

복섬, *Takifugu niphobles* (Jordan et Snyder)의 産卵習性 및 初期生活史

오성현 · 한경호 · 김용민 · 정현호* · 신상수 · 김용역**

여수대학교 수산생명과학부, *전라남도 수산종합관, **부경대학교 해양생물학과

Spawning Behavior and Early Life History of Grass Puffer, *Takifugu niphobles* (Jordan et Snyder) (Teleostei: Tetraodontidae)

Sung-Hyun Oh, Kyeong-Ho Han, Yong-Min Kim, Hyun-Ho Joung*
Sang-Soo Shin and Yong-Uk Kim**

Division of Aqua Life Science, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea

*Chollanam-Do Fisheries Exhibition, Yosu 556-900, Korea

**Department of Marine Biology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

The purpose of present the study was to describe the spawning behavior and early life history of the grass puffer, *Takifugu niphobles*. The grass puffer was caught at the spawning ground on the coast Dolsan, Korea from May to the 1998. Artificial fertilization was carried out to get fertilized eggs.

Spawning season was from the end of May to the beginning of July on the coast of the Dolsan, Korea. Form 2~6 days before the spring tide the aduct males and females began to aggregate in the shore water, and they spawned in the upper part of intertidal zone exposed to air among pebble stone. The fertilized eggs were demersal, transparent and spherical in shape, and its diameter were 0.87~0.95 mm with several oil globules of 0.0014~0.0540 mm. Hatching began about 146 hours after fertilization under water temperature 21.2~22.3°C.

The newly-hatched larva was 2.02~2.24 mm in total length (TL, mean: 2.14 mm), with 22~24 (8~9+14~15) myotomes, and mouth and anus was not yet open. In 3 days after hatching it was measured 2.64~2.93 mm in TL (mean: 2.76 mm), and yolk sac was completely absorbed and transformed to postlarval stage. In 15 days after hatching it was measured 4.43~4.82 mm in TL (mean: 4.59 mm), and the caudal notochord flexion started. The larvae reached the juvenile stage in 28 days after hatching and attained 7.55~7.65 mm in TL (mean: 7.60 mm), and all fin-rays were formed.

Key words : *Takifugu niphobles*, spawning behavior, fertilized egg, larvae and juvenile

서 론

복섬(*Takifugu niphobles*)은 복어目 (Tetraodontiform-

es), 참복科 (Tetraodontidae), 참복屬 (*Takifugu*)에 속하며, 우리나라의 동·서·남해, 일본 중부이남, 중국이남, 대만 등지에 분포한다 (Han, 1995). 우리나라 연안해역에 서식하는 참복屬에 속하는 어류는 주로 강하구 및 연안

역에서 서식하고, 산란기에는 내만의 조간대에 몰려와 바위 틈새에 알을 낳는 특성을 가지며, 복섬은 복어류 중 가장 작은 어종의 하나이다(Kim *et al.*, 1994).

복어류에 관한 연구로는 일본에서는 자주복(*Takifugu rubripes*)의 중요생산(高井과 松井, 1963; 北田과 北島, 1982; 林田과 松情, 1983), 일본산 주요 복어류의 생활사와 양식(Fujita, 1962), 가시복(*Diodon holacanthus*)의 산란습성 및 초기생활사(Sakamoto and Suzuki, 1978), 까칠복(*T. stictotus*), 흰점복(*T. pocillonotus*), 까치복(*T. xanthopterus*)의 초기발생(Fujita, 1956a, b; Fujita, 1962) 등이 있다. 우리나라에서는 자주복의 중요생산(Lee and Kim, 1969; Rho and Jung, 1993), 분류학적 연구(Kim and Lee, 1989; Lee, 1993), 자주복의 卵과 仔稚魚의 형태(Park, 1992; Han, 1999), 황복(*T. obscurus*)의 난발생과 자치어 발달(Jang *et al.*, 1996) 및 참복목(복어目) 어류屬의 외부형태적 특징(Han and Kim, 1998) 등의 많은 연구가 있다.

따라서 본 연구는 복섬의 産卵習性, 卵發生過程 및 발육단계에 따른 仔稚魚의 형태 발달에 대하여 관찰하였기에 보고한다.

재료 및 방법

복섬 어미들의 산란습성은 1998년 5월부터 7월까지 전라남도 여수시 돌산읍 금봉리(34° 37' 30" N, 127° 43' 17" E) 앞바다에서 관찰하였고, 이들 중 일부는 반두(3×1 m)를 이용하여 채집하였으며, 채집한 어미는 불투명한 채집통(20×32 cm)에 20마리를 수용한 후, 산소를 공급하면서 여수대학교 자원생물실험실로 운반하였다. 이 후 성숙한 암컷과 수컷 2쌍(♀ 전장: 132.0 mm, 138.0 mm; ♂ 전장: 128.0 mm, 142.0 mm)을 건도법 및 습식법으로 人工受精하여 卵發生過程과 仔稚魚 형태발달을 관찰하였다.

卵發生過程 중 수온범위는 21.2~22.3°C(평균 21.8°C)였고, 仔稚魚 사육시 수온범위는 18.4~23.7°C(평균 21.2°C)였으며, 사육용수는 여과해수를 매일 오전과 오후에 1/2씩 환수하였다. 仔稚魚 사육중 먹이는 rotifer(*Brachionus plicatilis*), *Artemia* sp.의 유생 및 양어용 배합사료를 순차적으로 급이하였다.

발생중인 알은 매 시간 입체해부현미경을 사용하여 관찰하였고, 仔稚魚의 성장에 따른 형태발달 과정은 孵化 直後부터 孵化 後 28일까지 얼음과 MS-222 Sandoz(Tricaine methanesulfonate)로 마취시켜 1일 평균 10尾씩 총 300尾를 만능투영기와 입체해부현미경으로 측정, 관찰하였으며, 각 전장과 체장은 0.01 mm까지 측

정하였다.

발육단계에 따른 仔稚魚 형태발달은 Russell(1976)에 따라 전기자어, 후기자어 및 치어기로 구분하여 관찰하였다.

결 과

복섬의 産卵習性, 卵의 형태, 인공수정에 의한 卵發生過程 및 발육단계에 따른 仔稚魚의 형태발달은 다음과 같다.

1. 어미의 産卵習性 및 産卵期

여수시 돌산읍 금봉리 연안에서 복섬의 산란습성을 관찰한 결과, 산란시기는 5월 하순부터 7월 초순까지였으며, 대조시 2~6일 전의 만조때, 흩어져 있던 어미들이 군집을 이루어 産卵場으로 이동하였다. 産卵場은 파도가 심하지 않은 연안에서 직경 20~30 cm의 돌이 많은 자갈밭의 상부 조간대였다.

복섬 어미들은 産卵을 위하여 군집을 이루며, 상부 조간대에서 하루 조간대에 이르기까지 나타났는데, 생식적으로 성숙한 암컷을 수컷 여러 마리가 뒤를 쫓다가 먼저 암컷이 방란을 하면 뒤를 쫓던 수컷 2~3마리가 동시에 방정하거나, 때로는 수컷이 암컷의 배쪽을 주둥이로 치거나 입으로 물어서 암컷의 방란을 돕기도 하였으며, 이 후 수컷이 방정을 하여 受精하였다. 이와 같은 産卵行動은 만조때를 중심으로 2~3시간 정도 계속 관찰되었고, 일시적으로 때를 이루어 産卵함으로 인하여 물 표면에 거품이 일어나거나, 産卵場의 물빛이 유백색을 띠기도 하였다(Fig. 1).

이 후 産卵을 마친 어미들은 간조가 시작될 때 다시 깊은 바다로 이동하였고, 受精卵은 공기중에 노출이 되지 않은 곳으로 간조시 물 흐름에 의해 자갈 사이사이로 운반되었다.

Fig. 1. Spawning behavior of the grass puffer, *Takifugu niphobles* (Jordan et Snyder).

2. 卵의 형태

受精卵은 구형으로 부착력이 없는 沈性卵이었고, 卵黃은 무색 투명하였다(Fig. 2, A). 알의 크기는 0.87~0.95 mm (평균 0.92 mm, n=50)였으며, 卵黃에는 담황색의 크고 작은 油球(0.0014~0.0540 mm, n=50)들이 분포하였다.

3 卵發生過程

受精後 15분에 胚盤이 형성되었으며(Fig. 2, B), 2시간 25분 후에는 卵割이 시작되어 2세포기가 되었고(Fig. 2, C), 3시간 36분이 경과하여 4세포기로 이행되었다(Fig. 2, D). 受精後 4시간 25분에는 8세포기가 되었으며(Fig. 2, E), 6시간 55분 후에는 32세포기가 되었고(Fig. 2, F), 7시간 25분 후에는 64세포기에 달하였다(Fig. 2, G).

그 후 卵割이 계속 진행되어 受精後 9시간 35분이 되면서 桑實期에 달하였고(Fig. 2, H), 受精後 12시간 5분에는 胞胚期에 달하였으며(Fig. 2, I), 30시간 30분 후에는 胚環이 卵黃을 덮어 原口가 폐쇄되어 囊胚期에 달하였다(Fig. 2, J).

이 후 卵黃의 한쪽 끝이 조금씩 함몰되어지면서 胚循이 자라 올라 受精後 31시간 15분에는 胚體가 형성되기 시작하였다(Fig. 2, K).

受精後 40시간 37분에는 筋節이 처음으로 7~9개가 출현하였고, 胚體의 머리부분에 眼胞가 형성되었다(Fig. 2, L). 受精後 51시간 36분에는 筋節이 12~13개로 증가하였고, 눈에는 렌즈가 나타나기 시작하면서 뇌가 분화하였다(Fig. 2, M).

受精後 62시간 38분에는 筋節이 14~16개로 증가하였으며, 胚體의 꼬리부분이 卵黃에서 분리되기 시작하였고, 심장박동이 시작되면서 간헐적으로 胚體가 움직이기 시작하였다. 受精後 74시간 49분에 筋節은 17~18개로 증가하였고, 耳胞와 耳石이 형성되었으며, 이 시기에 처음으로 점모양의 黑色素胞가 胚體의 아가미 뒤쪽, 卵黃의 표면, 胚體의 몸통 및 꼬리부분의 옆쪽으로 출현하였다(Fig. 2, N).

受精後 79시간 30분에는 黑色素胞가 몸통부분의 등쪽에도 출현하였고, 受精後 89시간 36분째 눈에 色素胞가 형성되면서 黑色素胞가 머리 위쪽에도 분포하였으며, 처음으로 胚體에 막지느러미가 형성되었다. 受精後 102시간 51분에는 胚體가 卵黃을 한바퀴 감싸는 시기로 처음으로 卵黃의 표면에 黄色素胞가 관찰이 되었다.

受精後 111시간 19분에 筋節은 20~22개로 증가하였고, 막상의 가슴지느러미가 출현하였으며, 黑色素胞는

卵黃의 표면과 胚體의 머리부분 및 몸통의 중간 부분에 서 증가하였다(Fig. 2, O).

受精後 146시간에는 胚體가 심하게 꿈틀거리면서 卵膜을 뚫고 머리부터 孵化하기 시작하였다(Fig. 2, P).

4. 仔稚魚의 형태발달

(1) 前期仔魚

孵化直後の 仔魚는 전장 2.02~2.24 mm (평균 2.14 mm, n=10)로 입과 항문은 아직 열려있지 않고, 전장의 약 1/3 크기의 큰 卵黃을 가지고 있으며, 卵黃에는 많은 油球가 분포하였다. 筋節은 8~9+14~15=22~24개였고, 눈에는 色素胞가着色되어 있었으며, 항문은 전장의 55.0% 지점에 위치하여 몸의 중앙보다 약간 뒤쪽에 위치하였다. 黑色素胞와 黄色素胞는 卵黃의 표면, 항문 위쪽의 몸통 및 머리앞쪽의 눈 앞부분에서 점모양으로 분포하였다. 孵化直後에는 사육수조 내에서 유영은 하지 않았으나, 孵化後 1~2시간째에 꼬리를 움직이면서 유영을 하기 시작하였고, 이 시기에는 仔魚들이 밝은 쪽으로 모이는 습성이 나타났다(Fig. 3, A).

孵化後 1일째의 仔魚는 전장 2.28~2.48 mm (평균 2.38 mm, n=10)로 卵黃이 다소 흡수되면서 油球數가 현저하게 줄어들었고, 눈에는 色素胞가 더욱 진하게着色되었으며, 黑色素胞는 눈 앞부분과 卵黃의 표면 및 항문 앞쪽의 배쪽에서 점모양의 것들이 별모양으로 변화하여 나타나기 시작하였다(Fig. 3, B).

(2) 後期仔魚

孵化後 3일째의 仔魚는 전장 2.64~2.93 mm (평균 2.76 mm, n=10)로 卵黃이 흡수되어 後期仔魚期로 이행하면서 항문의 위치가 약간 앞쪽으로 이동하여 거의 몸 중앙쪽에 위치하였고, 卵黃위의 油球도 대부분 흡수되어 약간의 흔적만 남아 있었다. 입이 열리면서 먹는 활동이 시작되었고, 이 후 항문이 열렸다. 黑色素胞는 눈 앞부분, 體側 중앙의 항문 주위에서 점모양은 거의 소실되었고, 이 후 별모양으로 나타났으며, 처음으로 頭頂部에서 점모양과 별모양으로 출현하기 시작하였다(Fig. 3, C).

孵化後 5일째의 後期仔魚는 전장 2.96~3.20 mm (평균 3.07 mm, n=10)로 각 지느러미가 융기되기 시작하여 등지느러미, 뒷지느러미 및 꼬리지느러미의 형태가 구분되어지기 시작하였고, 魚體의 머리부분이 현저하게 발달하였다. 소화관이 발달하여 먹는 활동을 활발하게 하였으며, 油球가 완전하게 소실되었고, 머리 윗부분과 배쪽에 처음으로 피부극이 출현하였다. 이 시기에는 胚體의 黄色素胞가 소실되었고, 黑色素胞는 머리 위쪽과

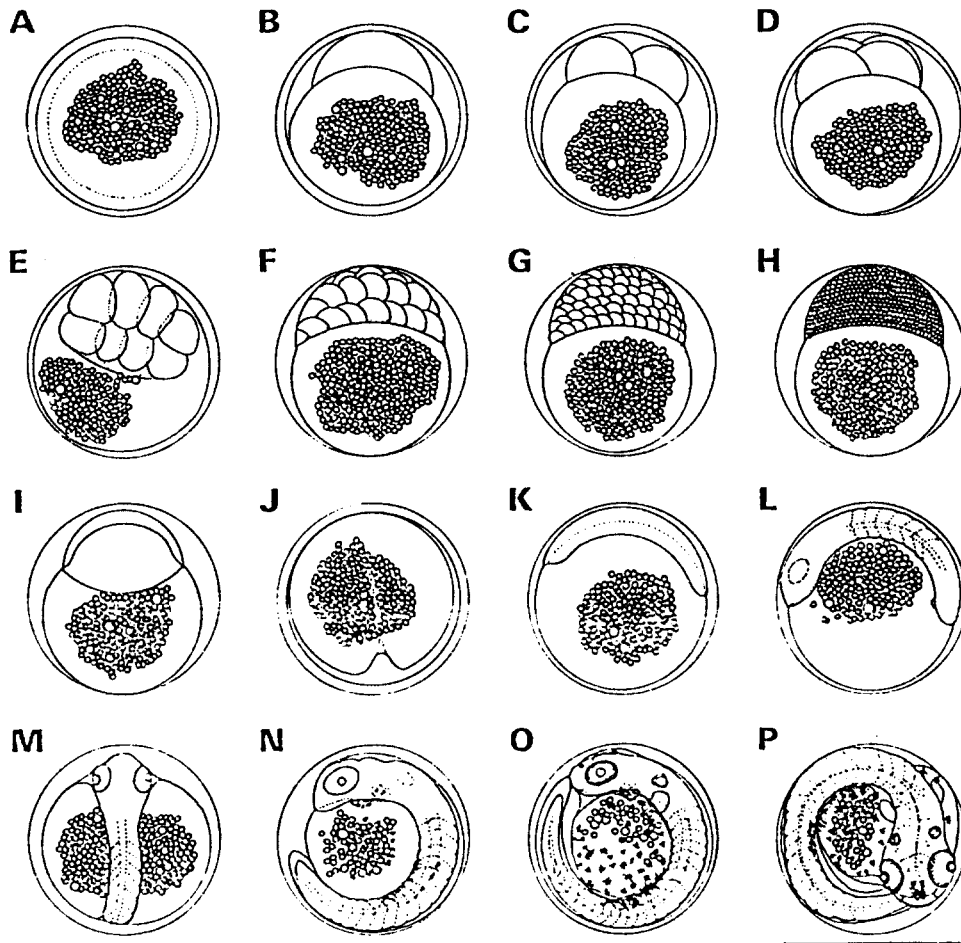


Fig. 2. Egg developmental stages of *Takifugu niphobles* (Jordan et Snyder).

A: Fertilization egg; B: Formation of blastodisc, 15 mins. after fertilization; C: 2 cells stage, 2 hrs. 25 mins.; D: 4cells stage, 3 hrs. 36mins.; E: 8 cells stage, 4 hrs. 45 mins.; F: 32 cells stage, 6 hrs. 55mins.; G: 64 cell stage, 7hrs. 25 mins.; H: Morula stage, 9 hrs. 35 mins.; I: Blastula stage, 12 hrs. 5 mins.; J: Gastrula stage, 30 hrs. 30 mins.; K: Embryo formation, 31 hrs. 15 mins.; L: 7~9 myotomes stage, appearance of optic vesicles, 40 hrs. 37 mins.; M: 12~13 myotomes stage, formation of eye lens, 51 hrs. 36 mins.; N: 17~18 myotomes stage, melanophores appeared on the embryo, caudal part leaves yolk sac, 74 hrs. 49 mins.; O: Appearance of auditory vesicles, development of pectoral fin, 111 hrs. 19 mins.; P: Embryo just before hatching, 146 hrs. Scale bars = 1.00 mm.

등지느러미 앞쪽의 몸쪽 상단에서 꼬리자루에 이르기까지 별모양으로 증가하여 나타났으며, 소화관부분에서 더욱 증가하였다. 또한, 윗턱부분에 처음으로 점모양의黑色素胞가 나타나기 시작하였으며, 體側 중앙의 항문 윗쪽 筋節아래에 별모양의 것이 나무가지모양으로 변화하기 시작하였다 (Fig. 3, D).

孵化後 10일째 後期仔魚는 전장이 3.83~4.64 mm (평균 4.24 mm, n = 10)로 가슴지느러미에는 9~10개의 줄기, 등지느러미에는 7~8개의 줄기 및 뒷지느러미는 3개의 줄기가 分化하였다. 黑色素胞는 머리부분의 頭頂部에서 後頭部쪽으로 증가하여 나타나면서 鼻孔쪽에서 주둥이쪽으로 점모양의 것이 새롭게 출현하였고, 몸의 배

쪽과 아가미뚜껑부분에서 점모양과 별모양의 것이 증가하여 나타났으며, 처음으로 등지느러미와 뒷지느러미의 기저부분과 뒷쪽에 점모양과 별모양의 것이 출현하였다 (Fig. 3, E).

孵化後 15일째 後期仔魚는 전장이 4.43~4.82 mm (평균 4.59 mm, n = 10)로 頭部가 현저하게 발달하여 체형이 복어류에 전형적인 구형으로 변화하기 시작하였다. 이 시기에는 막상의 지느러미가 분화하여 각각의 지느러미가 완전하게 분리되어 나타나기 시작하였고, 등지느러미에 10개, 뒷지느러미에 8~9개의 줄기가 형성되어 증가하였으며, 꼬리지느러미에 6~8개의 줄기가 출현하면서 脊索末端이 점차적으로 굽어지기 시작하였다. 黑

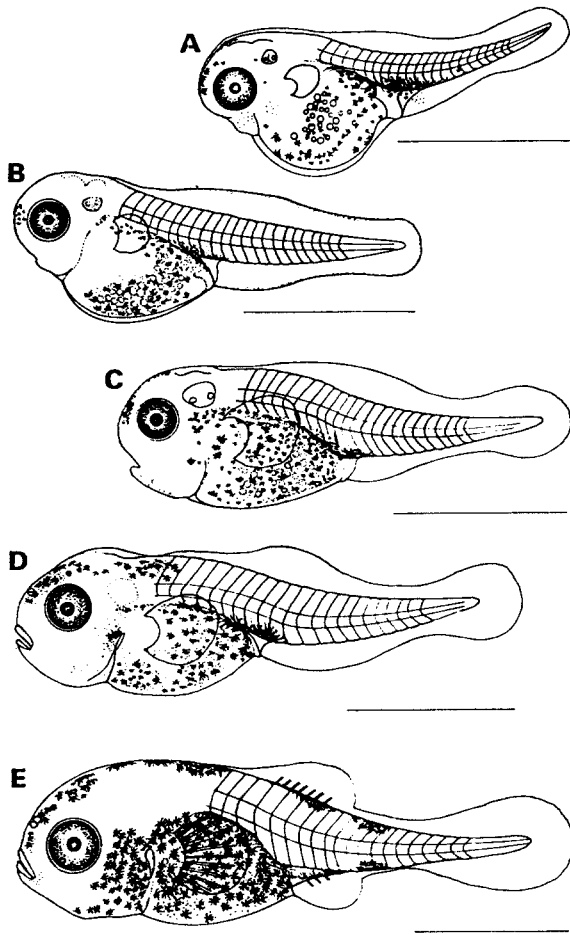


Fig. 3. Larvae developmental stages of *Takifugu niphobles* (Jordan et Snyder).

A: Newly hatched prelarva, 2.07~2.24 mm in total length (TL); B: 2.28~2.48 mm in TL prelarva, 1 day after hatching; C: 2.64~2.93 mm in TL prelarva, 3 days after hatching; D: 2.96~3.20 mm in TL prelarva, 5 days after hatching; E: 3.83~4.64 mm in TL postlarva, 10 days after hatching. Scale bars = 1.00 mm.

色素胞는 머리부분의 주둥이 윗부분에서 증가하여 점모양에서 별모양으로 변화하여 나타났고, 아가미뚜껑부분에서도 별모양과 나무가지 모양으로 증가하여 나타났으며, 體側의 윗부분에서는 後頭部 뒷쪽, 등지느러미 아래부분 및 꼬리지루와, 體側의 아래쪽에서는 항문 주변 및 꼬리지루에서 별모양과 나무가지 모양으로 증가하여 나타났다 (Fig. 4, A).

孵化後 20일째의 後期仔魚는 전장이 5.73~6.45 mm (평균 6.05 mm, n=10)로 脊索末端이 완전하게 45°로 굽어지면서 仔魚의 유영력이 활발해졌고, 가슴지느러미에 14~16개, 등지느러미에 13개, 뒷지느러미에 11개

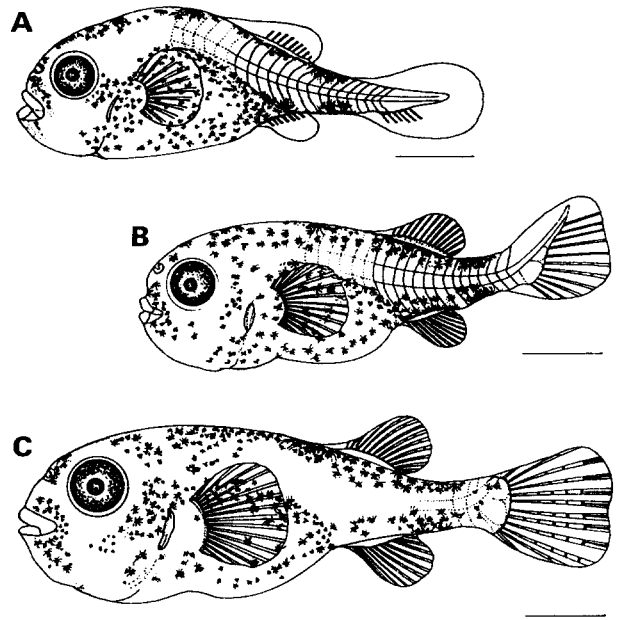


Fig. 4. The larvae and juvenile developmental stages of *Takifugu niphobles* (Jordan et Snyder). A: 4.43~4.82 mm in total length (TL) postlarva, 15 days after hatching; B: 5.73~6.45 mm in TL postlarva, 20 days after hatching; C: 7.55~7.65 mm in TL juvenile, 28 days after hatching. Scale bars = 1.00 mm.

및 꼬리지느러미에 11개의 줄기가 형성되어 있었다. 黑色素胞는 體側에 전반적으로 개수는 감소하였으나, 그 크기가 肥大해졌고, 머리부분의 주둥이 아래부분에서는 점모양에서 별모양 및 나무가지모양으로 증가하여 나타났으며, 體側의 등쪽과 배쪽에서는 나무가지모양으로 변화하여 나타났다 (Fig. 4, B).

(3) 稚魚期

孵化後 28일째 개체의 전장은 7.55~7.65 mm (평균 7.60 mm, n=10)로 D. 13; A. 11; P. 14~16; V. 11~12개로 각 지느러미가 정수에 달하였고, 몸 빛깔이 등쪽에서 연한 암녹색을 띠기 시작하면서 體色이나 斑紋이 형성되기 시작하여 稚魚期로 이행되었다 (Fig. 4, C).

고 찰

복섬의 産卵時期는 여수시 돌산연안에서 5월 하순부터 7월 초순까지 였으며, 매번 産卵이 이루어진 시기는 대조시 2~6일째, 만조 1~2시간 전에만 이루어진 것으로 보아 월령이나 대조의 만조와 관계가 있는 것으로 생각되며, 이것은 Uno (1955)의 보고와도 일치하였고, 줄

Table 1. A comparison of egg characters in Tetraodontidae species

Species	Temperature (°C)	Time of hatching (hrs)	Egg size (mm)	References
<i>Takifugu niphobles</i>	18.4~23.7	146	0.87~0.95	Present study
<i>T. rubripes</i>	15.0~19.0	222	1.20~1.41	Fujita (1962)
<i>T. chrysops</i>	17.4~21.8	150	1.29~1.38	Fujita <i>et al.</i> (1986)
<i>T. xanthopterus</i>	16.9~17.8	216	1.00~1.10	Fujita (1962)
<i>T. pardalis</i>	11.0~14.0	696	1.15~1.25	Fujita (1962)
<i>T. stictonotus</i>	20.1~21.0	152	1.06~1.14	Fujita (1962)
<i>T. poecilonotus</i>	13.9~17.6	324	1.10~1.28	Fujita (1962)
<i>T. snyderi</i>	25.2~27.2	100	0.90~1.00	Fujita (1962)
<i>T. vermicularis</i>	18.7~19.8	130	0.85~0.90	Fujita (1962)
<i>Lagocephalus lunaris</i>	21.7~24.5	67	0.61~0.70	Fujita (1966)

Table 2. A comparison of larval characters in Tetraodontidae species

Species	Temperature (°C)	Prelarva (mm)	No. of myotomes	Postlarva (mm)	Juvenile (mm)	Days after hatching	References
<i>Takifugu niphobles</i>	18.4~23.7	2.14	8+14~15 =22~23	2.96~3.20	7.60	28	Present study
<i>T. rubripes</i>	15.0~19.0	2.72	9+14~15 =23~24	3.00~3.50	9.50	29	Fujita (1962)
<i>T. chrysops</i>	17.4~21.8	2.83	9+13~14 =22~23	3.79	9.45	24	Fujita <i>et al.</i> (1986)
<i>T. xanthopterus</i>	16.9~17.8	2.65	8+14=22	2.95	-	-	Fujita (1962)
<i>T. pardalis</i>	11.0~14.0	2.50~2.85	9~10+14~15 =23~25	3.20~3.25	11.50	45	Fujita (1962)
<i>T. stictonotus</i>	20.1~21.0	2.60~3.05	8~9+14~15 =22~24	3.35	8.30	23	Fujita (1962)
<i>T. poecilonotus</i>	13.9~17.6	2.82~3.08	8+14=22	3.20~3.44	11.90	43	Fujita (1962)
<i>T. snyderi</i>	25.2~27.2	2.10~2.20	9+12~13 =21~22	2.25~2.60	-	-	Fujita (1962)
<i>T. vermicularis</i>	19.8~20.9	2.00~2.25	8+14~15 =22~23	2.70~2.85	8.85	33	Fujita (1962)
<i>Canthigaster valentini</i>	23.5	1.30~1.40	6+11=17	1.68	-	-	Stroud <i>et al.</i> (1989)
<i>Lagocephalus lunaris</i>	21.7~24.5	1.91	8+13=21	2.40	-	30	Fujita (1966)

복, *Takifugu pardalis* (Fujita, 1962)의 경우와도 産卵과 월령과 관계는 거의 일치하였으나, 産卵時期에 있어서 졸복과 자주복(Fujita, 1962)의 3월에서 6월 보다는 다소 늦게 産卵을 하였다. 또한 産卵時 구애행동은 졸복(Fujita, 1962)의 경우 암컷의 생식소가 있는 배쪽을 수컷이 가볍게 접촉하는 정도의 구애행동을 취하지만, 복섬의 경우 암컷의 방란시 수컷이 공격적인 자세로 거칠게 뒤를 쫓거나 암컷의 배부분을 물기도 하여, 같은 屬 어류이지만 産卵行動에 있어서 차이를 보였다.

복섬의 受精卵은 크기가 0.87~0.95 mm로 많은 小油球를 가지는 구형의 투명한 沈性卵으로 국매리복, *Takifugu vermicularis* (Fujita, 1962)의 0.85~0.90 mm, 매리복, *Takifugu snyderi* (Fujita, 1962)의 0.90~1.00 mm로 크기가 유사하였으며, 밀복, *Lagocephalus lunaris* (Fuji-

ta, 1966)의 0.61~0.70 mm와 청복, *Canthigaster valentini* (Fujita, 1962)의 0.66~0.71 mm 보다는 크고, 까치복(Fujita, 1962)의 1.00~1.10 mm, 까칠복(Fujita, 1956a)의 1.06~1.14 mm, 졸복(Fujita, 1962)의 1.15~1.25 mm 및 자주복(Fujita, 1962)의 1.20~1.41 mm 보다는 다소 작았다(Table 1).

孵化에 소요된 시간은 사육수온 21.2~22.3°C에서 受精後 146시간이 소요되었는데, 일본산 복섬(Uno, 1955)의 경우 수온 21.0°C 전후에서 144~168시간이 소요되어 거의 비슷한 결과였으며, 같은 屬 어류인 까치복(Fujita, 1956a)의 경우 수온 20.1~21.0°C에서 152시간, 눈불개복, *Takifugu chrysops* (Fujita and Sinohara, 1986)이 수온 17.4~21.8°C에서 150시간이 소요되어 거의 유사하였으나, 졸복(Fujita, 1962)이 수온 11.0~14.0

°C에서 696시간, 자주복(Fujita, 1962)이 수온 15.0~19.0°C에서 222시간, 까치복(Fujita, 1962)이 수온 16.9~17.8°C에서 216시간, 흰점복, *Takifugu poecilonotus* (Fujita, 1962)이 수온 13.9~17.6°C에서 324시간, 황복, *Takifugu obscurus* (Jang et al., 1996)이 수온 17.0±1.0°C에서 280시간이 소요되어 같은屬 어류에 있어서 孵化에 소요되는 시간은 종간에 다소 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 1).

孵化 直後 仔魚의 전장은 복섬이 2.02~2.24 mm로 일본산 복섬(Uno, 1955)의 2.20~2.40 mm와는 다소 차이가 있었으며, 자주복(Fujita, 1962)의 2.60~2.80 mm, 줄복(Fujita, 1962)의 2.50~2.80 mm, 눈불개복(Fujita and Sinohara, 1986)의 2.83 mm, 까치복(Fujita, 1962)의 2.65 mm 및 황복(Jang et al., 1996)의 3.00~3.54 mm 보다도 작았다(Table 2).

孵化 仔魚의 筋節은 복섬이 8~9+14~15=22~24개로 자주복(Fujita, 1962)의 23~24개, 까치복(Fujita, 1962)의 22개, 눈불개복(Fujita and Sinohara, 1986)의 21~22개로 거의 유사하였고, 줄복(Fujita, 1962)의 23~25개 및 황복(Jang et al., 1996)의 25~26개 보다 다소 적었다(Table 2).

각 지느러미의 줄기가 정수에 달하고, 반문이 성어와 닮아가기 시작하는 稚魚期로 이행하는 시기는 복섬의 경우 孵化 後 28일째인 평균 전장이 7.60 mm에서 나타났으며, 일본산 복섬(Uno, 1955)의 경우 34일째인 평균 전장이 6.60 mm으로 다소 차이가 나타났는데, 이는 사육수온 및 사육환경에서 오는 차이로 생각되어지며, 자주복(Fujita, 1962)의 孵化 後 25~30일째인 평균 전장 9.00 mm, 줄복(Fujita, 1962)의 孵化 後 45일째인 평균 전장 11.50 mm, 눈불개복(Fujita and Sinohara, 1986)의 孵化 後 24일째인 평균 전장 9.45 mm, 황복(Jang et al., 1996)의 孵化 後 60일째인 평균 전장 23.50~30.10 mm 및 까치복(Fujita, 1962) 평균 전장 12.00 mm 보다 작은 크기에서 稚魚期로 이행하였는데, 이것은 種間的 유의한 차이에 기인된 것으로 생각된다(Table 2).

적 요

1998年 5월부터 7월까지 전라남도 여수시 돌산 연안에서 복섬 어미들이 自然產卵하기 위해 產卵場으로 이동하여 產卵하는 모습을 관찰하였고, 이들 중 일부는 반두로 채집하여 여수대학교 자원생물실험실로 운반한 후, 人工受精하여 卵發生過程 및 仔稚魚 형태변화를 관찰하였다.

복섬의 產卵期는 여수 돌산 연안에서 5월 하순에서

7월 초순까지였으며, 파도가 약한 자갈밭을 產卵場으로 대조 2~6일 전에 군집을 이루어 만조 2~3시간 전에 產卵을 하였다.

복섬의 受精卵은 구형의 沈性卵으로 무색투명하며, 卵의 크기는 0.87~0.95 mm (평균 0.92 mm)로 여러 개의 크고 작은 油球를 가지고 있으며, 油球의 크기는 0.0014~0.0540 mm이다.

사육수온 21.2~22.3°C (평균 21.8°C)에서 受精 後 146시간만에 첫 孵化가 시작되었다.

孵化 直後 仔魚의 전장은 2.02~2.24 mm (평균 2.14 mm)로 筋節은 8~9+14~15=22~24개였으며, 전장의 약 1/3 크기의 卵黃을 가지고 있고, 입과 항문이 열려있지 않았다.

孵化 後 3일째 仔魚는 전장 2.64~2.93 mm (평균 2.76 mm)로 卵黃이 흡수 되어 後期仔魚期로 이행하였고, 입이 먼저 열리면서 먹는 활동이 시작된 후 항문이 열렸다.

孵化 後 15일째 仔魚는 전장 4.43~4.82 mm (평균 4.59 mm)로 두부가 현저하게 발달하고 體高가 높아지면서 체형이 복어류에 가까운 구형으로 변화하기 시작하면서 脊索末端이 굽어지기 시작하였다.

孵化 後 28일째 개체는 평균 전장이 7.60 mm로 각 지느러미가 정수에 달하고 반문이 成魚와 닮기 시작하면서 稚魚期로 이행하였다.

인 용 문 헌

- Fujita, S. 1956a. On the development of egg and prelarva stages of the puffer *Takifugu stictonotus* (Temminck et Schlegel). Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ., 15 : 525~530.
- Fujita, S. 1956b. On the development of egg and prelarva stages of the puffer *Takifugu poecilonotus* (Temminck et Schlegel). Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ., 15 : 531~536.
- Fujita, S. 1962. Studies on the life history and culture of common puffer fishes in Japan. Nagasaki Pref. Fish. Res. Stn. Rep., 2 : 121 pp.
- Fujita, S. 1966. Egg development, larval stages and rearing of the puffer *Logocephalus lunaris spadiceus* (Richardson). Jap. J. Ichthol., 13 : 162~168.
- Fujita, S. and M. Shinohara. 1986. Development of egg, larva and juvenile of the puffer, *Takifugu chrysops* reared in the laboratory. Jap. J. Ichthyol., 33 : 186~194.
- Han, K.H. 1995. Morphology, osteology and phylogeny of the fishes of the family Tetraodontidae (Teleostei: Tetraodontiformes). Ph.D. Thesis, Pukyong Nat'l Univ.,

- 205 pp.
- Han, K.H. and Y.U. Kim. 1998. Generic characters of the fishes of the family Tetraodontidae (Teleostei: Tetraodontiformes). *J. Korean Fish. Soc.*, 31(3) : 309~316.
- Han, K.N. 1999. Development of eggs, larvae and juveniles of the puffer, *Takifugu rubripes* reared in the laboratory. *J. Aquaculture*, 12(4) : 255~266.
- Jang, S.I., H.W. Kang, and H.K. Han. 1996. Embryonic, larval and juvenile stages in yellow puffer, *Takifugu obscurus*. *J. Aquaculture*, 9(1) : 11~18.
- Kim, I.S. and W.O. Lee. 1989. First record of *Fugu flavidus* from Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 1 : 19~23.
- Kim, Y.U., Y.M. Kim, and Y.S. Kim. 1994. Commercial fishes of the coastal and offshore waters in Korea. Nat'l. Fish. Res. Dev. Agency, Korea, 299 pp.
- Lee, B.D. 1993. A systematic study of the family Tetraodontidae (Pisces: Tetraodontiformes) from Korea. Ph. D. Dissertation. Chonbuk Nat'l. Univ., Korea, 171 pp. pls. (In Korean)
- Lee, B.D. and Y.U. Kim. 1969. Studies on the seedlings production of marine fishes in Korea. *Publ. Mar. Lab. Pusan Fish. Coll.*, 2 : 1~11.
- Park, A.J. 1992. Egg and morphology of larvae and juveniles of puffer, *Takifugu rubripes* (Temminck et Schlegel) reared in the laboratory. Ph.D. thesis, Pukyong Nat'l Univ., 41 pp.
- Rho, S. and Y.S. Jung. 1993. Studies on the seed production of the puffer *Takifugu rubripes* (Temminck et Schlegel). *J. Aquaculture*, 6(4) : 295~310.
- Russell, F.S. 1976. The eggs and planktonic stages of British marine fishes. Academic Press, Inc., London, 524 pp.
- Sakamoto, T. and K. Suzuki. 1978. Spawning behavior and early life history of the porcupine puffer, *Diodon holacanthus*, in aquaria. *Jap. J. Ichthyol.*, 24(4) : 261~270.
- Stroud, G.J., B. Goldman, and W. Galdstone. 1989. Larval development, growth and age determination in the sharpnose pufferfish, *Canthigaster valentini*. *Jap. J. Ichthyol.*, 36(3) : 327~337.
- Uno, Y. 1955. Spawning habit and early development of a puffer, *Fugu niphobles* (Jordan et Snyder). *J. Tokyo Univ. Fish.*, 41 : 69~183.
- 高井徹・松井魁. 1963. トラフグの種苗生産に關する豫察的研究. *水産増殖, 臨時號*, 2 : 1~7.
- 北田哲夫・北島 力. 1982. トラフグの種苗生産實驗. *長崎縣水試事報*, 57 : 238~247.
- 林田豪介・松清惠一. 1983. トラフグ 種苗生産. *長崎縣水試事報*, 59 : 233~235.

Received : October 29, 2000
 Accepted : December 7, 2000