

マダイ仔魚にみられる“水症”について

山下 金 義

Hydrops of Larval Red Seabream *Pagrus major*

Kaneyoshi Yamashita

(Received October 23, 1980)

Larvae of *Pagrus major* obtained from artificially cultured parents died with symptoms of swimming disability 7 to 20 days after hatching. Histologically, a large percent of these larvae suffered from occurrence of foreign bodies in a granular or stone form in the urinary bladder and finally from subcutaneous and coelomic hydrops.

Comparing the time course of incidence rates of granular and stone bodies in the urinary bladder and hydrops between larvae from artificially cultured and wild parents led us to a conclusion that hydrops would arise from urinary stones derived from the mineralization of granular bodies initially occurring in the urinary bladder.

(Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries, Matsugae-cho, Nagasaki 850, Japan)

人工採苗の飼育過程では、ふ化後7日頃から20日頃
にわたり、遊泳力を失って水面に浮き上り逐次へい死す
る魚が経常的に出現する。これら遊泳力失調魚の中
には、体全域にわたる皮下組織間隙および体腔が異常に腫
脹した高度の“水ぶくれ”症状を呈するものがかなり高
い割合で認められる。また、これらの多くは輸尿管内ま
たは膀胱内に結石様の異物を保有していることが特徴的
である。このような皮下間隙ならびに体腔の異常拡張は
過度に貯溜した体液によるもので、全身性の強度の水症
と思われるが、その原因ならびに発生機序については明
らかでない。

本報では、水症魚の形態的特徴および病理解剖所見を
中心に、罹病魚の発生状況と尿路系における異物の消長
について経目的に追究し、本症の原因について若干考察
した。

材料および方法

1969年5月、神奈川県水産試験場の親魚養成池で自
然放卵した受精卵を観音崎水産生物研究所（神奈川県横
須賀市）の室内コンクリート水槽でふ化させ、8トンコ
ンクリート水槽でシオミズツボワムシ、チグリオバスお
よび天然産コベポーダ類を与えて飼育した。ふ化後7日
から15日の間に、遊泳力を失って水面に浮き上った魚
を適時とり上げ、MS222で麻酔後顕微鏡下で水症魚を

抽出して生体観察をした。同時に、水症魚の一部は直ち
にフォルマリン・アルコールで固定し、常法に従いパラ
フィン切片標本（H-E染色）を作り、組織・解剖学的に
検索した。

1970年5月、水症魚の経目的な出現状況を知るため
に、別に飼育試験区を設けて、ふ化後1日から17日ま
で毎日、飼育魚約30尾を無作為に取り上げて水症魚の
出現状況を調べた。また、尿路系の異物との関連を明ら
かにするために異物の形状とその保有率の推移について
も観察した。なお、異物の形状については、細かい粒状
のものを顆粒状異物、顆粒が集まった塊り状のものを顆
粒塊状異物、結石状のものを結石状異物と分類した。飼
育試験区については、第1試験区は養成親魚（尾叉長雌
雄とも30~50cm）の自然産卵（卵径0.86~1.1mm）に
よって得た仔魚を、第2試験区は1本釣りで漁獲した直
後の天然親魚（雌58cm、雄40cm）から腹部圧迫法で
船上で採卵（卵径0.93~0.96mm）、採精して人工ふ化
させた仔魚をそれぞれ常法の飼育法に準じて飼育して用
いた。ふ化率は養成親魚産で91.3%、天然親魚産で
54.4%あった。また、ふ化直後の体形異常魚の発生率
は前者で14.4%、後者で19.4%であった。さらに、
1971年から1972年に長崎県水産試験場増養殖研究所に
おいては、水症魚の生体について補足観察を行った。

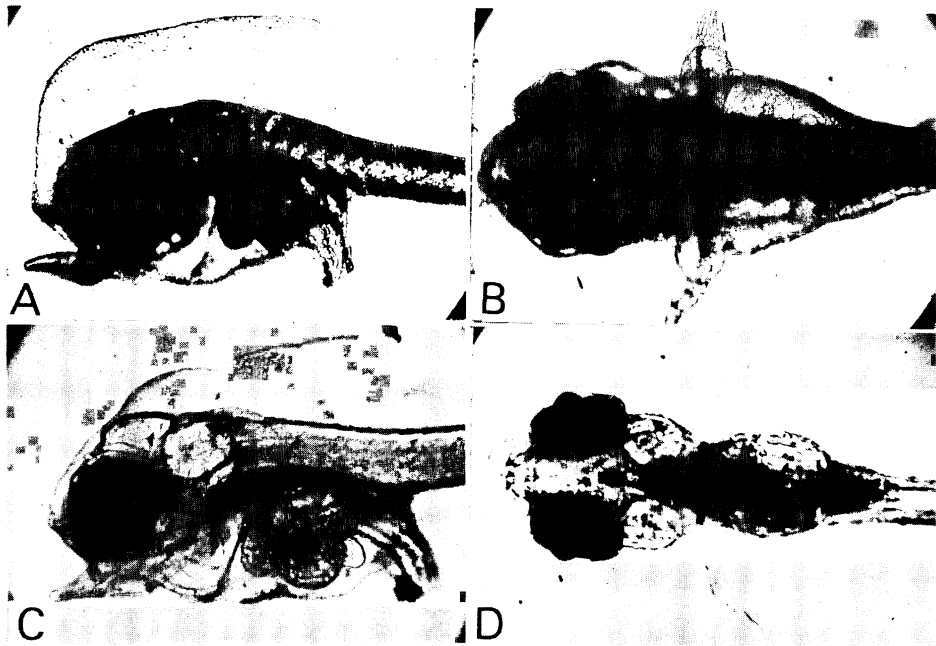


Fig. 1. Photomicrographs showing hydrops and normal larvae of *Pagrus major*. Live specimens. A: Lateral view of a hydrops larva 9 days after hatching. B: Dorsal view of A. C: Lateral view of a normal larva 10 days after hatching. D: Dorsal view of C.

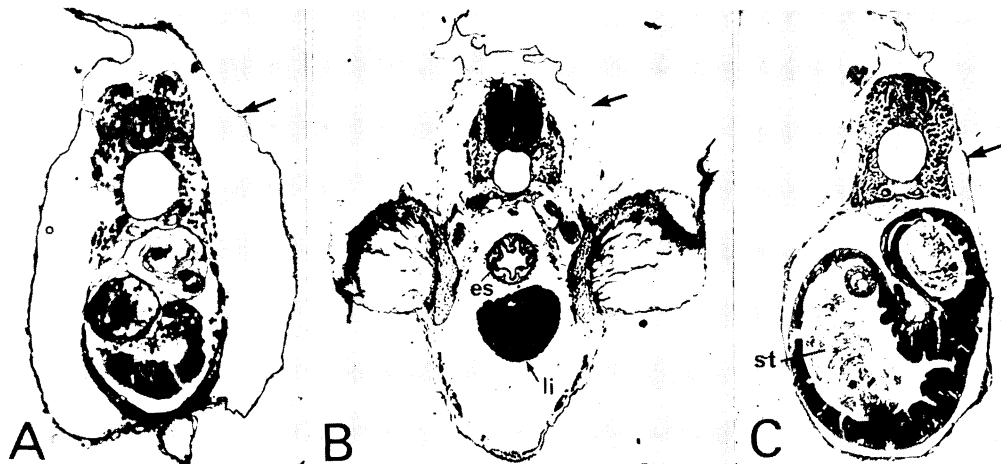


Fig. 2. Photomicrographs of cross sections through trunk of hydrops and normal larvae of *Pagrus major* 10 days after hatching. H-E stained. $\times 300$. A: Cross section at the trunk of the hydrops larva. Arrow shows epidermis. B: Cross section at the abdomen of the hydrops larva. li, liver; es, esophagus. C: Cross section at the abdomen of the normal larva. st, stomach. Arrow shows epidermis.

結 果

水症魚の生体観察 水症魚の特徴的な症状としては、側面観では頭部から尾部にわたる背側部の皮下間隙が同期の正常魚に比べて異常に広く、特に頭部は顕著で、一

見“シイラ頭”状を呈するものもある。また、これら罹病魚の中には囲心腔や腹腔が異常に拡張したものがあり、このような場合は心臓および肝臓、胃などの内臓器官は縮小して体腔の背側に偏在していることが多い (Fig. 1A, C)。背面観では頭部および腹部、さらには胸

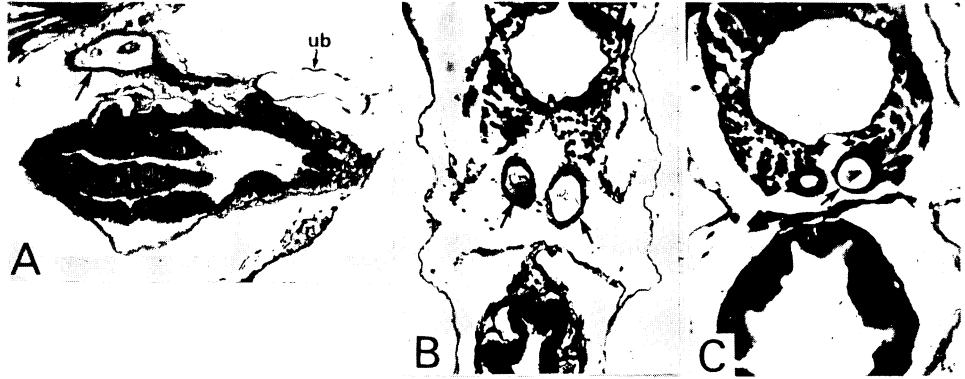


Fig. 3. Photomicrographs showing hydrops larvae of *Pagrus major* 10 days after hatching with abnormal expansion in the ureter. A: Longitudinal section of the abdomen showing abnormal expansion of the post-ureter (arrow). ub, urinary bladder. B: Cross section of the abdomen showing abnormal expansion of ureters on both sides (arrow). C: Cross section of the abdomen showing abnormal expansion of the ureter on one side (arrow).



Fig. 4. Photomicrographs showing forms of foreign body in the urinary bladder of larvae of *Pagrus major*. Live specimens. ub: urinary bladder. A: Foreign body of granular form in the urinary bladder. B: Foreign body of granular-mass form in the urinary bladder. C: Foreign body of stone form in the urinary bladder.

鱭の基部にいたる体表全域にわたって強い腫脹が観察され、“水ぶくれ”症状は一層明瞭である (Fig. 1B, D)。しかし、皮下の異常拡張がみられる個体でも体腔の異常拡張を伴わないこともある。概して、皮下に強度の拡張がみられる個体では体腔の異常拡張を示す傾向がみられ、症例により病変の程度に多少の差が認められた。

水症魚の組織・解剖所見 切片標本の観察によれば、水症魚の皮下間隙は同期の正常魚に比べて極端に広く、生体で観察された“水ぶくれ”症状は主に皮下の異常拡張によることが確認された (Fig. 2A, C)。また、腹腔にも強い拡張が認められ、肝臓は全体に縮小し萎縮の徴候がみられた (Fig. 2B)。これらの異常拡張部には過量の体液が貯溜していたものと思われる。

さらに注意されたことは、筋組織の間隙が正常魚のそれに比べて明らかに疎であったことで、水症が全身性であることを示している (Fig. 2A~C)。

その他の器官の目立った病変としては、輸尿管末端部

管腔に局所的な異常拡張が認められた。拡張の程度には個体によって多少の差を認めたが、顕著な症例では拡張部の管腔径は正常部に比べて5倍以上に達したものがあった (Fig. 3A)。また、異常拡張部位が両側の輸尿管にみられる個体と一側だけのものが観察された (Fig. 3B, C)。しかし、いずれも異常拡張部の管腔内には例外なくヘマトキシリンで淡青色に染まった異常物が見出された。

尿路系異物の消長と水症魚の出現状況 ふ化後1日から17日までの間の日令別の異物出現率と水症魚出現率の推移を養成親魚産仔魚 (以下養成親魚産と呼ぶ) と天然親魚産仔魚 (以下天然親魚産と呼ぶ) に分けて、Fig. 5と Fig. 6にそれぞれ示した。異物の消長については、すでにふ化後1日の仔魚の膀胱内に1.8~2.4 μ の顆粒状の異物 (以下顆粒と呼ぶ) が見出され、その保有率は養成親魚産で5%、天然親魚産で25%であった (Fig. 4A)。生体観察によれば、これらの顆粒群は膀胱内を環

山下：マダイ仔魚の水症

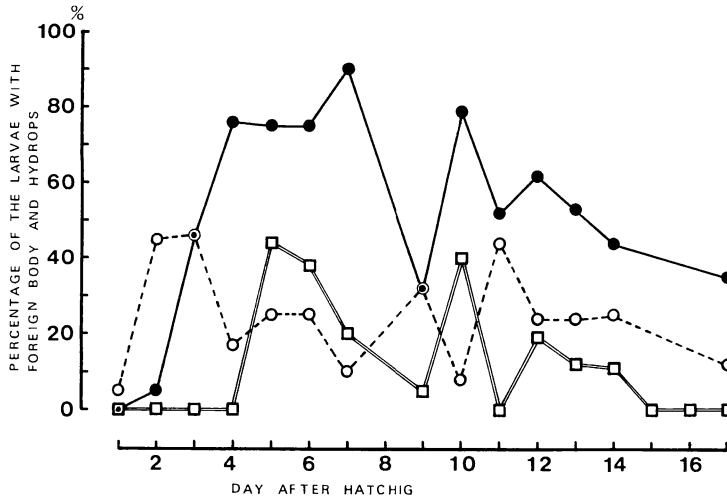


Fig. 5. Incidence rates of hydrops and of foreign bodies in the urinary bladder in larvae of *Pagrus major* from artificially cultured parents. ---○---, granular form; —●—, stone form; =□=, hydrops.

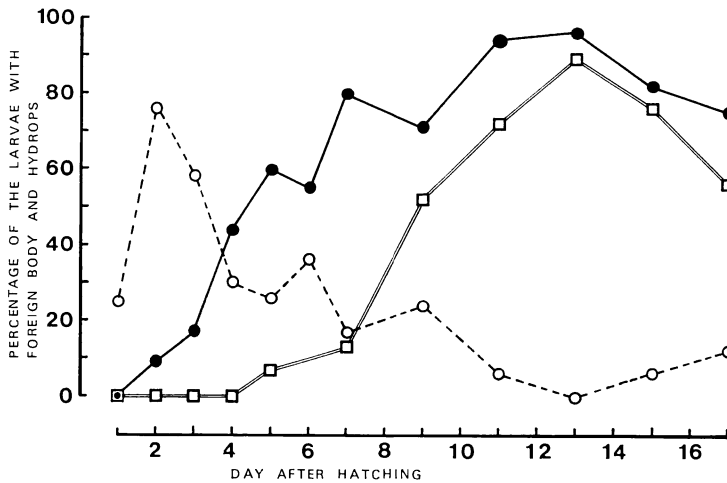


Fig. 6. Incidence rates of hydrops and of foreign bodies in the urinary bladder in larvae of *Pagrus major* from wild parents. ---○---, granular form; —●—, stone form; =□=, hydrops.

流するような動きを示し、しばしば膀胱の収縮時に尿とともに体外へ排出された。なお、膀胱内の顆粒の動きについては、膀胱開口部近縁の輸尿管上皮に繊毛運動が観察されたことから、尿の流動によるものと思われる。繊毛運動が止ると顆粒の動きも止まりしばしばブラウン運動を示した。

ふ化後2日には顆粒の大きさは5~10 μ と増大する傾向がみられ、その保有率は養成親魚産で45%、天然親魚産で76%となり、いずれも急激な増加を示した。異物の形状についても、顆粒の他に、顆粒が集合して塊状

を呈するもの (Fig. 4B) や、結石状を呈するもの (Fig. 4C) が認められるようになった。しかし、結石状異物 (以下結石と呼ぶ) の保有率は低く、養成親魚産で5% (Fig. 5)、天然親魚産で9% (Fig. 6) であった。

ふ化後3日には顆粒保有率は養成親魚・天然親魚産ともに急に減少し、ふ化後4日には養成親魚産 (Fig. 5) で17%、天然親魚産 (Fig. 6) では30%となり、ふ化後2日に比べると半分以下に低下した。その後は両者とも多少の変動はみられたが、いずれも減少傾向を示した。

一方、顆粒保有率の低減にともなって、結石保有率は

増加した。すなわち、ふ化後2日では養成親魚産 (Fig. 5)・天然親魚産 (Fig. 6) はそれぞれ5%と9%であったのが、ふ化後3日には前者で46%、後者で17%となり、ふ化後4日には76%と44%に増大し、ふ化後7日にはそれぞれ90%と80%に達した。養成親魚産の場合は、ここで最大値となりその後は徐々に減少したが、天然親魚産ではさらに増加し、ふ化後13日で96%の最大値に達した。

水症魚の出現状況についてみると、養成親魚産 (Fig. 5) では結石保有魚の出現から3日後 (ふ化後5日) に初めて水症魚が認められ、その出現率は44%と高い値を示した。その後、ふ化後10日に40%と山があるが、全体としてはふ化後7日以降出現率は減少した。天然親魚産 (Fig. 6) では結石保有魚の出現から5日後 (ふ化後7日) に初めて13%が認められた。養成親魚産より2日程出現はおそいが、出現率は結石保有率の増大と共に高まり、ふ化後13日に90%の最大値に達し、その後は徐々に減少した。養成親魚産ではふ化後5日、天然親魚産ではふ化後13日を境に水症魚が減少したのは、この頃から遊泳力失調魚が目立って減少することから、水症魚のへい死によるものとも考えられるが、詳細は明らかでない。

このように、養成親魚産と天然親魚産とでは異物の保有率と水症魚の出現時期およびその頻度に多少の差異はあるが、その経緯は、まず顆粒保有魚が現われ、次いで結石保有魚が多発し、そのあとに水症魚が発現するという極めて類似の推移を示しており、これらの3症状の相関性を示唆している。

考 察

本症の特徴的な症状である“水ぶくれ”は皮下間隙と体腔での過剰な体液の貯溜によるもので、強度の浮腫と時には腔水腫を併発した全身性的水症と判断される。本来マダイ仔魚の皮下間隙は正常においても広い。仔魚の皮膚が膜状に認識されるのはこのためで、これはマダイに限らず多くの海産魚にみられる現象である。

Shelbourne (1957) は plaice の仔魚を観察して、皮下間隙 (subdermal space) が極めて広いことに注目し、仔魚の皮ふは浸透圧調節に重要な役割をはたしていることを示唆した。また、山下 (1963, 1966, 1978) はマダイ仔魚の皮下構造が成魚のそれに近い状態となる時期はふ化後15日頃 (全長 5.0 mm 前後) で、この頃腎臓間質内に中腎系の糸球体が増加してくること、また塩類細胞の分布傾向が体表から鰓上皮および口腔上皮に移行する時期とほぼ一致していることなどから、このような皮下間

隙の広い現象は浮遊期仔魚特有な水分代謝機構に由来するとし、“生理的浮腫”と仮称した。もとより、この現象は浮遊期の仔魚にとっては生理・生態的に極めて重要な意義をもっているはずであるが、いったん水分代謝機能に異常が生じたときはたちまち病的な浮腫に発展する可能性をもっているとも考えられる。

このような観点から本症の発生機序について単純に想定すれば、水症魚は比較的早期に水分代謝機能に何らかの原因で障害が起り、皮下間隙に過量の水分が貯溜し、腔水症を伴う全身性的水症に進行したと考えられる。

尿路系の異物について石岡ら (1970) および上田ら (1970) はふ化後2日のマダイ仔魚の膀胱内に異物を認め、その形状はブドウ房状に集まって塊りをなすものと微小顆粒状のものがあり、顆粒状の異物は一般にふ化初期に出現率が高いことを指摘している。また、彼らは結晶状異物の成分について組織化学的に検討した結果、大きさに関係なく層状構造と無構造のものがあり、カルシウムとPAS陽性物質があることを明らかにしている。異物の生成については、尾崎 (1977) によれば、Trump et al. (1968) は *Paralichthys lethostigma* の近位尿細管の上皮細胞内にカルシウムの微小結晶の濃密な集団を認め、これらの微小結晶が尿細管へ出て結石となると述べ、微小結晶が尿細管上皮で生成され、これが結石に発達することを示唆している。また Pickford (1953) は *Fundulus heteroclitus* の下垂体を除去すると3~4週間後に頭腎の肥大が起り、両側または片側の輸尿管に結石が生じ、これによる尿管閉塞が起ることを観察している。頭腎の肥大と結石の生成との関係については明らかでないが、少なくとも結石の生成は腎機能の低下ないしは不全に由来していることを暗示している。

本研究では異物の成分ならびに生成についての検討を行っていないが、異物の経目的な出現傾向は、ふ化初期にまず顆粒が認められ、次いで結石が出現する。しかも、この間に両者の中間的形状とみなされる顆粒塊が見出されている。このような異物の出現傾向をみると、Trump et al. (1968) がいうように、結石は顆粒を核として形成されるような印象を受けるが、このことについては今後の研究に待たねばならない。

異物生成の関係について本研究で注意されたことは、顆粒保有率がピークとなるふ化後2日頃は仔魚の口が開く直前乃至直後であること (山下, 1972)、結石保有魚が出現しその保有率が顆粒保有率を上回るふ化後3日~4日の間は、初めて摂餌を開始する時期に当たっていることである。このことは浸透圧によって体内から失われる水分を海水呑み込みによって補充することが可能になる

ことを意味している。これにともなって体内に入る余剰の塩類を排出する機能が一層発達するものと思われる。

Lockwood (1973)によれば、消化管に入った余剰のマグネシウムやカルシウムは炭酸塩として沈澱し、通常糞中に排出されるが、魚が浸透圧調整機能に異常をきたし水分の出入りが正常より大きくなると、これらのイオンの相当量が尿中にも排出されるという。浸透圧調整機能の異常については具体的にふれていないが、おそらくこのような魚は正常を上回る量の海水を呑み込み、体内水分量のバランスの保持をはかっているものと思われる。その結果体液の2価イオンは過剰となり尿中にも排出されたものであろう。前述のように、開口を契機として結石保有魚が増加していることから、尿中のイオンは結石生成に深いかかわりを持っていることは考えられる。

結石と水症との関係については、すでに述べたとおり、結石保有魚の増加にともなって水症魚の出現が高まり両者の間には明らかな相関性が示唆されるとしたが、これを予測させる病変として、水症魚の輸尿管末部管腔に局所的な異常拡張が認められたことがある。生体圧偏観察で同部位に結石を認めているので、片切標本で拡張尿管内に見出された異物はおそらく結石であろう。そうであるとすれば、尿管の異常拡張は結石による尿路閉塞とそれともなう尿の停滞、蓄積によったものと思われる。このような顕著な尿の通過障害が水症発生にどの程度の影響を与えているものか明らかでないが、少なくともうっ滞尿は体内への滲入が考えられ、場合によっては腎機能の低下による塩類排出のバランスに乱れを起す原因となることも想定される。

かりに、結石保有魚から水症魚が発現するとして、養成親魚産と天然親魚産における結石保有魚と水症魚の出現頻度の推移をみると、両者とも常に結石保有魚の出現頻度が水症魚のそれを上回っている。これから結石保有魚が必ずしも水症に進行するとは限らないという見方もできる。一方、結石保有魚と水症魚の出現頻度が天然親魚産で常に高い値で推移しているのは、水症にかかる割合が養成親魚産より高いことを示すものである。そうなると卵質の問題にまで遡って考える必要が出てくる。清野 (1974) は、一般的な卵質評価の主なる基準として、ふ化率が高く奇形率の低いことなどをもって良質卵を規定している。このことから考えると、本研究で供試した

天然親魚から得た卵は良質卵とはいえないということになる。強制的に採卵したのでふ化率は低い。人工ふ化させた天然親魚産の仔魚には、外形に異常が認められない仔魚でも内臓器官や組織などに形態的、機能的異常をもつ先天的に活力の劣性（虚弱体質）な魚が存在するものと思われる。結石保有魚ならびに水症魚の発生原因はこのような先天的虚弱体質に基づく機能障害が遠因となっていることも考えられる。

謝 辞

本研究のご指導を頂いた四窠安正博士、実験にご協力をいただいた安藤均氏に厚く御礼申し上げる。また、本稿をまとめるに際して、有益な御助言とご校閲をいただいた東京水産大学教授尾崎久雄博士に深謝し、本研究の発表の機会を与えられた長崎県水産試験場長藤田矢郎博士に謝意を表する。

引用文献

- 石岡宏子・上田和夫・岡本亮・福原修. 1970. 種苗生産に関する基礎的研究. 第II報. マダイの膀胱内異物の性状について. 南西海区水産研究所研究報告, (3) 11~17.
- 清野通康. 1974. 産出卵の卵質評価V. 魚類の成熟と産卵—その基礎と応用. 恒星社厚生閣, 東京, 127 pp. (pp. 113~119).
- Lockwood, A.P.M. 1973. 動物の体液. (大出浩訳). 河出書房新社, 東京, 218 pp.
- 尾崎久雄. 1977. 魚類生理学講座VI. 腎臓の生理. 緑書房, 東京, 297 pp.
- Shelbourne, J. E. 1957. Site of chloride regulation in marine fish larvae. *Nature*, 180: 920~922.
- 上田和夫・石岡宏子・岡本亮・福原修. 1970. 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形成と成長・死との関係について. 南西海区水産研究所業績, (20): 1~9.
- 山下金義. 1963. マダイ養殖の基礎的研究-I. 稚仔の行動について. *水産増殖*, 11(4): 189~206.
- 山下金義. 1966. 魚の小児科. 神奈川県博物館協会会報, 17: 15~18.
- 山下金義. 1972. マダイ養殖の基礎的研究-VI. 開口について. *水産増殖*, 19(2): 55~59.
- 山下金義. 1978. マダイ仔魚の皮ふにみられる塩類細胞について. *魚類学雑誌*, 25(3): 211~215.

(850 長崎市松ヶ枝町7-29 長崎県水産試験場)