

한국 동해안 대게 *Chionoecetes opilio*의 생식소 성숙과 산란

전영열 · 흥병규 · 황강석 · 차형기¹ · 이성일¹ · 황선재²
 국립수산물과학원 심해연구센터, ¹국립수산물과학원 동해수산연구소, ²국립수산물과학원 해외자원팀

Maturation of Reproductive Organs and Spawning of the Snow Crab *Chionoecetes opilio* from the East Sea of Korea

Young Yull CHUN, Byeong Gyu HONG, Kang Seok HWANG, Hyung Kee CHA¹,
 Sung Il LEE¹ and Seon Jae HWANG²

Deep Sea Research Center, NFRDI, Pohang 791-110, Korea

¹East Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Gangneung 210-861, Korea

²Distant Water Fisheries Resources Team, NFRDI, Busan 619-705, Korea

Reproductive ecology of the snow crab *Chionoecetes opilio* was investigated in terms of the reproductive organs, abdominal flap, fecundity, and maturity. Specimens were collected with gill nets and trawls from June 2002 to May 2003 in the eastern waters of Korea. The female and male *C. opilio* are distinguished only by the shape of the abdominal flap, which is triangular in males and circular in females. The gonads of female and male crabs are generally X-shaped. The male gonad is white, while the female gonad appears milk-white after spawning and then turns from light orange to dark orange with maturation. The female gonads matured from June, and mature and immature groups could be distinguished from December to February or March. Brooding eggs changed from bright orange to dark brown with formation of the compound eye immediately before hatching. Accordingly, the main spawning season is February and March. The minimum maturity carapace width of female crabs was 61.1 mm, and the mean fecundity is about 108,300 eggs.

Key words: Snow crab, Maturation, Spawning, Reproductive ecology, East Sea

서론

대게, *Chionoecetes opilio* (Fabricius, 1788)는 절지동물문, 갑각강, 물맏이게과의 대게속에 속하며, 그린란드 서안, 베링해, 알래스카 연안, 북태평양 캐나다 연안, 오호츠크해, 우리나라 동해안 및 일본 서부연안에 주로 서식하는 한류성 갑각류이다 (Luke et al., 1999). 대게는 붉은 대게, *Chionoecetes japonicus* (Rathbun, 1932)와 함께 동해안에서는 맛이 뛰어난 고급 수산물로서 상품가치가 높고 겨울에는 동해안 지방에서 관광산업 자원으로도 중요한 어종으로 우리나라에서는 주로 자망이나 저인망 및 트롤어업 등에 의해 어획되고 있으며, 어획량은 1996년까지 2백 톤 이하의 낮은 어획수준을 보이다가 최근 어획량이 증가하여 현재 연간 약 4천 톤 전후의 높은 어획수준을 보이고 있다 (MOMAF, 2006). 우리나라에서는 대게의 암컷은 전면 포획금지, 수컷은 갑장 9 cm 이하는 포획을 금지하고 있으며, 6월부터 11월까지 (단, 동경 131°30'분 이동수역은 6월부터 10월까지)는 금어기 설정 및 총허용어획량 (TAC) 제도에 의해 자원을 보호·관리하고 있다. 그러나 최근

대게에 대한 수요 증대로 인한 과도한 어획으로 자원이 감소될 우려가 있어 보다 과학적인 자원평가를 위해서는 자원생태학적 연구 자료의 축적이 절대적으로 필요하다.

대게의 생식생태에 관한 연구로 국외에서는 생식소 구조형태에 관한 연구 (Kon and Honma, 1970; Chiba and Honma, 1971), 난소내 포란수 (Hilsinger, 1976; Kon, 1974; Kanno, 1987; Thompson, 1979), 난의 속도 (Ito, 1963; Brown and Powell, 1972; Conan and Comeau, 1986; Comeau and Conan, 1992; Watson, 1969), 교미 및 산란 (Watson, 1970), 성숙대게 분포 (Elner and Beninger, 1992; Ennis et al., 1988)에 관한 연구, 붉은대게의 성숙 (Ito, 1976)과 생식주기와 성숙 (Yosho, 2000) 등이 수행되었다. 그러나 국내에서는 동해안 대게의 크기조성 특성과 성숙 (Lim et al., 2000)에 관한 연구만이 수행되어 대게가 우리나라 동해안에서 자원학적으로 중요한 종임에도 불구하고 이와 관련한 연구가 부족한 실정이다.

본 연구는 우리나라 동해안에 서식하는 대게 자원을 안정적인 수준에서 지속적으로 이용·관리할 수 있는 합리적인 관리 방안을 모색하는데 필요한 기초 자료를 마련하고자 생식소숙도지수, 포란수, 균성숙도를 파악하였다.

*Corresponding author: yychun@nfrdi.re.kr

재료 및 방법

본 연구에서는 2002년 6월부터 2003년 5월까지 우리나라 동해안의 포항-울진간의 해역에서 자망 및 트롤어업에 어획된 대게를 시료로 사용하였으며, 어획된 어체는 정밀측정과 동시에 복절형태, 외포란 및 생식소 구조 등을 육안 관찰하였다. 두흉갑폭(CW: carapace width)은 vernier calipers로 1 mm까지, 전중(TW: total weight), 생식소중량(GW: gonad weight), 외포란중량(EW: egg weight)은 전자저울로 0.01 g까지 계량하였다. 암컷대게의 생식소숙도지수(GSI: gonadosomatic index)는 $GSI = \{GW / (TW - EW)\} \times 100$ 으로 계산하였고, 외포란 발생단계는 Ito (1963)와 Hilsinger (1976)의 방법을 참고하여 난의 색과 광학현미경하에서의 난내 발생상태를 5단계로 구분하였다.

암컷의 군성숙도 조사를 위한 성숙개체의 판별은 Watson (1970)의 방법을 참고하여 복절이 작아 복부 전체를 덮지 못하고 생식소내의 난소색이 유백색 또는 연한 오렌지색을 나타내는 개체는 미숙, 복부전체를 덮고 생식소내의 난소색이 짙은 오렌지색을 나타내거나 복절에 외포란을 가진 개체는 완숙으로 판정하여 갑폭계급을 1 mm 단위로 나누어 성숙개체의 비율을 구해서 logistic equation (Zhang, 1991)에 적용시켜 50% 군성숙체장을 구하였다. 포란수는 성숙한 암컷의 복절에 부착된 외포란의 난 수로 무게를 이용한 중량법(gravimetric method)을 이용하여 구하였다.

결 과

생식소 형태

대게 암컷의 두흉갑을 들어내 보면 난소가 바로 보이는데 성숙한 난소는 짙은 오렌지색을 띠고 있고 내장의 대부분을 차지하고 있다. 난소는 간췌장과 장관의 위측, 위(stomach)의 아래 측에 위치하여 상부 좌우에서 뒤쪽으로 일단 하나로 융합하였다가 다시 분리되어 전체적으로 X자형을 이룬다. 미숙의 난소도 X자형을 하고 있지만 색은 다소 흰색을 띤 유백색으로 가는 끈 모양을 하고 있다. 난소 뒷부분의 좌우측에는 한 쌍의 작은 주머니 모양의 저장낭이 밀착되어 있다(Fig. 1A). 수컷의 생식소도 난소와 같은 X자형을 하고 같은 위치에 있으며, 백색의 가늘고 긴 형태로 미숙일 때는 난소만

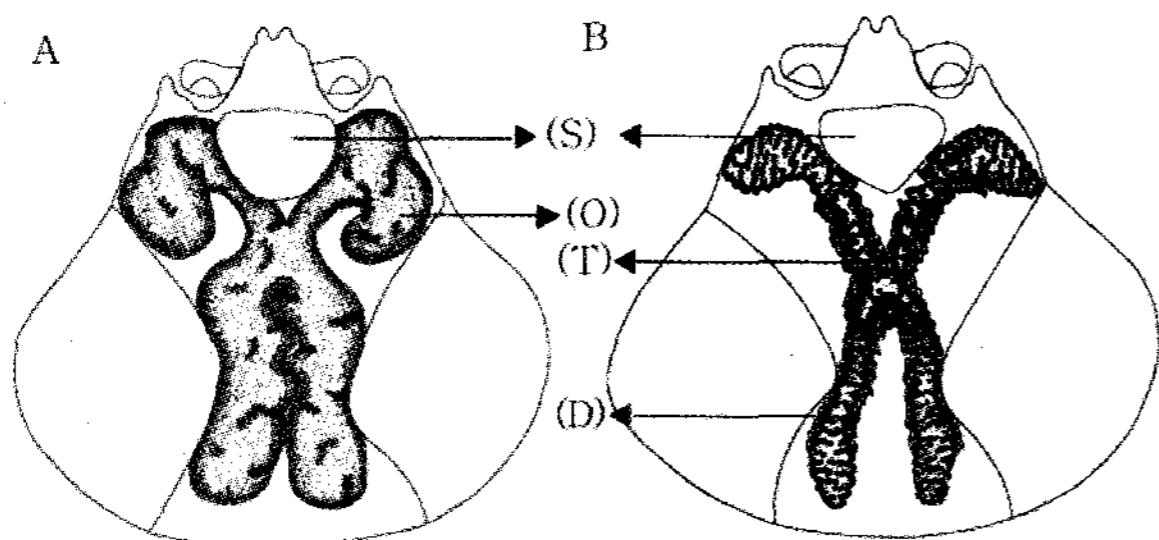


Fig. 1. Reproductive anatomy of the snow crab *Chionoecetes opilio*. A, dorsal view of female. B, dorsal view of male. S, stomach; O, ovary; T, testis; D, vas deferens.

큼 뚜렷하지는 않아 다소 구분이 어렵다. 정소는 성숙하면 하나의 가늘고 긴 평면상관으로 굴곡하면서 연결되어 있고, 위 뒤쪽에서 융합 후 갈라지는 한 쌍의 수정관으로 되어있고 포도송이 모양을 하고 있다(Fig. 1B).

복절의 형태와 성숙

수컷의 복절은 미성체, 성체 모두 삼각형에 가까운 형태를 하고 있다(Fig. 2A). 암컷의 복절을 보면, 미성체는 종형의 형태에서 원형의 형태로 바뀌면서 복부의 중간 약 2/3 정도를 감싸고 있고, 이 시기의 모든 개체는 복절에 난이 부착되지 않았다(Fig. 2B-D). 반면 성숙한 개체의 복절은 둥근 원형의 형태로 복부 전체를 감싸면서 복절 안쪽에는 외포란을 하고 있다(Fig. 2E). 따라서 대게의 성체는 복절 형태로도 암·수 구별이 가능하며, 암컷은 미성숙 개체와 성숙개체의 구별도 가능하였다.

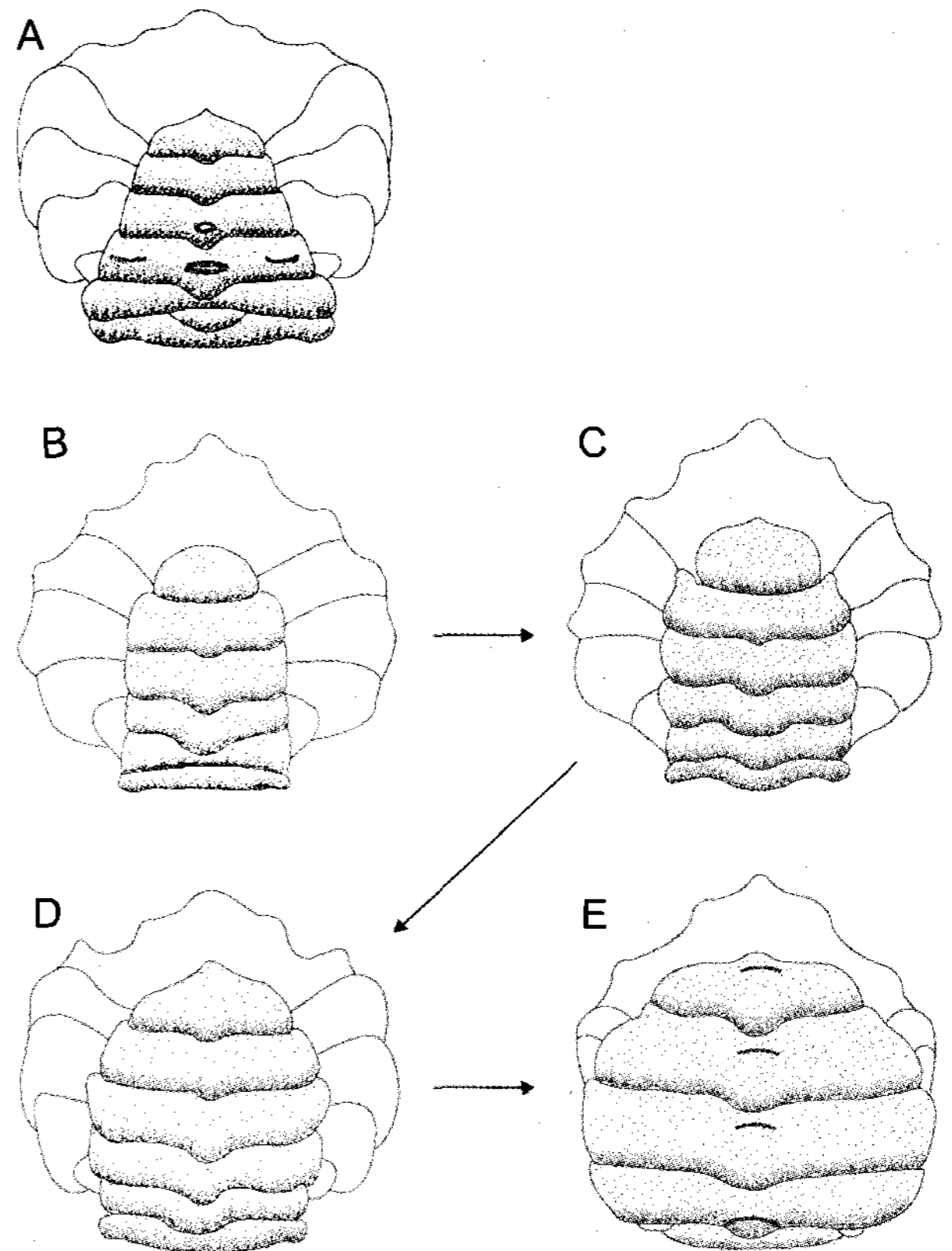


Fig. 2. Ventral view of the abdominal flap identifying sex and maturity status of the snow crab *Chionoecetes opilio*. A, juvenile or mature male; B-D, juvenile of female; E, mature of female.

생식소 숙도지수와 난소 성숙상태

Fig. 3은 대게 암컷에 대한 생식소 숙도지수(GSI)의 월 변화를 나타내었다. 6월의 GSI는 1-8 범위의 값을 나타내었고, 이후 11월까지 약 10까지 광범위한 범위를 나타내고 있는데 낮은 값과 높은 값이 혼재하면서 다소 증가하는 경향을 보였

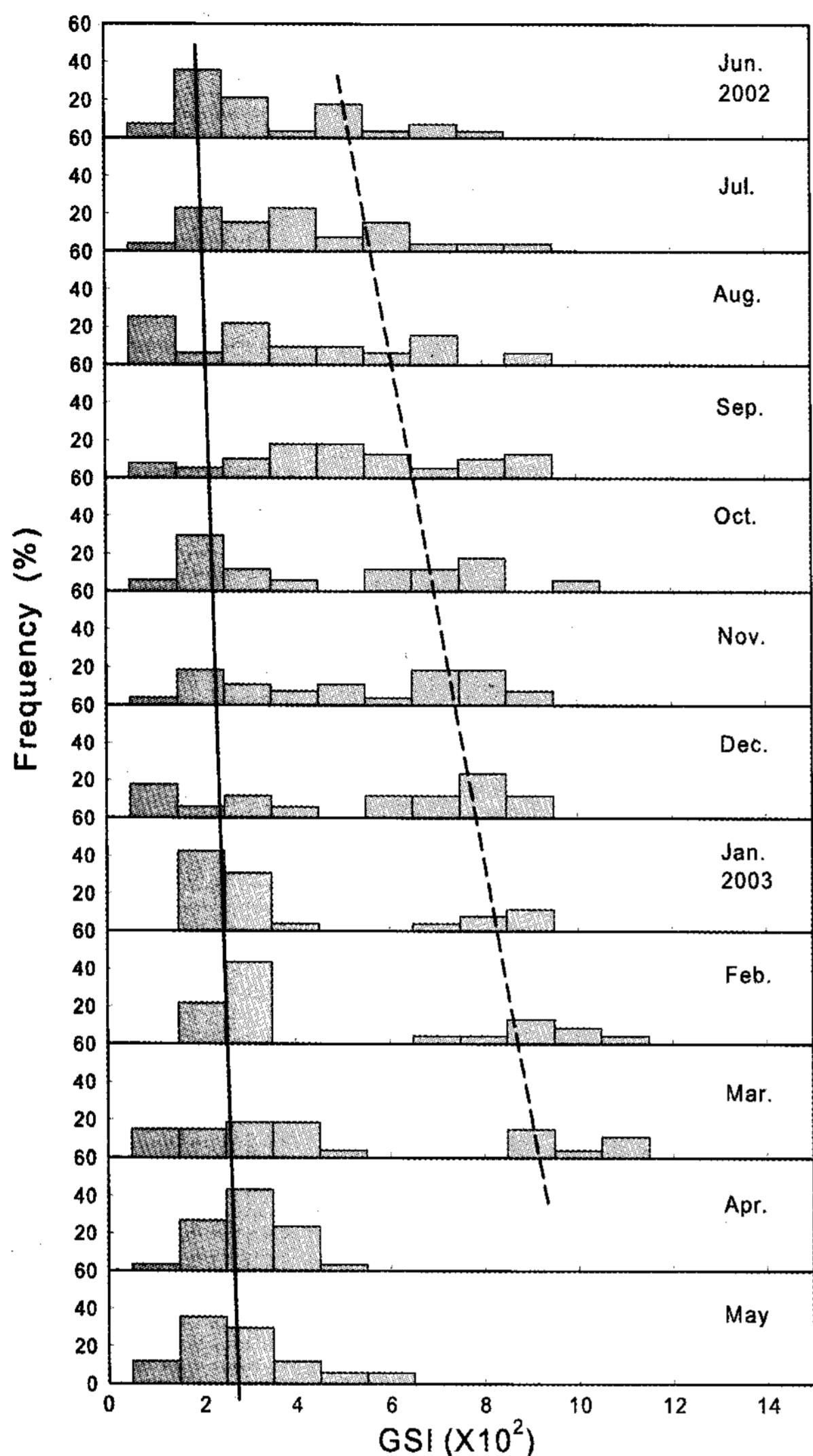


Fig. 3. Monthly change of the Gonadosomatic index (GSI) of female snow crab *Chionoecetes opilio*.

다. 12월부터는 6 이하의 군과 7 이상의 두개의 군으로 분리되면서 미숙군과 성숙군으로 나누어지고 있으며, 이런 경향은 1-3월까지 분명하게 나타났다. GSI 값이 6 이하인 개체들은 난소가 유백색이거나 연한 오렌지색으로 아직 미숙상태였고, 외포란 난은 연한 오렌지색을 나타내고 있다. 한편 GSI가 7 이상으로 증가하는 개체들의 난소는 미숙난보다 짙은 오렌지색을 띠고 난소가 내장의 대부분을 차지하면서 확장되어 있고, 외포란 된 난의 색도 점차 갈색 또는 짙은 등갈색을 보이면서 난내 기관의 발생이 진행되어 부화 직전단계에 이르게 된다. 4-5월에는 대부분의 개체들이 6 이하의 낮은 값을 보이고 난소의 색도 백색 또는 유백색을 나타내고 있었다.

대게 암컷의 외포란 성숙

생식소에서 산출된 수정란이 복절의 강모에 부착하여 부화할 때까지의 발생 과정을 외부형태나 색깔에 따라 다음과 같이 5단계로 구분 할 수 있다 (Fig. 4).

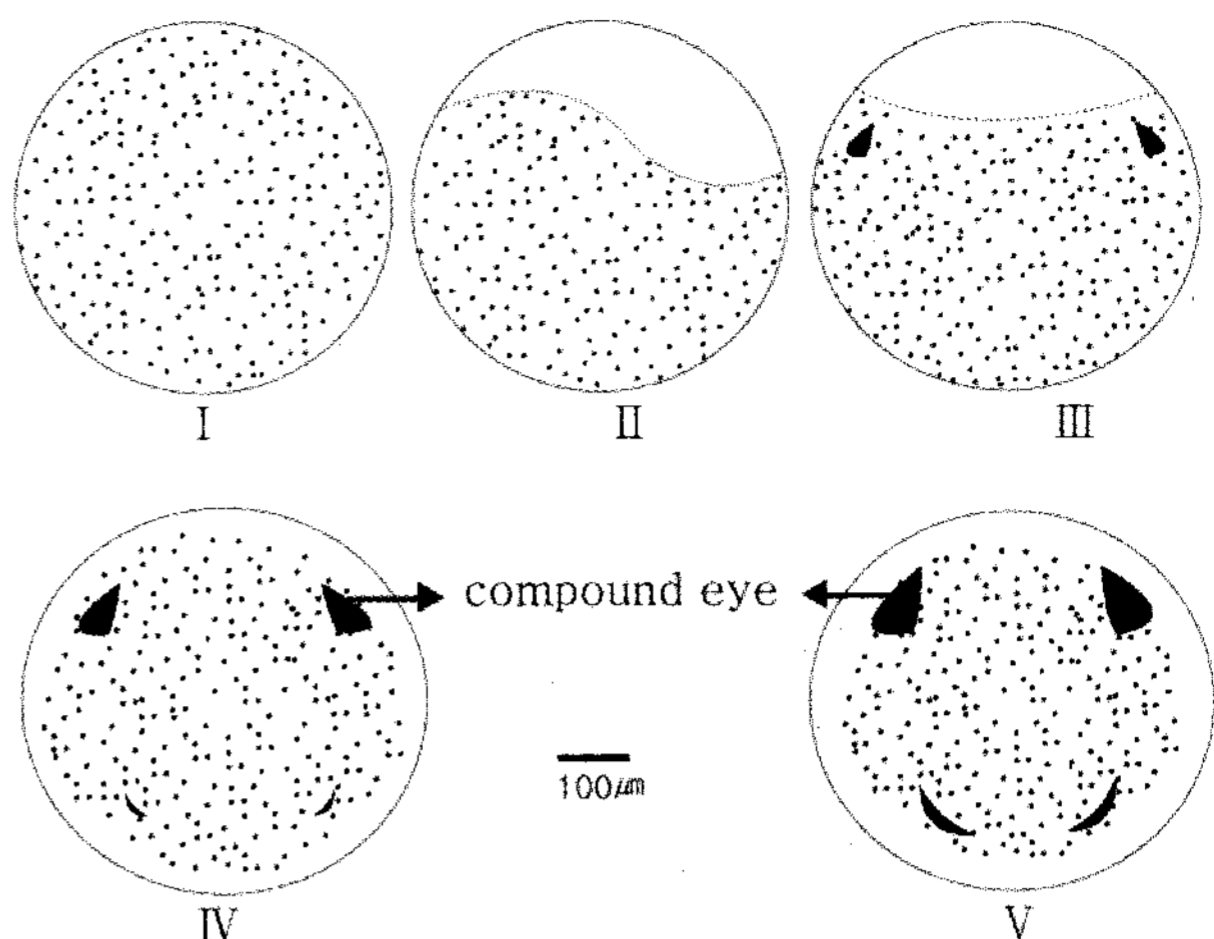


Fig. 4. Embryonic development stages of eggs of the snow crab *Chionoecetes opilio*.

Stage I: 연한 오렌지색을 띠며 현미경상에서는 난내에 작은 과립상 난황으로 채워져 있으나 눈은 생기지 않았다.

Stage II: 오렌지색을 띠며 현미경상에서는 난내에 3/4가량의 난황이 채워져 있다.

Stage III: 연한 다갈색을 띠며 현미경상에서는 난내에 삼각형의 작은 눈이 생긴다.

Stage IV: 다갈색을 띠며 현미경상에서는 난내에 크고 검은 눈이 생기며 눈 아래로 검은 점이 나타난다.

Stage V: 난은 거의 흑갈색에 가까우며 현미경상의 난내에는 눈이 삼각형으로 크고 검다.

외포란된 난의 발생단계의 출현비율을 살펴보면 (Fig. 5), 7월 이전까지는 stage III 이하의 개체가 대부분을 차지하고 있었으나, 8월 이후에 접어들면서 stage III, IV의 개체 출현비율이 높았다. 동계인 1월부터 최종단계인 stage V에 해당되는 개체가 나타나기 시작하여 이후 3월까지 출현하였고, 4월에는

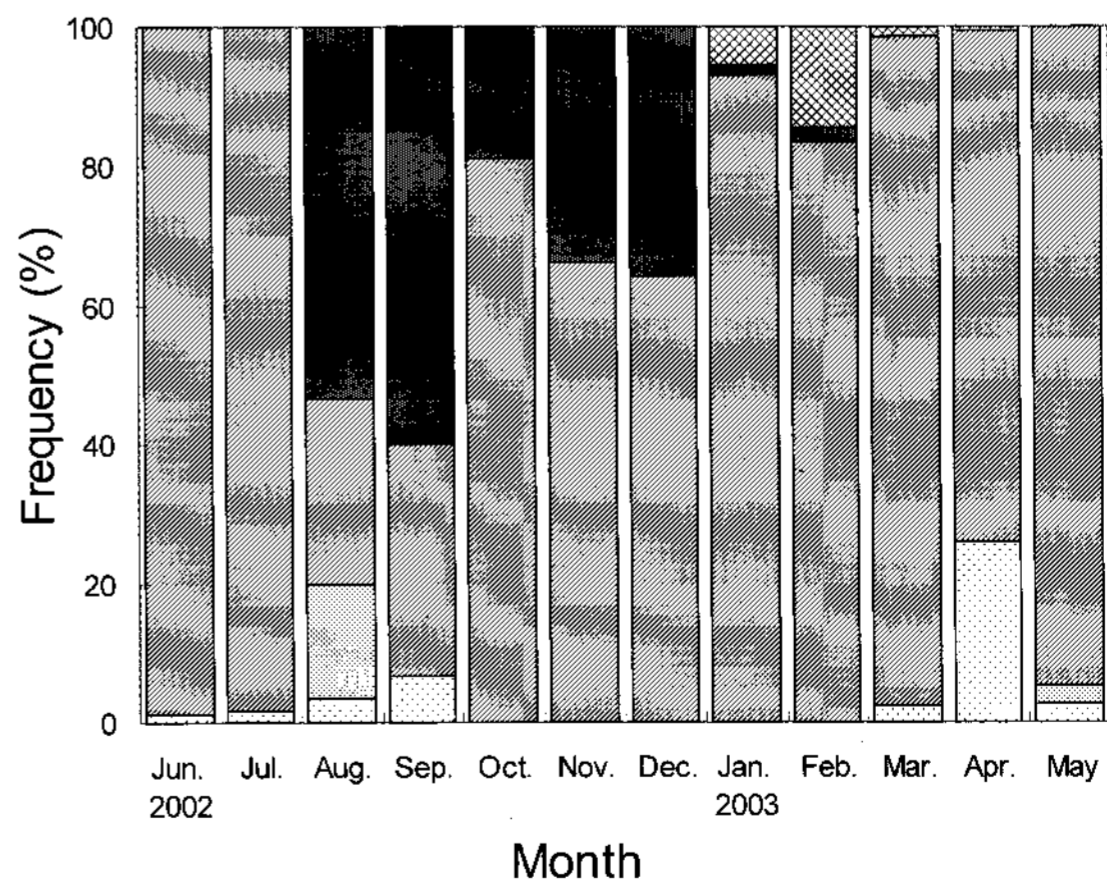


Fig. 5. Monthly change of embryonic development stages of eggs of snow crab *Chionoecetes opilio*. □, stage I; ▤, stage II; ▨, stage III; ▩, stage IV; ▩, stage V.

출현한 개체의 대부분이 stage I, II이었다. 생식소 속도지수 (GSI) 및 외포란 발생단계의 월 변화의 결과로 볼 때 대게의 암컷은 6월경부터 난소가 성숙하기 시작하여 2-3월경에 외포란 된 난이 부화하여 완전히 탈락하게 되고, 성숙된 내란이 외부로 방출하여 암컷의 복절에 다시 부착하여 발생·부화하는 것으로 추정된다. 따라서 대게의 주 산란기는 춘계인 2-3월로 추정되어진다.

군성숙체장

대게의 암컷이 재생산에 참여하는 생물학적 성숙갑폭을 알기 위해 산란기 전후로 추정되는 1-4월의 암컷 510마리(갑폭 50-80 mm)를 대상으로 체급별 성숙개체의 출현율을 조사하였다. 대게 암컷의 체급별 성숙개체의 출현율을 살펴보면 (Fig. 6), 갑폭 54 mm 이하에서는 성숙개체가 전혀 출현하지 않았으며, 55 mm 체급에서 15.43%, 58 mm에서 40.0%, 65 mm에서 62.5%, 75 mm에서 94.0%, 79 mm 이상에서 100%가 성숙한 개체였다. 따라서 체급별 성숙개체의 출현비율을 logistic equation에 적용하여 산출한 결과 대게 암컷의 50% 군성숙 최소갑폭은 61.09 mm로 추정되었다.

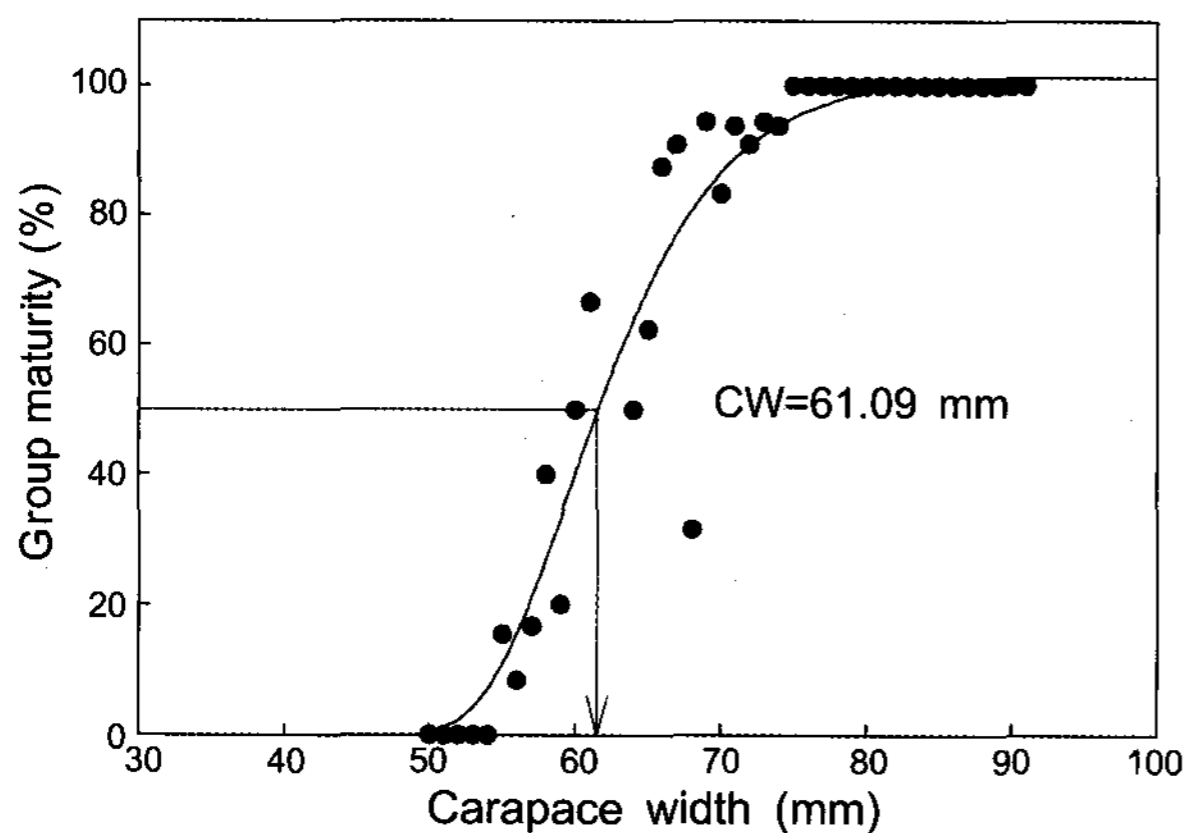


Fig. 6. Logistic equation fitting the cumulative proportion of the mature female snow crab *Chionoecetes opilio*.

포란수

대게의 재생산력을 알아보기 위해 산란기를 지난 5-7월에 외포란 한 암컷 67-95 mm 체급 중 41마리를 대상으로 포란수를 계수해 본 결과, 71 mm 갑폭의 개체가 45,025립, 81 mm에서 84,544립, 90 mm에서 128,711립, 95 mm에서 194,944립으로 갑폭이 증가함에 따라 포란수도 증가하였으며, 평균 포란수는 108,344립으로 나타났으며, 포란수 (Fe)와 갑폭 (CW)은 $Fe=0.0505CW^{3.2717}$ ($R^2=0.6782$)의 관계식을 나타내었다 (Fig. 7). 갑폭의 체급별로 보면 최소갑폭 67.0-74.9 mm 범위에 속하는 개체들의 절대포란수는 평균 44,472립, 갑폭 1 cm당 상대포란수는 6,439립, 최대갑폭 95.0-99.9 mm 범위에 속하는 개체들의 절대포란수는 평균 168,530립, 1 cm 당 상대포란수는 17,742립으로 각각 계수 되었다 (Table 1).

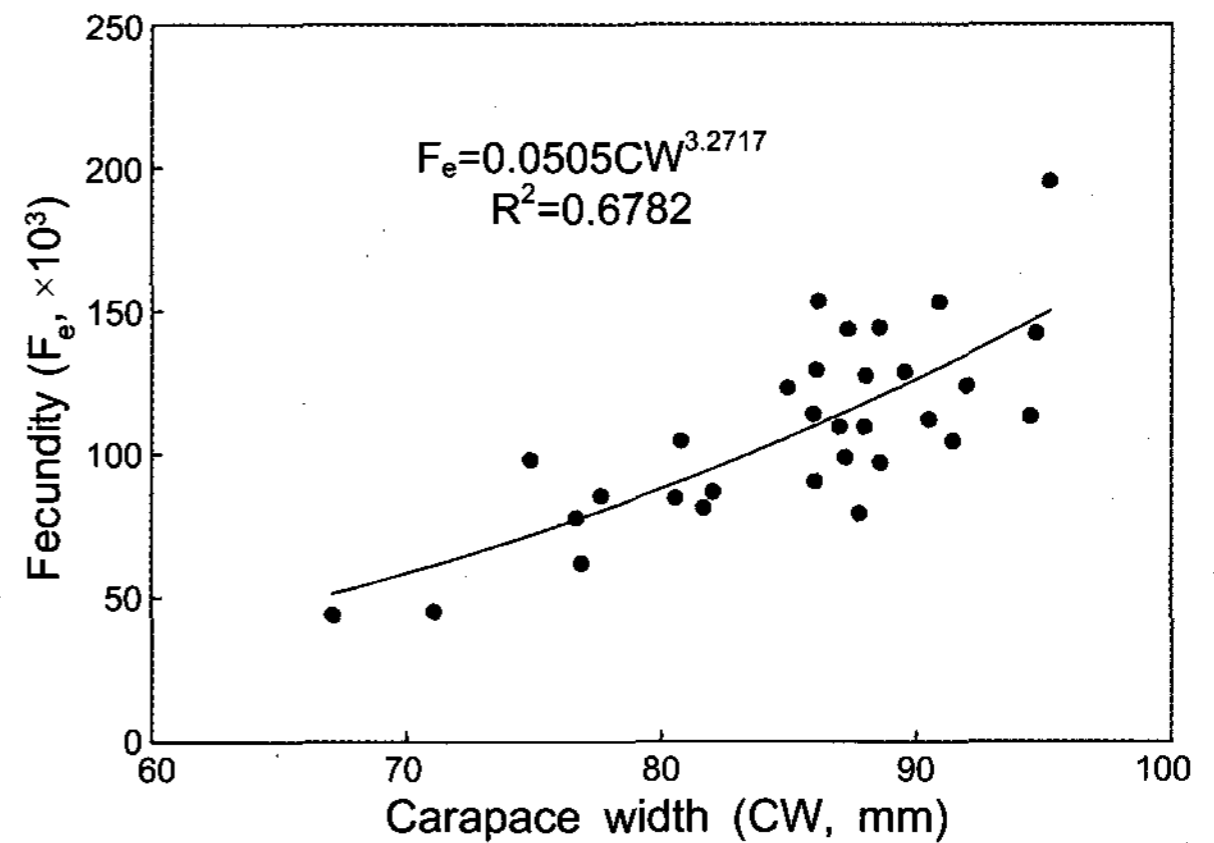


Fig. 7. Relationship between carapace width and egg numbers of the snow crab *Chionoecetes opilio*.

고찰

대게 성체의 두흉갑을 들어내면 정소와 난소의 생식소는 육안으로 쉽게 알아볼 수 있다. 난소는 위 (stomach)의 양측에서 시작하여 위 후방에서 하나로 연결되었다가 다시 갈라지기 때문에 전체적으로는 X자 형을 보이고 있다. 갑각류 중 대부분의 단미류 (Brachyura)는 생식소가 대부분 두흉갑의 후방에서 일단 융합하였다가 분리되는 X자 형을 하고 있다는 보고와 일치하고 있다 (Fasten, 1915; Cronin, 1947; Kon and Honma, 1970). 암컷 생식소는 미숙일 때는 유백색 또는 연한 오렌지색을 띠고 성숙이 진행되면 짙은 오렌지색으로 쉽게 구별이 가능하나, 수컷의 생식소는 백색을 띠고 가늘고 길게 형성되어 있어 난소 보다는 다소 구별이 어렵다. 대부분의 어류에서는 외형의 형태로 암수 구별이나 성숙상태를 구분하기는 어렵다. 그러나 대게는 암수 모두 배부분에 1-6마디의 복절 (abdominal flap)이 있으며, 이 복절 형태로 암수 구별과 암컷의 성숙상태를 알 수 있었다. 수컷의 복절형태는 삼각형의 뾰족한 모양의 형태를 하고 있는 반면, 암컷의 복절은 다소 둥근 원형의 형태를 보이고 있다. 그리고 미성숙 암컷 개체의 복절은 복부 표면을 완전히 덮지 못하고 작은 종 모양의 형태를 보이고, 점차 성숙하면서 복부를 덮는 면적이 넓어지고 둥글어지며, 완전히 성숙하면 복부전체를 덮고 안쪽에는 생식소로부터 산출된 난을 부착하게 된다. 따라서 육안관찰을 통한 암·수 구별 및 암컷 성숙개체를 쉽게 구분할 수 있는 특징이 있다.

일반적으로 대부분의 해양생물은 특정한 시기에 번식을 하는 생식주기를 갖고 있다. 그리고 이런 생식주기 파악은 수산생물의 합리적 자원관리나 종묘생산을 위한 기초 연구이기도 하다. 대게 암컷의 생식소 속도지수 (GSI)와 외포란 발생단계의 월 변화로부터 성숙과 산란시기를 파악하였다. 갑폭 75 mm 이상의 대게 암컷 개체는 대부분 년중 복부에 외포란을 갖고 있었으며, 이 외포란 난괴의 색을 육안 관찰해본 결과 연한 오렌지색, 오렌지색, 연한 다갈색, 다갈색, 흑색으로 구분할 수 있고, 이러한 외포란의 월별 출현비율은 성숙상태에

Table 1. Absolute and relative fecundities according to carapace width of snow crab *Chionoecetes opilio*

Carapace width (mm)	Absolute fecundity		Relative fecundity (eggs/cm)		No. of individuals
	Range	Mean	Range	Mean	
67.0-74.9	43,920-45,025	44,472	6,334-6,544	6,439	5
75.0-79.9	61,972-97,866	80,752	8,062-13,073	10,570	7
80.0-84.9	81,073-10,4550	89,222	9,931-12,947	10,987	5
85.0-89.9	79,259-153,169	116,768	9,031-17,786	13,422	13
90.0-94.9	104,397-152,935	122,462	11,419-16,830	13,404	6
95.0-99.9	142,117-194,944	168,530	15,012-20,473	17,742	5

따라 뚜렷한 경향을 보였다. Ito (1963)는 동해의 일본측 해역 대게의 산란성기는 년 1회로 춘계인 3-4월경으로 보고하였고, Kon and Honma (1970)는 일본산 대게 암컷은 7월부터 9월경에 성숙하여 탈피한 후 교미를 하고 첫 번째 산란을 하며, 2회째 산란은 이후 겨울부터 봄에 걸쳐 산란하는 것으로 추정하였다. 대게는 초산란과 경산란으로 나눌 수 있으며 생애 처음 산란에 가입하는 초산란은 8-9월 (Ito, 1963), 8-11월 (Yamasaki et al., 1985) 등 연구자의 식견이나 지역에 따라 다소 차이가 있었다. 이때 하계에 산란하는 첫 산란군은 1년 반에 걸쳐 포란을 한 후 산란을 하며, 주 산란기인 춘계 산란군은 두 번째 산란에 가입하는 경산란군으로 약 1년간 포란 기간을 갖는 것으로 보고하고 있다 (Ito, 1963; Kon, 1980). 본 연구에서는 6월경부터 생식소 속도지수 (GSI) 값이 높은 개체가 나타나고 있었으며, 이때 11월까지 GSI 값이 높은 개체군이 혼재하는 것으로 보아 이들 개체가 초산란군으로 추정되어지고, 동계인 12월부터 3월경까지 GSI 값이 6 이하의 낮은 개체군과 7 이상의 높은 개체군으로 분리되고 있었다. 또한 발생단계에서도 복안을 가진 stage VI, V의 개체가 1-3월에 출현하였고, 2월에 가장 높은 출현율을 보여 주 산란기는 2-3월로 추정되었다. 본 연구 결과와 일본측 해역의 대게 산란기를 비교해 볼 때 약 1개월 정도의 시기 차이가 있는데 이는 양 해역간의 지역적 차이와 수온 등의 해양환경적인 차이로 추정되나 금후 지속인 연구가 필요한 것으로 생각된다. 군성숙체장 파악은 자원의 재생산에 가입할 수 있는 최소한의 조건을 부여 하는 체포급 지체장의 기준을 제시할 수 있는 파라메타가 된다. 본 연구에서는 대게 암컷의 생물학적 성숙갑폭은 61.09 mm로 추정되었고, Watson (1970)은 갑폭 50 mm가 생물학적 성숙체장으로 보고하여 본 연구에서의 추정치와는 다소 차이를 보이고 있는데, 이는 조사미수나 성숙정도의 판단기준, 해역별 서식환경에 의한 요인 등으로 생각된다. 대게는 생식소가 완전히 성숙하면 생식소내의 성숙난이 방출되어 암컷 복절에 있는 부속지 (pleopods)에 연락사로 부착하여 1년 내지 1년 반 가량 외포란 하면서 발생을 하게 된다. 이때 포란수는 갑폭 약 70 mm 정도가 45,000립, 95 mm 정도가 200,000립으로 평균 포란수는 약 108,300립로 추정되었다. 알라스카산 대게에서의 24,000-318,000립 (Hilsinger, 1976), 캐나다 동부산 대게는 20,000-140,000립 (Watson, 1969), 동해 일본측 대게는 6,000-130,000립 (Ito, 1963), 그리고 붉은대게는 60,824립 (Yosho, 2000)로 보고하여 우리나라 동해산 대게가 다소 높은 경향을 보였다.

외포란 난은 1년 이상 복부에 부착함에 따라 서식지 환경조건이나 외부의 물리적 수단, 체포시 어구 조건 등이 포란된 난수의 변이를 초래할 수 있는 것으로 생각된다.

사 사

본 연구는 국립수산과학원 심해연구센터 주요 연구과제인 “동해 심해 수산자원 및 생태계 기반 연구, RP-2008-FR-005” 결과의 일부입니다.

참 고 문 헌

Brown, R.B. and G.C. Powell. 1972. Size at maturity in the male Alaska tanner crab, *Chionoecetes bairdi*, as determined by chela allometry, reproductive tract weights, and size of precopulatory males. J. Fish. Res. Bd. Canada, 29, 423-427.

Chiba, A and Y. Honma. 1971. Studies on gonad maturity in some marine invertebrates-II. Structure of the reproductive organs of the lined shore crab. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 37, 699-703.

Comeau, M. and G.Y. Conan. 1992. Morphometry and gonad maturity of male snow crab, *Chionoecetes opilio*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49, 2460-2468.

Conan, G.Y. and M. Comeau. 1986. Functional maturity and terminal molt of male snow crab, *Chionoecetes opilio*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 43, 1710-1719.

Cronin, L.E. 1947. Anatomy and histology of the male reproductive system of *Callinectes sapidus* Rathbum. J. Morphol., 81, 209-239.

Elnor, R. W. and P.G. Beninger. 1992. The Reproductive biology of snow crab, *Chionoecetes opilio*: A synthesis of recent contributions. Am. Zool., 32, 524-533.

Ennis, G.P., R.G. Hooper and D.M. Tylor. 1988. Functional maturity in small male snow crabs, *Chionoecetes opilio*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 45, 2106-2109.

Fabricius, O. 1788. Beskrivelse over den store Gronlandske krabbe. Nye samling seskab skr. K. Danske Vidensk. Selsk. 3, 181-190.

Fasten, N. 1915. The male reproductive organs of some common crabs of Puget Sound. Puget Sound Mar. Sta. Pub., 1, 35-45.

- Hilsinger, J.R. 1976. Aspects of the reproductive biology of snow crab, *Chionoecetes bairdi*, from Prince William Sound and the adjacent Gulf of Alaska. Mar. Sci. Comm., 2, 201-225.
- Ito, K. 1963. A few studies on the ripeness of eggs zuwai-gani. Bull. Jap. Sea. Reg. Fish. Res. Lab., 11, 65-76.
- Ito, K. 1976. Maturation and spawning of the queen crab, *Chionoecetes japonicus*, in the Japan Sea, with special reference to the reproduction cycle. Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., 27, 59-74.
- Kanno, Y. 1987. Reproductive ecology of tanner crab in the south western Okhotsk Sea. Nippon Suisan Gakkashi, 53, 733-738.
- Kon, T. and Y. Honma. 1970. Studies on the maturity of the gonad in some marine invertebrates-IV. Seasonal changes in the testes of tanner crab. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 36, 1028-1031.
- Kon, T. 1974. Fisheries biology of the Japanese tanner crab-VI. On the number of ovarian eggs and eggs held in the pleopods. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 40, 465-469.
- Kon, T. 1980. Studies on the life history of the zuwai crab, *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius). Spec. Pub. Sado Mar. Biol. Stat., Niigata Univ., Japan, 2, 1-64.
- Lim, Y.S., J.H. Lee, J.K. Lee, B.K. Lee and S.B. Hur. 2000. Morphometric and gonad maturity of snow crab, *Chionoecetes opilio* in the eastern coast of Korea. J. Aquat., 13, 245-251.
- Luke, S.J., W.E. Donaldson and P. Cullenberg. 1999. Biological Field Techniques for *Chionoecetes* Crabs. Alaska Sea Grant College Program Press, Alaska, USA, 1-80.
- MOMAF (Ministry of Maritime Affairs & Fisheries). 2006. Statistical Year Book of Agriculture and Fisheries. MOMAF, Korea.
- Rathbum, M.J. 1932. Preliminary descriptions of new species of Japanese crabs. Proc. Biol. Soc. Wash., 45, 29-38.
- Thompson, R.J. 1979. Fecundity and reproductive effort in blue mussel, *Mytilus edulis*, the sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis*, and the snow crab, *Chionoecetes opilio* from populations in Nova Scotia and Newfoundland. J. Fish. Res. Bd. Can., 36, 955-964.
- Watson, J. 1969. Biological investigations on the spider crab, *Chionoecetes opilio*. Can. Fish. Rep., 13, 24-47.
- Watson, J. 1970. Maturity, mating, and egg laying the spider crab, *Chionoecetes opilio*. J. Fish. Res. Bd. Can., 27, 1607-1616.
- Yamasaki, A., T. Ikauta, T. Nishihiro and K. Uchino. 1985. Ecological studies on zuwai crab, *Chionoecetes opilio*, in the sea off Kyoto Prefecture-III. Bathymetric and seasonal movement of female crabs associated with maturation and spawning. Kyoto Ins. Ocean Fish. Sci. Rep., 9, 17-22.
- Yosho, I. 2000. Reproductive cycle and fecundity of *Chionoecetes japonicus* off the coast of central Honshu, Sea of Japan. Fish. Sci., 66, 940-946.
- Zhang, C.I. 1991. Fisheries Resource Ecology. Woosung Publication Co., Seoul, Korea. 1-399.

2008년 2월 14일 접수
2008년 4월 17일 수리