

自然発生した珪藻類によるキジハタ種苗生産の試み

萱野泰久・尾田 正

Rearing Experiment of Red Spotted Grouper *Epinephelus akaara* Larvae with Diatoms

Yasuhisa KAYANO and Tadashi ODA

キジハタ *Epinephelus akaara* は、ヒラメ *Paralichthys olivaceus*、クロダイ *Acanthopagrus schlegelii* につぐ栽培漁業対象魚種として漁業者からの要望が高い魚種の1つである。本種の種苗生産技術開発は日本栽培漁業協会¹⁾及びいくつかの県水産試験場等²⁻⁶⁾で行われているが、親魚養成、ふ化仔魚の初期飼育、稚魚期の共食い等多くの未解決の問題をかかえている。なかでも本種のふ化仔魚の全長が2 mm以下と極めて小さく初期飼育における適正餌料が見つかっていないことが大きな課題となっている。

一方、近年ある種の渦鞭毛藻類を初期餌料として海産仔魚⁷⁾や本種仔魚⁸⁾を飼育した例が報告されている。また、仔魚の消化管内容物組成を調べる精度が向上したために渦鞭毛藻類のような極めて壊れやすい生物や珪藻類が、数種の海産仔魚の消化管内より見出され^{9, 10)}その餌料としての意義が注目されている。本研究では自然発生した植物プランクトン、とくに珪藻類を餌として初期飼育を行うとともに、稚魚期までの飼育をシオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* (以下ワムシと略す)、アルテミア *Artemia salina* 幼生、市販配合飼料を給餌して行った。その結果、一部の飼育回次で27千尾の稚魚を生産したので報告する。

材料と方法

供試卵とふ化仔魚 卵は当栽培漁業センターで池中養成した天然親魚51尾(年齢、性比不明)から自然産卵により得たものを使用した。採集卵はただちに浮上卵と沈下卵に選別し、さらに浮上卵は3~5時間1 k l 容FRP水槽内のゴースネット(口径70 cm, 深さ75 cm)内で微流水、微通気で管理した。卵管理中に生じた沈下卵(死卵)は適時サイフォンで除去し、浮上卵だけ湿重量を測定し、飼育水槽へ収容した。なお、供試卵数は1 g 当たり2,700粒として計算した。

ふ化率は、飼育水を満たした3 l 容ピーカーに供試卵

の300~1,000粒を収容し、翌日ふ化仔魚数と死卵数を計数し求めた。また、ピーカーは飼育水槽内に浮かべ水温変動が少なくなるようにした。

飼育方法 飼育水槽は屋内32 k l 容八角型コンクリート水槽を用いた。飼育水は自然発生した珪藻類を添加した海水(珪藻海水区)とクロレラ *Chlorella* sp. を100万細胞/mlになるよう添加した海水(クロレラ海水区)を用い、回次1~4は珪藻海水区、回次5, 6はクロレラ海水区とした。珪藻類は、飼育水槽と同型の水槽にろ過海水(アンスラサイトろ過海水)を満たし、栄養塩として海水1 k l 当たり Na_2HPO_4 0.4 g, KNO_3 2.0 g, Na_2SiO_3 0.2 g, クレワット32 0.2 g, マリンG 1 g を添加し、培養した。珪藻類の増殖維持は栄養塩の追肥と照度の調整により行った。照度は遮光幕の開閉により調整し、開放時と遮光時の日中最高照度はそれぞれ20~30klux, 4~6 klux であった。飼育水への珪藻添加は、浮上卵収容2日前に飼育水がわずかに着色する程度とし、同時に栄養塩を添加した。飼育水中の珪藻類の増殖維持は種培養と同様の方法で行った。一方、飼育水へのクロレラ添加も浮上卵収容2日前に行った。また同時に、約100万~200万個体の抱卵したチグリオプス *Tigriopus japonicus* を、飼育槽内の4カ所に懸垂したゴースネット(口径40 cm, 深さ40 cm)へ収容し、ふ化したノープリウスがネットを通過して飼育水中で仔魚の餌となるようにした。

餌料系列及び日間給餌量を図1に、給餌時刻を図2に示した。珪藻海水区はふ化後5日目(以下ふ化後n日目をH-nと略す)までの間は珪藻を維持し、ワムシをH-2~30, アルテミア幼生をH-15~40, 配合飼料をH-15~40の間それぞれ給餌した。クロレラ海水区はH-5までの間はチグリオプスを収容した。また、ワムシ、アルテミア幼生、配合飼料をそれぞれ珪藻海水区と同様に給餌した。チグリオプスはワムシ培養槽等に発生したものを採集し用いた。ワムシはS型に属しクロレラ、バ

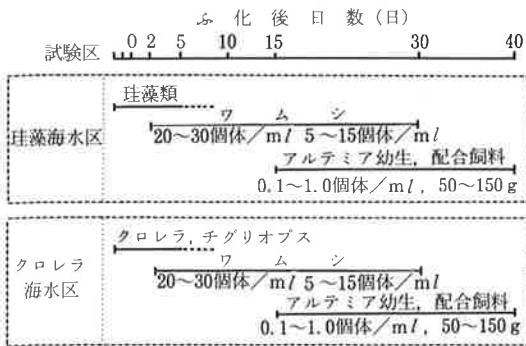


図1 餌料系列及び日間給餌量

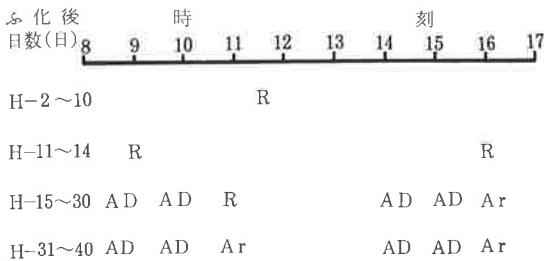


図2 給餌時刻

R…ワ ム シ, Ar…アルテミア幼生, AD…配合飼料

ン酵母で培養し、餌として使用する前の2日間は油脂酵母で培養した。さらに餌として与える前にクロレラで2~18時間二次培養すると同時に、ニフルスチレン酸ナトリウムを1mg/lになるよう添加し薬浴した。H-10までは1日1回飼育水中のワムシ密度が20~30個体/mlになるよう給餌し、H-11~30の間はアルテミア幼生を給餌するまでが午前と午後、アルテミア幼生併用時には午前、飼育水中のワムシ密度が5~15個体/mlになるよう給餌した。アルテミア幼生は、耐久卵をふ化槽に収容する時にニフルスチレン酸ナトリウムを1mg/lになるよう添加し、さらに24時間後にエステル85(市販乳化油脂剤)を0.1ml/lになるよう添加し、30~50時間後に収穫して給餌した。なお、ふ化水温は27°Cとした。給餌はH-15~40の間とし、1日当たりの給餌量は300万~3,000万個体とした。配合飼料は協和B(粒径250~400 μ m)、オリエンタル前期用(粒径125~560 μ m)を仔稚魚の成長にあわせて与えた。1日当たりの給餌量は50~150gとし、1日量を4回に分けて与えた。給餌率は約5~10%であった。

H-3までは止水とし、緩やかな通気のみを行った。

その後注水量、通気量を増加させ、注水量は最終的に50kl/日とした。また、底掃除は適時行ったが、配合飼料給餌以降は毎日行った。

魚体及び水質測定 10日毎に仔稚魚を30~50尾取上げ、MS222で麻酔後全長を測定した。また、仔稚魚の消化管内容物をH-1~10の間は毎日、その後は適時観察した。

水質測定は水温、DO、pHを毎日午前10時に行った。H-40にすべての稚魚を取上げ、重量法で計数し、100尾を10%ホルマリン海水で固定後全長、体重を測定した。

結 果

供試卵とふ化 飼育試験は珪藻海水区4回、クロレラ海水区2回、計6回行った。各回次の収容卵数、ふ化仔魚数、ふ化率、異常ふ化率を表1に示した。1槽当たりの収容卵数は378千~1,547千粒、ふ化仔魚数は298千~946千尾であった。ふ化率は供試卵により差が著しく28.5~99.5%で1回次のふ化率が極めて低かった。異常ふ化率は2.3~12.4%で1回次の異常ふ化率が高かった。

水質環境 水質測定結果を表2に示した。平均水温は23.2~26.9°Cの範囲であった。pH、DOの平均値はそれぞれ8.22~8.53、6.6~7.1mg/lの範囲で、当栽培漁業センターにおけるヒラメ種苗生産時の値¹¹⁾に比べ、pHが0.1~0.4高く、DOが1.5~1.0mg/l低かった。しかし、これらの水質が仔魚の生残に影響を及ぼしたかどうか明らかでなかった。

初期飼育 H-10までの飼育を初期飼育とした。

1. 珪藻海水区における珪藻類等の組成

表3に各回次における仔魚開口時(H-2)の主要な珪藻類等の組成を示した。1回次はH-1に珪藻の増殖が不調となり、同時に大きき20 μ m前後の原生動物(種不明)が増殖し、H-2には珪藻は消失し、その後原生動物も消失した。2~4回次では卵収容時あるいはH-0から珪藻が増殖し始め、H-2には水底がわずかに見える程度となった。しかし、増殖した珪藻の組成は各回次で異なっていた。優占種は2回次が *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros* sp., *Thalassiosira* sp., *Eucampia* sp., *Stephanopyxis* sp. 等、3回次が *Eucampia* sp., *Rhizosolenia* sp., *S.costatum*, *Thalassiosira* sp., *Thalassiothrix* sp. 等、4回次が *Rizosolenia* sp. での他わずかに *S.costatum*, *Thalassiosira* sp. が観察された。なお、4回次はH-3に珪藻が消失した。

2. クロレラ海水区におけるチグリオプス・ノープリウスの発生状況 5, 6回次ともノープリウス発生量は

表1 供試卵数とふ化

| 回次 | 採卵月日 | 収容卵数(千粒) | ふ化月日 | ふ化仔魚数(千尾) | ふ化率(%) | 異常ふ化率*(%) |
|----|------|----------|------|-----------|--------|-----------|
| 1 | 7.6 | 872 | 7.7 | 249 | 28.5 | 12.3 |
| | 7.7 | 675 | 7.8 | 372 | 55.1 | 12.4 |
| 計 | | 1547 | | 621 | | |
| 2 | 7.20 | 1161 | 7.21 | 946 | 81.5 | 2.7 |
| 3 | 7.28 | 621 | 7.29 | 546 | 87.9 | 2.3 |
| 4 | 8.3 | 743 | 8.4 | 739 | 99.5 | 8.4 |
| 5 | 7.9 | 618 | 7.10 | 475 | 76.9 | 8.2 |
| | 7.10 | 459 | 7.11 | 205 | 44.6 | 5.8 |
| 計 | | 1077 | | 680 | | |
| 6 | 7.18 | 216 | 7.19 | 158 | 73.0 | 3.3 |
| | 7.19 | 162 | 7.20 | 140 | 86.4 | 3.3 |
| 計 | | 378 | | 298 | | |

* ふ化仔魚に占める死魚, 奇形魚の割合

表2 水質測定結果

| 回次 | 飼育期間(月日) | 水温(°C) | | pH | | DO(mg/l) | |
|----|-----------|--------|-----------|------|-----------|----------|---------|
| | | 平均値 | 範囲 | 平均値 | 範囲 | 平均値 | 範囲 |
| 1 | 7.6~7.14 | 23.2 | 22.6~24.2 | 8.35 | 8.21~8.48 | 6.9 | 5.9~7.7 |
| 2 | 7.20~8.30 | 26.8 | 25.7~28.0 | 8.22 | 8.03~8.48 | 6.6 | 6.2~7.4 |
| 3 | 7.28~8.3 | 26.9 | 25.6~27.8 | 8.44 | 8.35~8.55 | 7.1 | 6.8~7.3 |
| 4 | 8.3~8.11 | 26.6 | 26.1~27.7 | 8.28 | 8.06~8.44 | 6.8 | 6.5~7.2 |
| 5 | 7.9~7.13 | 23.8 | 23.2~24.3 | 8.53 | 8.41~8.60 | 7.0 | 5.2~7.8 |
| 6 | 7.18~7.27 | 25.2 | 24.1~25.8 | 8.33 | 8.18~8.50 | 6.8 | 6.2~7.7 |

極めて少なく0~5個体/lであった。

3. 仔魚の摂餌と生残 各回次の生残率を表4に示した。2回次はH-4, 5にへい死魚が多数観察されたものの生残率は比較的高く生残尾数が150千~200千尾と推定された。しかし, その他の回次ではH-4~9の間に仔魚数がそれぞれ数10~100尾程度となったので飼育を中止した。各回次の摂餌状況を空胃率の推移で図3に示した。H-2(開口日)の空胃率は2回次が0%, 3回次が30%, 4回次が80%, 1, 5及び6回次が100%であった。その後の空胃率は1回次が0~100%, 2回次が0%, 3回次が30~80%, 4回次が70~90%, 5回次

が100%, 6回次が20~80%であった。ワムシの摂餌を確認したのは1回次がH-4, 2, 6回次がH-5, 4回次がH-6で, 3, 5回次は摂餌が確認できなかった。また, 2回次を除きワムシを摂餌するまでに仔魚数は激減しており, 摂餌不足が原因で大量へい死したと考えられた。一方, H-2~4の間, 2, 3及び4回次の摂餌魚の消化管は黄褐色を呈し, とくに2回次の仔魚は消化管が膨らむ程摂餌していた。また, 顕微鏡下で消化管内容物を観察したところ, これらは大きさ約10~30µmの珪藻類の集まりであった。

また, 6回次のH-3, 4における摂餌魚はワムシの

表3 飼育水中の珪藻類等組成

| 回次 | 珪藻類等の増殖状況 | 仔魚開口時の珪藻類等優占種 | 原生動物等*の増殖 |
|----|-----------------------|---|--|
| 1 | H-0~1に増殖不調となりH-2には消失 | - | 大きさ20 μ m前後の原生動物が増殖し最高200個体/m ^l となった。 |
| 2 | 接種翌日から増殖,注水開始後H-6には消失 | <i>Skeletonema costatum</i> <i>Chaetoceros</i> sp. <i>Thalassiosira</i> sp. <i>Eucampia</i> sp. <i>Stephanopyxis</i> sp. その他 <i>Thalassiothrix</i> sp. <i>Nitzschia</i> sp. <i>Rizosolenia</i> sp. <i>Ceratium</i> sp. <i>Gymnodinium</i> sp. | 大きさ50~80 μ mの原生動物が1~3個体/m ^l ,数10 μ mも5~10個体/m ^l 増殖 H-6以降 <i>Centropages yamadai</i> が大量発生 |
| 3 | H-0から増殖 | <i>Eucampia</i> sp. <i>Rizosolenia</i> sp. <i>Skeletonema costatum</i> <i>Thalassiosira</i> sp. <i>Thalassiothrix</i> sp. <i>Chaetoceros</i> sp. <i>Asterionella</i> sp. <i>Nitzschia</i> sp. | 大きさ20 μ m前後の原生動物が3~5個体/m ^l 増殖 |
| 4 | 接種翌日から増殖 H-3には消失 | <i>Rizosolenia</i> sp. その他 <i>Skeletonema costatum</i> <i>Thalassiosira</i> sp. | 大きさ20 μ m前後の原生動物が10~20個体/m ^l 増殖 |

*種不明, 2回次では有鐘纖毛虫が発生

表4 初期飼育における生残率

| 回次 | 仔魚数(千尾) | | 廃棄日 | 生残率(%) |
|----|---------|----------|-----|--------|
| | H-0 | H-10 | | |
| 1 | 621 | 0 | H-8 | 0 |
| 2 | 946 | 150~200* | - | 16~21* |
| 3 | 546 | 0 | H-5 | 0 |
| 4 | 739 | 0 | H-7 | 0 |
| 5 | 680 | 0 | H-4 | 0 |
| 6 | 298 | 0 | H-9 | 0 |

*目視観察による推定値

卵を摂餌していた。

仔稚魚期飼育 初期飼育の結果, 仔魚が生残したのは珪藻海水区のうち2回次だけであった。したがって以下は2回次の結果について報告する。

表5に飼育結果を示した。40日間飼育し平均全長20.0

mm, 平均体重106.2mgの稚魚27千尾を生産した。ふ化仔魚からの生残率は2.9%であった。へい死のほとんどは初期飼育のH-4~6までの間にみられ, 水面に仔魚の死がいが浮遊していた。またH-16~20の間は, 小, 中型魚のへい死が目立ち, 1日当たり50~1,000尾がへい死した。H-21~34の間はへい死魚が比較的少なく1日当たり50~200尾であった。しかし, H-35はへい死魚が約300尾以上に増加し, H-36~40まで1日当たり500~1,900尾となった。そこでH-37以降毎日ニフルステレン酸ナトリウムによる薬浴(0.6mg/l, 1時間)を実施したが効果は認められず, へい死の原因を究明することもできなかった。しかし, 稚魚を全数取上げ, 新たな水槽へ移し薬浴を継続したところ, 3日目にはへい死がみられなくなった。なお, 生残率の推移を図4に示したがH-20以降は共食いによる減耗も相当あったと考えられた。

仔稚魚の成長を図5に示した。H-10頃までの成長速度は緩やかであったがその後は直線的に増加し、日間成長量は0.55mmであった。

飼育期間中の総給餌量はワムシ99.6億個体、アルテミア幼生57,660万個体、配合飼料1,990gであった。生産に要した生物餌料と配合飼料の重量比(乾物換算)は前者を1とすると後者は0.69となり、生物餌料が全餌料に占める割合が59.2%と高かった。ただし、ワムシ、アルテミア幼生の1個体当たりの体重はそれぞれ2μg、14μg

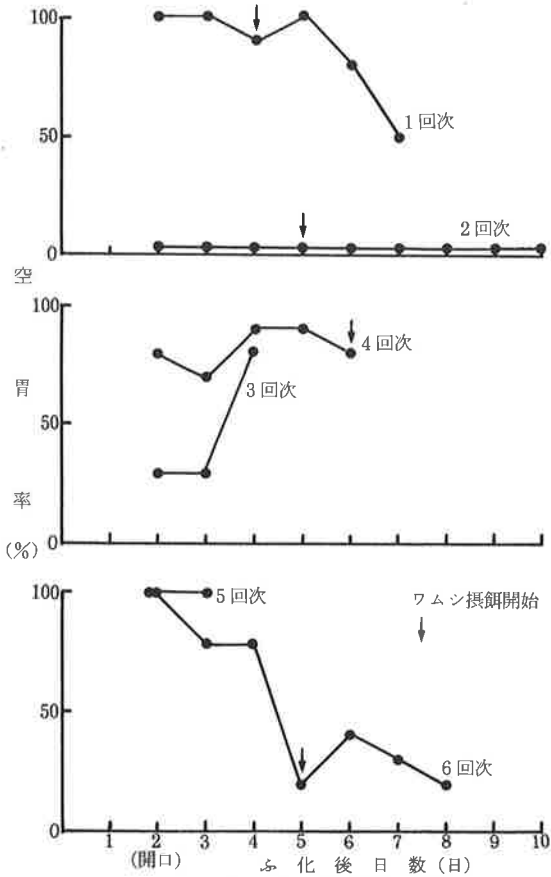


図3 各回次における空胃率の推移

とし、水分含量はいずれも90%とした。また配合飼料の水分含量は3%とし、珪藻類等の初期餌料は無視した。

配合飼料への餌付きは比較的良好で、給餌開始4日目頃から一部の仔魚で摂餌が始まりその後次第に摂餌量も増加した。

考 察

珪藻類及びチグリオプス・ノープリウスを初期飼料としてキジハタ仔魚の飼育を試みた。チグリオプス・ノープリウスはその初期のステージのものはキジハタ仔魚の餌となり得ると考えられた¹²⁾が、クロレラ海水区におけるノープリウスの発生量は数個体/lと極めて少なかった。また仔魚の消化管内からもノープリウスは観察されず、初期飼育における生残率は0%であった。これらについては実験設定にも問題があり、仔魚の開口時期にあわせてノープリウス発生量をコントロールする必要があり技術的に容易ではないと考えられる。一方、珪藻海水区では開口直後の仔魚で珪藻類の摂餌が確認され、4例のうち1例(優占種、*S.costatum*, *Chaetoceros* sp.,

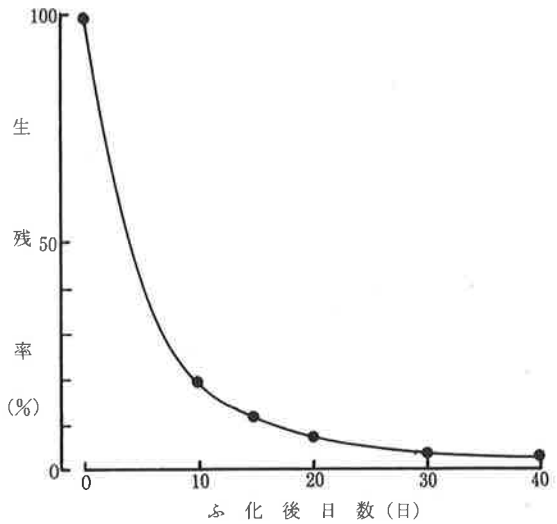


図4 生残率の推移 (2回次)

表5 2回次における飼育結果

| 開 始 時 月 日 | 尾 数 (千尾) | 始 時 収容密度 (千尾/k l) | 時 全長* (mm) | 飼 育 日 数 (日) | 終 了 時 月 日 | 尾 数 (千尾) | 了 時 収容密度 (千尾/k l) | 時 全長* (mm) | 体 重* (mg) | 生 残 率 (%) |
|--------------|-------------|-------------------------|------------------|-------------------|--------------|-------------|-------------------------|------------------|--------------|-----------------|
| | | | | | | | | | | |

*平均値±標準偏差

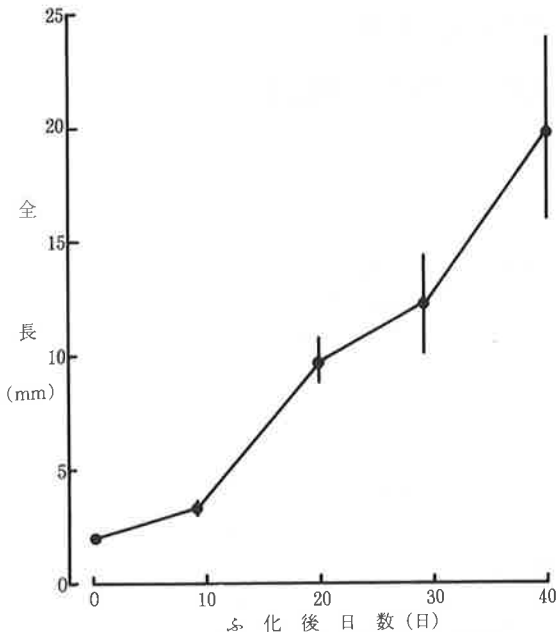


図5 キジハタ仔稚魚の成長(2回次)
平均値±標準偏差

Thalassiosira sp. 等)で生残が認められ、その初期餌料としてその有効性がうかがわれた。これまで本種の初期飼育における珪藻類の応用例^{4, 6)}では、摂餌が確認されただけで生残は認められなかった。珪藻類については、その飼料価値が明確でないが一般に消化能力の低い仔魚期、とくにその初期には消化が困難とされている。しかし、WAREら¹³⁾は基礎代謝を支える上で珪藻類等の植物プランクトンが重要な役割を果たしているのではないかと推定している。本研究におけるキジハタ仔魚の飼育例は、仔魚がワムシの摂餌に成功するまでの補助的な餌として珪藻類がなんらかの役割を果たしたことを示唆するものと考えられ興味深い。さらに珪藻類の種類により生残率に差が認められたことから、摂餌に適した種類、大きさ、形態等を探索することが必要と考えられる。

要 約

1. 池中養成したキジハタ親魚から浮上卵を得、実験に供した。

2. 飼育水として珪藻海水及びチグリオプス・ノーブルウスを発生させたクロレラ海水を用いた。

3. さらに、ワムシ、アルテミア幼生、配合飼料を給餌し飼育を行った。

4. 珪藻海水区については4回、クロレラ海水区については2回の飼育を行い、前者の1例で生残が認められた。

5. これを40日間飼育した結果、全長20.0mmの稚魚27千尾を生産し、ふ化仔魚からの生残率は2.9%であった。

6. 珪藻類がキジハタ仔魚の生残になんらかの役割を果たすことが示唆された。

文 献

- 1) 日本栽培漁業協会, 1986: キジハタ, 昭和60年度日本栽培漁業協会事業年報, 26-30, 180-182
- 2) 濱本俊策・棚野元秀・横川浩治, 1986: キジハタのふ化仔魚飼育時における小型飼料の有効性と照明効果, 香水試研報, 2, 1-12
- 3) 森実庸男・内村祐之・武智昭彦・小泉喜嗣, 1986: キジハタ種苗生産, 愛媛水試事報, 昭和59年度, 102-107
- 4) 成田莞・荒木茂・渡辺健一, 1986: キジハタ種苗生産試験, 徳水試事報, 昭和59年度, 25
- 5) 広島県水産試験場, 1986: 種苗生産研究(キジハタ), 広水試事報, 昭和60年度, 11-12
- 6) 荒川敏久・吉田範秋・吉田満彦, 1985: キジハタの種苗生産試験, 長水試事報, 昭和59年度, 280-284
- 7) R. LASKER, H. M. FEDER, G. H. THEILACKER, and R. C. MAY, 1970: Feeding, growth, and survival of *Engraulis mordax* larvae reared in the laboratory, Mar. Biol., 5, 345-353
- 8) 濱本俊策・吉松定昭, 1984: 渦鞭毛藻類 Dinophyceae 2種のキジハタ *Epinephelus akaara* (TEMMINCK & SCHLEGEL) 仔魚への投餌効果(予報), 香水試報告, 21, 63-72
- 9) J. M. LAST, 1978 a: The food of four species of pleuronectiform larvae in the eastern English Channel and southern North Sea, Mar. Biol., 45, 359-368
- 10) ———, 1978 b: The food three species of gadoid larvae in the eastern English Channel and southern North Sea, ibid., 48, 337-386
- 11) 尾田正・萱野泰久, 1987: ヒラメ種苗生産, 岡山水試報, 2, 232-237
- 12) 萱野泰久・尾田正, 1986: 大型水槽を用いたキジハタ仔稚魚の飼育, 同誌, 1, 66-70
- 13) D. M. WARE, B. R. de MENDIOLA and D. S. NEWHOUSE, 1981: Behavior of first-feeding Peruvian anchoveta larvae, *Engraulis ringens* J. Rapp, p. v. Reun. Cons. int. Explor. Mer, 178, 467-474