

人工採苗マダイの形態異常*

北島 力・岩本 浩・松清恵一

Abnormities of Hatchery-reared Juvenile
of Red Sea Bream, *Pagrus major*
(TEMMINCK et SCHLEGEL)

Chikara KITAJIMA, Hiroshi IWAMOTO and Keiichi MATSUKIYO

当場では、1971年以降マダイの種苗生産研究を行なってきたが、例年脊柱屈曲を主体とする形態異常魚が高率に発生する(表1)。同様の異常魚は、他の多くの研究機関でも発生しているため、種苗生産過程での共通する何らかの原因によるものと考えられる。これらの異常魚は、養殖用や放流用の種苗として使用できないので、早急にその原因と防除方法を明らかにする必要がある。そのため、まず異常形態の類別、成長段階別の発生率および飼育条件との関連などについて調査したので、その概要を報告する。

表1 年度別奇形魚発現率

年度	生産尾数	奇形発現率
46	2×10^4	10%
47	3.6	25
48	18	23
49	42	23.5

注：外見から判定した発現率

材料および方法

材料 1974年5月から8月までの種苗生産過程で、1週間毎にそれぞれ約200尾を無作為に取上げ、10%ホルマリン海水で固定したものを材料にした。また、1973年度の材料も一部使用した。

調査方法 標本魚は、全長と体重(一部のみ)の測定、外部形態の観察およびソフテックス(CMB型)によるX線写真撮影を行ない、形態異常の有無を調べた。

飼育方法の概要 表2に、1973年と74年の飼育方法と飼育結果の概要を示した。両年度とも8~30トンの水槽を約20面使用して、ふ化後25日前後(全長8~12mm)まで飼育し、その後海面生簀に移して、全長25~35mmに成長するまで飼育した。一部は、10mm前後で沖出しせずに、水槽で20~30mmまで継続飼育し、その後海面生簀に移した場合もあった。

'73年の生産で、形態異常魚が20%以上発生したので、その原因を、1) 飼育過程での物理的衝撃、または、2) 餌料栄養面での欠陥ではないかと考え、'74年は飼育管理方法のうち、表2に示したように卵管理および沖出しの時の衝撃を減らし、またミンチ肉餌料にビタミンミックスとマツカラム塩を添加するなど若干改めた。

*本報の一部は、昭和49年度日本水産学会九州支部大会(昭50年2月22日)で発表した。

表2 飼育方法と結果の概要

項 目		1973年	1974年
親魚と採卵	年令・大きさ 収容尾数	A区：4年(2kg)62尾/40トン B区：2年(0.6kg)166尾/40トン C区：2年(0.6kg)162尾/40トン D区：4年(2kg)50尾/40トン	3年 0.8~1.2kg A区：40尾/40トン } ♀:♂ B区：60尾/40トン } =1:1
	採卵方法 採卵期間	オーバーフロー，朝採卵 A区：4/12~5/9, B区4/11~5/11 C区：4/12~5/11, D区5/16~6/24	オーバーフロー，朝・夕2回採卵 4/20~6/10, 累計10800万粒
	雌1尾平均産卵数	A区：25.6万, B区：23.2万 C区：26.8万, D区：36.0万 (2年魚の1/3は未熟)	A区：280万 B区：180万
	ふ化	大部分がふ化ネットでふ化した仔魚を飼育槽に移した。一部は受精卵を飼育槽に収容。 浮卵率約90%, ふ化率82%。	ふ化ネットで30~40時間まで管理後飼育水槽に移した。
仔魚期の飼育	容器と収容尾数	8, 12, 30トン水槽 0.8万~3.5万/トン	8, 12, 30, 40トン水槽 1.5~7.5万/トン(多くは2~3万/トン)
	飼育水の管理 餌料種類と投与量	クロレラ50万/cc前後, 8~10日まで止水, その後流水。 ワムシ(クロレラ培養) ブラインシュリンプ, チグリオパス。	クロレラ50万/cc前後, 8~10日まで止水, その後流水。 ワムシ(クロレラ, 生酵母混合培養) ごく少量のブラインシュリンプ。
	沖出方法 大きさ, 日令 尾数, 歩留り	ほとんどサイフォン, 一部バケツ搬送。 7~10mm, 18~30日。 約47万尾, 10.4%。	ほとんどバケツ搬送, 一部サイフォン。 9~12mm, 25日前後。 約140万, 11%。
稚魚期の飼育	生簀の規格 稚魚収容数 餌料	2×2×2m, 1%サランネット→240径モジ網→3×3×3m, 120径 1~2万/面 生簀内の200W電灯に集まる, 天然プランクトン, ブラインシュリンプ, ふ化後30日頃からイカナゴとアカエビのミンチ肉, 40日からイカナゴミンチ肉を1日3~4回。	2×2×2m, 240径→120径→80径モジ網。 1~6万/面 最初5日間はエビ, アサリ, イカナゴをミキサーにかけたものを, その後イカナゴミンチ肉を終日撒餌にして与えた。餌料には, ビタミンミックス(ハルパー処方)とマツカラム塩をそれぞれ2%と1%添加した。
	種苗生産終了時の大きさ, 日令, 尾数	25~40mm, 40~58日 約18万尾	20~40mm, 40~50日, 42万尾。

結 果

形態異常の類別と記載 先ず異常の類別および各タイプについて、外見およびX線写真による異常を記載する。

1) 脊柱屈曲(図版1, 2および3)

屈曲は、すべての異常魚で背面向きに起るので、逆“へ”の字を呈し、“へ”の字あるいは側方に屈曲する例はみられない。屈曲部は、1個または隣接する2個の椎骨が台形に変形している。

外形的には、正常魚では凸形に彎曲している背外郭が、脊柱の屈曲により凹形になって、しゃほこ状を呈する。

図1に、X線写真によって判定した屈曲個所の椎骨番号を示した。異常の頻度は、第10、第11椎骨を中心に、ほぼ正規分布の形を示す。マダイの椎骨は24個で、10までが腹椎骨

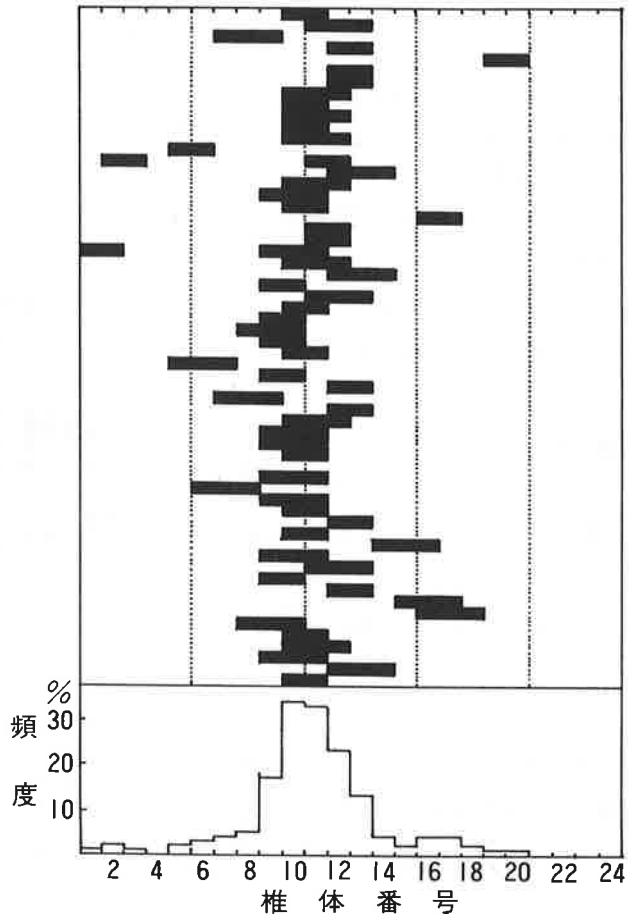


図1 屈曲部の椎体番号と異常頻度

11以後は尾椎骨である。したがって、屈曲は腹椎骨と尾椎骨の境界を中心にして発生している。

屈曲の程度を表わすのに、X線写真によって、屈曲か所から後方の脊柱と中軸線が作る角度を測定し、 10° 以下を±、 $10^\circ \sim 25^\circ$ を+、 $25^\circ \sim 40^\circ$ を++、 $40^\circ \sim 60^\circ$ を+++、それ以上を++++で示した。

2) くびれ症(図版3, 4)

くびれ症は、背側が1か所で陥入し、外見にくびれ状を呈し、脊柱屈曲の有無とは関係なく発生する。X線写真によると、背鰭棘(稀に背鰭軟条)とそれに連なる神経間棘の1本が、脊椎骨の方に引っ張られるように陥入し、その直下の椎骨もくびれの方向にやや持ち上るように配列が乱れている。

発生部位を背鰭棘番号で示すと、図2のように一定の傾向はあまりないが、背鰭基部にやや多い

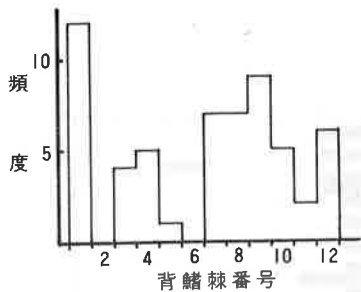


図2 くびれ症の発生する部位の背鰭棘番号

椎骨が融合した場合は、融合した椎骨数の神経棘と血管棘がそこから出ているので、椎骨数は少ないが、棘数は定数の場合が多い。

融合がみられた椎骨番号を示すと、図3のように13、14を中心に多い。また、その発生は脊柱屈曲やくびれ症の有無とは関係がない。

1973、'74年度に発生した形態異常としては上記3種が主なもので、その他脊椎骨の配列の乱れや一部の変形が少数例でみられた。また従来報告された頭部、口部および鰓蓋骨の変形異常^{1,2)}も僅かに発生したが、類別する程の例数ではなかった。

形態異常のタイプ別発現率 '74年度の生産魚について、8月12日に生簀5面から100尾ずつ、計約500尾を取上げ、X線写真で判定した異常魚の各タイプ別発現率を表3に示した。微弱的な異常まで含めると、約50%に達し、その84%が脊柱の屈曲で、くびれ症と椎体融合がそれぞれ6%弱を占めていた。

ようである。

3) 短軀症(椎体融合症, 図版5, 6)

短軀症は、外見的には体長の割に体高が異常に大きい、いわゆる“寸詰まり”のものである。これをX線写真で観察すると、椎骨が1個所または数個所で融合している。外見的に短軀症として認め得るような重度の異常魚では、椎骨の融合も顕著で、5、6個の椎骨の融合が数個所で起っている例もある。しかし、2、3個の融合が1個所で起る

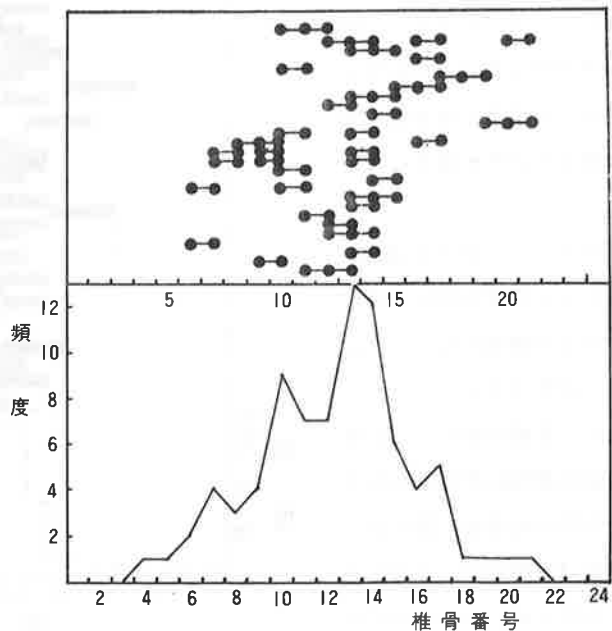


図3 椎体融合の発生部位と頻度

* 融合か、圧扁変形か、あるいは両者の場合があるのか、今後の詳しい調査が必要であるが、ここでは仮に融合としておく。

表3 タイプ別奇形魚の発現率

		奇形の種類	発現数	発現率
奇形魚	脊柱	±	17	3.4%
		+	102	20.5
		++	46	9.3
		+++	36	7.2
		++++	5	1.0
	計		206	41.4
	くびれ症		14	2.8
	椎体融合症		14	2.8
	その他		11	2.2
	合計		245	49.3
正常魚		252	50.7	
全数		497	100	

注：全長 $93.3 \pm 6.7 \text{ mm}$

しかし、脊柱の屈曲角度は、 100 mm 以上でも次第に増大する傾向が認められる。これらのことから、全長 10 mm 前後から出現する脊柱屈曲は、成長とともに発現率が増加するが、 100 mm 前後に達すると新たな発現はほとんどなくなる。しかし、一旦発生した屈曲は、その後も異常の程度が漸次増大して行くものと考えられる。

飼育方法と発現率 '73年と'74年度の生産魚の外見判定による異常発現率は、表1のようにほとんど変らない。'74年度は、表2に示したように、卵管理、沖出し等、強い衝撃を受けると考えられる方法を改め、沖出し後の餌料中にビタミンミックスとマツカラム塩を添加したが、これらの条件はいずれも異常魚の発現防止効

異常の発現時期とその後の経過 1回の標本(各 $40 \sim 50$ 尾)毎の脊柱屈曲の発現率と、その平均全長の関係を図4に示した。全長 $12, 3 \text{ mm}$ 頃から少数ではあるが発生がみられ、その後成長とともに発現率は増加する。屈曲がみられた最小個体は 10.6 mm であった。

同様に、くびれ症と椎体融合症の出現率を図5に示した。両者は例数が少ないので成長との関係は明らかでないが、やはり 20 mm 以下で出現し、全長の伸びに従って漸増する傾向が伺える。

'73年度の同一生簀の飼育群での屈曲魚の発現率と屈曲角度の推移を図6に示した。すでに図5に示したように、発現率は全長 100 mm 前後に達するまでは、成長とともに徐々に増加する傾向がみられるが、図6のようにその後は顕著な増加はみられない。

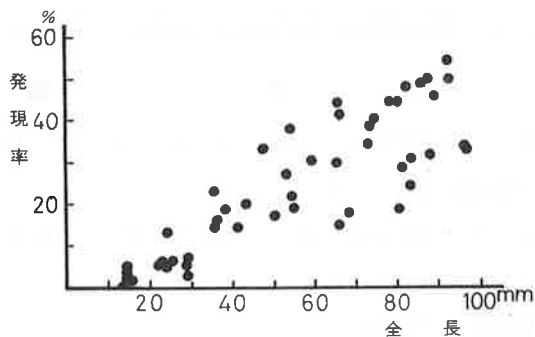


図4 全長と脊柱屈曲発現率の関係

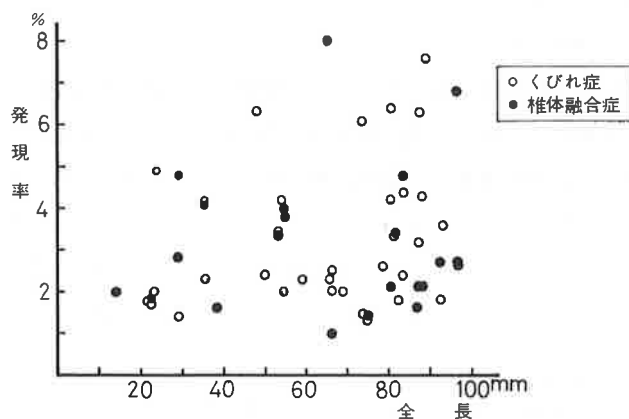
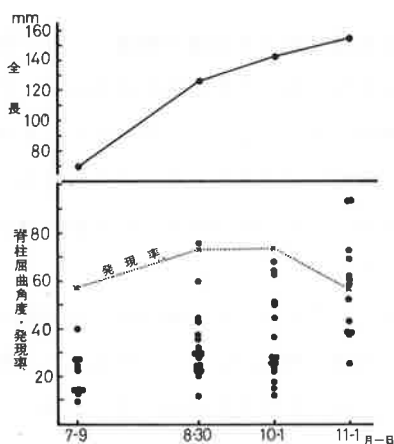


図5 全長とくびれ症および椎体融合発現率の関係



◀ 図 6 脊柱屈曲の発現率と屈曲角度の推移

果が認められなかった。

一方、10mm前後で冲出しせず水槽で継続飼育した群では、表4のように発現しないか発現率が低い例が多い。

表 4 水槽飼育例での脊柱屈曲魚出現率

水槽 No.	容 量	調査月日	日 令	調査尾数	平均全長	脊柱屈曲		正常魚	発現率
						++	+、±		
215	30トン	8-24	131	16	69.0mm	1	5	10	37.5
104	8	8-20	125	27	68.0	0	0	27	0
401	100	6-28	58	58	62.4	0	0	58	0
402	〃	6-29	46	126	66.6	0	2	124	1.6
〃	〃	7-15	62	39	61.9	0	1	37	2.6
〃	〃	8-12	90	74	90.5	0	5	66	6.8

考 察

採苗過程で発生する形態異常は、表3のように脊柱屈曲を主に、微弱なものまで加えると約50%に及ぶ。一般に脊椎骨異常の原因として、

- 1) 遺伝的もしくは発生初期の何らかの障害に基づくもの(狭義の奇形)。
- 2) 筋肉の異常緊張に伴うもの。
- 3) 物理的衝撃によるもの。
- 4) 栄養の欠陥によるもの。
- 5) その他

などが挙げられる⁵⁾。

1) については、他の多くの研究機関でも同様の異常魚が発生していることから、先天的な原因は考え難い。しかし、親魚養成過程での餌料や環境に問題があって、原因となり得る可能性もある。

2) は、各種農薬等の毒物⁴⁾、ある種のサルファ剤⁵⁾などによるといわれるが、採苗過程でこれらに該当するものはとくに見当らない。ただブラインシュリンプ卵が、DDTなどの農薬に汚染されているという報告⁶⁾があるので、全く疑点がないわけではない*。しかし、'74年は、一部の飼育例で少量のブラインシュリンプを使用したのみで、全く使用しなかった群もあったが、かなり大量に使用

*ここで使用したブラインシュリンプ卵(SANFRANSISCO BRAND)にも、DDT、BHCが含まれていることは著者らも確認している。

した前年度と同様に異常がみられるので、その可能性は薄い。

3) の物理的衝撃を飼育過程で比較的強く受けたと考えられるものに、卵管理中の注水や通気による攪拌と、沖出し時のサイフォンによる吸引、バケツによる掬い込みや手網による取上げなどがある。しかし、これらの方法を一部変えた'73年と'74年の発現率に差がないことから、物理的ショックが直接的な原因とは考え難い。

4) の餌料栄養面では、アスコルビン酸欠乏により、ニジマス稚魚⁷⁾やハマチ^{8,9)}に脊柱屈曲を伴う骨異常が出現することが明らかにされている。また村上^{10,11)}は、コイの脊柱屈曲を伴う頭部変形症の発生に、飼料中のCaとPの量の不均衡が一因になること、マツカラム塩の添加によりこれを治癒または防止できることを明らかにした。これらのことから、'74年度は魚介ミンチ肉にビタミンやミネラルを添加したが、発現防止効果は認められなかった。

一方、前に述べたように、10mmサイズで沖出しせずに、水槽で継続して飼育した群では、発現率が低い例が多い。水槽と生簀での飼育条件を比較すると、沖出しの有無以外に2, 3の相異点がある。まず、10mm前後で沖出しする場合は、ほとんどワムシ単一でそれまで飼育し、その後は直ちに魚介肉に餌付けした。この間に、コペポダなどの微小甲殻類を使用する場合でも、その量は少ない。一方、水槽飼育では、稚魚の密度が低いことや水換りが悪いため、ティグリオパスやアカルチアをワムシと魚介肉の間に使用することが多い。また、網替えなどの物理的ショックも水槽飼育ではなく、飼育密度も一般に低い。このように異なる条件が多いので、何が発現率の差になったか明らかでないが、今後の原因究明の手懸りになるものと考えられる。

脊柱屈曲は、全長10mm位から見られ始め、その後発現率は漸次増大するが、その原因となる条件が、発現する期間中連続的に存在するのか、あるいは10mm前後またはそれ以前に原因があり、発現が潜在化して長期に亘って徐々に顕性になるのかは現在のところ明らかではない。しかし、この問題は原因究明の上で極めて重要であり、今後明らかにする必要がある。

摘 要

1973年と'74年において行なったマダイ人工採苗過程で出現した形態異常の類別記載、発現率および発現時期などにつぎの結果を得た。

1) 主な異常として、脊柱屈曲、くびれ症および短軀症(椎体融合症)の3種がみられた。

2) 1974年度の生産魚をX線写真で調べた結果、脊柱屈曲魚約40%、くびれ症と椎体融合症がそれぞれ3%弱の出現率であった。

3) 脊柱屈曲魚は全長10mm頃から出現し始め、100mm前後まで成長とともに漸次増加するが、その後の新たな発生はほとんどない。しかし、屈曲の程度はその後も次第に増大する。

4) 物理的衝撃が強いと考えられる卵の管理と沖出しの方法、および魚介肉へのビタミン混合とミネラル混合の添加の有無等の条件を変えて飼育を行った1973年と'74年で、異常魚の発現率に大差はなかった。

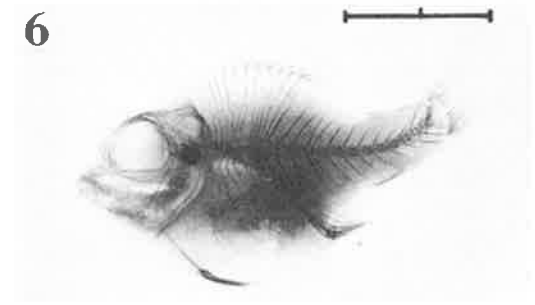
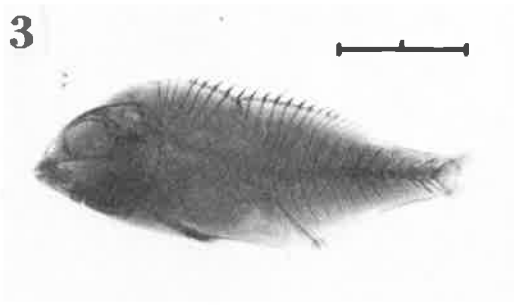
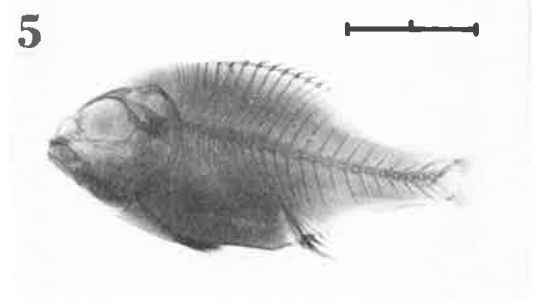
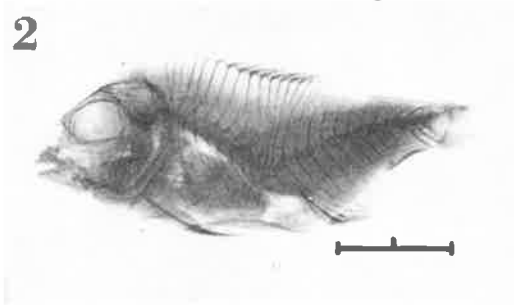
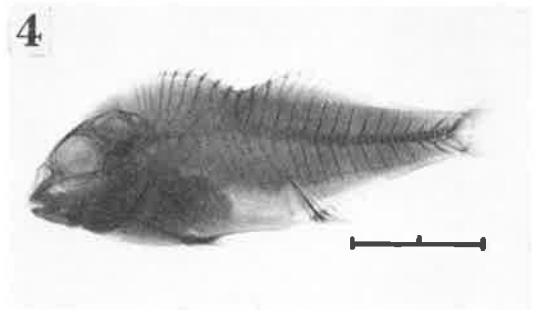
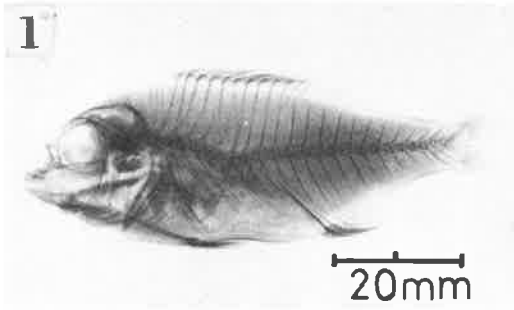
5) 10mmサイズで沖出しする一般の飼育方法に比べて、20~30mmまで水槽で継続飼育した

群では異常魚の発現率は少ない。

文 献

- 1) 伏見徹, 1971年: マダイ稚仔魚期の飼育管理技術の向上に関する研究。昭和45年度別枠研究成果, 備後灘周辺漁場開発プロジェクトチーム, 108-118。
- 2) 佐藤正明他, 1972: 稚仔魚期の餌料開発に関する研究。昭和46年度別枠研究成果, 備後灘周辺漁場開発プロジェクトチーム, 108-118。
- 3) 松里寿彦, 1973: 海産魚にみられた骨異常について-1。広島県沿岸産の骨異常魚。南西水研研報, 6, 17-58。
- 4) 森浩一郎, 窪田三朗。1972: 数種の農薬のボラに対する毒性。昭和47年度日水学会秋季大会講演要旨集, 115。
- 5) 窪田三朗他, 1970: サルフッ剤の副作用。魚病研究, 4(2), 98-102。
- 6) BOOKHAUT, C. G. and J. D. COSTLOW, 1970: Nutritional effects of *Artemia* from different locations on larval development of crabs. *Helgolander wiss. Meeresunters.*, 20, 435-442。
- 7) 北村佐三郎他, 1965: ニジマスのビタミン要求に関する研究-I。アスコルビン酸について。日水誌, 31, 818-824。
- 8) 坂口宏海他, 1969: ハマチのビタミン要求に関する研究-I。B₆ およびC欠乏症について。日水誌, 35, 1201-1206。
- 9) 佐藤正明他, 1969: ハマチのビタミン要求に関する試験-II。配合飼料中のアスコルビン酸カルシウム添加量が成育に及ぼす影響。昭和43年度指定調査研究餌料研究報告書(広島水試), 9-15。
- 10) 村上恭祥, 1970: コイ稚魚に発生する頭部変形症の研究-IV。変形魚発生原因と予防。治療法について。広島県淡水魚指導所調査研究報告, No.9, 9-21。
- 11) 村上恭祥, 1967: コイ稚魚に発生する頭部変形の研究。魚病研究, 2(1), 1-10。

図版 1



図版説明

1 : 脊椎屈曲 (軽度)

4 : くびれ症

2 : " (重度)

5 : 椎体融合症 (軽度)

3 : くびれと脊椎屈曲の合併症

6 : " (重度)

