

若狭湾西部海域におけるタチウオの成熟と産卵

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	宗清, 正廣 桑原, 昭彦
巻/号	54巻8号
掲載ページ	p. 1315-1320
発行年月	1988年8月

若狭湾西部海域におけるタチウオの成熟と産卵^{*1,2,3}

宗 清 正 廣, 桑 原 昭 彦

(1987年12月7日受付)

Maturity and Spawning of Ribbon Fish in the Western Wakasa Bay

Masahiro Munekiyo^{*4} and Akihiko Kuwahara^{*4}

Maturity and spawning of ribbon fish *Trichiurus lepturus* from the western Wakasa Bay were worked out based on 6,851 specimens collected from June to September, 1982.

Ovarian eggs matured at the gonad index of more than 50 and the fish spawned once a year. It was estimated that the female and male matured at about 220 mm and 210 mm in anal length, respectively. Some of the fish aged 1-year-old attained maturity, and all of the fish aged 2-years old were mature. The spawners were composed of the fish aged 1 to 6 years old, and mainly the fish aged 2 and 3 years old. The relationship between anal length and number of mature eggs was fitted to a linear regression, and the number of mature eggs was calculated from it.

魚類の成長や成熟、産卵などの生物学的諸特性は、魚類の資源量変動に伴って変化する¹⁻³)とされ、魚類の資源管理を目指す上でこれらの生物学的特性についての知見は欠かすことができない。特に成熟、産卵に関する知見は、その種の再生産と直接的に結びついているだけに重要である。

著者らは既に若狭湾西部海域産タチウオについて産卵群の特徴、産卵期と性比、産卵場と産卵習性などの知見を報告した。⁴⁻⁶)本報では、産卵群の年齢構成、成熟サイズ・年齢、産卵数など、同海域における本種の成熟と産卵に関する生物学的諸特性を明らかにした。

材 料 と 方 法

1982年6~9月の期間に、若狭湾西部海域において延縄、曳釣、定置網、旋網で漁獲されたタチウオ 6,851尾を供試材料とした (Table 1)。供試材料のうち、906尾については実験室で肛門長 AL (mm)、生殖腺重量 GW (g) を測定し、生殖腺指数 GI を求めた。このうち、雌については卵巢内卵の卵径測定、透明卵数の計数を行い、さらに耳石を採集し、年齢査定に供した。残りの 5,945尾については京都府漁業協同組合連合会魚市場において雌雄別に肛門長のみを測定した。なお、雌雄の

Table 1. The specimens used in this study. Figures in parenthesis indicate the number of the specimens whose anal lengths alone were measured

Month	Number of specimens				
	Longline	Trolling	Set net	Purse seine	Total
June 1982	3,950 (3,787)	1,165 (1,159)	720 (720)	324 (279)	6,159 (5,945)
July	177	32	134		343
August	96		71		167
September			182		812
Total	4,223 (3,787)	1,197 (1,159)	1,107 (720)	324 (279)	6,851 (5,945)

*1 若狭湾西部海域におけるタチウオの漁業生物学的研究—VII (Study on the Fishery Biology of Ribbon Fish *Trichiurus Lepturus* in the Western Wakasa Bay—VII).

*2 一部は、農林水産省水産試験場育成強化事業のうち、研究開発促進事業費により実施した。

*3 京都府立海洋センター業績 No. 50.

*4 京都府立海洋センター (Kyoto Institute of Oceanic and Fishery Science, Miyazu, Kyoto 626, Japan).

判別方法, 生殖腺指数の求め方, 年齢査定の方法については既報⁴⁻⁷⁾で報告したとおりである。

結果および考察

卵巣内卵の均一性 タチウオの生殖腺は左右不相称で, 右葉は左葉より明らかに長さ, 幅ともによく発達している。卵巣内卵の成熟状態が卵巣の部位によって異なるかどうかを, 1982年7月に採集された供試材料から無作為に抽出した10個体(GI 118~215)について調査した。各個体とも卵巣を左右および前・中・後部の6部位に分け, 各部位の平均卵径の差を1%の危険率で検定した結果, 左右両葉間で1個体に, 前・中・後部間で1個体にそれぞれ有意差が認められた。しかし, その他の個体では卵巣の部位による平均卵径に有意差は認められなかった。したがって, タチウオはアカアマダイ,⁸⁾ イサキ⁹⁾ などと同様に卵巣内卵の成熟状態が卵巣の部位に関係なく, ほぼ同一の状態にあると推察される。

卵巣内卵の成熟過程 1982年6月から7月にかけて採集されたタチウオ75尾の生殖腺指数(GI)を求め, 1尾につき右葉卵巣中央部の卵200粒の卵径を測定した。まず, 生殖腺指数を30未満, 30~50, 50~70, 70~100, 100~150, 150~200, 200以上およびspentの8階級に区分し, 各供試材料をその生殖腺指数に基づいてこれらの階級に分類した。つぎに, 各階級ごとに無作為に4尾ずつ抽出し, 階級ごとに卵径組成を求めた(Fig. 1)。Fig. 1からわかるように, 生殖腺指数30未満の卵巣内卵は主に卵径0.1~0.2mmの未熟卵群(第1卵群)で構成されていた。指数値が30~50のものでは第1卵群とは別に卵径0.7mmにモードをもつ未熟卵群の形成される徴候が認められた。指数値が50~70のものでは卵径0.8mmにモードをもつ未熟卵群(第2卵群)の形成が明瞭となった。この第2卵群の卵径モードは指数値の増加に伴って大きくなった。指数値が100~150のものでは第1, 第2卵群とは別に卵径0.4~0.5mmにモードを持つ未熟卵群(第3卵群)が形成された。指数値が150~200のものでは第2卵群の卵径モードは1.3mmとなり, この卵群は未熟卵群(第1, 第3卵群)とは分離し, 油球の形成された透明卵も一部に認められた。指数値が200以上のものでは第2卵群の卵径モードは1.4~1.5mmとなり, 完熟卵群を形成した。一方, 生殖腺指数100~150の卵巣で形成された卵径0.4~0.5mmにモードをもつ第3卵群は指数値の増加に伴ってその卵径モードを増す傾向は認められなかった。以上のような生殖腺指数の増加に伴う卵径組成

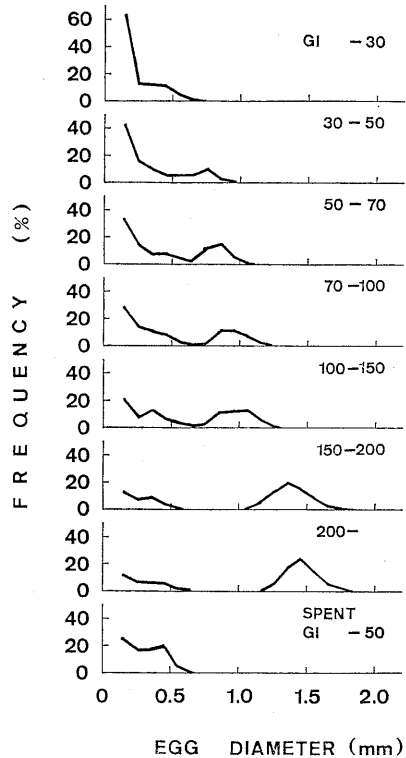


Fig. 1. Frequency distributions of ovarian egg diameter in each maturity stage classified by gonad index.

の変化から, 生殖腺指数50~70の卵巣で形成された第2卵群(卵径モード0.8mm)は, 生殖腺指数200以上の完熟卵群に連続的に移行していくと推定できる。また, 上述の生殖腺指数の100~150卵巣で形成された第3卵群(卵径モード0.4~0.5mm)は, 生殖腺指数の増加に伴って卵径モードが増加する傾向が認められず, この卵群は産卵に至らないものと推察される。

以上の結果を総合すると, 生殖腺指数50以上を示す雌は, その後その生殖腺が成熟して産卵に至るものと考えられる。また, 若狭湾西部海域におけるタチウオの産卵期は6月から9月で, 産卵盛期は7月上旬から8月下旬である。⁵⁾したがって, 同海域における本種の産卵は年1回であろうと推定される。

成熟サイズ 1982年の産卵期(6~9月)に採集されたタチウオの雌217尾, 雄188尾を50mm間隔の肛門長群に分け, 各肛門長群ごとに雌については生殖腺指数50以上, 雄については生殖腺指数10以上*の値を示す個体の出現率, すなわち成熟率を求めた。これらをFig. 2にプロットし, 成熟率曲線を推定した。雌で生

* 産卵期(6~9月)に腹部を軽く圧迫するだけで放精した雄の生殖腺指数の最小値は約10であり, 生殖腺指数10以上の値を示す雄は成熟しているものと考えた。

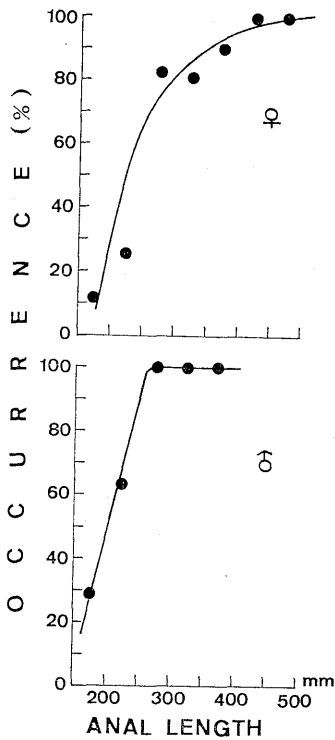


Fig. 2. Mature rate by sex in each size group.

殖腺指数 50 以上, 雄で生殖腺指数 10 以上の値を示す個体の出現率が 50% になるサイズを平均成熟サイズとすると, Fig. 2 の成熟率曲線からその大きさは, 雌では肛門長約 220 mm, 雄では肛門長約 210 mm となる。また, 大部分の個体が成熟するサイズは雌雄とも肛門長 250 mm 以上と推定される。なお, 生殖腺指数 50 以上の値を示す雌のうち, 最小の個体は肛門長 191 mm であった。以上に推定した若狭湾西部海域産タチウオの雌の成熟サイズは, 他海域産¹⁰⁻¹²⁾ のそれと大差がない。

成熟年齢 1982 年の産卵期間中 (6~9 月) に若狭湾西部海域で採集されたタチウオの雌 475 尾に対し, 耳石による年齢査定を行い, 耳石輪群別に成熟率を求め Table 2 に示した。各輪群の成熟率は 1 輪群で 33.2%, 2 輪群で 98.1%, 3 輪~6 輪群ではいずれも 100% であった。前報⁷⁾ で明らかにしたように, 若狭湾西部海域には W 型群と N 型群の 2 つの発生群が存在し, その発生時期はそれぞれ 4~6 月, 6~9 月と推定された。本供試魚は 6 月から 9 月にかけて採集されたものであり, 発生時期の遅い N 型群もほぼ満年齢に達している。したがって, 耳石輪数は満年齢をほぼ表していると考えられる。以上のことから, 若狭湾西部海域におけるタチウオは 1 歳魚群でも一部産卵に関与するものがみられ,

Table 2. Mature rate of female fish in each ring group

Ring group	No. of female fish examined	No. of mature and spent fish	Mature rate (%)
1	190	63	33.2
2	160	157	98.1
3	100	100	100
4	14	14	100
5	5	5	100
6	6	6	100

Table 3. Mature rate of female fish of the narrow and wide type of broods in 1- and 2-ring groups

Ring group	Type	No. of female fish examined	No. of mature and spent fish	Mature rate (%)
1	Narrow	154	33	21.4
	Wide	36	30	83.3
	Total	190	63	33.1
2	Narrow	111	108	97.3
	Wide	49	49	100
	Total	160	157	98.1

2 歳魚以上の群ではほとんどすべての個体が産卵に関与するものと推察される。

前報⁷⁾ で明らかにしたように, 若狭湾西部海域産タチウオには発生時期の異なる 2 つの群が存在し, 耳石第 1 輪径 r_1 が 2.0 mm 未満のものを N 型群 (narrow type), r_1 が 2.0 mm 以上のものを W 型群 (wide type) とした。そこで, 両タイプの成熟率を標本数が比較的多く得られた 1 輪群と 2 輪群について検討してみる (Table 3)。なお, 用いた標本は 1 輪群 190 尾, 2 輪群 160 尾, 合計 350 尾の雌である。Table 3 に示したように, 1 輪群では N 型群の成熟率は 21.4%, W 型群のそれは 83.3% であった。また, 2 輪群では N 型群の成熟率は 97.3%, W 型群のそれは 100% であった。したがって, 若狭湾西部海域産タチウオの場合, N 型群では満 1 歳で一部の個体が成熟するにすぎず, 大部分の個体は満 2 歳で成熟するのに対し, W 型群では満 1 歳で大部分の個体が成熟するものと推定される。若狭湾西部海域産タチウオの雌の成熟年齢と他海域産のそれとを比較する。東シナ海産,^{10)*} 熊野灘産¹²⁾ では満 1 歳で一部が成熟し, 満 2 歳でほとんどの個体が成熟する。これに対し, 紀伊水道産¹¹⁾ では満 1 歳で成熟するとされている。しかし, 年によって 1 歳魚の成熟

* 輪群表示を年齢群表示に読み換えた。

率が 50~85% と変動しており,¹¹⁾ 紀伊水道産についても上述 2 海域と同様に満 1 歳で一部が成熟し, 満 2 歳でほとんどの個体が成熟すると考える方が妥当であろう。一方, 東海・黄海産¹³⁾ では満 2 歳* で一部が成熟し, 満 3 歳* でほとんどの個体が成熟する。したがって, 若狭湾西部海域産タチウオの雌の成熟年齢は東シナ海産,¹⁰⁾ 紀伊水道産,¹¹⁾ 熊野灘産¹²⁾ と同様であり, 東海・黄海産¹³⁾ より約 1 歳小さいことになる。

産卵群の年齢構成 若狭湾西部海域に來遊してくるタチウオ産卵群の年齢構成を推定する。1982 年 6 月に同海域において延縄, 曳釣, 定置網, 旋網で漁獲されたタチウオ産卵群 6,159 尾 (雌 3,954 尾, 雄 2,469 尾) の雌雄別肛門長組成を Fig. 3 に示した。前報⁷⁾ で用いた年齢査定法の試料のうち, 1981 年と 1982 年の 6 月から 7 月に採集された 727 試料 (雌 463 試料, 雄 264 試料) により age-length-key を雌雄別に作成した。Fig. 3 に示した産卵群の雌雄別肛門長組成から age-length-key 法によって同群の年齢構成を推定した (Table 4)。なお, 若狭湾西部海域で成育した 1 歳魚の大きさは 6

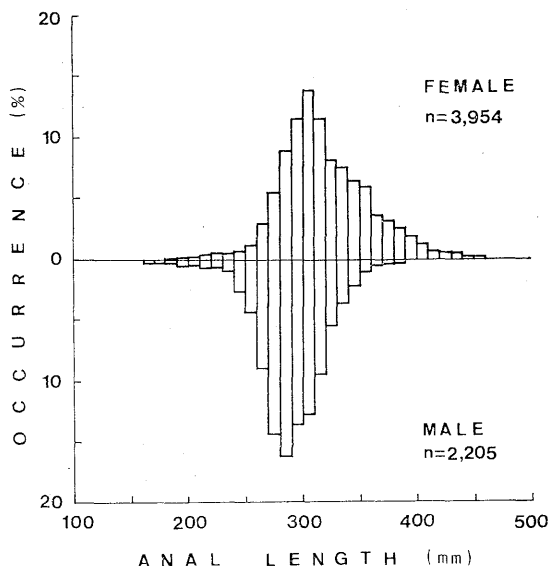


Fig. 3. Frequency distributions of anal length of the ribbon fish spawning school.

Table 4. Percentage of occurrence for each age group from the age-length-key method

Sex	Age (years old)				
	2	3	4	5	6
Female (%)	60.2	29.5	7.7	1.4	1.2
Male (%)	55.7	27.2	10.9	4.4	1.8

* 輪群表示を年齢群表示に読み換えた。

月では AL 250 mm 未満が大部分であり,⁷⁾ これらの生殖腺は未熟な状態である。⁹⁾ Fig. 3 に示した肛門長組成に含まれる 1 歳魚は産卵群ではなく, 2 歳魚以上の産卵群を対象とする延縄, 曳釣の漁場探索の過程で混獲されたものと考えられる。したがって, これらの 1 歳魚は若狭湾西部海域に來遊してくる産卵群の年齢構成の検討から除いた。Table 4 から, 雌雄とも 2 歳魚が全体の 56~60% を占め, ついで 3 歳魚の 27~30%, 4 歳魚の 8~11% の順で多く, 2~3 歳魚で 83~90% を占めることがわかる。以上の結果から, 若狭湾西部海域に來遊してくるタチウオ産卵群は雌雄とも主として 2~3 歳魚で構成されているものと推定される。ところで, 若狭湾西部海域における 1 歳魚の産卵期は 8 月下旬から 9 月上旬である。⁹⁾ 一方, 同海域に來遊する 2 歳魚以上の産卵群は 8 月下旬には産卵活動を終了して, 同海域から逸散する。⁹⁾ このため, 1 歳魚の産卵群と 2 歳魚以上の産卵群とはほとんど同時に漁獲されない。前述のように若狭湾西部海域で成育した 1 歳魚の約 33% が産卵に関与すると推定されたが, 同海域における 1 歳魚を含めた全産卵群の年齢構成を推定することはできなかった。この点については今後の課題として残された。

産卵数 前述のように若狭湾西部海域に來遊したタチウオ産卵群の産卵回数は 1 回であると推定された。また卵巣内の完熟卵はほとんどすべて産卵されるものと考えられる。¹³⁾ したがって, 本種の推定産卵数は卵巣内の完熟卵数を計数することによって求めることができる。1982 年 7~8 月に若狭湾西部海域で漁獲されたタチウオのうち, 卵巣に透明卵をもつ, 肛門長 256 mm から 451 mm までの雌 25 尾について肛門長の測定とともに

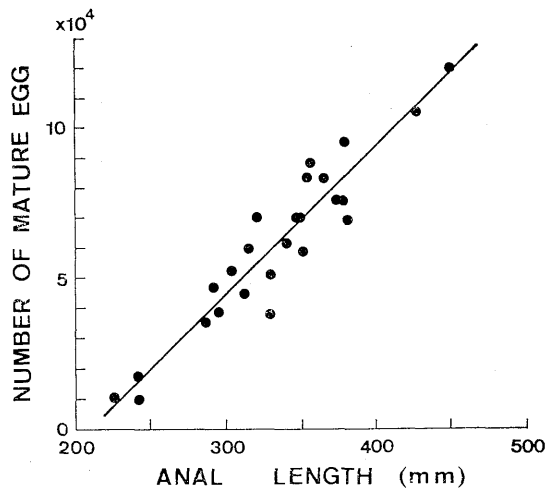


Fig. 4. Relationship between anal length and number of mature eggs.

右葉卵巣中央部から卵を一部採集し、重量法により完熟卵数を求めた。完熟卵数 E と肛門長 AL との間には直線的な関係 (Fig. 4) が認められ、次の直線回帰式が得られた。

$$E = 493.4 AL - 103,583 \quad (r = 0.944)$$

上式から肛門長別に 1 個体当りの推定産卵数を推定し、他海域産のそれと比較する (Fig. 5)。Fig. 5 に示したように若狭湾西部海域産、東シナ海産、¹⁰⁾紀伊水道産、¹¹⁾熊野灘産¹²⁾の間では肛門長別の 1 個体当りの推定産卵数に大差は認められない。しかし、東海・黄海産¹³⁾では肛門長が大きくなるにしたがって 1 個体当りの産卵数は前 4 者よりも少なくなる傾向が認められる。

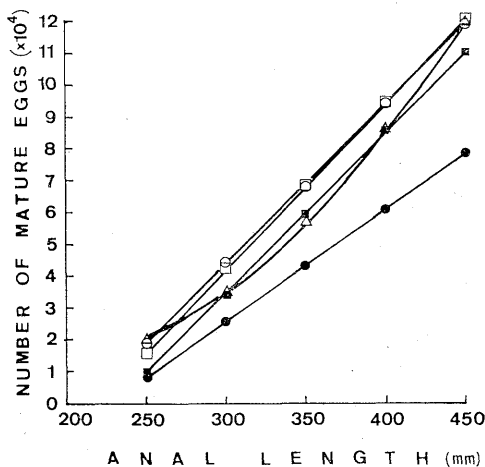


Fig. 5. Comparison of relationships between anal length and number of mature eggs in 5 fishing grounds.

Closed circles and squares and open squares, triangles and circles indicate the East China Sea and the Yellow Sea,¹³⁾ the East China Sea,¹⁰⁾ the Kii-Channel,¹¹⁾ the Kumanonada¹²⁾ and the western Wakasa Bay, respectively.

The relationships between anal length and number of mature eggs in the East China Sea and the Yellow Sea¹³⁾ and the East China Sea¹⁰⁾ were estimated from the original figures.

上述のように各海域産タチウオの成熟サイズ・年齢、産卵数を比較した結果、若狭湾西部海域産、東シナ海産、¹⁰⁾紀伊水道産、¹¹⁾熊野灘産¹²⁾はほぼ同様の値を示すが、東海・黄海産¹³⁾は上述の 4 海域産と比較して成熟年齢が 1 歳大きく、魚体が大きくなるほど 1 個体当り

の産卵数が少なくなることが明らかとなった。ところで、東海・黄海産¹³⁾と東シナ海産¹⁰⁾のタチウオは前者が 1954~1957 年当時、後者が 1966~1969 年当時と年代が異なるものの、ほぼ同海域で漁獲されたものである。したがって、上述の結果から 1966~1969 年当時の東シナ海産タチウオの成熟と産卵に関する生物学的特性は 1954~1957 年当時と比較して性成熟の早期化と産卵数の相対的増大の方向に変化していることになる。さらに、今回の検討の範囲では 1966~1969 年以降、年代・海域を問わずタチウオの成熟と産卵に関する生物学的特性には大差がないことになる。

上述のような東シナ海産タチウオの年代間にみられる成熟と産卵に関する生物学的特性の変化について、山田¹⁰⁾は、漁獲努力の強化によってタチウオ資源量が減少し、いわゆる密度効果が生じた結果ではないかとその原因を推測している。一方、阪本*は紀伊水道産と 1954~1957 年当時の東シナ海産¹⁴⁾のタチウオについてその摂餌量指数を比較し、前者は後者に比べて摂餌量が著しく小さいことは明らかであると指摘している。先述のように紀伊水道産¹¹⁾タチウオは 1954~1957 年当時の東シナ海産¹³⁾と比較して成熟年齢が 1 歳小さく、1 個体当りの産卵数も相対的に大きい。すなわち、前者は後者に比べて餌料条件が悪いにもかかわらず性成熟の早期化と産卵数の相対的増大がみられる。したがって、上述の例は東シナ海産タチウオの成熟と産卵に関する生物学的特性にみられる時間的な変化が、密度効果だけでなく、それ以外の要因によっても生じている可能性を示唆しているのではないだろうか。いずれにしても、タチウオの場合、漁獲圧力が強まり資源量が減少すると、結果として population の恒常性を維持しようとするような作用が生じ、成熟と産卵に関する生物学的特性に変化が起るものと推測される。

タチウオは、東シナ海、¹⁰⁾紀伊水道¹¹⁾では底曳網で、若狭湾西部海域、熊野灘¹²⁾では主として延縄、釣、定置網で漁獲されている。したがって、各海域におけるタチウオに対する漁獲圧力もそれぞれ異なり、前 2 者の海域では本種に対して強力な漁獲圧力が加えられている。^{10,11)}Power and Gregoire¹³⁾は、貪欲な魚食者である淡水イルカ *Phoca vitulina* が生息する湖では、淡水イルカによって lake trout *Salvelinus namaycush* の大型魚が選択的に捕食された結果、lake trout の成熟と産卵に関する生物学的特性が、淡水イルカの生息しない湖の lake trout のそれと著しい相違 (魚体の小型化、寿命の短縮、早熟、魚体重当りの産卵数の増加) を示すことを報告している。上述の東シナ海、紀伊水道で操業される底曳網をタチウオに対する強力な「捕食者」と考えると、

* 阪本俊雄：紀伊水道におけるタチウオの漁業生物学的研究，和歌山水誌，1982，pp. 1-113.

上述の4海域産タチウオがそれぞれ独立した population であるならば、lake trout の例から明らかなように、少なくとも東シナ海産、紀伊水道産と若狭湾西部海域産、熊野灘産との間で成熟と産卵に関する生物学的特性に大きな差異が生じるはずである。しかし、先述のように1966~1969年以降、年代・海域を問わずタチウオの成熟と産卵に関する生物学的特性には大差がない。このことは、東シナ海産—若狭湾西部海域産、東シナ海産—紀伊水道産—熊野灘産のタチウオの間には、親魚による直接的な交流や卵・稚仔魚の添加という形での交流などが存在することを示唆しているのではないだろうか。

本報告をまとめるにあたって、御指導と御助言を賜った、京都府立海洋センター前所長、塩川 司博士、同所所長、篠田正俊博士に心から厚くお礼を申し上げる。

要 約

1982年6月から9月にかけて若狭湾西部海域で漁獲されたタチウオ6,851尾を用いて、同海域における本種の成熟と産卵に関する知見を明らかにした。

1. 生殖腺指数 50 以上の値を示す雌は、その後成熟し産卵すると推定された。また、若狭湾西部海域に來遊したタチウオの産卵は年 1 回と推定された。
2. 雌雄の成熟サイズはそれぞれ肛門長約 220 mm, 210 mm と推定された。
3. 産卵群は 1~6 歳魚で構成され、2~3 歳魚がその主体であった。
4. 1 歳魚では一部のものが成熟するにすぎないが、2

歳魚以上のものではすべて成熟すると推定された。

5. 肛門長と成熟卵数との間には直線的な関係が認められ、これを基に各肛門長ごとの成熟卵数が推定された。

文 献

- 1) G. V. Nikolskii: in "The Exploitation of Natural Animal Populations" (ed. by E. D. Cren and M. W. Holdgate), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1962, pp. 265-282.
- 2) 山田梅芳, 田川 勝, 真子 渺: 西水研報, **33**, 1-12 (1965).
- 3) 山田梅芳: 西水研報, **36**, 21-37 (1968).
- 4) 宗清正廣, 桑原昭彦: 日水誌, **49**, 1515-1521 (1983).
- 5) 宗清正廣, 桑原昭彦: 日水誌, **50**, 1279-1284 (1984).
- 6) 宗清正廣, 桑原昭彦: 日水誌, **50**, 1527-1533 (1984).
- 7) 宗清正廣, 桑原昭彦: 日水誌, **54**, 1305-1313 (1988).
- 8) 林泰 行: 日水誌, **45**, 1475-1479 (1979).
- 9) 木村清志, 鈴木 清: 日水誌, **47**, 9-16 (1981).
- 10) 山田梅芳: 西水研報, **41**, 63-81 (1971).
- 11) 阪本俊雄: 栽培技研, **4**, 9-20 (1975).
- 12) 鈴木 清, 木村清志: 三重大水産研報, **7**, 173-192 (1980).
- 13) 三栖 寛: 西水研報, **16**, 22-33 (1959).
- 14) 三栖 寛: 西水研報, **32**, 1-57 (1964).
- 15) G. Power and J. Gregoire: *J. Fish. Res. Bord Can.*, **35**, 844-850 (1978).