

부산시 기장 주변 해역의 해조 군집 변동

유종수 · 김종명¹ · 최창근^{2*}

부경대학교 LINC 사업단, 부경대학교 해양바이오신소재학과, 부경대학교 생태공학과²

Changes in Marine Algal Communities around Gijang Busan, Korea

Jong Su Yoo, Jong-Myoung Kim¹ and Chang Geun Choi^{2*}

Leaders in Industry University Cooperation, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

¹Department of Marine Bio-Materials and Aquaculture, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

²Department of Ecological Engineering, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

Marine algal flora and community structure were investigated seasonally at three sites in Gijang on the south-east coast of Korea from February 2006 to January 2007. A Total of 74 species were collected and identified, including 8 green algae, 16 brown algae, and 50 red algae. Of these, 15 species were found throughout the survey period. Mean biomass was 823.2-1,615.4 g wet weight m⁻² in winter, 689.1-3,196.8 g wet weight m⁻² in spring, 574.5-1,219.9 g wet weight m⁻² in summer, and 747.6-1,616.2 g wet weight m⁻² in autumn. The flora could be classified into six functional groups: coarsely branched form (37.8%), thick leather form (18.9%), sheet form (13.5%), filamentous form (12.2%), jointed calcareous form (10.8%) and crustose form (6.8%). The R/P, C/P and (R+C)/P values reflecting the flora characteristics were 3.13, 0.50 and 3.63, respectively. The number of marine algae species and the biomass in Gijang area were markedly reduced when compared with previous studies. This result suggests possible future changes in the algal vegetation, considering the physical and chemical pollution loadings in the coastal marine environment of this area.

Key words: Community, Flora, Functional group, Gijang, Marine algal

서론

해조류는 연안생태계에서 해양의 일차 생산자로서의 역할 뿐만 아니라 물질순환을 주도하고 생물자원, 유용 수산생물의 산란, 서식지, 먹이원 제공, 바이오에너지원, 의약품 원료, 산업용, 식품용으로써 크게 기여하고 있으며, 오랫동안 인간에 의해 이용되고 있다(Choi et al., 2008, Dawes, 1998). 이 외에도 해양에서 바이오필터 기능에 의한 영양염 제거, 부착생물의 착생기질 등 해양생태계의 다양성을 증대시키는 기능도 담당한다(McCall et al., 1999). 또한 연안 오염을 정화시키는 연안 수질개선 능력에 대한 연구와 해양생물의 서식지로서 해중립 조성 및 개발에 관한 연구가 다양하게 시도되고 있으며(Terawaki et al., 1995), 생태공학적인 기법을 도입한 생태복원을 위한 측면에서도 대상 해역의 해조상 및 군집조사 연구는 매우 중요하다고 할 수 있다(Choi and Rho, 2010).

한 지역의 해조군집은 서식지 형태를 변화시키는 생물들의 존

재 여부에 따라 영향을 받을 수 있다(Thompson et al., 1996; Bates and BeWreede, 2007). 최근 많은 지역의 해양 환경은 해양 산성화와 같은 전 지구적 변화와 더불어 영양염류의 증가 등 지역적 특성과 부합하여 생태적인 변화를 가속화시킨다(Russell et al., 2009). 온대성 해안의 경우, 가장 다양하게 분포하는 다년생 거대 조류와 이들 해중립과 공존하는 일년생 소형 해조류 군집이 인간의 활동, 연안 개발, 환경오염 등 환경 변화에 의해 점차 잔디모양 밀생형태의 폐조류(turf algae)로 변화하고 있다(Eriksson et al., 2002; Connell et al., 2008). 따라서 연구대상 지역의 해조상과 해조군집 연구는 해당 지역의 해조류 분포에 관련된 정보와 지역 개체군에 대한 생태학적 유용 정보를 제공해 준다는 점에서 매우 중요하며, 대상 지역 해조군집의 연구를 수행해야하는 필요성과 당위성을 제시해 준다(Boo and Lee, 1986; Choi et al., 2010).

Kang (1966)은 한국산 해조류의 지리적 분포에 관한 연구에서 연안의 수온과 해류 등 해양 환경을 토대로 동해안 북부, 동

Article history:

Received 20 May 2013; Revised 27 May 2013; Accepted 30 May 2013

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 6546 Fax: +82. 51. 629. 6538

E-mail address: egchoi@pknu.ac.kr

Kor J Fish Aquat Sci 46(3) 303-309, June 2013

http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0303

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

© The Korean Society of Fisheries and Aquatic Science. All rights reserved

해안 남부, 남해안, 서해안, 제주도의 5개 해역으로 우리나라 연안을 구분하였다. 본 연구 지역인 부산시 기장 주변 해역은 동해안 남부와 남해안 동부에 위치하며 대마난류의 영향을 강하게 받는 곳으로(Kang, 1966), 남동해구와 남해구의 경계지역으로 우리나라 해조류의 지리적 분포를 구획하는데 있어서 매우 중요한 지점으로 여겨진다(Kang et al., 2008). 최근에 진행된 이 지역 인근인 동해안 남부 지역에서 수행된 해조류에 관한 연구는 Nam and Kim (1999), Yoo (2003a, b), Choi (2007), Kang et al. (2008) 등 몇몇 연구에 그쳐 매우 빈약한 실정이다.

이 연구는 부산시 기장 주변 조하대 해역에 서식하는 해조류 군집의 특성 및 변동을 명확하게 밝히기 위하여 연구 대상 해역의 계절에 따른 각 수심대별 해조군집의 변화를 조사하였으며, 서식 해조류의 군집구조와 분포 특성 등 시공간적 변화 양상을 파악하기 위하여 정량 및 정성조사를 토대로 연구를 실시하였다.

재료 및 방법

이 연구는 부산시 기장군 문동리 일대에서 조하대 조사지역의 해조류 식생을 대표 할 수 있는 곳을 중심으로 수심 1, 5, 10 m 지점에서 2006년 2월부터 2007년 1월까지 해조상 및 군집조사를 실시하였다(Fig. 1).

해조상과 해조군락의 분석을 위한 정량조사는 조사 대상 수심에서 0.5 m × 0.5 m 크기의 방형구를 설치하고 방형구 내의 모

든 해조류를 끝갈 등으로 완전히 수거한 후 10% 포르말린-해수 용액으로 고정하여 실험실로 운반하였다. 현존량은 방형구내의 해조류를 실험실에서 담수로 충분히 씻어 불순물을 제거한 뒤 페이퍼 타올 등으로 습기를 제거한 뒤 습중량을 측정하여 단위면적(m²)당 생물량으로 환산하였다. 또한 조사 정점의 주변 해역 기질을 자세히 조사하면서 주변 기질에 서식하는 해조류를 정성적으로 채집하였다.

동정된 해조류의 학명과 목록 정리는 한국 해조목록의 분류체계(Kang, 1968; Lee and Kang, 1986; 2002) 및 일본해조류도감(Yoshida et al., 1995)을 기준으로 하였다.

출현 종 자료를 이용한 각 지역 간의 유사도(similarity)를 파악하기 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)와 다차원배열법(MDS)을 작성하였다(Clarke and Gorley, 2006).

해조상을 해석하는 지표로는 수온의 변동과 밀접한 연관이 있어서 해조상의 지리적 분포한계와 수평분포 지수 등의 특성을 다소 뚜렷하게 확인해주는 것으로 이용되는 C/P (Segawa, 1956), R/P (Feldmann, 1937)와 (R+C)/P (Cheney, 1977)를 이용하여 분석하였다. 조사 지역 간 해조류 형태적 차이와 생태적 특성 파악을 위한 기능형군 분석은 Littler and Littler (1984)의 6가지 기능형군별 분류형을 사용하여 분석하였다.

결과

종조성

연구기간 동안 출현한 해조류는 총 74종이었으며, 분류군별로는 녹조류 8종(10.8%), 갈조류 16종(21.6%), 홍조류 50종으로 홍조류의 출현 비율이 67.6%로 가장 높게 나타났다(Table 1). 각 조사 시기별 출현 종 수는 겨울철에 녹조류 7종, 갈조류 9종, 홍조류 30종으로 총 46종이 출현하여 가장 많은 출현 종수를 나타냈고, 봄철이 총 33종(녹조류 6종, 갈조류 3종, 홍조류 24종)으로 가장 적게 출현하였다. 조사 정점별 출현 종수의 경우, 수심 1 m 정점이 계절별로 20종에서 35종이 출현하여 상대적으로 수심 5 m와 10 m 정점에 비해 다양한 출현 종수를 보였다.

전체 연구기간 동안 각 계절에 모두 출현한 종은 총 15종으로, 녹조류인 참깃털말(*Bryopsis plumosa*), 사카이대마디말(*Cladophora sakaii*), 구멍갈파래(*Ulva pertusa*), 갈조류인 감태(*Ecklonia cava*), 홍조류인 돌가사리(*Chondracanthus tenellus*), 진두발(*Chondrus ocellatus*), 우뭇가사리(*Gelidium amansii*), 진분홍딱지(*Hildenbrandtia rubra*), 흑돌잎(*Lithophyllum okamurae*), 방향계발혹(*Marginisporium aberrans*), 참곱슬이(*Plocamium telfairiae*), 바다참나무잎아재비(*Polyneura japonica*), 붉은까막살(*Prionitis cornea*), 두갈래분홍치(*Rho-*



Fig. 1. The map showing sampling site of marine algal benthic in Gijang area, Korea.

Table 1. List of marine algal species and biomass (wet wt. g m⁻²) investigated at study sites according to the survey period

Species	Winter			Spring			Summer			Autumn		
	1 m	5 m	10 m	1 m	5 m	10 m	1 m	5 m	10 m	1 m	5 m	10 m
Chlorophyta												
<i>Bryopsis plumosa</i>	+	+		+			0.1	+		+		
<i>Cladophora sakaii</i>	+			+			+	0.2		+	+	
<i>Cladophora</i> sp.		+		0.1						+		
<i>Codium dimorphum</i>						+			0.8			+
<i>Codium minus</i>	0.4											
<i>Ulva intestinalis</i>	+			+			+					
<i>Ulva linza</i>	+						+			+		
<i>Ulva pertusa</i>	0.2	2.8	0.4	5.3	0.1	0.2	38.1	55.4	29.0	6.1	12.9	2.4
Phaeophyta												
<i>Colpomenia sinuosa</i>			0.2				0.2					
<i>Dictyopteria prolifera</i>	7.5											
<i>Dilophus okamurae</i>							3.5			0.1		
<i>Ecklonia cava</i>	1,202.6	+	+	36.8	+	2,247.3	+	24.4	+	852.9	+	+
<i>Sargassum confusum</i>										0.4		
<i>Sargassum coreanum</i>			148.2				236.5	4.0		397.3	523.9	62.8
<i>Sargassum fulvellum</i>	1.4											
<i>Sargassum horneri</i>										1.8		
<i>Sargassum macrocarpum</i>		25.9	495.6		201.0					6.6	287.0	390.3
<i>Sargassum nigrifolium</i>											5.7	
<i>Sargassum piluliferum</i>							253.2			33.6		
<i>Sargassum ringgoldianum</i>	136.9											
<i>Sargassum serratifolium</i>											1.6	
<i>Sargassum</i> sp.			10.2									
<i>Sphacelaria rigidula</i>										35.8	4.6	35.4
<i>Undaria pinnatifida</i>	+	+		202.2	+				6.6			
Rhodophyta												
<i>Acrosorium flabellatum</i>		53.6		138.1	104.5	121.2						
<i>Acrosorium polyneurum</i>		62.4					5.7	19.0	62.2	6.1	12.0	13.6
<i>Acrosorium uncinatum</i>	42.1				15.6	1.0						
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>							10.2	+	9.4			
<i>Alatocladia modesta</i>								19.6				
<i>Amphiroa dilatata</i>							3.2	8.9	1.1			
<i>Amphiroa beauvoisii</i>			3.1		15.4							
<i>Callophyllis crispata</i>								25.3				
<i>Callophyllis japonica</i>						10.0		21.2		17.8		0.6
<i>Carpopeltis affinis</i>	+											
<i>Carpopeltis prolifera</i>		2.8										
<i>Ceramium japonicum</i>							3.1		1.3	+		0.2
<i>Ceramium kondoii</i>											4.4	
<i>Champia parvula</i>									55.5			
<i>Chondracanthus intermedia</i>		1.4			60.6					2.7		
<i>Chondracanthus tenellus</i>	11.5	21.6	9.5	66.2		11.3	305.1	39.0	183.9	1.2	66.2	29.2
<i>Chondrus ocellatus</i>		2.0		8.0			13.1	30.0	6.2	3.6		
<i>Corallina officinalis</i>	1.3	1.3	1.1				1.8		0.4	35.4	0.7	2.0
<i>Corallina pilulifera</i>				0.3				8.6	5.3			
<i>Corallina</i> sp.	0.4		2.5									
<i>Galaxaura falcata</i>			62.0									
<i>Gelidium amansii</i>		21.3		31.9	2.0	17.6	11.9	84.2	206.6	4.2	3.2	9.4
<i>Gelidium pacificum</i>	0.8							4.2				
<i>Gracilaria textorii</i>					5.1		5.7	17.5		0.6		0.3

Table 1. Continued

Species	Winter			Spring			Summer			Autumn		
	1 m	5 m	10 m	1 m	5 m	10 m	1 m	5 m	10 m	1 m	5 m	10 m
<i>Gracilaria</i> sp.	8.4											
<i>Grateloupia elliptica</i>		47.4				0.9				123.0		
<i>Heterosiphonia japonica</i>									0.7			
<i>Heterosiphonia</i> sp.			6.2									
<i>Hildenbrandtia rubra</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hypnea charoides</i>										5.2		
<i>Hypnea saidana</i>							6.2		175.1			
<i>Laurencia intermedia</i>	2.4											
<i>Laurencia okamurae</i>											0.2	
<i>Laurencia pinnata</i>							+					
<i>Lithophyllum okamurae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lithothamnion cystocarpideum</i>						0.4						
<i>Lomentaria catenata</i>	0.4			30.7	1.5	20.9	125.4	0.4	16.8			
<i>Marginisporum aberrans</i>	23.7	29.0	12.0		92.4	54.0	38.0		132.6	66.0	135.2	88.5
<i>Marginisporum crassissima</i>							10.2		147.0	54.3		
<i>Peyssonnelia caulifera</i>	40.9		8.8			7.1				6.6	51.9	90.7
<i>Phacelocarpus japonica</i>	0.5	0.1						22.3				2.1
<i>Plocamium telfairiae</i>	57.0	2.6	24.2	50.3	146.7	+	6.9	16.2	5.4	9.6	31.3	4.6
<i>Plocamium uncinatum</i>							14.5	11.0	7.1			
<i>Polyneura japonica</i>	72.8	572.9	36.7	702.5	38.2	597.2	2.7	122.4	0.6	57.6	6.1	7.3
<i>Prionitis cornea</i>		4.4			4.8	103.6	4.5		9.4	0.1	2.4	3.5
<i>Pterocladia capillacea</i>		4.5		8.0					11.0			
<i>Rhodymenia intricata</i>	14.2	100.4	2.5	13.2	1.2	2.1	4.7	38.8	21.8	0.6	1.2	4.7
<i>Symphyocladia latiuscula</i>						2.0	3.5	1.2	2.8	10.0	12.8	
<i>Symphyocladia pennata</i>										+	+	
Melobesioidean algae	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Chlorophyta	6	3	1	5	1	2	5	3	2	5	2	2
Phaeophyta	5	3	5	2	3	1	5	2	2	8	6	4
Rhodophyta	18	19	14	13	15	18	23	23	25	22	17	17
Total	29	25	20	20	19	21	33	28	29	35	25	23

dymenia intricata), 무절산호조류(Melobesioidean algae)였고, 이 중 전 계절에 전체 정점에 출현한 해조류는 녹조류인 구멍갈파래, 갈조류인 감태, 홍조류인 진분홍딱지, 흑돌잎, 참곱슬이, 바다참나무잎아재비, 두갈래분홍치, 무절산호조류의 8종으로 나타났다(Table 1).

출현 종의 자료를 근거로 해조류의 군집구조 분석을 실시하여 수지도와 다차원배열법으로 표현하였다. 그 결과, 시간에 따라 다소 간의 차이는 있으나, 전반적으로 크게 3개의 그룹으로 구분됨을 알 수 있었다. 유사도 60% 수준에서 봄철 출현종과 여름, 가을철 출현종이 구분되었다. 나머지 한 그룹은 겨울철 출현종이 별개의 그룹으로 나뉘는 것으로 나타났다(Fig. 2).

생물량

이번 연구를 통하여 분석된 각 정점별 평균 생물량은 Table 1과 같다. 겨울철의 경우, 수심 1 m에서는 갈조류인 감태(*E.*

cava)가 1,202.6 g m⁻²로 최대 생물량을 보였고, 5 m 수심에서는 홍조류인 바다참나무잎아재비(*P. japonica*)가 572.9 g m⁻², 수심 10 m에서는 갈조류인 큰열매모자반(*Sargassum macrocarpum*)이 495.6 g m⁻²로 생물량이 가장 높았다. 봄철에는 각 수심별 정점에서 홍조류인 바다참나무잎아재비(*P. japonica*)가 702.5 g m⁻²(수심 1 m), 갈조류인 큰열매모자반(*S. macrocarpum*)이 201.0 g m⁻²(수심 5 m), 감태(*E. cava*)가 2,247.3 g m⁻²(수심 10 m)로 생물량이 가장 높았다. 여름철에는 돌가사리(305.1 g m⁻², 1 m), 바다참나무잎아재비(122.4 g m⁻², 5 m), 우뚝가사리(206.6 g m⁻², 10 m)가 가장 높은 생물량을 보였고, 가을철의 경우에는 각각 갈조류인 감태(852.9 g m⁻², 1 m), 큰잎모자반(*S. coreanum*, 523.9 g m⁻², 5 m), 큰열매모자반(390.3 g m⁻², 10 m)이 가장 큰 해조류 생물량을 나타냈다.

각 계절과 조사 정점에서 가장 높은 생물량을 보인 몇몇 해조류 우점 종들의 높은 생물량은 여름철을 제외하고 정점별 생물

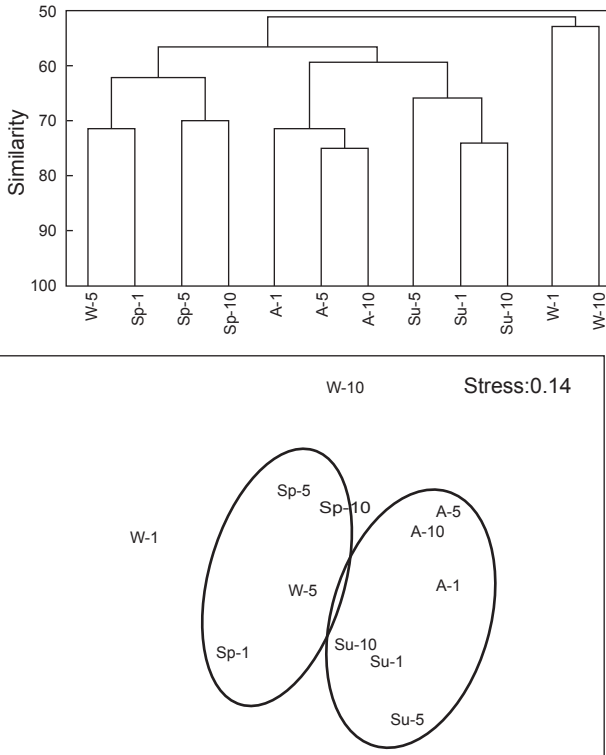


Fig. 2. Dendrogram for hierarchical clustering of macroalgal assemblage based on Bray Curtis similarities and Multidimensional scaling (MDS) ordination. W; Winter, Sp; Spring, Su; Summer, A; Autumn.

량의 60%-70%를 차지 할 만큼 높았다. 또한 이들 해조류의 평균 생물량은 조사 시기별로 다량 출현하는 경우가 대부분이었으며, 조사 시기에 따른 생물량과 우점하는 해조류의 종 조성에는 큰 차이를 나타내지 않고 유사하게 조사되었다. 각 정점에서 조사 시기별로 우점하는 해조류는 갈조류인 감태, 큰잎모자반, 큰열매모자반, 홍조류인 돌가사리, 우뚝가사리, 바다참나무잎아재비 등으로 나타났다.

기능형 군 및 생태지수

이 연구기간에 각 정점에서 출현한 해조류를 6개의 기능형으로 구분하면, 성긴분기형 37.8%, 다육질형 18.9%, 엽상형 13.5%, 사상형 12.2%, 유절산호말형 10.8%, 각상형 6.8%로 나타났다(Table 2).

각 정점별 기능형의 구성종을 살펴보면, 성긴분기형은 계절별로 29.3%-42.2%, 다육질형은 9.1%-22.0%로 다른 기능형별 해조류에 비해 출현 비율이 높았으며 이들 기능형의 출현 종수는 거의 유사하게 높게 나타났다. 하지만, 조사 시기에 따른 기능형의 구성 비율은 시기에 따라 차이는 보이지만 엽상형, 사상형, 유절산호말형 비율의 평균값이 유사하게 나타났고, 이들 구성 비율이 상대적으로 각상형 비율에 비하여 높았다(Table 2).

Table 2. Composition ratio (%) of marine algal functional form group investigated at study sites according to the survey period

Functional form	Winter	Spring	Summer	Autumn	Total
Sheet	10.9	15.2	13.3	17.1	13.5
Coarsely branched	39.1	39.4	42.2	29.3	37.8
Thick leathery	19.6	9.1	11.1	22.0	18.9
Filamentous	13.0	12.1	13.3	14.6	12.2
Jointed calcareous	8.7	9.1	13.3	7.3	10.8
Crustose	8.7	15.2	6.7	9.8	6.8

Table 3. The comparison of R/P, C/P, (R+C)/P value of marine algal flora at study sites according to the survey period

Ratio	Winter	Spring	Summer	Autumn	Total
R/P	3.33	8.00	5.50	2.50	3.13
C/P	0.78	2.00	1.00	0.60	0.50
(R+C)/P	4.11	10.0	6.50	3.10	3.63

해조상의 지역적 특성을 나타내는 생태지수인 R/P 값은 3.13이었으며, 가을철에 2.50으로 낮았고 봄철에는 8.00으로 최대였다. C/P 값은 평균 값이 0.50이었으며, (R+C)/P 값은 3.63을 나타냈다(Table 3).

고찰

이번 연구에서 확인된 기장 주변 해역 해조류의 분류군별 출현 종수는 과거 Lee and Kang (1971)이 보고한 출현 종수에 비해 다소 감소한 것으로 나타났지만, 용호동(Nam and Kim, 1999), 동백섬(Yoo, 2003a), 서암(Yoo, 2003b), 영도(Choi, 2007), 일광만(Kang et al., 2008)등에 비해서는 유사하거나 다소 증가하였다.

기장 주변 해역 각 조사 정점의 계절별 평균 생물량은 겨울철의 경우 823.2-1,615.4 g wet weight m², 봄철엔 689.1-3,196.8 g wet weight m²이었고 여름철에는 574.5-1,219.9 g wet weight m², 가을철에는 각 정점별로 747.6-1,616.2 g wet weight m²로 나타났다. 기장 인근 용호동(Nam and Kim, 1999)의 현존량은 계절 평균인 여름(1,648 g/m²)에 가장 높았고, 가을(1,463 g/m²), 겨울(1,411 g/m²), 봄(1,241 g/m²)순으로 감소하는 경향을 보인다고 하였다. 이 결과는 본 연구의 현존량과 유사하게 나타났지만, 봄철에 감소하는 결과는 기장 주변 해역과 상이한 결과를 나타냈다. 또한 일광만(Kang et al, 2008)의 생물량은 봄철에 평균 286.1 g wet weight m², 봄철에는 485.6 g wet weight m², 가을철에 511.7 g wet weight m², 겨울철에 629.8 g wet weight m²으로 평균 478.3 g wet weight m²의 결과를 보여 이번 결과에 비해 매우 낮은 값을 나타냈다. 이는 생물량이 100 g/m² 이상을 나타낸 해조류가 구멍갈파래, 붉은까막살(*Prionitis cornea*),

Table 4. The comparison of value of R/P, C/P, (R+C)/P ratio between the previous studies at the east coast, Korea

References	Flora characteristics ratio		
	R/P	C/P	(R+C)/P
Lee et al. (1997)	2.92	0.54	3.46
Nam and Kim (1999)	2.19	0.50	2.69
Yoo (2003)	2.76	0.35	3.12
Choi (2007)	2.33	0.48	2.81
Kang et al. (2008)	4.47	0.59	5.06
Choi et al. (2010)	2.79	0.43	3.21
This study	3.13	0.50	3.63

지층이(*Sargassum thunbergii*), 개서실(*Chondria crassicaulis*), 돌가사리, 외톨개모자반(*Myagropsis myagroides*), 팽생이모자반, 개도박(*Grateloupia lanceolata*) 등 일부의 해조류에 국한되어 있어서 낮았다고 하였다. 이러한 해조류 출현 특성은 일광만이 갖는 만의 특성 때문으로 판단된다.

우리나라 서, 남해안에 출현하는 해조류의 기능형군별 구성비(Sohn, 1987)는 성긴분기형과 사상형의 비율이 타 비율에 비해서 높고, 그 이후에 엽상형, 다육질형, 각상형, 유절산호말형 순으로 출현한다고 보고하였다. Park et al. (2007)은 남서해안에 서식하는 해조류의 기능형군별 구성비가 Sohn (1987)의 연구와 유사하게 성긴분기형과 사상형의 구성비율이 가장 높게 나타난다고 하였다. 동해안의 연구(Choi, 2008) 역시 성긴분기형, 사상형, 엽상형, 다육질형, 유절산호말형, 각상형 순으로, 다른 연구 결과들과 유사한 결과를 얻었다. 이번 기장 주변 해역의 연구에서는 성긴분기형, 다육질형, 엽상형, 사상형, 유절산호말형, 각상형 순으로 구성비율이 나타나, 이전 결과와는 조금 구성비율이 상이했지만, 성긴분기형을 제외한 다른 기능형군의 구성비율이 큰 차이를 보이지 않고 유사하게 출현하여, 결과적으로 구성비율의 변화는 크지 않았다.

Feldmann (1937)은 해조류의 지리적 분포 양상 분석에 R/P 값을 사용하였고, Segawa (1956)는 C/P 값을 이용하여 한대에서 아열대 지역까지 구분하였다. Cheney (1977)는 (R+C)/P 값이 3 이하면 온대성 또는 한대성 해조상, 6 이상이면 열대성 해조상, 그 중간값이면 혼합 해조상의 특징을 보인다고 하였다. 이 연구 결과 기장 해역의 R/P 값은 3.13이었고, C/P 값은 0.50, (R+C)/P 값은 3.63으로 나타났다. 이는 온대성 해조상의 특성을 보인다고 할 수 있으며 기존의 다른 연구결과와 비교해보면 (Table 4), Kang et al. (2008)의 결과에 비해서는 낮은 값을 보였지만 이 외의 기존 연구결과인 동해 남부 해역에서 조사된 결과와는 유사하게 나타났다.

이상의 결과로 보았을 때, 기장 인근 해역에 생육하는 해조류 식생은 인근 해역에서 수행된 용호동(Nam and Kim, 1999), 일광만(Kang et al., 2008), 서암(Yoo, 2003b), 동백섬(Yoo, 2003a) 등의 연구결과와 유사하게 나타났지만, 1970년대에 수행된 연구결과에 비해서는 대체적으로 빈약한 해조상을 나타냈다. 이러한 결과는 최근 본 조사지역 인근의 연안 해양환경에

영향을 줄 수 있는 물리, 화학적인 오염원이 발생한다고 고려할 때, 이후 기장 주변 해역의 해조 식생에도 변화를 줄 수 있을 것으로 판단된다. 또한 해조류 종 다양성 및 생물량의 변화도 전국적으로 확산되고 있는 갯녹음, 해안 개발 등의 진행과 함께 더욱 가속화 될 것으로 여겨진다. 따라서 이 지역의 해조군집을 포함한 해양생태계를 최대한 변화시키지 않기 위해서는 인위적인 활동 및 해안 개발, 오염 등에 관한 원인을 최대한 줄여나갈 수 있도록 모니터링을 지속적으로 실시할 필요성이 있으며, 근본적인 해결책 모색 및 생태공학적 접근법을 도입한 해중림 조성 및 유지 관리, 해양생물의 종조성과 해조 식생의 변화 등이 최소화 될 수 있는 유지 관리 방안이 마련되어 체계적인 관리가 될 수 있도록 관심을 기울여야 할 필요성이 있다.

사 사

이 논문은 2010학년도 부경대학교의 지원을 받아 수행된 연구임(PKS-2010-7)

참고문헌

- Bates CR and DeWreede RE. 2007. Do changes in seaweed biodiversity influence associated invertebrate epifauna? *J Exp Mar Biol Ecol* 344, 206-214.
- Boo SM and Lee IK. 1986. Studies on benthic algal community in the east coast of Korea. 1. Floristic composition and periodicity of a Sokcho rocky shore. *Korean J Phycol* 1, 107-116.
- Cheney DP. 1977. R & C/P - A new and improved ratio for comparing seaweed floras. *Suppl J Phycol* 13, 129.
- Choi CG and Rho HS. 2010. Marine algal community of Ulsan, on the eastern coast of Korea. *Kor J Fish Aquat Sci* 43, 246-253.
- Choi CG, Chowdhury MTH, Choi IY and Hong YK. 2010. Marine algal flora and community structure in Kijang on the southern east coast of Korea. *The Sea* 15, 133-139.
- Choi CG, Kim JH and Chung IK. 2008. Temporal variation of seaweed biomass in Korean coasts: Yokjido, Gyeongnam Province. *Algae* 23, 311-316.
- Choi CG. 2007. Algal flora and *Ecklonia stolonifera* Okamura (Laminariaceae) Population of Youngdo in Busan, Korea. *Algae* 22, 313-318.
- Choi HG. 2008. Effects of thermal effluents from Wolsong nuclear power plant on macroalgal composition and community structure. *Algae* 23, 151-162.
- Clarke KR and Gorley RN. 2006. PRIMER V6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E Ltd, Plymouth, USA, 190.
- Connell SD, Russell BD and Turner DJ. 2008. Recovering a lost baseline: missing kelp forests from a metropolitan coast. *Mar Ecol Prog Ser* 360, 63-72.
- Dawes CJ. 1998. Marine botany. John Wiley & Sons, Inc. New

- York, USA, 628.
- Eriksson BK, Johansson G and Snoeijs P. 2002. Long-term changes in the macroalgal vegetation of the inner Gullmar Fjord, Swedish Skagerrak coast. *J Phycol* 38, 284-296.
- Feldmann J. 1937. Recherches sur la vegetation marine de la Mediterranee. La cote des Alberes. *Rev Algol* 10, 1-339.
- Kang JW. 1966. On the geographical distribution of marine algae in Korea. *Bull Pusan Fish Coll* 7, 1-125.
- Kang JW. 1968. Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea. Vol. 8 Marine algae. Samhwa Press, Seoul, Korea.
- Kang PJ, Kim YS and Nam KW. 2008. Flora and community structure of benthic marine algae in Ilkwang Bay, Korea. *Algae* 23, 317-326.
- Lee IK and Kang JW. 1986. A check list of marine algae in Korea. *Korean J Phycol* 1, 311-325.
- Lee YP and Kang SY. 2002. A catalogue of the seaweeds in Korea. Cheju National University Press, Cheju, Korea.
- Lee KW. and Kang JW. 1971. A preliminary survey of the algal flora and communities of Dongbaiksum, Pusan. *Publ Mar Lab Pusan Fish Coll* 4, 29-37.
- Littler MM and Littler DS. 1984. Relationships between macroalgal functional form groups and substrate stability in a subtropical rocky intertidal system. *J Exp Mar Biol Ecol* 74, 13-34.
- McCall RK, Moncreiff CA, Randall TA, Caldwell JD and Blackburn BR. 1999. Seagrass epiphytes: Contributions to local chlorophyll a concentration. *Gulf Research Reports* 11, 74.
- Nam KW and Kim YS. 1999. Benthic marine algal flora and community structure of Yongho dong area in Pusan, Korea. *J Korean Fish Soc* 32, 374-384.
- Park CS, Wee MY and Hwang EK. 2007. Summer algal flora of uninhabited islands in Dochodo, southwestern coast of Korea. *Algae* 22, 305-311.
- Russell BD, Thompson JI, Falkenberg LJ and Connell SD. 2009. Synergistic effects of climate change and local stressors: CO₂ and nutrient-driven change in subtidal rocky habitats. *Glo Cha Biol* 15, 2153-2162.
- Segawa S. 1956. Coloured illustration of the seaweeds of Japan. Hoikusha Publ. Co. Osaka, Japan.
- Sohn CH. 1987. Phytogeographical characterization and quantitative analysis of algal communities in Korea. Ph.D. Thesis, Chunnam National University, Korea.
- Terawaki T, Arai S and Kawasaki Y. 1995. Methods of submarine forest formation considering local limiting factors of distribution. *Fish Engineer* 32, 145-154.
- Thompson RE, Wilson BJ, Tobin ML, Hill AS and Hawkins SJ. 1996. Biologically generated habitat provision and diversity of rocky shore organisms at a hierarchy of spatial scales. *J Exp Mar Biol Ecol* 202, 73-84.
- Yoo JS. 2003a. Biodiversity and community structure of marine benthic organisms in the rocky shore of Dongbaekseom, Busan. *Algae* 18, 225-232.
- Yoo JS. 2003b. Dynamics of marine benthic community in intertidal zone of Seoam, Busan. *J Korean Soc Oceanogr* 8, 420-425.
- Yoshida T, Yoshinaga K and Nakajima Y. 1995. Check list of marine algae of Japan (revised in 1995). *Jpn J Phycol* 43, 115-171.