

한려해상국립공원의 해조상

최 창 근
부경대학교 양식학과

Algal Flora in Hallyeo-haesang National Park, Southern Coast of Korea

Chang Geun CHOI
Department of Aquaculture, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

This study elucidated the floral composition of marine algae and community structure at Hallyeo-haesang National Park, on the southern coast of Korea. In all, 89 species, comprising 10 green, 30 brown and 49 red algae, were identified. The dominant species in terms of importance value were *Ulva pertusa*, *Colpomenia sinuosa*, *Undaria pinnatifida*, *Padina arborescens*, *Hizikia fusiformis*, *Sargassum sagamianum* and *Amphiroa dilatata*. The vertical distribution of marine vegetation was characterized by *Enteromorpha linza* - *Ulva pertusa* - *Gelidium divaricatum* in the upper intertidal zone, *Hizikia fusiformis* - *Sargassum thunbergii* in the middle intertidal zone, and *Amphiroa* spp. - *Hildenbrandtia rubra* - *Corallina pilulifera* in the lower intertidal zone. Functional form group analysis showed that coarsely branched forms comprised 50.3% of the algal community, whereas thick leathery forms, sheet forms and filamentous forms comprised 11.9-13.1%. R/P, C/P and (R+C)/P values were 1.91, 0.74 and 2.64, respectively. A cluster analysis of species occurrence suggested that the number of marine algal species differed greatly among the sampling sites.

Key words: Cluster analysis, Floral composition, Functional form, Hallyeo-haesang, Importance value, Vertical distribution

서 론

한국 남해안의 해조군집에 대한 생태학적 연구는 Kang (1966)에 의하여 남해안의 해조류가 남해구로 구분된 이래 Song (1971)의 여름철 오동도 해조상에 대한 조사 연구를 비롯하여 많은 연구자들에 의해 주로 지역 해조상의 파악이나 식생의 수직분포 분석 및 분포론적 검토 등이 수행되었다 (Koh, 1990). 그 밖에 Kim (1983)과 Sohn (1987)은 우리나라 동, 서, 남해안 해조류 식생비교의 방법으로 남해안 해조류에 대한 분석적인 연구를 수행한 바 있다.

한려해상국립공원은 맑고 깨끗한 해양과 수많은 도서 및 리아스식 해안으로 형성된 빼어난 자연풍경을 갖고 있어 1968년 12월 31일 우리나라에서 최초로 해상국립공원으로 지정되었다 (Kim, 2000). 국립공원으로 지정된 이래 몇 차례의 공원 구역 변경 및 면적의 증감이 있었지만 소규모의 국지적인 변경에 그쳐 대부분의 지역이 공원으로 지정된 후 현재까지 큰 변경 없이 이어져 오고 있다. 행정구역상 전라남도 여수시, 경상남도 거제시, 통영시, 사천시, 남해군, 하동군의 2도 4시 2군에 총면적 510.32 km²이며, 남해지구, 거제·해금강지구, 통영·한산지구 및 여수·오동도지구 등 6개 지구로 나누어져 광역적으로 분포하고 있다 (Lee, 1999; Kim, 2000).

전라남도 및 경상남도가 위치한 남해안 해역은 해안선의 굴곡이 심하고 크고 작은 많은 섬들로 구성되어 있을 뿐만 아니라 해류, 수온, 염분, 수심, 영양염 및 탁도 등의 측면에서 매우 복잡한 해양적 특성을 나타내며 (Kang, 1966; Choi, 1992), 지역간의 생육 해조류 종조성이 상이하여 이에 대한 보다 집중적인 연구를 필요로 한다 (Sohn, 1987).

최근까지 남해안 해역의 해조상 및 생태, 분포론적 연구들이 다양하게 이루어져 왔지만 이들 대부분이 특정 지역 및 주요 섬들만을 대상으로 이루어졌으며 접안시설 등이 갖추어져 있지 않아 접근이 어렵거나 지리적으로 멀리 떨어진 작은 섬 및 무인도서를 대상으로 수행된 조사는 매우 미흡한 실정이다 (Park et al., 2007).

따라서 이 연구는 우리나라의 대표적 해상 및 해안 경관지로서 수려한 자연 풍경지인 한려해상국립공원을 연구 대상으로 조간대 및 조하대 해조군집의 종조성과 해조상, 수직분포, 군락분석을 통해 연구지역 해조류의 특성을 밝히고 변화를 파악하고자 하였다. 또한 해조류 분포가 비교적 상세하게 밝혀지지 않은 한려해상국립공원 연안을 대상으로 조간대 및 조하대 해조군집의 정성·정량적 특성을 보다 명백히 구명하고자 시도되었으며, 한려해상국립공원의 효과적인 보전관리에 필요한 기초 자료를 제시하고 축적하는 것을 목적으로 수행하였다.

*Corresponding author: changgeuni@hanmail.net

재료 및 방법

이 연구의 조사지역은 경상남도 거제도에서부터 전라남도 여수시 오동도에 걸쳐 있는 한려해상 국립공원 (Fig. 1) 내에 위치한 해안가와 유, 무인도 및 점선으로 표시된 공원보호구역에 대상으로 실시하였다. 해조상 및 군집에 관한 연구는 한려해상 국립공원 지역의 총 24군데 조사지역에서 해조류 식생을 대표할 수 있는 해조 군집이 발달한 한 정점을 선택하여 2005년 3월부터 2005년 10월까지 실시하였다.

조사장소로는 경남 고성군 남일대 (128°05'57.651", 34°55'43.019"), 경남 남해군 미조면 천하리 (128°00'57.412", 34°42'34.970"), 경남 상주군 상주면 양아리 (12°57'02.374", 34°43'41.768"), 경남 남해군 방월리 (127°51'30.160", 34°54'45.082"), 전남 여수시 오동도 (127°45'12.391", 34°45'51.430"), 전남 여수시 오천리 (127°45'57.991", 34°48'17.990"), 경남 거제시 구조라 (128°40'35.646", 34°48'32.782"), 경남 거제시 명사리 (128°35'14.775", 34°43'12.577"), 경남 통영시 연화리 (128°23'30.738", 34°46'35.878"), 경남 남해군 상주면 상주리 (127°57'00.155", 34°40'27.066"), 경남 통영시 한산면 비진도 (128°28'41.843", 34°43'17.513"), 경남 통영시 소매물도 (128°32'31.589", 34°37'50.162"), 경남 거제시 지심도 (128°44'31.635", 34°48'29.472"), 경남 거제시 지세포리 (128°43'12.973", 34°48'30.589"), 경남 남해군 상주면 소치도 (127°57'00.155", 34°40'27.066"), 경남 사천시 신수동 솔섬 (128°03'19.225", 34°54'39.516"), 경남 사천시 늑도동 학섬 (128°02'01.255", 34°55'45.088"), 경남 통영시 한산면 매죽리 등대도 (128°32'31.598", 34°37'50.162"), 경남 통영시 한산면 매죽리 어유도 (128°35'11.065", 34°39'57.923"), 경남 거제시 남부면 다포리 대병대도 (128°37'49.398", 34°41'00.738"), 경남 거제시 남부면 다포리 소병대도 (128°35'12.301", 34°41'02.808"), 경남 거제시 남부면

다포리 소다포도 (128°39'09.232", 34°42'04.564"), 경남 거제시 갈곶리 송도 (128°39'11.811", 34°44'14.329"), 경남 거제시 남부면 갈곶리 갈도 (128°40'29.100", 34°43'08.376")를 대상으로 하였다.

해조군락의 분석을 위한 조사는 조건대 상부에서 조건대 하부까지 또는 조하대 상부에서 해조류 생육 하한선까지를 대상으로 10 cm×10 cm의 소방형구 25개로 나누어진 50 cm×50 cm 크기의 방형구를 설치하고 방형구 내의 모든 해조류를 끝갈 등으로 완전히 채집한 후 10% 포르말린-해수 용액으로 고정된 뒤 실험실로 운반하여 분석하였다. 또한 조사 정점의 주변 해역 기질을 자세히 조사하면서 그 곳에 서식하는 해조류를 정성적으로 채집하였다.

동정된 해조류의 학명과 목록 정리는 한국 해조목록의 분류 체계 (Kang, 1968; Lee and Kang, 1986; 2001) 및 일본해조목록 (Yoshida et al., 1995)을 참고하여 기준으로 하였다.

중요도 값은 야외 조사에서 조사한 출현종의 빈도와 피도 값을 이용하여 계산하였다 (Lee et al., 2001; Sohn et al., 2007). 해조상을 해석하는 지표로는 수온의 변동과 밀접한 연관이 있어서 해조상의 지리적 분포한계와 수평분포 지수 등의 특성을 다소 뚜렷하게 확인해주는 것으로 이용되는 R/P (Feldmann, 1937), C/P (Segawa, 1956), (R+C)/P (Cheney, 1977)를 이용하여 분석하였다.

출현 종 자료를 이용한 각 지점간의 유사도 (similarity)를 분석하기 위하여, 유사도 지수 행렬로부터 각 조사 지역과 출현 종을 연결하는 방법으로 group-average를 이용하였다. 군집분석은 PRIMER (Plymouth Routines Multivariate Ecological Research) computer package를 이용하여 수지도 (dendrogram)를 나타내었다.

조사지역간 해조류의 형태적 차이와 기질 안정성, 생태적

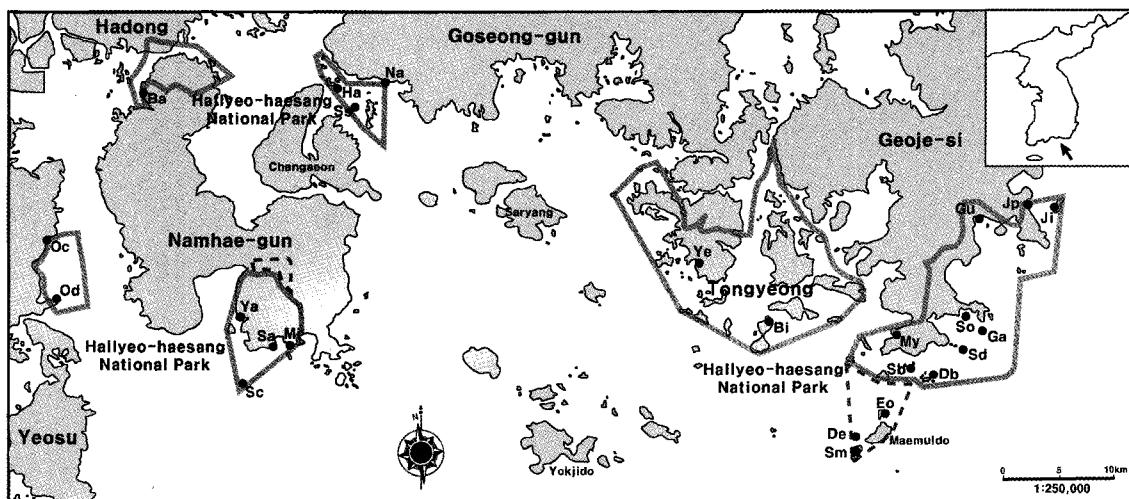


Fig. 1. Map showing the investigated localities. Na, Namildae; Mi, Mijori; Ya, Yangari; Ba, Bangwolri; Od, Odongdo; Oc, Ocheonri; Gu, Gujora; My, Myeongsa; Ye, Yeonhwari; Sa, Sangju; Bi, Bijindo; Sm, Somaemuldo; Ji, Jisimdo; Jp, Jisepo; Sc, Sochido; Ss, Solseom; Ha, Hakseom; De, Deungdaedo; Eo, Eoyudo; Db, Daeyeongdaedo; Sb, Sobyengdaedo; Sd, Dodapodo; So, Songdo; Ga, Galdo.

Table 1. (continued)

Species	Na	Mi	Ya	Ba	Od	Oc	Gu	My	Ye	Sa	Bi	Sm	Ji	Jp	Sc	Ss	Ha	De	Eo	Db	Sb	Sd	So	Ga	Total
<i>Gelidium amansii</i>	+																								
<i>Gelidium divaricatum</i>		+																							
<i>Pterocladia capillacea</i>			+																						
<i>Hildenbrandtia rubra</i>																									
<i>Lithophyllum okamurae</i>																									
<i>Amphiroa beauvoisii</i>																									
<i>Amphiroa dilatata</i>																									
<i>Corallina officinalis</i>																									
<i>Corallina pilulifera</i>																									
<i>Carpopeltis affinis</i>																									
<i>Grateloupia divaricata</i>																									
<i>Grateloupia elliptica</i>																									
<i>Grateloupia filicina</i>																									
<i>Grateloupia lanceolata</i>																									
<i>Grateloupia okamurae</i>																									
<i>Grateloupia sparsa</i>																									
<i>Grateloupia turuturu</i>																									
<i>Prionitis cornea</i>																									
<i>Gloiopeltis furcata</i>																									
<i>Schizymenia dubyi</i>																									
<i>Plocamium telfairiae</i>																									
<i>Hypnea japonica</i>																									
<i>Hypnea sp.</i>																									
<i>Gracilaria gigas</i>																									
<i>Gracilaria textorii</i>																									
<i>Gracilaria verrucosa</i>																									
<i>Annfeltiopsis flabelliformis</i>																									
<i>Chondrus ocellatus</i>																									
<i>Chondracanthus intermedia</i>																									
<i>Chondracanthus tenellus</i>																									
<i>Rhodocanthus intricata</i>																									
<i>Lomentaria catenata</i>																									
<i>Champia expansa</i>																									
<i>Champia japonica</i>																									
<i>Champia parvula</i>																									
<i>Ceramopsis japonica</i>																									
<i>Acrosorium polyneurum</i>																									
<i>Acrosorium uncinatum</i>																									
<i>Heterosiphonia sp.</i>																									
<i>Chondria crassicaulis</i>																									
<i>Laurencia okamurae</i>																									
<i>Laurencia undulata</i>																									
<i>Polysiphonia morrowii</i>																									
<i>Symphycloadia latiuscula</i>																									
Chlorophyta	2	8	6	5	3	3	5	6	1	1	3	6	3	3	2	2	2	4	2	2	1	3	1	3	10
Phaeophyta	6	8	11	2	13	3	10	4	8	8	15	10	3	4	2	4	4	10	1	3	3	3	3	6	30
Rhodophyta	13	11	6	5	15	16	13	7	16	10	22	10	9	13	4	6	7	8	3	7	7	3	5	8	49
Sum	21	27	23	12	31	22	28	17	25	19	40	26	15	20	8	12	13	22	6	12	11	9	9	17	89

특성 파악을 위한 기능형군 분석은 엽상형 (sheet form; S), 사상형 (filamentous form; F), 직립분기형 (coarsely branched form; CB), 다육질형 (thick leathery form; TL), 유질산호말형 (jointed calcareous form; JC), 각상형 (crustose form; C)의 6개 군으로 나누어 분석하였다 (Littler and Littler, 1984).

결과 및 고찰

생물의 분포는 생물종 그 자체가 갖고 있는 생물학적 특성과 환경과의 관계에 따른 복합적 상호작용의 결과로 인식될 수 있다 (Koh, 1990). 따라서 한 지역의 식물상에 대한 연구는 생육하는 종들의 분포론적 자료를 제공할 뿐 아니라 지역 군집에 대하여 생태학적으로 매우 중요한 정보를 제공하기 때문에 (Druhl, 1981), 조사 지역의 식물상을 해석하는데 이용된다.

이 조사에서 관찰된 조사 정점별 해조류의 목록과 문별로 종합한 결과는 Table 1과 같다. 조사기간을 통하여 녹조류 10종, 갈조류 30종, 홍조류 49종이 출현하여 총 89종의 해조류가 관찰되었다. 이 중에서 녹조류인 구멍갈파래 (*Ulva pertusa*)는 모든 조사 정점에서 출현하였고, 녹조류인 잎파래 (*Enteromorpha linza*), 갈조류인 툃 (*Hizikia fusiformis*), 팽생이

모자반 (*Sargassum horneri*), 홍조류인 우뚝가사리 (*Gelidium amansii*)는 몇몇 정점을 제외하고는 대부분의 정점에서 출현한 남해안의 보편적인 해조류로 조사되었다.

조사 정점별 출현 종 수는 비진도에서 40종 (녹조류 3종, 갈조류 15종, 홍조류 22종)으로 가장 많이 출현하였고, 구조라 28종 (녹조류 5종, 갈조류 10종, 홍조류 13종), 미조 27종 (녹조류 8종, 갈조류 8종, 홍조류 11종), 소매물도 26종 (녹조류 6종, 갈조류 10종, 홍조류 10종), 연화리 25종 (녹조류 1종, 갈조류 8종, 홍조류 16종)으로 다른 조사 정점에 비해 해조류 종조성이 비교적 다양한 것으로 나타났다. 전체 조사지점에서 출현한 해조류의 분류군별 구성비는 녹조류 11.2%, 갈조류 33.7%, 홍조류 55.1%의 비율을 나타냈다 (Table 1).

Kim (1991)은 충무 연안의 해조상 연구에서 총 72종의 해조류를 보고하였으며, 녹조류인 구멍갈파래, 파래류 (*Enteromorpha* spp.), 청각 (*Codium fragile*), 갈조류인 미역, 홍조류인 진두발 (*Chondrus ocellatus*), 개도박 (*Grateloupia lanceolata*) 등이 높은 빈도로 출현한다고 보고하여 이번 결과와 비슷했다. 또한 분류군별 구성비가 녹조류 13.0%, 갈조류 27.5%, 홍조류 59.4%로 한려해상국립공원 내 분류군별 구성비와 유사하였다.

Table 2. The important value (more than 5) of dominant species investigated in Hallyeo-haesang National Park. See the abbreviation of sites in Fig. 1

Species	Od	Sa	Gu	Bi	Sm	Ji	Jp
Chlorophyta							
<i>Ulva pertusa</i>			6.1			27.2	
<i>Codium adhaerens</i>							9.1
<i>Codium fragile</i>						6.1	
Phaeophyta							
<i>Colpomenia sinuosa</i>		9.0	7.6		16.0	15.9	
<i>Undaria pinnatifida</i>	16.7				7.2		
<i>Dictyopteris divaricata</i>	9.7		6.1				
<i>Dictyota dichotoma</i>					10.7	6.2	15.3
<i>Padina arborescens</i>		10.2		12.4			
<i>Hizikia fusiformis</i>	10.8	12.5			7.2		
<i>Sargassum horneri</i>	7.9	11.4				26.9	6.0
<i>Sargassum nigrifolium</i>	13.7		22.8				
<i>Sargassum piluliferum</i>		5.7					
<i>Sargassum sagamianum</i>	10.3		31.9	7.9	12.5		
Rhodophyta							
<i>Gelidium amansii</i>			6.1				21.8
<i>Lithophyllum okamurae</i>							9.1
<i>Amphiroa beauvoisii</i>							17.5
<i>Amphiroa dilatata</i>		9.0	7.6		8.1	6.2	29.0
<i>Corallina pilulifera</i>				5.6			9.1
<i>Carpopeltis affinis</i>						17.2	
<i>Grateloupia elliptica</i>							6.0
<i>Grateloupia filicina</i>			6.1				
<i>Grateloupia turuturu</i>	5.4						
<i>Prionitis cornea</i>						6.2	
<i>Hypnea</i> sp.		5.7				6.1	
<i>Gracilaria textorii</i>							21.8
<i>Chondracanthus intermedia</i>					8.1		
<i>Lomentaria catenata</i>							10.8
<i>Acrosorium polyneurum</i>			6.1				
<i>Laurencia okamurae</i>						6.1	
<i>Laurencia undulata</i>					7.5		

이 조사에서 분석된 한려해상국립공원 주변 조사정점의 중요도 5 이상 주요 우점종은 Table 2와 같다. 조간대의 해산 식물처럼 상관적인 관점에서 뚜렷한 우점종을 밝히기가 힘든 식물 군집에서는 종의 중요도로 우점종을 판정하는 것이 보다 적절하다 (Koh, 1990). 이번 조사지역 내 주요 종들의 군집 내 중요도는 오동도의 경우 미역 (*Undaria pinnatifida*) 이 16.7, 상주에서는 툇이 12.5, 구조라에서는 비틀대모자반

(*S. sagamianum*)이 31.9, 비진도는 부켓말 (*Padina arborescens*) 이 12.4, 소매물도는 불레기말 (*Colpomenia sinuosa*)이 16.0, 지심도와 지세포는 구멍갈파래와 넓은게발 (*Amphiroa dilatata*)이 각각 27.2와 29.0으로 조사 정점별로 가장 높은 중요도를 나타냈다. 이 외에도 각 조사 정점별로 중요도가 높게 나타난 종은 팽생이모자반, 검등모자반 (*S. nigrifolium*), 우뭇가사리, 잎꼬시래기 (*Gracilaria textorii*) 등이었다.

Table 3. Changes of biomass (fresh weight g/m^2) at the various investigated sites. See the abbreviation of sites in Fig. 1

Species	Od	Sa	Gu	Bi	Sm	Ji	Jp
Chlorophyta							
<i>Enteromorpha compressa</i>					0.4		
<i>Ulva pertusa</i>	5.0	5.0	1.0	6.8	0.2	85.4	1.6
<i>Urospora penicilliformis</i>				0.4	0.4		
<i>Codium adhaerens</i>						2.2	18.0
<i>Codium fragile</i>						23.4	
Phaeophyta							
<i>Ectocarpus siliculosus</i>				47.4			
<i>Colpomenia sinuosa</i>		166.6	27.4	47.0	1,219.6	80.4	0.2
<i>Undaria pinnatifida</i>	2,166.4				327.0		
<i>Ecklonia stolonifera</i>				164.2			
<i>Dictyopterus divaricata</i>	364.2		1.0				
<i>Dictyopterus prolifera</i>		1.4		3.8	2.6		24.4
<i>Dictyota dichotoma</i>		2.2		2.8	153.4	0.2	78.8
<i>Dilophus okamurae</i>				1.6			
<i>Padina arborescens</i>		50.8		393.6			
<i>Hizikia fusiformis</i>	362.8	416.4		0.4	65.6		
<i>Sargassum horneri</i>	185.2	88.8		5.6		52.4	56.0
<i>Sargassum nigrifolium</i>	916.4		166.2	20.2			
<i>Sargassum piluliferum</i>		82.8					
<i>Sargassum sagamianum</i>	463.8		688.4	307.6	423.4		
Rhodophyta							
<i>Gelidium amansii</i>	107.6	4.6	0.4	38.0		0.6	63.2
<i>Pterocladia capillacea</i>				0.2			
<i>Lithophyllum okamurae</i>							14.0
<i>Amphiroa beauvoisii</i>				0.6		0.2	440.6
<i>Amphiroa dilatata</i>		104.2	15.4	96.2	278.8	6.0	157.2
<i>Corallina pilulifera</i>		5.0		29.4	31.0		1.6
<i>Carpopeltis affinis</i>		0.6		12.6		59.0	
<i>Grateloupia elliptica</i>							52.4
<i>Grateloupia filicina</i>			1.4	1.4			
<i>Grateloupia sparsa</i>	45.6						
<i>Grateloupia turuturu</i>	157.6						
<i>Prionitis comea</i>				6.6		1.6	11.8
<i>Plocamium telfairiae</i>	0.2			0.2			
<i>Hypnea</i> sp.		55.2				6.0	
<i>Gracilaria gigas</i>	18.2						
<i>Gracilaria textorii</i>		0.2			3.2		42.2
<i>Chondrus ocellatus</i>				48.0			
<i>Chondracanthus intermedia</i>	0.2	2.8		12.6	8.1		18.6
<i>Chondracanthus tenellus</i>		1.2		2.4			31.2
<i>Rhodymenia intricata</i>				0.2			
<i>Lomentaria catenata</i>				33.2	27.2		98.8
<i>Champia japonica</i>						0.8	
<i>Ceramiopsis japonica</i>		1.2				0.2	
<i>Acrosorium polyneurum</i>	0.8		0.2	2.6			
<i>Acrosorium uncinatum</i>				4.8			
<i>Chondria crassicaulis</i>							0.6
<i>Laurencia okamurae</i>						4.2	
<i>Laurencia undulata</i>		3.0		16.8	119.2		3.4
<i>Polysiphonia morrowii</i>				1.0			
<i>Symphyocladia latiuscula</i>				0.4			

한려해상국립공원에서 조사된 해조류의 단위면적당 평균 생물량은 Table 3과 같다. 조사지역 중 오동도에서는 갈조류인 미역이 2,166.4 g/m²로 가장 높았고, 검둥모자반도 916.4 g/m²로 높은 생물량을 나타냈다. 상주에서는 갈조류인 툫과 불레기말이 각각 416.4 g/m², 166.6 g/m²였고, 구조라에서도 역시 갈조류인 비틀대모자반 (*S. sagamianum*)이 688.4 g/m²로 높았다. 비진도, 소매불도 역시 갈조류인 부챗말과 불레기말이 가장 높은 생물량을 보였지만, 지심도와 지세포에서는 녹조류인 구멍갈파래와 홍조류인 고리마디게말이 각각 85.4 g/m²와 440.6 g/m²로 높게 조사되었다.

Koh (1990)는 거문도의 해산식물자원에 관한 생태학적 연구에서 각 조사 정점별 중요도가 높은 종으로 지충이 (*S. thunbergii*), 불등풀가사리 (*Gloiopeltis furcata*), 툫, 작은구슬산호말 (*Corallina pilulifera*), 비틀대모자반, 구멍갈파래 등을 보고하였다. 이 결과는 한려해상국립공원 내 여러 조사 지역에서 나타난 우점종들과 유사했으며 이들 해조류가 남해안에서 일반적으로 우점하는 보편적인 종들로 조사되었다.

각 조사정점별로 조사된 해조군집의 수직분포는 Table 4와 같다. 한려해상국립공원 내 여러 조사 정점별 대표종은 큰 차이를 보이지 않았다. 대부분 녹조류인 잎파래, 구멍갈파래, 홍조류인 우뚝가사리, 애기우뚝가사리 (*G. divaricatum*), 불등풀가사리 등이 상부에서 우점하였다. 중부와 하부에서 대표되는 종은 상부에 비해 다양하게 출현하였다. 중부와 하부에서는 갈조류인 툫, 지충이, 홍조류인 작은구슬산호말 (*Corallina pilulifera*), 진분홍딱지 (*Hildenbrandtia rubra*), 넓은게말 등이 대표적인 종이였다. 해수욕장 주변이거나 기질이 모래 등으로 구성된 남일대, 오천리, 구조라, 명사 등의 지역에서는 조건대

상부에서 녹조류인 잎파래가 우점하였고, 섬 지역인 상주, 비진도, 소매불도, 지심도 등에서는 녹조류인 구멍갈파래가 대표적인 종으로 조사되었다. 이외에 무인도서인 등대도, 어유도, 대병대도, 소병대도, 소다포도 등은 상부에서는 홍조류인 애기우뚝가사리, 불등풀가사리 등이 우점하였고, 하부에서는 대부분 산호조류인 작은구슬산호말과 진분홍딱지 등이 우점하였다.

해조류의 수직분포는 건조에 대한 내성, 빛에 대한 노출, 종간 경쟁 등의 환경요인 (Dring, 1982)과 파도, 조류, 조석과 같은 해수의 유동 및 대기와 해수의 상호작용에 의해 결정되며 파도의 비말에 의해 서식대의 상한선이 상부로 이동 될 수 있다 (Doty, 1957). 광양만에서는 불등풀가사리, 애기우뚝가사리, 구멍갈파래, 개서실, 지충이, 산호조류 (*Corallina* spp.), 모자반류 (*Sargassum* spp.), 미역 등이 조건대에서 우점하여 (Song, 1986; Lee et al., 1975; Kim et al., 1996) 한려해상국립공원 내 여러 지역에서 조사된 결과와 유사하였다. Sohn (1983)은 오동도 지역 해조군락의 수직분포를 조건대 상부는 애기우뚝가사리, 잎파래, 중부에서는 개서실, 구멍갈파래, 하부는 미역, 지충이 등으로 보고하였으며, Koh (1990)은 거문도에서 수위에 따라 불등풀가사리, 참풀가사리 (*G. tenax*), 바위수염 (*Myelophycus simplex*), 툫, 지충이, 작은구슬산호말 등이 폭넓게 분포한다고 보고하였다. 이러한 수직분포 양상은 Choi (1992)가 보고한 불등풀가사리, 애기우뚝가사리 (상부) - 지충이, 구멍갈파래, 툫 (중부) - 작은구슬산호말, 개서실, 참보라색우무, 모자반류 (하부)와 같은 한국 서남해안 해조류의 수직분포 양상과 일치하는 것으로 조사되었다.

한려해상국립공원 내 각각의 조사정점에서 나타난 해조류

Table 4. General vertical distribution of marine algae investigated in Hallyeo-haesang National Park

Sites	Upper	Middle	Lower
Namildaе	<i>Enteromorpha linza</i>	<i>Ulva pertusa</i>	<i>Amphiroa dilatata</i>
Mijori	<i>Gelidium divaricatum</i>	<i>Ishige okamurae</i>	<i>Chondracanthus intermedia</i>
Yangari	<i>Gloiopeltis furcata</i>	<i>Enteromorpha linza</i>	<i>Ulva pertusa</i>
Bangwolri	<i>Ulva pertusa</i>	<i>Colpomenia sinuosa</i>	<i>Gracilaria verrucosa</i>
Odongdo	<i>Chondria crassicaulis</i>	<i>Ulva pertusa</i>	<i>Corallina pilulifera</i>
Ocheonri	<i>Ulva pertusa</i>	<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	<i>Gracilaria textorii</i>
Gujora	<i>Enteromorpha linza</i>	<i>Gelidium amansii</i>	<i>Grateloupia elliptica</i>
Myeongsa	<i>Enteromorpha linza</i>	<i>Monostroma nitidum</i>	<i>Gracilaria verrucosa</i>
Yeonhwari	<i>Ulva pertusa</i>	<i>Hizikia fusiformis</i>	<i>Undaria pinnatifida</i>
Sangju	<i>Ulva pertusa</i>	<i>Hizikia fusiformis</i>	<i>Amphiroa dilatata</i>
Bijindo	<i>Ulva pertusa</i>	<i>Colpomenia sinuosa</i>	<i>Ecklonia stolonifera</i>
Somaemuldo	<i>Ulva pertusa</i>	<i>Hizikia fusiformis</i>	<i>Corallina pilulifera</i>
Jisimdo	<i>Ulva pertusa</i>	<i>Colpomenia sinuosa</i>	<i>Carpopeltis affinis</i>
Jisepo	<i>Gelidium amansii</i>	<i>Dictyota dichotoma</i>	<i>Amphiroa beauvoisii</i>
Sochido	<i>Gelidium divaricatum</i>	<i>Ulva pertusa</i>	<i>Hildenbrandtia rubra</i>
Solseom	<i>Gelidium divaricatum</i>	<i>Sargassum thunbergii</i>	<i>Hildenbrandtia rubra</i>
Hakseom	<i>Gelidium divaricatum</i>	<i>Sargassum thunbergii</i>	<i>Hildenbrandtia rubra</i>
Deungdaedo	<i>Ulva pertusa</i>	<i>Hizikia fusiformis</i>	<i>Corallina pilulifera</i>
Eoyudo	<i>Ulva pertusa</i>	<i>Hildenbrandtia rubra</i>	<i>Corallina pilulifera</i>
Daeyeongdaedo	<i>Gloiopeltis furcata</i>	<i>Ulva pertusa</i>	<i>Corallina pilulifera</i>
Sobyeongdaedo	<i>Gloiopeltis furcata</i>	<i>Gelidium divaricatum</i>	<i>Chondria crassicaulis</i>
Sodapodo	<i>Gelidium divaricatum</i>	<i>Enteromorpha linza</i>	<i>Corallina pilulifera</i>
Songdo	<i>Ulva pertusa</i>	<i>Hizikia fusiformis</i>	<i>Corallina pilulifera</i>
Galdo	<i>Gelidium divaricatum</i>	<i>Corallina pilulifera</i>	<i>Chondrus ocellatus</i>

의 기능형군별 구성비 및 지역 해조상의 특색을 해석하는 지표로 흔히 사용하는 생태지수인 R/P 값, C/P 값, (R+C)/P 값은 Table 5와 같다. 각 조사정점에서 출현한 해조류의 기능형군별 비율은 조사지역 전체로 볼 때 직립분기형이 평균 50.3%로 가장 높았으며, 다육질형이 평균 13.1%, 엽상형이 평균 12.8%, 사상형이 평균 11.9%, 유절산호말형이 평균 6.7%, 각상형이 평균 5.3%로 조사되었다. 생태지수 중에서 R/P 값은 평균 1.91로 나타났고, C/P 값은 평균 0.74, (R+C)/P는 평균 2.64로 조사되었다.

해산식물은 외부 형태, 체장, 생활사, 해부학적 구조, 대사활동 등에서 다양성을 보이며 진화하여, 환경에 대해서 형태적이고 기능적으로 적응함으로써 개체군의 적응도를 높이고 있다 (Littler et al., 1983; Koh, 1990). Littler (1980)는 해산식물의 형태는 생리적 기능과 함께 진화함을 주장하고 기능형설을 제안하였으며, 기능형군의 연구는 생활형 (life form)이나 생활사 또는 계통적 분류군의 연구보다도 지역 군집의 속성을 이해하는데 유용한 연구방법이 된다고 보고하였으며 이를 기초로 군집의 속성과 기능을 규명하고 있다.

Sohn (1987)은 남해안에 서식하는 해조류의 기능형군별 구성비가 직립분기형, 사상형, 엽상형, 다육질형, 각상형, 유절산호말형 순으로 직립분기형과 사상형의 비율이 높다고 하였다. 한려해상국립공원 내 해조류의 기능형군별 구성비율도 직립분기형, 다육질형, 엽상형 순으로 우리나라 남해안 (Sohn,

1987; Koh, 1990; Park et al., 2007)에서 보고된 구성비와 매우 유사하게 나타났다.

생태지수 중에서 R/P 값은 수온의 변동과 밀접한 연관이 있어서 한온대 지역의 경우 1.1, 열대지역의 경우 4.3으로 평가되며 지역 해조상의 특성을 다소 뚜렷하게 확인해 주는 것으로 알려져 있다 (Koh, 1990). 충무 연안에서 보고된 R/P 값은 2.1이었고 (Kim, 1991), 우리나라 남서해안 도초군도 (Park et al., 2007)에서 조사된 (R+C)/P 값은 2.7로 이번 연구 결과인 2.64와 유사했다. 해조류의 기능형군별 구성비 및 생태지수로 판단했을 때 한려해상국립공원 내 해조류는 온대성 해조상의 특징을 나타내고 있다고 판단된다.

한려해상국립공원 내 여러 조사지역에서 조사된 출현종 자료를 바탕으로 집괴분석을 수행한 결과 Fig. 2와 같은 수지도 (dendrogram)를 얻었다. 수지도는 크게 유사도 30% 수준에서 나누어져 독립된 무리를 형성하였다. 조사지역 중에서 무인도서인 솔섬, 학섬, 소치도, 소다포도, 대병대도, 소병대도, 어유도, 송도는 크게 한 무리로 나뉘어 집괴되는 특징을 보였다. 나머지 하나의 그룹도 기타 도서 지역과 해안 지역으로 나뉘는 것으로 나타났다. 지심도, 비진도, 갈도, 소매물도, 등대도 등이 다른 해안 지역과 구분이 되었지만, 조사 지역별 출현 해조류의 유사도는 크게 높지 않은 것으로 나타났다.

이와 같은 수지도의 분석 결과는 이번 조사가 수행되었던 한려해상국립공원 내 여러 조사지역의 기질 및 출현 해조류에

Table 5. Composition ratio of macroalgal functional form group investigated in Hallyeo-haesang National Park. S, sheet form; F, filamentous form; CB, coarsely branched form; TL, thick leathery form; JC, jointed calcareous form; C, crustose form

Site	Functional form group (%)						Flora characteristics ratio		
	S	F	CB	TL	JC	C	R/P	C/P	(R+C)/P
Namilda	9.5	9.5	38.1	38.1	4.8	0.0	2.17	0.33	2.50
Mijori	18.5	22.2	44.4	11.1	0.0	3.7	1.38	1.00	2.38
Yangari	17.4	21.7	43.5	13.0	0.0	4.3	0.55	0.55	1.09
Bangwolri	33.3	25.0	33.3	8.3	0.0	0.0	2.50	2.50	5.00
Odongdo	16.1	12.9	51.6	16.1	3.2	0.0	1.15	0.23	1.38
Ocheonri	13.6	9.1	45.5	27.3	4.5	0.0	5.33	1.00	6.33
Gujora	10.7	10.7	53.6	21.4	3.6	0.0	1.30	0.55	1.80
Myeongsa	17.6	23.5	35.3	23.5	0.0	0.0	1.75	1.50	3.25
Yeonhwari	4.0	12.0	56.0	24.0	0.0	4.0	2.00	0.13	2.13
Sangju	5.3	10.5	57.9	15.8	10.5	0.0	1.25	0.13	1.38
Bijindo	5.0	10.0	65.0	12.5	7.5	0.0	1.47	0.20	1.67
Somaemuldo	7.7	23.1	42.3	15.4	7.7	3.8	1.00	0.60	1.60
Jisimdo	6.7	13.3	53.3	6.7	13.3	6.7	3.00	1.00	4.00
Jisepo	5.0	5.0	50.0	15.0	15.0	10.0	3.25	0.50	3.75
Sochido	25.0	0.0	50.0	0.0	12.5	12.5	2.00	1.00	3.00
Solseom	8.3	8.3	58.3	16.7	0.0	8.3	1.50	0.50	2.00
Hakseom	7.7	15.4	53.8	15.4	0.0	7.7	1.75	0.50	2.25
Deungdaedo	9.1	18.2	40.9	13.6	9.1	9.1	0.80	0.40	1.20
Eoyudo	16.7	0.0	50.0	0.0	16.7	16.7	3.00	2.00	5.00
Daebyeongdaedo	16.7	8.3	50.0	8.3	8.3	8.3	2.33	0.67	3.00
Sobyeongdaedo	9.1	9.1	63.6	0.0	9.1	9.1	2.33	0.33	2.67
Sodapodo	22.2	0.0	55.6	0.0	11.1	11.1	1.00	1.00	2.00
Songdo	11.1	11.1	55.6	0.0	11.1	11.1	1.67	0.33	2.00
Galdo	11.8	5.9	58.8	11.8	11.8	0.0	1.33	0.50	1.83
Mean	12.8	11.9	50.3	13.1	6.7	5.3	1.91	0.74	2.64

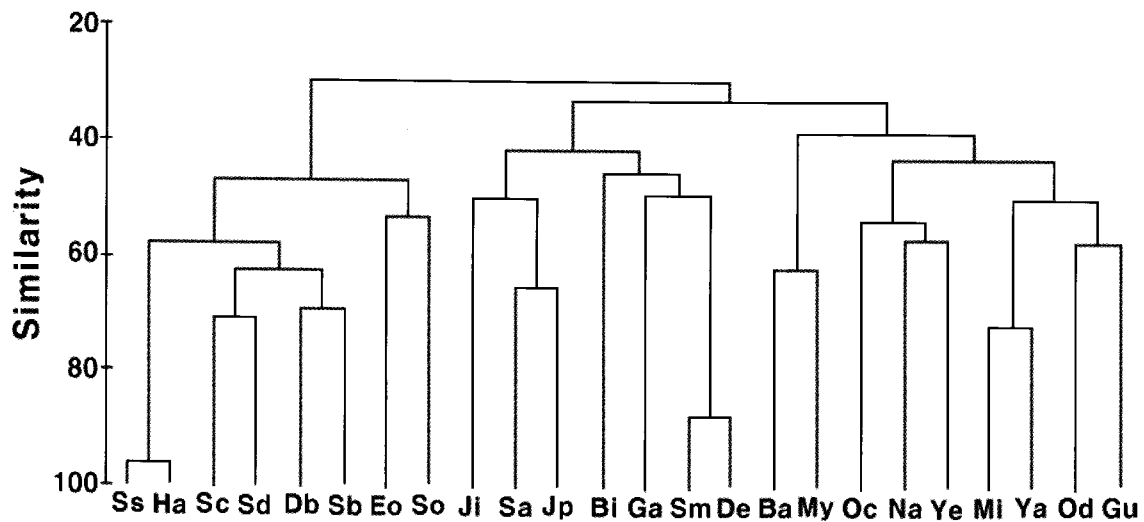


Fig. 2. A dendrogram produced by clustering location flora using average linkage at 24 sampling sites in Hallyeo-haesang National Park. See the abbreviation of sites in Fig. 1.

상당한 차이를 보이는 것으로 분석되었다. 이와 같은 출현종의 차이는 조사가 수행되었던 여러 도서 및 해안지역이 해조류의 생육에 적합하지 않거나 각 조사 지역의 미소 환경적 특성이 서로 다름을 보여주는 것이라 할 수 있다. 또한 무인 도서들의 연안이 대부분 급경사면을 이루고 있어 해조류의 부착 및 서식공간이 되는 조간대 지역의 발달이 매우 미약하여 (Park et al., 2007) 출현 종 수의 차이를 나타낸 주요 원인으로 판단된다.

해조군락은 그 자체가 유용 수산자원이 될 뿐만 아니라, 수산동물의 자원번식 장소 등 여러 가지 중요한 유효성을 갖고 있다. 현재 남해안은 간척사업을 비롯하여 임해공단 조성, 항만시설 등으로 여러 곳에서 해조군락이 황폐화되어가고 있으며, 연안 해양환경의 질 악화에 따른 생물 종다양성의 감소현상이 여러 연구에서 지적되고 있다 (Koh, 1990; Choi, 1992; Lee and Kim 1977). 크고 작은 많은 섬으로 구성된 한려해상국립공원과 남해안 다도해 해역의 천연 울타리가 되는 도서 주변의 해조군락은 연안 수산자원의 보호관리, 증식을 추구하는 측면에서 매우 높은 관심의 대상이 되어야 할 것이다. 따라서 우리나라의 대표적인 자연 풍경지이며 자연 생태계의 보고로 인식되어 온 한려해상국립공원 내 수많은 도서 및 연안에 서식하는 해조류의 서식처 보호와 국립공원으로서의 가치를 간직하기 위해서 해양 생태계의 변화가 최소화될 수 있는 보전관리 방안이 마련되어야 하며, 자원의 회복과 육성이 가능한 곳은 해양보호구역으로 지정하여 생태계 보전에 대한 규제 등을 재정비할 필요성이 있다.

참 고 문 헌

Cheney, D.P. 1977. R & C/P - A new and improved ratio for comparing seaweed floras. *Suppl. J. Phycol.*, 13, 129.

Choi, D.S. 1992. On the state of marine algal resources in the west-southern coast of Korea. *Bull. Inst. Litt. Environ.*, 9, 81-103.

Doty, M.S. 1957. Rocky intertidal surfaces. *Geol. Soc. Am. Mem.*, 67, 535-585.

Dring, M.J. 1982. *The biology of marine plants.* Edward Arnold. London. Great Britain, 1-189.

Druhl, L.P. 1981. Geographic distribution. In: *The biology of seaweeds.* Lobban, C.R. and M.J. Wynne, eds. Blackwell Sci. Publ., Boston, U.S.A., 306-325.

Feldmann, J. 1937. *Recherches sur la vegetation marine de la Mediterranee. La cote des Alberes.* *Rev. Algol.*, 10, 1-339.

Kang, J.W. 1966. On the geographical distribution of marine algae in Korea. *Bull. Pusan Fish. Coll.*, 7, 1-125.

Kang, J.W. 1968. *Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea. Vol. 8 Marine algae.* Samhwa Press, Seoul, Korea, 1-465.

Kim, K.Y., S.H. Huh and G.H. Kim. 1996. Diversity and abundance of sublittoral macroalgae around Deado island, the south coast of Korea. *Algae*, 11, 171-177.

Kim, N.G. 1991. Benthic marine algal flora in Chungmu area in the southern coast of Korea. *Bull. Tong-Yeong Fish. Tech. Coll.*, 27, 118-126.

Kim, S.C. 2000. Landscape value analysis of Hallyeo Haesang sea national park. *J. Korean For. Soc.*, 89, 145-160.

Kim, Y.H. 1983. *An ecological study of algal communities in intertidal zone of Korea.* Ph.D. Thesis, Seoul National University, Seoul, Korea.

- Koh, N.P. 1990. An ecological study on resources of marine plants in Geomundo islands. *Korean J. Phycol.*, 5, 1-37.
- Lee, I.K. and J.W. Kang. 1986. A check list of marine algae in Korea. *Korean J. Phycol.*, 1, 311-325.
- Lee, I.K. and Y.H. Kim. 1977. A study on the marine algae in the Kwang Yang Bay. 3. The marine algal flora. *Proc. Coll. Natur. Sci., SNU*, 2, 113-153.
- Lee, I.K., Y.H. Kim, J.H. Lee and S.W. Hong. 1975. A study on the marine algae in the Kwang Yang Bay. 1. The seasonal variation of algal community. *Korean J. Botany*, 18, 109-121.
- Lee, J.W., Y.H. Kim and H.B. Lee. 2001. The community structure of intertidal marine benthic algae in the east coast of Korea. II. Sokcho. *Algae*, 16, 113-118.
- Lee, S.H. 1999. The fish fauna Hanryo national park. *J. Ins. Tech. Honam Univ.*, 8, 245-251.
- Lee, Y.P. and S.Y. Kang. 2001. A catalogue of the seaweeds in Korea. Cheju National University Press, Cheju, Korea, 1-662.
- Littler, M.M. 1980. Morphological form and photosynthetic performances of marine macroalgae: tests of a functional/form hypothesis. *Bot. Mar.*, 22, 161-165.
- Littler, M.M. and D.S. Littler. 1984. Relationships between macroalgal functional form groups and substrate stability in a subtropical rocky intertidal system. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 74, 13-34.
- Littler, M.M., D.S. Littler and P.R. Taylor. 1983. Evolutionary strategies in a tropical barrier reef system: Functional-form groups of marine macroalgae. *J. Phycol.*, 19, 229-237.
- Park, C.S., M.Y. Wee and E.K. Hwang. 2007. Summer algal flora of uninhabited islands in Dochodo, southwestern coast of Korea. *Algae*, 22, 305-311.
- Segawa, S. 1956. Coloured illustration of the seaweeds of Japan. Hoikusha Publ. Co. Osaka, 1-175.
- Sohn, C.H. 1983. A study on the algal communities of Odongdo, southern coast of Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 16, 368-378.
- Sohn, C.H. 1987. Phytogeographical characterization and quantitative analysis of algal communities in Korea. Ph.D. Thesis, Chonnam National University, Kwangju, Korea.
- Sohn, C.H., C.G. Choi and H.G. Kim. 2007. Algal communities and useful seaweed distribution at Gangnung and its vicinity in east coast of Korea. *Algae*, 22, 45-52.
- Song, C.B. 1986. An ecological study of the intertidal macroalgae in Kwangyang Bay, southern coast of Korea. *Korean J. Phycol.*, 1, 203-223.
- Song, S.H. 1971. Phytosociological study of marine algae at Odong-do. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 4, 105-112.
- Yoshida, T., K. Yoshinaga and Y. Nakajima. 1995. Check list of marine algae of Japan (revised in 1995). *Jpn. J. Phycol.*, 43, 115-171.

2008년 7월 22일 접수
2008년 10월 10일 수리