

# 우리나라 서해남부 해역에 출현하는 동근돛대기새우 (*Leptochela sydniensis*)의 개체군 동태 및 생식생태

오철웅 · 최정화<sup>1\*</sup>

목포대학교 해양자원학과, <sup>1</sup>부경대학교 자원생물학과

## Population Dynamics and Reproductive Biology of *Leptochela sydniensis* in the Southwestern Waters of Korea

Chul Woong OH and Jung Hwa CHOI<sup>1\*</sup>

Department of Marine Resources, Mokpo National University, Chonnam 534-729, Korea

<sup>1</sup>Department of Marine Biology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

Investigations were made on the population structure, sex ratio, growth, and recruitment patterns of *Leptochela sydniensis* in the southwestern coastal areas of Korea, between May 2000 and December 2001. Spawning period, fecundity, brood loss, reproductive output, and size at sexual maturity also were examined. The results of the sex ratio showed that females were more numerous than males during the overall study period. Parameters of growth were estimated using the modified von Bertalanffy growth function (VBGF) model incorporating seasonal variation into growth. Females grew somewhat faster and reached a larger size than males ( $L_{\infty}=12.80$  mm CL and  $K=0.70$  yr<sup>-1</sup> for females, and  $L_{\infty}=12.08$  mm CL and  $K=0.69$  yr<sup>-1</sup> for males). The structure of recruitment patterns obtained by the FiSAT program indicated one normally distributed group. Based on the occurrence of ovigerous females and the gonadosomatic index (GSI), the main spawning season was from June to August. Analysis of covariance indicated that brood loss was not observed during the incubation period. The size at which 50% of females are mature is estimated as 5.48 mm CL.

Key words: *Leptochela sydniensis*, Sex ratio, Growth, Recruitment pattern, Reproductive output, Brood loss, Size at sexual maturity

### 서론

동근돛대기새우 (*Leptochela sydniensis*, Dakin and Colefax)는 돛대기새우과 (Family Pasiphaeidae), 돛대기새우속 (Genus *Leptochela*)에 속하는 부유성 새우로서 세계적으로 2아속 12종이 알려져 있으며, 이 중에서 7종이 인도태평양 해역에 분포하는 것으로 알려져 있다 (Chace, 1976). 우리나라 연안에서는 돛대기새우 (*L. gracilis*, Stimpson)와 동근돛대기새우 (*L. sydniensis*) 2종이 보고되고 있으며, 동근돛대기새우는 서남해역에서 봄과 가을에 대량 출현하는 것으로 알려져 있다 (Cha et al., 2001).

동근돛대기새우는 연안생태계에서 소형 플랑크톤이나 유기물을 섭이하고 상위 포식자인 두족류나 어류의 먹이로 이용됨으로써 먹이사슬의 중간매개자로서 중요한 역할을 담당하고 있다 (Omori, 1974; Asahida et al., 1997; Kume et al., 1999; Yang and Tan, 2000). 아울러 동근돛대기새우는 우리나라 서남해역에서 첫새우류 (*Acetes* spp.)와 혼획되어 어획되고 있는 경제적으로 중요한 상업종으로서 서남해역 어가의 주된 소득원이 되고 있다.

지금까지 보고된 돛대기새우류에 대한 연구는 돛대기새우의 외부형태 기재 (Yoshida, 1941; Kim, 1977; Hayashi, 1996),

돛대기새우속의 지리적 분포와 형태적 특징을 통한 분류에 관한 연구 (Chace, 1976), 돛대기새우과 2종의 생식양상과 개체군 특징에 관한 연구 (Company et al., 2001), 돛대기새우의 생태학적 연구 (Kosaka, 1976) 등이 있다. 또한 우리나라에서 돛대기새우의 성장에 관한 연구 (Park and Lee, 1995), 체장에 따른 웅성돌기의 형태적 변화를 통한 2차 성장을 밝힌 연구 (Park, 1984) 등이 있다. 이러한 생태학적인 중요성 및 경제적 가치에도 불구하고 동근돛대기새우의 개체군 역학이나 생식 생태에 관한 연구는 거의 없다.

본 연구는 우리나라 서해남부해역에 출현하는 동근돛대기새우의 개체군의 구조, 성비, 성장, 가입유형 등과 같은 개체군 역학을 밝혔다. 아울러 포란한 암컷개체와 생식소 속도지수 (GSI)의 월별 변화를 관찰하여 산란시기를 구명하고, 포란수, 난 손실 유무, 생식 산출력, 난의 부피 및 군 성숙도 등의 생식에 관한 정보를 밝힘으로써 동근돛대기새우에 관한 전반적인 생태학적 특성치들을 파악하였다.

### 재료 및 방법

#### 표본 채집 및 처리

본 연구에서 동근돛대기새우의 채집은 우리나라 서해남부해역 칠발도 인근해역에서 2000년 5월부터 2001년 12월까지

\*Corresponding author: shrimpchoi@hanmail.net

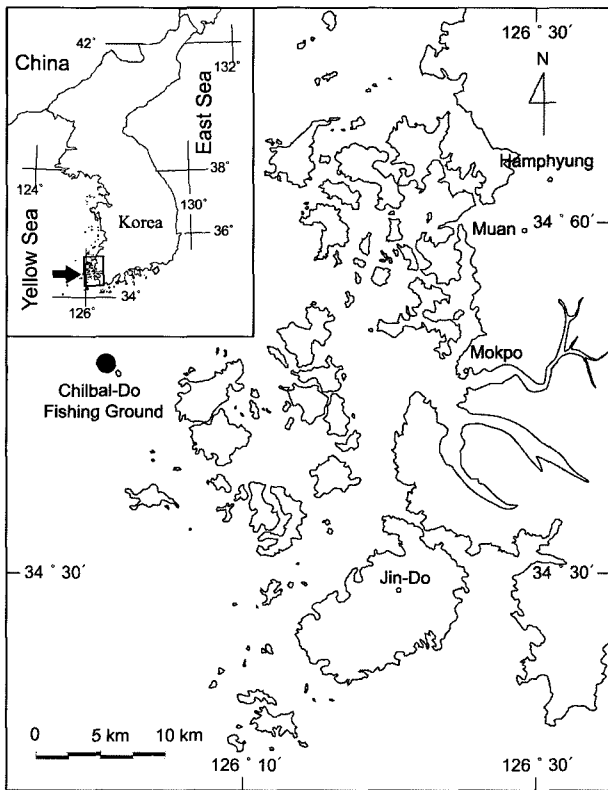


Fig. 1. Map showing the location of study area (●) in the Chilbal-Do shrimp fishing ground, Korea.

20개월 동안 월 1회 실시하였다 (Fig. 1). 주머니업에그물에 어획된 어획물의 일부를 10% 중성포르말린 용액으로 현장에서 고정하고 실험실로 운반하여 등근뚝대기새우만을 선별하였다. 성의 판별은 해부현미경 하에서 제 1복지 내지의 모양을 관찰하여 Kim (1977)의 방법에 따랐다. 월별 성비는 무작위 추출한 개체에 대해 암·수를 구분한 후 수컷에 대한 암컷의 비율로 나타내었다. 두흉갑장 (Carapace Length: CL)은 눈구멍의 기저에서 두흉갑의 정중선 뒷가장자리까지 가장 짧은 거리를 0.01 mm까지 측정하였다.

성장, 사망률 및 가입유형

성장 매개변수의 추정을 위해 암컷과 수컷, 그리고 전체 자료에 대한 두흉갑장을 0.5 mm 계급으로 나누고, 각 계급에 따른 월별 빈도분포표를 작성하였다. 월별 빈도분포 자료를 이용하여 FISAT 프로그램의 ELEFAN 비변수 추정방법 (Non-parametric method)으로 성장 매개변수인  $L_{\infty}$ ,  $K$ ,  $C$ ,  $WP$ 를 추정하였다 (Gayanilo et al., 1995). 성장식은 다음과 같은 계절적인 성장 변동 요인을 고려한 von Bertalanffy growth function (VBGF)을 이용하였다.

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

여기에서  $L_t$ 는 t세의 두흉갑장,  $L_{\infty}$ 는 이론적인 최대 두흉갑장,  $K$ 는 성장계수,  $t_0$ 는 두흉갑장이 0일 때의 연령,  $C$ 는 계절에

따른 성장 변동의 강도이며,  $t_s$ 는 성장 변동의 시작점으로써  $WP$  (Wintering Point: 연중 성장이 가장 느린 시기)에서 0.5를 뺀 값을 각각 나타낸다. 또한  $L_{\infty}$ 와  $K$ 값을 이용하여 Pauly and Munro (1984)의 방법에 따라 성장비교지수 (Growth performances Index,  $\phi'$ )를 구하였다.

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

가입유형은 추정된 성장 매개변수를 바탕으로 월별 두흉갑장 빈도분포도에서 연급군 모드의 최소 평균체장 그룹의 출현시기와 연관지어 해석하였으며, 가입유형의 정규분포는 FISAT 프로그램의 NORMSEP (Hasselblad, 1966)을 이용하였다.

생식소 분석

해부현미경하에서 암컷의 생식소를 분리하여 발달단계를 3단계 (미숙, 성숙 중, 성숙)로 구분하고 80°C에서 48시간 동안 건조한 후 전자식 저울 (Sartorius BP 201S)로 0.1 mg까지 측정하였으며, 생식소 속도지수 (Gonadosomatic Index: GSI)는 다음의 식을 이용하였다.

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

포란수, 난의 부피, 생식 산출력 (RO) 및 군 성숙도

포란한 암컷 개체로부터 난을 핀셋으로 분리하여 해부현미경하에서 난의 유무에 따라 난 단계 (I단계: 눈이 없는 난, II단계: 눈이 있는 난)를 구분하고 포란수를 직접 계수 하였다. 난의 부피는 난 단계별로 개체당 5개의 난을 무작위로 추출하여 장경과 단경을 측정하고 다음과 같은 타원형 부피산출 공식으로 계산하였다.

$$V = \frac{4}{3} \pi r_1^2 r_2 \quad (r_1 = \text{장경의 반지름}, r_2 = \text{단경의 반지름})$$

생식 산출력 (Reproductive Output: RO)의 추정은 난 손실이 적다고 판단되는 눈이 없는 단계의 암컷을 대상으로 하였다. 생식 산출력은 아래의 Clarke et al. (1991)의 식을 이용하였다.

$$RO = \frac{\text{난의 건중량}}{\text{암컷의 건중량}} \times 100$$

군 성숙도 (Size at sexual maturity)는 각 체장계급에서 성숙한 암컷 개체가 차지하는 비를 계산하여 아래의 로지스틱 방정식 (Campbell, 1985)으로 추정하였다.

$$P = \frac{1}{[1 + \exp(a + bCL)]}$$

여기에서  $P$ 는 성숙비,  $a$ 와  $b$ 는 상수를 각각 나타낸다. 매개변수의 추정은 SYSTAT version 10.0에서 비선형 회귀분석 (Nonlinear regression analysis)을 이용하였고 암컷 개체의 50%가 성숙에 이르는 두흉갑장 ( $CL_{50}$ )은  $a$ 에 대한  $b$ 의 비로 계산하였다.

결 과

개체군의 구조와 성비

조사기간 동안 총 5,757개체를 분석한 결과 두흉갑장은 암컷의 경우 최소 2.89 mm였고, 최대 8.43 mm였으며 평균 (±표준편차) 4.89 (±0.73) mm로 나타났다. 수컷은 각각 3.08 mm, 8.24 mm였고, 평균 4.73 (±0.68) mm로 나타났다. 통계분석 결과 암컷과 수컷간의 평균 두흉갑장에 있어서 유의한 차이를 보여주었으나 ( $U=531,761.5$ ,  $df=1$ ,  $P<0.001$ ), 개체군의 구조에 있어서 암수간에 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다 ( $d_{max}=0.167$ ,  $P>0.05$ ) (Fig. 2).

성비는 암컷이 3,426개체로 60%를 차지하였고, 수컷이 2,331개체로 40%를 차지하여 암컷의 출현비율이 수컷에 비해 높게 나타났으며, 2000년 5월에 4.46으로 가장 높았고, 2001년 10월에 0.39로 가장 낮게 나타났다 (Fig. 3). Chi-square test 결과 성비에 있어서 유의한 차이를 보여주었다 ( $\chi^2=102.12$ ,  $df=10$ ,  $P<0.001$ ).

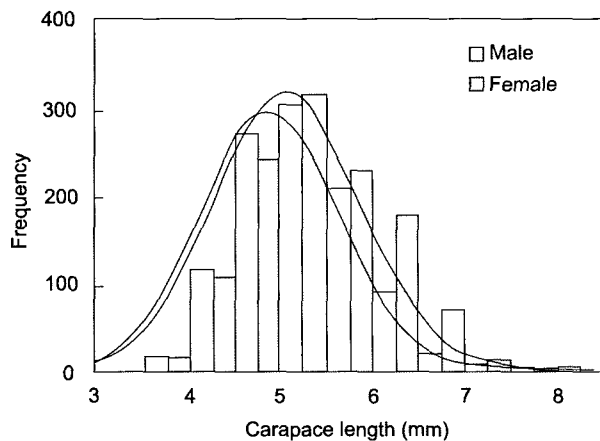


Fig. 2. Size-frequency distribution of *Leptochela sydniensis* for sampling period.

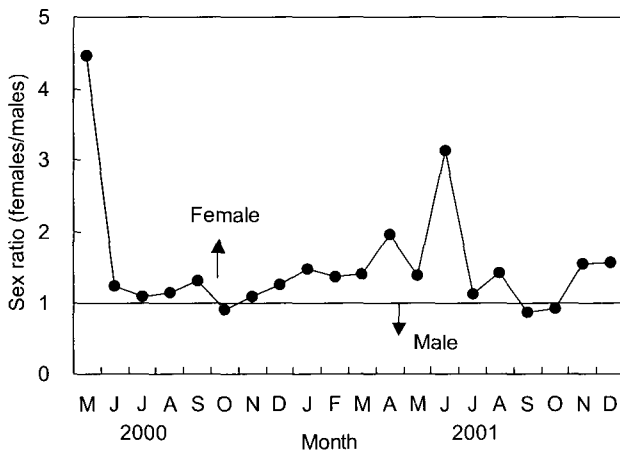


Fig. 3. Variation of females/males ratio in monthly samples of *Leptochela sydniensis*.

성장과 가입유형

조사기간 동안 총 5,757개체 (수컷 2,331개체, 암컷 3,426개체)를 두흉갑장 0.5 mm 간격으로 두흉갑장 빈도분포표를 작성하고 성장 분석에 이용하였다 (Fig. 4). 두흉갑장 조성을 분석한 결과 2001년 11월에 2.89 mm로 가장 작은 개체가 출현하였고, 2000년 5월에 8.43 mm로 가장 큰 개체가 출현하였다. 암컷, 수컷 그리고 전체 자료는 시간의 경과에 따라 모드(mode)의 변화가 점진적으로 이행되는 것을 보여주었다. FiSAT program의 ELEFAN I을 이용한 성장 매개변수의 추정 결과 이론적인 최대 두흉갑장 ( $L_{\infty}$ )은 암컷이 수컷보다 더 큰 것으로 나타났고 계절에 따른 성장 변동 요인의 강도 ( $C$ )는 비교적 큰 것으로 추정되었으며, 성장이 가장 느린 시기는 3월로 추정되었다 (Table 1, Fig. 5). 성장비교 지수를 이용한

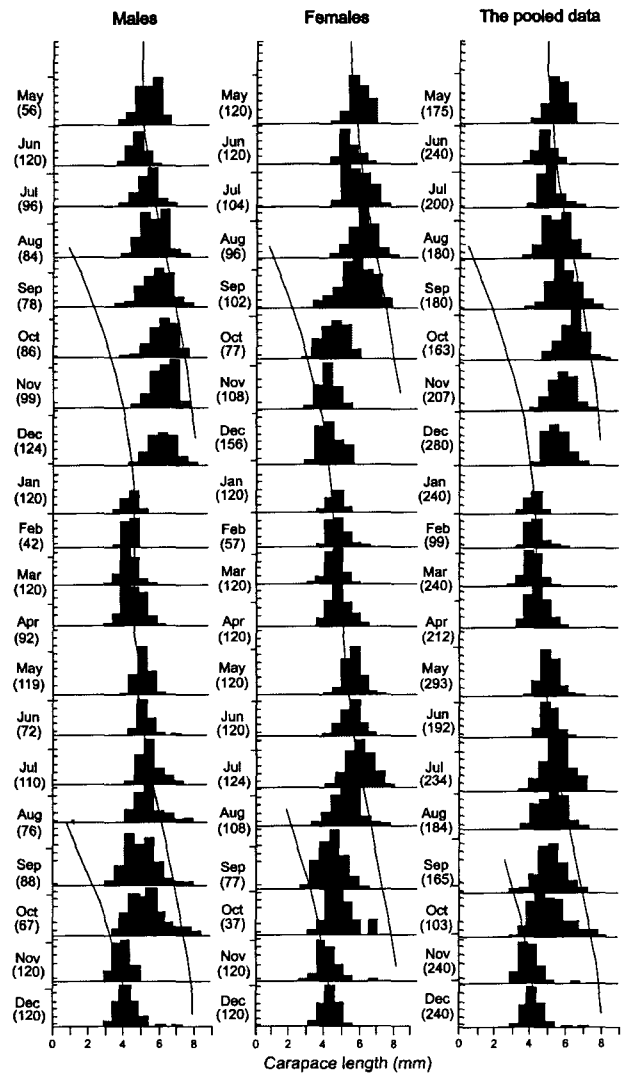


Fig. 4. Length-frequency distribution, expressed as occurrence of males, females and the pooled data of *Leptochela sydniensis* during the sampling period, and estimated growth curve. Sample sizes in parenthesis represent below months.

Table 1. Von Bertalanffy growth parameters of *Leptochela sydniensis* estimated by the ELEFAN analysis of length frequency data for males, females and pooled data;  $L_{\infty}$ : asymptotic length (mm),  $K$ : growth coefficient ( $\text{yr}^{-1}$ ),  $t_0$ : theoretical age at zero length (yr),  $C$ : amplitude of growth oscillation,  $WP$ : wintering point,  $\phi'$ : growth performance index,  $Rn$ : score function

Parameter	Males	Females	The pooled data
$L_{\infty}$	12.08	12.80	12.40
$K$	0.69	0.70	0.72
$t_0$	0	0	0
$C$	0.99	0.65	0.82
$WP$	0.20	0.21	0.20
$\phi'$	2.00	2.06	2.04
$Rn$	472	607	604

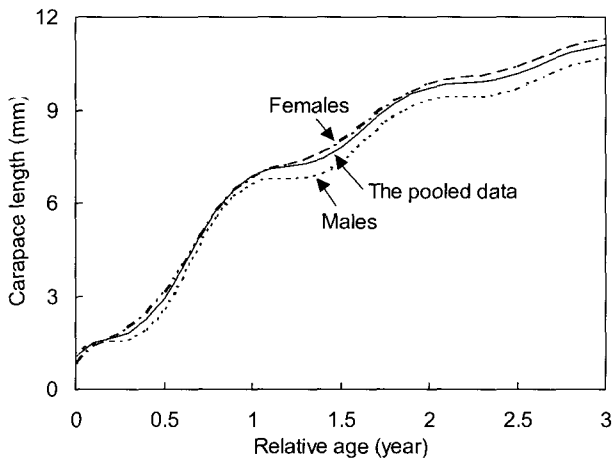


Fig. 5. Average growth curves for males, females, pooled data of *Leptochela sydniensis* based on length-frequency distributions (LFD) during sampling period.

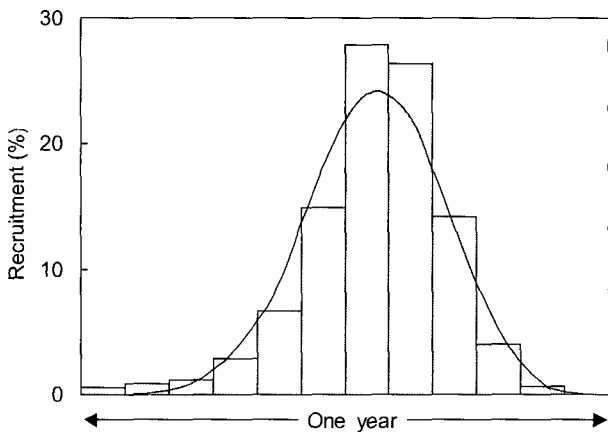


Fig. 6. The annual recruitment pattern of *Leptochela sydniensis* as identified by ELEFAN II routine.

암·수간 성장률은 암컷이 수컷보다 약간 더 빠른 것으로 나타났다. ELEFAN에 의해 추정된 가입유형은 연간 한 개의 뚜렷한 정규분포 곡선을 보여주었다 (Fig. 6).

포란한 암컷의 출현과 생식소 속도지수 (GSI)의 월별 변화

조사기간 동안 등근돛대기새우의 포란한 암컷은 2000년의 경우 5월에 처음 출현하여 8월에 가장 높은 출현비율을 보여 주었으며, 10월부터 전혀 출현하지 않았다. 2001년의 경우 월별 출현비율은 2000년과 차이는 보였으나 5월부터 9월까지 포란한 개체가 출현하는 양상을 보여주었다 (Fig. 7). 월별 평균 GSI ( $\pm$ 표준편차)는 2000년의 경우 6월과 7월에 높게 나타났으며, 2001년의 경우 5월에 27.13 ( $\pm$ 13.15)으로 최대값을 나타내었고, 8월부터 낮은 값을 보여주었다 (Fig. 8). 포란한 암컷 개체의 출현비율과 생식소 속도지수의 월별 변화를 관찰한 결과 등근돛대기새우의 주 산란시기는 6월부터 8월까지인 것으로 판단된다.

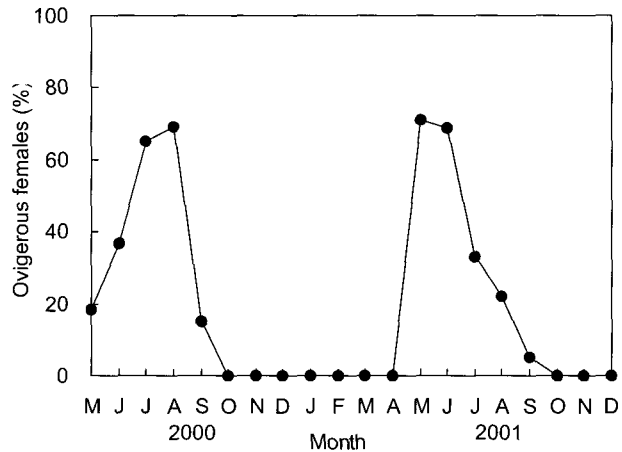


Fig. 7. Percentage of female of *Leptochela sydniensis* with ovigerous female within during the study period.

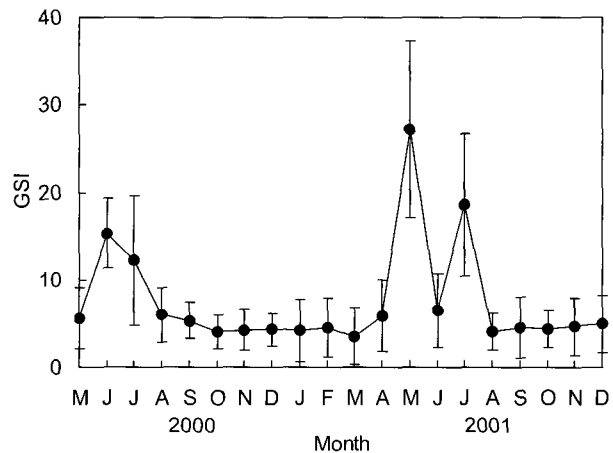


Fig. 8. Monthly gonadosomatic indices (GSI) of female of *Leptochela sydniensis*. The vertical bar indicates standard deviation.

포란수, 난 손실, 생식 산출력 (RO), 난의 부피 및 군 성숙도

등근뚝대기새우의 최대 포란수는 두흉갑장 5.51 mm에서 1,096개, 최소 포란수는 두흉갑장 4.58 mm에서 174개로 계수되었고, 평균 포란수 (±표준편차)는 512 (±210)개로 나타났다. 포란한 암컷 개체의 포란 두흉갑장 범위는 4.00-6.64 mm였고, 평균 두흉갑장 (±표준편차)은 5.52 (±0.47) mm로 나타났다. 두흉갑장과 포란수를 회귀분석한 결과  $\ln EN = 3.658 (\pm 0.956) \ln CL - 0.029$  ( $n=60, r^2=0.50, P<0.001$ )로 나타났다 (Fig. 9).

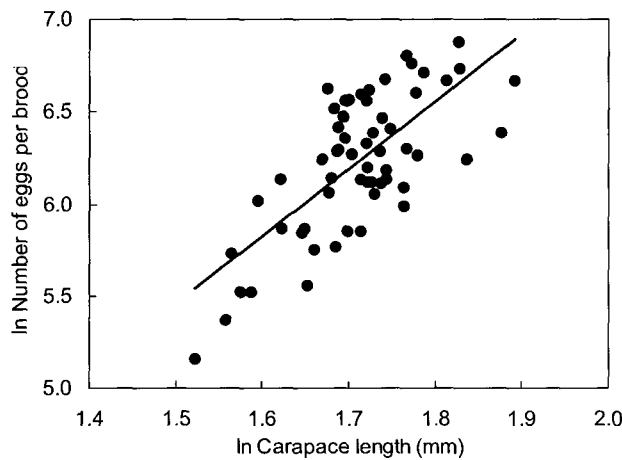


Fig. 9. Relationship between carapace length (CL) and number of eggs (EN) in females of *Leptochela sydniensis* with non-eyed eggs.

난 손실 유무를 평가하기 위해 난 단계별 두흉갑장과 포란수의 회귀직선을 구하고 (Table 2, Fig. 10), 이들 두 직선에 대해 공분산분석 (Analysis of covariance: ANCOVA)을 실시한 결과 기울기에 있어서 차이를 보여주지 않았다 (ANCOVA:  $F=1.36, df=1, 94, P>0.2$ ). 따라서 공통기울기 ( $bc=3.235$ )를 가정한 절편의 차이를 분석한 결과 절편에 있어서도 유의한 차이가 없었다 (ANCOVA:  $F=0.03, df=1, 95, P>0.8$ ). 이러한 결과는 난 발달에 따른 발생기간 동안에 난 손실이 일어나지 않는다는 것을 지적해준다.

생식 산출력 (RO)은 암컷 체중의 평균 (±표준편차) 24.18 (±8.50)% ( $n=65$ )를 차지하는 것으로 나타났다. 난 단계별 평균 난의 부피 (±표준편차)는 눈이 없는 난 단계에서 0.039

Table 2. Details of linear regressions for ovigerous females of *Leptochela sydniensis* with the non-eyed eggs and the eyed eggs.  $\log_e$  egg number (EN) is regressed on  $\log_e$  carapace length (CL)

Egg stage	Regressions	±slope	n	r <sup>2</sup>
Non-eyed	$\ln EN = 3.658 \ln CL - 0.029$	0.956	60	0.50***
Eyed	$\ln EN = 2.813 \ln CL + 1.401$	1.117	38	0.42***

\*\*\* $P<0.001$

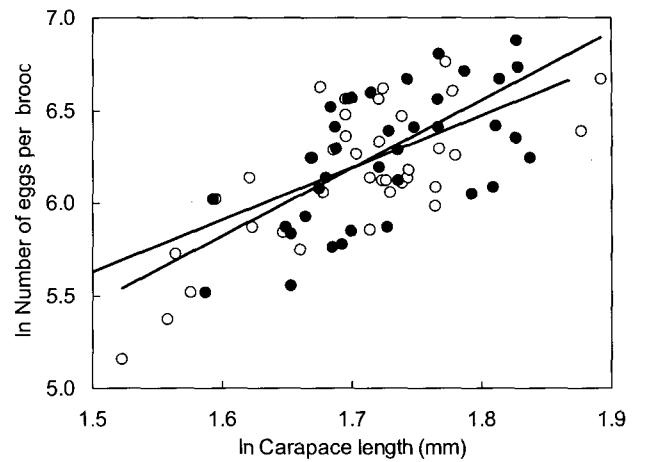


Fig. 10. Regression of egg number (EN) on carapace length (CL) of ovigerous females of *Leptochela sydniensis* with non-eyed (○) and eyed (●) eggs.

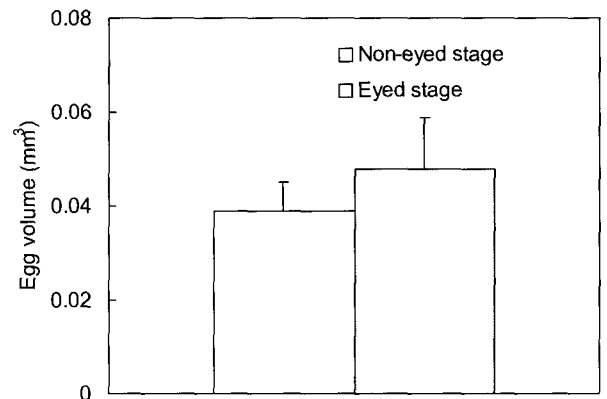


Fig. 11. Mean egg volume ( $\text{mm}^3$ ) in the two embryonic stages of *Leptochela sydniensis*. The vertical bar indicates standard deviation.

(±0.006)  $\text{mm}^3$ 이었으며, 눈이 있는 난 단계에서는 0.048 (±0.011)  $\text{mm}^3$ 로 나타났다 (Fig. 11). 통계분석 결과 난 단계에 따른 난의 부피는 유의한 차이를 보였는데 (Wilcoxon two-sample test:  $Z=-12.263, P<0.001$ ), 이러한 결과는 난의 발달이 진행될수록 난의 부피가 증가한다는 것을 지적하고 있다.

두흉갑장에 대한 성숙한 암컷 개체가 차지하는 비를 이용하여 로지스틱 방정식으로 추정된 군성숙도는 다음의 식과 같이 추정되었으며, 암컷의 50%가 성숙에 이르는 두흉갑장 (±표준편차)은 5.48(±1.49) mm로 나타났다 (Fig. 12).

$$P = \frac{1}{[1 + \exp(8.261 - 1.507CL)]} \quad (r^2=0.98, P<0.001)$$

고찰

등근뚝대기새우의 성비는 암컷이 수컷보다 더 높은 값을

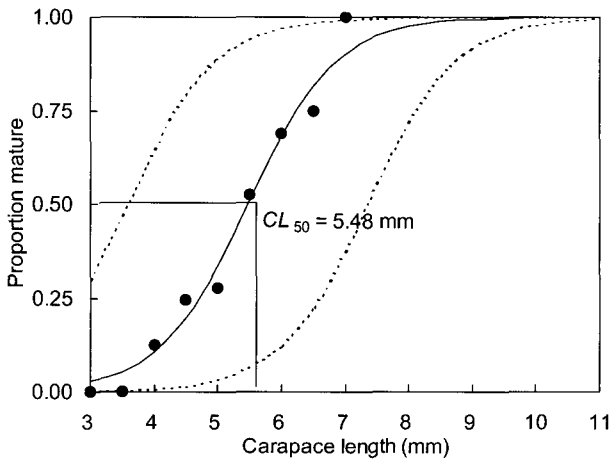


Fig. 12. A logistic function fitting of mature females of *Leptochela sydniensis* to carapace length.  $CL_{50}$  (5.48 mm), which corresponds to a proportion of 0.5 (50% of females are mature), is indicated, and then dotted lines are represented confidence limits.

보여주었다. Berglund (1981)에 따르면 수컷이 성장에 투자하는 에너지가 상대적으로 적기 때문에 암컷의 비가 높다고 하였는데, 본 연구결과 암컷의 성장률이 수컷보다 높게 나타나 Berglund의 주장과 일치하는 결과라고 판단된다. 성비의 변동 요인으로 성장 외에 암·수간 교접 후 사망이나 회유경로의 차이로 설명될 수 있으며, 이에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

성장매개변수 추정치에 대한 판단 기초값 ( $Rn$ )은 등근돛대기새우 개체군의 두흉갑장 빈도분포 자료가 von Bertalanffy 성장 모델에 잘 맞는 것으로 나타났다. 암컷, 수컷 그리고 이들을 합한 자료의 성장비교지수는 2.06, 2.00, 2.04로 나타났다. 암수간에 성장비교지수에 있어서 차이를 보여주었는데 이러한 결과는 암컷이 수컷보다 성장이 빠르고 동일한 연령에서 더 큰 두흉갑장에 이른다는 것을 나타내어 주고 있다. 이것은 보리새우류 (Penaeidae) 보다 높게 나타났으나 (Pauly et al., 1984; Cha et al., 2002), 각시흰새우 (*Exopalaemon modestus*, Heller)나 유럽산 자주새우의 일종인 *Crangon crangon*, Linnaeus 보다는 낮은 것으로 나타났다 (Oh et al., 1999; Oh et al., 2002). 등근돛대기새우의 성장이 가장 느린 시기는 겨울철로 나타났는데 이것은 낮은 수온으로 인한 대사활동의 저하와 먹이 양의 감소로 탈피 기간은 길어지고 탈피 증가율이 감소한 결과로 보여진다 (Hartnoll, 1982).

등근돛대기새우의 주 산란시기는 포란한 암컷 개체의 출현 비율과 생식소 속도지수의 월별 변화의 결과에서 보여준 바와 같이 6월부터 8월까지로 나타났다. 본 연구에서 산란은 봄철인 5월에 시작하여 8월에 대부분의 암컷 개체가 산란에 참여하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 동일한 해역에서 조사된 돛대기새우 (*Leptochela gracilis*), 젓새우 (*Acetes japonicus*, Kishinouye), 중국젓새우 (*A. chinensis*, Hansen)의 산란시기와

일치하는 것으로 나타났다 (Kim, 2003; Jeong, 2003). Kosaka (1976)에 따르면 일본의 Tokyo, Kasaoka, Ariake 만에서 조사된 등근돛대기새우의 산란시기를 4월에서 10월까지로 보고하였는데 이러한 연구 결과는 본 연구 결과와 일치하였다.

두흉갑장과 포란수의 회귀분석 결과 유의한 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 다른 생이류 (Berglund, 1981; Corey and Reid, 1991; Guerao et al., 1994)와 게류 (Hines, 1982)의 연구 결과와도 유사한 상관관계를 보여 주었다. 이는 체장 (두흉갑장)이 포란수의 중요한 결정자가 된다는 것을 지적해준다. 등근돛대기새우의 경우 난 발달이 진행됨에 따라 난의 부피는 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 난 발달단계에 대한 두흉갑장과 포란수의 회귀식을 공분산 분석한 결과 기울기와 절편에 있어서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났는데 이것은 난 발생 동안 난 손실이 일어나지 않는다는 것을 지적해 주고 있다. 이러한 결과는 새우류에 있어서 난손실이 발생한다는 다른 연구자들의 조사 결과와는 일치하지 않는 것으로 나타났다 (Oh and Hartnoll, 1999). 갑각류의 난 손실 발생유무는 난 보호구조, 서식환경, 기생충 감염 등과 같은 여러 요인들의 차이에 의해 야기된다고 볼 수 있다. 생식 산출력 (RO)은 암컷 체중의 평균 24% 정도를 차지하는 것으로 나타났는데 이러한 결과는 다른 생이류의 생식 산출력 범위인 9-24%와 비교해 볼 때 비교적 높은 생식 산출력을 갖는 것으로 나타났다 (Table 3). Hines (1982, 1988, 1991, 1992)에 따르면 게류의 난의 무게는 일반적으로 암컷 체중의 10%를 차지한다고 보고하고 있는데 본 연구에서 추정된 생식 산출력은 게류보다 높게 나타났으며 이는 생이류의 일반적인 현상으로 판단된다.

Table 3. Comparison of reproductive output (RO) for a variety of caridean shrimps

Species	Reproductive output	Source
<b>Crangonidae</b>		
<i>Crangon crangon</i>	0.17	Clarke (1987)
<i>Notocrangon antarcticus</i>	0.12	Clarke (1987)
<i>Sabina septemcarinata</i>	0.14	Clarke (1987)
<i>Phillocheras trispinosus</i>	0.24	Oh and Hartnoll (1999)
<b>Pandalidae</b>		
<i>Pandalus borealis</i>	0.17	Clarke (1987)
<i>P. montagui</i>	0.24	Clarke (1987)
<b>Alpheidae</b>		
<i>Betaeus emarginatus</i>	0.09	Lardies and Wehrtmann (1997)
<i>B. truncatus</i>	0.13	Lardies and Wehrtmann (1997)
<b>Palaemonidae</b>		
<i>Palaemon northropi</i>	0.14	Anger and Moreira (1998)
<i>P. pandaliformis</i>	0.19	Anger and Moreira (1998)
<i>P. gravieri</i>	0.12	Oh and Park (2000)
<i>Macrobrachium olfersii</i>	0.22	Anger and Moreira (1998)
<i>M. acanthurus</i>	0.19	Anger and Moreira (1998)
<i>Exopalaemon modestus</i>	0.17	Oh et al. (2002)
<b>Pasiphaeidae</b>		
<i>Leptochela sydniensis</i>	0.24	The present study

## 사 사

이 논문은 2003년도 “수산특정개발연구지원사업”의 지원에 의하여 연구되었습니다. 현장조사와 자료분석에 도움을 준 전남대학교 정인주 군과 목포대학교 김장용 군에게 감사드립니다.

## 참고 문헌

- Anger, K. and G.S. Moreira. 1998. Morphometric and reproductive traits of tropical caridean shrimps. *J. Crust. Biol.*, 18, 823-838.
- 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 Haan) using mitochondrial DNA analysis. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 217, 153-163.
- Berglund, A. 1981. Sex dimorphism and skewed sex ratios in the prawn species *Palaemon adspersus* and *P. squilla*. *Oikos*, 36, 158-162.
- Campbell, A. 1985. Application of a yield and egg-per-recruit model to the lobster fishery in the Bay of Fundy. *North Am. J. Fish. Manage.*, 5, 91-104.
- 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.*, 56, 25-36.
- Cha, H.K., J.U. Lee, C.S. Park, C.I. Baik, S.Y. Hong, J.H. Park, D.W. Lee, Y.M. Choi, K.S. Hwang, Z.K. Kim, K.H. Choi, H.S. Sohn, M.H. Sohn, D.H. Kim and J.H. Choi. 2001. Shrimps of the Korean Waters. *Nat'l Fish. Res. Dev. Inst. Pusan*, pp. 188.
- Chace, F.A., Jr. 1976. Shrimps of the pasiphaeid genus *Leptochela* with description of three new species (Crustacea: Decapoda: Caridea). *Smithsonian Cont. Zool.*, 222, 11-14.
- Clarke, A. 1987. Temperature, latitude and reproductive effort. *Mar. Ecol.*, 38, 89-99.
- 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.
- Company, J.B., J.E. Cartes and F. Sarda. 2001. Biological patterns and near-bottom characteristics of two pasiphaeid decapod crustacean species, *Pasiphaea sivado* and *P. multidentata* in the north-western Mediterranean Sea. *Mar. Biol.*, 139, 61-73.
- Corey, S. and D.M. Reid. 1991. Comparative fecundity of decapod crustaceans. I. The fecundity of thirty-three species of nine families of caridean shrimps. *Crustaceana*, 60, 270-294.
- 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, pp. 126.
- Guerao, G., J. Petez-Baquera and C. Ribera. 1994. Growth and reproductive biology of *Palaemon xiphias* Risso, 1816 (Decapoda: Caridea: Palaemonidae). *J. Crust. Biol.*, 14, 531-547.
- Hasselblad, V. 1966. Estimation of parameters for a mixture of normal distribution. *Technometrics*, 8, pp. 431-444.
- Hartnoll, R.G. 1982. Growth. In: *The biology of crustacean, embryology, morphology and genetics*, vol. 2, L.G. Abele, ed. Academic Press, New York, pp. 111-196.
- Hayashi, K. 1996. Brief revision of the genus *Leptochela* with description of two new species (Crustacea, Decapoda, Pasiphaeidae). In: *Les Fonds Meubles des Lagons de Nouvelle-Calédonie (Sédimentologie, benthos)*, B. Richer de Forges, ed., *Etudes and Thèses*, vol. II, pp. 83-99.
- Hines, A.H. 1982. Allometric constraints and variables of reproductive effort in brachyuran crabs. *Mar. Biol.*, 69, 309-320.
- Hines, A.H. 1988. Fecundity and reproductive output in two species of deep-sea crabs, *Geryon fenneri* and *G. quinquedens* (Decapoda: Brachyura). *J. Crust. Biol.*, 8, 557-562.
- Hines, A.H. 1991. Fecundity and reproductive output in nine species of *Cancer* crabs (Crustacea, Brachyura, Cancridae). *Can. J. Fish. Aqua. Sci.*, 48, 267-275.
- Hines, A.H. 1992. Constraint of reproductive output in brachyuran crabs: pinnotherids test the rule. *Am. Zool.*, 32, 503-511.
- Jeong, I.J. 2003. Comparative study on the reproductive ecology and population dynamics of *Acetes japonicus* and *Acetes chinensis* on the southwestern coast of Korea, Yellow. MS Thesis, Mokpo Nat'l Univ., pp. 51.
- Kim, H.S. 1977. *Macrura*. Illustrated flora and fauna of Korea, Vol. 19, Samhwa Publ. Co., Seoul, pp. 414.
- Kim, J.Y. 2003. Life history and population dynamics of *Leptochela gracilis* and *Leptochela sydniensis* on the southwestern coast of Korea, Yellow. MS Thesis, Mokpo Nat'l Univ., pp. 54.
- Kosaka, M. 1976. Ecological note on *Leptochela* shrimp, *Leptochela aculeocaudata* (Paulson), in Sendai Bay. *J. Fac. Mar. Sci. Tech., Tokai Univ.*, 9, 47-52.
- 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.
- Oh, C.W. and G.Y. Park. 2000. Comparative study of reproductive effort and spawning frequency of the two palaemonid prawns (*Exopalaemon modestus* and *Palaemon gravieri*) with different habitats. *J. Fish. Sci. Tech.*, 3, 180-187.
- Oh, C.W., H.L. Suh, K.Y. Park, C.W. Ma and H.S. Lim. 2002. Growth and reproductive biology of the freshwater shrimp *Exopalaemon modestus* (Decapoda: Palaemonidae) in a lake of Korea. *J. Crust. Biol.*, 22, 357-366.
- Oh, C.W. and R.G. Hartnoll. 1999. Brood loss during incubation in *Philocheas trispinosus* (Decapoda) in Port Erin Bay, Isle of Man. *J. Crust. Biol.*, 19, 467-476.
- Oh, C.W., R.G. Hartnoll and R.D.M. Nash. 1999. Population dynamics of the common shrimp, *Crangon crangon* (L.), in Port Erin Bay, Isle of Man, Irish Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, 56, 718-733.
- Omori, M. 1974. The biology of pelagic shrimps in the ocean. *Adv. Mar. Biol.*, 12, 233-324.
- Park, Y.C. and Y.C. Lee. 1995. Growth characteristics of *Leptochela gracilis* in the coastal water near Kanghwa Island, Korea. *J. Kor. Soc. Oceanogr.*, 30, 138-146.
- Park, Y.G. 1984. Redescription on taxonomy and secondary sexual characteristics of *Leptochela gracilis* Stimpson (Crustacea: Decapoda: Caridea). MS Thesis, Hanyang Univ., pp. 18.
- Pauly, D. and J.L. Munro. 1984. Once more on the comparison of growth fish and invertebrate. *Fishbyte*, 2, pp. 21.
- Pauly, D., J. Ingles and R. Neal. 1984. Application to shrimp stocks of objective methods for the estimation of growth, mortality and recruitment-related parameters from length-frequency data (ELEFAN 1 and 2). In: Penaeid Shrimps - Their Biology and Management, J.A. Gulland, and B.J. Rothschild, eds. Fishing News Books, Oxford, pp. 220-234.
- Yang, J. and X. Tan. 2000. Food analysis of three cephalopod species in the Bohai Sea. *Mar. Sci.*, 24, 53-55. (in Chinese)
- Yoshida, H. 1941. Important marine shrimps and lobsters of Tyosen (Korea). *Bull. Fish. Exp. Sta. Tyosen*, 7, pp. 36. (in Japanese)

---

2003년 11월 20일 접수

2003년 12월 20일 수리