

種苗生産に関する基礎的研究*

第I報 マダイ仔魚期における膀胱内異物成形 と成長・死亡との関係について

上田 和夫・石岡 宏子・岡本 亮・福原 修

THE BASIC STUDY ON THE PRODUCTION OF MARINE FISH SEEDLING

I. The Effect of The Foreign Body in Urinary Bladder on The Growth and Mortality of The Larvae of Red Sea Bream *Pagrus major* (TEMMINCK et SCHLEGEL)

KAZUO UEDA, HIROKO ISHIOKA, RYO OKAMOTO and OSAMU FUKUHARA

The high mortality of larval stage has been observed in rearing of some marine fishes, since the works on the production of the seedling were established in Japan.

Although many factors could be considered as the causes of high mortality, diseases and unsuitability of foods should be estimated as the causes of main troubles.

Authors have studied on the diseases, which might be the causes of the problem since 1966. Some symptoms such as abnormal shape of notochord, existence of air bubbles in digestive duct and of foreign body in urinary bladder, etc. have been observed.

In this paper, authors deal with the relationships between the chlorinity of rearing medium and the formation of the foreign body, and with the effects of its formation to the growth and mortality on red sea bream, *Pagrus major* (TEMMINCK et SCHLEGEL).

The results so far obtained are summarized as follows;

- (1) The suitable chlorinity range for normal larval development was approximately from 18 ‰ to 20 ‰.
- (2) The number of the larva holding the foreign body in urinary bladder was greater with higher chlorinity of rearing medium ranging between 14 ‰ and 22 ‰.
- (3) The formation of the foreign body may not affect the larval development up to stage of 20 days old larvae.

* 1970年5月31日受理：南西海区水産研究所業績第20号

は し が き

海産魚の人工種苗生産の仔魚飼育において、一般にきわめて大きな死亡がみられ、種苗生産研究およびその事業の推進の大きな障害となっている。このような仔魚期の死亡要因としては仔魚の生物学的条件ならびに飼育条件が考えられるがとくに仔魚に与える餌、環境条件の適否および疾病などがあげられている。これに対し仔魚期における給餌、水質管理、疾病予防などの基礎研究が早急に行なわれる必要がある。

著者等はとくに仔魚期の疾病の問題をとりあげ1966年から海産仔魚の疾病の症状およびその発生要因の研究に努めつつある。

海産仔魚の飼育中に種々の症状がみとめられるが、とくに2, 3の魚種について、膀胱内に異物の出現、消化管に気泡が認められるもの、脊索彎曲の奇形が多く出現する症状などが認められ、仔魚の死亡に大きく関与していると思われる（内海区水産研究所・栽培漁業協会：1966, 山下：1966）。

これら仔魚の死亡要因と思われるもののうち、この報告は、マダイを材料として膀胱内異物の症状とその発生要因との関係について研究したものである（Fig. 1）。

カサゴでは、この膀胱内異物の症状は天然産の仔魚にも認められている（内海区水産研究所・栽培漁業協会：1966）。

なお、サルトン海（カルフォルニア）のマカジキでは、成体でも調査尾数（533尾）の46.3%が、中腎輸管中に“Kidney stones”を有していたことが報告されている（G. B. TALBOT：1967）。

ここではマダイ仔魚の膀胱内異物の形成について、その形成率と塩分との関係を中心にして成長・死亡との相互関係を検討し、異物の形成の現象が異常な生理現象であるか否かおよびこれが死亡の1要因になりうるか否かを調べるため2ケ年にわたり飼育実験を実施した。

材 料 と 方 法

材料はマダイの孵化直後から体長約7.0mmまでの飼育魚を用い1966年5月18日より6月9日の20間に瀬戸内海栽培漁業センター・伯方島事業場内で飼育実験した。

まず本実験に入るに当たり、塩分と膀胱内異物の形成率との関係を求めるために1967年5月19日より6月10日までの20日間にわたり前記の場所で、孵化後6日目から体長8.5mmまでの飼育魚を用いて予備実験を行なった。これによれば、塩分が前記事業場周辺海域の海水（塩素量約18%）より高い試験区ではその形成率は高く、低い試験区では低いという知見が得られた（Fig. 3-1）。

この予備実験の知見に基づいて人工受精卵よりの孵化仔魚500尾を30ℓ容ポリカーボネイト製円型水槽に収容し、本実験を実施した。飼育試験区については伯方島周辺海域の現場海水塩分より低い塩分区、近似的な塩分区、高い塩分区としてそれぞれⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵの6区を設定し1試験区は比較のために2水槽づつ用い、A、B2シリーズとして同時並行して行なった。

低塩分海水区の調製は現場海水（18.60%）を蒸留水にて希釈し高塩分海水区は、現場海水に塩田で濃縮した高塩分海水を加えた。飼育期間中に蒸発にともなう塩分の上昇は適時蒸留水を少量添加することにより

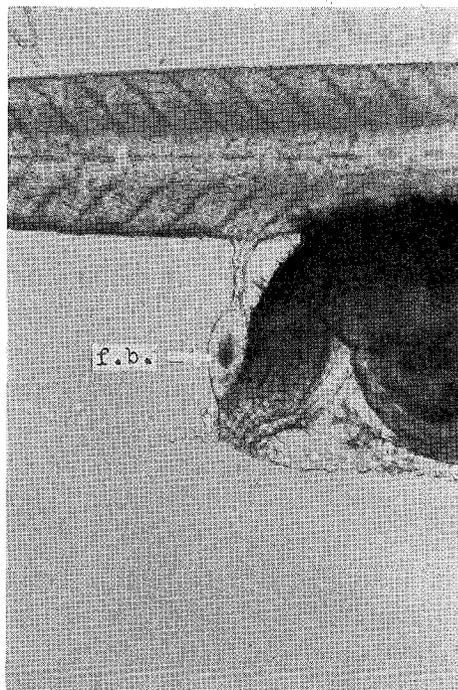


Fig. 1. The appearance of the foreign body in urinary bladder.

調製した。

飼育は僅かに送気しながら止水中で行なった。

仔魚の初期餌料にはカキ幼生、次期餌料としてシオミズツボワムシを与えた。マダイ仔魚の摂餌開始期にあたる孵化後3日目の5月23日から6月6日まではカキ幼生、仔魚の餌料要求が変わると考えられている孵化後9日目の5月28日から6月8日まではシオミズツボワムシを与えた。両者の投餌量は正常な発育に充分と考えられる量(カキ幼生, 140×10^4 個, シオミズツボワムシ, 8.4×10^4 個)を毎日1回, 午前10時~11時の間に投与した。

魚体の観察は収容日から6日毎に測定日を設定し各試験区当り20尾づつとりあげ膀胱内異物の有無および体長・総長について検鏡計測をし, 半数づつブアン氏液, 10%—中性ホルマリン液で固定して組織学的研究に供した。飼育中に死亡した個体については全飼育期間を通じて4時間毎に観察しとりあげ膀胱内異物の有無について調査した。

試験期間の飼育条件は水温, pH, 比重, および照度を毎日午前10時に測定し, 塩検および溶存酸素の測定は魚体測定日の翌日に行なった。

実験結果と考察

1. 飼育条件

水温, 塩分, 溶存酸素, pH, は全飼育期間にわたって, 各試験区とも相互に大きな変化はなく, 水温は20~21°C, 溶存酸素は4.7~6.4cc/l, pH, は7.6~8.2であった。

塩分の変化は, I区: 14.20~14.30%, II区: 16.30~16.40%, III区: 17.30~17.70%, IV区: 18.40~18.90%, V区: 19.90~20.00%, VI区: 21.70~21.80%, であった。

照度は, 全飼育期間を通じて, 窓際にならべられたAシリーズの試験区がやや高く平均1540 luxであり, その内側のBシリーズは平均1139 luxであった。

Table 1—1. Numbers of 6 days old larvae died just after the experiment started. (1967)

Test lots by chlorinity (%)	Numbers of larvae was seated	Numbers of larvae died
20	100	66
18	100	50
16	100	53
14	100	60

Table 1—2. Numbers of newly hatched larvae died just after the experiment started. (1968)

Test lots	Average of chlorinity (%)	Numbers of larvae was seated	Numbers of larvae died
I	A 14.20	500	0
	B 14.30	500	0
II	A 16.30	500	0
	B 16.40	500	0
III	A 17.30	500	137
	B 17.70	500	0
IV	A 18.40	500	0
	B 18.90	500	0
V	A 19.90	500	0
	B 20.00	500	0
VI	A 21.70	500	0
	B 21.80	500	0

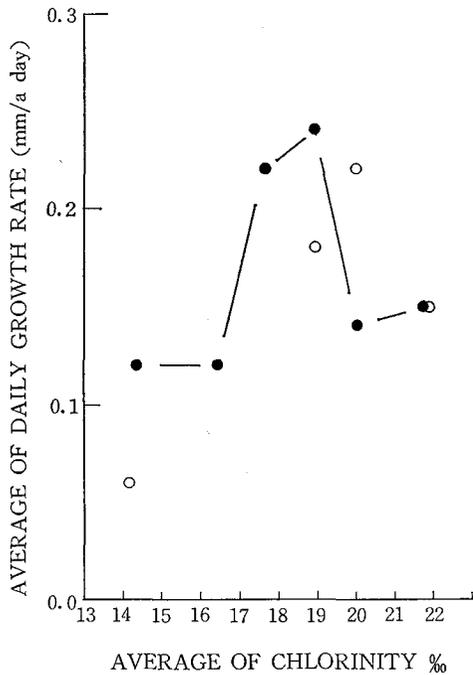


Fig. 2 Relation between the average of chlorinity and the average rate of daily growth through 20 days after hatching. (● : A-series, ○ : B-series)

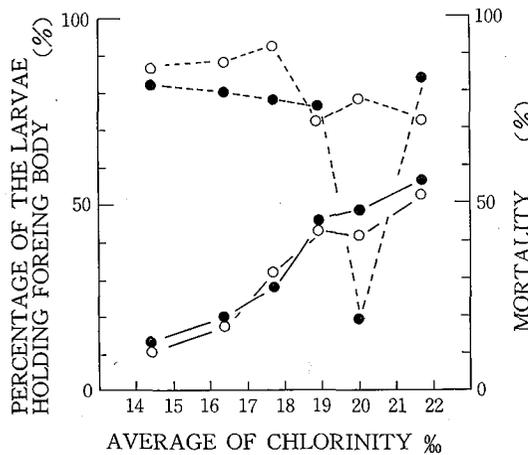


Fig. 3-2. Relationships between the percentage of the larvae holding foreign body in urinary bladder and mortality to newly hatched larvae, and average of chlorinity. (1968)

●...● : Mortality of A-series, ○...○ : Mortality of B-series.
 ●● : Percentage of the larvae holding foreign body on A-series.
 ○○ : Percentage of the larvae holding foreign body on B-series.

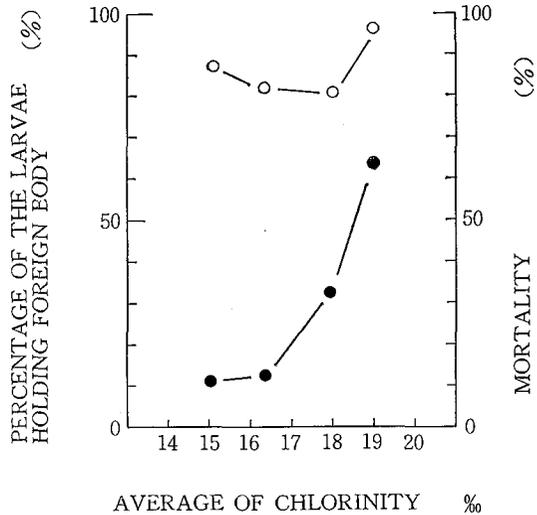


Fig. 3-1. Relationships between the percentage of the larvae holding foreign body in urinary bladder and mortality to newly hatched larvae, and average of chlorinity. (1967) (○ : Mortality, ● : Percentage of the larvae holding foreign body.)

收容時の死亡は表1-1, 1-2に示したが1967年の孵化後6日目の仔魚では全試験区で約50%を示し, 1968年の孵化直後仔魚では, Aシリーズ中のⅢ区をのぞいてすべて健全であった。

総じて飼育期間中の全試験区の飼育条件は死亡による飼育仔魚の密度の変化をのぞいては, ほぼ同一条件であったと考えられる。

2. 成長・死亡と塩分との関係

飼育期間における平均日間成長率と塩分との関係を見ると, 現場海水と近似の塩分(Ⅳ区)がもっとも成長がよく, 次いで高塩分区では落ち, 低塩分区ではもっとも悪かった(Fig. 2)。

飼育中は出来るだけ, めんみつな観察につとめこの間死亡した個体はとりのぞいてその個体数を確認した。

しかし各水槽の全收容尾数の約34%の個体数が確認できなかった。このため1試験区当りの收容尾数に対する死亡率の計算にあたっては, 確認できなかった数尾および観測のためにとりあげた尾

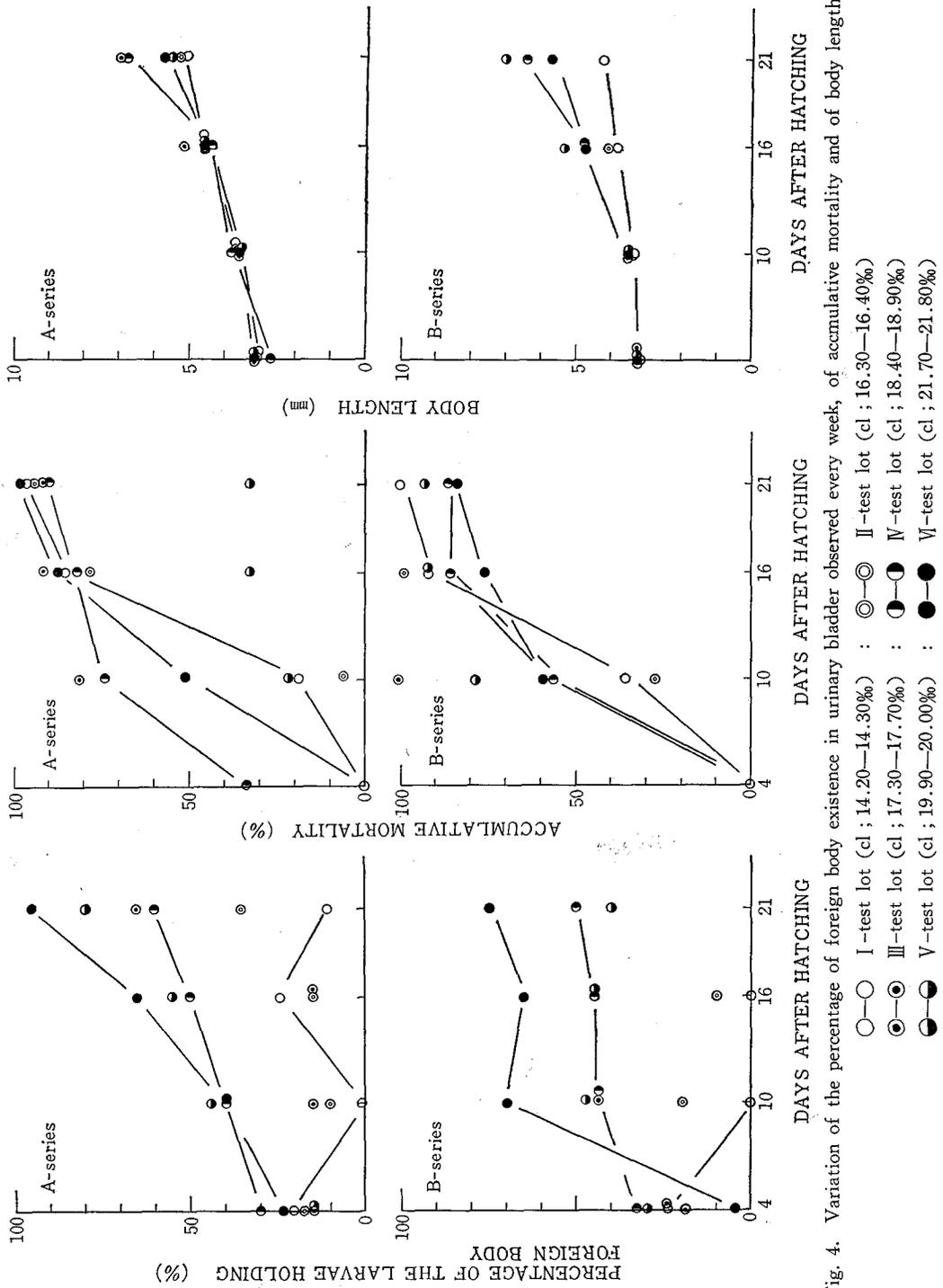


Fig. 4. Variation of the percentage of foreign body existence in urinary bladder observed every week, of accumulative mortality and of body length.

数を差し引いて、その数値を求めた。塩分と死亡率との関係は、複雑であったが、傾向としては現場海水塩分区分区附近で低く、高低両塩分区分では高くなっている(Fig. 3-1, 2)。

塩分と仔魚の成長率および死亡率からみると、仔魚の生育は現場海水の塩分に近い塩分範囲(18.0~20.0%)で良い。

3. 膀胱内異物の形成と塩分との関係

各塩分ごとに採集観察した全個体数に対する膀胱内異物形成個体数の比率を形成率として(Fig. 3-1, 2)に示した。膀胱内異物の形成率と塩分との関係は、低塩分のI区で10%ともっとも低く、塩分が高くなるにつれて、その形成率も高まり高塩分のVI区では55~60%ともっとも高かった。すなわち、塩分が高ければ高いほど膀胱内異物は形成されやすい。この傾向は、別に異物形成率の経日変化をみると一そう明瞭となる。すなわち現場海水区(III, IV区)および高塩分区(V, VI区)では、その形成率は日を追って高まり100%近くになるが低塩分区(I, II区)では低く、35%近くになっている(Fig. 4)。

4. 膀胱内異物の形成と成長・死亡との関係

各試験区で各測定日にえられた異物形成率と体長との関係は、平均体長が大きくなれば異物形成率も比較的に大となり、体長が小さいと形成率が小さくなる傾向がある。(Fig. 5)

この傾向は塩分別の形成率と成長との経日変化の反映していると考えられる。すなわち日を追って各試験区ともに成長をしめすが、その形成率は現地海水近似区および高塩分区では、その形成率は高まる傾向を示し、低塩分区ではその形成率は一定かむしろ低まる傾向がある(Fig. 4)。

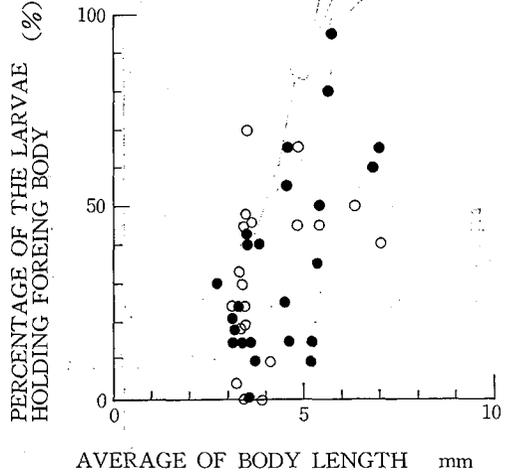


Fig. 5. Correlation between the average of body length and the percentage of larvae holding foreign body in urinary bladder. (●: A-series, ○: A-series.)

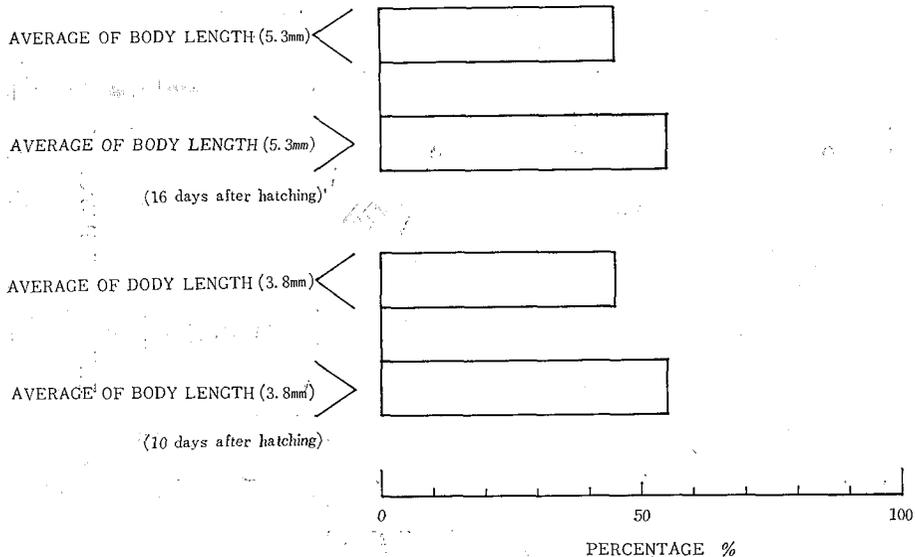


Fig. 6. Percentage comparisons of existence of foreign body in urinary bladder between the groups over and under the mean size.

また現地海水と近似の塩分区分および高塩分区分について、異物形成率平均50%を示した孵化後10日目(平均体長:3.4mm)、16日目平均体長:5.3mm)にとりあげた資料に関して平均体長以上のものと以下のものとで、それぞれの異物形成個体数の占める比率を調べると、孵化後10日目、16日目ともに平均体長以上のもの45%、以下のもの55%であった。(Fig. 6) この結果について χ^2 検定をこころみると両者ともに90%信頼限界において有意の差が認められなかった。

著者等の実験では孵化直後の仔魚に異物形成が認められ、さらに Fig. 7 で示したように飼育条件を異にした場合孵化後14日目より異物形成が認められるようになる例もある。また1967年の予備実験において各測定日における異物形成の認められる体長巾と各体長組成中の異物形成個体数の占める割合を調べた結果、各測定日に現われた全体長範囲の異物形成個体が認められた。

これらのことから異物形成は、仔魚期のある特定の発育時期に形成されるものでなく、条件だけで、いつでも形成される性質のものと考えられる。このような異物形成率と成長との間にはきわだった関係が認識されえないと考える(Fig. 5)。したがって異物形成が成長阻害の要因になっているとはいえない。

他方死亡についても、前日の生き残りに対する死亡率と異物形成率の関係をみると、現場海水と近似の塩分区分および高塩分区分では、異物形成率が高いと死亡率も比較的高く、低塩分区分では異物形成率が低くても死亡率は高くなっている(Fig. 8)。

この傾向は累積死亡率および異物形成率との経日変化にもみられる。低塩分区分では、形成率は日を追って一定か低くなる傾向を示すのに、累積死亡率は高まっている(Fig. 4)。この場合塩分が仔魚の生育に不適当であるために、この条件下で与えられた刺戟が原因となって異物形成の生理学的過程とは無関係に死亡している場合とたとえその生理学的過程が進行しているとしても、膀胱内での異物形成をみないうちに死亡している場合とが考えられる。

現地海水と近似の塩分区分および高塩分区分では、AシリーズのV区をのぞいて、一般の各測定日における累積死亡と異物形成率との関係は両者ともに高まる傾向をしめしている(Fig. 4)。この場合死亡が異物形成を通じて起っている場合が考えられるが、AシリーズのV区にみられるように、その形成率は日を追って高まっているのに、累積死亡率は変化しない例もあり、必ずしも異物形成を通して死亡しているとは考えられない場合もある。

同一試験区、同一測定日の生体と死亡個体の資料について、異物の有無の割合を調べることににより異物形成と死亡との結びつきを確かめようとしたが、死亡個体について4時間毎に観察・取りあげに努めたにもかかわらず、その死亡個体の膀胱部分が繊毛虫に喰い荒された個体が多く、異物の有無を確認することができなかった。しかし試みにこの繊毛虫による死亡個体の喰い荒しが比較的になかった孵化後10日目、16日目の資料について、8例をとり上述の関係をしらべてみた(Fig. 9)。生体・死亡個体いずれの場合も異物を形成している個体がそれぞれ同比率をしめる場合が多く異物形成が死亡と必ずしも結びつくかどうか明らかでない。

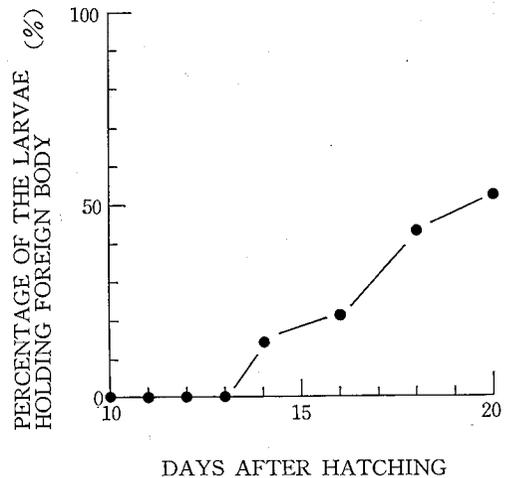


Fig. 7. Variation of percentage of the larvae holding foreign body in urinary bladder, reared in green water in polycarbonate tank 500 liters capacity. (after T. FURUSAWA ; unpublished.)

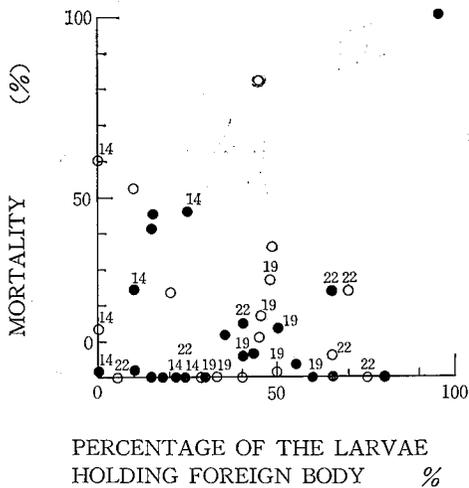


Fig. 8. Relation between the percentage of larvae holding foreign body in urinary bladder and mortality from the survivor of a day before.
 Figures above the marke are average of chlorinity on every test lot.
 (● : A-series, ○ : B-series.)

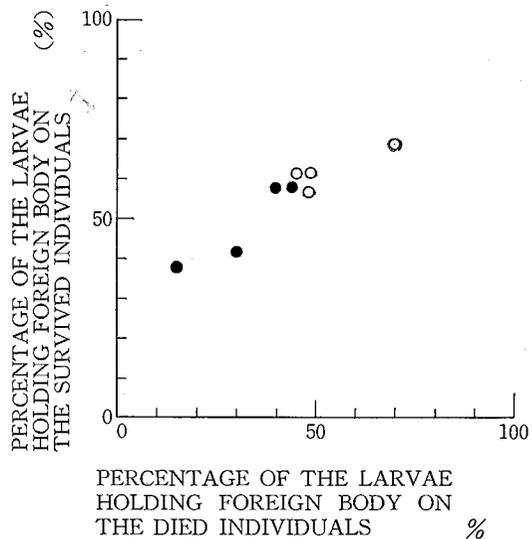


Fig. 9. Relation between the percentage of larvae holding foreign body in urinary bladder on the survived and died individuals at same date (at 10 days old and at 16 days old larvae).
 (● : A-series, ○ : B-series.)

討 議

1. 膀胱内異物の形成と塩分

飼育水の塩分濃度が高まるにもなって膀胱内異物の形成率が高くなる傾向をもつので一見、塩分による刺激が原因となってその形成が行なわれているよう思われる。しかし低塩分の飼育水中でも異物が見られる個体が現われるし前述したように孵化直後仔魚にも既に異物形成がみとめられる場合があることから塩分以外の刺激が直接原因となり塩分の条件は異物形成を助ける条件となっているとも思われる。

Kathleen Lonsdale (1968) は、人間の尿石について、有機酸塩から成る層状構造をX線回折の手法を用いてその組成を調べ、それが年齢別地方別に異なることを確かめた。さらに常用する飲食物、薬剤が組成に反映していることを推測している。

マダイ仔魚の膀胱内異物についての知識は極めて少ないが、山下 (1966) はその形態について顆粒状あるいは棒状を呈し、いわゆる結石様でないとのべている。著者等の観察でもほぼ同じで、次報で報告予定の組織学的研究によると、その主要構成成分と思われるものは、粘液多糖類と推測されるもので、金属物質特にカルシウムは検出は顕著でない。したがって人間の尿石との類似性においてマダイ仔魚の膀胱内異物を考えられないかもしれないが、膀胱内異物の形成要因については、仔魚の生理学的条件と餌料成分・飼育水の塩分組成との対応関係を調べる必要があると考える。

2. 膀胱内異物の形成と成長・死亡との関係

マダイ仔魚の成長および死亡の状況から異物形成が病的過程かどうかを検討してみると、成長がよく死亡も比較的少ない現場海水と近似の塩分区でも30~50%程度の異物形成を示すこと、異物形成が成長および死亡との関係が密接でないことからして、異物形成はマダイ仔魚の健康を害しているとは思われない。

したがって、マダイ仔魚の健康な生活を維持するための環境および生物学的条件についての特性が分っていない現在では、異物形成を病気として成長阻害および死亡の要因の一要素と推定することは出来ない。むしろ孵化後20日間の実験期間内では、マダイ仔魚の内的環境の恒常性維持のための生体反応の結果もたらさ

れるものと考えた方がよいと思われる。

要 約

マダイ仔魚の膀胱内異物の形成について、その形成率と塩分濃度との関係を中心にして成長・死亡との相互関係を把握し、異物形成が病的過程であり死亡の1要因であるかどうかを調べるために飼育実験を実施し、次の結果を得た。

- 1) 仔魚の生育に好適な塩分範囲があり、その範囲は現場海水と近似の塩分 (Cl : 18.0~20.0%) である。
- 2) 膀胱内異物の形成率は、塩分が高くなるにつれて高くなる傾向を示した。
- 3) マダイ仔魚の孵化より20日間にわたる飼育実験結果では、膀胱内異物の形成と成長・死亡との間に密接な関係はないように思われた。

謝 辞

報告に際し、御指導を賜わった当研究所池末弥前増殖部長、金子徳五郎現増殖部長および本稿の御校閲を賜った塚原博九州大学教授に厚く御礼申し上げます。また文献の紹介討議に御援助下さった斎藤雄之助増殖部病理研究室長、藤谷超栄養生理研究室長に感謝する。

実験に際しては、材料と場所の提供に御協力下さった鴉川正雄瀬戸内海栽培漁業センター伯方島事業場々長をはじめ職員の方々、とくに資料を心よく提供下さった古沢徹氏に厚くお礼申し上げます。また、有益な助言を賜った広島県水産試験場研究員北島力氏、伏見徹氏に感謝する。

文 献

- 1) 内海区水産研究所・栽培漁業協会. 1966 : 栽培漁業, III (III, IV), 9—18.
- 2) 山下金義. 1966 : 魚の小児科. 神奈川県博物館協会報 (17), 15—18.
- 3) TALBOT, G. B. 1967. : Urinary Calculi in Striped Marline. *Trance. Amer. Fish. Soc.*, 96. (3). 355—357.
- 4) LONSDALE, K. 1968 : Human Stones. *Science.*, 159, 1199—1207.

南西海区水産研究所研究報告 第3号

正 誤 表 (Errata)

頁 Page	行・図・表 Line:Figure:Table	誤 Error	正 Correction
1	上から2	膀胱内異物成形	膀胱内異物形成
1	上から5	MARING	MARINE
2	下から12	20間	20日間
3	Table 1—1	Numbers of larvae was seated	Numbers of larvae seated
3	Table 1—2	Numbers of larvae was seated	Numbers of larvae seated
4	Fig. 2.	(mm/a day)	(mm/day)
5	Fig. 4.	ACCUMLATIVE	ACCUMULATIVE
6	Fig. 5.	FOREING	FOREIGN
6	Fig. 5.	○ : A—series	○ : B—series
6	Fig. 6.	DODY LENGTH	BODY LENGTH
8	上から3	塩分濃度	塩分
8	上から13	カルシュームは	カルシュームの
9	上から3	塩分濃度	塩分
12	上から11	ファン氏液	ブアン氏液
12	上から18	フ化後の	孵化後の
12	上から18	フ化直後	孵化直後
13	上から14	(Figs. 1~2)	(Fig. 1.)
13	Fig. 1.	Foreing	Foreign
14	Table 1	Table. 1	Table 1
14	Table 1	neutral	Neutral
14	Table 1	absolute	Absolute
15	上から4	合体してしまい	合体してしまい
19	上から16	special effect the plants	special effect to the plants
19	脚注2	Contription	Contribution