

微粒人工飼料飼育黃錫鯛仔魚之初步研究

呂明毅·楊順德·吳純衡

Preliminary Study on Rearing of Larval Silver Sea Bream, *Sparus sarba*

(Temminck et Schlegel) , with Microparticulate Diets

Ming-Yih Leu, Shuenn-Der Yang and Chwen-Herng Wu

In an aim to develop microparticulate diets for larval fish as substitutes for live food such as the rotifer, *Brachionus plicatilis*, the rearing experiment was conducted to determine the effects of microparticulate diets on survival and growth of larval silver sea bream, *Sparus sarba*. Three groups of 100,000 10-day larvae (mean total length, 4.08mm) contained in 2,500 liter FRP tanks, were reared with different feeding regimes for 20 days under the sand-filter circulated systems. Diets consisted of a self-manufactured MCD (micro-coating diet) plus 1/2 rotifers (MF), a commercial diet plus 1/2 rotifers (KF), and rotifer alone. Results indicated that the larval fish were found to accept these microparticulate diets and showed good feeding ability. The highest survival rate was obtained in the group fed with diet of MF (20.06%), while that of the larvae fed with diet of KF was superior to the larvae fed with rotifer alone (16.15% versus 9.81%, respectively). On the other hand, the growth of larvae maintained on the diet of MF (total length, 10.95mm) was slightly better than those of the groups receiving both KF (9.99mm) and only the rotifers (9.82mm). The preliminary results indicated that replacing half of the rotifers with the microparticulate diets gave high survival rate and good growth of larval *S. sarba*.

Key words: Microparticulate diets, Larval fish, *Brachionus plicatilis*, *Sparus sarba*.

前 言

黃錫鯛 (*Sparus sarba*, Temminck et Schlegel) 是本省新興的海水養殖魚類，對環境抵抗力強，生長快速，肉質鮮美，對餌料無專一性，為雜食性魚類⁽¹⁾⁽²⁾，一般咸認為較其它鯛類容易養殖，並且在體色上也較黑鯛 (*Acanthopagrus schlegeli*) 為佳，是今後發展海水養殖極佳的養殖對象魚種。其種魚可自然產卵，為多次產卵型魚類⁽³⁾，卵在孵化後 4 日開口攝餌⁽²⁾，無黑鯛苗或石斑魚苗 (*Epinephelus* spp.) 之殘食現象⁽¹⁾，育成率頗高。

在種苗生產過程中，餌料生物之培養佔極重要的一環，而初期的餌料生物以輪蟲佔大部分，為確保足夠量輪蟲之供應，須耗費相當多的勞力和設備，且可能有營養缺陷之虞⁽⁴⁾。目前解決的方法除強化輪蟲營養作二次培養外，以人工合成之微粒飼料取代輪蟲也是另一途徑。自從Jones等⁽⁵⁾⁽⁶⁾發展出尼龍-蛋白微膠囊人工飼料 (nylon-protein MED) 飼育水產動物幼生之後，以各種不同製備方式製造仔稚魚、貝類及甲殼類幼生之微粒人工飼料已逐漸開發成功⁽⁷⁾，以之與輪蟲併用飼育香魚 (*Plecoglossus altivelis*)⁽⁸⁾、嘉臘魚 (*Pagrus major*)⁽⁹⁾、比目魚 (*Paralichthys olivaceus*)⁽¹⁰⁾及石鯛 (*Oplegnathus fasciatus*)⁽¹¹⁾等海水仔稚魚已有很好的結果。

本試驗嘗試以微粒黏結 (micro-binding) 方式配製微粒人工飼料，並加以包衣 (coating)，另外再以市售之微粒人工飼料進行黃錫鯛仔魚飼育試驗，探討其取代輪蟲的可行性。

材料與方法

一、種魚與採卵

由水試所澎湖分所購入2齡之黃錫鯛種魚，置於一分池中蓄養，在產卵前三個月移入產卵槽，投予添加EPA油之種魚飼料，經自然配對產卵受精，以虹吸方式收集受精卵。

二、受精卵孵化及仔魚飼育

將受精卵之浮性卵及沈性卵分離後，以浮游生物網撈取浮性卵置於孵化桶中微打氣，在水溫20~23°C時，約32小時孵化，孵化率約96%。

孵化後之仔魚待其開口後，飼以牡蠣 (*Crassostrea gigas*) 受精卵，爾後數天再混以海水輪蟲 (*Brachionus plicatilis*, 以下簡稱輪蟲) 投餵，作預備飼育。

三、飼育試驗組及給餌時間

在仔魚孵化後日齡10天 (平均全長4.08mm)，每組以容積法各計取100,000尾仔魚置於之2,500 l FRP圓型水槽中 (水量2,000 l)，以循環流水式砂過濾處理飼育水，平均水溫 20.3°C，平均鹽度32‰。飼育期間自孵化後10日齡至29日齡，為期20天。

試驗共分三組，設定市售微粒人工飼料與輪蟲併用組 (KF組)、自製微粒人工飼料與輪蟲併用組 (MF組) 及輪蟲單獨投餵組 (作對照組)，比較其成長及活存率。每日給餌量分述如下，輪蟲組每日投予 6×10^6 隻輪蟲個體，相當於每ml有3隻輪蟲之密度；KF組及MF組每日均投予輪蟲組之一半量，其中KF組再投餵市售微粒人工飼料20 g，而MF組則投餵20 g之自製微粒人工飼料。

給餌時間如表1所示，輪蟲組每天在9時及15時投餵輪蟲，而KF組及MF組除了在上述時段投餵輪蟲外，7時30分、11時、13時、17時30分及19時30分另外投餵微粒人工飼料。

四、試驗餌料

海水輪蟲係使用麵包酵母培養，飼育前再以四鞭綠藻 (*Tetraselmis* sp.) 作二次培養，飼育時以浮游生物網撈取，依各試驗組所需餵仔魚。

所使用之市售微粒人工飼料係日本協和發酵工業所製之初期飼料協和A-250，粒徑在250 μ m以下，其成份組成如表2所示⁽¹²⁾。

自製微粒人工飼料之成份組成如表3所示，其製備方式係將紅藻膠微粒黏結人工飼料 (Carrageenan MBD) 及玉米蛋白微粒包衣人工飼料 (Zein MCD) 的製備方式⁽⁷⁾加以修改而製成250 μ m以下之微粒子，其製備流程如圖1所示。

五、活存率及平均全長之測定

於開始給餌試驗後的第10天 (日齡20天) 夜間 (21:00~22:00) 多次從各水槽採取表層水，計

表 1 黃錫鯛仔魚之給餌時間

Table 1 Feeding schedule for silver sea bream larvae.

Rotifer: rotifer only (6×10^6 ind./ tank/ day), KF: commercial microparticulate diet (20g/ tank/ day) plus 1/2 rotifers, and MF: self-manufactured microparticulate diet (20g/ tank/ day) plus 1/2 rotifers.

Trial	Time						
	07:30	09:00	11:00	13:00	15:00	17:30	19:30
Rotifer		○			○		
KF	●	○	●	●	○	●	●
MF	▽	○	▽	▽	○	▽	▽

- Rotifer only.
- Commercial microparticulate diet.
- ▽ Self-manufactured microparticulate diet.

表 2 市售微粒人工飼料之成份組成

Table 2 Composition of commercial microparticulate diet.

Ingredient	g/100g dry diet
Antarctic krill	} 43.0
Fish meal	
Egg yolk	} 34.0
Tapes extract	
Yeast powder	
Milk casein	
Egg albumin	} 5.0
Mineral mixture	
Vitamin mixture	5.0
squid liver oil	} 13.0
Soybean lecithin	
Soybean oil	
Total	100.0

表 3 自製微粒人工飼料之成份組成

Table 3 Composition of self-manufactured microparticulate diet.

Ingredient		g/100g dry diet
Oyster juice	A	24.5
Egg yolk		15.0
Shrimp soluble		5.0
Squid meal		5.0
Concentrated fish soluble		15.0
Egg albumin		10.0
EPA oil	B	2.5
Soybean lecithin		5.0
Soybean oil		5.0
Vitamin mixture [†]		5.0
Mineral mixture ^{††}		5.0
Protease		0.5
κ -Carrageenan		2.5
Total		100.0

[†] Vitamin mixture according to Halver's (1957)⁽¹³⁾.

^{††} Mineral mixture contained following(%): $\text{Na}_2\text{H}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 30.305; Ferric acid, 1.435; Calcium lactate, 1.964; seaweed powder, 65.746.

Step 1. Binding

Carrageenan 2.5g in
100 ml hot water
↓
Ingredient A
↓ mixed at 70°C
Ingredient B
↓ mixed at 60°C
Emulsified mixture
↓
Cooled
↓
Freeze dried

Step 2. Coating

Dried diet 8g
↓ + 25 ml Zein solution
(5g of Zein is dissolved
in 25 ml of 60% EtOH)
Mixture
↓ Freeze dried
↓ Cursh
Zein-MCD

圖 1 自製微粒人工飼料之製備流程

Fig. 1 Procedure on preparing self-manufactured microparticulate diet.

算 1 ℓ 中含有仔魚數之平均值，再推算飼育槽內之全部仔魚數，即可求出仔魚活存率；另外，各組逢機地取出30尾仔魚，以MS222麻醉後，在萬能投影機下測定其全長。試驗結束後（日齡30天），將全部的仔魚取出，計算活存仔魚的總數，同時自各組取樣30尾仔魚測定其全長。

結果與討論

試驗結束時各組之活存尾數，活存率及平均全長，如表 4 所示。活存率以MF組最高，為20.06%，KF組次之，為16.15%，單獨使用輪蟲組最差，9.81%。在平均全長方面，亦以MF組較佳，為 $10.95 \pm 1.12\text{mm}$ ，而KF組比輪蟲組略佳，分別為 $9.99 \pm 1.01\text{mm}$ 及 $9.82 \pm 1.37\text{mm}$ 。

Teshima等⁽⁷⁾將微粒人工飼料大略分為三類，即微膠囊人工飼料 (micro-encapsulated diets, MED)、微粒黏結人工飼料 (micro-binding diets, MBD) 及微粒包衣人工飼料 (micro-coating diets, MCD)。雖然Jones等⁽¹⁴⁾利用尼龍-蛋白MED研究斑節蝦 (*Penaeus japonicus*) 幼生之必需脂肪酸，以及陳和蔡⁽¹⁵⁾利用有蕊心之Alginate膠囊研究草蝦 (*Penaeus monodon*) 幼苗之n-3高度不飽和脂肪酸需求。然而，以微膠囊化的方式製備微粒人工飼料而達到量產目的之例子並不多見，且以尼龍-蛋白MED飼育嘉臘魚及石鯛，並不能像使用輪蟲般對成長有顯著的影響⁽⁷⁾，因而在使用微粒人工飼料飼育海水仔稚魚的場合，多使用MBD或MCD。

另外，以紅藻膠 (Carrageenan) 為黏結劑之MBD飼育比目魚仔魚，亦可獲得良好的活存率及成長率⁽¹⁶⁾，而在飼育紅尾蝦 (*Penaeus penicillatus*) 幼苗時，效果也最好⁽¹⁷⁾。又Kanazawa等⁽¹⁸⁾以尼龍-蛋白、agar-polyacrylate MBD及玉米蛋白MCD飼育嘉臘魚及香魚10日齡之仔魚，認為以玉米蛋白MCD對於成長有明顯的影響；米⁽¹⁹⁾也認為玉米蛋白MCD飼育嘉臘魚仔魚的活存率較以福馬林稀釋液 (dilute formalin solution) 處理之微粒人工飼料來得高。因此，本試驗之自製飼料係以紅藻膠為黏結劑，並經玉米蛋白之包衣，以之飼育黃錫鯛仔魚，發現仔魚對其具有接受能力，且攝食情形良好。

再者，本試驗中輪蟲組之仔魚在飼育至孵化後第18天時曾發生因腹部膨脹而死亡之現象，一直持續到試驗結束止，經顯微鏡檢查可見其消化管內充滿未消化之輪蟲，但在使用微粒人工飼料的MF組及KF組，此種現象並不多見。Miyakawa和Muroga⁽²⁰⁾指出，不論是在室內或室外培養輪蟲，輪蟲的帶菌數以BTB teepol agar培養時約有 $10^6 \sim 10^7\text{CFU/g}$ 。而在嘉臘魚及黑鯛種苗生產時，仔魚亦常斃死於腹部膨滿症，病魚腹部充滿未消化之輪蟲，對種苗的活存率影響極大，以往探討其致病原因，認為主要是由於弧菌 (*Vibrio alginolyticus*)⁽²¹⁾⁽²²⁾及格蘭氏陰性細菌 (*Alcaligenes cupidus*)⁽²³⁾之感染仔魚所致，惟近來此項理論已被質疑，認為尚有其它原因存在⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾。無論如何，由本試驗觀之，減少輪蟲等餌料生物的投餵量，而改以併用微粒人工飼料投餵，在種苗疾病防治上或許具有某些效果，至於其確實的預防效果，則有待進一步研究。

金澤等⁽²⁶⁾以微粒人工飼料與輪蟲併用作嘉臘魚種苗量產試驗，認為微粒人工飼料或許能夠取代一半量的輪蟲，而荒川和吉田⁽²⁷⁾則進一步肯定這個結果。在本試驗中，不論是MF組、KF組，或是完全使用輪蟲組，仔魚之成長情形大致沒有明顯的差異存在 (圖 2)。然而在活存率方面，如圖 3 所示，仔魚飼育至20日齡時，可看出以MF組最高，為65.92%，至於KF組及輪蟲組則較低，分別為25.71%及24.05%，大致有相同程度的活存率。造成此種差異性存在的原因，係由於投餵市售協和微粒飼料時，在仔魚15~23日齡期間曾發生大量殘餌 (粒徑 $125 \sim 250\mu\text{m}$) 漂浮於飼育槽水面，不但影響仔魚攝餌，且有污染水質之虞；而輪蟲組則如前述，於仔魚18~30日齡時曾出現腹部膨滿症，結果導致活存率低下。整體而言，以微粒飼料飼育黃錫鯛仔魚至30日齡，其活存率顯然要比嘉臘⁽⁹⁾⁽²⁷⁾及香魚⁽⁸⁾來得低，此可能係吾人對海水仔稚魚的營養需求未作通盤研究之故，尤其是對黃錫鯛仔稚魚的營養需

表 4 黃錫鯛仔魚經20天飼育結果之成長及活存率

Table 4 Growth and survival of larval silver sea bream over a 20-day experimental period.
Initial size and age larval rearing were 4.08 ± 0.15 mm in T.L. and 10 days, respectively.

Trial	Age ^{#1} (days)	Initial No. of larvae	No. of survivors	Total length mean \pm SD(mm)	Survival rate (%)
Rotifer	30	100,000	9,813	9.82 ± 1.37	9.81
KF ^{#2}	30	100,000	16,154	9.99 ± 1.01	16.15
MF ^{#2}	30	100,000	20,058	10.95 ± 1.12	20.06

#1 Days after hatching.

#2 See Table 1.

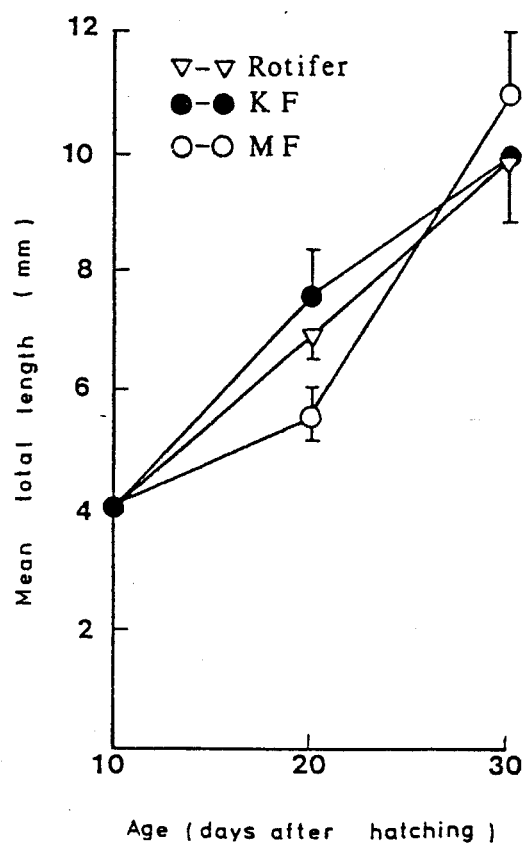


圖 2 飼育仔魚之成長

Fig. 2 Growth of the 10-day larvae of silver sea bream. Rotifer, KF, and MF indicate experimental groups (see Table 1)

求迄今仍未明瞭。又渡邊⁽²⁸⁾指出，由於仔魚的胃腺尚未分化完全，僅能以直腸上皮細胞行胞飲作用直接攝入未變性的蛋白質；而在微粒人工飼料的製備過程中，因加溫或添加有機溶媒等處理方式，可能致使蛋白質變性，因而，以不同製備方式之微粒人工飼料飼育仔稚魚，會產生不同的結果亦有可能。本試驗的初步結果顯示，以微粒人工飼料取代一半量的輪蟲飼育黃錫鯛仔魚是可行的，但對於仔稚魚之營養需求及微粒人工飼料之最佳裝備方式，均有必要進一步探討。

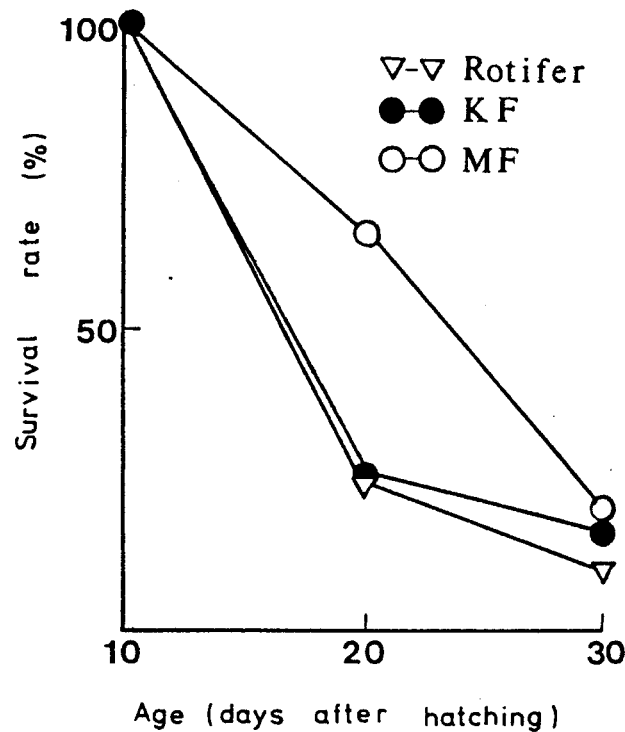


圖3 飼育仔魚之活存率

Fig. 3 Survival of the 10-day larvae of silver sea bream. Rotifer, KF, and MF indicate experimental groups (see Table 1)

摘 要

本試驗嘗試以微粒人工飼料取代輪蟲，以之飼育黃錫鯛 (*Sparus sarba*, Temminck et Schlegel) 仔魚，探討其對仔魚存活及成長之影響。使用自製微粒包衣人工飼料 (MF) 及市售微粒人工飼料 (KF) 取代海水輪蟲 (*Brachionus plicatilis*) 之 $\frac{1}{2}$ 量，以2,500 l FRP水槽飼育100,000尾日齡10天，平均全長4.08mm之黃錫鯛仔魚，採流水式砂過濾循環海水飼育20天。結果發現，仔魚對微粒人工飼料之攝食情形良好。在活存率方面，MF組最高，為20.06%，KF組次之，為16.15%，單獨使用輪蟲組最差，為9.81%；在仔魚成長方面，亦以MF組較佳，平均全長為 10.95 ± 1.12 mm，KF組比輪蟲組略佳，分別為 9.99 ± 1.01 mm及 9.82 ± 1.37 mm。本試驗初步結果顯示，使用微粒人工飼料取代一半量的輪蟲飼育黃錫鯛仔魚是可行的。

謝 辭

本試驗承蒙本分所何雲達、周昱翰、林益州等同仁之協助，澎湖高級海事水產職校實習生洪建舜

幫忙試驗工作，均一併在此致謝。

參考文獻

1. 林金榮、張仁謀、劉繼源、方玉昆、陳其林、莊成意、涂嘉猷 (1988)。黃錫鯛之人為自然產卵及胚胎發育。台灣省水產試驗所試驗報告，45, 1-16.
2. Tsukashima, Y. and C. Kitajima. (1982). Rearing and development of larval and juvenile silver bream, *Sparus sarba*. *Bull. Nagasaki Pref. Inst. Fish.*, 8, 129-135.
3. 林金榮、張仁謀、涂嘉猷、劉繼源 (1989)。黃錫鯛繁殖試驗—種魚培育、三齡種魚自然產卵及卵之孵化試驗。台灣省水產試驗所試驗報告，47, 21-37
4. 渡邊 武 (1980)。種苗生產と生物餌料。魚類の榮養と飼料 (荻野珍吉編)，81-110，恒星社厚生閣，東京。
5. Jones, D.A., J. G. Munford and P. A. Gabbott. (1974). Microcapsules as artificial particles for aquatic filter feeders. *Nature (London)*, 247, 233-235.
6. Jones, D. A., T. H. Moller, R. J. Campbell, J. G. Munford and P. A. Gabbott. (1976). Studies on the design and acceptability of micro-encapsulated diets for marine particle feeders. In: G. Persoone and E. Jaspers (Editors), *Proc. 10 th European Symp. Mar. Biol. Oostend, Belgium*, 1975, 1. Grustacea. 229-239, Universa Press, Wetteren.
7. Teshima, S., A. Kanazawa and M. Sakamoto. (1982). Microparticulate diets for the larvae of aquatic animals. *Min. Rev. Date File Fish. Res.*, 2, 67-86.
8. Oka, A., T. Sato and F. Sarado. (1986). Rearing of larval ayu with artificial microdiets *Suisanzoshoku*, 34(1), 15-23.
9. 福所邦彦、原 修、山本博敬、岩本 浩、北島 力 (1977)。配合飼料を併用した大型水槽によるマダイの種苗量産。水産増殖，25(1)，18-26。
10. Oda, T. and Y. Kayano. (1988).. Effect of several commercial diets on growth, occurrence of color anomaly and vertebral malformation in hatchery-reared flounder *Paralichthys olivaceus*. *Bull. Okayama Fish. Exp. Stn.*, 3, 41-46.
11. Morizane, T., A. Takechi and Y. Koizumi. (1986). Seeding of the Japanese Knifejaw *Oplegnathus fasciatus*, using microparticulate feed with living feed. *Bull. Ehime Pref. Fish. Exp. Stn.*, 4, 30-43.
12. 金澤昭夫 (1985)。仔稚魚の榮養要求。栽培技研，14(1)，87-96。
13. Halver, J. E. (1957). Nutrition of Salmonoid fishes III. Water-soluble vitamin requirements of chinook salmon. *J. Nutr.*, 62, 225-243.
14. Jones, D. A., A. Kanazawa and K. Ono. (1979). Studies on the nutritional requirements of the larval stages of *Penaeus japonicus* using microencapsulated diets. *Mar. Biol.*, 54, 261-267.
15. 陳宏遠、蔡仁和 (1986)。豐年蝦幼蟲與微膠囊餌料對草蝦後期幼苗存活與成長之影響。台灣水產飼料之研究與發展 (上册) (莊健隆、蕭錫延編)，台灣省水產學會專集，(5)，73-79，台灣省水產學會，基隆。
16. Cho, C. Y., C. B. Cowey and T. Watanabe. (1985). *Finfish Nutrition in Asia*.

- methodological approaches to research and development*, Part I: Methodological approaches to research and development. Ottawa, Ont., IDRC, 154pp.
17. 蕭澤民、林世榮 (1987). 三種微粒飼料餵飼紅尾蝦幼苗試驗。台灣省水產試驗所試驗報告, 43, 27-37.
 18. Kanazawa, A., S. Teshima, S. Inamori, S. Sumida and T. Iwashita. (1982). Rearing of larval red sea bream and ayu with artificial diets. *Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ.*, 31, 185-192.
 19. 米 康夫 (1982). 超微粒子飼料に関する研究。昭和56年度健苗育成技術開發委託事業中間報告書, 1-19.
 20. Miyakawa, M. and K. Muroga. (1988). Bacterial flora of cultured rotifer *Brachionus plicatilis*. *Suisanzoshoku*, 35 (4), 237-243.
 21. 岩田一夫、矢野原良民、石橋 制 (1978). マダイ種苗生産における斃死要因に関する研究。魚病研究, 13, 97-102.
 22. 松本紀男 (1983). クロダイの種苗生産過程における魚病問題 (日本魚病學會ワークショップ)。魚病研究, 17, 225-226.
 23. Kusuda, R., J. Yokoyama and K. kawai. (1986). Bacteriological study on cause of mass mortalities in cultured black sea bream fry. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 52(10), 1745-1751.
 24. Yasunobu, H., K. Muroga and K. Maruyama. (1988). A bacteriological investigation on the mass mortalities of red sea bream *Pagrus major* larvae with intestinal swelling. *Suisanzoshoku*, 36(1), 11-20.
 25. Matsumoto, N., M. Abe and K. Nosaka. (1988). Studies on factors related to mass mortalities of black sea bream fry in the artificial seeding production-II Infection experiments by feeding rotifer contaminated with bacteria and by using dead fry from disease. *Bull. Kagawa Pref. Fish. Exp. Stn.*, 3, 19-29.
 26. 金澤昭夫、益本俊郎、平川諒三郎、西中弘興 (1985). 微粒子飼料の研究—II マダイの量産規模種苗生産。昭和60年度日本水産學會春季大會演講要旨集, 257, P.61
 27. 荒川敏久、吉田範秋 (1987). 生物餌料と微粒子飼料の併用給餌によるマダイの種苗量産。栽培技研, 16(1), 25-30.
 28. 渡邊良朗 (1985). 仔魚の消化吸收機構。養魚飼料—基礎と應用 (日本水産學會編), 水産學シリーズ (54), 89-98, 恒星社厚生閣, 東京