

한국 동해안 대게, *Chionoecetes opilio*의 탈피와 성장

전영열*·이성일·윤상철·차형기¹·김종빈

국립수산과학원 동해수산연구소 자원환경과, ¹국립수산과학원 자원연구과

Molting and Growth of the Snow Crab *Chionoecetes opilio* in the East Sea of Korea

Young Yull CHUN*, Sung Il LEE, Sang Chul YOON,
Hyung Kee CHA¹, Jong Bin KIM

Fisheries Resources and Environment Division, East Sea Fisheries Research Institute,
NFRDI, Gangneung 210-861, Korea

¹Fisheries Resources Research Division, NFRDI, Busan 619-705, Korea

Molting and growth of the snow crab, *Chionoecetes opilio* was investigated using samples captured in the East Sea from July 2002 to June 2004. Individuals over 40 mm carapace width (CW) molted once a year from July to October. Annual molt stage of *C. opilio* can be divided into four stages; premolt stage, molting stage, postmolt stage and intermolt stage. The relationship between CW and chela height (CH) can be expressed as $Y = -82 \ln CW + 73.1129 \ln CH + 166$. They were separated into two groups based on the equation, that is, one group having a negative value (below 70 mm in CW) and other group having a positive value (over 130 mm in CW). Carapace width at 50% terminal molt ($CW_{50\%}$) of males was estimated to be 105 mm. The Gompertz growth equation estimated from a non-linear method was $CW = 118.99e^{-6.296e^{-0.3062t}}$ for females and $CW = 156.68e^{-6.6619e^{-0.2626t}}$ for males.

Key words: Snow crab, *Chionoecetes opilio*, Molting, Growth, East Sea

서 론

대게류는 절지동물문, 갑각강, 십각목, 물맞이게과의 대게 속에 속하는 종으로서 현재까지 *Chionoecetes opilio*, *C. bairdi*, *C. tanneri*, *C. angulatus*, *C. japonicus* 의 5종이 알려져 있다(Luke et al., 1999). 이 중 우리나라 동해안에 서식하는 종은 대게 (*C. opilio*)와 붉은대게 (*C. japonicus*) 의 두 종이 있으며, 대게는 그린란드 서안, 베링해, 알래스카 연안, 북태평양 캐나다 연안, 오호츠크해와 우리나라 동해안 및 일본 서부 연안에 주로 서식하는 냉수성 갑각류로서 동해안 연안의 환상(環狀)으로 둘러싸인 200-450 m의 대륙붕 주변해역에 주로 서식하는 것으로 알려져 있다(Yosho and Hayashi, 1994).

우리나라에서는 일반적으로 자망이나 통발, 저인망류 어업에 의해 어획되고 있으며 현재 연간 약 4천톤 전후의 어획량을 보이고 있다(MOMAF, 2006). 우리나라에서의 대게에 대한 자원관리는 암컷 전 개체와 수컷 갑장 9 cm이하의 체포를 금지하고 있으며, 또한 6-10월까지는 금어기를 설정하여 자원을 관리 보호하고 있으나 최근 수요의 증대에 따른 과도어획으로 자원이 불안정한 징후를 보이고 있으며, 신해양질서하에서의 총허용어획량(TAC) 대상어종 중의 하나로써 합리적인 자원관리 대책이 시급한 종이다.

대게에 관한 연구로는 성장에 관한 연구(Sinoda, 1968; Ito, 1970; Miller and Watson, 1976; Moriyasu et al., 1987; Taylor and Hoening, 1990), 성숙에 관한 연구(Watson, 1970; Ennis

et al., 1988; Comeau and Conan, 1992; Elnor and Beninger, 1992), 탈피에 관한 연구(Sainte-Marie and Hazel, 1992; Conan and Comeau, 1986; Yamasaki and Kuwahara, 1991), 자원관리에 관한 연구(Yamasaki, 1994) 등이 있으나 주로 알래스카 및 일본 연안해역에서의 연구가 이루어졌다. 그러나 우리나라에서는 대게가 중요한 수산자원임에도 불구하고 대게의 크기조성 특성과 성숙(Lim et al., 2000), 생식소 성숙과 산란(Chun et al., 2008)에 관한 연구만 있을 뿐이다.

따라서 본 종은 자원생태학적 연구자료 축적에 의한 합리적이고 과학적인 자원관리가 요구되는 종으로서 한국 동해안의 대게 자원관리를 위한 기초 연구로 탈피생태와 갑폭조성빈도 자료를 사용하여 대게의 성장 형태를 파악하였다.

재료 및 방법

2002년 7월부터 2004년 6월까지 우리나라 동해안의 연안해역에서 자망 및 트롤어업에 어획된 시료(Fig. 1)를 Conan and Comeau (1986)에 따라 Vernier calipers로 갑폭(Carapace Width, CW), 갑장(Carapace length, CL), 우측 협각고(Chela height, CH)를 0.1 mm 단위까지 측정하고(Fig. 2), 전중(Total weight, TW)은 0.1 g까지 측정하였다. 탈피단계는 암컷 갑폭 45.5-102.7 mm의 개체와 수컷 갑폭 39.5-146.4 mm의 개체를 사용하여 기본적으로 Moriyasu and Mallet (1986)의 방법에 의하여 탈피직후(Postmolt stage: 갑각이 유연하여 손가락으로 누르면 바로 함입되며, 현미경 상으로 제2소악 기절의 연변부가 얇고 유연하며 백색 또는 유백색을 띤다), 탈피간기

*Corresponding author: yychun@nfrdi.go.kr

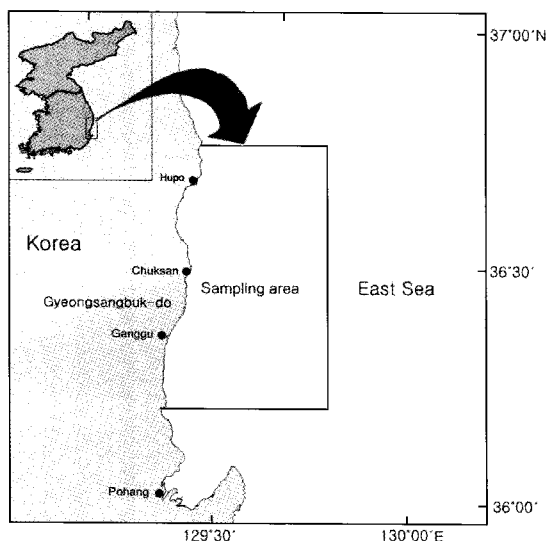


Fig. 1. Map showing the sampling area.

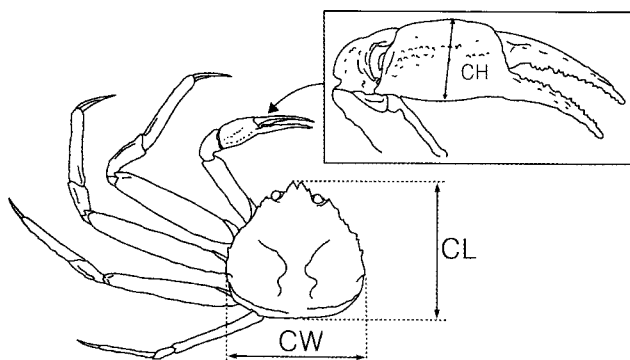


Fig. 2. A portion used for measurement indicative chela height, carapace length and carapace width in *Chionoecetes opilio*.

(Intermolt stage: 갑각은 단단하며 제 2소악 기절 연변부는 뚜꺼워지고 단단하며 다혹색을 띠며, 현미경상 기절 연변부 내측에는 새로운 내피나 강모는 형성되지 않는다), 탈피전기 (Premolt stage: 갑각은 단단하며 제 2소악 기절 연변부 내측에는 새로운 표피나 강모가 형성되고 있으나 간격은 좁고 완전히 분리되어 있지 않는다). 탈피기 (Molting stage: 갑각은 단단하나 새로운 갑이 거의 형성되어 이중갑 형태를 하고 있으며, 제 2소악 기절의 구기절 내측에는 새로운 신기절의 표피와 강모가 완전히 분리되어 있다)의 4단계로 구분하였다. 수컷의 최종탈피 (Terminal molt)는 Conan and Comeau (1986)법에 의거 갑폭(CW)에 대한 협각고(CH)의 관계식에 의한 두 집단간의 판별식에 의해 판정하였다. 연령과 성장을 위한 갑폭조성의 연급군 분리는 암컷 5,925미, 수컷 9,904미에 대해 Bhattacharya (1967)법을 FiSAT II (FAO, 2000)프로그램으로 분석하였으며, 분리된 연급군은 갑폭 mode의 평균 및 표준편

차 등을 사용하여 정규분포화하여 분리하였다. 성장식은 일반적으로 어류에서 사용되는 방법인 von Bertalanffy, Gompertz, Robertson 성장모델의 3가지를 선택하여 비선형회귀분석법에 의거 적합 모델을 비교 분석하였으며 (Zhang, 1991), 이때 초기 성장 및 연령결정은 Kon (1980)의 연구결과를 참고하여 첫령기군을 4세로 간주하였다.

결 과

탈피단계와 탈피시기

갑각의 탈피단계를 4단계로 구분하여 월별 출현비율을 보면 (Fig. 3), 암컷은 2002년 7월에는 탈피전기 (Premolt stage)가 24.6%, 탈피직후 (Postmolt stage) 5.3%, 탈피기 (Molting stage) 1.8%로 나타났으며, 이후 탈피직후 개체 비율이 증가하기 시작하여 8월에 10.0%, 9월에 12.1%, 10월에 12.8%로 최대치를 보였다. 2003년에도 1-6월까지 탈피와 관련된 탈피전기, 직후, 탈피기의 출현이 전혀 나타나지 않다가 6월에 탈피전기가 출현한 후 탈피직후의 개체 비율은 7월부터 출현하였으며 10월 이후에는 나타나지 않아 전년과 유사한 경향을 나타내었다. 한편 수컷의 경우에는 2002년 7월에는 탈피전기 (Premolt stage)가 25.4%로 나타났으나 8월에는 탈피전기 13.9%, 탈피직후 38.9%, 탈피기 2.8%로 나타났으며 이후 탈피직후는 11월까지 출현하였다. 2003년에도 탈피전기는 6월에 출현하였으며 탈피직후는 10월까지 출현하였다. 대게의 암컷 및 수컷의 전반적인 탈피 경향을 보면 12-5월경까지는 탈피간기로 단단한 경갑의 상태였으며 6월에는 탈피전기로 판단되는 이중갑 상태의 개체가 출현하기 시작하여 7, 8월에는 탈피기 및 탈피직후로 추정되는 개체들이 출현하였고, 시기에 따라 11월까지 탈피직후의 연갑개체가 출현하였다. 따라서 동해안의 대게의 갑폭 40 mm 이상의 개체는 주로 7-9월의 하계에 탈피를 하는 것으로 추정되었으며, 탈피는 년 1회 하는 것으로 추정되었다.

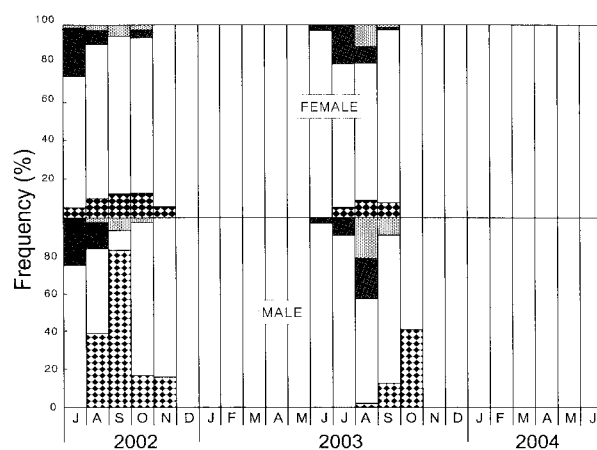


Fig. 3. Monthly changes of four molt stages in *Chionoecetes opilio* in the East Sea of Korea from July 2002 to June 2004: , Molting stage; , Premolt stage; , Intermolt stage; , Postmolt stage.

갑폭과 협각고의 상대성장

조사기간 중 어획된 수컷에 대한 갑폭과 협각이 완전한 개체 총 1,482마리에 대해 갑폭 (CW)과 협각고 (CH)의 관계를 대수치에 의해 Fig. 4에 표시했다. 갑폭 약 70 mm이하에서는 갑폭에 대하여 상대적으로 협각고가 낮은 개체만으로 구성되어 있었으며, 또한 갑폭 130 mm이상의 개체에서는 협각고가 높은 개체들만으로 구성되어 있었다. 한편 갑폭 70-130 mm의 개체에서는 상대적으로 협각고가 낮은 개체와 높은 개체의 두 집단이 있음을 알 수 있었고 이들 두 집단은 다음과 같은 판별관계식에서 통계적으로 구분할 수 있었다.

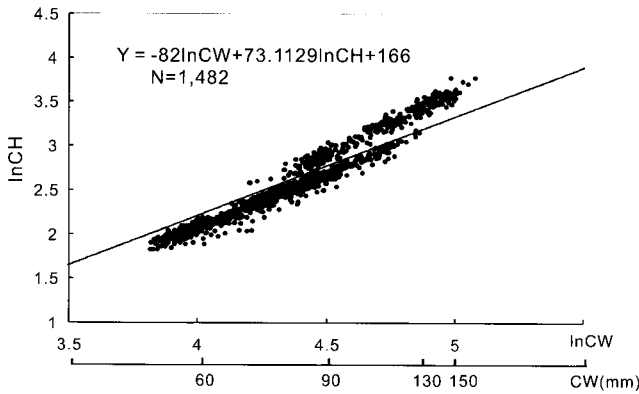


Fig. 4. Relationship between chela height and carapace width in the natural logarithm of male *Chionoectes opilio* in the East Sea of Korea.

$$Y = -82 \ln CW + 73.1129 \ln CH + 166$$

여기서 CW는 갑폭 (mm), CH는 협각고 (mm)이고 이 결과는 계산치 Y가 양(+)의 값을 가지면 협각고가 높은 개체로, 음(-)의 값을 가지면 협각고가 낮은 개체로 판별할 수 있음을 나타내고 있다.

갑폭에 비해 협각고가 높은 개체를 최종탈피를 한 개체, 협각고가 낮은 개체를 미최종탈피 개체로 판정하여 동해안에서 어획된 수컷 대개의 갑폭 계급별로 최종탈피 출현비율을 Table 1에 나타내었다. 갑폭 60, 70 mm급에서는 1.6%, 2.7%로

Table 1. Percentage of terminal molted into each carapace width ranges of male *Chionoectes opilio* in the East Sea of Korea

Carapace width (mm)	Terminal molted percentage (%)
60-69	1.6
70-79	2.7
80-89	20.0
90-99	24.2
100-109	50.4
110-119	61.9
120-129	88.1
130-139	100
140-	100

수륙 비율이 높아져 120-129 mm 갑폭에서는 88.1%였으며, 낮은 비율을 보였으나 이후 최종탈피 비율은 갑폭이 증가할 130 mm이상에서는 전체가 최종탈피를 한 개체로 나타났다. 따라서 수컷 대개의 50% 최종탈피갑폭은 이들 계급별 탈피개체의 출현비율을 logistic식에 적용하여 추정한 결과, 갑폭 105 mm로 추정되었다 (Fig. 5).

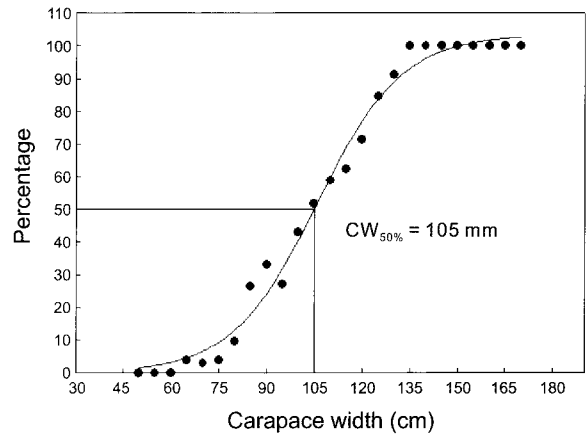


Fig. 5. Logistic functions fitting the cumulative proportion terminal molted male *Chionoectes opilio* in the East Sea of Korea.

갑폭빈도 조성 및 연금군 분리

조사기간 중 채집된 암컷은 총 5,926마리로 갑폭 분포범위는 13.7-125.8 mm, 수컷은 9,942마리로 갑폭범위는 12.0-164.0 mm였다. 갑폭 빈도 조성을 1 mm 계급별로 나타낸 결과, 암컷은 갑폭조성이 일정한 간격으로 6개의 모드를 이루고 있었으며 (Fig. 6), 분리된 모드의 정규분포내 평균값, 표준편차 (SD), 개체수, 비율은 Table 2와 같다. 첫 그룹 (A group)은 평균 20.0 mm로 17개체가 속해있었으나 전체비율은 0.3%로 낮았다. 둘째 그룹인 B group은 평균 28.7 mm로 전체의 약 11.3%였다. C, D, E, F group의 평균갑폭은 각각 39.79, 52.32, 71.38, 84.18 mm를 나타내었다.

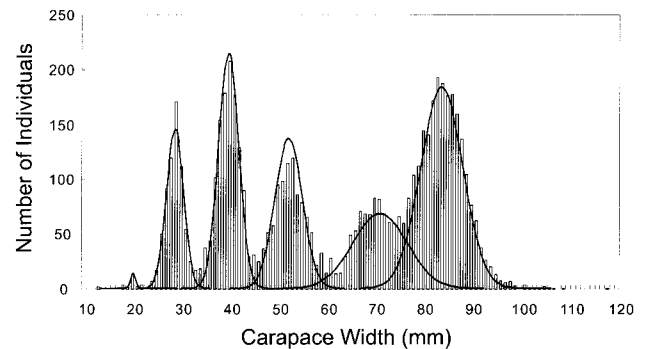


Fig. 6. Size frequency distribution of carapace width of female *Chionoectes opilio* in the East Sea of Korea.

Table 2. Mean carapace width, standard deviation and percentage occurrence according to six molting stage group of female *Chionoecetes opilio* in the East Sea of Korea

Molting stage group	Carapace width (mm)		No. of sample (ind.)	Percentage occurrence (%)
	Mean	S.D.		
A	20.00	0.520	17	0.30
B	28.67	1.770	642	11.30
C	39.79	2.090	1,113	19.58
E	52.32	2.850	968	17.03
E	71.38	5.650	954	16.79
F	84.18	4.380	1,989	35.00

수컷은 약 9개의 모드를 이루어 정규분포를 이루고 있었으며(Fig. 7), 갑폭 약 100 mm 정도까지는 모드 분리가 뚜렷하여 일정 간격을 이루고 있었으나 이후 최종탈피가 이루어지는 갑폭 105 mm 이상에서는 모드 분리가 명확하지 않았다. 수컷의 분리된 모드의 정규분포내의 평균값, 표준편차(SD), 개체수, 비율은 Table 3과 같다. 첫 그룹인 A group은 평균갑폭은 20.3 mm, B group은 28.2 mm, E group은 72.2 mm로 암컷의 평균갑폭과 비슷한 경향을 보이고 있었으나, 이후 F group부터 조금 암컷보다 평균갑폭이 큰 수치를 보이고 있었다.

전항의 탈피단계의 비율에서 나타난 결과로 살펴보면 동해안 대게는 암수 모두 연간 1회의 탈피를 하는 것으로 추정되었으며, 또한 탈피간격이 일정하게 이루어지는 것으로 보아 암수 모드별 평균갑폭은 연령별 평균갑폭으로 간주할 수 있었다.

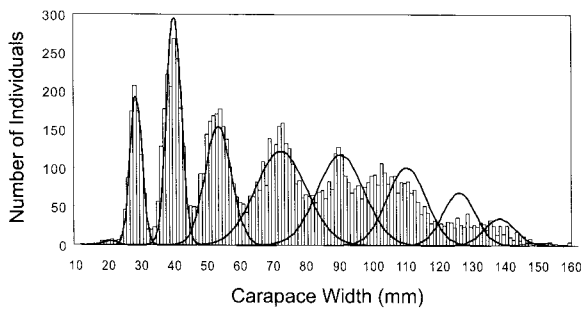


Fig. 7. Size frequency distribution of carapace width of male *Chionoecetes opilio* in the East Sea of Korea

Table 3. Mean carapace width, standard deviation and percentage occurrence according to nine molting stage group in male *Chionoecetes opilio* in the East Sea of Korea

Molting stage group	Carapace width (mm)		No. of sample (ind.)	Percentage occurrence (%)
	Mean	S.D.		
A	20.28	2.06	30	0.30
B	28.18	1.78	907	9.11
C	39.51	2.16	1,713	17.20
E	53.46	4.29	1,793	18.00
E	72.21	4.90	1,797	18.04
F	89.96	4.70	1,207	12.12
G	104.14	3.79	1,007	10.11
H	112.85	4.20	852	8.55
I	126.52	4.44	319	3.20

성장

대게의 갑폭조성 모드 분리에 의한 평균갑폭 자료를 이용하여 어류의 일반적인 성장식인 von Bertalanffy, Gompertz, Robertson 성장모델의 3가지를 선택하여 비선형회귀분석법에 의거 성장식을 각각 추정하여 비교하였으며, 추정치간의 평방편차합(SSQ)은 von Bertalanffy 성장모델이 가장 높은 값을 보였고 Gompertz 성장모델이 가장 낮은 값을 나타내었다(Table 4). 그러나 결정계수(R²)는 반대로 Gompertz 성장모델이 0.9961로서 가장 높은 값을 보였으나 von Bertalanffy 성장모델이 가장 낮은 값을 나타내었다. 따라서 대게의 성장모델식은 평방편차합(SSQ)값이 가장 낮고 결정계수(R²)값이 가장 높은 Gompertz 식이 가장 적합한 것으로 판정되었으며, 이 식에 의한 연령별 계산갑폭은 암컷의 경우 0.25령 2.7 mm, 1.25령 4.6 mm, 4령 18.3 mm, 10령 90.9 mm, 수컷은 0.25령 4.0 mm, 1.25령 6.2 mm, 4령 19.5 mm, 8령 70.7 mm, 10령 102.1 mm, 13령 131.8 mm로 추정되었으며(Table 5), 이론적 최대체장(L_∞)은 각각 암컷이 119.0 mm, 수컷이 156.7 mm,

Table 4. Comparison of growth parameters among von Bertalanffy, Gompertz, Robertson growth education of male *Chionoecetes opilio* in the East Sea of Korea

Methods	L _∞	K(a)	t ₀ (b)	SSQ	R ²
Von Bertalanffy	747.4	0.013	0.9947	1273.86	0.9719
Gompertz	160.0	5.2531	0.2297	184.18	0.9961
Robertson	146.99	0.4030	3.4038	307.81	0.9935

Table 5. Estimated age and carapace width from Gompertz growth education of *Chionoecetes opilio* in the East Sea of Korea

Molting stage	Estimated age (year)	Carapace width (mm)	
		Female	Male
x+1	0.25	2.66	4.04
2	0.75	3.49	5.02
3	1.25	4.56	6.24
4	2.5	8.78	10.61
5	3.5	14.43	16.00
6	4.0	18.26	19.50
7	5.0	28.26	28.45
8	6.0	41.18	40.21
9	7.0	55.77	54.58
10	8.0	69.98	70.68
11	9.0	81.94	87.04
12	10.0	90.85	102.10
13	11.0	96.68	114.75
14	13.0	103.03	131.77

Table 6. Gompertz growth parameters of *Chionoecetes opilio* in the East Sea of Korea

Sex	L _∞	a	b
Female	118.99	6.2960	0.3062
Male	156.68	6.2219	0.2626

성장계수(K)는 암컷이 0.3062, 수컷이 0.2626으로 도출 되었으며 (Table 6), 성장식은 암컷은 $CW_t=118.99e^{-6.2960e-0.3062t}$, 수컷 $CW_t=156.68e^{-6.2219e-0.2626t}$ 로 추정되었다 (Fig. 8).

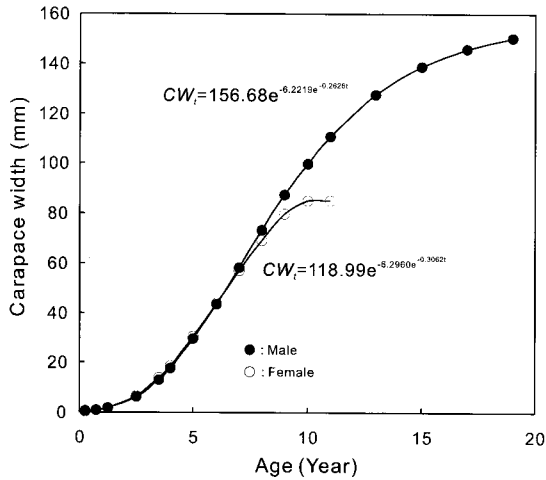


Fig. 8. Growth curves fitted to the Gompertz's education of *Chionoecetes opilio* in the East Sea of Korea.

고 찰

대부분의 어류에서는 비늘이나 이석, 척추골 등을 사용하여 연령을 알 수 있다. 그러나 새우류나 게류 등의 갑각류에서는 이와 같은 연령 형질이 없기 때문에 연령 추정이 어렵다. 일반적으로 갑각류는 탈피에 의해 성장을 하며 성장은 탈피마다의 평균적인 크기를 추정하여 영기마다 크기로 설명하고 있다. 대게의 탈피직전 개체의 경우에는 갑각의 내측에 새로운 갑각이 형성되고 있는 이중갑 (두개의 껍질을 가진 대게) 형태를 하고 있어 판별이 용이하며, 탈피 한 직후의 갑각은 유연하여 손으로 압박하여 쉽게 알 수가 있다. 또한 제 2소악의 기절 연변부를 현미경으로 관찰하여 탈피단계를 판정 할 수가 있다 (Moriyasu and Mallet, 1986). 한국 동해안에서의 대게 탈피단계 비율에 의한 탈피시기 및 탈피횟수를 조사해 본 결과 갑폭 약 40 mm 이상의 개체에서 탈피는 6, 7월경부터 탈피를 위한 이중갑이 형성되어 갑각이 유연한 탈피직후의 개체는 주로 7-10월경에 출현하고 있는 것으로 보아 탈피성기는 이 시기인 것으로 추정되고 탈피도 매년 1회 행하여지는 것으로 추정되어 지는데 이는 일본해역에서의 연구 결과와 거의 일치하고 있다 (Yamasaki and Kuwahara, 1991).

지금까지 대게 암컷의 경우에는 성숙하면 생애 최종탈피를 행하여 그 이상 성장을 하지 않는데 반해 수컷은 사망할 때까지 탈피를 반복하여 성장을 계속한다고 알려져 있으나 (Sinoda, 1968; Kon, 1980), 이후 캐나다 북대서양 연안의 Saint Lawrence만에서의 연구 결과에서 수컷도 암컷과 마찬가지로 최종탈피를 한다고 보고하였다 (Conan and Comeau, 1986). 이때 최종탈피를 마친 개체는 갑폭에 대한 협각폭이 상대적으로 크며, 반대로 계속 탈피를 할 개체는 상대적으로 협각고가 작다고 하였다. 이런 수컷의 성숙과 협각의 상대성장의 관계

는 대게 (Watson, 1970; Conan and Comeau, 1986) 및 *C. bairdi* (Brown and Powell, 1972)에서도 보고되고 있다. 동해안의 대게에서도 갑폭과 협각고의 상대 차이에서 뚜렷하게 분리되는 현상을 보이고 있었으며 갑폭 약 70 mm 이하에서는 갑폭에 비해 협각고가 낮은 개체만으로 구성되어 있었고 130 mm 이상에서는 협각고가 높은 개체들로 구성되어 있음을 알 수 있었다. 갑폭에 비해 협각고가 큰 개체들은 판별식에 의해 분리 할 수 있으며 그 결과 양 (+)의 값을 가진 개체가 최종탈피 (Terminal molt)을 한 것으로 간주하여 볼 때 갑폭에 따른 최종탈피 크기는 일본해역에서의 연구결과 (Yamasaki, 1994)와 거의 비슷하였다. 또한 Yamasaki et al. (1989)는 표지방류 결과에서 1년 이상 지나서도 한번도 탈피를 하지 않은 사례가 많다고 보고하였고, 일본연안에서의 수컷 대게에서도 캐나다의 경우와 같이 이 이후 탈피하지 않은 최종탈피가 존재한다는 것이 명백하다고 하였다.

갑각의 크기마다 최종탈피를 마치고 성장을 정지한 대게가 어느 수준의 비율로 혼재하고 있는가를 아는 것은 대게 자원 관리를 행하기 위해 절대적으로 필요하다. 한국 동해연안에서 자망 및 트롤 시험조업으로 어획된 대게의 경우 갑폭 60 mm 미만의 전 개체에서 협각이 작아 최종탈피를 마친 대게는 한 개체도 출현하지 않았다. 갑폭 60-70 mm에서는 최종탈피를 마친 대게가 약 1.6%, 갑폭 70-80 mm에서도 2.7%로 낮은 비율을 보였다. 갑폭 130 mm 이상에서는 전 개체가 협각이 커서 최종탈피를 마친 대게로 인식되었다. 이와 같이 최종탈피를 마친 대게의 출현비율은 갑폭이 크게 되면서 높았다 (Table 1). 수컷에서 50%가 최소탈피갑폭을 마친 갑폭은 약 105 mm로 추정되었다. 즉 갑폭이 105 mm 이상 되어야 50% 이상 최종탈피를 하여 대게가 단단하게 속살이 꽉차게 되어 고가로 판매가 가능하므로 합리적인 자원관리를 위해서는 현재 체포금지체장 9 cm를 10 cm로 상향 조정할 필요가 있는 것으로 보여진다.

동해안 대게의 갑폭조성을 연급군 모드로 분리해 본 결과 암컷은 약 14 mm 이상에서 6개의 모드, 수컷은 약 12 mm 이상에서 9개 모드로 각각 유의하게 분리 되었다. 암컷은 연급군 분리가 뚜렷하였으나 수컷대게에서는 110 mm 이상의 대형 개체에서 약간 명확하지 않게 분리되어 있는데 이는 이 개체 그룹에서부터는 최종탈피를 한 개체와 하지 않은 개체가 혼재하고 있기 때문인 것으로 추정된다. 대게는 일반적으로 난에서 부화하여 그 유생은 zoea, megalopa의 부유기를 경과하여 치계 (young crab)로 되어 착저한 후 탈피를 반복하면서 성장한다. Kon (1980)의 연구결과에 의하면 megalopa에서 변태를 하여 치계가 될 때까지 4개월이 소요되며 이때 암컷의 갑폭 2.66 mm, 수컷 4.04 mm 정도이며, 이후 5령이 되기까지는 3.5년이 지나야 암컷 평균갑폭 14.43 mm가 되고, 수컷 평균갑폭 16.00 mm가 되고, 6령까지는 4년 정도가 소요되어야 암컷 평균갑폭 18.21 mm, 수컷 평균갑폭 19.50 mm 정도가 된다고 하였다. 따라서 본 연구결과와 비교해볼 때 암·수 모두 첫 그룹 (A group)은 약 4년의 연령으로 추정할 수 있었다.

대게의 성장을 평균 갑폭조성에 의해 일반적인 성장식에

적용해본 결과 일반적으로 어류에서 적용되는 von Bertalanffy 성장모델 보다는 Gompertz 성장모델이 적합한 것으로 나타났다. 이는 어류가 초기성장이 좋은 어종으로 von Bertalanffy식에 적합하나 대게는 탈피에 의한 성장으로 초기보다는 성장에 따른 고연령에서 갑폭이 더욱 커지는 경향을 보여 Gompertz 성장식에 더욱 적합하게 나타나는 것으로 추정된다.

사 사

본 연구는 국립수산물학원 동해수산연구소의 주요 연구과제인 “동해 연안어업자원조사, RP-2009-FR-018” 결과의 일부입니다.

참 고 문 헌

- Bhattacharya, C.G. 1967. A sample method of resolution of distribution into Gaussian components. *Biometrics*, 23, 115-135.
- 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.
- Chun, Y.Y., B.G. Hong, K.S. Hwang, H.K. Cha, S.I. Lee and S.J. Hwang. 2008. Maturation of the reproductive organs and spawning of the snow crab *Chionoecetes opilio* from the East Sea of Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 41, 119-124.
- 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.
- Elner, R. W. and P.G. Beninger. 1992. The Reproductive biology of snow crab, *Chionoecetes opilio*: A Synthesis of recent contributions. *Amer. Zool.* 32, 524-533.
- Ennis, G.P., R.G. Hooper and D.M. Taylor. 1988. Functional maturity in small male snow crabs, *Chionoecetes opilio*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 45, 2106-2109.
- FAO. 2000. FiSAT 2000 online user guide. Rome. Italy.
- Ito, K. 1970. Ecological studies on the edible crab, *Chionoecetes opilio* in the Japan sea. III. Age and growth as estimated on the basis of the seasonal changes in the carapace width frequencies and the carapace hardness. *Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab.*, 22, 81-116.
- Kon, T. 1980. Studies on the life history of the zuwai crab, *Chionoecetes opilio* (O. FABRICIUS). *Spec. Pub. Sato Mar. Biol. Stat., Niigata Univ.*, Series 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, 1-80.
- Miller, J.R. and J. Watson. 1976. Growth per molt and limb regeneration in the spider crab, *Chionoecetes opilio*. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 33, 1644-1649.
- MOMAF (Ministry of Maritime Affairs & Fisheries). 2006. Statistical Year Book of Agriculture and Fisheries.
- Moriyasu, M. and P. Mallet. 1986. Reading molt stage of the snow crab *Chionoecetes opilio* by observation of morphogenesis of setae on the maxilla. *J. Crust. Biol.*, 6, 709-718.
- Moriyasu, M., G.Y. Conan, P. Mallet, Y. Chiasson and H. Lacroix. 1987. Growth at molt, molting season and mating of snow crab (*Chionoecetes opilio*) in relation to functional and morphometric maturity. *Int. Coun. Expl. Sea, CM 1987 K*, 22, 1-14.
- Sainte-Marie, B. and F. Hazel. 1992. Molting and mating of snow crabs, *Chionoecetes opilio* in shallow waters the northwestern Gulf of Sant Lawrence. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49, 1282-1293.
- Sinoda, M. 1968. Studies on fishery of zuwai crab in the Japan Sea- I. The growth. *Bull. Jap. Soc. Fish. Sci.*, 34, 185-190.
- Taylor, D.M. and J.M. Hoening. 1990. Growth per molt of male snow crab, *Chionoecetes opilio* from Conception and Bonavista Bays, Newfoundland. *Fish. Bull.*, 88, 753-760.
- Yamasaki, A., M. Sinoda and A. Kuwahara. 1989. A method for estimating survival rate of male zuwai crab (*Chionoecetes opilio*) in the western Japan Sea. *Proc. Int. Symp. King and Tanner Crabs. Alaska Sea Grant No. 90-04*, 365-376.
- Yamasaki, A. and A. Kuwahara. 1991. The terminal molt of male snow crab in the Japan Sea. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57, 1839-1884.
- Yamasaki, A. 1994. Studies on stock management of snow crab *Chionoecetes opilio* based on biology. *Kyoto Inst. Ocean. Fish. Sci. Spec. Rep.*, 4, 1-53.
- Yosho, I., and I. Hayashi. 1994. The bathymetric

- distribution of *Chionoecetes opilio* and *Chionoecetes japonicus* (Majidae: Brachyura) in the western and northern areas of the Sea of Japan. Bull. Japan Sea Nat. Res. Inst., 44, 59-71.
- Watson, J. 1970. Maturity, mating, and egg laying the spider crab, *Chionoecetes opilio*. J. Fish. Res. Bd. Canada, 27, 1607-1616.
- Zhang, C.I. 1991. Fisheries Resource Ecology. Woosung Publ. Co., Seoul, Korea.
-
- 2009년 6월 10일 접수
2009년 7월 28일 수정
2009년 8월 17일 수리