

낙지 (*Octopus minor*)의 산란과 부화

김동수 · 김재만^{1*}

목포지방해양수산청 해남해양수산사무소, ¹목포대학교 기초과학부 생물학전공

Spawning and Hatching of *Octopus minor*

Dong-Soo KIM and Jae-Man KIM^{1*}

Haenam Maritime Affairs and Fisheries Office, Mokpo Regional Maritime Affairs and Fisheries Office, Haenam-Gun, Jeonnam 536-812, Korea

¹Division of Natural Sciences, Mokpo National University, Jeonnam 534-729, Korea

We investigated the reproductive behavior of *Octopus minor*, order Octopoda, class Cephalopoda under laboratory conditions. Each mature female octopus was kept in an aquarium with a plastic tube for shelter, and one mature male was introduced for the purpose of copulation. Before spawning, the female coated the roof of the shelter with a light-green material, upon which it then fixed its eggs one by one. This spawning behavior lasted 1 to 3 days. Fertilized females spawned 54 eggs on average, ranging from 21 to 112 eggs at 72 to 98 days after copulation. The attached eggs were 18.1-19.0 mm in length, 5.0-6.1 mm in width, and 0.30-0.38 g in weight. The mother octopods did not feed; they attended to the eggs by using their arms to rub the egg surfaces and used their funnel to blow sediments off of the eggs. At water temperatures of 20.9-21.5°C, the fertilized eggs hatched within 73 to 90 days after being spawned. The effective cumulative water temperature was 1,569-1,892°C. At the end of incubation, the body weight of the mother octopods was reduced to approximately 56% of the initial weight, and most mother octopods died soon after the young hatched.

Key words: Egg caring, Hatching, *Octopus minor*, Spawning

서 론

낙지는 우리나라 서남해 연안지역의 갯벌지역에서 생산되는 주요 수산물로 산업적으로 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 또 생태학적 관점에서 보면 해양생태계에서 낙지는 갑각류나 패류등과 같은 하위영양단계에 있는 생물들을 섭이하여 상위의 영양단계로 전달하는 에너지 전달자로서 중요한 기능을 담당하고 있다. 그러나 낙지의 이와 같은 중요성에도 불구하고 낙지의 산란, 부화와 발생과 같은 생물학적인 기초 연구는 극히 부족하여 종묘생산이나 양식기술 개발 등에 많은 어려움을 겪고 있는 실정이다. 우리나라의 두족류의 번식생태에 관해 보고된 것으로는 주꾸미의 번식생태 (Chung et al., 1999)와 문어와 주꾸미의 종묘생산 (Chu and Kim, 1990; Kim et al., 1997), 등이 있으며 낙지에 관한 연구는 경기만 낙지의 형태 및 생물학적 연구 (Moon, 1989), 낙지의 습성 및 행동특성 (Chang et al., 2003), 남해안에 서식하는 낙지의 성장과 산란 (Kim et al., 2004) 등이 있으나 낙지의 번식과 관련된 주제를 직접 다룬 연구는 보고된 바가 없다. 외국의 경우에도 어린 문어류의 사육시험 (Kinoue, 1969; Itami, 1971)과 기술개발 (Itami et al, 1963; Hamasaki et al., 1991) 등이 보고된 바는 있으나 낙지의 증식에 대한 연구 논문은 찾아보기가 어렵다. 낙지의 번식행태와 관련된 연구가 이처럼 드문 이유는 낙지의

독특한 번식 특성과 관련이 있는 것으로 보인다. 낙지는 갯벌에 구멍을 뚫고 들어가 수백 개 내의 매우 적은 수의 난을 산란하며 어미 낙지의 철저한 보호 아래에서 부화한다. 또 주로 야간에 활동하는 생태적 습성을 가지고 있어 번식 행동을 관찰하기가 어렵고 다른 두족류와 마찬가지로 성장이 빠른 반면 수명이 짧고 (Hanton, 1983; Kubo, 1976), 번식기간도 한정되어 (Kim and Kim, 2006) 자연 상태에서 생식 과정을 관찰하는 것은 매우 어렵다.

따라서 본 연구에서는 낙지의 산란 및 부화가 가능한 실험실 조건을 확립하고 인공적으로 조절되는 환경조건에서 낙지의 산란과 부화 행동을 관찰하였다. 이러한 연구는 무분별한 간척사업과 환경오염으로 고갈되어 가는 낙지 자원의 복원하기 위한 낙지 종묘생산 기술이나 양식기술 개발 등에 큰 도움이 될 수 있을 것으로 생각한다.

재료 및 방법

실험환경

낙지는 사전 예비실험을 통하여 25°C 이상의 고수온과 해수 비중 1.020 이하의 저염분에 약하다는 것이 증명되었기 때문에 실험에 적합한 환경 조건을 만들기 위하여 수온조절기능이 있는 냉각시스템과 사용해수의 살균소독을 위하여 자외선 살균기가 설치된 순환 여과식 시설을 사용하였다. 실험수조는 원형 (Ø120×70 cm)수조 2조, 사각 (270×60×70 cm) 수조 2조

*Corresponding author: jkim@mokpo.ac.kr

를 사용하였으며 여과시설로는 침전조 2조와 순환여과 디스크통을 사용하였다. 총 순환 수량은 3.7톤이고 매일 사이폰 실시 후 150-200 L씩 해수를 교환 후 보충하였으며 1일 30회 순환시켰다. 실험환경에 있어서 수온은 22°C 이하로 비중은 1.024-1.026 범위로 관리하였으며, 조도는 200 Lux 내외로 조절하였다 (Table 1).

성숙개체 확보

산란용 친어는 신안군 장산면 오음리 지선마을에서 1999년 11월부터 2000년 7월까지 4회에 걸쳐서 손으로 직접 잡은 개체 중 성숙한 어미를 골라 61미를 확보하였으며 무게는 102-294 g의 범위로 평균 182 g이었다.

교접유도

상태가 양호하고 성숙한 암·수의 개체를 같은 수로 확보하여 이중 암·수 1미씩을 망에 넣어 5-6일간 합사하였다. 망은 25×25×75 cm의 나일론 망을 사용하였으며 분재용 철사를 넣어 형태를 유지하였다.

산란 유도

예비 실험에서 어미 수만큼 산란관을 넣어 산란을 관찰한 결과 어미낙지들이 각각의 산란관에 들어가지 않고 산란관 1개에 2-3미씩 들어가 일찍 산란하는 개체에 방해로 주는 현상이 발생하였다. 따라서 교접을 완료한 성숙개체들을 1미씩 분리하여 25×25×75 cm의 나일론망에 Ø9 cm, 길이 12 cm의 PVC관 1개씩을 산란용 은신처로 넣어주어 산란을 유도하였다.

결 과

교 접

교접망에 합사된 암 수컷 낙지의 교접상태를 관찰한 결과 암·수가 함께 같이 붙어 있으며, 수컷이 산막을 넓게 펴고 사용하여 정포를 수란관의 말단 부위에 삽입되는 것으로 추정

되며, 정자들이 난소를 통과하여 난들이 수정되기까지 정자들은 수란관(Oviduct) 내에 저장된다(Naef, 1923)고 보고되어 있어 낙지도 이러한 과정을 거치는 것으로 추정된다. 별도의 교접과정을 거치지 않고 현지에서 직접 체포한 암컷을 수용하여 산란시험을 한 결과 산란이 이루어진 것도 있었는데 이리 암컷을 둘러싸며 이상행동을 보이기도 하고 교접단계에서는 암수가 함께 발 전체를 꼬면서 교접행동을 하였다. 교접시 수컷은 오른쪽 3번째 팔인 교접완(hectocotylus)을 한 경우는 교접 후 산란하기 위하여 잠입해 있는 개체를 체포한 것으로 사료되며 난소난이 성숙된 개체는 이미 교접과정을 거친 것으로 판단되었다.

성숙한 수컷의 몸통 내에서는 잘 발달된 정소가 관찰되었으며 나이담 낭(Neodham's sac)에서는 정포를 관찰할 수 있었다. 이들 정포들은 나이담 낭에서 음경에 의해 사정되어 고미 중에 암컷의 몸속에 주입되는 것으로 추정된다.

산 란

안정된 산란공간을 제공하기 위해 PVC와 아크릴관의 한쪽을 밀폐한 산란관을 만들어 나일론 망 속에 넣어서 산란하도록 하였다. 교접 후 산란까지 소요되는 기간은 최단 45일에서 최장 240일이 소요되었다 (Table 2).

전년 11월에 입식한 경우 동절기에 가온을 제대로 하지 못한 상태였기 때문에 산란이 지연되었던 것으로 사료되며 5-6월에 입식한 친어는 72일에서 98일 만에 산란을 완료하였다. 교접 후에는 매일 친어 1미당 칠게를 1미씩 공급하였으며, 산란 이후에는 섭이를 중단하였다. 대부분의 개체들은 산란관 내에서 산란하였으나 일부는 나일론 망에 알을 부착시켜 부화관리를 한 개체도 있었다. 산란동작은 황록색의 부착물질을 몸에서 내어 벽면에 바른 다음 부착물질 속에 알을 1개씩 매달아 부착시키며 산란 기간은 1-3일 소요되었고 황록색 물질은 4-5일이 경과하면 흑색으로 변하였다. 산란이 지연되어 산란관 내부에 물때가 낄 경우에는 부착물질과 알이 쉽게

Table 1. Temperature and salinity conditions in this study

	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Water temperature (°C)	12.9	7.4	4.9	3.2	7.4	13.2	17.9	20.9	21.5	21.5	21.5	20.4	19.4	12.5
Specific gravity	24.8	25.3	25.3	25.4	25.6	25.5	25.3	24.9	24.3	24.3	24.4	24.5	25.3	26.2

Table 2. Results of spawning experiment of *O. minor*

Description	Total	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4
Starting Date		22 Nov	8 May	22 May	12 June
Individuals used	61	20	11	20	10
Body weights (g) (average)	102-294 (182.5)	150-294 (196.3)	134-285 (203.5)	102-217 (158.2)	112-264 (171.5)
Individuals spawned (%)	50 (82)	17 (85)	7 (64)	16 (80)	10 (100)
Spawning period		5. 29-7. 19	7. 3-9. 26	7. 18-9. 19	7. 27-9. 19
Days for spawning after copulation (average)	45-239	188-239 (213)	56-141 (98)	57-120 (88)	45-99 (72)
Spawned eggs per individuals	21-112	31-112	32-45	21-97	23-92

떨어졌으며 바닥에 떨어진 알에 대해서도 어미는 계속 난을 보호, 관리하였고 실제 개펄에서 어미의 산란형태를 조사한 결과 1 m 내외의 깊이에 부착물질의 뒷면에 검정색 썩기를 만들어 개펄의 벽면에서 떨어지지 않도록 하면서 산란, 부화시키는 것을 확인할 수 있었다.

실험에 사용한 총 61미의 암컷 친어 중 50미가 21-112개의 알을 산란하였으며 1미당 평균 산란 수는 54립이었다. 어미의 폐사 후 해부를 해서 확인한 결과 대부분의 개체가 포란된 알을 전부 산란하지는 않았으며, 미성숙란도 있었다 (Table 2). 포란된 알을 충분히 성숙시켜 산란수를 증가시키는 것과 호르몬을 이용하여 일시에 동시 산란을 유도하는 과제도 충분히 연구되어야 할 것으로 생각된다. 산란 후 알의 크기는 길이 18.1-19.0 mm, 폭 5.0-6.1 mm, 무게 0.30-0.38 g이었다.

어미의 부화 행동

암컷이 산란된 알을 부화시키기 위하여 알을 붙여놓은 바로 밑에서 8개의 팔을 모두 이용하여 알과 알 사이를 어루만지고, 흡반과 흡반 사이로 알을 넣어 문질러주며 가끔씩 누두(漏斗)로 주변의 물을 붙여냈다. 이와 같은 동작은 알 주변에 부착된 잡물을 깨끗이 닦아주고 여기서 떨어지는 잡물을 제거하기 위하여 붙어내는 것으로 사료된다. 이러한 행동은 개펄속의 탁한 뺨물 속에서 알을 보호하고 부니의 부착으로 인한 감염과 부패 방지를 위한 본능적인 알의 보호행동으로 사료된다. 부화 기간 중 칠계를 굵이 하였으나 먹지 않았고 부화하는 동안은 거의 먹지 않으면서 부화에만 열중하였으며 관찰을 위하여 산란 부위를 드러내거나 조명을 자주 비출 경우 알을 먹어버리는 현상이 나타났다. 산란 후 부화까지 소요되는 기간은 수온 20.9-21.5℃의 조건에서 73-90일이 소요되었으며 누적온도로 계산할 때 1,569-1,892℃이었다 (Table 3). 1999년도의 동절기 상온 상태에서는 부화기간이 146일 까지 소요되었다. 어미가 폐사하여 알만 별도 인위적으로 관리할 경우 부화기간이 길고 개체별 부화기간 차이가 큰 반면에 친어가 직접 관리한 알은 부화기간이 짧고 1-2일 사이에 일시에 부화되었다. 이러한 원인은 난막(卵膜)을 찢고 나오는 것을 어미가 도와주는 것으로 생각되며 실험결과 강한 빛 자극을 주거나 침으로 작은 구멍을 내주면 발이 먼저 나오면서 부화되는 것을 관찰할 수 있었다.

부화과정 중 어미 낙지는 먹이섭취를 전혀 하지 않고 알을 돌보는 일만 계속하므로 체중이 크게 줄어든다. 입식 초기

어미의 평균체중은 161 g이었으나 알을 부화시킨 이후의 평균 체중은 70.7 g으로 56%가 감소되었으며 부화를 완료한 어미는 2-3일이 지나 바로 폐사되었다.

새끼의 부화

알 속에서 기관이 모두 발달된 새끼 낙지는 알 껍데기를 찢고 발부터 나오기 시작하였다. 갓 부화된 새끼 낙지는 대부분 부화 전 난황을 완전히 소비하였으나 일부 개체는 입 주위에 난황이 달린 채 부화하여 2-3시간이 지나 완전히 소비되었다.

부화 직후 새끼의 크기는 길이 4 cm, 무게 0.2 g 내외로 부화 즉시 활발하게 유평하며 먹물을 분사하고 주간에는 어두운 곳으로 바로 은신하였다. 밝은 빛 아래서는 거의 움직이지 않다가 해가 진 뒤 2-3시간이 지나면 밖으로 나와 움직이기 시작하였다. 맛이나 바지락 껍질을 넣어줄 경우 5-10미가 잠입 은신하는 사례를 볼 수 있었다. 부화 후 23일 쯤부터 공식현상이 일어나기 시작하고 별도의 공간에 1미씩 개별수용을 하지 않는 한 서로 엉키면서 강자가 약자를 공식하는 현상이 일어났다. 수조 내에 개펄을 넣어준 실험구는 구멍을 파서 바로 잠입하였으며, 야간에는 밖으로 나와 활동하면서 공식현상이 일어났다.

어미의 폐사 및 알의 부패

산란한 50미중 39미는 알을 부화시키는 과정에서 중도에 폐사하고 부화를 완료한 어미는 11미 이었다 (Table 3). 부화 관리 중 어미가 폐사하여 관리를 해주지 않은 알은 원생동물, 곰팡이, 수생균등에 의하여 팽창 부패하였고, 감염되지 않고 정상상태를 유지하며 부화될 경우에는 어미가 직접 관리할 때와 비교하여 부화 간격이 길어지고 기간이 많이 소요 되었다. 어미의 폐사를 줄이기 위해서는 채포 당시 관리 및 취급에 주의하고 좋은 환경과 충분한 먹이를 공급해서 건강한 상태를 유지해야 할 것으로 본다. 부화율은 어미가 건강하게 살아있을 경우 대부분을 부화시켰으나 어미가 폐사할 경우 현저하게 떨어져 무균상태 유지를 위한 살균관리와 고도로 정수된 해수를 사용한 부화관리 방법을 강구하면 부화율을 높일 수 있을 것으로 판단되었다.

고 찰

문어류의 번식행동은 3가지 형태로 보고되어 있다.

Table 3. Result of hatching experiment of *O. minor*.

Description	Total Inds.	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4
Starting date		22 Nov	8 May	22 May	12 Jun
Individuals used	61	20	11	20	10
Spawned	50	17	7	16	10
Survived to hatching	11	3	-	4	4
Date of hatching		8.21-9.26	-	10.6-11.25	10.16-11.20
Hatching period (days)	73-90	73-88	-	80-90	88-90
Number of hatched	323	132	-	111	80

Mangold-Wirz (1963)는 암, 수가 서로 떨어져 있는 상태에서 수컷의 교접 팔을 암컷의 외투강에 넣어주는 방법을 관찰하였고, Wells and Wells (1959)는 수컷이 암초 등의 벽에 붙어서 암컷의 외투강에 정협(精莖, spermatophore)을 넣어주는 형태를 보고하였다. 또한 Wells and Wells (1971)는 서로 엉켜있는 상태로 교접하는 것을 관찰하였다. 낙지의 번식행동 관찰을 위하여 암·수컷을 교접망에 넣어 관찰한 결과 평상시에는 서로 떨어져 있거나 자기 영역확보를 위하여 자주 엉키는데 반하여 암, 수가 서로 포개어져 있었으며 서로가 발을 꼬거나 산막을 넓게 펼쳐 보이는 행동을 하였다. 서로 떨어져 있는 상태에서 교접팔을 넣어주는 모습은 관찰되지 않았으며 낙지의 교접은 서로 엉킨 상태에서 정협을 암컷의 외투강에 삽입시켜주는 것으로 판단된다. 산란기를 전후하여 갯벌에서 직접 낙지를 어획할 경우 가끔 한 구멍에서 2마리씩 발견되는 것이 이를 뒷받침하고 있다.

교접 후 산란을 하기까지의 기간은 5월과 6월에 입식한 어미는 평균 72일에서 98일 사이에 산란을 하였으나 11월에 입식한 어미는 213일이 소요되었다. 장기간이 소요된 원인은 12월부터 이듬해 3월까지 3.2-7.4℃의 저수온에서 관리된 데 기인한 것으로 본다. 문어 (*O. vulgaris*)는 교접 후 15-20일이 경과한 후 산란행동에 들어간다고 되어 있는데 (Kume and Tan, 1984) 낙지가 72일에서 98일이 소요된 것은 난의 미성숙, 실험실 환경에서의 적응과 산란 후 부화에 대비한 체력비축이 늦어진 데 따른 것으로 사료된다.

산란 방법은 연초록색의 물질을 바른 후, 알을 1개씩 따로따로 붙여나가는 작업을 계속하였으며 부착물질은 시간이 경과하면서 갈색으로 변하였다. 문어는 산란시 평균 길이 6.7 cm의 꽃 모양 형태의 난방(卵房)을 산출한 후 해저에 있는 암초나 암반의 요철부에 부착시킨다고 되어 있고 (Kume and Tan, 1984) 방 1 cm 내의 난의 수는 94.1±5.9개라고 하였다 (Tanaka, 1958). 또한 주꾸미 (*O. ocellatus*)는 난 연결선 색은 옅은 청색이었으며 1줄의 난모양은 수수목의 수수알 달린 상태로 되어 있다고 보고하였다 (Kim, 2003). 낙지는 문어나 주꾸미와 달리 방이나 수수알 모양이 아니라 각각의 알을 1개씩 매달아 놓은 형태로 부착시켰다.

산란 후 부화까지의 알을 보호하는 형태는 주꾸미는 알을 품고 있는 상태에서 관리를 하며 문어는 누두를 이용하여 물을 뱉어주면서 부니 등이 부착되어 사멸하지 않도록 알을 보호하나, 낙지는 매달아 놓은 알을 품지 않고 일정거리에서 각각의 알을 8개의 팔과 흡반을 이용하여 씻어내고 누두로 노폐물을 불어내는 작업을 부화할 때까지 계속하였다. 이는 문어나 주꾸미의 경우 알이 많아 하나하나 관리할 수 없지만, 낙지는 알의 수가 적어 적극적으로 관리함으로써 부화율과 생존율을 높이는 것으로 판단되었다. 또한 부화할 때까지, 알을 관리하는 동안은 걸을 떠나거나 먹이를 섭취하지 않았다. 이러한 행동은 문어나 주꾸미도 동일한 것으로 보고되어 있다 (Kim, 2003).

부화 소요기간은 수온 20.9-21.5℃의 조건에서 73-90일이 소요되었으며 적산수온은 1,569-1,892℃이었다. 문어가 23-25℃의 수온에서 24-25일이 소요되었고 (Kume and Tan, 1984) 주꾸미가 11.2-21.1℃ (적산수온 892℃)의 수온에서 55일이 소요된 것 (Chung et al., 1999; Kim, 2003)에 비하면 기간이 긴 편이며 냉각기를 이용한 수온통제 조건에서의 실험이기 때문에 갯벌 속에서 부화시킨다는 것을 전제로 할 때 수온을 상승시킬 경우 다소 빨라질 수 있을 것으로 사료된다.

부화후의 행동은 부화와 동시 갯벌에 잠입하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 문어가 33-40일의 부유기간이 있으며 (Itami, 1963), 주꾸미는 부화 직후 저서 생활에 들어간다고 보고되어 있는 바 (Chung et al., 1999; Kim, 2003), 문어류의 알과 같이 부유유생 기간을 거치는 것은 알의 수가 많고 난경이 작지만, 부화 직후 저서생활에 들어가는 것은 알 수가 적고 난이 크다는 Okutani (1984)의 보고와 일치한다.

낙지의 이상과 같은 독특한 산란과 부화 행동은 먹이생물이 풍부하고 부유물질이 많은 우리나라 서남해안 갯벌에서 효과적으로 적용하면서 형성된 것으로 생각된다. 어미 낙지의 효과적인 부화 행동으로 낙지는 다른 어류에 비하여 소수의 난을 산란하고도 갯벌에서 개체군의 효과적인 증식을 유지하는 것으로 보인다. 낙지의 번식행동을 직접 관찰하여 보고한 이번 연구가 서남해안 낙지 자원의 보존과 인공 증양식 기술 개발을 위한 연구를 촉진하는 데 기여할 수 있기를 기대한다.

참 고 문 헌

- Chang, D.J. and D.A. Kim. 2003. Characteristics by the behaviour and habits of the common octopus (*Octopus minor*). J. Kor. Fish. Soc., 36, 735-742.
- Chu, C. and S.G. Kim, 1990. Studies on the development of techniques on seedling production of *Octopus vulgaris*. J. Nat'l. Fish. Res. Dev. Inst., 86, 92-97.
- Chung, E.Y., B.G. Kim, S.W. Kim and T.S. Ko. 1999. Reproductive ecology of *Octopus ocellatus* on the west coast of Korean Yellow Sea. J. Int. Soc. Yellow Sea Res., 5, 33-45.
- Hanlon, R.T. 1983. *Octopus briarreus*, In: Cephalopod Life Cycle I. Boyle, P.R. ed., Academic Press, London, 251-166.
- Hamasaki, K., K. Hukunaga, Y. Yosida and K. Maruyama. 1991. Notes on the effects of Nannochloropsis on the reproduction and growth of octopus larvae and laboratory culture using 20 fish tank. Res. Dev. Cult. Fish. Tech., 19, 75-84.
- Itami, K. 1971. On the feeding of the hatched octopus larvae. Hyogo Pref. Fish. Exp. Rep., 1-6
- Itami, K., Y. Izawa, S. Maeda and K. Nakai. 1963. Notes on the laboratory culture of the octopus larvae. Bull. Jap. Soc. Fish., 29, 514-519.

- Kim, B.G. 2003. Reproductive ecology and seeding production of the octopus, *Octopus ocellatus* on the west coast of Korea. Ph.D. Thesis, Kunsan National University, 1-102.
- Kim, B.G., S.W. Kim, J.C. Jun, C.H. Kim and J.S. Kim. 1997. Studies on the development of techniques on seeding production of *Octopus ocellatus*. Rep. West Sea Fish. Res. Inst., Nat'l Fish. Res. Dev. Inst, 297-304.
- Kim, D.S. and J.M. Kim. 2006. Sexual maturity and growth characteristics of *Octopus minor*. J. Kor. Fish. Soc., 39, 410-418.
- Kim, S.T., J.Y. Kim, J.I. Kim and S.D. Hwang. 2004. Growth and spawning of common octopus (*Octopus minor*) in southern coast of Korea. Proc. Symp. Fish. Sci. Soc., 2004, 362-363.
- Kinoue, K. 1969. Breeding of the octopus. Ser. Fish. Breed. Cult., 20, 1-50.
- Kubo, I. 1976. Squids and octopuses. In: Continuation of Special Discipline on Fisheries Resources 6, Baihukan, Tokyo, 188-264
- Kume, M.S. and G.M. Tan, 1984. Cephalopoda. In: Invertebrate Embryology. Baihukan, Tokyo, 376-384.
- Mangold-Wirz, K. 1963. Biologie des cephalopodes benthique et nectonique dells. Mer Catalane, 21, 335-364.
- Moon, S.H. 1989. A study on the morphology and biology of *Octopus minor* in Kyoungi Bay, Yellow sea. M.S. Thesis, Inha University, Korea, 1-49.
- Naef, A. 1923. Die cephalopoden. In: Systematik, Fauna und Flore des Golfes von Neapel und der Angrenzenden Meeres Abschnifte, Monographie, 35 Pt. 1(2). Verlag von R. Friedlander and sohn, Berlin, 149-863
- Okutani, T. 1984. Biology of Cephalopoda 31. Ocean Life, 6, 181.
- Tanaka, J. 1958. On the stock of *Octopus vulgaris* Lamarck, on the east coast of Boso peninsula, Japan. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 24, 601-607.
- Wells, M.J. and J. Wells. 1959. The function of the brain of octopus in tactile discrimination. J. Exp. Biol., 34, 131-142.
- Wells, M.J. and J. Wells. 1971. Octopus - Physiology and Behaviour of an Advanced Invertebrata. John Wiley & Sons, New York, 1-417.

2006년 11월 7일 접수
2007년 8월 17일 수리