



오륙도 주변해역 십각류의 계절별 수심별 종조성과 군집구조

박현정* · 박원규† · 최정화** · 이보람*

(**부경대학교 · **국립수산과학원)

Variation of Community Structure of Decapods by Season and Depth near Oryuk Islets off Busan, Korea

Hyun-Jung PARK* · Won-Gyu PARK† · Jung-Wha CHOI** · Bo-Ram LEE*

(†Pukyong National University · **National Institute of Fisheries Science)

Abstract

The occurrence variations of decapods by season and depth off Oryuk Islets, Busan were investigated at seven stations in April and October 2009, July 2010 and January 2011. Decapods were collected by SCUBA diving at 5 m and 10 m depths. 46 species belonging to 18 families in 3 orders were identified. *Pilumnus minutus*, *Pugettia intermedia*, *Pachycheles stevensii*, and *Paguristes japonicus* were dominant species, comprising 73.0% of total decapods. *P. minutus* and *P. intermedia* were abundant in all seasons (except summer) while *P. stevensii* and *P. japonicus* were abundant in fall and summer. Dominant species were divided into three groups (resident species, seasonal species and temporary species) on the basis of their occurrence patterns. *P. minutus* and *P. intermedia* were resident species while *P. stevensii*, *P. japonicus* were temporary species. The species number, density and biomass of decapods were fluctuated by seasons. They were highest in fall and lowest in winter. This study implied that the variations of species number and density of decapods were significantly related with seasonal change of water temperature.

Key words : Oryukdo, Decapods, Community structure, Seasonal variation

I. 서론

해양생물의 군집은 자연적인 환경요인에 의해 수시로 변화한다(Seo & Hong, 2010; Park, 2012). 해양생물 군집변화에 영향을 미칠 수 있는 자연적인 요인으로는 수온, 염분, 수심 등이 있다(McConaughta et al., 1983). 그 중 수온은 해양생물 군집의 계절 변동을 일으키는 직접적인 원인으로 알려져 있고, 계절에 따른 수온 변화는 서식하는 먹이 생물의 종류와 적정 수온에 서식하

는 생물의 종조성과 군집을 변화시킨다(Kim et al., 2012, Han et al., 2016).

게류, 집게류, 새우류를 포함하는 십각류(Decapoda)는 전 세계에 약 10,000종 이상이 분포한다(Simoes et al., 2001). 이들은 육지, 민물, 기수역 및 바다에 이르기까지 다양하게 분포하며, 서식 수심 또한 조간대에서 심해에 이르기까지 매우 다양하다(Wenner & Read, 1982). 한국 연안에서는 고군산군도, 거제도, 울릉도, 독도와 같은 암반조하대의 서식지에서는 십각류 분포에 대한

† Corresponding author : 051-629-5928, wpark@pknu.ac.kr

* This work was supported by a Research Grant of Pukyong National University (2015 year)

연구가 이루어졌고, 연구결과 한국에서 미기록되었던 종들이 발견되기도 했다(Kim & Kim, 1998; Rho & Kim 2004; Hong et al., 2006). 연안의 암반지대에서 발견되는 십각류는 주로 바위틈이나 해조의 뿌리 부근에 서식하며, 대부분 크기가 작아 중, 대형 저서어류의 먹이가 되기도 해 서식해역 생태계에서 중요한 역할을 한다(Thayer et al., 1984; Hong et al., 2006).

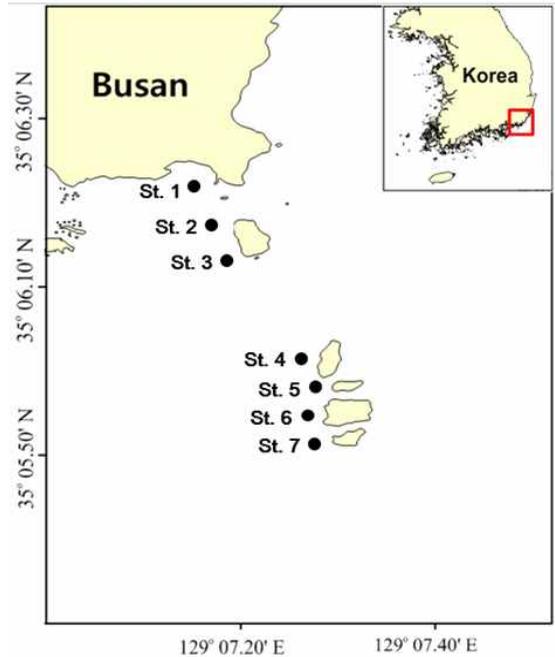
오륙도는 남해 동부의 연안에 위치하며, 조위에 따라 5개 또는 6개의 바위섬이 나란히 뻗어 있는 형태의 군도이다. 주변해역은 30 m 이하의 낮은 수심을 형성하며 섬과 섬 사이는 가파른 경사를 형성하고 있다. 조수의 차이가 크며 개방형 해역으로 조류의 영향을 많이 받는다. 생태계보호구역으로 지정되어 지속적인 관리와 모니터링이 되고 있는 해역에 위치해 있다.

본 연구에서는 오륙도 인근해역에서 채집된 십각류 군집의 계절별 수심별 변동을 파악하고, 십각류의 계절별 수심별 분포에 영향을 주는 수온과 염분과의 상관관계를 알아보았다.

II. 재료 및 방법

1. 시료 채집

시료는 2009년 4월과 10월, 2010년 7월, 2011년 1월에 채집되었다. 오륙도의 섬(방패섬, 술섬, 수리섬, 송곳섬, 굴섬, 등대섬)과 선착장 부근을 조사 정점으로 지정 한 후, 지정된 7개 정점에서 수심 5 m와 10 m의 암반 표면에 방형구(50 cm x 50 cm)를 설치하였다. 시료는 수중호흡장치(SCUBA)를 이용하여 잠수 조사하였고, 매 조사시 시료를 각 각 2회씩 반복 채집하였다([Fig. 1]). 채집에 사용된 방형구는 소형 동물의 부유, 유실을 방지하도록 자체 제작하여 사용하였다. 해수의 수온과 염도는 수중조사시 각각의 정점에서 YSI (model 6600)와 CTD를 이용하여 수심 5 m와 10 m의 수온과 염분을 측정하였다.



[Fig. 1] Sampling stations near Oryuk Islets off Busan, Korea

2. 시료 분석

채집된 시료는 즉시 실험실로 운반하여 급냉 후 해동하여 각 분류군 별로 대분류 한 뒤 십각류만을 선별하였다. 선별된 표본은 문헌(Kim 1973; Hong et al., 2003)을 참고로 종을 동정하였으며, 중동정이 불가능한 경우 판명 가능한 최하위 분류군까지 나타내었다.

3. 자료 분석

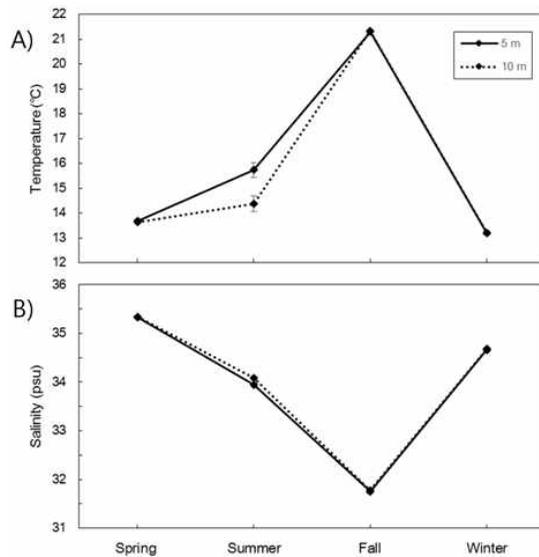
계절별 출현종수, 개체밀도, 생체량의 변동과 환경요인(수온, 염분)간의 상관관계 분석을 위하여 Spearman rank correlation test를 실시하였다(SPSS Ver.12.0.1). 총 개체수에 대한 출현 개체수 비가 1% 이상인 12종을 대상으로 Jaccard 지수에 의한 집괴분석을 하였다. 특정 계절에만 출현하는 계절종, 계절에 따른 특정한 출현양상이 없는 일시방문종, 사계절 지속적으로 출현하는 주거종으로

분류하였다(Primer Ver. 6). 조사기간 동안 출현한 십각류의 출현종수, 개체밀도, 생체량이 수심별로 차이가 있는지를 Kruskal-Wallis test를 이용하여 검증하였다(SPSS Ver. 12.0.1).

Ⅲ. 결 과

1. 수온과 염분

계절별 평균 수온은 봄에 13.7℃, 여름에 15.1℃였으며, 가을에는 가장 높은 19.7℃였다. 겨울에는 13.1℃로 사계절 중 가장 낮았다(Fig. 2A).



[Fig. 2] Seasonal variations of mean temperature (A) and mean salinity (B) at 5 m and 10 m near Oryuk Islets off Busan, Korea.

수심 5 m에서 계절별 수온은 13.1-21.3℃범위였다. 평균 수온은 봄에 13.6℃, 여름에는 수온이 상승하여 15.7℃였다. 가을에는 21.3℃로 가장 높았으며, 겨울에는 13.2℃로 수온이 가장 낮았다. 수심 10 m에서 수온은 사계절 동안 13.0-21.4℃로 여름을 제외하고 수심 5 m와 유사했다. 평균 수온은 봄과 여름에 각각 13.6℃와 14.3℃였고, 가을에는 수온이 가장 높은 21.3℃였으며, 겨울에 가장 낮은 13.1℃였다.

계절별 평균 염분은 봄에 35.3 psu로 가장 높았으며, 여름에 34.9 psu였고, 가을에는 31.7 psu로 가장 낮았으며 겨울에 34.6 psu였다(Fig. 2B). 수심 5 m와 10 m에서 염분은 거의 유사하였다.

2. 종조성

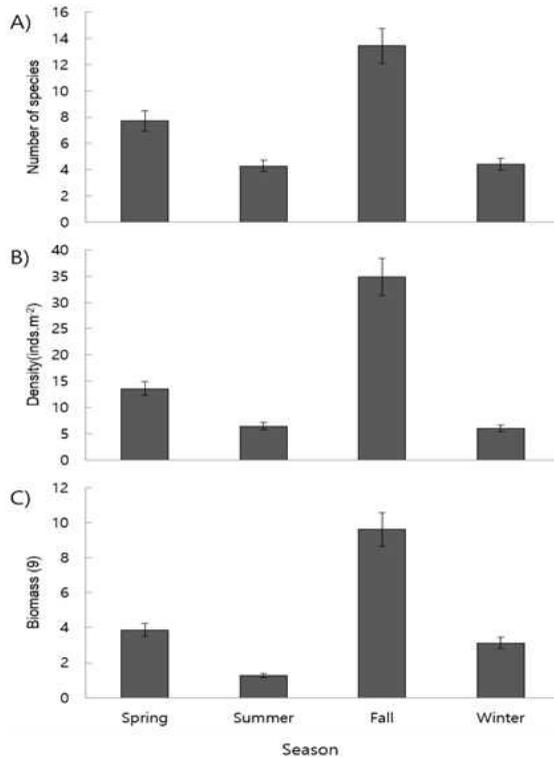
조사기간 동안 십각류는 총 3아목 18과 46종이 출현하였다. 이 중 계류(Brachyura)가 29종으로 가장 많이 출현하였으며, 집계류(Anomura)가 11종, 새우류(Macrura)가 9종 출현하였다. 분류군 내의 우점종을 살펴보면, 계류의 경우 애기털보부채게(*Pilumnus minutus*)가 전체 개체수의 34.7%를 차지하여 최우점하였고, 중간빨물맞이게(*Pugettia intermedia*)가 14.1%로 차우점하였다. 집계류의 우점종은 꼬마긴눈집게(*Paguristes japonicus*), 새우붙이(*Galathea orientalis*), 게붙이(*Pachycheles stevensii*) 이었고, 각각 전체 개체수의 8.7%, 8.7%, 7.5%를 차지하였다. 새우류의 경우 북방좁은빨꼬마새우(*Heptacarpus acuticarinatus*)가 3.5%를 차지하였다(<Table 1>).

<Table 1> Density and composition of dominant species near Oryuk Islets off Busan, Korea

Taxa	Dominant species	Density(inds.m ⁻²)	Composition(%)
Brachyura	<i>Pilumnus minutus</i>	84.3	34.7
	<i>Pugettia intermedia</i>	34.3	14.1
Anomura	<i>Paguristes japonicus</i>	21.1	8.7
	<i>Galathea orientalis</i>	21.1	8.7
	<i>Pachycheles stevensii</i>	18.3	7.5
Macrura	<i>Heptacarpus acuticarinatus</i>	8.6	3.5

3. 계절에 따른 십각류의 군집구조

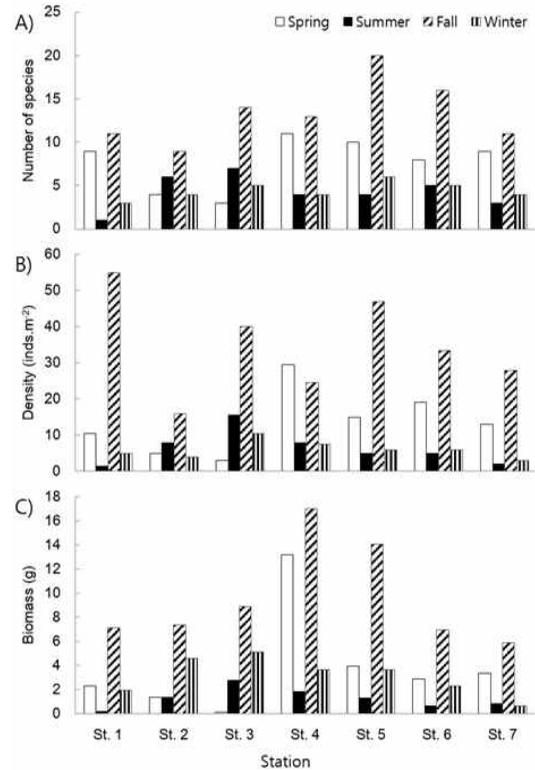
가. 십각류의 출현종수, 개체밀도, 생체량 조사시간동안 출현한 십각류의 출현종수, 개체밀도, 생체량은 계절별로 뚜렷한 변동을 보였다. 계절별 출현종수는 4-13종 범위로 봄과 가을에 많고 여름과 겨울에 적었다(Fig. 3A).



[Fig. 3] Seasonal variations of species number (A), density (B) and biomass (C) of decapods near Oryuk Islets off Busan, Korea. Error bars indicate the standard error of mean values.

봄에는 평균 8종이 출현하였고 정점별로 3-11종 범위였다. 정점 2와 3에서 각각 4종, 3종씩 출현하여 평균보다 적었다. 여름에는 평균 4종이 출현하였고 정점별로 1-7종 범위였다. 정점 1에서 1종만이 출현하여 가장 적었고, 정점 3에서 7종으로 가장 많았다. 가을에는 평균 13종, 정점별로

9-20종 범위로 사계절중 가장 많은 종이 출현하였다. 겨울에는 평균 4종, 정점별로 3-6종 범위로 출현하였다((Fig. 4A)).



[Fig. 4] Seasonal variation of species number (A), density (B) and biomass (C) of decapods by stations near Oryuk Islets off Busan, Korea.

계절별 개체출현밀도는 6-34.9 inds.m⁻² 범위로 가을에 가장 높고, 여름과 겨울에 낮았다(Fig. 3B)]. 봄에는 평균 13.6 inds.m⁻² 였고, 정점별로 3-29.5 inds.m⁻² 범위였다(Fig. 4B)]. 정점 2와 3에서는 각각 5 inds.m⁻², 3 inds.m⁻²로 평균보다 낮았다. 여름에는 평균 6.4 inds.m⁻², 정점별로 1.5-15.5 inds.m⁻² 범위였다. 정점 1과 7에서는 각각 1.5 inds.m⁻², 2 inds.m⁻² 로 평균보다 개체밀도가 낮았다. 가을에는 평균 34.9 inds.m⁻², 정점별 16-55 inds.m⁻² 범위로 사계절 중 가장 높았다. 겨울에는

평균 6 inds.m², 정점별로 3-10.5 inds.m² 범위로 사계절 중 가장 낮았다.

계절별 십각류의 생체량은 가을에 9.6 g로 가장 높았고, 봄, 여름, 겨울에는 1.3-9.6 g 범위로 낮았다(Fig. 3C). 봄에 생체량은 평균 3.9 g, 정점별로 0.1-13.2 g 범위였다(Fig. 4C). 정점 4에서 13.2 g으로 평균보다 높았고, 중간빨물맞이게(*P. intermedia*)의 생체량이 49.4%를 차지했다. 여름에는 평균 1.3 g, 정점별 0.2-2.8 g 범위로 사계절 중 가장 낮았다. 가을에는 평균 9.6 g, 정점별 5.9-17.0 g 범위로 사계절 중 가장 많았다. 정점 4와 5에서 각각 17.0 g, 6.9 g으로 평균보다 많았다. 겨울에는 평균 3.1 g, 정점별로 0.7-5.1 g 범위였다. 정점 7에서 0.7 g으로 생체량이 가장 낮았다.

나. 계절별 우점종

조사기간 동안 출현한 십각류의 계절별 주요 우점종은 애기털보부채게(*P. minutus*), 중간빨물맞이게(*P. intermedia*), 꼬마긴눈집게(*P. japonicus*), 새우불이(*G. orientalis*)였다. 애기털보부채게(*P. minutus*)와 중간빨물맞이게(*P. intermedia*)가 사계절 동안 우점한 반면 꼬마긴눈집게(*P. japonicus*)는 여름에만 우점하였고, 새우불이(*G. orientalis*)

는 가을에만 우점하였다(<Table 2>). 봄에는 애기털보부채게(*P. minutus*)가 33.1% (18 inds.m²)로 가장 많이 출현하였고, 중간빨물맞이게(*P. intermedia*)가 21.5% (11.7 inds.m²)로 차우점 하였다. 여름에는 꼬마긴눈집게(*P. japonicus*)가 33.3% (8.6 inds.m²)로 사계절 중 여름에만 우점하였고, 애기털보부채게(*P. minutus*)가 31.3% (8 inds.m²)를 차지하였다.

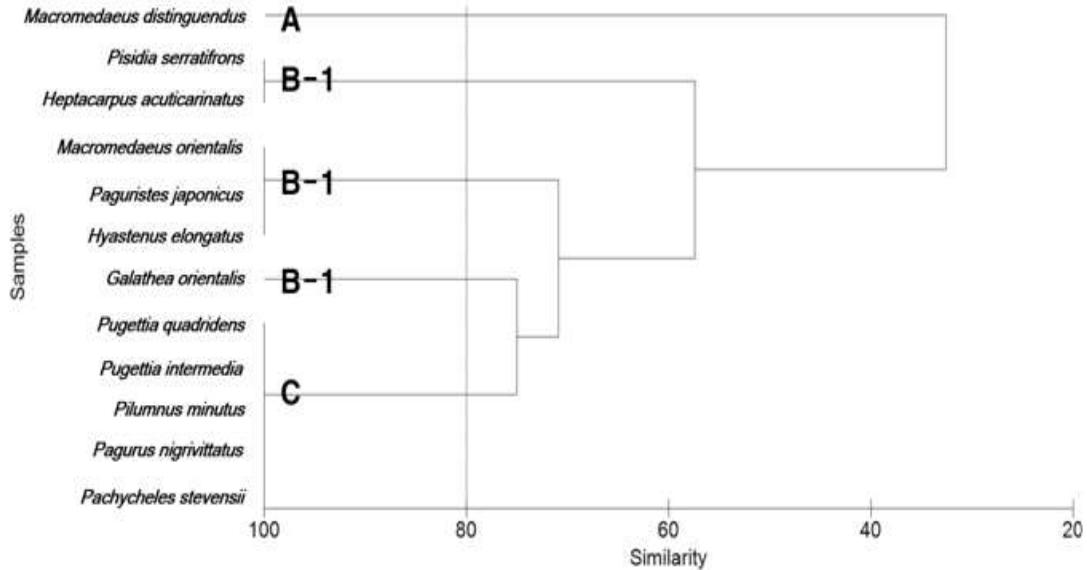
가을에는 애기털보부채게(*P. minutus*)가 36.1% (50.3 inds.m²)로 가장 많이 출현하였다. 새우불이(*G. orientalis*)가 11.4% (16 inds.m²)로 사계절 중 가을에만 우점하였고, 중간빨물맞이게(*P. intermedia*)는 10.2% (14.3 inds.m²)를 차지하였다. 겨울에는 애기털보부채게(*P. minutus*)가 33.3% (8 inds.m²), 중간빨물맞이게(*P. intermedia*)가 30.9% (7.4 inds.m²)로 우점하였다.

다. 계절중, 일시방문종, 주거종 출현

오륙도 인근해역의 십각류 군집은 3개의 그룹으로 분류되었다(Fig 5)]. Group A는 가을에만 출현하는 계절중(Seasonal species)으로 꽃부채게(*Macromedaeus distinguendus*)가 속하였다. Group B는 일시방문종(Temporary species)으로 세가지 유형으로 나뉘었다. B-1은 봄과 가을에만 출현하

<Table 2> Seasonal variation of density and species composition of dominant decapods

Season	Dominant Species	Density(inds.m ²)	Composition(%)
Spring	<i>Pilumnus minutus</i>	18	33.1
	<i>Pugettia intermedia</i>	11.7	21.5
Summer	<i>Paguristes japonicus</i>	8.6	33.3
	<i>Pilumnus minutus</i>	8	31.1
Fall	<i>Pilumnus minutus</i>	50.3	36.0
	<i>Galathea orientalis</i>	16	11.4
	<i>Pugettia intermedia</i>	14.3	10.2
Winter	<i>Pilumnus minutus</i>	8	33.3
	<i>Pugettia intermedia</i>	7.4	30.9



[Fig 5] Dendrogram of decapods near Oryuk islet off Busan, Korea. Decapods were divided into three groups on the basis of their seasonal occurrence patterns.

며 가을에 높은 출현율을 보이며, 알통게붙이 (*Pisidia serratifrons*), 북방좁은빨꼬마새우(*H. acuticarinatus*)가 속하였다. B-2은 겨울철을 제외한 전 계절에 출현한 종으로 작은꽃부채게 (*Macromedaeus orientalis*), 꼬마긴눈집게(*P. japonicus*), 박뿔게(*Hyastenus elongatus*)가 속하였으며 B-3은 여름을 제외하고 전 계절에 출현한 종으로 새우붙이(*G. orientalis*)가 속하였다. Group C는 계절에 관계없이 지속적으로 출현하는 주거종(Resident species)으로 빨물맞이게(*Pugettia quadridens*), 중간빨물맞이게(*P. intermedia*), 애기털보부채게(*P. minutus*), 검은줄무늬참집게

(*Pagurus nigrovittatus*), 그리고 게붙이(*P. stevensii*)가 속하였다.

라. 계절별 출현종수, 개체밀도, 생체량의 차이 검증 및 환경요인과의 상관분석

출현한 십각류의 Kruskal-Wallis test 결과 출현종수, 개체밀도, 생체량은 계절별로 유의한 차이가 있었다(<Table 3>). 또한, 수온과 염분이 계절별 십각류의 출현종수, 개체밀도, 생체량과 상관관계 분석 결과, 수온은 계절별 출현종수, 개체밀도와 유의한 관계가 있지만 생체량과는 유의한 관계가 없었다(<Table 4>). 염분은 출현종수, 개체밀도, 생체량과 유의한 관계가 없었다(<Table 5>).

<Table 3> Kruskal-Wallis test of species number, density and biomass of decapods by season

	h	df	p
Number of species	16.68	3	0.001
Density	16.11	3	0.001
Biomass	16.71	3	0.001

<Table 4> Spearman rank correlation test between water temperature, species number, density and biomass of decapods

	r_s	p
Number of species	0.475	< 0.05
Density	0.481	< 0.01
Biomass	0.293	> 0.05

<Table 5> Spearman rank correlation test between water salinity, species number, density and biomass of decapods

	r_s	p
Number of species	-0.277	> 0.05
Density	-0.127	> 0.05
Biomass	-0.319	> 0.05

4. 수심에 따른 십각류의 군집구조

가. 5 m와 10 m에서 십각류의 출현종수와 개체밀도, 생체량

조사기간 동안 십각류는 수심 5 m에서 34종, 10 m에서 33종이 출현하였다(<Table 6>). 이 중 수심 5 m와 10 m에서 공통으로 출현한 종은 21종이었다. 수심별 개체밀도는 5 m보다 10 m에서 더 높았다(<Table 6>). 이는 우점종인 애기털보부채게(*P. minutus*), 꼬마긴눈집게(*P. japonicus*), 새우불이(*G. orientalis*)의 개체수가 10 m에서 더 많았기 때문이다. 수심별 십각류의 생체량은 10 m보다 5 m에서 더 높았다(<Table 6>). 5 m에서 십각류의 개체밀도는 낮은 반면에 생체량은 더 높게 나타났다.

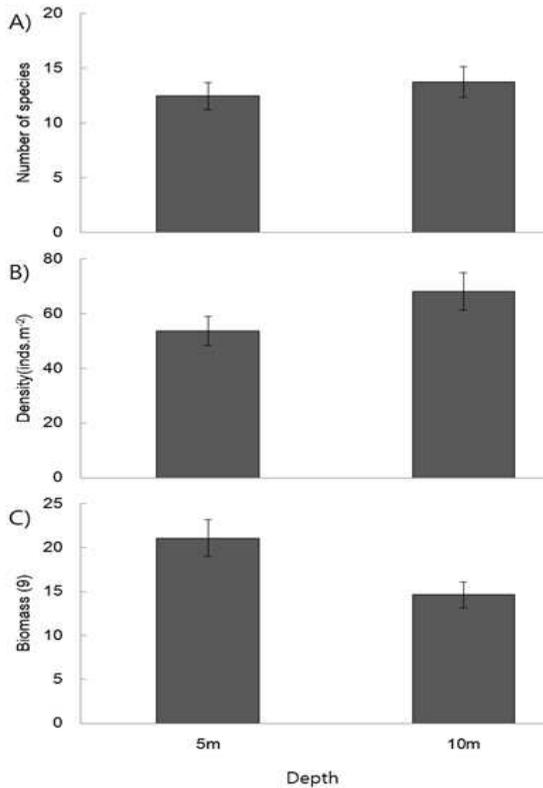
나. 십각류의 수심별 정점별 출현양상

수심별 평균 출현종수는 5 m와 10 m에서 유의한 차이가 없었다(Fig. 6A). 5 m에서 정점별 출현종수는 9-15종이었고, 10 m에서는 정점별로 8-17종이 출현하였다(Fig. 7A). 수심별 개체 밀도는 5 m에서보다 10 m에서 더 높았다(Fig. 6B). 5 m에서 개체밀도는 평균 53.6 inds.m²였고, 정점별로 22-80 inds.m² 범위였다(Fig. 7B). 정점 3과 4에서 각각 75 inds.m², 80 inds.m² 로 평균보다 높았고, 정점 7에서 22 inds.m²로 가장 낮았다.

평균보다 높은 개체밀도를 보인 정점4에서는 중간빨물맞이게(*P. intermedia*)의 밀도가 높았다. 수심 10 m에서 개체밀도는 평균 68.1 inds.m²였고, 정점별로 34-101 inds.m²범위였다. 평균보다 높은 개체밀도를 보인 정점 1에서는 애기털보부채게(*P. minutus*)의 밀도가 높았다.

<Table 6> Species number, density, and biomass of decapods at 5 m and 10 m depths near Oryuk Islets off Busan, Korea

	5 m	10 m
Number of species	34	33
Density(inds.m ⁻²)	53.6	68.1
Biomass(g)	21.1	14.6

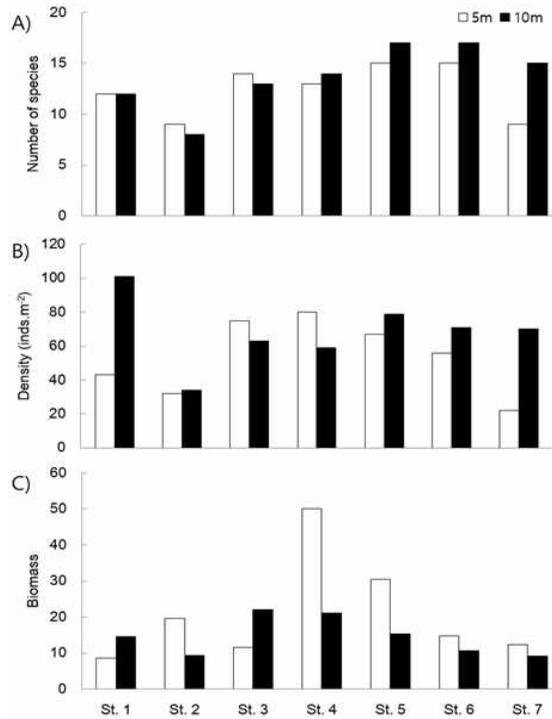


[Fig. 6] Species number (A), density (B) and biomass (C) of decapods at 5 m and 10 m depth near Oryuk Islets off Busan, Korea. Error bars indicate standard error of mean values.

정점 2에서는 34 inds.m⁻² 로 가장 낮았다. 수심별 생체량은 10 m보다 5 m에서 높았다([Fig. 6C]). 수심 5 m에서 생체량은 평균 21.1 g, 정점별로 8.6-50 g였다. 정점 4와 5에서 생체량이 평균보다 높았으며, 각각 50 g, 30.5 g였다([Fig. 7C]).

정점 4와 5를 제외한 정점 1-3, 6, 7에서 생체량은 8.6-19.7 g였다.

수심 10 m에서 생체량은 평균 14.6 g, 정점별 9.1-22 g로 5 m에서보다 범위가 작았다. 정점 3과 4에서 각각 22 g, 21.2 g으로 평균보다 높았고, 정점 7에서 9.1 g로 가장 낮았다.



[Fig. 7] Species number (A), density (B) and biomass (C) of decapods at 5 m and 10 m depths near Oryuk Islets off Busan, Korea.

다. 수심별 주요 우점종

애기털보부채게(*P. minutus*)는 5 m에서 14.4 inds.m⁻², 10 m에서 27.7 inds.m⁻²로 두 수심 모두에서 가장 우점하였다(<Table 7>). 수심 5 m에서 애기털보부채게(*P. minutus*) 외에 중간빨물맞이게(*P. intermedia*)와 계불이(*P. stevensii*)가 우점하였다. 위 3종은 5 m에서 65.8% (35.3 inds.m⁻²)를 차지하였다. 수심 10 m에서는 애기털보부채게(*P. minutus*) 외에 새우불이(*G. orientalis*), 꼬마긴눈집게(*P. japonicus*)가 우점하였다. 이 3종은 10 m에서 65.4% (44.5 inds.m⁻²)를 차지하였다.

라. 수심별 우점종의 개체밀도 차이 검증

수심별 주요 우점종의 개체밀도를 이용하여 수심 5 m와 10 m에서 차이가 있는지

<Table 7> Density and composition of dominant species at 5 m and 10 m depths near Oryuk Islets off Busan, Korea

Depth	Dominant species	Density (inds.m ⁻²)	Composition (%)
5 m	<i>Pilumnus minutus</i>	14.4	26.9
	<i>Pugettia intermedia</i>	13.0	24.2
	<i>Pachycheles stevensii</i>	7.9	14.6
10 m	<i>Pilumnus minutus</i>	27.7	40.6
	<i>Galathea orientalis</i>	8.4	12.3
	<i>Paguristes japonicus</i>	8.4	12.3

<Table 8> Species composition of decapods near Oryuk Islets off Busan, Korea

Taxa	Family	Scientific name	5 m		10 m		D _{total}	B _{total}
			Density (inds.m ⁻²)	Biomass (g)	Density (inds.m ⁻²)	Biomass (g)		
Macrura	Alpheidae	Alpheidae sp.	0.3		0.4		0.7	
		<i>Alpheus bisincisus</i>	0.1	0.1	0.4	0.2	0.6	0.2
		<i>Athanas japonicus</i>	0.1				0.1	
		<i>Synalpheus tumidomanus</i>			0.6		0.6	
	Hippolytidae	<i>Heptacarpus acuticarinatus</i>	0.4		3.9	0.1	4.3	0.1
		<i>Heptacarpus futilirostris</i>	0.3		0.1		0.4	
Anomura	Diogenidae	<i>Paguristes digitalis</i>	0.1				0.1	
		<i>Paguristes ortmanni</i>	2.4	1.9			2.4	1.9
		<i>Paguristes japonicus</i>	2.1	0.5	8.4	1.1	10.6	1.6
	Galatheidae	<i>Galathea orientalis</i>	2.1	0.1	8.4	0.3	10.6	0.4
	Hapalogastridae	<i>Oedignathus inermis</i>	0.3	0.1			0.3	0.1
		Paguridae	Paguridae sp.	1.1	0.1	0.6		1.7
	Paguridae spp.		0.4		0.6		1.0	0.1
	<i>Pagurus nigrovittatus</i>		0.6		1.3	0.3	1.9	0.3
	<i>Pagurus proximus</i>		0.6	0.1	0.1		0.7	0.1
	<i>Pagurus</i> sp.		0.6		0.1		0.7	0.1
	Porcellanidae	<i>Pachycheles stevensii</i>	7.9	1.1	1.3	0.5	9.1	1.7
<i>Pisidia serratifrons</i>		0.9	0.1	2.1	0.1	3.0	0.1	
<i>Pisidia</i> sp.		0.9	0.1	2.1	0.1	3.0	0.1	
Brachyura	Cancridae	<i>Cancer amphioetus</i>	0.4	0.6	0.1	0.1	0.6	0.6
		<i>Cancer</i> sp.	0.4	0.6	0.1	0.1	0.6	0.6
	Dromiidae	<i>Cryptodromia tumida</i>			0.1		0.1	
		<i>Dromia</i> sp.			0.1	0.3	0.1	0.3
		<i>Petalomera fukuii</i>			0.1	0.1	0.1	0.1
		<i>Petalomera japonica</i>	0.1	0.5	0.1	0.6	0.3	1.1
	Hymenosomatidae	<i>Rhynchoplax messor</i>			0.1		0.1	
		<i>Rhynchoplax setirostris</i>			0.3		0.3	
	Inachoididae	<i>Pyromaia tuberculata</i>			0.3	0.1	0.3	0.1
	Majidae	<i>Hyastenus diacanthus</i>			0.1	0.2	0.1	0.2
		<i>Hyastenus elongatus</i>	0.3	0.5	1.6	2.5	1.9	3.0

<Table 8> Continued

Taxa	Family	Scientific name	5 m		10 m		D _{total}	B _{total}
			Density (inds.m ⁻²)	Biomass (g)	Density (inds.m ⁻²)	Biomass (g)		
		<i>Micippa thalia</i>	0.1	0.6			0.1	0.6
		<i>Pugettia intermedia</i>	13.0	9.7	4.1	3.0	17.1	12.6
		<i>Pugettia quadridens</i>	1.7	0.9	1.3	0.3	3.0	1.1
	Menippidae	<i>Sphaerozius nitidus</i>	0.3	0.5	0.1		0.4	0.5
	Pilumnidae	<i>Pilumnus longicornis</i>			0.3	0.1	0.3	0.1
		<i>Pilumnus minutus</i>	14.4	3.2	27.7	4.2	42.1	7.4
	Pinnotheridae	<i>Pinnotheres pholadis</i>	0.3		0.7	0.1	1.0	0.1
		<i>Pinnotheres pholadis</i>	0.3		0.7	0.1	1.0	0.1
	Portunidae	Portunidae sp.	0.1				0.1	
	Xanthidae	<i>Actaea savignyi</i>	0.3				0.3	
		<i>Bentopanope indica</i>	0.3				0.3	
		<i>Cycloxanthops truncatus</i>	0.1				0.1	
		<i>Gaillardiiellus orientalis</i>	0.1	0.1	0.6	0.5	0.7	0.6
		<i>Leptodius exaratus</i>	0.1				0.1	
		<i>Macromedaeus distinguendus</i>	1.3	0.1			1.3	0.1
		<i>Macromedus orintalis</i>	0.7	0.1	1.6	0.1	2.3	0.2
		<i>Medaeops granulosus</i>			0.3		0.3	
		<i>Nanocassiope granulipes</i>	0.3				0.3	
		Xanthidae sp.			0.4	0.1	0.4	0.1
	Total		54.3	21.1	69.3	14.7	123.6	35.9

<Table 9> Results of Mann-Whitney U-tests for difference on density of dominant species between 5 m and 10 m near Oryuk islet off Busan, Korea

Dominant species	U	p
<i>Pilumnus minutus</i>	39	p>0.005
<i>Pugettia intermedia</i>	75	p<0.001
<i>Pachycheles stevensii</i>	67.5	p>0.005
<i>Galathea orientalis</i>	34	p<0.005
<i>Paguristes japonicus</i>	3.5	p<0.005

Mann-Whitney U-test를 하였다(<Table 9>). 그 결과, 애기털보부채게(*P. minutus*)의 개체수는 수심별로 유의한 차이가 없었다. 중간빨물맞이게(*P.*

intermedia), 새우불이(*G. orientalis*), 꼬마긴눈집게(*P. japonicus*)는 수심에 따른 개체수에서 유의한 차이가 있었다.

IV. 고찰

일반적으로 온대 수역에서 해양생물 군집의 출현종수, 개체 밀도, 생체량은 수온이 상승하는 시기에 증가하기 시작하여 수온이 하강하는 시기에 감소하는 양상을 보인다(Uye et al., 1996; Huh & An, 1997; Seo & Hong, 2010). 서해 함평만과 한국 남해 동부 해안에서 채집된 십각류의 조사에 따르면 수온이 낮은 겨울에 적은 종이 채집되었고, 수온이 상승함에 따라 다양한 종과 많은 개체가 채집되었다(Kim et al., 2005). 고리 주변해역에서 채집된 십각류의 연구에서 개체수와 생체량은 수온이 높은 여름에 높았고, 수온이 가장 낮은 겨울에 낮았다(Huh et al., 2010). 본 연구에서도 조사기간 동안 채집된 십각류의 출현종수, 개체밀도, 생체량은 계절적으로 변동이 뚜렷하였다. 수온이 가장 높은 가을에 그 값이 가장 높았고, 수온이 가장 낮은 겨울에 가장 낮았다. 이러한 연구 결과들은 연안해역에서 해양생물 군집의 출현종수, 개체수, 생체량 변동에 영향을 미치는 중요한 환경요인은 수온이며(Pihl & Rosenberg, 1982; Wenner & Wenner, 1988; Heo et al., 2014), 수온의 연간변동은 생물상의 연간변동과 밀접한 관련성을 가지고 있다(van der Veer & Witte, 1999)는 것을 입증하고 있다. 연구해역에 출현하는 주요 종들은 출현빈도와 출현양상에 따라 주거종, 계절종, 일시방문종으로 나눌 수 있다 (Huh & An, 1998; Kim et al., 2005; Lee et al., 2009). 광양만 잘피밭 연구(Huh & An, 1998)에서 애기털보부채게(*P. minutus*)는 연간 3회 출현하여 일시방문종으로 분류된 반면, 본 연구에서는 애기털보부채게(*P. minutus*)가 사계절 내내 출현하여 주거종으로 분류되었다. 광양만은 남해의 중앙에 위치한 내만으로 잘피와 같은 해초가 밀생하며 다른 해초지와 마찬가지로 중요한 성육장과 은신처로서의 역할을 한다(Huh & An, 1998). 오륙도는 암반으로 이루어진 돌섬이며, 이러한 암반지대의 바위틈은 애기털보부채게의 서식처로 많이

알려져 있다(Ko, 1994; Rho & Kim, 2004; Hong et al., 2006). 즉, 많은 게류가 유년기를 잘피밭에서 보내며, 어느 정도 성장하면 일부 개체는 잘피밭에 남지만, 대부분의 개체들은 인근 해역으로 이동하고 있음을 간접적으로 알 수 있다(Huh & An, 1998). 브라질의 Pernambuco 연안 암초지대에 서식하는 십각류의 분포는 수심과 조류에 의해 영향을 받는다고 하였다(Giraldes et al., 2012).

Pernambuco 해역은 수심이 깊어질수록 십각류의 출현종수와 종다양성이 감소하였던 반면, 본 연구에서는 5 m와 10 m에서 출현 종수의 차이가 크지 않았다. Pernambuco 암초지역의 경우 3-6 m는 반폐쇄 해역(Semi-open water)이며 7-10 m는 외해와 인접한 해역(Open water)으로 조류에 의한 영향을 강하게 받는다. 이러한 조류에 대한 노출의 차이는 십각류 분포의 차이를 만든다(Giraldes et al., 2012). 본 연구 해역에서는 출현종수, 개체밀도, 생체량에서 수심에 따른 유의한 차이가 없었는데 이는 오륙도가 외해와 인접한 개방형 해역으로 조류에 대한 영향이 수심별로 비슷하기 때문으로 사료된다. 개별종에 따라서는 수심별로 분포의 차이가 있었다. 5 m에서 중간뿔물맞이게(*P. intermedia*)와 게불이(*P. stevensii*)가 우점하였고, 10 m에서는 새우불이(*G. orientalis*), 꼬마긴눈집게(*P. japonicus*)가 우점하였다. 애기털보부채게(*P. minutus*)의 경우 5 m와 10 m에서 모두 최우점하였고, 5 m에서 보다 10 m에서 더 많이 분포하였다. 고군산군도에서는 애기털보부채게(*P. minutus*)가 조간대보다 상대적으로 깊은 수심인 조하대에서 채집되었다(Rho & Kim, 2004). 또한 스웨덴의 연안에서 애기털보부채게(*P. minutus*)는 35 m 이상에서 많이 분포하였다(Pihl & Rosenberg, 1982). 본 연구에서는 수심별 염분은 유사하였고, 수심별 수온의 차이가 크지 않았던 봄과 가을에 개체수의 차이 컸던 점으로 보아 오륙도에서 애기털보부채게의 선호 수심은 염분과 수온 이외의 다른 요인에 의한 것으로 사료된다.

추후 수심별 저질환경과 다양한 해양환경 요인의 추가적인 조사는 개별종에 따른 수심별 분포 차이의 원인을 밝힐 수 있을 것이다. 일반적으로 해양에서 인위적인 요인에 의해 환경에 스트레스가 가해질 경우 저서동물 군집이 보이는 일반적인 반응은 종수의 감소와 우점종의 증가이다. 특히, 연안과 같이 해양환경요인의 변화가 심한 해역에서는 환경에 적응한 일부 종이 우점하는 경향이 높다(Seo & Hong, 2010). 본 연구에서 출현한 총 46종의 십각류 중 주요 우점종은 애기털보부채게(*P. minutus*), 중간빨물맛이게(*P. intermedia*), 꼬마긴눈집게(*P. japonicus*), 새우불이(*G. orientalis*)으로 오륙도 인근해역을 소수종들이 우점(70.7%)하고 있다. 이는 본 연구해역이 개방형 해역으로 조류의 영향을 강하게 받음으로써 해양환경요인의 변화가 심한 지역임을 알 수 있고 이들 우점종은 이러한 스트레스에 적응한 결과임을 알 수 있다.

이번 연구에서 오륙도 인근해역의 십각류 군집의 계절별 변동은 수온이 중요한 요인으로 작용하였고, 수심 5 m와 10 m에서 십각류 분포는 큰 차이가 없는 것은 5 m와 10 m의 수온의 차이가 크지 않아 십각류 분포에 영향을 미치지 않은 것으로 보인다.

References

- Giraldes, Bruno W. · Coelho Filho · Petrônio A. & Coelho, Petrônio A.(2012). Composition and spatial distribution of subtidal decapoda on the "Reef Coast", northeastern Brazil, evaluated through a low-impact visual census technique. *Nauplius*, 20(2), 187~201.
- Han, In-Sung · Eom, Ki-Hyuk · Kwon, Jung-Ho · Park, Kyeong-Dong(2016). Species Composition and community structure of demersal organisms caught by shrimp bean trawl in the coastal waters of Gunsan of West Sea. *The Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 28(1), 211~220.
- Heo, Yu-Sim · Choi, Jung-Hwa · Kim, Jung-Yun & Lee, Dong-Woo.(2014). Species composition and community structure of benthic crustacean assemblage around Oryukdo in southeastern waters off Korea, *Journal of the Korean Society of Fisheries Technology*, 50(4), 604~613.
- Hong, Byung-Kyu · Kim, Mi-Hyang · Kim, Jung-Nyun & Jeon, Kyeong-Am(2006). Decapod crustaceans of Dokdo Island, Korea. *Journal of the Korean Society of Fisheries Technology*, 39, 252~258.
- Hong, Sung-Yun · Park, Kyung-Yang · Park, Chul-Won · Han, Chang-Hee · Suh, Hae. Lip · Yun, Sung Gyu · Song, Choon-Bok · Jo, Soo-Gun · Lim, Hyun-Shik · Kang, Young-Shil · Kim, Duk-Jae · Ma, Chae-Woo · Son, Min-Ho · Cha, Hyung. Ki · Kim, Kwang-Bong · Choi, Sang-Duk · Park, Ki-Yeul · Oh, Chul-Woong · Kim, Doo-Nam · Shon, Haw-Sun · Kim, Jung-Nyun · Choi, Jung-Hwa · Kim, Mi-Hyang & Choi, In-Young(2006). Marine invertebrates in Korea coasts. *Academy. Korea*, 331~398.
- Huh, Sung-Hoi & An, Yong-Rark(1997). Seasonal variation of shrimp (Crustacea : Decapoda) community in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay, Korea. *Journal of the Korean Society of Fisheries Technology*, 30(4), 532~542.
- Huh, Sung-Hoi · Park, Joo-Myun · Jeong, Dal-Sang & Baeck, Gun-Wook(2010). Seasonal and interannual variation in species composition and abundance of decapod assemblages collected using pots in the coastal waters off Gori, Korea. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 43(5), 503~509.
- Kim, Hoon-Soo(1973). Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea (Anomura · Brachyura). Ministry of Education, Korea, 14, 22~559.
- Kim, Jung-Nyun · Choi, Jung-Hwa · Im, Yang -Jae · Choi, Kwang-Ho & Ma, Chae-Woo(2005). Species composition and seasonal variation of decapod crustacean assemblage in Hampyeong Bay, Korea. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 38(1), 20~22.
- Kim, Sa-Heung & Kim, Won(1998). The marine decapod crustaceans of Geojedo Island and its adjacent islets, Korea. *Animal Systematics Evolution and Diversity*, 14(3), 293~309.
- Ko, Hyun-Sook(1994). The zoeal stages of *Pilumnus*

- minutus* De Haan, 1835 (Decapoda; Brachyura: Pilumnidae) in the laboratory. *Animal Systematics Evolution and Diversity*, 10(2), 145~155.
- McConaugha, John R. · Johnson, David F. · Provenzano, Anthony J. & Maris, Robert C.(1983). Seasonal distribution of larvae of *Callinectes sapidus* (Crustacea: Decapoda) in the waters adjacent to Chesapeake Bay. *Journal of Crustacean Biology*, 3, 575~581.
- Park, Won-Gyu(2012). Dynamics of adult and larval Dungeness crabs: Larval abundance as an indicator of adult abundance in regional population. *The Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 24(1), 9~17.
- Pihl, Lief & Rosenberg, Rutger(1982). Production, abundance, and biomass of mobile epibenthic marine fauna in shallow waters, western Sweden. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 57(2-3), 273~301.
- Rho, Hyun-Soo & Kim, Won(2004). Marine decapods of Gogunsan Island. *Korea Journal of Environmental Biology*, 22(3), 456~463.
- Seo, In-Soo & Hong, Jae-Sang(2010). Temporal variation of the macro-crustacean assemblages on Jangbong Tidal Flat, Incheon, Korea. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 43(5), 521~531.
- Simoes, Nuno · Apel, Michael & Jones, David A.(2001). Intertidal habitats and decapod faunal assemblages (Crustacea : Decapoda) of Socotra Island, Republic of Yemen. *Hydrobiologia*, 449, 81~97.
- Thayer, Gordon W. · Bjorndal, Karen A. · Ogden, John C. · Williams, Susan L & Zieman, Joseph C.(1984). Role of larger herbivores in seagrass communities. *Estuaries*, 7, 351~376.
- Uye, S. I. · Nagano, N. & 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), 698.
- Van der Veer, Henk W. & Witte, Johannes I.(1999). Year-class strength of plaice *Pleuronectes platessa* in the southern bight of the North Sea: a validation and analysis of the inverse relationships with winter seawater temperature. *Marine Ecology Progress Series*, 184, 245~257.
- Wenner, Elizabeth L & Wenner, Charles A.(1988). Seasonal composition and abundance of decapod and stomatopod crustaceans from coastal habitats, southeastern United states. *Fishery Bulletin*, 87(1), 155.
- Wenner, Elizabeth L. & Read, Terry H.(1982). Seasonal composition and abundance of decapod crustacean assemblages from the south Atlantic bight, U.S.A. *Bulletin of Marine Science*, 32(1), 181~206.

-
- Received : 05 January, 2017
 - Revised : 26 January, 2017
 - Accepted : 06 February, 2017