

イシダイの成熟と産卵時期について*

熊井英水・中村元二**

On the Maturity and Spawning Season of the Japanese Parrot Fish,

Oplegnathus fasciatus (TEMMINCK et SCHLEGEL)

Hidemi KUMAI and Motoji NAKAMURA **

Synopsis

In order to keep a stable supply of the seedlings of the Japanese parrot fish, *Oplegnathus fasciatus* (TEMMINCK et SCHLEGEL) it is necessary to produce artificial seedlings. Accordingly the knowledge on the mature condition and spawning season of the fish is immediately required.

The present paper is dealt with the annual changes of ovarian eggs together with the gonad index of the fish.

The results are summarized as follows.

- 1) The maturity of gonad begins to appear in the males partly of one year old fish, while in the females partly of two years old fish.
- 2) The spermatozoa release is usually observed during half a month or a month prior to the ovary maturation.
- 3) The gonad maturity of the Japanese parrot fish is largely depended on the changes of water temperature. Most of the fish can be attained to maturity when water temperature rised up to 20°C.
- 4) When an ovary is consisted of only the immature eggs, the frequency distribution of egg diameter is indicated by a single mode, while in the ovary with ripe eggs the frequency distribution changes to bimodal. In the latter case, the ovarian eggs are obviously separated into two groups of the transparent ripe eggs and the opaque immature ones.
- 5) The annual changes of gonad index well agree with the mature condition of gonad. Judged from the observations above mentioned, the spawning season of the Japanese parrot fish is considered to last from May to July with some annual variations.

I 緒 言

ハマチを中心に発展してきた海産魚類養殖は他の魚種を多角的に導入して、養殖経営の安定化をはかろうとする傾向にあり、ハマチ、マダイに次ぐ魚種としてイシダイ (*Oplegnathus fasciatus*) が脚光をあびるに至った。イシダイはわが国沿岸の岩礁地帯に広く分布するが、漁獲量が少なく、それが故に「幻の魚」などといわれ美味で高級魚の部類に入る。本

種の試験養殖は1961年頃から京都、長崎、静岡の各水産試験場によっておこなわれた¹⁾。著者らは1965年から本種の養殖を手がけ、1967年には養殖親魚から採卵、採精して人工受精をおこない、ふ化仔魚を飼育することに初めて成功し²⁾、その後人工ふ化仔魚を親魚にまで飼いあげ、その親魚から仔魚を得るといいうわゆる完全養殖に成功している³⁾。また著者らに続き、熊本、長崎、和歌山の各水産試験場で

* 本報告の要旨は昭和47年4月2日（於日本大学）および昭和50年10月11日（於長崎大学）日本水産学会で発表した。

** 近畿大学水産研究所浦神実験場 (Fisheries Laboratory, Kinki Univ., Urugami, Wakayama 649-51, Japan)

も成功している。さて本種の種苗は、天然で大量に採捕する機会は少なく、わが国においては能登地方の定置網にややまとまって漁獲される程度である。ここ数年の間に養殖業者の間でイシダイの種苗を望む声が強くなり、韓国からの輸入種苗も使用されるようになった。しかし、より安定した種苗供給をおこなうには計画的に人工種苗生産をおこなうことが必要であり、それには本種の産卵生態などを適確に把握することが急務である。ここではイシダイの成熟と産卵時期を知るために、生殖腺指数の年変化と同時に卵巣卵の卵径組成の年変化の両面から調査したので報告する。

II 材料および方法

生殖腺指数の年変化の調査には、1969年5月に人工ふ化して飼育してきたものの中から満1年経過した1970年5月から1974年7月まで5年間にわたり、10~30日間隔で雌5尾、雄5尾の計10尾を無作為に採取した。採取した資料は雌雄別に尾又体長、体重、体高など各部を測定したのち、開腹して生殖腺をとり出し、その重量を測定した。その資料をもとに生殖腺指数を算出した。なお生殖腺指数は生殖腺重量を尾又体長の3乗で除し、 10^5 を乗じて求めた(以下GIで示す)。

卵巣卵の卵径組成変化の調査には、GI調査に供試したイシダイと同じ、1969年5月人工ふ化して飼育してきた3年魚の中から、1972年2月より同年7月までの6ヶ月間にわたり約15~30日の割合で雌雄各5尾を無作為に採取したものをを用いた。魚体各部を測定したのち開腹し、生殖巣をとり出し重量を測定し、10%ホルマリン液に固定した。なお採取の時間帯は調査日によって異なるが、おおむね13時から16時の間におこなった。この資料からGIを算出し、各採取時におけるGIの平均値に最も近い値をもった雌1個体の右卵巣の中央部より約100mgの卵団を採取した*。とり出した卵団は水中で良くほぐし、双眼実体顕微鏡計測装置を用いて0.05mmの単位で卵径0.1mm以上の卵数を読みとった。また生殖巣の組織像の変化については、成熟前の2月14日、成熟盛期の6月30日および放精、放卵後とみられる7月31日の3回を選び組織切片を作製し、ヘマトキシリン・エオシン染色をほどこし観察した。

III 結 果

生殖腺指数の年変化 GI値の5年間の変化を水温の変化とともにFig. 1に示す。図には雌雄別に資料各5尾のGIの平均値をプロットした。雄のGIは生後満1年経過した、1970年5月には3.4~7.6と小さかったが、6月から7月中旬にかけては3.0~23.0と変異を示しながら大きくなった。この時期にすでに一部の雄では腹部を圧搾することによって放精が認められた。7月下旬から再びその値は小さくなり9月には0.6~2.6と最低を示した。その後、翌年の1971年3月までは2.5~15.6と比較的小きな値で経過したが、4月下旬には4.7~75.6と大幅な増加を示し、ほとんどの個体に放精が認められた。5月中旬から7月上旬までは最高を示し、その値は28.0~224.5であった。5月下旬および6月下旬にその値がやや減少しているが、これは1回の供試魚が5尾であり、しかもその中にはすでに放精の盛期を過ぎたものが混在していた事実があり、それらが値を小さくしたものである。7月中旬からは急にその値は下降線をたどるようになり、生殖線が退縮したことが示唆された。しかし、8月下旬でも圧搾によって放精する個体が認められた。9月上旬には3.0~7.0とその値は小さくなった。その後、翌1972年1月までは横ばい状態で経過したが、3月中旬より急上昇を続け、5月中旬には最高となり、その値は217.7~437.2、平均316.3に達した。5月下旬から早くも精巢の退縮がみられる個体が出現し、GIは下降線をたどり、8月末には5.8~17.2と小さくなり、翌1973年2月まで横ばい状態で経過した。3月から再びその値は増加し、4月上旬からは急激に増大し、5月中旬には172.4~384.2、平均257.5に達し最高となった。その後6月中旬までにやや減少するが、6月末には放精の完了したのも認められ、その値は0.7~154.2、平均49.0となり、かなり著しい個体変異を示した。9月末には8.0~18.2、平均12.6となり、その後横ばい状態が翌1974年2月末まで続いた。3月からは急激にその値は増大し、4月末には46.1~306.7、平均235.7と最高を示した。6月末までその値は200前後にとどまったが、7月末には精巢の退縮が認められ、17.0~56.4、平均31.1と急激に下降した。

一方雌のGIの変化をみると、生殖巣の外観から卵巣が識別できるようになるのはふ化後満1年少々

*別の実験⁴⁾から卵巣卵の分布は一様であることが明らかになっているので、卵巣のどの部位からの採取も可能であるが、ここでは右卵巣の中央部と定めた。

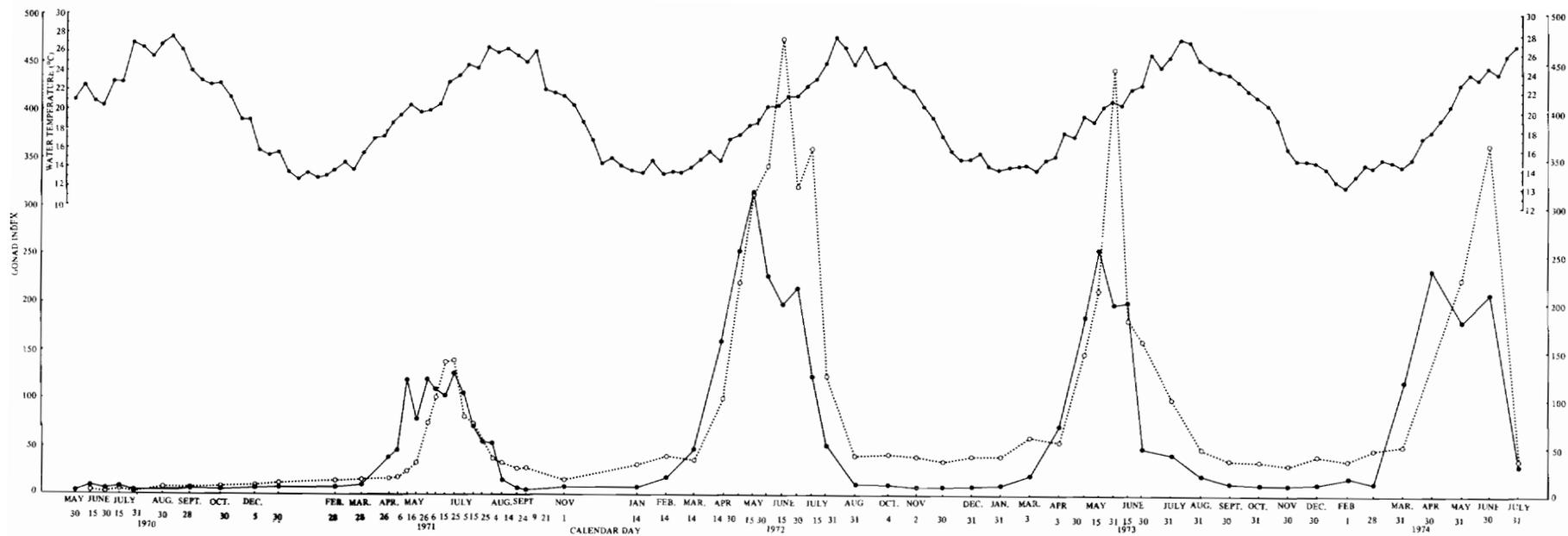


Fig. 1. Annual changes of gonad index during 5 years in the Japanese parrot fish, and the changes of water temperature through the same period.

○ ○ female fish, ● ● male fish.

経過した1970年6月中旬であった。前述のように、雄ではこの時期から7月中旬にかけて、一部に成熟個体がみられたが雌では卵巢の外観からは何ら発達の様相も認められず、ただG Iが経時的にわずかにその値を増加させながら翌1971年5月上旬まで続く。5月中旬には、ややその値が増加し18.4~30.3、平均22.2となった。その後は急激に増大し、7月上旬には40.4~262.2と変異はあるものの、平均138.7と最高値を示した。その後は急に下降線をたどるようになり、9月上旬には17.7~39.1、平均27.4となった。以後、翌1972年3月中旬まで横ばい状態で経過した。4月中旬にはその値は急上昇し、それ以後ますます増大して、6月中旬には331.0~535.4、平均465.6となった。6月末に平均321.5、7月中旬に平均361.3と高い値を示したが、7月末には平均123.6に下降し、その範囲は53.5~235.8となった。さらに8月末には35.8~49.6、平均40.48に下降し、そのまま翌1973年1月末まで横ばい状態が続いた。3月上旬には平均60.8、4月上旬には平均55.4となり、4月末には96.1~235.1、平均147.8と増加し、5月末には128.1~723.5、平均444.7と最高値を示した。その半月後の6月中旬には平均226.3と下降し、8月末には32.9~70.3、平均49.4となった。このまま横ばい状態に入り、翌1974年3月末まで続く。4月末からは再び急激に上昇し、6月末には229.5~453.2、平均365.1と最高値を示すが7月末には急激に下降し、23.1~51.2、平均37.5となった。生後満1年では雌の成熟個体はみられなかった。満2年では本調査に供試した個体には成熟個体は認められなかったが、他の飼育群の中から6月25日に一部成熟個体が認められた。満3年では5月中旬から7月中旬まで、満4年では5月中旬から6月中旬まで、満5年では5月下旬から6月下旬までそれぞれ成熟卵をもった個体が認められた。これら成熟卵が認められるのは何れも水温が21℃前後から24℃前後までであった。G Iの値は成熟前期に雄が雌より大きくなるが、その他の期間では何れも雄より雌の値の方が大きい。また雄は雌より常に約半月ないし1ヶ月先に成熟に達する。

卵巢卵の卵径組成変化 1972年2月から同年7月まで10回にわたり採取した資料をもとに卵径組成を調べFig. 2に示した。

2月14日採取の資料の尾又体長は27.0cm、体重54.5.0gであり、卵巢重量は7.62gでG Iは38.7であった。卵径組成では径0.3mmの卵群が僅かに0.19%出現し、0.25mmの卵群が1.49%、0.2mmの卵群が4.60%、0.15mmの卵群が28.44%で大部分は0.1mm以下の卵群で

占められていた (Fig. 2-a)。この時の卵巢卵の外観および組織像と、同時に採取した精巢の外観および組織像をPlate 1に示す。卵巢、精巢ともまだ小さく発達の様子はみられない。卵の組織像では最も大きい卵は細胞質の中に卵黄胞をもち、核は大型でその周囲に仁が並ぶいわゆる卵黄胞期に相当すると思われる。2番目に大きい卵群は大型核の周囲に仁をもつ周辺仁期に相当する卵と思われる。3番目は小型の卵細胞であり、これらは核の中に仁が数個点在する染色仁期に相当するものと思われる。これら三つの混合からこの卵巢卵は構成されている。なお、この時期の精巢の組織像ではまだ精子の形成はみられず精原細胞のままである。

3月14日採取の資料の尾又体長は30.2cm、体重70.0.0g、卵巢重量は10.4g、G Iは37.8であった。1ヶ月で卵巢はやや発達し、最大卵径の群は径0.35mmを示すものが0.37%出現した。以下卵径が小さくなるにつれてその出現率を増した (Fig. 2-b)。

4月14日採取の資料の尾又体長は26.3cm、体重46.0.0g、卵巢重量17.8g、G I 97.8であった。最大卵径群は径0.6mmとなりその出現率は1.08%であった。ここで初めて0.5mmをモードとする一つの山を形成する (Fig. 2-c)。

4月30日採取の資料の尾又体長は28.4cm、体重61.5.0g、卵巢重量53.1g、G I 231.8となり卵巢重量およびG Iは急激に増大する。しかし、卵径組成は4月14日の資料と大差ない (Fig. 2-d)。

5月15日採取の資料の尾又体長は27.2cm、体重58.5.0g、卵巢重量63.2g、G I 314.1とその値はますます大きくなるが、卵径組成のパターンは前者とあまり変化はない (Fig. 2-e)。

5月30日採取の資料の尾又体長は30.1cm、体重75.0.0g、卵巢重量81.5g、G I 298.9となる。G Iは平均では前回を上まわるが、個体変異が大きくなり197.2~501.1を示す。卵径組成は0.5mmをモードとする顕著な山をみるが、0.2mmをモードとするもう一つの山のきざしがみえる。いままで単峰型であったものが2峰型への移行期とみられる (Fig. 2-f)。

6月15日採取の資料の尾又体長は30.0cm、体重76.5.0g、卵巢重量111.1g、G I 411.5であった。G Iは平均で前回より100以上大きい465.6となり最高値を示す。卵径組成では二つの顕著な山を形成し、それらは0.45mmと0.85mmにモードをもつ山である。この二つの山は0.55mmで一たん区切れて、0.70mmから再び出現し0.95mmまで続く (Fig. 2-g)。この大型卵径卵は透明であり成熟していることを意味している。

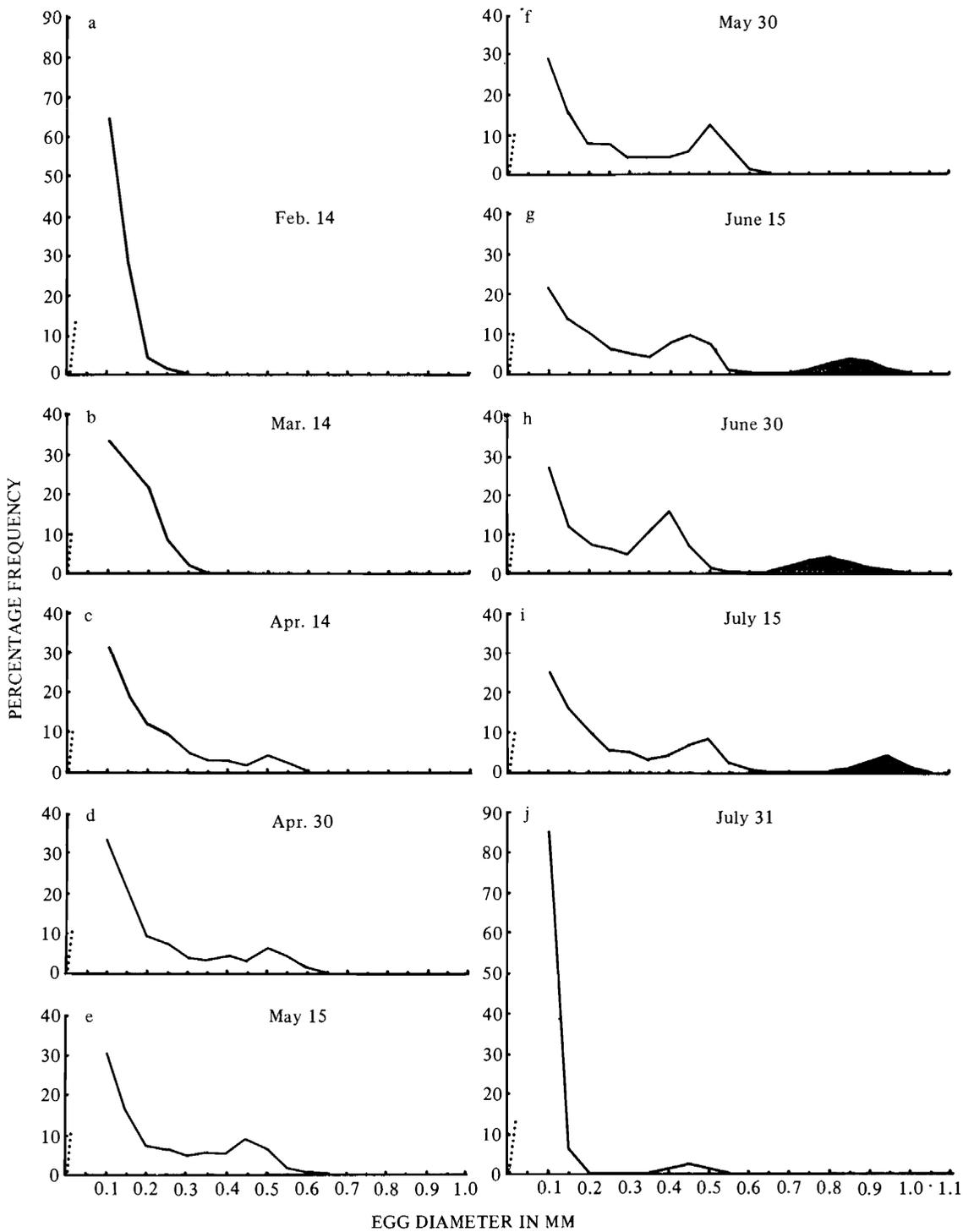


Fig. 2. Frequency distributions of the diameter of ovarian eggs obtained from the Japanese parrot fish of different seasons. Black parts show maturation of oocyte.

したがって、この時期のイシダイは産卵期に入っていることを示唆するものである。またこの透明卵は卵巢の外観からも識別が可能である。

6月30日採取の資料の尾又体長は27.6cm、体重61.0.0g、卵巢重量68.8g、GI 327.2であった。卵径組成では、0.4mmをモードとする山と0.8mmをモードとする山の2峰型であり、両者ははっきり区別される (Fig. 2-h)。すなわち、前者は未成熟卵群であり、後者は成熟卵群である。この時の卵巢の状態および組織像と精巢の状態およびその組織像をPlate IIに示す。卵巢、精巢ともに腹腔の大部分を占めるほどに肥大している。その組織像も卵では大型のものは大部分にわたり卵黄球の融合によって卵黄塊を形成しており、油球の形成もみられ完熟に近いことを示している。一方精巢の組織像では隔壁も薄くなり、隔壁内に精子が充満しており、この状態の精巢では軽く圧ただけで精液を多量に放出する。

7月15日採取の資料の尾又体長は28.6cm、体重64.5.0g、卵巢重量88.6g、GI 378.7であった。卵径組成は0.50mmおよび0.95mmにモードをもつ2峰型であることは前回と変りないが、未成熟卵群と成熟卵群との間隔が大きく、本資料は産卵直前のものと思われる (Fig. 2-i)。

7月31日採取の資料の尾又体長は21.6cm、体重43.0.0g、卵巢重量13.45g、GI 75.6であった。卵巢重量は急激に減少し、これにともなってGIも急降下する。この時の5尾の資料では卵巢重量13.45~58.1g、GI 53.5~235.8であり、ばらつきが大きいことがわかる。このことは産卵を終了した個体とまだ産卵の可能性を含んだ個体が混在していることを示唆している。この時の資料による卵径組成は、Fig. 2-jに示す通り卵径0.1mm以下のものが83.1%と大部分を占め、卵径0.15mmのものはわずかに6.64%で0.20~0.30mmの卵は全くみられず0.35mmのものから再度出現し、0.45mmをモードに0.35~0.55mmの山を形成する。しかし、0.45mmにおいてもその出現率は4.43%にすぎず、恐らくこれは残留卵と思われる。この時の卵巢の状態およびその組織像と精巢の状態およびその組織像とをPlate IIIに示す。卵巢、精巢とも退縮して小さくなっている。卵の組織像では染色仁期と思われる卵細胞が大部分を占め、その中に混って大型の残留卵が認められる。精巢の組織像では隔壁が肥厚し、その間に残留精子がみられる。

以上本調査からイシダイの産卵期を決めるならば、6月中旬から7月中旬が盛期といえるが、その年の環境条件や個体差により産卵盛期は多少前後するこ

とは十分考えられる。

IV 考 察

魚類の再生産を考える上で、受精が効率良くかつ確実におこなわれるには卵、精子とも一致して完全に成熟していることが必要不可欠の条件である。イシダイでふ化後満5年にわたりGIの変化を雌雄別に調査したところ、GI値が上昇し山を形成して下降する傾向は両性ともほぼ一致する。このGIの年変化はイシダイの成熟状態の変化を良く反映していると思われる。すなわち精子を放出する個体や透明卵をもった個体はGIの最大値を示す付近に出現することから裏づけすることができる。

先にGIの年変化のパターンは両性ともほぼ一致すると述べたが、その経過をたどるとGIの増大期に雄と雌とでは幾分ずれが認められる。すなわち、成熟期に至るまでは常に雌は雄よりGIの値が大きいが、成熟期に近づく3月頃から雌雄のGI値に逆転が起り、雄のGIが最高値になるまで続く。それ以後は雌のGIが増大し、雄よりやや遅れて最高値に達するが、その値は常に雄のそれよりも大きい。但し雌が未成熟の満1年魚については成熟時期に一部成熟個体がみられる雄のGI値が上まわる。GIが下降期に入っても雌雄ほぼ一致する場合もあるがむしろ、雌のそれが大きいことが多い。GIが生殖巣の成熟状態と一致したことから考察すれば、ブリなどの成熟と同様⁵⁾、イシダイにおいても雄の成熟が先行するものと思われる。また成熟期以外の時期に雌のGIが常に雄のそれより大きいことは、例えば1972年10月4日の資料に例をとれば、生殖腺重量において雌の平均値が9.38g、雄の平均値は2.94gと雌のそれが大きい。したがって、このことは成熟度合には関係なく、生殖腺重量の大きさに起因しているためであろう。また生殖巣の成熟には外的環境要因の刺激によることが知られており、春季産卵魚は水温の影響を強く受け、秋季産卵魚は光周期の影響を強くうけるといわれる⁶⁾。イシダイは春季産卵魚であり、成熟には水温が強く影響するであろうことがわかる。Fig. 1に示した水温の変化をみると、冬期最低水温から徐々に昇温し、14℃前後になるとGI値も増大しはじめ、その後水温の上昇にともなってGIは急激に増大する。雄では水温が20℃前後に上昇した時に、雌では水温が21~24℃に上昇した時に、それぞれGIが最高値を示す。これらの事実からイシダイの成熟盛期は20℃以上24℃付近であることがわかる。

以上を総合的に考察すればイシダイの成熟は雄が先行して、水温20℃前後から始まり、続いて雌が成熟する。産卵時期はその年の環境、特に水温に影響され年変動や個体変異はみられるが、5月から7月の間であると結論される。

V 要 約

イシダイの成熟と産卵時期を把握するために人工ふ化したイシダイを用いて満1年経過後の1970年5月から1974年7月まで5年間にわたり、生殖腺指数の変化を調査し、併せて同じく人工ふ化して育てた満3年魚を用いて1972年2月から同年7月まで卵径組成の経時的変化を調査して次の結果を得た。

- (1) 雄はふ化後満1年で成熟するものが現われるが、雌では満2年で一部が成熟する。
- (2) 精子の放出は常に卵が成熟する半月ないし1ヶ月早くから認められる。
- (3) イシダイの成熟は特に水温と関係があり、水温が20℃以上に上昇すると成熟する。
- (4) 卵巣卵の卵径組成は未熟卵では単峰型であるが成熟が進むにつれて2峰型となり、卵巣卵は透明な完熟卵と不透明な未熟卵に明確に分離される。
- (5) 生殖腺指数の年変化と生殖腺の成熟状態は良く一致し、これからイシダイの産卵時期は年により

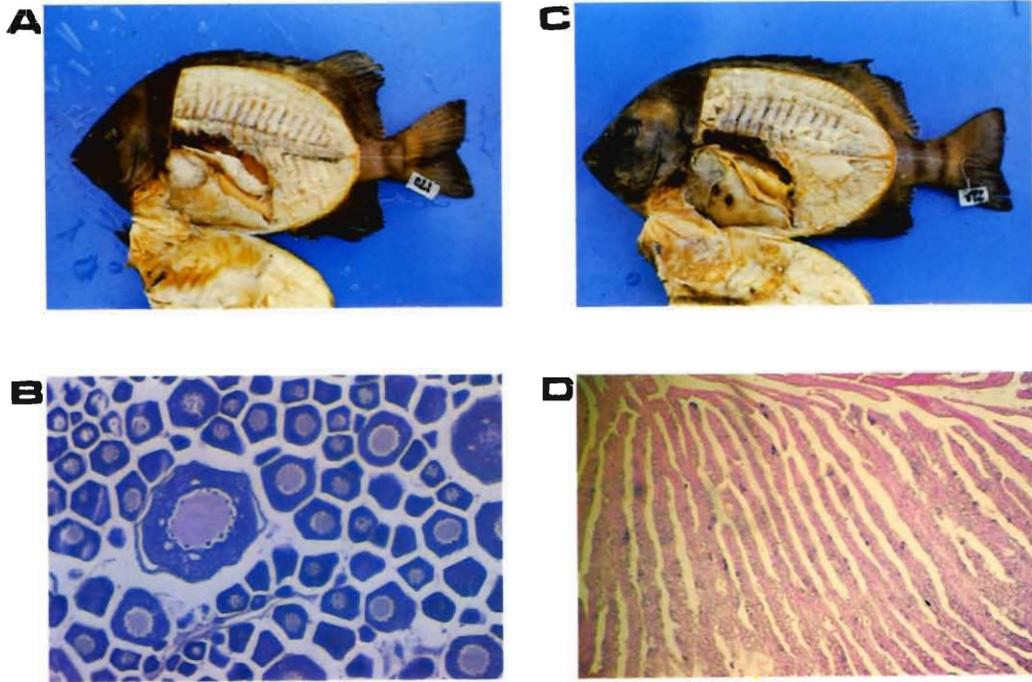
変異があるが、5月から7月の間であると結論される。

本報告をおこなうにあたり種々有益な御助言をたまわり、かつ本論文を校閲していただいた近畿大学水産研究所長、原田輝雄博士ならびに近畿大学農学部教授、浅野博利博士に厚く御礼を申し上げる次第である。

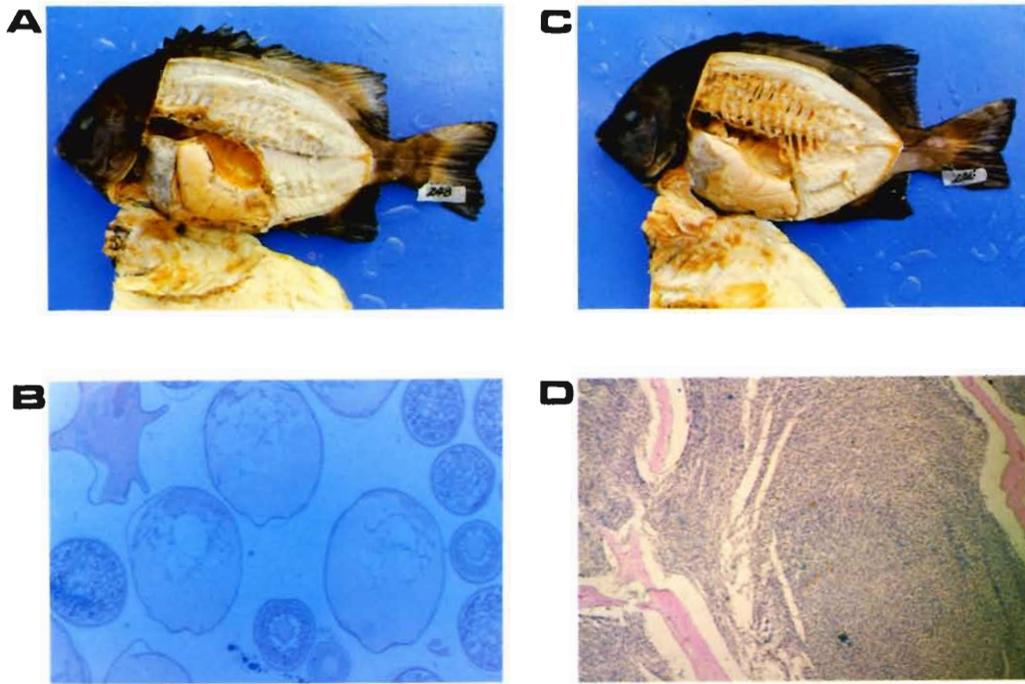
引 用 文 献

- (1) 五十嵐正治：浅海養殖60種，64～66，大成出版，東京（1965）
- (2) 熊井英水・中村元二・原田輝雄：昭和42年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，20，日本水産学会（1967）
- (3) 熊井英水・中村元二・原田輝雄・水野兼八郎・村田修・古谷秀樹・宮下盛：昭和44年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，1，日本水産学会（1975）
- (4) 熊井英水・中村元二：昭和50年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，61，日本水産学会（1975）
- (5) 三谷文夫：近畿大学農学部紀要(1)，81～300（1960）
- (6) 岩井保：魚学概論，145～147，恒星社厚生閣，東京（1971）

（昭和53年10月16日受理）



- Plate I.** Photographs showing the gonad development and its cross-section in the Japanese parrot fish.
- A. Female fish 27.0 *cm* in fork length with ovary 7.62 *g* in weight, taken on Feb. 14, 1972.
 - B. Cross-section of ovarian eggs of the same fish as in A, showing yolk vesicle stage, peri-nucleolus stage and chromatin nucleolus stage.
 - C. Male fish 27.5 *cm* in fork length with testis 2.71 *g* in weight, taken on Feb. 14, 1972.
 - D. Cross-section of testis of the same fish as in C, showing the spermatogonium-like cell.



- Plate II.** Photographs showing the gonad development and its cross-section in the Japanese parrot fish.
- A. Female fish 27.6 *cm* in fork length with ovary 68.8 *g* in weight, taken on June 30, 1972.
 - B. Cross-section of ovarian eggs of the same fish as in A, showing the mature oocyte.
 - C. Male fish 27.6 *cm* in fork length with testis 38.5 *g* in weight, taken on June 30, 1972.
 - D. Cross-section of testis of the same fish as in C. Mature spermatozoon fill in septum.

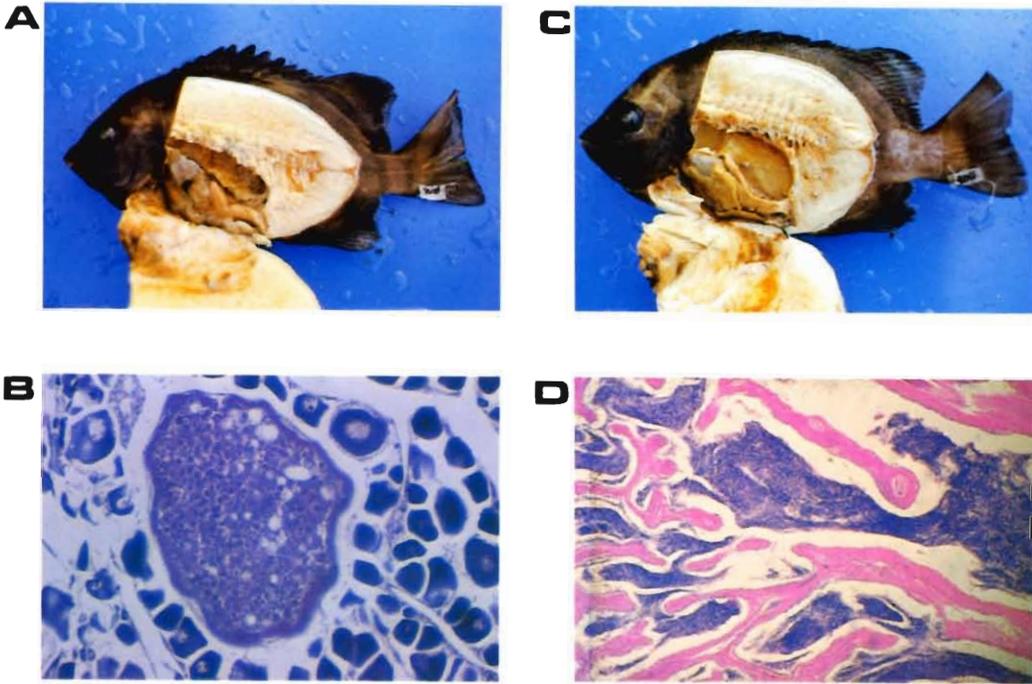


Plate III. Photographs showing the gonad development and its cross-section in the Japanese parrot fish.

- A. Female fish 26.1 *cm* in fork length with ovary 13.45 g in weight, taken on July 31, 1972.
- B. Cross-section of ovarian eggs of the same fish as in A. showing the mature oocyte failed to ovulate.
- C. Male fish 27.5 *cm* in fork length with testis 2.63 g in weight, taken on July 31, 1972.
- D. Cross-section of testis of the same fish as in C. A few spermatozoon found in thickened septum, and the testis seems to be spent.