

서해 함평만 십각 갑각류의 종조성과 계절변동

김정년 · 최정화^{1*} · 임양재² · 최광호¹ · 마채우³

부경대학교 자원생물학과, ¹국립수산과학원 자원연구팀, ²국립수산과학원 서해연구소
³순천향대학교 생명과학부

Species Composition and Seasonal Variation of Decapod Crustacean Assemblage in Hampyeong Bay, Korea

Jung Nyun KIM, Jung Hwa CHOI^{1*}, Yang Jae IM², Kwang Ho CHOI¹ and Chae Woo MA³

Department of Marine Biology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea
¹Fisheries Resources Research and Management Division, NFRDI, Busan 408-1, Korea
²West Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Incheon 400-420, Korea
³Division of Life Sciences, Soonchunhyang University, Asan 336-745, Korea

Species composition and seasonal variation of decapod crustacean assemblage in Hampyeong Bay, Korea were examined. Sampling was monthly made by a shrimp trawl between March 2003 to February 2004. A total of 39 species of 20 families were collected. Of these, *Latreutes planirostris*, *Palaemon gravieri*, *Parapenaeopsis tenella*, *Exopalaemon carinicauda*, *Charybdis japonica*, *Trachysalambria curvirostris* and *Palaemon macrodactylus* were dominant species comprising 84.3% of the total number of individuals. *Charybdis japonica*, *P. gravieri*, *Oratosquilla oratoria*, *E. carinicauda*, *T. curvirostris*, *Metapenaeus joyneri* and *P. tenella* represented 90.6% of the total biomass. While total abundance (number of individuals) was high in spring, total biomass and species richness (number of species) and diversity were high in summer. Cluster analysis, based on monthly abundance data of the 14 most common species, showed that the species were separated into three different groups. Group A composed of *Leptochela gracilis*, *Alpheus japonicus*, *Crangon uritai*, *P. macrodactylus*, *E. carinicauda*, *P. gravieri*, *O. oratoria*, *C. japonica*, which were year round residents, group B *M. joyneri*, *T. curvirostris* and *P. tenella*, which were abundant in summer, and group C *Crangon hakodatei*, *Latreutes anoplonyx* and *L. planirostris*, which were abundant in winter. Principal component analysis revealed that seasonal variation in the decapod crustacean assemblage was attributed to the abundance of temporal species such as penaeid shrimps, which were abundant in summer, due to seasonal variation of water temperature and reproductive pattern.

Key words: Species composition, Seasonal variation, Decapod crustacean, Hampyeong Bay, Korea

서론

내만에 서식하는 십각 갑각류는 자체 자원으로서의 이용과 함께 생태계 먹이사슬에서는 미세 저서생물군과 어류를 연결하는 연결자로서의 역할을 하고 있다 (Thayer et al., 1984; Huh and An, 1997, 1999). 특히 새우류는 몸을 덮고 있는 갑각이 게류에 비해 부드럽고 육질이 많아서 육식성 어류들이 선호하는 먹이생물이 되고 있다 (Huh, 1997; Huh and Kwak, 1997; Kim and Kang, 1997; Cha et al., 1998). 그러므로 상위 포식자인 어류 군집의 기능적인 면을 이해하기 위해서는 십각 갑각류의 군집 연구가 필요하다.

서해 남부에 위치한 함평만은 만 주변이 갯벌 조건대로 형성되어 있으며 육지와 바다가 연결된 큰 규모의 수계가 존재하지 않는 반 폐쇄성 내만이다. 만 주변에는 인구 밀집지역과 산업시설이 없어 비교적 인위적인 오염의 영향을 적게

받고 있어 생태계 보존이 잘 유지되고 있는 해역이다 (Ryu et al., 1999; Lim and Choi, 2001). 따라서 함평만내의 십각 갑각류의 군집에 대한 연구는 오염되지 않은 내만의 생물 다양성을 파악할 수 있을 뿐만 아니라, 본 해역 군집생태계의 저차단계 그룹의 변화 양상의 파악을 통해 상위 그룹인 어류의 변화를 이해할 수 있는 기초자료를 제공할 것으로 기대된다.

본 연구에서는 함평만에서 일년간 조망 어구에 의해 어획된 십각 갑각류의 종조성과 계절변동을 분석하여 함평만의 십각 갑각류 군집의 계절에 따른 변동 특성을 파악하였고, 다른 해역의 연구 결과와 비교하였다.

재료 및 방법

연구지역의 개관

우리나라 서해 남부에 위치한 함평만 (Fig. 1)은 최대 폭

*Corresponding author: choijh@momaf.go.kr

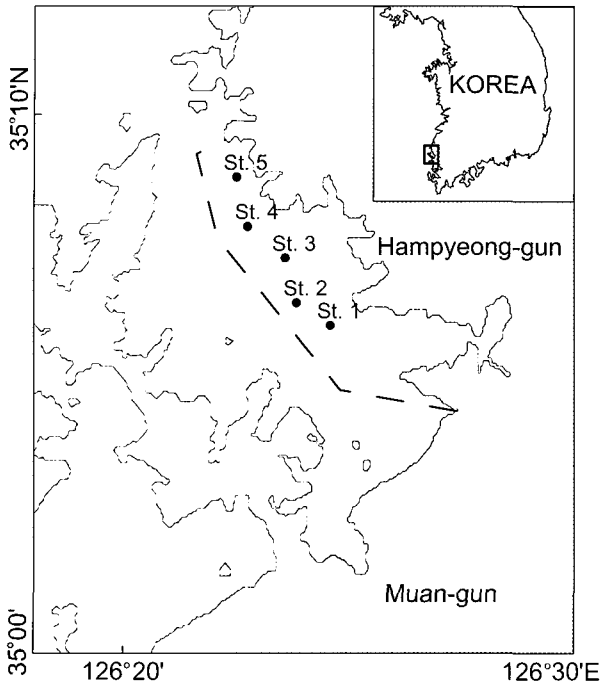


Fig. 1. Location of the sampling sites in Hampyeong Bay.

12 km, 길이 17 km로 면적은 약 34,410 ha인 비교적 큰 만으로서 육지와 연결된 큰 규모의 수계가 존재하지 않아 반폐쇄된 지형을 이루고 있다. 만 입구는 연구지역의 북서 방향에 위치하며, 폭은 좁아 약 1.8 km이며 남동 방향으로 길게 육지와 입수 반도로 둘러싸여 있다. 수심은 만 입구가 23 m로서 가장 깊고 입구에서부터 골을 이루어 중앙부까지 이루어진 수로는 상대적으로 깊어 수심은 약 16 m이며 만 안쪽의 수심은 대부분 10 m 이내이다 (Ryu et al., 1999).

시료채집 및 분석

본 연구에 사용된 십각 갑각류 자료는 함평만 해역에서 새우 조망 (Shrimp trawl)을 이용하여 2003년 3월부터 2004년 2월까지 12개월간 매월 5개의 조사 정점에서 채집되어졌다 (Fig. 1). 조망 어구 (NFRDI, 2002)는 길이가 16.8 m, 망폭이 8.1 m이며, 날개그물의 망목은 4.3 cm, 자루그물의 망목은 0.98×0.98 cm였다. 채집은 1회 조사 시 30분간 (평균 1.5 knot) 인망하였으며, 총 조사 면적은 1,109,606 m²이었다. 채집된 표본은 선상에서 중성포르말린 (10%)으로 고정된 후 실험실로 옮겨 분석하였다.

해양환경요인으로 수온 및 염분은 휴대용 수질측정기인 YSI (model: MPS556)로 매 조사 시기에 현장에서 각 정점의 표층 및 저층에 대하여 측정하였다.

월별 각 정점의 종조성을 Wilcoxon의 signed-rank test와 밀도에 대한 ANOVA test 결과 5개 정점간에 유의한 차이가 없어 (P>0.05), 각 채집시기의 5개 정점에서 채집된 표본들을 합하여 정리하였다.

계절에 따른 출현종의 빈도 양상을 파악하기 위해 계절별 출현개체수를 이용하여 Shannon-Wiener의 종다양도지수 (H')를 계산하였다 (Shannon and Weaver, 1949). 종간의 계절에 따른 출현양상의 유사도는 조사기간동안 채집된 전체 개체수 중 0.8% 이상의 출현빈도를 나타낸 우점 출현종에 대해 Jaccard (1908)의 지수를 이용하여 지수값들을 비가중 산술 평균 (UPGMA)에 의하여 수상도 (Dendrogram)를 작성하여 군집화하는 계보적 집괴분석 (Hierarchical cluster analysis)에 의해 살펴보았다. 또한, 조사기간 중 십각갑각류 종조성의 차이를 분석하고 종조성 변동과 환경변수와의 관계를 설명하기 위해서 집괴분석에서 이용된 주요 우점 출현종의 빈도 자료를 이용하여 주성분분석 (Principal Component Analysis, PCA)을 수행하였다. 주성분분석은 조사시기별, 종간의 심한 밀도차이에 따른 자료의 비정규분포를 고려하여 각 조사시기의 출현개체수로 각 종의 순위 (Rank)를 정하고 Spearman의 rank correlation을 계산하여 처리하였다 (Lee, 1996).

결 과

해양환경

연구기간 동안 함평만의 수온은 표층에서 2.35-25.58°C, 저층에서 2.45-25.45°C로 변동하여 표층과 저층에서 수온의 변동 폭은 거의 차이를 나타내지 않았다. 각 월별 수온의 표층과 저층의 차이도 또한 아주 작게 나타났으며, 3월부터 수온이 상승하기 시작하여 6-10월까지 20°C 이상의 고수온을 유지하고 11월 이후 하강하여 1, 2월에 5°C 이하로 낮아진다 (Fig. 2).

표층과 저층의 염분은 각각 27.03-31.78, 27.39-31.79 psu의 범위로 변동 폭은 뚜렷한 차이를 나타내지 않았고, 월별 표층과 저층의 염분 차이 또한 아주 작게 나타났다. 우기인 7, 8월에 28 psu 이하인 것을 제외하면 년중 30-32 psu로 비교적 저염분으로 염분의 변화폭은 크지 않았다 (Fig. 2).

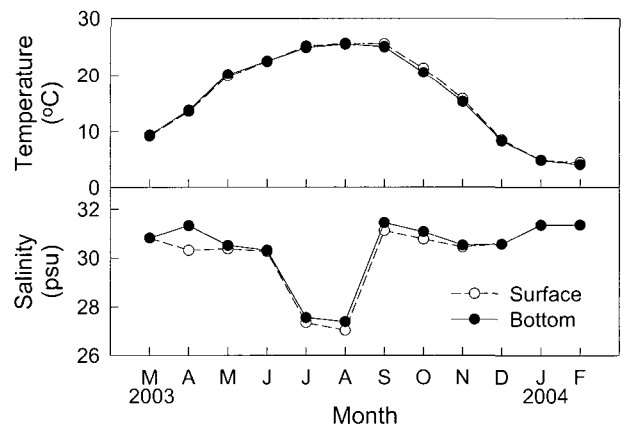


Fig. 2. Seasonal variation of temperature and salinity in surface and bottom waters in Hampyeong Bay.

종조성

연구기간 동안 출현한 십각 갑각류는 총 20과 39종이었고, 이들 중 새우류 (Macrura)가 8과 20종으로 가장 많았고, 게류 (Brachyura) 8과 14종, 집게류 (Anomura) 3과 4종, 구각류 (Stomatopoda) 1종의 순으로 나타났다 (Table 1). 출현빈도를 보면 돛대기새우 (*Leptochela japonica*), 붉은줄참새우 (*Palaemon macrodactylus*), 긴발딱총새우 (*Alpheus japonicus*), 꼬마자주새우 (*Crangon uritai*)의 4종이 전 조사기간 동안 출현하여 12회, 밀새우 (*Exopalaemon carinicauda*), 그라비새우 (*Palaemon gravieri*)가 11회, 큰손딱총새우 (*Alpheus brevirostris*), 갯가재 (*Oratosquilla oratoria*)가 10회, 민새우 (*Parapenaeopsis tenella*), 매킨등꼬마새우 (*Latreutes anoplonyx*), 민꽃게 (*Charybdis japonica*)의 3종이 각각 9회, 꽃새우 (*Trachysalambria curvirostris*), 자주새우 (*Crangon affinis*)가 각각 8회, 중하 (*Metapenaeus joyneri*), 넓적빨꼬마새우 (*Latreutes planirostris*), 마루자주새우 (*Crangon hakodatei*)의 3종이 각각 7회 출현하였고, 나머지 종들은 5회 이하의 낮은 출현빈도를 보였다.

채집된 총 개체수와 생체량은 각각 92,182개체, 208,470.1 g이었다 (Table 1). 개체수의 경우, 넓적빨꼬마새우가 20,075개체로 전체의 21.8%를 차지하여 가장 우점하였고, 그 다음으로 그라비새우, 민새우, 밀새우, 민꽃게, 꽃새우, 붉은줄참새우 순이었으며, 상위 7종이 전체 개체수의 84.3%를 차지하였다. 생체량의 경우는 개체수와 달리 개체당 생체량이 높은 민꽃게가 98,008.2 g이 채집되어 전체의 47.0%를 차지하여 가장 높았으며, 그 다음은 그라비새우, 갯가재, 밀새우, 꽃새우, 중하, 민새우 순으로 상위 7종이 전체 생체량의 90.6%를 차지하였다.

출현종의 월별 변동

월별 출현 종수를 살펴보면, 수온이 상승하는 3월에 출현종수가 증가하기 시작하여 여름철인 8월에 23종으로 가장 많은 출현종수를 보였고 수온이 하강하는 가을과 겨울로 진행되면서 출현종수가 감소하여 11월에 13종으로 가장 적은 출현종수를 보였다 (Fig. 3A).

월별 출현 개체수는 4월과 1월에 각각 18,405개체와 16,612개체가 채집되어 상대적으로 많은 개체수를 나타내었고, 11월에 523개체로 가장 적게 채집되었다. 나머지 달은 2,527-11,095개체의 범위에서 채집되어졌다 (Fig. 3B).

월별 생체량의 계절변동은 출현종수의 변동과 유사한 양상을 나타내어, 봄철에 생체량이 증가하기 시작하여 여름철인 8월에 50,921.2 g으로 가장 높은 생체량을 보였고, 가을과 겨울로 진행될 수록 생체량이 감소하여 11월에 613.6 g으로 가장 낮은 값을 나타내었다 (Fig. 3C). 출현 개체수가 적은 여름철인 6-8월에 높은 생체량을 기록한 것은 이 기간 중에 개체당 생체량이 큰 민꽃게가 많이 채집되었기 때문이다.

월별 종다양도 지수는 0.43-0.80의 범위를 보였다 (Fig. 3D). 전반적으로 여름철인 6-8월에 높은 값을 보였는데, 이는 다수

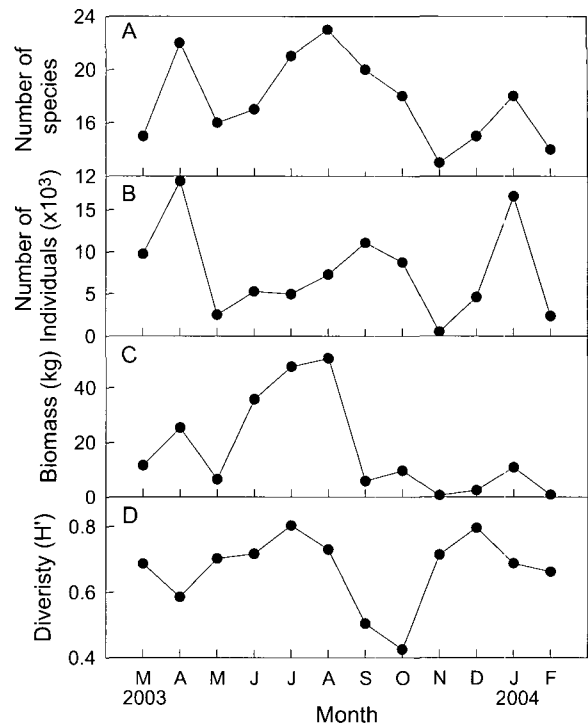


Fig. 3. Monthly fluctuation in (A) number of species, (B) number of individuals, (C) biomass, and (D) diversity (H') of the decapod crustaceans collected in Hampyeong Bay from March 2003 to February 2004.

의 종이 다른 조사기간에 비해 고른 출현분포를 보였기 때문이다.

계절별 출현종의 유사성과 주성분분석

연구해역의 십각 갑각류 군집에 영향을 미칠 수 있다고 여겨지는 조사기간 동안 7회 이상 출현하고 총 개체수에 대한 출현개체수비가 0.8% 이상인 주요 우점 14종을 대상으로 Jaccard 지수에 의한 수상도를 작성하여 종간 (r-mode) 집괴분석을 실시한 결과, 함평만 해역의 십각 갑각류 군집은 3개의 무리로 대별하여 특징지를 수 있었다 (Fig. 4). Group A는 계절에 관계없이 연중 지속적으로 출현하는 주거종 (Resident species) 무리로 돛대기새우, 긴발딱총새우, 꼬마자주새우, 붉은줄참새우, 밀새우, 그라비새우, 갯가재, 민꽃게 등이 속하였다. Group B는 겨울철을 제외한 전 계절에 출현하며 특히 여름철에 높은 출현빈도를 나타내었던 중하, 꽃새우, 민새우가 속하였으며, Group C는 여름철을 제외한 전 계절에 출현하며 특히 겨울과 이른 봄철에 높은 출현빈도를 나타내었던 마루자주새우, 매킨등꼬마새우, 넓적빨꼬마새우가 속하였다.

주요 우점 14종의 월별 출현빈도에 기초한 주성분분석 결과, 성분축 I이 고유값 (λ) 4.04로 총분산의 33.67%, 성분축 II가 고유값 2.53으로 21.15%, 성분축 III이 고유값 1.78, 14.86%의 분산을 나타내었다. 이들 상위 3개의 성분이 주요 우점종의 출현빈도 자료의 69.68%를 설명할 수 있는 것으로 나타났

Table 1. Seasonal variation in species composition of decapod crustaceans collected in Hampyeong Bay from March 2003 to February 2004. N and W represent the number of individuals and biomass in grams, respectively

Species	March		April		May		June		July		August		September	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
Macrura														
<i>Marsupenaeus japonicus</i>											16	145.4		
<i>Fenneropenaeus chinensis</i>							6	210.1	337	1266.3	130	2,195.8		
<i>Metapenaeus joyneri</i>			4	16.2	91	612.1	121	1,025.5	450	4,732.3	6	41.3	156	151.0
<i>Trachysalambria curvirostris</i>			27	44.7	1,281	1,777.7	2,019	6,237.6	799	3,524.6	22	107.5	150	163.2
<i>Parapenaeopsis tenella</i>			10	4.9	288	212.3	328	341.2	773	1,363.6	175	36.8	7,528	2,789.7
<i>Leptochela chinensis</i>			111	9.8			85	27.3	86	22.7	3	0.1	5	0.7
<i>Leptochela gracilis</i>	25	12.4	534	242.8	6	4.2	2	1.3	15	6.2	142	41.9	21	5.4
<i>Exopalaemon carinicauda</i>	308	362.6	37	91.5			94	327.6	340	810.3	1,882	2,679.0	374	750.8
<i>Palaemon macrodactylus</i>	177	311.1	65	45.0	33	37.5	12	14.7	46	54.1	582	343.5	97	56.1
<i>Palaemon gravieri</i>	4,471	6,821.4	6,124	15,622.1	3	1.3	9	12.3	37	16.7	3,136	1,183.0	1,844	826.5
<i>Alpheus japonicus</i>	80	92.7	112	123.1	22	29.3	30	36.1	56	60.8	376	279.0	850	597.6
<i>Alpheus digitalis</i>	42	38.0	9	13.0	12	38.0	4	13.6	14	27.5	10	18.4	8	12.5
<i>Heptacarpus rectirostris</i>	5	4.1	1	0.3										
<i>Lysmata vittata</i>											1	0.9		
<i>Latreutes planirostris</i>	2,321	354.0	10,128	1,705.1	114	24.3	27	4.7						
<i>Latreutes anoplonyx</i>	2,010	336.0	224	49.6	28	5.5	1	0.1						
<i>Plesionika izumiae</i>			1	0.4										
<i>Crangon affinis</i>			2	1.5							13	2.9	1	0.3
<i>Crangon hakodatei</i>	165	219.5	248	107.7	144	42.3								
<i>Crangon uritai</i>	7	1.5	5	4.4	32	21.3	1	1.0	14	9.3	46	10.3	9	2.0
Anomura														
<i>Upogebia</i> sp.			2	1.1							8	7.6	1	0.5
<i>Diogenes edwardsii</i>									1	0.9	8	2.2		
<i>Diogenes nitidimanus</i>														
<i>Pagurus dubius</i>														
Brachyura														
<i>Heikea japonica</i>									7	38.5	6	21.7	7	1.5
<i>Nursia</i> sp.											2	2.4	2	2.1
<i>Matuta lunaris</i>													1	1.0
<i>Pugettia quadridens</i>														
<i>Hyastenus diacanthus</i>														
<i>Leptomithrax edwardsii</i>					1	38.0								
<i>Parthenope valida</i>									2	14.6	1	10.0		
<i>Portunus trituberculatus</i>					2	147.0	6	404.0	4	1,150.0	2	512.3		
<i>Charybdis japonica</i>	13	144.4	189	3,064.2	341	1,907.0	1,744	16,961.0	1,770	31,014.3	678	42,000.0		
<i>Charybdis bimaculata</i>	1	0.8	325	382.2					1	1.1				
<i>Carcinoplax vestita</i>	2	49.1											1	17.9
<i>Eucrate crenata</i>			128	2,032.9					1	5.2				
<i>Eucrate</i> sp.									1	5.2			1	15.3
<i>Tritodynamia rathbuni</i>													1	0.7
Stomatopoda														
<i>Oratosquilla oratoria</i>	102	2,815.6	119	1,810.5	129	1,614.0	776	10,178.8	208	3,729.2	56	1,279.2	38	557.9
Total	9,729	11,563.3	18,405	25,373.0	2,527	65,11.7	5,265	35,796.8	4,962	47,853.3	7301	50,921.2	11,095	5,952.7

Table 1. Continued

Species	Month	October		November		December		January		February		Total	
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
Macrura													
<i>Marsupenaeus japonicus</i>		1	39.0									17	184.4
<i>Fenneropenaeus chinensis</i>												473	3672.1
<i>Metapenaeus joyneri</i>		751	1,674.5									1,579	8,252.9
<i>Trachysalambria curvirostris</i>		283	756.3	1	3.4							4,582	1,2614.8
<i>Parapenaeopsis tenella</i>		6,572	3,309.7	215	117.3	41	18.8					15,930	8,194.3
<i>Leptochela chinensis</i>												290	60.6
<i>Leptochela gracilis</i>		1	0.2	6	3.4	21	12.7	3	2.5	1	0.6	777	333.6
<i>Exopalaemon carinicauda</i>		168	439.2	2	14.4	649	883.7	7,263	7,953.6	534	245.8	11,651	14,558.4
<i>Palaemon macrodactylus</i>		184	118.6	149	106.7	1,172	506.1	1,843	930.5	79	49.3	4,439	2,573.2
<i>Palaemon gravieri</i>		457	155.8			78	82.7	58	94.6	2	3.7	16,219	24,820.1
<i>Alpheus japonicus</i>		209	172.2	5	2.7	130	70.5	103	92.5	4	5.4	1,977	1,561.8
<i>Alpheus digitalis</i>		4	8.4			1	1.5	4	12.3			108	183.1
<i>Heptacarpus rectirostris</i>												6	4.5
<i>Lysmata vittata</i>		1	1.0	2	1.4					1	0.9	5	4.1
<i>Latreutes planirostris</i>						1,178	198.4	5,135	747.9	1,172	246.7	20,075	3,281.1
<i>Latreutes anoplonyx</i>		7	0.6	5	0.7	100	13.3	248	50.6	83	29.1	2,706	485.5
<i>Plesionika izumiae</i>		1	0.1									2	0.5
<i>Crangon affinis</i>		15	6.2	37	13.3	84	48.1	50	25.0	2	1.5	204	98.7
<i>Crangon hakodatei</i>				89	106.8	107	153.0	24	57.8	2	2.3	779	689.4
<i>Crangon uritai</i>		15	51.5	4	1.4	1,052	497.0	1,856	748.3	500	196.9	3,541	1,544.8
Anomura													
<i>Upogebia</i> sp.		1	1.8							1	5.1	13	16.1
<i>Diogenes edwardsii</i>						1	0.5	5	2.9			15	6.5
<i>Diogenes nitidimanus</i>								1	0.2			1	0.2
<i>Pagurus dubius</i>								8	1.9			8	1.9
Brachyura													
<i>Heikea japonica</i>												20	61.7
<i>Nursia</i> sp.												4	4.5
<i>Matuta lunaris</i>												1	1.0
<i>Pugettia quadridens</i>								4	9.5			4	9.5
<i>Hyastenus diacanthus</i>								1	63.7			1	63.7
<i>Leptomithrax edwardsii</i>												1	38.0
<i>Parthenope valida</i>										1	12.7	4	37.3
<i>Portunus trituberculatus</i>												14	2,213.3
<i>Charybdis japonica</i>		54	2,662.0	5	231.1	1	24.2					4,795	98,008.2
<i>Charybdis bimaculata</i>												327	384.1
<i>Carcinoplax vestita</i>												3	67.0
<i>Eucrate crenata</i>						1	15.4	3	13.8	1	27.5	134	2,094.8
<i>Eucrate</i> sp.												2	20.5
<i>Tritodynamia rathbuni</i>												1	0.7
Stomatopoda													
<i>Oratosquilla oratoria</i>		40	278.9	3	11.2			3	48.1			1,474	22,323.4
Total		8,764	9,675.9	523	6,13.6	4,616	2,525.8	1,6612	10,855.6	2,383	827.5	92,182	208,470.1

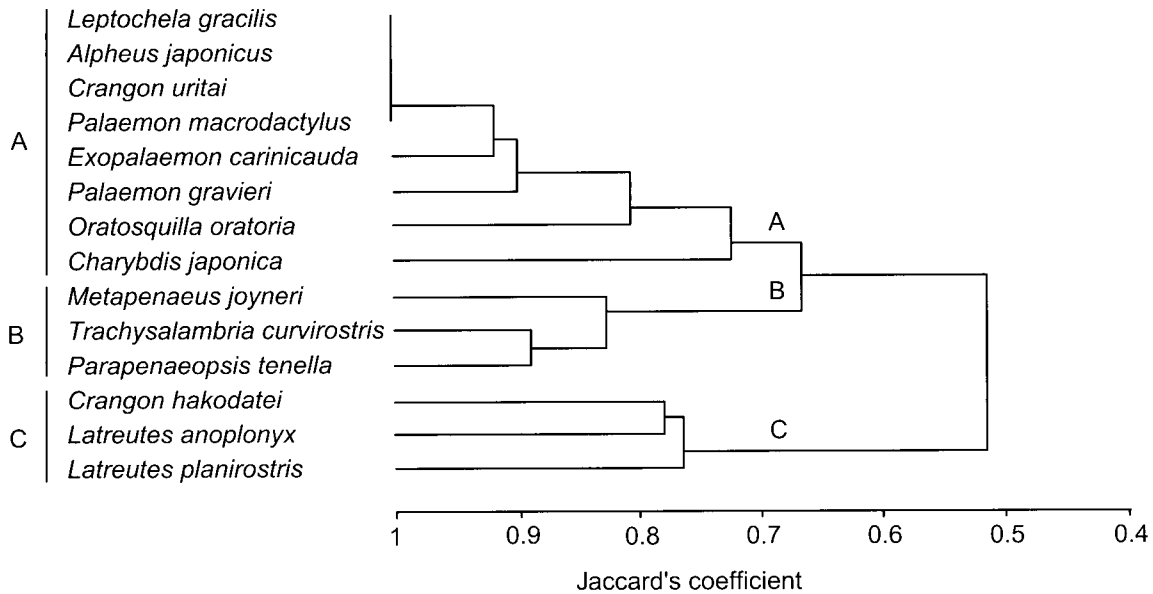


Fig. 4. Dendrogram (UPGMA) illustrating species (r-mode) derived from monthly abundance of the 14 most dominant decapod crustacean species collected in Hampyeong Bay.

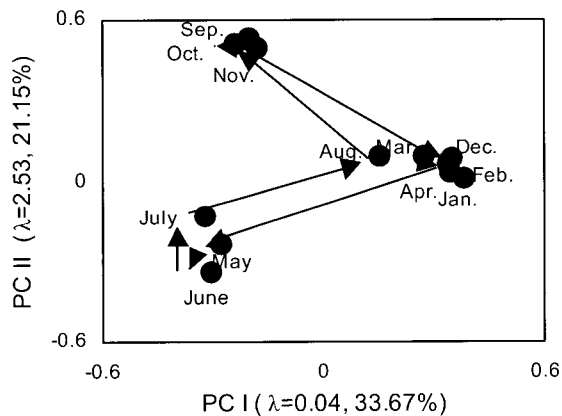


Fig. 5. Scattered diagram showing the sampling month on the I-II principal components determined by principal component analysis of the decapod crustacean species composition in Hampyeong Bay.

다. I-II축에 투영한 각 채집시기의 요인 점수값 (Factor score) 들의 분포를 살펴보면, 상대적으로 저수온을 보이는 겨울과 봄철은 좌표상 I축을 기준으로 양 (+)의 위치를 차지하였으며, 음 (-)의 값들을 가지는 상대적으로 고수온기인 여름 및 가을 철과 뚜렷이 구분되었고, 전체적으로 계절에 따른 시계방향의 변화를 나타내었다 (Fig. 5).

가장 많은 자료를 설명하는 성분축 I (주요인 I)에는 수상도 에서 나타난 Group B에 속하는 여름철 출현종이나 Group A에 속하는 주거종들이 상대적으로 낮은 음 (-)의 가중치를 나타내 었던 반면, 넓적뿔꼬마새우, 매꾸등꼬마새우 등과 같은 겨울

철 출현종들은 양 (+)의 가중치를 보였다 (Fig. 6). 주요인 I축의 월별 주성분 점수 (Score)값은 월별 저수온수와 높은 상관관계 를 가지고 있는 것으로 나타났다 (Fig. 7). 이와 같은 주성분분 석 결과, 본 연구 해역의 십각 갑각류 군집의 출현양상은 계절 에 따라 서식지를 달리하기 위한 회유, 유무와 수온 등의 해양환경변화 요인에 의해 영향을 받는 것으로 나타났다.

고 찰

본 연구에서 사용한 새우 조망 어구는 주로 새우류와 소라 류 등을 대상으로 날개그물이 있는 그물 한틀로 조업이 이루 어진다 (NFRDI, 2002). 새우 조망은 주로 낮에 조업을 하며, 어구의 아래 부분이 해저에 닿도록 한 뒤 배로 어구를 끌어서 대상 생물을 잡는 능동적인 어구로 기선저인망에 비해 어획면 적과 어획강도가 다소 낮은 것으로 알려져 있다. 하지만, 새우 류 및 기타 십각 갑각류에 대한 어획효율은 두 어구간에 차이 가 없는 것으로 알려져 있다 (Kim et al., 2003).

함평만내에서 구각류인 갯가재를 제외한 십각 갑각류는 19과 38종이었으며, 이들 중 새우류가 8과 20종이었다. 우리 나라 연안에 서식하는 새우류의 출현종에 대한 연구결과들과 비교하면 남해안 광양만 잘피밭의 새우류 6과 26종 (Huh and An, 1997)과 거문도해역의 새우류 11과 36종 (Oh et al., 2003) 보다는 종 수가 적었으나, 남해안 사천해역의 새우류 8과 14종 (Cha et al., 1999)과 동해남부에 위치한 고리해역의 새우류 6과 11종 (Huh and An, 1999)에 비해 많은 것으로 나타났다. 특히, 함평만의 바깥에 위치한 영광 연안의 새우류 9과 17종 (Hwang et al., 1998)보다 많은 종이 출현하였다 (Table 2). 또한 비슷한 위도와 저질에서 비슷한 채집기구를 사용하여

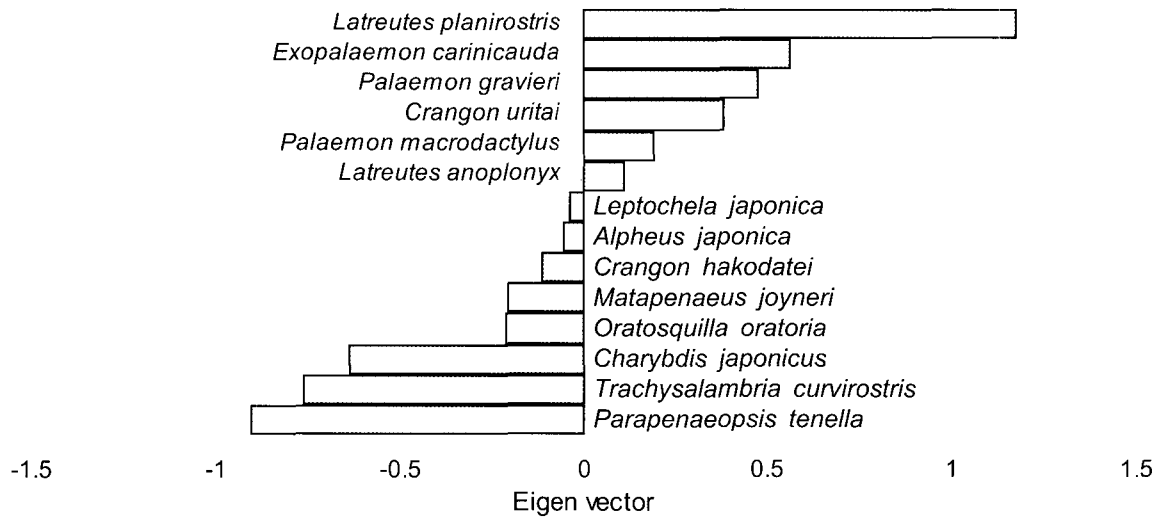


Fig. 6. Loading of variables (Eigen vector) on the first (I) principal component of the scatter diagram of the 14 most dominant decapod crustacean species in Hampyeong Bay from March 2003 to February 2004.

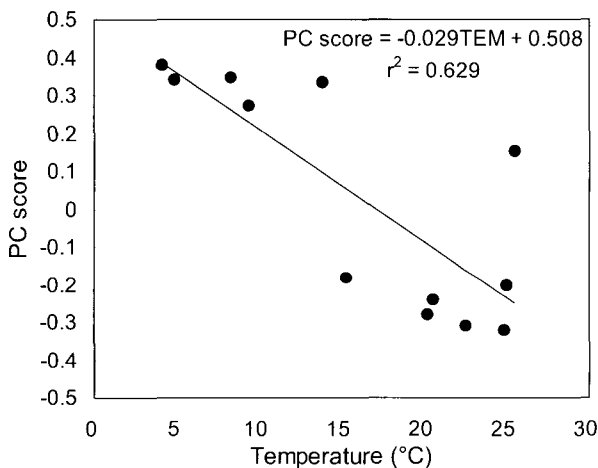


Fig. 7. Scattered diagram of the first (I) principal component scores versus temperature of bottom water.

연구한 일본 동해연안의 Miho Bay 인근해역의 십각 갑각류 출현종은 모두 22과 55종 (Harada, 1968)으로 함평만의 십각 갑각류보다 많은 종이 출현하였고, Seto Inland Sea의 Kozima Bay의 새우류는 6과 15종 (Ogawa et al., 1983)으로 함평만의 새우류보다 출현종이 적게 나타났다. 일본 동해연안의 Miho Bay 인근해역은 쓰시만류의 영향을 받는 지역으로 열대성인 보리새우류 (13종, 함평만 5종)와 꽃게류 (7종, 함평만 3종)가 함평만보다 상대적으로 많은 종이 출현한 결과로 보여진다. 함평만내의 다양한 십각 갑각류의 출현은 직접적인 해류의 계절적 변화에 의한 것 보다는 육지로 부터의 직접적인 오염물질이 없는 주변환경과 잘 보존된 갯벌과 같은 서식환경에 의한 영향으로 다양한 종들이 서식하는 것으로 추측된다. 또한, 주간에 이루어진 본 연구에서 나타난 보리새우

(*Marsupenaeus japonicus*)의 적은 개체수는 주간 동안에 보리새우류들이 저질에 잠입하는 생태적 행동양식에 의한 것으로 생각되어지며, 실제로 하계에 실시한 야간 조사에서 많은 수의 보리새우를 관찰하였다 (J.N. Kim, personal observation).

조사해역에서 출현한 우점종들은 주거종 (Resident species)과 계절종 (Seasonal species)으로 뚜렷이 구분되었다. 주거종으로는 돛대기새우, 긴발딱총새우, 꼬마자주새우, 붉은줄참새우, 밀새우, 그라비새우, 갯가재, 민꽃게가 있다. 이 중에서 꼬마자주새우, 붉은줄참새우와 밀새우는 만 바깥의 연안에서는 일시적으로 출현하는 것으로 보아 (Hwang et al., 1998) 내만에 분포의 중심을 두는 내만 정착성 종으로 생각된다. 계절에 따라 출현하는 종들 중에서 주로 고수온기인 여름철에 높은 출현빈도를 보이는 종으로는 중하, 꽃새우, 민새우 즉 보리새우류에 속하는 무리들이 있다. 이는 우리나라 서해에서의 대하 (Cha et al., 2002), 중하 (Cha et al., 2004a), 꽃새우 (Cha et al., 2004b)의 생태연구에서 나타났듯이 서해의 내만 또는 연안역을 산란장으로 이용하는 결과로 보여진다. 한편 저수온기인 겨울철에 높은 출현빈도를 나타내는 종으로는 마루자주새우, 매끈등꼬마새우, 넓적빨꼬마새우가 있다. 이들은 대형의 보리새우류들이 만을 벗어나는 겨울철을 산란시기로 이용하는 결과로 보여지며, 이는 거제도 연안에서의 마루자주새우 (Choi et al., 2002)와 서해남부 해역에서의 넓적빨꼬마새우 (Oh et al., 2003)의 생태적 연구결과와 일치하고 있다.

계절별 최우점종을 살펴보면, 겨울철인 12월부터 봄철인 4월까지의 밀새우, 붉은줄참새우, 그라비새우와 넓적빨꼬마새우가 최우점종 또는 차우점종이었으나, 늦은 봄인 5월부터 늦은 가을인 11월까지의 고수온 적응종인 보리새우류 (꽃새우, 민새우)와 민꽃게가 최우점종 또는 차우점종을 차지하였

Table 2. Comparison of the sampling area, environment, fishing gear, number of species, and dominant species of shrimps in the Korean waters

	Huh and An (1999)	Cha et al. (1999)	Huh and An (1997)	Oh et al. (2003)	Hwang et al. (1998)	The present study
Sampling area	Off Gori	Off Sacheon	Kwangyang Bay	Off Geomundo	Off Youngkwang	Hampyeong Bay
Environment	Open sea	Estuary	Eelgrass bed	Open sea	Open sea	Semiclosed bay
Depth (m)	-	8-22	>15	17-80	-	5-20
Fishing gear	Otter trawl	Shrimp trawl	Beam trawl	Shrimp trawl	Stow net	Shrimp trawl
Number of species	11	14	26	36	17	20
Dominant species in number	<i>Crangon affinis</i> (95.6%)	<i>Crangon affinis</i> (53.2%) <i>Latreutes planirostris</i> (22.5%)	<i>Heptacarpus pandaloides</i> (22.8%) <i>Crangon affinis</i> (21.9%) <i>Latreutes acicularis</i> (17.0%) <i>Heptacarpus rectirostris</i> (13.9%)	<i>Palameon gravieri</i> (48.7%) <i>Plesionika izumiae</i> (21.9%) <i>Parapenaeopsis tenella</i> (11.3%)	<i>Crangon hakodatei</i> (38.0%) <i>Metapenaeus joyneri</i> (27.3%) <i>Parapenaeopsis tenella</i> (14.5%)	<i>Latreutes planirostris</i> (21.8%) <i>Palaemon gravieri</i> (17.6%) <i>Parapenaeopsis tenella</i> (17.3%) <i>Exopalaemon carinicauda</i> (12.6%)

다. 그러나 예외적으로 8월에는 보리새우류가 아닌 그라비새우가 최우점종을 차지하였다. 이것은 Fig. 2에서 나타나듯이 우기인 8월에 염분이 낮아져 고염분 적응종인 보리새우류들이 일시적으로 만 바깥으로 이동한 결과로 보여진다. 또한 보리새우류와 민꽃게가 최우점하는 여름철과 가을철중에서도 5, 6월에는 꽃새우, 7월에는 민꽃게, 9-11월에는 민새우가 최우점하는 것으로 보아 이는 서식처를 공유하는 보리새우류에서도 산란시기를 조금씩 달리하는 이들의 생존전략이라 생각된다. 다른 해역의 최우점종을 살펴보면 (Table 2), 고리 주변해역과 사천 연안해역에서는 자주새우 (*Crangon affinis*)가 연중 최우점하였고 (Cha et al., 1999; Huh and An, 1999), 거문도해역에서는 그라비새우와 점박이꼬마도화새우 (*Plesionika izumiae*)가 연중 최우점하였으며 (Oh et al., 2003), 광양만에서는 꼬마새우류 (Hippolytidae) 6종과 자주새우가 시기를 달리하며 최우점하였다 (Huh and An, 1997). 이와 같은 결과로 볼때에 함평만 십각 갑각류의 종조성과 계절변동은 새우류들의 산란습성과 산란시기에 따라 결정되어지는 것으로 추측되어진다. 즉, 고수온기가 주산란시기인 보리새우류와 민꽃게가 수온이 상승하는 봄철부터 출현량이 많아지기 시작해 여름철에 최우점종을 이루며 수온이 하강하기 시작하는 가을철부터 이들 보리새우류와 민꽃게가 만 바깥으로 이동한 결과 소형의 넓적뿔꼬마새우와 그라비새우가 최우점종으로 나타난다.

사 사

본 연구의 연구비지원과 시료채집에 도움을 준 전라남도 함평군청에 깊은 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

Cha, B.Y., J.I. Kim, J.Y. Kim and S.H. Huh. 1998. Spawning ecology and feeding habits of *Maurolicus*

muelleri. Kor. J. Ichthyol., 10, 176-183.
 Cha, B.Y., B.Q. Hong, H.S. Jo and H.S. Sohn. 1999. Species composition of shrimp trawl in coastal waters of Sacheon. Bull. Natl. Fish. Res. Dev. Inst. Korea, 56, 45-53.
 Cha, H.K., C.W. Oh, S.Y. Hong and K.Y. Park. 2002. Reproduction and population dynamics of *Penaeus chinensis* (Decapoda: Penaeidae) on the western coast of Korea, Yellow Sea. Fish. Res., 56, 25-36.
 Cha, H.K., J.H. Choi and C.W. Oh. 2004a. Reproductive biology and growth of the shiba shrimp, *Metapenaeus joyneri* (Decapoda: Penaeidae), on the western coast of Korea. J. Crust. Biol., 24, 93-100.
 Cha, H.K., C.W. Oh and J.H. Choi. 2004b. Biology the cocktail shrimp, *Trachysalambria curvirostris* (Decapoda: Penaeidae) in Yellow Sea of Korea. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 84, 351-357.
 Choi, J.H., J.N. Kim, S.T. Kim and H.K. Cha. 2002. Population dynamics of *Crangon hakodatei* from coastal area of Geoje Island, Korea. J. Kor. Fish. Soc., 35, 380-385.
 Harada, E. 1968. Ecology and biological production of Lake Naka-umi and adjacent regions. 5. Seasonal changes in distribution and abundance of some decapod crustaceans. Sepc. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., (2) 2, 75-103.
 Huh, S.H. 1997. Feeding habits of snailfish, *Liparis tanakai*. Kor. J. Ichthyol., 9, 71-78.
 Huh, S.H. and Y.R. An. 1997. Seasonal variation of shrimp (Crustacea: Decapoda) community in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay, Korea. J. Kor. Fish. Soc., 30, 532-542.

- Huh, S.H. and Y.R. An. 1999. Species composition and seasonal variation of shrimp assemblage in the coastal waters of Kori, Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 32, 784-790.
- Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1997. Feeding habits of *Pholis nebulosa*. *Kor. J. Ichthyol.*, 9, 22-29.
- Hwang, S.D., Y.J. Im, Y.C. Kim, H.K. Cha and S.H. Choi. 1998. Fishery resources off Youngkwang. I. Species composition of catch by a stow net. *J. Kor. Fish. Soc.*, 31, 727-738.
- Jaccard, P. 1908. Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bull. Soc. Vaudoise Sci. Nat.*, 44, 223-270.
- Kim, J.B., D.S. Chang, Y.H. Kim, C.K. Kang and K.D. Cho. 2003. Seasonal variation in abundance and species composition of fishes collected by a beam trawl around Naro-do, Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 36, 378-388.
- Kim, C.K. and Y.J. Kang. 1997. Stomach contents analysis of fat greenling, *Hexagrammus otakii*. *J. Kor. Fish. Soc.*, 30, 432-441.
- Lee, T.W. 1996. Change in species composition of fish in Cheonsu Bay. 1. Demersal fish. *J. Kor. Fish. Soc.*, 29, 71-83.
- Lim, H.S. and J.W. Choi. 2001. Community structure of subtidal macrobenthos in Hampyung Bay during Autumn in 1997, Southwest coast of Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 34, 327-339.
- NFRDI (National Fisheries Research & Development Institute). 2002. Fishing Gear of Korea. Hanguel Press, Busan, pp. 579.
- Ogawa, Y., S. Kakuda and M. Takahashi. 1983. On the shrimp fauna of Kozima Bay in the Seto Inland Sea. *J. Fac. Appl. Biol. Sci., Hiroshima Univ.*, 22, 235-240.
- Oh, C.W., J.H. Na and C.W. Ma. 2003. Reproductive biology and population dynamics of *Latreutes planirostris* in the south-western waters of Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 36, 144-150.
- Oh, T.Y., J.I. Kim, J.L. Koh, H.K. Cha and J.H. Lee. 2003. Species composition and seasonal variations of the shrimp beam trawl fisheries in the adjacent waters Geomundo, Korea. *Bull. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 39, 63-76.
- Ryu, S.O., H.S. You and J.D. Lee. 1999. Seasonal variation of surface sediments and accumulation rate on the intertidal flats in Hampyong Bay, southwestern coast of Korea. *The Sea (J. Kor. Soc. Oceanogr.)*, 4, 127-135.
- Shannon, C.E and W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Illinois University Press, pp. 117.
- Thayer, G.W., K.A. Bjorndal, J.C. Ogden, S.L. Williams and J.C. Zieman. 1984. Role of larger herbivores in seagrass communities. *Estuaries*, 7, 351-376.

2005년 1월 19일 접수
2005년 2월 25일 수리