



저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

교육학석사 학위논문

남해 연안의 보리새우(*Marsupenaeus japonicus*) 개체군의 생식 생물학적
연구



2012년 2월

부경대학교 교육대학원

생물교육전공

최 연 주

교육학석사 학위논문

남해 연안의 보리새우(*Marsupenaeus japonicus*) 개체군의 생식 생물학적
연구

지도교수 오 철 응

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함.



2012년 2월

부경대학교 교육대학원

생물교육전공

최 연 주

최연주의 교육학석사 학위논문을 인준함.

2012년 2월



주 심 이학박사 김 현 우 (인)

위 원 이학박사 박 원 규 (인)

위 원 이학박사 오 철 웅 (인)

목 차

그림 (Figure) 목록	iii
표 (Table) 목록	v
초록 (Abstract)	vi
I. 서 론	1
II. 재료 및 방법	4
1. 표본채집과 측정	4
2. 생식소의 관찰	6
3. 군성속도	6
4. 통계분석	7
III. 결 과	9
1. 개체군의 구조 및 성비	9
2. 생식유형	12
3. 군성속도	16
4. 수온과 생식소 중량지수와의 관계	20
IV. 고 찰	23

V. 요 약	27
VI. 참고문헌	28
[감사의 글]	32



List of Figure

Fig. 1. Catches data of <i>Marsupenaeus japonicus</i> (A: Korean waters, B: Study area).	2
Fig. 2. Map showing the sampling area..	5
Fig. 3. Length-frequency distribution of females and males of <i>Marsupenaeus japonicus</i>	10
Fig. 4. Monthly fluctuations in the sex ratio (females/total) of <i>Marsupenaeus japonicus</i>	11
Fig. 5. Monthly gonadosomatic indices (GSI) of <i>Marsupenaeus japonicus</i> females during May to October. Solid circles indicate mean GSI, and vertical bars indicate low and high GSI.	13
Fig. 6. Percentage of female of <i>Marsupenaeus japonicus</i> with ovary stages within monthly samples during May to October.	14
Fig. 7. Regression of ln Gonard weight on ln carapace length of female of <i>Marsupenaeus japonicus</i> . The solid circles are those with after mating of female and open circles those with before mating of female within monthly samples during May to October.	15
Fig. 8. Regression of $\log_e$ number of eggs on $\log_e$ carapace length of <i>Marsupenaeus japonicus</i>	17
Fig. 9. A logistic function fitting proportion of mature females <i>Marsupenaeus japonicus</i> to carapace length. L_{50} indicates a point corresponding to a proportion of 0.5 (50 % of females are	

mature).	19
Fig. 10. Correlation of standardize of water temperature (bar) and gonadosomatic indices (GSI) (line) of <i>Marsupenaeus japonicus</i> females during May to October.	22



List of Tables

Table 1. Parameters for estimation of size at sexual maturity in female <i>Marsupenaeus japonicus</i> during the sampling period. L_{50} indicates a length at 50 % sexual maturity.	18
Table 2. Input data for standardize of water temperature and monthly gonadosomatic indices (GSI) of <i>Marsupenaeus japonicus</i> females during May to October.	21



Reproductive biology of the kuruma prawn,
Marsupenaeus japonicus in the southern coast of
Korea.

Yeon Joo Choi

Graduate School of Education

Pukyong National University

Abstract

Population dynamics of *Marsupenaeus japonicus* were investigated in the south-eastern coastal area of Korea, between May 2000 and October 2000. This paper describes sex ratio, length composition, sexual maturity population and reproductive aspects about *Marsupenaeus japonicus*.

The sex ratio showed that male is more numerous than female. Female maturity was determined by frequency both of ovigerous females and of females with maturing ovary. The size at 50% sexual maturity was estimated as carapace length 49.62mm.

The gonadosomatic indices (GSI) showed the highest value during four months from June to September. Based on the month when there was high proportion of incubating females with a high GSI, the estimated spawning season of *Marsupenaeus japonicus* was September.

Spawning by a single female seems to occur consecutively in a single reproductive period.

These spawning seasons was controlled the water temperature, so deeply relationships between gonadosomatic indices and water temperature.



I. 서론

보리새우(*Marsupenaeus japonicus*)는 십각목(Order Decapoda) 보리새우과(Family Penaeidae)의 갑각류에 속하는 대형 새우류 중의 하나로서 전세계에서 일본, 대만, 필리핀, 베트남, 남아프리카, 케냐 등지의 해역에 분포한다(Kim et al., 2002). 우리나라에서는 남해와 서해 남부해역에 분포하며(Hong, 2006), 특히 6월~9월에 거제연안을 중심으로 가장 많이 어획되고 있다 (Kim et al., 2002).

보리새우는 주로 바닥이 모래나 진흙으로 덮여있고 깊이가 100m를 넘지 않는 연안에서 생활하면서 작은 갑각류나 해조류를 먹고 살며, 주로 밤에 활동하는 습성이 있고 수명은 1년 6개월에서 2년 정도로 보고되어 있다 (Hong, 2006). 우리나라에 서식하는 보리새우과 새우류는 19종으로 보고되어 있으며, 이들 중 5종 (보리새우, 대하, 중하, 꽃새우, 산모양갈갈새우)이 주요 산업종으로 어획되고 있다 (Cha et al., 2001; Kim et al., 2002; Kim et al., 2003).

주요 산업종인 보리새우의 어획량은 1990년부터 2010년까지의 어업생산 통계 시스템의 보고에 따르면 1990년대에는 평균 1,961.4 톤을 어획하는 것으로 보고되었으나, 2000년을 기점으로 보리새우의 어획량이 평균 258.8톤으로 급격히 감소하였다. 뿐만 아니라 본 연구지역인 거제지역에서도 1990년대에는 평균 706.6 톤을 어획하는 것으로 전국의 어획량의 1/3정도를 차지하였으나, 최근 십년동안의 평균 어획량은 63.5톤으로 전국 어획량의 1/4 정도 수준이하로 떨어졌다 (Fig. 1).

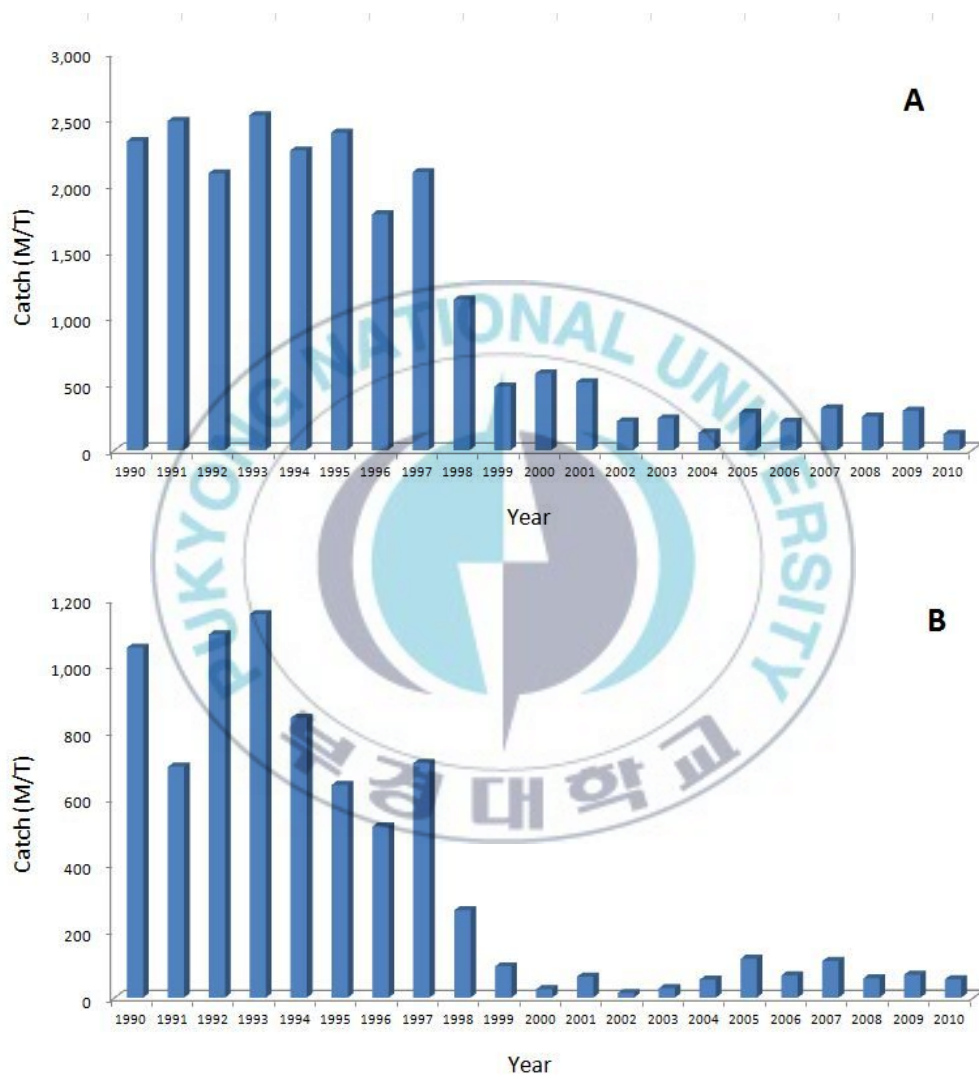


Fig. 1. Catches data of *Marsupenaeus japonicus* (A: Korean waters, B: Study area)

이렇게 보리새우의 급격한 어획량의 변동은 체계적인 생물학적 연구를 기초로 한 자원관리의 부재와 서식환경의 변화로 인하여 감소하고 있는 추세라고 보고되어있으며, 최근 고급 기호식품으로 소비가 점점 증가하고 있는 중요한 수산자원이나, 본 종을 어획하는 합법적인 어구가 개발되어있지 않고 있으며, 대부분의 어업이 불법어획을 통한 어획이다 (Kim et al., 2002). 이로 인해, Oh et al., (2004)은 주요 산업종을 대체할 수 있는 새로운 어종의 개발과 이들 종에 대한 생물학적인 기초 연구가 필요하다고 제안하고 있다.

보리새우에 대한 연구로는 일본의 경우, 자원평가에 대한 연구 (Doi et al., 1972; 1973) 등이 있으며, 우리나라의 경우, 보리새우의 유생사육과 생물학적 연구 (Byun, 1969; 1970), 보리새우의 배란주기 및 정자형성 (Lee and Lee, 1970) 등에 대하여 연구되어졌을 뿐, 자원 생태학적 연구가 미흡한 실정이다 (Kim et al., 2002).

따라서 본 연구에서는 우리나라 거제연안에 서식하는 보리새우에 관한 월별 암수의 성비, 체장 조성, 개체군의 구조, 성숙, 군성숙도 등의 개체군 역학에 관한 정보를 밝히고자 한다. 또한 생식소 속도지수 (GSI)와 체장과 포란수 및 생식소건중량의 상관관계를 파악함으로써 보리새우의 전반적인 생식·생물학적 특성과 자원생물학적 특성치를 파악하는데 목적이 있다.

II. 재료 및 방법

1. 표본채집과 측정

본 연구에서 사용된 보리새우 표본은 경상남도 거제연안에서 2000년 5월부터 2000년 10월까지 매월 1회씩 새우삼중자망에 의하여 어획된 것을 재료로 하였다 (Fig 2). 새우삼중자망의 크기는 자망 1매의 길이가 27.6m×87.5cm이며 외망목의 간격은 14.5cm, 내망목은 2.5cm 간격이었다. 채집된 표본은 선상에서 10% 중성포르말린용액을 이용 고정하였으며, 고정된 표본은 2-3일 후 70% 알코올 용액으로 보존하였다.

보리새우의 개체군 구조와 성장을 파악하기 위해 채집된 모든 개체를 분석대상으로 하였다. 암·수 구분은 교접기의 유무로 구분하였고, 월별 성비는 무작위 추출한 개체에 대해 암·수를 구분한 후 수컷에 대한 암컷의 비율로서 성비 (Sex ratio)를 나타내었다.

체장 (Body length)은 눈구멍의 기저에서 가시 (Rostrum)를 제외한 미절 (Telson)끝까지, 갑각장 (Carapace length : CL)은 쌍안 입체현미경 (Zeiss, Stemi SV-6)에 부착된 Ocular micrometer을 이용하여 눈구멍의 기저에서 갑각의 정중선 뒷가장자리 까지 가장 짧은 거리를 0.01mm까지 측정하였다. 체중 (Body weight)은 전자저울로 0.01g까지 측정하였다.

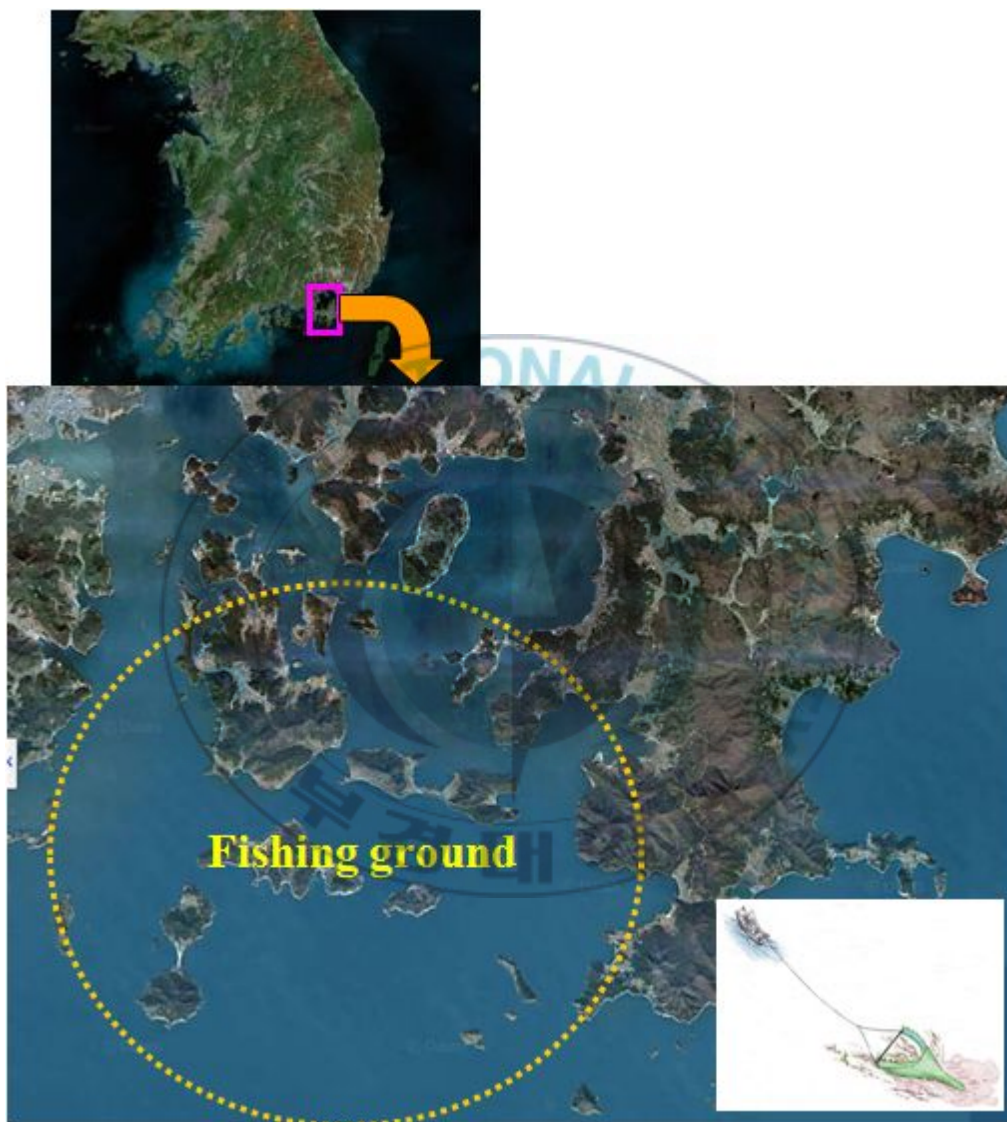


Fig. 2. Map showing the sampling area.

2. 생식소의 관찰

해부현미경하에서 암컷의 갑각을 분리한 후 생식소를 관찰하고 생식소의 형태적 특징에 기초하여 다음과 같이 4단계로 성숙단계를 구분하였다 (Haynes and Wigley, 1969).

stage I (휴지기) : 미성숙, 난자를 관찰할 수 없음.

stage II (발달기) : 초기성숙, 난자를 관찰할 수 있고 난소가 두흉부의 1/2을 덮고 있음

stage III (완숙 · 산란기) : 완숙, 난자가 뚜렷이 나타나며 난소가 두흉부 전체를 덮고 있음

stage IV (방출기) : 방후, 난소가 수축된 상태임

생식소의 건중량은 80℃에서 48시간 동안 건조기에서 건조한 후 전자식 저울 (Sartorius BP 201S)로 0.1mg까지 측정하였고, 생식소 속도지수 (Gonadosomatic index : GSI)는 다음의 식을 이용하였다.

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

3. 군성숙도

개체군의 암컷 수에 대한 성숙된 암컷의 비인 군성숙도와 암컷 개체의 50%가 성숙에 이르는 체장인 군성숙 체장 (Size at sexual maturity)은 전체 암컷 중에서 포란한 암컷과 생식소 발달이 4단계인 암컷을 성숙한 암컷으로 판단하고 (Somerton, 1980), 각 체장계급별로 성숙한 암컷의 비를

계산하여 다음과 같은 로지스틱 방정식에 의해 추정하였다 (Campbell, 1985).

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

여기서 P는 성숙비, a와 b는 로지스틱 방정식의 상수, CL은 체장을 나타낸다. 상수의 추정은 SYSTAT Version 10.0의 비선형 회귀분석 (Nonlinear regression analysis)을 이용하였으며, 군성숙도 체장 (CL_{50})은 상수 a와 b의 비로써 구할 수 있다 ($CL_{50} = |a/b|$).

4. 통계분석

암컷과 수컷의 출현빈도에 대한 월별 차이는 교차분석 (Chi-square test)으로 검정하였고, 체장 빈도분포에 있어서의 차이는 Kolmogorov-Smirnov two-sample test로 검정하였다 (Sokal and Rohlf, 1995). 암 • 수간의 평균 체장과 월별 평균 생식소 지수의 차이는 변이의 동질성 (Homogeneity of variance)에 대한 판단 (Bartlett's test, Leven's test)을 거친 후 동질성이 있을 때는 분산분석 (Analysis of variance : ANOVA)을, 동질성이 없을 때는 비모수검정방법 (Nonparametric test)인 Mann-Whitney U-test, Wilcoxon two-sample test 그리고 Kruskal-Wallis test를 통해 평균에 대한 차이를 검정하였다. 산란 횟수 및 유형을 추정하기 위하여 갑각장, 포란수, 생식소 건중량을 대수처리 후 변수들 간의 상관 관계를 회귀분석 하였다. 암컷의 교접의 유무에 따라 갑각장과 생식소 중량의 회귀식에서 기울기와 절편을 비교하기 위해서 공분산 분석 (ANCOVA) (Zar, 1999)을 실시하였다. 기울기간의 유의한 차이가 없

있을 경우에는 공통기울기 (bc)를 가정한 후 절편의 유의한 차이를 검정하였다. 이러한 자료의 통계분석에는 MINITAB Version 12.2 과 SYSTAT Version 10.0을 이용하였다.



Ⅲ. 결 과

1. 개체군의 구조 및 성비

채집 기간 중 채집된 보리새우는 총 1,357 개체였으며, 이 중 수컷이 1008 개체로 74.3%를, 암컷이 349 개체로 25.7%를 차지하였다 (Fig. 3).

채집된 보리새우의 수컷은 갑각장 38mm를 중심으로 정규분포하고 있었으며, 암컷은 갑각장 46mm를 중심으로 정규분포하는 것으로 나타났다. 또한 수컷에 비하여 암컷의 개체군의 크기가 큰 것으로 나타났다.

월별 성비를 살펴보면 채집기간 내내 수컷의 비율이 높게 나타났으며, 특히 6월에 17%로 가장 낮은 암컷의 성비를 보였으며, 9월에는 33%로 채집기간 중 가장 암컷의 성비가 높은 33%를 보였다 (Fig. 4). 조사기간 동안 모든 달에 수컷의 비율이 높은 것으로 나타났으며, 통계분석결과 암컷, 수컷의 성비는 유의한 차이를 보였다 ($\chi^2 = 75.37$, $df = 11$, $P < 0.001$).

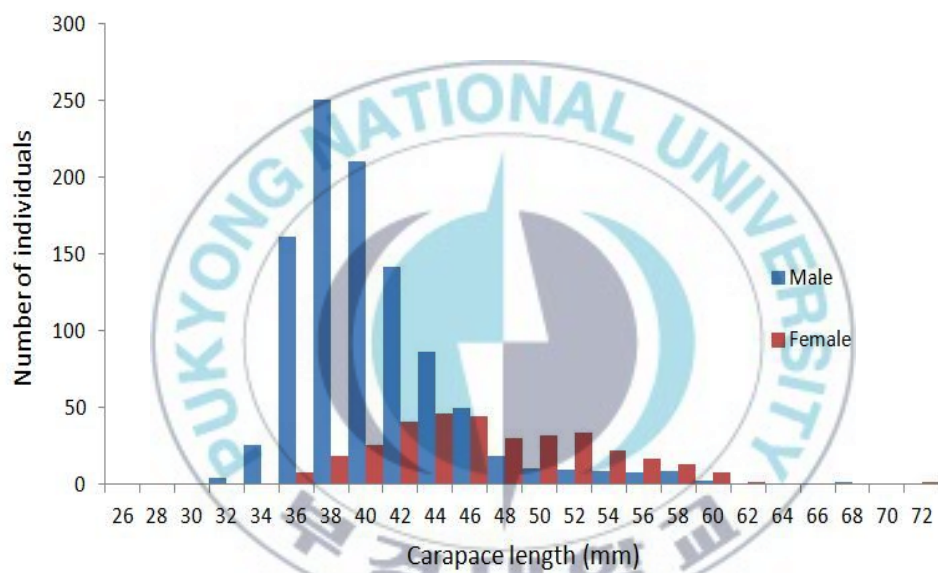


Fig. 3. Length-frequency distribution of females and males of *Marsupenaeus japonicus*



Fig. 4. Monthly fluctuations in the sex ratio (females/total) of *Marsupenaeus japonicus*

2. 생식유형

보리새우의 산란기 추정을 위한 월별 GSI를 살펴보면 평균 ($\pm$ 표준편차) GSI가 가장 높은 시기는 9월에 3.08 (± 1.57), 가장 낮은 시기는 동년 10월에 0.55 (± 0.86)로 조사되었다. 평균 GSI는 1.91 (± 1.78)였으며, GSI가 평균 GSI보다 높은 기간은 6월에서 9월로 조사되었다. 주로 늦봄부터 초가을까지 생식소 중량지수가 높은 것으로 관찰되었다. 또한 10월에는 생식소 중량지수가 급격히 낮아지는 것으로 관찰되었다. 이는 보리새우의 산란기가 6월에서 9월말까지라고 판단되어진다. 통계처리결과 월별 평균 GSI는 유의한 차이가 있음을 보여주었다 (Kruskal- Wallis test; $H = 140.67$, $df = 11$, $P < 0.001$) (Fig. 5).

보리새우의 산란기와 산란습성을 알기위해서 암컷 생식소의 발달단계를 월별로 살펴보았다. 5월에는 주로 난소 1단계가 78%로 가장 많이 나타났으며, 6월에는 1단계의 비율이 43%로 감소하는 반면 난소 3단계가 46%로 나타났으며, 7월과 8월에도 난소 1단계가 감소하는 반면 2단계와 3단계가 증가하였다. 9월은 성숙기와 완숙기에 해당하는 난소 3단계가 53%로 가장 높게 나타났으며, 생식이 끝난 난소 4단계에 해당하는 암컷도 47%가 나타났다. 이 후 10월에는 난소 1단계의 비율이 75%로 높게 나타났다 (Fig. 6). 또한 생식소의 발달이 조사 기간 동안 한 번의 최고점을 나타내었다. 이 결과 보리새우는 1년에 한번 산란을 하는 것으로 조사되었으며, 산란기가 생식소 중량지수에서 나타난 것처럼 난소의 발달단계를 통해서도 6월에서 9월까지의 산란기를 갖고 1년에 한번 산란에 참여하는 것으로 판단된다.

암컷의 교접기를 살펴보아 교접기가 이루어진 유무에 따라 갑각장과 생식소 중량 (Owwt)과의 회귀식은 다음과 같다 (Fig. 7).

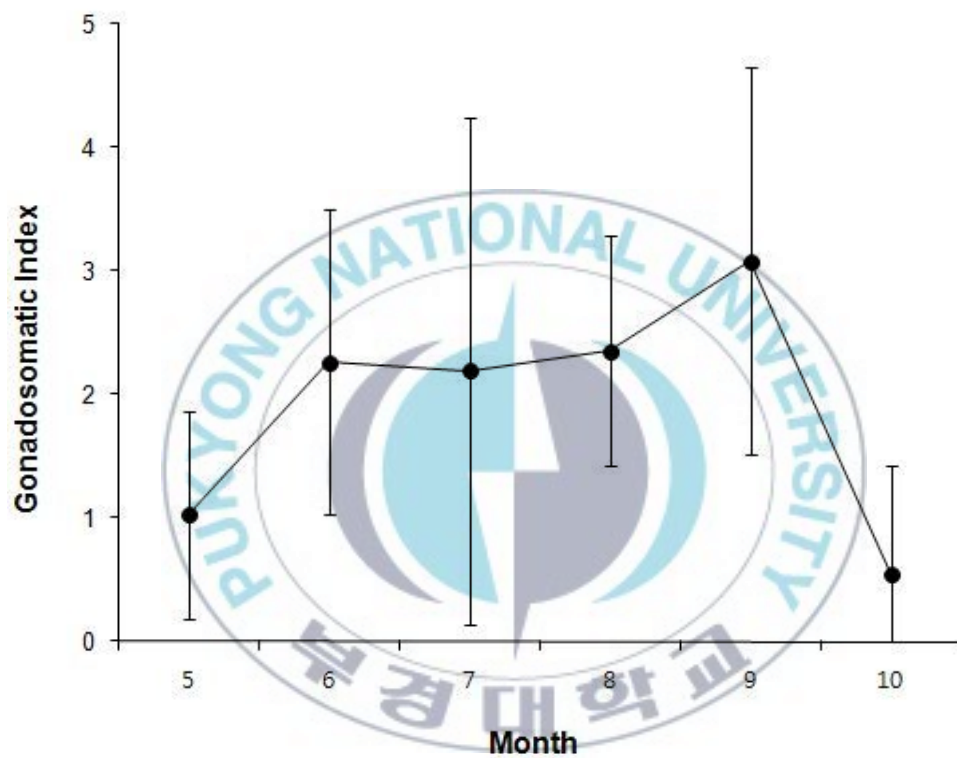


Fig. 5. Monthly gonadosomatic indices (GSI) of *Marsupenaeus japonicus* females during May to October. Solid circles indicate mean GSI, and vertical bars indicate low and high GSI.

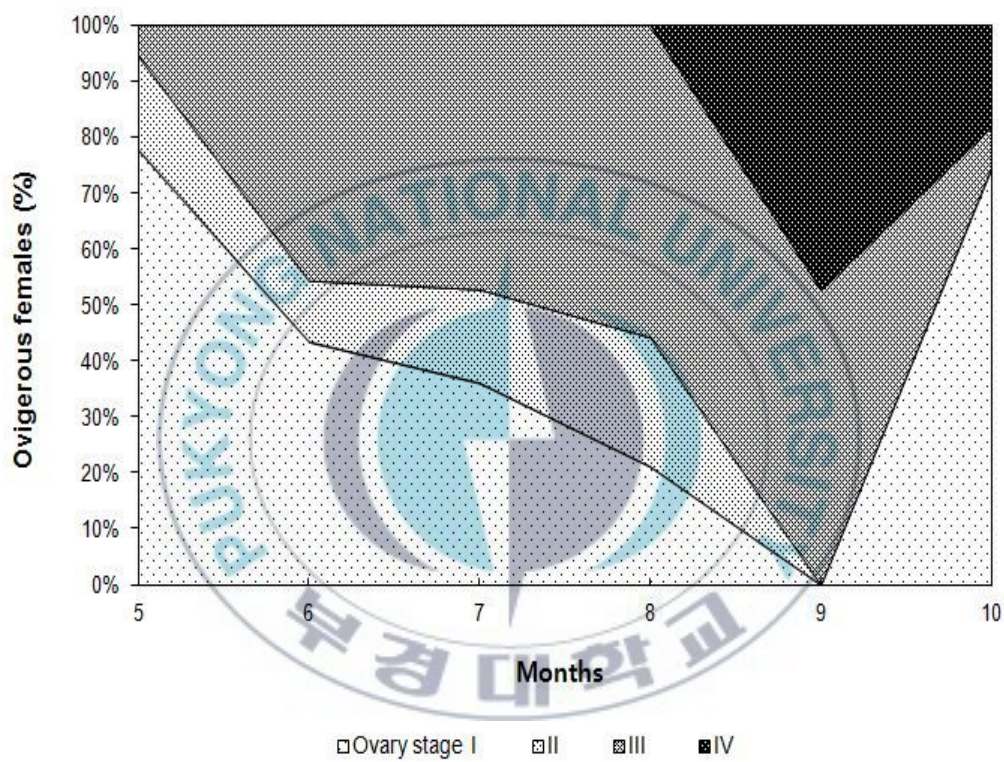


Fig. 6. Percentage of female of *Marsupenaeus japonicus* with ovary stages within monthly samples during May to October.

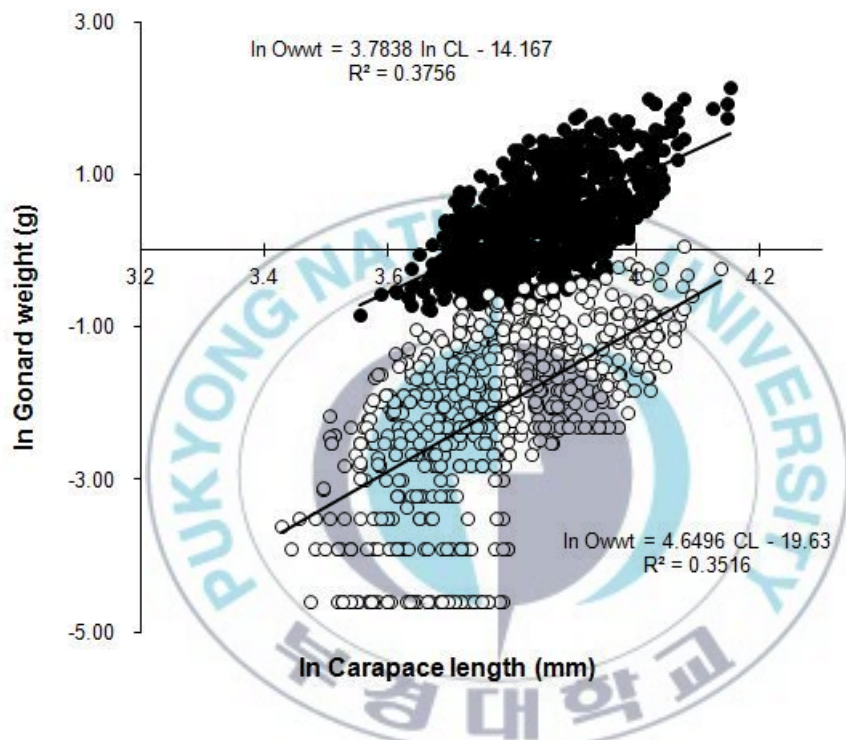


Fig. 7. Regression of ln Gonard weight on ln carapace length of female of *Marsupenaeus japonicus*. The solid circles are those with after mating of female and open circles those with before mating of female within monthly samples during May to October.

교접 유: $\ln \text{Owwt} = 3.78 \ln \text{CL} - 14.167$ ($n = 261$, $r^2 = 0.38$, $p < 0.01$)

교접 무: $\ln \text{Owwt} = 4.65 \ln \text{CL} - 19.630$ ($n = 153$, $r^2 = 0.35$, $p < 0.01$)

암컷의 교접의 유무에 따른 갑각장과 생식소 중량과의 관계에 있어서 회귀 직선의 기울기에 있어서는 유의한 차이를 나타내었다 (ANCOVA: $F = 3.72$, $df = 1, 412$, $p < 0.05$). 이 결과 암컷이 수컷과 교접 후 정자를 정자낭에 저장하면서 생식소의 중량을 높이는 곳으로 판단되어진다.

포란한 암컷의 체장범위는 25~44 mm 이었고, 평균 갑각장은 37.56 (± 0.96) mm로 나타났다. 최대 포란수는 갑각장 44.01 mm에서 약 700,000개, 최소 포란수는 갑각장 25 mm에서 256,000개로 나타났다. 갑각장과 포란수를 회귀분석한 결과 $\ln \text{EN} = 1.676 (\pm 0.504) \ln \text{CL} + 5.89$ ($n = 20$, $r^2 = 0.967$, $P < 0.001$)로 나타났다 (Fig. 8).

3. 군성속도

암컷 개체의 체장에 따른 포란 유무와 생식소 발달단계를 관찰하여 50%가 성숙에 이르는 군성숙 체장(CL_{50})을 추정하기 위하여 265개체를 관찰하였다. 체장 범위는 25~75 mm였으며 체장계급을 5 mm로 하여 각 계급별 포란한 개체와 성숙한 생식소 (Stage III)를 가진 개체의 비를 이용하여 추정된 군성숙 체장은 49.62 mm로 나타났다 (Table 1, Fig. 9).

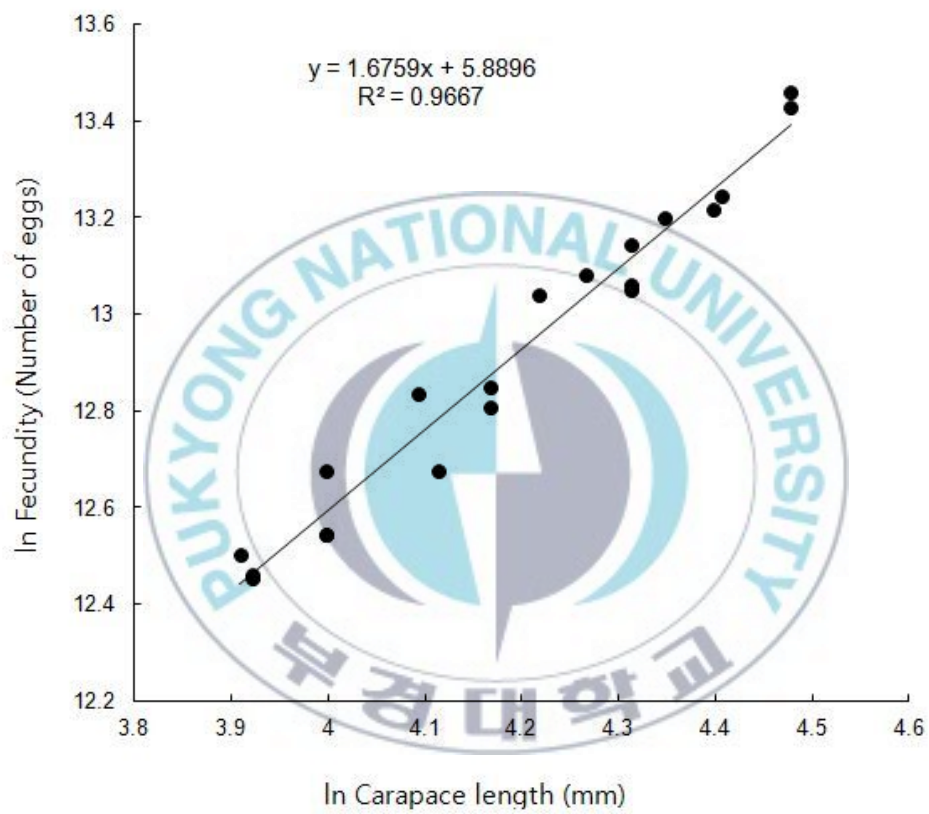


Fig. 8. Regression of $\log_e$ number of eggs on $\log_e$ carapace length of *Marsupenaeus japonicus*.

Table 1. Parameters for estimation of size at sexual maturity in female *Marsupenaeus japonicus* during the sampling period. L_{50} indicates a length at 50 % sexual maturity.

Equations and details	Mature categories
Proportion mature(P) = $1/[1+\exp(a+bCL)]$	Ovigerous female and Stage III ovarian development
a	4.218
b	-0.085
L_{50}	49.62
$\pm L_{50}$	± 1.91
r^2	0.951
P	<0.001

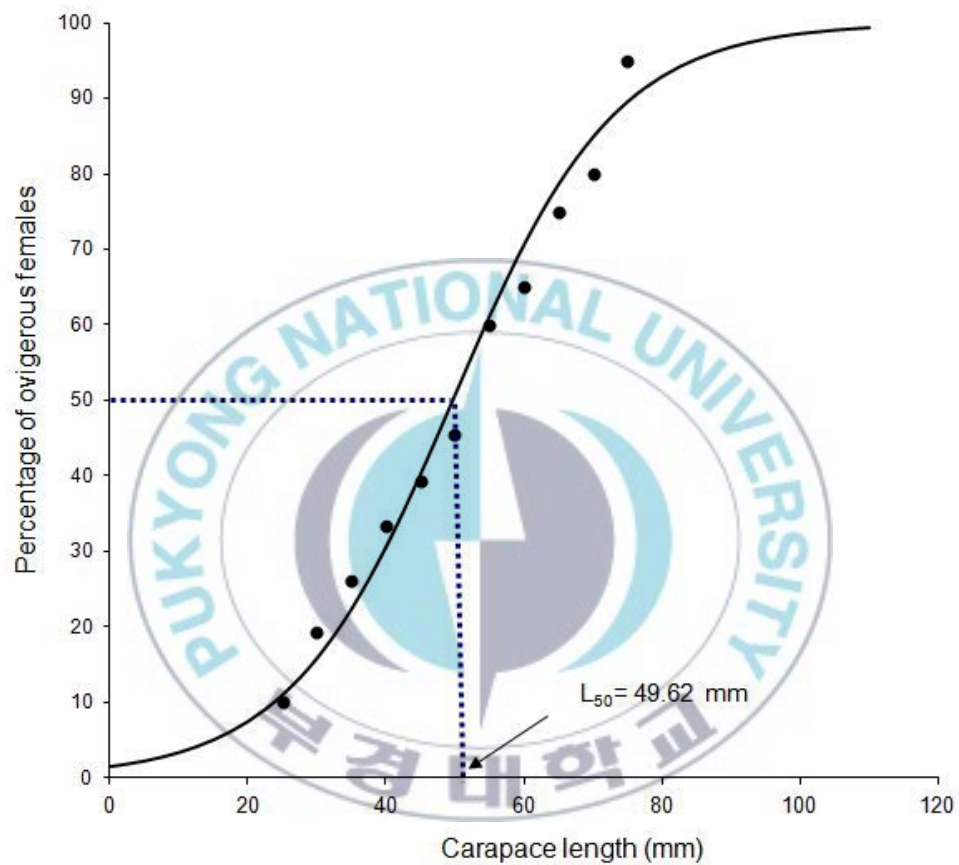


Fig. 9. A logistic function fitting proportion of mature females *Marsupenaeus japonicus* to carapace length. L_{50} indicates a point corresponding to a proportion of 0.5 (50 % of females are mature).

4. 수온과 생식소 중량지수와의 관계

수온과 생식소 중량지수와의 관계를 파악하기 위하여 5월부터 10월까지 연구지역의 수온을 파악하였다. 수온은 8월에 25.6℃로 가장 높았으며, 5월에 16.6℃로 가장 낮았다. 또한 앞에서 언급했듯이 생식소 중량지수는 8월에 2.69로 가장 높았으며, 10월에 0.55로 가장 낮았다 (Table 2).

수온을 표준화하기 위하여 각 월별 평균과 분산자료를 사용하여 각 월별 수온을 표준화하였다. 수온은 8월에 다른 월과 비교하여 1.6정도 높은 것으로 조사되었으며, 5월에 -1.1로 가장 낮게 조사되었다.

표준화된 수온과 생식소 중량지수와의 상관관계를 살펴본 결과 양의 상관관계가 있는 것으로 분석되었으며, 이러한 결과는 수온의 변화 즉 수온의 상승과 생식소 중량지수의 증가는 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다 (Correlations (Pearson) = 0.818, $P < 0.001$) (Fig. 10)

Table 2. Input data for standardize of water temperature and monthly gonadosomatic indices (GSI) of *Marsupenaeus japonicus* females during May to October.

Month	Water temperature		GSI	STANDARDIZE of water temperature
	mean	SD		
5	16.6	1.2	1.03	-1.1
6	20.0	1.5	2.26	-0.1
7	23.2	1.6	2.38	0.9
8	25.6	0.7	2.69	1.6
9	23.7	1.0	2.40	1.0
10	20.0	1.0	0.55	-0.1

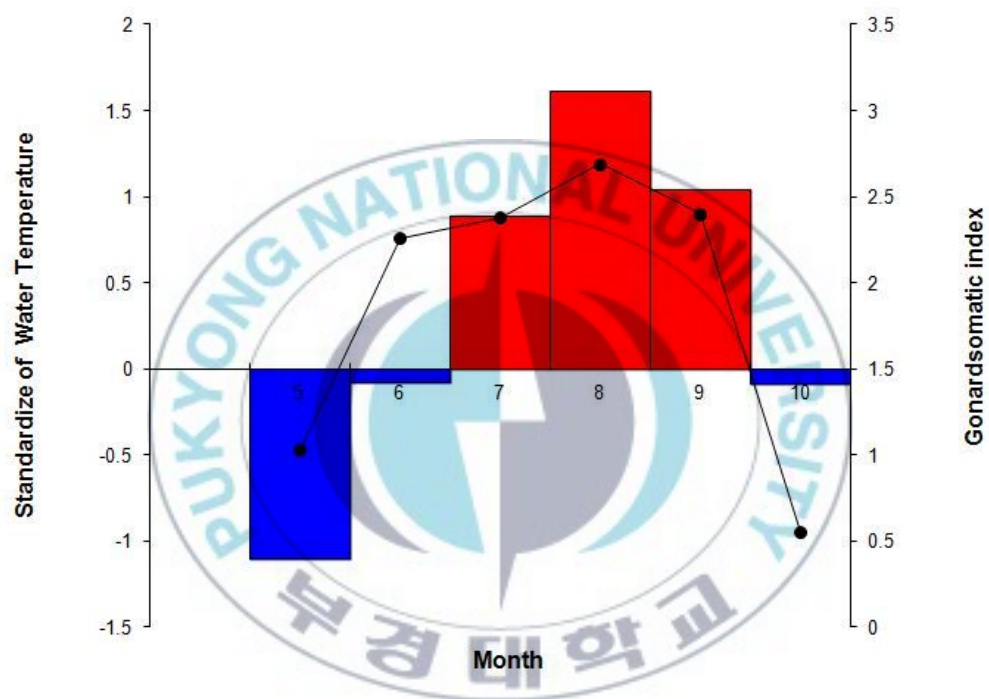


Fig. 10. Correlation of standardize of water temperature (bar) and gonadosomatic indices (GSI) (line) of *Marsupenaeus japonicus* females during May to October.

IV. 고 찰

우리나라 보리새우의 분포지역은 서해중부지역과 부산, 통영, 남해 인근 지역 등 우리나라 전 연안에 분포한다고 보고되고 있다 (Kim, 1977; Cha et al., 2001).

조사기간 동안 보리새우의 성비는 수컷의 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 수컷의 수가 많게 출현할 가능성이 있다 (Cha et al., 2002; Changcheng et al., 1987; Qisheng, 1987). 이처럼 교미 후 수컷 개체군의 상대적 조기 사망은 성장과도 밀접한 관계가 있음을 유추할 수 있다. 따라서 보리새우 개체군의 수컷의 성비가 높았던 이유도 암수의 사망시기의 차이 때문이라 사료되어진다. 그러나 본 연구에서는 연중 수컷의 성비가 높게 나타났는데, 이는 Cha et al. (2002)도 지적하였듯이 암·수컷의 성장유형의 차이 때문으로 판단되어진다. 둘째, 성비의 차이에 대한 하나의 설명으로 성전환을 고려해 볼 수 있다. 그러나 본 조사에서는 구체적인 성전환에 대하여 조사하지 못하였지만 수컷의 성비가 상대적으로 높았다는 것은 보리새우의 성전환 유무는 생식기의 형태학 및 조직학적 조사를 통해 보다 명확하게 조사되어야 할 것이다. 마지막으로 암수의 산란습성의 차이로 인한 것으로 보리새우가 주로 어획되는 삼중자망과 암수 보리새우의 행동특성에 따라 어구의 선택성에 영향을 미쳐 수컷의 성비가 연중 높았을 것이라고 판단되어진다. 또한 대부분의 보리새우과 새우류는 수심 깊은 곳으로

이동하여 산란하고 유생이 연안 쪽으로 이동하는 것으로 보고되고 있다 (Dall et al., 1990). 이러한 결과 산란기 시기에는 주로 암컷은 외해로 산란을 위해 이동하기 때문에 비교적 수심이 낮은 지역에는 상대적으로 수컷의 비율이 높아져 수컷의 성비가 높은 것으로 판단된다.

보리새우의 산란기는 GSI의 월별 변화를 관찰한 결과 주 산란 시기는 5월에서 9월까지인 초여름에서 초가을로 판단되어지며, 5월에 포란한 암컷을 대상으로 난 단계에 따른 생식소의 변화를 관찰한 결과 난 단계가 발달할수록 생식소의 중량이 증가한 결과로 보아 보리새우가 일 년에 두 번 산란에 참여할 가능성을 제시해 주고 있다. 또한 열대, 아열대에 서식하는 *Penaeus*, *Metapenaeus* 속의 종들은 연중 봄, 가을 2회의 주 산란기를 가진다고 보고하였다(O'connor, 1979; chow, 1993). 중하와 같은 대부분의 개방형 교접기의 보리새우는 암컷 난소성숙과 교미는 매우 밀접한 관계를 가지고 있으나, 반대로 대부분의 폐쇄형 교접기의 보리새우과 새우류의 교미는 연중 이루어질 것이라 보고하였다 (Courtney et al., 1989). 따라서 연중 2회의 산란이 가능할 것이라 판단되어진다.

또한 Pyen 과 Rho (1970)는 거제도 동쪽 연안에서 출현 채집되고 있는 보리새우 어미의 두흉갑장 범위는 42~65mm이며 5월에는 43~65mm(평균51mm) 월에는 42~62mm(평균57mm)로 되었다가 7월에는 다시44~60mm(평균50mm)로 줄어들고 있으며, 1968년 9월에 채집된 어미의 두흉갑장의 범위를 보면 46~58(평균50mm)의 것이 채집되고 있어서 9월에 채집된 어미의 크기는 그 달에 출현하는 전체의 대표 수치가 아니라 할지라도 5, 6, 7월산이 성장된 것으로는 볼 수 없을 것이다. 그러므로 거제도에서도 산란군에 2개 군이 있어서 조기에 산란하는 개체군과 후기에 산란하는 개체군이 따로 분포서식하고 있는 것으로 판단된다고 보고하고 있다. 그러나 본 연구에서는 특별히 2개의 산란군이 나타난 증거는 나타나지 않았다. 그러나 산란기가

4개월으로 장기적으로 이루어지며, 각 개체들의 성숙시기의 차이에 의한 산란시기의 차이로 인하여 산란이 2번 이루어지는 것으로 판단하는 것이라 판단된다. 본 연구에서 생식소를 관찰한 결과에서도 생식소 발달 후 완전히 방후 상태가 되는 것이 확인되었으며, 산란 후 생식에 에너지를 재투자한다는 어떠한 근거도 찾지 못하였다. 따라서 기존의 연구된 2개의 산란군에 대한 보다 정확한 조사가 이루어져야 할 것이라 판단된다.

새우류 산란에 관하여, Garcia (1977)와 O'Connor (1979)는 보리새우과 (Penaeidae)에 속하는 종은 일반적으로 일 년에 두 번 산란에 참여한다고 보고하였지만, Cha et al. (2002)에 의하면 우리나라 서해에서 대하 (*Penaeus chinensis*)는 일 년에 한번 산란에 참여한다고 보고하면서 서식 환경과 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 산란 시기는 젓새우와 중국젓새우가 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.

새우류 자원은 대부분 단년생으로서 해양환경의 변화에 따라 자원변동이 심한편이다. 따라서 환경변화에 따른 자원 변동 상태를 고려하여 충분한

잉여 자원량 확보가 필요하다. 새우류 자원은 다른 회유성 자원의 먹이 생물로서 대단히 중요한 위치를 차지하고 있으므로 새우류를 포식하는 대형 어류들의 분포밀도가 높아질 경우 새우 자원량의 급격한 변화를 초래할 수 있다. 또한 본 연구에서 지적하였듯이 자원 변동 상태를 환경의 영향이 즉각적이다. 자원의 변동 상태는 해당생물의 생식력과 관계가 깊다. 또한 이러한 생식은 환경의 영향에 따라 각기 달리한다. 본 연구에서도 보리새우의 생식도 중량지수와 수온과의 상관관계가 매우 밀접한 것으로 나타났다. 다시 말해 수온의 증가와 감소가 보리새우의 재생산에 밀접한 관계를 미치는 것으로 판단된다. 따라서 후행 연구에서 좀 더 환경과 보리새우의 산란 생태에 관한 보다 유용한 연구가 진행되어야 될 것이라고 판단된다.



V. 요 약

본 연구는 2000년 5월부터 2000년 10월까지 우리나라 남동 해안지역인 거제도를 중심으로 보리새우의 월별 암수의 성비, 체장 (갑각장)조성, 가입 유형의 개체군 동태와 생식소 중량지수, 체장과 포란수 및 생식소 중량의 상관관계를 파악함으로써 보리새우에 대한 전반적인 생식·생태학적 특성을 파악하는데 목적이 있다. 성비는 수컷의 비율이 전반적으로 높았으며, 조사 기간 동안 암수간의 성비는 유의한 차이가 있었다. 포란수와 갑각장은 동형 상관관계였다. 생식소 중량지수는 5월에서 9월까지 높았으며, 특히 9월에 가장 높았다. 군성숙도 갑각장은 49.62mm 로 추정되었으며, 일 년에 한번 산란하는 것으로 조사되었다. 또한 이러한 산란은 해수의 온도와 매우 밀접한 관계를 가지고 있으며, 생식소 중량지수와 수온과는 매우 밀접한 관계를 갖는다.

VI. 참고문헌

- 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. Fuiman, eds. Academic Press, London, 55-245.
- Campbell, A. 1985. Application of a yield and egg-per-recruit model to the lobster fishery in the Bay of Fundy. North American Journal of Fisheries Management, 5, 91-104.
- Cha, H. K., Lee, J. U., Park, C. S., Baik, C. I., Hong, S. Y., Park, J. H., Lee, D. W., Choi, Y. M., Hwang, K. S., Kim, Z. G., Choi, J. H. 2001. Shrimps of the Korean Waters. National Fisheries Research and Development Institute, Pusan, Korea, 188.
- Cha, H. K., C. W. Oh, S. Y. Hong and K. Y. Park. 2002. Reproductive and population dynamics of *Penaeus chinensis*(Decapoda; Penaeidea) on the western coast of Korea, Yellow Sea. Fisheries Res. 1262, 1-12.
- Changcheng, Y., D. Jingayo and H. Guangzu. 1987. Estimate of the stock abundance of Chinese prawn(*Penaeus orientalis* Kishinouye) in Bohai Sea with cohirt analysis area, Oceanal. Limnol. Sin /Haiyang Yu Huzhao, 18, 540-548.
- Choi, J. H., J. N. Kim., S. T. and H. K. Cha. 2002. Population dynamics of *Crangon hakodatei* from coastal area of Geoje Isaland, Korea, Journal of Fisheries Science, 35(4), 380-385. (in Korea)
- Chow, S. 1993. Timing of ovulation in the Atalantic White Shrimp

- Penaeus setiferus*(Decapoda, Penaeidea). Crustaceana, 64(2). 242-248.
- Courtney, A. J. and M. C. L. Dredge. 1989. Reproductive biology and Spawning periodicity of endeavor shrimps *Metapenaeus endeavouri* and *Metapenaeus ensis* from a central Queensland(Australia) fishery. Asian Fisheries Science. 3, 133-147.
- Dall. W., Hill, B. J. and Staples, D. J. 1990. The biology of the Penaeidae. In Advanced in Marine Biology, 27 (eds, J. H. S. Blaster and A. J. Southward), 1-461.
- Doi, T. 1972. Stock assessment of the Kuruma prawn, *Penaeus japonicus* Bate, in Hiuti-Nada area of the Seto inland sea, Bull. Tokai Reg. Res. Lab., 69:45-54. Issued also as NOAA Fish. Marine Serve Transi, M, 3319.
- Doi, T., K. Okada and K. Isibashi. 1973. Environmental assessment on survival of Kuruma prawn, *Penaeus japonicus*, in Tideland-I. Environmental conditions in Saizyo tideland and selection of essential chaaracteristics. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 76, 37-52.
- Garcia, S. 1977. Biologie et dynamique des populations de crevette roses (*P. duorarum*, Perez Farfante, 1967) en Cd'lvoire. Trav. Doc. ORSTROM, 79, 1-271.
- Haynes, E. B. and R. L. Wigley. 1969. Biology of the Northern shrimp, *Pandalus borealis* in the Gulf of Maine. Transactions of the American Fisheries Society, 98, 60-76.
- Hong, S. Y. 2006. Marine Invertebrates in Korean Coasts, 318.
- Kim, J. N. and Macrura. Lustrated Encyclopedia of Flora and Fauna, 19.

- Samwha Publishing College. Seoul, 56, 414. (in Korean)
- Kim, J. N., Choi, J. H., Kim, S. T., Cha, H. K. and Hong, S. Y. 2002. Three penaeid species (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) from the southeastern coast of Korea. *Journal of Fisheries Science and Technology*, 5, 235-244.
- Kim, J. N., Choi, J. H., Kim, D. H., Cha, H. K., Kong, Y. G., Lee, C. H. and Han, C. H. 2003. Two penaeid shrimps (Crustaceana, Decapoda) from Jeju Island, Korea. *Journal of Fisheries Science and Technology*, 6, 88-96.
- Kosaka, M. 1970. On the ecology of the sand shrimp *Crangon affinis* De Hann, as a prey of the demersal fishes in Sendai Bay. *Journal College. Marine Science and Technology Tokai University*, 4, 59-80.
- Lee, T. Y. and B. D. Lee. 1970. Ovarian cycle and oogenesis in *Penaeus japoicus* Bate. *Marine Laboratory Pusan Fisheries College*. 3, 45-52.
- O'Connor, C. 1979. Reproductive periodicity of a *Penaeus* esuient us population near low inlets. Queensland, Australia. *Aquaculture*. 16, 153-162.
- Oh, C. W. and I. J. Jeong. 2002. Fisheries biology of shrimp in the south western of Korea. I. Species composition of catch spawning season of *Acetes species*. for the Korea shrimp fishery. *Journal Korea Fish. Society*, 35(3), 223-230.
- Omori, M. 1974. The biology of pelagic shrimp in the ocean. *Advanced in Marine Biology*, 12, 233-324.
- 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. Sprinder-Verlag Press, Berlin, 191.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf. 1995. Biometry, W.H.Freeman and Company. New York. 1-887.
- Somerton, D. A. 1980. A computer technique for estimating the size of sexual maturity in crabs. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37, 1488-1249.
- Yang, J. and X. Tan. 2000. Food analysis of three cephalopod species in the Bohai Sea. Marine Science, 24, 53-55. (in Chinese)
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall Inc., Upper Saddle River, New Jersey, 663.
- 변충규. 1969. 보리새우 *Penaeus japonicus* Bate의 유생사육에 관하여. 한수지, 2(1), 87-91.
- 변충규. 1970. 보리새우 *Penaeus japonicus* Bate의 준계 산란군에 관한 생물학적 연구. 한수지, 3(4), 219-227.
- 변충규 and Rho S. 1970. 보리새우 *Penaeus japonicus* Bate의 생물학적 연구. Bull. Korean Fish Society. 3(2).
- 오택윤, 차형기, 최정화. 2004. 한국 거문도 인근해역의 민새우, *Parapenaeopsis tenella*의 개체군 동태. Bull. Korean Society Fish. Technology. 40(1).

감사의 글

논문을 마치고 “감사의 글”을 접하고 보니 지난 대학원 생활이 떠오릅니다. 일과 학교, 그리고 가정.. 두 마리도 아닌 세 마리 토끼를 놓치지 않으려고 무던히도 발버둥 쳤던 제 모습과 그 모습에 지지와 격려를 아끼지 않으셨던 제 주위에 모든 분들께 감사의 말씀을 드립니다.

무엇보다도 졸업에 이르기까지 미약하고 실수투성인 저에게 늘 챙겨주시고 끊임없이 인내와 용기를 심어 주시며 때로는 당근으로, 때로는 채찍으로 지도해 주시고 늘 제가 새롭게 다짐하고 도전할 수 있는 자극과 가르침을 주신 오철웅 교수님께 진심으로 감사드립니다. 3월에 출산하여 아기도 있고 해서 몸도 마음도 힘들었지만, 교수님의 세심한 관심과 배려로 무사히 논문을 마칠 수 있었습니다. 더불어 바쁘신 가운데 초라한 논문을 맡아서 열과 성으로 심사해 주신 김현우 교수님, 박원규 교수님의 세심한 지도로 그나마 논문으로서의 틀을 갖추게 되어 대단히 감사드립니다. 그리고 논문이 완성되는 마지막까지 따가운 질책으로 연구하는 자세와 긴장감을 놓지 않도록 해 주시고 본인의 시간과 노력을 들여서 걱정해 주시고 지도와 조언해 주신 나중현 박사님께 감사드립니다.

2년 반 동안 대학원 생활에 언제나 가까이에서 저의 많은 부분을 공유해주고 좋은 일, 슬픈 일 함께하며 큰 힘이 되어준 연화언니, 현주, 진경아 너무 고맙고 앞으로도 지금처럼 항상 함께하자. 논문을 준비하면서 뒤늦게 실험실에 들어와서 서먹서먹했지만, 늘 옆에서 챙겨주고 도와 준 민규야 너무 고맙고, 함께 한 시간이 짧지만 그래도 가족처럼 편하게 대해 준 생태학 실험실 식구 해민이, 진호, 형기, 인다, 멍멍, 아름이, 한용이, 호진이, 종구, 병근이 모두 너무 고마워.

어린 시절부터 늘 사랑과 관심으로 내 인생의 든든한 후원자가 되어 주신 우리 엄마... 엄마의 희생과 사랑이 아니었으면 제가 오늘 이 자리에 없었을지도 모릅니다. 딸 대신 손녀딸 돌보아 주신다고 고생 많으셨고, 너무 고맙고 사랑합니다. 딸은 없으시지만 묵묵히 내 편이 되어주신 사랑하는 우리 아빠에게도 감사드립니다. 그리고 사랑하는 우리 시아버님과 시어머님... 며느리 노릇도 제대로 못하는데 늘 제 편이 되어주시고 우리 수빈이 돌봐주시고 이빠해 주셔서 죄송하고 너무 감사드립니다. 마지막으로, 누구보다 옆에서 격려와 관심으로 지지해주고 내조해 준 사랑하는 남편에게 이 작은 기쁨을 바칩니다. 그리고 눈에 넣어도 아프지 않을 나의 딸 수빈아 지금처럼 아프지 않고 늘 건강하게 자라길 바라고 엄마가 그 무엇보다도 소중히 여기고 사랑해.

이제 졸업을 앞두고 사회를 나가는 문턱에 서니 설렘과 두려움이 앞섭니다. 하지만 지금까지 해 왔던 것처럼 주위에 모든 분들 실망시키지 않고 세상에 보탬이 되고 후회 없는 삶을 살도록 하루하루 노력하는 사람이 되겠습니다. 감사합니다.