



## 이 학 석 사 학 위 논 문

# 한국 근해에 출현하는 꽃게과(Crustacea: Decapoda) 유생의 시·공간적 분포



2018년 8월

부경대학교대학원

해양생물학과

이 현 규

## 이 학 석 사 학 위 논 문

# 한국 근해에 출현하는 꽃게과(Crustacea: Decapoda) 유생의 시·공간적 분포

지도교수 박 원 규

이 논문을 이학석사 학위논문으로 제출함.

2018년 8월

H

O

부경대학교대학원

해양생물학과

이 현 규

## 이현규의 이학석사 학위논문을 인준함.

2018년 8월



List of Figures iii
List of Tables vi
Abstract
I. 서론1
Ⅱ. 재료 및 방법
2.1 시료 채집 3
2.2 꽃게과 유생의 동정 5
2.3 자료 분석 6
Ⅲ. 결과
3.1 환경요인 7
3.1.1 표층 수온과 염분의 분포 7
3.2 꽃게과 유생의 출현 10
3.2.1 꽃게과 유생의 평균 밀도 변화 10
3.2.2 유생의 출현 시기와 평균 밀도 12
3.2.3 유생의 발달 단계별 밀도 변화 14

3.3 꽃게과 유생의 분포	21
3.3.1 유생의 발달 단계별 분포 패턴	21
3.4 환경 요인과 꽃게과 유생 간의 상관관계	29
3.4.1 표층 수온, 염분과 유생 단계별 밀도 사이의 상관관7	레
	29

`

IV. 고 찰
V. 참고문헌
41

## List of Figures

 Fig. 9. Mean density of unidentified portunid larvae by larval stages during the study period ...... 20

Fig. 11. Distribution patterns of *Portunus trituberculatus* larvae in June and September 2016 ...... 25

Fig. 13. Distribution patterns of Liocarcinus corrugatus

larvae in November 2016		27
-------------------------	--	----

`

Fig.	14.	Distri	bution	patter	ns c	of	unidentified	portunid	larvae	in
Sept	temł	ber an	d Nove	ember	201	6				28



## List of Tables

Table 1. Mean density of portunid larvae in Korean waters in201613

Table 2. Results of Pearson correlation analysis betweenlarval stage of Ovalipes punctatus and SST, SSS in Koreanwaters in 201630

Table 3. Results of Pearson correlation analysis betweenlarval stage of Portunus trituberculatus and SST, SSS inKorean waters in 201631

Table 4. Results of Pearson correlation analysis betweenlarval stage of Charybdis bimaculata and SST, SSS inKorean waters in 201632

Table 5. Results of Pearson correlation analysis betweenlarval stage of Liocarcinus corrugatus and SST, SSS inKorean waters in 201633

Table	6.	Results	of	Pears	son	corre	elation	anal	ysis	betv	ve	en
larval	sta	ge of u	nide	ntified	por	tunid	larvae	and	SST	, SS	S	in
Korea	n w	aters in	201	6					•••••			34

`



## Spatio-temporal distribution of Portunid (Crustacea: Decapoda) larvae in Korean waters

Hyeongyu Lee

Department of Marine Biology, The Graduate School, Pukyong National University

#### Abstract

The spatio-temporal distribution of portunid larvae were investigated in Korean waters from February to November in 2016. Sea surface temperature (SST) was highest in September and lowest in February. Sea surface salinity (SSS) was highest in March and lowest in September. Mean density of total portunid larvae were highest in October and lowest in February. Total 5 species were identified. *Ovalipes punctatus* larvae were occurred in February and March. *Portunus trituberculatus* larvae were occurred in June and September. *Charybdis bimaculata* larvae were occurred from September to November. *Liocarcinus corrugatus* larvae were only occurred in November. Unidentified portunid larvae were occurred in September and November. Megalopal stages showed wider distribution range than the other stages, and distributed high density in onshore stations with early stages. Larval occurrence of each portunid species showed seasonality and the range of distribution by larval development stages of each portunid larvae were different.



## I. 서론

해양 십각류는 유생 시기에 일시적인 부유유생기를 지낸다(Anger, 2001; Korn and Kornienko, 2013). 이들 유생은 분산을 함으로써 공 간 경쟁과 먹이 경쟁을 피하고 새로운 서식지에 정착하는데 유리하다 (Koettker and Lopes, 2013). 또한, 분산은 성체 개체군 형성에 영향 을 끼치며, 개체군과 유생 간의 연결 작용을 한다(Pineda et al., 2007; Morgan et al., 2009).

유생의 분포는 수온, 염분, 클로로필, 해류 그리고 조석과 같은 해양 학적 특성에 영향을 받으며(Anger, 2001) 특히, 해양물리학적 특징과 생물학적 특징의 복잡한 상호 작용에 의해 시·공간적으로 다양하게 나타난다(Pineda et al., 2007). 달랑게과 *Leptuca uruguayensis* 유 생은 바람 등의 물리적 작용에 의해 분포에 영향을 받았고(Bogazzi et al., 2001), 바늘이마새우붙이속 *Munida gregaria* 초기 유생은 해류를 이용하여 외양으로 분산되었다가 성장 후 다시 연안으로 되돌아오는 생활사를 보였다(León et al. 2008). 이러한 요인들은 유생의 수평, 수 직적 분포와 유생 생산에 영향을 주어 성체 개체군으로의 가입을 촉진 한다(Anger, 2001; Queiroga and Blanton, 2005; Pires et al., 2013).

꽃게과의 게류는 한국 해역에 19종이 서식한다(Ko and Lee, 2012). 꽃게과에 속하는 꽃게 *Portunus trituberculatus* 유생은 4월부터 9월 까지 주로 서해에 분포하며(Jang et al., 2005; Jo et al., 2013), 민꽃 게 *Charybdis japonica* 유생은 식물플랑크톤이 대번무를 일으키는 시 기에 대량 생산된다(Yeon, 2011). 이처럼 유생의 출현 시기와 분포를

1

파악하는 것은 성체의 산란장과 그들의 분포에 영향을 주는 요인 등을 파악하는 지표가 될 수 있다(Lough, 1975).

우리나라 해역은 동해, 서해, 남해 그리고 대한해협으로 나뉘며, 그 영역에 따라 수심, 해류 등의 환경적 차이가 존재한다(Ha et al., 2006). 동해와 남해는 활발한 수괴의 혼합으로 높은 종 다양성과 생 물의 다양한 분포 양상을 보이는 것과 달리 서해는 다른 해역과의 수 괴 혼합이 약하여 낮은 종 다양성과 생물의 일정한 분포 양상을 보인 다(Redstock and Kang, 2003).

이와 같은 해양환경적 특징들로 인해 꽃게과 유생의 계절별 출현 양 상과 종별 분포에 차이가 있을 것으로 생각된다. 이 연구는 우리나라 에 출현하는 종별 꽃게과 유생의 계절별 출현 시기와 유생 단계별 분 포 패턴을 조사하여 이들 유생의 시·공간적인 분포를 파악하고자 한 다.

## Ⅱ. 재료 및 방법

## 2.1 시료 채집

시료는 2016년 2월부터 11월까지 총 143개 정점에서 채집되었으 며 월별 정점 수는 차이가 있다(Fig. 1). Bongo net (망구 80 cm, 망 목 333 µm)를 수심 200 m 까지 내려 저층에서 표층까지 경사채집 하 였고, 수심이 200 m 이하인 정점들은 최대 수심의 10 m 위의 수심까 지 내려 예망하였다. 정량분석을 하기 위해 유량계(Hydro-bios model 438115)를 이용하여 여과된 해수량을 측정하였다. 시료 채집 후 CTD (SBE 9 plus)를 이용하여 동일한 조사 정점에서의 수온과 염 분을 측정하였다. 채집된 시료는 70% 알코올로 즉시 고정하였다.

4



Fig. 1. Map of sampling stations in Korean waters in 2016. (a) February, (b) March,(c) June, (d) September, (e) October, (f) November

#### 2.2 꽃게과 유생의 동정

채집된 동물플랑크톤 시료는 생물량이 많으면 플랑크톤 박스 스플리 터(Motoda, 1959)로 300~500개체가 되도록 분할하였다. 해부현미경 (Olympus SZX2-ILLK)과 광학현미경(Wild M20)을 이용하여 게류 유생을 일차적으로 선별한 후 꽃게과 유생만을 동정 및 계수하였다.

유생의 동정은 Chihara and Murano (1997)와 Rice (1980)의 분류 체계를 따라 과 수준까지 동정하였다. 이후 Ko and Lee (2012)의 분 류 체계를 따라 꽃게과 유생을 가능한 종 수준까지 동정하였다. 종별 유생의 발달 단계는 제 2소악 내지, 대악, 꼬리마디의 강모수 그리고 제 2촉각 내지 싹의 발달 정도 등의 형태적 특징에 따라 조에아 I기 부터 메갈로파 기까지 구분하였다.

단계 구분이 완료된 유생들은 발달 단계에 따라 조에아 I~Ⅱ기를 초기 단계(Early stage), 조에아 Ⅲ~V기를 후기 단계(Later stage) 그리고 메갈로파 단계(Megalopal stage)로 나누었다. 동정 및 계수 후 단위체적당 개체수(inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>)로 환산하여 출현 유생의 단계별 밀도를 구하였다.

### 2.3 자료분석

조사 정점의 월별 표층 수온과 염분의 분포 그리고 꽃게과 유생의 단계별 밀도 분포 패턴을 Surfer 10 (Golden Software, Inc. 2011)를 사용하여 나타내었다. 표층 수온, 염분과 유생 평균 밀도 사이의 상관 관계를 분석하기 위해 피어슨 상관 분석(Pearson correlation analysis)을 실시하였다. 통계 분석은 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, version 12.0)프로그램을 사용하였다.



## Ⅲ. 결과

### 3.1 환경요인

#### 3.1.1 표층 수온과 염분의 분포

표층 수온(SST)과 염분(SSS)의 수평 분포는 수심 10 m 를 기준 으로 측정하였다(Fig. 2, 3). 전체 SST 의 범위는 4.2~30℃로 조사 기간 중 2월이 4.2~16.4℃로 가장 낮았고, 9월이 12.4~30℃로 가장 높았다(Fig. 2). 전체 SSS 의 범위는 28.1~34.8 psu로 조사 기간 중 9월이 28.1~34.2 psu로 가장 낮았고, 3월이 31.7~34.8 psu로 가장 높았다(Fig. 3).



Fig. 2. Horizontal distributions of Sea surface temperature(SST) at 10 m depth in 2016. (a) February, (b) March, (c)June, (d) September, (e) October, (f) November



Fig. 3. Horizontal distributions of Sea surface salinity (SSS) at 10 m depth in 2016. (a) February, (b) March, (c) June, (d) September, (e) October, (f) November

## 3.2 꽃게과 유생의 출현

#### 3.2.1 꽃게과 유생의 평균 밀도 변화

유생의 전체 밀도 범위는 4.08~364.02 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>였다. 조 사 기간 중 2월에 4.08 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 가장 낮았고, 10월에 364.02 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 가장 높았다. 월별 밀도는 2월부터 10월 까지 증가하였으며, 이후 감소했다(Fig. 5).





Fig. 4. Variations of mean density of portunid larvae in Korean waters in 2016.

H

**ot** 11

AL IN

#### 3.2.2 유생의 출현 시기와 평균 밀도

조사 기간 내에 꽃게과 유생은 총 5종이 출현하였다. 2월과 3월에 출현한 깨다시꽃게 *Ovalipes punctatus* 유생의 밀도는 2월에 4.08 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, 3월에 10.77 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>이었다. 6월과 9월에 출현 한 꽃게 *Portunus trituberculatus* 유생의 밀도는 6월에 46.81 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, 9월에 26.30 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>이었다. 9월부터 11월까지 출현 한 두점박이민꽃게 *Charybdis bimaculat* 유생의 밀도는 9월에 299.27 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, 10월에 364.02 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> 그리고 11월 에 84.95 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>이었다. 주름꽃게 *Liocarcinus corrugatus* 는 오직 11월에 59.83 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>이었다. 꽃게과 Unidentified portunid zoea 는 9월에 15.63 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>이었고, 꽃게과 Unidentified portunid megalopa 는 11월에 0.01 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>이 었다(Table 1)..

ot il

Table 1. Mean density of portunid larvae in Korean waters in 2016

Month	Species	Mean density (inds.10 <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )
February	Ovalipes punctatus	4.08
March	Ovalipes punctatus	10.77
June	Portunus trituberculatus	46.81
September	Charybdis bimaculata	299.27
(9	Portunus trituberculatus	26.30
Y	Unidentified portunid zoea	15.63
October	Charybdis bimaculata	364.02
November	Charybdis bimaculata	84.95
	Liocarcinus corrugatus	59.83
	Unidentified portunid megalopa	0.01

#### 3.2.3 유생의 발달 단계별 밀도 변화

조사 해역에서 출현한 유생을 초기(Early), 후기(Later) 그리고 메갈로파(Megalopa) 단계로 나누어 단계별 밀도 변화를 그래프로 나타내었다(Fig. 6~10). 깨다시꽃게 유생의 밀도는 2월에 후기 유 생이 2.26 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 가장 높았다. 그 다음 초기 유생이 1.76 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>였고, 메갈로파 유생은 0.06 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 가 장 낮았다. 3월에는 후기 유생이 5.92 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 가장 높았다. 그 다음 메갈로파 유생이 4.66 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>였고, 초기 유생은 5.92 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 가장 낮았다(Fig. 6).

꽃게 유생의 밀도는 6월에 초기 유생이 24.15 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 가장 높았다. 그 다음 후기 유생이 11.50 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>였고, 메갈 로파 유생은 11.17 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 가장 낮았다. 9월에는 오직 후 기 유생만이 26.30 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 출현하였다(Fig. 7).

두점박이민꽃게 유생의 밀도는 9월에 초기 유생이 123.68 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 가장 높았다. 그 다음 후기 유생이 121.24 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> <sup>3</sup>였고, 메갈로파 유생은 54.36 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 가장 낮았다. 10월 에는 후기 유생이 209.09 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 가장 높았다. 그 다음 초기 유생이 109.62 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>였고, 메갈로파 유생은 45.32 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 가장 낮았다. 11월에는 후기 유생이 47.11 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 가장 높았다. 그 다음 메갈로파 유생이 33.34 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>였고, 초기 유생은 4.88 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 가장 낮았다(Fig. 8).

주름꽃게 유생의 밀도는 11월에 후기 유생이 28.20 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 가장 높았다. 그 다음 메갈로파 유생이 25.06 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>

였고, 초기 유생은 7.32 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 가장 낮았다(Fig. 9).

꽃게과 유생의 밀도는 9월에 후기 유생이 14.12 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 가장 높았다. 그 다음 초기 유생이 1.51 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 가장 낮았 고, 메갈로파 유생은 출현하지 않았다. 11월에는 오직 메갈로파 유 생만이 0.85 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 출현하였다(Fig. 10).





Fig. 5. Mean density of *Ovalipes punctatus* larvae by larval stages during the study period.



Fig. 6. Mean density of *Portunus trituberculatus* larvae by larval stages during the study period.

ot 11

A ....



Fig. 7. Mean density of *Charybdis bimaculata* larvae by larval stages during the study period.

ot 11

1



Fig. 8. Mean density of *Liocarcinus corrugatus* larvae by larval stages during the study period.

**ot** 11



Fig. 9. Mean density of unidentified portunid larvae by larval stages during the study period.

II

#### 3.3 꽃게과 유생의 분포

#### 3.3.1 유생의 발달 단계별 분포 패턴

깨다시꽃게 유생은 2월에 총 8개의 정점에서 출현하였다. 초기 유 생은 7개 정점에서 7.08~71.82 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도 범위로, 후기 유생과 메갈로파 유생보다 출현 범위가 넓었다. 후기 유생은 8.83~87.36 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도 범위로 5개의 정점에서 출현하였 다. 메갈로파 단계는 4.18 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도로 오직 1개의 정점 에서만 출현하여 출현 범위가 좁았다. 3월에는 17개의 정점에서 출 현하였고, 초기 유생은 19.82 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도로 오직 1개의 정점에서만 출현하여 출현 범위가 좁았다. 후기 유생은 23.18~338.08 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도 범위로 7개의 정점에서 출현 하였다. 메갈로파 유생은 13개의 정점에서 8.13~128.52 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도 범위로 초기와 후기 유생보다 출현 범위가 넓었다(Fig. 11).

꽃게 유생은 6월에 9개의 정점에서 출현하였다. 초기 유생은 507.12 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도로 오직 한 정점에서만 출현하여 출현 범위가 좁았다. 후기 유생은 15.95~169.04 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도 범위로 3개의 정점에서 출현하였다. 메갈로파 유생은 8개의 정점에 서 3.27~112.93 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도 범위로 초기와 후기 유생보 다 출현 범위가 넓었다. 9월에는 2개의 정점에서 후기 유생만이 90.84와 2144.59 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도로 출현하였다(Fig. 12).

21

두점박이민꽃게 유생은 9월에 50개의 정점에서 출현하였다. 초기 유생은 19개의 정점에서 64.26~6280.76 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도 범 위로 후기와 메갈로파 유생보다 출현 범위가 좁았다. 후기 유생은 46.97~1600.98 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도 범위로 30개의 정점에서 출 현하였다. 메갈로파 유생은 35개의 정점에서 21.33~649.28 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도 범위로 초기와 후기 유생보다 출현 범위가 넓었다. 10월에는 35개의 정점에서 출현하였다. 초기 유생은 20개 정점에서 14.49~2161.57 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도 범위로, 후기와 메갈로파 유 생보다 출현 범위가 좁았다. 후기 유생은 29개의 정점에서 14.49~3842.15 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도 범위로, 초기와 메갈로파 유 생보다 출현 범위가 넓었다. 메갈로파 유생은 23개의 정점에서 14.49~654.14 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도 범위로 출현하였다. 11월에는 34개의 정점에서 출현하였다. 초기 유생은 6개의 정점에서 9.76~112.22 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도 범위로, 후기 와 메갈로파 유생 보다 출현 범위가 좁았다. 후기 유생은 9.00~999.13 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> 의 밀도 범위로 18개의 정점에서 출현하였다. 메갈로파 유생은 20 개의 정점에서 9.76~561.08 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도 범위로 초기와 후기 유생보다 출현 범위가 넓었다(Fig. 13).

주름꽃게 유생은 13개의 정점에서 11월에만 출현하였다. 초기 유 생은 176.93와 299.03 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도로 2개의 정점에서만 출현하여 출현 범위가 좁았다. 후기 유생은 81.04~576.94 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도 범위로 5개의 정점에서 출현하였다. 메갈로파 유생 은 8개의 정점에서 56.71~785.52 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도 범위로 초 기와 후기 유생보다 출현 범위가 넓었다(Fig. 14). 9월에 꽃게과 유생은 6개의 정점에서 출현하였다. 초기 유생은 47.31와 81.04 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 2개의 정점에서만 출현하여 출현 범위가 좁았다. 후기 유생은 5개의 정점에서 39.38~799.03 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도 범위로 출현 범위가 넓었고 메갈로파 유생은 출현 하지 않았다. 11월 꽃게과 유생은 오직 메갈로파 유생이 55.06 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>의 밀도로 1개의 정점에서만 출현하였다(Fig. 15).





Fig. 10. Distribution patterns of *Ovalipes punctatus* larvae in February and March 2016.



Fig. 11. Distribution patterns of *Portunus trituberculatus* larvae in June and September 2016. Asterisks (\*) indicate no larval occurrence.



Fig. 12. Distribution patterns of *Charybdis bimaculata* larvae in September, October and November 2016.



Fig. 13. Distribution patterns of *Liocarcinus corrugatus* larvae in November 2016.

CH OL M



Fig. 14. Distribution patterns of unidentified portunid larvae in September and November 2016. Asterisks (\*) indicate no larval occurrence.

## 3.4 환경 요인과 꽃게과 유생 간의 상관관계

### 3.4.1 표층 수온, 염분과 유생 단계별 밀도 사이의 상관관계

표층 수온, 염분과 종별 유생 발달 단계 간의 상관분석을 실시하여 표로 나타내었다(Table 2~6). 꽃게과의 메갈로파 단계를 제외한 깨 다시꽃게, 꽃게, 두점박이민꽃게 그리고 주름꽃게의 모든 유생 단계는 표층 수온, 염분과의 상관관계가 없었다. 꽃게과의 메갈로파 단계와 표층 수온 간에는 유의한 음의 상관관계가 있었고(r = -0.871, p < 0.05), 표층 염분과는 유의한 양의 상관관계가 있었다(r = 0.883, p < 0.05).



Table 2. Results of Pearson correlation analysis between larval stage of *Ovalipes punctatus* and SST, SSS in Korean waters in 2016

Species	Stages	S	ST	SSS		
	Blugeb	r	р	r	р	
	Early	0.226	>0.05	0.237	>0.05	
Ovalipes punctatus	Later	0.311	>0.05	0.256	>0.05	
20	Megalopa	-0.035	>0.05	-0.088	>0.05	
AUG	R a	HP	I	SITE		

Table 3. Results of Pearson correlation analysis between larval stage of *Portunus trituberculatus* and SST, SSS in Korean waters in 2016

Species	Stages	SST		SSS		
	514805	r	р	r	р	
6	Early	-0.535	>0.05	0.500	>0.05	
Portunus trituberculatus	Later	0.215	>0.05	-0.091	>0.05	
K	Megalopa	-0.535	>0.05	0.130	>0.05	
2				7		
	N SI	HQ	i il	/		

Table 4. Results of Pearson correlation analysis between larval stage of *Charybdis bimaculata* and SST, SSS in Korean waters in 2016

Species	Stages	S	ST	SSS		
		r	р	r	р	
/	Early	0.004	>0.05	-0.073	>0.05	
Charybdis bimaculata	Later	-0.011	>0.05	-0.070	>0.05	
(X)	Megalopa	0.080	>0.05	-0.033	>0.05	
Ind				41		
	N A	HQ	i ul	/		

Table 5. Results of Pearson correlation analysis between larval stage of *Liocarcinus corrugatus* and SST, SSS in Korean waters in 2016

Species	Stages	SST		SSS		
	Brugeb	r	р	r	р	
/	Early	0.324	>0.05	0.411	>0.05	
Liocarcinus corrugatus	Later	0.340	>0.05	0.230	>0.05	
(X)	Megalopa	-0.003	>0.05	0.009	>0.05	
Ind	IS W	HQ	1	TT		

Table 6. Results of Pearson correlation analysis between larval stage of unidentified portunid larvae and SST, SSS in Korean waters in 2016

Species	Stages	S	ST	S	SSS	
	514805	r	р	r	р	
/	Early	0.467	>0.05	0.666	>0.05	
Unidentified portunid larvae	Later	0.327	>0.05	-0.089	>0.05	
X	Megalopa	-0.871	<0.05	0.883	<0.05	
na	er i	CH S	1	T		

## Ⅳ. 고 찰

성체의 서식지는 유생의 출현과 분포에 주된 요소가 될 수 있고 (Pochelon et al., 2017), 유생은 서식지에 따라 적합한 발달 전략을 갖는다(Dos Santos et al., 2004). 부채게과 *Monodaeus couchii* 는 심해종으로 유생의 보다 높은 생존율을 위해 식물플랑크톤이 번무하는 지역에 초기 유생의 분포 밀도를 높게 한다(Pochelon et al., 2014). 우리나라의 서해와 남해는 영양염이 풍부하고 수심이 낮으며 대륙붕이 완만하다(Kim et al., 2001; Park et al., 2007). 대부분의 꽃게과는 주 로 서해와 남해에 높은 풍도를 보이는데 결과에서 이들의 유생 또한 서해와 남해에 분포하는 것은 꽃게과 유생들이 서해와 남해의 풍부한 영양염을 이용하기 위한 분포 전략으로 생각할 수 있다.

우리나라 해역은 온대 해역으로 (Zhang and Kim, 1995), 온대 해역 에 서식하는 동물플랑크톤의 종 다양성, 생체량 등은 수온이 상승할 때 증가하고 하강할 때 감소하는 패턴을 보인다(Dolan and Coats, 1990; Uye et al., 1996, Edwards and Richardson, 2004). 또한, 종 별 서식 수온의 범위는 종의 지리적 분포와 산란에 밀접한 관련이 있 다(Anger, 2001). 조사 기간 중 표층 수온이 약 10℃로 가장 낮았던 2월에 전체 꽃게과 유생의 밀도가 4.08 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 가장 낮았고, 표층 수온이 약 25℃로 가장 높았던 9월에 꽃게과 유생의 밀도가 341.20 inds. 10<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>로 높게 나타나 이전 연구의 결과들과 유사하였 다. 따라서 한국 근해에 출현하는 꽃게과 종들의 유생은 상대적으로 높은 표층 수온 범위에서 산란기를 갖는 것으로 보인다.

35

게류 유생은 성체가 선호하는 적정 산란 수온 등의 환경요인에 따라 출현의 계절성을 보인다(Rasheed and Mustaquim, 2010; Ogburn, 2011; Almeida et al., 2013). 국내에 서식하는 대다수 꽃게과의 게류 는 5~10월에 산란을 하며, 적정 산란 수온은 약 20~28℃의 범위로 알려져 있다(Pyen, 1970; Kim, 2001; Jang et al., 2005).

깨다시꽃게는 전세계에 넓은 서식 범위를 보이고(Archdale and Kawamura, 2011), 우리나라에서는 전해역에 걸쳐 분포하며 주로 남 해에 서식한다(Shin et al., 2010; Yoon et al., 2015). 이들은 광온, 광 염종으로 동중국해에서 표층 수온이 높은 9월부터 산란기를 가지며 산란된 유생들은 3~4월에 착저를 한다(Chen et al., 2009; Yu, 2010). 조사 기간 중 표층 수온 범위가 가장 낮았던 2월과 3월까지 유생이 출현한 것은 이들이 광온, 광염종이기 때문에 수온이 높은 9월부터 수 온이 낮은 2월까지 광범위하게 출현하는 것으로 생각된다.

두점박이민꽃게는 우리나라 전해역에 걸쳐 분포하며 주로 서해와 남 해에 아주 높은 풍도로 출현한다(Kim, 1973; Huh et al., 2010; Song et al., 2012). 포란기는 7~9월 그리고 12월로 알려져 있다(Hong et al., 2006). 조사 기간 중 유생은 표층 수온 범위가 약 12~30℃인 9~11월 서해와 남해에 주로 출현하여 이전 연구에서 알려진 산란 수 온의 범위에서 출현하였다. 두점박이민꽃게 성체 개체군은 겨울철 우 리나라 연안에서 낮은 풍도를 보였지만, 여름에 높은 풍도를 보였다 (Huh et al., 2010; Song et al., 2012). 성체 개체군이 여름철 연안에 서 높은 풍도를 보였던 것은 표층 수온의 범위가 상대적으로 고수온인 9~11월경에 산란을 하기 위해 연안으로 이동했기 때문인 것으로 여 겨지며, 성체와 유생의 출현 시기는 서로 밀접한 관계가 있는 것으로

36

보인다.

꽃게 Portunus trituberculatus 는 우리나라 동해, 서해, 남해 그리 고 동중국해까지 넓게 분포한다. 약 18~28℃의 수온 범위 내에서 산 란을 하며 산란기는 4~9월로 주산란기는 5~7월이다(Pyen, 1970; Jo et al., 2013). 조사 기간 중 유생이 출현한 6월과 9월의 표층 수온의 범위는 약 12~30℃로 이전 연구에서 밝혀진 선호 산란 수온 범위였 다. 꽃게의 성체는 수온이 상승하는 3월에 제주도 남서쪽부터 남서해 연안을 따라 이동하여 산란과 성장을 하는 동중국해 계군과 서해 중부 해역부터 서해안으로 이동하며 산란과 성장을 하는 서해 계군의 총 2 계군이 존재하는 것으로 알려져 있다(Jang et al., 2005). 조사 기간 중 유생이 동중국해부터 남해까지 출현한 것으로 보아 2계군중 동중 국해 계군으로 추정이 된다.

유생이 분산을 하여 수송되는데 영향을 주는 요인으로는 주로 조석, 해류 그리고 와류 등의 해양물리학적 요소들이 있다(Anger, 2001; Pineda et al., 2007). 연안 해역은 생산성이 높은 해역으로(Sigman and Hain, 2012; Ask et al., 2016), 연안에서 산란되어 해양물리적인 작용에 의해 분산되어 퍼져 나간 일부 게류 종의 유생은 착저기를 거 치고 다시 산란에 유리한 곳으로 돌아오는 패턴을 보인다(Queiroga, 1997; Yeon et al., 2011; Jo et al., 2013; Pochelon et al., 2017). 조 사 기간 동안 대부분의 유생 단계의 밀도가 육지와 인접한 정점에서 높았고, 외양 정점으로 갈수록 그 밀도가 감소하였다. 특히 초기 유생 과 후기 유생은 연안에 높은 밀도로 존재하였고 메갈로파 유생은 보다 외양에 높은 밀도로 출현하였다. 출현 개체가 적었던 주름꽃게 유생을 제외하고 깨다시꽃게, 꽃게 그리고 두점박이민꽃게 유생은 종별 출현 기간의 후반부로 갈수록 연안 정점에서 메갈로파 유생의 출현 밀도가 초기 유생보다 높았다. 이는 유생이 연안에서 산란되어 퍼져나가 성장 후 다시 연안으로 돌아오는 꽃게과 유생의 생존 전략으로 여겨지며 이 전의 꽃게과 유생의 분포 연구와 유사한 분포 패턴을 보였다.

본 연구에서는 우리나라에 출현하는 꽃게과 유생이 알려진 산란 수 온 범위에서 출현하는 것과 단계별 유생의 분포 범위를 파악하였다. 추가적으로 한국 해역의 서로 다른 지질학적 특징과 해류, 조석 등의 유생 수송에 큰 영향을 끼치는 해양 물리적 요소 그리고 꽃게과 종의 종 특이적인 생활사 패턴 등을 고려하여 추가적인 종별 분포 패턴 연 구의 필요성이 요구된다.



## V. 참고문헌

- Almeida, A. C., Hiyodo, C. M., Cobo, V. J., Bertini, G., Fransozo, V., and Teixeira, G. M. 2013. Relative growth, sexual maturity, and breeding season of three species of the genus *Persephona* (Decapoda: Brachyura: Leucosiidae): a comparative study. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 93(6), 1581-1591.
- Anger, K. 2001. The biology of decapod crustacean larvae. Lisse: AA Balkema Publishers, 14: 1-420.
- Archdale, M. V., and Kawamura, G. 2011. Evaluation of artificial and natural baits for the pot fishery of the sand crab *Ovalipes punctatus* (De Haan, 1833). Fisheries research, 111(3), 159-163.
- Ask, J., Rowe, O., Brugel, S., Strömgren, M., Byström, P., and Andersson, A. 2016. Importance of coastal primary production in the northern Baltic Sea. Journal of the Human Environment, 45(6), 635-648.

- Bogazzi, E., Iribarne, O., Guerrero, R., & Spivak, E. 2001. Wind pattern may explain the southern limit of distribution of a southwestern Atlantic fiddler crab. [Un patrón de vientos puede explicar el límite sur de distribución del cangrejo violinista del Atlántico sudoccidental]. Journal of Shellfish Research, 20, 353-360.
- Chen, X. Q., Yu, C. G., Yu, C. D., Ning, P., Zhang, F. J., and Zheng, J. 2009. Structural characteristics of crab communities in offshore waters in mid-southern East China Sea. Yingyong Shengtai Xuebao, 20(10).
- Chihara, M., and Murano, M. 1997. An Illustrated guide to marine plankton in Japan. Tokai University Press, 1-1574.
- Dolan, J. R., and Coats, D. W. 1990. Seasonal abundances of planktonic ciliates and microflagellates in mesohaline Chesapeake Bay waters. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 31(2), 157-175.
- Dos Santos, A., Calado, R., Bartilotti, C., and Narciso, L. 2004. The larval development of the partner shrimp *Periclimenes*

*sagittifer* (Norman, 1861) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae: Pontoniinae) described from laboratoryreared material, with a note on chemical settlement cues. Helgoland Marine Research, 58(2), 129-139.

- Edwards, M., and Richardson, A. J. 2004. Impact of climate change on marine pelagic phenology and trophic mismatch. Nature, 430(7002): 881-884.
- Rebstock, G. A., and Kang, Y. S. 2003. A comparison of three marine ecosystems surrounding the Korean peninsula: responses to climate change. Progress in Oceanography, 59(4), 357-379.
- Ha, K. J., Jeong, G. Y., Jang, S. R., and Kim, K. Y. 2006. Variation of the sea surface height around the Korean Peninsula with the Use of Multi-satellite Data (Topex/Poseidon, Jason-1, ERS, Envisat) and its association with sea surface temperature. Korean Journal of Remote Sensing, 22(6): 519-531.
- Hong, S. Y., Park, K. Y., Park, C. W., Han, C. H., Suh. H. L., Yun, S.G., Song, C. B., Jo, S. G., Lim, H. S., Kang, Y. S., Kim, D.J., Ma, C. W., Son, M. H., Cha, H. K., Kim, K. B., Choi, S.

D., Park, K. Y., Oh, W. W., Kim, D. N., Shon, H. S., Kim, J. N., Choi, J. H., Kim, M. H., and Choi, I. Y. 2006. Marine invertebrates in Korea coasts. Academy. Korea. pp 317-409.

- Huh, S. H., Park, J. M., Jeong, D. S., and Baeck, G. W. 2010. Seasonal and interannual variation in species composition and abundance of decapod assemblages collected using pots in the coastal waters off Gori, Korea. Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 43(5), 503-509.
- Jang, I. G., Jeon, J. C., Seo H. C., and Lee, J. Y. 2005. The culture of swimming crab. The Ministry of Maritme Affairs and Fisheries, Korea, 1-194.
- Jo, H. S., Park, W. G., Kwon, D. H., Cha, B. Y., and Im, Y. J. 2013. Distribution and occurrence of Swimming Crab, *Portunus trituberculatus* larvae in the Mid-western Coast of Korea in the Yellow Sea. Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, 25(4), 991-997.
- Kim, A. L., Lee, J. L., and Choi, B. H. 2001. Analysis of wave data and estimation of littoral drifts for the Eastern Coast of

Korea. Journal of Korean Society of Coastal and Ocean Engineers, 13(1), 18-34.

- Kim, H. S. 1973. Illustrated encyclopedia of fauna and flora of Korea: Anomura, Brachyura. The Ministry of Education, Korea, 14: 1-506.
- Kim, K. B. 2001. Growth and reproduction of *Charybdis japonica* (A. Milne-edwards) (Decapoda: Portunidae) in Korean waters.
   PhD Thesis. Department of Marine Biology, Graduate School, Pukyong National University.
- Kim, K. B., and Hong, S. Y. 2004. Effects of temperature on larval growth and survival in the wrinkled swimming crab (*Liocarcinus corrugatus*) (Brachyura: Portunidae) reared in the laboratory. Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37(3), 186-191.
- Ko, H. S. and Lee, S. H. 2012. Invertebrate Fauna of Korea, 21 (30), Crabs and Zoeas I – III: arthropoda: malacostraca: decapoda: brachyura: cancridae, cheiragonidae. dorippidae, euryplacidae, goneplacidae, hymenosomatidae,

portunidae. National Institute of Biological Resources, Ministry of Environment, South Korea, 77 pp.

- Koettker, A. G., and Lopes, R. M. 2013. Meroplankton spatial structure and variability on Abrolhos Bank and adjacent areas, with emphasis on brachyuran larvae. Continental Shelf Research, 70: 97-108.
- Korn, O. M., and Kornienko, E. S. 2013. Seasonal density dynamics and distribution of brachyuran crab larvae (Decapoda: Brachyura) in Amursky and Ussuriysky bays, Sea of Japan. Russian Journal of Marine Biology, 39(6), 429-439.
- León, R., Castro, L. R., and Cáceres, M. 2008. Dispersal of Munida gregaria (Decapoda: Galatheidae) larvae in Patagonian channels of southern Chile. ICES Journal of Marine Science, 65(7), 1131-1143.
- Lough, R. G. 1975. Dynamics of crab larvae (Anomura, Brachyura) off the central Oregon coast, 1969-1971. PhD Thesis. School of Oceanography, Graduate School, Oregon State University.

- Morgan, S. G., Fisher, J. L., Miller, S. H., McAfee, S. T., and Largier,
  J. L. 2009. Nearshore larval retention in a region of strong upwelling and recruitment limitation. Ecology, 90(12), 3489-3502.
- Motoda, S. 1959. Devices of simple plankton apparatus. Memoirs of the Faculty of Fisheries Hokkaido University, 7(1-2), 73-94.
- Ogburn, M. B., Stuck, K. C., Heard, R. W., Wang, S. Y., and Forward Jr, R. B. 2011. Seasonal variability in morphology of blue crab, *Callinectes sapidus*, megalopae and early juvenile stage crabs, and distinguishing characteristics among cooccurring Portunidae. Journal of Crustacean Biology, 31(1), 106-113.
- Park, C. S., Wee, M. Y., and Hwang, E. K. 2007. Summer algal flora of uninhabited islands in Dochodo, southwestern coast of Korea. Algae, 22(4), 305-311.
- Pineda, J., Hare, J. A., and Sponaugle, S. U. 2007. Larval transport and dispersal in the coastal ocean and consequences for

population connectivity. Oceanography, 20(3), 22-39.

- Pires, R. F., Pan, M., Santos, A. M. P., Peliz, A., Boutov, D., and dos Santos, A. 2013. Modelling the variation in larval dispersal of estuarine and coastal ghost shrimp: *Upogebia congeners* in the Gulf of Cadiz. Marine Ecology Progress Series, 492, 153-168.
- Pochelon, P. N., Dos Santos, A., Santos, A. M. P., and Queiroga, H. 2014. Vertical and horizontal larval distribution of an offshore brachyuran crab, *Monodaeus couchii*, off the south coast of Portugal. Scientia Marina, 78(2), 249-256.
- Pochelon, P. N., Pires, R. F., Dubert, J., Nolasco, R., Santos, A. M. P., Queiroga, H., and dos Santos, A. 2017. Decapod larvae distribution and species composition off the southern Portuguese coast. Continental Shelf Research, 151, 53-61.
- Pyen, C. K. (1970). Propagation of the blue crab, *Portunus trituberculatus* (Miers). Korean Journal of Fisheries and

Aquatic Sciences, 3(3), 187-198.

- Queiroga, H., and Blanton, J. 2005. Interactions between behaviour and physical forcing in the control of horizontal transport of decapod crustacean larvae. Advances in marine biology, 47, 107-214.
- Queiroga, H., Costlow, J. D., and Moreira, M. H. 1997. Vertical migration of the crab *Carcinus maenas* first zoea in an estuary: implications for tidal stream transport. Marine Ecology Progress Series, 121-132.
- Rice, A. L. 1980. Crab zoeal morphology and its bearing on the classification of the brachyura. Journal of Zoology, 35(3): 271-372.
- Sa, H. K. 1998. The marine decapod crustaceans of Geojedo Island and its adjacent islets, Korea. Animal Systematics, Evolution and Diversity, 14(3), 293-309.
- Shin, H. H., Jeong, S. B., Oh, T. Y., Shin, J. K., Cho, Y. B., and Kim,H. S. 2010. Investigation of bycatch and discards of

funnel net in the coastal waters of Yeosu. Journal of the Korean society of Fisheries Technology, 46(4), 324-334.

- Sigman, D. M., and Hain, M. P. 2012. The biological productivity of the ocean. Nature Education Knowledge, 3(10), 21.
- Song, M. Y., Kim, J. I., Kim, S. T., Lee, J. H., and Lee, J. B. 2012. Seasonal variation in species composition of catch by a coastal beam trawl in Jinhae Bay and Jinju Bay, Korea. Journal of the Korean society of Fisheries Technology, 48(4), 428-444.
- Uye, S. I., Nagano, N., and Tamaki, H. 1996. Geographical and seasonal variations in abundance, biomass and estimated production rates of microzooplankton in the Inland Sea of Japan. Journal of Oceanography, 52(6), 689-703.
- Yeon, I. J., Lee, Y. S., Song, M. Y., and Park, W. G. 2011. Seasonal Timing and Distribution of *Charybdis japonica* (Decapoda: Portunidae) Larvae off Yeonpyeong-do in the Yellow Sea, Korea. Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 44(2): 162-166.

- Yoon, B. S., Park, J. H., Yoon, S. C., Yang, J. H., Lee, S. I., Kim, J. B., Choi, Y. M., and Sohn, M. H. 2015. Seasonal Variations in the Species Composition of Fisheries Resources Caught by Trammel Net in the Uljin Marine Ranching Area, East Sea. Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 48(6), 947–959.
- Yu, C. G., Han, Z. Q., Zheng, J., Xue, L. J., and Gao, T. X. 2010. Genetic population structure of *Ovalipes punctatus* revealed by AFLP markers. Scientific Research and Essays, 5(13), 1649–1654.
- Zhang, C. I., and Kim, S. 1996. Consideration on the management of fisheries resources under the EEZ regime. Ocean Policy Research, 11(1), 179-198.