancestor was halfway breeding), a ryukin clonal line and a tancho clonal line were produced by gynogenesis in this study. And the effect of gynogenesis was examined. The degree of similarity based on the Mahalanobis and Penrose distance calculated by morphological parameters was large within the same clonal line, and small between different lines. It was thought the breeding selection effects highly on morphological improvements, because of high values of heritability.

キーワード;キンギョ, 雌性発生, クローン, 体型

キンギョの選抜育種による品種改良の歴史は、魚類の品種改良の中で最も古く、今日もなお続けられている。キンギョの祖先はヒブナで、ワキンへと改良された後、自然発生した突然変異体を選抜育種することで、リュウキン、デメキン、ランチュウ、オランダシシガシラなどの品種を生み、現在約30種の品種が作り出された。

近年では、育種の新しい方法として、ヒラメ、マダイ、アユ、ニジマス等を対象に染色体操作技術（第2極体放出阻止法、第1卵割阻止法による雌性発生技術）が開発され、全雌生産や遺伝的に均一なクローン系統の作出に利用されている。キンギョにおいても、第2極体放出阻止法による雌性発生技術を応用した全雌生産が研究開発

された。¹⁾ また、第1卵割阻止法および第2極体放出阻止法による出目性、アルビノなどの劣性遺伝子の形質発現^{2),3)}と、クローン化によるクローン群の組織適合性が確認されている。⁴⁾

材料及び方法

クローンの作出

本研究には弥富内水面水産試験場で系統保存されているアルビノリュウキン、リュウキン、タンチョウを使用し、遺伝的な形質を比較するため9系統のクローンを作成した。

クローン作出のため、まず通常2倍体魚の卵を使用し第1卵割阻止法で雌性発生させた。その、第1卵割阻止型

^{*1}愛知県西三河事務所水産課 (Fishery Division, nishimikawa Regional Office, Aichi Prefectural Government, 2-1-8 Myoudaijihonmachi, Okazaki, Aichi 444-0860, Japan)

^{*2} (財) 愛知県水産業振興基金栽培漁業部 (Aichi Fisheries Promotion Fund, Department of Sea-Farming 1-3 Ichizenmatu Nakayama Atsumi, Aichi 441-3615, Japan)

^{*3}愛知県水産試験場漁業生産研究所 (Marine Resources Research Center, Aichi Fisheries Institute, Toyohama, Minamichita, Aichi, 470-3412, Japan)

雌性発生魚を飼育し、成熟した個体から採卵し第2極体放出阻止法により雌性発生させることでクローンを作出した。また、2・3世代クローンは、クローンの卵を再び第2極体放出阻止により雌性発生させることで作出した。

雌性発生のための諸条件と方法

精子は、ニシキゴイ精子を pH7 に調整したコイ精漿液（溶液 1 ℓ 中 NaCl:440mg, KCl:20mg, CaCl₂ : 20mg, MgCl₂:8mg, NaHCO₃:20mg）で 100 倍に希釈し、8,000erg/mm² の紫外線照射により遺伝的に不活化し、これを 20℃ の水温下で成熟卵と媒精させた。

第1卵割阻止は、媒精 34 分後に卵を 40℃ の温水に 40 秒浸漬した後、20℃ の水に 1 分間戻し、再び 40℃ の温水に 40 秒浸漬した。

第2極体放出阻止は、第1卵割阻止による雌性発生魚の卵を遺伝的に不活化した精子と 20℃ の水温下で媒精処理し、5 分後に 40℃ の温水に 1 分間浸漬した。

雌性発生処理した卵は水温 20℃ で飼育管理し、ふ化させた。

クローンの系統

クローンの系統について Fig. 1 に示した。1 A 1, 1

A 2, 1 A 3 はアルビノリュウキン系 (1 A) の 2 世代クローン、R 1, R 2, R 3 はリュウキン系 (R) の 2 世代クローンで、それぞれ親魚は同じクローン群 (姉妹) 由来であった。また、雌性発生処理前の 2 A と 1 A は同じ祖先由来であるが、第1卵割阻止による雌性発生により姉妹関係にあるアルビノリュウキン系 2 世代クローンとなった。3 A は 1 A, 2 A と異なるアルビノリュウキン系の初代クローンで、T はタンチョウ系 3 世代クローンであった。

なお、アルビノリュウキン系である 1 A, 2 A, 3 A についての先祖の個体は、アルビノのワキン型出目性キンギョとリュウキンとの交雑によりアルビノ形質を取り込ませた新品種作出を目的とする品種で、リュウキンの体型に改良途中の系統であった。⁵⁾ リュウキン、タンチョウの先祖については、弥富の生産者から購入したものであった。

1 A, R, T 群のクローン化については、ミニサテライト DNA フィンガープリント法と鱗移植によって確認されている。^{4), 5)}

飼育条件

各群の飼育水槽サイズは Table 1 に示すとおり、体型

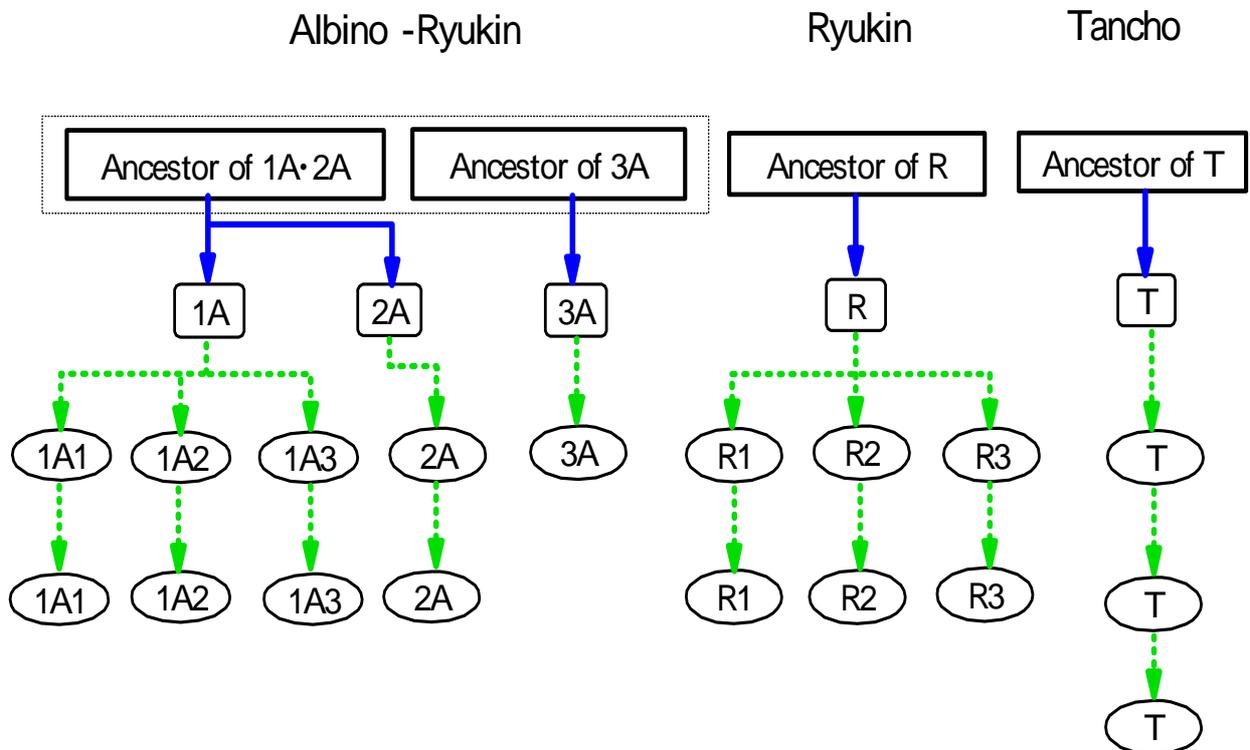


Fig.1 Pedigree of each experimental blood stok (clonal lines).

Suppression of first cleavage is indicated solid arrow (→). Retention of second meiosis is indicated dotted arrow (.....→).

Normal diploids is indicated □. The gynogenetic diploids by the first cleavage is indicated □. The gynogenetic diploids by retention of second meiosis is indicated ○.

測定時は1 A 3群が 500, その他が 150であった。生残率と飼育時の平均水温は Table 2 に, 飼育期間中の水温の推移は Fig. 2 に示した。飼育水は止水で管理し, 週に1 から 2 回程度水換えをした。

餌については, ブラインシュリンプをふ化後 2 日目から 7.30 水槽には 1 日当たり千個, 150 水槽には 2 千個を, また受精 15 日後からは Table 3 にしたがって週 5 から 6 日給餌した。

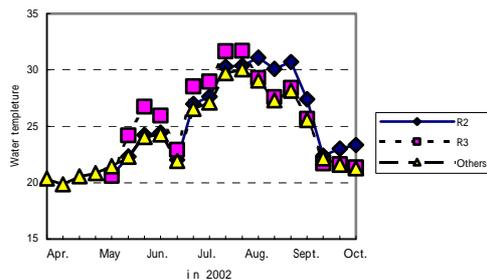


Fig.2 Fluctuation of water temperature during the rearing period.

Table 1 Changes in volume (ℓ) of rearing tanks according to the after insemination.

Blood stock	From insemination to hatch	From hatch to half a month	Since half a month	Since four month
1A1	15	15	15	15
1A2	15	15	15	50
1A3	7.3	7.3	7.3	15
R1	7.3	15	15	15
R2	15	15	15	15
R3	15	15	15	15
2A	7.3	15	15	15
3A	7.3	15	15	15
T	15	15	15	15

Table 2 Survival rate at the day when the morphological measurements were conducted in 2002.

Blood stock	Survival rate(%)	Average of water temperature	Date of insemination	Measurement date of form
1A1	39.7	24.6	Apr. 11	Sept. 11
1A2	39.7	24.6	Apr. 10	Sept. 10
1A3	15.8	24.6	Apr. 10	Sept. 11
R1	29.1	24.9	Apr. 19	Sept. 19
R2	35.0	26.1	May 13	Aug. 11
R3	51.7	26.1	May 13	Aug. 11
2A	39.3	25.1	Apr. 30	Sept. 30
3A	21.6	24.9	Apr. 18	Sept. 18
T	21.1	24.6	Apr. 10	Sept. 9

Table 3 Amount of diet per a day (after insemination).

Blood stock	Kind of diet	From half a month to 1 month	From 1 month to 1.5 months	From 1.5 months to 2 months	From 2 months to 2.5 months	From 2.5 months to 3 months	From 3 months to 3.5 months	From 3.5 months to 4 months	From 4 months to 4.5 months	From 4.5 months to 5 months
		1A1, 2A, 3A R1 - R3, T	Brine shrimp (thousand)	2.0	4.0	60	8.0	8.0	8.0	8.0
	Crumb (g)				0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
1A2	Brine shrimp (thousand)	2.0	4.0	60	8.0	8.0	8.0	8.0	16.0	16.0
	Crumb (g)				0	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
1A3	Brine shrimp (thousand)	1.0	2.0	30	4.0	4.0	4.0	4.0	8.0	8.0
	Crumb (g)				0.05	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3

The diets were given five or six days per a week. Blood stock of 1A3, R1, 2A, 3A were fed a thousand brineshrimps, 1A1, 1A2, R2, R3, T were fed 2 thousand brineshrimps per day from 2 days after hatch out to half a month after insemination.

体型の測定

体型の測定は, 受精 5 カ月後に全長, 体長, 体高, 体重について行い, 計算式 (全長 - 体長) / 全長 × 100 により尾鰭長割合 (%), 体高 / 体長 × 100 により体高比 (%), 体重 g / (体長 cm)³ × 10³ により肥満度を求めた (Fig. 3)。

体型の比較方法

飼育環境が大きく異なる場合, 同じクローンであっても体型に差を生じる可能性が考えられるため, アルビノを含めたリュウキン系で生残尾数を基準として分類した 1 A 3, R 1, 3 A の X グループ (生残尾数 15, 16 尾)

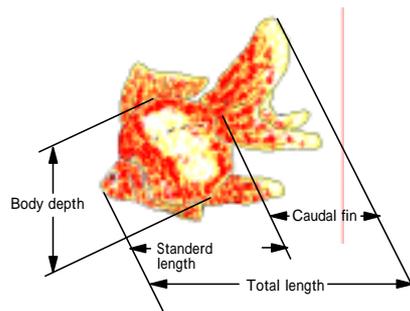


Fig.3 Measurement spot of gold fish form in this study.

$$\text{Caudal fin rate}(\%) = (\text{Total length} - \text{Standerd length}) / \text{Total length} \times 100$$

$$\text{B.D. / S.T. rate}(\%) = \text{Body Depth} / \text{Standerd length} \times 100$$

$$\text{Condition factor} = \text{Body weight (g)} / (\text{Standrd length (cm)}) \times 1000$$

と 1 A 1, R 2, 2 A の Y グループ (生残尾数 23 から 27 尾) について体型比較を行った。また, 他品種との系統差をみるため, X グループに品種の異なるタンチョウ T を加えた X' グループについても体型比較を行った。さらに, リュウキン系全系統を比較するため, 1 A 1, 1 A 2, 1 A 3, R 1, R 2, R 3, 2 A, 3 A のグループ (以下 Total グループとする) について体型比較を行った。

体型比較は, 体長, 尾鰭長割合, 体高比, 肥満度の値を説明変数とし, グループごとにインターネット上の Black-Box ---data analysis on the WWW--- (<http://aoki2.si.gunma-u.ac.jp/BlackBox/BlackBox.cgi>) により二次の判別関数の統計処理を行い, 得られた分散・共分散行列からマハラノビスの距離^{7), 8)}とペンローズの距離⁹⁾を求め, その値から体型の類似性を検討した。

遺伝率

体長, 尾鰭長割合, 体高比, 肥満度について, グループごとの遺伝率¹⁰⁾を算出した。ただし, この遺伝率は, クローンの遺伝的変異を 0 と見なした広義の遺伝率である。

結 果

体型

Table 4 Morphometric characters of each experimental blood stock (clonal line). In caudal fin rate, 3A was the shortest of all. In B.D./S.T. rate, 3A(59.8%) was the largest of all, 1A1 - 1A3(51.6% - 55.7%) and 2A(53.2%) were larger than R1 - R3(45.5% - 50.1%) and T(49.5%). The tendency of condition factor was similar to the B.D./S.T. rate.

Blood stock	1A1	1A2	1A3	R1	R2	R3	2A	3A	T
N	23	23	15	16	23	27	24	13	16
Standard length (mm)	mean 17.9	19.9	20.3	18.4	19.5	18.2	18.3	20.7	20.6
s.d.	3.4	3.5	3.0	3.8	6.4	4.5	2.6	4.2	3.8
Caudal fin rate (%)	mean 36.8	37.6	38.2	35.6	35.0	35.8	34.6	30.1	37.2
s.d.	2.6	1.5	2.5	2.6	2.1	2.4	2.1	2.2	1.9
B.D./S.T. rate (%)	mean 51.6	53.0	55.7	48.2	45.6	50.1	53.2	59.8	49.5
s.d.	3.5	2.3	4.1	3.5	2.8	3.7	3.7	6.4	1.8
Condition factor	mean 77.5	77.0	85.0	64.3	56.5	67.6	75.9	89.0	68.6
s.d.	7.9	9.3	12.5	7.8	6.7	9.0	11.0	17.0	6.5

Table 5 Morphometric value of Parent fish in each clonal lines. In standard length, R1(7.3cm) and R2(7.1cm) were larger than others(3.9cm - 6.1cm). In caudal fin rate, 3A(28.8%) was the smallest of all. In B.D./S.T. rate and condition factor, albino ryukin(1A1 - 1A3) were larger than ryukin(R1 - R3) and tancho(T). The tendency showed that of offspring (table 4).

Blood stock	1A1	1A2	1A3	R1	R2	R3	2A	3A	T
Standard length (cm)	5.9	5.2	5.2	7.3	7.1	6.1	3.9	4.7	4.7
Caudal fin rate (%)	37.2	38.8	37.3	41.6	37.2	43.5	51.9	28.8	42.7
B.D./S.T. rate (%)	76.3	73.1	71.2	60.3	59.2	72.1	79.5	80.9	59.6
Condition factor	146.1	142.2	142.2	102.8	111.8	132.2	219.2	173.4	144.5

測定結果から得られた、クローン群の体長、尾鰭長割合、体高比、肥満度の値を Table 4 に、また、クローン親魚の体型を Table 5 に示した。

測定した個体の体長は、18mm から 21mm で、R1 を除けば、生残尾数 (測定尾数) が 15、16 尾の群と 23 から 27 尾の群を比較すると、生残尾数 15、16 尾の群の方が

大きい傾向にあった。尾鰭長割合は、3A クローン群が 30.1%、3A 親魚が 28.8% で他の群より極端に小さかった。また、クローン群の傾向では、1A1 から 1A3 群の平均は 37.5% と大きく、次いで T 群が 37.2%、R1 から R3 群の平均が 35.5%、2A 群が 30.1% の順であった。親魚の傾向では、2A が 51.9% と大きく、次いで T が 42.7%、R1 から R3 が平均 40.8%、1A1 から 1A3 が平均 37.8% の順であった。

体高比は、クローン群では、3A 群が 59.8% と大きく、次いで 1A1 から 1A3 群が平均 53.4%、2A 群が 53.2%、T 群が 49.5%、R1 から R3 群が 48.0% であった。親魚では、3A が 80.9% と大きく、次いで 2A が 79.5%、1A1 から 1A3 が平均 73.5%、R1 から R3 が平均 63.3%、T が 59.6% であり、リュウキン系やタンチョウ系と比較し、クローン群と親魚ともにアルビノリュウキン系が大きいと言える。

肥満度は、クローン群では、3A 群が 89.0 と大きく、次いで 1A1 から 1A3 群が平均 79.8、2A が 75.9、T 群が 68.6、R1 から R3 群が平均 62.8% であった。親魚では、2A が 219.2 で大きく、次いで 3A が 173.4、T が 144.5、1A1 から 1A3 が平均 143.5、R1 から R3 が平均 115.6 で、クローン群と親魚ともにリュウキン系 R がいずれも最も小さかった。

Table 6 Biological Distance of each experimental blood stock by Mahalanobis and Penrose.

Statistical factor were standard length, caudal fin rate, B.D./S.T. rate and Condition factor. Mahalanobis and Penrose distances indicate in white (□) and shaded (■) area respectively. In the total group, the correlation coefficient between Mahalanobis and Penrose was estimated 0.923. The value indicated strong correlation.

X group (1A3, R1, 3A)				X' group (1A3, R1, 3A, T)				
	1A3	R1	3A		T	1A3	R1	3A
1A3	-	0.872626	2.976024	T	-	0.522	0.245	4.690
R1	2.756959	-	3.755026	1A3	4.344	-	1.946	3.325
3A	22.32036	32.60873	-	R1	1.159	4.469	-	4.501
				3A	36.283	22.415	30.683	-
Y group (1A1, R2, 2A)								
	1A1	R2	2A					
1A1	-	1.626346	0.261922					
R2	6.913218	-	2.233376					
2A	1.562295	6.366215	-					
Total group (1A1, 1A2, 1A3, R1, R2, R3, 2A, 3A)								
	1A1	1A2	1A3	R1	R2	R3	2A	3A
1A1	-	0.128	0.636	0.714	1.933	0.326	0.300	3.897
1A2	0.975	-	0.315	1.040	2.352	0.556	0.468	3.932
1A3	1.724	0.904	-	2.474	4.370	1.655	1.007	3.553
R1	2.922	2.089	5.284	-	0.306	0.098	0.849	5.547
R2	9.129	6.165	11.267	1.321	-	0.733	2.008	7.449
R3	2.505	1.001	3.076	0.738	3.672	-	0.424	4.560
2A	3.265	3.051	2.921	5.148	10.929	2.511	-	2.292
3A	24.313	38.312	25.611	35.061	46.562	28.857	14.761	-

マハラノビスとペンロースの距離から見た類似性

Xグループについては、マハラノビス、ペンロースの距離とも1A3群とR1群との距離が小さいことから、類似性は最も大きく、次いで1A3群と3A群、R1群と3A群の順であった。また、タンチョウ系統を含めたX'グループでは、マハラノビスとペンロースの距離からT群とR1群で、類似性が最も大きく、次いでT群と1A3群、1A3群とR1群、1A3群と3A群、R1群と3A群、T群と3A群の順であった。

Yグループでは、マハラノビスの距離から、1A1群と2A群で類似性が大きく、R2群と2A群、1A1群とR2群の順、ペンロースの距離から、1A1群と2群、1A1群とR2群、R2群と2A群の順で、2番目と3番目の順位は解析方法の違いにより逆転した。

Totalグループでは、1A1群と1A3群のペンロースの距離が0.636であったが、1A1、1A2、1A3の3群についてマハラノビスの距離の平均が1.201、ペンロースの距離の平均が0.359で類似性は大きかった。R1、R2、R3の3群については、R2群とR3群ではマハラノビス距離が3.672、ペンロースの距離が0.733であったが、平均では1.910と0.399で大きい類似性が見られた。また、系統が異なる群であっても、1A2群とR3群はマハラノビスの距離が1.001で類似性が大きく、1A1群とR3群、1A1群と2A群、1A2群と2A群、R3群と2A群はペンロースの距離がそれぞれ0.326、0.300、0.424、0.468であり、類似性が大きかった。3Aについては、どの群とも類似性が小さく、マハラノビスの距離とペンロースの距離がそれぞれ14.761と2.292の2A群が、その他の群に比べるとわずかに類似性があった (Table 6)。

遺伝率

遺伝率は、Xグループでは、体長が0.041と小さかったが、尾鰭長割合、体高比、肥満度がそれぞれ0.723、0.604、0.513で大きかった。タンチョウを加えたX'グループもほとんど同様な傾向を示した。Yグループでは、体長と尾鰭長割合が-0.0044と0.194で小さかったが、体高比と肥満度が0.578と0.634で大きかった。Totalグループでは、体長が0.013で小さかったが、尾鰭長割合、体高比、肥満度がそれぞれ0.462、0.531、0.423で大きかった (Table 7)。

考 察

体型

解析の結果では、クローン群と親魚で同じ体型傾向であったのは3Aだけで、その他のクローン群とその親魚

Table 7 Value of heritability estimated by analysis of variance in each comparison groups. The X group was composed of three blood stocks (1A3, R1 and 3A) of which survival population were 15 individuals or 16 individuals. Add T to X group made X' group. The Y group was composed of three blood stocks (1A1, R2 and 2A) of which survival population were 24 individuals or 27 individuals. The total group was composed of all albino ryukin (1A1 ~ 1A3, 2A and 3A) and all ryukin (R1 ~ R2).

X group		Y group	
1A3,R1,3A		1A1,R2,2A	
Standard length	0.041308	Standard length	-0.00443
Caudal fin rate	0.721949	Caudal fin rate	0.194019
B.D./S.T. rate	0.604376	B.D./S.T. rate	0.577803
Condition factor	0.513403	Condition factor	0.633519
X' group		Total group	
1A3,R1,3A,T		1A1,1A2,1A3,R1,R2,R3,2A,3A	
Standard length	0.020003	Standard length	0.012777
Caudal fin rate	0.680577	Caudal fin rate	0.462144
B.D./S.T. rate	0.617784	B.D./S.T. rate	0.531133
Condition factor	0.512149	Condition factor	0.492843

とで、体型の傾向は必ずしも一致していなかった。今後、環境の影響がある限り遺伝的に固定しても体型という形質は世代を超えて同じにすることが難しいのか、あるいは発育途中であるため親魚の体型と異なる傾向であったのか等について調査する必要があるだろう。しかし、親が姉妹クローンである場合のクローン群1A1から1A3の3群間とR1からR3の3群間が示したとおり、同じクローン系統群の比較では体型が似ている傾向であったことから、調査時点の体型はその発育期における系統の遺伝的な体型を示していたと考えられた。

また、アルビノを含むリュウキン系統で雌性発生処理前のそれぞれの系統について祖先の体型を見ると、Rは体高比が最も大きく、3Aは尾鰭長割合が大きかった (Table 8) が、クローン化させたR群の体高比とA3群の尾鰭長割合は小さくなったことから、第1卵割阻止により雌性発生させた個体の選抜による育種効果が得られたと考えられた。

Table 8 Morphometric value of Ancestor fish (normal diploids in each clonal lines except Tancho clone).

Blood stock	1A,2A	R1	3A
Standard length (cm)	7.9	8.4	5.9
Caudal fin rate (%)	40.2	39.1	52.0
B.D./S.T. rate (%)	81.0	91.7	84.7
Condition factor	182.5	185.6	243.5

マハラノビスとペンロースの距離から見た類似性

多変量解析に含まれるマハラノビスとペンロースの距離から、XグループとYグループを参考に1A群と2A

群, 1 A群とR群, R群と2 A群, 1 A群とR群, 1 A群と3 A群, R群と3 A群の順で類似性が大きいと予想された。これは, Total グループの結果とおおよそ一致した。さらにTotal グループについては, マハラノビスとペンロースの距離との相関係数が0.923で相関は大きく, 2種類の距離の信頼性は高いと考えられた。

また, Total グループの結果から, 1 A系(1 A1から1 A3)間の類似性やR系(R1からR3)間の類似性は大きかったことから, 飼育環境より遺伝的な影響の方が強く働いていたものと考えられた。

3 A群がどの群に対しても類似性が小さかったのは, 尾鰭長割合が特に小さく, 体高比が他の群と比較し大きかったからであり, アルビノリュウキン系については, 3系統のうち3 A群が体型的に大きく異なる系統として遺伝的に固定できた。

遺伝率

本研究の結果では, 尾鰭長割合(Yグループの0.19以外), 体高比, 肥満度の遺伝率は0.46以上で, 選択(育種)の効果が期待される $0.2^{11)}$ を大きく越えていた。体長については, 遺伝率が低かったことから, 今回作出のクローンでは, 育種効果が得られる系統はなく, 環境などの影響が大きいと推測された。

また, Total グループでは, 同じクローン系統(親が姉妹クローン)で飼育環境(生残尾数, 水槽サイズ等)の異なる群が含まれていたにもかかわらず, 遺伝率は, 体長で小さく, その他の項目で大きかった。このことから, 本研究から得られた遺伝率は, 全く同一の環境条件下で得られたものではなかったが, 育種効果を検討する指標になったと考えられた。

以上により, 今後も選抜育種によるキンギョの育種の可能性が示されるとともに, これまでの選抜育種の重要性が証明された。

雌性発生クローン利用による体型の固定化

雌性発生による体型の遺伝的な固定化は, R群や3 A群および遺伝率に見られたように, 尾鰭長割合, 体高比, 肥満度については可能であると考えられる。これらの群は, 元々先祖がもっていた潜在遺伝子のうち, Rでは体高比の小さい遺伝子, 3 Aでは尾鰭長の短い遺伝子を雌性発生により導き出したと考えられた。また, 1 A1から1 A3群, R1からR3群のように, 同系(親魚が姉妹クローン)の体型比較で, 飼育条件が完全に一致していなかったものの類似性が大きかったことから, 体型が遺伝的によく固定できたと考えられた。これらのことは, 雌性発生による遺伝的形質固定の有用性を示している。

本研究では, 第1卵割阻止法により得られた個体をほ

とんど選抜せずに, 生残し成熟した親魚からクローンを作出したため, 最終目的とする優良系統をクローン化することはできなかった。実際に, 優良系統をクローン化するためには優良な個体の卵を使い, 第1卵割阻止による雌性発生魚を多く作出し, その中から優良な個体を選抜して親魚としなければならないと考えられる。

しかし, 第1卵割阻止による雌性発生魚はふ化率, 生残率が低く, また, 観賞魚であるキンギョの場合は, 尾鰭長割合, 体高比, 肥満度, さらには尾型等の多くの形質が優良でなければならないため, 優良魚の出現率は稀少であり, これを補うためにより多くの卵を必要とすることが一番の課題である。この課題を克服することにより, 実際に金魚養殖業者に利用される系統が作出できると考えられる。一度, 優良な系統が作出できれば, これまでより優良な金魚を高歩留まりで生産できることが期待できる。

要約

キンギョの育種は, 歴史が長く, 現在でも, 品種改良や新品種作出が行われている。染色体操作による雌性発生は新しい育種方法の一つであり, 雌性発生により作出された系統について品種改良の効果を調べることは重要である。本研究では, 改良途中のアルビノリュウキン3系統とリュウキン1系統, さらにタンチョウ1系統のクローンを雌性発生で作出し, 品種改良及び新品種作出に対する雌性発生の有効性を調べた。体型形質から算出されたマハラノビスとペンロースの距離は相関が高く, 同一クローン群内で小さく, 系統の異なる群間で大きい傾向であった。また, 調査した体型形質の遺伝率は高く, これらの形質は選抜による育種効果が高いと考えられた。これらの結果, 雌性発生はキンギョ体型における有用形質の固定に有効であり, 品種改良と新品種作出において, 応用できると期待される。

謝辞

論文についてご指導をいただきました独立行政法人水産総合研究センター養殖研究所生産技術部・育種研究グループ・安全性評価グループの荒木博士には心から感謝申し上げます。

文献

- 1) 田中美貴男ら(1997)キンギョの全雌性生産について. 埼玉県水産試験場研究報告書, 55, 9-13.
- 2) 鯉江秀亮ら(2000)キンギョの第一卵割阻止型雌性発生による目性形質の発現. 愛知水試報, 7, 13-16.

3) 水野正之ら(2001)アルビノ形質. 愛知県水産試験場業務報告, 49-50.

4) 鯉江秀亮ら(2002)キンギョのクローンによる優良形質固定化技術の開発, 平成13年度先端技術等地域実用化研究促進事業報告書, 27.

5) 鯉江秀亮ら(1996)交雑による新品種(アルビノリュウキン)作出試験. 愛知県水産試験場業務報告, 29-30.

6) 鯉江秀亮ら(1999)作出クローンの体型について. 愛知県水産試験場業務報告, 25-26.

7) 石村貞夫(1992)すぐわかる多変量解析. 東京図書, 東京, 152-157.

8), 9) B. F. J. マンリー(1992)多変量解析の基礎. 培風館, 東京, 37-51.

10), 11) 藤尾芳久ら(1994)水産生物有用形質の識別評価マニュアル. 日本水産資源保護協会, 3-19.