

ムシフグの成熟促進、卵発生と飼育による仔稚魚の形態

藤田 矢郎¹・本間 義治²

¹852 長崎市大宮町 16-13

²950-21 新潟市五十嵐二の町 8050 新潟大学理学部

Induction of Ovarian Maturation and Development of Eggs, Larvae and Juveniles of the Puffer, *Takifugu exascurus*, Reared in the Laboratory

Shiro Fujita¹ and Yoshiharu Honma²

¹16-13, Oomiyacho, Nagasaki 852, Japan

²Faculty of Science, Niigata University, 8050, Igarashi-ninocho, Niigata 950-21, Japan

Ovarian maturation of the puffer *Takifugu exascurus* (Jordan et Snyder) was induced, and embryonic, larval and juvenile development was observed. The brood fish were collected in Tassha Bay, Sado Island (38°05'N, 138°15'E), during the spawning season in 1986 which seemed to extend from late June to mid-July. To each female 3 mg acetone-dried pituitary of *Hypophthalmichthys molitrix* was injected to induce ovarian maturation, which took place in about 77 hours at a water temperature of 19.5–21.0°C. The eggs obtained by hormone injection were artificially fertilized with the milt from a collected male. The hatched larvae were fed successively on rotifers *Brachionus plicatilis*, *Artemia* nauplii and minced fish meat, and reared for a period of about one year.

The eggs were spherical, 1.24 ± 0.04 mm in diameter, demersal and adhesive. The egg-membrane was transparent and yolk was orange in color, containing a cluster of small oil-globules. The incubation period was about 160 hours at a water temperature of 18.5–21.0°C. The newly-hatched larvae, measuring 2.9–3.1 mm TL, had 8+15=23 myomeres. Absorption of the yolk was completed 3 days after hatching, by which time the larvae had attained 3.5–3.6 mm TL. Larval finfolds disappeared and rudimentary dorsal, anal and caudal fins formed at 4.1–4.4 mm TL, in 6 days after hatching. In 9-day old larva (5.4 mm TL), fin ray rudiments appeared on the dorsal, anal and caudal fins and spine-like scale formed on the belly. In 16-day old specimens, 9.1–10.2 mm TL, the full complements of fin rays were completed on all the fins and the fish reached the juvenile stage. The growth of larvae and juveniles reared in 1986–1987 is expressed by the following equations, where y is total length (mm) and x is days after hatching.

$$y_1 = 2.9420 \cdot 1.0639^x \quad 0 \leq x \leq 19 \quad (r=0.998)$$

$$y_2 = 4.0286 \cdot 1.0464^x \quad 19 \leq x \leq 33 \quad (r=0.998)$$

$$y_3 = 9.8854 \cdot 1.0180^x \quad 33 \leq x \leq 72 \quad (r=0.996)$$

$$y_4 = 20.1555 \cdot 1.0080^x \quad 72 \leq x \leq 115 \quad (r=0.998)$$

$$y_5 = 28.0610 \cdot 1.0049^x \quad 115 \leq x \leq 202 \quad (r=0.995)$$

ムシフグ *Takifugu exascurus* (Jordan et Snyder) は暗青緑色の地色に背面には淡青白色の円形や短棒状の小斑紋があり、体側には同色の蠕虫状や流線の模様がある小型のフグで、三崎とその周辺及び兵庫県香住 (Abe, 1944)、山口県角島 (藤田, 1962)、佐渡 (Honma and Kitami, 1980)、三重県九鬼湾和具大島 (片岡・富田, 1981)、山形県飛島 (松浦・新井, 1984) から報告されているが、分布記録が限られており漁獲個体数も少ない。本種の生活史に

ついては、産卵魚と卵に関する断片的な記述 (藤田, 1962) があるだけで、初期生活史についてはほとんど知られていない。筆者らは1985年と1986年に新潟県佐渡郡相川町で本種の産卵調査を行い、1986年には同町の新潟大学佐渡臨海実験所で人工授精を行い、受精卵を東京水産大学に輸送して、ふ化仔魚を約1年間飼育した。本種の産卵期、ホルモン注射による採卵、卵発生、仔稚魚の形態、飼育、成長について得られた結果の概要を報告

する。

材料と方法

産卵調査と産卵魚 佐渡島相川町達者と同町尖閣湾揚島の小型定置網では、例年5-7月に本種が入網することが知られていた。そこで、1985年6月11-13日、1986年5月20-24日と6月29日-7月9日に同地で漁獲されたムシフグについて、腹部圧搾法によって卵と精子の流出を確かめた。ついで、供試魚の全長、体重、生殖腺重量を測定し、生殖腺成熟度指数 (GW×100/BW) を算出した (Table 1)。

ハクレンの脳下垂体注射による成熟促進と人工授精調査期間中、達者湾内の小型定置網では、漁獲直後に卵が流出する雌魚は得られなかった。そこで、1986年6月29日から7月1日の間に、同湾内の小型定置網で漁獲され、達者の佐渡臨海実験所の4t屋外水槽で7月5日まで飼育されていたムシフグのうち、腹部の膨出した全長147-162mmの雌7尾 (Table 2) を選んで、7月5日15

時に、アセトン乾燥保存のハクレン *Hypophthalmichthys molitrix* の脳下垂体を磨砕したものを、1尾当り3mgの割合で少量の生理食塩水に懸濁させ、背面筋肉内に注射した。これを室内の1.2t流水水槽に収容して成熟を待った。精液は圧搾法で容易に得られたので、雄魚には注射は行わなかった。雌魚は注射後、76時間30分と96時間の2回採卵を試み、卵が得られた場合には湿導法で人工授精を行った。注射後の親魚を飼育した水槽の水温は19.5-21.0°Cで、産卵場の水温に等しかった。

受精卵の輸送 1986年7月10日、受精後約30時間、原口閉鎖後約3時間の卵を、佐渡島相川町から東京水産大学まで、約9時間の携帯輸送を行った。卵はポリエチレン製の袋には粘着しないので、輸送にはポリエチレン袋4個を用いた。各袋に少量の海水と発生卵約2000個を収容し、袋の上部に空気を密封した。輸送には水温の上昇を防ぐために、発泡スチロールの断熱箱と氷嚢を用いた。輸送水温は開始時7時に19.4°C、途中13時30分に18.5°C、到着時16時に19.0°C (外気温24°C)であった。

Table 1. Size and gonadosomatic indices (GSI) of *Takifugu exascurus* captured with set nets in Tassha Bay, Sado Island.

Date	Specimen no.	Sex	Total length mm	Body weight g	Gonadosomatic index
June 12 1985	1	♂	142	63	15.2
	2	♂	166	100	7.6
	3	♂	176	112	16.9
	4	♂	182	132	17.0
	5	♀	212	190	10.2
May 21 1986	6	♂	145	57	11.9
	7	♂	152	68	12.8
	8	♂	155	74	12.8
	9	♂	165	94	10.1
	10	♂	170	115	14.7
	11	♂	173	110	15.6
	12	♂	175	111	14.9
	13	♂	185	125	16.8
	14	♂	185	129	18.8
	15	♀	152	64	6.3
	16	♀	155	61	4.9
July 9 1986	17	♀	160	72	5.3
	18	♂	150	80	13.3
	19	♂	151	73	—
	20	♂	160	90	17.0
	21	♂	163	93	18.2
	22	♀	145	72	16.4
	23	♀	151	65	21.5
	24	♀	154	80	16.3
	25	♀	160	110	17.5

卵の管理 到着後、実験室での卵発生には卵が粘着しないポリエチレン製の1/広口ビンを用いた。1本当たり卵約2000個を収容し、飼育水に強く通気し、卵が常に水中に浮動する状態に保ち、1日2回換水した。ふ化が近づくと、卵を仔魚飼育水槽に移してふ化させた。卵発生水温は、水道水によるウォーターバスに広口ビンを浸漬して約21°に保った。

仔稚魚の飼育 ふ化仔魚の飼育には、60×60×36 cmで約60l入りの水槽2個を1対として、一方を砂濾過槽にして両槽をエアリフトによって海水を循環させ、水質が悪化した場合は貯蔵海水によって全換水を行った。ふ化直後の仔魚の収容尾数は約2000尾であったが、密度調整のため成長に従って間引きを行い、1986年7月から1987年6月まで約1年間飼育した。夏期の水温は室温に放置したが、11月以後冬期間は熱帯魚用の投込みヒーターを用い、ほぼ20°Cに保った (Fig. 3)。餌料系列は Fig. 3 に示したが、ふ化後4日から21日までは *Nannochloropsis oculata* と油脂酵母を用いて培養したシオミズツボウムシ(以下ワムシ) *Brachionus plicatilis* を用いた。ふ化後10日から51日までは、乳化イカ肝油で必須脂肪酸の強化培養を行ったアルテミア幼生を与え、ふ化後33日全長16mmからは、細切した魚介肉を与え始め、以後実験終了まで魚介肉の投与を続けた。

観察、測定と標本固定 卵発生及び仔稚魚の観察と測定は、MS222で麻酔して生時顕微鏡下で行った。作画には描画装置を使用した。標本は5%ホルマリンで固定保存した。

結果と考察

産卵魚の大きさと生殖腺成熟度指数 (GSI) 達者湾及び揚島の小型定置網では、ムシフグは5月中旬-7月下

旬に入網するが、1網1日当りの漁獲尾数は10数尾以下で、入網しない日も多く、漁獲尾数は少ない。1985年、1986年両年の調査期間中に採集されたムシフグの全長、体重、GSIを雌雄別に Table 1 に示した。

全長範囲は雄 142-185 mm, 平均 164.4±13.8 mm, 雌 145-212 mm, 平均 161.0±21.1 mm。体重範囲は雄 57-132 g, 平均 95.6±23.7 g, 雌 61-190 g, 平均 89.3±43.6 g であった。最小成熟個体は、雄では全長 142 mm, 体重 63 g, GSI 15.2 であり、雌では全長 145 mm, 体重 72 g, GSI 16.4 であった。この雌個体からは搾出法では熟卵は流出しなかったが、GSI 値が高く、当年の産卵期内に産卵が予想されるものであった。

調査期間内の各採集群の GSI の平均値の経月変化は、雄は5月下旬に 14.3, 6月中旬 14.2, 7月上旬 16.1 で各月とも精子の流出が見られた。雌は5月下旬に 5.5, 6月中旬 10.2, 7月上旬 17.9 であった。また、7月上旬に漁獲され、わずかに透明卵が得られた雌の GSI は 21.5 であり、ホルモン注射魚のうち透明卵は得られなかったが、卵巣が著しく肥大した個体の GSI は 22.2 であった。

産卵期と水温 1986年の達者湾海域のムシフグの産卵期は、雄の放精状況、雌の GSI 値の経月変化、ホルモン剤注射による今回の採卵結果、7月9日に漁獲された雌の1尾からわずかではあるが透明卵が得られたことなどから、6月下旬から7月中旬と考えられた。また、この間の同湾沿岸の表面海水温は 19.5-21.0°C であった。佐渡以外の海域でのムシフグの産卵期については、山口県日本海沿岸の角島で6月上旬から下旬と知られているが、1960年6月6日の同地の漁場水温は 20.4°C とされている (蒔田, 1962)。角島における産卵期は佐渡より 20-30日早い、産卵期水温はほぼ同じである。

成熟促進と人工授精 1986年7月5日15時に、7尾の雌にハクレン脳下垂体乾燥物を注射して、19.5-21.0°C

Table 2. Results of *Hypophthalmichthys molitrix* pituitary homogenate injections to female specimens of *Takifugu exascurus*. Three mg of acetone-dried pituitary were injected into each specimen. After injection, the fish were kept in a 1.2 ton tank at a water temperature of 19.5-21.0°C.

Specimen no.	Total length mm	Body weight g	GSI	Time required for ovulation hr : min	No. of eggs obtained	Fertilizing rate %
1	147	79	20.0	76 30	2400	18.8
2	162	94	22.0	76 30	8400	93.9
3	151	72	16.4	—	0	—
4	152	65	21.5	—	0	—
5	154	85	22.2	—	0	—
6	160	80	16.3	—	0	—
7	162	110	17.5	—	0	—

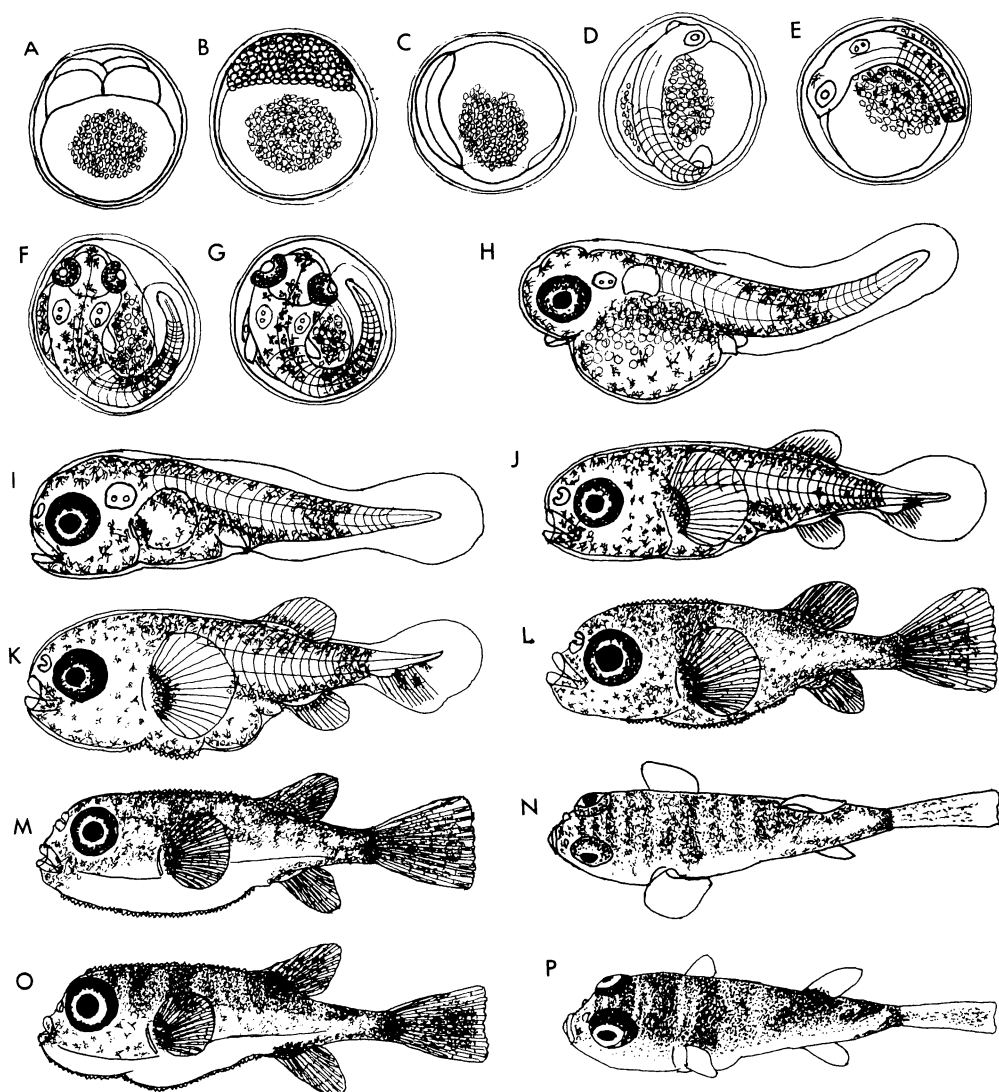


Fig. 1. Development of eggs, larvae and juveniles of *Takifugu exascurus*. A, 4-cell stage, 3 hr after fertilization; B, morula stage, 11 hr 30 min; C, appearance of embryo, 29 hr 30 min; D, 10-myomere stage, appearance of eye ball and Kupffer's vesicle, 54 hr; E, appearance of melanophores on yolk and embryo, 88 hr; F, appearance of pectoral fin rudiments and orange pigment cells on the caudal portion of embryo; G, 20 hours before hatching; H, newly hatched larva, 3.0mm TL; I, 3 day old postlarva, 3.6mm TL; J, 9 day old postlarva, 5.4 mm TL; K, 11 day old postlarva, 6.0mm TL; L, 19 day old juvenile, 9.7 mm TL; M, 33 day old juvenile, 17.3 mm TL; N, dorsal view of M; O, 54 day old juvenile, 29.0 mm TL; P, dorsal view of O.

の流水水槽中で飼育し、7月8日19時30分に注射後76時30分で、全長162mmと147mmの2尾から採卵できた。残りの5尾は注射後96時間で再び採卵を試みたが、全く採卵できなかった。採卵数は162mmの個体からは14g約8400卵、147mmの個体からは4g約2400卵であった。受精率は前者では93.9%、後者は18.8%であっ

た (Table 2)。

ムシフグは分布が限られており、また、漁獲尾数も少ないので完熟親魚の入手の機会はきわめて少い。しかし、海域ごとに産卵期を確かめ、GSI 20前後の雌魚にハクレンの脳下垂体を注射すれば、受精可能な卵が得られ、人工授精ができることが今回の実験結果から予測さ

れる。

受精卵の輸送 輸送中の水温は 18.5–19.4°C に保たれ、東京水産大学到着後も正常な発生とふ化が行われた。

卵 球形の分離沈性粘着卵で卵黄は鮮明な橙色、卵膜は透明、卵径 1.17–1.30 mm, 平均 1.24±0.04 mm. 卵黄中には、無数の小油球からなる卵径の約 1/2 の大きさの 1 油球塊がある。卵黄の橙色の色調は卵発生中も終始変ることはなく、本種の卵の顕著な特徴である。本種だけの特徴ではないが、卵は砂、礫、岩石、ガラスなどには粘着するが、ポリエチレン製の物品には粘着しない。また、卵と卵との粘着性はきわめて微弱である。

卵発生とふ化 卵発生の観察は、1986年7月8日19時30分に人工授精、受精率93.9%の卵を用いて、水温18.5–21.0°Cで同月15日11時に、媒精後159時間30分でふ化した卵について行った。媒精後2時間10分で第1分割、3時間で第2分割 (Fig. 1A), 3時間30分で第3分割、4時間10分で第4分割が起こった。11時間30分で桑実胚期 (Fig. 1B), 29時間30分では胚体の原基が生じ (Fig. 1C), 33時間後には原口が閉鎖した。54時間後には筋肉節9–10個が数えられ、眼球、クーパー氏胞が形成されている (Fig. 1D)。64時間30分後には筋肉節20–21個が生じ、尾部は卵黄から離れ、卵黄上に小黒色素胞が出現している。88時間後には胚体運動と卵黄上の血流が見られ、黒色素胞が頭頂、胴部、尾部、卵黄上に発達しているが、眼にはまだ現れていない (Fig. 1E)。117時間後には頭部の発達が著しく、胸鰭の原基が現われ、眼に黒色素が沈着し、尾部には黒色素胞のほかに、橙色素胞と赤色素胞が出現している (Fig. 1F)。141時間後には胚体は卵黄を一周している (Fig. 1G)。ふ化は人工授精後159時30分に、飼育水を新鮮な海水で交換した直後にほぼいっせいに起こった。

仔稚魚の形態 本種の成魚の各鰭鰭条数は D 12–13, A 10–13, P 14–16 で、脊椎骨数は 8+13~14=21~22 である。

ふ化直後の仔魚 (Fig. 1H) は生時(以下生時を略す)全長 3.0 mm (平均 3.03±0.08 mm) で筋肉節数 8+15=23. 仔魚膜鰭は胴部背面に始まり、尾端をまわって肛門直後に終り、全面に顆粒状構造がある。口は開き、肛門も魚体の中央下に開く。小さな胸鰭がある。卵黄は大きく橙色で多数の小油球がある。眼には黒色素が沈着している。眼前部から頭頂と胴部背面にかけて黒色素胞があり、尾部中央部では背面から腹面にかけて鞍状の横帯を形成している。卵黄上と胴部腹面に、多数の黒色素胞が分布する。また、赤橙色素胞が眼前部、卵黄の前部、尾

部横帯部にある。

ふ化後3日の仔魚 (Fig. 1I) は、全長 3.6 mm (平均 3.53±0.04 mm) で卵黄を吸収しつくし、仔魚後期に達している。筋肉節数 8+15=23. 肛門は魚体の中央下に開く。鼻の原基が生じ、胸鰭は大きく発達するが、まだ鰭条はない。頭胴部背面に黒色素胞がよく発達し、尾部中央部の黒色素胞と赤橙色素胞よりなる横帯に連続している。鰓蓋部、胴部腹面、消化管周辺には、黒色素胞と赤橙色素胞が分布し、胸鰭基底部には黒色素胞が密集する。頭胴部は生時淡黄緑色を呈する。

ふ化後6日、全長 4.4 mm (平均 4.24±0.17 mm) の後期仔魚は、仔魚膜鰭が尾部中央部の背腹でくびれ、背、臀、尾鰭の原基が分化しているが、まだ鰭条はない。胸鰭にはすでに 14–15 条の鰭条が出現している。筋肉節数 8+15=23. 肛門はやや後退し、魚体の中央よりわずかに後方に開く。鰓蓋部腹面から胴部腹面には、棘状鱗が出現し始めている。頭部から尾鰭基部に至る魚体上に樹枝状黒色素胞が発達し、胸鰭基底部には密在する。生時魚体は全身淡橙緑色を呈する。

ふ化後9日の後期仔魚 (Fig. 1J) は、全長 5.4 mm (平均 5.16±0.34 mm) で、背鰭 13 条、臀鰭 10 条、尾鰭には下尾骨の原基と鰭条 10 条が数えられる。黒色素胞が体側中央部を除く全身によく発達し、背面と尾部、胸鰭基底部に密在する。下尾骨後端上に1個の樹枝状黒色素胞がある。

ふ化後11日の後期仔魚 (Fig. 1K) は、全長 6.0 mm (平均 5.30±0.22 mm) で各鰭鰭条数は、背鰭 12 条、臀鰭 10 条、胸鰭 15 条、尾鰭 11 条である。ゆ合歯が形成され始めている。脊索の後端はわずかに上屈し始め、尾鰭後縁は最後部の尾鰭条の先端方向に下面がゆるく湾入している。下尾骨上と後部の尾鰭にそって、2–3 個の大型黒色素胞がある。背鰭と臀鰭の鰭条下部には黒色素胞がある。

ふ化後19日、全長 9.7 mm (平均 9.61±0.41 mm) の個体 (Fig. 1L) は、背鰭 12 条、臀鰭 11 条、胸鰭 14 条、尾鰭 11 条で各鰭の鰭条数は定数に達し、尾鰭も完成して稚魚期に達している。本種の鰭の形成は、胸鰭が最も早く、背鰭と臀鰭は同時に進み、尾鰭の形成は背、臀鰭と同時に始まるが完成は最も遅れる。頭胴部の背面と腹面に棘状鱗がある。全身に黒色素胞が分布し、魚体背部には後頭部、胸鰭基底及び背鰭前方に不明瞭な幅広い黒色横帯が見られる。また、背鰭基底周辺と尾部の背面及び腹面は黒色素胞で覆われ淡黒色を呈する。すべての鰭の基底部には、大型の黒色素胞が密集している。背鰭及び尾鰭の中央部鰭条にそって黒色素胞、尾鰭中央部には橙

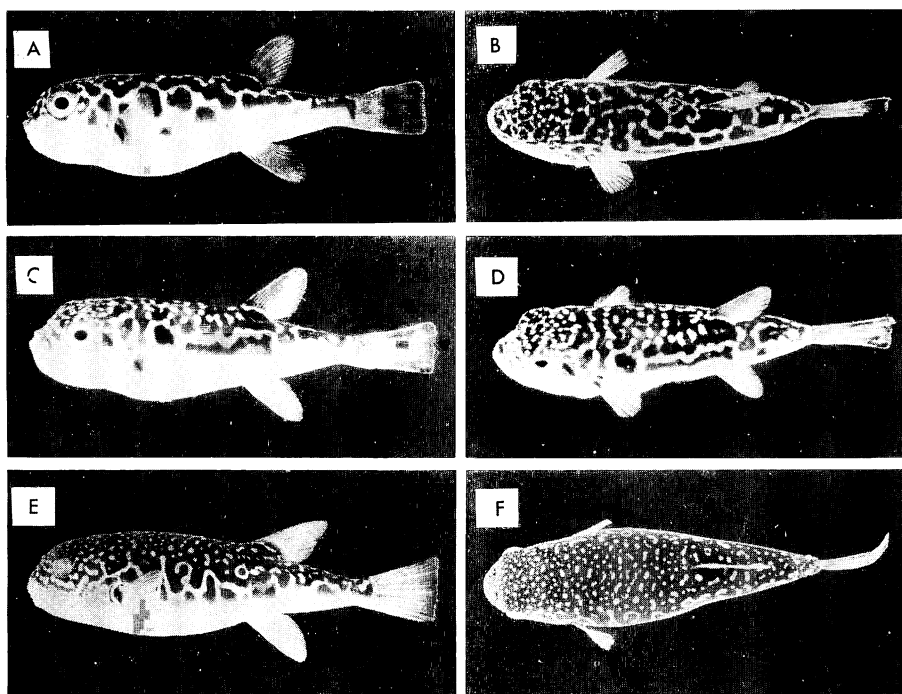


Fig. 2. Photographs of juveniles reared in the laboratory and a matured female *Takifugu exascurus* collected from the sea. A, 202 day old juvenile, 75.6 mm TL; B, dorsal view of A; C, 332 day old juvenile, 99.2 mm TL; D, dorsal view of C; E, matured female, 156 mm TL; F, dorsal view of E.

色素胞も分布する。臀鰭鰭条部には黒色素胞は見られない。遊泳中の稚魚は淡橙色を呈している。

ふ化後 33 日の稚魚 (Fig. 1M, N) は、全長 17.3 mm (平均 18.51 ± 1.03 mm) で、体側皮褶が形成され、頭洞の背腹は棘状鱗で覆われている。背鰭 13 条、臀鰭 11 条、胸鰭 15 条。背面及び体側の地色は淡橙色で、頭頂から背鰭起部にかけて 8-9 条のやや幅広い黒褐色の鞍状の横帯があり、尾柄部にも背面から腹面にかけて同色の横帯がある。体側皮褶より下方の頭洞腹面は銀青白色である。尾鰭と背鰭には黒色素胞と橙色素胞とが分布し、尾鰭は橙色を呈する。臀鰭には色素胞はない。遊泳中の稚魚は、肉眼では淡橙色に見える。

ふ化後 54 日の稚魚 (Fig. 1O, P) は、全長 29.0 mm (平均 26.20 ± 2.02 mm) で、背面の地色は淡橙緑色、吻部、両眼間、後頭部、項部、胸鰭直後及び背鰭基底前方の背面に 9 条のやや幅広い横帯があり、背鰭基底周辺、尾柄部背面にも大きな黒褐色斑がある。尾鰭には黒色素胞と橙色素胞が発達して橙色を呈し、背鰭にも両色素胞があるが、臀鰭には色素胞はない。

ふ化後 72 日、全長 37.8 mm (平均 35.17 ± 2.21 mm) の

稚魚では、背面の黒褐色横帯はそれぞれ前後方向に分断し、互に網目状の連絡のある複雑な模様となり、それらの間から淡橙色の地色がのぞいている。頭部の黒褐色横帯は胴部に比較してさらに細かく分断され、頭部では淡橙色の円形の小斑紋が多数ちりばめられている。

ふ化後 91 日、全長 45.4 mm (平均 42.95 ± 2.52 mm) の稚魚では、背面の横帯は消滅し、黒褐色斑紋はそれぞれの大きさを増し、斑紋間の間隔が広がり、体側では斑紋が前後につながるものもある。また、背鰭基底の大黒褐色斑と鰭条部との境界には、2, 3 個の白色の大型円点が出現している。

ふ化後 202 日の稚魚 (Fig. 2A, B) は全長 75.6 mm で、背面の黒褐色斑紋は黒青褐色のくもがたまだら状の斑紋 (内田, 1930) となり、淡青黄色の地色は、斑紋と斑紋との間にむすび目のある縄のように取り残されている。背鰭基底の黒青褐色斑と鰭条との境界の白色円点は、数がふえてつながり、白色帯を形成している。

ふ化後 332 日の稚魚 (Fig. 2C, D) は、全長 99.2 mm (平均 91.70 ± 10.20 mm) で、背面及び体側の黒青褐色斑紋は広がって、前述の縄の部分の覆い、淡青黄色の円点

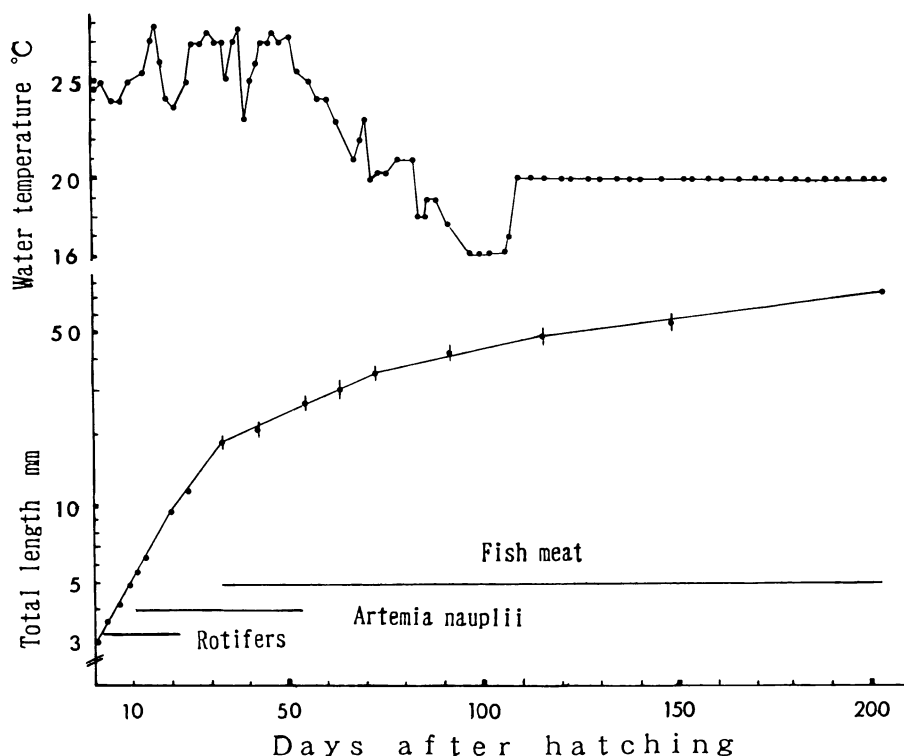


Fig. 3. Changes in total length, diets and water temperature during rearing experiment of *Takifugu exascurus* from July 15, 1986 to February 2, 1987.

だけが残されている。しかし、まだ背面の円点は大きく、体色も黒青褐色で、成魚 (Fig. 2E, F) のような暗青緑色の体色に、背面の青白色の小円点や小棒状の斑紋や、体側の流線状及び波状を呈した特徴のある模様は出現していない。

飼育と成長 Fig. 3 に餌料系列、飼育水温と全長による成長を示した。ワムシ、アルテミア幼生、魚介肉ミンチを Fig. 3 の系列によって投与したが、いずれの餌料についてもよく餌付きした。ムシフグの仔稚魚は、夏の 27-28°C の高温時にも摂餌の低下や健康の異常は認められなかったが、10月に水温が 18-19°C に低下すると摂餌が劣えたので、11月以後冬期間は熱帯魚用の投込みヒーターを用いて水温をほぼ 20°C に保った。

ゆ合歯の形成は、ふ化後 13 日、平均全長 6.4 mm ですすでに始まっており、各鱗に鱗条が出現した脊索上屈期に、とも食いが始まり、成長の遅れた 5 mm 以下の仔魚が多数咬み殺されるか、尾鱗の損傷を受けた。仔魚の約 1/2 を間引いて密度を下げ、とも食いを防いだが、ふ化後 20 日過ぎに再びとも食いが起り、一部の稚魚では尾鱗の

破損と成長の停滞が生じた。

Fig. 3 に片対数グラフを用いて、ふ化直後から 202 日までの全長の成長を示したが、ふ化後 19 日平均全長 9.6 mm、同 33 日 18.5 mm、同 42 日 20.3 mm、同 72 日 35.2 mm、同 115 日 49.8 mm の各点に変曲点が認められた。そこで、成長曲線を、全長を y (mm)、ふ化後日数を x として、ふ化後 19 日まで (y_1)、19 日から 33 日まで (y_2)、33 日から 72 日まで (y_3)、72 日から 115 日まで (y_4)、115 日から 202 日まで (y_5) の 5 区間に分けて、各区間の成長実験式を求めた。

$$y_1 = 2.9420 \cdot 1.0639^x \quad 0 \leq x \leq 19 \quad (r=0.998)$$

$$y_2 = 4.0286 \cdot 1.0464^x \quad 19 \leq x \leq 33 \quad (r=0.998)$$

$$y_3 = 9.8854 \cdot 1.0180^x \quad 33 \leq x \leq 72 \quad (r=0.996)$$

$$y_4 = 20.1555 \cdot 1.0080^x \quad 72 \leq x \leq 115 \quad (r=0.998)$$

$$y_5 = 28.0610 \cdot 1.0049^x \quad 115 \leq x \leq 202 \quad (r=0.995)$$

y_1 は仔魚期、 y_2 はほとんどアルテミア単独で飼育した稚魚初期、 y_3 は魚介肉に餌付き後の稚魚期(盛夏)、 y_4 は 9 月下旬から 11 月始めまでの水温が 21°C から 16°C への下降期、 y_5 は 11 月以降 2 月まで電熱ヒーターにより

水温をほぼ 20°C に保った期間の成長である。

卵、仔稚魚の特性 本種の卵の特徴は、卵黄が鮮明な橙色であり、卵径が 1.24 ± 0.04 mm とトラフグ属 *Takifugu* 中では比較的大きく、卵膜が発生中も終始透明である。佐渡島相川町海域で本種と同一時期に産卵するフグ類には、クサフグ *Takifugu niphobles* (Jordan et Snyder) 6月上旬-7月下旬 (Honma et al., 1980) と筆者らの今回の調査中に明らかになったゴマフグ *T. stictonotus* (Temminck et Schlegel) 6月上旬-7月中旬があるが、3者の卵は卵黄の色、卵径、発生中に出現する色素胞によって識別できる (藤田, 1962; 藤田, 1988)。ふ化直後から後期仔魚初期の本種仔魚には、吻部から頭頂、胴部背面にほぼ連続して黒色素胞が発達し、尾部中央部には鞍状の黒、赤橙色素胞の横帯がある。全長 45 mm 以後の稚魚では、背鰭基底部の大黒褐色斑と背鰭鰭条部との境界に数個の白色円点又は白色帯がある。

引用文献

- Abe, T. 1949. Taxonomic studies on the puffers (Tetraodontidae, Teleostei) from Japan and adjacent regions-V. Synopsis of the puffers from Japan and adjacent regions. Bull. Biogeogr. Soc. Japan, 14(13): 89-140.
- 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. 長崎県水産試験場論文集, 第2集. 121 pp., pls. 1-40.
- 藤田矢郎. 1988. フグ科. 冲山宗雄編, 日本産稚魚図鑑, pp. 979-989. 東海大学出版会, 東京.
- 藤田矢郎・篠原政明. 1986. アカメフグの卵発生と飼育による仔稚の形態. 魚類学雑誌, 33(2): 186-194.
- Honma, Y. and T. Kitami. 1980. A list of the fishes found in the vicinity of Sado Marine Biological Station-VI. Ann. Rep. Sado Mar. Biol. Stat. Niigata Univ., (10): 27-47.
- Honma, Y., T. Ozawa and A. Chiba. 1980. Maturation and spawning behavior of the puffer, *Fugu niphobles*, occurring on the coast of Sado Island in the Sea of Japan. (a preliminary report). Japan. J. Ichthyol., 27(2): 129-138.
- 片山昭男・富田靖男. 1981. 三重県の魚類相. 三重県立博物館研究報告. 自然科学, (3): 1-110.
- 松浦啓一・新井良一. 1984. 飛島の海産魚類. 国立科学博物館専報, (17): 163-170.
- 内田恵太郎. 1930. 魚類, 円口類, 頭索類. 118 pp., 1 pl. 岩波生物学講座, 第3回配本. 岩波書店, 東京.

(Received November 29, 1990; accepted May 17, 1991)