

## 한국 서해 어청도 해조상 및 군집구조<sup>1a</sup>

김영식<sup>2\*</sup> · 양은아<sup>3</sup> · 남기완<sup>4</sup>

### Benthic Marine Algal Flora and Community Structure of Eocheongdo in Western Coast of Korea<sup>1a</sup>

Young Sik Kim<sup>2\*</sup>, Eun A Yang<sup>3</sup>, Ki Wan Nam<sup>4</sup>

#### 요 약

한국 서해안 어청도에서 조간대와 조하대에 생육하는 해조류의 생물량과 군집구조를 조사하기 위하여 2008년 6월부터 2009년 4월까지 계절별로 총 4회 현장 조사를 수행하였다. 조사결과 녹조류 12종, 갈조류 23종, 홍조류 66종이 출현하여 총 101종 채집되어 동정되었다. 이중 19종은 일 년 내내 출현하였다. 총 생물량의 많은 부분을 차지하고 있는 우점종은 작은구슬산호말(*Corallina pilulifera*), 우뚝가사리(*Gelidium elegans*), 지충이(*Sargassum thunbergii*), 툫(*Sargassum fusiforme*), 다시마(*Saccharina japonica*) 팽쟁이모자반(*Sargassum honeri*), 고사리모자반(*Sargassum filicinum*)이었다. 연간 평균 건중량은 237.5 gm<sup>-2</sup>이었으며, 최대값은 겨울에 272.1 gm<sup>-2</sup>, 최소값은 여름에 204.5 gm<sup>-2</sup>을 기록하였다. 조하대에서의 출현종과 생물량은 조간대에 비하여 많았다. 어청도에서 출현종수와 생물량은 투명도가 낮은 한국 서해 연안의 일반적 특성과 반대로 높은 투명도와 자연 암반의 발달로 인하여 한국 서해안의 다른 도서에 비하여 높은 것으로 보인다.

주요어: 생물량, 우점종, 해조

#### ABSTRACT

This study was carried out to investigate the community structure and biomass of benthic marine algae at the intertidal and subtidal zones of Eocheongdo on the western coast of Korea seasonally from July 2008 to April 2009. Total 101 species including 12 of green algae, 23 of brown algae and 66 of red algae were collected and identified. Among these species, 19 species were found throughout the year. The dominant species which contributed significantly to the total biomass were *Corallina pilulifera*, *Gelidium elegans*, *Sargassum thunbergii*, *Sargassum fusiforme*, *Saccharina japonica*, *Sargassum honeri* and *Sargassum filicinum*. Annual seaweed biomass in dry weight was 237.5 gm<sup>-2</sup> and maximum biomass was recorded seasonally in winter (272.1 gm<sup>-2</sup>), while minimum was recorded in summer (204.5 gm<sup>-2</sup>). The number of species and biomass of the subtidal zone were greater than those of the intertidal zone. The number of species and biomass in Eocheongdo seem to be higher than those of other islands in the western coast of Korea, due to the environmental conditions characterized by the increased transparency, and the well established rocky shore.

**KEY WORDS: BIOMASS, DOMINANT SPECIES, SEAWEED**

1 접수 2013년 8월 30일, 수정(1차: 2013년 11월 25일, 2차: 2013년 12월 16일), 게재확정 2013년 12월 17일

Received 30 August 2013; Revised (1st: 25 November 2013, 2nd: 16 December 2013); Accepted 17 December 2013

2 군산대학교 해양생물공학과 Dept. of Marine Biotechnology, Kunsan Nat'l Univ., Kunsan 573-701, Korea (kimys@kunsan.ac.kr)

3 군산대학교 해양생물공학과 Dept. of Marine Biotechnology, Kunsan Nat'l Univ., Kunsan 573-701, Korea (dmsdk-17@hanmail.net)

4 부경대학교 자원생물학과 Dept. of Marine Biology, Pukyong Nat'l Univ., Busan 608-737, Korea (kwnam@pknu.ac.kr)

**a 이 논문은 해양수산부의 재원으로 해양생물공학기술평가사업 연구개발비 지원에 의하여 수행되었음.**

\* 교신저자 Corresponding author: kimys@kunsan.ac.kr

## 서론

해조류는 해양생태계에서 1차 생산자로서의 중요한 가치를 가질 뿐만 아니라 해양 무척추동물과 어류의 서식처와 산란장을 제공하는 역할을 하기도 한다(Dring, 1992; Lee et al., 2007; Ko et al., 2008; Shin et al., 2008). 또한 해조류는 기질에 부착한 이후 사멸하기 전까지 한 곳에 서식하는 고착 생물로서 주변의 다양한 환경요소에 그대로 노출되어 살아가기에 생물지표자(bioindicators)로 활용되기도 한다(Levine 1984; Haglud et al., 1996). 특히, 연안에 서식하는 해조류 출현종수, 생물량 파악은 그 지역 해조 군집의 특성을 이해하는데 중요한 요소 중의 하나이다(Kim et al., 1995; Phillips et al., 1997; Choi et al., 2008). 따라서 해조류 생물량과 주요 종 파악은 어떤 해양생태계의 다양성과 생산성을 평가하는 중요한 기준으로 활용될 수 있으므로 해양 환경의 보전과 지속 가능한 이용을 위해 꼭 필요하다.

한국 서해안에 관한 기존 연구에는 Kang(1966)이 한국 산 해조류의 지리적 분포에서 140여 종을 정리함을 시초로 하여 해조상, 수평·수직분포, 기능형군 분석, 생물량, 다양도 지수 산출 등 여러 가지 생태학적인 분석이 시도된 바 있다(Hwang et al., 1996; Lee et al., 2007; Yoo et al., 2007). 동해안과 남해안에 비하여 서해안은 조수간만의 차가 크고, 개펄로 구성된 저질로 인하여 부유물질이 많아 탁도가 높고, 암반에 각종 패류가 우점하고 있어 해조류 생물량과 종 다양도가 낮은 것으로 알려져 있다(Ko and Lee, 1982; Yoon and Boo, 1991; Kim et al., 1995; Choi et al., 2008). 또한 서해안에 관한 연구의 대부분은 태안반도와 인천항 등과 같이 현장 접근이 용이한 일부 해역에 집중되어 있다(Lee and Chang, 1989; Yoo et al., 1996; Lee et al., 1997; Lee et al., 2000; Yoo et al., 2007). 그러나 비용과 접근성에 어려움이 있는 도서해안의 해조상과 생물량에 관한 연구는 삼시도(Yoon and Boo, 1991)와 백령도(Baek et al., 2007) 등 일부 도서에서만 수행되어 매우 미흡한 실정이다(Choi et al., 2008). 또한 많은 도서관련 연구(백령도, 격렬비열도, 덕적도, 안마군도, 대청군도, 도초군도, 흑산도 등)들은 자연환경 보호조사의 일환으로 수행된 하계 해조상 자료만 보고되어 있을 뿐이다(Lee, 1973; Lee and Yoo, 1978; Koh and Lee, 1982; Lee et al., 1986; Lee et al., 1987; Boo and Choi, 1989; Park et al., 2007).

본 연구지역인 어청도는 탁도가 높은 서해안의 일반적 특성과 다르게 비교적 투명도가 높고, 암반이 발달하여 서해안의 다른 지역과 비교하여 풍부한 해조식생을 가졌음에도 불구하고, 육지와 멀리 떨어져 있는 접근성의 어려움으로 인하여 지금까지 단지 몇 연구자(Kim, 1978; Lee, 1983;

Kim and Nam, 2009)에 의해서만 이루어졌고, 이 연구들도 대부분 춘계와 하계 등의 특정 계절에만 국한되어졌으며, 많은 비용과 노력이 수반되는 SCUBA diving을 통한 이 지역 조하대 해조류의 계절별 연구는 거의 전무할 실정이다.

따라서 본 연구는 육지와 인접해 있는 서해안 다른 지역과는 지리적으로 떨어져 있는 어청도 해역의 조간대와 조하대에서 서식하는 해조식생에 대한 계절별 및 수심별 분석을 통하여 어청도 해역의 해조상을 확인하고 해조군집 특성을 구명하였다.

## 연구방법

서해 중부에 위치한 섬 중 가장 외측의 해상에 위치한 어청도(북위 36°01', 동경 125°59')에서 2008년 7월부터 2009년 4월까지 각 계절별로 총 4회에 걸쳐서 현장 조사 수행되었다. 어청도를 중심으로 세 지점을 선정하여 계절별로 조사하였으며(Figure 1), 정점 1과 정점 3은 내측에 위치하고 있어서 파도의 노출에 비교적 적은 곳이며, 정점 2는 어청도 외측에 위치하고 있어서 외양의 파도에 영향을 직접적인 영향을 받고 있다.

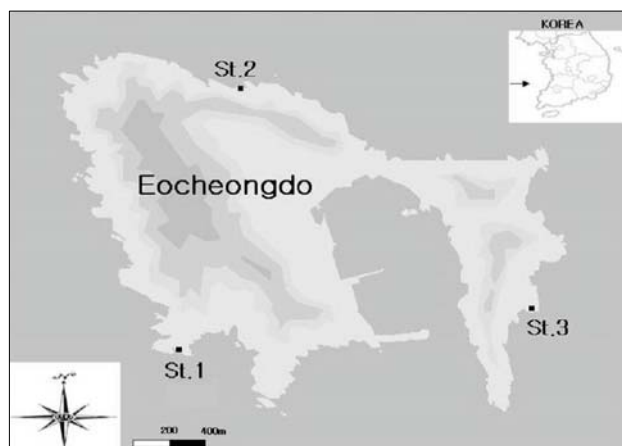


Figure 1. A map showing the sampling sites in Eocheongdo, western coast of Korea

해조상과 군집분석을 위하여 조간대의 상부(평균해수면에서 +3~+4 m), 중부(+2~+3 m), 하부(+1~+2 m)와 조하대(수심 -3 m, -6 m, -9 m)에서 각 정점별로 50cm×50cm 방형구를 각각 3회씩 설치하여 출현종의 피도와 빈도를 조사하였다(Saito and Atohe, 1970). 피도를 측정 후 생분량 조사를 위해 방형구내의 해조류를 파괴적인 방법(destructive method)으로 전량 채집하였는데, 특히 조하대에서는 SCUBA diving을 통하여 채집되었다. 채집된 해조류는 현장에서 바

로 5~10% 포르말린 해수용액으로 고정시켜 실험실로 운반하였다. 정량 채집된 해조류는 동정한 후 60°C 건조기에서 7일 동안 건조하여 0.01g 수준까지 건조량을 측정하여 생물량(gm<sup>-2</sup>)으로 환산하였다. 채집된 해조류의 종조성, 피도, 빈도 등 군집분석에서 보완적인 정성·정량자료를 산출하기 위하여 상대 피도(RC, relative coverage), 상대 빈도(RF, relative frequency) 및 중요도(IV, important value)는 각 방형구에서 출현한 해조류 각 종의 피도(coverage)와 빈도(frequency)를 구한 후에 산정하였다(Barbour *et al.*, 1987).

정성 채집된 해조류를 동정하여 분류군별로 구분한 후, 갈조류에 대한 녹조류의 구성비 C/P(Segawa, 1956), 갈조류에 대한 홍조류의 구성비 R/P(Feldmann, 1937), 그리고 홍조류와 녹조류의 합에 대한 갈조류의 구성비인(R+C)/P(Cheney, 1977) 값을 산출하였다.

## 결과

### 1. 종조성

연구 해역에서 출현한 해조류는 녹조류 12종(11.9%), 갈조류 23종(22.8%), 홍조류 66종(65.3%)으로 총 101종이 출현하였고, 총 출현종수에 대한 비율은 홍조류가 가장 높은 비율로 출현하였다(Table 1). 각 계절별 출현종수는 가을에 67종으로 가장 많이 출현하였으며, 여름 62종, 봄 52종, 겨울 46종 순으로 나타났다(Figure 2). 정점별 출현종수를 비교해 보면 섬의 남쪽에 위치하고 있는 정점 1에서 총 82종으로 가장 많았고, 정점 2와 3에서는 각각 68종과 70종으로 출현하였다(Figure 3).

계절별로 연중 관찰된 해조류는 녹조류 2종 납작파래(*Ulva compressa*), 떡청각(*Codium arabicum*), 갈조류 5종 다시마(*Saccharina japonica*), 툃(*Sargassum fusiforme*), 알송이모자반(*Sargassum confusum*), 모자반(*Sargassum fulvellum*), 지층이(*Sargassum thunbergii*), 홍조류 12종 우뭇가사리(*Gelidium elegans*), 개우무(*Pterocliadiella capillacea*), 계발류(*Amphiroa* sp.), 작은구슬산호말(*Corallina pilulifera*), 부챗살(*Ahnfeltiopsis flabelliformis*), 진두발(*Chondrus ocellatus*), 애기돌가사리(*Chondracanthus intermedia*), 털엇가지풀

(*Heterosiphonia pulchra*), 꼬미붉은혀(*ErythroGLOSSUM minimum*), 개서실(*Chondria crassicaulis*), 모로우붉은실(*Polysiphonia*

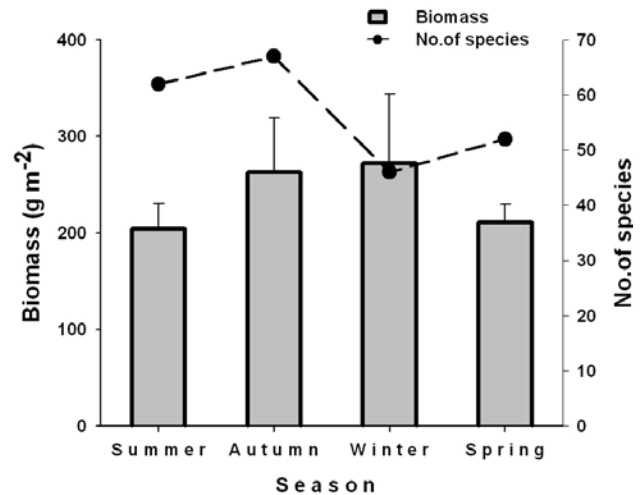


Figure 2. Seasonal changes of average biomass and the number of species collected in Eocheongdo, western coast of Korea

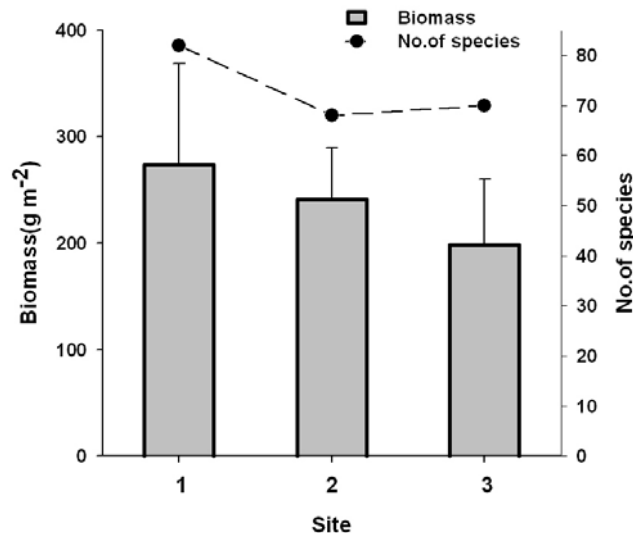


Figure 3. Average biomass and the number of species in three sites of Eocheongdo, western coast of Korea

Table 1. The number of marine algal species occurred in Eocheongdo, western coast of Korea

Taxa	Summer				Autumn				Winter				Spring				Total
	Site 1	Site 2	Site 3	Sum	1	2	3	Sum	1	2	3	Sum	1	2	3	Sum	
Chlorophyta	5	3	2	6	4	4	4	7	5	3	4	8	5	3	2	6	12 (11.9%)
Phaeophyta	9	8	8	12	7	7	10	13	8	7	8	12	10	12	9	15	23 (22.8%)
Rhodophyta	31	21	29	44	35	26	38	47	17	15	15	26	24	15	20	31	66 (65.3%)
Total	45	29	39	62	46	37	42	67	30	25	27	46	39	30	31	52	101 (100.0%)

Table 2. A list of marine algal species occurred in Eocheongdo, western coast of Korea

Species	Summer			Autumn			Winter			Spring		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Chlorophyta</b>												
<i>Monostroma nitidum</i>											+	
<i>Ulva compressa</i>	+			+			+				+	+
<i>Ulva conglobata</i>	+	+		+								+
<i>Ulva intestinalis</i>							+					
<i>Ulva linza</i>							+	+			+	
<i>Ulva pertusa</i>	+	+	+	+	+	+			+			
<i>Ulva</i> sp.	+						+	+	+			
<i>Cladophora</i> sp.	+				+	+		+				
<i>Bryopsis plumosa</i>				+	+							+
<i>Ulothrix flacca</i>											+	+
<i>Codium arabicum</i>		+	+		+	+	+			+		+
<i>Codium fragile</i>						+				+		
<b>Phaeophyta</b>												
<i>Ectocarpus siliculosus</i>												+
<i>Sphacelaria fusca</i>												+
<i>Dictyopteris divaricata</i>	+	+		+		+						
<i>Dictyota dichotoma</i>		+	+	+	+	+						
<i>Sporochnus radicumformis</i>						+						
<i>Desmarestia viridis</i>											+	+
<i>Myelophycus simplex</i>	+	+	+				+	+			+	+
<i>Colpomenia sinuosa</i>										+	+	+
<i>Scytosiphon lomentaria</i>											+	+
<i>Myagropsis myagroides</i>	+						+					+
<i>Myagropsis yendoi</i>				+							+	
<i>Leathesia difformis</i>						+						
<i>Undaria pinnatifida</i>	+	+	+					+	+		+	+
<i>Undaria</i> sp.	+		+		+							
<i>Saccharina japonica</i>		+			+	+	+	+				+
<i>Sargassum fusiforme</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sargassum confusum</i>	+		+			+				+		+
<i>Sargassum filicinum</i>				+			+			+		
<i>Sargassum fulvellum</i>			+	+	+	+		+	+	+	+	
<i>Sargassum honeri</i>							+	+	+	+	+	+
<i>Sargassum micracanthum</i>					+	+	+					
<i>Sargassum thunbergii</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sargassum</i> sp.	+	+										
<b>Rhodophyta</b>												
<i>Bangia atropurpurea</i>			+			+						+
<i>Pyropia</i> sp.							+	+	+	+	+	+
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>												+
<i>Gelidium elegans</i>	+		+	+	+	+	+		+	+	+	+
<i>Gelidium divaricatum</i>	+									+		
<i>Pterocladia capillacea</i>	+		+	+		+	+	+	+	+		
<i>Dumontia simplex</i>											+	+
Crustose coralline algae							+	+				
<i>Amphiroa</i> sp.			+		+		+		+			+
<i>Corallina pilulifera</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gloiopeltis furcata</i>	+	+	+				+		+	+	+	+
<i>Carpopeltis affinis</i>				+	+		+	+		+	+	+
<i>Carpopeltis</i> sp.				+		+						
<i>Grateloupia elliptica</i>	+	+		+	+					+	+	
<i>Grateloupia filicina</i>	+							+				
<i>Grateloupia lanceolata</i>				+				+				
<i>Grateloupia prolongata</i>										+		
<i>Grateloupia turuturu</i>	+		+	+	+	+						

(Table 2. Continued)

Species	Summer			Autumn			Winter			Spring		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Prionitis patens</i>				+			+					
<i>Prionitis</i> sp.											+	
<i>Callophyllis adnata</i>				+	+	+						
<i>Callophyllis crispata</i>				+	+	+						
<i>Hypnea japonica</i>	+	+										
<i>Hypnea saidana</i>						+						
<i>Plocamium telfairiae</i>			+									
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	+	+	+	+			+					
<i>Gracilaria textorii</i>	+											
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+
<i>Chondrus ocellatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chondracanthus intermedia</i>		+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
<i>Chondracanthus tenellus</i>	+		+									
<i>Chrysmenia wrightii</i>		+	+		+	+						
<i>Rhodymenia intricata</i>	+			+								
<i>Champia compressa</i>		+	+									
<i>Champia parvula</i>	+			+	+	+						
<i>Lomentaria catenata</i>				+							+	
<i>Lomentaria hakodatensis</i>				+							+	
<i>Antithamnion densum</i>	+		+									
<i>Aglaothamnion callophyllidicola</i>	+		+									
<i>Campylaephora crassa</i>			+									
<i>Campylaephora hypnaeoides</i>				+								
<i>Ceramium clavulatum</i>				+	+							
<i>Ceramium japonicum</i>				+	+			+		+		+
<i>Ceramium kondoii</i>	+			+	+	+				+	+	+
<i>Dasya scoparia</i>			+			+						
<i>Dasya sessilis</i>					+	+						
<i>Heterosiphonia japonica</i>			+			+						+
<i>Heterosiphonia pulchra</i>	+	+	+	+	+	+			+	+		+
<i>Acrosorium flabellatum</i>	+	+										
<i>Acrosorium polyneurum</i>		+	+					+	+	+		+
<i>Acrosorium venulosum</i>				+								
<i>Acrosorium yendoii</i>			+	+			+					
<i>Acrosorium</i> sp.		+	+			+			+			
<i>ErythroGLOSSUM minimum</i>	+	+		+	+	+	+				+	
<i>Haraldiophyllum</i> sp.					+	+						
<i>Chondria crassicaulis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Laurencia intermedia</i>	+		+	+	+	+				+		+
<i>Laurencia okamurae</i>	+			+	+	+				+		
<i>Laurencia venusta</i>		+		+	+							
<i>Laurencia</i> sp.	+		+			+						+
<i>Neosiphonia savatieri</i>				+					+			
<i>Polysiphonia morrowii</i>	+	+				+	+	+	+	+	+	+
<i>Polysiphonia</i> sp.	+	+		+								
<i>Symphyocladia marchantioides</i>	+		+	+								
<i>Symphyocladia latiuscula</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Symphyocladia linearis</i>	+	+			+							

+: Occurred

*morrowii*), 보라색우무(*Symphyocladia latiuscula*)로 총 19 종이었다. 이중 홍조류가 약 63.2%로 가장 높은 비율을 나타냈다(Table 2).

해조상의 지역적 특성을 나타내는 R/P값은 여름과 가을에 3.6~3.7, 겨울과 봄에는 2.1~2.2로 유사한 비율로 나타났다. C/P값은 겨울에 0.7로 가장 높은 값을, 봄에 0.4로

가장 낮았다. (R+C)/P 값을 보면 여름과 가을에 4.2로 가장 높은 값을 나타냈고, 봄에 2.5로 가장 낮았다. 어청도의 전체 종에 대한 R/P 값은 2.9, C/P 값은 0.5, (R+C)/P 값은 3.4를 나타냈다.

## 2. 중요도와 생물량

본 연구에서 분석된 어청도의 주요종(Important Value, IV>10)의 중요도와 생물량은 Table 3과 같고, 중요도가 30 이상을 나타낸 해조류는 조간대에서 작은구슬산호말, 툫, 지충이, 불등풀가사리(*Gloiopeltis furcata*)로 나타났고, 조하대

에서는 구멍갈파래(*Ulva pertusa*), 외톨개모자반(*Myagropsis myagroides*), 고사리모자반(*Sargassum filicinum*), 다시마(*Saccharina japonica*), 팽생이모자반(*Sargassum honeri*), 잔가시모자반(*Sargassum micracanthum*)으로 나타났다.

Table 3. Seasonal important value (IV) and biomass (B, g dry wt. m<sup>-2</sup>) of the major algal species (IV>10.0)

Season	Species	Site						Mean	
		1		2		3			
		IV	B	IV	B	IV	B		
Intertidal	<i>Ulva conglobata</i>	+	*						
	<i>Ulva pertusa</i>	+	1.3						
	<i>Myelophycus simplex</i>			22.6	12.6				
	<i>Sargassum fusiforme</i>			37.9	128.4	16.1	29.9		
	<i>Sargassum thunbergii</i>			+	53.8	30.4	40.8		
	<i>Corallina pilulifera</i>	30.7	35.3	+	15.7				
	<i>Gloiopeltis furcata</i>	24.0	4.5			44.9	4.8		
	<i>Chondria crassicaulis</i>	+	4.0						
	<i>Symphyclocladia latiuscula</i>	12.7	7.8	+	7.0	+	4.0		
	other		121.7		32.7		155.2		
	Total		174.6		250.2		234.7	219.8	
Summer	<i>Ulva pertusa</i>	+	4.8			44.1	15.2		
	<i>Dictyopteris divaricata</i>			+	9.9				
	<i>Dictyota dichotoma</i>			13.8	4.6	+	2.5		
	<i>Undaria pinnatifida</i>	28.8	71.8	17.1	60.3	+	22.3		
	<i>Undaria sp.</i>					+	2.8		
	<i>Saccharina japonica</i>			29.7	52.7				
	<i>Sargassum fusiforme</i>					+	10.6		
	<i>Sargassum confusum</i>					+	15.4		
	<i>Chondrus ocellatus</i>					+	2.8		
	<i>Gracilaria textorii</i>	14.1	2.7						
	<i>ErythroGLOSSUM minimum</i>			+	2.3				
	<i>Chrysymenia wrightii</i>			10.9	13.4				
	<i>Laurencia intermedia</i>	+	3.2			+	1.9		
	<i>Symphyclocladia latiuscula</i>			11.9	10.4				
<i>Symphyclocladia marchantioides</i>	+	2.5							
other		180.7		38.7		35.7			
Total		265.7		192.3		109.2	189.1		
Autumn	<i>Ulva pertusa</i>					+	16.4		
	<i>Sargassum fusiforme</i>	+	71.0	32.9	16.6	22.4	39.9		
	<i>Sargassum thunbergii</i>			15.7	17.0	31.0	59.9		
	<i>Corallina pilulifera</i>	37.9	100.2	24.2	16.2	+	38.4		
	<i>Chondrus ocellatus</i>					+	14.6		
	<i>Ceramium clavulatum</i>	11.1	1.6						
	<i>Chondria crassicaulis</i>	+	9.3	27.2	4.3	16.0	17.5		
	<i>Laurencia okamurae</i>					+	17.3		
	other		140.7		7.6		18.1		
	Total		322.8		61.7		222.1	202.2	
	Autumn	<i>Ulva pertusa</i>			19.0	23.9	46.0	51.9	
		<i>Dictyota dichotoma</i>	+	5.3			13.6	6.3	
		<i>Saccharina japonica</i>			19.3	46.4			
<i>Sargassum fusiforme</i>		+	3.1						
<i>Sargassum fulvellum</i>		+	13.2						
<i>Sargassum filicinum</i>		28.9	78.5						
<i>Sargassum micracanthum</i>						33.7	21.3		
<i>Gelidium elegans</i>		19.3	58.6						
<i>Chondrus ocellatus</i>		15.8	53.6						
<i>Callophyllis crispata</i>				19.3	3.2				
<i>Grateloupia turuturu</i>				16.8	2.9				
<i>Chondria crassicaulis</i>				11.8	21.6				
other		214.9		230.4		136.1			
Total		427.2		328.4		215.6	323.7		

(Table 3. Continued)

Season	Species	Site						Mean
		1		2		3		
		IV	B	IV	B	IV	B	
Intertidal	<i>Myelophycus simplex</i>			11.1	2.1			
	<i>Sargassum fusiforme</i>			19.7	38.0	32.9	43.8	
	<i>Sargassum thunbergii</i>			+	9.1	40.1	79.1	
	<i>Corallina pilulifera</i>	37.2	59.1	26.2	37.3			
	<i>Gloiopeltis furcata</i>	35.0	10.4			24.9	*	
	<i>Symphyclocladia latiuscula</i>			17.8	9.7			
	other		142.2		15.7			1.6
	<b>Total</b>		211.7		111.9		124.5	149.4
Winter	<i>Myagropsis myagroides</i>	32.7	149.2					
	<i>Undaria pinnatifida</i>					+	2.2	
	<i>Saccharina japonica</i>	+	11.8	62.5	103.5			
	<i>Sargassum fulvellum</i>					16.7	33.3	
	<i>Sargassum thunbergii</i>			+	35.1			
	<i>Sargassum filicinum</i>	39.1	158.6			16.1	30.6	
	<i>Sargassum honeri</i>			13.6	13.8	46.9	120.7	
	<i>Gelidium elegans</i>	18.4	33.0			+	17.6	
	<i>Chondrus ocellatus</i>			+	2.3			
	<i>Chondria crassicaulis</i>			+	33.9			
	other		31.4		335.0			72.6
	<b>Total</b>		384.0		523.6		277.0	394.9
Spring	<i>Ulva compressa</i>	+	3.1	+	*			
	<i>Urospora penicilliformis</i>	+	*					
	<i>Myelophycus simplex</i>			20.6	59.5			
	<i>Undaria pinnatifida</i>			+	15.5			
	<i>Sargassum fusiforme</i>			+	18.3	29.6	43.6	
	<i>Sargassum thunbergii</i>					36.5	106.2	
	<i>Pyropia</i> sp.	10.7	1.3	24.3	24.3			
	<i>Corallina pilulifera</i>	16.7	18.4	+	4.3			
	<i>Gloiopeltis furcata</i>	23.0	4.9			26.2	1.2	
	<i>Chondracanthus intermedia</i>	+	8.6					
	<i>Chondrus ocellatus</i>	12.7	4.2					
	<i>Chondria crassicaulis</i>			+	4.9			
	<i>Polysiphonia morrowii</i>	12.7	1.4			+	*	
	<i>Symphyclocladia latiuscula</i>			13.5	13.5			
other		120.0		138.5			50.5	
	<b>Total</b>		161.9		278.8		201.5	214.1
Subtidal	<i>Myagropsis yendoi</i>	+	5.3					
	<i>Undaria pinnatifida</i>	14.6	40.0	12.5	4.8	24.8	28.8	
	<i>Saccharina japonica</i>			34.2	63.5			
	<i>Sargassum fulvellum</i>	13.9	27.5					
	<i>Sargassum filicinum</i>	28.7	68.6	+	5.1			
	<i>Sargassum honeri</i>			41.7	51.1	36.1	148.6	
	<i>Gelidium elegans</i>	29.4	80.1			37.5	20.5	
	other		18.0		54.8			4.5
	<b>Total</b>		239.5		179.3		202.4	207.1
	<b>Mean</b>		<b>273.4</b>		<b>240.8</b>		<b>198.4</b>	<b>237.5</b>

+: IV < 10.0, other: sum of IV < 10.0

\* biomass < 1.0gm<sup>2</sup>

계절별로 중요도를 보면 조간대는 여름에 정점 3에서 불 등풀가사리(44.9), 가을에 정점 1에서 작은구슬산호말(37.9), 겨울에는 정점 3에서 지충이(40.1), 봄에도 정점 3에서 지충이(36.5)의 중요도가 높게 기록되었다. 조하대는 여름에 정점 3에서 구멍갈파래(44.1), 가을에도 정점 3에서 구멍갈파래(46.0), 겨울에 정점 2에서 다시마( 62.5), 봄에

는 정점 2에서 팽생이모자반(41.7)이 비교적 높은 중요도를 나타냈다(Table 3).

계절별 조사에서 생물량은 평균적으로 겨울에 272.2 gm<sup>2</sup>로 가장 높은 값을 기록하였고, 가을에 263.0 gm<sup>2</sup>, 봄에 210.6 gm<sup>2</sup>이고, 여름은 204.5 gm<sup>2</sup>으로 생물량이 가장 낮은 값을 나타내었으며(Figure 3), 어청도의 연평균 생물

량은 237.5 gm<sup>2</sup>로 나타났다. 정점 1, 2, 3의 생물량은 각각 273.4 gm<sup>2</sup>, 240.8 gm<sup>2</sup>, 198.4 gm<sup>2</sup> 순으로 남측에 위치한 정점 1에서 가장 높은 생물량을 보였다(Figure 3).

생물량이 50 gm<sup>2</sup> 이상을 타나낸 해조류는 조간대에서 툯, 작은구슬산호말, 지충이, 바위수염(*Myelophycus simplex*)으로 나타났고, 조하대에서는 진두발, 미역(*Undaria pinnatifida*), 우뚝가사리, 외톨개모자반, 고사리모자반, 다시마, 팽생이모자반이었다(Table 3). 생물량을 기준으로 계절별 우점종 변화에서 대형 갈조류인 다시마, 고사리모자반은 겨울, 툯은 여름, 작은구슬산호말과 구멍갈파래는 가을에 최대 생물량을 나타내었고, 지충이는 계절에 관계없이 항상 높은 생물량을 유지하였다.

### 3. 수직분포

어청도 해조류의 수직분포를 보면 조간대 상부에는 불등풀가사리, 바위수염, 중부에는 작은구슬산호말, 툯, 지충이, 하부에서는 작은구슬산호말, 툯, 보라색우무, 개서실이 분포하고 있었다. 조하대 상부와 중부에서 미역, 다시마, 고사리모자반, 팽생이모자반이 넓게 분포하여 주로 대형 갈조류가 주요 군집을 형성하고 있었고, 하부에서는 모자반류(*Sargassum* spp.) 이외에도 홍조류인 잎꼬시래기(*Gracilaria textorii*)와 도박(*Grateloupia elliptica*), 녹조류인 구멍갈파래가 분포하였다.

## 고찰

일정 해역의 해조상의 특성을 분석하는 지표로 Cheney (1977)은 (R+C)/P값을 제안하여 3 보다 작을 경우는 온대성 내지 한대성의 해조상이고, 6 이상이면 열대성 해조상이며, 그 중간 값이면 혼합성 해조상을 나타내는 것으로 제안

되었으며, 본 어청도의 (R+C)/P값이 3.4인 점으로 보아서 어청도는 혼합성 해조상을 나타내고 있었다.

본 연구 해역인 어청도에서는 4 계절 동안 녹조류 12종, 갈조류 23종, 홍조류 66종으로 총 101종이 출현하였는데, 지금까지 어청도에서는 4 계절 동안 수행된 해조류 연구가 수행된 바가 없어 시간의 경과에 따른 이 지역 해조류 출현 종 수 변동에 대한 정확한 경향은 파악하기 어려웠다. 그러나 선행된 이 지역 연구에서는 1976~1978년의 기간에 매년 춘계 총 3회 조사에 78종(Kim, 1978), 1982년 하계 1회 조사에 48종(Lee, 1983), 2005년 춘계 1회 조사에 35종(Kim and Nam, 2009)의 출현을 보고한 바 있다. 이번 연구에서 춘계와 하계에는 각각 52종과 62종이 출현하였다(Table 4). 선행된 연구와 계절별 출현종수를 비교해보면 Kim(1978)의 연구결과를 제외하면 본 연구에서 출현종수가 증가한 것으로 관찰되지만 Kim(1978)의 연구가 총 3회의 조사였으며, 이번 연구가 조간대와 조하대 조사가 병행되었고, 이번 연구 춘계와 하계의 각 정점별 출현종수(29~45종)를 고려해 보면, 기존의 연구에 비하여 출현종수의 큰 변동은 없는 것으로 판단된다.

시간의 경과에 따른 해조류 출현종 수 경향과는 달리, 인근 다른 해역의 해조상 연구에 비하여 어청도의 출현종수는 상대적으로 많았다. 새만금 방조제에 인접해있는 고군산군도에서는 총 58종이 출현하였으며(Kim et al., 2011), 부안군 위도 인근 외조도에서는 46종, 군산 선유도 인근 주삼도에서는 51종이 보고된 바 있다(Choi et al., 2008). 육지에 접해있는 파도리(Lee et al., 1997; 2000)와 덕적도(Koh and Lee, 1982)의 조간대 출현종수는 50종 이하로서, 서해안의 다른 해역에 비해 어청도 출현종수는 많았다. 이는 연안에서 외해로 갈수록 해조류의 출현종수는 증가한다는 선행 연구들(Lee and Lee, 1981; Koh and Lee, 1982; Park and Kim, 1990; Koh and Oh, 1992; Cho and Boo, 1996)과

Table 4. Comparison of the number of species, biomass and dominant species investigated in Eocheongdo, western coast of Korea

Year	1976~1978	1982	2005*	2008~2009
No. of species	78	48	35	52~62 (25)
Season	Spring	Summer	Spring	Spring, Summer
Biomass	no data	no data	262 g dry wt. m <sup>-2</sup>	237.5 (216.5)g dry wt. m <sup>-2</sup>
Dominant species	no data	<i>Myelophycus simplex</i> <i>Silvetia siliquosa</i> <i>Ishige siniloca</i> <i>Sargassum thunbergii</i> <i>Ulva pertusa</i> <i>Sargassum fusiforme</i>	<i>Sargassum fusiforme</i> <i>Sargassum thunbergii</i> <i>Scytosiphon lomentaria</i> <i>Ulva linza</i>	<i>Gloiopeltis furcata</i> <i>Myelophycus simplex</i> <i>Corallina pilulifera</i> <i>Ulva pertusa</i> <i>Sargassum fusiforme</i> <i>Sargassum thunbergii</i> <i>Saccharina japonica</i>
References	Kim, 1978	Lee, 1983	Kim and Nam, 2009	This study

\* Intertidal zone



그 경향이 일치하였다.

각 정점별 출현종수에 있어서 어청도 정점 1은 비교적 내측에 위치하지만 외양의 파도를 간접적으로 받는 위치에 있고, 완만한 경사의 암반과 크고 작은 암석이 많이 분포하여 출현종수와 생물량이 가장 높게 나타났다. 이는 Kim and Nam(2009)의 연구에서 어청도 남쪽에 위치한 정점 1 인근에서 출현종수가 가장 많이 출현했다는 점과 동일하였다.

해조의 수직분포는 식물군집의 가장 중요한 속성의 하나로서 해조류의 경우 긴조, 광선에 대한 노출, 경쟁 등의 환경요인들에 의해서 결정된다(Boo, 1987; Dring, 1992). 어청도의 조간대 수직분포를 보면 상부에서 불등풀가사리와 바위수염, 중부에서 하부까지 작은구슬산호말, 지충이와 툫이 분포하였는데, 이는 선행 연구(Kim and Nam, 2009)에서 중부와 하부에 지충이와 툫이 분포한다는 점과 유사하였다(Table 4). 어청도 조하대 수직분포는 수심 3~6 m에서는 미역, 다시마, 우뚝가사리, 모자반류가 존재하고, 수심 9 m에서는 모자반류 이외에도 녹조류 구멍갈파래와 홍조류 잎꼬시래기, 도박이 분포하는 것으로 나타났다. Lee(1983)에 의하면 비록 본 연구와 조사 정점의 위치가 다소 달랐지만, 조간대는 상부부터 바위수염(*Myelophycus simplex*)-뜸부기(*Silvetia siliquosa*)-괘(*Ishige sinicola*)-지충이-구멍갈파래-툫 순으로 분포하고, 조하대는 미역, 서실류(*Laurencia spp.*), 진두발-외톨개모자반(*Myagropsis myagroides*)-모자반류가 분포한다고 하였다. 본 연구 결과와 비교할 때 우점종은 선행 연구와 다소 차이가 있었지만 수직분포 양상은 큰 변화가 없었다. 다만, 1980년대 우점하여 출현했던 뜸부기가 이번 연구에서 발견되지 않았는데, 이 종의 미출현은 연구 지역 해조상의 변화와 상관관계가 있을 것으로 생각된다. 연구 정점과 가까이 위치하고 있는 부안군 위도 인근의 외조도와 주삼도(Choi et al., 2008) 조하대 수심 5 m에서 미역과 모자반류가 우점하였고, 수심 10 m에서는 잎꼬시래기가 우점하는 것으로 보고되었다. 또한, Choi et al.(2006)과 Shin et al.(2008)은 동해안 해조 군집조사 중 조하대 수직분포에서 수심 5m 이내에는 모자반속이 우점하였고, 수심 10m 이상에서는 미역, 다시마, 모자반류 이외에도 녹조류 구멍갈파래, 홍조류 우뚝가사리, 부챗살, 참곱살이(*Plocamium telfairiae*) 등이 우점 출현하는 것으로 보고한 바 있다. 앞서의 연구와 비교할 때, 각 수심에 우점하는 생물종의 양상은 차이가 있었지만, 조하대 상부와 중부에서 미역, 다시마, 모자반류 등의 갈조류가 우점하는 점과 수심이 깊어지면서 홍조류의 출현율이 높아진다는 점은 유사하였다.

생물량 자료는 군집의 특성을 이해하는데 있어서 중요한 척도가 되고 있기 때문에 각 연안 해조군집의 특성을 정량적으로 파악하고, 서로 비교하기 위해서는 다양한 정점들에

서 생물량 자료를 비교 검토하는 것이 해조군집을 분석하는데 중요한 것으로 생각되었다(Kim et al., 1995; Choi et al., 2006). 어청도의 평균 생물량은 237.5 g dry wt. m<sup>2</sup>으로 조간대와 조하대에서 각각 196.4 g dry wt. m<sup>2</sup>, 278.7 g dry wt. m<sup>2</sup>을 나타냈다. 이는 인근 서해안의 조간대 생물량은 연구지역에 따라 큰 차이를 보였는데, 무창포와 마량리 그리고 덕적도에서 100 g dry wt. m<sup>2</sup> 이하(Kim and Lee, 1985; Yoo and Kim, 1990; Lee et al., 2007), 삼시도(Yoon and Boo, 1991)와 파도리(Lee et al., 2000)에서는 각각 173 g dry wt. m<sup>2</sup>, 123.2 g dry wt. m<sup>2</sup>으로 나타났다. 또한, 외조도와 주삼도(Choi et al., 2008)에서는 각각 39.5 g dry wt. m<sup>2</sup>, 65.3 g dry wt. m<sup>2</sup>으로 보고되었고, 고군산군도(Kim et al., 2011)의 6개의 정점에서 평균 152.7g dry wt. m<sup>2</sup>의 생물량이 출현하여 본 연구지역인 어청도(237.5 g dry wt. m<sup>2</sup>)의 생물량은 서해안의 다른 지역에 비해서 다소 높은 값을 보여주었다(Figure 4).

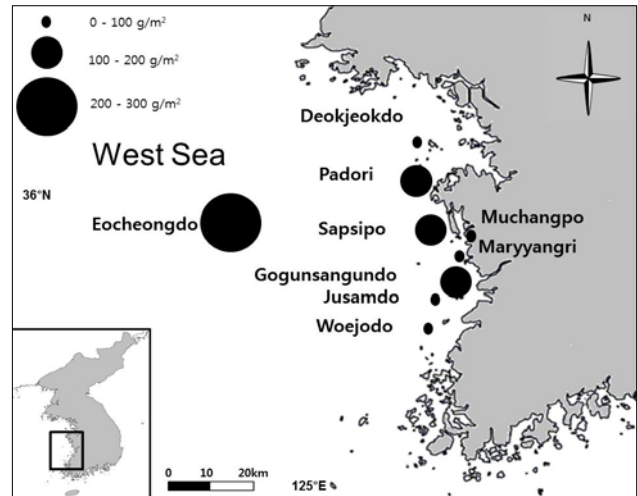


Figure 4. Comparison of biomass (g dry wt. m<sup>2</sup>) investigated at several localities from western coast of Korea

일반적으로 조간대 식생의 전체 생물량은 대형 갈조류(Nam, 1986; Lee and Chang, 1989)와 산호말류(Koh, 1990; Kim et al., 1995)의 출현 여부에 따라 큰 차이가 있는 것으로 알려져 있는데, 본 연구에서도 갈조류 지충이와 툫, 그리고 산호말류인 작은구슬산호말이 각 정점 조간대 생물량의 절반 이상을 차지하는 양상은 매우 유사하였다(Table 3). 생물량을 구성하는 주요종인 갈조류 지충이는 서해안의 무창포와 마량리를 비롯하여 태안반도 의항과 파도리 등지의 조간대 암반에서 우점하는 것으로 보고(Yoo and Kim, 1990; Lee et al., 1997; Oh and Lee, 1998; Lee et al., 2000;

Choi *et al.*, 2008)된 점과 같이 본 연구에서도 지층이는 조간대 중부와 하부에서 계절에 관계없이 높은 생물량을 유지하며 출현하고 있었다. 본 연구와 어청도 해역의 선행된 연구에서 우점종을 비교한 결과 지층이와 툇은 보편종으로 출현하였다.

본 연구 결과 어청도 해역의 해조류는 서해안에 위치한 다른 해역에 비해 출현종수와 생물량이 높게 나타났다. 이는 어청도가 연안과 떨어져 있는 외해에 위치하고 있어 투명도가 다른 서해 연안 해역에 비하여 높고, 부착기질이 잘 발달되어있기 때문으로 생각된다. 따라서 접근이 용이한 해역의 집중된 연구보다 육지와 멀리 떨어져 외해상에 위치한 도서지역의 해조류 종조성 및 생물량에 대한 주기적이고 지속적인 관심과 연구가 필요하며, 상대적으로 종다양성이 풍부한 이 해역의 안정적인 해양생태계를 유지하기 위한 노력도 절실히 요구된다.

## LITERATURE CITED

- Baek, J.M., M.S. Hwang, J.W. Lee, W.J. Lee and J.I. Kim(2007) The macroalgal community of Bagryongdo islands in Korea. *Algae* 22: 117-123. (in Korean with English abstract)
- Barbour, M.G., J.H. Burk and W.D. Pitts(1987) *Terrestrial Plant Ecology*. The Benjamin/Cumming Pub. Co., Inc. California, 634pp.
- Boo, S.M. and D.S. Choi(1989) A summer marine flora of Anma Islands. *Rep. Sub. Natur. Environ. Korea* 9: 207-238. (in Korean with English abstract)
- Boo, S.M.(1987) Distribution of marine algae from shore area of Kangwon Province. *Korean J. Phycol.* 2: 223-235. (in Korean with English abstract)
- Cheney, D.P.(1977) R&C/P-A new and improved ratio for comparing seaweed floras. *Suppl. J. Phycol.* 13: 129.
- Cho, T.O. and S.M. Boo(1996) Seasonal changes of marine plants in Oeyondo island in the Yellow Sea. *Algae* 11: 285-293. (in Korean with English abstract)
- Choi, C.G., S.N. Kwak and C.H. Sohn(2006) Community structure of subtidal marine algae at Uljin on the east coast of Korea. *Algae* 21: 463-470. (in Korean with English abstract)
- Choi, H.G., K.H. Lee, X.Q. Wan, H.I. Yoo, H.H. Park, J.H. Kim and I.K. Chung(2008) Temporal variations in seaweed biomass in Korea coasts: Woejodo and Jusamdo, Jeonbuk. *Algae* 23: 335-342. (in Korean with English abstract)
- Dring, M.J.(1992) *The Biology of Marine Plants*. Cambridge University Press, Cambridge, 199pp.
- Feldmann, J.(1937) Recherches sur la vegetation marine de la Mediterranee. *La cote des Alveres. Rev. Algol.* 10: 1-339.
- Hwang, E.K., C.S. Park, C.H. Sohn and N.P. Koh(1996) Analysis of functional form groups in macroalgal community of Yonggwang vicinity, western coast of Korea. *J. Korean Fish. Soc.* 29: 91-106. (in Korean with English abstract)
- Kang, J.W.(1966) On the geographical distribution of marine algae in Korea. *Bull. Busan Fish. Coll.* 7: 1-125.
- Kim, J.H., Y.D. Ko, Y.S. Kim and K.W. Nam(2011) Marine algal flora and community structure of Gogunsan Islands outside the Saemangeum Dike. *Korean J. Environ. Ecol.* 25: 156-165. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.R.(1978) Coastal and littoral vegetation at Eocheong Do (Preliminary report). *Bull. Gunsan Fish. J. Coll.* 12: 27-30. (in Korean with English abstract)
- 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 with English abstract)
- 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 with English abstract)
- Kim, Y.S. and K.W. Nam(2009) Spring marine algal flora and vertical distribution at Eocheongdo in western coast of Korea. *Island Research* 21: 93-100. (in Korean with English abstract)
- Ko, Y.W., G.H. Sung, C.H. Yi, H.H. Kim, D.M. Choi, Y.D. Ko, W.J. Lee, H.B. Koh, J.H. Oak, I.K. Chung and J.H. Kim(2008) Temporal variations of seaweed biomass in Korean coasts: Munseom, Jeju Island. *Algae* 23: 295-300. (in Korean with English abstract)
- Koh, C.H. and H.B. Lee(1982) Distributional pattern of macroalgae in coast of Deogjeong Islands. *Rep. Surv. Nat. Environ. Korea* 1: 229-249. (in Korean with English abstract)
- Koh, C.H. and S.H. Oh(1992) Distribution pattern of macroalgae in the eastern Yellow Sea, Korea. *Korean J. Phycol.* 7: 139-146.
- Koh, N.P.(1990) An ecological study on resources of marine plants in Geomundo islands. *Korean J. Phycol.* 5: 1-37. (in Korean with English abstract)
- Lee, H.B. and I.K. Lee(1981) Flora of benthic marine algae in Gyeonggi Bay, western coast of Korea. *Korean J. Bot.* 24: 107-138. (in Korean with English abstract)
- Lee, H.B. and R.H. Chang(1989) A qualitative and quantitative analysis of seasonal change of an algal community at Padori of Tae-an Peninsula, west coast of Korea. *Korean J. Phycol.* 4: 19-40. (in Korean with English abstract)
- Lee, I.K. and S.A. Yoo(1978) On the summer marine algal flora of Gyeongryeolbi-Island, western coast of Korea. *Rep. KACN* 12: 103-120 (in Korean with English abstract)
- Lee, I.K.(1973) A check list of marine algae in summer of Baegryong Island. *Bull. Coll. Lib. Arts & Sci. SNU* 19: 437-448. (in Korean with English abstract)

- Lee, I.K., H.S. Kim and H.S. Chung(1986) A summer marine algal flora of Huksan islands, south-western coast of Korea. Rep. Surv. Nat. Environ. Korea 16: 257-284. (in Korean with English abstract)
- Lee, I.K., Y.S. Oh and H.S. Chung(1987) A marine algal flora of Taechongdo Islets, western coast of Korea. Bull. KACN 7: 329-354. (in Korean with English abstract)
- Lee, J.H.(1983) Studies on the benthic marine algal flora and community, mid-western coast of Korea. I. Summer marine algal flora and community of Maryang Ri, Gogunsan Islands and Eocheong Do. Bull. Gunsan Fish. J. Coll. 17: 93-106. (in Korean with English abstract)
- Lee, J.W., B.G. Oh and H.B. Lee(1997) Marine algal flora and community of Padori area in the Taean Peninsula, the west coast of Korea. Algae 12: 131-138. (in Korean with English abstract)
- Lee, J.W., B.G. Oh and H.B. Lee(2000) Marine benthic algal community at Padori, west coast of Korea. Algae 15: 111-117. (in Korean with English abstract)
- Lee, W.J., M.S. Hwang, J.M. Baek, J.W. Lee and J.I. Kim(2007) Primary survey on algal community of Gyounggi Bay of restoration. Algae 22: 201-207. (in Korean with English abstract)
- Nam, K.W.(1986) On the marine benthic algal community of Chuckdo in eastern coast of Korea. Korean J. Phycol. 1: 185-202. (in Korean with English abstract)
- Oh, B.G. and H.B. Lee(1998) Marine algal flora and community of Uihang in Tae-an peninsula, western coast of Korea. Korean J. Environ. Biol. 16: 181-192. (in Korean with English abstract)
- 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. (in Korean with English abstract)
- Park, Y.S. and Y.H. Kim(1990) Phytogeographical study on the summer marine algal distribution in western coast of Korea. Korean J. Phycol. 5: 39-50. (in Korean with English abstract)
- Phillips, J.C., G.A. Kendrick and P.S. Lavery(1997) A test of a functional group approach to detecting shift in macroalgal communities along a disturbance gradient. Mar. Ecol. Prog. Ser. 153: 125-138.
- Saito, Y. and S. Atobe(1970) Phytosociological study of intertidal marine algae. 1. Usujiri Benten-Jima, Hokkaido. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 21: 37-69.
- Segawa, S.(1956) Coloured Illustrations of the Seaweeds of Japan. Hoikusha Publ. Co. Osaka. 175pp.
- Shin, J.D., J.K. Ahn, Y.H. Kim, S.B. Lee, J.H. Kim and I.K. Chung(2008) Temporal variations of seaweed biomass in Korean coasts: Daejin, Gangwondo. Algae 23: 327-334. (in Korean with English abstract)
- Yoo, H.I., J.H. Lee, K.H. Lee, S.H. Baek, Y.B. Heo, H.S. Noh and H.G. Choi(2007) Summer marine algal flora and community structures in Taean peninsula, Korea. J. Kor. Fish. Soc. 40: 210-219. (in Korean with English abstract)
- Yoo, J.S. and Y.H. Kim(1990) Structure analysis of intertidal algal communities in Muchangpo and Maryangri, western coast of Korea. Korean J. Bot. 33: 225-236. (in Korean with English abstract)
- Yoo, J.S., Y.H. Kim and I.K. Lee(1996) Dynamics of the marine macroalgal community in Incheon Dock ecosystem, western coast of Korea. Algae 11: 295-307. (in Korean with English abstract)
- Yoon, M.Y. and S.M. Boo(1991) Flora and zonation of marine plants at the littoral area of Sapsido island on the Yellow Sea of Korea. Korean J. Phycol. 6: 145-156. (in Korean with English abstract)