

人工採苗マダイにおける鰾の未発達と脊柱屈曲の関係

北島 力・岩本 浩・藤田矢郎

Relation between Curvature of Vertebral Column and Hatchery-reared Undeveloped Swimbladder in Red Sea Bream, *Pagrus major*

Chikara KITAJIMA, Hiroshi IWAMOTO, and Shiro FUJITA

近年マダイ *Pagrus major* (Temminck and Schlegel) 人工採苗技術に関する研究が各地の機関で進められ、生産尾数も年々増加している。しかし、人工採苗魚に脊柱がV型に屈曲する形態異常魚が各地で出現し、発現率も著しい場合50%以上にも達するので大きな問題になりつつある¹⁻⁴⁾

筆者らは、1974年以降行なってきたその原因調査の過程で、脊柱屈曲の発現が鰾の未発達と密接に関連していることを明らかにしたので、その概要を報告する。

本報告をまとめるに当たり、貴重な天然産稚魚の標本をご提供いただいた熊本水試牛深分場伊勢田弘志技師に深謝の意を表する。

材料および方法

飼育群の成長に伴う脊柱屈曲発現率および鰾の未発達個体出現率の推移 1976年5月14日にふ化した仔魚を6トン水槽に約10万尾ずつ収容し、表1のような方法で飼育した。これらの群が

表1. 4飼育群の飼育方法

日令 区	5	10	15	20	25*	30	35	40
A	← クロレラワムシ →				分 養	← 魚介類ミンチ肉 →		
B	← 酵母ワムシ →					← 魚介類ミンチ肉 →		
C	← 酵母ワムシ →					← 魚介類ミンチ肉 →		
D	← 油脂資化酵母ワムシ →					← 魚介類ミンチ肉 →		

* 25日までは室内6トン水槽、その後は500トン槽内の2×2×2mモジ網生簀で飼育。

** パン酵母で培養後クロレラで3時間栄養強化したワムシ。

*** 脂肪酸強化のため、フィードオイル資化酵母で培養したワムシ。

ら、ふ化後37日(平均全長12.4mm~15.0mm)から103日(101.3mm~113.8mm)までの間に計7回、各区50~100尾の標本魚を採集し、これを生体または10%ホルマリン海水で固定した材料について、剖検およびソフテックス(CMB型)によるX線写真によって脊柱屈曲および鰓の異常の有無を調べた。これらの群以外にも、1975年および'76年における飼育群から適宜材料を採取し、上記と同様の調査を行なった。

同一個体での脊柱屈曲および鰓の変化 1975年5月2日にふ化し、7月17日まで飼育した幼魚から無作為に取上げた65尾(平均全長61.6±6.5mm)について、尾鰭、臀鰭および腹鰭の切除の組み合わせで個体を識別できるようにした。これらを1トンパンライト水槽4面に分けて11月25日まで飼育し、この間14回、全個体についてMS222、1/15000溶液で麻酔後、ソフテックスによるX線写真で脊柱屈曲および鰓の変化を追跡した。

天然産稚魚の脊柱および鰓の異常の有無 飼育群と比較するため、熊本県芦北海域および伊万里湾今福沖で採捕された天然産幼稚魚(全長18.5~33.5mm)55尾について、ソフテックスにより脊柱と鰓の異常の有無を調べた。

脊柱屈曲の程度の表示 X線写真によって屈曲部と第1および第24椎骨を結ぶ2直線が作る角度を測定し、10°以下を±、それ以上10°増す毎にそれぞれ+、++、…で示した。

結 果

表1の4飼育群について、全長10mm間隔での脊柱屈曲発現率を図1に示した。D区を除く各区と

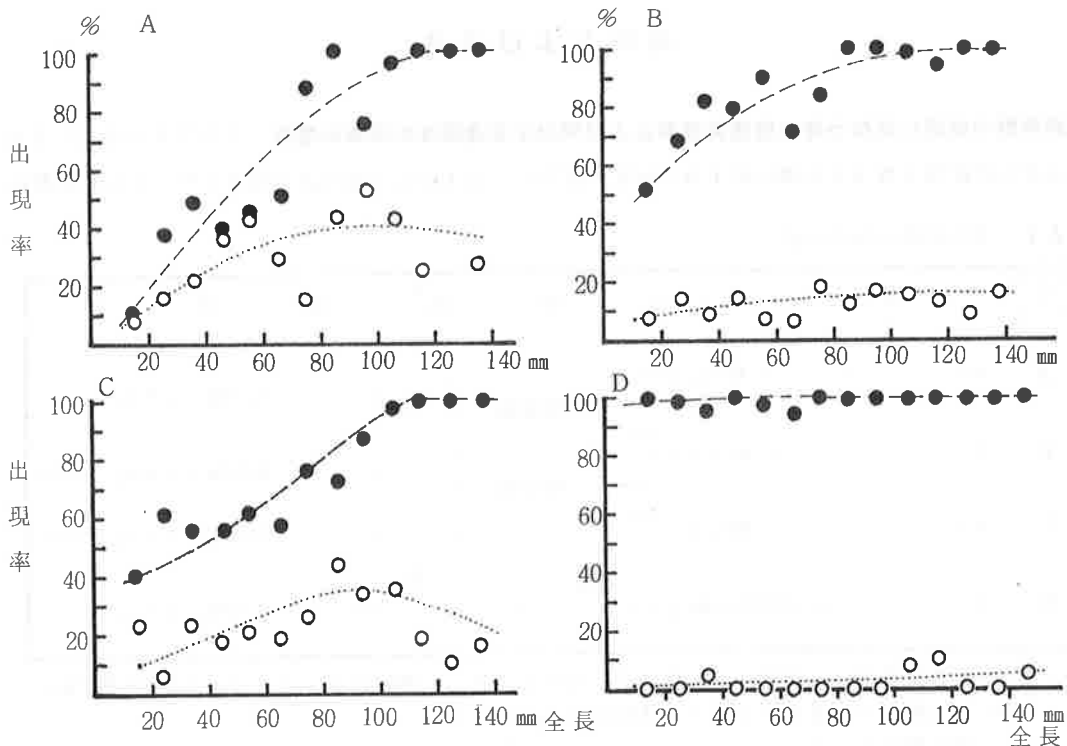


図1. 4飼育群の成長に伴う脊柱屈曲(○)および正常個体(●)出現率

も、全長が100mmを越す頃から少数ではあるが発生がみられ、その後発現率は増加した。しかし、全長が100mm以上になると新たな発現はほとんどなく、むしろやや減少する傾向にある。

個体追跡を行なった65尾の平均全長およびその中の脊柱屈曲魚の占める割合は、図2のように推

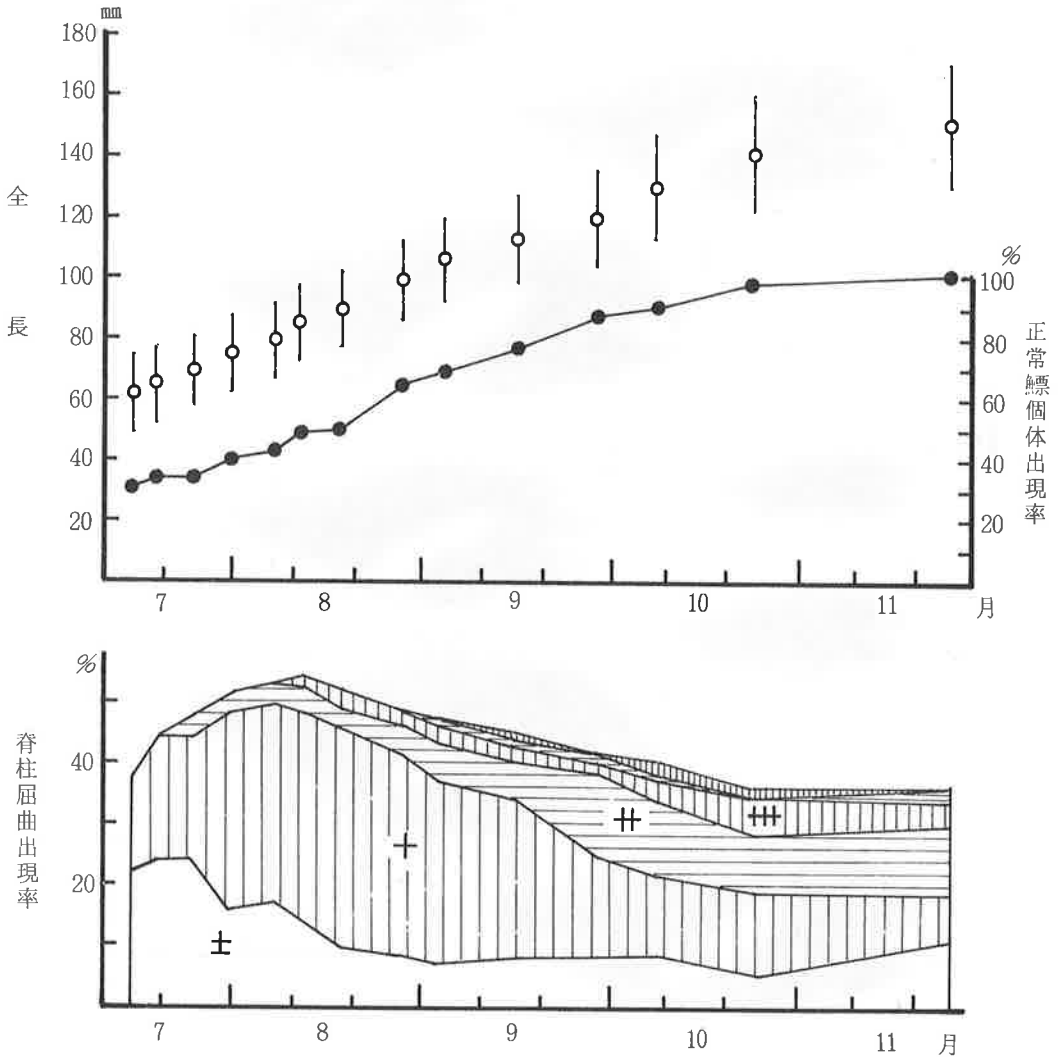


図2. 個体追跡による脊柱屈曲，正常鰾個体出現率

移した。開始時37.5%であった屈曲魚は、約1か月後に53.7%でピークに達するが、その後漸減の傾向を示し、終了時には35.4%に減少した。しかし、屈曲の程度はやや増大する傾向がみられる。このことは、屈曲発現率が成長とともに一方的に増大するのではなく、一部の個体では治癒することを示している。

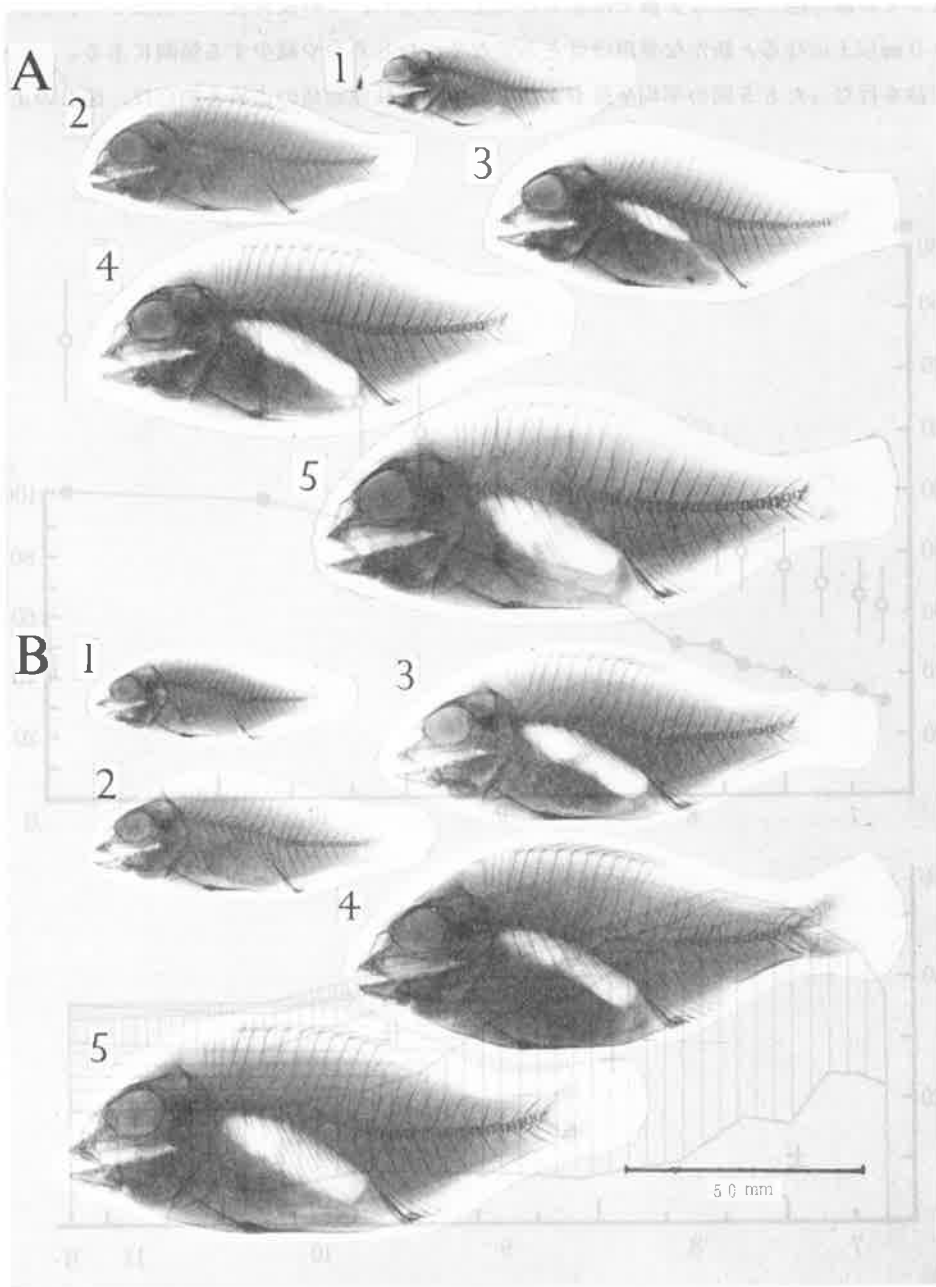
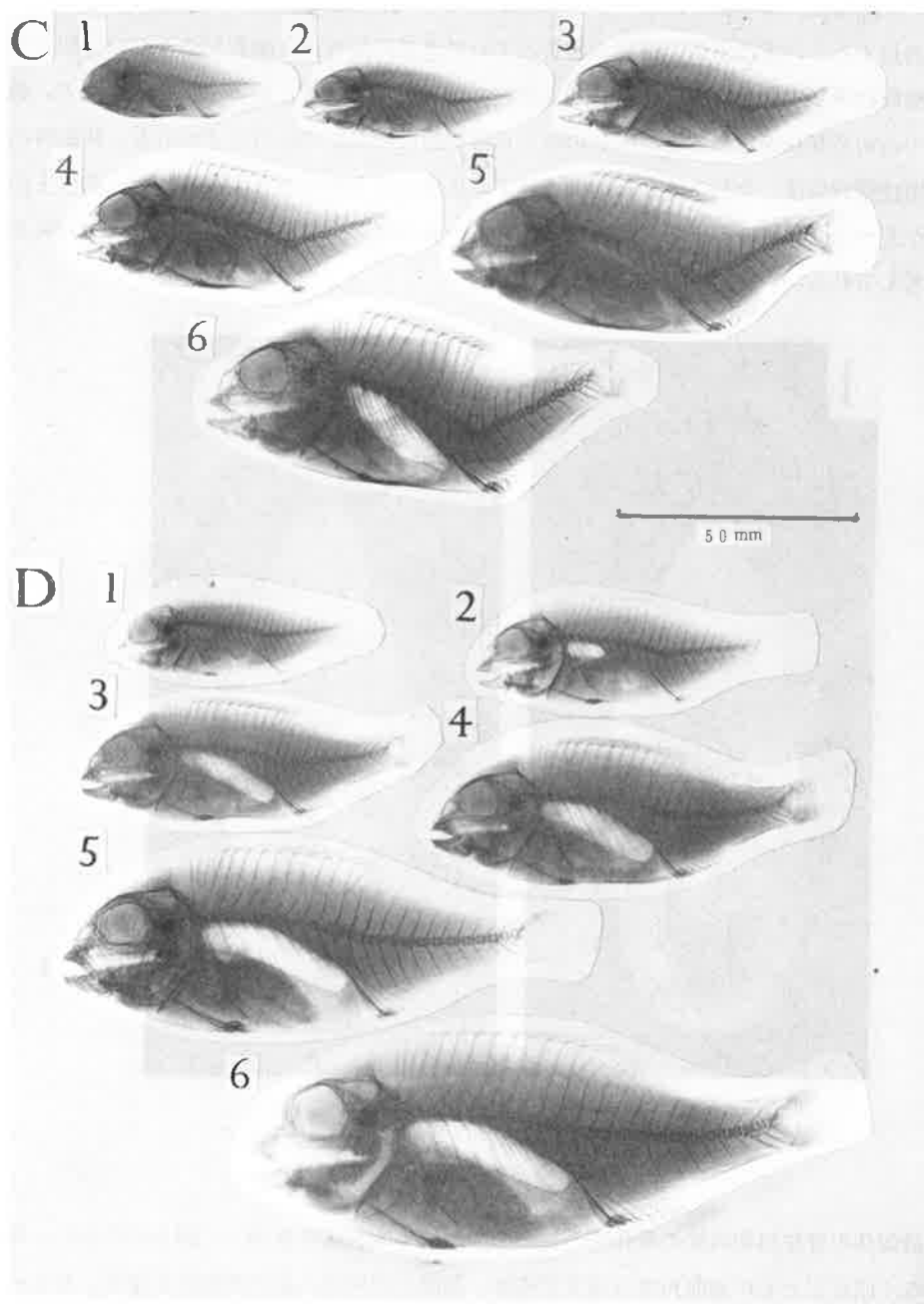


図3. 標識個体の成長に伴う脊柱屈曲および鰓の変化

- A：軽い脊柱屈曲がみられたが、鰓の開腔とともに屈曲がゆるやかになり、正常に回復した例。1：7月15日，2：8月12日，3：9月16日，4：10月25日。
- B：屈曲が鰓の開腔とともにやや緩やかになった後は変化しない例。1：7月15日，2：8月12日，3：9月16日，4：10月10日，5：10月25日。



C：閉腔鰓の期間は屈曲角度が増大する例。1：7月15日，2：7月31日，3：8月6日，4：8月18日，5：9月16日，6：10月9日。

D：Aと同様ほぼ回復した例，1：7月15日，2：8月6日，3：8月12日，4：8月28日，5：9月16日，6：10月26日。

側面からのX線写真によると、図3のように鰾が明らかに認められる個体と認められない個体がある。後者を剖見すると、上、下面の鰾膜が密着していてガスの溜るべき腔所が全くない（図4）ので、鰾としての機能は果していないと考えられる。それで前者を正常な鰾、後者を閉腔鰾として、調査時毎の正常鰾の占める割合を求めると、図2のように直線的に増加している。すなわち、開始時に約70%を占めた閉腔鰾個体は、全長140mm前後に達するとほとんどみられなくなる。同一個体を追跡すると閉腔鰾が6～10日後の調査時には正常に開いているので、ごく短時日の中にガスが分泌されて開腔すると考えられる。

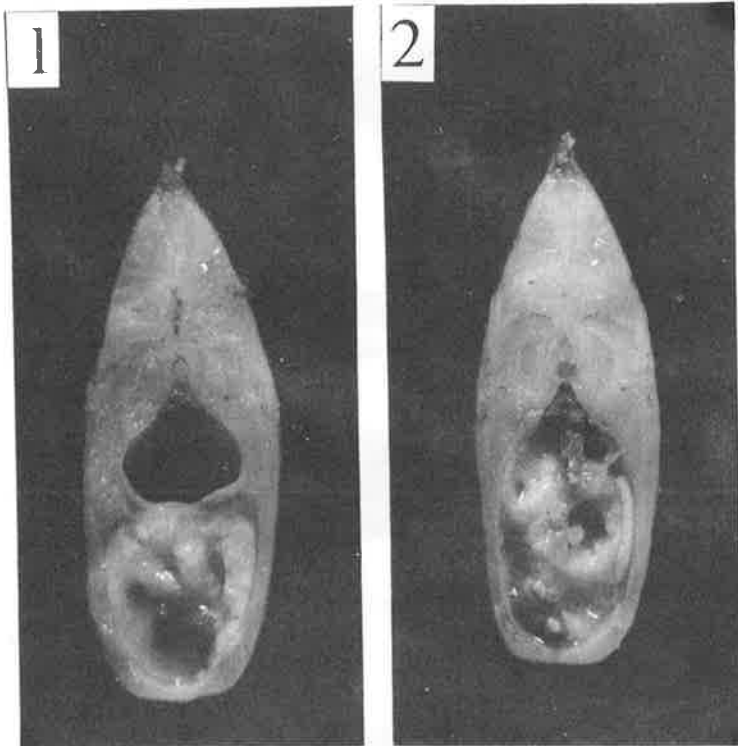


図4. 正常鰾（1）と閉腔鰾（2）の断面

数尾の標識個体の脊柱屈曲角度の変化を、鰾の閉腔期間と開腔後を区別して図5に示した。閉腔期間中は例外なく成長とともに屈曲角度は増大するが、開腔と同時に角度の増大は止まり、むしろやや減少する傾向がみられる。このことは、図3の例でも認められ、軽度の屈曲魚では正常魚と区別できない程度にまで回復した例も多く（図5）、これが図2の発現率の減少となって表われている。鰾の開腔と同時に減少する屈曲角度は、図5から 5° ～ 15° の例が多い。

65尾の供試魚についてまとめると、実験期間中を通して正常な鰾を有していた19尾（29.2%）には脊柱の異常は認められなかった。また、開始時には鰾が閉腔していたが、期間中に開腔した46尾（70.8%）についてはつぎの3群に分けられる。1）は、期間を通して脊柱が屈曲しなかった個

体（8尾，12.3%），2）は開腔とともに屈曲が緩やかになり，実験終了時までには完全に癒って正常魚と区別できなくなった個体（15尾，23.1%），そして3）は，2）と同じく開腔と同時に屈曲角度はやや緩やかになったが，なお屈曲魚と判定される個体で，ある程度回復した後は角度はほとんど変化しない（22尾，33.9%）。

図1に示した4飼育群でも，閉腔鰓个体の出現率は成長とともに減少し，図2と同様全長120～140mmに達すると皆無になる。このパターンは多くの飼育群で共通している。

1975年と76年の21の飼育群における，平均全長42～55mmの時点での調査で，閉腔鰓个体と脊柱屈曲の出現率の関係を図6に示した。図から明らかなように，閉腔鰓个体の出現率が多い群ほど脊柱屈曲発現率も高い傾向が認められる。

また，1976年の7飼育群における，ふ化後16日の仔魚期（平均全長6.3～7.5mm）の標本について，外見およびソフテックスで調べた正常鰓个体の出現率と，これらの飼育群をふ化後61日（全長70mm前後）まで養成した時点での脊柱屈曲个体の出現率を表2と図7に示した。これから明らかなように，全長7mm前後の仔魚期において，既に閉腔鰓が認められ，その出現率が高い群では約70mmまで成長した段階での脊柱屈曲発現率も高い。

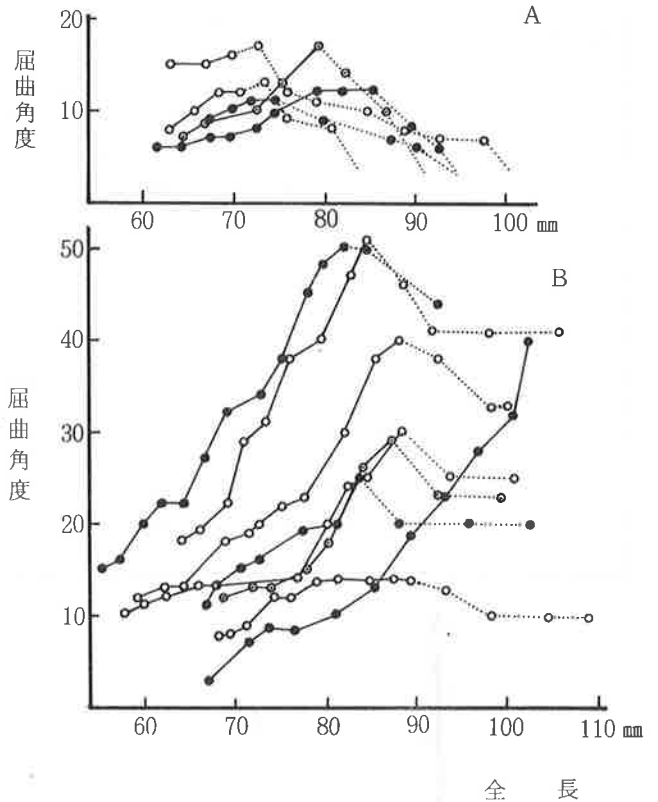


図5. 個体追跡による脊柱屈曲角度の変化
A：ほぼ正常に回復した例，B：屈曲が固定した例，実線は閉腔鰓，点線は開腔して正常鰓の時期

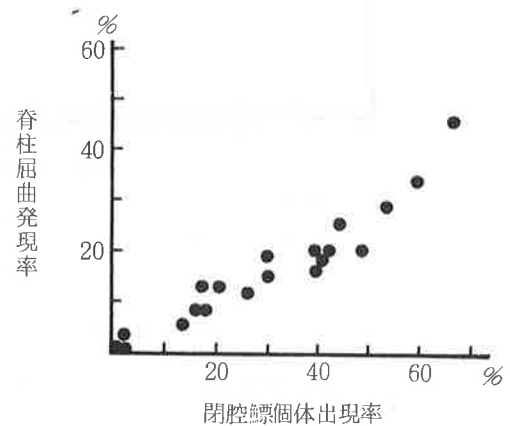


図6. 全長42～55mmの時点での閉腔鰓个体出現率と脊柱屈曲発現率の関係

表2. ふ化後16日における正常鰾個体出現率とふ化後61日における脊柱屈曲発現率

飼育群 No.	7月3日(ふ化後16日)			9月2日(ふ化後61日)			
	調査尾数	平均全長 mm	正常鰾個体出現率 %	調査尾数	平均全長 mm	正常鰾個体出現率 %	脊柱屈曲発現率 %
1	25	7.01±0.55	96.0	246	67.4±10.5	97.6	2.9
2	〃	7.19±0.60	100.0	218	73.4±9.9	99.5	2.3
3	〃	6.74±0.81	60.0	135	69.0±11.1	94.1	5.6
4	〃	7.52±0.53	88.0	72	68.7±11.7	100.0	1.4
5	〃	7.41±0.59	92.0	141	77.7±9.7	97.2	2.8
6	〃	6.65±0.55	80.0	83	73.0±8.0	83.1	10.8
7	〃	7.46±0.57	28.0	108	67.9±11.2	77.8	15.7
8	〃	6.33±0.74	66.7	82	78.8±9.8	89.0	9.9

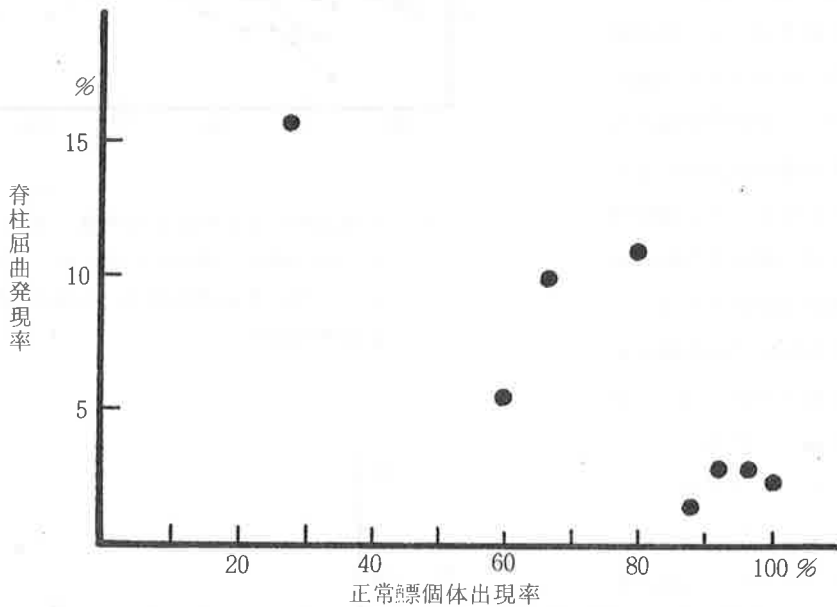


図7. 仔魚期(全長約7mm)における正常鰾個体出現率と、若魚(全長約70mm)に成長した時点での脊柱屈曲発現率の関係

表1のAおよびB区の成長に伴う全長組成の変化を、正常鰾と閉腔鰾個体を区別して図8に示した。同図から閉腔鰾個体は相対的に小型魚が多い傾向が認められる。

一方、天然産稚魚55尾についてX線写真で調べた結果は、すべて正常に発達した鰾を有し、また脊柱屈曲魚も全く認められなかった。

考 察

前述したように、全長7mm前後の子魚期で既に閉腔鰓が認められ、また個体追跡調査から、鰓が閉腔した個体の脊柱が屈曲し、その閉腔と同時に屈曲が10°前後緩やかになること、全長120~140mmに達するまでに閉腔鰓個体のほぼ100%が開腔し、その後屈曲の新たな発現がなくなることなどから、正常に発達しない鰓と、脊柱屈曲の間に密接な関係があると考えられる。現在まだその因果関係は明らかでないが、何らかの原因で鰓の機能化が遅れることにより、二次的に脊柱が屈曲する可能性が強い。

天然産稚魚では、閉腔鰓および屈曲個体が全く認められない。また、熊本水試牛深分場が芦北海域で採捕した平均全長15mmおよび20mmの稚魚を、人工種苗と同様の方法で飼育した結果、閉腔鰓個体も脊柱屈曲魚も出現しなかったという^{5,6)}。

これらのことから、種苗生産における初期飼育過程での、何らかの原因によって鰓が閉腔し、それが脊柱屈曲の発現と密接に関係すると考えられる。

したがって、仔魚期における閉腔鰓個体出現率を調べることによって、その群の将来の脊柱屈曲発現率をある程度予測することが可能である(図7)。

仔魚期の飼育過程における物理的刺戟や餌料種類を変えた現在までの飼育実験からは、これらの飼育条件と閉腔鰓および脊柱屈曲発現率の間に一定の関係を認めることはできない^{2,3)}。しかし、図8のように、閉腔鰓個体の成長が正常魚と比べて一般に劣ることは、何らかの生理的障害を受けていることを推測させる。また、一般に小型魚は共食いされやすく、種々の環境の変化や物理的刺戟に対する抵抗性、摂餌能力等が大型個体よりも弱いであろうから、死亡率も大型魚に比べて高いと推測される。したがって、飼育群間の閉腔鰓個体および脊柱屈曲発現率を比較するには、みかけの発現率だけを問題にするのではなく、群死亡率も併せて考慮することが必要と考えられる。

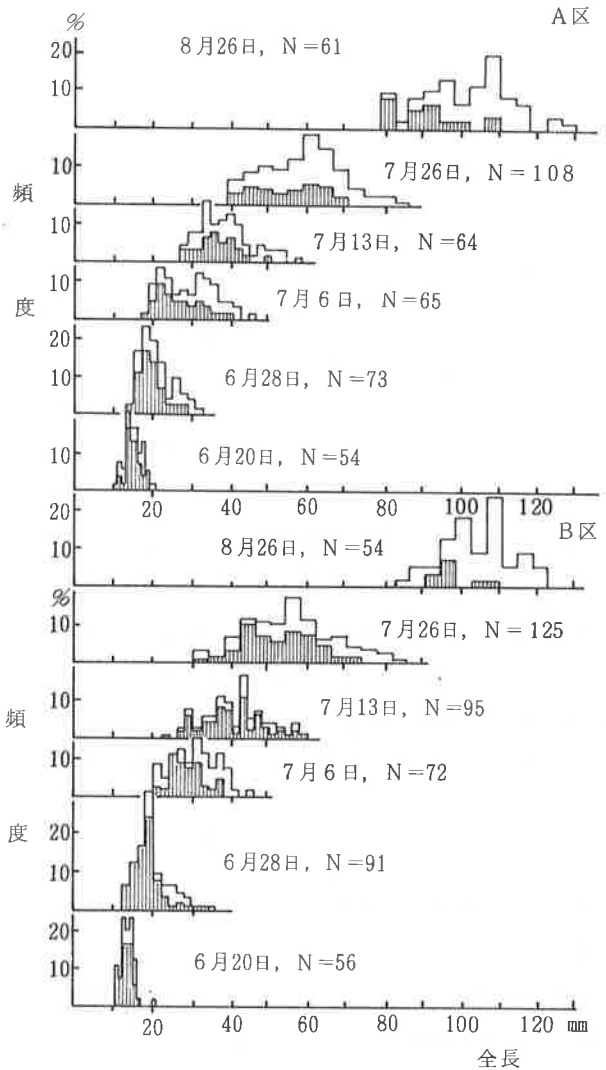


図8. 全長の頻度分布と鰓異常の有無
 ■：正常鰓個体 ▨：閉腔鰓個体

仔魚期における鰾の分化と発達については山下^{7,8)}の報告がある。ふ化後2, 3日頃分化した鰾には消化管と通じる気管が存在し、ふ化後9日頃(全長4mm前後)から鰾内にガスの貯溜が認められる。それとはほぼ同時期に気管の閉鎖退行が始まり、無管鰾になるという。

上述したように、全長7mm前後の仔魚に認められる鰾の閉腔が、鰾の分化以降引続いて閉腔したままか、有管鰾の段階でガスの産生が阻害されたものか、あるいは一旦ガスが溜り正常に発達する過程で、何らかの原因で閉腔するのか今の所明らかでない。しかし、その究明は脊柱屈曲の原因を解明する重要な鍵と考えられるので、今後解剖学のおよび飼育実験の面からの究明が必要である。

要 約

- 1) 人工採苗マダイの脊柱屈曲発現率は、全長10mm頃から認められ、成長とともに増加するが、80～100mmでピークに達した後はやや減少し、120～140mm以後変化しない。
- 2) 全長7mm前後の仔魚に、鰾が閉腔してその中にガスがない個体と、正常な鰾を有する個体が認められ、前者は成長とともに減少し、各飼育群とも120～140mmでみられなくなる。
- 3) 脊柱屈曲は鰾が閉腔した個体に発現し、閉腔期間は屈曲角度が一方向的に増大するが、閉腔と同時に屈曲角度は10°前後緩やかになり、軽症魚では正常に回復する。

したがって、仔魚期の飼育過程における何らかの原因によって鰾の発達が阻害され、そのため脊柱が屈曲する可能性が強い。

- 4) 天然産稚魚には閉腔鰾個体および脊柱屈曲魚は全く認められなかった。

文 献

- 1) 北島 力・岩本 浩・松清恵一, 1975: 人工採苗マダイの形態異常. 長崎水試研報, (1), 19-27.
- 2) 長崎水試増養殖研究所, 1975: 昭49年度指定調査研究事業海産魚類人工種苗の奇形の原因究明と防除研究報告書-I. 22 pp.
- 3) 長崎水試増養殖研究所, 1976: 昭50年度同上報告書-II. 20 pp.
- 4) 隅田征三郎・他, 1974: マダイ人工採苗技術開発試験-III. 人工採苗マダイの奇形(変形)について. 昭48年度熊本水試事報, 354-372.
- 5) 熊本水試, 1975: 昭50年度九州山口ブロック水試マダイ種苗生産研究連絡協議会資料(プリント).
- 6) 熊本水試, 1976: 昭51年度同上資料(プリント).
- 7) 山下金義, 1964: マダイ養殖の基礎的研究-IV. 稚仔の疾病について(1). ガス病. 水増, 12(2), 127-133.
- 8) 山下金義, 1966: マダイ養殖の基礎的研究-V. 稚仔の疾病について(2). 鰾の異常膨満. 日水誌, 32(2), 1006-1014.