

# 한국 서해남부 해역에 분포하는 넓적뿔꼬마새우 (*Latreutes planirostris*)의 생식생태 및 개체군 동태

오철웅<sup>†</sup>, 나종헌 · 마채우\*  
목포대학교 해양자원학과, \*순천향대학교 해양생물공학부

## Reproductive Biology and Population Dynamics of *Latreutes planirostris* in the South-Western Waters of Korea

Chul-Woong OH<sup>†</sup>, Jong-Hun NA and Chae-Woo MA\*

Department of Marine Resources, Mokpo National University, Muan, Chonnam 534-729, Korea  
\* Department of Biological Resources, Soonchunhyang University, Asan, Chungnam 336-600, Korea

Reproductive biology and population dynamics of *Latreutes planirostris* were investigated on the south western waters of Korea, from June 2001 to May 2002. This paper describes sex ratio, population growth, and reproductive aspects of *Latreutes planirostris*. Brood size was an isometric function of female carapace length. Based on dry weight, reproduction effort (mass of eggs/mass of female) averaged 0.23. Ovarian examination showed that there was significantly higher gonadosomatic index from May to September, with a peak in June. Statistical analysis revealed that the ovarian dry weight of females with eyed eggs was significantly higher than that of those with non-eyed eggs. This suggests that females were potentially consecutive breeders. Sex ratio showed that female is more numerous than male. Growth parameters, mortality, and recruitment were estimated by monthly length-frequency data. Growth parameters were estimated, using the seasonalized von Bertalanffy growth function model ( $L_{\infty} = 12.70$  mm CL,  $K = 0.87\text{yr}^{-1}$ ,  $C = 0.96$ ,  $WP = 0.59$ ). The recruitment pattern was twice a year.

Key words: *Latreutes planirostris*, Growth, Sex ratio, Fecundity, GSI, Recruitment, Reproduction effort

### 서론

꼬마새우과 (Family Hippolytidae)에 속하는 넓적뿔꼬마새우 (*Latreutes planirostris*)는 우리나라의 서해, 남해안 해역과 동중국해를 공유하는 일본(홋카이도, 혼슈우, 큐슈우), 중국, 홍콩 등지에 주로 분포하고 (Kim, 1977), 우리나라에서는 연중 출현하며, 특히 여름과 겨울에 대량 출현한다 (Oh and Jeong, 2002). 넓적뿔꼬마새우는 연안생태계에서 상위포식자인 두족류나 어류의 먹이인 동시에 초식자를 섭이하는 먹이사슬의 중간단계로서 중요한 역할을 담당하고 있다 (Omori, 1974; Asahida et al., 1997; Kume et al., 1999; Yang and Tan, 2000).

넓적뿔꼬마새우가 서식하는 우리나라의 서해남부 해안은 전 세계적으로도 조차가 매우 큰 해역으로 광대한 갯벌이 형성되었으며, 유기물이 풍부하며 기초 생산력이 높아 어류나 갑각류의 주 산란장 및 성육장으로써 역할을 담당하고 있다 (Omori, 1974; Oya and Oka, 1985; Reise, 1985; Hayashi and Chiba, 1987; Yang and Tan, 2000). 아울러 넓적뿔꼬마새우는 양적으로 많은 양이 어획되고 있으며 이 지역에서 어획되는 갯새우류 (*Acetes* spp.)와 돛대기새우류 (*Leptochela* spp.)와 같은 주요 상업종과 더불어 경제적 소득원이 되고 있다 (Oh and Jeong, 2002). 넓적뿔꼬마새우

는 주 산업종인 갯새우류 보다 개체수와 증량에서 우위를 차지하고 있어, 주 산업종의 합리적 자원관리를 위해서도 부수어획종에 대한 생식생태와 개체군동태 등의 연구의 필요성이 강조된바 있다 (Alverson and Hughes, 1996; Oh and Jeong, 2002).

꼬마새우과에 대한 연구로는 형태발달, 분류 및 개체군 분포에 한정되어 극히 제한적으로 수행되었으며 (Kim and Hong, 1999; Huh and An, 1997; Chace, 1997), 게류나 어류의 위 내용물 중에서 꼬마새우류를 관찰함으로써 해양생태계 내에서 먹이로서의 중요성이 보고되어 왔다 (Franks and VanderKoooy, 2000). 또한 먹이의 양적변동은 다른 수산자원의 시·공간적인 변동에 영향을 미칠 수 있으므로 수산자원의 변동을 이해하는데도 매우 중요하다고 판단된다.

따라서 본 연구는 우리나라 서해남부 해역에서 출현하는 넓적뿔꼬마새우의 월별 암수의 성비, 성장, 사망률, 체장(갑각장)조성, 가입유형 등의 개체군의 동태와 생식소 증량지수, 생식노력량과 난의 부피, 체장과 포란수 및 생식소 건중량의 상관관계를 파악함으로써 넓적뿔꼬마새우의 전반적인 생식·생태학적 특성을 파악하는데 목적이 있다.

### 재료 및 방법

#### 표본 채집 및 처리

본 연구는 우리나라 서해남부해역 칠발도 인근해역에서 2001년 6월부터 2002년 5월까지 매월 1회 실시되었다

<sup>†</sup>Corresponding author: chuloh@mokpo.ac.kr

(Fig. 1). 본 연구에 사용된 표본은 주머니업에그물에 어획된 어획물의 일부를 10% 중성포르말린 용액으로 현장에서 고정하고 실험실로 운반하여 이들 중 넓적뿔꼬마새우만을 선별하여 이용하였다. 성의 판별은 해부현미경 하에서 Kim (1977)의 방법을 이용하였다. 월별 성비는 무작위 추출한 개체에 대해 암·수를 구분한 후 수컷에 대한 암컷의 비율로 나타내었다. 갑각장 (Carapace Length: CL)은 쌍안 입체현미경 (Zeiss, Stemi SV-6)에 부착된 Ocular micrometer을 이용하여 눈구멍의 기저에서 갑각의 정중선 뒷가장자리까지 가장 짧은 거리를 0.01 mm까지 측정하였다.

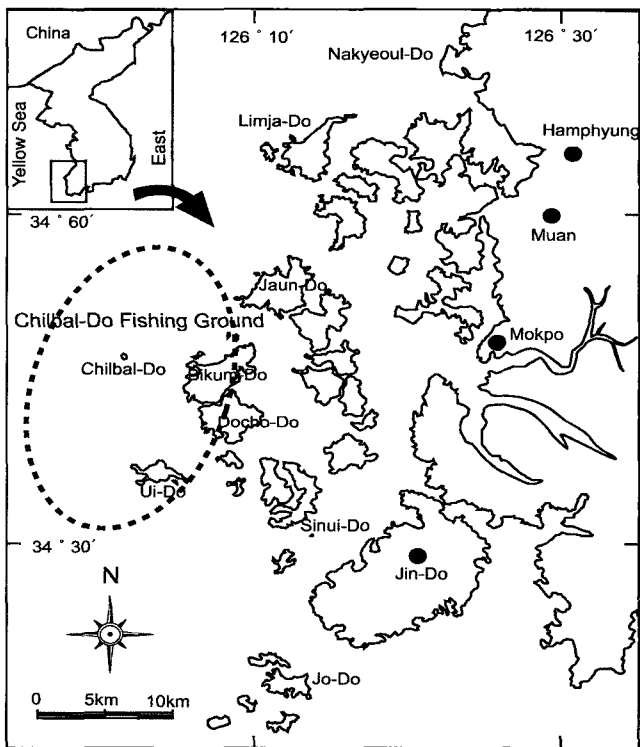


Fig. 1. Map showing the sampling area (dotted line) in the south western waters of Korea.

**포란수, 난의 부피와 생식노력량**

해부현미경으로 난을 관찰하여 난의 유무 (I 단계: 눈이 없는 것, II 단계: 눈 있는 것)에 따라 난 단계를 구분하였다. 또한 구분된 난은 각 단계별로 개체당 포란수를 직접 계수하였고 개체당 5개의 난을 무작위로 추출하여 장경과 단경을 측정하여 다음과 같은 타원형 부피산출 공식을 사용하여 난의 부피(V)를 계산하였다.

$$V = \frac{4}{3} \pi r_1^2 r_2$$

( $r_1$  = 장경의 반지름,  $r_2$  = 단경의 반지름)

또한 생식노력량 (RE)의 추정에는 난 손실이 없고 눈이 없는 단계의 암컷이 사용되었다. 암컷의 건중량과 난의 건중

량은 80°C에서 48시간 동안 건조기에서 건조한 후 전자식 저울 (Sartorius BP 201S)로 0.1 mg까지 측정하였다. 생식노력량 (RE: Reproductive Effort)은 아래의 Clarke et al. (1991) 식을 사용하여 추정하였다.

$$RE = \frac{\text{난의 건중량}}{\text{암컷의 건중량}}$$

**생식소 분석**

월별 생식소 중량지수 (GSI)의 변화를 관찰하기 암컷의 갑각을 분리한 후 암컷 각각 개체의 생식소 건중량을 측정하였다. GSI는 다음과 같은 식을 이용하였다.

$$GSI = \frac{\text{생식소 건중량}}{\text{암컷의 건중량}} \times 100$$

**성장, 가입체장 및 가입유형**

개체군 성장 변수의 추정을 위해 최소 갑각장과 최대 갑각장 사이를 0.5 mm 계급으로 나누고, 각 계급에 따른 월별 갑각장 빈도분포표를 작성하였다. 이 자료를 통하여 계절을 고려한 von Bertalanffy growth function (VBGF)의 성장변수인  $L_\infty$ ,  $K$ ,  $C$ ,  $WP$ 의 추정을 위해 (Pauly and Gaschütz, 1979) FiSAT 프로그램 (Gayaniolo et al., 1995)의 다음과 같은 ELEFAN 비변수 추정방법 (Non-parametric method)을 이용하였다.

$$L_t = L_\infty [1 - \exp \{-K(t - t_0) - (CK/2\pi) \sin(2\pi(t - t_s))\}]$$

$L_t$  = t세의 갑각장,  $L_\infty$  = 이론적인 최대 갑각장,  $K$  = 성장계수,  $t_0$  = 길이가 0일때의 연령이며,  $(CK/2\pi) \sin(2\pi(t - t_s))$  은 계절에 의한 성장변동을 감안한 변동계수이다.  $C$  (Seasonal Oscillation)는 계절에 따른 성장의 변동계수이며,  $t_s$ 는  $WP$  (wintering point: 일년 중 성장이 가장 느린 시기를 년에 대한 비로서 나타낸 값)에서 0.5를 뺀 값으로 구하였다. 또한  $L_\infty$ 와  $K$ 값을 이용하여 Pauly and Munro (1984)의 방법에 따라 성장비교지수 (Growth Performance Index,  $\phi'$ )를 구하였다.

$$\phi' = \log_{10}K + 2\log_{10}L_\infty$$

가입유형은 von Bertalanffy 성장식과 성장매개변수를 이용하여 추정하고 월별 갑각장 빈도분포도에서 연급군 모드의 최소 평균체장 그룹의 출현시기와 연관지어 해석하였다. 가입유형의 정규분포는 FiSAT 프로그램의 NORMSEP (Hasselblad, 1966)을 이용하여 결정하였다.

**통계분석**

난의 두 단계에서 부피간의 차이유무는 분산분석 (ANOVA)을 이용하여 검정하였으며, 자료가 ANOVA 가정에 위배되었을 때는 비모수 검정방법인 Mann-Whitney U-test, Wilcoxon two-sample test 그리고 Kruskal-Wallis test를 사용하였다. 월별 성비 차이유무는 Chi-square test로 검

정하였다.

난 손실율과 산란 횟수 및 유형을 추정하기 위하여 난 단계에 따라 갑각장, 포란수, 생식소 건중량을 대수처리 후 난 단계에 따른 변수들 간의 상관 관계를 회귀분석 하였다. 난 단계 중 I 단계와 II 단계의 갑각장과 포란수 및 생식소 건중량의 회귀식에서 기울기와 절편을 비교하기 위해서 공분산분석 (ANCOVA) (Zar, 1999)을 실시하였다. 기울기간의 유의한 차이가 없었을 경우에는 공통기울기 (bc)를 가정한 후 절편의 유의한 차이를 검정하였다. 이러한 자료의 통계 분석에는 MINITAB Ver. 12.2 과 SYSTAT Ver. 10.0을 이용하였다.

**결 과**

**성 비**

넓적빨꼬마새우의 성비는 2001년 10월에 3.60으로 가장 높은 암컷의 출현 빈도를 보였으며, 2001년 7월에 0.53으로 가장 낮은 암컷의 출현 빈도를 보였다 (Fig. 2). 그리고 조사기간동안 2001년 7월을 제외하고는 암컷의 비율이 높은 것으로 나타났으며, 통계분석결과 암컷, 수컷의 성비는 유의한 차이를 보였다 ( $\chi^2 = 75.37, df = 11, P < 0.001$ ).

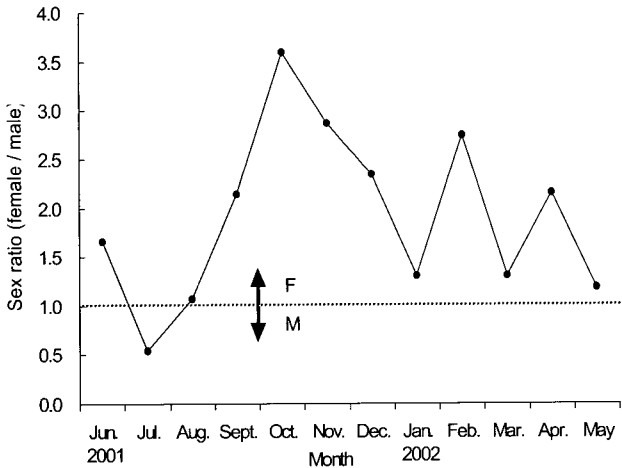


Fig. 2. Monthly variation in sex ratio (female/male) of *Latreutes planirostris*.

**생식소 중량지수(GSI)의 월별 변화**

넓적빨꼬마새우의 산란기 추정을 위한 월별 GSI를 살펴 보면 평균 ( $\pm$ 표준편차) GSI가 가장 높은 시기는 2001년 6월에 15.43 ( $\pm 11.91$ ), 가장 낮은 시기는 동년 10월에 2.37 ( $\pm 1.39$ )로 조사되었다. 평균 GSI는 8.69 ( $\pm 8.78$ )였으며, GSI가 평균 GSI보다 높은 기간은 2001년 6월에서 9월까지 그리고 2002년 5월로 조사되었다. 주로 늦봄부터 초가을까지 생식소 중량지수가 높은 것으로 관찰되었다. 또한 2001년 6월에서 9월까지의 GSI변화를 살펴보면 7월의 GSI값이 9.35 ( $\pm 11.47$ )로 산란기간 중 가장 낮은 GSI값을 보였다

(Fig. 3). 통계처리결과 월별 평균 GSI는 유의한 차이가 있음을 보여주었다 (Kruskal-Wallis test;  $H = 140.67, df = 11, p < 0.001$ ).

난 단계별 암컷의 갑각장과 생식소 건중량 (ODWT)과의 회귀식은 다음과 같다 (Fig. 4).

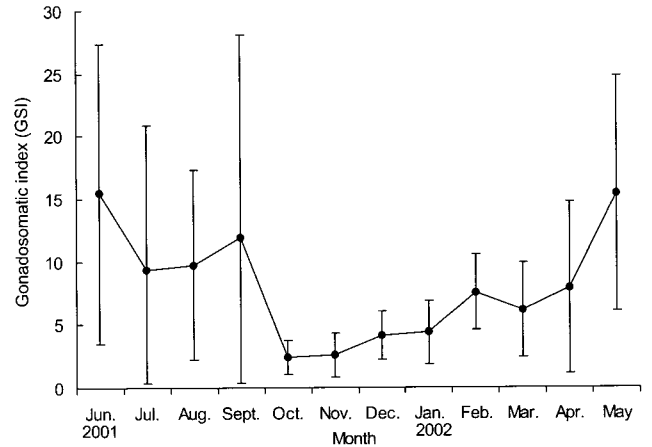


Fig. 3. Monthly change in the gonadosomatic index (GSI) of *Latreutes planirostris*. Solid circles indicate mean GSI, and vertical bars standard deviation

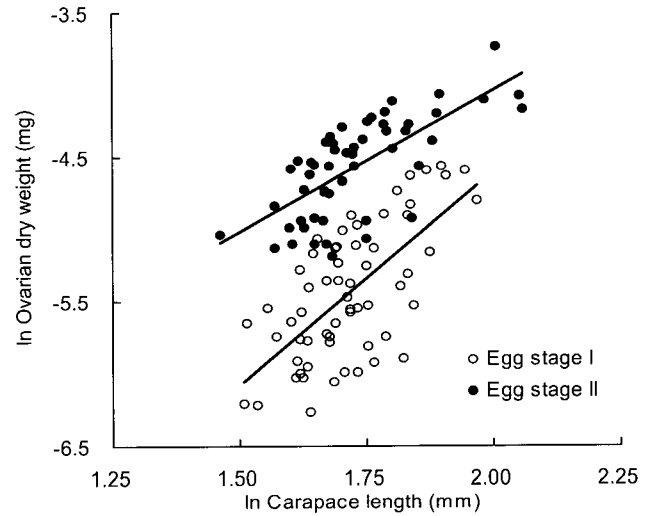


Fig. 4. Regression of ln ovarian dry weight on ln carapace length of female *Latreutes planirostris*. The open circles are those with egg stage I and solid circles those with egg stage II.

I 단계:  $\ln \text{Odwt} = 2.95 (\pm 0.87) \ln \text{CL} - 10.52$   
 $(n = 61, r^2 = 0.43, p < 0.01)$   
 II 단계:  $\ln \text{Odwt} = 1.96 (\pm 0.56) \ln \text{CL} - 7.97$   
 $(n = 53, r^2 = 0.50, p < 0.01)$

난 단계의 회귀직선의 기울기에 있어서는 유의한 차이가 없었지만 (ANCOVA:  $F = 3.72, df = 1, 110, p > 0.05$ ) 두

단계의 공통기울기 (bc)를  $bc = 2.41$ 로 가정하여 절편의 차이를 분석한 결과 절편에 있어서는 유의한 차이를 나타내었다 (ANCOVA:  $F = 86.79, df = 1, 111, p < 0.001$ ).

**포란수, 생식 노력량 및 난의 부피**

넓적빨꼬마새우의 최대 포란수는 갑각장 8.91 mm에서 1,795개, 최소 포란수는 갑각장 4.80 mm에서 135개로 조사되었고, 평균 포란수 ( $\pm$ 표준편차)는 421 ( $\pm 255$ )개로 조사되었으며, 포란한 암컷의 갑각장 범위는 4.32-8.91 mm로 나타났다. 넓적빨꼬마새우의 평균 ( $\pm$ 표준편차) 생식 노력량은 0.23 ( $\pm 0.10$ )으로 조사되었다. 난 단계별 암컷의 갑각장 (CL)에 따른 포란수 (EN)와의 상관관계는 다음과 같이 동형관계 (isometric relation)를 보여주었다 (Fig. 5).

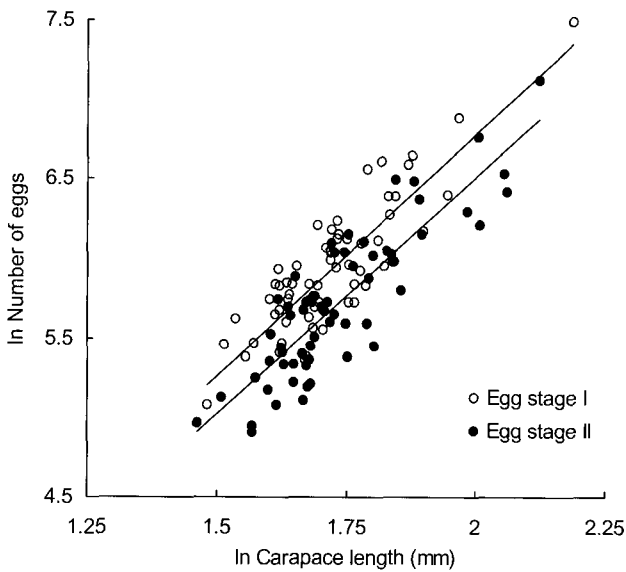


Fig. 5. Regression of ln number of eggs per brood on ln carapace length of female *Latreutes planirostris*. The open circles are those with egg stage I and solid circles those with egg stage II.

I 단계:  $\ln EN = 3.02 (\pm 0.46) \ln CL + 0.73$   
 ( $n = 63, r^2 = 0.74, p < 0.01$ )

II 단계:  $\ln EN = 2.98 (\pm 0.45) \ln CL + 0.55$   
 ( $n = 62, r^2 = 0.75, p < 0.01$ )

두 난 단계의 회귀직선의 기울기에 있어서는 유의한 차이가 없었지만 (ANCOVA:  $F = 0.02, df = 1, 121, p > 0.05$ ), 두 단계의 공통기울기 (bc)를  $bc = 3.00$ 로 가정하여 절편의 차이를 분석한 결과 절편에서는 유의한 차이가 있었다 (ANCOVA:  $F = 353.76, df = 1, 122, p < 0.001$ ). 넓적빨꼬마새우의 계산된 난 손실율은 17%로 나타났다.

I 단계에서 난의 부피는 평균 ( $\pm$ 표준편차)  $0.381 (\pm 0.01 \text{ mm}^3)$ , II 단계에서  $0.567 (\pm 0.10 \text{ mm}^3)$ 로 나타났으며 (Fig. 6), 난 단계에 따라 평균에 유의한 차이를 보여주었다 (ANOVA:  $F = 525.463, df = 1, 618, p < 0.001$ ). 이러한 결

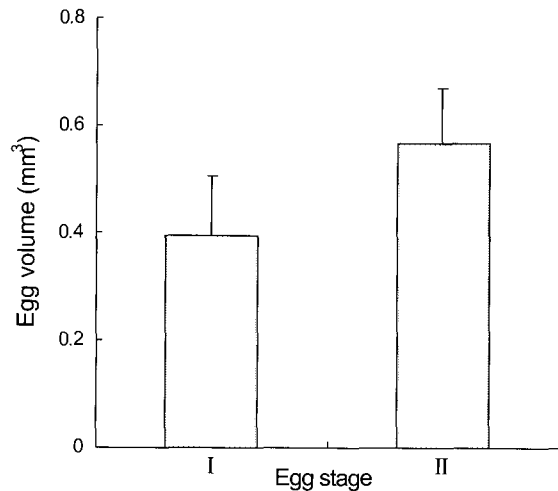


Fig. 6. Mean egg volume in the two embryonic stage of *Latreutes planirostris*.

과는 배 발생이 진행되는 동안 난 부피가 49% 증가한다는 것을 지적해 주고 있다.

**성장과 사망 및 가입유형**

넓적빨꼬마새우의 갑각장 조성을 분석한 결과 2001년 7월에 1.71 mm로 가장 작은 개체가 출현하였으며, 11월에 9.55 mm로 가장 큰 개체가 출현하였다. 평균 갑각장이 가장 작은 시기는 2002년 3월로  $4.30 (\pm 0.46) \text{ mm}$  이었고, 가장 큰 시기는 2002년 11월로  $6.75 (\pm 1.08) \text{ mm}$  이었다 (Fig. 7). FISAT program의 ELEFAN I을 이용하여 성장 매개 변수를 추정한 결과 성장 매개변수인  $L_{\infty}, K, C, WP$  값은 12.70 mm, 0.87/yr, 0.96, 0.59로 추정되었고 성장이 가장 느린 시기는 7월, 성장비교지수 (Growth Performance Index,  $\phi'$ )는 2.15로 추정되었다 (Fig 8). 가입은 늦봄 산란과 초가을 산란에 의한 2번의 가입이 일어나는 것으로 추정되며 가입률은 초여름에는 7.3%, 늦가을에 92.7%로 나타났다 (Fig. 9).

**고 찰**

우리나라 넓적빨꼬마새우의 분포지역은 서해중부지역과 부산, 통영, 남해 인근지역에 제한적으로 분포하지만 같은속 (*Latreutes*)에 속하는 짧은넓적빨꼬마새우 (*L. anoplonyx*)는 우리나라 전 연안에 분포한다고 보고되고 있다 (Kim, 1977; Cha et al., 2001).

조사기간 동안 넓적빨꼬마새우의 성비는 암컷의 비율이 높았다. 이러한 새우류 개체군의 성비 차이는 두 가지 가능성에 의해 설명되어질 수 있다. 첫째, 수컷이 암컷과 교미 후 대부분 사망하기 때문에 발생하는 사망률 차이에 의해 암컷의 수가 많게 출현할 가능성이 있다 (Cha et al., 2002; Changcheng et al., 1987; Qisheng, 1987). 이처럼교미 후 수컷 개체군의 상대적 조기 사망은 성장과도 밀접한 관계가

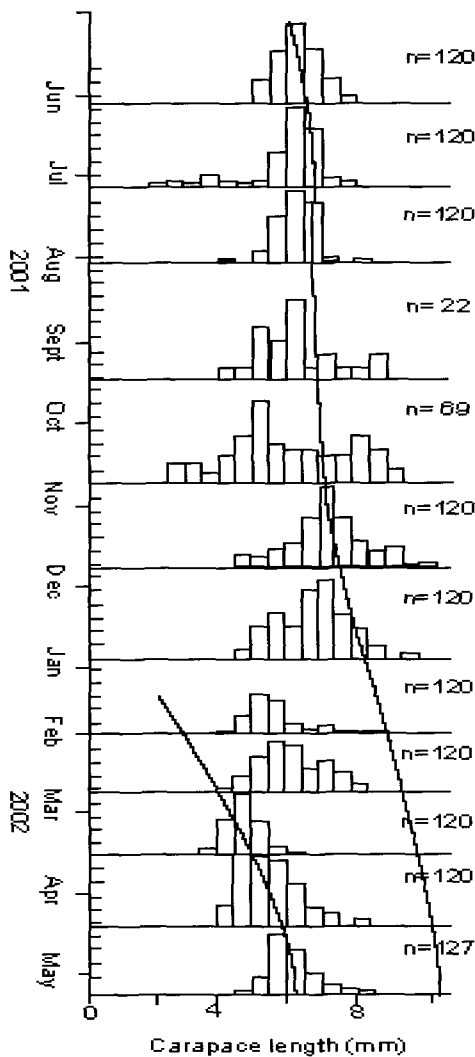


Fig. 7. Length-frequency distribution, expressed as occurrence of *Latreutes planirostris* during one year in the study area, and estimated growth curve.

있음을 말해준다. 따라서 넓적뿔꼬마새우 개체군의 암컷의 성비가 높았던 이유도 암수의 사망시기의 차이 때문이라 사료되어진다. 그러나 본 연구에서는 7월에만 수컷의 성비가 높게 나타났는데, 이는 Cha et al. (2002) 도 지적하였듯이 산란을 마친 암컷의 사망 때문에 상대적으로 수컷의 비율이 증가하는 암-수컷의 성장유형의 차이때문으로 판단되어진다. 둘째, 성비의 차이에 대한 하나의 설명으로 성전환을 고려해 볼 수 있다. 꼬마새우과 (Hippolytidae)의 *Chorismus antarcticus*은 생식소의 발달과 함께 수컷에서 암컷으로 성전환을 한다고 보고하고 있다 (Albornoz et al., 1997). 본 조사에서는 구체적인 성전환에 대하여 조사하지 못하였지만 여름 산란기 후기 7월부터 10월까지 암컷의 비율이 점차적으로 높아지는 변화 양상이 뚜렷하게 관찰되었다. 이러한 변화를 통하여 살펴볼 때 성전환이 있다고 판단된다.

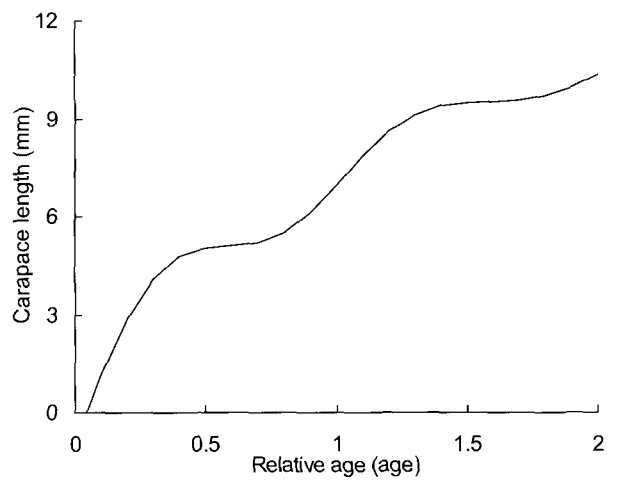


Fig. 8. Average growth curve of *Latreutes planirostris* based on length-frequency distribution during one year.

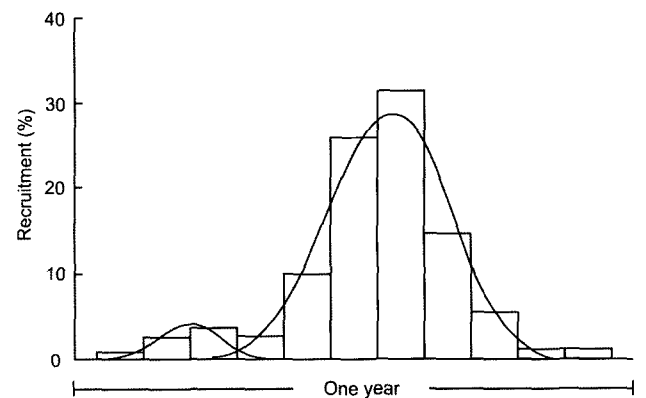


Fig. 9. The annual recruitment pattern of *Latreutes planirostris* as identified by ELEFAN II routines.

따라서 넓적뿔꼬마새우의 성전환 유무는 생식기의 형태학 및 조직학적 조사를 통해 보다 명확하게 조사되어야 할 것이다.

넓적뿔꼬마새우의 산란기는 GSI의 월별 변화를 관찰한 결과 주 산란시기는 5월에서 9월까지인 초여름에서 초가을로 판단되어지며, 5월에 포란한 암컷을 대상으로 난 단계에 따른 생식소의 변화를 관찰한 결과 난 단계가 발달할수록 생식소의 중량이 증가한 결과로 보아 넓적뿔꼬마새우가 일년에 두 번 산란에 참여할 가능성을 제시해 주고 있다.

새우류 산란에 관하여, Garcia (1977)와 O'Connor (1979)는 보리새우과 (Penaeidae)에 속하는 종은 일반적으로 일년에 두 번 산란에 참여한다고 보고하였지만, Cha et al. (2002)에 의하면 우리나라 서해에서 대하 (*Fenneropenaeus chinensis*)는 일년에 한번 산란에 참여한다고 보고하면서 서식환경과 산란형태간의 상관성을 강조하였다. 또한 온대지역에 서식하는 새우류는 계절에 따라 성숙이 진행되며, 대부분이 늦은 봄에 성숙하여 하계에 주로 산란하며

(Kosaka, 1970; Cha et al., 2002; Choi et al., 2002), 한대해역에 서식하는 종이나 한대해역 기원종은 동계에 산란하는 것으로 알려져 있다 (Kosaka, 1970; Bergström, 2000). 서남해안에서 새우류의 산란시기는 갯새우와 중국갯새우가 7월과 8월 (Oh and Jeong, 2002), 대하는 4월에서 7월 (Cha et al., 2001)로 보고되고 있다. 이처럼 지금까지 이곳에서 연구되어진 새우류는 온대지방의 생식양상과 유사하였으며, 산란시기 또한 늦은 봄에서 하계에 집중되어 있다. 이 시기는 환경의 호조건 때문에 어류나 다른 상위 포식자로부터의 포식이 왕성한 시기이다 (Omori, 1974; Reise, 1985; Yang and Tan, 2000). 그래서 종간의 경쟁과 상위 포식자로부터의 포식을 회피하기 위하여 어떠한 생태적 전략이 요구되어진다고 판단된다. 본 연구결과 넓적빨꼬마새우는 서식지역과 산란형태로 판단할 때 온대지방 생식양상을 보이지만 개체군 유지를 위하여 서식환경의 호조건을 이용하여 여름철 다시 생식소를 발달시켜 늦가을에 다시 산란하는 년 중 2회 산란형태를 가진 것으로 사료되어진다. 또한 본 연구에 의하여 이루어진 가입유형을 살펴보면 가입은 연중 2회 이루어지며, 여름철 가입보다는 겨울철 가입이 더욱 많다는 것을 알 수 있다.

도화새우과 (Pandalidae), 꼬마새우과 (Hippolytidae), 자주새우과 (Crangonidae), 징거미새우과 (Palaemonidae), 딱총새우과 (Alpheidae) 등의 새우류는 0.09-0.24%의 생식노력량 (RE)을 가지며 수온의 증가에 따라 생식노력량이 증가하는 양의 상관관계를 보여주었다 (Clarke, 1987; Clarke et al., 1991; Clarke, 1993; Lardies and Wehrmann, 1997; Oh and Hartnoll, 1999; Oh and Park, 2000). 본 실험결과에서도 0.23의 생식노력량을 보여주었는데, 이것은 일반 새우류의 생식노력량 범위 안에 있는 것으로 나타났다. 아울러 넓적빨꼬마새우는 배발생이 진행됨에 따라 난 손실이 일어난다는 것을 지적하고 있으며, 이러한 난 손실은 많은 새우류에서 보고되어 왔다 (Oh and Hartnoll, 1999).

성장이 가장 늦은 시기는 7월로 조사되었고, 상대적으로 수온이 낮은 시기인 겨울철에 성장이 빠른 것으로 조사되었다. 이러한 이유는 겨울철에 상대적으로 생식에 사용하는 에너지가 적기 때문에 주로 성장하는데 에너지를 많이 사용하기 때문으로 판단된다. 즉 여름철에 얻은 에너지는 생식에, 겨울철에 얻은 에너지는 성장에 사용된다고 판단되어진다.

**감사의 글**

이 논문은 2002년도 “수산특정연구개발사업”의 지원에 의하여 연구되었습니다. 연구비를 지원해 주신데 대해서 깊이 감사드립니다.

**참 고 문 헌**

Albornoz P., S. Oyarzún and M. Gorny. 1997. Gonophore development and sex change in the Antarctic shrimp

*Chorismus antarcticus* (Caridea: Hippolytidae). Polar Biol., 17, 384-388.

Alverson, D.L. and S.E. Hughes. 1996. Bycatch: from emotion to effective natural resource management. Rev. Fish Biol. Fish., 6, 443-462.

Asahida, T., Y. Yamashita and T. Kobayashi. 1997. Identification of consumed stone flounder, *Kareius bicoloratus* (Basilewsky), from the stomach contents of sand shrimp, *Crangon affinis* (De Hann) using mitochondrial DNA analysis. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 217, 153-163.

Bergström, B.I. 2000. The biology of *Pandalus*. In: Advances in Marine Biology, vol. 38, A.J. Southward, P.A. Tyler, C.M. Young and L. Fuimam, eds. Academic Press, London, 55-245.

Cha, H.K., J.V. Lee, C.S. Park, C.I. Baik, S.Y. Hong, H.H. Park, D.W. Lee, Y.M. Choi, K. Hwang, Z.G. Kim, K.H. Choi, H. Sohn, M.H. Sohn, D.H. Kim and J.H. Choi. 2001. Shrimps of the Korean waters. National Fisheries Research and Development Institute, Pusan, 188pp. (in Korean)

Cha, H.K., C.W. Oh, S.Y. Hong and K.Y. Park. 2002. Reproduction and population dynamics of *Penaeus chinensis* (Decapoda: Penaeidae) on the western coast of Korea, Yellow Sea. Fish. Res., 1262, 1-12.

Chace, F. 1997. The caridean shrimps (Crustacea: Decapoda) of the Albatross Philippine Expedition, 1907-1910, Part 7: Families Atyidae, Eugonatonotidae, Rhynchocinetidae, Bathypalaemonellidae, Processidae, and Hippolytidae. Smithsonian. Cont. Zool., 587, 1-95.

Changcheng, Y., D. Jingayo and H. Guangzu. 1987. Estimate of the stock abundance of Chinese prawn (*Penaeus orientalis* Kishinouye) in Bohai Sea with cohort analysis. Oceanol. Limnol. Sin./Haiyang Yu Huzhao, 18, 540-548.

Choi, J.H., J.N. Kim., S.T. Kim and H.K. Cha. 2002. Population dynamics of *Crangon hakodatei* from coastal area of Geoje Island, Korea. J. Kor. Fish. Soc., 35(4), 380-385. (in Korean)

Clarke, A. 1987. Temperature, latitude and reproductive effort. Mar. Ecol. Prog. Ser., 38, 89-99.

Clarke, A. 1993. Reproductive trade-offs in caridean shrimps. Func. Ecol., 7, 411-419.

Clarke, A., C.C.E Hopkins and E.M. Nilssen. 1991. Egg size and reproductive output in the deep water prawn *Pandalus borealis* Krøyer, 1838. Func. Ecol., 5, 724-730.

Franks, J.S. and K.E. VanderKooy. 2000. Feeding habit of juvenile lane snapper *Lutjanus synagris* from Mississippi coastal waters, with comments on the diet of gray snapper *Lutjanus griseus*. Gulf Caribb. Res., 12, 11-17.

García, S. 1977. Biologie et dynamique des populations de crevette roses (*P. duorarum notialis*, Perez Farfante,

- 1967) en Côte d'Ivoire. Trav. Doc. ORSTROM, 79, 1-271.
- Gayanilo, F.C., Jr, P. Sparre and D. Pauly. 1995. The FAO-ICLARM stock assessment tools (FiSAT), User's guide. FAO Comp. Info. Ser. (Fisheries). No. 8. Rome, FAO, 126 pp.
- Hasselblad, V. 1966. Estimation of parameters for a mixture of normal distribution. *Technometrics*, 8, 431-444.
- Hayashi, K. and T. Chiba. 1987. Rediscovery of *Heptacarpus jordani* (Rathbun) with notes on morphological variations (Decapoda, Caridea, Hippolytidae). *Zool. Sci.*, 4, 919-927. (in Japanese)
- Huh, S.H. and Y.R. An. 1997. Seasonal variation of shrimp (Crustacea: Decapoda) community in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay, Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 30(4), 532-542.
- Kim, H.S. 1997. Macrura. Illustrated Encyclopedia of Flora and Fauna, Vol. 19. Samwha Publishing Co., Seoul, 414pp., 56 pls. (in Korean)
- Kim, J.N. and S.Y. Hong. 1999. Larval development of *Latreutes laminostri* (Decapoda: Hippolytidae) reared in the laboratory. *J. Crust. Biol.*, 19(4), 761-781.
- Kosaka, M. 1970. On the ecology of the sand shrimp *Crangon affinis* De Hann, as a prey of the demersal fishes in Sendai Bay. *J. Coll. Mar. Sci. Tech., Tokai Univ.*, 4, 59-80.
- Kume, G., A. Yamaguchi and T. Taniuchi. 1999. Feeding habits of the cardinal fish *Apogon lineatus* in Tokyo Bay, Japan. *Fish. Sci.*, 65, 420-423.
- Lardies, M.A. and I.S. Wehrmann. 1997. Egg production in *Betaeus emarginatus* (H. Milne Edwards, 1837) (Decapoda: Alpheidae): Fecundity, reproductive output and chemical composition of eggs. *Ophelia*, 46, 165-174.
- O'Connor, C. 1979. Reproductive periodicity of *Penaeus esculentus* population near low islets, Queensland, Australia. *Aquaculture*, 16, 153-162.
- Oh, C.W. and R.G. Hartnoll. 1999. Size at sexual maturity, reproductive output and seasonal reproduction of *Philocheras trispinosus* (Hailstone, 1835) (Crustacea: Decapoda) in Port Erin Bay, Isle of Man. *J. Crust. Biol.*, 19, 252-259.
- Oh, C.W. and R.G. Hartnoll. 1999. Brood loss during incubation in *Philocheras trispinosus* (Decapoda) in Port Erin Bay, Isle of Man. *J. Crust. Biol.*, 19, 467-476.
- Oh, C.W. and I.J. Jeong. 2002. Fisheries biology of shrimps in the south western water of Korea. I. Species composition of catch and spawning season of *Acetes* sp. for the Korea shrimp fishery. *J. Korea Fish. Soc.*, 35(3), 223-230.
- Oh, C.W. and K.Y. Park. 2000. Comparative study on reproductive effort and spawning frequency of two palaemonid prawns (*Exopalaemon modestus* and *Palaemon gravieri*) with different habits. *J. Fish. Sci. Tech.*, 3(3,4), 180-187.
- Omori, M. 1974. The biology of pelagic shrimps in the ocean. *Adv. Mar. Biol.*, 12, 233-324.
- Oya, F. and K. Oka. 1985. Growth and breeding ecology of the hippolytid shrimp *Eualus sinensis* (Yu). *Zool. Sci.*, 2(2), 257-263.
- Pauly, D. and G. Gaschütz. 1979. A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. *ICES C.M.* 1979/G: 24, 26pp.
- Pauly, D. J. and L. Munro. 1984. Once more on the comparison of growth fish and invertebrate. *Fishbyte*, 2, 21.
- Qisheng, T. 1987. Estimates of mortality and optimum fishing mortality of Bohai prawn in North China. *Collect. Ocean. Works/Haiyang Wenji* 10, 106-123.
- Reise, K. 1985. *Tidal Flat Ecology*. Springer-Verlag Press, Berlin, 191pp.
- Yang, J. and X. Tan. 2000. Food analysis of three cephalopod species in the Bohai Sea. *Mar. Sci.*, 24, 53-55. (in Chinese)
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall Inc., Upper Saddle River, New Jersey, 663 pp.

---

2003년 1월 6일 접수

2003년 4월 10일 수리