

얼룩동사리 (*Odontobutis interrupta*)의 산란행동 및 난발생에 관한 연구

최 신 석 · 나 영 언¹

충남대학교 자연과학대학 생물학과, ¹건양대학교 교양학부

적 요 - 얼룩동사리의 자연서식지 및 산란조건을 관찰한 바 수심은 0.3~0.6 m 범위, 유속은 0.1~0.3 m/sec, 난피의 정착면적은 2.75~19.56 cm였다. 난소의 성숙도는 체장 80 mm 이상에서 점점 증가하며 100 mm 정도 되어서는 최고의 성숙도를 보였다. 또한 산란행동은 인공수조에서 수컷이 산란장소를 마련한 후 강한 세력권을 형성하고, 암컷을 유인한 후 방란 촉진 구애행동을 보였다. 그리고 난 후 배를 거꾸로 뒤집은 자세로 방란 방정을 마친 후 암컷을 쫓아냈으며 가슴지느러미를 이용하여 수류를 일으킴으로써 알에 신선한 물을 공급하였다. 난발생과정은 수정 후 1시간 17분에 배반이 형성되고 이후 약 36분의 간격으로 난황이 규칙적으로 일어났으며 7시간 12분에 포배기, 11시간 11분에 낭배기가 시작, 32시간 48분에 난황전을 형성하였다. 수정 후 33시간 45분에 배체가 형성되었고, 47시간 27분에 안포가 형성되며 체절은 30~31개가 되었다. 65시간 15분에 심장의 원기가 형성되고 박동수는 44~48 time/min이 되었다. 수정 후 138시간 40분에 가슴지느러미가 형성되었고, 170시간 45분에 부레의 형성과 자어의 몸통 하단에 흑색소포가 관찰되었다. 수정 후 248시간 05분에 난각을 뚫고 부화하였으며 이때 자어의 전장은 5.8 ± 0.2 mm, 무게는 3.0 ± 0.5 mg이었다. 몸은 투명하며 흑색소포가 산재하여 있었고 난황이 남아 있었다.

서 론

동사리속 어류는 얼룩동사리 (*Odontobutis interrupta*) 1종과 동사리 (*Odontobutis platycephala*) 1종이 보고되어 있으며(최 1977; Iwata 1988), 김 등(1996)과, 최 와진(1977), 정과 이(1982), Iwata *et al.* (1987, 1988)은 개체 발생에 관하여 보고하였고, Sakai *et al.* (1993)은 유전적 측면에서 한국과 일본의 동사리속에 대하여 보고한 바 있다. 한편 동사리의 생태 및 생활사에 관한 연구로는 Gale (1914)이 Australia산 *Mogurnda adspardu*를 연구하였고, Marther (1937)는 Australia산 *Mogurnda mogurnda*의 수조내 사육에 관하여 밝힌 바 있고, Tavolga (1950)는 *Mogurnda obscura*의 난에 관한 연구를 하였으며, Okada (1960)는 동사리의 성비에 관해 보고한 바 있다.

얼룩동사리는 금강 이북의 서해로 유입되는 하천(청평, 여주, 양평, 예산, 청양, 평택, 강진, 부안)에 주로 분포

하며(최 1989), 주요 서식처는 중하류 유역의 물이 비교적 완만하고 자갈이 많은 곳에서 서식한다. 수서 곤충이나 작은 어류를 주된 먹이로 하고, 낮에는 돌 밑에 숨어 있다가 주로 밤에 활동하는 습성을 가지고 있는 종으로서, 최근 전 등(1996)이 삼산천과 섬진강에서 채집한 얼룩동사리를 형태학적 측면에서 관찰 기록한 바 있었으나, 본 종의 산란 행동이나 초기 발생 등에 관한 연구는 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구는 실험실내에서 사육하면서, 산란행동, 수온에 따른 산란주기와 산란수, 및 난발생 등에 관하여 연구함으로써, 얼룩동사리의 기초 생활사를 조사, 연구하였다.

재료 및 방법

실험을 위해 사용된 얼룩동사리는, 1999년 4월 금강 수계의 지류인 갑천에서 투망(지름 2 m, 망목 5×5 mm)과 족대(망목 4×4 mm)를 이용하여 채집한 후, 실험실로 운반하였고, 산란을 위한 행동을 관찰하기 위해 실험실내 60×30×30 cm (45 l)의 유리수조를 사용하였으며,

* Corresponding author: Shin-Sok, Choi, Tel. 042-821-5491, Fax. 042-822-9690

모래(직경 0.3~0.7 mm)를 깔았고, 자갈(직경 4~6 cm)과 돌(직경 15~20 cm)을 이용하여 산란장소를 구성하였다. 사육수는 수돗물을 1차로 막성여과장치(10 μm)를 통과시켜 고형물질을 제거한 후, 활성탄으로 충전한 2차 여과장치를 통과시켜 잔류염소를 제거한 후 사용하였다. 수온은 온도조절기와 히터를 이용하였고, 오차는 설정온도에서 ±1°C 이내로 유지하였고, 광주기는 빛을 외부로부터 차단하고, 시간조절기를 사용한 형광등으로 16(light):8(dark)시간의 장일 조건으로 조절하였다. 먹이로는 본 종과 함께 채집되었던 피라미, 붕어, 돌마자등의 치어를 공급하였다.

산란행동의 관찰은 수온에 따른 산란 주기, 산란수를 조사하기 위해서 각각 수온 21~29°C 범위로 설정된 수조에 한 쌍씩 넣어 주었고, 100일의 사육 기간동안 산란 행동 및 산란 여부 등을 매일 관찰, 기록하였다. 관찰 및 기록은 video camera와 수동 camera를 사용하여 촬영하였고, 산란 주기와 산란수를 차별 시험하기 위해 산란 직후 난제거와 부화후 치어 제거로 나누어 시험하였다.

난 발생과정은 26±1°C하에서 사육하면서 해부현미경(Olympus SZH10)을 사용해 관찰, 촬영 및 기록하였다. 난 발생과정의 용어와 단계표기는 Balon(1975)의 것을 따랐다.

결 과

1. 산란행동

산란을 위한 행동은 Fig. 1에서 보여 주는 것과 같이 4단계로 구별할 수 있었다.

1) 세력권 형성

산란기에 이른 수컷은 타종의 개체나 같은 종의 수컷이 다가오면 쫓아내는 행동을 보였으며, 수컷은 돌 밑에서 큰 원으로 회전하여 가슴지느러미를 이용하여 부착 부유물을 제거하여 산란장소를 준비하였다(Fig. 1A).

암컷은 수컷이 마련한 산란장 주위를 맴돌며 산란장소가 될 돌 밑에서 거주하였다(Fig. 1A).

2) 구애 행동

암컷과 수컷이 돌 밑에서 반 시계 방향으로 돌며 서로 몸을 비비며, 암컷이 바닥에 있으면 수컷이 머리로 암컷의 복부를 건드리며, 회전 행동할 때 1/4쯤 시계방향으로 회전 후 다시 반 시계 방향으로 회전하였다. 약 1시간 여 구애행동 후에 처음으로 산란된 난이 관찰되었다(Fig. 1B).

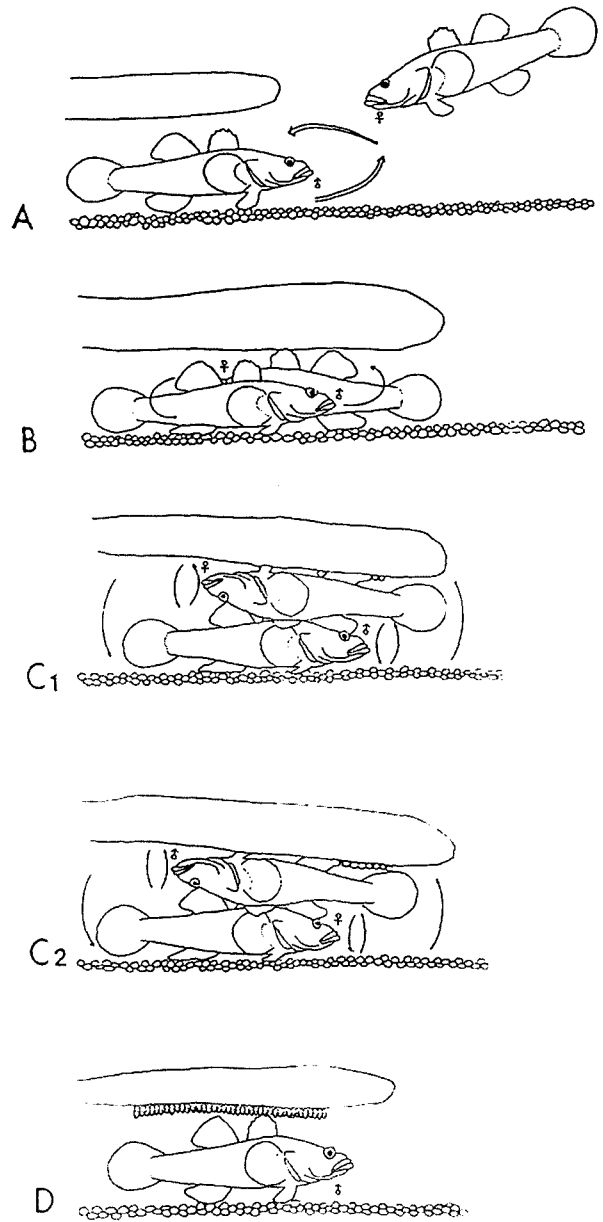


Fig. 1. The schematic drawing for spawning behavior of *Odontobutis interrupta* in experimental aquarium. Each phases are A; Ferritory formation. B) Courtship, C₁, C₂) Spawning and sperm release, D) Egg-guarding.

3) 산란 및 방정

약 1시간 정도의 구애행동 후 산란된 난이 관찰되었다. 난은 암컷이 먼저 방란을 한 후에 수컷이 바로 방정을 하게되며, 한 번의 방란과 방정을 한 후에는 암수 모두 바닥에 바로 위치하여 약 1~2분의 휴식을 취했다. 휴식 후에는 수컷이 시계반대 방향으로 다시 회전을 시도하며 암컷의 몸 중간부위(꼬리지느러미와 항문사이)

를 주둥이로 밀며 방란을 재촉하게 되면, 암컷이 다시 산란할 장소인 돌에 거꾸로 붙어 방란하면 수컷이 이어서 돌에 거꾸로 붙어서 방정하였다(Fig. 1C₁ & C₂).

4) 산란장 보호

산란이 끝나면 수컷은 약 1분의 휴식을 취한 후 암컷을 쫓아내며, 난이 부화할 때까지 산란장을 떠나지 않으며 알을 보호하였으며, 또한 가슴지느러미를 이용하여 산란장에 수류를 일으켜 난에 신선한 물을 공급해 주었고, 수정이 되지 않은 난과 발생과정에 부패한 난을 제거하여 난이 부패하지 않도록 환경을 조절하였다. 수컷은 산란 후 난을 보호하는 행동이나 경계하는 태도를 강하게 보이고 있었다(Fig. 1D).

2. 수온에 따른 산란 주기 및 산란수

수온에 따른 산란 주기 및 산란수는 22±1°C에서는 관찰기간 100일 중에서 3회의 산란을 관찰하였으며 각각 982개, 1,073개를 산란하여 총 3,179개의 난을 24±1°C에서는 5회의 산란을 관찰하였으며 각각 805개, 768개, 907개, 876개, 856개를 산란하여 총 4,212개의 난을 26±1°C에서는 6회의 산란을 관찰하였으며 각각 656개, 721개, 783개, 681개, 659개, 706개를 산란하여 총 4,206개의 난을 28±1°C에서는 3회의 산란을 관찰하였고, 각각 509개, 612개, 527개를 산란하여 총 1,648개의 난을 산란하였다(Table 1).

3. 난발생과정

산란 후 얼룩동사리의 난 발생과정은 다음과 같았다(Figs. 2, 3, 4 and Table 2).

Step 1. 난의 팽창과 동물극으로의 세포질 응집

1) 수정 (Fertilization), 수정란은 타원형으로 장경과 단경이 각각 평균 4.0±0.3 mm, 1.7±0.1 mm (n=20)이며, 반투명한 회색을 띤 부착성 난이다. 또한 세포질에는 유구(oil droplet)가 존재한다. 난은 수정 직후 수분을 흡수하여 팽창하게 된다(Fig. 2A).

2) 1 세포기, 수정후 50분 정도 지난 후 수정란 내에서

세포질이 동물극쪽으로 응집되기 시작하였다(Fig. 2B₁).

3) 1 세포기(배반 형성), 수정후 1시간 17분 정도 경과하면 세포질로부터 동물극쪽에서의 응집이 계속되어 배반(blastodisc)을 형성한다(Fig. 2B₂).

Step 2. 난할과정 (Cleavage)

4) 2 세포기, 수정후 1시간 51분이 경과하면 배반의 중앙부위가 수직 이동분되며 2세포기가 되었다(Fig. 2C).

5) 4 세포기, 수정후 2시간 26분, 2세포기의 할구들이 다시 수직 2등분되어 4세포기가 되었다(Fig. 2D).

6) 8 세포기, 수정후 3시간 01분, 세포분열이 계속되어 8세포기가 되었다(Fig. 2E).

7) 16 세포기, 수정후 3시간 37분, 할구수가 더 증가하여 16 세포기가 되었고, 할구의 크기가 비교적 작아졌다(Fig. 2F).

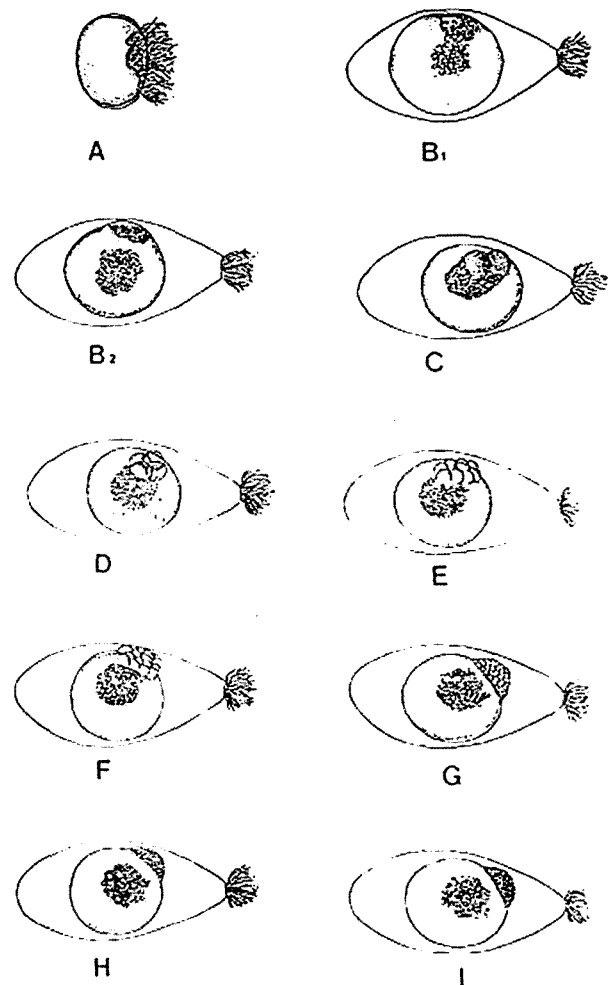


Table 1. Number of average eggs of *Odontobutis interrupta* to different water temperature in aquarium

Water temperature	Number of spawning	Number of total eggs	Number of average egg
22±1°C	3	3,179	1059
24±1°C	5	4,212	842
26±1°C	6	4,206	701
28±1°C	3	1,648	549

Fig. 2. Egg development of *Odontobutis interrupta* time required for each development stage is shown in Table 2.

8) 32 세포기, 수정후 4시간 19분, 세포분열은 32세포기가 되었다(Fig. 2G).

9) 64 세포기, 수정후 4시간 55분 64세포기가 되어 할구가 작아지고 조밀해졌으며 난황의 속도가 점차적으로 감소함을 보였다(Fig. 2H).

10) 상실기(Morula), 수정후 6시간 01분, 할구의 크기가 매우 작아지고, 세포의 수는 증가하여 상실배(morula)를 형성하였다(Fig. 2I).

Step 3. 포배형성과정 (Blastulation)

11) 포배기(Blastula), 수정후 7시간 12분, 난황이 계속적으로 진행되고 배반(blastodisc)의 가장자리가 식물극쪽으로 완만하게 기울어져 확장되었다(Fig. 3J).

Step 4. 낭배형성과정 (Gastrulation)

12) 낭배 초기(Early gastrula), 수정후 11시간 11분, 배반이 아래쪽으로 확장이 계속되어 난황의 1/3을 덮게

되어, 피복현상(epiboly)을 유지하였다(Fig. 3K).

13) 낭배 중기(Middle gastrula), 수정후 25시간 37분, 배반이 난황의 1/2을 덮었고, 배환(germ ring)이 최대에 이르렀다(Fig. 3L).

14) 낭배 후기(Late gastrula), 수정후 32시간 48분, 배반이 난황의 2/3 이상을 덮었고, 난황전(yolk plug)이 나타났다(Fig. 3M).

Step 5. 기관형성과정 (Organogenesis)

16) 배체(Blastoderm), 수정후 33시간 45분, 발생진행이 계속되어 난황위에 신경습이 나타나고, 이후에 신경배가 형성되었다(Fig. 3N).

17) 체절(Somite), 수정후 35시간 04분, 배체의 형태가 뚜렷이 나타나고, 5~6개의 체절이 형성되었다(Fig. 3O).

18) 안포(Optic cup), 수정후 36시간 57분, 배체의 머리 부분에 안포(optic vesicle)가 형성되기 시작하였고, 체절의 수는 15~16개가 형성되었다. Kuffer's vesicle이 미부쪽에 형성되었다(Fig. 3P).

19) 꼬리 생성(Tail bud), 수정후 47시간 27분, 안포가 명확하고 체절수는 약 30~31개가 형성되어 성어의 수와 같게 된다. 미부가 신장되어 난황에서 떨어졌다(Fig. 3Q).

20) 렌즈 및 이포(Auditory vesicle), 수정후 50시간 56분, 안포안에 렌즈(lens), 이포(auditory vesicle)가 형성되었다. 발생이 계속되면서 꼬리가 신장되기 시작하였다. 이후에 배체의 미부 움직임이 미약하게 관찰되기 시작하였다(Fig. 3R).

21) 두부 분화(Brain differentiation), 수정후 62시간, 배체의 두부 부분의 크기가 점점 커졌고 분화가 이루어졌으며, 배설기관의 원기가 형성되었다. 이후의 배체의 움직임이 전단계보다 활발하게 관찰되었다(Fig. 3S).

Step 6. 심장박동과 안내 흑색 소포형성과정

22) 심장 박동(Heart beating), 수정후 65시간 15분, 이석이 형성되고 꼬리부분이 신장되어 난각의 한쪽 끝에 다달았으며 심장의 원기가 형성되었다. 또한 미약하게 심장박동이 관찰되었다(44~48 time/min). 배체의 움직임이 이전보다 훨씬 활발해져 회전운동이 미약하게 관찰되었다(Fig. 4T).

23) 흑색소포(Melanophore in optic vesicles), 수정후 70시간 55분, 안포에 흑색소포가 형성되기 시작, 심장의 박동이 이전 단계보다 증가되었다(75~79 time/min). 심장의 박동에 의해 혈액의 순환이 관찰되었다(Fig. 4U).

Step 7. 가슴지느러미 형성과 체내 흑색 소포형성

24) 수정후 107시간 45분, 미부에 막성지느러미가 형

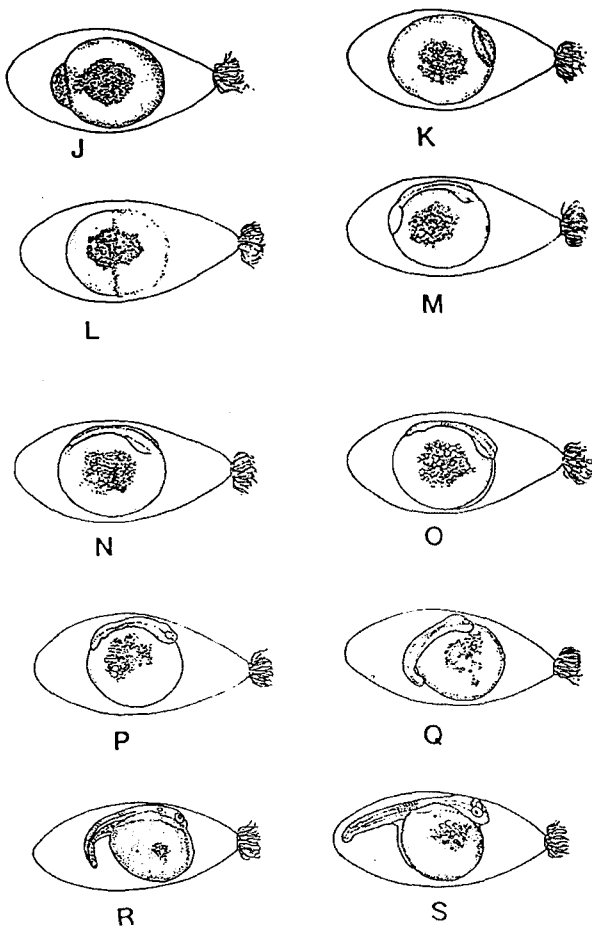


Fig. 3. Egg development of *Odontobutis interrupta* continued from Fig. 2. time required for each development stage is shown in Table 2.

성되고 안포와 렌즈의 구분이 확실하게 된다(Fig. 4V).

25) 수정후 134시간 40분, 가슴지느러미가 형성되고 꼬리가 신장되어 난각에 의해 구부러지는 현상이 관찰되었다(Fig. 4W).

26) 수정후 143시간 25분, 입이 열리고 아가미 뚜껑이 두부에서 떨어져 있다. 신장이 계속되어 구부러짐이 난의 장경에 절반정도에 달한다(Fig. 4X).

27) 수정후 170시간 45분, 꼬리지느러미에 기초수가 6~7개, 등지느러미와 배지느러미가 될 막성지느러미가 형성되었다. 또한 아래 체측선을 따라서 흑색소포가 형성되었다 부레가 형성되었다(Fig. 4Y).

28) 196시간 45분, 두부를 포함하여 몸 전체에 흑색소포가 산재하여 있고, 부레가 2부분으로 나뉘어져 있다. 또한 뒤쪽부레의 등부쪽에 신장이 생성되어 붉은 색을 띤다. 꼬리지느러미에 9~10, 등지느러미에 5~6개의 기

조가 형성되었다. 난황의 부피가 약 1/2 정도로 줄었다(Fig. 4Z₁).

Step 8. 부화 (Hatching)

수정후 248시간 05분, 배체가 난각의 안에서 매우 활발하게 회전운동을 하여 두부와 미부 부분 난각을 압박하여 점차 약화시켰다. 난각은 지속적인 운동의 결과로 얇아졌고 이후 배체의 머리부분이 먼저 난각을 뚫고 나왔다. 막 부화되어 나온 larvae는 전장이 5.8 ± 0.2 mm이고 무게는 3.0 ± 0.5 mg이었다. 두부와 체측의 아래부위에 흑색소포가 많이 분포해 있고 가슴지느러미와 꼬리지느러미로 운동할 수 있었다(Fig. 4Z₂).

고 찰

얼룩동사리(*Odontobutis interrupta*)는 동사리과(Odon-

Table 2. Egg development of *Odontobutis interrupta*

Elapsed time		Water temperature °C	Stage	Figs. 2, 3, 4	Stage of egg development
hours (H)	minutes (M)				
00	00	26.1	I	A	Fertilized egg
00	50	26.0		B1	Swelling and beginning of cytoplasmic concentration to the animal pore
01	17	26.2	II	B2	Formation of blastodisc
01	51	25.9		C	2-cell stage
02	26	26.3		D	4-cell stage
03	01	25.9		E	8-cell stage
03	37	26.3		F	16-cell stage
04	19	25.9		G	32-cell stage
04	55	25.7		H	64-cell stage
06	01	25.8	III	I	Morula stage
07	12	25.9		J	Blastula stage
11	11	25.8	IV	K	Early gastrula stage
25	37	25.9		L	Middle gastrula stage
32	48	26.1	V	M	Late gastrula stage
33	45	26.3		N	Formation of embryo
35	04	25.9		O	5-6 somites
36	57	25.7		P	15-16 somites, beginning of optic vesicles and Kuffer's vesicle formation
47	27	26.0		Q	30-31 somites, beginning of tail prolongation
50	56	26.1		R	Beginning of auditory vesicle Formation of Lenses in optic vesicle
62	00	25.8		S	Defferentiation of of brain, embryo wiggled Beginning of anus
65	15	25.9	VI	T	Beginning of heart beating
70	56	25.7		U	Beginning of melanophore in optic vesicles
107	45	25.8	VII	V	Beginning of caudal region (fin) formation
134	40	26.0		W	Beginning of pectoral fins formation
143	25	26.2	X	Opening the mouth	
170	45	26.1	Y	Beginning of dorsal fin fold formation Formation of air chamber	
196	45	25.9	VIII	Z ₁	Formation of melanophore in body
248	05	25.8		Z ₂	Hatching

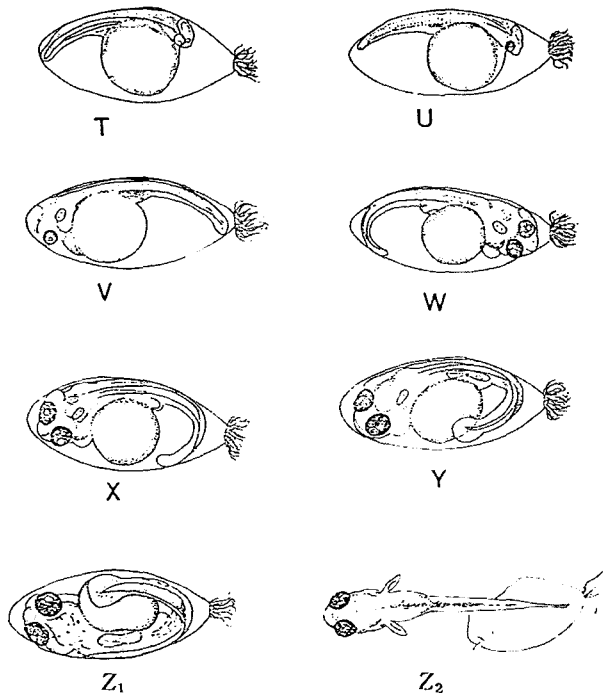


Fig. 4. Egg development of *Odontobutis interrupta* continued from Fig. 3. time required for each development stage is shown in Table 2.

tobutidae), 동사리속(*Odontobutis*)에 속하며 국내의 동사리속 어류는 본 종과 동사리(*Odontobutis platycephala*) 2종이 보고되어 있고, 일본에서는 *Odontobutis obscura obscura*의 1종이 보고되어 있다. 본 종에 대한 분류는 Sakai (1993)가 일본의 *Odontobutis obscura obscura*와 본 종이 아종관계가 아닌 별종이라고 보고한 바 있으며, 본 연구는 얼룩동사리의 자연산란 특성과 산란 행동 및 난발생에 대하여 연구하였다.

얼룩동사리의 서식 및 산란장소의 특징은 유속이 느리고 자갈이 많았으며, 이는 최(1987)의 보고와 일치함을 알 수 있었고, 산란된 난의 유형은 道津(1979)이 구분하여 보고한 13가지 유형중에 최와 진(1979)이 보고한 바와 같이 타원형의 침성부착란의 형태로 기부에 부착사를 갖고 있었다. 또한 산란기에 대하여 정 및 이(1982)는 산란기가 4월에서 8월로 수온이 17.4~27°C사이라고 기재한 반면, 최(1989)는 17.5~22°C의 수온을 갖는 4월말부터 8월중순까지가 산란성기라고 보고하였으나, 본 연구에서는 인공 산란장의 산란수온이 24~27°C였고, 25~27°C에서 가장 활발한 산란행동이 관찰됨으로써 자연서식지에서도 이와 유사한 수온을 갖는 6월중순 이후부터 8월말 이후까지 산란한다고 추정할 수 있었다.

산란행동은 수컷이 산란장을 마련하고 산란과 방정을 거쳐 수정란을 보호함으로써 堤·道津(1961), 및 Goto (1989)가 보고한 망둑어과 어류와, 변 등(1995)의 독중개과 어류에서의 산란행동과 유사함을 알 수 있었다. 정과 이(1982)는 동사리에 대한 보고에서 산란행동은 산란시 암컷이 수컷위에 얹혀있는 자세라고 보고하였으나 본 연구에서의 산란 행동은 방란과 방정시에는 암컷과 수컷이 나란히 돌밑에 거꾸로 위치함으로써 차이가 있음을 알 수 있었다.

본 연구종과 같은 속에 속하는 동사리에 대한 Iwata et al. (1988)의 보고에는 시간에 따른 형태적 특징에 대하여 보고되지 않았기 때문에 난 발생에 대한 결과를 동사리와 비교하는데 문제점이 있다. 하지만 정과 이(1982)는 동사리에 대한 보고에서 배반형성이 수정후 1시간 30분~2시간, 2세포기는 2시간 30분, 상실기까지는 약 1시간 10분의 간격으로 32세포기까지 규칙적으로 난할이 이루어진다고 보고하였다. 또한 상실기의 시기가 수정후 7시간 50분~10시간 30분에 상실기가, 10시간 30분~15시간 40분에 포배기가, 18시간 30분~36시간 30분에 낭배기, 배체의 형성은 수정후 32시간후에 이루어진다고 보고하였으나, 64세포기와 Kupffer's vesicle의 형성에 대하여는 기재하지 않았다.

Iwata et al. (1988)은 심장원기가 수정후 6일후에 형성되고 체절수는 27개라고 보고하였으나 본 종에서는 심장원기는 수정후 65시간 15분(2일후)에, 체절은 수정후 47시간 27분에 이미 성어와 같은 수인 30~31개가 형성되어 본 종과 동사리에서 차이가 크음을 알 수 있었다. 이는 동사리와 본종인 얼룩동사리의 난 발생과정중의 수온의 차이라고 사료되었다. 심장의 박동은 원기가 형성되었을때 44~48 time/min, 70시간 55분에 75~79 time/min, 77시간 05분에 99~101 time/min, 81시간 30분에 114~115 time/min, 부화직후에는 128~130 time/min으로 계속적인 증가를 보였다. 이는 기관이 발생과 배체의 성장으로 혈액순환량의 증가에 따라 현상으로 사료되었다. 정과 이(1982)는 동사리에서 심장박동이 시작되는 시기가 18개의 체절을 갖는 수정후 76시간 30분이라 하였고, Iwata et al. (1988)은 수정후 6일에 심장이 형성된다고 보고하였다. 이 또한 수정후 65시간 15분에 심장의 원기가 형성되는 본 종과 커다란 차이를 보이고 있어 추후 재검토할 필요가 있다. Iwata et al. (1988)은 동사리의 부화직후 자어의 전장이 5.25 mm라고 보고하였고, 정과 이(1982)는 5.6 mm라고 보고하였다. 본 종에서는 부화직후에서 자어의 전장이 5.5 ± 0.2 mm로 동사리의 자어와는 큰 차이가 없었고, 무게는 3.0 ± 0.5 mg이었다.

본 종의 난발생과 치어의 사육시에 수온을 $26 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 유지하였으나 Iwata *et al.* (1998)은 난발생의 수온을 기재하지 않았고, 정과 이(1982)는 수온을 $22 \sim 23^\circ\text{C}$ 로 유지한다고 보고하였다. 따라서 동사리에 대해 보고된 내용과 본 종에서 보인 결과중 발생단계에 대한 차이가 수온의 차이때문인지 또는 종간의 특이성에 의한 결과 인지는 면밀히 재검토 해야할 필요성이 있다고 사료되었다.

인 용 문 헌

- 김익수, 김병직. 1996. 좁구굴치(*Micropercops swinhonis*)의 산란 습성 및 초기난발생. 한국생태학회지 19:477-486.
- 변화근, 조규송, 최재석, 김종필. 1995. 한국산 독종개의 번식 행동. 한육지 28:191-198.
- 전상린, 김영자. 1996. 삼산천과 섬진강에서 채집된 얼룩동사리에 관하여. 한육지 29:111-117.
- 정태영, 이철선. 1982. 동사리의 초기발생에 관한 연구. 부산대학교 자연과학논문집 34:213-223.
- 최기철, 전상린, 김익수, 손영목. 1989. 한국산 담수어 분포도 (제9판). 한국담수생물학연구소 9.
- 최기철. 1987. 충남의 자연. 담수어편. 한국과학기술진흥재단, 서울.
- 최기철, 진창덕. 1977. 한국산 동사리의 산란습성과 난발생 및 초기발육과정에 대하여. 한국생태학회지 1:44-48.
- 道津喜衛. 1979. ハゼ亞目魚類の卵と仔, 稚魚. 海洋科學 11: 115-116.
- 堤俊夫·道津喜衛. 1961. チャガウの産卵行動. 長大水部研報 10:149-154.
- Balon EK. 1975. Terminology of intervals in fish development. J. Fish. Res. Board. Can. 32:1663-1670.
- Gale A. 1914. The life history of Australian Eleotrid Fish, *Mogurnda adscpersus* reared in the aquarium. Australian Zoology 1:25-26.
- Goto. 1989. A Effects of parental care on egg survival estimated from an experimental removal of nest-guarding males in the river sculpin *Cottus amblystomopsis*. Japan. J. Ichthyology 36:281-284.
- Iwata, A, SR Jeon, N Mizuno and KC Choi. 1985. A revision of the gobiid, genus *Odontobutis* in Japan, Korea and China. Japan. J. Ichthyology 31:373-388.
- Iwata A, SR Jeon, N Mizuno and KC Choi. 1987. Embryonic development of gobiid fish, *Odontobutis obscura interrupta*. Sci. Rept. Yokosuka City Mus. 35:29-36.
- Iwata A, SR Jeon, N Mizuno and KC Choi. 1988. Embryonic development of gobiid fish, *Odontobutis platycephala*. Korean J. Limnology 21:25-32.
- Iwata A, SR Jeon, N Mizuno and KC Choi. 1988. Larval development of gobiid fish, *Odontobutis obscura obscura* in comparison with that of *Odontobutis interrupta* and *O. platycephala*. Japanese J. of Ichthyology 35: 371-381.
- Marther A. 1937. Study on the Australian Eleotrid Fish, *Morgunda morgunda* reared in the aquarium (in Australian). Bl t. Aquar. Terrar. 48:189-192.
- Okada Y. 1959-1960. Studies on the freshwater fishes of Japan. J. Fac. Fish., Pre. Univ. Mie. 4:267-269.
- Sakai H, A Iwata and SR Jeon. 1993. Genetic evidence supporting the existence of three distinct species in the genus *Odontobutis* (Gobiidae) from Japan and Korea. Japan. J. Ichthyology 40:61-64.
- Soin SG, AO Kasutyan and NI Pashchenko. 1981. Ecological and morphological analysis of the development of the minnow, *Phoxinus phoxinus* (Cyprinidae). J. Ichthyol. 21:90-105.
- Tavolga WN. 1950. The egg of *Mogurnda obscura*. J. Morp. Japan 37:488.

The Spawning Behavior and Egg Development of *Odontobutis interrupta* IWATA and JEON, 1985 Shin-sok Choi and Young-un Na¹ Department of Biology, College of Natural Science, Chungnam National University, Taejon, 305-764, Korea, ¹Division of General science, Konyang University, Chungnam, 320-711, Korea

Abstracts - Early life history and spawning for *Odontobutis interrupta* were observed in the laboratory during May-August 1999 with a condition of natural habitats in the field. Optimal water temperature for spawning was between 17.5 and 22.0°C and appropriate water depth and current velocity in the natural habitat ranged $0.3 \sim 0.6$ m and $0.1 \sim 0.3$ m/sec, respectively. Ovary maturation index peaked at about 100mm in the total length and their values gradually decreased after the size. Male fishes showed a territory and courtship behavior to adult females and the males frequently pushed upper-ventral part of females for egg releases. After females spawned, the males guarded the egg masses and supplied dissolved oxygen using pectoral fins. According to observation of egg development in the laboratory, blastodisc formed in 1hr 17 min after the fertilization, cleavaging at 36-minute interval regularly. Blastulation occurred in 7 hr 12 min after the fertilization, with gastrulation after 11 hr 11 mins and formation of yolk plug after 32 hr 48 min. Embryo was formed in 33 hr 45 min after fertilization and optic vesicles appeared in 47 hr 27 mins when 30~31 somites were formed. Cardiac primordium was formed in 65 hr

15mins and its beat averaged 44~48 time/min. Pectoral fins were formed in 138 hr 40 min, air-bladder and black vesicles were observed in lower portion of young fish. Embryo hatched from shell membrane after about 10 days and juvenile was 5.8 ± 0.2 mm in total length, 3.0 ± 0.5 mg in weight.

Key words : Spawning behavior, Development, *Odon-
tobutis interrupta*

(2000년 7월 2일 접수; 2000년 9월 2일 채택)