

養成イシガキダイからの採卵・人工ふ化*

—— 特にふ化に及ぼす水温および比重の影響 ——

原田輝雄・宮下 盛・横山達雄**

Egg Obtaining and Artificial Hatching of Reared Spotted Parrot Fish, *Oplegnathus punctatus*

— With Special Reference to the Effect of Temperature
and Specific Gravity of Sea Water on Hatching —

Teruo HARADA, Shigeru MIYASHITA and Tatsuo YOKOYAMA**

Synopsis

The experiments of egg obtaining and artificial hatching in reared spotted parrot fish, *Oplegnathus punctatus* have been carried out at Shirahama Fisheries Laboratory, Kinki University, in Wakayama Prefecture.

The experimented juveniles have been captured every year since 1963 near the coast of Kii Peninsular and fed with small frozen fish. These fish grow faster than the Japanese parrot fish, *Oplegnathus fasciatus*, and natural spawning was observed for the first time in 1970 and then continuously every year except 1976.

To obtain eggs the stripping method has been applied since 1970. The spawning season extends from May to June when the water temperature ranged from 20 to 27°C.

The total length of the fish matured at the age of 6 to 9 ranged from 42.6 to 50.8 cm. The eggs obtained by stripping measured 1.00 to 1.15 mm in diameter, but 1.01 to 1.20 mm in those obtained by natural spawning. The fertilized eggs are buoyant, spherical in shape, and hatch out 30 to 35 hours after fertilization at the water temperature from 22.2 to 22.6°C.

The effects of temperature and specific gravity of sea water on hatching were observed. More than 80% of larvae hatched out were normal when the incubator was kept at 20 to 24°C, but no normal larva was produced under 16°C or above 30°C; the specific gravity (σ_{15}) of sea water was maintained at 25.1 to 25.3 throughout the experiments. More than 78% of larvae hatched out were normal in the sea water of the specific gravity of 20 to 32, but no normal larvae was found at the specific gravity under 15, the water temperature was maintained at 21.4 to 23.7°C throughout these observations.

* 本報告の一部は昭和45年10月13日に日本水産学会秋季大会で講演した。
** 近畿大学水産研究所 (Fisheries Laboratory, Kinki Univ., Shirahama Wakayama 649-22, Japan)

I 緒 言

イシガキダイ *Oplegnathus punctatus* は、わが国本州中部以南から韓国および南中国の沿岸に分布¹⁾しており、イシダイと共にイシダイ科に属しているが、共に美味で商品価値が高く、また、磯釣の対象魚として珍重されている。筆者らは、1954年からブリの養殖試験を行なった際、その中に混入しているイシガキダイの成長がイシダイよりもはるかに速いことを認め、養殖対象魚として有望であると考えていたが、その天然種苗が少ないため、本種の単独養殖までには発展せず、その人工ふ化養殖の報告も見当らなかった。本種の親魚の漁獲量ははなはだ少なく、したがって天然親魚から卵が採取される機会はきわめてまれであると考えられる。そこで筆者らは1963年より、和歌山県にある近畿大学水産研究所白浜実験場においてブリ幼魚の中からイシガキダイのみを選別し、ブリと別の網いけすに収容して飼育し、その成長を調査すると共に、親魚まで養成して卵を採取し、人工ふ化する実験を行なった。その結果、卵が採取される魚体の大きさ、年令、ふ化に及ぼす海水の温度および比重の影響等がほぼ明らかとなった。

II 実験材料と方法

養成実験に用いたイシガキダイの種苗は1963年以後毎年4月から6月の間に紀伊半島沿岸で流れ藻についているところをブリ幼魚と共に採捕したものである。それらの種苗は白浜実験場へ輸送し、選別してイシガキダイのみを網いけすに収容、初期の餌料として、イカナゴ、カタクチイワシ、マアジ、マサバ、サンマ等の冷凍魚を粉碎したものを与え、成長に応じて切断したものや姿のままのものを与えて飼育した。網いけすは合成繊維製で田辺湾の島島南海域に設置し、最初、縦3.6 m、横3.6 m、深さ3.0 mの小さいものを使用したが、成長に応じて縦7.2 m、横7.2 m、深さ3.5 mのより大きないけすに換えた。

外部形態の観察、腹部の圧迫、生殖巣の切開等の方法により成熟を判断し、成熟期に入ったと思われる雌雄を陸上水槽に収容し、排水口に集卵網を設置して自然産卵による採卵を試みる一方、網いけすで養成中の雌雄を時々とり上げて腹部を手で圧迫し、搾出法による採卵と人工授精を試みた。

自然産卵に用いた水槽は、1970年の場合直径8 m、深さ1.5 m(水容量70 m³)のナイロン水槽、1971年には直径10 m、深さ1.5 m(100 m³)のナイロン水槽で、1972～1974年には縦4 m、横5 m、深さ1 m(15 m³)、

1975年および1977年には縦8 m、横8 m、深さ1.6 m(100 m³)、1978年には縦4 m、横6 m、深さ1.2 m(25 m³)のそれぞれコンクリート水槽であった。集卵網は0.256mmの目合のナイロン製網地で、縦、横、深さ、それぞれ70cmにつくったいけす網で、これを水槽のオーバーフローに取りつけたものである。

雌魚の腹部を圧迫して得た卵には、同様にしてイシガキダイまたはイシダイの雄魚から得た精液を注ぎかけ、乾導法で人工授精を行なった。その10～20分後に卵をよく洗い、ふ化槽に移して、8細胞期前後まで発生が進んだ時、発生している卵を拡大鏡下で計数して、総採卵数に対する百分率を出し受精率とした。20倍に拡大した投影機で、8細胞期前後の卵10個を測定してその平均値を求め、受精卵の直径とした。

ふ化に及ぼす水温の影響を調べるため、1971年に自然産卵した受精卵を10～12段階の所定温度に調節した水槽に収容してふ化の状態を観察した。確実に期するため実験は3回、5月31日、6月2日および6月11日に生まれた卵について各段階別の比較を行なった。初期発生を続けている受精卵約50個を海水1ℓと共に合成樹脂製水槽に収容し、それを30ℓ水槽に浮かべ、その30ℓ水槽の温度を調節して、ふ化槽の水温が所定温度に保たれる仕組みとした。生存している卵が全部ふ化を終了してから、各水槽のふ化状態を詳細に点検、正常仔魚、奇形仔魚、死卵などを計数し、それらの合計から収容卵数を逆算した。これらの実験から本種のふ化に適当な温度範囲を推定した。

ふ化に及ぼす海水の比重の影響を調べるために、1971年に自然産卵によって得た受精卵を、11段階および15段階の比重に調節した水槽に収容してふ化の状態を観察した。確実に期するため実験は2回、6月1日および6月4日に生まれた卵について、各段階別に比較を行なった。田辺湾の天然海水を基にして、低比重の方は、ハイポで脱塩素した上水道水を加えて所定の比重とし、高比重の方は、人工海水を加えて所定の比重とした。このように所定の比重に調整した海水1ℓに発生初期の受精卵約50個を加えて合成樹脂製的水槽に収容し、水温をふ化適温に保ってふ化状態を観察した。生存している全部の卵がふ化を終了してから、各水槽のふ化状態を詳細に点検し、正常仔魚、奇形仔魚、死卵などを計数し、それらの合計から収容卵数を逆算した。これらの実験からふ化に適当な海水比重の範囲を推定した。

Ⅲ 実験結果

採卵用親魚の養成 紀伊半島沿岸で採捕した稚魚を田辺湾に設置した網いけすに収容して小魚を与えて飼育したところ、採捕当時全長約5cm、体重約4gの稚魚の大部分は、6年後には全長40cm以上、体重2,000g以上に成長し、その一部が成熟して卵を採取することができた。自然産卵により94.7%の受

精卵が得られた1973年の親魚の大きさは、任意抽出で10尾の体重を測定した結果、3,850g, 3,350g, 3,350g, 3,150g, 2,950g, 2,850g, 2,650g, 2,500g, 2,450g, 2,300gで平均2,940gであった。

搾出法による採卵と人工授精 1970年から1978年までの搾出法による採卵と人工授精の結果を年毎にまとめてTable 1に示した。

Table 1. Records of egg obtaining by stripping from reared spotted parrot fish in the years 1970~1978.

| Year | Date obtained | Water temperature (°C) | Parent fish | | Total eggs | Fertilized eggs to total eggs in % | Average diameter of fertilized eggs (mm) |
|------|---------------|------------------------|-------------|--------|------------|------------------------------------|--|
| | | | Age | Number | | | |
| 1970 | May 24 | 20.4 | 7 | 5 | 421,645 | 0.1 | - |
| | May 25 | 20.6 | | | | | |
| 1972 | May 27 | 23.0 | 9 | 3 | 543,640 | 2.5 | 1.07 |
| | June 5 | 22.0 | | | | | 1.15 |
| 1975 | June 9 | - | 6 | 1 | 65,000 | 3.6 | 1.02 |
| 1978 | June 11 | 20.5 | 7~9 | 9 | 1,529,840 | 30.7 | 1.00 |
| | ~ July 5 | ~ 27.3 | | | | | ~ 1.04 |

1970年5月24日に、幼魚から養成したイシガキダイの親魚から初めて搾出法により採卵することができ、その翌日も同様に採卵することができたが、受精率はきわめて低く、わずか0.1%に過ぎなかった。次いで1972年では2.5%、1975年には3.6%と漸次受精率が向上し、1978年には30.7%となり、その中でも、Table 2に示すように、1978年6月14日に採卵した場合には68.0%という高い受精率が得られた。

受精率の低い原因の主なものは雄の精液にあったと考えられる。イシガキダイは雄も成熟し難く、多量の精液を得ることが困難な場合が多かった。本種の精液が十分にある場合や、本種の代りに多量のイシダイの精液を使用した場合、高い受精率が得られる傾向がみられた。なお4~8細胞期の受精卵の直径は1.01~1.15mmであった。

Table 2. Record of egg obtaining by stripping from reared spotted parrot fish in 1978.

| Date obtained | Water temperature (°C) | Number of parent | | Total eggs | Fertilized eggs to total eggs in % | Average diameter of fertilized eggs (mm) |
|---------------|------------------------|------------------|------|------------|------------------------------------|--|
| | | female | male | | | |
| June 11 | 20.5 | 1 | 2* | 149,640 | 41.8 | 1.04 |
| June 11 | 20.5 | 1 | 2 | 186,600 | 3.8 | 1.04 |
| June 14 | 24.2 | 2 | 4 | 412,000 | 68.0 | 1.01 |
| June 14 | 24.2 | 2 | 2 | 280,400 | 21.9 | 1.00 |
| June 15 | 23.3 | 2 | 3* | 419,200 | 11.8 | 1.00 |
| July 5 | 27.3 | 1 | 2* | 82,000 | 10.4 | 1.02 |

*: Japanese parrot fish

Table 3. Record of obtaining eggs from reared spotted parrot fish by natural spawning in tanks.

| Year | Date of spawning | Water temperature (°C) | Parent fish | | | Number of total eggs | Fertilized eggs to total eggs in % | Diameter of eggs (mm) |
|------|------------------|------------------------|-------------|-------------------------|----------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------|
| | | | Age | Average body weight (g) | Number of fish | | | |
| 1970 | May 17 ~ 30 | 21.2 ~ 22.6 | 7 | 2,770 | 22 | 523,093 | 15.8 | 1.03 ~ 1.10 |
| 1971 | May 26 ~ June 8 | 20.7 ~ 22.4 | 8 | - | 53 | 5,505,149 | 17.4 | 1.01 ~ 1.20 |
| 1973 | May 18 ~ June 21 | 19.7 ~ 23.8 | 5 ~ 10 | 2,940 | 13 19 | 3,740,620 | 94.3 | - |
| 1974 | May 27 ~ June 9 | 21.9 ~ 24.1 | 5 ~ 6 | - | 30 2 | 318,000 | 3.5 | - |
| 1978 | June 14 ~ 24 | 22.4 ~ 25.2 | 7 ~ 9 | 2,395 | 39 23 | 20,281,000 | 58.0 | - |

自然産卵を利用した卵の採取 成熟年令に達したと思われる5~6年以上のイシガキダイのうち、特に成熟状態が顕著と思われるものを、陸上の水槽に移して自然産卵をはかる試みを1970年に初めて行なって受精卵を得てふ化飼育したが、その後1976年を除いて1978年まで毎年実施してきた。採卵はいずれの年も可能であったが、その中で好成績のものをTable 3に示した。これからわかるように自然産卵の行なわれた水温は、19.7~25.2°Cで、産卵適温はこの範囲にあると考えられる。受精卵の直径は1.01~1.20mmで、搾出法によるよりもやや大きい傾向が伺われる。採取した受精卵の数も搾出法よりも多かった。十分成熟した親魚を水槽に収容すれば、受精率も高く、まとまった数の受精卵が入手されると思われる。しかし、イシガキダイの自然産卵の場合、福所ら³⁾は平均受精率が81.7%という高さで1尾当りの産卵数も200万粒と推定しているが、これに比べると本種は受精率が低く産卵数も少なく、採卵がイシダ

イより容易でないと考えられる。1974年の受精率はわずかに3.5%で、極端に低かった。この原因は雄が僅かに2尾で少な過ぎたためと考えられる。

ふ化に及ぼす水温の影響 種々の段階にふ化槽の温度を設定して、ふ化の状態を比較する実験を3回行なった。

第1回実験は5月31日18時頃自然産卵し、桑実期まで発生した卵を約50個づつ13.1°Cから29.1°Cの間に10段階に設定した水槽に収容して、ふ化の状態を観察したところ、18.3°C~23.6°Cの水槽ではふ化した正常形の仔魚は約80%あったが、低温側で正常仔魚が得られたのは16.1°Cの水槽までであり、高温側では27.3°C以上となると奇形が激増した。最高のふ化率が得られたのは水温23.6°Cの水槽であった。

第2回実験は6月2日18時頃自然産卵して、桑実期まで発生した卵を、約50個づつ、水温14.7°Cから31.6°Cまでの間を10段階に設定した水槽に収容し、同日24時に実験を開始した。その結果をTable 4に

Table 4. Egg hatching at different temperatures in Japanese parrot fish at the specific gravity (σ_{15}) 25.1 to 25.3.

| Water temperature (°C) | 14.7 | 16.1 | 19.1 | 20.0 | 22.0 | 23.9 | 25.9 | 27.5 | 29.1 | 31.6 |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Number of stocked eggs | 44 | 43 | 44 | 47 | 50 | 49 | 46 | 48 | 45 | 44 |
| Hatched | | | | | | | | | | |
| Normal | 0 | 0 | 32 | 40 | 43 | 43 | 32 | 15 | 0 | 0 |
| Larvae Deformed | 0 | 1 | 3 | 0 | 2 | 2 | 8 | 26 | 24 | 5 |
| Number of dead eggs | 44 | 42 | 9 | 7 | 5 | 4 | 6 | 7 | 21 | 39 |
| Normal larvae to stocked eggs in % | 0 | 0 | 72.7 | 85.1 | 86.0 | 87.8 | 69.6 | 31.3 | 0 | 0 |

示した。これからわかるように、80%以上の正常ふ化仔魚が得られた水槽は水温20.0℃から23.9℃までの間であり、23.9℃で最高の正常仔魚のふ化率が得られた。また、水温16.1℃以下および29.1℃以上では、正常形の仔魚は1尾も得られなかった。

第3回実験は6月11日21時30分頃自然産卵して、4～8細胞期まで発生した卵を、水温14.6℃から34.3℃までの間を12段階に設定した水槽に收容し、同日23時に実験を開始した。その結果、20.1℃および22.1℃の水槽で80%以上の正常形仔魚のふ化率が得られ、24.2℃以上では、奇形ふ化率が増加した。

以上の3実験を総合すると、正常形仔魚の得られた温度範囲は18.2～29.1℃であり、ほぼ80%以上の正常形ふ化仔魚が得られる温度範囲は20～24℃ということになる。受精からふ化までの所要時間は水温22.2～22.6℃で30～35時間と推定される。

ふ化に及ぼす比重の影響 ふ化槽の海水の比重がイシガキダイの卵のふ化に及ぼす影響を調べるため、2回実験を行なった。

第1回実験は6月1日18時頃自然産卵によって得た受精卵を、海水比重(σ_{15})10.0から32.0までを10段階に設定したふ化槽にそれぞれ約50個づつ收容して6月2日4時に実験を開始した。実験中の水温

は22.6～22.8℃に保った。その結果、ふ化はどの水槽でも認められたが、正常形のふ化仔魚が得られたのは海水比重20.0と30.0の間であった。正常ふ化率最高の比重は23.7、そのふ化率は76.5%であるが、比重22.0～28.0では56.9%以上の正常ふ化率が得られた。また、受精後13時間に卵の浮沈を調べたところ、比重22.0以下では、全部卵が沈下し、24.0では浮上卵71%、中層卵15%、沈下卵14%であった。全部卵が浮上していたのは26.0以上の水槽であった。

第2回実験は6月4日20時30分頃自然産卵した受精卵を比重5から40まで15段階に設定した水槽に、受精後6時間半の時約50個づつ收容して、ふ化の実験を開始した。実験中の水温は21.4～23.7℃であった。その結果はTable 5に示した通りで、正常ふ化仔魚が得られた比重は、16.0から40.0までであるが、中でも78%以上の高いふ化率が得られた比重は、20.0から32.0までの間であった。なお、受精後8時間半の卵は比重20.0以下では全部が沈下、22.0と23.0では中層にあり、24.0以上では全部が浮上していた。ふ化時間については、比重による差は認められなかった。

Table 5. Eggs hatching at different specific gravity in spotted parrot fish at the water temperature 21.4 to 23.7°C.

| Specific gravity (σ_{15}) | 5.0 | 10.0 | 16.0 | 18.0 | 20.0 | 22.0 | 23.0 | 23.5 | 24.0 | 25.0 | 26.0 | 28.0 | 30.0 | 32.0 | 40.0 | |
|--|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| Number of stocked eggs | 45 | 97 | 46 | 49 | 50 | 51 | 48 | 51 | 49 | 48 | 48 | 46 | 51 | 48 | 52 | |
| Hatched Larvae | Normal | 0 | 0 | 12 | 8 | 43 | 50 | 38 | 40 | 45 | 44 | 48 | 43 | 48 | 44 | 28 |
| | Deformed | 10 | 2 | 24 | 39 | 3 | 0 | 8 | 7 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 13 |
| Number of dead eggs | 35 | 95 | 10 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 3 | 3 | 0 | 3 | 2 | 3 | 11 | |
| Normal larvae to total stocked eggs in % | 0 | 0 | 26.1 | 16.3 | 86.0 | 98.0 | 79.2 | 78.4 | 91.8 | 91.7 | 100 | 93.5 | 94.1 | 91.7 | 53.8 | |

Ⅳ 考 察

近縁種のイシダイにおける養成親魚の成熟について、熊井・中村²⁾は雄は満1年で1部が成熟し、満2年でほとんどが成熟すると述べ、雌では満2年で一部が成熟すると述べている。筆者らもイシダイを人工ふ化して田辺湾の網いけすで飼育しているが、成育の速い雌は満2年で、大部分の雌は満3年で成

熟することを認めている。体重500g、全長27cm程度のイシダイの雌は成熟するが、同年令の体重1,000g、全長32cm程度のイシガキダイの雌はまだ成熟しない。本実験から、イシガキダイはイシダイより成長が速いにも拘らず、成熟は満5～6年からと推定される。この原因は本種の特長であるのか、イシガキダイ養成上の餌料的要因か、あるいは環境的要因かその起因するところが明らかでない。筆者らは、イシガキ

ダイの特性に関するところが多いと推察しているが、今後この点について検討し、より若い年令で採卵する研究が望まれる。

卵を採取できた期間は、全実験を通じてみると、5月17日から7月5日までであるが、多くは5月中旬から6月下旬までであって、水温は22~24℃を中心に、20~27℃の範囲にあると推察されたが、これはイシダイの産卵期とほぼ一致する³⁾。

採卵については、搾出法と自然産卵法とによったが、搾出法は成熟した雄親の入手が容易でない上に、熟卵を得る機会が少ないので、大量の受精卵を得ることはイシダイに比べて非常に困難であると考えられる。また、自然産卵について福所³⁾はイシダイで平均浮上卵率81.7%と報告しており、雌1尾当りの産卵数についても、魚体重1,000~2,000gの親魚の産卵数を200万粒と推定している。本実験においては、親魚の収容時期が適当でなく、未成魚の親魚を用いたり、雌雄比が適当でない等の理由から、1尾当りの採卵量はイシダイに比しはるかに少なかったが、自然産卵法は搾出法より経済的に大量の卵が採取されると思われる。今後は本種の雌のみならず、雄の成熟についての検討が必要である。

ふ化が環境条件から受ける影響の大きいことは、他の多くの魚種について知られている。この環境条件の中で、通常の海水の中では、水温と比重が最も大きな要因であると思われる。水温の実験から、ほぼ70%以上の正常ふ化率が得られた温度範囲は19~26℃で、80%以上が得られた温度範囲は20~24℃であったが、ふ化時間とともに、熊井・中村⁴⁾がイシダイで行なった実験結果とほぼ一致する。比重に対する第1回実験と第2回実験の結果を比較すると、第1回実験の方が全般にふ化率が低く、また、正常な仔魚が得られた比重の範囲は、第1回では20.0~30.0であったが、第2回では16.0~40.0で、第1回の方が狭かった。このようなことから、第1回実験の卵質が、第2回実験に劣っていたと考えられる。このように卵質の如何で比重から受ける影響は相違があるものと考えられる。しかし、第1回、第2回の実験を通じ、正常ふ化率の高い比重はほぼ一致しており、22.0~28.0が最適比重と考えられる。

塩分がふ化に及ぼす影響については、イシダイに比べ若干の相違点がある。すなわち、イシダイでは桑実期以降の卵を低比重の海水中に収容した場合、比重5.0以上で90%以上のふ化率を得た⁴⁾というが、イシガキダイでは良質卵を用いたと思われる第2回実験においても、16.0~20.0以上でなければ高いふ

化率は得られなかった。また、正常ふ化率70%以上が得られる海水比重の下限は22.0前後と推定されることなどから、イシガキダイはイシダイに比べて、低比重海水のふ化に及ぼす悪影響ははるかに大きいと考えられる。

V 要 約

1. 1963年から1978年まで毎年紀伊半島沿岸で採捕したイシガキダイの稚魚を白浜実験場で飼いつけて親魚まで養成し、採卵と人工ふ化の実験を行なった。

2. イシガキダイの稚魚を田辺湾に設置した網いけすに収容し、小魚を餌料として飼育したところ、6年後には全長40cm以上、体重2,000g以上に成長し、6~9年魚から卵を採取し、人工ふ化することができた。

3. 採卵は、1970年から1978年までの間に搾出法と自然産卵法とを試み、いずれも卵が採取されたが、自然産卵法の方が、容易に多量の卵を採取することができた。

4. 産卵は5~6月、水温22~24℃を中心に、20~27℃の間で行なわれた。卵は直径1.0~1.2mmの浮性卵で、水温22.2~22.6℃では受精後30~35時間でふ化した。

5. 水温がふ化に及ぼす影響を調べる実験の結果、正常な仔魚がふ化した水温は18~29℃であったが、80%以上の高率で正常な仔魚がふ化した水温の範囲は20~24℃であった。

6. 海水の比重がふ化に及ぼす影響を調べる実験の結果、良質卵を用いた実験では、正常な仔魚がふ化した比重 (σ_{15}) は16.0~40.0であり、78%以上の高率でふ化仔魚が得られた比重の範囲は、20.0~32.0であったが、質がやや劣る卵での実験と総合すると、ふ化の最適比重は22.0~28.0であると考えられる。

本実験を進めるに当り、本学水産研究所の教職員諸氏には、1963年以来現在に至るまで、多年に亘り供試魚の飼育管理と採卵人工ふ化の業務に尽力されました。また、本研究所から転出されたタキイ水産センター主任水野兼八郎氏および高知大学助教授榎田晋氏には、在職中供試魚の飼育に並々ならぬ御協力をいただきました。白浜漁業協同組合の諸氏には、飼育海面の使用について御協力をいただき、本学水産研究所の海水増殖学専攻学生には、採卵・ふ化・飼育の実験に種々御協力をいただきました。上記の諸氏に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- (1) 阿部宗明：原色魚類検索図鑑，142. 北隆館. 東京（1963）
- (2) 熊井英水・中村元二：昭和47年度日本水産学会春季大会講演要旨集，13（1972）
- (3) 福所邦彦・神田高司・与賀田稔久・藤田矢郎：長崎県水産試験場研究報告 1，35
- (4) 熊井英水・中村元二：昭和53年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，51（1978）
（昭和53年10月16日受理）