サワラの産卵期における卵巣内卵数と卵径組成の経時変化

横 川 浩 治

(1994年11月28日受付)

Changes in Ovarian Egg Number and Egg Diameter Composition in Spanish Mackerel *Scomberomorus niphonius* during the Spawning Season

Kōji Yokogawa*

To determine the spawning ecology of fish, changes in ovarian egg number and egg diameter composition during the spawning season were examined with material of spanish mackerel *Scomberomorus niphonius*.

Gonadosomatic indices of female and male both fluctuated very similarly. The indices indicated peaks in early June, thereafter reduced rapidly, and tended to rise again in late June. The Relationship between fork length (L) and ovarian egg number (E) was expressed by a linear regression as follows:

$$E = 6.881 \cdot 10^3 \cdot L - 3.244 \cdot 10^6 \quad (r = 0.768)$$

Thereafter, individuals whose egg number plotting points shifted below the initial regression line increased gradually with the lapse of time. Since considerable numbers of eggs still remained in the ovaries of individuals, they would continue to spawn. The composition of egg diameter showed plain polymodal forms at any sampling time. This indicated that some different egg diameter groups always existed at the same time.

According to the results obtained, it was concluded that *Scomberomorus niphonius* spawns several times within a spawning season. This method of tracing egg number and egg diameter composition was considered to be useful to determine the spawning ecology of fish.

キーワード：サワラ、卵数、卵径組成、産卵生態

魚類の生殖生態を把握する方法は、目視観察等の直接的な方法と、生殖腺の発達状態の推移などから産卵状況を推定する間接的な方法の二つに大別することができる。

前者の場合、調査可能な魚種は、場所的な定着性が強く、かつ潜水等によって容易に生態が観察できるものに限られるため、この手法によって産卵生態が把握できる魚種は決して多くない。

そのため、多くの場合は後者の方法によって生殖生態の把握が試みられ、生殖腺指数の経時変化、生殖腺の組織学的観察などから産卵状況が推測される。このような間接的生殖生態把握手法の一つとして、卵巣内卵数を計数する試みが古くからなされており、魚体サイズと卵巣内卵数の相関の試算、あるいは産卵数などの推定が行なわれている。¹⁾

しかしこれらの場合、卵巣内卵数の計数は1産卵期

に1度か、あるいは複数回にわたって計数したデータがひとまとめにして扱われており、その経時変化を調べた知見はみられない。

そこで今回は、産卵生態を把握するための一つの手法として、サワラ *Scomberomorus niphonius* を材料に用い、その産卵期における卵巣内卵数の経時変化を調べ、合わせて卵径組成の経時変化についても調べた。

実験方法

本研究に用いたサワラは、瀬戸内海東部の播磨灘海域に産卵のために来遊し、香川県東部の市場に水揚げされたもので、漁獲時刻はすべて夜間から早朝であった。標本魚は、1987年5月11日から7月2日にかけて定期的に購入した。

標本魚は、新鮮な状態で尾叉長と体重を測定した後、生殖腺を摘出して雌雄の判別をし、その重量を測定し

* 香川県水産試験場 (Kagawa Prefectural Fisheries Experimental Station, Yashimahigashi, Takamatsu, Kagawa 761-01, Japan).

た。生殖腺指数 (Gonadosomatic index, 以下 GSI と称する) を横川の方法²⁾により以下の式を用いて算出した。

$$GSI = \{GW / (BW - GW - SCW)\} \times 100$$

(GW : 生殖腺重量, BW : 体重, SCW : 胃内容物重量)

摘出した卵巣からは、その中央部からサンプルとして 2 g 程度を卵巣膜とともに採取し、重量を正確に測定した後、10% ホルマリン水溶液によって固定した。固定後のサンプルは、柄付き針と尖頭ピンセットを用いてできる限り完全に卵粒を分離し、大型ピーカーに収容して水道水を注入し、全体で 1 l になるようにした。卵を収容したピーカーは、マグネチックスターラーによって水を十分に攪拌して水中の卵密度が均一になるようにし、内容水を口径約 6 mm の広口ビペットを用いて中央部から 1 ml 採取し、肉眼で確認できる卵細胞の数を計数した。この作業を 1 サンプルについて 20 回繰り返して、1 ml 当たりの平均卵数を求めた。得られた 1 ml 当たりの平均卵数に 1,000 を乗じてピーカー中の総卵数、即ちサンプル中の総卵数を計算し、さらにサンプル 1 g 当たりの平均卵数を求め、元の卵巣重量を乗じて卵巣内卵数とした。

卵数を計数したサンプルはさらにホルマリン保存し、採集ロットごとに代表的な GSI 値を示すものを 2~3 個体選定した。選定したサンプルについて卵径組成を調べ、実体顕微鏡の接眼マイクロメーターにより、200~400 粒の卵の直径を測定した。

結果と考察

生殖腺指数の経時変化 調べた期間中の GSI の経時変化を Fig. 1 に示す。雌の GSI は、産卵期初めの 5 月上旬には平均で 10 を越える程度であったものが、5 月下旬から 6 月上旬にかけてしだいに上昇して 6 月上旬に最大となり、平均値で 20 近い値を示した。その後 GSI は急激に低下し、わずか数日後には平均値で 5 前後の低い値を示した。その後は一転して 7 月上旬にかけて再び値がしだいに大きくなっていった (Fig. 1-A)。

一方雄の GSI の経時変動は、雌とほとんど同様の傾向を示し、6 月上旬に最大となり、その後急激に低下したが、6 月下旬には再び上昇傾向が認められた (Fig. 1-B)。雄の場合も雌と同様に、個体による GSI のばらつきが大きい傾向が認められた。

以上のように、雌雄ともに生殖腺の発達状態は、産卵期の初めから終わりにかけて、単調かつ一様には推移しないことが明らかとなった。このような雌雄の生殖腺の発達状態の特徴は、後述の卵巣内卵数と卵径組成の変動からもわかるように、本種が 1 産卵期に多回産卵を行っていることに起因するものと考えられた。

Fig. 1. Transition of gonadosomatic index of *Scomberomorus niphonius* in spawning season of 1987.

A: Female; B: Male. Dark circles indicate individual values. Open circles indicate average values of each lot.

また後述のように、5 月下旬以降では卵巣内に吸水卵を有する個体が多く観察されたが、5 月下旬から 6 月中旬にかけての産卵盛期には吸水卵の有無が GSI 値にかなり影響していた。しかし、産卵期の後期には GSI 値が 10 以下でも吸水卵を有する個体が普通に認められ、吸水卵の有無と GSI には顕著な相関はみられなくなった。これは、産卵期の末期には卵巣内卵全体に占める吸水卵の割合が低くなることと、あらたな卵細胞が活発に生産されていること (Fig. 3-E, Fig. 4-F) によるものと考えられる。

卵巣内卵数の経時変化 産卵期初めの 1987 年 5 月 11, 12, 13 日に得られた標本魚の尾叉長 (L) と卵巣内卵数 (E) の関係を Fig. 2 に示す。尾叉長と卵巣内卵数の関係を一次回帰、指数回帰、対数回帰およびべき乗回帰によって求めたところ、一次回帰に最も高い相関が認められ、以下の式で表わされた。

$$E = 6.881 \cdot 10^3 \cdot L - 3.244 \cdot 10^6 \quad (r = 0.768)$$

魚体サイズと卵巣内卵数の関係について、Chen²⁾は、台湾産のサワラについて今回の研究と同じく尾叉長と卵数の相関を求め、一次回帰により高い相関を得ており、

Fig. 2. Relationship between fork length and egg number in ovaries of *Scomberomorus niphonius* in early spawning season.

このことから今回得られた一次回帰式の妥当性が支持される。

その後の尾叉長と卵巣内卵数の関係の経時変化を Fig. 3 に示す。5 月 27 日には、ほとんどの個体のプロットされた点は Fig. 2 に示した回帰直線の周辺に位置しており、さきに得られた回帰式の普遍性が示唆された。しかしながら、3 個体ほどの点はこの回帰直線から下方へいくぶんずれていることが注目された (Fig. 3-A)。これらの個体は、放卵による卵巣内の卵数の減少を反映しているものと考えられた。

6 月 8 日においてもなお多くの個体は卵数が先の回帰直線の周辺に位置しているが、一方では回帰直線から明らかに下方にずれている個体もかなり目立つようになり (Fig. 4-B)、産卵を経験した個体が徐々に増加してきたことがうかがわれる。

6 月 10 日および 6 月 12 日では数日前の状況とは一転して、先の回帰直線から明瞭に下方へシフトする個体が大部分となった。特に、尾叉長 700 mm を越える大型魚でこの傾向が顕著であった (Fig. 3-C)。この時期は、雌の GSI がピークを示した後に急激に低下した時期と一致し (Fig. 1-A)、放卵がこの時期に集中して活発に行なわれたために、このような卵巣内卵数の急激な変化として現れたものと推察される。

6 月 22 日には、調べたすべての個体においてグラフ上の点が先の回帰直線のかかなり下に位置しており、Fig. 3-C の時点よりもさらに卵巣内卵数が減少していることが示された (Fig. 3-D)。

このことは、前述の GSI がこの日に最小のピークを示したことからも裏付けられ (Fig. 1-A)、前述の 6 月中旬からこの時期にかけてが産卵の盛期である可能性が考えられた。岸田⁴は、瀬戸内海中西部海域においてサワラ卵稚仔の分布を調べたが、6 月に最も多くの卵稚仔が出現しており、この事実もこの時期が産卵盛期であることを支持している。

この 6 月 22 日には、このように卵数の減少が顕著であるにもかかわらず、GSI の平均値は逆に前回の 6 月 12 日より大きくなっていることが注目された (Fig. 1-A)。これは、卵巣内の総卵数中に占める吸水卵の割合が高くなったためではないかと推察され、この日の卵径組成からもその傾向がうかがわれる (Fig. 4-E)。福永⁵によるサワラの人工採卵の結果によると、卵巣重量に対する搾出卵 (吸水卵) の割合は 19.3~33.9% であり、卵巣中の吸水卵の量によって卵巣重量がかなりの影響を受けることが示唆されている。

7 月 1 日および 7 月 2 日では、プロットされた点は 6 月 22 日の標本魚の場合と同様に、小型魚を除いてほとんどの個体がさきの回帰直線の下方に位置していた。しかしながら、それらの点は一樣にさきの回帰直線にかなり接近していたことが注目された (Fig. 3-E)。これは、卵巣内の卵数が前回よりも増加していることを示すものである。

この時期に卵数が増加した原因としては、産卵により放出された卵を補充するために新たな卵が形成されたとみるのが自然であろう。しかし、これらの新たな卵の大部分は卵径から周辺仁期前後のものと思われ (Fig. 4-F)、この産卵期のうちに成熟して吸水卵まで至る可能性は低いものと考えられた。

卵径組成の経時変化 調べた期間中の卵径組成の経時変化を Fig. 4 に示す。5 月 11 日には GSI の値に関係なくどの個体にも類似した卵径組成がみられ、一樣にピークの不明瞭な多峰型を示した。卵径の範囲は、最小で 0.1 mm 程度、最大で 1.2 mm 程度であった (Fig. 4-A)。この時期の卵巣には、周辺仁期から第 3 次卵黄球期⁶までのさまざまな発達段階の卵が混在しているものと推定される。

5 月 27 日には、GSI が 14 未満の個体では、卵径組成は 5 月 11 日の傾向とほとんど変わらなかった。一方 GSI が 26.7 の個体では、従来の卵径 0.1 mm から 1.2 mm までの多峰型の組成に加えて、それから飛び離れた卵径 1.6 mm 程度のところにモードを持つ明瞭な山が現

Fig. 3. Transition of egg number in ovaries of *Scomberomorus niphonius* in spawning season of 1987.

A: 27th, May; B: 8th, June; C: 10th and 12th, June; D: 22nd, June; E: 1st and 2nd, July. Broken lines indicate initial regression (Fig. 2).

Fig. 4. Transition of egg diameter composition of *Scomberomorus niphonius* in spawning season of 1987.

A: 11th, May; B: 27th, May; C: 8th, June; D: 10th, June; E: 22nd, June; F: 1st and 2nd, July.

れた (Fig. 4-B)。この山は吸水卵であり、これまでのサワラに関する知見から、その日のうちに排卵されるものと考えられる。⁶⁾

6月8日には、量的な差はあるものの、ほとんどの個体の卵巣に吸水卵がみられ、産卵がかなり活発に行なわれていたものと考えられた (Fig. 4-C)。またこの時期

には、ヒストグラムの各山がそれ以前のものよりもいくぶん明瞭になり、そして卵径 0.1 mm 程度の卵の割合が増加してきた (Fig. 4-C)。

卵径組成の山は、グラフの左から右へと卵の発達に伴って順次移行していき、最終的にグラフのいちばん右にみられる吸水卵の山となって排卵、放卵されると考えら

れる。Fig. 4-C にみられる小型卵の増加は、放卵によって減少した卵を補うために新たな卵が多く形成されたもので、その後順次成長していくものと推定される。

6月10日の時点では2日前の状況とは一転して、卵巣内に吸水卵を有する個体は全くみられなかった (Fig. 4-D)。卵径組成のヒストグラムは、卵径 0.1 mm 程度の山がやや突出している以外は産卵期初めのもの (Fig. 4-A) と類似していた。この時期は、GSI や卵巣内卵数が急激な減少を示した時期であり (Fig. 1-A, Fig. 3-C)、吸水卵がほとんど放出されてしまったためにこのような卵径組成となったものと考えられる。

6月22日には、GSI が 15.4 の個体では卵巣中に再び吸水卵が認められたが、これは6月10日にみられた第3次卵黄球期の卵が発達したものとみることができる。一方、GSI が 5.7 の個体では吸水卵は存在せず、卵径 0.1 mm 程度の卵が全体の大部分を占め、それ以上の発達段階の卵の割合は極めて少なかった (Fig. 4-E)。このことから、このような個体はこの産卵期にこれ以上産卵をすることはないと考えられた。

7月1日および7月2日では、いずれのヒストグラムとも6月22日のGSIの小さい個体の場合とほぼ同じ傾向を示し (Fig. 4-E)、吸水卵は全く存在せず、卵径 0.1 mm 程度の周辺仁期と思われる卵が全体の大部分を占めた。このうちGSIが12.4の個体では、卵径 0.9 mm 前後の第3次卵黄球期と思われる卵の山がかなり明瞭に分離していたのが注目され (Fig. 4-F)、今後こ

れらが吸水卵となって産卵される可能性も考えられた。しかし全体的にみればこの時期には産卵活動もほぼ終息し、卵巣は休止状態に向かいつつあるものと推察される。

以上のように、卵巣内卵数および卵径組成の経時変化を追跡することによって、サワラの生殖生態をかなり詳細に推察することが可能であり、サワラは1産卵期に多回産卵していることが間接的に示された。これは、岸田・会田⁶⁾による卵巣の組織学的観察と卵径組成から導き出された結論と同様である。このようにこの方法は、魚類の産卵生態を把握するための一つの手法として有効であるものと思われた。

文 献

- 1) 久保伊津男, 吉原友吉: 水産資源学, 初版, 共立出版, 東京, 1957, pp. 103-113.
- 2) 横川浩治: 香川県の湖沼におけるブルーギルの生態. 香水分試研報, 2, 47-74 (1986).
- 3) T. Chen: Studies on the age, growth, maturity, and spawning of Japanese mackerel *Scomberomorus niphonius* (C. & V.) in Taiwan strait. *Bull. Taiwan Fish. Res. Inst.*, 23, 21-36 (1974).
- 4) 岸田 達: 瀬戸内海中西部海域におけるサワラ卵, 仔魚の鉛直, 水平分布. 日本誌, 54, 1-8 (1988).
- 5) 福永辰広, 石橋矩久, 三橋直人: サワラの採卵および種苗生産. 栽培技研, 11, 29-48 (1982).
- 6) 岸田 達, 会田勝美: 瀬戸内海西部海域におけるサワラの成熟と産卵. 日本誌, 55, 2065-2074 (1989).