

## 부산 용호동 일대의 저서 해조상 및 군집구조

남기완 · 김영식\*

부경대학교 해양생물학과, \*군산대학교 해양생명개발학과

### Benthic Marine Algal Flora and Community Structure of Yongho-dong Area in Pusan, Korea

Ki Wan NAM and Young Sik KIM

Department of Marine Biology, Pukyong National University, Pusan, 608-737, Korea

\*Department of Marine Life Development, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

Benthic marine algal flora and community structure of Yongho-dong area in Pusan, Korea were investigated seasonally in intertidal and subtidal zones by a quadrat method along 5 transect lines from July 1996 to April 1997. In this area, a total of 99 species including 3 blue-green, 13 green, 26 brown and 57 red algae was found. Among them, 33 taxa, together with dominant *Ulva pertusa* and *Corallina pilulifera*, occurred throughout the year. *Enteromorpha* spp. and *Ulva* spp. vertically distributed in upper and middle zone, while *Symphocladia latiuscula*, *Chondria crassicaulis*, *Corallina pilulifera* and *Sargassum* spp. in lower zones. Biomass per unit area exhibited a wide range of variation, from 1,241 g/m<sup>2</sup> (spring) to 1,648 g/m<sup>2</sup> (summer) in fresh weight. Maximum and minimum species diversity were recorded in spring and autumn, respectively. Results of the UPGAM cluster analysis suggest that the examined 5 sites can be divided into two groups, sites exposed to open sea (transects 1, 2, 3) and comparatively sheltered sites (transects 4, 5) faced with the Pusan Harbor. The former group is represented by large brown algae, *Sargassum* and *Hizikia*, while *Ulva pertusa* and *Lomentaria* species are mainly found in the latter group. A calcareous alga, *Corallina pilulifera* occurred dominantly in both groups throughout the year. In conclusion, number of species in this area was remarkably reduced as compared to the previous data. This result may suggest probably more change of algal vegetation in future, considering the physical and chemical pollutions loaded in the coastal marine environment of this area.

Key words: benthic marine algal flora, community structure, Yongho-dong area in Pusan, Korea

#### 서 론

부산 지역의 해조류는 Okamura (1892)의 연구를 시작으로, Ro (1954)에 의해 보고된 바 있으나, 매우 단편적인 기록에 지나지 않는다. 그 후 Kang (1966)에 의해 보다 구체적인 정보가 밝혀지면서부터 Lee and Kang (1971)은 해운대 동백섬의 해조식생에 관한 연구를 통하여 총 181종을 보고함과 동시에 출현종의 계절 변화 및 수직분포 등을 논의하였고, Lee (1972, 1973)는 동백섬 해조군락을 Taniguti (1962)의 식물사회학적인 측면에서 조사, 분석한 바 있다. 또한 Lee et al. (1984)는 한국 연안해역의 저서생물 군집에 관한 연구의 일환으로서 부산 동백섬과 인근 기장 해안에서의 해조군집을 조사하였다. 그 후 Sohn (1987)은 한국 해조류의 식물지리학적 특성과 군집의 정량 분석을 위하여 전국 연안 35개 지점간 해조식생을 조사하면서 부산 지역을 포함한 바 있고, 최근에는 Kim (1991)이 환경요인을 고려한 부산 인근 해역의 해조식생의 특성을 보고하였다.

부산과 같은 대규모의 항구도시의 연안역의 개발 및 항만시설의 증가, 또한 도시하수의 유입에 따른 연안환경 및 이에 따른 급격한 연안생태계의 변화가 예상되는 지역으로 (Hong et al., 1994), 해조류의 정착성 특성을 고려할 때 그 식생의 변화에도 관심이 모아진다. 따라서 본 연구는 과거와 현재의 해조식생을 비교검토하고, 나아가서 차후 이 지역 해조 군집과의 비교를 위한 기초자료로 활용하고자 수행되었다.

#### 재료 및 방법

해조상 및 군집조사는 1996년 7월과 10월과 1997년 1월, 4월에 각 계절별로 총 4회에 걸쳐서 수행되었다. 부산 용호동의 동생말 (transect 1)로부터 해안선을 따라 신선대 (transect 5)에 이르기까지 본 연구 지역의 특성을 대표할 수 있는 5개의 지점을 선정하고 (Fig. 1), 선정된 지점들로부터 해안선에 수직 방향으로 각각 1개의 line-transect를 설정한 후 조간대 상부부터 조하대에 이르기까지 25×25 cm 크기의 방형구를 이용한 연속적인 정성, 정량 채집이 이루어졌다. 채집된 해조류는 5~10% formalin-seawater로 고정하여 실험실로 운반, 종 동정과 함께 방형구별 정성, 정량 자료가 산출되었다. 피도는 단위면적당 피복 백분율로 현장 식별이 가능한 종은 현장에서 직접 Braun-Blanquet 피도 등급에 따라서 측정 기록되었고, 빈도는 전체 조사 방형구 수에 대한 대상 종의 출현 방형구 수의 비로 구하였다. 상대피도는 방형구 내의 전 출현종의 피도 합에 대한 대상 종의 피도 백분율로, 상대빈도는 방형구 내의 전 출현종의 빈도 합에 대한 대상 종의 빈도 백분율로 하였으며, 중요도는 상대피도와 상대빈도의 산술 평균으로 나타냈다. 현존량은 단위면적당 (m<sup>2</sup>) 생중량으로 환산하였다. 출현종의 자료로부터 Shannon의 종다양도지수 (H'; diversity index)를 구하였고, 이 지수를 이용하여 균등도지수 (J')를 계산하였다. 조사지점간의 집락 분석은 Jaccard의 군락계수를 이용하여 UPGAM (unweighted pair-group average method

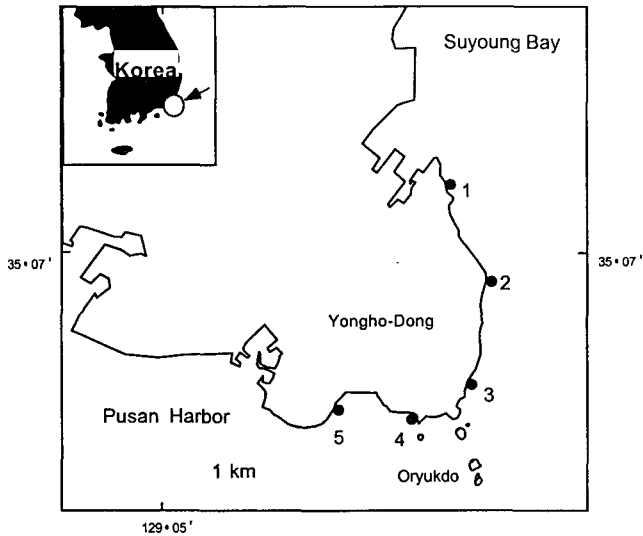


Fig. 1. A map showing the 5 sampling transects for this study.

using arithmetic averages)에 따라 계절별로 수행하였다 (Sneath and Sokal, 1973).

결과 및 고찰

본 조사기간동안 조사지역의 해조류는 남조식물 3종, 녹조식물 13종, 갈조식물 26종, 홍조식물 57종으로, 총 99종이 동정 분류되었다 (Table 1). 전체 출현종에 대해 남조식물이 3.0%, 녹조식물이 13.1%, 갈조식물이 26.3%, 홍조식물이 57.6%로써 홍조식물이 높은 비율을 차지했다 (Table 2). 계절별 출현종수를 보면 여름에 남조식물 3종 (4.7%), 녹조식물 10종 (15.6%), 갈조식물 15종 (23.4%), 홍조식물 36종 (56.3%)으로 총 64종이 출현하였고, 가을에는 남조식물 2종 (3.6%), 녹조식물 8종 (14.3%), 갈조식물 11종 (19.6%), 홍조식물 35종 (62.5%)으로 총 56종이 출현하였다. 겨울에는 남조식물 1종 (1.5%), 녹조식물 8종 (11.9%), 갈조식물 17종 (25.4%), 홍조식물 41종 (61.2%)으로 총 67종이 관찰된 반면에, 봄에는 남조식물 2종 (2.9%), 녹조식물 7종 (10.0%), 갈조식물 18종 (25.7%), 홍조식물 43종 (61.4%)으로 총 70종이 각각 출현하였다. 계절별 총 출현종수의 변화를 살펴보면, 겨울과 봄에는 증가하다가 여름부터 점차 감소해 가을에 현저하게 줄어드는 양상을 보였다 (Fig. 2). 계절별로 연중 출현하는 종은 총 35종으로, 녹조식물 4종 (*Enteromorpha compressa*, *E. linza*, *Ulva pertusa*, *Cladophora* sp.), 갈조식물 7종 (*Ralfsia verrucosa*, *Colpomenia sinuosa*, *Dictyota dichotoma*, *Hizikia fusiformis*, *Sargassum* sp., *S. ringgoldianum*, *S. thunbergii*), 홍조식물 24종 (*Bangia atropurpurea*, *Porphyra* sp., *Auduinella* sp. *Melobesioideae*an alga, *Corallina pilulifera*, *Carpopeltis cornea*, *Grateloupia filicina*, *G. turuturu*, *Pachymeniopsis elliptica*, *Gymnogongrus flabelliformis*, *Chondrus ocellatus*, *Gigartina intermedia*, *Lomentaria catenata*, *L. lubrica*, *Champia parvula*, *Antithamnion nipponicum*, *Campylaeophora crassa*, *Ceramium* sp., *C. tenerrimum*, *Acrosorium pol-*

*yneurum*, *Heterosiphonia pulchra*, *Chondria crassicaulis*, *Polysiphonia* sp., *Symphyclocladia latiuscula*) 이었다 (Table 1).

본 연구에서 관찰된 총 99종은 과거의 부산 해운대 동백섬에서의 조사결과 (Lee and Kang, 1971)와 비교해 볼 때 거의 50% 감소한 수준으로, 특히 녹조류 및 갈조류의 감소가 현저하였다. 비교적 최근에 수행된 Kim (1991)과 Lee (1991)의 보고도 출현종수 감소에 대한 본 연구와 유사한 결과를 나타내고 있다. 또한 인근의 기장 해안 (약 10여 km 북쪽에 위치)에서는 봄과 가을의 두 계절에 약 127종이 보고 (Lee et al., 1984) 된 바 있어서, 이 연구도 부산의 해조상 감소에 시사하는 바 크다고 할 수 있다.

계절별 출현종수에 있어서는 겨울과 봄에 보다 많은 출현종수를 기록하였다. 이런 계절적 출현양상은 온대해역에 분포하는 해조류의 전형적인 소장양상을 따르는 것으로 (Round, 1981), Cheny (1977)의 (R+C)/P 값 (약 2.7)도 이를 반영하고 있다.

본 조사기간동안 중요도가 5 이상인 주요 출현종은 Table 3과 같다. 여름에 가장 높은 중요도를 가지는 종은 *Corallina pilulifera* 이었다. 그러나 지점 3에서는 *Symphyclocladia latiuscula*가 가장 높은 중요도값을 나타냈고, 그 다음으로 *C. pilulifera* 순으로 나타났다. 가을에는 지점 4, 5에서는 *Ulva pertusa*가, 지점 1에서는 *Sargassum* sp., 지점 2에서는 *Chondria crassicaulis*가, 지점 3에서는 *C. pilulifera*가, 그리고 겨울에는 조사지점마다 달리하여 지점 1~5까지 각각 *U. pertusa*, *Sargassum thunbergii*, *Hizikia fusiformis*, *C. crassicaulis*, *Lomentaria catenata*가 가장 높은 중요도값을 기록하였다. 봄에는 조사지점 1, 4에서 *U. pertusa*가, 조사지점 2에서는 *S. thunbergii*, 3에서는 *C. pilulifera*, 조사지점 5에서는 *Gloiopeltis furcata*가 가장 높은 중요도를 갖는 종으로서 확인되어 각 계절별 조사지점에 따라서 우점하여 출현하는 종이 약간 달리 나타났다. 전체적으로 볼 때 *U. pertusa*와 *C. pilulifera*는 거의 모든 조사지점에서 전 계절에 걸쳐서 높은 중요도를 가지는 것으로 나타났다 (Fig. 4).

수직분포는 계절별로 약간의 차이는 있지만, 대부분의 조사지점에서 조간대 상부와 중부에서는 파래류 (*Enteromorpha* spp., *Ulva* spp.)가, 조간대 하부와 조하대 상부에서는 *Symphyclocladia latiuscula*, *Chondria crassicaulis*, *Corallina pilulifera*, *Sargassum* spp.가 우점하여 출현하였다. *Gloiopeltis furcata*와 *Hizikia fusiformis*는 겨울과 봄에 각각 조간대 상부와 중부에서 우점하여 분포하였다. 해조류의 수직분포는 한국의 서해안 (Song, 1984; Kim and Lee, 1985; Lee et al., 1985)의 경우, 조간대 상부에는 *G. furcata* 및 *Myelophycus simplex*, 조간대 중부에는 *Ulva pertusa*, *Pelvetia siliquosa* 및 *Sargassum thunbergii*, 그리고 하부에는 *C. pilulifera*가 공통적으로 분포하는 특징을 보이고 있으며, 남해안 (Yoo and Lee, 1980)에서는 조간대 상부에 *G. furcata*, *Caulacanthus okamurae*, *Enteromorpha* complex, *Myelophycus simplex*, 조간대 중부에 *U. pertusa*, *Ishige okamurae*, *I. sinicola*, 그리고, 조간대 하부에는 *P. siliquosa*, *S. thunbergii*가 분포하는 특징을 보이고 있다. 반면에 동해안 (Lee, 1991)에서는 조간대 상부에 *Bangia atropurpurea*, *G. furcata*, *Chaetomorpha moniliger*, 중부에 *C. crassicaulis*, *C. pilulifera*, 그리고, 하부에 *Dictyota dichotoma*,



Table 1. (continued)

Species	Season Transect	Summer					Autumn					Winter					Spring						
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
<i>Grateloupia livida</i>											+	+				+	+	+			+	+	
<i>Grateloupia sparsa</i>																							+
<i>Grateloupia turuturu</i>					+	+			+	+	+			+		+	+	+					
<i>Halymenia acuminata</i>														+	+				+				
<i>Pachymeniopsis elliptica</i>		+			+	+	+	+	+	+	+					+	+	+			+	+	
<i>Gloiopeltis furcata</i>																			+				
<i>Callophyllis adhaerens</i>															+								
<i>Callophyllis japonica</i>				+						+	+					+	+						
<i>Cruoriella japonica</i>				+					+														
<i>Caulacanthus okamurae</i>								+	+														
<i>Plocamium telfairiae</i>						+																+	
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>					+	+				+	+					+	+					+	+
<i>Chondrus crispus</i>					+	+																	
<i>Chondrus ocellatus</i>		+	+			+	+			+	+			+	+	+	+	+				+	+
<i>Gigartina intermedia</i>		+		+	+	+	+			+	+			+		+	+	+				+	+
<i>Gigartina tenella</i>					+						+											+	
<i>Rhodymenia intricata</i>																						+	
<i>Lomentaria catenata</i>			+							+	+					+	+			+		+	+
<i>Lomentaria hakodatensis</i>					+					+	+					+	+						
<i>Lomentaria lubrica</i>		+	+		+	+	+	+					+	+						+		+	+
<i>Champia bifida</i>																+	+					+	+
<i>Champia parvula</i>					+					+	+					+	+					+	+
<i>Antithamnion nipponicum</i>		+				+	+	+		+	+			+	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Callithamnion sp.</i>																						+	+
<i>Campylaephora crassa</i>		+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+
<i>Ceramiopsis japonica</i>						+					+											+	+
<i>Ceramium kondoii</i>						+												+	+	+			+
<i>Ceramium paniculatum</i>						+	+	+	+		+	+	+		+								
<i>Ceramium tenerimum</i>				+			+				+	+	+	+	+	+				+			+
<i>Ceramium sp.</i>			+			+		+					+	+		+	+		+	+			
<i>Herpochondria elegans</i>													+				+						+
<i>Platythamnion yezoense</i>																					+		
<i>Acrosorium polyneurum</i>		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Acrosorium yendoii</i>						+	+	+	+	+	+			+	+					+			+
<i>Dasya sessilis</i>																							+
<i>Heterosiphonia pulchra</i>			+		+		+	+				+	+									+	+
<i>Benzaitenia yenoshimensis</i>																						+	
<i>Chondria crassicaulis</i>			+		+	+	+	+		+	+			+	+	+	+		+				+
<i>Laurencia okamurae</i>						+																	
<i>Laurencia undulata</i>																	+						
<i>Odonthalia corymbifera</i>																						+	
<i>Polysiphonia japonica</i>									+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Polysiphonia morrowii</i>													+	+	+		+	+	+	+	+		+
<i>Polysiphonia sp.</i>		+		+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Symphyocladia latiuscula</i>		+	+	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Symphyocladia linearis</i>		+														+							
<i>Symphyocladia pennata</i>							+									+							

Table 2. Species number for each division seasonally occurred in Yongho-dong of Pusan, Korea

Division	Season Transect	Summer					Autumn					Winter					Spring					Total	
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
Cyanophyta		0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	3
Chlorophyta		3	3	2	7	5	2	2	2	6	5	4	3	4	4	4	3	1	2	4	3		13
Phaeophyta		10	9	6	5	6	5	4	2	5	9	8	8	8	6	10	4	6	10	8	8		26
Rhodophyta		14	13	13	19	25	19	15	15	18	25	18	21	21	21	30	21	17	15	25	23		57
Total		27	25	21	33	38	26	21	20	31	39	31	33	32	32	44	30	24	27	37	34		99

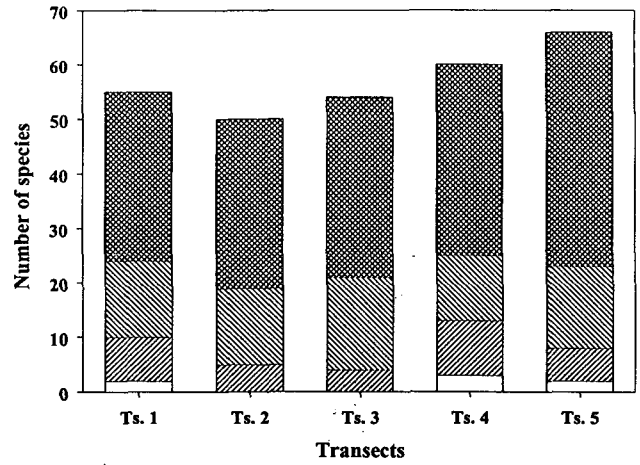
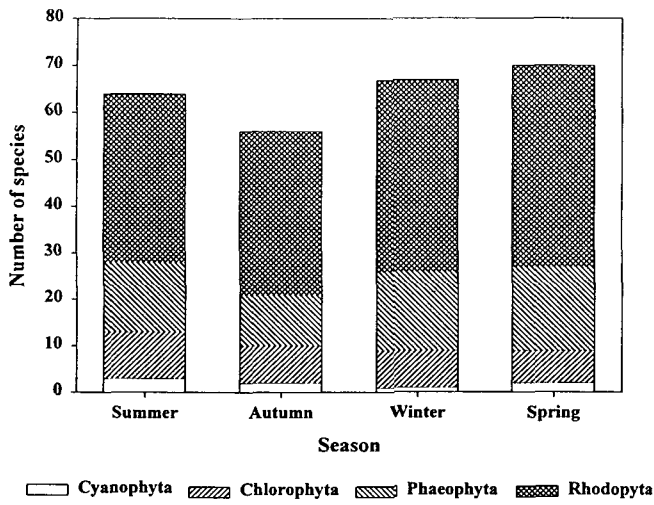


Fig. 2. Seasonal occurrence of species in each division in Yongho-dong area, Pusan, Korea.

Fig. 3. Number of species observed at 5 sampling transects at Yongho-dong area in Pusan, Korea.

Table 3. Important value (IV) of major species estimated from the relative frequency (RF) and coverage (RC) in the algal communities of Yongho-dong in Pusan, Korea

Season	Species	Transect				
		1	2	3	4	5
Summer	<i>Ulva pertusa</i>	20.6	8.6	10.0	8.4	+
	<i>Undaria pinnatifida</i>	+	+	18.9		
	<i>Hizikia fusiformis</i>	+	14.4	+		
	<i>Sargassum thunbergii</i>		20.6		6.7	
	<i>Sargassum ringgoldianum</i>	6.5	+			7.6
	<i>Corallina pilulifera</i>	20.9	20.9	25.5	12.3	16.5
	<i>Carpopeltis cornea</i>	10.7	+	+	5.5	+
	<i>Pachymeniopsis elliptica</i>	11.5				
	<i>Chondrus ocellatus</i>	5.5	+	+		
	<i>Acrosorium polyneurum</i>	8.1	+	+		
	<i>Chondria crassicaulis</i>		16.4			
	<i>Symphyclocladia latiuscula</i>	+	+	38.2	+	
Autumn	<i>Ulva pertusa</i>	23.0	13.7	+	26.8	29.5
	<i>Enteromorpha clathrata</i>					9.5
	<i>Enteromorpha linza</i>				13.5	
	<i>Ralfsia verrucosa</i>	+	10.8			
	<i>Sargassum thunbergii</i>		5.8			
	<i>Sargassum sp.</i>	25.7	11.6	13.2		+
	<i>Corallina pilulifera</i>	20.5	22.3	41.8	12.1	6.5
	<i>Carpopeltis cornea</i>				8.8	+
	<i>Pachymeniopsis elliptica</i>	7.1	+	+		
	<i>Caulacanthus okamurae</i>	6.0	+	+		
	<i>Chondrus ocellatus</i>				5.2	
	<i>Gigartina intermedia</i>				+	5.0
<i>Chondria crassicaulis</i>	+	55.9				
<i>Symphyclocladia latiuscula</i>	+		12.1		+	
Winter	<i>Ulva arasaki</i>				20.4	
	<i>Ulva pertusa</i>	18.9	16.7	+	15.9	13.2
	<i>Petalonia fascia</i>	8.0		+		
	<i>Dictyota dichotoma</i>		7.8			
	<i>Hizikia fusiformis</i>	9.0	10.3	20.9	+	+

Table 3. (continued)

Season	Species	Transect				
		1	2	3	4	5
Winter	<i>Sargassum horneri</i>				+	5.1
	<i>Sargassum micracanthum</i>					14.3
	<i>Sargassum patens</i>	7.8	17.1	11.2		
	<i>Sargassum thunbergii</i>		30.9			
	<i>Sargassum sp.</i>	10.1				
	<i>Corallina officinalis</i>	5.2		12.4	+	
	<i>Corallina pilulifera</i>	12.7	8.8	10.2	8.1	7.0
	<i>Carpopeltis cornea</i>				13.0	+
	<i>Pachymeniopsis elliptica</i>				7.5	+
	<i>Gloiopeltis furcata</i>					16.7
	<i>Chondrus ocellatus</i>			+	+	5.1
	<i>Gigartina intermedia</i>	6.1				
	<i>Lomentaria catenata</i>				+	20.8
	<i>Lomentaria hakodatensis</i>				7.9	10.7
	<i>Campylaeophora crassa</i>			5.9	+	+
	<i>Ceramium paniculatum</i>			6.4		+
	<i>Acrosorium polyneurum</i>	5.9	+	+		
	<i>Heterosiphonia pulchra</i>	5.5				
	<i>Chondria crassicaulis</i>			+	20.6	+
<i>Symphyclocladia latiuscula</i>			16.5	+	+	
Spring	<i>Ulva pertusa</i>	21.1	+	+	23.0	10.2
	<i>Ectocarpus sp.</i>			+	+	6.9
	<i>Colpomenia sinuosa</i>			+	+	5.4
	<i>Hizikia fusiformis</i>	10.6	6.9	13.3	5.1	+
	<i>Sargassum fulvellum</i>		11.2			
	<i>Sargassum nigrifolium</i>	+		11.2		
	<i>Sargassum thunbergii</i>		24.8			
	<i>Porphyra sp.</i>	13.6		16.2	+	
	<i>Corallina pilulifera</i>	12.8	13.0	21.4	10.2	7.2
	<i>Gloiopeltis furcata</i>					14.9
	<i>Gigartina intermedia</i>				7.9	
	<i>Lomentaria lubrica</i>				+	6.5
	<i>Ceramium kondoii</i>	+	6.3	+		
	<i>Chondria crassicaulis</i>		7.2		10.0	13.0
	<i>Symphyclocladia latiuscula</i>		+	8.0	+	+

+, IV<5.0

*H. fusiformis*, *Sargassum yezoense*가 분포하고 있는 것으로 보고된 바 있다. 본 지역에서도 봄 및 여름의 수직분포가 *Gloiopeltis* spp.-*Sargassum thunbergii*-*Chondria crassicaulis* 군락으로 대표되고 있어서 과거 부산 인근의 기장 (Lee et al., 1984)에서와 유사한 수직분포 양상을 나타냈다. 그러나 부산 인근의 다른 연구 (Lee et al., 1984; Kim, 1991)와 마찬가지로 과거 부산의 동백섬 해조상에 보고된 바 있는 (Lee, 1991; Lee and Kang, 1971) *Bangia*와 *Chaetomorpha*는 그 출현을 확인할 수 없었다. 또한 남해안의 조간대 중부와 하부에 각각 특징적으로 분포하고 있는 *Isighe* spp.와 *P. siliquosa* 역시 본 조사에서는 관찰되지 않았다.

본 조사에서 출현한 해조류중 주요 종의 현존량은 Table 4와 같다. 각 지점의 단위면적당 생물량의 계절 평균은 여름 (1,648 g/m<sup>2</sup>)에 가장 높은 값으로 나타났고, 그 다음은 가을 (1,463 g/m<sup>2</sup>), 겨울 (1,411 g/m<sup>2</sup>), 봄 (1,241 g/m<sup>2</sup>)순으로 감소하는 경향을 보였다. 또한

지점별 생물량의 평균은 모든 계절에서 지점 2가 가장 높았다. 그러나, 우점하는 몇 종이 그 계절의 현존량의 대부분을 차지하는 양상은 전 계절에 걸쳐서 유사하였다. 또한 조간대 및 조하대 해조식생의 전체 현존량은 대형 갈조류 (Nam, 1986; Lee and Chang, 1989)와 *Corallina* spp. (Koh, 1990; Lee et al., 1993; Kim et al., 1995)의 존재 여하에 의존함이 보고되어 있는 바, 본 연구에서도 갈조류인 *Sargassum* spp.가 총 현존량에 직접적인 관련이 있는 것으로 관찰되었다. 그러나 가을에는 홍조류인 *Chondria crassicaulis*가 조사지점 2의 총 현존량에 크게 영향을 주는 것은 주목할 만 하였다.

5개의 조사지점별, 계절별 종다양도지수 변화 (Fig. 5)는 대체적으로 5번 지점에서 가장 높은 값을, 그리고 3번 지점에서 가장 낮은 종다양도지수 값을 보였다. 특히 조사지점 2번과 3번에서는 출현종수에 있어서 큰 차이가 없었지만 종다양도지수에서 큰 차이

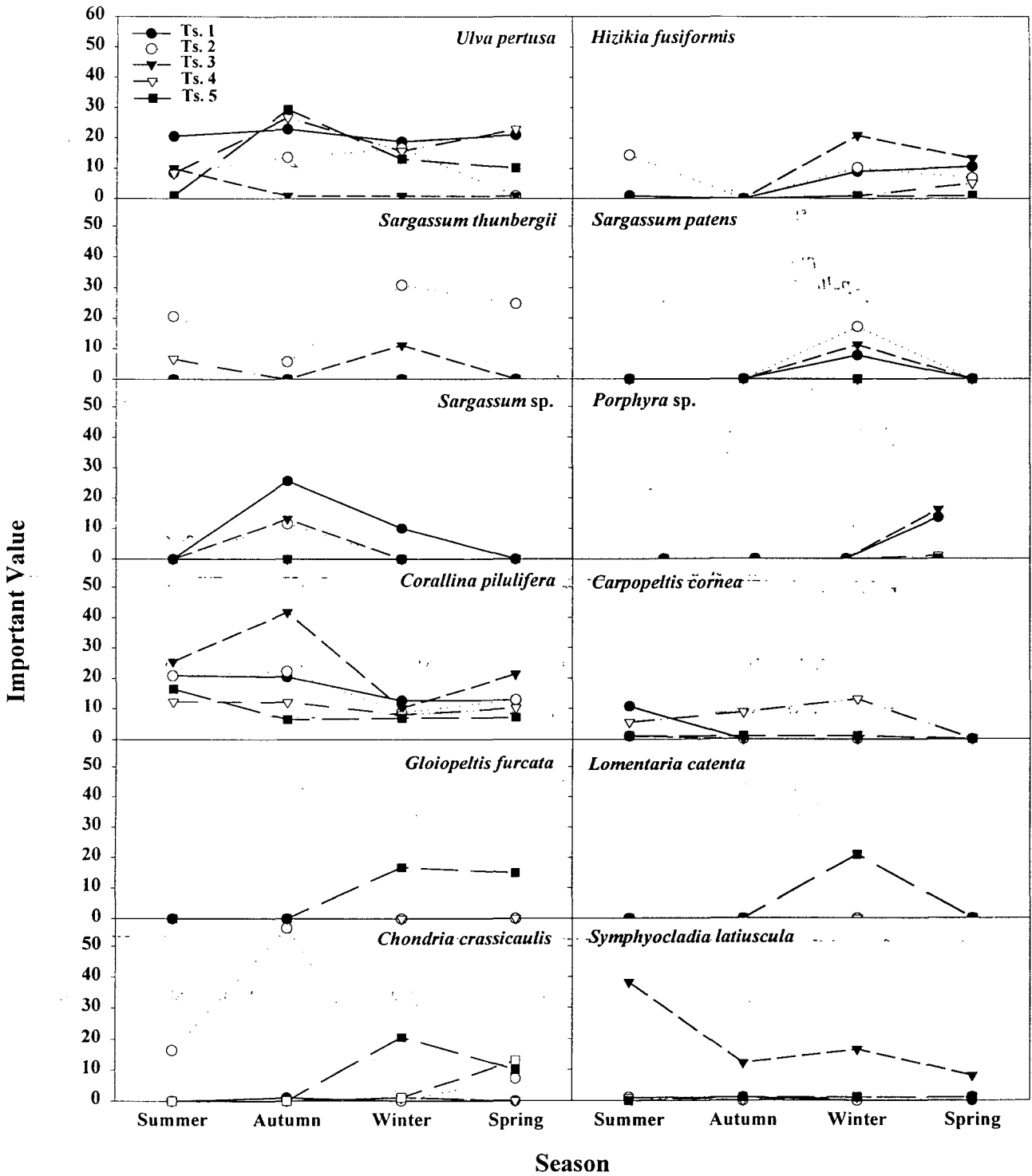


Fig. 4. Seasonal variation of Important Value (IV) for major algal species at 5 sampling transects of Yongho-dong area in Pusan, Korea.

를 보인 것은 조사지점 3의 저층에 밀생하는 담치류와 따개비류에 의한 생육기질의 제한에 기인하는 것으로 생각된다. 계절별로는 가을에 가장 낮은 값을, 봄에 가장 높은 종다양도지수 값을 보였으며, 균등도지수 역시 종다양도지수 변화와 유사하였다.

각 transect별 군집의 유사도 (Fig. 6)는 계절에 따른 약간의 차이는 있었으나, 대략 1, 2, 3과 4, 5의 두 군으로 나뉘어 졌다. 이것은 전체적으로 본 조사지역이 만 안쪽이기보다는 외해 쪽으로 돌출되어 있는 지형적 특징을 가지고 있지만, 두 군이 각각

Table 4. Seasonal biomass (wet weight g/m<sup>2</sup>) of major algal species (IV>5.0) at five transects

Season	Species	Transect				
		1	2	3	4	5
Summer	<i>Ulva pertusa</i>	109.9	12.8	32.0	23.2	5.1
	<i>Undaria pinnatifida</i>	+	+	567.0		
	<i>Hizikia fusiformis</i>	+	392.8	+		
	<i>Sargassum thunbergii</i>		1,230.4		224.2	
	<i>Sargassum ringgoldianum</i>	11.2	1.2			340.5
	<i>Corallina pilulifera</i>	269.3	322.0	947.7	560.4	871.7
	<i>Carpopeltis cornea</i>	205.6	+	+	29.6	13.6
	<i>Pachymeniopsis elliptica</i>	79.5				
	<i>Chondrus ocellatus</i>	48.5	8.0	+		
	<i>Acrosorium polyneurum</i>	370.4	195.6	6.9		
	<i>Chondria crassicaulis</i>		220.4			
	<i>Symphyocladia latiuscula</i>	+	24.8	660.8	92.3	
	Others	228.2	12.8	56.0	24.4	39.8
	Total	1,322.6	2,420.8	2,270.4	954.1	1,270.7
	Autumn	<i>Ulva pertusa</i>	79.5	195.8	+	112.8
<i>Enteromorpha clathrata</i>						12.1
<i>Enteromorpha linza</i>					56.3	
<i>Ralfsia verrucosa</i>		+	6.7			
<i>Sargassum thunbergii</i>			198.3			
<i>Sargassum sp.</i>		329.9	386.7	315.4		162.1
<i>Corallina pilulifera</i>		88.3	177.8	1,088.0	742.9	480.6
<i>Carpopeltis cornea</i>					342.7	322.4
<i>Pachymeniopsis elliptica</i>		58.7	+	+		
<i>Caulacanthus okamurae</i>		8.0	+	+		
<i>Chondrus ocellatus</i>					48.7	
<i>Gigartina intermedia</i>						
<i>Chondria crassicaulis</i>		+	1,230.2			
<i>Symphyocladia latiuscula</i>		+		200.2		15.3
Others		31.4	64.1	75.0	136.6	226.5
Total	595.8	2,259.6	1,678.6	1,440.0	1,339.6	
Winter	<i>Ulva arasaki</i>			36.6	97.3	
	<i>Ulva pertusa</i>	132.3	69.6	+	146.1	86.6
	<i>Petalonia fascia</i>	4.1		3.0		
	<i>Dictyota dichotoma</i>		59.3			
	<i>Hizikia fusiformis</i>	50.7	141.2	101.3	+	+
	<i>Sargassum horneri</i>				+	27.8
	<i>Sargassum micracanthum</i>					537.8
	<i>Sargassum patens</i>	100.0	523.7	413.1		
	<i>Sargassum thunbergii</i>		1,208.6			
	<i>Sargassum sp.</i>	44.0				
	<i>Corallina officinalis</i>	12.0		178.3		+
	<i>Corallina pilulifera</i>	65.3	2.7	261.2	44.6	141.5
	<i>Carpopeltis cornea</i>			+	597.7	+
	<i>Pachymeniopsis elliptica</i>				18.7	139.2
	<i>Gloiopeltis furcata</i>	20.8				
	<i>Chondrus ocellatus</i>			+	+	5.4
	<i>Gigartina intermedia</i>	4.0				
	<i>Lomentaria catenata</i>				+	169.2
	<i>Lomentaria hakodatensis</i>				64.7	84.3
	<i>Campylaephora crassa</i>			21.1	+	+
	<i>Ceramium paniculatum</i>			14.9		+
<i>Acrosorium polyneurum</i>	73.8	+	69.8			
<i>Heterosiphonia pulchra</i>	+					
<i>Chondria crassicaulis</i>			+	228.8	+	
<i>Symphyocladia latiuscula</i>			540.1	+	+	
Others	35.5	62.2	142.8	69.1	202.0	
Total	521.7	2,067.3	1,782.2	1,267.0	1,414.6	



Table 4. (continued)

Season	Species	Transect				
		1	2	3	4	5
Spring	<i>Ulva pertusa</i>	56.2	+	10.1	190.9	107.4
	<i>Ectocarpus</i> sp.			+	+	6.5
	<i>Colpomenia sinuosa</i>			+	+	84.6
	<i>Hizikia fusiformis</i>	250.1	368.0	246.1	37.0	+
	<i>Sargassum fulvellum</i>		874.2			
	<i>Sargassum nigrifolium</i>	248.4		365.2		
	<i>Sargassum thunbergii</i>		762.7			
	<i>Porphyra</i> sp.	47.0		17.2	+	
	<i>Corallina pilulifera</i>	23.0	198.2	143.9	101.4	+
	<i>Gloiopeltis furcata</i>					25.2
	<i>Gigartina intermedia</i>				113.3	
	<i>Lomentaria lubrica</i>				105.7	70.0
	<i>Ceramium kondoi</i>	+	5.0	+		
	<i>Chondria crassicaulis</i>		146.3		32.5	90.4
	<i>Symphyclocladia latiuscula</i>		+	127.3	+	+
	Others	194.4	161.3	178.4	328.9	490.1
Total	819.1	2,515.7	1,088.2	909.7	874.2	

+, Biomass < 1.0 g/m<sup>2</sup> ; Others, IV < 5.0

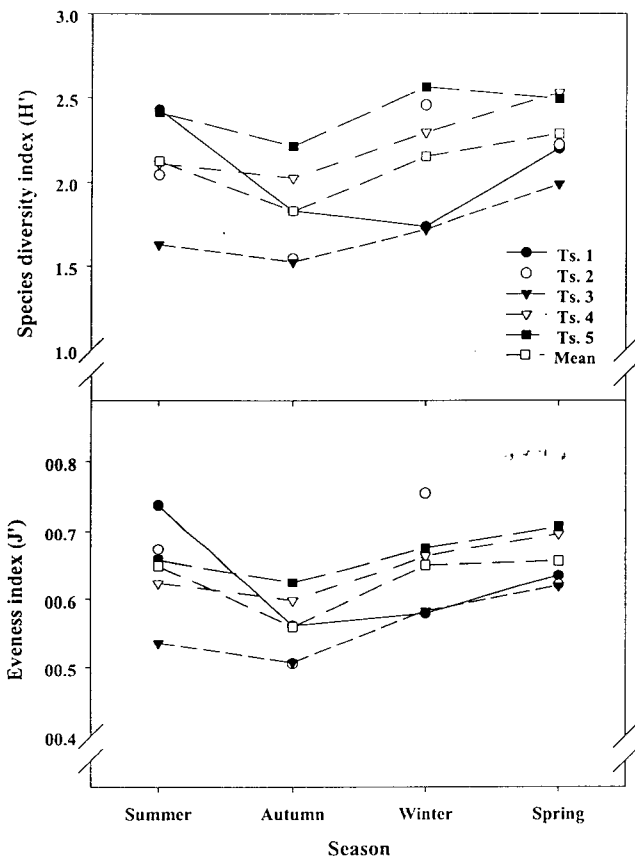


Fig. 5. Seasonal variation of species diversity index ( $H'$ ) and evenness index ( $J'$ ) at 5 sampling transects of Yongho-dong area in Pusan, Korea.

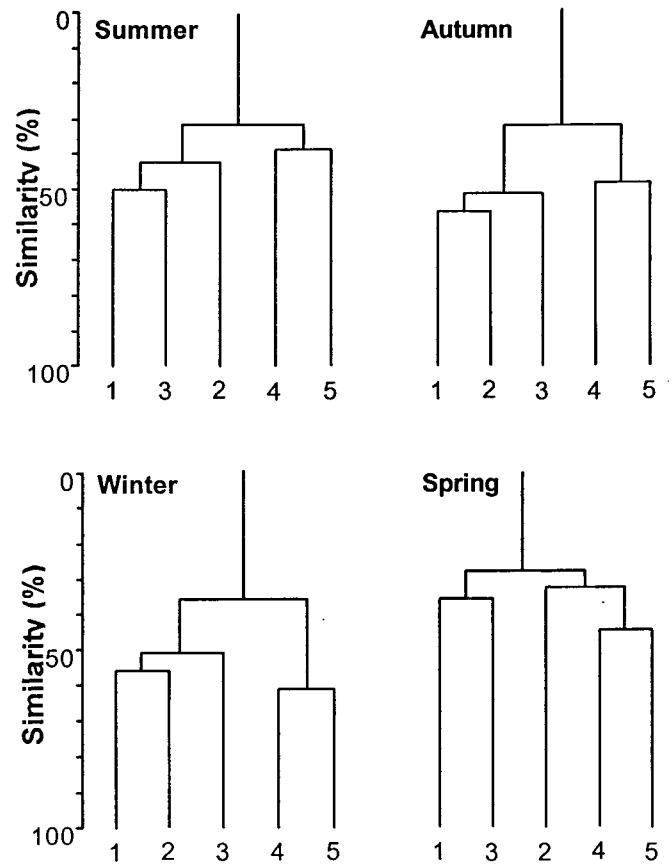


Fig. 6. Dendrograms produced by UPGAM for cluster analysis of 5 sampling transects in each season of Yongho-dong area in Pusan, Korea.

수영만과 부산항 쪽으로 나뉘어져 서로 다른 조류의 영향을 받고 있는 것에 기인되는 것으로 생각된다. 즉, 일반적으로 수영만의 동백섬 남단과 이기대를 잇는 내만에서의 조류는 밀물 때 동백섬 남서단에서 시계방향으로 돌아서 동백섬 서단으로 흐르고, 이기대 북동쪽에서는 시계반대방향으로 돌아서 용호동 앞쪽으로 흐른다(수로국, 1978). 썰물때는 수영강 하구의 남서쪽으로부터 수영강 하구에서 흘러나오는 해수와 합류하여 만 바깥으로 흘러나감으로써(수로국, 1978; Kim and Han, 1982), 부산항 내에서의 조류의 흐름은 창조류시 수영만에서 오투도 동측연안까지 내려가서 일부는 북쪽으로 유입되고, 일부는 영도남단을 지나간다. 낙조류시에는 이와 반대현상으로 흘러서 북향에서 나온 흐름과 영도남단에서 나온 흐름이 합류하여 동해 쪽으로 유출되는 것으로 알려져 있다(수로국, 1981). 따라서 수영만 쪽에 위치하고 있으며, 외해 쪽으로 노출되어 있는 1~3 지점과 부산항 쪽에 위치하여 외해에 덜 노출되어 있는 4, 5 지점으로 대표되었던 것으로 생각된다. 외해에 노출되어 있는 지역에서는 주로 갈조식물인 *Sargassum*과 *Hizikia*가, 덜 노출되어 있는 지역에서는 *Ulva pertusa*와 *Lomentaria*가 주로 발견되었으며, 양 지역 모두에서는 석회조류인 *Corallina pilulifera*가 일년 내내 우점하여 출현하였다. 이는 해수의 운동이 강한 곳에서는 녹조식물이나 홍조식물이, 해수의 운동이 적은 곳에서는 갈조식물이 많다는 일반적인 분류군별 분포특성(Shepherd and Womersley 1981)과는 상반되는 결과이나, 외해에 덜 노출되어 있는 지역에서 녹조식물인 *Ulva pertusa*와 *Enteromorpha compressa*가 우점하는 특성은 과거의 연구결과(Kim and Lee, 1981)와 유사하였다. 이는 본 조사지역의 해조식생이 외해의 노출 정도 등에 따른 물리적인 요인보다는 탁도, 영양염 및 염분과 같은 인위적인 오염원에 보다 영향을 받고 있음을 시사한다고 볼 수 있다.

본 조사를 통하여 부산 용호동 일대의 해조류 군집은 과거 인근지역(Lee and Kang, 1971; Lee, 1972, 1973; Lee et al., 1984)에 비해 출현종수의 현저한 감소가 확인되었고, 이와 같은 부산지역의 해조상의 다양성 감소는 Kim(1991)도 지적한 바와 같이 육지로부터 유입되는 오염물질 및 건설공사로 인한 오염 부하량의 증가와 일차적인 관련이 있는 것으로 생각된다. 이것은 근래에 본 조사지역 인근의 연안 해양환경에 부하될 수 있는 물리, 화학적인 잠재적 오염원을 고려할 때, 차후 본 지역의 해조 식생의 변화에도 시사하는 바 크다고 할 수 있다.

사 사

이 연구는 기초과학연구소 학술조성연구비(BSRI-99-5416)의 지원에 의하여 수행되었다.

요 약

부산 용호동 일대의 저서 해조상 및 군집구조가 1996년 7월부터 1997년 4월까지 계절별로 각 transect line을 따라서 방형구법에 의하여 조건대와 조하대 지역에서 조사되었다.

이 지역에서 남조식물 3종, 녹조식물 13종, 갈조식물 26종, 홍조

식물 57종으로 총 99종이 동정 분류되었다. 이 중에서 35 분류군은 연중 출현하였으며, *Ulva pertusa*와 *Corallina pilulifera*는 4계절 우점하여 나타났다. *Enteromorpha* spp.와 *Ulva* spp.는 주로 상부와 중부에 분포하는 반면에, *Symphyclocladia latiuscula*, *Chondria crassicaulis*, *Corallina pilulifera* 및 *Sargassum* spp.는 주로 하부 지역에 분포하였다. 단위면적당 평균생물량은 1,241 g/m<sup>2</sup>~1,648 g/m<sup>2</sup>의 범위로서, 봄에는 낮았고 여름에 높았다. 종다양도지수는 봄에 최대값을, 가을에 최소값을 기록하였다. UPGAM에 의한 군집분석결과, 조사된 5개의 지점은 외해에 노출되어 있는 지역(transects 1, 2, 3)과 부산항 쪽으로 면하여 있어서 비교적 덜 노출되어 있는 지역(transects 4, 5)의 2개의 군으로 분리되었다. 외해에 노출되어 있는 지역은 주로 갈조식물인 *Sargassum*과 *Hizikia*가, 덜 노출되어 있는 지역에서는 *Ulva pertusa*와 *Lomentaria*가 주로 발견되었으며, 양 지역 모두에서는 석회조류인 *Corallina pilulifera*가 일년 내내 우점하여 출현하였다.

결론적으로 본 조사지역에서는 과거에 비하여 출현종이 현저히 감소하였고, 이러한 결과는 근래에 본 조사지역 인근의 연안 해양 환경에 부하될 수 있는 물리, 화학적인 잠재적 오염원을 고려할 때, 차후 본 지역의 해조 식생의 변화에도 시사하는 바 크다고 할 수 있다.

참 고 문 헌

Cheny, D.P. 1977. R & C/P - A new and improved ratio for comparing seaweed floras. *J. Phycol.*, (Suppl.) 13, 129.  
 Hong, S.Y., C.W. Ma and Y.S. Kang. 1994. Distribution of copepod indicator species and zooplankton communities in Pusan Harbor, Korea. *J. Korean Soc. Ocean.*, 29, 132~144 (in Korean).  
 Kang, J.W. 1966. On the geographical distribution of marine algae in Korea. *Bull. Pusan Fish. Coll.*, 7, 1~125. 12 pls.  
 Kim, H.G. 1991. The characteristics of algal vegetation in relation to environmental factors around Pusan and its vicinity. NFUP, 144 pp. (in Korean).  
 Kim, Y.H. and J.H. Lee. 1981. Intertidal marine algal community and species composition of Wolseong area, East Coast of Korea. *Korean J. Bot.*, 24, 145~158.  
 Kim, Y.H. and I.K. Lee. 1985. The structure analysis of intertidal algal community in Muchangpo, western coast of Korea. *Korean J. Bot.*, 28, 149~164 (in Korean).  
 Kim, Y.H., H.J. Yoon and J.S. Yoo. 1995. Species composition and biomass of marine algal community on the mid-western coast of Korea. *J. Plant Biol.*, 38, 389~398 (in Korean).  
 Kim, Y.S. and Han, Y.H. 1982. A study on the characteristics of the circulation and diffusion in Suyeong Bay. *Bull. Korea Fish. Tech. Soc.*, 18, 55~61.  
 Koh, N.P. 1990. An ecological study on resources of marine plants in Geomundo Islands. *Korean J. Phycol.*, 5, 1~37 (in Korean).  
 Lee, H.B. and R.H. Chang. 1989. A qualitative and quantitative analysis of seasonal changes of an algal community at Padori of Tae-An Peninsula, west coast of Korea. *Korean J. Phycol.*, 4, 19~40 (in Korean).  
 Lee, I.K., H.S. Kim, C.J. Koh, J.W. Kang, S.Y. Hong, S.M. Boo, I.H. Kim and Y.C. Kang. 1984. Studies on the marine benthic communities

- in inter- and subtidal zone 2. Qualitative and quantitative analysis of the community structure in south-eastern coast of Korea. Proc. Coll. Natur. Sci. SNU, 9, 71~126 (in Korean).
- Lee, I.K., H.S. Kim, B.L. Chae and H.B. Lee. 1985. Studies on the marine benthic communities in inter- and subtidal zone III. Qualitative and quantitative analysis of the community structure in western coast of Korea. Proc. Coll. Natur. Sci. SNU, 10, 57~100 (in Korean).
- Lee, J.W. 1991. Community structure and geographical distribution of intertidal benthic algae in the east coast of Korea. Ph.D. thesis SNU, 210pp. (in Korean).
- Lee, J.W., H.B. Lee and I.K. Lee. 1993. A study on the community structure of intertidal marine benthic algae in the East coast of Korea. Korean J. Phycol., 8, 67~75.
- Lee, K.W. 1972. Annual variation of marine algal flora at Dongbaeksum. Bull. Fish. Jeju Univ., 1, 8~16 (in Korean).
- Lee, K.W. 1973. Observation of algal community near Dongbaeksum, Haeundae. Cheju Univ. Jour., 5, 319~331.
- Lee, K.W. and J.W. Kang. 1971. A preliminary survey of the algal flora and communities of Dongbaeksum, Pusan. Publ. Mar. Lab. Pusan Fish. Coll., 4, 29~37 (in Korean).
- Nam, K.W. 1986. On the marine benthic algal community of Chuc-kdo in eastern coast of Korea. Korean J. Phycol., 1, 185~202 (in Korean).
- Okamura, K. 1892. On the marine algal of Fusanpo. Bot. Mag. Tokyo, 6, 117~119 (in Japanese).
- Ro, J. H. 1954. A catalogue of the marine algae from Pusan. Bull. Biol. Inst., 1, 30~35 (in Korean).
- Round, F.E. 1981. The Ecology of Algae. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 653pp.
- Shepherd, S.A. and H.B.S. Womersley. 1981. The algal and seagrass ecology of Waterloo Bay, South Australia. Aquatic Botany, 11, 305~371.
- Sneath, P.H.A. and R.R. Sokal. 1973. Numerical Taxonomy. W.H. Freeman, San Francisco, 573pp.
- Sohn, C.H. 1987. Phytogeographical characterization and quantitative analysis of algal communities in Korea. Ph.D. thesis. CNU, 111 pp. (in Korean).
- Song, C.B. 1984. An ecological study of marine benthic algae in the western coast of Korea. M.S. thesis NFUP, 53pp. (in Korean).
- Taniguti, M. 1962. Phytosociological study of marine algae in Japan. Inoue Book Co. Tokyo, Japan, 129pp.
- Yoo, S.A. and I.K. Lee. 1980. A study on the algal communities in the south coast of Korea. Proc. Coll. Natur. Sci. SNU, 5, 109~138.
- 수로국. 1978. 부산항 부근 조류관측결과, 수로기술연보, 대한민국 수로국, pp. 98~117.
- 수로국. 1981. 부산항 및 거제도 부근 조류관측결과, 수로기술연보, 대한민국 수로국, pp. 144~179.

---

1999년 3월 27일 접수

1999년 5월 17일 수리