

トラフグ生殖腺の性分化過程と性比

鈴木伸洋・岡田一宏・神谷直明

Gonadal Development, Sexual Differentiation and Sex Ratio of Tiger Puffer, *Takifugu rubripes*

Nobuhiro Suzuki, Kazuhiro Okada and Naoaki Kamiya

The differentiation of gonads into ovaries and testes in juvenile tiger puffer, *Takifugu rubripes* was investigated histologically. Paired primordial gonads were found on the dorsal peritoneal wall beneath the mesonephric ducts of a 2 day old, 3.49 mm in total length (TL). In almost all specimens at 20 days old range 7.21-9.18 mm TL, the gonads had a small number of germ cells buried within numerous somatic cells. These germ cells began to develop at 40 days old range 18.92-20.67 mm TL when the gonads migrated to the anterior part of abdominal cavity. Sex differentiation of gonads occurred at 50 days old range 22.02-29.05 mm TL. At this stage, the gonads of ovarian nature characterized by prominent clusters of interstitial tissue was confirmed. In specimens at 80 days old range 58.26-77.33 mm TL, metamorphosis to a demersal juvenile stage occurred and in the ovarian lamella-like structure with clusters of oogonia clear differentiation into the meiotic stage occurred within the ovary. Inside the testis stromal cells began to diffuse to form interstitial tissue surrounding future seminal lobule anlage. The beginning of meiosis in the testes did not occur until 102 days after hatching. Gonadal sex ratio was investigated histologically using fish cultured in the laboratory and specimens caught from coastal waters of the Seto Inland Sea. No histological features of intersexuality were detected and the sex ratio was 1:1. The period of sexual differentiation of gonads corresponded to the change from a pelagic larval to a fully demersal stage in this species.

Key words : tiger puffer, gonadal development, sexual differentiation, sex ratio

硬骨魚類において、機能的雌雄同体現象が普遍的に存在することが知られるようになり、種の生活史との関連において生殖腺の性分化様式、生殖腺の超微細構造の観察に基づく内分泌学的背景などを追究した研究が見られるようになった (Atz 1964, 鈴木 1989)。また、増養殖対象種においては、遺伝子工学的手法を応用した性の統御を目的に性分化期の生殖腺についての詳細な研究が行われている。

トラフグ *Takifugu rubripes* (Temminck et Schlegel) は、漁業・増養殖対象種として重要な魚種の一つで、種苗生産技術および放流技術

の更なる進展が期待されている。また、本種は一般に精巢 (白子) が珍重されるため雌よりも雄の方が市場価値が更に高いとされ、性の統御の有利性が考えられる。このようなことから、本種の資源添加および人為的性転換を成功に導くためにもその性分化時期や性比を正確に把握することが重要である。

本種の生殖腺の形成過程については、山口県下関市の南風泊魚市場に水揚げされた近海産のトラフグ親魚を用いた人工種苗での報告がある (松浦ほか 1994)。しかし、天然トラフグの幼稚仔魚の生殖腺の組織学的観察の報告はなく、

また、本種の産卵場は九州沿岸から日本海および太平洋沿岸にかけて、主に内湾域に点在するとされ、いくつかの系群の存在が示唆されるようになった(佐藤・小嶋 1995)。

このような状況を踏まえ、本研究では親魚の由来および種苗の大きさと日齢の関係等を考慮して、三重県の伊勢湾口に産卵回遊してきたトラフグの親魚から得られた種苗の性分化期(生殖腺の性分化の開始時期と完了時期)における生殖腺の組織学的特徴とその特徴に基づいて判断した仔稚魚期の性比ならびに瀬戸内海の備後灘の幼稚魚および豊後水道の未成魚の天然トラフグの生殖腺の性比について組織学的に検討し、あわせて性分化時期の外部形態および生態的特徴との関連について考察した。

材料および方法

性分化時期の生殖腺観察のための供試魚は、人工授精によって得た。人工授精のための親魚は、1994年4月に三重県の伊勢湾の安乗沖で採捕した雌2個体(全長、体重:565mm, 3,470g; 466mm, 1,700g)と雄3個体(全長、体重:410mm, 1,635g; 544mm, 3,970g; 443mm, 1,595g)である。人工授精は、同年4月28日に乾導法によった。仔稚魚の飼育は、水温18.0-21.8(平均20.4)℃で、成長に従ってシオミズツボムシ、アルテミアのノープリウス幼生、市販の配合飼料を単独あるいは併用して餌料として与えた。換水率は1日当たり水槽容量の0.2から5.5で、溶存酸素量は6.55-8.30(平均7.40)ppm、水素イオン濃度は7.50-8.15(平均8.07)であった。孵化率は90.5%で、孵化時の仔魚の平均全長は3.05mmであり、飼育開始時の収容密度は10,900個体/m²であった。そして、孵化を開始した5月1日から日齢別に40日までは2日ごと、50日以降は5日ごとに約10個体を無作為に抽出して10%ホルマリン溶液で固定後、全長、体長、体重を測定してブアン液で再固定した(Table 1)。また、天然トラフグについては、1994年7~9月にかけて広島県福山市の備後灘の田尻地先の水深2~5mに設置した小型定置網(坪網)に入網した幼稚魚(Table 3)と1994年2月21日

Table 1. List of the cultured specimens of *Takifugu rubripes* used for histological study on gonadal sex differentiation

Age (days)	Mean of total length in mm (range)	Mean of body length in mm (range)	Number of specimens
1	3.05 (2.85-3.17)	-	10
2	3.18 (2.92-3.49)	-	10
4	3.38 (3.24-3.63)	-	10
6	3.64 (3.08-3.98)	-	10
8	3.84 (3.74-4.07)	-	10
10	3.99 (3.74-4.07)	-	10
12	4.29 (3.74-4.32)	-	10
14	5.33 (4.65-6.09)	-	10
16	5.79 (5.42-6.32)	-	10
18	6.64 (6.13-7.03)	-	10
20	8.45 (7.21-9.18)	-	10
24	9.05 (8.85-9.35)	7.39 (6.91-8.24)	10
26	10.43 (9.88-11.10)	8.17 (7.96-8.54)	10
28	11.43 (10.65-12.64)	9.07 (8.52-10.23)	10
30	13.15 (11.26-14.21)	10.11 (8.13-10.23)	10
32	13.44 (12.55-14.70)	10.90 (10.26-11.58)	10
34	13.96 (13.45-14.74)	10.96 (10.81-11.14)	10
37	15.55 (15.10-16.05)	12.31 (12.08-12.35)	5
38	17.97 (15.45-19.61)	14.00 (12.12-15.14)	5
40	19.56 (18.92-20.67)	15.67 (14.92-16.76)	10
42	20.60 (18.05-25.08)	16.60 (14.27-20.15)	10
44	23.37 (22.85-23.94)	18.50 (17.97-18.89)	10
45	14.10 (13.15-14.12)	10.92 (9.85-11.66)	5
46	23.84 (21.87-25.77)	19.30 (17.04-21.07)	5
50	24.77 (22.02-29.05)	20.46 (18.26-23.61)	10
55	27.82 (22.63-30.66)	23.08 (19.01-25.18)	5
57	38.88 (26.22-40.52)	29.81 (22.81-32.92)	5
60	44.63 (35.19-52.24)	37.94 (29.68-45.41)	5
67	49.60 (44.96-52.39)	43.20 (38.88-45.96)	10
70	38.83 (32.01-46.62)	30.92 (28.94-36.98)	20
73	71.14 (50.29-78.71)	54.16 (43.25-68.42)	6
80	67.17 (58.26-77.36)	57.93 (55.59-69.43)	10
86	68.43 (60.14-76.25)	59.66 (51.43-66.24)	10
100	77.40 (66.04-95.74)	68.09 (62.08-83.38)	10
102	87.03 (58.71-102.12)	77.45 (47.89-85.24)	10

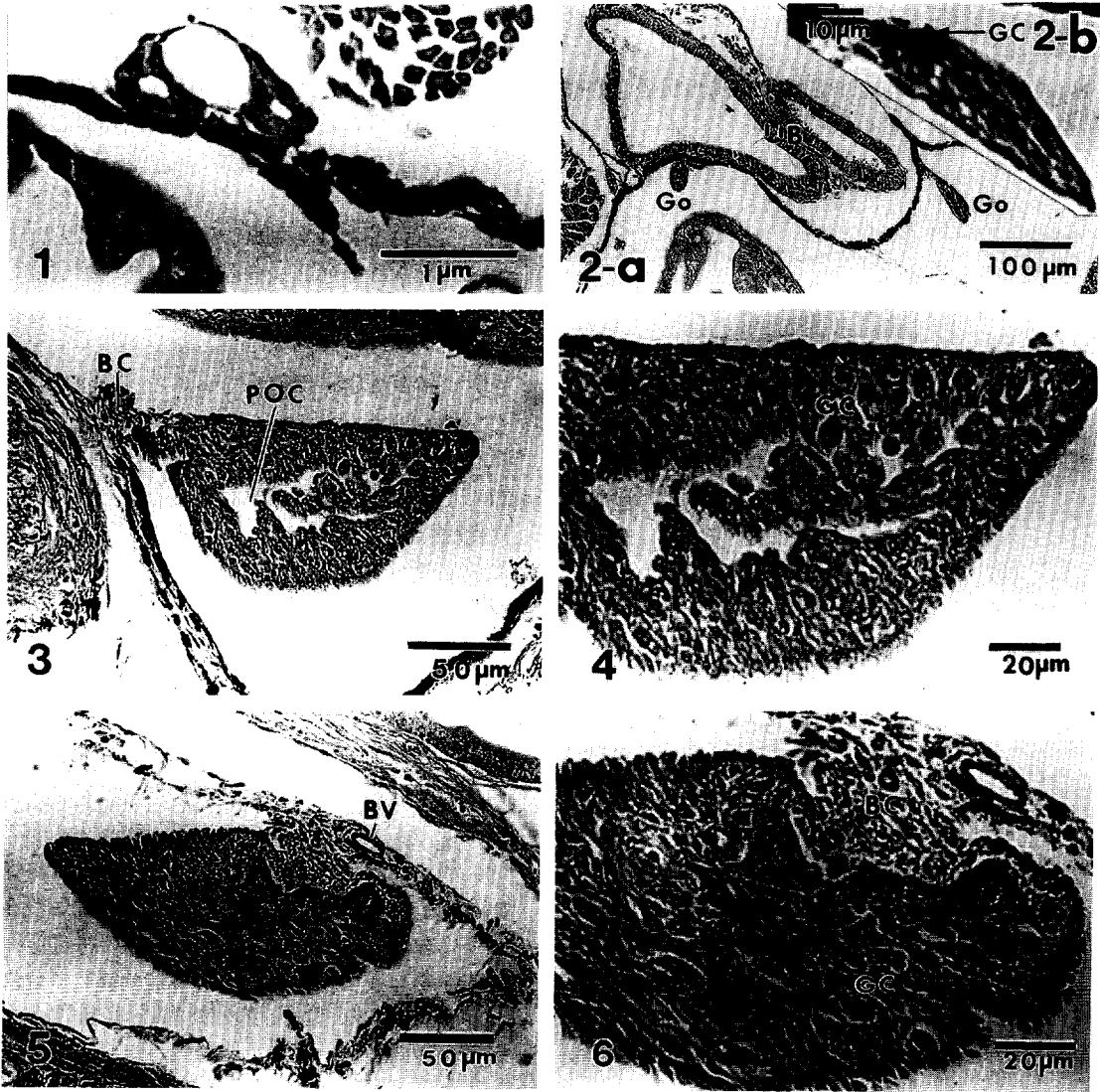
に豊後水道の日振島沖の延縄で漁獲された106個体の未成魚(全長248-487mm)を全長、体長、体重を測定後に解剖し、生殖腺を摘出して10%ホルマリン溶液で固定した。生殖腺標本をアルコール系列によって脱水し、約5 μ mの連続パラフィン切片にしてマイヤーのヘマトキシリン・エオジン重染色を施して生殖腺の組織学的形態を光学顕微鏡で観察した。

結果

生殖腺の性的分化

生殖腺隆起の原基と考えられる体細胞要素のみで構成された組織索は、中腎輸管と消化管の間の体腔背壁の腸管膜基部に左右に対を成して形成されていた。これが最初に認められたのは2日齢の全長3.49mmの個体(Fig. 1)であったが、すべての個体で細い組織索の生殖腺隆起として確認できた時期は20日齢(全長7.21-9.18mm)であった。40日齢(全長18.92-20.67mm)の生殖腺隆起は、体細胞の増加に伴って体の正中線および垂直の両方向に伸長し、輸尿管の両側に腹腔背壁から小型の包囊として垂下した状態で認められた(Fig. 2a)。この頃の生殖腺内には少数の生殖細胞が明瞭に確認された。生殖細胞の直径は約25 μ m、核径は約10 μ mで、体細胞に比べて大きく、生殖細胞は核がヘマトキシリンに好染し、その細胞質は染色性に乏しいのに対して体細胞は細胞質がエオジンに濃染するので両者は容易に識別できた(Fig. 2b)。50日齢(全長22.02-29.05mm)の生殖腺には中央付近に内腔の形成があるもの(Fig. 3)とこれが存在しないもの(Fig. 5)の2型の組織学的形態変化が認められた。また、両者の間では前者が全体的に赤紫色に染色されるのに対して後者は全体的に青紫色に染色されるためヘマトキシリン・エオジン染色においてもその染色性の違いがみられた。しかし、両型の生殖腺は大部分が体細胞によって占められ、生殖細胞は体細胞要素内に少数が単独で散在するのみで、大きさも前段階と比べて変化はなく、核の減数分裂などの著しい細胞学的変化も認められなかった(Figs. 4, 6)。この頃の生殖腺の基部付近には毛細血管

網が発達し(Figs. 3, 6)、生殖腺と接合している腸管膜には括約筋が付随して太い血管が随所に存在していた(Fig. 5)。70日齢(全長32.60-45.80mm)の生殖腺には前段階に比べると著しい変化が認められた。すなわち、生殖腺内腔のあるものではそれが拡張して卵巣腔に分化し、生殖腺の基部の外側縁に一对の輸卵管原基の内腔の形成がみられた。生殖細胞は、卵原細胞が活発に増殖を開始し、一部には包囊状の細胞集塊を形成していた(Figs. 7, 8)。一方、生殖腺内腔のないものは生殖腺が体細胞の増加とともにその大きさを増し、輸尿管との接続が明瞭に観察された(Fig. 9)。そして、生殖腺の縁辺部付近でのみほぼ円形の明るい核(直径5-7 μ m)をもつ精原細胞が増殖していることが認められた(Fig. 10)。80日齢(全長58.26-77.36mm)の生殖腺では、卵巣は卵巣腔の側壁が複雑に入り組んで将来は卵巣薄板を形成するひだ状の構造が明瞭になり(Fig. 11)、生殖細胞の多くは卵巣腔側壁の全体にわたって卵原細胞の包囊を形成し、一部は減数分裂を開始した染色仁期の卵母細胞に発達していた。また、体細胞要素の領域には所々に多数の赤血球を含有する管腔が観察され、その管腔の周辺部では遊走細胞と考えられる細胞群の存在が認められるなど、いわゆる生殖腺内血管網がよく発達していた(Fig. 12)。精巣は輸尿管の接合部位に輸精小管と輸精管の分化がみられ(Fig. 13)、基部には大きな血管が存在し、中央部には多数の毛細血管網が散在していた(Fig. 14)。そして、精巣の縁辺部の全体にわたって精原細胞が盛んに分裂して包囊を形成し(Fig. 15)、増殖後期の精原細胞の周囲には長楕円形の核をもつヘマトキシリンに陽性染色のセルトリ細胞と考えられる体細胞が認められた(Fig. 16)。100日齢(全長66.04-95.74mm)の精巣は80日齢のものと同様の様相を呈し、減数分裂の開始は認められなかった。しかし、卵巣では生殖細胞が卵巣薄板上に配列し(Fig. 17)、染色仁期の卵母細胞の数も前段階に比べて増加していた(Fig. 18)。102日齢の全長102.12mmの個体では、卵巣薄板は複雑に入り組んだ構造に発達し(Fig. 19)、染色仁期の卵母細胞に加えて周辺仁期の卵母細胞が出現して



Figs. 1,2,3,4,5,6. Histological appearance of gonads of *Takifugu rubripes* at larval to juvenile stages.

Fig. 1. Cross section of the primordial gonad of a 2 day old fish, 3.94 mm TL.

Fig. 2-a. Cross section of the sexually indifferent gonad at 40 days old. Go:gonad, UB:urinary bladder.

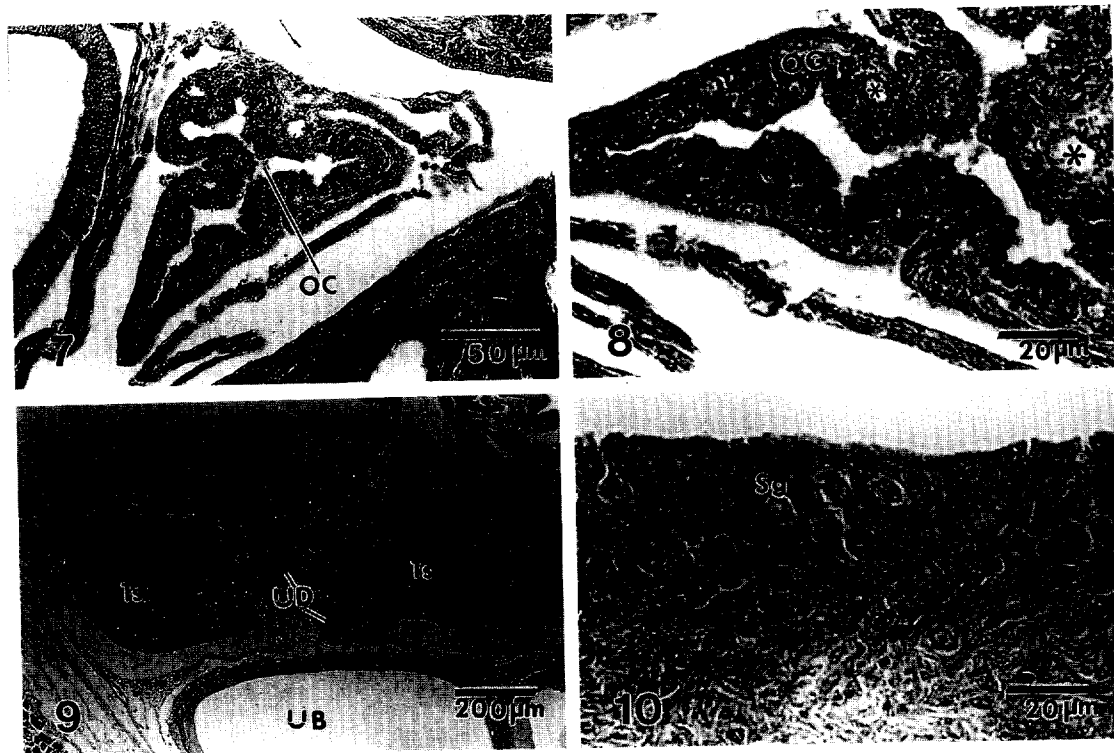
Fig. 2-b. Enlargement of the gonad shown in Fig. 2-a. GC:primordial germ cell.

Fig. 3. Cross section of the gonad having presumptive ovarian cavity (POC) at 50 days old. BC: blood capillary.

Fig. 4. Enlargement of the gonad shown in Fig. 3. GC: primordial germ cell.

Fig. 5. Cross section of the testis at 50 days old. BV: blood vessel.

Fig. 6. Enlargement of the testis shown in Fig. 5. BC: blood capillary, GC: primordial germ cell.



Figs. 7,8,9,10, Cross section of the gonads at 70-day-old of *Takifugu rubripes*.

Fig. 7. Ovary. OC:ovarian cavity. Astrisks indicate the oviduct.

Fig. 8. Enlargement of the ovary shown in Fig.7. OG:oogonium. Astrisks indicate the oviduct.

Fig. 9. Testis (Ts). UB:urinary bladder, UD:uriniferous duct.

Fig. 10. Enlargement of the testis shown in Fig. 9. Sg:spermatogonium.

いた (Fig. 20)。

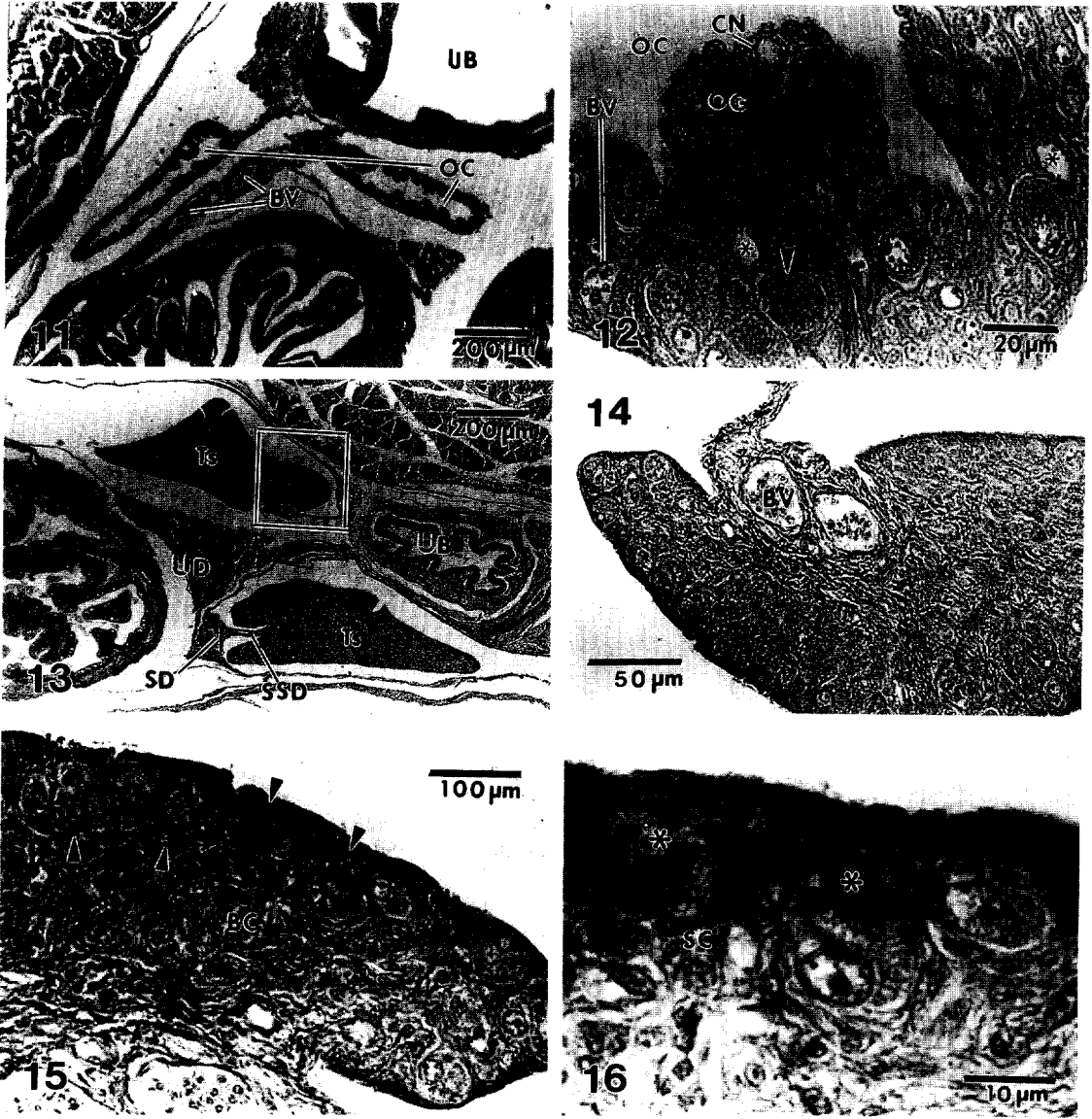
人工種苗の性比

人工種苗の46日齢までの生殖腺の組織学的形態からは雌雄を判別することができなかった。50日齢以降は生殖腺の内腔の形成の有無によって組織学的に生殖腺の雌雄を判別できると判断されたので、50日齢から102日齢までの106個体のうち明瞭に雌雄が判別できた73個体の日齢別の性比をTable 2に示した。雌雄が判別できなかったすべての個体の生殖腺は、生殖腺内腔の形成の有無が判断できず性的未分化な46日齢以前の個体の生殖腺の様相を呈していた。100~102日齢で雌の出現が多く、その他の日齢では雄の出現数がやや高い傾向を示したが、今回の雌雄が判別できた73個体の全体では、

性比はほぼ1:1であった。

天然の幼稚魚および未成魚の性比

備後灘の田尻地先の水深2~5mに設置された小型定置網に7~9月までに入網した幼稚魚の雌雄の出現状況をTable 3に示した。7月の雌雄の出現割合はいずれも雄がやや高く、8月では8日雌、25日は雄がやや多く漁獲されている。9月5日のサンプルでは、雌が雄の約2倍漁獲されている。しかし、調査した合計488個体での性比は、ほぼ1:1となった。また、豊後水道の日振島沖で2月21日に延縄で漁獲された106個体の未成魚(全長248-487mm)の調査では、雌41個体、雄75個体(性比は1:1.83)であり、雄の出現が多かった。



Figs. 11,12,13,14,15,16. Cross section of the gonads at 80-day-old of *Takifugu rubripes*.

Fig. 11. Ovary. BV: blood vessel, OC: ovarian cavities, UB: urinary bladder.

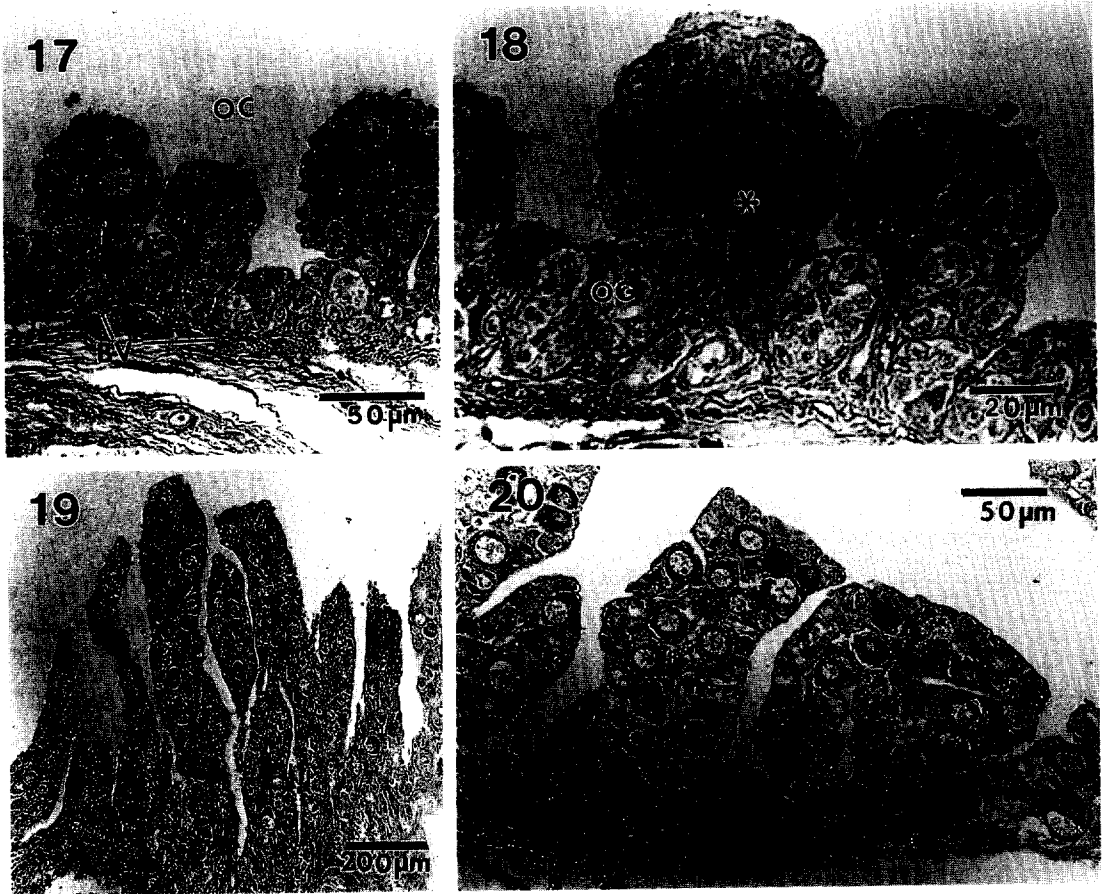
Fig. 12. Enlargement of the ovary shown in Fig. 11. BV: blood vessel, CN: oocyte at chromatin nucleolus stage, OC: ovarian cavity, OG: oogonium. Astrisk and arrow head indicate the ovarian space and agranular hemocytotic cell, respectively.

Fig. 13. Testis (Ts). UB: urinary bladder, UD: uriniferous duct, SD: spermiduct, SSD: small sperm duct.

Fig. 14. Enlarged figure of the square in Fig. 13. BV: blood vessel.

Fig. 15. Enlargement of the marginal part of testis shown in Fig. 13. BC: blood capillary. Arrow heads indicate clusters of spermatogonia.

Fig. 16. Enlarged figure of the clusters of spermatogonia shown in Fig. 15. SC: sertoli cell. Astrisks indicate presumptive Lydig cells.



Figs. 17, 18, 19, 20. Cross section of the ovaries at young stage of *Takifugu rubripes*.

Fig. 17. Ovary at 100 days old. BV: blood vessels, OC: ovarian cavity.

Fig. 18. Enlargement of the ovary shown in Fig. 17. OG: oogonium. Astrisk indicates the oocyte at diplotene stage.

Fig. 19. An Ovary of a 102 day old fish, 102.12 mm TL.

Fig. 20. Enlargement of the ovary shown in Fig. 19. Note many oocyte at peri-nucleolus stage arranged on an ovarian lamella.

考 察

トラフグの生殖腺隆起は、多くの硬骨魚類同様、中腎輸管と腸管の間の体腔背壁の腸管膜基部に左右に対を成して形成されていた。松浦ほか(1994)は、山口県下関市の南風泊市場に水揚げされた近海産トラフグを親魚として人工授精によって得た種苗において孵化7日目の仔魚で腸管膜を挟むようにして生殖腺原基が中腎輸

管の下に形成されることを報告している。本研究では、生殖腺原基と考えられる体細胞要素のみで構成された組織塊は2日齢の全長3.49mmの個体で認められたものの、観察したすべての個体で生殖腺が索状の生殖隆起として認められた時期は20日齢であった。このように、本種では発育初期の個体で生殖腺を組織学的に確認することが難しかった。これは、性的に未分化な生殖腺のほとんどが体細胞要素で占められているた

* 1 馬石博子・多田部 修・宮本健夫(1993):トラフグ属4種の性分化に関する研究. 平成5年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, p.149.

Table 2. Sex ratio in cultured specimens of *Takifugu rubripes*

Age (days)	Mean of total length (mm) (range)	Mean of body weight (g) (range)	Number of female/male (sex ratio)
50	24.8 (22.02–29.05)	0.76 (0.33–1.30)	5/5 (1:1)
55–60	36.3 (22.63–52.24)	1.84 (0.50–4.20)	7/9 (1:1.29)
67–73	56.7 (44.96–78.71)	6.26 (3.00–15.41)	7/8 (1:1.14)
80–86	64.4 (42.84–77.36)	9.36 (5.40–13.51)	7/11 (1:1.57)
100–102	74.4 (58.71–95.74)	16.82 (10.51–30.75)	9/5 (1:0.56)
Total	51.78 (22.08–95.74)	7.01 (0.33–30.75)	35/38 (1:1.09)

Table 3. Sex ratio in young *Takifugu rubripes* caught with set-net in the coastal waters of the Seto Inland Sea, July–September 1994

Sampling date	Mean of body length (mm)* (range)	Number of female/male (sex ratio)
Jul. 9	39.40 (29.86–47.98)	4/7 (1:1.75)
Jul. 19	43.20 (39.27–58.85)	64/75 (1:1.17)
Jul. 28	55.88 (41.96–70.58)	53/60 (1:1.13)
Aug. 8	64.58 (49.43–73.84)	29/26 (1:0.90)
Aug. 25	68.61 (57.19–80.39)	23/28 (1:1.22)
Sep. 5	87.25 (74.12–100.71)	77/42 (1:0.55)
Total	59.82 (29.86–100.71)	250/238 (1:0.95)

*The correlation between body length (BL; mm) and body weight (BW;g) was shown by an equation: $BW=0.00076BL^{2.831}$ ($r=0.99$, $N=531$, $p<0.01$).

めに始原生殖細胞の存在を光学顕微鏡下では正確に確認することが困難であることに加えて、馬石ほか*¹が指摘したように本種の仔魚は卵黄量が比較的多く、7日齢までは卵黄が残存している(鈴木ほか 1995) ことも確認を困難にしている原因の一つであろう。

硬骨魚類の生殖腺の性分化の組織学的判定には、生殖細胞の数とその減数分裂開始時期から性の分化を決定する場合(高橋 1978, 隆島・会田 1984)と生殖腺の付属構造に関連する生殖腺の体細胞要素の挙動を性分化の方向の判定とその開始時期の決定の重要な手がかりとする場合(清水・高橋 1980, Tanoue 1966, Takahashi and Shimizu 1983)とが報告されている。加えて、硬骨魚類には幼時雌雄同体性の性分化過程を示すものや正常な機能的雌雄同体現象が普遍的に存在することが知られている(Atz 1964, 鈴木 1989)。このようなことから、性分化期の生殖腺では生殖細胞の増殖・成熟分裂といった変化のみならず生殖腺付属構造の形成に関連した体細胞要素の挙動にも注目して、組織学的所見から生殖腺の性の分化を決定することが重要である(鈴木ほか 1992)。

本研究の人工トラフグにおいては、50日齢で始めて生殖腺の中央部付近に内腔の形成が認められるものとこれが認められないものの2型の組織形態学的変化が生じた。松浦ほか(1994)は、同様の変化が生じる時期を孵化後45日目頃であると報告している。この時期の個体の体長については具体的な記載がないが、個体の成長を示したグラフ(p.623のFig. 17)からその体長は18mm前後と推測された。これは、本研究の50日齢の体長18.26–23.61mmとほぼ一致した値であった。80日齢の個体では、内腔をもつ生殖腺にはすでに一對の輸卵管の原基が認められ、卵巢薄板を形成する体細胞組織のひだ状構造が明瞭で、一部の生殖細胞には染色仁期の卵母細胞への発達がみられた。また、内腔をもたない生殖腺ではすでに輸精管が分化しており、生殖腺の縁辺部の全体にわたって精原細胞の包囊が形成されていることが認められた。このようなことから、生殖腺の中央部の内腔の形成といった体細胞要素の挙動が生殖細胞の減数分裂に先駆

けて起こることが明らかとなり、これによって本種の生殖腺の性分化の方向の決定とその開始期の重要な手がかりが得られ、80日齢までには性の分化が完了するものと考えられた。

トラフグでは、多くの魚種と同じく、精巣は卵巣に比べて組織学的にその分化を判定できる時期が遅いとされている(松浦ほか 1994)。本研究でも生殖細胞の減数分裂は卵巣で80日齢と早く、精巣では102日齢でも減数分裂は観察されなかった。しかし、精巣においても性分化完了期(80日齢)には卵巣と同様に生殖腺付属器官は分化していることが確認されたことから、精巣の分化が卵巣に比べて著しく遅延することはないものと考えられた。

生殖腺が腹腔内で最初に形成される位置とその伸長する方向については、一般に腹腔の前方で開始して後方に向かって伸長する場合が多く、異体類のように生殖腺が肛門より後方に発達しているという特殊な性質の場合には、後部で開始して前方に向かって発達する(田中 1987, 鈴木ほか 1992)。トラフグの場合は、生殖腺の伸長部分の先端の融合は中部よりも前部や後部で先に起こっていることが観察されている(松浦ほか 1994)。本研究では、括約筋によって腹腔膜と強固に接合した鰓が腹腔内で大きく後方に張り出しているために生殖腺は輸尿管との接合部分の位置に形成され、腹腔の後方から前方に向かって発達するものと推定された。

成長に従って外部形態ならびに生態的に大きな変化を伴う魚種では、性分化時期を推定するための目安としてこれらの変化と生殖腺の組織学的観察との関連を複合的に検討する試みが異体類でなされている(鈴木ほか 1992)。しかし、人工種苗トラフグの性分化過程を藤田(1962)の成長発育区分と対比した松浦ほか(1994)の研究では、供試したトラフグの仔稚魚の成長が藤田によって報告されたものと比べてやや早い傾向にあり、仔魚から稚魚に移行する時期(孵化後25日前後、体長6.5-8.0mm)も多少早く、性分化が稚魚期に移行した後に起こったために、仔魚から稚魚への形態変化と生殖腺の性分化との間には直接的関係が認められないとしている。本研究では、全身に黒小斑点が出現する全長 9.6

mm頃には生殖隆起としての索状の未分化生殖腺が組織学的に認められ、吻端部、背鰭前方背面および尾柄後端そして胸鰭後方の背側に本種特有の一对の黒斑紋の形成が起こる全長27mm頃は生殖腺の性分化開始時期に相当した。そして、胸鰭後方背側の一对の円形の大黒斑紋がいずれの個体においても認められた80日齢には性分化は完了していた。加えて、本研究の人工種苗ではほぼ70日齢で側線管器の形成が完了して底生生活期に移行する(鈴木ほか 1995)ことが明らかになっており、本種の仔稚魚期の形態および生態にみられる上述のような変化と生殖腺の性分化時期とが密接に関連していることが示唆された。

一般に資源管理を実施するにあたり、対象とする魚種の天然および放流種苗の性比を把握しておくことは資源添加を行う上で大切である。人工種苗のトラフグでは、孵化後45日目から105日目の生殖腺の組織学的観察によって卵巣腔の形成を基準に雌雄がはっきりしてからの性比がほぼ1:1で、雌雄の中間的な特徴をもつ生殖腺がみられないことから、本種には雌雄同体現象はないことが示唆されている(松浦 1994)。本研究でも人工種苗および天然のトラフグに両性生殖腺はまったく観察されなかった。また、トラフグの性比についても人工のみならず天然の幼稚魚でも、その性比がほぼ1:1という結果が得られた。未成魚期のトラフグでは雄の出現数が雌のその約2倍となった。産卵期の親魚を対象に行われる一本釣り漁業では、雄の漁獲が著しく多く、吾智網では雌の漁獲もかなりあることが経験的に知られている。このようなことから、未成魚期に雌の著しい自然死亡がないとすれば今回の延縄における雄の高い漁獲率は漁具の特性ないしはこの時期のトラフグの行動特性によるものと推察するのが妥当であろう。しかし、このことについては調査事例を増やして検討する必要がある。

謝 辞

研究の遂行にあたり、材料魚の採集に便宜を図って頂いた南西海区水産研究所資源管理部内

海底魚資源研究室の佐藤良三室長に感謝の意を表する。

本研究の一部は、農林水産省特別研究「中回遊型魚類の回帰特性の解明と資源管理技術の開発」によって実施した。

文 献

- Atz, J. W., 1964: Intersexuality in fishes. Pages 145-232 in C.N.Armstrong and A.J.Marshall, eds. *Intersexuality in vertebrates including man*. Academic Press, London, New York.
- 藤田矢郎, 1962: 日本産主要フグ類の生活史と養殖に関する研究. 長崎水試論文集, (2), 1-121.
- 松浦修平・内藤 剛・新町充人・吉村研治・松山倫也, 1994: トラフグ生殖腺の性分化過程. 水産増殖, 42(4), 619-625.
- 佐藤良三・小嶋喜久雄, 1995: トラフグの分布・回遊特性. 漁業資源研究会議報, (29), 101-113.
- 清水 稔・高橋裕哉, 1980: イトヨ *Gasterosteus aculeatus* L. の生殖腺および生殖輸管の性分化過程. 北大水産彙報, 31(2), 137-148.
- 鈴木克美, 1989: 硬骨魚類の雌雄同体現象. 栽培技研, 18(1), 45-55.
- 鈴木伸洋・田村正之・大内一郎・広松和親・杉原拓郎, 1992: マコガレイ生殖腺の性分化過程. 水産増殖, 40(2), 189-199.
- 鈴木伸洋・岡田一宏・神谷直明, 1995: 人工飼育トラフグ仔稚魚期の器官形成と行動の変化. 水産増殖, 43(4), 461-474.
- 高橋裕哉, 1978: ホルモンと生殖 I. (日本比較内分泌学会編), 学会出版センター, 東京, 23-58.
- Takahashi, H. and M. Shimizu, 1983: Juvenile intersexuality in a cyprinid fish, the Sumatra barb, *Barbus tetrazona*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 34(2), 69-78.
- 隆島史夫・会田勝美, 1984: 性分化とホルモン. (日本比較内分泌学会編), 学会出版センター, 東京, 77-99.
- 田中秀樹, 1987: ヒラメの生殖腺の性分化過程. 養殖研報, (11), 7-19.
- Tanoue, T., 1966: Studies on the seasonal migration and reproduction of the spotted mackerel, *Pneumatophorus tapeinocephalus* (Bleeker) *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.*, (15), 91-175.

1995年12月12日受理 (Accepted December 12, 1995)

南海海区水産研究所業績A第44号 (Contribution No. A44 from the Nansei National Fisheries Research Institute)

本報告書の一部は平成6年度日本水産学会春季大会において発表した。

鈴木伸洋: 南海海区水産研究所 〒739-04 広島県佐伯郡大野町丸石2-17-5

(N. Suzuki: Nansei National Fisheries Research Institute, 2-17-5 Maruishi, Ohno, Saeki, Hiroshima 739-04, Japan)

岡田一宏, 神谷直明: 三重県水産技術センター 〒517-04 三重県志摩郡浜島町浜島 3564-3

(K. Okada and N. Kamiya: Fisheries Research Institute of Mie, 3564-3 Hamajima, Shima, Mie 517-04, Japan)