

## 우리나라 서해연안의 산란철 꽃게유생 분포 및 출현량

고수진 · 윤병일 · 이승환\* · 구자근\*\* · 김맹진†  
서해수산연구소(연구원) · \*서해수산연구소(연구사) ·  
\*\*인천광역시 수산자원연구소(연구사) · †서해수산연구소(연구사)

### Distribution and Occurrence of Swimming Crab, *Portunus trituberculatus* Larvae in the Western water Coast of Korea

Su-Jin KOH · Byeong-Il YOUN · Seung-Hwan LEE\* · Ja-Geun KOO\*\* · Maeng-Jin KIM†  
West Sea Fisheries Research Institute(researcher) · \*West Sea Fisheries Research Institute(senior researcher) · \*\*Incheon fisheries hatchery research institute(senior researcher) · †West Sea Fisheries Research Institute(senior researcher)

#### Abstract

Distribution and density of swimming crab, *Portunus trituberculatus* larvae were investigated in the western water coast of Korea. in the Yellow Sea. Swimming crab larvae were collected in June and August from 2019 to 2020. The frequency of juvenile larvae that appeared during the survey period varied greatly according to peak, monthly, year, and life stages. As a results ZoeaⅡ(ZⅡ) densities were highest in all sampling months. In 2020, the emergence density of juvenile larvae was relatively higher than that of 2019 in the Zoea(Z) and Megalopa(M) phases. In 2019, the largest number of crab larvae appeared in the seas of northern Gyeonggi, Incheon and it was the Gyeonggi sea area in Incheon and the Boryeong sea area in Chungnam in 2020. There was Emergence density of temperature and salinity during the investigation period did not show a correlation.

**Key words :** Swimming crab, Distribution and density, Western water coast of Korea.

#### I. 서론

꽃게(*Portunus trituberculatus*)는 절지동물문(Phylum Arthropoda) 갑각아문(Subphylum Crustacea), 십각목(Order Decapoda), 꽃게과(Family Portunidae)에 속하며, 유영지를 가지고 장거리 회유를 하는 우리나라의 대표적 식용종이다(Kim, 1973). 1936년 Murata가 “선만동물통감”(鮮滿動物通監)에 꽃게 외 6종을 저술하면서 우리나라에 처음 보고되었으며, 우리나라에는 16종의 꽃게류가 서식하고 있는 것으로 알려져 있다(Kim, 1973). 2003년에는

한국산 꽃게과의 2미기록종인 예쁜무늬꽃게 (*Lissocarcinus laevis*)와 덧니민꽃게 (*Charybdis orientalis*)가 제주도에서 채집되었으며, 한국 미기록종으로 판명되어 4아과 18종으로 재기재 보고되었다(Ko and Lee, 2015).

꽃게는 수심 2~30m 깊이에 저질이 사질이나 사니질인 곳에 주로 서식하며, 주간에는 저질에 숨어 있다가 야간에 주로 활동하며 섭이하고, 겨울에는 깊은 곳이나 외해로 이동하며, 3월 하순부터 산란을 위해 얇은 내만으로 이동한다(Kim, 1973).

† Corresponding author : 032-7450617, kimmj0106@korea.kr

\* 이 논문은 국립수산물학원 수산과학연구사업(R2022036)에 의해 연구되었음.

꽃게는 대만으로부터 중국대륙 연안, 일본 연안(난류의 영향을 받는 여름에는 일본 북해도까지) 및 우리나라 연안까지 널리 분포하며, 우리나라는 동해 안인진 이남부터 울릉도, 제주도를 포함 동서해안에 넓게 분포하고, 특히 간석지가 발달한 서해안은 꽃게의 산란과 번식장소로 꽃게 생활사에 있어서 아주 중요한 수역이다. 꽃게는 우리나라 서해를 중심으로 두 개의 계군이 있는데 하나의 계군은 겨울 외양에 분포하고 봄부터 가을까지는 연안에 분포하는 계군과 동중국해에서 월동하고 봄부터 가을까지는 우리나라 연안으로 회유하는 두 개의 계군이 존재하는 것으로 알려져 있다(Sakai, 1939; Kim, 1973; Dai and Yang, 1991; Pyen, 1970).

우리나라의 꽃게 어획량을 살펴보면, 우리나라 전체 꽃게 어획량은 1988년 31,968톤에서 2004년 2,683톤으로 급격히 감소하였다가, 2005년 이후 점차 증가하여 2010년에 33,193톤을 기록한 후 다시 감소하여 2018년에는 11,765톤이었으며, 2020년에 어획량은 15,405톤으로 전년대비(12,306톤) 20.1% 증가하였다. 이중 서해 어획량은 2010년에 30,530톤이었으며, 이후 점차 감소하는 경향을 보이고 있고, 2021년에 16,074톤(전년대비(12,432톤) 129.3% 수준)을 기록하였다(MOMAF, 2021). 꽃게는 갑각류의 어획량에서 차지하는 비중이 대단히 높아 잠재적 경제성이 높다(Pyen, 1970; Rho and Park, 1976).

꽃게는 중요한 산업종이기 때문에 일찍부터 많은 연구가 되어왔다. 꽃게에 관한 연구로는 꽃게의 난 성숙과 산란에 관한 연구(Seo et al., 2009), 꽃게의 생존과 섭이활동 및 자원생물학적 연구(Kang et al., 1995; An et al., 2012), 꽃게의 유전학적 연구(Kim et al., 1989; Yeon et al., 2010; Yoon, 2006)이 있고, 꽃게 유생의 생존과 성장에 관한 연구(Seo et al., 2011; Ma et al., 2009) 그리고 꽃게 유생 분포에 관한 연구로는 서해연안의 꽃게유생 분포 및 출현량(Youn et al., 2018; Jo et al., 2013)이 있다.

해양 무척추동물들은 생활사 중 부유 유생기를 가지며, 이 시기의 생존율은 개체군의 변동과 직접적으로 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Thorson, 1950; Garvine et al., 1997). 유생 시기는 성체시기와는 달리 수온, 염분 그리고 용존 산소와 같은 주변 환경변화에 민감하여, 먹이에 대한 경쟁이나 포식자에 의한 포식 등에 따라 생존율이 달라진다(Paul et al., 1990; Sulkin and McKeen, 1989; Thorson, 1950).

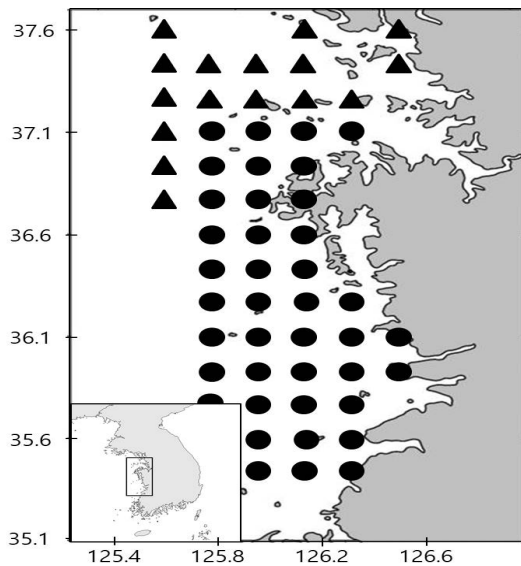
서해안은 꽃게의 주요 산란장, 성육장 이기 때문에 개체군 변동에 영향을 크게 미칠 수 있는 유생의 분포에 대한 연구가 불가피 하다. 본 연구는 우리나라 서해안 분포하는 꽃게 유생의 출현시기와 분포 특성 파악을 위해 인천, 경기, 충남 그리고 전북 연안에 분포하는 꽃게 유생의 시공간적 분포를 연구하고, 꽃게 유생의 출현밀도와 수온·염분의 관련성을 파악함을 목적으로 한다.

## II. 연구 방법

이 연구는 2019년부터 2020년까지 국립수산물학원 서해수산연구소의 꽃게자원 회복사업의 일환으로 꽃게유생이 채집되었다. 채집방법은 6월, 7월, 8월에 인천, 경기, 충남 그리고 전북 연안의 꽃게 자원 조사정점([Fig. 1])에서 330 $\mu$ m 크기 망목의 네트가 부착된 봉고네트를 사용하여 경사채집방법으로 채집되었다. 시료 채집 시 유량계(General Oceanics Co.)는 봉고네트 두 개 중 한 개의 네트에 직경의 3분의 1지점에 장착하였고, 네트 인망 시 1.5 ~ 2 Knot의 속도로 인망 하였다. 6월에는 40개 정점(원형)에서, 7월과 8월에는 56개 정점(원형, 삼각형)에서 시료를 채집하였으며, 채집된 꽃게유생은 선상에서 중성포르말린으로 즉시 고정된 후 실험실로 옮긴 다음 현미경(SZX12, Olympus, Japan)으로 동정·계수하였으며, 계수된 개체수는 단위 체적 당 1000m<sup>3</sup> 개체수로

환산하였다. 꽃게유생의 분포와 해양학적 특성과의 관련성을 이해하기 위해 꽃게유생의 채집 시 표층수온과 표층염분CTD, Sea-Bird SBE 21을 동시에 측정하였다.

수온과 염분이 유생의 출현밀도와 유의한지를 살펴보기 위해 Pearson's correlation analysis를 이용하여 분석하였고, 유의성 검정을 하였다.



[Fig. 1] Map showing the sampling area by coastal of Western water coast of Korea.

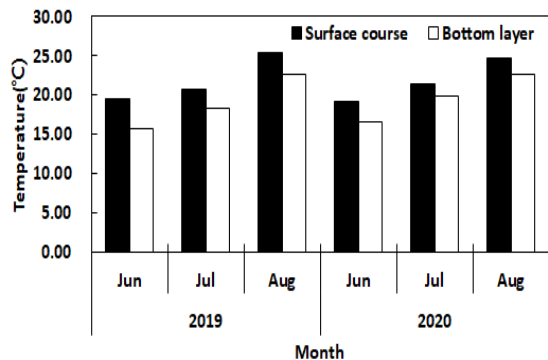
### Ⅲ. 연구 결과

#### 1. 환경

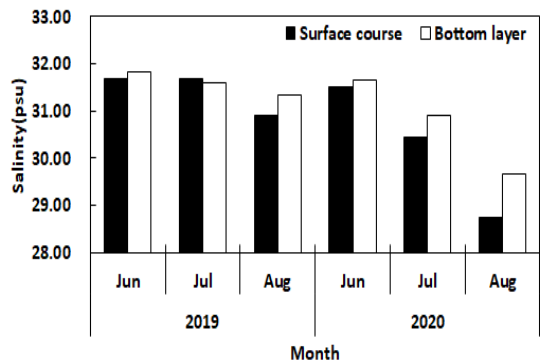
조사해역에서 수온 분포를 조사한 결과, 평균 표층수온은 2019년 6월에 19.47°C (±2.45) 이었고, 표층염분은 31.69 psu (±0.17)이었으며, 2019년 7월에 20.68°C (±1.98) 이었고, 표층염분은 31.69 psu (±0.27)이었다. 2019년 8월에서 표층수온은 25.33°C (±1.68)이었고, 표층염분은 30.90 psu (±2.18)이었다. 2020년 6월에 표층수온은 19.21°C (±2.48)이었고, 표층염분은 31.50 psu (±0.31)이었으며, 2020년 7월에 표층수온은 21.32°C (±1.40)이

었고, 표층염분은 30.43 psu (±1.91)이었다. 2020년 8월에 표층수온은 24.69°C (±1.58)이었고, 표층염분은 28.74 psu (±3.13)으로 나타났다([Fig. 2]).

평균 저층수온은 2019년 6월에 15.63°C (±3.13) 이었고, 저층염분은 31.81 psu (±0.21)이었으며, 2019년 7월에 18.26°C (±3.26)이었고, 저층염분은 31.59 psu (±1.46)이었다. 2019년 8월에 저층수온은 22.60°C (±3.52)이었고, 저층염분은 31.34 psu (±1.09)이었다. 2020년 6월에 저층수온은 16.51°C (±2.96)이었고, 저층염분은 31.65 psu (±0.33)이었으며, 2020년 7월에 19.91°C (±2.18)이었고, 저층염분은 30.90 psu (±1.70)이었다. 2020년 8월에서는 저층수온은 22.55°C (±2.21)이었고, 저층염분은 29.66 psu (±2.68)으로 나타났다([Fig. 3]).



[Fig. 2] Temperature during the survey period in Western water coast of Korea.



[Fig. 3] Salinity change during the survey period in Western water coast of Korea.

## 2. 유생 출현

조사시기별로 살펴보면 2019년의 꽃게 유생 출현 양상은 6월, 8월보다 7월에 출현밀도가 가장 높았다(<Table 1>). 2019년 6월 Zoea I기, II기 유생이 서해안 경기 해역과 충남 해역에서 출현하였고, Megalopa기 유생과 Crap 유생은 나타나지 않았다. 2019년 7월 Zoea 유생은 I기, II기, ZIII기, ZIV기 순으로 나타났으며, 서해안 전 해역에 출현하였으며, 인천, 경기 북부해역의 외양과 충남 연안에서 높은 출현밀도를 보였다. Megalopa기 유생은 충남 해역의 연안과 섬 근처에서 출현하였으며, Crap 유생은 나타나지 않았다. 2019년 8월 Zoea 유생은 I기를 제외한 II기, ZIII기, ZIV기 유생이 서해안 전 해역에 출현하였으며, 경기, 충남 북부해역에서 높은 출현밀도를 보였다. Megalopa기 유생도 고르게 출현하였으며, Crap 유생이 경기해역에서 출현하였다(Fig. 4).

2020년 꽃게 유생 출현 양상은 7월에 출현밀도가 가장 높았으며 8월, 6월 순으로 출현밀도가 높았다(<Table 1>). 2020년 6월 Zoea I기, II기, ZIII기, ZIV기 유생이 서해안 중부, 남부 해역에 모두 출현하였으며, 충남 보령 해역에서 높은 출현밀도를 보였다. Megalopa기 유생은 충남 태안

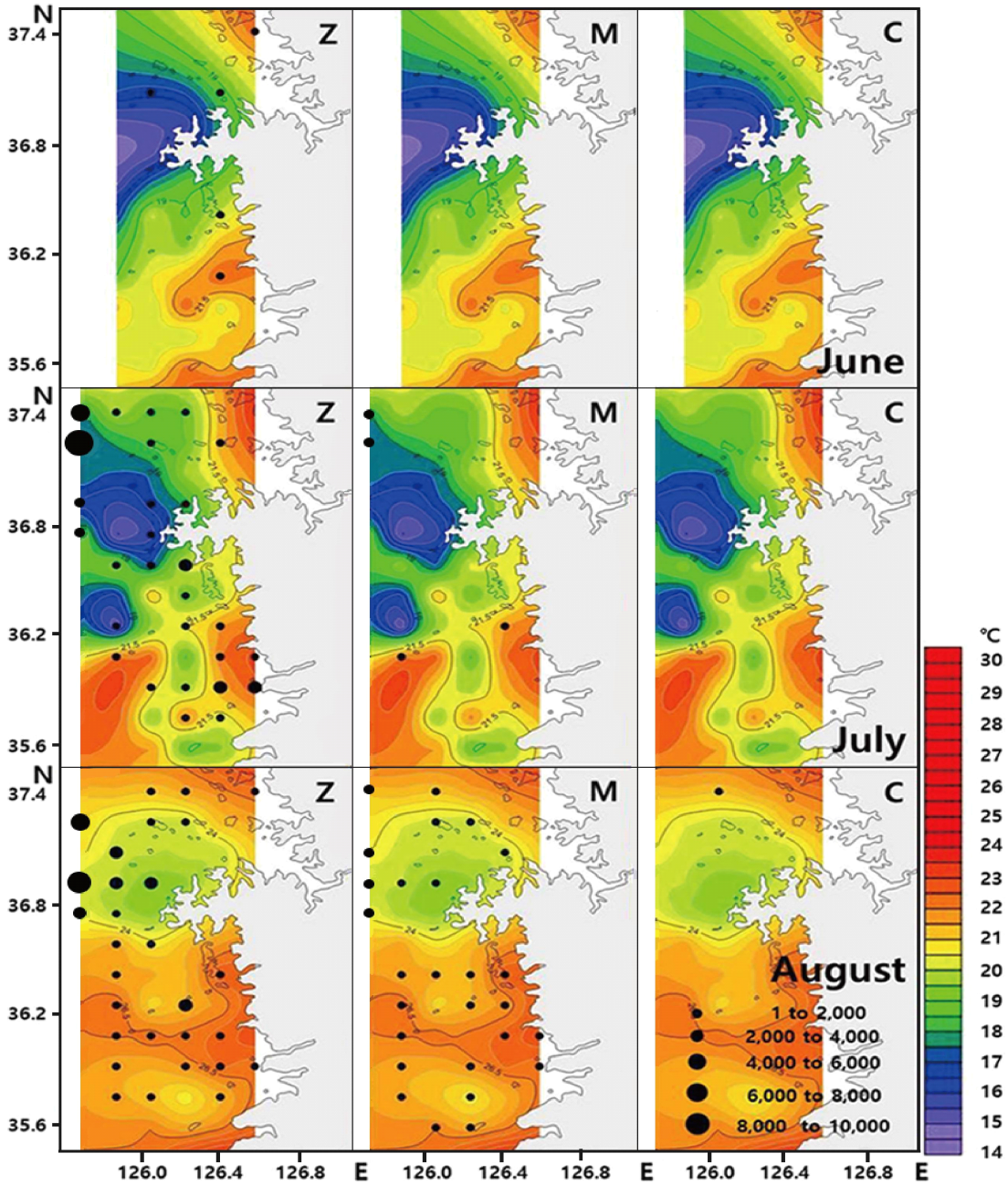
의 외양에서 출현 하였고, Crap 유생은 나타나지 않았다. 2020년 7월 Zoea 유생은 I기, II기, ZIII기, ZIV기가 서해안 전 해역에서 출현 하였으며, 조사기간 중 가장 높은 출현밀도를 보였다. 특히 인천, 경기 해역과 충남 보령 해역에서 높은 출현밀도를 보였으며, Megalopa기 유생은 충남 해역에서 높은 출현밀도를 보였고, Crap 유생은 나타나지 않았다. 2020년 8월 Zoea 유생은 I기를 제외한 II기, ZIII기, ZIV기 유생이 정점별로 고르게 출현하였으며, 특히 인천 외양에서 높은 출현밀도를 보였다. Megalopa기 유생은 서해안 전 해역에서 균등하게 출현 하였고, Crap 유생은 나타나지 않았다(Fig. 5).

2019년 꽃게 유생이 출현한 수온 범위는 16.50 ~ 27.92℃ 이었으며, 2019년 7월에 18.34℃ 일 때 82,969 ind/1000m<sup>3</sup>로 최다 출현하였고(Fig. 6), 2020년 꽃게 유생이 출현한 수온 범위는 15.52 ~ 28.46℃ 이었으며, 2020년 7월에 22.00℃ 일 때 237.383 ind/1000m<sup>3</sup> 로 최다 출현하였다(Fig. 7).

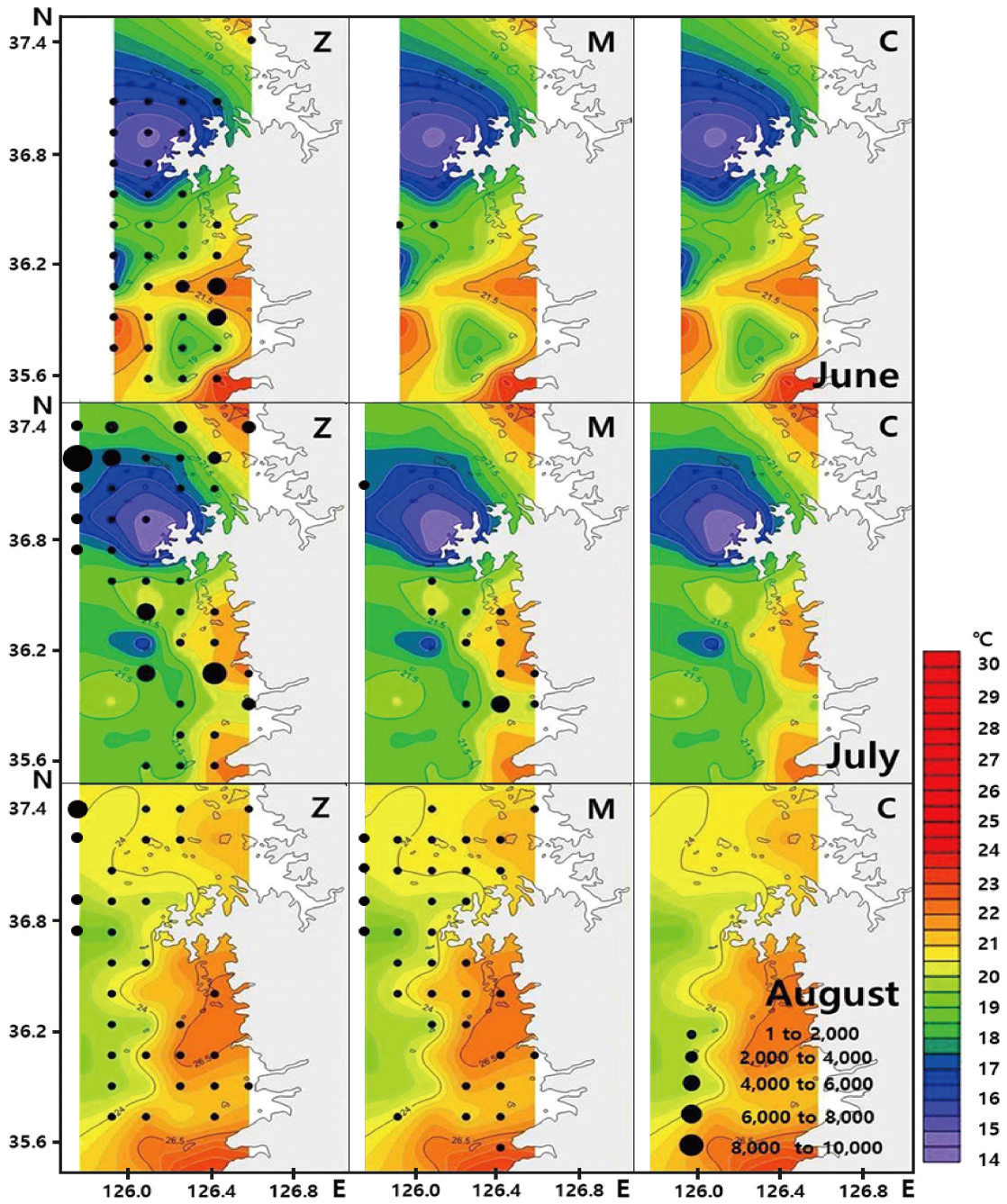
각 정점별 유생 출현밀도와 수온과의 사이에 유의한 상관관계( $r=0.03$ ,  $p=0.83$ )가 보이지 않았고, 유생 출현밀도와 염분에서도 상관관계( $r=0.00$ ,  $p=0.97$ )는 나타나지 않았다.

<Table 1> Monthly change of swimming crab larvae collected at the Western water coast of Korea (inds./1000m<sup>3</sup>)

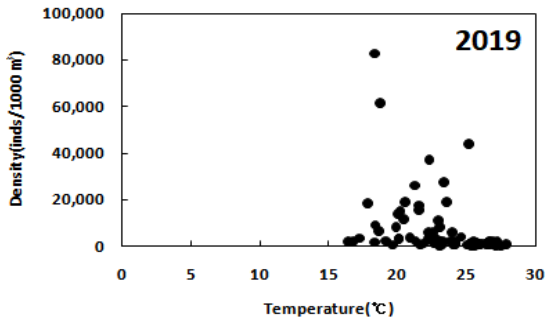
Year	Stage	Z- I	Z- II	Z-III	Z-IV	M	C	Total
	Month							
2019	Jun.	32,508	1,755	0	0	0	0	34,263
	Jul.	169,303	100,273	82,760	55,748	5,021	0	413,106
	Aug.	24,112	26,647	22,899	13,243	16,748	33	90,439
2020	Jun.	64,360	115,570	88,092	39,128	807	0	307,957
	Jul.	267,296	306,043	300,167	175,000	64,630	0	1,113,135
	Aug.	0	95,715	85,114	56,798	62,192	0	299,819
Total	Jun.	96,868	117,326	88,092	39,128	807	0	342,221
	Jul.	436,599	406,316	382,927	230,748	69,651	0	1,526,241
	Aug.	24,112	122,362	108,013	70,042	78,940	33	390,258



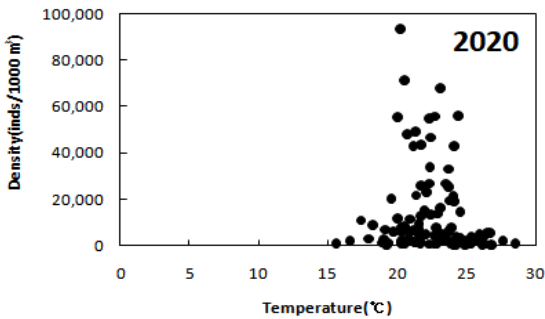
[Fig. 4] Larval densities of the swimming crab, *P. trituberculatus* horizontal distribution of larval abundance (inds/1000m<sup>3</sup>) of swimming crab in June, July and August, 2019. Roman number following Z indicate zoeal stages while C does megalopal stage.



[Fig. 5] Larval densities of the swimming crab, *P. trituberculatus* horizontal distribution of larval abundance (inds/1000m<sup>3</sup>) of swimming crab in June, July and August, 2020. Roman number following Z indicate zoeal stages while C does megalopal stage.



[Fig. 6] Water temperature range of swimming crab larvae collected at the Western water coast of Korea in June, July and August, 2019.



[Fig. 7] Water temperature range of swimming crab larvae collected at the Western water coast of Korea in June, July and August, 2020.

#### IV. 결론

조사기간 동안 조사해역에서 2019년과 2020년을 비교하였을 때 꽃게유생의 출현밀도는 2020년에 더 많은 유생들이 출현 하였다. 2019년에는 인천 경기 북부의 외양에서 많은 꽃게유생들이 출현하였고, 2020년에는 인천 경기해역과 충남 보령해역에서 많은 꽃게 유생들이 출현하는 것을 확인 하였다.

한국 서해의 포란 시기는 4월부터 8월까지로 보고되고 있다(Yeon et al., 2011). 이번 유생의 조사시기가 2019년 6월 중순부터 시작되었는데 Z I 기와 Z II가 출현 하였고 이후 유생시기가 출현 하지 않은 것을 보아 6월에 산란 시작을 예상 할

수 있었고, 2020년 6월 중순 조사에서 많은 양의 Zoea 유생과 Megalopal 출현을 보아 2019년 보다 산란시기가 앞당겨진 것으로 생각된다.

또한 이번 조사기간 동안 Z II기의 밀도가 높고 Z IV기 유생의 출현밀도가 낮았는데, 2010년부터 2012년 서해중부연안 꽃게유생 분포밀도(Jo et al., 2013)에서 Z I 기의 유생분포가 높은 결과와 차이를 나타냈지만, 2015년부터 2016년 서해중부연안 꽃게유생 분포밀도(Youn et al., 2018)의 결과와 일치했다. 같은 시기에 조사한 결과 점차 서해연안의 꽃게유생이 빠르게 발달되는 것을 확인 할 수 있었다.

수온과 염분은 동물플랑크톤의 분포에 크게 영향을 미치는 요인이다(Huntley and Lopez, 1992; Xu, 2010). 주요 수산자원 유생의 성장과 생존은 수온과 염분의 영향을 받으며, 직접적으로 실제적인 어획량의 변동에도 영향을 미친다(Orensanz et al., 1998). Son(2007)의 연구에서 꽃게 유생은 적정 수온범위 내에서는 수온이 높을수록 생존율이 높으며, 생존기간도 길게 관찰 되었고, Son(2007)의 실험실에서 사육한 연구결과에서 꽃게 유생은 최적 생존온도를 비교해볼 때 20°C에서 30°C까지는 높은 생존율을 보였다. 그러나 이번 조사기간 중 표층수온의 분포는 14.70°C부터 29.15°C의 범위에 있었는데 유생이 많이 출현 했을 때의 수온범위는 18.00°C 에서 23.00°C 전후였다.

또한 이번 조사기간과 2010년부터 2012년(Jo et al., 2013), 2015년부터 2016년(Youn et al., 2018)에서 꽃게 유생 출현밀도가 수온과 염분의 사이에서 유의한 상관관계가 없는 결과가 일치 하였는데, Jo et al.(2013)는 실제 꽃게 유생이 분포하는 수심의 수온이 표층보다 모두 낮기 때문에 조사해역에서의 수온은 꽃게 유생의 분포에는 영향을 미치지 않은 것이라 했지만, 이것은 꽃게는 적정수온과 적정염분에 따라 유생밀도가 달라진 것으로 생각 된다.

해양무척추동물 유생의 생존율은 여러 환경요

인의 복합작용으로 인하여 결정된다(Kinne, 1977). 해양 갑각류들은 탈피를 통하여 성장을 하며, 탈피주기와 성장은 먹이와 수온 등 여러 가지 환경 요인에 의하여 영향을 받게 되고(Hartnoll, 1982; Sulkin et al., 1998), 해양 수괴에 분포하는 먹이의 양과 질은 직접적으로 유생의 성장에 영향을 미친다(Suprayudi et al., 2002). 또한 꽃게의 어획량의 변동이 큰 것은 강수량에 따른 영양염 공급, 산란기의 수온 변동 등에 따라 유생의 밀도가 민감하게 영향을 받고, 초기 자원량에 영향을 미치는 과도한 어획 등의 요인이 작용하고 있기 때문이다.

우리나라 꽃게의 효율적인 자원관리를 위해서는 서해안 꽃게유생의 분포위치와 출현량을 지속적으로 추적하고, 꽃게의 산란시기 및 유생 밀집해역을 예측해서 꽃게의 자원 회복 및 유생 보호 관리가 필요하다고 사료된다.

## References

- An YG, Choi SM, Choi SD and Yoon HS(2012). A characteristics of biological resources of *Portunus trituberculatus* (Miers, 1876) around the chilsan Inland Younggwang, Korea. Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, 18(2), 115~122.  
<https://doi.org/10.7837/kosomes.2012.18.2.115>
- Dai A and Yang S(1991). Crabs of the China Seas. China Ocean Press Bijing, 682.
- Garvine RW, Epifanio CE, Epifanio CC and Wong KC(1997). Transport and recruitment of Blue crab larvae: a model with advection and mortality, Estuarine and Coastal Shelf Sciences, 45, 99~111.  
<https://doi.org/10.1006/ecss.1996.0161>
- Hartnoll RG(1982). Growth. In The Biology of Crustacea. Vol. 2. (ed. L. G. Abele). Academic Press Inc, New York, 111~196.
- Huntley ME and Lopez MDG(1992). Temperature-dependent production of marine copepods: A global synthesis, American Naturalist, 140, 201~242.
- Jo HS, Park WG, Kwon DH, Cha BY, and Im YJ(2013). Distribution and occurrence of swimming crab, *Portunus trituberculatus* Larvae in the Mid-western Coast of Korea in the Yellow, Journal of Fishier and Marin Educational Research, 25(4), 991~997.  
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2013.25.4.991>
- Kang JC, Song JC and Chin P(1995). Combined Effects of hypoxia and hydrogen sulfide on survival, feeding activity and metabolic rate of blue crab, *Portunus trituberculatus*, Journal of the Korean Fisheries Society, 28(5), 549~556.
- Kim HS(1973). Illustrated Encyclopedia of Fauna and of Korea, 14, 1~289.
- Kim SB, Yoo BS and Lee KS(1989). Studies on the CNBr - peptide of *Portunus trituberculatus* hemocyanin, Biochemistry and Molecular Biology Reports, 22(2), 113~117.  
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2013.25.4.991>
- Kinne O(1977). Cultivation of Animals. In Marine Ecology, 3(2)(ed. O. Kinne), 579~1287.
- Ko HS and Lee SH(2015). Invertebrate Fauna of Korea, 21. Craps and Zoeas IV. National Institute of Biological Resources. 70.
- Ma CW, Son DS, and Park WG(2009). Survival rate and growth of larvae and early juveniles in the swimming crab, *Portunus trituberculatus* (Miers) reared in the laboratory, Journal of Korean Society of Fisheries and Technology, 45(4), 251~259.  
<https://doi.org/10.3796/KSFT.2009.45.4.251>
- MOMAF(2021). Statistical Yearbook of Maritime Affair and Fisheries. Ministry of Maritime and Fisheries, Korea.
- Murata(1936). Director of Vivid Animals. Mehakushoin, Tokyo, 775.
- Orensanz JM, Armstrong J, Armstrong D and Hilborn R(1998). Crustacean resources are vulnerable to serial depletion-the multifaceted decline of crab and shrimp fisheries in the Greater Gulf of Alaska, Reviews in Fish Biology and Fisheries, 8, 117~176.
- Paul AJ, Coyle KO and Ziemann DA(1990). Variations in egg production rates by *seudocalanus* spp. in a subarctic Alaskan bay during the onset of feeding by larval fish, Journal of Crustacean Biology, 10, 648~658.
- Pyen CK(1970). Propagation of the blue crab,



- Portunus trituberculatus* (Miers). Bull. Korean Fish. Soc., 3(3), 187~198.
- Rho S and Park CK(1976). Studies on the propagation of blue crab, *Portunus trituberculatus* (MIERS). (I) Survival rate of larvae by salinity. Bull. Fish. Res. Dev. Agency, 15, 43~50.
- Sakai T(1939). Studies on the Crabs of Japan. Brachygnatha. Brachyrhyncha. Sic. Rep. Tokyo Bunrika Daigaku. Sect. B., 2(1), 365~374.
- Seo HC, Jang IK, Cho YR, Kim JS and Kim BR(2009). Gonad Maturation and Spawning of the Blue crab, *Portunus trituberculatus* (Miers, 1876) from the West Sea of Kora. Korean journal of Fisheries and aquatic sciences, 42, 48~55.  
<https://doi.org/10.5657/kfas.2009.42.1.048>
- Seo HC, Lim HK, Kim JS, Cho YR, Jang IK and Kang EJ(2011). Effects of Culture Conditions on the Survival and Growth of Larvae and Young Swimming Crabs *Portunus trituberculatus* (Miers), Journal of Korean Society of Fisheries, 44(3), 243~250.  
<https://doi.org/10.5657/KFAS.2011.0243>
- Son DS(2007). Larval growth of swimming crab, *Portunus trituberculatus*. Soonchunhyang University. Master's degree graduation thesis. 48.
- Sulkin S and McKeen GL(1989). Laboratory study of survival and duration of individual zoeal stages as a function of temperature in the brachyuran crab *Cancer agister*, Marine Biology, 103, 31~37.  
<https://doi.org/10.1007/BF00391062>
- Sulkin S, Blanco A, Chan J and Bryant M(1998). Effects of limiting access to prey on development offirst zoeal stage of the brachyuran crabs, *cancermagister* and *hemigrapsus oregonensis*. Mar. Biol, 131, 515~521.  
<https://doi.org/10.1007/s002270050343>
- Suprayudi M, Kakeuchi T, Hamaaki K and Hirokawa J(2002). Effect of artemia feeding schedule and density on the survival and development of larval mud crab scylla serrata. Fisheries Science, 68(6), 1295~1303.  
<https://doi.org/10.1046/j.1444-2906.2002.00567.x>
- Thorson G(1950). Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates, iological evision, 25, 1~45.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1950.tb00585.x>
- Yeon IJ, Lee Y, Song MY and Park WG(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.  
<https://doi.org/10.5657/kfas.2011.44.2.162>
- Yeon IJ, Song MY, Shon MH, Hwang HJ. and Im YJ(2010). Possible new management measures for stock rebuilding of blue crab, *Portunus trituberculatus* (Miers), in western korean waters. proceedings of Korean Applied Industrial Sciences, 5(2), 35.
- Youn BI, Park J, Choi KH, Kim JN, Koo JK and Sohn MH(2018). Distribution and Occurrence of Swimming Crab, *Portunus trituberculatus* Larvae in the Western water Coast of Korea, Journal of Fishier and Marin Educational Research, 30(6), 1923~1929.  
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2018.12.30.6.1923>
- Yoon JM(2006). Genetic differences and variations in freshwater crab (*Eriocheir sinensis*) and swimming crab (*Portunus trituberculatus*), development and Reproduction, 10(1), 19~32.
- Xu ZL(2010). Determining optimal temperature and salinity of *Lucifer* (Dendrobranchiata: Sergestoidea: Luciferidae) based on field data from the East China Sea, Plankton Benthos esearch, 5(4), 136~143.  
<https://doi.org/10.3800/pbr.5.136>
- 
- Received : 10 May, 2022
  - Revised : 29 June, 2022
  - Accepted : 29 September, 2022