

水槽内で観察されたハリセンボン *Diodon holacanthus* の
産卵習性と初期生活史*

坂本隆志・鈴木克美

Spawning Behavior and Early Life History of the Porcupine
Puffer, *Diodon holacanthus*, in Aquaria

Takashi Sakamoto and Katsumi Suzuki

(Received November 4, 1977)

The porcupine puffer, *Diodon holacanthus* Linnaeus, a well-known fish belonging to the family Diodontidae, inhabits the warm seas all over the world. However, both the behavior and life history of the puffer and its allies are virtually unknown. The present paper deals with the spawning behavior and the early life history of *D. holacanthus* based on observations at the Kanazawa Aquarium and the Marine Science Museum of Tokai University, from 1969 to 1975.

Spawning and reproduction of the puffer was first observed at the end of May when the water temperature reached approximately 24.4°C, and was observed continuously until the end of August. The parental fishes, measuring 176~259 mm (in males) and 210~231 mm (in females) in total length, were reared for one or two years since they were collected from the coasts of Wakasa Bay and Noto Peninsula, the Sea of Japan (Fig. 2, Table 1).

Every day during the spawning season, in the afternoon or early evening, one or two males approach a female who remains motionless at the bottom of the rearing tank. The males, pressing their snouts against the belly of the female, incite her with their courtship behavior. The female is then slowly pushed upward towards the surface of the water by the males. Several other males also gather around the female and help to push her upward. If the female is not ready to spawn, she deserts the males and returns to the bottom alone. After repetition of such activities, the female spawns her eggs just below the surface of the water. And the eggs are fertilized simultaneously by the males (Fig. 1). Spawning always takes place between one female and four or five males with no exception, and occurs between 20:52 and 23:25 or at night at an undetermined time (Table 1).

The fertilized eggs of *D. holacanthus* are buoyant, colorless, and spherical, measuring 1.62~1.86 mm in diameter. During egg development, a thick external membrane appears over the yolk of the eggs 45 hrs. after fertilization. The hatching takes place 103~118 hrs. after fertilization when the water temperature is 24.2~25.5°C. The newly hatched larvae, measuring 2.46~2.73 mm in total length, have 12+8=20 myotomes and float belly upward just beneath the surface of the water. The larvae are covered with a thick pliable shell excluding the caudal section. Ten days after hatching, the larvae, measuring 4.86~5.94 mm in total length, form fin rays and several tubercles on the body. These tubercles contain the rudiments of the spine. The shell over the body becomes indistinct or disappears (Fig. 3).

Thirteen days after hatching, small distinct spines can be observed in the tubercles. The fry, measuring 6.04~7.94 mm in total length, sometimes puff out their bellies. Twenty-five days after hatching, fused teeth and large irregular black speckles on the dorsal side are visible in fry measuring 20.3 mm in total length. Sixty-six days after hatching, the fry, measuring 46.5 mm in total length, have irregular speckles and pointed spines similar to those of the adult (Fig. 4).

The thick external membrane and pliable shell, which can be observed from 45 hrs. after fertilization to 10 days after hatching in *D. holacanthus*, closely resembles the rudiment of the shell which appear in the similar stages of the trunkfish, *Ostracion tuberculatus* (see Mito, 1962) and of the slender mola, *Ranzania laevis* (see Leis, 1977). The characteristics of the eggs and larvae of

* 東海大学海洋科学博物館研究業績 No. 44.

D. holacanthus bear no resemblance to those of the known puffers (except the slender mola, *R. laevis*) belonging to the same suborder Tetraodontoidei, but rather resemble the trunkfishes belonging to the suborder Balistoidei. These results are thought to suggest to the systematic relationships between Ostraciantidae, Diodontidae, and Molidae.

(Sakamoto: Kanazawa Aquarium, Higashimikage-machi, Kanazawa-shi, 920, Japan; Suzuki: Marine Science Museum, Tokai University, Miho, Shimizu-shi, 424, Japan)

ハリセンボン *Diodon holacanthus* Linnaeus (フグ目ハリセンボン科) は世界の暖海に分布し、長大な鋭棘が全身をおおう特異な形態によってよく知られた魚である。全長 40 cm に達するという。しかし、本種とその近縁種の生態に関する知見はまだ乏しく、本種では日本海における回遊生態の研究(西村, 1958, 1960; ほか)と採集標本に基く幼期の断片的な記載(藤田, 1962; 水戸, 1966)、近縁種では *Diodon histrix* Linnaeus の小水槽内での産卵(Wolfsheimer, 1957) および *Chiromycterus schoepfi* (Walbaum) の産卵と卵の形態(Nichols and Breder, 1927) が知られているにすぎない(Breder and Rosen, 1966; 松岡ら, 1975)。著者らは 1969, 1970, 1974 年に金沢水族館で、1974, 1975 年に東海大学海洋科学博物館で、いずれも飼育中の本種の産卵行動を繰り返し観察し、1974 年には金沢水族館で孵化後 69 日まで仔稚魚を飼育して本種の産卵習性、卵内発生、および仔稚魚の形態を明らかにすることができた。とくに本種の受精卵は分離浮性卵であり、従来の認識には重大な誤りのあること、および卵内発生後期と孵化直後の仔魚の形態がハコフグ類のそれに類似することが確かめられたので報告する。本報告の一部は 1975 年第 8 回日本魚類学会年会で口述発表された。

材料と方法

親魚の飼育環境 金沢水族館における本種親魚の飼育水槽は 2 個で表面積 1.5~1.8 m²、水深 1.3 m、容積 1.9~2.3 m³、東海大学海洋科学博物館(以下東海大学とする)のそれは 1 個で表面積 2.0 m²、水深 1.3 m、容積 2.7 m³ である。飼育水はいずれも汙過槽を通して常時循環されている。冬期は加温、夏期は冷却によって、飼育水温は金沢水族館で周年 20~26°C (Fig. 2)、東海大学で同 22~26°C に保たれている。両館とも水槽は屋内に設置されているが、金沢水族館では外光による照度の日周変化と季節変化の影響が認められ、東海大学では外光の影響は少ない。親魚の餌料には主として鮮魚貝肉を適当な大きさに切断して与えた。

産卵親魚 すべて石川・福井両県沿岸の定置網で 10~12 月に採集され、その後 7 ヶ月以上水族館で飼育された

個体である。金沢水族館における本種の産卵当時の飼育個体数は 1969 年 22 尾(うち産卵雌 4)、1970 年 18 尾(同 3)、1974 年 24 尾(同 3)であった。産卵雌は産卵ごとに別の個体で、同年内の繰り返し産卵は観察されなかったが、産卵に関与する雄は、後述のように、常に複数であり、少なくとも一部の雄は繰り返し産卵に関与した。腹部の膨らんだ雌以外の個体識別が困難であったため、飼育群の性別は明らかではない。産卵雌 合計 10 尾は全長 210~231 mm、体重 300~545 g; 産卵に関与した雄のうち計測された 20 尾は全長 176~259 mm、体重 210~600 g であった(Table 1)。東海大学の親魚は金沢水族館より産卵の 4~6 ヶ月前に分譲を受けたもので、産卵当時の飼育個体数は 1974 年 12 尾(うち産卵雌 1)、1975 年 22 尾(同 1)であった。大きさは上記とほぼ同様であった。

採卵方法 親魚が水槽内で産卵した受精卵を採集する方法と、産卵行動の経過を観察しつつ適当な時期に親魚を取上げて搾卵し人工受精を施す方法とを併用した。Table 1 の VII は後者に当る。東海大学では性腺刺激ホルモン(シナホリン, 1 尾当たり 50 家兎単位)を注射して催熟を試みたが、金沢水族館では催熟のための特別な処置は施さなかった。

受精卵と仔稚魚の飼育条件 金沢水族館では受精卵を 120 l ガラス水槽に収容し、孵化 12 日後に 150 l アクリル水槽に移して飼育を続けた。孵化後 2 日までは止水通気とし、以後エアリフトによる単独循環方式に切替えている。東海大学では受精卵を 30 l パンライト水槽に収容し、孵化仔魚を 50 l, 120 l ガラス水槽に順次移し、止水通気によって飼育した。本文に主として記述される 1974 年の金沢水族館における孵化後 69 日までの飼育例では、受精卵の飼育水温 24.2~25.5°C、仔稚魚の飼育水温 24.2~27.9°C であった。初期餌料には *Brachionus plicatilis*, *Tigriopus japonicus* nauplii, *Artemia salina* nauplii, *Tigriopus japonicus* を逐次与え、その後の成長に従って稚魚には蚊の幼虫、イトミミズ、淡水産端脚類、磨碎魚貝肉を与えた。

本報告に記載された親魚、受精卵および仔稚魚の標本は金沢水族館および東海大学海洋科学博物館に保存されている。

Table 1. Spawns of *Diodon holacanthus* in the aquarium.

Ord.	Date	Time in day	Water temperature (°C)	Parent fish						Remarks
				Number		Size and weight				
				Male	Female	Male		Female		
						TL (mm)	BW (g)	TL (mm)	BW (g)	
I	July 16, 1969	Night	24.7	?	?	?	?	?	?	Fertilized eggs were confirmed.
II	July 22	22: 19	24.4	5	1	?	?	210	362	
III	July 24	22: 07	25.2	4	1	176	227	210	344	
						191	250			
						213	463			
						227	446			
IV	July 27	22: 50	24.6	5	1	?	?	231	545	
V	July 9, 1970	Night	24.5	?	?	?	?	?	?	Fertilized eggs were confirmed.
VI	July 11	21: 50	24.7	4	1	179	210	220	300	
						186	275			
						224	320			
						248	535			
VII	July 17	21: 00	24.1	Plural	1	?	?	211	341	Female was taken out in the midst of spawning and used for count of number of eggs.
VIII	May 29, 1974	22: 10*	25.6	1*	1*	210	413 ^{a)}	219	417	*artificial insemination.
IX	June 6	23: 25	25.4	5	1	184	248	224	410	
						194	330 ^{b)}			
						210	413 ^{a)}			
						238	496 ^{c)}			^{a), b), c)} are shown the identical males between the same marks.
						259	600			
X	June 15	20: 52	24.0	4	1	194	335 ^{b)}	221	391	
						210	410 ^{a)}			
						223	363			
						238	490 ^{c)}			

結 果

産卵行動 5月以後飼育水温が 23°C 以上になると飼育中の本種に相互に追いかけあう行動が散見される。産卵の数日前には雌の下腹部が膨らみはじめ、それによって産卵雌を他の個体と識別することができる。しかしその他の個体は個体識別も性別も判定困難であった。腹の膨らみはじめた雌の行動は緩慢となり、他の個体が中層を活発に泳ぐのに対して水面直下に浮かぶことが多くなる。産卵の前日にはこの雌の腹部の膨らみは明瞭となり体色が褪せる、一方雄には産卵の前後を通じて形態及び体色の変化は殆んど認められない。

産卵当日の雌の行動は著しく緩慢になり殆んど水槽底

の一隅に静止する。この雌に対して、産卵当日の午前中または産卵日の前夜から、下記のような一連の雄の求愛行動が開始される。すなわち、まず 1~2 尾の雄が水槽底に静止する雌に寄り添い (Fig. 1, A), 雌の腹部を吻端または頭部で突き、水面に向かって雌を押し上げようとする。雌が雄に突かれながら上昇する途中、周囲の複数の雄がこれに加わり一団となって雌を水面に押し上げてゆく (Fig. 1, B)。雌は殆んど雄のなすがままになっているが、上昇の途中または水面直下に達したとき下方へ方向を転じ、同時に雄は雌の周囲から離散する。単独となった雌は再び水底に降りて静止するが、まもなく雄の求愛(追尾)行動が再開され同様な経過が繰り返される。産卵時刻が近付くにつれて雄の行動は活発となり、休止間



Fig. 1. Reproductive activity and spawning of *D. holacanthus* in the aquarium. A: Two males (right and above) approach a female (left) at the bottom and incite her with their courtship behavior. B: The female (above) is slowly pushed upward towards the surface of the water by the males. C: The female just reaches below the surface of the water, and the eggs are spawn and are fertilized simultaneously.

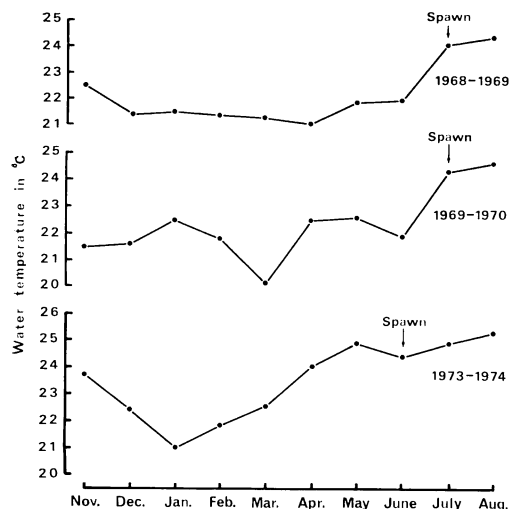


Fig. 2. Monthly change of water temperature for rearing of the parental fish of *D. holacanthus* in the Kanazawa Aquarium from the early winter to the end of summer in three years. Commencements of spawning of the puffer are shown as arrows.

隔は短く雌を押し上げてゆく速度は増大する。日没後は雄の集団は雌が水底へ向かおうとするのを許さず、水槽内中層から水面へ向かい、あるいは水面直下を水平に雌を押し運ぶ。雌の周辺からの雄の離散も殆んど認められなくなる。また雄が左右から雌の腹部をはさみつけ、あるいは水槽壁に雌を押しつける動作も観察された (Fig. 1, C)。この行動が何回か繰り返されたのち、1尾の雌と4~5尾の雄が一団となって水面で飛沫を上げながら一瞬のうちに放卵放精し水槽内は白濁する。産卵時刻は20時52分~23時25分、同一日の産卵は常に1回で、最初の産卵後2~9日間隔で次の産卵が観察されるのが通例であった。金沢水族館で産卵が確認されたのは1969年4回、1970年2回、1974年2回であったが、他に人工受精および卵数計測のために産卵行動中の親魚を取上げた例が1970、1974年に各1回あった。これら合計10産卵例はすべて別の雌によるもので、同一の雌の繰り返し産卵は認められなかった。雄については、1974年の産卵に関与した雄のうち3尾が同一個体であった。少なくとも雄の一部は繰り返し産卵に関与するのであろう (Table 1)。但し産卵行動に加わった雄のうちから放精個体を識別することはできなかった。水槽内での観察による限り、本種の産卵は月令、干満の時刻とは無関係になされるようであった (Fig. 2)。なお東海大学での観察結果では産卵間近の雌の背面が金沢水族館での観察と逆に暗色化し、こ

の点においてのみ両館での観察結果は相違する。しかしその理由は明らかではない。

生殖腺指数と産卵数 生殖腺指数 (生殖腺重量/体重 $\times 10^2$) は体重468.8gの雌で15.635、体重506.0gの雄で5.277であった。1回の産卵数は全長21.1cm、体重341.5gの雌で約32,400個であった。

初期生活史

金沢水族館における1974年5月29日に得られた人工受精卵についての観察を中心とし、同館で1969年7月22、24日に水槽内で産卵したもの、および東海大学で1974年6月15日に水槽内で産卵した例についての観察結果を付け加え記述する。

卵の形態: 受精卵は球形の分離浮性卵で卵径1.73~1.86mm (東海大学では1.62~1.75mm)、卵膜はやや厚くいくらか不透明である。卵膜表面に亀裂があるが卵黄に特殊な構造はない。卵膜腔はせまい。油球 (径0.02~0.2mm) は12~28個 (東海大学では120個に達する例があった)、円形に集まって一群となる。

卵発生: 受精1時間20分後、2細胞期 (Fig. 3, A)。4時間30分後、morula期に達する (Fig. 3, B)。16時間40分後、胚皮は卵黄の3/5をおおい胚体が形成され始める (Fig. 3, C)。21時間40分後、原口を閉じ眼胞および1~4個のKupffer氏胞出現、筋肉節3個が分化し、油球は卵黄後方 (胚体後方) に集合する (Fig. 3, D)。37時間20分後、心臓、耳囊、眼球が分化し、筋肉節は15~16個となる (Fig. 3, E)。40時間20分後、心臓の搏動が確認され、胚体尾部は卵黄から離れて時々動く。45時間後、胸鰭原基が出現、卵黄の外側に厚い膜が現われ、その内側に点状の黄色素胞が出現する (Fig. 3, F)。53時間後、上述の厚い膜の内側の胚体上に点状の黒色素胞が出現する。60時間30分後、同じく厚い膜の表面近くに点状の赤色素胞が出現する (Fig. 3, G)。80時間後、血流が確認され胚体は卵内で盛んに動き、卵は淡桃色を呈する。102時間40分後、最初の孵化が見られ、その後15時間以内に殆んどの卵が孵化した。

仔稚魚の形態と成長 飼育成績の最も良かった1974年5月29日の金沢水族館における人工受精例について述べる (Figs. 3~5)。

仔魚期: 孵化直後の仔魚は全長2.46~2.73mm、筋肉節数12+8=20、口は未だ開かず肛門は体前端から全長の約2/3の位置にある。油球は卵黄の後下部に集まり、数、大きさとも卵内発生中から殆んど変化しない。卵内発生中に観察された厚い外膜が頭胴部をおおい、尾部との境界付近は内側にくびれてハコブグ類の仔魚に似た形

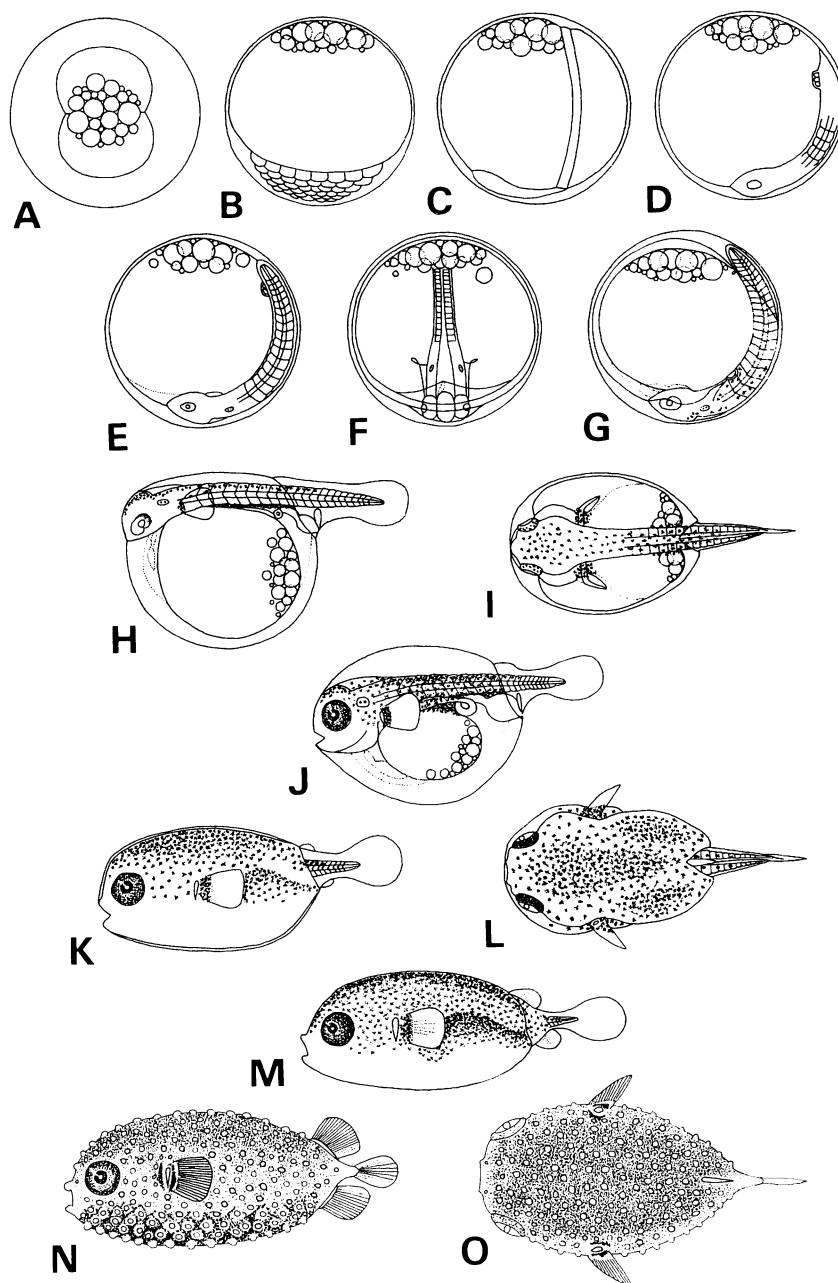


Fig. 3. Development of eggs and larvae of *D. holacanthus*. A: 2-cell stage, 1 hr. 20 min. after fertilization. B: Morula stage, 4.5 hrs. C: Formation of embryonal body, 16 hrs. 40 min. D: 3-myotome stage, appearance of Kupffer's and eye vesicles, 21 hrs. 40 min. E: 15-myotome stage, appearance of heart, ear vesicle, and lens, 37 hrs. 20 min. F: Thick external membrane appears over the yolk, 45 hrs. G: Erythrophores appear on the embryonal body, 60 hrs. 30 min. H: Larva, just hatched out, 2.64 mm in total length, 102 hrs. 40 min. I: Dorsal view of the larva H. J: Larva, covered with a thick pliable shell excluding the caudal section, 2.70 mm in total length, 24 hrs. after hatching. K: Larva, 2.74 mm in total length, 2.5 days after hatching. L: Dorsal view of the larva K. M: Larva, 3.24 mm in total length, 6 days after hatching. N: Post-larva, forms fin rays (P. 22, D. 13, A. 12) and several tubercles on the body, 5.40 mm in total length, 10 days after hatching. The pliable shell over the body becomes indistinct. O: Dorsal view of the post-larva N.

態となる。しかし本種では頭胴部と尾部の表皮は互いに連続し、柔軟かつ伸縮性がある、頭胴部と尾部との間に組織的な相違があるようには思えない。黄色素胞は頭胴部の外膜内側に、赤色素胞は胸鰭と膜状尾鰭を含む体全表面に、それぞれほぼ均等に分布する。仔魚は腹部を上にして水面下に浮かぶ (Fig. 3, H, I).

孵化 24 時間後、全長 2.55~2.73 mm, 口と肛門は開き眼は黒化する。赤色および黄色素胞には殆んど変化はないが、黒色素胞は頭部、消化管、および卵黄の各背面で著しく発達しその数を増す。但し黒色素胞の発達程度に

は個体差があって、そのために仔魚の体色には黒から灰白色までの変異が認められる。仔魚は正常姿勢で水面下に浮かび、ときに胸鰭、膜状尾鰭を動かして泳ぐ (Fig. 3, J).

孵化 2.5 日後、全長 2.70~2.92 mm, 油球を残して卵黄を殆んど吸収し尽す。膜鰭状であった尾鰭が機能的となり、背鰭の分化が始まる。黒色素胞は体背面でさらに発達して漆黒化する。とくに消化管背面の黒化が著しい。赤色素胞は孵化時と変わらず全体表に分布するが、黄色素胞は頭胴部の厚い外膜内側で互いに連結し、頭胴部腹側

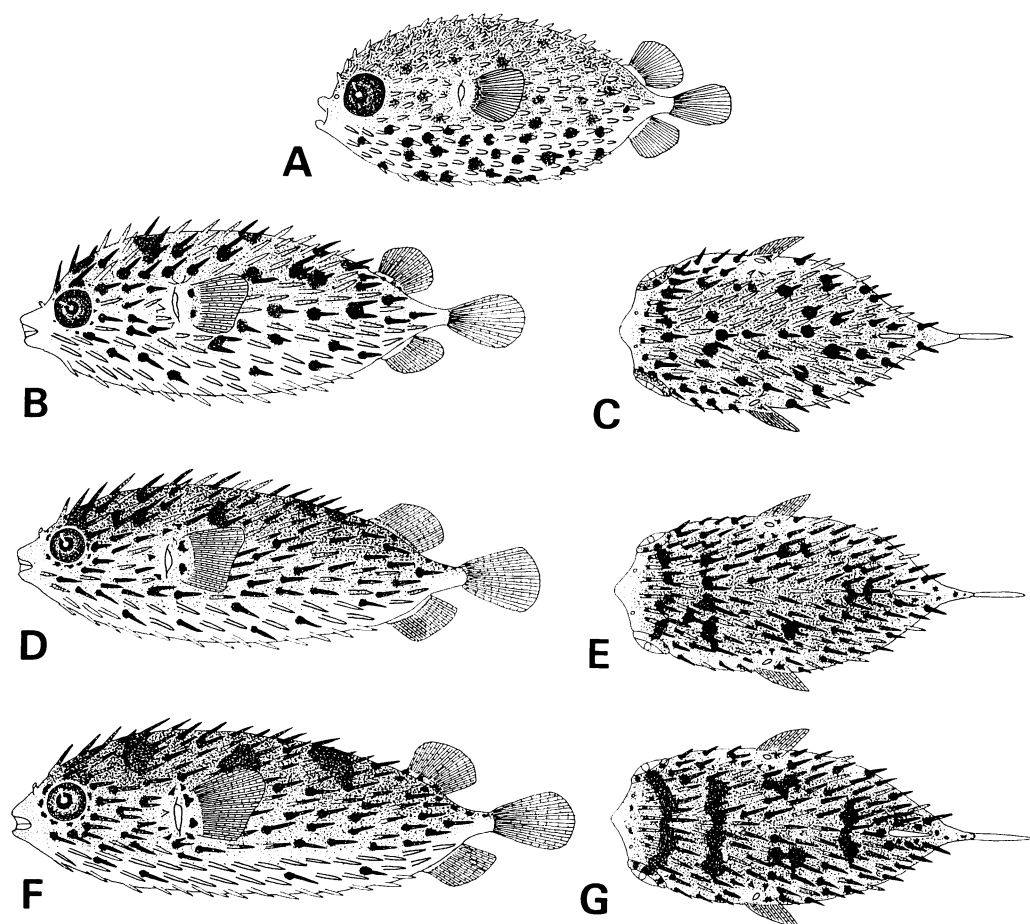


Fig. 4. Development of fry of *D. holacanthus*. A: Tubercles on the body project and small distinct spines can be seen in the tubercles, number of fin rays is equal to the regular number of the puffer (P. 23, D. 14, A. 13), round black speckles appear on ventral side, 7.64 mm in total length, 13 days after hatching. B: Round black speckles on ventral side become indistinct and irregular black speckles appear on dorsal side, fused teeth are formed, 20.3 mm in total length, 25 days after hatching. C: Dorsal view of the fry B. D: Dorsal spines become black, ventral spines become white, irregular speckles become similarly to adult puffer in color and in shape, 33 mm in total length, 50 days after hatching. E: Dorsal view of the fry D. F: Fry, 46.5 mm in total length, 66 days after hatching. G: Dorsal view of the fry F.

から腹面にかけてよく発達して黄色膜を形成する。従って仔魚の外見は背面黒色、腹面黄色となる。鰓蓋腔が形成され4個の鰓条が認められ、鰓蓋運動も観察される (Fig. 3, K, L)。

孵化6日後、全長3.01~3.24 mm、各鱗は分化を終わり、胸鱗、背鱗、および臀鱗の鰓条原基が現われる。眼は帯銀青白色となり、頭部から背面にかけて黒色地に淡青灰色を混え、腹面は濃黄色を呈する (Fig. 3, M)。

孵化10日後、全長3.69~5.94 mm、仔魚末期。全長5.40 mmの個体で鼻腔の形成が確認された。表皮の発達が顕著となって、頭胴部をおおう厚い外膜と尾部との境界が認識しがたくなる。全長4.86~5.94 mmの個体には体のほぼ全表面に棘の原基の小瘤状突起が現われ、詳細に観察すればその内部に微小な針の埋在を認めることができる。但し全長3.69~4.72 mmの個体ではまだ小瘤状突起は現われていない。黒色素胞は体背面では小瘤状突起を除く表皮下に密布し、体側から体腹面にかけては小瘤状突起を取巻く虫喰状斑を形成する。各鱗に鰓条の形成が始まり、鰓条数は背鱗13、臀鱗12、胸鱗22を数える。仔魚はときどき腹部を膨らませる (Fig. 3, N, O)。

稚魚期：孵化13日後、全長4.95~7.94 mm、初期稚魚期に入る。大型の個体 (全長6.04~7.94 mm) では全身の小瘤状突起が伸長しその内部に形成された針が明瞭に観察される。鰓条数は背鱗14、臀鱗13、胸鱗23となり、各鱗とも成魚の鰓条定数を具える。表皮下にあった黒色素胞は表皮内に移動し、背面は一様な黒色を呈し、腹面から体側にかけては円形黒斑を形成する (Fig. 4, A)。

孵化16日後、全長11.0 mm、腹面の濃黄色は褪色し始める。刺激を与えると直ちに体を膨らませる。全身の突起は明らかに棘に変わる。

孵化25日後、全長20.3 mm、癒合歯が形成される。体背面に大型の不規則黒斑が現われる。体側の黒円斑に変化はないが腹面の黒円斑は下顎付近から消失し始める。腹面の黄色は褪せ地色は白色となる。各鱗鰓条に鰓条節が認められる (Fig. 4, B, C)。

孵化50日後、全長33.0 mm、体側から背面にかけての棘は黒く腹面の棘は白い。成魚の体背面に見られるのと同様な斑紋が背面に形成され始める。背面の地色には個体差があり黄色と淡青灰色の両様が見られる (Fig. 4, D, E)。

孵化66日後、全長46.5 mm、体色斑紋は背鱗基底部を除いて成魚のそれとほぼ同様となる。腹面の黒円斑は消えて純白となる (Fig. 4, F, G)。

孵化69日後、最後の1尾が死んで飼育を終わった。全長およびその他の外見上の特徴は孵化66日後の稚魚と

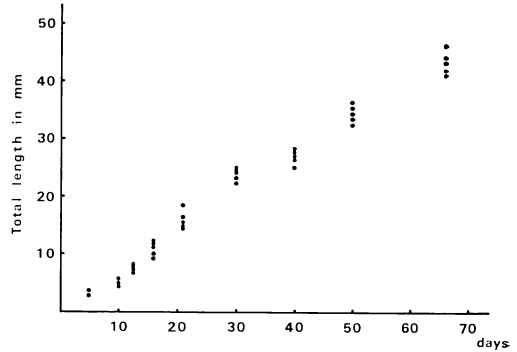


Fig. 5. Growth of the larvae and the fry of *D. holacanthus* reared in the aquarium.

ほぼ同様である。

論 議

従来、本種の卵は沈性卵であろうと推測されてきた (西村, 1960; 藤田, 1962)。その根拠は本種に近縁の *Diodon histrix* の卵 (Wolfsheimer, 1957)、および *Chiro-mycterus schoepfi* の卵 (Nichols and Breder, 1927) が沈性であるとの認識によるものであった。しかし本種の卵は上述のように明らかに強い浮漂性を有し、しかも卵膜表面に粘着質を認めない分離浮性卵であった。この機会に上記の近縁2種の卵の性状に関する記述を検討してみると、*Diodon histrix* の卵は小水槽 (約 380 l) で産出されたもので、産出卵は水槽底に沈積したという。但し卵の受精、卵内発生は確認されていず、卵はすべて孵化しなかった (Wolfsheimer, 1957)。これらの記述からは、この場合は死卵または未受精卵であったため水槽底に沈んだのではないかとの疑いがもたれる。この卵が沈性卵であるとの明確な記述は見出せない。一方 *C. schoepfi* の卵についての記載 (Nichols and Breder, 1927) は直接参照できなかったが、報告者のひとり Breder はその後、別の報告 (Breder and Clark, 1947) で “Whether the fact that the eggs sank is to be considered normal cannot be decided at this time, but their lack of an adhesive covering suggests that they may be normally pelagic.” と、すでにその卵が沈性であるとの結果に自ら疑問を提示し、これが浮性卵であることを示唆している。

ハリセンボンの卵が分離浮性卵である事実は、既知の他のフグ亜目魚類の卵の性状と比べて特異的である。卵の性状の知られた本邦産フグ科の10種が例外なく沈性卵で、多少の差はあってもすべて粘着性を有するのと大いに相違する点は興味深い。但し、本種の卵発生中、多数の小油球の数が殆んど変化せず互いに癒合しない点は

サバフグを除く他の既知のフグ類と同様である (藤田, 1962, 1966)。

とくに興味を惹かれるのは、本種の卵内発生中 (受精の 45 時間後) に認められる卵黄外側の厚い外膜の存在である。この外膜は孵化後も仔魚の頭胴部をおおい、表皮の発達によって尾柄部との判別が困難になる孵化 10 日後 (全長約 5.4 mm) まで明瞭に認められる。このような厚い外膜はハコフグ類の卵内発生中および孵化後の仔魚 (本種とほぼ同時期) に知られ、“ハコ”の原基”または“卵の空殻をかぶったような「ハコ」と表現された (水戸, 1962, 1966)。ただ、本種の仔魚では、すでに述べたように、この外膜は頭胴部と尾部とのあいだで顕著にくびれてはいるが、表皮は柔軟であって、これを引張れば容易に伸長させることができ、頭胴部と尾部の表皮間に明瞭な境界を認めることができなかった。ハリセンボン仔魚の「ハコ」が硬質のものではないことは明らかであるが、ハコフグ類ではこの点についての資料がなく詳細は不明である (水戸 敏・談話) ため比較検討ができなかった。しかし、このような外膜の存在は既知の他のフグ類仔魚では知られていない。本種の初期仔魚の形態が既知のフグ亜目魚類よりも別亜目のハコフグ類に似る点は、既知のハコフグ類がすべて分離浮性卵を生むこと (Breder and Clark, 1947; 水戸, 1962, 1966) と考え合わせ、本種の系統発生に興味ある示唆を与えるものと思われる。

本種の体表の棘はまず小瘤状突起が全身に現われ、その中に単頭針状の棘が形成されてゆく。この経過は藤田 (1966) の採集標本による記載と一致する。但し南方海域で得られたその標本では全長 2.175 mm で棘の原基が認められ、全長 3.15~3.70 mm で全身に棘が形成される (藤田, 1966; 水戸, 1966) のに対して、本報告例では孵化 10 日後全長 4.86~5.94 mm で棘の原基が認められ、同 13 日後全長 6.04~7.94 mm で棘の形成が外見からも明らかになった。棘形成に関する仔魚の大きさの相違は、天然に得られたものが固定標本であるための誤差を考慮に入れても著しい。本報告例では孵化後 6 日目にすでに天然標本で棘形成の認められる大きさ (全長 3.01~3.24 mm) に達している。その理由にははっきりしない。但し飼育条件下では照明の点灯時間が自然の日照時間よりも 4~5 時間長く、餌料量もおそらく自然のそれよりも豊富であったため成育量が過大となったことも考えられる。なお本報告例の仔魚飼育水温は本種仔魚が天然に採集された海域の採集時水温と大差ないものと思われる。

本報に述べた本種の産卵行動は、約 2 m³ の水槽内においてなされた観察結果ではあるが、自然状態での生態

を示唆し得るものであろう。水槽内での産卵は例外なく夕刻から前夜半にかけて行なわれた。月令や干満時刻との関連は認められていない。水槽底より水面に向かって上昇する産卵行動が必ず観察され、産卵は水面直下でなされる。既知の他のフグ類の産卵が潮間帯や浅海砂底でなされるのとは著しく相違する習性である (Uno, 1955; 藤田, 1962; 片山・藤田, 1967; 野崎ら, 1976)。本種が水面直下で分離浮性卵を産む事実は、本種の産卵場が沖合表中層にあることを予想させる。

著者らの観察した水槽内における 10 回の自然産卵と 2 回の人工採卵はすべて 5 月下旬~7 月下旬になされた。別に宮島水族館 (広島県) でも 5~6 月に水槽内で本種の産卵が観察され、本報に述べたのと同様な産卵行動の結果、受精卵が得られたとのことである (塩田昭仁, 私信)。本種の水槽内における産卵は、いずれも飼育水温が 23.5~25.4°C でなされている。また産卵時期については、海洋における従来の推定産卵期の 4~7・8 月 (西村, 1960) とほぼ一致する。西村 (1960) は本種の西部太平洋海域における産卵場を Luzon 島から宮古群島にかけての海域と予想したが、上記の産卵時期と産卵時水温が天然環境下でも当て嵌まるならば、宮古群島以北の本邦沿岸で本種が産卵している可能性もあり得よう。

謝 辞

本稿校閲の労をとられた長崎県水産試験場増養殖研究所藤田矢郎技師、遠洋水産研究所水戸敏技官、日本ルーテル神学大学上野輝彌教授、同 Mrs. J. M. Kramer に深謝する。また東京大学海洋研究所沖山宗雄助教授は最新の情報に基く有益な助言を与えられ、東海大学海洋科学博物館日置勝三氏は本研究に協力された。併せて厚くお礼申し上げる。

追 記

本稿脱稿後に Watson and Leis (1974) が Kaneohe Bay (Hawaii) でプランクトン中から得た *Diodon* sp. の卵を記載していることを知った。その特徴はほぼ本報告のそれと一致する。また Leis (1977) が *Ranzania laevis* (Molidae) の卵発生と仔稚魚の形態を記載し、孵化直後の仔魚に本報に述べたのと同様な外膜 “vesicular dermal sac” の現われることを報告したのを知った。この結果は本報に述べたような本種の系統上の位置に関する示唆のほかに、*Diodontidae* と *Molidae* との類縁関係にも有益な示唆を与えるものとも考えられ、一層興味もたれよう。

引用文献

- Breder, C. M., Jr. and E. Clark. 1947. A contribution to the visceral anatomy, development, and relationships of the Plectognathi. Bull. Amer. Mus. nat. Hist., 88 (5): 289~319, figs. 1~8, pls. 11~14.
- Breder, C. M., Jr. and D. E. Rosen. 1966. Modes of reproduction in fishes. Bull. Amer. Mus. nat. Hist. Press, New York, xv+941 pp.
- 藤田矢郎. 1962. 日本産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, fig. 1.
- 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, figs. 1~7.
- Leis, J. M. 1977. Development of the eggs and larvae of the slender mola, *Ranzania laevis* (Pisces, Molidae). Bull. mar. Sci., 27 (3): 448~466, figs. 1~3.
- 松岡取良・松永 繁・長谷川 泉. 1975. 日本産魚類の産卵期, 同補遺. 日本産魚類産卵記録集, 69 pp, 瀬戸内海栽培漁業協会.
- 水戸 敏. 1962. 日本近海に出現する浮游性魚卵——VII. チョウチョウウオ亜目, モンガラカワハギ亜目およびハコフグ亜目. 九州大学学芸雑誌, 19 (4): 503~506, pls. 24~25.
- 水戸 敏. 1966. 魚卵・稚魚. 日本海洋プランクトン図鑑 第7巻. 蒼洋社, 東京, 74 pp., 26 pls.
- Nichols, J. T. and C. M. Breder Jr. 1927. The marine fishes of New York and southern New England. Zoologica, 9 (1): 27~32 (not seen).
- 西村三郎. 1958. 日本列島対馬暖流域におけるハリセンボンの“寄り”現象について—IV. “寄り”の機構に関する考察. 日本海洋学会誌, 14 (3): 109~116.
- 西村三郎. 1960. 日本近海に來遊するハリセンボンの生活史 I. 産卵および回游. 日本生態学会誌, 10 (1): 6~11, figs. 1~3.
- 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・上村智子・辰己佳次. 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. 動物学雑誌, 85 (2): 156~168, figs. 1~11.
- 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, figs. 1~9.
- Watson, W. and J. M. Leis. 1974. Ichthyoplankton of Kaneohe Bay, Hawaii. A one-year study of fish eggs and larvae. Sea Grant Technical Rep. TR-75-01, 178 pp.
- Wolfsheimer, G. 1957. A spawning of porcupine puffers. Aquarium, 26 (9): 288~290, fig. 1.

(坂本: 920 金沢市東御影町 455 金沢水族館; 鈴木: 424 清水市三保 2389 東海大学海洋科学博物館)