

人工ふ化養成イシダイの自然産卵による採卵

福所邦彦・神田高司・与賀田稔久・藤田矢郎

Records on Egg Removal Procedure in the Percoid Fish, *Oplegnathus fasciatus* (T. and S.) Reared from Egg, by the Natural Spawning in Concrete-Tank

Kunihiko FUKUSHO, Takashi KANDA, Toshihisa YOGATA,
and Shiro FUJITA

イシダイ *Oplegnathus fasciatus* (T. and S.) はブリ *Seriola quinqueradiata* (T. and S.) ・マダイ *Pagrus major* (T. and S.) につぐ養殖魚種として関心が持たれているが、その種苗については、天然産が少ないことから人工採苗に依存せざるをえない。そのためには、安定した採卵方法の確立が急務である。

本種の人工採苗における採卵は、当初天然漁獲親魚からの直接あるいは性腺刺激ホルモン注射後腹部圧迫法(搾出法)により行なわれていたが¹⁻⁴⁾、他の海産魚の採卵方法におけるのと同様の変遷過程⁵⁾を経て、最近では各地で養成親魚による池中自然産卵法⁶⁻⁷⁾が採られる傾向にある。

今回、人工採苗後、小割生簀で養成した2代目親魚からの採卵の可否、産卵状況などを明らかにすることを目的として実験を行ない、若干の知見を得たのでその概要を報告する。

実験方法

供試魚 親魚には、長崎県水産試験場増養殖研究所で人工採苗後、野母湾内の同所試験用筏の小割生簀で養成した2-4年魚36尾(雌21尾、雄15尾)を用いた。魚体重から1,000g以下の個体を2年魚、そしてそれ以上の個体を3-4年魚と推定した(表1)。

養成方法は先に報告⁸⁾した通りで、冷凍イカナゴ、サバそしてカタクチイワシ等を給餌して親魚まで育成した。

親魚池と集卵装置 5×7×1.4m(水深)の屋外コンクリート水槽(有効水量40t)にカンレイシャ製遮光膜(遮光率約50%)を設けて親魚池とした。産卵(親魚が産卵する事象を呼ぶ)後の集卵(産出された卵を集卵ネットに集める操作を呼ぶ)は、6t/h程度の海水をオーバー・フローで流し、その排水口下に大型ポリバケツを置き、その中にゴース布地製の集卵網(直径50cm)を設けて行なった。採卵(集卵ネットに集まった卵を採り上げる作業を呼ぶ)は、22:00と翌朝9:00に実施した。

親魚の搬入と給餌 小割生簀内での産卵行動を確認して、5月19日(水温21.1℃、比重25.27)に、親魚を小割生簀から親魚池に搬入した。餌としては、当初、海岸で採集したフジツボ類、ウニ類、貝類そしてカニ類を与え、十分餌付いた後はイカナゴを給餌した。

卵管理 流水にした室内8tコンクリート水槽にゴース布地製目合0.6mmのふ化ネット(60×60

表1 供試親魚の全長(T. L.)，尾叉長(F. L.)，体高(B. D.)そして体重(B. W.)。魚体測定値は実験終了時。

| Age | | Female | | | | | Male | | | |
|--------------------------|-----|--------|---------------|-------|--------------|-----|-------|---------------|-------|--------------|
| | | T. L. | F. L. (cm) | B. D. | B. W. (g) | | T. L. | F. L. (cm) | B. D. | B. W. (g) |
| Two years fish | 1 | 34.5 | 33.0 | 13.5 | 350 | 1 | 32.0 | 30.5 | 12.0 | 650 |
| | 2 | 32.5 | 30.7 | 12.0 | 610 | 2 | 29.5 | 28.5 | 12.5 | 750 |
| | 3 | 32.0 | 31.5 | 13.0 | 670 | 3 | 32.5 | 31.0 | 12.5 | 800 |
| | 4 | 32.0 | 30.5 | 12.0 | 700 | 4 | 33.0 | 32.0 | 13.0 | 800 |
| | 5 | 33.0 | 31.5 | 13.0 | 750 | 5 | 34.0 | 31.5 | 12.5 | 800 |
| | 6 | 35.5 | 34.0 | 13.5 | 760 | 6 | 35.0 | 33.5 | 13.5 | 900 |
| | 7 | 33.5 | 32.0 | 13.5 | 760 | 7 | 41.0 | 39.0 | 15.0 | 900 |
| | 8 | 34.5 | 32.0 | 13.0 | 800 | | | | | |
| | 9 | 34.5 | 33.0 | 13.0 | 800 | | | | | |
| | 10 | 35.0 | 33.5 | 13.5 | 820 | | | | | |
| | 11 | 35.5 | 33.5 | 13.5 | 900 | | | | | |
| | 12 | 34.0 | 32.5 | 13.5 | 900 | | | | | |
| Three-four years fish | 13 | 35.5 | 34.5 | 14.5 | 1,100 | | | | | |
| | 14 | 41.5 | 34.5 | 14.5 | 1,300 | 8 | 37.5 | 36.0 | 14.0 | 1,050 |
| | 15 | 41.0 | 40.0 | 15.0 | 1,550 | 9 | 39.0 | 37.5 | 14.0 | 1,350 |
| | 16 | 42.5 | 41.0 | 15.0 | 1,550 | 10 | 39.5 | 37.5 | 14.5 | 1,350 |
| | 17 | 44.5 | 43.5 | 15.5 | 1,660 | 11 | 39.0 | 37.5 | 15.0 | 1,400 |
| | 18 | 44.0 | 41.5 | 16.0 | 1,900 | 12 | 46.5 | 44.5 | 16.5 | 1,550 |
| | 19 | 52.0 | 49.0 | 17.5 | 2,000 | 13 | 48.0 | 46.0 | 17.0 | 1,550 |
| | 20 | 47.5 | 45.0 | 16.5 | 2,050 | 14 | 44.0 | 42.0 | 15.0 | 1,650 |
| | 21 | 51.0 | 48.0 | 18.5 | 2,550 | 15 | 51.0 | 49.0 | 18.0 | 2,500 |
| | AV. | 38.4 | 36.7 | 14.3 | 1,166 | AV. | 38.7 | 37.0 | 14.3 | 1,200 |

×60 cm, 有効水深50 cm, 同水量150 l)を設置して, 50万粒以内の受精卵を收容し, ネット内に注水と通気を実施した。沈下卵は適時除去。

卵とふ化仔魚の計数 採卵後すぐに浮卵(有効卵)と沈卵(無効卵)を分離し, 1gあたり2,800粒に換算して, 重量測定によりそれぞれの卵数を推定した。ふ化仔魚数は, 通気による攪拌で仔魚がふ化ネット中に均等に分布した時をみはからって, 海水100cc中の仔魚を計数することを数回行ない, この値を1,500倍してその平均値を算出した。ふ化率は, ふ化ネット收容時の有効卵に対するふ化仔魚の割合を求めた。

産卵時刻の推定方法 産卵行動の目視観察を行ない, 産卵の確認と同時に卵を採取し, その発生段階を検鏡観察した。そして, 産卵時刻を直接確認した卵群については, 卵をウォーター・バス中のガラスバットに收容し発生速度の観察を行なった。その発生速度と水温を基準にして, 直接産卵時刻を確認できなかった他例については, 各水温毎の卵発生速度から産卵時刻を推定した。

卵径の測定 採卵後無作為に抽出した50-100粒について万能投影器で50倍に拡大し, 直径を測定した。換算後, 各卵群の平均値, 分散値そして標準偏差値を求めた。

結 果

産卵経過と産卵数 産卵日は、5月19日—7月21日までの64日間に54日認められ、10日間隔程度の産卵しない日があった(図1)。夕刻の親魚池の水温推移は20.1—28.7℃で、同じく比重は2.20—2.49(表2)。7月21日以後10日間産卵が見られなかったため、産卵が終了したと判断し、同31日親魚を小割生簀に戻した。

1日の集卵数は、最も多い場合で216万粒、最も少ない場合で7万粒。全期間の総集卵数は4,157万粒で、1日平均73万粒、そして1日1尾平均3.5万粒。全期間の1尾平均集卵数は198万粒。なお、産卵期間中、日を追っての産卵数の減少あるいは増加はなかった(図1)。

採卵時の有効卵(浮卵)の割合は9.1—98.8%(平均81.7%)で、ふ化率は20.0—95.6%(平均58.1%)(図1)。これらの値に集卵毎の大きな変化は認められたが、産卵期間中の初期、中期そして終期の時期的な変化はなかった。

産卵行動 産卵池でのイシダイ親魚は下層もしくは中層を通常群をなしてゆるやかに巡回遊泳しているが、時々1尾の雌を数尾の雄が競って追尾し、やがて群に戻る行動をくり返す。これらの行動の連続の後、数尾の雄が1尾の雌を水面近くまで追上げるように追尾し、雌魚は水面もしくは水面近くで体を反転させて池底に向け急降下する。この時、雌は放卵し、最後まで追尾した雄が身体をけいれんさせながら雌に体をすり寄せるようにして放精する。この時、ほとんどの場合水面をたたき音がして、海水の飛沫が遮光膜にかかるので産卵の目安となる。また、この音の直後には水面が部分的に濁り、水中に卵が認められるので産卵が確認される。なお、雌に最も接近した雄のみが放精するのか、あるいは水面まで追尾した雄の全魚が放精するのか確認できなかった。

産卵時刻 集卵時の卵発生段階から溯って産卵時刻を推定するため、卵発生の観察を行なった。観察は産卵池の水温に同調させて行ない、その範囲は20—29℃であった。各水温範囲での受精から第1卵割までの所要時間を分単位で示すと、20—22℃で47—50分、22—24℃で40—45分、24—26℃で31—39分、26—28℃で28—32分、そして28—29℃で25—30分であった。また、同水温範囲での第1から第5卵割までの各卵割に要する時間はほぼ同じで、それぞれ24分、19—24分、16—18分、14—15分そして13分であった。

上記の発生速度を根拠として推定できた産卵時刻は44例で、その時間帯は17時25分—20時43分、うち40例が18時—20時であった(図2)。日没時間との関係については、日没前に26例(70分以内25例)、日没中2例、そして日没後16例(20分以内11例)があり、結局日没前後の90分間に38例の産卵があったことになる。

月令と天候により産卵時刻の遅進をきたし、曇天には早まり、また満月前後の晴天時には遅れる傾向があった(図2)。

卵質評価に関する2,3の形質 卵質を評価する多くの形質が考えられるが、ここでは卵を集団として評価する際の具体的な形質として集卵時の浮卵の割合と卵径をとりあげた。なお、判定基準としてはふ化率を採り、ふ化率の高い卵を良質卵とした。

5月19日から7月21日の間に産卵された合計57卵群について、全集卵数に対する浮卵数の割合を求めた結果は前述の通りで、この値とふ化率を比較検討した結果、顕著な相関は認められなかったが、極端に浮卵数の割合が低い卵群、すなわち集卵時に沈卵数が著しく多い場合は、ふ化槽での卵管理途中の異常発生あるいは沈卵も多く、その結果ふ化率も低かった(図1)。

卵径については、5月22日から7月19日までに産卵された合計54卵群について測定した。卵径は0.78-0.90mm、卵群による平均値は0.8100-0.8797mm、そして標準偏差値の範囲は0.0077-0.0333であった。つぎに、38卵群毎の卵径の分散値とふ化率について比較した結果、一部の例外を除いて、分散値が高い程ふ化率が低い傾向が認められた(図3)。

採卵時刻の問題 前記の集卵方法によれば、夕刻産卵された卵は、22:00頃までにはその70-80%が集卵ネットに流れ込む。この時、採卵を行えば問題はないが、しかし実際には翌朝採卵の方が便利である。そこで、翌朝採卵の可否について知るため、産卵後2-3時間後に採卵した場合と集卵ネットに1晩(12時間以上)留めて採卵した場合とのふ化率の比較を5回行なった。その結果は、第1回夜間採卵60.9%:翌朝採卵80.8%、同様にして第2回73.2:55.8, 第3回80.6:78.5, 第4回74.2:46.5, そして第5回59.0:59.1であった。参考として他産卵池(人工採苗魚と天然種苗からの養成親魚の混合群)における4回の比較例では、第1回33.3%:43.1%, 第2回37.5:22.9, 第3回45.5:21.8, そして第4回40.8:38.8で、ほぼ同様の傾向が認められ、夜間に採卵した場合のふ化率が良好である傾向があった。

考 察

今回の採卵方法は、天然種苗から養成した親魚からの採卵の場合と⁷⁾ほぼ同様の結果を示し、マダイ¹⁰⁾と同じく満2年令以上であれば親魚に適することが判った。産卵期間は他魚種¹¹⁾に比較して長く、隅田・原田・浦田⁷⁾も指摘しているように限られた飼育水槽の場合には2-3期作も可能であり、余剰の卵とふ化仔魚を他魚種の餌料として活用できる。なお、得られた卵を用いて種苗生産を行なった結果は既報⁹⁾の通りで、なんらの不都合はなかった。

産卵期間中の1尾あたりの産卵数を把握することは、計画的な採卵を行なうために重要である。熊井・中村⁶⁾は室内に設置した0.5tパンライト水槽で、天然採集魚から養成した2-5年魚(雌雄各1尾)を用いて採卵を行ない、1尾あたりの産卵数が11万-172万粒であることを確かめた。隅田他⁷⁾は、室内に設けた円型キャンバス水槽(8.8t)で、天然種苗を5-6年養成した親魚(雌10尾:魚体重平均1.79kg, 雄5尾:魚体重平均1.91kg)を用いて採卵実験を行ない、1尾あたりの産卵数は100万-200万粒であることをみた。今回の実験では、2-4年魚(魚体重平均1.2kg)で、1尾あたり約200万粒産卵することが判ったので、これらの試験結果より魚体重1-2kgのインダイ親魚は約200万粒産卵すると考えられる。なお、先に報告した天然漁獲親魚へのホルモン注射による搾出法⁴⁾では、魚体重2.9-4.0kgの親魚(28尾)で平均78万粒(35万-176万粒)、そして天然種苗を養成した親魚(4尾:魚体重平均2kg)の場合では、平均31万粒(11万-90万粒)であった。

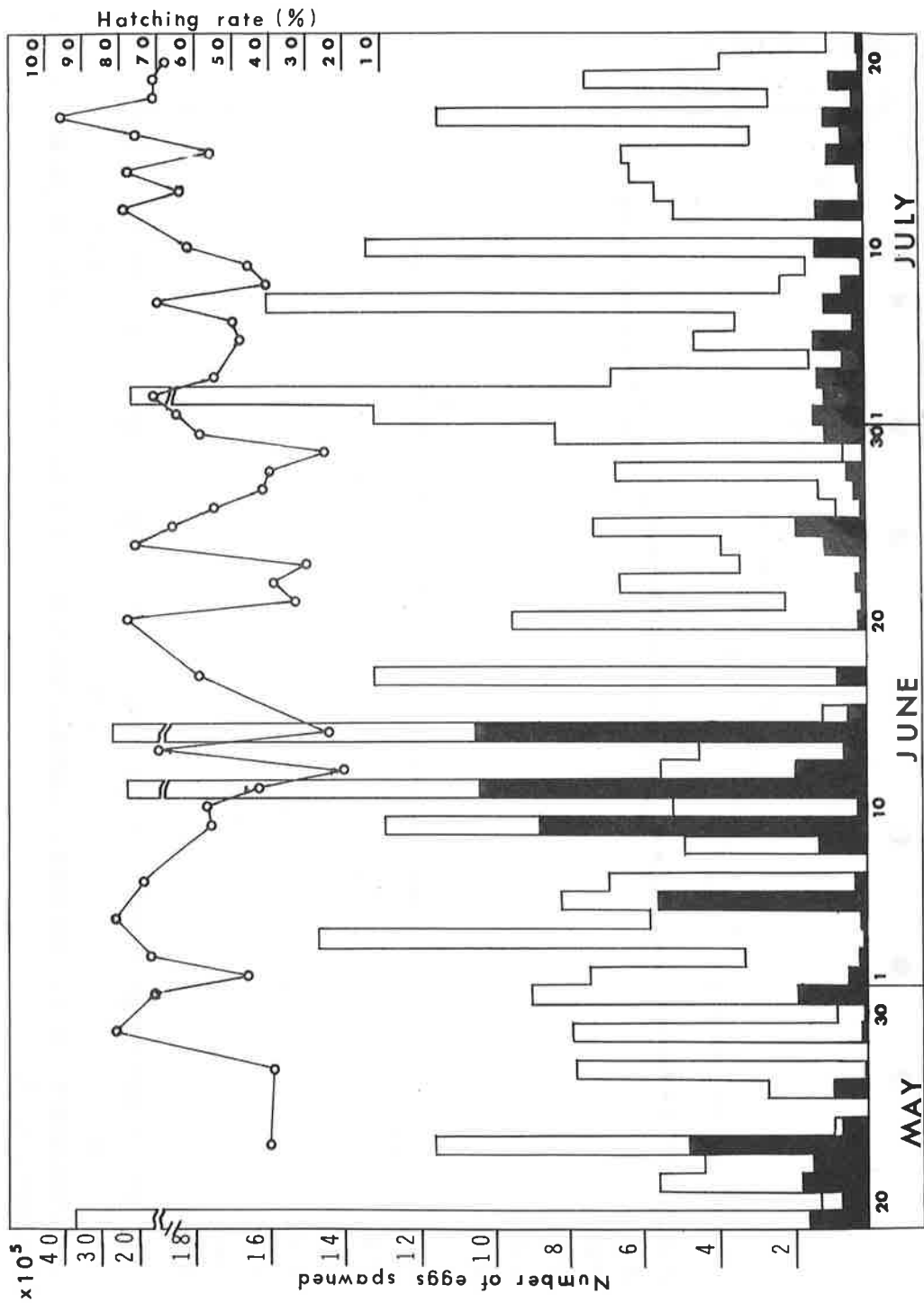


図1 採卵期間中の産卵状況とふ化率。黒色部分は沈卵数(採卵時)を示す。

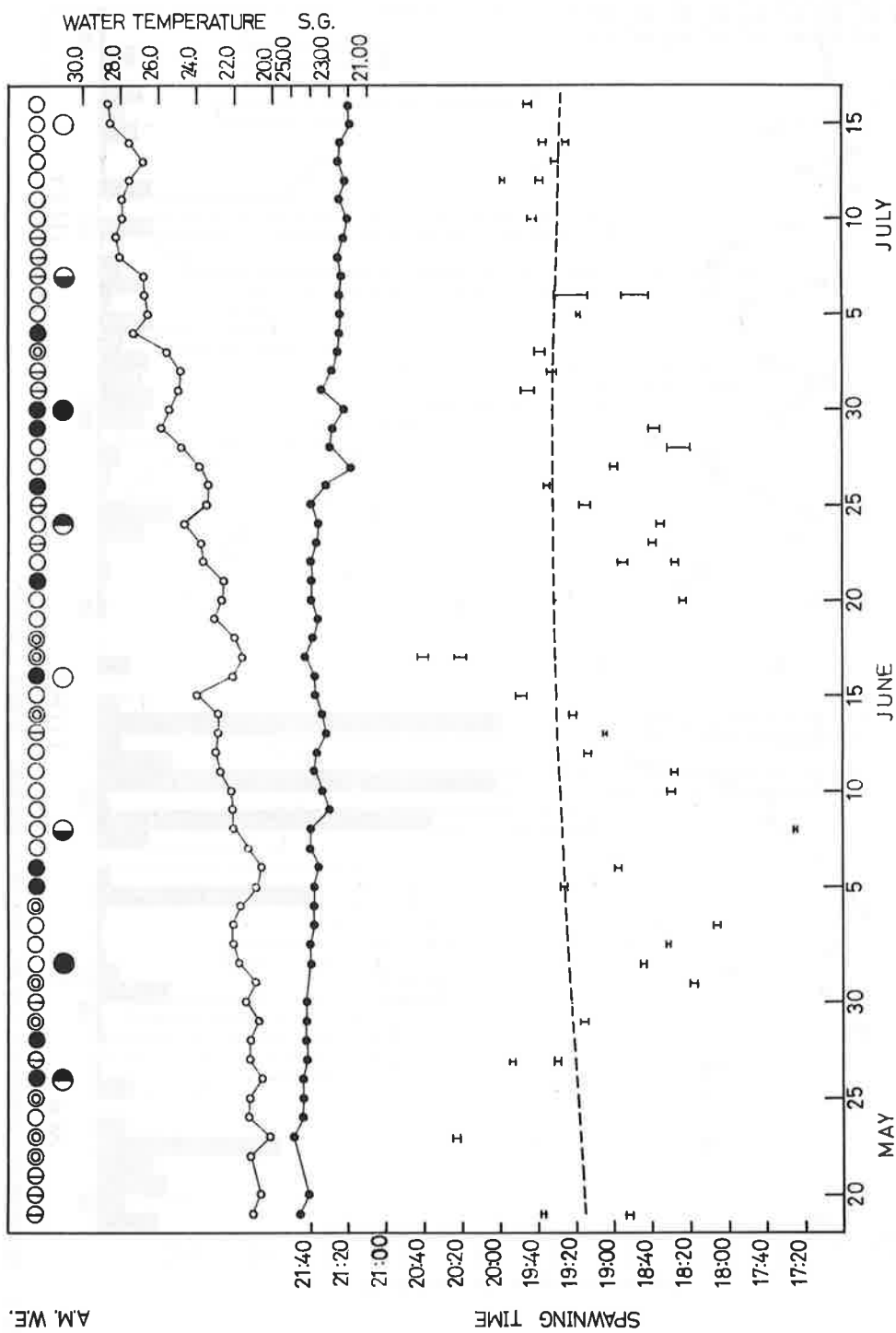


図2 イシダイの池中産卵時刻と天候、月令、水温、比重そして日没時刻との関係。A. M. : 月令, W. E. : 夕刻の天候 (○快晴, ⊙曇, ●雨), S. G. : 比重。破線は日没時刻を示す。

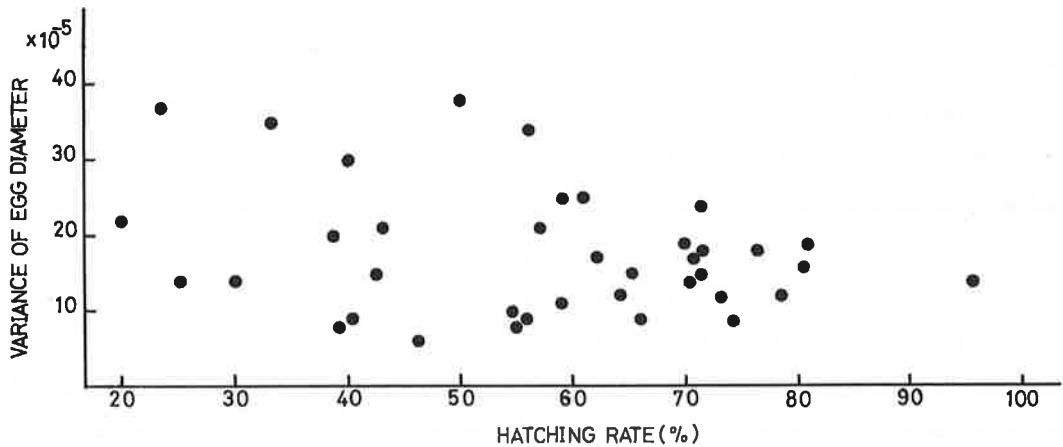


図3 採卵群についての卵径の分散値とふ化率との関係。

産卵期間中の産卵回数について、熊井・中村⁶⁾は1尾が2—6回であると述べている。前述のように、魚体の大きい天然あるいは養成親魚からの採卵法による採卵数が、魚体のより小さい親魚の自然産卵の場合より少ないことから、本種の池中自然産卵においては、マダイ、クロダイ *Acanthopagrus schlegelii*、キス *Sillago shiama*、そしてイシガレイ *Kareius bicoloratus* と同じく⁵⁾、多回産卵を行なうことが明らかである。産卵の周期性について、伏見は4—5日の周期があるとし、熊井・中村⁶⁾は産卵間隔が1—28日であると報告している。また隅田他⁷⁾の報告でも、不規則ではあるが産卵しない日が認められる。今回の実験では、約10日間隔の産卵しない日があった。本種が個体毎にも集団としても産卵に周期性をそなえ、また、それが環境要因の変化に起因するのがあるいは種の特性であるのか、さらに検討する必要がある。

海産魚の成熟・産卵におよぼす環境要因のなかで、水温が最も重要であるとされている¹²⁾。天然の場合でも、水戸¹³⁾は熊本県天草富岡、宮崎県延岡そして長崎県五島玉の浦で卵を採取できたのは、5月9日—6月30日までの表面水温17.0—22.9℃であったと述べ、熊井・中村²⁾は和歌山県浦神でのイシガレイの採卵可能条件について、5月上旬から7月上旬の間水温上昇期で20℃に達することをあげている。一方、池中自然産卵の場合では、産卵した水温範囲は熊井・中村⁶⁾は17.3—26.8℃、そして隅田他⁷⁾は20—25℃でその盛期は23—24℃と報告している。今回の結果でも、その水温範囲が20.1—28.7℃であったことも加えて検討すると、採卵可能の水温範囲はかなり広く20℃前後から28℃前後までで、その盛期は24℃前後と考えられる。日照時間が異なる各地でも水温が20℃近くなると産卵が行なわれることから、本種の成熟産卵は、光その他の環境要因に比較して水温がより密接に関係していることがわかる。そこで、長崎県下の場合では、5月中旬頃から採卵を開始し、7月中旬まで継続採卵できると考えるのが妥当のようである。

今回用いた集卵方法によれば、可能な限り早く集卵ネット中の卵を採り上げる方が、ふ化率が高かった¹⁵⁾。これはネット中の激しい渦流・攪拌等が卵発生に悪影響をおよぼすためと思われる。伏見はマダイの自然産卵による採卵で、集卵ネット内の流水による攪拌振動を最低限にとどめる工夫と

して、産卵開始時刻頃に水面排水口を閉じ浮卵を池中に留め、翌朝排水口を開いて卵を短時間に採卵する方法を採り、好結果を得ている。本種における集卵でも、卵に衝撃を与えない方法について検討する必要がある。

伊東¹⁶⁾は硬骨魚類の天然での産卵時刻について総括した結果、4型に類別し、イシダイについては水戸¹³⁾の報告を引用して日没前後の比較的短かい時間に産卵する型、すなわちA型であるとした。小割生簀での産卵時刻については、熊井・中村²⁾は16:00-19:00であると述べ、筆者等の'74年5月-7月の小割生簀中2年魚についての観察でも、日没後に産卵が集中した。池中産卵については、熊井・中村⁶⁾は16:00-18:00、そして隅田他⁷⁾は17:00-19:20の間であると報告している。今回の実験でも17:25-20:43であったことから、天然・人為環境下を問わず、本種は日没後に集中的に産卵し、産卵誘因としては光(照度)が最も強く関与すると考えられる。これらの事実から、今回の集卵方法では集卵ネットは日没1-2時間前に設置すれば良いことが判った。

海産魚の卵質に関する研究はきわめて少ないが、清野¹⁷⁾は良質な卵とは、ふ化後の生存が良好な仔魚をふ化する卵であると定義し、クロダイ、キス、そしてイシガレイを用いてその評価形質として比重、色調、卵径・油球径、ふ化仔魚の全長・卵黄容量、そして異常卵の割合等について検討した。今回、複数の親魚によって産出された卵群の卵質評価形質として採卵時の浮卵率と卵径の分散をとりあげ検討した結果、イシダイにおいては両形質とも採用できることが判った。ここでは、良質な卵とは高いふ化率を具える卵と規定したが、良い種苗を生産できる卵を良質と定義して、さらに多くの形質について検討する必要がある。

要 約

1973年5月から7月にわたり、長崎県水産試験場増養殖研究所の40t屋外コンクリート水槽を用いて、人工ふ化養成したイシダイ(2-4年魚)の池中自然産卵による採卵を試み、次の結果を得た。

- 1) 人工採苗魚(2-4年魚)も自然産卵用親魚として用い得る。
- 2) 産卵は5月19日から7月21日(水温20.1-28.7℃)まで行なわれ、雌21尾と雄15尾からの総採卵数は4,157万粒。期間中の1尾(魚体重平均1.2kg)の平均産卵数は198万粒。
- 3) 有効卵(浮卵)率は9.1-98.3%(平均81.7%)、ふ化率は20.0-95.6%(平均58.1%)。
- 4) 産卵時刻は17:25-20:43の間で、日没前後に集中するが、月光あるいは天候状態によっても影響を受ける。
- 5) 卵質評価形質として有効卵(浮卵)率と卵径が採用し得る。

文 献

- 1) 熊井英水・中村元二・原田輝雄, 1967: イシダイの親魚養成, 人工ふ化および子魚育成に

- ついて、昭和42年度日本水産学会秋季大会講演要旨集、217。
- 2) 熊井英水・中村元二、1972: 養殖イシダイの成熟と採卵について、昭和47年度日本水産学会春季大会講演要旨集、13。
 - 3) 隅田征三郎・尾脇満雄・原田俊秀・浦田勝喜、1972: イシダイ種苗生産のための基礎的研究-I、昭和46年度熊本水試事業報告書、273-283。
 - 4) 福所邦彦・与賀田稔久・山本博敏・藤田矢郎、1973: イシダイの種苗生産、増養殖に関する研究報告-I (長崎水試増養殖研究所)、9-15。
 - 5) 平野礼次郎: 魚類の成熟と産卵-その基礎と応用 (日本水産学会編)、I 現状と問題点 2 海産魚、恒星社厚生閣、東京、1974、pp 13-17。
 - 6) 熊井英水・中村元二、1972: 養殖イシダイの室内採卵法について、昭和47年度日本水産学会秋季大会講演要旨集、307。
 - 7) 隅田征三郎・原田俊秀・浦田勝喜、1972: 養成イシダイ親魚の陸上水槽での産卵について、昭和46年度熊本水試事業報告書、284-289。
 - 8) 与賀田稔久・北島力・北田哲夫・荒川勉、1973: 親魚養成、増養殖に関する研究報告-I (長崎水試増養殖研究所)、28。
 - 9) 福所邦彦・岩本浩・神田高司・藤田矢郎、1974: 昭和48年度イシダイの人工採苗試験、増養殖に関する研究報告-II (長崎水試増養殖研究所)、24-30。
 - 10) 北島力・伏見徹、1969: 養殖マダイ2年魚の産卵について、水産増殖、17(1)、12-18。
 - 11) 古賀文洋・田中義興・中園明信、1971: 水槽内におけるマダイ、クロダイの産卵について、九大水産実験所研究報告、(1)、83-89。
 - 12) 原田輝夫: 魚類の成熟と産卵-その基礎と応用 (日本水産学会編)、III 環境と成熟・産卵 7 海産魚、恒星社厚生閣、東京、1974、pp 66-87。
 - 13) 水戸敏、1956: イシダイの卵発生と仔魚期、九大農学部学芸雑誌、15(4)、501-506。
 - 14) 伏見徹: 私信。
 - 15) 伏見徹、1972: 養成マダイからの産卵に関する研究-III 海面網生簀から陸上産卵池へ移動させた親魚の産卵について、栽培技研、1(1)、15-20。
 - 16) 伊東祐方、1959: 硬骨魚類の産卵時刻について、日本生態学会誌、9(3)、116-159。
 - 17) 清野通康: 魚類の成熟と産卵-その基礎と応用 (日本水産学会編)、V 産出卵の卵質評価 11 海産魚、恒星社厚生閣、東京、1974、pp 113-119。

Faint, illegible text covering the majority of the page, possibly bleed-through from the reverse side.