

飼育下におけるカタクチイワシの産卵数について

高尾 亀 次

On the Number of Eggs Spawned by Japanese Anchovy in Captivity

Kameji TAKAO

For the period 1985-1987, rearing experiments were made in the six lots to examine the annual total number of eggs spawned per female (TNE) for the Japanese anchovy. In 1981, 24 reared females being fished in the Hiroshima Bay in June used for counting the number of fully matured ova (FMO; ≥ 0.2 mm in major axis) in the ovary during June-August of the main spawning season.

The results were summarized as follows.

- 1) The TNE ranged from 9,784 to 50,178 in the three cases fed daily 20% to body weight.
- 2) As previously reported the reared fish fed 20% grew up like a wild fish, the TNE was considered to be about 50,000 as a maximum estimate.
- 3) The TNE was over about 70% in Lot 5 fed 20% compared to Lot 6 fed 10%.
- 4) Bearing in mind that the 1,006-2,293 ova spawned daily in the experiments, about 2,000 FMO observed in the ovary seemed to be spawned at the same time.

瀬戸内海におけるカタクチイワシ *Engraulis japonicus* (HOULTUYN) の産卵は、6月～10月までの5カ月間に行われ、その産卵盛期は、秋季にも低いピークがみられるものの6月から7月である。本種の雌1尾の年間総産卵数については従来卵巣内卵数、つまり抱卵数により推定されている(浅見 1953, 卷田 1954, 相川 1954)。それらの研究によると卵巣中には未熟卵から成熟卵がみられ、それらの卵径は多峯型の度数分布を示すことから、本種は多回産卵すると想定されている。このため抱卵数は年間の産出卵数に一致しない可能性がある。

高尾他(1983)は飼育実験により雌1尾の年間総産卵数及び産卵回数を推定した。すなわち、屋外 20 m³ 水槽でカタクチイワシの親魚を飼育し、そこで産出した卵数から雌1尾の年間総産卵数を約21,000粒と推定した。また、飼育下における群としての産卵は3カ月以上にわたること、及びその産出卵数は月によって大きく異なること、本種の産卵時刻は22時～24時の前夜半であることなどを明らかにした。しかし、これまでの飼育実験は 20 m³ 水槽を使用して行ったので、水槽が大きい割には海水の供給量が少なく、卵の回収が充分でなかった可能性がある。そこで1985年より 1 m³ 水槽を用いて、雌1尾の年間総産卵数を再度推定するとともに、食物供給量と産卵数との関係について検討を加え、若干の知見を得たので報告する。

本論文の校閲を賜った資源管理部長林 小八氏、またとりまとめに当り多大な協力を頂いた内

海浮魚資源部室長永井達樹氏に深謝の意を表する。

材料及び方法

実験は1985年1例, 1986年3例, 1987年2例の計6例行った。供試魚は秋季に当研究所地先へ来遊した幼魚(体長4~6 cm)を毎年約300~400尾採捕し, 屋外10 m³水槽(4×4×0.7 m)と20 m³水槽(4×4×1.4 m)に收容し, 越冬させた。この間の飼育水温は7.0~12.0°C, 餌は冷凍アミヤカナゴのすり身を毎日体重の約20%投与した。越冬後, 翌年の春季には成魚(1才魚)となった個体を屋内1 m³円形水槽(直径150 cm, 深さ60 cm)に收容し実験に使用した。なお上記6例の実験を各々実験1~6と称する。

カタクチイワシの日間摂餌量は未成魚期では体重の15%前後, 成魚期については未成魚期より若干多く摂餌するという知見(高尾他 1987)を基に, 今回の実験では, 給餌量は体重の20%区(実験2, 3, 4, 5)を主体として, 35%区(実験1), 及び10%区(実験6)とした。実験5及び6では, 産卵数と給餌量の関係を見るため, 給餌量以外はほぼ同じ条件下で飼育実験を試みた。また, 1986年における実験4の供試魚は1985年7月6日に水槽内でふ化した仔魚を人工的に親魚まで飼育したものである。なお, この群を便宜上人工親魚, その他のものを天然親魚と称する。

飼育にはすべて濾過海水を使用した。餌は主に冷凍アミを使用し, 1日1回毎朝(8:30~9:00)各々の実験例による所定量を給餌した。また, 給餌時に天候と水温を記録した。

卵の採集は飼育水槽の底部に設けた排水口に240×262 μmのネットを配置して24時間行った。毎朝採集した卵は, 10%ホルマリン溶液で固定後, 魚卵計数器により全数を計数した。なお, 日曜は回収を行わず月曜の計数値を前日と当日に等分した。

前報告高尾他(1983)では, 雌1尾当りの日別平均産卵数(G_i)を,

$$G_i = b_{i+1}/a_i$$

で求め, 年間総産卵数については, 産卵期間内の雌1尾当日別平均産卵数(G_i)を合計して求めた(a は雌尾数, b は産出卵数, 添字 i は飼育経過日数)。しかし, この方法の推定値は雌1尾の年間総産卵数を過大評価させることになるので, 本報告では産卵期間内における総産卵数を産卵開始時における雌の数で除した値をもって雌1尾の年間総産卵数とした。各実験の概要及び結果はTable 1に示した。

また, 飼育実験下で推定した日別産卵数と卵巣内卵径組成を比較して卵の成熟, 放卵過程を推定した。すなわち, 1981年6月23日に, いわし船曳網によって広島湾で漁獲したカタクチイワシ(平均体長7.8 cm, 平均体重4.6 g)を屋外20 m³水槽で飼育し, 産卵盛期の6月から8月の間に24個体を取り上げ, 10%ホルマリン溶液で固定した。この材料を用いて卵巣中の長径0.2 mm以上の卵の卵径組成を調べ, 宇佐見・杉山(1962), 平本(1969)らにより, 卵の成熟過程と卵粒数を調べた。

Table 1. Summary of rearing experiment of Japanese anchovy in 1 m³ tank.

Lot	Start of experiment	Number of fish		Estimated length ^{*1} (cm)	Mean weight (wet. g)	Feeding amount per B.W. ^{**} (%)	Duration of spawning (days)	Temperature (°C)	Total number of		Maximum of S.E.P.F. ^{**3} /day
		♂	♀						S.E.P.F. ^{**3} /year	S.E.P.F. ^{**3} /day	
1	1985 5.30	9	10	8.5	7.10	35	6.1 - 7.19 (49)	17.6-22.1	19,073	2,199	2,199
2	1986 6. 7	6	14	8.8	7.61	20	6.14-10.1 (110)	18.0-26.0	50,178	2,293	2,293
3	1986 6. 7	4	6	8.5	7.06	20	6.28- 7.28 (31)	18.8-22.4	13,100	1,430	1,430
4	1986 7. 2	10	10	7.3	4.54	20	7.3 - 8.25 (54)	18.2-25.6	10,028	1,029	1,029
5	1987 6.17	10	9	8.4	6.55	20	6.18- 9.3 (78)	19.5-26.2	9,784	1,489	1,489
6	1987 6.17	11	8	8.2	6.10	10	6.27- 9.28 (94)	20.5-26.0	5,760	1,006	1,006

*1 Back-calculated from the relationship between standard length and body weight.

*2 B.W.; body weight.

*3 S.E.P.F.; spawned eggs per female.

結 果

飼育実験

実験1：雌1尾の日別平均産卵数および水温変動を Fig. 1 に示した。

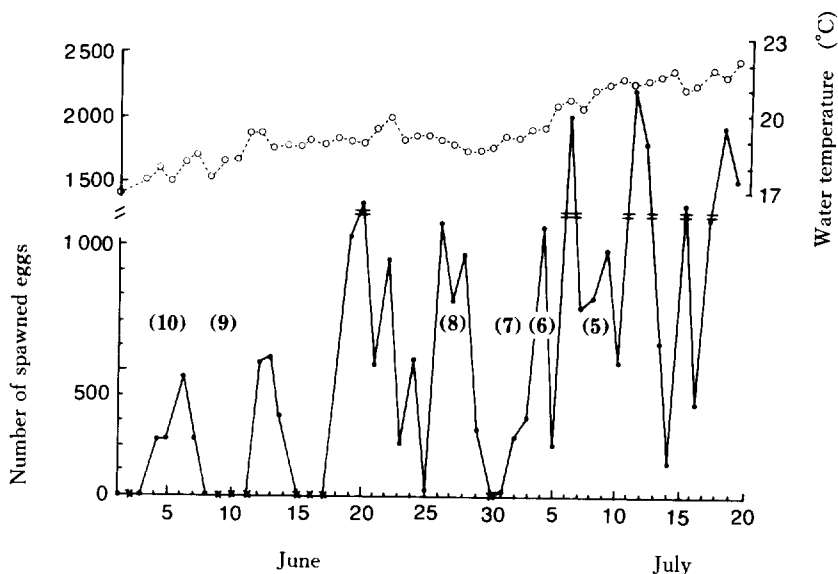


Fig. 1. Daily amount of spawned eggs per female (closed circles) and temperature (open circles) during June 1 to July 20, 1985. Total number of female is shown in parentheses, and × indicates no spawning.

雌1尾の日別平均産卵数は0粒から7月11日の2,199粒の間を変動している。6月1日の初産卵日の水温は17.1°Cであった。その後14日まで、雌1尾の日別平均産卵数は6月1日、3日は1粒で6月4日から200~500粒の低いレベルの産卵が3~4日連続し、その後3日間の休止をするパターンが2回みられた。その間の水温は17.5~19.3°Cであった。

1,000粒前後の活発な産卵は、6月19, 20, 22, 26, 28日にそれぞれ1,044, 1,335, 919, 1,167, 968粒、7月4, 6, 9日に1,101, 1,987, 970粒、7月11, 12, 15, 17~19日に1,183~2,199粒の14日間みられ、その間の水温は18.6~22.1°Cであった。

産卵開始からはほぼ50日目に当たる7月20日まで雌1尾の日別平均産卵数は増大傾向を示していたが、当日生き残り10尾中9尾が死亡したので実験を終了した。

産卵期間は6月1日~7月19日の49日間で、この期間内における雌1尾の総産卵数は19,073粒であった。

実験2：雌1尾の日別平均産卵数および水温変動を Fig. 2 に示した。

雌1尾の日別平均産卵数は0粒から9月6日の2,293粒の間を変動している。産卵開始は6月14日、水温は18.0°Cであった。そして16日に1粒みられた後4日間産卵を休止した。その後21~23日に少量の産卵がみられた。産卵開始後12日目の6月26日から連続して産卵するようになったが、7月14日(30日目)までは、360粒以下の低いピークが4回みられたに過ぎない。その間

飼育下におけるカタクチイワシの産卵数

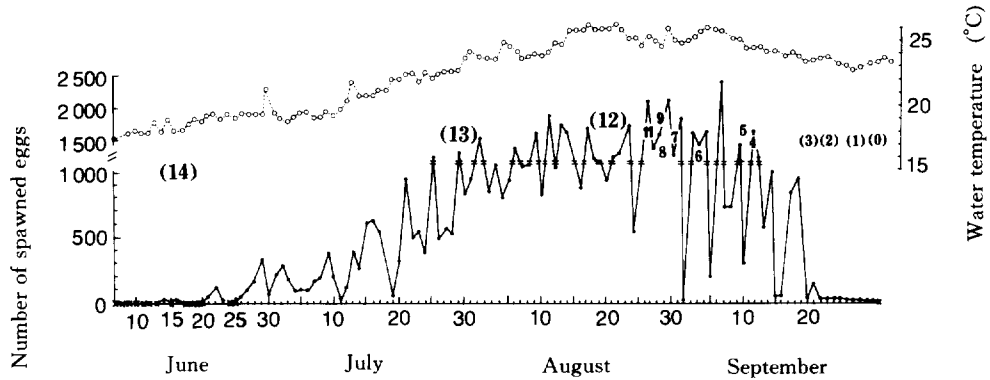


Fig. 2. Daily amount of spawned eggs per female (closed circles) and temperature (open circles) during June 7 to October 2, 1986. Legend is equivalent to that in Fig. 1.

の水温は 19.0～21.6°C であった。

雌 1 尾の日別平均産卵数 1,000 粒前後の活発な産卵は水温 21.8°C を示した 7 月 25 日 (41 日目) からで、この日に 1,098 粒、そして水温が 23.4～24.6°C であった 7 月 29 日、8 月 1、3 日に各々 1,142、1,235、1,012 粒、8 月 6 日～9 日、11 日～15 日、1,021～1,739 粒、そして 25.6～26.0°C と高水温を示した 8 月 17 日～19 日、21 日～23 日は 1,044～1,619 粒であった。その後は 8 月 25 日～31 日に 1,126～2,087 粒、9 月 2～4 日 1,331～1,567 粒、9 月 6 日 2,293 粒、9 月 9、11、12 日 1,087～1,558 粒となり、雌の尾数も 14 尾から 4 尾とほぼ 3 割に減少した。その間の水温は 24.2～25.8°C であった。実験期間中 1,000 粒前後の活発な産卵は 33 日間みられた。水温が 24.0°C を切った 9 月下旬に雌も 2 尾となり産卵数は急激な減少を示し、10 月 1 日に産卵は終了した。

産卵期間は 6 月 14 日～10 月 1 日までの 110 日間で、この期間内における雌 1 尾の総産卵数は 50,178 粒であった。

実験 3：雌 1 尾の日別平均産卵数および水温変動を Fig. 3 に示した。

雌 1 尾の日別平均産卵数は 0 粒から 7 月 12 日の 1,430 粒の間を変動している。産卵開始は 6 月 28 日で、水温は 19.0°C であった。また、この日からほぼ連続的に産卵を行った。7 月 3 日から 7 月 10 日の間に雌 1 尾当日別平均産卵数 600～900 粒と比較的高い日が 2 日間隔で 3 回みられたが、その間の水温はほぼ 19.0°C で変わらなかった。

雌 1 尾の日別平均産卵数が 1,000 粒前後の活発な産卵は、7 月 12 日 1,430 粒、その後 6 日間ほぼ 500 粒であったが、7 月 19 日 1,394 粒、7 月 23、25 日が各々 1,376、1,366 粒と合計 4 回みられた。その間の水温は 20.0～22.4°C であった。

実験開始から 51 日目の 7 月 28 日に生き残りが 2 尾 (雌雄各 1 尾) となり、産卵もほぼ終わったと考えられたので、実験を終了した。産卵期間は 6 月 28 日～7 月 28 日の 31 日間で、この期間における雌 1 尾の総産卵数は 13,100 粒であった。

実験 4：この実験に用いた供試魚は先にも述べたように人工親魚である。雌 1 尾の日別平均産卵数および水温変動を Fig. 4 に示した。

雌 1 尾の日別平均産卵数は 0 粒から 8 月 5 日の 1,029 粒の間を変動している。産卵開始は 7 月

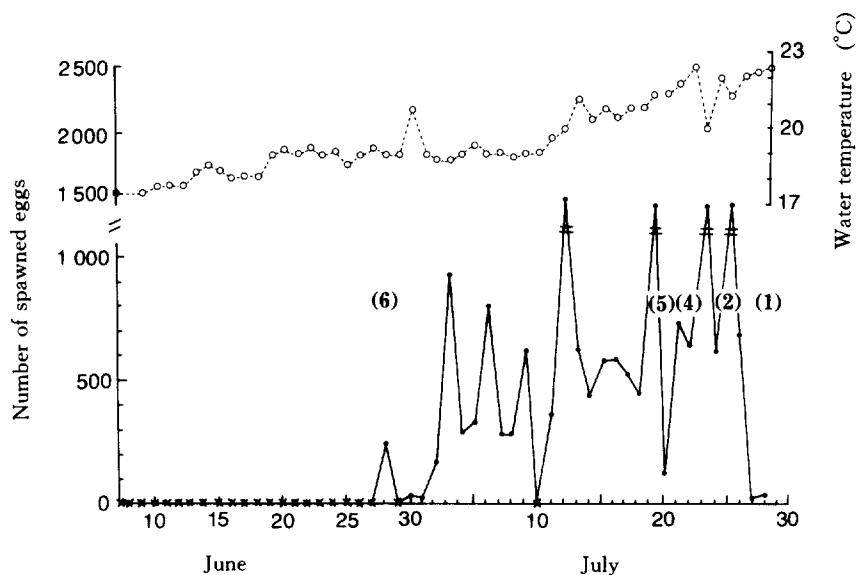


Fig. 3. Daily amount of spawned eggs per female (closed circles) and temperature (open circles) during June 7 to July 28, 1986. Legend is equivalent to that in Fig. 1.

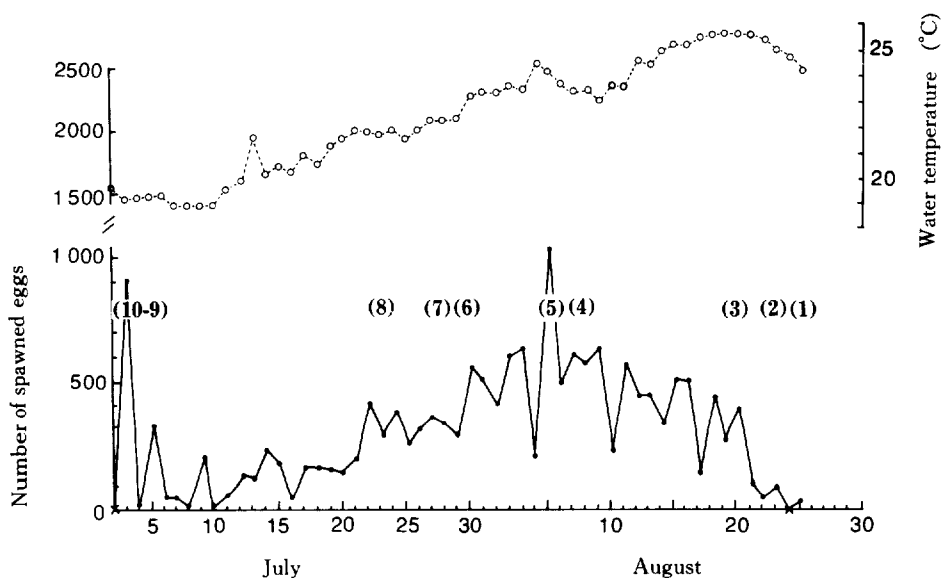


Fig. 4. Daily amount of spawned eggs per female (closed circles) and temperature (open circles) during July 2 to August 25, 1986. Legend is equivalent to that in Fig. 1.

3日であるが、その日から産卵は連続して行われた。産卵開始時の7月3日に912粒の高い産卵を示したが、その日の水温は19.2°Cであった。その後は400粒以下の低いピークが7月21日まで3～4日間隔で4回、7月29日まで1～3日間隔で3回みられ、その間の水温は19.0～22.4°Cであった。7月30日以降は500粒以上のピークが8月17日まで1～3日間隔で6回（8月5日は1,029粒）みられ、その間の水温は23.0～25.6°Cであった。その後産卵数は減少し400粒

以下のピークが2回みられ、実験開始から55日目の8月25日に生き残り雌1尾となり、産卵もみられなくなったので、実験を終了した。

雌1尾の日別平均産卵数が1,000粒前後の活発な産卵は7月3日(912粒)と8月5日(1,029粒)の2日間のみであった。産卵期間は7月3日～8月25日の54日間で、この期間における雌1尾の総産卵数は10,028粒であった。

実験5：雌1尾の日別平均産卵数および水温変動を Fig. 5 に示した。

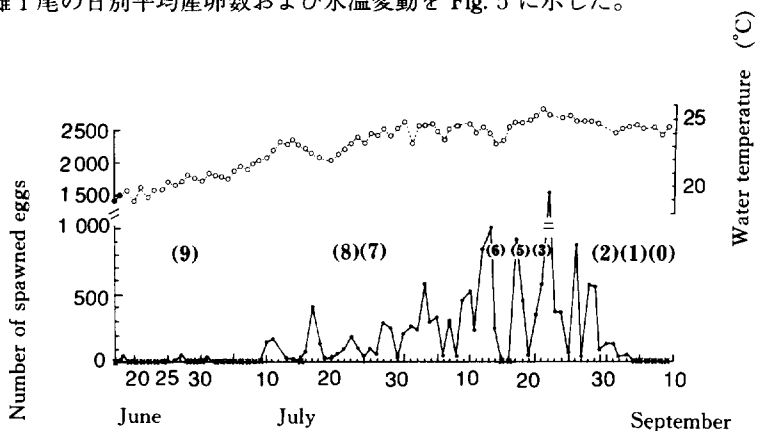


Fig. 5. Daily amount of spawned eggs per female (closed circles) and temperature (open circles) during June 17 to September 9, 1987. Legend is equivalent to that in Fig. 1.

雌1尾の日別平均産卵数は0粒から8月22日の1,489粒の間を変動している。実験開始から1日目の6月18日に水温19.5°Cで少量の産卵がみられた。その後6日間産卵を休止し、6月下旬に3日間20.2～20.5°Cで少量の産卵を行った後、7月9日まで産卵を休止した。産卵は7月10日(23日目)から連続してみられ、その時の水温は22.2°Cであった。

7月30日までは500粒以下の低いピークが4～5日間隔で4回みられ、その間の水温は22.0～24.5°Cであった。その後8月10日までは500～600粒のピークが2回みられた。

雌1尾の日別平均産卵数が1,000粒前後の活発な産卵は8月13日の978粒、17日の892粒と22日の1,489粒、26日の840粒の4日間みられ、その時期の水温は23.3～26.1°Cであった。その後8月末に水温が25.0°Cを切る時点で28、29日にそれぞれ約550粒出現した後、産卵数は急激に減少した。9月4日以降生き残りが2尾(いずれも雄)となったので、実験を終了した。

6月18、27日、7月1日に少量の産卵が認められたが、7月9日までは産卵のない日が続いたので本実験における産卵期間は7月10日から9月3日までの58日間とみなした。全産卵期間内における雌1尾の総産卵数は9,784粒であった。

実験6：雌1尾の日別平均産卵数および水温変動を Fig. 6 に示した。

雌1尾の日別平均産卵数は、0粒から9月10日の1,006粒の間を変動している。実験開始から11日目の6月27日に水温20.5°Cで少量の産卵があり、その後7月12日までの15日間は産卵を休止した。連続した産卵は7月13日(16日目)からみられ、この日の水温は23.2°Cであり、ほぼ200～300粒の低いピークが9月2日まで52日間続いた。この間の水温は22.0～26.1°Cであった。

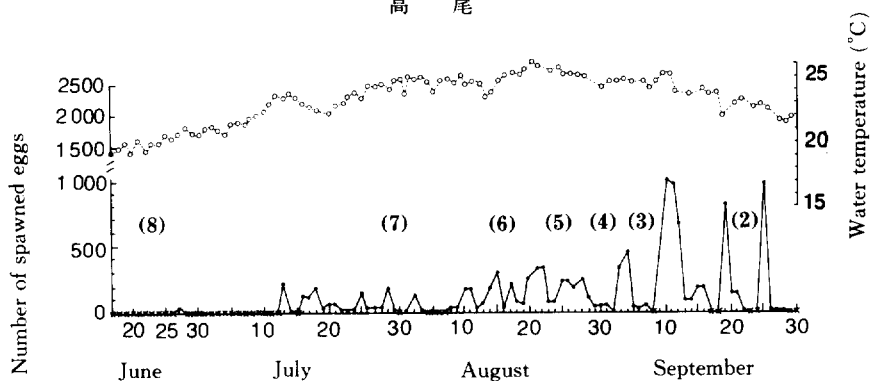


Fig. 6. Daily amount of spawned eggs per female (closed circles) and temperature (open circles) during June 17 to September 28, 1987. Legend is equivalent to that in Fig. 1.

また、この期間も7日間は産卵を休止した。

雌1尾の日別平均産卵数が1,000粒前後の活発な産卵は9月10, 11日の1,006, 950粒, 9月25日の945粒の3日間であった。この時期は水温の下降期で25.1~22.6°Cであった。その後水温は22°C台が続くが、実験開始から102日目の9月28日に生き残りが雌2尾となり、産卵もみられなかったので、実験を終了した。

6月27日に少量の産卵が認められたが、7月12日まで産卵のない日が続いたので、産卵期間は7月13日から9月28日までの71日間とみなした。全産卵期間内における雌1尾の総産卵数は5,760粒であった。

天然における卵径組成及び抱卵数

カタクチイワシの卵は、卵巣内でも発育段階が異なり、複数回に分けて産卵している。宇佐美・杉山(1962)、平本(1969)らはカタクチイワシ卵巣中の卵径組成から、I卵群(長径0.6mm以下)とII卵群(0.6mm以上)に分け、I卵群は未熟期(A-stage)、II卵群を卵径の増大に伴って中熟期(B-stage)、前完熟期(C)、完熟期(D)に区分し、さらに中熟期(0.6~1.0mm)をBa(0.6~0.7mm)、Bb(0.7~0.8mm)、Bc(0.8~1.0mm)に区分した。それらの研究によるとII卵群のモードが1.2~1.6mmになると、I卵群から分離して産卵されるという。ここではこれらの成熟区分によって、広島湾で採捕した成魚のうち24尾の卵径組成を成熟区分にしたがって、Fig. 7に示した。すなわち、未熟期(A-stage)が5個体(うち1個体は卵径0.2mm以下の卵粒のみ)、中熟期以降ではBa-stageで15個体、Bb-stageで3個体が、また、完熟期(D)が1個体みられた。そのうち放卵直前とみられる完熟期(D)の卵径組成は1.05~1.40mm、平均1.23mmで、抱卵数は1,978粒であった。

考 察

産卵と食物供給量との関係について、Brown trout (BAGENAL, 1969)では体長が大きくなるにしたがって、食物条件のよいものほど抱卵数が多い傾向が顕著である。また、haddock (HISLOP,

飼育下におけるカタクチイワシの産卵数

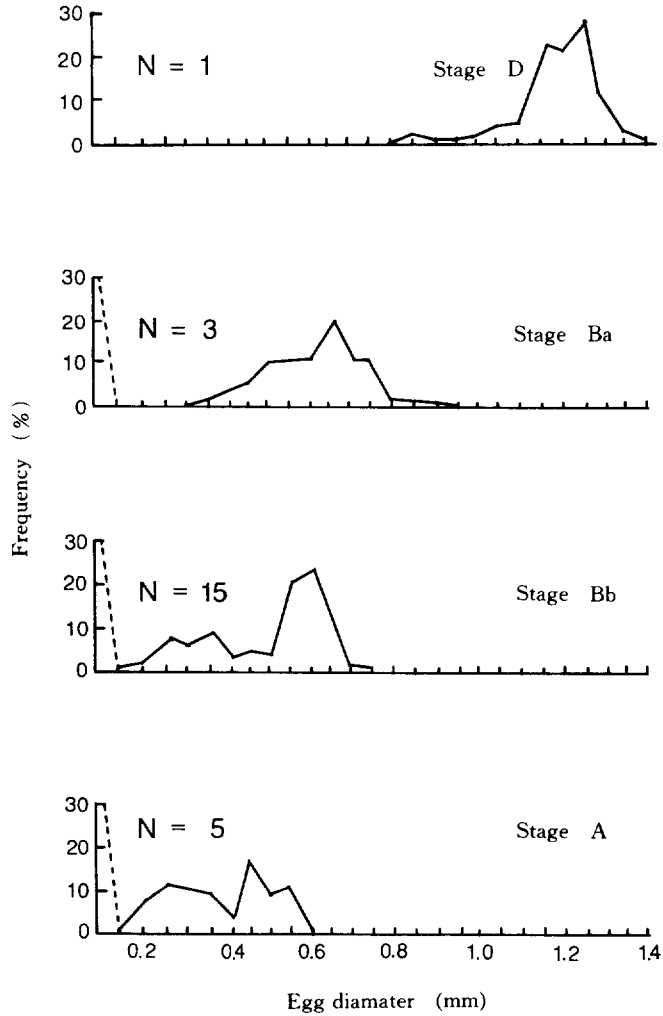


Fig. 7. Size composition of egg diameter in ovary for one-year anchovy. Refer to Usami and Sugiyama (1962) for stages A, Ba, Bb and D. N=total number of fish classified into each stage.

1978) では、食物量の産卵に及ぼす影響について多給餌魚は少給餌魚よりも産卵数が多いとしている。本研究でも給餌量を体重の20% (実験5) と10% (実験6) とした場合について給餌量と産卵数との関係を見ると、給餌量が多い実験5では産卵開始時期及び産卵盛期は早く、雌1尾の日別平均産卵数の最大値および雌1尾の年間総産卵数も多い。

また、実験時期、収容尾数、供試魚の大きさは異なるが給餌量を体重の20%等量投与した天然親魚 (実験3) と人工親魚 (実験4) を比較すると、雌1尾の日別平均産卵数の最大値及び雌1尾の年間総産卵数は人工親魚の方が2~3割少なかった。

高尾他 (1987) によると、カタクチイワシ成魚の飼育実験から 1 m³ 水槽で供試魚20尾、給餌量を体重の約20%前後投与した場合、供試魚の成長が天然域での成長に最も近似するとしている。したがって、天然に比較的近い状態における雌1尾の年間総産卵数の推定には実験2, 3 (天然親

魚)及び実験4(人工親魚)が該当し、その推定値は9,784~50,178粒であると考えられる。

瀬戸内海では、6,7月におけるカタクチイワシ卵巢中の長径0.6mm以上の熟卵および完熟卵の卵数は1尾当たり約5,000粒とされている(井上 1949, 八柳 1951, 卷田 1954)。また、高尾他(1983)の飼育実験結果によると、1日の総採集卵数が5,000粒を下回っている日が多いとしている。一方、海中に産出された卵の卵径は1.1~1.5mmの範囲である(南西海区水産研究所, 1988)。卵巢中の完熟卵の卵径平均値は約1.23mmであり、このサイズで放卵されると仮定すれば、卵径の標準偏差(SD)は0.08であるので、1.07~1.39mm(± 2 SD)で全体の約95%の卵粒が産卵されることになる。したがって、完熟期(1.05~1.40mm)の卵をもったカタクチイワシ1尾の抱卵数1,978粒は今回の実験で得た雌1尾当たり日別平均産卵数1,006~2,293粒からみると、産卵盛期には1度に産出することを示唆している。

文 献

- 相川広秋, 1954: カタクチイワシの資源生物学的研究. 九大水産学教室謄写版, 1-20.
- 浅見忠彦, 1953: イワシ類の卵巢卵に関する研究. 日水会誌, 19(4), 398-404.
- BAGENAL, T. B., 1969: The relationship between food supply and fecundity in brown trout *Salmo trutta*. *L. J. Fish. Biol.*, 1, 167-182.
- 平本紀久雄, 1969: 房総海域におけるカタクチイワシの漁業生物学的研究—II, 卵巢卵について. 日水誌, 35(6), 517-523.
- HISLOP, J. R., A. P. ROBB and J. A. GAULD, 1978: Observation on effect of feeding level on growth and reproduction in haddock, *Melanogrammus aeglefinus* (L) in captivity. *J. Fish. Biol.*, 13, 85-98.
- 井上 明, 1949: 洲本付近の漁獲カタクチイワシについて. 日水誌, 15(8), 385-390.
- 前川兼佑・八柳健郎, 1951: カタクチイワシの生態学的研究. 日水誌, 16(12), 174-178.
- 卷田一雄, 1954: 大阪湾重要魚類生態調査I, カタクチイワシ. 大阪水試報, 1-20.
- 南西海区水産研究所, 1988: 海産魚類による汚染物質の影響評価手法の確立に関する研究, 34-41. 東海区水産研究所.
- 高尾亀次・岸田 達・上田和夫, 1983: 飼育実験によるカタクチイワシの雌1尾当たり年間産卵数の推定. 南西水研報, 15, 1-11.
- 高尾亀次・福原 修・上田和夫, 1987: 飼育実験による摂餌量推定, 海洋生物資源の生産能力と海洋環境に関する研究(第II期)成果報告書, 344-350. 科学技術庁研究開発局.
- 宇佐美修造・杉山久治, 1962: カタクチイワシ *Engraulis japonica* (HOULTUYN)の再生産力について—I, 陸奥湾におけるカタクチイワシ卵巢卵の卵径組成からみた成熟と卵数. 東海水研報, 37, 1-9.