

주꾸미 (*Octopus ocellatus*) 의 산란과 부화, 생존 및 공식

김병균, 정의영¹, 전제천, 김치홍²

국립수산과학원 부안수산종묘시험장, ¹군산대학교 해양생명과학부, ²서해수산연구소 군산분소

Spawning, Hatching, Survival and Cannibalism of *Octopus ocellatus*

Byung Gyun Kim, Ee Yung Chung¹, Je Cheon Jun and Chi Hong Kim²

Puan Marine Hatchery, National Fisheries Research & Development Institute, Puan 579-850, Korea

¹*School of Marine Life Science, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea*

²*Kunsan laboratory, West Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Kunsan 573-030, Korea*

ABSTRACT

Spawning, hatching, survival and cannibalism of the octopus, *Octopus ocellatus*, were investigated at the indoor laboratory. The specimens were collected in the coastal waters of Puan, Korea, from March 2000 to May 2001. Changes in the gonadosomatic index (GSI) during March to May, 2000 were similar to those in 2001. The GSI began to increase in March and reached the maximum in May 2000 and 2001. The mean fecundity of adult individuals in April was larger than those in March and May in 2000 and 2001. In the investigations of survival rates of adults according to the water layers, the mean survival rate in the middle water layer was higher than that in the bottom layer in year 2000 ($p = 0.002$). The survival rate during 2001 was similar to the result of year 2000 in the water layers ($p = 0.018$). From the investigations with the purchase dates, the survival (88.8%) in the early spawning period (April 10, 2000) showed larger than those in the mid-spawning (May 11, 2000) and the late spawning (May 23, 2000). For aquaculture, it is suggested that the purchase timing of adults in the early spawning period will have a better result than

that of the other spawning periods.

In the amount of spawning with water layers, the number of eggs spawned of the adults in the middle layer were larger than those in the bottom layer. In the number of eggs spawned with the purchase dates, the number of eggs spawned in the early spawning period were larger than those in the middle and late spawning periods.

The size of eggs spawned were 6.904 x 2.520 mm. the hatching period required (from spawning to hatched larvae) was 55 days (April 17 to June 7, 2000) at water temperatures of 11.2 to 21.1°C. In case of the hatching rates with water layers, the hatching rate in the middle water layer was larger than that in the bottom one ($p = 0.004$). In the hatching rates with the purchase timings, the hatching rates in the early and mid-spawning periods showed higher than in late spawning period. Of the three conditions for hatching of the octopus larvae, the experimental group under the conditions of the presence of adult mother and use of filtered seawater was the best hatching condition. In the rearing experiments of young octopus with the four food conditions, the survival of an experimental group fed on *Artemia* was the highest (21.6%). From the rearing experiment with the three kinds of the shelters for the inhibition of cannibalism, the survival of the hanging group with the oyster hanging strings was the highest.

Keywords: *Octopus ocellatus*, Spawning, Hatching, Survival, Cannibalism.

Received October 5, 2001; Accepted November 9, 2001

Corresponding author: Kim, Byung Gyun

Tel: (82) 63-582-8275 e-mail: bgkim@nfrdi.re.kr

1225-3480/17203

© The Malacological Society of Korea

서론

문어류는 무척추동물 가운데 가장 발달한 몸의 구조를 지녔으며, 머리는 원형, 팔은 8개이며 뛰어난 운동력을 가진다. 이들은 조간대에서 심해까지 서식하고 있으며, 먹이는 갑각류, 어류, 연체동물 및 패류 등을 먹는데 갑각류를 가장 선호한다.

주꾸미, *Octopus ocellatus*는 연체동물 門 (Mollusca), 신두족 綱 (Necephalopoda), 팔완 目 (Octopoda), 문어 科 (Octopodidae), 문어 屬 (*Octopus*)에 속한다. 특히, 우리나라의 경우 서남해 연안의 사락질에 주로 서식하는데, 피빨고둥의 패각이나 페타이어, 장화 등의 인공 구조물의 움푹 파진 곳을 선호하는 생태적 습성을 가진다.

지금까지 우리나라의 두족류에 관해 연구·보고된 것으로는 분류·생태학적 연구 (이 등, 1971; 제 등, 1990), 번식생태 (Chung *et al.*, 1999), 종묘생산 (Kim *et al.*, 1997) 등이 보고 되어 있다.

외국의 경우 *Octopus briareus*의 분류와 생태 (Hanlon, 1983; 奥谷, 1984a,b; Mangold, 1983, 1990, Aronson, 1991; Mcquaid, 1994), 어린고기 사육시험 (井上, 1969; 伊丹, 1971), 기술개발 (伊丹, 1966; Chu and Kim, 1990; 振崎等, 1991) 등이 보고 되어 있다. 문어류는 수명이 짧는데, *Octopus briareus*는 1년 (Hanlon, 1983), *Octopus vulgaris*는 1.5년 (久保, 1976)으로 보고 되어 있으며, 주꾸미는 어미가 유생을 부화시킨 후 폐사하는 것으로 보아 1년으로 추정되고 있다.

주꾸미는 최근 지역에 따른 어획량의 감소로 자원회복 불능 상태에 들어가기 전 종묘의 방류에 의하여 자원유지가 요구되는 어종이나 먹이생물의 미개발 등으로 종묘생산이 어려웠다. 이러한 점을 해결하기 위하여 주꾸미 (*Octopus ocellatus*)의 산란, 부화율, 생존율에 관해 조사하였던바 주꾸미의 종묘생산과 관련된 기초자료 및 몇 가지 정보를 얻었기에 시험 결과를 보고한다.

재료 및 방법

1. 암컷 주꾸미의 생식소중량지수 (GSI)와 포란량 조사

실험용 어미는 2000년과 2001년에 주산란기인 3월, 4월, 5월에 부안군 연안에서 끌그물이나 피빨고둥의 패각으로 제작한 어구에서 어획된 활력이 좋은 어미 20 마리 이상을 선별하여 생식소중량지수 (GSI)와 포란량을 조사하였다. GSI는 아래와 같은 공식에 의해 구하였다.

$$GSI = \text{생식소중량 (g)} \times 100 / \text{체중 (g)} \text{ (Zhang, 1991)}$$

2. 어미 주꾸미의 생존율과 산란량 조사

어미 주꾸미의 수층별, 구입시기별 개체들의 생존율과 자연 산란유도실험은 6톤 사각수조 (1.5 × 45 × 0.9 m)에서 수층별 (중층: 수심 20 cm에 착저망 설치, 저층: 수심 50 cm의 수조바닥), 구입시기별 (2000년 4월 10일, 5월 11일, 5월 23일)로 자연해수를 3 회전/일 유수 관리하면서 어미의 생존율, 산란량을 조사하였다. 수층별 어미 주꾸미의 생존율을 조사는 2000년과 2001년 5월에 수층을 저층과 중층으로 나누어 수층별 1개 실험구당 총 300개체씩 수용 (1개 수조당 100개체)하여 조사기간 중 생존율 (%)을 조사하여 통계분석 (t-test) 하였다. 구입시기별 생존율 조사는 구입 시기 (4월 10일, 5월 11일, 5월 23일) 별로 나누어 실험구당 사육수조에 총 300개체씩 수용 (1개 수조당 100개체)하여 조사기간 중 생존율 (%)을 조사하였다. 수층별 산란량조사는 2000년 6월에 각 수층별로 총 30개씩 산란단지지를 사육수조에 수용하여 산란단지당 산란량을 조사하여 통계분석 (t-test) 하였다. 구입시기별 산란량조사도 구입시기별로 총 30개씩 산란단지지를 사육수조에 수용하여 산란단지당 산란량을 조사하였다.

3. 부화 소요기간 및 배발생의 특징 조사

산란단지 내에 들어있는 어미 주꾸미 100개체를 6톤 사각수조의 저층에 수용한 후 산란단지 내 산란된 날로부터 부화기 시작되기까지의 소요기간을 조사하였고, 산란 후 배발생의 특징을 조사하였다.

4. 산란단지 내에서의 부화율 및 부화조건 조사

어미 주꾸미의 수층별, 구입시기별 개체들의 부화율조사 실험은 생존율과 산란량조사 방법과 같이, 6톤 사각수조에서 수층별 (중층, 저층), 구입시기별 (2000년 4월 10일, 5월 11일, 5월 23일)로 자연해수를 3 회전/일 유수 관리하면서 유생의 부화율을 조사하였다. 수층별로 1 실험구당 총 300개체씩 (1개 수조당 100개체) 수용하여 부화율을 조사하여 통계분석 (t-test) 하였다

가장 좋은 부화조건을 확인하기 위하여 실시한 산란단지 내에서의 부화 실험은 2000년 4월 20일에 3가지 조건의 실험구 (실험구A: 어미 미수용-여과해수사용, 실험구B: 어미 수용-여과해수사용, 실험구C: 어미 수용-자연해수사용)로 나누어 각 실험구마다 10개의 산란단지씩 수용하여 부화율을 높이는 가장 좋은 조건을 조사하였다.

5. 어린 주꾸미의 공식방지를 위한 먹이공급 및 은신처 조건 조사

어린 주꾸미의 공식방지 효과를 조사하기 위하여 먹이공급 및 은신처별로 나누어 공식방지 가능성 여부를 조사하였다.

1) 먹이별 사육실험

어린 주꾸미의 공식방지를 위해 가장 좋은 조건을 확인하기 위하여 먹이별 사육실험을 위해 각각 50 liter 수조에 4 개 실험구 (실험구A: 바지락육질, 실험구B: *Artemia* 유생, 실험구C: 바지락육질 + *Artemia* 유생 혼합구, 실험구D: 대조구 [절식]) 를 각 실험구당 총 300 마리씩 (1 개 수조당 100 마리) 사육실험을 실시하여 얻어진 생존율을 결과를 통계분석 (ANOVA test 및 Duncan's multiple range test) 하였다.

2) 은신처별 사육실험

어떤 조건이 어린 주꾸미의 공식방지에 효과가 있는지 알기 위해 3가지 조건의 은신처 실험구 (실험구A: 차광막 수하구, 실험구B: 파판 수하구, 실험구C: 굴수하연 수하구) 를 설정하여 1 톤 FRP 수조 (φ1.5 × 0.7 m)에 각 실험구당 총 3,000 마리씩 (1 개 수조당 1,000 마리) 사육실험을 실시하여 얻어진 생존율을 결과를 통계분석 (ANOVA test 및 Duncan's

multiple range test) 하였다.

결 과

1. 암컷 주꾸미의 생식소중량지수 (GSI) 와 포란량 조사

주꾸미 어미의 생식소중량지수 (GSI)는 2000년과 2001년도 모두 비슷하였고, 3월부터 증가되기 시작하여 5월에 최대값 (2000년 8월 21일, 2001년 4월 22일)을 나타내었다. 2000년과 2001년도의 포란량은 각각 285-669개/개체 (평균 418 개/개체), 265-637 개/개체 (평균 432 개/개체)의 범위이었다. 평균 포란량은 2000년과 2001년도 모두 3-5월 조사에서 4월이 3월과 5월보다 더 높았다 (Table 1).

2. 자연산란 유도시 어미 생존율조사

1) 수층별 어미 생존율

수층별 어미 사육시험에서는 활력이 좋은 것만 선별하여 수

Table 1. Number of fecundities of ripe adult *Octopus ocellatus*.

Date	No. of individuals investigated	Average GSI	Range of fecundity	Average fecundity per adult
2000				
March	22	12.8	285-439	341
April	24	18.2	417-669	519
May	27	21.8	324-479	396
2001				
March	27	13.1	265-462	356
April	25	18.6	369-637	524
May	26	22.4	313-518	418

Table 2. Rearing experiment analysis by water layer of the adult *Octopus ocellatus*.

Water layer	Rearing period	No. of rearing individuals	No. of individuals died	No. of survival individuals	Survival (%)
Bottom layer	May 12-June 16, 2000	100	22	78	78.0
		100	21	79	79.0
		100	19	81	81.0
		Total	300	62	238
Middle layer	May 12-June16, 2000	100	11	89	89.0
		100	10	90	90.0
		100	13	87	87.0
		Total	300	34	266
Bottom layer	May 8-June 14, 2001	100	18	82	82.0
		100	16	84	84.0
		100	19	81	81.0
		Total	300	53	247
Middle layer	May 8-June 14, 2001	100	12	88	88.0
		100	10	90	90.0
		100	14	86	86.0
		Total	300	36	264

Table 6. Hatching rates of *Octopus ocellatus* with water layers.

Water layers	Purchase date	No. of adult individuals	Initial hatching date	Final hatching date	Total number of individuals hatched (Average)	Hatching rate (%)
Bottom layer	May 11, 2000	100	June 28, 2000	July 07, 2000	27,200 (272)	88.8
		100	June 27, 2000	July 06, 2000	29,600 (296)	87.7
		100	June 28, 2000	July 07, 2000	28,100 (281)	88.6
Mean				(283)	(88.3)	
Middle layer	May 11, 2000	100	June 27, 2000	July 06, 2000	31,300 (323)	91.3
		100	June 28, 2000	July 07, 2000	30,600 (306)	93.3
		100	June 28, 2000	July 07, 2000	32,800 (328)	92.9
Mean		300		(319)	(92.5)	

조에 저층 (수심 50 cm 수조바닥) 과 중층 (수심 20 cm, 착저 망 사용) 으로 구분하여 각각 100 마리씩 수용 사육 시험한 결과 2000년도에는 어미의 평균 생존율이 중층에서 88.8%, 저

층 79.3%로 중층에서의 생존율이 높았고 ($p = 0.002$), 2001년도에는 평균 생존율이 중층에서 88.0%, 저층 82.3%를 나타내어 중층에서의 생존율이 저층의 것보다 높게 나타났다 ($p =$

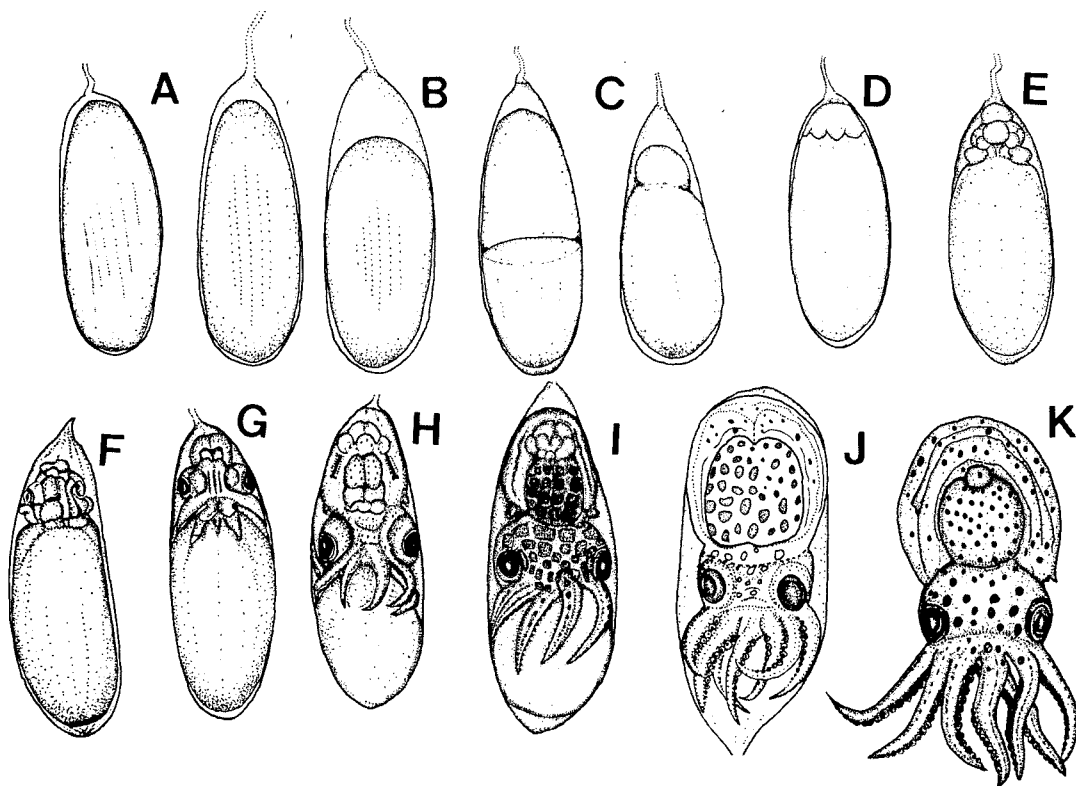


Fig. 1. Egg development of *Octopus ocellatus* (A-K). A, Ovarian eggs; B, blastodisc formation, 12 days after spawning; C, yolk covered with the blastodisc, 17 days after spawning; D, part forming the head changed, 23 days; E, the site forming eyes and the site of the intestine were changed, 28 days; F, eye colour changed and inner organ differentiated, 37 days; G, brown eyes became to be large and heart beat and arms appeared, 40 days; H, the gills and arms appeared and the mantle began to move, 46 days; I, the melanophores dispersed on the surface of the body, the suckers of the arms appeared, 49 days; J, the positions of the head and arms changed and the egg membrane, 52 days; K, the hatching form the egg membrane, 55 days after spawning.

Table 5. Total number of eggs spawned with purchased date of the adult individuals.

Purchased date	Investigation date	No. of pots investigated	No. of strings (mean)	No. of eggs spawned per pot (mean)	Total number of eggs spawned
April 10, 2000	June 4, 2000	10	10-16 (13.0)	215-432	3,430
		10	9-17 (13.0)	198-449	3,320
		10	9-16 (12.5)	194-439	3,570
Range			9-17 (12.8)	194-449 (348)	(3,480)
May 11, 2000	June 16, 2000	10	9-16 (12.4)	190-428	3,390
		10	10-17 (13.5)	211-443	3,420
		10	8-17 (12.8)	189-463	3,470
Range			8-17 (13.1)	189-463 (342)	(3,420)
May 23, 2000	June 16, 2000	10	7-14 (10.4)	165-392	2,780
		10	9-15 (12.2)	188-397	2,930
		10	8-13 (11.1)	177-367	2,720
Range			7-15 (11.2)	165-397 (281)	(2,810)

0.018; Table 2).

2) 구입 시기별 어미 생존율

구입 시기별 사육시험에서는 어미구입을 산란초기 (2000년

4월 10일), 산란중기 (2000년 5월 11일), 산란후기 (2000년 5월 23일) 에 구입하여 사육한 결과, 산란초기의 생존율은 87.0%, 산란중기 83.3%, 산란후기에 72.3%로 나타나 산란초기 생존율이 가장 높았다 (Table 3).

Table 3. Rearing experiment analysis of the adult individuals with the purchase dates.

Purchase date	Rearing period	No. of rearing individuals	No. of individuals died	No. of survival individuals	Survival (%)
April 10, 2000	April 11-June 16, 2000	100	11	89	89.0
		100	13	87	87.0
		100	15	85	85.0
Total		300	39	261	87.0
May 11, 2000	May 12-June 24, 2000	100	15	85	85.0
		100	17	83	83.0
		100	18	82	82.0
Total		300	50	250	83.3
May 23, 2000	May 24-June 29, 2000	100	27	73	73.0
		100	31	69	69.0
		100	25	75	75.0
Total		300	83	217	72.3

Table 4. Total number of eggs spawned of *Octopus ocellatus* with water layers.

Water layer	Date of Observation	No. of pots investigated	No. of strings (mean)	No. of eggs spawned per pot (mean)	Total number of eggs spawned
Bottom layer	June 16, 2000	10	5-16 (11)	115-435 (306)	3,060
		10	8-18 (13)	180-452 (326)	3,260
		10	7-14 (10)	163-424 (317)	3,170
Total		30	5-18 (12)	115-452 (316)	3,160
Middle layer	June 16, 2000	10	10-16 (13)	215-442 (343)	3,430
		10	9-15 (12)	192-436 (328)	3,280
		10	11-16 (14)	224-457 (353)	3,530
Total		30	9-16 (13)	188-457 (341)	3,410

Table 7. Hatching rates of *Octopus ocellatus* according to the purchase dates.

Purchase date	No. of adult individuals	Initial hatching date	Final hatching date	Total number of hatching individuals	Hatching rate (%)
April 10, 2000	100	June 7, 2000	June 22, 2000	31,400	91.5
	100	June 8, 2000	June 23, 2000	30,600	92.2
	100	June 7, 2000	June 22, 2000	32,400	90.8
	Range	June 7-8, 2000	June 22-23, 2000	30,600-32,400	90.8-92.2
Mean		16-17 days	315 individuals/adult	91.5	
May 11, 2000	100	June 27, 2000	July 6, 2000	30,200	89.1
	100	June 27, 2000	July 7, 2000	30,800	90.1
	100	June 28, 2000	July 7, 2000	31,100	89.6
	Range	June 27-28, 2000	July 6-7, 2000	30,200-31,100	89.1-90.1
Mean		10-11 days	307 individuals/adult	89.6	
May 23, 2000	100	July 07, 2000	July 15, 2000	23,500	84.5
	100	July 08, 2000	July 16, 2000	25,400	86.7
	100	July 08, 2000	July 15, 2000	23,100	84.9
	Mean	July 7-8, 2000	July 15-16, 2000	23,100-25,400	84.5-86.7
		9-10 days	240 individuals/adult	85.4	

3. 자연산란 유도시 산란량 조사

1) 수층별 산란량

수층별 산란량은 중층에서 사육 산란단지 1 개당 평균 341 개이었고, 저층에서는 산란량이 평균 316 개로 나타나 수층별 산란량은 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p = 0.055$; Table 4).

2) 구입 시기별 산란량

구입 시기별 산란단지 1 개당 산란량은 산란초기 (4월 10일) 에 구입된 개체들은 평균 348 개이었고, 산란중기 (5월 11일) 에는 평균 342 개, 산란후기 (5월 23일) 에는 평균 281 개이었다 (Table 5). 따라서 어미 구입시기가 산란후기인 개체들의 산란량이 산란초기 및 중기보다 적게 나타났다.

4. 난발생

난발생 실험시 실내수온 11.2-21.1°C (적산수온: 892°C), 염

Table 8. Hatching rates of *Octopus ocellatus* among seawater conditions and present/absence of adult mother.

Experimental group	Seawater conditions	Adult mother	Hatching rate (%)
A	Filtered seawater	Absent	4.7 ± 1.34
B	Filtered seawater	Present	82.2 ± 1.36
C	Natural seawater	Present	61.4 ± 3.42

분농도 (psu) 32 이었을 때 부화 소요기간 (2000년 4월 17일 -6월 10일) 은 55일이었다 (Fig 1). 산란된 후 chorion 막을 갖는 난소난은 난병 (egg stalk) 을 형성하여 난줄 (egg string) 에 부착되었다 (Fig. 1-A). 산란 후 12일이 경과하면 배반이 형성되고 세포분열이 일어났으며 (Fig. 1-B), 산란 후 17일째에는 포배형성으로 난황이 덮어졌다 (Fig. 1-C). 산란 후 23일째에는 머리가 될 부분이 굴곡되었고 형태 변화가 일어났다 (Fig. 1-D). 28일째에는 눈 형성부위와 내장부분의 변화가 일어났고 (Fig. 1-E), 37일째에는 눈이 연분홍색으로 착색되었으며 내부기관이 분화되기 시작하였다 (Fig. 1-F). 40일째에는 눈 색깔이 갈색을 띄었고 점차 커졌으며 심장박동이 관찰되었으며 팔 (腕) 이 생기기 시작하였다 (Fig. 1-G). 46일째에는 아가미가 관찰되고 팔이 길어지고 난황이 작아졌으며 외투막이 움직이기 시작하였다 (Fig. 1-H). 49일째에는 체표면에 검은 반점이 산재해 있어 빛의 밝기에 반응하였으며 팔에는 빨판이 관찰되었고 팔과 몸의 움직임이 조금씩 일어나기 시작하였다 (Fig. 1-I). 52일째에는 난황이 거의 흡수되었으며 난막 내에서 머리와 발의 위치가 바뀌고 색소의 신축이 활발히 이루어지며 몸의 신장으로 난막이 부풀어 올랐다 (Fig. 1-J). 산란후 55일이 경과되면 난막의 입구 쪽에서 부화되었다 (Fig. 1-K).

5. 수층별, 어미구입 시기별 부화량 조사

1) 수층별 부화량 및 부화율

수층별 부화량은 중층이 평균 319 마리, 저층이 평균 283 마리가 부화되었으며, 부화율은 중층이 평균 92.5%, 저층이 평균 88.3%를 나타내어, 저층보다 중층이 보다 높게 나타났다

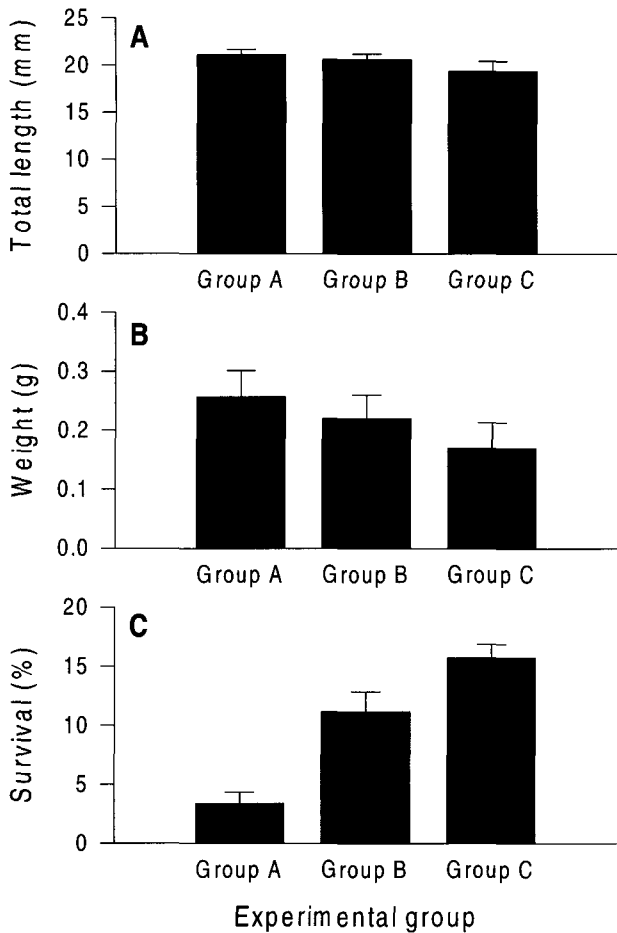


Fig. 2. Total length (A), weight (B), and survival (%), C) of the larvae of *Octopus ocellatus* among different types of shelter for preventing cannibalism. Larvae were reared from 25 June to 5 July, 2000. Bar indicates the standard deviation (n = 3). Group A, hanging group with the screen for light control; Group B, hanging group with the wave plate; Group C, hanging group with the oyster hanging string.

(p = 0.004; Table 6).

2) 어미구입 시기별 부화량

어미구입 시기별 산란단지당 부화량은 산란초기 (평균 315 마리) 와 중기 (평균 307 마리) 는 차이가 없었으나 산란후기에는 평균 240 마리, 부화율 평균 85.4%를 나타내 산란초기 91.5%, 산란중기 89.6%보다 낮은 부화율을 나타내었다 (Table 7).

6. 산란단지 내에서의 부화조건 조사

산란 후 부화기간은 54-57일이 소요되었으며, 부화량 및 부화율은 실험구A에서 총124마리 (부화율 4.7%) 로 가장 낮았

고, 실험구B에서 총 2,177마리 (부화율 82.2%)로 가장 높았으며, 실험구C에서 총 1,614마리 (부화율 61.4%)를 나타내었다 (Table 8).

7. 공식방지를 위한 먹이별 사육실험

1) 먹이별 사육실험

어린 주꾸미의 공식방지 실험은 2000년 6월 21일-7월 1일 (10일간) 까지 50 liter 수조에 어린 주꾸미 100 마리씩 수용하여 바지락육질은 10 g/일, *Artemia* 유생은 10 개체/cc, 혼합구는 단일 공급구 (실험구A, 실험구B) 공급량의 1/2씩 혼합공급하였으며, 사육수는 4 회/일 환수한 결과, 전장, 중량, 생존율 모두 먹이 조건에 따라서 차이를 나타내었다 (ANOVA, p < 0.001). Duncan's multiple range test 결과, 전장과 중량의 경우 *Artemia*가 포함된 먹이 조건인 실험구B와 실험구C에서 바지락 단독 공급구보다 높았다. 먹이를 공급하지 않은 경우 (실험구D)는 가장 낮았다. *Artemia* 단독 공급구 (실험구B)와 *Artemia* 및 바지락 육질의 혼합 공급구 (실험구C) 사이에서는 전장과 중량이 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 (전장: p = 0.486, 중량: p = 0.122). 그러나 생존율은 *Artemia* 단독 공급구 (실험구B) 에서 21.6%로 가장 높았고, 먹이를 공급하지 않은 경우 (실험구D) 11.0%로 가장 낮았다. 바지락 육질만 공급한 경우 (실험구A) 와 *Artemia*와 바지락 육질의 혼합 공급구 (실험구C) 사이에서는 생존율이 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 (p = 0.382; Table 9).

2) 은신처별 사육실험

은신처별 사육실험은 2000년 6월 25일-7월 5일 (10일간)까지 1 톤 FRP수조에 어린 주꾸미를 1,000 마리씩 수용하였고, 먹이인 *Artemia* 유생은 수조에 항상 10 개체/cc를 공급하였으며, 사육수는 2 회전/일로 환수한 결과, 생존율은 은신처의 종류에 따라서 차이를 나타내었다 (ANOVA, p < 0.001). 그러나 전장과 중량은 은신처의 종류에 크게 달라지지 않았다 (ANOVA, 전장: p = 0.080, 중량: p = 0.120). 어린 주꾸미의 생존율은 굴수하구에서 15.7%로 가장 높았고, 파판수하구는 11.2%, 차광막 수하구는 3.4%를 나타내었다. 크기는 19.4-21.3 mm로 각 실험구마다 큰 차이는 없었으며, 중량은 차광막 수하구가 0.26 g으로 다른 실험구보다 양호하였다 (Fig. 2).

고 찰

주꾸미 어미의 2000년도 및 2001년도의 생식소중량지수 (GSI) 의 범위는 각각 12.8-21.8, 13.1-22.4이었고, 포란량은 2000년도에 288-699 개/개체, 2001년도에 266-637 개/개체로 이들 결과는 생식소중량지수 (GSI) 13.02-21.10 범위에

속하는 개체들의 포란량이 291-667 개/개체로 보고한 Kim *et al.* (1997) 의 조사 결과와 유사한 결과를 보였다.

생존율 조사에서 중층의 생존율이 88.8%로 저층의 79.3% 보다 높았는데, 저층은 지면 (뺨) 에 피빨고등 패각이 놓여 있어 뺨물질 내에 존재하는 세균의 감염으로 인해 어획시 받은 상처 부위의 화농 (염증) 이 심해져 스트레스를 크게 받게 되는 것과 관련이 있으며, 또는 부유 물질 발생으로 인한 산소공급 등이 좋지 않아 뺨 이물질이 어미의 생존에 영향을 주었던 것으로 생각된다. 구입시기별 조사에서는 산란초기인 4월 10일에 생존율이 87.0%로 높았는데 이는 수온이 낮아 어획시 입은 상처 부위의 화농이 적었으며 주꾸미의 활동력이 감소되어 서로의 공식이 적었던 것과 관련 있는 것으로 생각된다. 그러나 산란 후기인 5월 23일에 구입된 개체들의 생존율이 72.3%로 낮았던 것은 수온 상승으로 인해 어획시 입은 상처부위의 화농 및 염증으로 스트레스를 크게 받은 것과 관련이 크며, 또한 활동력 증가에 따른 개체들 상호간의 공식율이 높아져 생존율이 감소된 것과 관련이 있는 것으로 사료된다.

수층별 산란량조사에서, 저층의 산란량은 평균 316 개/개체 이었고, 중층은 341 개/개체로 나타나 산란은 중층에서 산란시키는 것이 저층에서의 산란량보다 좀더 많았는데 이것은 저층보다 중층에서 어미의 건강조건이 보다 양호하였던 것과 밀접한 관련이 있다고 사료된다. 구입시기별 조사에서는 산란초기 산란량이 평균 348 개 산란중기 평균 342 개, 산란후기 평균 281 개로 조사되었다. 산란후기에 산란량이 낮은 것은 일부가

산란한 것으로 사료된다. 따라서 어미 구입은 산란초기나 중기에 구입한 것이 좋은 것으로 생각된다.

본 실험에서, 산란된 난 (난경 6.904 × 2.520 mm)들을 수온 11.2-21.1℃ (적산수온; 892℃)에서 난발생 (egg development)을 시켰을 경우, 부화 소요기간은 55일 (2000년 4월 17일-6월 7일)이었다. 이 결과를 문어와 비교하여 보면, 문어의 부화 소요기간은 수온 15.3-20.0℃ (적산수온: 794.7℃)에서 44일 (5월 16일-6월 28일)로 보고 (Kouzo, 1963) 되어 있어 주꾸미의 부화기간이 문어 보다 더 긴 것으로 나타났다.

어미주꾸미의 산란단지 내에 산란된 난들이 부화하는데 가장 좋은 부화조건이 어느 조건인가를 조사한 결과, 실험구A (어미 없음-여과해수 사용)에서 부화율이 4.7%로 가장 낮았고, 실험구B (어미 있음-여과해수 사용)에서 부화율이 82.1%로 가장 높았으며, 실험구C (어미 있음-자연해수 사용)에서 부화율은 61.4%를 나타내어 부화기간 중 산란된 알의 부화율이 높게 나타나 가장 좋았던 조건은 실험구B의 조건인 어미 주꾸미를 산란단지 내에 수용시키고 여과해수를 사용한 조건이었다. 이것은 산란단지 내에서 어미가 산란된 난들에 세균 감염 방지를 위해 그리고 이물질 등이 난발생 중인 난에 달라붙지 못하게 계속해서 닦아 주고, 수류를 일으켜 산소 공급이 원활하게 하는 조건이 부화조건에 가장 적합하였다. 특히 자연해수보다 여과된 해수를 사용할수록 난발생 및 부화율이 높은 것으로 밝혀져 이물질의 부착 유무가 부화조건과 관련 있는 것으로

Table 9. Rearing experiment analysis of the larvae of *Octopus ocellatus* under the four food conditions. Group A, young octopus fed on the meat of the Manila clam; Group B, young octopus fed on *Artemia nauplii*; Group C, young octopus fed on the mixed food with the meat of the Manila clam and *Artemia nauplii*; Group D, young octopus fed on no food.

Experimental group	Rearing period	No. of larvae	Initial		Final		No. of survival individuals	Survival (%)
			Total length (mm)	Body weight (g)	Total length (mm)	Body weight (g)		
Group A	June 21-July 1, 2000 (10 days)	100	10.7	0.05	13.6	0.08	17	17
		100			14.1	0.09	16	16
		100			13.5	0.08	19	19
Mean					13.7	0.08	17.3	17.3
Group B	June 21-July 1, 2000 (10 days)	100	10.7	0.05	14.7	0.11	21	21
		100			14.3	0.10	23	23
		100			14.6	0.11	21	21
Mean					14.5	0.11	21.7	21.6
Group C	June 21-July 1, 2000 (10 days)	100	10.7	0.05	14.6	0.11	16	16
		100			14.6	0.11	18	18
		100			14.8	0.13	15	15
Mean					14.7	0.12	16.3	16.3
Group D	June 21-July 1, 2000 (10 days)	100	10.7	0.05	12.8	0.07	10	10
		100			12.4	0.07	11	11
		100			12.6	0.07	12	12
Mean					12.6	0.07	11.0	11.0

사료된다.

일반적으로 두족류는 야행성으로 오후 4시부터 10시 사이에 먹이 섭취가 가장 왕성하였다고 보고 되어 있다 (Nigmatullin and Ostapenko, 1976). 伊丹 and 丹下 (1966) 는 두족류의 위 내용물을 조사한 결과 갑각류, 패류, 어류, 두족류의 순으로 좋아한다고 보고하였는데, 본 조사 결과에서도 주꾸미는 *Artemia*를 섭취시킨 실험구 (갑각류) 의 생존율이 21.6%로 가장 높았고, 바지락 육질부 섭취 실험구 (패류) 의 생존율이 17.3%로 나타나 伊丹 and 丹下 (1966) 의 보고와 매우 관련이 있음을 알 수 있었다.

주꾸미 유생의 공식 방지를 위해 어떤 조건이 가장 효과가 있었는지 은신처별로 생존율을 실험한 결과에 의하면, 실험구들 중 굴수하연 수하구 실험구에서 주꾸미 유생의 생존율이 15.7%로 나타나 파관 수하구실험구의 11.2%와 차광막 수하구 실험구의 3.4%보다 양호하였는데, 이는 다른 실험구보다 굴수하연 수하구 실험구가 은신할 수 있는 표면적이 컸던 것으로 보이며, 중량은 차광막 수하구가 0.26 g으로 다른 실험구보다 양호하였는데 이것은 서로간의 공식과 관련이 있는 것으로 생각된다.

요 약

전라북도 부안 연안에서 채집된 주꾸미 (*Octopus ocellatus*)의 산란과 부화, 생존 및 공식에 관하여 조사하였다. 주꾸미 어미의 생식소중량지수 (GSI) 는 2000년과 2001년도 모두 비슷하였고, 3월부터 증가되기 시작하여 5월에 최대값을 나타내었다. 평균 포란량은 2000년과 2001년도 모두 3-5월 조사에서 4월이 3월과 5월보다 더 높았다.

주꾸미 어미의 수층별 생존율 조사에서는 2000년도에 중층의 평균 생존율 (88.8%)이 저층 (79.3%)보다 높았고 ($p = 0.002$), 2001년도에도 중층의 생존율이 저층보다 높았다 ($p = 0.018$). 구입시기별 조사에서는 산란초기 (4월 10일)의 생존율 (87.0%)이 산란중기 (5월 11일) 및 산란후기 (5월 23일)보다 생존율이 높게 나타나 산란초기에 어미를 구입하는 것이 좋을 것으로 사료되었다.

수층별 산란량 조사에서도 산란단지당 산란량은 중층이 저층에서 보다 더 많았고, 구입시기별 산란량 조사에서는 산란초기 (2000년 4월 10일) 가 산란중기 (2000년 5월 11일) 와 산란후기 (2000년 5월 23일) 보다 산란량이 많은 것으로 확인되어, 어미 주꾸미를 산란초기에 구입하는 것이 보다 좋을 것으로 사료된다.

산란된 난의 크기는 6.904×2.520 mm이었다. 난발생시의 수온인 11.2-21.1°C (적산수온: 89.2°C) 에서, 부화기간 (2000년 4월 17일에서 6월 7일)은 55일이 소요되었다. 수층별 부화율은 중층이 저층보다 높게 나타났다 ($p = 0.004$).

어미구입 시기별 산란단지당 부화율은 산란초기와 산란중기가 산란후기보다 부화율이 높았다.

산란단지 내에서 부화는 어미가 있는 실험구 (여과해수사육)에서 부화율이 82.1%로 가장 높게 나타나 부화율을 높이기 위해서는 부화기간 중의 난 관리를 위해 어미 주꾸미가 산란단지 내에 있도록 하고 여과해수를 사용하는 것이 가장 좋은 조건이라고 사료된다.

먹이별 어린 주꾸미 사육 시험은 *Artemia* 공급구에서 생존율 (21.6%) 이 가장 양호하였고, 공식 방지 효과 조사를 위한 은신처별 사육시험에서는 굴수하연 수하구에서 생존율 (15.7%) 이 가장 양호하였다.

REFERENCES

- Aronson, R.B. (1991) Ecology paleobiology and evolutionary constraint in the *Octopus*. *Bull. Mar. Sci.*, **49**(1-2): 245-255.
- Chung, E.Y., Kim, B.G., Kim, S.W. and Ko, T.S. (1999) Reproductive ecology of *Octopus ocellatus* on the west coast of Korea. *Yellow Sea*, **5**: 33-45.
- Chu, C. and Kim, S.G. (1990) Studies on the development of techniques on seedling production of *Octopus vulgaris*. *National Fish. Res. Dev. Inst.*, **86**: 92-97. [in Korean]
- Hanlon, R.T. (1983) *Octopus briarreus*. In: Cephalopod Life Cycle I. (ed. by Boyle, P.R.). **15**: 251-166.
- Hanlon, R.T., Forsythe J.W., Hixon, R.F. and Yang, W.T. (1984) Recent advances in *Octopus mariculture*. *Aquabiology*, **6**(6): 420-426. [in Japanese]
- Kim, B.G., Kim, S.W., Jun, J.C., Kim, C.H. and Kim, J.S. (1997) Studies on the development of techniques on seedling production of *Octopus ocellatus*. *Rep. West Sea Fish. Res. Inst., National Fish. Res. Dev. Inst.*, pp. 297-304.
- Kouzo, I., Yasuo, I., Saburo, M. and Kozo, N. (1963) *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **29**(6): 514-519.
- Mangold, K. (1983) *Octopus vulgaris*. In: Cephalopod Life Cycle I. (ed. by Boyle, P.R.) **21**: 335-364.
- Mangold, K. (1990) *Octopus vulgaris*. In: Cephalopod Life Cycle I. (ed. by Boyle, P.R.). **21**: 335-364.
- Nigmatullina, C.M. and Ostapenko, A.A. (1970) Feeding of *Octopus vulgaris* Lam. from Northwest African coast. ICES, C.M. 1976, K6. 1-15. (fide Mangold. 1983).
- Zhang, C.I. (1991) Fisheries Resources Ecology. Woosung Publ. Co. Ltd., Seoul, 399 pp.
- 久保伊律男. (1976) イカタコ類, In: 續水産資源學各論, **6**: 188-264.
- 坂崎活幸, 複永恭平, 吉田儀弘, 丸山敬悟. (1991) マダコ浮遊期幼生の生残成長に及ぼすノクロロプシスの効果および20水曹を用いた飼育事例について, 栽培漁業技術開発研究, **19**: 75-84
- 이병돈, 이택열, 진평. (1971) 두족류 증식에 관한 연구. 부산수산대학 임해연구소 연구보고, **4**: 11-16.

Spawning, Hatching, Survival and Cannibalism of *Octopus ocellatus*

伊丹宏三, 丹下勝義. (1966) マダコ 種苗生産技術研究, 兵庫縣水試事報, pp. 1-12.

伊丹宏三. (1971) マダコ孵化稚仔の攝餌について, 兵庫縣水試事報, pp. 1-6.

奥谷喬司. (1984a) 底棲八腕形類の分類と生態 (1). マダコ科の分類, 海洋と生物 33. 6(4): 257-263.

奥谷喬司. (1984b) 底棲八腕形類の分類と生態 (2). マダコ科の生態, 海洋と生物 33. 6(5): 330-335.

제종길, 유제명, 손민호 (1990) 한국산 두족류에 관한 연구 (I). pp. 14-27, pp. 111-144.

井上喜平治. (1969) タコの増殖. 水増業書, p. 20.