

キタマクラの水槽内産卵と卵発生・仔魚

荒井 寛・藤田 矢郎

Spawning Behavior and Early Life History of the Sharpnose Puffer, *Canthigaster rivulata*, in the Aquarium

Hiroshi Arai and Shiro Fujita

(Received October 9, 1987)

Specimens of *Canthigaster rivulata* (Temminck et Schlegel) were collected from Kominato and Hayama, central Japan, from May, 1985 to October, 1986. On the basis of the gonadosomatic index, gonadal histology and results of artificial fertilization of these specimens, the spawning season is considered to extend from late June to mid-September. The specimens exhibited the following dimorphic differences associated with sex: 1) The male is larger than the female. 2) Ventral side of the body is brownish orange in the male with vermiculated or reticulated patterns of bright violet, while it is white in the female. 3) The male has a well-developed skin fold along the mid-dorsal and mid-ventral lines, which is greatly elevated during courtship; whereas the female's skin folds are not or slightly developed and conspicuous only during courtship. In an aquarium with the water temperatures of 22 to 26°C, a pair of fish spawned every four days late in the morning for three consecutive months. Courtship and spawning occurred in a pair. The male swam in front of the female, and elevated the skin folds both dorsally and ventrally, fully spreading the unpaired fins, with the ventral side of the body flashing bright blue and the dorsal side turning dark. Both fish swam in a circular fashion, elevating the skin folds. The male followed the female nudging her abdomen with his snout. Both fish turned upward, and released gametes. The eggs are spherical, 0.53–0.73 mm in diameter, demersal, adhesive, transparent, and pale yellowish orange in color, and contain a cross-shaped or asteroid cluster of oil globules. The egg membrane was thick and consisted of about 14 concentric layers. The incubation period ranged from 73.5 hours at 28.2–28.5°C to 145.0 hours at 22.1–22.4°C. The newly hatched larvae were 1.38–1.98 mm in total length (TL) with 8+11–13=19–21 myomeres. The yolk was absorbed when the larvae attained 1.49–2.22 mm TL, three days after hatching. The larvae were fed on oyster larvae, blue mussel larvae, sea-urchin larvae and rotifers, but all of them died in 16 days. During the embryonic and early larval stages, the only pigment cells that appeared on the body were the black chromatophores.

(HA: Ueno Zoo Aquarium, Ueno Zoological Gardens, Ueno Park, Taito-ku, Tokyo 110, Japan; SF: Ichthyological Laboratory, Tokyo University of Fisheries, 5-7, Konan-4, Minato-ku, Tokyo 108, Japan)

キタマクラ *Canthigaster rivulata* (Temminck et Schlegel) はフグ科 Tetraodontidae の小型フグで、茨城県酒沼 (戸澤・中澤, 1955) および対馬 (新井・阿部, 1970) 以南の日本沿岸, インド・西太平洋域に分布し, 沿岸の浅海岩礁域に多く生息するが, 水深 200–230 m の深所からも報告されている (松浦, 1985)。本種の生活史については未受精卵の記載 (藤田, 1962) があるだけで, 殆ど知られていない。筆者らは 1985–1986 年に, 房総半島および

三浦半島で標本の採集, 人工授精を行ない, 飼育水槽中で産卵させることができたので, 二次性徴, 組織切片による生殖腺の季節変化, 産卵習性, 卵発生および仔魚の形態について報告する。

材料と方法

潜水調査と採集 1985年5月–1986年10月に, 原則として毎月1回, 千葉県小湊と神奈川県葉山 (Fig. 1) に

において、水深 19 m 以浅の岩礁帯、転石帯、ガラモ場、カジメ場および砂質海底で、スキューバまたはスノーケル潜水による生態観察、手網による標本採集を行い、水深 5 m 付近での水温を測定した (Fig. 2)。

標本の固定と測定、生殖腺成熟度指数 小湊で 608 尾、葉山で 197 尾のキタマクラを採集し、10% ホルマリンで固定した。全個体の体長、体重 (BW)、生殖腺重量 (GW) を測定し、生殖腺成熟度指数 GSI ($GW \times 100 / BW$) を求めた。

生殖腺組織切片の作成 小湊で 1985 年 6 月-1986 年 1 月に採集した体長 46.2-114.8 mm の雄 26 個体、体長 24.5-80.0 mm の雌 17 個体、葉山で 1985 年 7-12 月に採集した体長 65.7-116.9 mm の雄 8 個体、体長 42.0-93.2 mm の雌 7 個体、合計 58 個体の生殖腺を、パラフィン法により 5-7 μm の横断切片とし、ヘマトキシリン・エオシンの二重染色を施し、顕微鏡下で組織像を観察した。

人工授精 人工授精を 1985 年 7 月に 3 回、1986 年 8-9 月に 5 回行った (Table 1)。用いた親魚は、採集直後のもの、千葉大学理学部附属海洋生物環境解析施設小湊実験場で採集後 1-2 日飼育したものおよび採集後東京水産大学に輸送して 2-9 日飼育したもので、雄は体長 82.3-123.3 mm の 11 尾、雌は体長 60.0-91.7 mm の 18 尾であった。人工授精に際し、精巣は小さく精子の量が少ないので、予め切り出し、すりつぶして用いた。

親魚の飼育 1985 年 12 月-1987 年 2 月に、親魚の飼育を東京水産大学実験室で行った。飼育槽には 60×30×36 cm の水槽を用い、各水槽に同型的水槽を付設して置き、それを汜過槽として海水を循環させた。飼育親魚は 1985 年 12 月-1986 年 7 月に小湊と葉山で採集したもので、人工授精に用いたものとは別に、途中で斃死したものも含めて雄 5 尾、雌 11 尾であった。雄は同一水槽内に 2 尾以上収容すると激しく争うので、各水槽に 1 尾

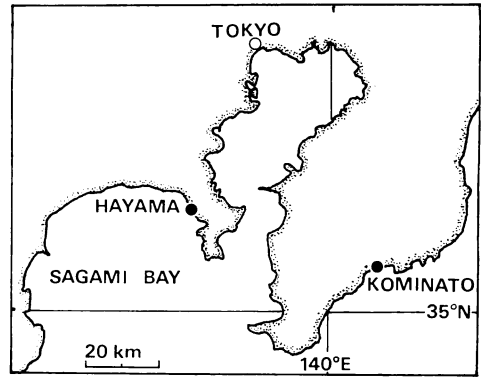


Fig. 1. Map of study area.

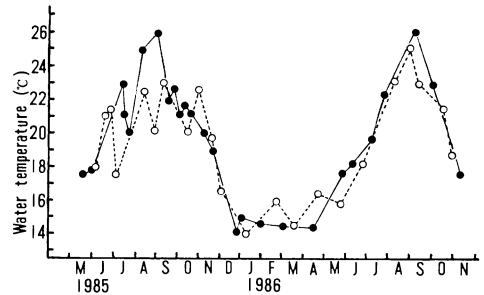


Fig. 2. Water temperature at five meters deep. Open circles, Kominato; solid circles, Hayama.

ずつ収容した。1986 年 10 月には、産卵間隔と産卵数を正確に知るために、産卵している雌雄一対を 1 つの水槽に収容した。水温は、夏季には室温に放置し、秋～春期にはヒーターとサーモスタットで調節した。1985 年 12 月-1986 年 4 月は 16-20°C、5-7 月は 20-25°C、8-11 月は 24-29°C、12 月-1987 年 1 月は 21-24°C、2 月は 23-24°C であった。産卵期の終了が短日光周期によって起

Table 1. Record of artificial fertilization of *Canthigaster rivulata*. K, Kominato; H, Hayama; N, number of specimens.

Date and location of fish collection	Date of fertilization	Female SL (mm)	N	Male SL (mm)	N	Egg diameter (mm)
Jun. 26, Jul. 3 1985 K	Jul. 5	67.9, 74.1	2	82.9	1	0.65-0.69
Jul. 12 1985 H	Jul. 12	68.6-77.4	4	91.7, 123.3	2	0.63-0.69
Jul. 15 1985 H	Jul. 15	66.9	1	123.0	1	—
Aug. 7 1986 K	Aug. 8	64.5	1	93.8, 110.8	2	0.62-0.64
Aug. 7-9 1986 K	Aug. 9	61.9-76.8	5	97.3, 101.8	2	0.61-0.64
Sep. 2 1986 K	Sep. 3	70.2	1	82.3	1	0.55-0.58
Sep. 9-10 1986 K	Sep. 11	77.9	1	108.8	1	0.55-0.59
Sep. 10-11 1986 K	Sep. 15	66.0-75.3	3	114.5	1	0.58-0.61

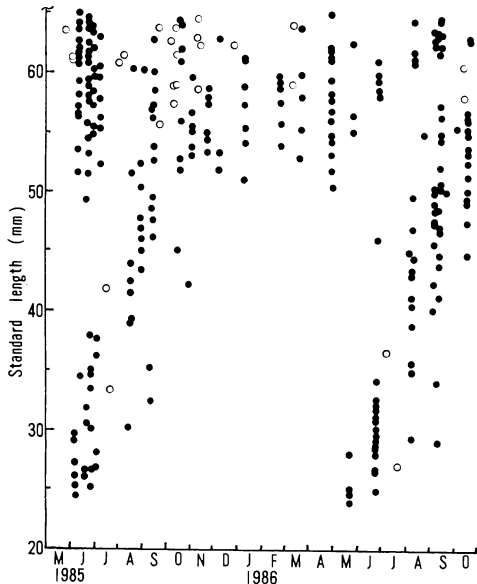


Fig. 3. Standard length composition of *Canthigaster rivulata*. Specimens over 65 mm SL were omitted. Solid circles, Kominato; open circles, Hayama.

こることを想定し、産卵を継続させるために、実験室の消燈時刻を 1986 年 8 月中旬以後は 19:30, 9 月下旬からは 20:30 とし、明期 13 時間以上を維持した。餌はアサリ、イカ、ゴカイなどを投与した。

産卵行動の観察と産卵時刻 産卵行動前および行動中の親魚は、きわめて敏感で、人の気配で行動を中止することが多いので、やや離れた所から静かに観察する必要があった。観察開始前に産卵が終り、水槽底に卵が発見された場合は、卵の発生段階と水温から産卵時刻を推定した。

卵の管理と仔魚の飼育 受精卵は底面直径 11 cm, 高さ 23 cm の瓶に海水とともに入れ、エアポンプを用いた通気により、水中で浮動している状態に維持した。孵化仔魚は底面直径 35 cm, 高さ 30 cm のパンライト水槽あるいは 60×30×36 cm の水槽に収容し、エアレーションだけの止水飼育または親魚と同様の循環ろ過により飼育した。飼育水温は 22.0-28.5°C で、適宜海水を交換し、餌料には人工授精によって得たムラサキガイ、マガキ、ムラサキウニの卵・幼生、シオミズツボワムシを与えた。

卵、仔魚の観察と測定 卵、仔魚の観察、測定は MS 222 で麻酔して生時に行った。作画には描画装置を使用した。

結 果

潜水観察 キタマクラは、水深 3-4 m 以深の岩礁帯に多く生息しており、性、体長、季節に関係なく、基本的に単独で活動し、群れ行動をとることはなかった。トラフ属 *Takifugu* 魚類には砂中に埋没する習性を持つものが知られているが(藤田, 1962; 片山・藤田, 1966; 小林ほか, 1978), キタマクラでは海中においても、飼育水槽内においても埋没習性は全くみられなかった。

体長組成 1985 年 5 月-1986 年 10 月に採集した体長 65 mm 以下 (65 mm 以上は省略) の個体の体長組成を Fig. 3 に示した。採集した最小個体は体長 24.0 mm, 全長 31.8 mm であった。両年とも体長 28 mm 以下の小型魚が出現したのは 5 月下旬-7 月下旬で、その期間には体長 50 mm 以下と以上の 2 群が認められるが、9 月に両者は連続し、11 月-翌年 5 月下旬までの低水温期 (Fig. 2) には、体長 50 mm 以下の個体は採集されなかった。

体長、性による色彩の変異 キタマクラの色彩は、大きさと雌雄の違いによって顕著に異なるが、魚体腹面の色彩により次の 3 つの型に分けた。A 型 (Fig. 4A): 体側に 2 条の明瞭な暗褐色縦帯があり、これより下方の腹面は白い。腹中線にある皮褶上の淡青紫色線を除いて斑紋はない。B 型 (Fig. 4B): 体側縦帯より下方の腹部は、白色ないし淡橙褐色で、腹部下面には不規則なうすい斑紋がある。腹中線皮褶は淡青紫色。C 型 (Fig. 4C): 頭部腹面は鮮やかな藍紫色で、後方に向かって点状に連なる多数列の橙色の小円斑がある。胴部腹面は橙褐色で、藍紫色の点状あるいは線状斑紋がある。腹中線皮褶はよく発達し鮮やかな藍紫色である。臀鰭基底から尾柄部側面には藍紫色の複雑な線状斑紋がある。

小湊および葉山で採集された体長 24.0-134.3 mm の 800 個体を、雌雄別に A, B, C の色彩型に分けた (Fig. 5)。雌 397 個体のうち、A 型は 345 個体で、体長 24.5-98.3, 平均 62.2 mm, B 型は 52 個体で、体長 62.8-90.9, 平均 78.3 mm であった。雄 403 個体のうち、A 型は 121 個体で、体長 24.7-75.5, 平均 51.2 mm, B 型は 108 個体で、体長 58.0-94.0, 平均 73.9 mm, C 型は 174 個体で、体長 63.6-134.3, 平均 97.0 mm であった。雄は色彩が A 型~B 型~C 型と変り、体長 100 mm 以上に成長するのに対し、雌は成長しても多くは A 型のままで、一部 B 型に変るものがあるが、C 型になるものはなく、体長は 100 mm 以下である。また、背腹の正中線にある皮褶は、C 型雄では顕著に発達するが、A・B 型では雌雄ともにその隆起は小さい。C 型雄の色彩、体の大型化、

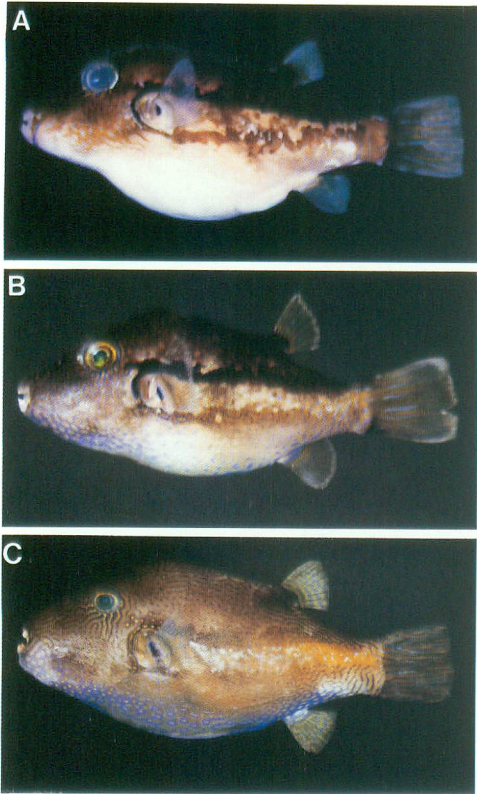


Fig. 4. Three color patterns of *Canthigaster rivulata*. A, female, 98.3 mm SL; B, male, 58.0 mm SL; C, male, 134.3 mm SL.

正中線皮褶の顕著な発達は、本種の二次性徴である。

生殖腺の形態、組織像、GSI の年周変化と産卵期 卵巣の外見は、成熟したものは大きく卵形で、未発達または退縮しているものでも幅広い。精巣は成熟未成熟に拘わらず細長く紐状である。従って、精巣と卵巣とは、体長、季節に関係なく外見によって区別できる。

小湊では 5-7 月に出現する小型魚 (体長 50 mm 以下) を除いた雌の生殖腺成熟度指数 (GSI) は 6 月上旬-7 月上旬にかけて急増し、高いレベルが 9 月中旬まで維持され、9 月下旬に急減し、10 月中旬から翌 5 月までは低いレベルで推移する。雄の場合は、精巣が非常に小さく、成熟しても大きな重量の変化がないため、GSI の年周変化は雌ほど明瞭ではない (Fig. 6)。

組織切片をみると、1985 年 6 月上旬の卵巣は、成熟段階の異なるいくつかの卵母細胞群からなり、胚胞移動期までの卵巣卵が認められた (Fig. 7A)。6 月下旬には、成熟期の卵巣卵がみられ、7 月になると、成熟期の卵巣卵とともに排卵痕 (Fig. 7B) がみられた。9 月中旬には、

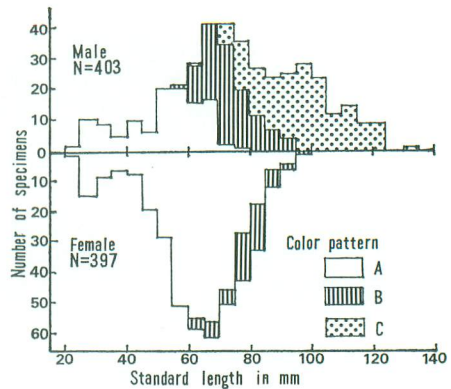


Fig. 5. Size and color distribution as related to sex of *Canthigaster rivulata*. For color patterns, see Fig. 4.

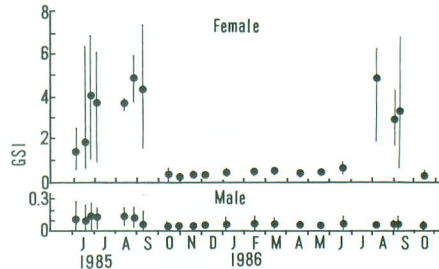


Fig. 6. Seasonal change of the gonado-somatic index of *Canthigaster rivulata* collected at Kominato. These results were obtained from specimens over 50 mm SL. Vertical bars, range; circles, mean.

標本の中に退行変性卵が認められるものがあつた (Fig. 7C)。10 月中旬から翌年 1 月の卵巣では、染色仁期と周辺仁期の卵巣卵だけが認められた (Fig. 7D)。精巣では、6-9 月には、小葉内に精原細胞、精母細胞、精細胞、精子といったさまざまな成熟段階の生殖細胞群が同時に認められた (Fig. 7E)。10 月中旬から翌年 1 月では、小葉内に精母細胞、精細胞は認められなかったが、輸精管に大量の精子がみられるものがあつた (Fig. 7F)。

天然の産卵期は、卵巣の GSI と組織像の年周変化、採集個体から完熟卵が得られた時期から、6 月下旬-9 月中旬と考えられる。

産卵 水槽内において、1986 年 7 月 23 日-1987 年 1 月 10 日に、産卵が繰り返して観察された。この間、水温は 22-29°C、日長は 13-14L、11-10D であつた。ただし、日長が産卵に影響したかどうかは不明である。7 月 23 日-9 月 23 日に 18 回産卵したが、水槽内には雌を 2-3 尾収容していた。10 月以後は雌雄各 1 尾を収容し、

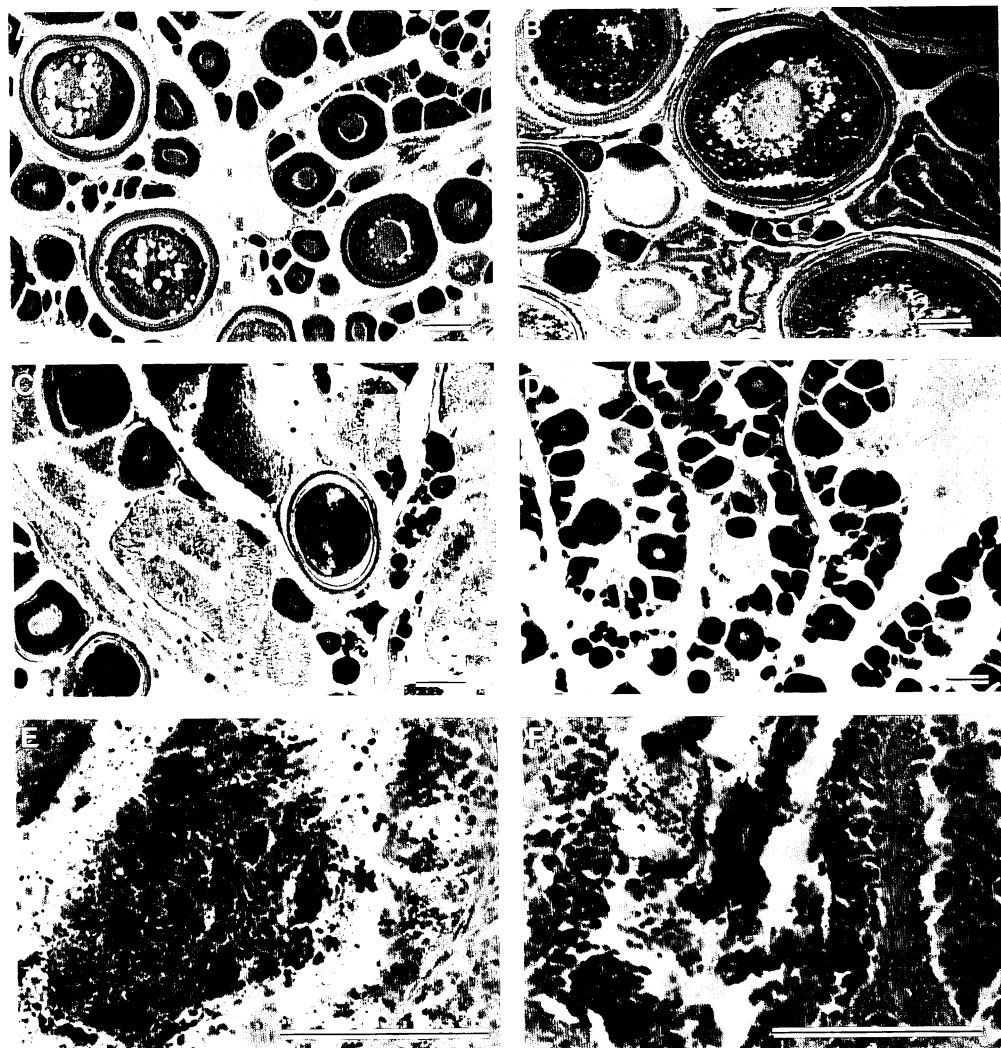


Fig. 7. Cross sections of the gonads of *Canthigaster rivulata*. Hematoxylin-eosin stain. Scale bars indicate 100 μ m. A, ovary from specimen, 53.4 mm SL, collected on June 6, 1985 at Kominato, showing the oocytes in migrating nucleus stage; B, ovary from specimen, 68.6 mm SL, collected on July 12, 1985 at Hayama, showing the ovulation scars; C, ovary from specimen, 74.9 mm SL, collected on September 26, 1985 at Hayama, showing the atretic oocytes; D, ovary from specimen, 74.6 mm SL, collected on December 4, 1985 at Kominato, showing the yolkless phase; E, testis from specimen, 116.9 mm SL, collected on September 26, 1985 at Hayama, showing the cell cysts in various stages of spermatogenesis; F, testis from specimen, 114.8 mm SL, collected on January 7, 1986 at Kominato, showing the spermatogonia and remaining spermatozoa.

19回産卵した。自然環境でも1雌個体が多数回産卵するものと考えられる。

産卵の1-2時間前になると、雄の動作は活発になり、次のような求愛行動が繰り返された。雄は雌の前で、体側を誇示するように背腹正中線の皮褶および垂直鱗を拡げる。このとき、拡げた腹中線皮褶の藍紫色部は鮮やか

になり、背部の色彩は暗茶褐色に変化する (Fig. 8A)。雄の体側誇示に対して雌は、逃げる場合と、体側を誇示する場合があった。後者の場合は、互いに体側を誇示しながら、相手の尾を追うように2-3回旋回する (Fig. 8B)。体側を誇示しているときの雌は、通常は目立たない皮褶を拡げており、白い腹部以外を一様に淡褐色に変化させ、

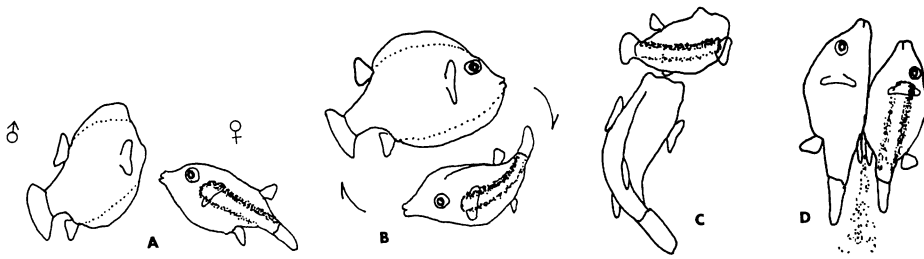


Fig. 8. Courtship and spawning behavior of *Canthigaster rivulata* in the tank. A, the male displays the lateral side of the body, elevating the skin fold along the dorsal and ventral midlines, fully spreading the unpaired fins, with the ventral side of the body flashing bright blue and the dorsal side turning dark in front of the female; B, both fish swim in a circular fashion, elevating the skin folds; C, the male follows the female, nudging her abdomen; D, both fish release the gametes, with abdomens facing each other.

体側の2暗褐色縦帯が不明瞭になる。旋回行動の後、普段の色彩、形態に戻ると、雄が雌の腹部を吻でつつきながらゆっくりと泳ぎ (Fig. 8C)、雌が体を上に向けて、雄も同じ体位をとり、互いに腹部を押し付けるようにして静止し、放卵、放精した (Fig. 8D)。卵を水槽内に放置しておく、雌雄はそれを食べてしまい、卵保護習性を示さなかった。海中では、放卵放精は観察されなかったが、体側誇示および旋回行動は産卵期にはよくみられた。これらの行動は、C型色彩の大型雄とA型色彩の個体間でのみ観察され、常に1対であった。

産卵間隔は、雌雄1対を取容した水槽で、飼育水温22.8-26.1°Cでは、ほぼ4日であった。しかし、水温を22.8°Cから徐々に下げると産卵間隔が広くなり、21.0°Cでは産卵は停止した。引き続き10日間20.8-21.0°Cに保った後に、23.1-24.4°Cに上げて1カ月間観察を続けたが、産卵は行われず、腹部の肥大もみられなかった。受精率と孵化率は産卵間隔が広がった後も変化しなかった。

水槽内での産卵は、時刻が確認できた34回のうち、27回は9:30-12:30に、7回は14:00-17:30に行われた。産卵時のキタマクラは非常に敏感で、人の気配で産卵行動を中断することが多かった。ところが、観察期間中の実験室は、午前中に人の出入りが多かったことから、産卵が妨げられ、産卵時刻が遅れたものと推察された。また人工授精に当って排卵している個体が得られたのもすべて午前中であった。従って妨害がなければ産卵は日中の午前中に行われると考えられた。

1回の産卵数は、産卵後ただちに卵を飼育槽より回収した7回の場合に限ってみると、体長およそ75mmの雌で、およそ10,000-17,000粒、平均13,000粒であった。

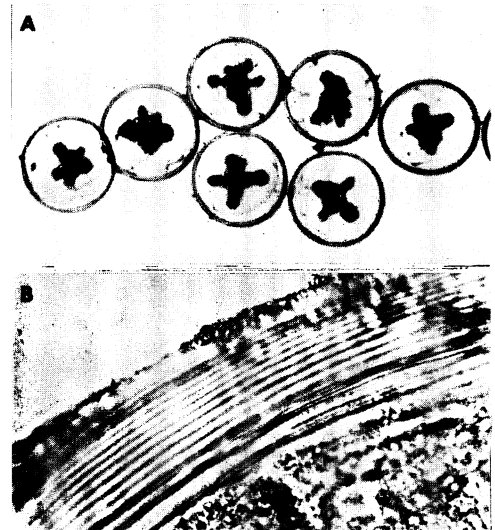


Fig. 9. The fertilized eggs of *Canthigaster rivulata*. A, shape of a cluster of oil globules; B, section of a fresh egg cut through its center, showing egg membrane structure.

熟卵 受精卵は、透明、微黄橙色の球形分離性粘着卵で、卵径0.53-0.73mm。卵黄中には無数の小油球(径0.005-0.046mm)からなる1油球塊(最大径で卵径の51.5-66.2%)があり、その形は不規則で、多くは十字あるいは星形をしている (Fig. 9A)。卵膜は約0.04-0.05mmと厚く、生時に横断面を観察したところ、約14層の同心円状構造が認められた (Fig. 9B)。

1986年10月-1987年1月に、水槽内で1尾の雌が産出した卵の大きさに変化がみられた。卵径は、10-11月の12回の産卵では0.53-0.63mm、その後、12月中旬までの3回の産卵では0.57-0.66mm、さらに翌年

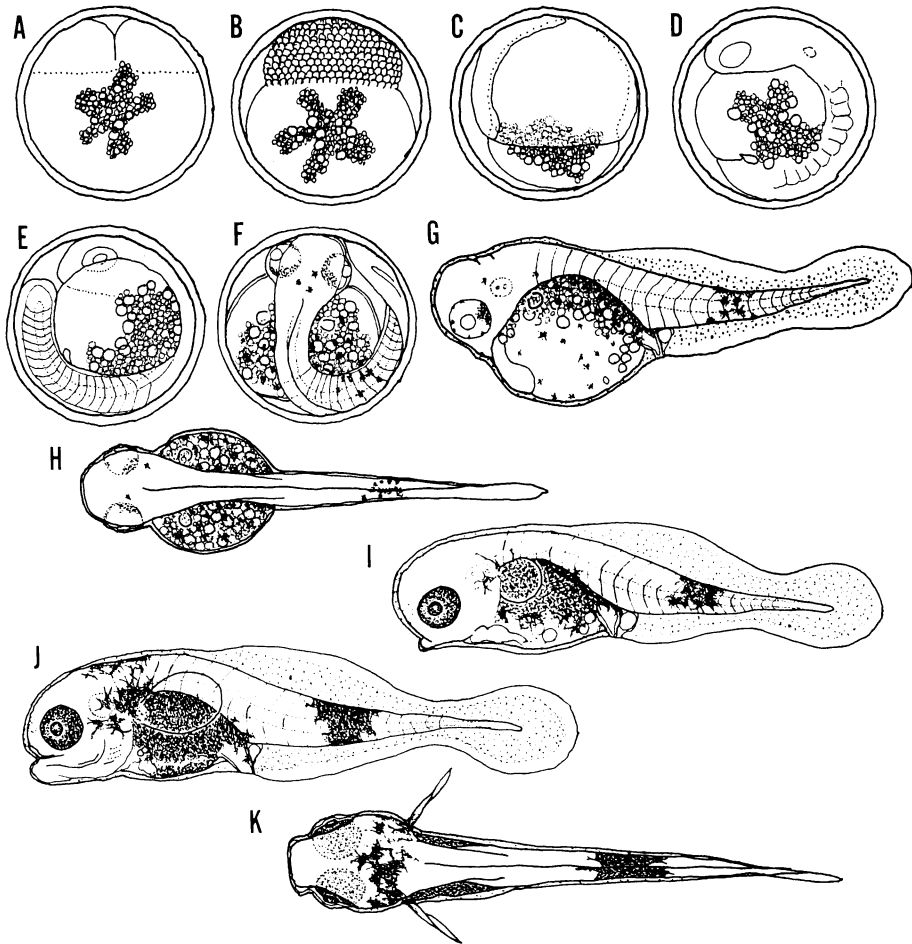


Fig. 10. Development of eggs and larvae of *Canthigaster rivulata* reared in the laboratory. A, 2 cell stage, 2 hrs after fertilization; B, morula stage, 6 hrs; C, appearance of embryo, 17.5 hrs; D, 10 myomere stage, 28 hrs; E, the position of a cluster of oil globules dorsally placed in the yolk sac, 46 hrs; F, melanophore appearance on the eye, trunk and yolk sac, 80.5 hrs; G, newly hatched larva, 1.66 mm TL; H, dorsal view of G; I, 1 day after hatching, 1.70 mm TL; J, 4 days after hatching, 1.94 mm TL; K, dorsal view of larva, 6 days after hatching, 1.93 mm TL.

1月までの4回の産卵では0.68-0.73 mmであった。それぞれの期間における水槽内の水温は24.5-26.1°C, 23.5-24.0°Cおよび21.0-23.6°Cであった。

卵発生と孵化 卵発生は、1985年7月5日の人工授精卵について述べる。卵発生水温は22.8-25.0°Cであった。受精後2時間で2細胞期 (Fig. 10A), 6時間で桑実期 (Fig. 10B), 10.5時間で胞胚期, 12.5時間で囊胚期となり, 17.5時間で胚体出現する (Fig. 10C)。25時間では眼胞が出現, 原口が閉鎖し, 2-3の筋節が数えられる。46時間で眼にレンズができ, 油球塊が卵黄内背側に固定され, 筋節19-20個が認められる (Fig. 10D)。47時間で胚体運動が認められ, 卵黄囊上に点状黒色素胞が

出現する。50時間で尾部, 後頭部に点状黒色素胞が出現する。70時間では眼の後半に黒色素胞が出現し, 0.01-0.02 mmの小油球が減少し, 0.03-0.04 mmのものが増加している。75時間で胸鰭原基が認められる。96時間で一部の卵の孵化が始まったが2-3時間で孵化は停止した。孵化しなかった卵は, さらに発生が進み, 眼全体に黒色素胞が発達し, 卵黄も吸収されて小さくなり, 受精後120時間で孵化が始まった。

受精から孵化開始までの時間は, 水温28.2-28.5°Cで73.5時間, 22.1-22.4°Cで, 145.0時間だった。同一時刻に受精した1つの卵群は, 多くの場合およそ半日おきに2-3群に分れて孵化を開始した。孵化は, 開始時

刻が確認できた 38 回のうち、18 回は 7:30-10:30 に、12 回は 18:30-21:30 に始まり、通常 2-4 時間で止まった。18:30-21:30 の場合、外光下で、徐々に暗くなるときには薄暮時、日没後も点燈していたときには消燈 1-2 時間後であった。

同一卵群で、半日あるいは 1 日遅れて孵化した仔魚は、先に孵化した仔魚が半日あるいは 1 日経過したものと形態的に区別できなかった。そこで、ここでは初めに孵化したものを孵化仔魚として記載する。

孵化仔魚 (Fig. 10G, H): 全長 1.38-1.98 mm で、孵化仔魚の全長は卵が大きいほど大きい。筋節数 8+11-13=19-21。卵黄は球形に近く、その背側に 0.01-0.06 mm、多くは 0.03-0.04 mm の小油球が多数集まっている。肛門は魚体のほぼ中央に位置するが開いていない。口が形成され始めており、眼径の 1/3 の胸鰭原基がある。眼は全長の 7.9-8.6%。魚体表面には、胸鰭および膜鰭の縁辺を除き、小顆粒が密在している。観察期間を通じて色素胞は黒色素胞だけがみられた。尾部の第 11 (稀に第 9)-15 筋節に、片側で約 10 個の点状黒色素胞が帯状または鞍状にある。眼の黒色素胞は不完全で、後半の 3-7 割は密在し、前半は周縁にそって点在している。卵黄囊上にも点状黒色素胞があり、腹面では散在し、背方では密在する。頭部前、背、側面に小型の点状黒色素胞 0-3 個が点在する。

孵化後半日: 全長 1.37-2.11 mm で、卵黄は高さが減少して長卵形となる。口はまだ開いていない。眼全体に黒色素胞が発達し、卵黄囊上の黒色素胞も数を増している。卵黄囊上と尾部の色素胞は、孵化後 2-3 時間で樹枝状に広がる。

孵化後 1 日 (Fig. 10I): 全長 1.47-2.09 mm で、卵黄は孵化時の 1/3 に縮小し、油球は 0.04 mm 前後の比較的大きいものが目立ち、その数はやや減少している。胸鰭原基は眼径とほぼ等しい。卵黄囊域は腹面を除き全体的に色素胞が発達し、背面には密在する。鰓蓋上に樹枝状の色素胞が 1-3 個出現している。尾部の鞍状あるいは帯状の色素胞は、その数を増すが範囲に変化はない。

孵化後 2 日: 全長 1.47-2.18 mm で、卵黄は僅かになり、油球は 0.05 mm 以下のものが数個から数十個となる。下顎が動き、腸に蠕動運動がみられ、肛門は開いている。内臓域には全体に黒色素胞が発達し、内部はほとんど見えない。

孵化後 3 日: 全長 1.49-2.22 mm で、卵黄はほぼ吸収され、0.01-0.03 mm の油球が数個から数十個残っている。下顎が発達して頭部はがっしりとした感じになる。腸管は回転している。頬部、後頭部にそれぞれ 1-3 個の

大型の樹枝状黒色素胞が出現している。

孵化後 4 日 (Fig. 10J): 全長 1.51-2.22 mm で、鰓蓋部および上顎が発達する。後頭部、頬部、胸鰭基底上方の大型の樹枝状黒色素胞は連絡し、胸鰭基底にも小型の樹枝状黒色素胞が 1-2 個出現している。

飼育を試みたが、多くは孵化後 7-9 日で斃死した。最も長く生存したものは孵化後 16 日であったが、成長はみられず、全長はむしろ縮小した。また、筋節数、色素胞などに変化はみられなかった。

孵化仔魚の飼育 人工授精および水槽内産卵から得られた孵化仔魚の飼育を試みた。初期餌料として与えたマガキ、ムラサキイガイ、ムラサキウニの受精卵・幼生 (46-65 μ m, 62-94 μ m, 70- \geq 100 μ m)、シオミズツボワムシ (100-270 μ m) のうち、シオミズツボワムシ以外はすべて摂餌した。特にムラサキウニの場合では、腹部が膨らむほど食べたが、外部形態での成長は認められなかった。無給餌の場合と比較すると、生存日数は最高 7 日延び、最も長く生存したもので孵化後 16 日だった。

論 議

小湊および葉山に出現する小型魚 小湊および葉山における体長 24-28 mm (全長 32-39 mm) の小型魚の出現期と産卵期の関係を見ると、小型魚は産卵期 (6 月下旬-9 月中旬) が始まる前である 5 月下旬に出現し始め、終了する前に出現しなくなる (Fig. 3)。小湊および葉山では、熟卵を持つ親魚が採集され、また海中で求愛行動が多数観察されたことから、産卵が行われていると考えられた。そこで、5 月下旬の小型魚は、前年本海域で産卵され、11-4 月の低水温期 (Fig. 2) には成長が停滞し、越冬して出現したもの、あるいは水温の高い南方水域で同年の早期に産卵され、海流で運ばれて 5 月に本海域に出現したものであると想定される。しかし、今回の調査ではこれらが当歳魚か満 1 歳魚かを決定する資料は得られなかった。

雌雄同体の疑いについて Kobayashi (1986) は、フグ目魚類に雌雄同体現象の報告はないが *Canthigaster punctatissima* について組織学的に検討中であると述べている。キタマクラの生殖腺について、800 個体の外見および 58 個体の組織像の観察からは、両性生殖腺は認められず、本種は雌雄異体であると考えられた。

二次性徴 海産フグ科魚類において二次性徴は、サブフグ属 *Lagocephalus* とトラフグ属 *Takifugu* のフグでは全くみられないが、キタマクラでは体色、体長、背腹正中線上の皮褶に発現する。

産卵 水槽中では、産卵は、日中の午前中に、雌雄 1

対で行い、1尾の雌が、水温 22.8-26.1°C ではほぼ 4 日間隔で繰り返し産卵した。天然の産卵も、水中で 1 対 1 の求愛行動が観察されたことから、クサフグ *Takifugu niphobles* (Uno, 1955; 藤田, 1962; 片山ほか, 1964; 片山・藤田, 1967; 野崎ほか, 1976; 林, 1977; 堤ほか, 1978; 小林ほか, 1978; 鈴鹿・磯貝, 1979; Honma et al., 1980), ヒガフグ *T. pardalis* (藤田, 1962) などで観察されている群集産卵は行われたいのではないかと推察される。淡水産のフグ類では卵保護習性があるものも知られているが(藤田, 1962; Breder and Rosen, 1966; Leis, 1984), キタマクラでは、水槽内で産卵後の雌雄が卵を食べ、海中でも卵保護をしていると思われるような行動は観察されず、卵保護習性はないものと推察された。

卵, 仔魚の形態的特徴 キタマクラの卵の特徴として、卵径 0.53-0.73 mm で、既知のフグ科魚類の卵(卵径 0.61-2.3 mm) (藤田, 1962, 1966; Roberts, 1982; Leis, 1984; 藤田・篠原, 1986) の中で、最も小型であること。油球塊が星型や十字型であること。卵膜は厚く、約 14 層の同心円状構造が認められることがあげられる。また、胚および仔魚に色素胞以外の色素胞が出現しないことも特徴である。

謝 辞

英文校閲の労をおとり頂いた東京水産大学教授多紀保彦博士、ならびに施設の使用をお許し下さった千葉大学理学部附属海洋生物環境解析施設小湊実験場の菊池慎一博士に感謝する。

引用文献

- 新井良一・阿部宗明. 1970. 対馬の海産魚類. 国立科学博物館専報, (3): 83-100, 2pls.
- Breder, C. M., Jr. and D. E. Rosen. 1966. Modes of reproduction in fishes. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. Press, New York, xv+941pp.
- 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., 40 pls.
- 藤田矢郎. 1966. サバフグの卵発生. 幼稚仔の形態および幼生飼育. 魚類学雑誌, 13(4/6): 162-168.
- 藤田矢郎・篠原政明. 1986. アカメフグの卵発生と飼育による幼稚仔の形態. 魚類学雑誌, 33(2): 186-194.
- 林 公義. 1977. 横須賀市佐島, 天神島・笠島沿岸の魚類 (II). 横須賀市博物館館報, (23): 27-32.
- 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.
- 片山正夫・藤田茂信・藤岡 豊. 1964. クサフグの生態学的研究 I. クサフグの産卵習性について. 山口大学教育学部研究論叢, 13(2): 35-44.
- 片山正夫・藤田茂信. 1966. クサフグの生態学的研究 II. クサフグの埋設習性について. 山口大学教育学部研究論叢, 15(2): 77-84.
- 片山正夫・藤田茂信. 1967. クサフグの生態学的研究 III. 山口県瀬戸内海側におけるクサフグの産卵場と産卵時刻について. 山口大学教育学部研究論叢, 16(2): 55-61.
- Kobayashi, D. R. 1986. Social organization of the spotted sharpnose puffer, *Canthigaster punctatissima* (Tetraodontidae). Env. Biol. Fish., 15(2): 141-145.
- 小林裕太・小林英司・竹井祥郎・野崎真澄. 1978. 三浦半島油壺におけるクサフグ, *Fugu niphobles* (Jordan et Snyder) の産卵について. II. 動物学雑誌, 87(1): 44-55.
- Leis, J. M. 1984. Tetraodontoidei: development. Pages 447-450 in H. G. Moser, W. J. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall and S. L. Richardson, eds. Ontogeny and systematics of fishes. American Assoc. of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publication 1.
- 松浦啓一. 1985. フグ目. 岡村収編. 沖縄舟状海盆及び周辺海域の魚類. II, pp. 624-641, 742-750. 日本水産資源保護協会, 東京.
- 野崎真澄・堤 俊夫・小林英司・竹井祥郎・市川友行・常木和日子・宮川和子・上村晴子・辰巳佳次. 1976. 三浦半島油壺におけるクサフグ, *Fugu niphobles* (Jordan et Snyder) の産卵について. I. 動物学雑誌, 85(2): 156-168.
- Roberts, T. R. 1982. The southeast Asian freshwater pufferfish genus *Chonerhinos* (Tetraodontidae) with descriptions of new species. Proc. Calif. Acad. Sci., 43(1): 1-16.
- 鈴鹿三重子・磯貝純夫. 1979. 三浦半島東京湾側におけるクサフグの産卵生態. 横須賀市博物館研究報告, (26): 57-66, 1 pl.
- 戸澤秀壽・中澤悦三. 1955. 洞沼に於ける魚類相. 茨城大学文理学部紀要(自然科学), (5): 28-34.
- 堤 俊夫・及川竹男・柳井 晋・布施悦夫. 1978. 三浦市周辺におけるクサフグ *Fugu niphobles* (Jordan et Snyder) の産卵. 京急油壺マリパーク年報, 9: 45-53.
- Uno, Y. 1955. Spawning habit and early development of a puffer, *Fugu (Torafugu) niphobles* (Jordan et Snyder). J. Tokyo Univ. Fish., 41(2): 169-183.
- (荒井: 110 台東区上野公園 9-83 恩賜上野動物園水族館; 藤田: 108 港区港南 4-5-7 東京水産大学魚類学教室)