

17 α -メチルテストステロン浸漬法による コイ *Cyprinus carpio* の性転換雄作出について

渡邊 直樹・岩崎 順・高島 葉二*

1. はじめに

魚類の人為的な性の制御については、性ホルモン投与によって遺伝的性と逆の性に誘導することが可能なことが Yamamoto (1953) によってメダカで実証されて以来、数多くの魚種で同様の研究が行われている。一般的に多くの魚種で生理的、生態的あるいは形態的に性差があり、これらの特性に由来する成長、体色、肉質等の違いは種苗の生産効率や経済的価値に影響を与えている。

こうしたことから近年増養殖対象魚介類では雌性発生、全雌生産、雄性発生あるいは三倍体作出など種苗の性制御に関する研究が進められ、サケ科魚類などで実用化されている。

茨城県のコイ養殖は霞ヶ浦北浦地区を中心に行われており、食用コイの全国生産に占める茨城県のシェアはおよそ30%に達している。煮つけやあらいに調理されることが多いコイは、卵巣を持ち、肉色が雄に比べて鮮やかであるといわれている雌の商品価値が高い。また、熊丸ら (1996) は雌が雄に比べ成長速度が速いことを明らかにし、全雌魚の養殖により飼料効率の改善が期待できるとしている。以上のことからコイの全雌生産技術の開発とその実用化が待たれている。

本研究では、コイの全雌種苗の実用レベルでの生産に向けた効率的な性転換雄の作出条件について検討を行った。

2. 方 法

茨城県内水面水産試験場で継代飼育しているコイ (カスミヤマト品種) を親魚に供した。雄には通常発生魚に雄性ホルモンを経口的に投与し後代検定により性転換雄 (XX型雄) と判定された個体を用いた (7+, 2.20kg, 42.8cm)。採卵は鈴木 (1975) による方法によって行

た。すなわち、1996年5月16日に雌2尾および雄3尾を収容したコンクリート池 (7.5m³) の飼育水を17.3℃から25.0℃に昇温することで自然産卵を誘導し、雌が人工産卵床に産卵を開始したのを確認したのち、腹部を圧迫して採卵した。人工受精は精液をコイ用人工精しょう (Kurokura *et al.*, 1984) で20倍に希釈し、乾導法により行った。なお、対照区用に通常雄 (XY型雄) 精液を同様の方法で媒精した。

受精卵は500 ℓ 容FRP水槽に収容し、地下水で管理した。孵化後15日に100尾ずつ21区 (20区は性転換雄由来、1区は通常雄由来) に分け、50 ℓ 容ガラス水槽に収容し、25.0 \pm 0.5℃の加温地下水で飼育した。ホルモン処理区は、0.5月齢から1.5月齢 (30日間)、0.5月齢から2.5月齢 (60日間)、0.5月齢から3.5月齢 (90日間)、1.0月齢から3.5月齢 (75日間)、2.0月齢から3.5月齢 (45日間)、3.0月齢から4.0月齢 (30日間) の6種類の処理期間と0.1, 1.0, 10.0 μ g/ ℓ の3種類のホルモン濃度を設定し、それぞれの組合せで18試験区を設定した。ホルモン処理は、月曜日から金曜日の毎日8時間、エタノールに分散した17 α -メチルテストステロン (MT, SIGMA Che. Com.) を止水状態にした飼育水中に溶解して行った。なお、このときのエタノール濃度は2 μ l/ ℓ であった。対照区は、性転換雄由来の無処理区、通常雄由来の無処理区、0.5月齢から3.5月齢 (90日間) の期間中エタノールのみを滴下したエタノール対照区の3区を設定した。

雌雄の判定は、6.5月齢から8.0月齢の期間中各試験区50~67尾を無作為に抽出し、腹部圧迫による放精が行われるか否かを確かめた後、生殖腺を摘出し顕微鏡下での観察によって行った。このとき、精巣については蒸留水を滴下し運動性を確認した。また、雄の一部について

* 茨城県水産試験場

体重及び生殖腺重量を測定し、生殖腺熟度指数 (GSI=生殖腺重量×100/体重) を求めた。

なお、試験魚の飼育には30日齢まではミジンコ等生物飼料を与え、その後は市販のコイ用配合飼料を用いた。

3. 結果

実験魚作出に用いた性転換雄精子および通常雄精子の孵化率を表1に示す。両者間に正常個体の孵化率の差はなく、正常値の範囲内であった。

ホルモン処理条件および生残率を表2に示す。ホルモン処理区におけるホルモン処理後の生残率は86~100%と良好で、ホルモン処理による生残率への影響は小さいものと思われる。なお、対照区の4月齢後の生残率は72~100%であった。なお、試験区間の生残率に有意な差は認められなかった。

表1 性転換雄および正常雄の孵化率

	検査卵数 (粒)	孵化尾数 (尾)	孵化率 (%)
正常雄	385	289	75.1
性転換雄	312	239	76.6

各試験区の性比を表3に示す。対照区のうち、性転換雄・無処理区およびエタノール対照区では100%雌だったのに対し、正常雄・無処理区では雄48.0%、雌52.0%と雌雄がほぼ1対1の割合であった。一方、ホルモン処理区では18区のいずれにも雄が出現し、その出現率(雄化率)は2.0~90.2%であり、試験区間の雄化率に有意差が認められた。雄化率が80%以上を示したのは0.5~3.5月齢・0.1μg/l区(90.2%)、2.0~3.5月齢・1.0μg/l区(81.7%)、1.0~3.5月齢・0.1μg/l区(80.4%)の3区であった。

高橋(1978)は、性ホルモンによる性転換を効率的に行うための要点として、1. 適切なホルモンを適量投与する、2. 適切な時期に投与する、3. 適切な方法で投与する、とまとめている。そこで、効率的に性転換雄を誘導するためのMT濃度と処理期間の関係について検討した。コイの性分化の開始時期については、Parmen-tier *et al.* (1985)は6週齢(1.5月齢)頃、Daviesら(1980)は65日(2月齢)頃としている。これらの報告によれば、今回設定した処理期間のうち0.5~1.5月齢および0.5~2.5月齢の試験区は、性分化開始前あるいは性分化開始直後にホルモン処理が終了したことになり、

表3 各試験区の性比

試験区	ホルモン処理条件 処理開始月齢~終了月齢・MT濃度	検体数	雄		雌		雌雄同体型	
			尾	%	尾	%	尾	%
A (正常雄・無処理)		50	24	48.0	26	52.0	0	0.0
B (性転換雄・無処理)		50	0	0.0	50	100.0	0	0.0
C (エタノール対照)	0.5~3.5月齢・0μg/l	67	0	0.0	67	100.0	0	0.0
D	0.5~1.5・0.1	50	3*	6.0	45	90.0	2	4.0
E	0.5~1.5・1.0	51	4*	7.8	47	92.2	0	0.0
F	0.5~1.5・10.0	50	1*	2.0	49	98.0	0	0.0
G	0.5~2.5・0.1	50	14*	28.0	29	58.0	7	14.0
H	0.5~2.5・1.0	50	5*	10.0	42	84.0	3 (1)	6.0 (2.0)
I	0.5~2.5・10.0	50	6*	12.0	43	86.0	1	2.0
J	0.5~3.5・0.1	51	46*	90.2	3	5.9	2	3.9
K	0.5~3.5・1.0	50	31*	62.0	19	38.0	0	0.0
L	0.5~3.5・10.0	66	12*	18.2	54	81.8	0	0.0
M	1.0~3.5・0.1	51	41*	80.4	10	19.6	0	0.0
N	1.0~3.5・1.0	51	35*	68.6	16	31.4	0	0.0
O	1.0~3.5・10.0	63	17*	27.0	46	73.0	0	0.0
P	2.0~3.5・0.1	50	34*	68.0	14	28.0	2	4.0
Q	2.0~3.5・1.0	60	49*	81.7	11	18.3	0	0.0
R	2.0~3.5・10.0	67	27*	40.3	40	59.7	0	0.0
S	3.0~4.0・0.1	50	15*	30.0	19	38.0	16 (11)	32.0 (22.0)
T	3.0~4.0・1.0	61	37*	60.7	22	36.1	2	3.3
U	3.0~4.0・10.0	66	34*	51.5	31	47.0	1	1.5

* $\chi^2=186.16, p<0.001$

() 雌雄同体型のうち、肉眼的には精巣にみえる個体数、%

表2 ホルモン処理条件およびホルモン処理後の生残率

試験区	処理期間		MT濃度		処理開始時			処理終了時			ホルモン処理終了時	
	処理開始月齢	終了月齢	($\mu\text{g}/\text{L}$)	($\mu\text{g}/\text{L}$)	検体数	体重 (g)	体長 (mm)	検体数	体重 (g)	体長 (mm)	検体数	残尾数*1(尾)
A (正常雄・無処理)					100							72**
B (作監換雄・無処理)					100							97**
C (エタノール対照)	0.5~3.5	0	0.0163 ± 0.0089*3	9.45 ± 1.31*3	25	0.0163 ± 0.0089*3	9.45 ± 1.31	29	17.207 ± 5.673*3	78.68 ± 8.84*3	100	
D	0.5~1.5	0.1	0.0163 ± 0.0089	9.45 ± 1.31	25	0.0163 ± 0.0089	9.45 ± 1.31	17	2.811 ± 1.155	42.12 ± 6.26	98	
E	0.5~1.5	1.0	0.0163 ± 0.0089	9.45 ± 1.31	25	0.0163 ± 0.0089	9.45 ± 1.31	17	2.708 ± 0.669	42.52 ± 3.87	100	
F	0.5~1.5	10.0	0.0163 ± 0.0089	9.45 ± 1.31	25	0.0163 ± 0.0089	9.45 ± 1.31	17	1.902 ± 0.836	37.67 ± 5.46	93	
G	0.5~2.5	0.1	0.0163 ± 0.0089	9.45 ± 1.31	25	0.0163 ± 0.0089	9.45 ± 1.31	25	11.698 ± 3.479	70.46 ± 6.91	88	
H	0.5~2.5	1.0	0.0163 ± 0.0089	9.45 ± 1.31	25	0.0163 ± 0.0089	9.45 ± 1.31	28	10.238 ± 3.301	66.50 ± 7.82	100	
I	0.5~2.5	10.0	0.0163 ± 0.0089	9.45 ± 1.31	25	0.0163 ± 0.0089	9.45 ± 1.31	26	14.120 ± 3.908	75.63 ± 7.18	88	
J	0.5~3.5	0.1	0.0163 ± 0.0089	9.45 ± 1.31	25	0.0163 ± 0.0089	9.45 ± 1.31	19	21.597 ± 8.017	86.20 ± 11.40	98	
K	0.5~3.5	1.0	0.0163 ± 0.0089	9.45 ± 1.31	25	0.0163 ± 0.0089	9.45 ± 1.31	31	20.477 ± 7.610	84.69 ± 11.03	97	
L	0.5~3.5	10.0	0.0163 ± 0.0089	9.45 ± 1.31	25	0.0163 ± 0.0089	9.45 ± 1.31	23	23.666 ± 7.047	89.98 ± 9.21	86	
M	1.0~3.5	0.1	0.274 ± 0.213	19.15 ± 4.09	6	0.274 ± 0.213	19.15 ± 4.09	14	21.310 ± 7.147	88.54 ± 9.60	95	
N	1.0~3.5	1.0	0.274 ± 0.213	19.15 ± 4.09	6	0.274 ± 0.213	19.15 ± 4.09	28	17.838 ± 5.374	82.65 ± 8.67	94	
O	1.0~3.5	10.0	0.274 ± 0.213	19.15 ± 4.09	6	0.274 ± 0.213	19.15 ± 4.09	37	20.523 ± 5.281	86.04 ± 7.93	95	
P	2.0~3.5	0.1	5.070 ± 1.248	53.49 ± 4.46	22	5.070 ± 1.248	53.49 ± 4.46	36	23.973 ± 8.190	87.59 ± 10.17	100	
Q	2.0~3.5	1.0	5.844 ± 2.536	54.68 ± 8.95	33	5.844 ± 2.536	54.68 ± 8.95	22	26.193 ± 9.092	92.00 ± 11.56	96	
R	2.0~3.5	10.0	4.035 ± 1.394	48.35 ± 5.63	27	4.035 ± 1.394	48.35 ± 5.63	22	22.822 ± 7.954	88.54 ± 12.02	98	
S	3.0~4.0	0.1	17.380 ± 5.306	82.14 ± 5.31	28	17.380 ± 5.306	82.14 ± 5.31	30	25.872 ± 9.928	92.49 ± 10.83	94	
T	3.0~4.0	1.0	15.767 ± 4.485	78.52 ± 8.18	33	15.767 ± 4.485	78.52 ± 8.18	25	24.637 ± 8.122	91.08 ± 10.80	96	
U	3.0~4.0	10.0	14.019 ± 3.474	76.98 ± 7.85	31	14.019 ± 3.474	76.98 ± 7.85	24	24.630 ± 13.889	89.44 ± 10.88	96	

*1 $\chi^2=8.94, p>0.05$

*2 4月齢時の生残尾数

*3 平均 ± 標準偏差

いずれのMT濃度でもこれらの処理期間の試験区の雄化率は低いようにみえる(表4)。そこで、MT濃度別に0.5~1.5月齢および0.5~2.5月齢(I群)とそれ以外(II群)の2群に分け、雄化率についてI群よりII群の方が高いか検定したところ、Studentのt検定ではいずれのMT濃度でも有意差が認められた(表5)。つぎにMT濃度と処理期間の関係について、低濃度では長期間処理、高濃度では短期間処理の雄化率が高い傾向がみられるか分析した。ここでは、性転換の効果が低いI群は除き、II群について処理期間の長さとの雄化率の関係について検討する。雄化率は、低濃度の0.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ 区では長期間処理区ほど高く、高濃度の10.0 $\mu\text{g}/\text{L}$ 区では逆に短期間処理区ほど高くなる傾向があることが予測される。Kendallの順位相関分析を行った結果、いずれも有意な関係が示された(図1)。1.0 $\mu\text{g}/\text{L}$ 区についてはMT濃度と処理期間の関係について具体的予測がたてられず、かつ0.05水準の両側検定に必要な標本数(5標本以上)が得られなかったため、検定の対象としなかった。

なお、精巣に蒸留水を滴下し顕微鏡下で観察したところ、一部の未発達な精巣での例外を除き、試験区を問わず、出現したほとんど全ての雄の精子に通常雄でみられるのと同様の活発な直進運動が確認された。

卵母細胞と精子の両方を有する雌雄同体型は対照区の

表4 ホルモン処理期間別、MT濃度別の雄化率

	0.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ (%)	1.0 $\mu\text{g}/\text{L}$ (%)	10.0 $\mu\text{g}/\text{L}$ (%)
I群			
0.5~1.5月齢	6.0	10.0	2.0
0.5~2.5	28.0	7.8	12.0
II群			
0.5~3.5	90.2	62.0	18.2
1.0~3.5	80.4	80.4	27.0
2.0~3.5	68.0	81.7	40.3
1.0~3.5	30.0	60.7	51.5

表5 I群およびII群間のt検定結果

		0.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ (%)	1.0 $\mu\text{g}/\text{L}$ (%)	10.0 $\mu\text{g}/\text{L}$ (%)
平均±標準偏差(標本数)	I群	17.0±15.6 (n=2)	8.9±1.6 (n=2)	7.0±7.1 (n=2)
	II群	67.2±26.4 (n=4)	68.3±9.6 (n=4)	34.3±14.7 (n=4)
結果				
Studentのt検定(片側検定)		t=2.40, d.f.=4, p<0.05	t=8.20, d.f.=4, p<0.0005	t=2.39, d.f.=4, p<0.05

3試験区では認められなかったが、ホルモン処理区では18区中9区で出現し、雌雄同体型の出現率は0~32.0%であった(表3)。雌雄同体型の多くは生殖腺中に雌性(卵巣)部分と雄性(精巣)部分がモザイク状に組み合わせられたようにみえるため肉眼的に判別することができたが、3.0~4.0月齢・0.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ 処理区に出現した雌雄同体型16個体中の11個体と0.5~2.5月齢・1.0 $\mu\text{g}/\text{L}$ 処理区の雌雄同体型3個体中の1個体は肉眼的な観察では完全な精巣にみえるにもかかわらず、顕微鏡下では精巣中に数個の卵母細胞が散在してみえたため雌雄同体型と判定された。なお、3.0~4.0月齢・0.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ 処理区のうち2個体は腹部の圧迫により放精された。

各試験区の雄の体重、生殖腺重量、GSIおよび腹部圧迫による放精率を表6に示す。正常雄・無処理区を含めた各試験区のGSIの平均値は0.90~5.32であった。岡田

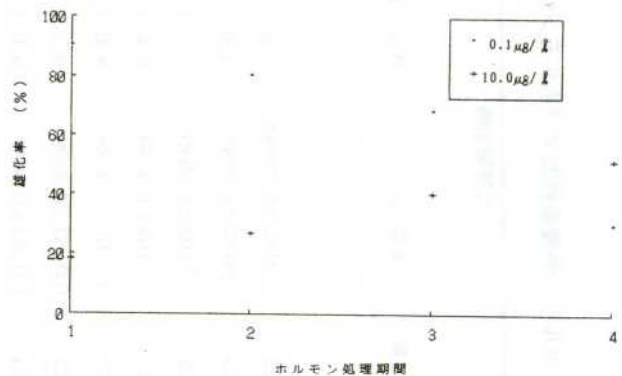


図1 ホルモン処理期間と雄化率の関係

ホルモン処理期間は、

1=0.5~3.5月齢(90日間)処理

2=1.0~3.5月齢(75日間)処理

3=2.0~3.5月齢(45日間)処理

4=3.0~4.0月齢(30日間)処理

を表す。

0.1 $\mu\text{g}/\text{L}$: $\tau=1.00$, $n=4$, $p<0.05$, 片側検定

10.0 $\mu\text{g}/\text{L}$: $\tau=-1.00$, $n=4$, $p<0.05$, 片側検定

表6 各試験区の雄の体重、精巣重量、生殖腺熱度指数 (GSI) および腹部圧迫による放精率

試験区	ホルモン処理条件 処理開始月齢～終了月齢・MT濃度	雄化率 (%)	検体数 (A)	体重 (g)	精巣重量 (g)	GSI	腹部圧迫による 放精個体数(B)	(B)/(A) (%)
A (正常雄・無処理)		48.0	8	98.38 ± 21.27*	1.847 ± 1.596*	1.69 ± 1.41*	4	50.0
D	0.5～1.5月齢 ・ 0.1µg/0	6.0	1	60.90	3.242	5.32	1	100.0
E	0.5～1.5 ・ 1.0	7.8	1	81.50	4.007	4.92	1	100.0
F	0.5～1.5 ・ 10.0	2.0	1	104.60	4.284	4.10	1	100.0
G	0.5～2.5 ・ 0.1	28.0	6	91.82 ± 29.82	2.743 ± 1.849	2.83 ± 1.18	3	50.0
H	0.5～2.5 ・ 1.0	10.0	3	95.50 ± 5.97	5.125 ± 1.319	5.30 ± 1.01	3	100.0
I	0.5～2.5 ・ 10.0	12.0	3	121.23 ± 24.02	1.856 ± 1.343	1.55 ± 1.27	1	33.3
J	0.5～3.5 ・ 0.1	90.2	19	80.22 ± 27.35	2.683 ± 2.088	3.02 ± 1.85	12	63.2
K	0.5～3.5 ・ 1.0	62.0	10	89.27 ± 30.35	2.562 ± 1.923	2.82 ± 1.94	5	50.0
L	0.5～3.5 ・ 10.0	18.2	4	78.23 ± 13.10	0.848 ± 0.927	1.10 ± 1.30	0	0.0
M	1.0～3.5 ・ 0.1	80.4	14	79.86 ± 19.24	3.555 ± 1.789	4.37 ± 1.75	12	85.7
N	1.0～3.5 ・ 1.0	68.6	14	74.25 ± 21.45	1.329 ± 1.082	1.84 ± 1.52	0	0.0
O	1.0～3.5 ・ 10.0	27.0	6	75.03 ± 17.31	1.173 ± 1.404	1.33 ± 1.46	1	16.7
P	2.0～3.5 ・ 0.1	68.0	11	81.75 ± 20.24	2.766 ± 2.252	3.22 ± 2.13	7	63.6
Q	2.0～3.5 ・ 1.0	81.7	17	95.24 ± 19.25	2.635 ± 2.360	2.87 ± 2.61	7	41.2
R	2.0～3.5 ・ 10.0	40.3	8	88.40 ± 19.31	2.557 ± 2.037	2.59 ± 1.84	3	37.5
S	3.0～4.0 ・ 0.1	30.0	6	92.77 ± 18.71	2.339 ± 1.745	2.38 ± 1.56	1	16.7
T	3.0～4.0 ・ 1.0	60.7	12	98.38 ± 16.79	2.620 ± 2.326	2.51 ± 1.92	4	33.3
U	3.0～4.0 ・ 10.0	51.5	10	80.53 ± 18.95	0.742 ± 0.656	0.90 ± 0.67	2	20.0

* 平均±標準偏差

(1985) は、ニジマスの性転換雄作出過程で輸精管が閉塞していたり、あるいは形成されない個体が出現し、これらは搾出法での採精が不可能であったことを報告している。このことから、性転換雄作出のためのホルモン処理条件の適否判定には雄化率とともに精巣が正常に発

表7 Duncan法によるGSI平均値の検定結果

試験区 (ホルモン処理条件)	GSI* 平均値
H (0.5~2.5月齢・1.0 μ g/l)	5.30 ^a
M (1.0~3.5月齢・0.1 μ g/l)	4.37 ^b
P (2.0~3.5月齢・0.1 μ g/l)	3.22 ^c
J (0.5~3.5月齢・0.1 μ g/l)	3.02 ^c
Q (2.0~3.5月齢・1.0 μ g/l)	2.87 ^c
G (0.5~2.5月齢・0.1 μ g/l)	2.83 ^d
K (0.5~3.5月齢・1.0 μ g/l)	2.82 ^d
R (2.0~3.5月齢・10.0 μ g/l)	2.59 ^d
T (3.0~4.0月齢・1.0 μ g/l)	2.51 ^d
S (3.0~4.0月齢・0.1 μ g/l)	2.38 ^d
N (1.0~3.5月齢・1.0 μ g/l)	1.84 ^d
I (0.5~2.5月齢・10.0 μ g/l)	1.55 ^d
O (1.0~3.5月齢・10.0 μ g/l)	1.33 ^d
L (0.5~3.5月齢・10.0 μ g/l)	1.10 ^d
U (3.0~4.0月齢・10.0 μ g/l)	0.90 ^d

* F=2.62, d.f.=128, 14, p<0.05

異なる肩文字を持つGSI平均値間には1~5%標準で有意差があることを示す。

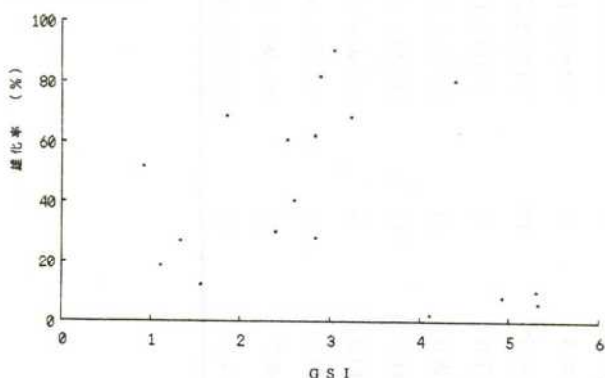


図2 GSI平均値と雄化率の関係

$\tau = -0.046$, $n=18$, $p>0.05$, 片側検定

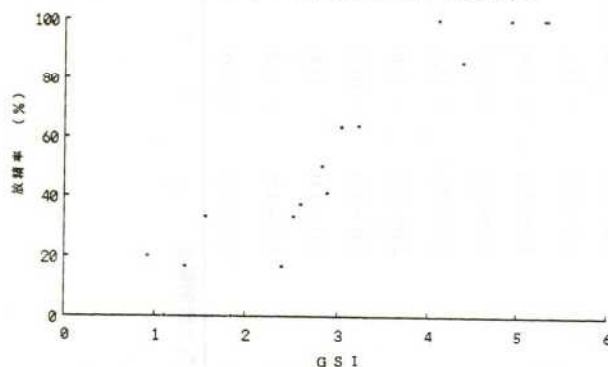


図3 GSI平均値と腹部圧迫による放精率の関係

$\tau = 0.804$, $n=18$, $p<0.05$, 片側検定

達するか否かが重要な指標となると考えられる。そこで、複数以上の検体数が得られたホルモン処理区15区のGSIについて分散分析を行ったところ有意差が認められたため ($p<0.05$), GSIの平均値の比較をDuncan法によって行った。その結果を表7に示す。GSIの高い試験区は0.5~2.5月齢・1.0 μ g/l処理区で、2番目に高いのは1.0~3.5月齢・0.1 μ g/l処理区、3番目に高いのは2.0~3.5月齢・1.0 μ g/l処理区、0.5~3.5月齢・0.1 μ g/l処理区および2.0~3.5月齢・1.0 μ g/l処理区であった。また、「GSIの高い試験区は雄の出現率も高い。」、あるいは「GSIの高い試験区は放精する個体が多い。」という予想を検定するため、ホルモン処理区18区のGSIの平均値の雄化率、GSIの平均値の腹部圧迫による放精率について、Kendallの順位相関分析を行った結果、前者には有意な関係は認められなかった ($p>0.05$) が、後者は有意な正の相関が認められた ($p<0.005$) (図2, 3)。

4. 考 察

本研究で実施したホルモン処理期間とホルモン濃度の組合せのうち、充実した精巣をもつ雄の出現率が高かった試験区は1.0~3.5月齢・0.1 μ g/l処理区および0.5~3.5月齢・0.1 μ g/l処理区であり、このことから遺伝的雌性のコイを表現型雄性に誘導するためには、0.5~3.5月齢の期間中、週5日間1日あたり8時間の0.1 μ g/lのMT浸漬処理を行うことが有効なことがわかった。現在、魚類の性ホルモンによる性制御の多くは飼料にホルモンを添加して経口的に投与する方法がとられているが (Yamazaki, 1983), コイ科魚類を対象とした浸漬法の例として、藤岡らによるホンモロコ (1995), ニゴロブナ (1995) の報告がある。ホンモロコでは0.5月齢から30日間1日あたり17時間の0.1 μ g/lのMT処理を行うことで53.8%の排精する性転換雄が得られ、ニゴロブナでは25日齢から60日間毎日8時間の1.0 μ g/lのMT処理を行うことで77.8%の放精する性転換雄が得られている。処理条件に若干の違いはあるものの、同じコイ科に属する3種の魚類で0.1~1.0 μ g/lのMT浸漬処理が性

転換に比較的好結果をもたらしていることは、近縁の他魚種への応用の可能性を含め興味深い。また古庄ら(1987)は経口投与法によりコイの性制御を試み、0.5~4.0月齢の間の一定期間、1gあたり25~100 μ gのメチルテストステロンを添加した飼料を与えて雄性率の観察を行った結果、1.0~3.0月齢期中のメチルテストステロン投与により効率的に性転換が起き、3.0~4.0月齢期の投与は無効であったと報告している。性ホルモンの投与法は異なるものの、本研究では3.0~4.0月齢期のMT処理により30~60%の率で性転換雄が出現しており、これらの相反する結果は飼育環境や種苗の系統の違いに起因するものと考えられる。

参考文献

- Davies, P. & Takashima, F. (1980) : Sex differentiation in common carp, *Cyprinus carpio*. J. Tokyo Univ. Fish., 66 (2), 191-199.
- 藤岡康弘 (1993) : ホンモロコ, *Gnathopon caurulescens* の17-methyltestosterone浸漬法による性転換と全雌生産の試み, 水産増殖, 41 (3), 409-416.
- 藤岡康弘・田中秀具・澤田宣雄 (1995) : ニゴロブナの性転換雄を用いた全雌魚生産, 水産増殖, 43 (3), 389-393.
- 古庄功一・佐々木拓・隆島史夫 (1987) : コイの性分化制御, 水産増殖, 35 (1), 19-20.
- 熊丸敦郎・渡辺直樹・高野 誠 (1996) : カスミヤマトコイ (養殖種) における雌雄の成長差について, 茨内水試研報, 32, 43-49.
- Kurokura, H., Hirano, M. & Iwahashi, M. (1984) : Cryopreservation of carp sperm. Aquaculture, 37, 267-273.
- 岡田鳳二 (1985) : ニジマスの人為的性統御に関する研究, 北海道立水産孵化場研報, 40, 1-49.
- Parmentier, H. K. & Timmermans, L. P. M. (1985) : The differentiation of germ cells and gonads during development of carp (*Cyprinus carpio* L.). A study with anti-carp sperm monoclonal antibodies. J. Embryol. exp. Morph. 90, 13-32.
- 鈴木亮 (1975) : コイの人工受精について, 第3回ニシキゴイ研究会講演資料
- 高橋裕哉 (1978) : 性分化と性転換—魚類・両生類, ホルモンの生物科学 (日本比較内分泌学会編), 4, 学会出版センター, 東京, 23-58.
- Yamamoto, T. (1953) : Sex differentiation. In "Fish Physiology" (W. S. HOAR and D. J. RANDALL ed), Vol. 3, Academic Press, New York, 1969, 117-175.
- Yamasaki, F. (1983) : Sex control and manipulation in fish, Aquaculture, 33, 329-354.