

天然トラフグにみられる間性生殖腺の組織学的検討

鈴木伸洋

Histological Study on Intersexual Gonads Observed in Wild Tiger Puffer, *Takifugu rubripes*

Nobuhiro Suzuki

Intersexual gonads of wild tiger puffer, *Takifugu rubripes* (Temminck et Schlegel), which had body weights of 346 g (an immature fish) and 7,012 g (a mature fish) were studied using histological and morphological criteria. These puffers were caught by long lines at Hotojima Island, Bungo Channel, on January 30, 1996 and in the Japan Sea off Yamaguchi Prefecture, on February 4, 1996, respectively. The hermaphrodite immature fish found out of 209 specimens examined. The hermaphrodite one externally had small-sized testis-like organs concentrated on the surface of the tips of the ovaries.

While the hermaphrodite gonad of the mature puffer was externally separated by thin membranes into four parts of ovary-like and testis-like organs, the organs histologically were intermingled. Most of the ovary-like organ consisted of ova in the germinal vesicle stage, and decaying ova were also found. But spermatocytogenesis in the testis-like organ was present at the secondary spermatocytal stage and the spermatozoa were indistinct. Hypertrophied intermuscular connective tissue on the gonadal membrane and the primordial germ cells found in the tissue occurred characteristically in both the immature and mature hermaphrodite gonads. Whether the hermaphrodite gonads found in wild puffers differentiated as gonadal germ cells irrespective of their genetic sex or is not clear, but the intersexual gonads were concluded as an abnormal hermaphroditism according to the histological phase.

Key words: tiger puffer, intersexual gonad, abnormal hermaphroditism

魚類は一般的に雌雄異体であると考えられてきたが、近年になって硬骨魚類では正常な機能的雌雄同体現象が普遍的に存在することが明らかになり、高等脊椎動物の性決定機構が主に遺伝的であるのに対して、硬骨魚類の雌雄性の現れ方はその種の生活史や繁殖生態などに関連して複雑であることが知られるようになった (Atz, 1964)。トラフグ *Takifugu rubripes* (Temminck et Schlegel) は、漁業・養殖の対象として重要な魚種の一つで、養殖および種苗生産・放流が盛んに行われている。本種の生殖腺において、卵巣は猛毒を有するのに対して精巣 (白子) は無毒で食用として珍重され、その市場価値は高い。そして、本種の成魚の生殖腺にはしばしば雌雄

同体現象が見い出されるために、食品衛生上の関心からその生殖腺の毒性に関する報告がみられる (北濱, 1984)。しかし、成魚 (成熟期) の雌雄同体現象 (間性生殖腺) を組織学的に詳細に検討した例は少なく、未成魚 (未成熟期) のそれについては報告がみられない。今回、成魚および未成魚の天然トラフグから雌雄同体個体が発見されたので、これらについて組織学的に検討し、本種にみられる雌雄同体現象の特徴とその繁殖生理学的な意味について考察した。

材料および方法

供試魚は、1996年1月30日に豊後水道の保戸

鳥沖のフグ延縄で漁獲された全長 253.25 mm, 体重 346.08 g の未成魚と 1996年 2月 4日に山口県沖の日本海の(正確な位置は不明)フグ延縄で漁獲された全長 589 mm, 体重 7,012 g の成魚である。保戸島の未成魚では漁獲後約 6ヶ月間冷凍保存されていた個体を開腹して生殖腺を凍結したままで摘出し, 10% 中性緩衝ホルマリン(pH 7.4, ホルムアルデヒド含量 4%) 液中で解凍, 十分に固定した。また, 山口県沖の成魚個体では活魚のまま生殖腺を摘出して一晩冷凍後に同液中で解凍, 十分に固定した。そして, いずれの生殖腺も生殖腺重量を計測後に肉眼的所見と写真撮影を行った。生殖腺の組織標本は, Fig. 1 の 1~9 に示した部位を未成魚では 5 mm 角大, 成魚では 10 mm 角大の組織片に切り出して最終濃度が 10% の中性緩衝ホルマリン液(pH 7.4) で再固定した。そして, アルコール系列によって脱水, 約 5 μ m の連続切片にし, 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。また, これらの間性生殖腺と正常な生殖腺との間で生殖腺重量, 生殖腺指数(GSI = 生殖腺重量 X100/体重) および組織学的形態を比較するために, 未成魚については豊後水道の間性生殖腺をもった個体が混獲された保戸島の 1996年 1月 30日~2月 8日と保戸島に近接する日振

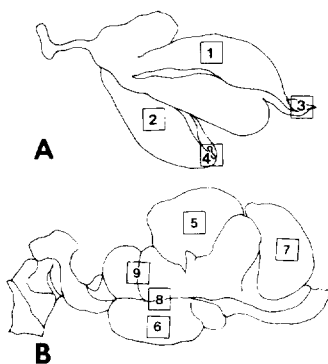


Fig. 1. Diagrammatically drawings of 9 parts of the gonads histologically examined in the hermaphrodite tiger puffers, *Takifugu rubripes*, caught by long lines at Hotojima Island, Bungo Channel(A) and in the Japan Sea off Yamaguchi Prefecture (B).

鳥の 1995年 2月 21日~2月 23日のフグ延縄で漁獲された合計 208 個体(全長 218.20~310.32 mm, 体重 220.13~478.40 g), また成魚については伊勢湾口の安乗沖のフグ延縄で 1995年 2月 28日(産卵盛期約 2ヶ月前)に漁獲された 10 個体(全長 432~480 mm, 体重 1,893~2,222 g)と瀬戸内海の走島の定置網で 1995年 4月 24日(産卵盛期約 1ヶ月前)に漁獲された 8 個体(全長 430~640 mm, 体重 1,380~6,310 g)の生殖腺を上述した方法で処理して用いた。また, 数値の検定は ANOVA を用いた。

結 果

未成魚の間性生殖腺の外部形態と生殖腺重量

未成魚の正常な生殖腺は, 偏平な長楕円状の組織が膀胱を挟んで前・中部ではほぼ相称な左右両葉に分かれ, 後部で左右が癒合する。卵巣は淡黄白色の半透明な組織で, 左右両葉の背部には生殖腺間膜付近に各 1本の動脈が存在し, これから分岐した血管網が生殖腺組織の全体に亘って分布することが外部から肉眼でははっきりと確認できるのに対して, 精巣は乳白色不透明な組織で, この部分での血管網の存在は外部から確認することが困難であった。これらと比較して, 間性生殖腺は肉眼的に卵巣に類似した様相を示したが, 全体的に淡黄白色の半透明の偏平な長楕円状の組織が膀胱を挟んで前・中部ではほぼ相称な左右両葉に分かれて後部で左右が癒合し, 左右両葉の先端部に米粒状の乳白色不透明な組織塊が認められ, 組織全体に亘って血管網の存在を外部から確認することが困難であった (Fig. 2A)。

間性生殖腺の重量は, 1.11 g, GSI は 0.32 であった。この間性生殖腺をもった個体が採集された豊後水道の同時期の未成魚の正常な卵巣および精巣の平均 GSI はそれぞれ 0.23 (N = 65, 0.08~0.30), 0.16 (N = 143, 0.03~0.91) で, 間性生殖腺のそれとは 5% の危険率で有意差が認められなかった。

未成魚の間性生殖腺の組織学的特徴 間性生殖腺をもった個体が採集された豊後水道の同時期の未成魚の正常な卵巣と精巣は, 一般の硬骨

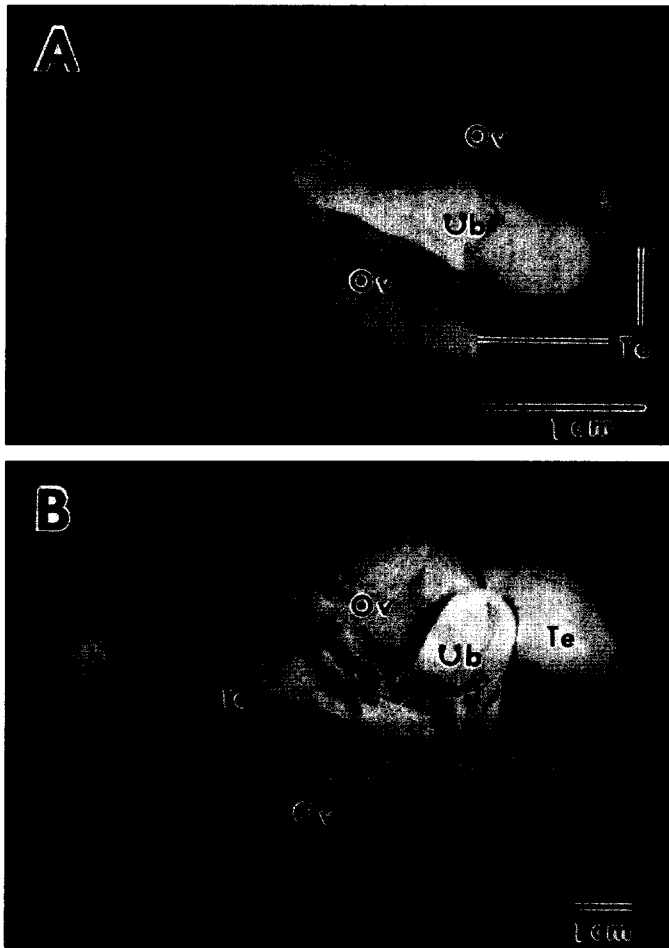
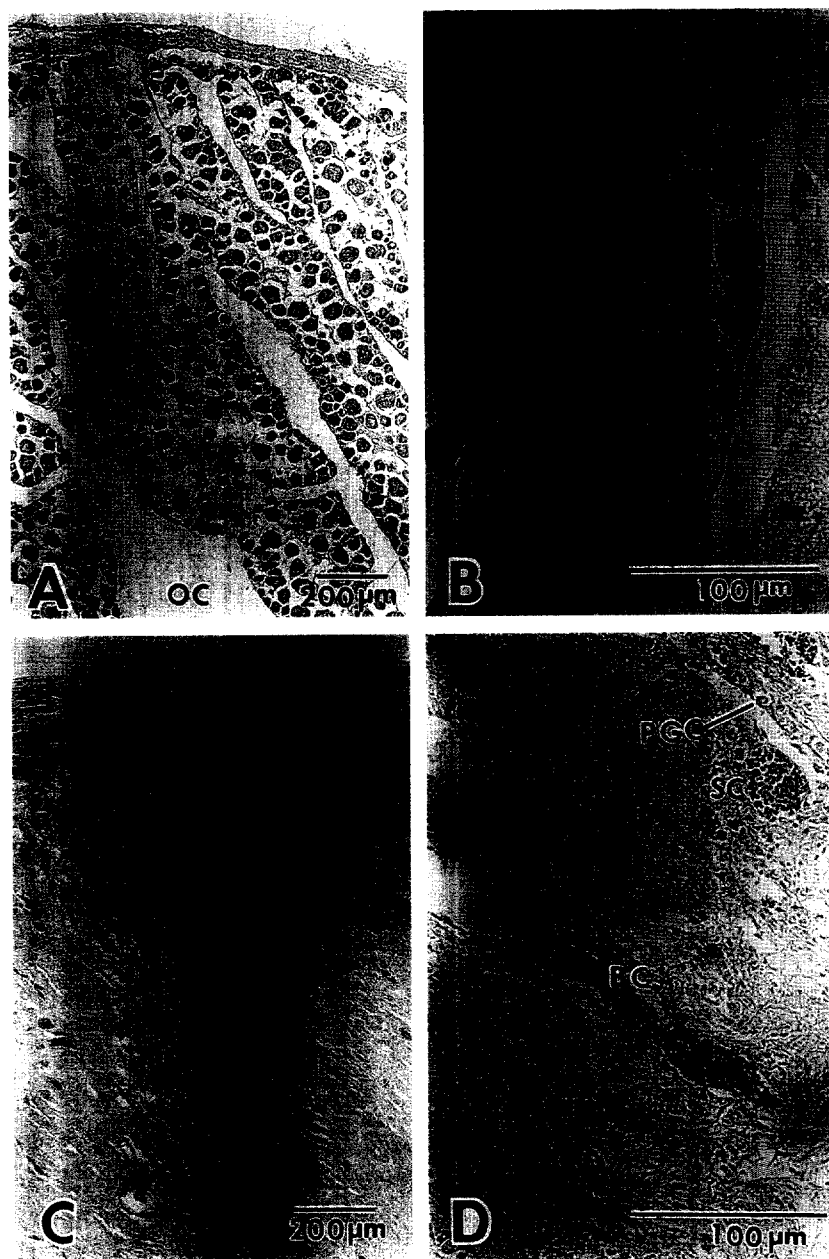


Fig. 2. External features of the gonads in the hermaphrodite tiger puffers, *Takifugu rubripes*, caught by long lines at Hotojima Island, on January 30, 1996 (A) and in the Japan Sea off Yamaguchi Prefecture, on February 4, 1996 (B). Ov: ovaries, Te: testes, Ub: urinary bladders.

魚の基本的な生殖腺の組織構造を呈していた。すなわち、卵巣は薄い組織性の皮膜に覆われ、生殖腺の実質部では正中側の皮膜部より体壁側に向かって多数の卵巣薄板が伸び、その薄板内には染色仁期から複糸期の第一次卵母細胞が充満し、明瞭な卵巣腔を有していた (Fig. 3A, B)。精巣は、薄い結合組織性の皮膜に覆われ、これに連続して結合性組織が生殖腺実質の殆どの部分を占め、結合性組織の間隙に多数の血管が開口して、ところどころに第一次精母細胞の包囊が認められた (Fig. 3C, D)。これに対して、肉眼的に間性生殖腺の卵巣様組織部分と考えられ

た Fig. 1A の部位 1 および 2 では、生殖腺の実質部が正中側の皮膜部より体壁側に向かって厚い結合性の組織部分とこれに連続して伸びた薄板様構造から成り、その薄板様構造内には染色仁期から複糸期の第一次卵母細胞が存在し、明瞭な卵巣腔が認められた (Fig. 4A, B)。しかし、厚い結合性組織内には精原細胞と考えられる生殖細胞が散在あるいはそれらが集合した状態で存在し (Fig. 4C, D)、その細胞の周辺には一層の上皮細胞で裏打ちされた管状の内腔として、複数の輸精管が見出された (Fig. 4E)。また、生殖腺の左右両葉の先端部に存在した米粒



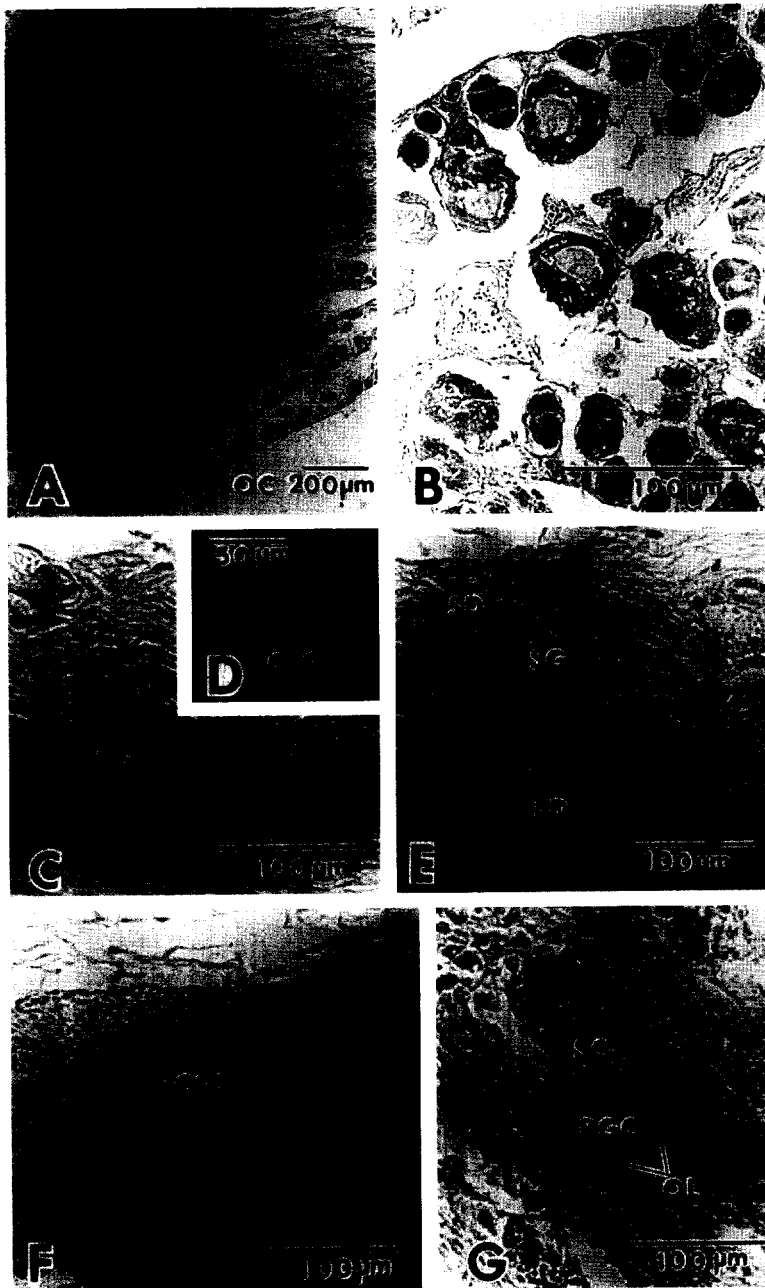
Figs. 3A–D. Cross sections of the normal gonads of immature tiger puffers, *Takifugu rubripes*, caught by long lines at Hotojima Island on January 30, 1966.

Fig. 3A. Ovary in an immature fish, 310.32 mm TL, OC: ovarian cavity.

Fig. 3B. Enlarged figure of the gonad shown in Fig. 3A. Note many oocytes at peri-nucleolus and diplotene stages arranged on the ovarian lamellae.

Fig. 3C. Testis in an immature fish, 298.35 mm TL.

Fig. 3D. Enlargement of the gonad shown in Fig. 3C. BC: blood capillary, PGC: primordial germ cell, SC: cluster of spermatocytes.



Figs. 4A–G. Cross sections of the immature hermaphrodite tiger puffer, *Takifugu rubripes*, 253.25 mm TL, caught by long lines at Hotojima Island on January 30, 1966.

Fig. 4A. Hermaphrodite gonad in the parts 1 and 2 of Fig. 1A. OC: ovarian cavity

Fig. 4B. Enlarged figure of the ovary like-organ in Fig. 4A. Note many oocytes at peri-nucleolus and diplotene stages arranged on the ovarian lamellae.

Figs. 4C–E. Enlarged figures of the testis like-organ in Fig. 4A. CSG: cluster of spermatogonia, SD: sperm ducts, SG: spermatogonium.

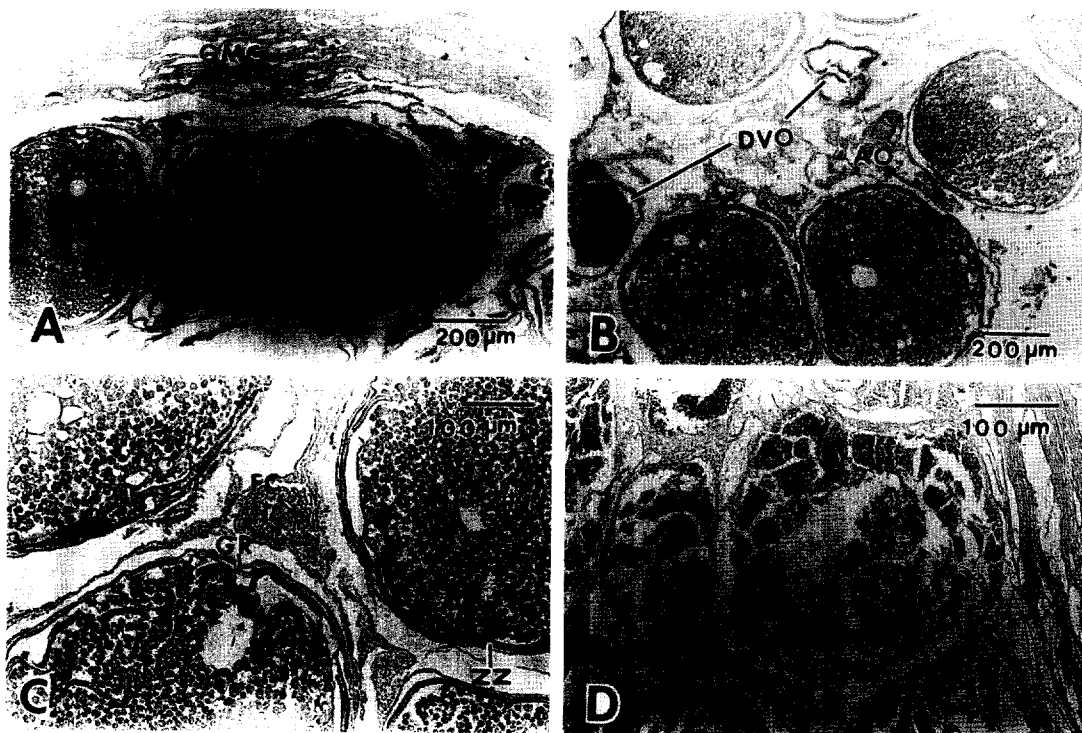
Figs. 4F, G. Testis like-organ in the parts 3 and 4 of Fig. 1A. Note primordial germ cell (PGC) and cluster of spermatocytes (SC) appeared in ovigerous lamellae (OL). PCFB: cluster of presumptive fibroblasts.

状の乳白色不透明な組織塊を含む Fig. 1A の部位 3 および 4 は組織学的には、その組織塊が筋原細胞集合体と推定される充実性組織として認められ (Fig. 4F)、これに続く結合性組織内には正中側の皮膜部より体壁側に向かって部分的に細長い間隙が形成され、この部分で卵巣薄板様構造を呈して、ところどころに始原生殖細胞と第一次精母細胞の包囊が認められた (Fig. 4G)。以上のように、未成魚の間性生殖腺は肉眼的には卵巣に類似した形態を示すものの組織学的には雌雄両性の生殖腺要素が混在していた。

成魚の間性生殖腺の外部形態と生殖腺重量

成魚の正常な生殖腺は、扁平で肥大しており、その前・中部で楕円球状の組織が膀胱を挟んで不相称な左右両葉に分かれ、後部で左右が癒合

する。卵巣は淡黄白色の半透明な組織で、左右両葉の背部の生殖腺間膜付近に各 1 本の太い動脈から分岐した血管網が生殖腺組織の全体に亘って分布し、卵粒の存在が外部から確認できた。精巣は乳白色不透明な組織で、左右両葉の背部の生殖腺間膜付近に各 1 本の太い動脈が認められるものこれから分岐した血管網は細く、その存在を外部から確認することが困難であった。これに対して、間性生殖腺は外観上は不相称な 4 つの組織塊に分業する不規則な形状を呈していた。すなわち、卵粒と血管網の存在が外部から認められる淡黄白色の半透明な組織塊として卵巣様組織が膀胱を挟んで左右に存在し、また、卵粒と血管網の存在が外部から認められない乳白色不透明な組織塊として精巣様組



Figs. 5A–D. Cross sections of the organ in the parts 5 and 6 of Fig. 1B of the mature hermaphrodite tiger puffer, *Takifugu rubripes*, 589.48 mm TL, caught by long lines at the Japan Sea off Yamaguchi Prefecture on February 4, 1966.

Fig. 5A. Hermaphrodite gonad. GMC: gonadal intermuscular connective tissue.

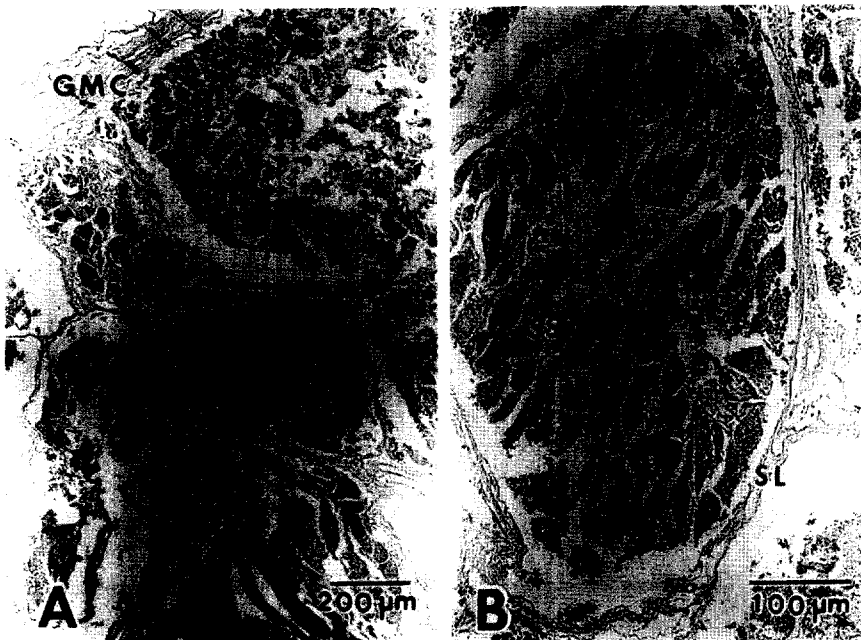
Fig. 5B, C. Enlarged figure of the ovary like-organ in Fig. 5A. Note many oocytes at germinal vesicle stage appeared. AO: adenocystic ova. DVO: degenerative vitellogenic oocytes. FC: follicle cell. GR: granulosa, ZZ: zona radiata.

Fig. 5D. Enlarged figure of the testis like-organ in Fig. 5A. Note secondary spermatocytes appeared in the seminal lobules.

織が膀胱を挟んでその前後に位置していた (Fig. 2B)。この間性生殖腺の重量は、169.71 g, GSI は 2.24 であった。伊勢湾口の安乗沖の 1995 年 2 月 28 日 (産卵盛期約 2 ヶ月前) に漁獲された成魚の正常卵巢の平均 GSI の 10.23 (N = 6, 2.3~12.9) および正常精巢の平均 GSI の 25.64 (N = 4, 22.3~30.0) また、走島の 1995 年 4 月 24 日 (産卵盛期約 1 ヶ月前) に漁獲された成魚の正常卵巢の平均 GSI の 21.71 (N = 5, 17.2~25.4) および正常精巢の平均 GSI の 16.9 (N = 3, 14.1~20.9) と比較するとこの間性生殖腺の GSI の値は 5% の危険率で有意に小さかった。

成魚の間性生殖腺の組織学的特徴 肉眼的には卵巢組織と推察された Fig. 1B の部位 5 および 6 では、やや厚い結合組織性の生殖腺皮膜に覆われて、正中側の皮膜部側にわずかに雄性生殖細胞の包囊が認められた (Fig. 5A) ほかに生殖腺実質の大部分は、胚胞移動期の卵母細胞で

占められていた (Fig. 5B)。卵細胞には顆粒膜細胞と放射帯が明瞭に認められ、その周囲には濾胞細胞が存在し (Fig. 5C)、その卵細胞の間には退行変性卵の残渣や黄褐色小体などが認められた (Fig. 5B)。また、雄性生殖細胞の包囊部分は精小囊を形成し、その小囊内は第 2 次精母細胞で満たされていた (Fig. 5D)。肉眼的には精巢組織と推察された Fig. 1B の部位 7 は、薄い結合組織性の皮膜に覆われ、これに続く生殖腺実質部は雄性生殖細胞の包囊が集合した精小囊によって占められ (Fig. 6A)、精小囊内には第 2 次精母細胞が充満し (Fig. 6B)、明らかに雌性とみなされる生殖細胞の混在はみられなかった。肉眼的に卵巢組織と精巢組織との境界付近と考えられた Fig. 1B の部位 8 および 9 では、生殖腺皮膜が厚い結合組織層を形成しており、雌雄両性の生殖腺実質細胞がこれに連続していた (Fig. 7A)。この皮膜層は、筋線維の束が縦横多



Figs 6A, B. Cross sections of the organ in the part 7 of Fig. 1B of the mature hermaphrodite tiger puffer, *Takifugu rubripes*, 589.48 mm TL, caught by long lines in the Japan Sea off Yamaguchi Prefecture on February 4, 1996.

Fig. 6A. Testis like-organ. Note thin gonadal intermuscular connective tissue (GMC) appeared.

Fig. 6B. Enlarged figure of the testis like-organ in Fig. 6A. Note secondary spermatocytes (SS) appeared in the seminal lobules (SL).

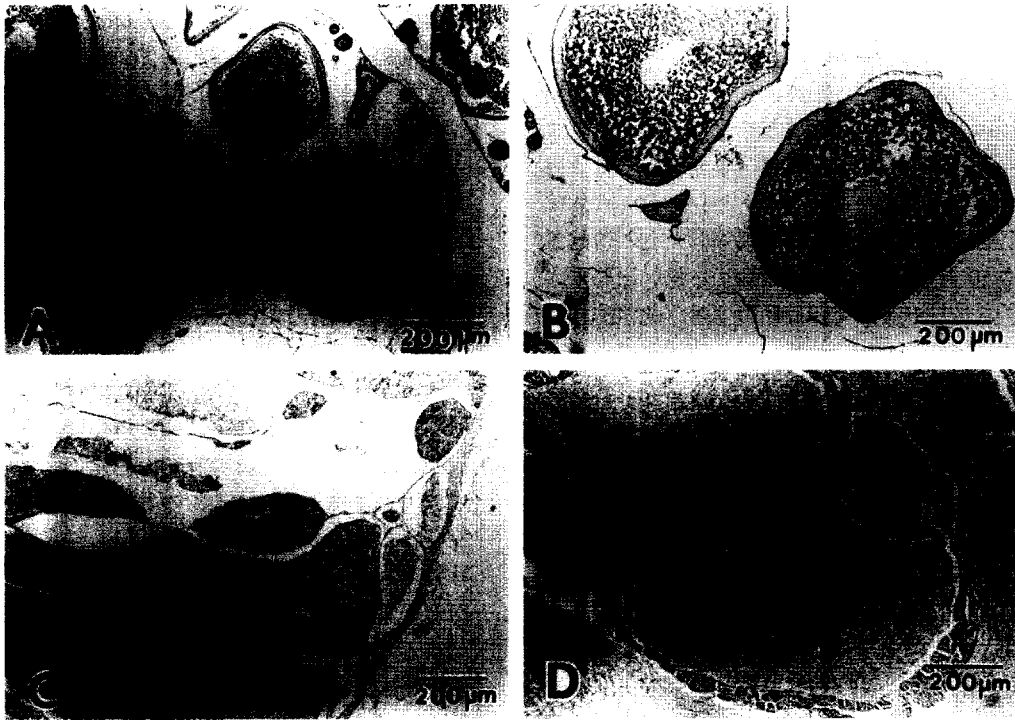


Figs. 7A, B, C. Cross sections of the organ in the parts 8 and 9 of Fig. 1B of the mature hermaphrodite tiger puffer, *Takifugu rubripes*, 589.48 mm TL, caught by long lines in the Japan Sea off Yamaguchi Prefecture on February 4, 1996.

Fig. 7A. Hermaphrodite gonad. GMC: gonadal intermuscular connective tissue.

Fig. 7B. Enlarged figure of the gonadal intermuscular connective tissue in Fig. 7A. Note the tissue consisted of the cluster of intermuscular connective fibers (MC) and blood capillaries (BC).

Fig. 7C. Cluster of presumptive fibroblasts (PCFB) in the gonadal intermuscular connective tissue. BV: blood vessel, PGC: primordial germ cell.



- Fig. 8A.** Cross section of the normal ovary of the mature tiger puffer, *Takifugu rubripes*, 480.0 mm TL, caught by long lines at Ise Bay, Mie Prefecture, on February 28, 1995. Note many vitellogenic oocytes appeared in the ovigerous lamellae.
- Fig. 8B.** Cross section of the normal ovary of the mature tiger puffer, *Takifugu rubripes*, 640.0 mm TL, caught by set nets at Hashirijima Island, Seto Inland Sea, on April 24, 1996. Note many vitellogenic oocytes appeared in the ovigerous lamellae.
- Fig. 8C.** Cross section of the normal testis of the mature tiger puffer, *Takifugu rubripes*, 432.0 mm TL, caught by long lines at Ise Bay in Mie Prefecture, on February 28, 1995. Note spermatozoa appeared in the seminal lobules.
- Fig. 8D.** Cross section of the normal testis of the mature tiger puffer, *Takifugu rubripes*, 430.0 mm TL, caught by set nets at Hashirijima Island in Seto Inland Sea, on April 24, 1996. Note spermatozoa appeared in the seminal lobules.

層に配列した形状を呈しており、筋線維の束の間隙に毛細血管が多数開口していた (Fig. 7B)。また、この部分にはところどころに筋原細胞が集合した包囊がみられ、太い血管と始原生殖細胞が観察された (Fig. 7C)。

比較に用いた伊勢湾口の安乗沖および走島で漁獲された成魚の正常な生殖腺実質の組織学的観察では、卵巣はほとんどが卵黄球期の生殖細胞で占められ (Fig. 8A, B)、精巣は各发育段階の雄性生殖細胞が集合した精小囊によって占められ、その精小囊内には精子の形成が観察された (Fig. 8C, D)。

考 察

今回の豊後水道の未成魚では、組織学的に観察した 209 個体のうち 1 個体に雌雄同体が見い出され (検出率約 0.5%)、これと正常個体との間で 5% の危険率で GSI に有意差が認められず、生殖細胞の成熟度も同様であった。GSI の値ならびに生殖細胞の成熟度などから判断して、間性生殖腺の成長は未成熟期には正常な生殖腺と著しい違いがみられないものと考えられた。北濱 (1984) は、香川県三本松から入手したトラフグの中に、偶然にも精巢 (白子) と卵巣 (真子) を合わせもつ雌雄同体個体を発見

し、それ以後4年間に亘って東シナ海、淡路、天草、和歌山、愛媛、徳島、長崎のトラフグ5,727個体の中から雌雄同体の17個体が検出(検出率0.3%)されたことを報告している。また、山口県外海水産試験場(未発表)では、東シナ海ならびに日本海産のトラフグ約570個体の生殖腺を7年間に亘って調査したところ雌雄同体10個体(検出率約1.8%)を見い出している。これらの雌雄同体個体の体重(北濱, 1984では、1,350~2,710g, 山口県外海水産試験場では、1,257~1,712g)から判断して全てこれらの個体は成魚と推察され、平均GSIはそれぞれ15.1(0.67~23.5)と6.3(0.17~16.7)であった。成魚のGSIの値は季節によって変化し、北濱(1984)の個体の採集月は不明であるため、今回の山口県沖の日本海の成魚の間性生殖腺のGSIの値とは直接的に比較することはできない。しかし、山口県外海水産試験場の個体の採集月は1月で、今回の雌雄同体個体および比較に用いた伊勢湾口の安乗沖ならびに走島の正常成魚個体とでは、いずれもほぼ産卵期の個体という点で共通しており、これらの中でGSIの値が著しくかけ離れているとは考え難い。そこで、これらを比較すると雌雄同体生殖腺のGSIの値はこれらでほぼ類似し、上記の正常個体のそれとでは有意に小さかった(5%の危険率)。また、生殖細胞の成熟度では、今回の間性生殖腺の雌性生殖細胞が胚胞移動期であったが、雄性生殖細胞のそれは精母細胞期であった。間性生殖腺の雌性生殖細胞が正常個体のそれよりも進んでいたのは、今回の雌雄同体個体の採集月が山口県沖の日本海ではほぼ産卵盛期に相当するものと推定されるのに対して、正常個体の採集月が産卵盛期よりかなり早い時期であったためと考えられた。トラフグの正常な生殖細胞の成熟は、今回観察されたように産卵盛期よりかなり早い時期に精子が形成されるのに対して、卵の最終成熟は産卵盛期の短時間で行われることが知られている(鈴木, 未発表)。このように成熟期の間性生殖腺の成長は、GSIの値ならび

に精子の形成がみられないことなどから判断して、正常なものに比べて劣っていることが示唆された。

北濱(1984)は、間性生殖腺を外部形態から、1) 卵巣と精巣がほぼ同じ量でついているもの、2) 卵巣部分が大きく一部に精巣がついているもの、3) 精巣部分が大きく一部に卵巣がついているもの、4) 一見して卵巣であるがその中に精巣部分が癒合しているもの、5) 一見して精巣であるがその中に卵巣部分が癒合しているものの5つに分けた。加えて、組織学的に両性の生殖腺実質の境界部が結合組織性の膜で完全に分割されているもの、境界膜が不完全で両性の生殖腺実質が種々混在するものおよび境界膜が全く存在しないものがあることを報告し、これらの特徴をもつ間性生殖腺のテトロドキシンの単位測定をしたところ、毒量・毒力・毒の分布が異なることを確認し、これが両性の生殖腺実質の境界部における膜の不完全さにあると推定している(北濱ほか1978)*。今回の間性生殖腺では、外部形態的に未成魚のものが北濱(1984)の言う4)、そして成魚のものが1)にそれぞれ相当すると考えられたが、組織学的にはいずれも生殖腺皮膜の結合組織に肥厚がみられ、この部分に始原生殖細胞や雄性生殖腺要素である輸精管などが観察され、これに連続して生殖腺実質部に両性の生殖細胞の混在が認められることが特徴であった。硬骨魚類の生殖腺は腹腔上皮に起源する体細胞の生殖隆起の発達に伴い、その中に始原生殖細胞が入り込んで、幼期の未分化生殖腺が形成される(隆島・会田1984)。トラフグにおいてもこのことは例外ではなく(松浦ほか1994, 鈴木ほか1996)、始原生殖細胞や雄性生殖腺要素が今回の間性生殖腺の生殖腺皮膜の結合組織に認められることは組織学的には矛盾しない。そして、天然の幼魚期のトラフグの性比を組織学的に調べた結果から、幼時雌雄同体現象や幼時間性現象は全く観察されず(鈴木ほか1996)、人工種苗を用いた初期生殖腺の形態形成を調べた研究でも80日齢までの幼期に

*、北濱喜一・宮里 昂・谷口 繁・野田 勉, 1978: 雌雄同体トラフグの性腺に於ける毒性について(2), 日本食品学会第36回学術講演要旨集, p. 32.

雌雄の区別がはっきりした生殖腺構造や生殖細胞が形成される（松浦ほか1994, 鈴木ほか1996）ことから本種は雌雄異体であると考えられる。

Atz (1964) が提唱した魚類の雌雄同体現象および間性現象に関する定義によれば、魚類において雌雄がそれぞれ別の個体に分離されるのを雌雄異体現象 (gonochorism) といい、雌雄が同一個体に現れるのを雌雄同体現象 (hermaphroditism) とする。そして、雌雄同体現象がある種またはある個体群に属する全部あるいは大多数の個体に共通かつ普遍的に出現し、しかもその種の正常な生活史の一過程として雌雄同体現象が現れる場合を正常または正規的雌雄同体現象 (normal hermaphroditism) として取り扱い、雌雄同体現象を現す個体数が少ないか希であって、その雌雄同体現象が種の生活史において正常性をもたない場合を奇形的雌雄同体現象 (abnormal hermaphroditism) として取り扱うとした。この定義に従えば、トラフグの雌雄同体現象は奇形的雌雄同体現象とみなされる。トラフグでは、鰓蓋部に卵巣様組織が転移した例も報告されており (Tabeta and Terasaki, 1987), 雌雄同体現象はおそらく偶発的に生じるものと推察される。そして、鈴木 (1989) は、性機能の如何にかかわらず、硬骨魚類の雌雄異体種の性成熟した個体に出現する生殖腺の間性現象はニシン *Clupea pallasii*, コイ *Cyprinus carpio*, サケ *Oncorhynchus keta*, マダラ *Gadus macrocephalus* などにみつかっており (藤井 1988, 鈴木 1989), フグ類ではトラフグの他にヒガンフグ *Takifugu pardalis*, マフグ *T. porphyreus*, カラス *T. chinensis* でも検出される (北濱 1984) などそれほど珍しいものではなく、水産重要種に多く出現する印象を受けるのは、あるいは、それが人目に触れる機会が多いからであろうとしている。トラフグの場合も過去の事例にみられるように生殖腺の異常は全て成魚での報告である。これは本種の成熟した生殖腺が食品として珍重されるために発見され易

いことが考えられる。しかし、今回のようにトラフグでは未成魚ですでに間性現象が認められ、その間性生殖腺は雌雄の生殖要素を包含していることから、個体の生涯のうち幼期に一方の性を現していた生殖腺内に他方の性要素が偶発的に出現して間性現象を現したものと考えられ、性成熟に伴って両性要素が発達し、産卵期に同調して生殖細胞が成熟に向かうものと推定された。しかし、今回の個体が繁殖期に雌または雄のいずれかの性機能を果たすのか、それとも両性功能を果たすのか、あるいは性機能を果たし得ないのかは判断できなかった。

正規的雌雄同体現象として知られるキュウセン *Halichoeres poecilopterus* は、雌性先熟型の雌雄同体種で雄には生来の精巢 (一次精巢) を有する一次雄と卵巣由来の二次精巢をもつ二次雄が存在することが知られている (Reinboth 1975, 中園 1979, 福井ほか 1991)。そして、キュウセンの一次精巢形成途上にみられる間性現象は、高橋 (1988)*2 の言う幼時間性現象に相当するものとみなされ、本種の祖先が雌性先熟型の雌雄同体性で、一次精巢をもつ個体は二次的に派生したことが示唆されている (小林・鈴木 1994)。奇形的雌雄同体現象が希に出現するトラフグにおいて生殖腺皮膜の結合組織が肥厚して、そこに生殖細胞や雄性の生殖腺要素が発達することは上述した通りであるが、キュウセンの性転換過程で出現する二次雄の精巢の形成過程においても共通の現象が認められる (小林・鈴木, 1994)。しかし、キュウセンでは雄への性転換 (性変化) が産卵後 (機能後) の卵巣で卵母細胞の退化を契機として開始される (中園 1979, 小林・鈴木, 1994) とされ、この点ではトラフグの間性生殖腺の様相とは異なる。いずれにしても、生殖腺の性機能の如何にかかわらず、組織学的には間性生殖腺の形成過程に生殖腺皮膜の結合組織が深く関与していることを推測させる。

*. 高橋裕哉 1988: 非機能的雌雄同体現象 (幼時間性現象を含む). 昭和63年度日本魚類学会講演要旨 (シンポジウム: 硬骨魚類の雌雄性), (4), 7-9.

要 約

1996年1月30日に豊後水道の保戸島沖のフグ延縄で漁獲された全長 253.25 mm, 体重 346.08 g の未成魚と 1996年2月4日に山口県沖の日本海(正確な位置は不明)のフグ延縄で漁獲された全長 589 mm, 体重 7,012 g の成魚に雌雄同体現象が認められたので, これらの個体の間性生殖腺を組織学的に検討し, 次のような結果を得た。

- (1) 未成魚の間性生殖腺は, 肉眼的に卵巣に類似した様相を示したが, 全体的に淡黄白色の半透明の偏平な長楕円状の組織が膀胱を挟んで前・中部でほぼ不相称な左右両葉に分かれて後部で左右が癒合し, 左右両葉の先端部に米粒状の乳白色不透明な組織塊が認められた。
- (2) 成魚の間性生殖腺は, 外観上は不相称な4つの組織塊に分葉する不規則な形状を呈し, 卵巣様組織が膀胱を挟んで左右に存在し, また, 精巣様組織が膀胱を挟んで前後に位置していた。
- (3) これらの間性生殖腺には生殖腺皮膜の結合組織の肥厚がみられ, この部分に始原生殖細胞や雄性生殖腺要素である輸精管などが観察され, これに連続して生殖腺実質部に両性の生殖細胞の混在が認められることが特徴的であった。
- (4) 生殖腺の性機能の如何にかかわらず, 組織学的には間性生殖腺の形成過程に生殖腺皮膜の結合組織が深く関与していることが示唆された。
- (5) 今回の間性生殖腺は, 個体の生涯のうち幼期に一方の性を現していた生殖腺内に他方の性要素が偶発的に出現して間性現象を現したものと考えられ, 性成熟に伴って両性要素が発達し, 産卵期に同調して生殖細胞が成熟に向かうものと推定された。
- (6) トラフグは雌雄異体であるが, 今回のような雌雄同体現象が希に出現し, この現象が種の生活史において正常性をもたない, 奇形的雌雄同体現象として取り扱うことが妥当と考

えられた。

謝 辞

研究の遂行にあたり, 生殖腺異常の成魚個体を提供して頂いた東広島市の割烹竹志ならびに未成魚の標本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します。また, 東シナ海および日本海のトラフグの生殖腺異常の情報ならびに文献を賜った山口県外海水産試験場の天野千絵研究員に心から感謝申しあげます。

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.
- 藤井武人, 1988: シロザケの偶発的雌雄同体について考える. 東北水研ニュース, (33), 9-11.
- 福井行夫・具島健二・角田俊平・橋本博明, 1991: キュウセンの成長に伴う色彩変化と性転換. 魚類学雑誌, 37(4), 395-401.
- 小林弘治・鈴木克美, 1994: 駿河湾におけるキュウセン *Halichoeres poecilopterus* の雌雄性と繁殖. 東海大学紀要海洋学部, (38), 233-256.
- 北濱喜一, 1984: ふぐ大学 (カラーブックス 657), 保育社, 東京, 72-78.
- 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.
- 中園明信, 1979: 日本産ベラ科魚類5種の性転換と産卵行動に関する研究. 九州大学農学部附属水産実験場報告, 4, 1-64.
- Reinboth, R., 1975: Spontaneous and hormone-induced sex-inversion in wrasses (Labridae). *Publ. Staz. Zool. Napoli*, 39 Spl., 550-573.
- 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・岡田一宏・神谷直明, 1996: トラフグ生殖腺の性分化過程と性比. 南西水研研報, (29), 39-48.

Tabeta, O. and T. Terasaki., 1987: An ovary-organ observed on the right preopercle of the puffer *Takifugu rubripes* (Temminck et Schlegel). *Nippon Suisan Gakkaishi*, **53**(2), 249-251.

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.

1996年12月13日受理 (Accepted on December 13, 1996)

南西海区水産研究所業績 A 第54号 (Contribution No. A54 from the Nansei National Fisheries Research Institute)

鈴木伸洋: 南西海区水産研究所 〒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)