

## 産卵期前後における養成ブリの成熟について

榎田 晋・落合 明

(1971年8月30日受領)

## On the Maturation of the Yellowtail Cultured in the Floating Net from the Spawning Season to Post-spawning Period

Susumu Umeda and Akira Ochiai

The maturation of the yellowtail, *Seriola quinqueradiata* Temminck and Schlegel, cultured in a narrow floating net set in some coastal areas of southern Japan, Kochi and Ōita Prefectures, during one to six years has been studied to obtain the fundamental information on its breeding. In one year old fish, the ovaries have not yet enlarged, about 5 g or less in weight, with numerous immature eggs belonging to early peri-nucleolus stage, throughout the spawning season. Male, however, possesses ripe testes from April to the beginning of May, though not enlarged markedly. In 3 to 6 years old fish, the gonads are well enlarged, nearly reaching 400 g to 500 g in weight in April, but rapidly begin to reduce its weight and function from May, after the surface water temperature reached to about 19°C. Almost all males examined here enough ripen in natural condition, but females do not, bearing rather mature eggs developed primary or tertiary yolk stage in which the largest eggs grow up to 0.43 mm to 0.77 mm in diameter. In addition, there is a tendency that the ovaries are much heavier in wild fish than in cultured fish (Fig. 4).

(Fisheries Institution, Kochi University, Tosa City, Japan)

最近、天然ブリ (*Seriola quinqueradiata* Temminck and Schlegel) にかわって養成ブリの親魚から採卵してハマチの種苗を育成するようになった。養成ブリはいげす網の中で密植状態で飼育され、栄養や環境条件が天然ブリと著しく違うので生殖腺の成熟状態も天然ブリのそれとかなり異なることが推察される。また、採卵用として現在のところ3年ブリが利用されているが、種苗用として効果的な親魚が何年魚であるかを明らかにすることも一つの重要な課題である。これらの基礎的な知見をうるため何年かにわたっていげす網で養成されたブリの産卵期前後における成熟状態を調べた結果を報告する。

### 材料と方法

大分県上浦町津井地先と高知県宿毛湾ならびに浦之内湾宇佐海域で1~6年間にわたってふつうに養成されたもののうち36尾を選んで試料とした (Table 1)。これらの試魚は1970年3月26日に高知県土佐市宇佐町の高知大学水産実験所前の海面いげす網へ移されたのち8月までここで養成された。この間必要に応じて採捕し、生殖腺の成熟状態を肥大状態、生殖腺指数 (三谷, 1960),

卵径組成および組織像などによって調べた。常法に従つて5-10μのパラフィン切片を作り、ヘマトキシリン・エオシンの二重染色を施した。卵形成各期はおもに卵の組織学的所見から山本 (1954) の方法にのっとって呼び分けた。なお、実験期間中の養殖場の表面水温は15°Cから28.5°Cまで変化した (Fig. 1)。

### 結 果

1. 1年魚の成熟状態: 4月から8月にかけて1年魚の雄の成熟状態にはかなりの変化が認められた。4月21日と5月2日の尾叉体長34.6cmのものでは生殖腺指数0.4、精巢重量1.5-2.8gでいずれの値も小さい。精巢には一つの小葉内に精子、精細胞、核の染色糸が吻合して一極に集まつた対合期の精母細胞、および成熟分裂中の精母細胞などがみられ、これらの発達段階の異なる生殖細胞がそれぞれ別個の包囊を形成していた (Fig. 2 A)。また、多くの場合精巢小葉内では相対的に中心部に位置する包囊に精子がみられ、小葉壁周辺の包囊には精細胞以前の発達の遅れたものが多い。5月2日の尾叉体長36.0cmのものでは、生殖腺指数(0.3)や精巢重量(1.5g)

Table 1. Fork length, gonad weight and gonad index of the yellowtail cultured in floating net for one to six years.

Sex	Year	Date examined	Locality cultured	Fork length (cm)	Gonad weight (g)	Gonad index
♂	1	Apr. 21	Usa (Kōchi Pref.)	33.1	2.8	0.4
		May 2		34.6	1.5	0.4
		May 2		36.0	1.5	0.3
		May 2		36.2	1.8	0.4
		Jun. 2		38.0	0.3	0.1
		Jun. 2		40.0	0.4	0.1
		Aug. 3		45.6	1.5	0.2
♂	3	Apr. 23	Sukumo (Kōchi Pref.)	66.1	103.0	3.6
	4	Apr. 15	Tsui (Ōita Pref.)	77.0	32.5	0.8
		May 2		76.1	19.0	0.4
		May 7		74.0	27.0	0.5
♂	6	Apr. 15	Tsui (Ōita Pref.)	90.8	546.0	7.4
		Apr. 15		90.2	307.0	4.2
		Apr. 20		86.5	327.0	5.1
		May 2		90.0	250.0	3.4
		May 26		87.9	17.0	0.2
		Aug. 3		82.5	9.5	0.2
		Aug. 3		85.3	12.0	0.2
♀	1	Apr. 6	Usa (Kōchi Pref.)	39.1	2.6	0.4
		Apr. 21		33.1	1.9	0.5
		May 2		34.8	1.8	0.4
		Aug. 3		48.3	5.0	0.4
		Aug. 3		47.5	5.0	0.5
		Aug. 3		48.0	5.0	0.5
		3		71.0	125.5	3.6
♀	3	Apr. 15	Sukumo (Kōchi Pref.)	68.2	153.0	4.8
		*May 13		78.0	49.8	1.0
		Apr. 15		78.2	123.0	2.6
		May 2		74.8	250.0	6.0
		May 13		78.1	38.0	0.8
♀	6	Apr. 15	Tsui (Ōita Pref.)	92.8	424.0	5.3
		May 2		86.6	238.0	3.7
		May 7		93.0	93.0	0.1
		*May 13		91.0	332.0	4.4
		Aug. 3		89.4	60.0	0.7
		Aug. 3		78.3	31.0	0.6

\* Well ripened with application of "Gonatropin" manufactured by Teikoku Hormone MFG. Co., Ltd.

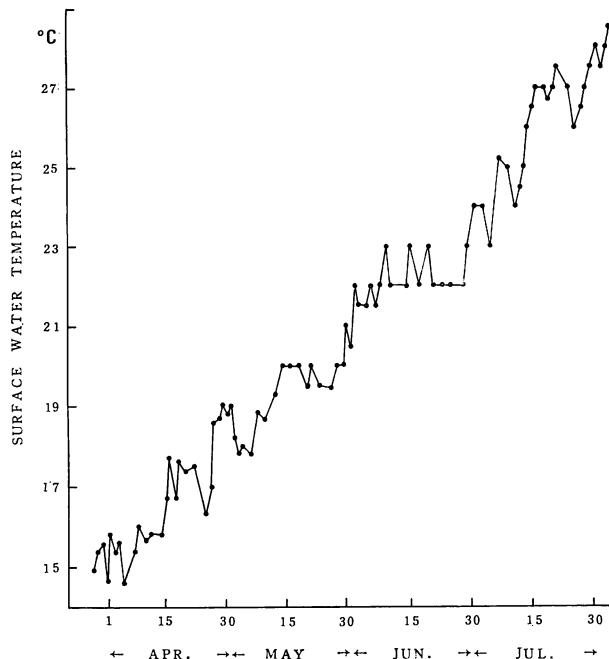


Fig. 1. Surface sea water temperature during experimental period.

で前の2個体と変わらないが、包囊壁が破れて小葉内に精子が遊離し、小葉壁周辺に精母細胞や精原細胞の包囊が若干みられた。また、小葉によっては壁が明瞭で精原細胞が小葉壁周辺に1-3列の層をなして配列しているものもあった。

さらに、5月2日の尾叉体長36.2cmの試料では（生殖腺指数0.4、精巢重量1.8g）、前述の個体よりさらに成熟状態が進み、前述の3個体で示した組織像のほかに精子の充満した小葉や残存精子の像を示した小葉がみられた（Fig. 2 D）。6月2日の2個体では（生殖腺指数0.1、精巢重量0.3-0.4g）精巢が小さく小葉内には精子が全くみられず、小葉間隙が肥厚し小葉壁が不明瞭であった。また、小葉も非常に小さくその垂直断面は円形に近かった。小葉壁内面に一層にならんだ喰細胞は核内にヘマトキシリンで濃染される仁を1個保有し、核は橢円形でエオシンで染色された。なお、小葉内中心部には黄褐色を呈した顆粒が大小とりまぜて数個から十数個みられた。生殖細胞としては精原細胞だけが確認された。8月3日の試料では（生殖腺指数0.2、精巢重量1.5g）、小葉内に精子と精母細胞が残存していた。小葉壁は明瞭でそれに沿って数個の仁を有する球形の核をもった精原細胞が単層状に接着していた。

一方、1年魚の雌では4月から8月にかけて成熟状態にはほとんど変化が認められなかった。4月6日のもので

は生殖腺指数0.4、卵巣重量2.6gといずれの値もきわめて小さく、卵巣は腹腔内でやっと見出される程度の大きさであった。これらの卵巣で最も発達した卵母細胞は染色仁期に属する。このほかには卵巣薄板の表層に大型で球形の核とその中に数個の仁を有する卵原細胞が存在していた。4月21日、5月2日および8月3日の試料では生殖腺指数0.4-0.5、卵巣重量1.8-5.0gといずれの値も4月6日と同様きわめて小さい。これらでは卵原細胞のほか染色仁期と周辺仁前期に相当する卵母細胞が発達し、後者には若干の卵黄胞が細胞質中にみられた。

**2. 3-6年魚の成熟状態：**3, 4および6年魚の養成ブリ<sup>\*</sup>の精巢には頗著な季節的変動がみられ、4月の中-下旬になると殆んどの個体が完熟状態に達する。4月15日の尾叉体長90.2cmと90.8cmの試料では（精巢重量307g, 504g、生殖腺指数4.2, 7.4）精巢がよく肥大し、腹部を押すと精液が流出した。精巢には精子、精細胞ならびに成熟分裂中の精母細胞がそれぞれ包囊状に集団となって小葉内に存在していた。小葉の垂直断面は円形でその直径は0.13-0.21mm、壁は非常にうすい。

同じく4月15日の1個体(77cm)では精巢が極端に小さく、腹部を圧しても精液は流出しなかった。組織

\* 2および5年魚の試料は入手することができなかつた。

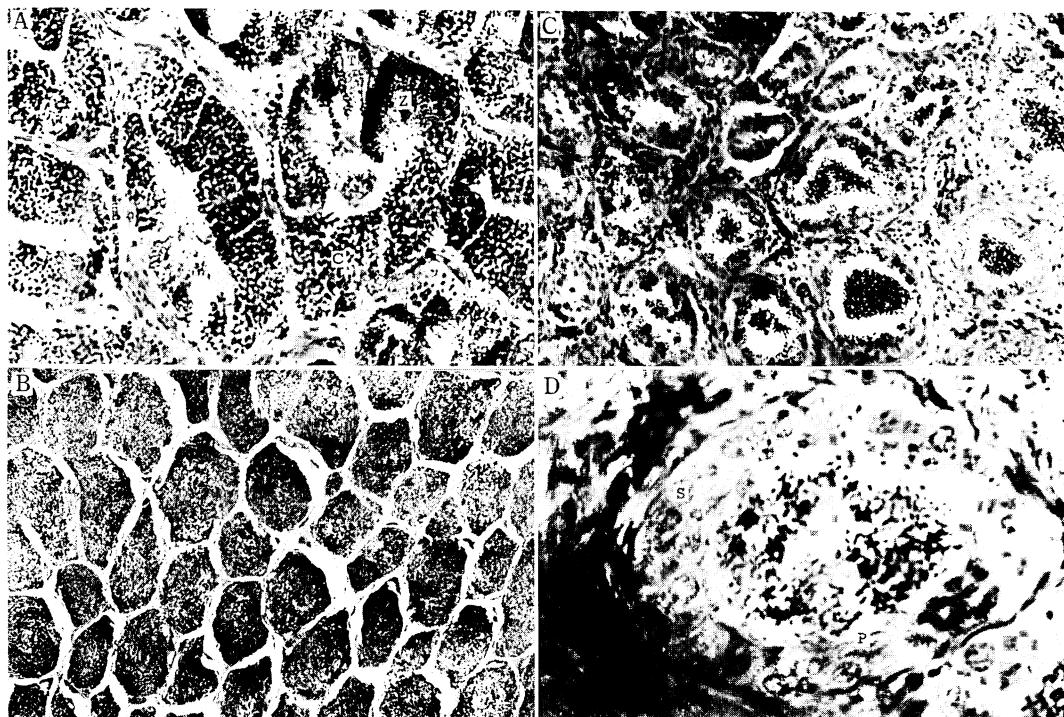


Fig. 2. Cross-sections of the testis of cultured yellowtail.

- A. Testicular lobules with spermatozoa (Z), spermatids (T) and spermatocytes (C), from a fish, 33.1 cm in fork length, fixed on April 21.  $\times 300$ .
- B. Testicular lobules completely filled with spermatozoa, from a fish 90.0 cm in fork length, on May 2.  $\times 75$ .
- C. Testicular lobules with spermatozoa, from a fish, 76.1 cm in fork length, on May 2.  $\times 225$ .
- D. Testicular lobule with spermatogonium (S) and phagocyte (P), from a fish, 36.2 cm in fork length, on May 2.  $\times 900$ .

像をみると、精子は殆んどなく、わずかに小葉の中心部に若干残存しているだけで、それによつて小葉周辺に喰細胞と精原細胞が混合して単層状に分布していた。小葉は小さく、垂直径で 0.05 mm 前後であり、小葉壁は肥厚してその中に間質細胞が多数分布していた。

4月20日、4月23日および5月2日の尾叉体長 90.0 cm の試料では精巣はよく肥大し(精巣重量 103-327 g, 生殖腺指数 3.4-5.1) 腹部を押しただけで精液が流出した。小葉内の殆んど全域に精子が充満し (Fig. 2 B), 周辺部に若干精母細胞、精細胞ならびに精原細胞が包囊状にそれぞれ分布していた。小葉壁が非常にうすいため小葉壁の一部が破れ癒合した小葉も多くみられた。小葉内壁には大きい仁 1 個を有する球形の喰細胞が少数ながら接着していた。

一方、5月2日の他の 1 個体(尾叉体長 76.1 cm)と 5月7日のものでは、精巣も小さく (19-27 g, 生殖腺指数 0.4-0.5) 腹部を押しても精液は流出しなかった。小

葉の中心部には若干の残存精子、小葉壁周辺には精原細胞と喰細胞とが混在している場合 (Fig. 2 C) と、小葉の中心部に精子が全くみられず他の部位が精原細胞と喰細胞でうずめられている場合とがあった。5月26日と8月3日の尾叉体長 82.5-87.9 cm の試料では、精巣は 1 段と縮少し (精巣重量 9.5-17 g, 生殖腺指数 0.2), 精巣はすべて赤褐色を呈していた。小葉はさらに小さくなり、その垂直径は 0.04-0.05 mm で、小葉間に纖維性結締組織が著しく発達していた。小葉内には精子や精母細胞が認められず洋梨型の核を有する喰細胞が周辺部に散在していた。

養成 3-6 年魚の卵巣の成熟状態にも著しい季節的な変化が認められた。3月26日の試料では卵巣は非常に小さく (49.8 g, 生殖腺指数 1.0), 卵巣には四つの卵群がみられ、最も発達した卵群は卵黄胞期に相当する (Fig. 3A)。第二の卵群は周辺仁後期に相当し、細胞質内に若干の卵黄胞が散在していた。この卵母細胞の周囲にはエオシン

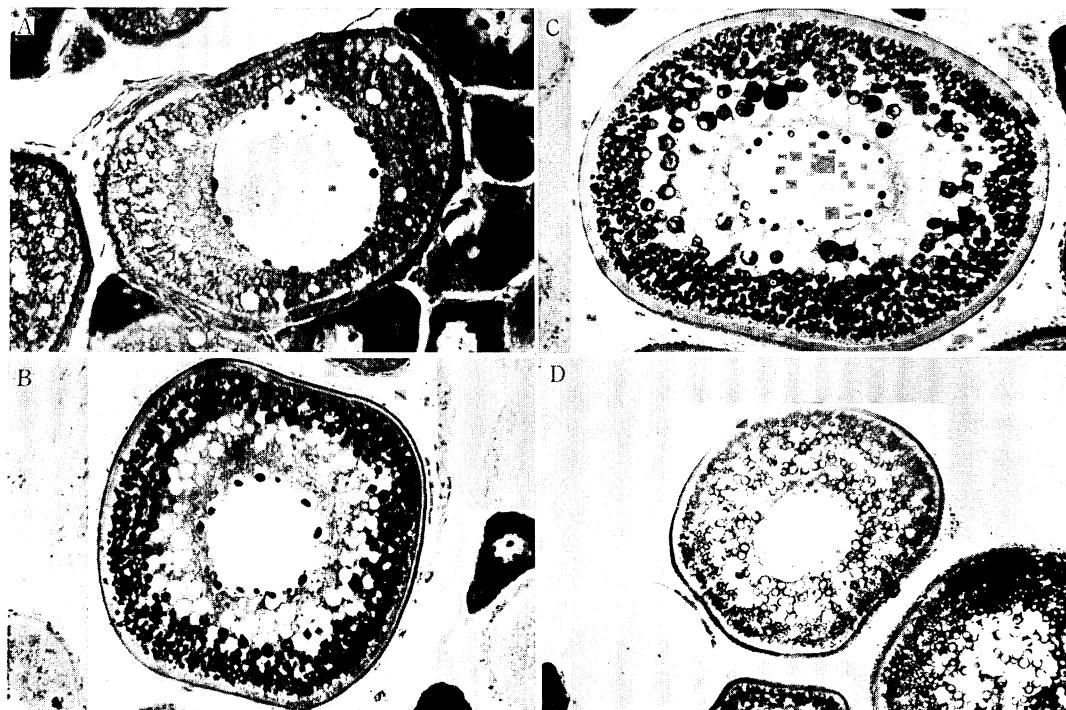


Fig. 3. Growing stages of ovarian eggs of cultured yellowtail.

- A. Yolk vesicle stage, from a fish, 78.0 cm in fork length, on March 26.  $\times 900$ .
- B. Primary yolk stage, from a fish, 86.6 cm in fork length, on May 2.  $\times 225$ .
- C. Secondary yolk stage, from a fish, 86.6 cm in fork length, on May 2.  $\times 225$ .
- D. Tertiary yolk stage, from a fish, 92.8 cm in fork length, on April 15.  $\times 150$ .

に淡染されるうすい卵膜と単層の卵胞細胞群ならびに英膜がみられた。これらのほか周辺仁前期や染色仁期の卵群が混在していた。

4月15日の尾叉体長71.0cmと78.2cmの2試料では卵巣はやや小さくて(123.0-125.5g),最大卵群の卵径のモードは0.43-0.47mm,生殖腺指数も2.6-3.6であった。四つの卵群が認められ最大卵群は第1次卵黄球期に相当する(Fig. 3B)。この期の卵膜はエオシンにより濃淡に染め分けられ、二層構造が観察された。卵膜の厚さは4.8 $\mu$ 前後で外層が内層よりやや厚い。このほか周辺仁後期、周辺仁前期ならびに染色仁期に相当する卵群が認められた。

同じく4月15日の尾叉体長92.8cmの試料では卵巣は著しく肥大し(卵巣重量424g,最大卵群の卵径のモードが0.77mm),生殖腺指数5.3と高い値を示している。最も大きな卵群は第3次卵黄球期に相当する(Fig. 3D)。この期の卵膜は第2次卵黄球期に相当するものに比べ、さらに肥厚し卵膜の二層構造も顕著となり、内層は外層のおよそ4倍の厚さとなっている。卵膜の厚さは

およそ12 $\mu$ 。第二の卵群は第2次卵黄球期に相当する(Fig. 3C)。この期の卵膜は二層構造が顕著でエオシンで濃淡に染め分けられ、濃染された外層は厚さ2.4 $\mu$ ,内層は淡染され厚さ3.6 $\mu$ である。そのほか、第1次卵黄球期、卵黄胞期および周辺仁前期に相当する卵母細胞がみられた。5月2日の尾叉体長74.8cmの試料は卵巣重量250g,最大卵群の卵径のモード0.61mm,生殖腺指数6.0と4月15日の尾叉体長92.8cmの試料と比べ卵巣の肥大度に変りがなかった。第2次卵黄球期、卵黄胞期ならびに周辺仁前期に相当する卵群がみられた。

5月7日の試料では卵巣重量93g,最大卵群の卵径のモード0.12mm,生殖腺指数0.1といずれの値も極端に小さい。この卵巣は卵原細胞と周辺仁前期と後期、ならびに染色仁期に相当する卵母細胞からなっていた。さらに、5月13日(体長78.1cm)と8月3日の試料ではいづれも卵巣は著しく収縮し(卵巣重量60g以下,生殖腺指数0.7以下),周辺仁前期以前の卵細胞で満たされていた。

## 考 察

1年魚の雄では4月から5月始めにかけて少なくとも一部の小葉は精子で充満され、これらは精巣腔を経て体外へ排出される可能性がある。しかし、精巣重量が1.5-2.8gであることからみて精子の数はきわめて少ないものと思われる。一方、1年魚の雌は4月から8月にかけて成熟状態にあまり変化が認められず、この間最も発達した卵群でも周辺仁前期の状態である。3年魚以上の養成ブリは個体によって成熟状態にかなりの変化がある。雄では多く4月から5月の始めに完熟状態になり、自然放精することが予想されるが、その後は精巣が急激に退縮しだし8月には精子や精母細胞が認められなくなる。一方、雌も3月下旬から5月始めに自然状態でかなり成熟し、卵黄胞期から第3次卵黄球期に相当する卵を持つようになるが完熟状態には達しない。そして、5月上旬以降は卵巣も吸収過程に入りて退縮し、8月には卵黄胞期より進んだ卵細胞は全く認められない。

このように1年魚の雌を除いて養成ブリの成熟状態は4月から短期間のうちに著しく変化することが判明したが、これに関与する因子のうち水温が最も有力な作用をしているものと推定される。原田ら(1967)は和歌山県田辺湾養魚場での養成ブリからの採卵期間は水温が18.0-19.5°Cを示す4月下旬から5月上旬であると指摘しているし、本研究でも雄の完熟個体や卵黄球期に達した卵巣卵をもつ雌は4月から5月始めまでの水温16°Cから19°Cあたりに出現している(Table 1)。冬期における養成ブリ生殖腺の発達状態は不明であるが、天然ブリでは産卵域における産卵水温が女島海域で17.8-21.4°C(三谷、1960)、高知県古満目海域で17-23°C(高知県水産試験場、1970)であることを考慮に入れると、2-3月には養殖場の水温が17°Cを下まわっているので4月ほど成熟していなかったと思われる。一方、すでに述べたように水温が19°Cをこえたところから生殖腺は急速に退縮しだすので、採卵や人工受精に適当な期間は4月の1カ月間に限定される。

女島漁場へ来遊した天然ブリの雌の生殖腺指数は完熟期で15.3よりも大きく、成熟中期で4.8-10.5である(三谷、1960)。養成ブリの雌の生殖腺指数と生殖腺の成熟度との関係をみると、別に行なったホルモン処理によって完熟した2個体(Table 1)では生殖腺指数が4.4-4.8、成熟中期の魚体で2.6-6.0となり、同じ体長の天然ブリのそれらよりも小さい。これは生殖腺が小さいためで4-5月に女島へおし寄せる天然ブリと養成ブリとでは、平均卵巣重量が尾叉体長70cmのもので300g

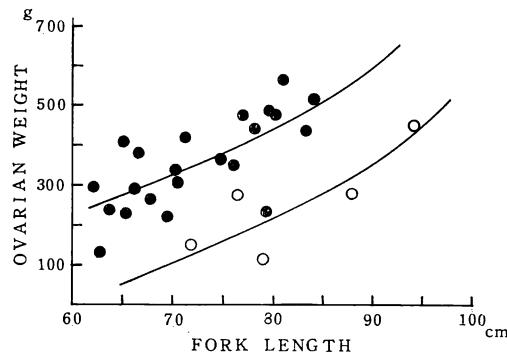


Fig. 4. Ovarian weights of the yellowtail. Ovaries are much heavier in wild fish than in cultured fish which are moderately matured. Solid circles, wild fish migrated to Meshima, in East China Sea from April to May, 1958 (Mitani, 1958); open circles, cultured fish.

と100g, 80cmで400gと200g, 90cmで600gと400gといったように、各体長を通じて200gあまりの差がある(Fig. 4)。その要因として養成ハマチの越冬水温が天然ブリのそれよりも低いことや餌料その他の環境要因の相違による魚体の生理的差異があげられる。

天然ブリの成熟年令についてはこれまで多くの研究者により論議されてきた(宮崎、1928; 丸川、1935; Mitani, 1958; 三谷, 1960)。これらによるとふつう雄は生後2年ではじめて性的成熟に達する。しかしながら、満1年養成したハマチの雄(尾叉体長33.1-45.6cm)は、4月中旬から5月始めにかけて小葉内に精子が認められたので、天然ブリの雄に比べて一年早く成熟したことになる。なお、天然ブリでは完熟の最小型は60cm前後とみられているが(三谷、1960)、養成ブリでははるかに小さくて33.1cmである。

今回用いた試魚は親魚養成を目的として養成されたものではないが、それでも完熟またはかなりなところまで成熟するので、採卵用の親魚として冬期に餌や水温・日射時間などを合理的に調節すれば、成熟期を早めることも十分に可能である。現在、養成ブリからの種苗は天然モジャコより2カ月またはそれ以上もふ化期がずれており、これがその後の成長に大きな影響を与えている。この研究結果からみて冬期の管理を十分にすると養成ブリは種苗用の親魚としても価値が高いことが判明する。

多くの養殖魚では初めて成熟した親魚からの卵はふ化後の仔魚の発育からみて適当でなく、それより1-2年成長した親魚が採卵用親魚として適当と考えられている。本研究では6年魚でも十分に親魚として利用できる可能性があることが判明した。高年魚ほど生殖腺は大きく肥

大するが、ブリの場合には養成期間中の経費がかさむので高年魚は実際上あまり適当ではない。一方、1年魚では将来多くの工夫がなされても親魚としては好ましくないので、やはり3年魚を主体にして2年魚や4年魚を採卵用の親魚とするのが適当と思われる。

### 要 約

日本南部の養魚場で満1-6年間にわたりいけす網で養成されたブリの成熟状態を調べた結果、次の事項が明らかとなった。

1. 雄は4月から5月の始めにかけてホルモンを投与せずに完熟した。
2. 雌の1年魚は産卵期間中でも未熟状態であったが、3, 4および6年魚は4月から5月始めにかけてかなり成熟し、卵黄球期に相当する卵をもった。しかし、これ以上は熟度がすすまず完熟状態には達しなかった。
3. 成熟状態が最高に達する期間の水温範囲は16-19°Cあたりであり、これより水温が上昇すると生殖腺は急激に吸収されて退縮する。
4. 同じ成熟度をしめす体長群でも、養成ブリの生殖腺は天然ブリのそれより軽く、生殖腺指数も小さい傾向がある。
5. 養成ブリを採卵用の親魚とするためにはとくに冬期の水温管理を適切にする必要があり、これによって産卵期を調節できると思われる。

### 謝 辞

この研究をすすめるにあたって試料を提供された瀬戸内海栽培漁業協会上浦事業場鶴川正雄氏と高知県宿毛市浜田繁栄氏、および試料確保に協力いただいた水産庁第二課と高知県水産試験場高田和氏に心より厚くお礼を申しあげる。なお、この研究は昭和44・45年度に交付された文部省科学研究費（試験研究）の一部によって行なわれたことを付記する。

### 引 用 文 献

- 原田輝雄・水野兼八郎・村田修・熊井英水・中村元二、1967. 養殖ブリからの採卵人工化について。日本水産学会秋季大会講演要旨。  
 高知県水産試験場、1970. ブリに関する研究。高知県水産試験場調査研究報告、1(1): 1-114.  
 宮崎広三、1928. 鰯産卵期及び産卵場確定上の参考資料。定置業界、(3): 37.  
 丸川久俊、1935. ぶり(鰯)に就て。定置業界、(25): 19-26.  
 Mitani, F. 1958. Studies on the maturity and spawning of the yellowtail, *Seriola quinqueradiata* T. & S., found in the Japanese waters and their adjacent regions—III. Biological minimum size. Jap. J. Ecol., 8(3): 99-101.  
 三谷文夫、1960. ブリの漁業生物学的研究。近畿大学農学部紀要、(1): 81-300.  
 山本喜一郎、1954. 海産魚類の成熟度に関する研究—II. クロガレイの雌魚の成熟度について。北海道区水産研究所報告、11: 68-77.

(高知県土佐市宇佐 高知大学水産実験所)