The Journal of the Korean Society of Oceanography
Vol. 30, No. 2, pp. 138-146, April 1995

강화도 연안 돗대기새우(*Leptochela gracilis*)의 성장에 관한 연구

박영철 · 이영철
인하대학교 해양학과

Growth Characteristics of *Leptochela gracilis* in the Coastal Water near Kanghwa Island, Korea

YOUNG-CHEOL PARK AND YONG-CHUL LEE
Department of Oceanography, Inha University, Inchon 402-751, Korea

본 연구는 강화도 연안 새우류(Decapoda, Macrura) 군집의 우점종인 돗대기새우(*Leptochela gracilis* (STIMPSON,1860))의 성장 양상을 조사하기 위해 실시되었다. 시료는 1개의 동일한 정점에서 낭장망을 이용하여 채집하였으며 1993년 4월부터 1994년 1월까지 8월을 제외한 월별 채집을 하였다. 돗대기새우의 포란 개체는 4월에서 9월까지 출현하였는데 5월에서 7월의 포란률이 70% 이상 나타나 포란 성기로 여겨진다. 또한 성비는 4월을 제외한 조사 전월에 걸쳐 암컷이 우세하였으며 포란기와 비포란기사이에 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 돗대기새우 개체군은 장기세대와 단기세대의 두 형태의 세대로 나눌 수 있었고 장기세대의 수명은 1년에서 1년 3개월 정도로 추측된다. 단기세대의 경우는 9월 포란군에 의해 산란되어 12월이후 감소하는데, 이들이 환경 요인들의 악화로 사망하는 것인지, 월동이후 성장률의 차이에 의해 장기세대에 병합되는 것인지는 밝힐 수 없었다. 장기세대를 Von Bertalanffy 성장식과 계절 변동을 고려한 Pauly and Gaschütz 성장식에 적용시켜 본 결과 Pauly and Gaschütz 성장식이 더 적합한 것으로 나타났다.

Present study was performed to describe the growth of *Leptochela gracilis* (STIMPSON, 1860), the dominant species of the coastal water near Kanghwa Island, Korea. Samples were collected from 1 sampling point by long bag seine net at monthly interval from April 1993 to January 1994 except for August 1993. In the population study of *Leptochela gracilis*, ovigerous female has appeared from April to September 1993 and the ratio (egg-bearing female/female) showed over 70% from May to July 1993. Female individuals were predominant from May 1993 to January 1994 and it was found that sex ratios were not significantly different between pregnant and non-pregnant period($p>0.05$). The population of *Leptochela gracilis* was divided into 2 types of generation; i) short term generation, and ii) long term generation. Longevity of the long term generation was presumed to vary from 12 to 15 months. In the case of short term generation, spawned by egg-bearing stock of September, however, it was not certain whether they absorbed in the long term generation, thus overcome winter season or die after December by environment factors. The growth in carapace length of the long term generation was better fitted to Pauly and Gaschütz model than Von Bertalanffy.

*본 연구는 1993년도 인하대학교 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

서 론

새우류는 전세계적으로 2,850종(武田, 1986)이 해양 및 담수에서 서식하고 있는 것으로 알려져 있고 Holthuis(1980)는 이 중 중요한 342종의 목록을 발표한 바 있다. 국내에는 83종(또는 아종)(김과 김, 1988)이 보고되어 있으며 이 중에서 특히 돗대기새우(*Leptochela gracilis*)는 강화 지역의 새우류 중 최대 어획 종으로서 젓새우(*Acetes japonicus*), 중국젓새우(*Acetes chinensis*) 등의 소형새우류들과 더불어 경제적으로 매우 중요한 종으로 널리 알려져 왔다. 또한 생태학적으로도 연안 및 하구역의 먹이연쇄에 중요한 역할을 담당하는 구성 군으로서 이들의 생태특성과 성장, 생활사 등에 관한 정보는 수산 자원의 효율적 관리 및 이용을 목적으로 하는 수산자원학적 측면에서 뿐만 아니라 연안 및 하구역의 생태학적 측면에서도 중요한 자료로서 이용될 수 있다.

외국의 경우, 중요 새우류 개체군들의 생활사에 관한 연구(Kennedy *et al.*, 1977)는 물론이고 표지방류 실험을 통한 성장률, 성장계수, 운동 특성과 회유 그리고 자연 사망률에 관한 연구(Glaister *et al.*, 1987; Frusher *et al.*, 1985), 위내용물 분석을 통한 먹이사슬 내에서의 위치 규명(小板, 1970, 1976, 1977, 1979) 등 중요 개체군들의 동태와 보리새우류(Penaeidea)의 분포, 크기, 난소 발달에 관한 연구 비교(Brusher *et al.*, 1972), *Penaeus esculentus*와 *P. semisulcatus*의 포란과 산란 등의 재생산력에 관한 연구 비교(Crocos, 1987) 등 개체군간의 비교연구, 그리고 새우류군집의 종조성, 풍부도 및 종다양도에 관한 연구(Felder and Chaney, 1979), 부화 유생의 방류와 군집강화에 관한 연구(Fan *et al.*, 1989) 새우류 어획량 변동에 관한 연구(Wang, 1987; Li *et al.*, 1986) 등 군집 구조 전반에 관해 활발한 연구가 진행되고 있으나 국내의 경우는 몇몇 개체군들의 체장조성과 상대성장 및 산란 등에 관한 조사 연구(윤 등, 1962; 정, 1970a, 1970b, 1972; Kim, 1974; 김등, 1984; 김, 1985; 홍과 오, 1989) 이외에 새우류 군집이나 돗대기새우에 대한 생태학적 연구는 전무한 실정이다.

본 연구에서는 강화도 연안 낭장망에서 채집된 새우류 군집 중에서 우점종인 돗대기새우의 생활사와 성장 양상을 고찰하고 이 종에 적합한 성장식을 추정해 보고자 하였다.

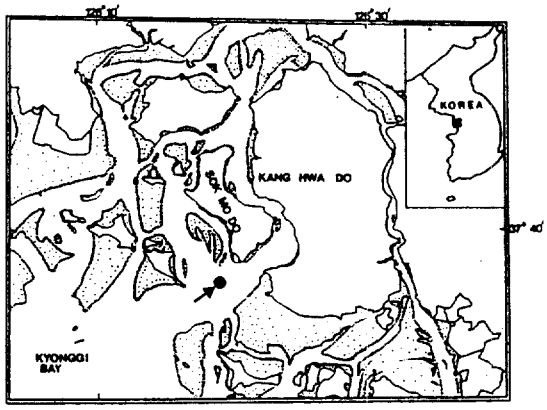

Fig. 1. Map showing the location of the study area.

재료 및 방법

본 연구의 채집 정점은 석모도의 남쪽 어류정항에서부터 남남서쪽 3.5 Km 떨어진 지점(Fig. 1)으로 한강 하구의 강화도 주변 수로인 석모수로 내에 위치하며 정조시 평균 수심은 약 12 m이다. 본 조사 지역은 한강으로부터 유입되는 담수와 강한 조석작용의 영향으로 하루 중에도 염분의 변화 폭이 매우 큰 지역이며, 니사질의 저부와 조수간만에 의한 강한 수직적인 환류작용 때문에 부유물질의 농도가 매우 높다(Chung, 1969). 채집 정점의 위치는 어민들의 청취조사 결과를 근거로 하여 새우 생산량이 연중 큰 해역으로 선정하였다.

본 연구에 사용된 채집 기기는 주로 새우류를 채집하기 위한 낭장망(long bag seine net)이었다(Fig. 2). 낭장망은 설치가 간편하고 밀물과 썰물시 어구의 방향이 조류의 방향과 같이 자동적으로 조절되어 양망은 만조나 간조 직전 어느 때나 가능하므로 석모수로 등의 한강 하구와 인접해 있는 경기만 북부 연안의 유속이 빠른 근해역에서 널리 행해지고 있다. 망목의 크기와 그물의 길이 등은 대상 어획 종류에 따라 다르게 이용되고 있으며 새우류가 주된 대상 채집 종류이나 수로의 강한 조류를 이용하기 때문에 새우류 이외의 갑각류나 소형어류등 다른 생물들도 채집된다. 본 연구에 이용된 낭장망의 길이는 38 m이며 망 입구의 크기는

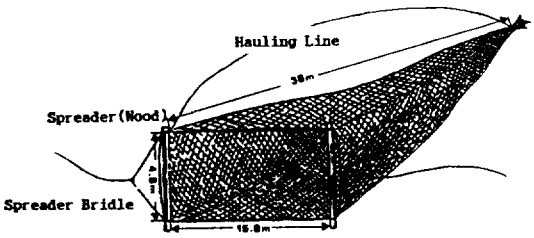

Fig. 2. Structure of the long bag seine net.

15.8×4.8 m이다. 그리고 망목의 크기는 망의 입구 부분에서는 4 cm이나 뒤로 갈수록 점차 작아져 실제 생물이 채집 보관되는 끝부분은 6 mm에 지나지 않는다.

현장 채집은 강화도 석모수로의 1개의 낭장망 정점(Fig. 1)에서 1993년 4월부터 1994년 1월까지 10개월 동안 매월 1회 실시하는 것을 원칙으로 하였으나, 8월에는 채집이 없었고 9월에는 2회 실시하였다. 1회 채집 시간은 조석 2주기인 24시간 50분 동안으로 하여 하루 중에 발생하는 간, 만조 및 주, 야간 모두를 포함시키도록 하였다. 채집된 그물의 전체 생물을 잘 섞은 후 분석에 필요한 충분한 양을 subsampling 하였으며, 3.5 *l*들이 Polyethylene병에 넣고 7% Formaldehyde 용액으로 고정한 후 실험실로 운반하였다. 운반된 채집 생물들 중에서 현미경(OLYMPUS, U60-2)을 사용하여 돗대기새우들만을 동정하였으며, 다시 동정된 돗대기새우들 중에서 개체수가 약 100개체 이상되도록 subsampling하여 시료로 사용하였다. 형태적 성 특징에 의해 구별된 개체들은 전체 암컷에 대한 수컷의 비율로서 성비를 나타내었으며, 포란률은 매달 채집된 전체 암컷에 대한 포란한 암컷의 백분율로 나타내었다. 개체별 갑각장(Carapace Length: CL)을 전자 버니어 캘리퍼스(Mitutoyo, CD-15)를 이용하여 0.01 mm 수준까지 측정하였고 갑각장 빈도 분포는 갑각장 0.3 mm 간격으로 개체수에 대한 100분율로 표시하였다.

새우류는 알려져 있는 특정한 연령형질이 없기 때문에 직접적인 연령사정이 어렵다. 그러므로 본 연구에서 각 Cohort 조성의 추정은 Harding(1949)의 정규확률지법을 이용하였는데 먼저 돗수 변환 방법(김 등, 1993)을 사용하여 돗수 5이하의 계급을 주변 계급과 합친 후 정규확률지 위에 표시하였으며 정규확률지상의 기울기를 이용하여 Cohort를 구분하였다.

돗대기새우의 성장식 추정에는 Von Bertalanffy (1938)의 체장성장식에 계절별 성장변동률을 고려한 수정식(식 (1); Pauly and Gaschütz, 1979)을 사용하였으며 Von Bertalanffy식과 비교하였다.

$$l_t = L_\infty \left[1 - \exp\left\{ -(K(t-t_0) + \frac{CK}{2\pi} \sin 2\pi(t-t_s) \right\} \right] \quad (1)$$

위의 Pauly and Gaschütz식의 가정은 성장에 대한 생물 및 비생물학적 영향이 sine곡선을 따른다는 것이며,

l_t : 상대연령 t에서의 갑각장(mm)
L_∞ : 이론적인 최대갑각장(mm)
K : Von Bertalanffy 성장계수
t_0 : 갑각장이 0일때의 가상적 연령
t_s : 성장률 최소점(WP)을 나타낼 수 있게 하는 연령
C : 상수(계절성 파동 주기의 강도) 이다.

식 (1)의 매개변수들 중에 L_∞, K, t_0 값은 Von Bertalanffy 성장식에서 추정된 값을 이용하기 때문에 먼저 아래와 같이 Von Bertalanffy의 체장성장식(식 (2))을 식 (3)과 같이 선형화시킨 후 최소 제곱법을 이용하여 회귀시켰다.

$$l_t = L_\infty [1 - \exp\{-K(t-t_0)\}] \quad (2)$$

$$\ln\{1 - (l_t/L_\infty)\} = Kt_0 - Kt \quad (3)$$

위 식 (3)은 Y=a+bX 형태의 직선식으로 Cohort조성에서 구한 Cohort별 월평균 갑각장 값과 상대연령을 회귀시켜 매개변수 K, t_0를 구할 수 있는데 이때 L_∞값을 결정하기 위해 몇개의 L_∞값을 0.3 mm 간격으로 반복 대입하여 임의추정 하였으며 가장 큰 결정계수 R^2를 나타내는 L_∞값을 사용하였다.

다음 나머지 매개변수를 추정하기 위해 위 식 (1)에 로그를 취해 다음과 같이 선형화 시켰다.

$$\ln\{1 - (l_t/L_\infty)\} = Kt_0 - Kt - (CK/2\pi)\cos 2\pi t_s \cdot \sin 2\pi t + (CK/2\pi)\sin 2\pi t_s \cdot \cos 2\pi t \quad (4)$$

따라서 위 식 (4)는 Y=a+b1·X1+b2·X2+b3·X

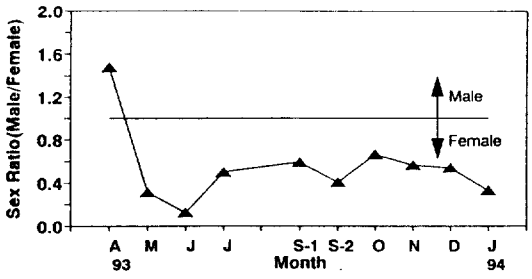

Fig. 3. Monthly variation of sex ratio *Leptochela gracilis*.

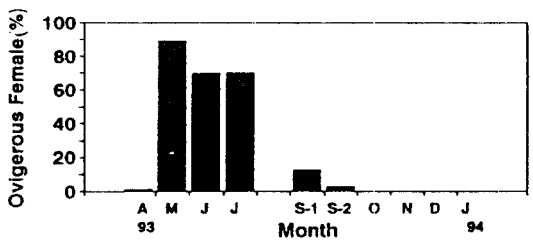

Fig. 4. Monthly variation of the proportion of female carrying eggs in *Leptochela gracilis*.

3 형태의 중회귀식이 되고 여기에서 상대연령에 따른 Cohort별 월평균 갑각장을 각각 $\ln(1-(l_t/L_\infty))$, t, $\sin 2\pi t$, $\cos 2\pi t$에 대해 중회귀시켜 a, b1, b2, b3 값을 얻었으며 식 $K=-b1$, $t_0=-a/b1$, $t_s=\arctan(-b3/b2)/2\pi$, $C=2\pi b3/K\sin 2\pi t_s$를 통하여 매개변수 t_s와 C를 구하였다.

열대지방의 어류들은 년중 성장률이 동일하므로 이 때의 계절성 파동 주기의 강도를 나타내는 C값은 0이 되고 따라서 Pauly and Gaschütz 성장식(식 (1))은 Von Bertalanffy 성장식(식 (2))과 같아지게 된다. 반면 온대 및 아열대의 어류들은 계절의 온도 변화에 따라 성장량이 파동적으로 변하며 일반적으로 동계 성장이 느려서 심지어 정지하는 수도 있다(相, 1992). 이러한 년중 성장률이 최소값이 되는 점을 동계점(장, 1991)(Winter Point)라 하며 식 (5)와 같은데, 여기에서 t_s는 식 (1)의 추정에서 얻은 값을 사용하게 된다.

$$WP(\text{동계점})=t_s+0.5 \quad (5)$$

결 과

성비는 4월을 제외한 전 조사 기간에 걸쳐 수컷보다 암컷이 우세하게 나타났다. 4월의 성비는 수컷이 70% 이상으로 나타나 전 조사 기간 중, 수컷이 우세한 유일한 달이었다. 5월과 6월에는 암컷의 비율이 수컷에 비해 월등히 높게 나타났으며 특히 6월에는 암컷의 비율이 90% 이상으로 가장 높았다. 7월에서 12월까지의 성비는 암컷의 비율이 70%를 전후로 약한 증감을 보여 암컷이 전반적으로 우세하였다(Fig. 3). 그러나 비포란기(10~1월)와 포란기(4~9월) 사이에 성비는 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$).

포란 개체는 4월에서 9월까지 출현하였다. 4월에는 포란율이 5% 미만으로 매우 낮게 나타났으나 5월에 급격히 높아지는 양상을 보였으며 그 이후 7월까지 포란률이 70% 이상 나타나서 포란 성기로 생각된다. 특히 5월은 85% 이상의 포란율을 보여 포란율이 가장 높은 달이었다. 9월에는 다시 포란율이 20% 미만으로 급격히 떨어졌으며 10월에서 1월까지는 포란 개체가 발견되지 않았다(Fig. 4).

갑각장빈도분포 분석 결과 4월에 나타난 갑각장 8~10 mm 내외의 개체들은 7월까지 느리게 성장이 일어났으며 2달 후인 9월에서는 7월까지 출현하던 갑각장 8~10 mm 내외의 큰 개체들은 사라지고 어린 개체들의 봉우리가 나타나기 시작하였다. 이들은 10월까지 빠르게 성장하다가 11월부터 다시 성장률이 둔화되는 양상을 보였으며, 9월 하순부터는 작은 개체들과 큰 개체들의 2개의 봉우리가 출현하기 시작하고 두 봉우리 중심 사이의 거리는 겨울로 갈수록 성장률의 차이 때문에 줄어들게 되는 양상을 보였다. 포란한 암컷은 4월부터 출현하나 4월에는 그 수가 극히 적다가, 5월부터 급격히 증가하였으며 7월까지 주로 출현하였다. 9월 상순과 하순에 까지도 포란한 암컷이 일부 나타났으나 9월에 나타난 포란 암컷은 갑각장 5~7 mm 내외의 비교적 어린 개체들로서 4월에서 7월까지 출현하였던 포란 암컷들과는 다른 양상을 보였다(Fig. 5).

갑각장빈도분포에 나타난 값들을 정규확률지법을 사용하여 Cohort를 분리한 후 각 Cohort의 상대연령별, 월별, 세대별, 평균 갑각장값을 나타내면 Table 1과 같다. 여기에서 상대연령은 마지막으로 포란 개체가 채집된 채집일을 상대연령 0년으로 하여 계산하였다.

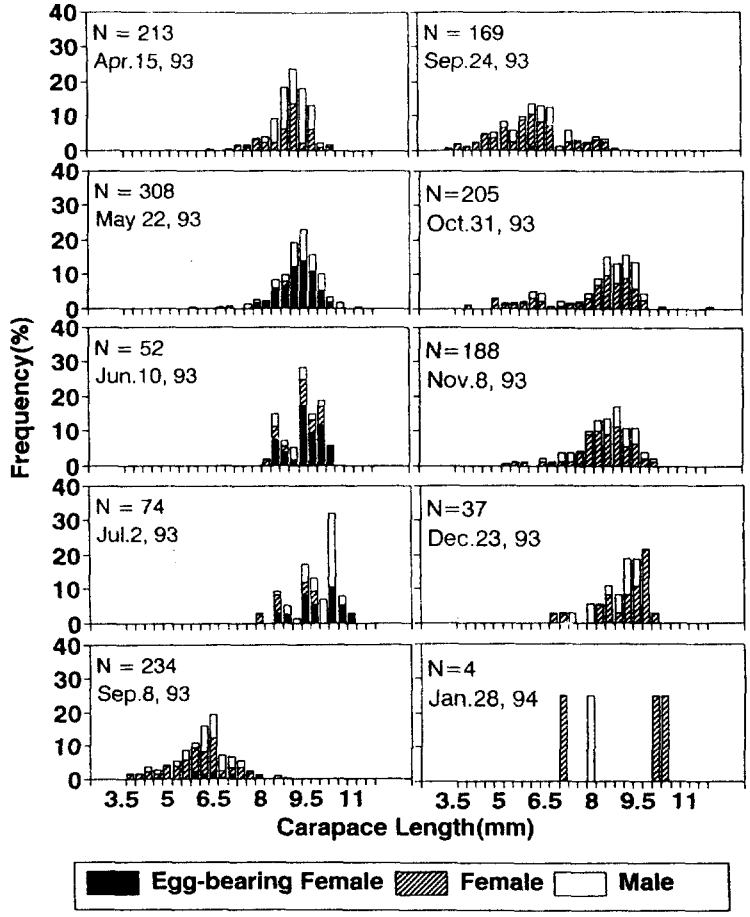

Fig. 5. Carapace length-frequency distribution of *Leptochela gracilis*.

Table 1의 세대별 평균 갑각장값과 그 중 장기세대의 값들을 Von Bertalanffy 성장식과 계절별 성장 변동률을 고려한 Pauly and Gaschütz 식에 적용시킨 성장곡선은 Fig. 6과 같다. 한편 단기세대는 분리할 수 있는 달의 수가 석달에 불과하므로 위의 성장식들에 적용시킬 수 없었다. 장기세대에 대한 두 성장식들의 결과와 매개변수를 최소자승법으로 추정할 때의 결정계수 값들은 다음과 같았다.

Von Bertalanffy식에 적용시킨 *Leptochela gracilis* (장기세대)의 갑각장성장식;

$$l_t = 9.9[1 - \exp\{-5.115(t - 0.133)\}]$$

$$R^2 = 0.694 \quad (p > 0.0053)$$

Pauly and Gaschütz식에 적용시킨 *Leptochela graci-*

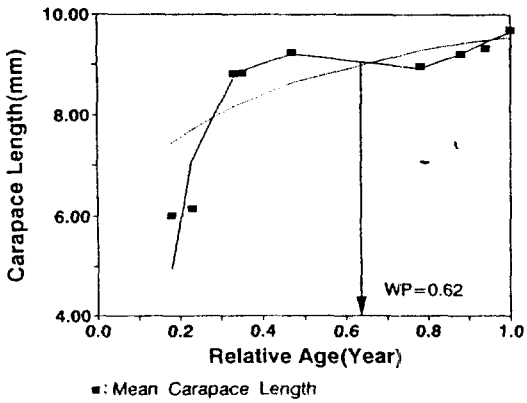

Fig. 6. Pauly and Gaschütz's (—) and Von Bertalanffy's growth curve (---) of long-term generation of Leptochela gracilis. WP refers to winter point.

Table 1. Monthly changes in carapace length resulted from probability paper analysis on cohort of *Leptochela gracilis*.

Month	Age(year)	0.10	0.12	0.18	0.23	0.24	0.33	0.35	0.47	0.78	0.88	0.94	1.00
93/APR	Mean CL.(mm) S.D. No. of Indiv.									8.96 0.63 213			
MAY	Mean CL.(mm) S.D. No. of Indiv.										9.21 0.67 308		
JUN	Mean CL.(mm) S.D. No. of Indiv.										9.32 0.55 52		
JUL	Mean CL.(mm) S.D. No. of Indiv.												9.69 0.72 74
SEP-I	Mean CL.(mm) S.D. No. of Indiv.			6.01 0.93 234									
SEP-II	Mean CL.(mm) S.D. No. of Indiv.				6.14 1.13 169								
OCT	Mean CL.(mm) S.D. No. of Indiv.	6.04 0.89 49					8.81 0.54 156						
NOV	Mean CL.(mm) S.D. No. of Indiv.		6.86 0.65 33					8.82 0.56 155					
DEC	Mean CL.(mm) S.D. No. of Indiv.					7.68 0.59 8			9.24 0.37 29				

□ short term gene. □ long term generation

lis(장기세대)의 갑각장성장식;

$$l_t = 9.9\left[1-\exp\left\{-\left(5.115(t-0.133)+\frac{7.330}{2\pi}\sin 2\pi(t-0.117)\right)\right\}\right]$$

$R^2 = 0.962 \quad (p>0.0006)$

따라서 *Leptochela gracilis*의 성장 양상을 표현하는데 있어 Pauly and Gaschütz의 계절별 성장변동률을 고려한 성장식이 Von Bertalanffy 성장식보다 훨씬 적합하게 나타났으며 이때의 동계점은 상대연령 0.62년으로 나타났다(Fig. 6).

고 찰

4월에 우세했던 수컷이 5월에 급격히 감소한 것(Fig. 3)은 포란 성기로 생각되는 5월 이후를 대비한 수컷의 교접 후 사망이나 암컷으로의 성전환 때문이라 생각된다. Allen(1960)은 *Crangon allmani*의 연구에서 수컷이 일찍 사망하여 성비에 영향을 미친다고 제안하였으며, Boddeke(1966)는 *Crangon crangon*의 연구에서 수컷이 교접 후 성전환하여 성비에 영향을 준다고 하였다. 또한 실제 동정 과정에서도 이 시기에 암컷과 수컷의 중간형태적 특징을 나타낸 개체들이 많았으며 이들은 성비 분석에서 제외시켰다. 따라서 수컷이 4월에서 5월에 걸쳐 성전환이 일어나는 것은 확실하다고 생각되나 5월에 발생하는 성비의 변동이 성전환에만 기인하는 것인

지 아니면 수컷의 사망과의 연합된 결과인지는 본 연구에서 밝힐 수 없었다.

4월부터 출현하기 시작하는 포란 개체는 포란 성기로 생각되는 5월부터 7월까지 집중적으로 나타나며 9월의 작은 개체들은 이들 4~7월 포란군의 산란 결과로 생각된다(Figs. 4 and 5). 6-7월의 갑각장 조성에서 8 mm 이하의 어린 개체들이 출현하지 않은 것은 채집 개체수가 급격히 감소 함으로 말미암아 조사 개체수가 적은 것에 기인한다고 사료된다. 6월의 조사 개체수는 5월에 비해 많은 폭으로 감소하게 되는데, 이것은 암컷의 산란 후 사망이 가장 큰 원인들 중의 하나라고 여겨지며 安田(1957), Ikematsu(1963)의 연구와 일치한다. 8월 개체들은 채집하지 못하였으나 9월에 4 mm 내외의 어린 개체들이 나타나는 것을 보면 8월까지도 일부 산란이 지속되는 것으로 추측된다. 어부들의 청취 조사에 의하면 6월부터 돗대기새우의 어획량이 감소하기 시작하여 7월 중순에서 8월 중순까지는 거의 잡히지 않는다고 하며 이 또한 산란 후 사망에 의한 것으로 추측된다. 따라서 4월에서 7월까지 나타나는 이들 큰 개체들의 산란기는 4월에서 8월까지며 산란 성기는 5월에서 7월 중순 정도까지로 생각된다(Fig. 5). 또한 9월의 작은 개체들 중에 일부가 다시 포란하게 되는데 이것은 환경조건의 양호로 인해 성기능이 빨리 발달하였기 때문으로 추측된다. 만약 이들이 산란한다고 가정한다면 10월에 나타난 작은 개체들의 봉우리는 이 9월 포란군의 산란 결과로 여겨진다. 따라서 10월에 나타난 작은 개체들과 4~7월 포란군의 산란 결과로 9월에 나타난 작은 개체들은 각각 아들 세대와 아버지 세대처럼 서로 다른 세대들로서 安田(1957), Ikematsu(1963), 小坂(1970, 1976, 1977, 1979) 등은 9월의 작은 개체들을 "長期世代" 10월의 작은 개체들을 "短期世代"라 불렀으며 본 연구에서도 이들의 명칭을 따라 고찰해 보고자 한다.

장기세대의 수명은 4~7월 포란군에 의해 4월에서 8월까지 산란하여 개체수가 줄어들기 시작하는 6월에서 8월 정도까지로 1년 내외이며 길어도 1년 3개월을 넘지 않는 것으로 생각된다. 그러나 단기세대의 수명은 9월 포란군에 의해 산란되어 11월까지는 나타나지만 개체수가 줄어들기 시작하는 12월 이후 환경 요인의 악화로 사망하는지 아니면 월동 후 성장률의 차이에 의해서 장기세대에 병합되는지는 본 연구에서 밝힐 수 없었다. 小坂(1976)은 돗대기새우와 유사한 생활사를 가지는 *Leptochela aculeocaudata*의 연구에서 단기세대가 겨울에 사망한다고 주장하였으며 Ikematsu(1963)는 1월과 2월 개체의 고찰없이 장기세대의 수명을 9-10개월, 단기세대의 수명을 4개월로 주장하였으나 이것은 그의 연구에 나타난 체장빈도분포와 비교할 때 타당하지 못하다고 생각된다. 즉 Ikematsu의 주장대로라면 장기세대와 단기세대 모두 겨울철에 사망한다는 결론이 나오기 때문이다. 한편 安田(1957)은 장기세대의 산란기는 2월 중순에서 5월까지이며 단기세대의 산란기는 6월에서 10월까지라고 하였으며 Ikematsu (1963)는 장기세대의 산란기가 3월에서 6월 중순까지며 단기세대의 산란기는 6월 하순에서 10월까지라고 주장하였다. 이 결과를 본 연구와 비교하면 본 연구 지역에서 약 2-3개월 정도 늦게 산란이 시작되는 것이며 이것은 지역적인 환경 요인의 차이 때문이라 생각된다. 즉 Ikematsu의 연구 지역인 有明海의 수온은 장기세대의 산란기인 3~6월에 11~22.5℃ 로서 강화도 연안의 5~6월 수온에 해당된다.

돗대기새우의 겨울철 생활사는 아직까지 밝혀진 적이 없다. 가장 큰 이유는 어획량이 이 시기에 거의 없기 때문으로 생각된다. 장기세대의 경우 12월보다 상대연령이 높은 4월의 평균 갑각장 값이 더 작게 나타나는데 이것은 겨울 동안 물질동화량의 감소로 인해 야기된 결과라고 추측되나 조사 개체수가 적고 조사 기간이 짧았기 때문에 이 결과만으로 유의한 고찰을 수행하기에는 매우 힘들다. 따라서 돗대기새우의 겨울철 생활사를 밝히기 위해서는 사육실험이나 표지방류법 등의 실험 방법들을 사용하는 것이 효과적일 것으로 생각된다.

Cohort 조성의 추정에서 사용한 정규확률지법은 동일 Cohort가 정규분포를 따른다는 기본 가정을 전제로 한다. 이러한 가정에는 더 많은 논의가 필요한 것이 사실이지만 정규확률지법이 1년생 새우류의 체장빈도분포에서 Cohort를 비교적 객관적으로 구분하는 방법들 중의 하나임은 분명하다고 생각된다. 다만 본 연구에서 미진했던 구분점들 사이의 비교 분석은 이후의 연구에서는 다루어져야 한다고 생각된다.

최근의 새우류 성장 연구에서는 성장률과 성장곡선 뿐만 아니라 이를 Von Bertalanffy 성장식 또는

Pauly and Gaschütz 성장식에 적용시키는 시도들(Deng, 1981; 相, 1992)이 시작되고 있다. 그러나 여러 단기세대들이 출현하고 각 세대마다 성장률의 차이가 크게 나타나는 등의 새우류가 가지는 성장 자료의 특성으로 인해 기존 성장모델의 적용에는 세심한 주의가 필요하다고 생각된다. 돗대기새우의 경우는 1년생으로 단기세대의 출현으로 인한 Cohort의 중복이 비교적 적어 다른 다년생 새우류에 비해 성장모델에 적합시키기가 유리하다고 판단된다. Pauly and Gaschütz 식에 적합시킨 돗대기새우 장기세대의 갑각장성장식에서 계절성 파동 주기의 강도를 나타내는 상수 C 값은 약 1.4로서 1보다 큰 경우에 해당되어 Fig. 6에서 보듯이 성장이 멈추는 기간이 길며 성장시에는 성장폭이 매우 크게 나타나게 된다(장, 1991). Von Bertalanffy 성장식은 유동성이 좋아서 광범위한 자료의 적합이 용이하지만(신, 1992) 온대지방과 같이 계절 변동이 뚜렷한 곳의 생물들에게 그대로 적용시키기에는 무리가 따른다. 따라서 돗대기새우와 같이 1년생의 온대 새우류에게는 계절별 성장변동률을 고려한 Pauly and Gaschütz 식을 적용시키는 것이 Von Bertalanffy 식을 적용시키는 것보다 더욱 적절하다고 생각된다.

본 조사에서 규명하지 못한 환경과의 관계는 정선 채집 등으로 일부 극복될 수 있을 것이라 생각된다. 새우류자원의 유의한 자원량추정을 위해서는 앞으로 돗대기새우 뿐만 아니라 어획량의 높은 비율을 차지하는 다른 새우들에 대해서도 생활사와 성장 및 사망에 관한 개체군 연구들이 이루어져야 하며 이와 동시에 정확한 위내용물 분석 등을 통한 중요 개체군의 먹이연쇄 내에서의 위치와 역할 및 이들의 시,공간적 분포 등이 앞으로 규명되어야 할 과제로 생각된다.

감사의 글

본 연구 내용에 대하여 세심하게 조언해 주신 인하대학교 최중기 교수님과 홍재상 교수님 그리고 시료의 분류 및 동정에 큰 도움을 주신 中國科學院 海洋研究所 劉瑞玉 教授님(Prof. J. Y. Liu)께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

김용호, 1985. 서해산 꽃새우의 생물학적 연구(I): 체장조성과 상대성장. 군산수대연보, **19**(3): 37-40.

김용호, 이생동, 김백균, 1984. 꽃새우의 생태에 관한 연구. 수진연구보고, **32**: 25-30.

김우철, 김재주, 박성현, 박홍래, 송문섭, 김종우, 정한영, 조신섭, 1993. 현대통계학. 제3개정판. 英志文化社, 405pp.

김훈수, 김창배, 1988. 제주도의 새우류. 한국동물분류학회지, **4**(2): 165-172.

신현출, 1992. 동죽(*Mactra veneriformis*: Bivalvia)의 성장과 개체군동태. 서울대학교 해양학과 박사학위 청구논문, 135pp.

윤 기, 강철중, 하정관, 1962. 한국동해안 새우의 어업생물학적 연구. 농림부 중앙수산시험장, 115pp.

장창익, 1991. 수산자원 생태학. 祐成文化社, 399pp.

정경석, 1970a. 한국산 민물 새우류에 관한 생물학적 연구(1. 징거미의 상대성장). 한국수산학회지, **3**(1): 71-76.

정경석, 1970b. 한국산 민물 새우류에 관한 생물학적 연구(2. *Palaemon modestus*의 생태). 한국수산학회지, **3**(2): 110-116.

정경석, 1972. 한국산 민물 새우류에 관한 생물학적 연구(4. 징거미의 생태). 한국수산학회지, 5(3): 83-87.

홍성윤, 오철웅, 1989. 낙동강 하구에 서식하는 자주새우(*Crangon affinis*)의 생태학적 연구. 한국수산학회지, **22**(5): 351-362.

武田正倫, 1986. 世界のエビ類. 日本のエビ 世界のエビ(東京水產大學 第9回公開講座編集委員會 編), 成山堂書店, 1-27.

相建海, 1992. 中國對蝦主要資源參數. 膠州灣 生態學和生物資源(劉瑞玉 主編), 科學出版社, 298-309.

小坂昌也, 1970. 仙台灣產エビヅャコの生態. 東海大學紀要 海洋學部, **4**: 59-80.

小坂昌也, 1976. 仙台灣產マルソコシラエビ *Leptochela aculeocaudata* PAULSON の二, 三の生態學的知見. 東海大學紀要 海洋學部, **9**: 47-52.

小坂昌也, 1977. 仙台灣產キシエビ *Metapenaeopsis dalei* (RATHBUN) の生態. 東海大學紀要 海洋學部, **10**: 129-136.

小坂昌也, 1979. 仙台灣產テナカガテッポウエビ *Alpheus japonicus* MIERS の生態. 東海大學紀要 海洋學部, **12**: 173-177.

安田治三郎, 1957. 內灣に於ける蝦類の資源生物學的研究. 水產學集成, 東大出版會, 東京, 171-198.

Allen, J. A., 1960. On the biology of *Crangon allmani* in Northumberland waters. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* **55**: 801-810.

Bertalanffy, L. Von, 1938. Growth Equation. In: 장창익, 1991. 수산자원 생태학. 祐成文化社, 70-79.

Boddeke, R. 1966. Sexual cycle and growth of brown shrimp(*Crangon crangon*). *ICES C.M.M.* **6**: 1-2.

Brusher, H. A., W. C. Renfro and A. N. Richard, 1972. Notes on Distribution, Size, and Ovarian Development of Some Penaeid Shrimps in the Northwestern Gulf of Mexico, 1961-62. *Contributions in Marine*

Science, **16**: 75-87.

Chung, Y.H., 1969. The environmental conditions and Phytoplankton of Han River estuary. *National Academy Bull.* **8**: 59-132.

Crocos, P.J., 1987. Reproductive Dynamics of the Tiger Prawn *Penaeus esculentus*, and a Comparison with *P. semisulcatus*, in the North-western Gulf of Carpentaria, *Australia. Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, **38**: 91-102.

Deng, J., 1981. Studies on the Growth of Penaeid Shrimp (*Penaeus orientalis* Kishinouye) in the Gulf of PO-HAI. *Marine Fisheries Research*, **2**: 85-93.

Fan, N., G. Yu, F. Dai, Y. Liu, G. Chen, and Z. Mu, 1989. Studies on Artifical Releasing of Shrimp Fry and Stock Enhancement in the Bohai Sea. *Marine Fisheries Research*, **10**: 27-36.

Felder, D.L. and A.H. Chaney, 1979. Decapod Crustacean Fauna of Seven and One-Half Fathom Reef, Texas: Species Composition, Abundance, and Species Diversity. *Contributions in Marine Science*, **22**: 1-29.

Frusher, S.D., D. Gwyther and R. Lindholm, 1985. Growth of the Banana Prawn, *Penaeus merguiensis* DE MAN, as estimated from Tagging Studies in the Gulf of Papua. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, **36**: 793-796.

Glaister, J.P., T. Lau and V.C. McDonall, 1987. Growth and Migration of Tagged Eastern Australian King Prawns, *Penaeus plebejus* HESS. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, **38**: 225-241.

Harding, J.P., 1949. The use of probablity paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* **28**: 141-153.

Holthuis, L.B., 1980. FAO Species Catalogue: Vol. 1-Shrimps and Prawns of the World. FAO Fish. Synopsis, **125**(1): 271pp.

Ikematsu, W., 1963. Ecological Studies on the Fauna of Macrura and Mysidacea in the Ariake Sea. *Contr. Seikai Reg. Fish. Res. Lab.*, **161**: 117pp., Pls.1-7.

Kennedy, F.S., J.J. Crane, R.A. Shlieder and D.G. Barber., 1977. Studies of the Rock Shrimp, *Sicyonia brevirostris*, a New Fishery Resource on Florida's Atlantic Shelf. *Florida Marine Research Publications*, **27**: 1-69.

Kim, D.Y., 1974. The Growth of *Acetes chinensis* Hansen (DECAPODA:CRUSTACEA) in Cntral Western Coast of Korea. Master thesis, Seoul National University, 29pp.

Li, X., T. Dai, and C. Wu, 1986. Shrimp Resources along the Coast of North Zheniang Province. Jour. *Zhenjiang College of Fisheries*, **5**(1): 13-20.

Pauly, D. and G. Gaschütz, 1979. A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. ICESCM 1979/G: 24, Demersal Fish Cttee. 26pp.

Wang, Y. 1987. Notes on the shrimp and Lobster Fauna of the Zhoushan Archipelago Waters. *Oceanol. Limnol. SINICA*, **18**(1): 48-54.

Accepted April 6, 1995