

17. バイオテクノロジー 導入試験

平成2年度バイオテクノロジー導入試験

増殖科 小松章博

〔I〕マダイの性コントロール技術開発試験

1. 目的

マダイ雌性発生2倍体に性ホルモン処理を行い雌性発生2倍体雄及び雌を効率的に誘導する技術開発を行う。

2. 材料と方法

1) 供試魚

本実験は、高知県栽培漁業センターで養成したマダイ(雌)3尾とクロダイ(雄)を親として用いて、平成2年5月8日に低温処理法により作出した第2極体放出阻止型雌性発生2倍体(以下G2NAと述べる)及び同日に同センターの種苗生産用マダイから採卵し飼育した通常2倍体(以下NOR.2Nと述べる)を供試魚とした。

ホルモン処理に当たっては、3系統のG2NAを一腹ごとに飼育しそれを混合して3区に分け、また、NOR.2Nも試験時に3区に分け実験に供した。

なお、仔稚魚の飼育は一般的な方法になった。

2) 方法

性ホルモンは、一般に魚類が性分化するとされている稚魚期に浸漬法により投与した。

性ホルモンは、雄性ホルモンとしてメチルテストステロン(methyltestosterone)、雌性ホルモンとしてエストラジオール(estradiol-17 β)を用いた。

(1) 予備試験

性ホルモンの投与試験にあたりホルモン処理濃度を決定するためにふ化後28日令のNOR.2Nの稚魚を使用して予備試験を実施した。

試験区は、対照区と併せて計5区を設定し、ホルモン濃度を調整した30リットルのポリカーボネイト水槽にそれぞれ30尾ずつ収容する方法で行った。

浸漬する濃度は、各ホルモンとも10 μ g/L、100 μ g/Lとした。判定は、止水条件で24時間浸漬した後の生残数で行った。

なお、設定区については表1に示した。

(2) 性ホルモン処理試験

試験区は、NOR.2NとG2NAそれぞれに、対照区（無処理区）、雄性ホルモン処理区、雌性ホルモン処理区を設定した。

ホルモン処理濃度は、各区とも予備試験の結果から $10\mu\text{g/L}$ とした。処理時間は、第1回目14時間（ふ化後32日令）、第2回目2時間（ふ化後46日令）、第3回目2時間（ふ化後49日令）とした。

浸漬は、500リットル水槽に海水を200リットル注入し、エタノール 10ml に溶解した各ホルモン 2mg をそれぞれの水槽に分注した後、試験魚を収容して行った。

処理終了後は、速やかに流水にし通常飼育を行った。

なお、性ホルモン処理時の平均体長、体重は、表2に示した。

(3) 飼育試験

ホルモン処理魚は、ふ化後56日令（平成2年7月5日）で標識のためにメチルテストステロン処理区は右腹鰭、エストラジオール処理区は、左腹鰭を切除した後、60日令（平成2年7月9日）で海面小割へ収容した。

海面飼育は、NOR.2Nの3区、G2NAの3区を一括して行った。

沖出しして18日後（7月27日）に再度標識のため第1回目（ふ化後56日令）と同様に腹鰭を抜去した。

餌料は、沖出し後12月13日まで魚切身と沖アミに総合ビタミン剤を添加したものを与え、以後モイストペレットを投餌した。

3. 結果及び考察

1) 予備試験

浸漬法により高濃度の性ホルモン処理を行った場合の死亡等について検討を行ったが、処理に伴う稚魚の死亡は確認されなかった。

このことから、今回の試験では、各ホルモンとも $10\mu\text{g/L}$ の濃度で処理を行うこととした。なお、この結果は、表1に示した。

2) 性ホルモン処理試験

第1回目の処理試験後、ビブリオ病が発生したためニフルスチレン酸による薬浴を実施した。これは、長時間の止水によるストレスが原因であると判断されたので第2回、第3回目の処理は短時間とした。

この経過については、表2に示した。

3) 飼育試験

平成3年3月までの生育は順調であったが、NOR.2N群とG2NA群を比較すると、後者が前者に比べて成長に個体間格差(成長のバラツキ)が見られた。

また、後者の群は頭部骨格形成不全(特に口唇部)及び脊椎骨(第10-12椎体)の異常(上²⁾湾症)の発生が多くみられた。

生殖腺の発達については、11月中旬に観察を行い生殖腺の形成は確認されたが、紐状で小さく肉眼的に精巣・卵巢の判定は困難であった。

なお、成長状況については、表3に示した。

4) 考 察

雌性発生2倍体の性のコントロール技術開発は数種の魚類(ヒラメ、サケマス類、コイ、フユなど)で試験されており多くの知見が収集³⁾されている。

マダイの性分化については不明点が多いが、当场で飼育中の遺伝的には雌である2オマダイ(G2NA)の生殖腺の観察をしたところ精巣または、精卵巢をもつものが見られたことから雌性発生の雌は、雌性先熟したのち雌雄に性分化するのではないかとみられる。(性比; ♂: ♀ = 1: 1)

このことは、今後染色体操作技術を利用して育種を進めるうえで性のコントロール技術確立しておく必要性を示しているものと思われる。

今回の試験では、性分化時期に性ホルモン処理することにより性をコントロールすることを目的としたのであるが、第1回目の処理をした後ビブリオ病が発生したため第2回、第3回目の実施を延期し、また短時間処理とした。

これは、処理条件に起因するものと考えられ、今後は短時間連続浸漬法と経口投与法の併用がより有効であると判断される。

飼育試験の結果を見るとG2NAの成長に個体間格差が大きく、これは近交係数の上昇に伴⁴⁾って変異の拡大現象が起こったものと思われる。

また、G2NAに多く見られる奇形の原因については雌性発生処理に伴う影響が大きいのではないと思われるが、現在のところ明らかにできず今後の課題であろう。

なお、当試験の判定は、生殖腺が十分発育する時期を待って行う予定である。

表 1 性ホルモン処理予備試験区及び試験結果

試 験 区	処 理 濃 度	初期収容数	斃 死 魚 数	生 残 数
対 照 区 (無 処 理 区)	無処理	30 尾	0 尾	30 尾
メチルテストステロン処理区	10 μ g/L	30 尾	0 尾	30 尾
メチルテストステロン処理区	100 μ g/L	30 尾	0 尾	30 尾
エストラジオール処理区	10 μ g/L	30 尾	0 尾	30 尾
エストラジオール処理区	100 μ g/L	30 尾	0 尾	30 尾

表 2 性ホルモン処理経過

処理数	ふ化後日令	平均 体長・体重	処 理 時 間
第 1 回	32 日	無 処 理 区	6/11-6/12 (14H) (17:30-7:30) (WT 22-23℃)
		NOR.2N 全 長 11.3 mm, 体重 20 mg	
		G 2 N A 全 長 12.8 mm, 体重 34 mg	
第 2 回	46 日	無 処 理 区	6/25 (2H) (6:15-8:15) (WT 25.5℃)
		NOR.2N 尾叉長 19.5 mm, 体重 144 mg	
		G 2 N A 尾叉長 22.4 mm, 体重 201 mg	
第 3 回	49 日	無 処 理 区	6/28 (2H) (6:20-8:20) (WT 25.0℃)
		NOR.2N 尾叉長 26.1 mm, 体重 435 mg	
		G 2 N A 尾叉長 25.6 mm, 体重 381 mg	
		メチルテストステロン処理区	
		NOR.2N 尾叉長 26.3 mm, 体重 411 mg	
		G 2 N A 尾叉長 26.1 mm, 体重 358 mg	
		エストラジオール処理区	
		NOR.2N 尾叉長 25.9 mm, 体重 405 mg	
		G 2 N A 尾叉長 26.0 mm, 体重 372 mg	

注：第 1 回，第 2 回の魚体測定は，無処理区のみ実施した。

表 3 飼育期間中の成長状況

測 定 日	N O R . 2 N 区		G 2 N A 区	
	尾 叉 長 (cm)	体 重 (g)	尾 叉 長 (cm)	体 重 (g)
H.2.9.13	9.2 $\pm$ 0.6 cm	19.4 $\pm$ 3.6 g	8.8 $\pm$ 0.6 cm	17.1 $\pm$ 3.7 g
11. 8	12.9 $\pm$ 0.4 cm	48.3 $\pm$ 5.2 g	12.2 $\pm$ 0.9 cm	40.7 $\pm$ 9.9 g
H.3.3.18	14.5 $\pm$ 0.9 cm	63.0 $\pm$ 11.9 g	13.0 $\pm$ 1.1 cm	41.5 $\pm$ 13.4 g

注：魚体測定は，NOR.2N区，G 2 N A区ともホルモン処理区（2区），無処理区（1区）を一括して実施した。

〔Ⅱ〕 マダイの卵割阻止型雌性発生 2 倍体作出技術開発試験

1. 目 的

マダイの第 2 極体放出阻止による雌性発生技術はほぼ確立されたが、当該法により作出された個体では、相同染色体間で遺伝子の組換えが高頻度で起こり得られた系統は品種固定の最良の方法とは言えないことが知られているが、卵割阻止法による雌性発生は半数体の状態で発生を開始し第 1 卵割の分離を阻止することにより作出するので、異型接合体が発現することがなく育種を行ううえで極めて重要な技術であることが知られている。

当該試験は、マダイ卵の第 1 卵割阻止法による雌性発生 2 倍体（以下 G 2 NG と述べる）の作出条件の検討を行いマダイの育種技術開発を行うものである。

2. 材料と方法

1) 供試魚

供試マダイ雌親魚は、高知県栽培漁業センターで養成したものを用いた。また、供試精液には同センターで養成中のクロダイから採取した精子を紫外線照射により不活性化したものを用いた。

2) 方 法

G 2 NB の作出試験は、4 月 24 日から 5 月 8 日の間に計 6 回高圧処理法（フレンチプレスを使用）により実施した。

処理は、マダイ雌親魚より搾出した未受精卵に遺伝子を不活性化したクロダイ精子を媒精した後、それを 18℃で発生をさせて、処理開始時間、圧力及び加圧時間を変化させて行った。

卵割阻止処理を行った卵は、それぞれ 1 リットルビーカーに移して室温で発生させ、ふ化後、正常に発生したものをもって最適処理条件の検討を行った。

また、各試験区毎に不活性化したクロダイ精子で媒精した無処理区を対照区として設定した。なお、これらの作出条件については、表 4 に示した。

3. 結果及び考察

今回は、6 回の作出条件検討試験を実施したが、各試験区毎にみると、4 月 24 日に実施した媒精 40 分後に、300kg/cm²で 3 分間加圧処理した区、同 50 分後に、300kg/cm²で 3 分間加圧処理した区、及び 400kg/cm²で 3 分間加圧処理した区で極少数の正常に発生した個体が得られた。

また、4 月 27 日に実施した媒精 55 分後に、300kg/cm²で 5 分間加圧処理した区、及び 5 月 8 日に実施した媒精 52 分 30 秒後に、350kg/cm²で 3 分間加圧処理した区でも同様の結果が得られた。

これらから見ると媒精後18℃で発生を行った場合、卵割阻止処理開始時間は40～55分の間、圧力範囲は、300～400kg/cm²、圧力時間は、3～5分の範囲内に作出条件があるのではないかと考えられた。

しかし、いずれの区においてもその発生率がきわめて低く作出条件を見いだすには至らなかった。

以上の結果から、今後の検討課題として十分に成熟した未受精卵の確保、媒精後の発生温度の設定、及びよりきめ細かな各種の条件設定を行うことが必要である。

表 4 第1卵割阻止型雌性発生2倍体作出条件検討試験表

処理月日	H 2. 4. 24				H 2. 4. 27	H 2. 5. 1	H 2. 5. 2	H 2. 5. 8	
処理圧力	300(kg/cm ²)	400(kg/cm ²)	500(kg/cm ²)	600(kg/cm ²)	300(kg/cm ²)	200(kg/cm ²)	300(kg/cm ²)	300(kg/cm ²)	350(kg/cm ²)
媒精後時間 (分：秒)	加圧時間 (min)	加圧時間 (min)	加圧時間 (min)	加圧時間 (min)	加圧時間 (min)	加圧時間 (min)	加圧時間 (min)	加圧時間 (min)	加圧時間 (min)
35：00					7	5			
40：00	3	3	1	1		10	5	6	4
45：00					7	5			3
47：30									3
50：00	3	3	1	1			5	6	4
52：30									3
55：00					7	5	10		3
57：30	3	3	1	1					
60：00							5	6	4
65：00					7	5			
70：00	3	3	1	1					

〔Ⅲ〕 昭和63年度作出マダイ雌性発生 2 倍体の親魚養成及び生殖腺調査

1. 目 的

昭和63年 4 月に作出した第 2 極体放出阻止型雌性発生 2 倍体（以下 G 2 NA と述べる）の親魚養成、採卵及び生殖腺の分化状況を調査する。

2. 材料及び方法

1) 供試魚

昭和63年 4 月に高知県栽培漁業センター雌親魚 3 尾より低温処理法により作出し当場の海面小割で飼育中の G 2 NA。

2) 方 法

(1) 親魚養成及び採卵

平成 3 年 5 月 2 日に飼育中の G 2 NA 608 尾のうち、比較的大型魚 272 尾を選抜し採卵用親魚として平成 3 年 2 月 18 日まで当场海面小割で養成した。

その後、これらの内から大型魚 120 尾を選抜して陸上の産卵用加温水槽（30 トン）に移して飼育を継続した。

陸上水槽では 2 月 18 日から自然流水で飼育をしていたが、22 日から注入水温が、陸揚げ時に比べて約 2℃（注入水温、11.0～11.5℃）ほど急激に低下し異常行動を示す個体がでたため 25 日から 2 日間に 0.5℃の割合で徐々に昇温を行った。

水温が、14.5～15.0℃となった 3 月 6 日以後は、注入水温も 13.5～14.0℃まで上昇したので自然流水飼育とした。

餌料は平成 2 年 8 月末まで、マアジに総合ビタミン剤を添加したものを週 3 回投餌し 9 月からはモイストペレットを週 3 回投餌した。

生餌の投餌量は飽食量とし、モイストペレットの投餌量は生餌の約 80 パーセント量とした。その他の飼育は通常の方法に習った。

採卵は、オーバーフローにより流下した卵をネットで受ける方式で行った。

得られた卵は、100 リットルアルテミアふ化水槽で浮上卵と沈下卵に分離し、卵径、ふ化率を求めた。ふ化試験は 1 リットルビーカーを用いて実施した。

(2) 生殖腺の分化状況調査

平成 2 年 4 月 26 日に、生殖腺の発育状況の予備調査を実施したのち 5 月 2 日及び 6 月 21 日に大型魚を選別後の小型魚を取り上げて生殖腺の発育程度及び性分化について調査した。

卵巣・精巣の区別は肉眼でおこなったが、5 月 2 日に調査したものについては組織観察も

実施した。

なお、5月2日の調査では併せて作出親魚別の生殖腺分化についても調べた。

また、対照区として高知県栽培漁業センターで昭和63年4月に種苗生産した通常2倍体（以下NOR.2Nと述べる）を同様の方法で調査した。

3. 結果及び考察

(1) 成長及び採卵

昭和63年4月28日に作出したG2NAは、平成2年4月26日には、平均体長（以下、尾叉長を示す）23.7cm、平均体重271.5gまでに成長した。

また、これらから5月2日に選抜した比較的大型魚の平均体長・体重は、それぞれ24.7cm、318.3gであった。

これらは、9月25日には平均体長28.0cm、平均体重478.8gとなった。

平成3年2月18日に陸上の産卵用加温水槽（30トン）に移した大型魚の平均体長は33.6cm、平均体重は883.8gであった。これらの測定結果は、表5に示した。

陸揚げ後、水温を14.5～15.0℃に昇温した3月5日には、雄の婚姻色を示す個体が出現し産卵行動が確認されたが、採卵は出来なかった。

以後、3月22日まで産卵行動は見られたが卵は確認されなかった。水温が16.0～16.5℃に昇温した3月23日に初めて採卵し、これらが正常に発生する事を確認した。

3月27日に採卵したものは、浮上卵率41.9%、平均卵径0.925mmで、水温16.4℃でのふ化に約3日を要し、ふ化率は81.4%であった。この結果は、表6に示した。

(2) 生殖腺の分化

本試験魚は、低温処理による第2極体放出阻止法で作出した雌性発生2倍体魚であるが、4月26日に実施した生殖腺の予備調査によると、雄性生殖腺（精巢）を持つものが高い比率で（雄：雌＝1：1）確認された。

また、生殖腺が未発達で精巢または卵巣が確認できないもの及び両性生殖腺をもつものが確認された。

5月2日に実施した同調査によると、これらの作出に用いた3尾の親魚間で若干の差はあるもののやはり雌雄間の性比はほぼ1：1であった。

6月21日に実施した調査では産卵時期がすでに終了していたため、生殖腺が萎縮して肉眼的に精巢、卵巣の判定が不能となった個体も見られたが、生殖腺が確認できた個体ではやはり雌雄がほぼ1：1であった。

4月26日、5月2日に実施した調査では、対照区として同年令のNOR.2Nを調べたが、これ

らの性比は1 : 1⁵⁾であった。

今回の調査から、雌性発生のマダイの性比は、ほぼ1 : 1に分化する事が窺われた。

生殖腺の形状は、殆どが左右とも同等の大きさに成熟していたが、若干の個体で左右の大きさが著しく異なるものがみられた。

また、全調査魚の内約3%に両性生殖腺をもつものが見られ、これらの生殖腺は卵巣を精巣が包み込む形で成熟しており、逆の例は見られなかった。

これらの結果については、表7に示した。

(3) 考 察

昭和63年4月に作出したG2NAは、平成2年度に2回大型魚を選別して親魚養成を行い、これらは、平成3年2月18日の計測では、体長約34cm、体重約890gまでに成長した。

当該魚は3尾の雌親魚より作出したもので媒精にはクロダイ精子を不活性化して使用しているためこれらは総て雌だと考えていたが、今回の調査で、雌性及び雄性の生殖腺を持つことを確認しその性は、ほぼ1 : 1に分化する事が明らかになった。

また、平成3年3月にはこれら雌雄間で(正常な)生殖行動が見られ、得られた受精卵は正常に発生する事を確認した。

魚類の性は基本的には遺伝的支配を受けるが、性分化時に外部環境の要因によりその表現型が変化^{6) 7)}することが知られている。

マダイの性について中園⁸⁾は、雌性先熟したのち雌雄同体現象をへて雄に分化し、またマダイが若令魚の場合には性分化は環境要因にも左右されることを報告している。

当场で飼育しているG2NAの性も同様の経過をたどるものと思われるが、これらは遺伝的には雌であり同一環境で飼育していたにも関わらずその性比がほぼ等しくなることから遺伝的な性の支配が表現型性に大きく影響している可能性がある。

このことは、本種の場合雌に性決定因子が2型あることも検討しなければならないことを示唆しているのかも知れない。

また、選抜した大型魚は産卵行動の観察から雄が多く見受けられたことから魚体の大きさにより性が転換する可能性もあり、今後さらに検討を加える必要がある。

表5 雌性発生2倍体(G2NA)の成長

測定日	測定魚	測定数	尾叉長(cm)	体重(g)	備考
H2.4.26	全体	24	23.7±2.0	271.5±72.2	24尾性調査
H2.5.2	大型魚	20	24.7±1.4	318.3±60.4	272尾親魚養成
	小型魚	20	20.8±2.1	191.0±59.4	259尾性調査
H2.6.21	小型魚	77	21.7±1.8	223.8±52.4	77尾性調査
H2.9.25	大型魚	32	28.0±2.1	478.8±107.1	
H3.2.18	大型魚	30	33.6±2.4	883.8±162.4	120尾陸上飼育

*1: H2.4.26の測定は、飼育魚全体から採捕して行った。

*2: 小型魚は、生殖腺の調査に供した。

表6 採取卵のふ化試験結果(3月27日採取)

		浮上卵率	平均卵径	正常ふ化率
採卵量	93g			
浮上卵量	39g	41.9%	0.925mm	81.4%
沈下卵量	54g			

表7 雌性発生2倍体(G2NA)及び通常2倍体(NOR.2N)の性調査

測定日	測定数	雄	雌	両性生殖腺	性比	備考
H2.4.26					(♂:♀)	
G2NA	24	12	8	2	1.50:1	性不明(2)
NOR.2N	12	6	6	0	1:1	
H2.5.2					(♂:♀)	
G2NA						
♀1	44	23	21	0	1.10:1	
♀2	107	56	49	2	1.14:1	
♀3	108	52	52	4	1:1	
計	259	131	122	6	1.07:1	
NOR.2N	44	22	22	0	1:1	
H3.6.21					(♂:♀)	
G2NA	77	29	30	3	1:1.03	性不明(15)
NOR.2N	未測定					
合計					(♂:♀)	
G2NA	360	172	160	11	1.075:1	性不明(17)
NOR.2N	56	28	28	0	1:1	

*1: H2.4.26の測定は、飼育魚全体から採捕して行った。

*2: H2.5.2とH2.6.21は、選別後の小型魚を測定した。

*3: H2.5.2は、作出親魚(3尾)別に測定した。

*4: 肉眼的に生殖腺から雌雄が判定できないものを性不明とした。

〔Ⅳ〕平成元年度作出マダイ 3 倍体及び雌性発生 2 倍体の飼育試験

1. 目 的

平成元年 5 月に作出した 3 倍体（以下 3N と述べる）及び第 2 極体放出阻止型雌性発生 2 倍体（以下 G 2 NA と述べる）と通常 2 倍体（以下 NOR.2N と述べる）との成長比較を行い養殖用種苗としての可能性を検討する。

2. 飼育及び測定方法

平成元年 5 月に 3 尾の雌親からそれぞれに低温処理法により作出した 3N、G 2 NA 及び同親から種苗生産した NOR.2N を当场海面小割で飼育したものを用いて成長比較した。

飼育は、作出に供した 3 家系を混合して 1 区とし、それぞれを 3N 区、G 2 NA 区、NOR.2N 区として通常の方法で行った。

餌量は、平成 2 年 4 月から 8 月までマアジと沖アミに総合ビタミン剤を添加したものを与え、9 月以降はモイストペレットを与えた。また投餌は週 3 回行った。

投餌量は、生餌は飽食量、モイストペレットは生餌の約 80 パーセント量とした。

魚体測定は、麻酔剤（オイゲノール）を使用して各区ごとに 3 家系を一括して実施した。

魚体測定のうち平成 2 年 11 月 7 日と平成 3 年 3 月 7 日は G 2 NA のみ実施した。

なお、平成 3 年 3 月 7 日には G 2 NA をサンプリングしてアイソザイム分析により各家系毎に測定した。

3. 結果及び考察

1) 測定結果

平成 2 年 5 月 17 日の測定結果を見ると体長は 3 区とも約 17cm であった。

体重は G 2 NA 区と NOR.2N 区は約 110g であったが、3N 区は 100g 以下であり他の 2 区よりもやや成長の遅れが見られた。

9 月 25 日の測定ではこれら 3 区の平均体長・体重は、3N 区 18.7cm, 141.7g, G 2 NA 区 19.3cm, 164.3g, NOR.2N 区 20.6cm, 201.0g で、3 区間の成長差が見られた。

翌年の 3 月 18 日の測定では 3 区の平均体長・体重は、3N 区 21.6cm, 212.7g, G 2 NA 区 22.2cm, 249.5g, NOR.2N 区 23.5cm, 310.2g までに成長したが各区間の成長差がより顕著となり、各区の体長を見ると約 1cm の差が見られた。

また、平成 3 年 3 月 7 日に実施した G 2 NA の家系間の成長比較では、作出に供した 3 尾の親魚間で約 1cm の体長差が見られた。

なお、これらの測定結果は表 8 に示した。

2) 考 察

今回の飼育試験は、3N 及び G2NA の養殖用種苗としての可能性を検討するために実施したのであるが、作出後 2 年間の飼育試験結果を見るとこれらはいずれも NOR.2N に比べその成長が同等以上であるとの結果は得られなかった。

このことは、染色体操作により作出したこれらのマダイが養殖用種苗として直ちに利用可能性があると言えないのではないかと思われるが、3N については、一般に不妊性で生殖腺が発育しないため生殖年齢となる 3 才以後の成長状況をもって判断すべきだと考えられる。

また、G2NA については、3 月 7 日に実施した家系間の成長比較試験結果を見るとこれらの作出に使用した親魚間で約 1 cm の成長差が見られたことから、親魚の成長に關与する遺伝的形質が顕著に発現している可能性が大きく、その親魚の遺伝的形質を十分に把握する事によりこれら G2NA の利用可能性の検討を行うべきだと思われる。

なお、これらの作出魚は継続して飼育を行い養殖用種苗としての可能性を検討してゆく。

表 8 平成元年 5 月作出、3 倍体・雌性発生 2 倍体・通常 2 倍体の魚体測定結果

調 査 日 時	試 験 区	測定尾数	体 長 (cm)		体 重 (g)	
			平 均 値	標準偏差	平 均 値	標準偏差
H 5. 5. 17	3N	20	16. 8	0. 9	98. 3	14. 4
	G 2NA	20	17. 0	1. 3	109. 0	24. 9
	NOR.2N	20	17. 1	1. 8	109. 0	29. 1
9. 25	3N	30	18. 7	1. 3	141. 7	33. 2
	G 2NA	30	19. 3	1. 4	164. 3	37. 3
	NOR.2N	30	20. 6	1. 8	20. 1	47. 2
(* 1) 11. 9	G 2NA	50	20. 5	2. 0	185. 6	52. 4
(* 2) H 3. 3. 7	G 2NA	30	22. 3	2. 2	236. 4	64. 4
	G 2NA-C2	63	20. 6	2. 0	200. 0	59. 7
	G 2NA-C3	66	22. 5	2. 3	254. 9	63. 7
	G 2NA-C4	20	21. 4	2. 2	212. 1	71. 0
3. 18	3N	30	21. 6	1. 5	212. 7	43. 2
	G 2NA	30	22. 2	1. 8	249. 5	51. 5
	NOR.2N	30	23. 5	2. 3	310. 2	90. 4

* 1 H 2. 11. 9 は G 2NA のみ測定

* 2 H 3. 3. 7 は G 2NA を 30 尾測定後、別途にサンプリングして親魚別 (♀親 C 2 ~ C 4) に測定

〔V〕文 献

- 1) 鍋島 浩 (1990) : マダイの雌性発生2倍体作出試験 昭和63年度 高知水試事報
- 2) 松里寿彦 (1986) : 魚類の骨異常に関する研究 養殖研究所報告 第10号
- 3) 水産庁 (1990) : 水産分野におけるバイオテクノロジー研究の現状 平成3年3月 水産庁研究部研究課
- 4) 谷口順彦 (1989) : 染色体操作の遺伝学的意義 水産学シリーズ. 75. 水産増養殖と染色体操作 日本水産学会監修104~116. 厚生社厚生閣 東京
- 5) Ketut Sugama (1991) : Studies on Genetic Variation and Chromosome Set Manipulation in Red Sea Bream (*Pagrus major*). 愛媛連合大学院農学博士論文
- 6) 隆島史夫, 会田勝美 (1984) : 魚類の性分化とホルモン. ホルモンの生物科学9. 性分化とホルモン. 日本比較内分泌学会編 77~97. 学会出版センター 東京
- 7) 山崎文雄 (1989) : 性の分化とその制御 水産養殖学講座4. 水族繁殖学. 隆島史夫, 羽生功編 141~165. 緑書房 東京
- 8) 中園明信 (1987) : 日本産タイ科魚類の性転換とその水産増殖への応用に関する研究, 昭和59-61年度科学研究費補助金(一般研究C)研究成果報告書