

영광 인근 해역 해조군집의 기능형군별 분석

황은경 · 박찬선* · 손철현 · 고남표**

부산수산대학교 양식학과 · 국립수산진흥원* · 여수수산대학교 양식학과**

Analysis of Functional Form Groups in Macroalgal Community of Yonggwang Vicinity, Western Coast of Korea

Eun Kyoung HWANG, *Chan Sun PARK, Chul Hyun SOHN and **Nam Pyo KOH

Department of Aquaculture, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

*Wando Fisheries Hatchery, National Fisheries Research and Development Agency, Wando,

Chunranam-do, 537-900, Korea and **Department of Aquaculture,

Yosu National Fisheries University, Yosu 550-749, Korea

Macroalgal community was analysed from December 1993 to October 1994 in Yonggwang vicinity, western coast of Korea. A total 51 species (12 green, 11 brown and 28 red algae) of marine algae were identified. Among four localities, the number of species observed was the highest as 34 species at Shimwon and the least as 31 species at Sunchanggum and Gamakdo. Seasonally, the number of species observed was the highest as 42 species in winter and the least as 18 species in summer. The species showing relatively high important value were *Enteromorpha compressa*, *Sargassum thunbergii*, *Corallina pilulifera* and *Carpopeltis affinis*, which were all common to four investigated localities. Seasonal and regional fluctuations of mean biomass was 66.0~820.0 g-wet wt/m² at Hyanghado, 248.3~886.3 g-wet wt/m² at Sunchanggum, 154.5~510.2 g-wet wt/m² at Gamakdo and 85.0~451.9 g-wet wt/m² at Shimwon, respectively.

The flora investigated could be classified into six functional groups such as coarsely branched form (41.2%), sheet form (25.5%), filamentous form (19.6%), thick leathery (7.8%), crustous form (3.9%) and jointed calcareous form algae (2.0%). At the effluent area of the nuclear power plants, the algal composition of functional groups may affect species composition due to thermal pollution.

Key words : functional form group, macroalgal community, Yonggwang nuclear power plant

서 론

해조류의 형태와 기능적 적응은 주어진 환경에서 개체의 생존과 생식에 중요한 역할을 담당하게 된다 (Littler and Littler, 1984). 생물의 생존 기작은 진화 과정에서 그 중에 주어지는 생물적, 무생물적인 자연의 선택압에 적응하면서 발달(Grime, 1979) 되므로, 특수하게 분화된 내부구조는 수리역학적 힘(hydrodynamic forces) (Koehl and Wainwright, 1977)에 견딜 수 있게 해주거나 다양한 빛의 조건하에서도 적응(Ramus, 1978)할 수 있는 장점을 제공해준다. 또한

생활사중 포복성 세대를 가지는 *Gigartina*와 *Scytosiphon* 같은 조류들은 모래 입자의 물리적 마찰(Littler and Littler, 1983)과 섭식압에도 불구하고 생존율을 증가시킬 수 있다.

해조류의 분류는 거의 형태학적 접근에 따라 인식되어 왔으며 생태학자들은 환경요인과 관련하여 조류의 기능적 특성과 형태적 연관성을 밝히는데 주력해왔다. 이러한 기능형에 관한 접근은 생태적으로 의미 있는 집단으로 조류를 범주화시킴으로써 극심한 환경의 교란에 반응하는 해조류의 적응 양상을 예측하는데 유용한 자료로 사용될 수 있다.

현재까지 해조 군집의 기능형군별 분석에 관련된 연구로는 Wynne and Norris(1976)가 기능형군 분석 자료를 사용하여 California만의 *Colpomenia*를 3종으로 구분하였고, Littler and Littler (1980, 1983)은 형태적 차이와 관련한 물리적, 생태적 관계를 연구하였으며, 기질의 안정성에 따른 기능형과의 관계에 관한 연구(Littler and Littler, 1984), 초식동물과의 관계에서 섭식의 난이성과 조류의 기능형에 관한 연구(Steneck and Watling, 1982) 등이 있으며, 국내의 연구로는 동, 서, 남해안의 해조군집을 대상으로 기능형의 개념을 환경과 관련하여 해석한 Sohn (1987)의 연구와 Kang et al. (1993)의 남해 해조군집을 대상으로한 수심별 기능형군의 분포에 관한 연구가 있을 뿐이다.

본 연구는 극심한 환경변화에 노출되어 있는 서해안의 영광 원자력 발전소 주변에 분포하는 해조군집의 기능형군별 분석을 통하여 이 지역 해조 군집의 특성을 이해함으로써 환경적 요소와 연관시켜 해석코저 하였다.

재료 및 방법

조사장소는 영광 원자력발전소를 중심으로하여 전북 고창군과 전남 영광군을 포함한 반경 15 km내에 있는 암반 지형을 대상으로 하였다(Fig. 1). 영광 주변 해역은 높은 조차에 의해 야기되는 간석지 부니의 영향으로 투명도가 대단히 낮아 0.35~2.7 m(평균 1.4 m)로 알려져 있으며 간조시 해조류 부착면인 암반이 완전히 노출되고 암반 아래쪽으로 사니질의 간석지가 매우 발달하는 양상을 보인다.

조사방법은 각 지점마다 1개의 line transect를 설정하여 해조류가 서식하는 상한선으로부터 하부까지 50×50 cm의 방형구를 사용하여 출현 해조를 전량 채취하였으며, 10×10 cm의 소방형구내에 출현하는 종의 빈도와 피도를 구하고 중요도는 상대피도와 상대빈도의 산술평균값으로 나타내었으며, 현존량은 단위면적당(m²) 무게로 환산하였다. 기능형군별 분석은 Littler and Littler (1984)의 분류형을 사용하여 엽상형(sheet form: S), 사상형(filamentous form: F), 직립분기형(coarsely branched form: CB), 다육질형(thick leathery form: TL), 유절산호말형(jointed calcareous

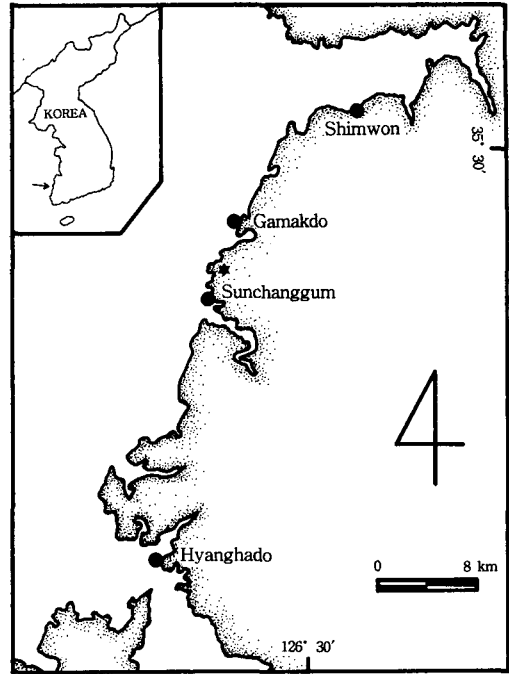


Fig. 1. A map showing the four investigation localities in Yonggwang vicinity of Korea. ● : sampling site; ★ : Yonggwang Nuclear Power Plant.

form: JC) 그리고 각상형(crustose form: C)의 6개군으로 구분하였다.

결 과

종 조 성

이 조사에서 나타난 출현 종수는 녹조류 12종, 갈조류 11종, 홍조류 28종등 총 51종이 관찰되었다(Table 1). 이를 조사 지역별, 계절별 출현종수(Table 2)와 분류군별 구성비(Fig. 2)로 나타낸 결과, 출현종수가 가장 많았던 지역은 심원으로 총 34종이 출현하였고 선창금과 가막도에서는 31종으로 가장 적었다. 계절별로는 봄철에 향하도에서 21종으로 출현종수가 가장 많았고, 가막도에서 11종으로 가장 적었으며, 여름철에는 가막도에서 12종으로 가장 많았고, 심원에서 6종으로 가장 적었다. 가을철에는 심원에서 18종으로 가장 많은 종이 출현하였으며 향하도, 선창금, 가막도에서 모두 14종으로 나타났다. 겨울철에는 역시 심원

Table 1. List of marine algal species observed at four localities during 1993~1994

Species	Season	Locality	Hyanghado				Sunchanggum				Gamakdo				Shimwon			
			S	Su	A	W	S	Su	A	W	S	Su	A	W	S	Su	A	W
Chlorophyta																		
<i>Ulothrix flacca</i>																	+	
<i>Capsosiphon fulvescens</i>			+	+														
<i>Enteromorpha clathrata</i>			+		+													
<i>E. compressa</i>			+	+	+	+					+	+	+				+	
<i>E. intestinalis</i>																	+	
<i>E. linza</i>			+		+	+												
<i>E. prolifera</i>			+			+					+					+	+	
<i>Ulva conglobata</i>			+	+	+	+	+			+	+						+	
<i>U. pertusa</i>			+	+			+	+	+							+	+	
<i>Urospora penicilliformis</i>			+		+	+						+					+	
<i>Chaetomorpha aerea</i>						+	+					+					+	
<i>Cladophora albida</i>					+						+				+			
Phaeophyta																		
<i>Ectocarpus arctus</i>			+	+		+			+	+								
<i>Ishige okamurae</i>						+			+									
<i>Colpomenia sinuosa</i>			+		+						+						+	
<i>Petalonia facia</i>			+		+	+				+			+				+	
<i>Scytosiphon lomentaria</i>			+		+								+					
<i>Sphacelaria furcigera</i>										+	+						+	
<i>S. yamadae</i>			+		+		+											
<i>Myelophycus simplex</i>			+			+				+							+	
<i>Sargassum fulvellum</i>																	+	
<i>S. sagamianum</i>					+					+								
<i>S. thunbergii</i>			+	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Rhodophyta																		
<i>Goniotricum alsidii</i>						+												
<i>Bangia</i> sp.					+	+			+								+	
<i>Porphyra kuniedae</i>										+							+	
<i>P. suborbiculata</i>			+			+							+				+	
<i>P. tenera</i>			+															
<i>Gelidium amansii</i>										+	+			+	+		+	
<i>G. divaricatum</i>			+	+		+	+		+	+	+	+		+	+		+	
<i>G. pusillum</i>													+	+			+	
<i>G. vagum</i>					+					+	+							
<i>Pterocladia capillacea</i>					+							+	+				+	
<i>Corallina pilulifera</i>				+		+	+			+	+	+		+	+	+	+	
<i>Lithothamnion</i> sp.																	+	
<i>Carpopeltis affinis</i>			+	+		+	+			+			+	+	+		+	
<i>C. cornea</i>							+						+				+	
<i>Gloiopeltis complanata</i>											+							
<i>Caulacanthus okamurae</i>							+				+							
<i>Gracilaria verrucosa</i>			+	+		+					+	+		+	+		+	
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>												+		+	+			
<i>Gigartina intermedia</i>										+	+			+		+		
<i>G. tenella</i>														+			+	
<i>Rhodymenia intricata</i>							+											
<i>Lomentaria catenata</i>							+											
<i>Champia parvula</i>							+			+				+	+		+	
<i>Ceramium kondoi</i>																	+	
<i>C. tenerimum</i>										+								
<i>Polysiphonia japonica</i>														+				
<i>P. morrowii</i>			+			+	+			+							+	
<i>Melobesidae</i>									+		+		+		+	+	+	

S: Spring; Su: Summer; A: Autumn; W: Winter

Table 2. The number of marine algal species at four localities investigated during 1993~1994

Division	Season	Locality				Total
		H	Su	G	Sh	
Chlorophyta	Spring	8	4	1	2	10
	Summer	4	1	3	1	6
	Autumn	6	3	2	4	9
	Winter	8	2	2	6	10
	Cum.*	11	5	5	7	12
Phaeophyta	Spring	7	2	4	4	8
	Summer	2	3	1	1	3
	Autumn	5	3	5	3	8
	Winter	5	4	2	6	9
	Cum.*	10	7	7	8	11
Rhodophyta	Spring	6	7	6	9	16
	Summer	5	5	8	4	9
	Autumn	3	8	7	11	14
	Winter	9	11	12	11	23
	Cum.*	11	20	19	19	28
Total	Spring	21	13	11	15	34
	Summer	11	9	12	6	18
	Autumn	14	14	14	18	31
	Winter	22	17	16	23	42
	Cum.*	32	31	31	34	51

H: Hyanghado; Su: Sunchanggun; G: Gamakdo; Sh: Shimwon

*Cumulative number of species

에서 23종으로 가장 많았으며 가막도에서 16종으로 가장 낮았다(Table 2).

분류군별 구성비는 향하도에서 녹조류 36~43%, 갈조류 18~36%, 홍조류 21~45%의 구성비를 나타냈으며, 선창금에서는 녹조류 11~31%, 갈조류 15~33%, 홍조류 54~65%, 가막도에서는 녹조류 9~25%, 갈조류 8~36%, 홍조류 50~75%, 심원에서 녹조류 13~26%, 갈조류 17~27%, 홍조류 48~67%의 구성비를 보였다(Fig. 2).

중요도

각 조사지점에서 조사된 중요도 4.0 이상인 종은 Table 3과 같다. 각 조사지점에서 공통적으로 중요도가 높게 나타난 종은 *Enteromorpha compressa*, *Sargassum thunbergii*, *Corallina pilulifera*, *Carpopeltis affinis* 등이었다.

지역별로는 향하도에서 봄철에 *E. compressa*(38)가 가장 높은 중요도를 보였으며, 여름철에는 *E. compressa*(33), *Gracilaria verrucosa*(13), *Caulacanthus okamurae*(12), 가을철에는 *G. verrucosa*(31), *E. prolifera*(9), 겨울철에는 *E. compressa*(37), *G. verrucosa*(11)이 가장 높은 중요도를 보였다. 선창금에서는 봄철에 *Gelidium divaricatum*(26), *Sargassum thunbergii*(20), *Corallina pilulifera*(19), 여름철에는 *Ulva pertusa*(33), *C. pilulifera*(32), 가을철에 *C. pilulifera*(45), *G. pusillum*(15), 겨울철에 *C. affinis*(42), *G. verrucosa*(14) 등이 높은 값을 보였다. 가막도에서는 봄철에 *C. pilulifera*(39), *G. divaricatum*(25), *S. thunbergii*(10), 여름철에 *G. divaricatum*(32), *C. affinis*(11), 가을철에 *C. pilulifera*(25), *C. okamurae*(17), *G. divaricatum*(16), 겨울철에 *C. pilulifera*(41), *S. thunbergii*(20) 등이 높은 중요도를 나타내었다. 심원에서는 봄철에 *Ulva pertusa*

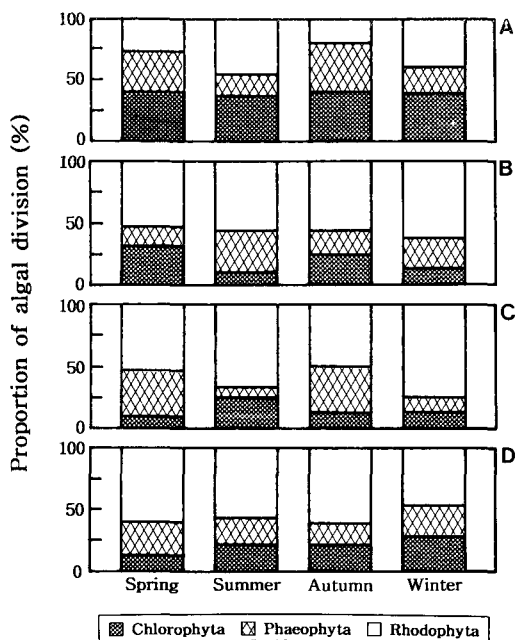


Fig. 2. Seasonal variation of percent occurrence of algal species in each division at four localities investigated during 1993~1994. A: Hyanghado; B: Sunchanggum; C: Gama-kdo; D: Shimwon

(23), *S. thunbergii*(21), *E. prolifera*(15), 여름철에 *S. thunbergii*(35), *C. affinis*(32), *U. pertusa*(8), 가을철에 *S. thunbergii*(21), *C. pilulifera*(6), *C. affinis*(6), 겨울철에 *E. compressa*(29), *S. thunbergii*(26), *Porphyra kuniedae*(8), *C. pilulifera*(8) 등이 높은 값을 보였다.

현존량

조사지점별, 계절별 현존량은 Table 4와 같으며, 향하도에서 봄철에 0.8 kg/m²로 가장 높은 현존량을 보였으며 가을철에는 0.07 kg/m²로 가장 낮았다. 선창금에서는 여름철에 가장 높은 0.9 kg/m², 역시 가을철에 가장 낮은 0.2 kg/m²을 보였으며, 가막도에서는 가을철에 0.5 kg/m²로 가장 높은 값을 보였고 겨울철에 0.1 kg/m²로 가장 낮았다. 심원에서는 가을철에 0.5 kg/m²로 가장 높았으며 여름철에 0.09kg/m²로 가장 낮은 현존량을 보였다.

기능형군별 분석

해조류의 기능형군별 구성비를 각 해조의 출현종수를 기본으로 산출하여 계절 및 조사지점간 차이를

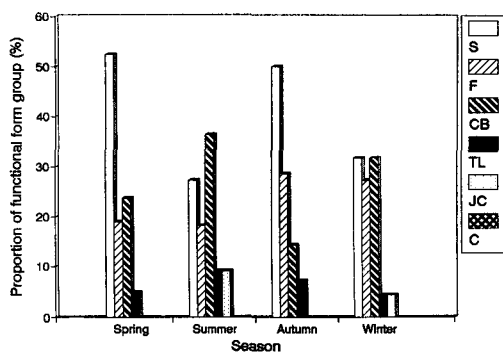


Fig. 3. Composition ratio (%) of macroalgal functional form group at Hyanghado investigated during 1993-1994. S: sheet form; F: filamentous form; CB: coarsely branched form; TL: thick leathery form; JC: jointed calcareous form; C: crustous form.

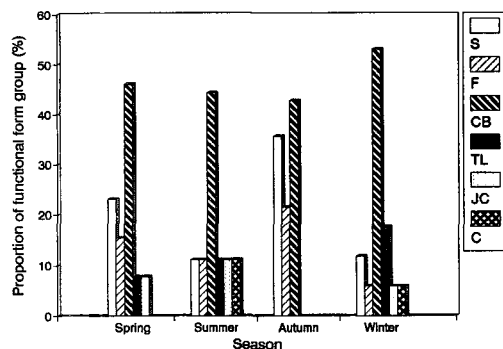


Fig. 4. Composition ratio (%) of macroalgal functional form group at Sunchanggum investigated during 1993~1994. S: sheet form; F: filamentous form; CB: coarsely branched form; TL: thick leathery form; JC: jointed calcareous form; C: crustous form.

비교해보면 Table 5 및 Figs. 3, 4, 5, 6, 7과 같다. 지점별로는 향하도에서 전 계절에 걸쳐 엽상형과 사상형의 구성비가 높은 경향을 보였고, 직립분기형과 다육질형 순으로 나타났으며 각상형은 출현하지 않았다. 계절별로는 봄철에 엽상형 52.4%와 사상형 19.0%로 전체의 71%를 차지하고 여름철에 일부 감소하였다가 가을철에 최대 78%에 달하며, 겨울철에 다시 감소하는 경향을 보였다. 직립분기형은 전 계절에 걸쳐 28.6~36.4%로 비교적 일정한 비율을 보였으며 다육질형은 역시 전 계절에 걸쳐 4.5~9.1%로 비교적 일정한 비율을 나타내었다(Fig. 3). 선창금에서는 전 계절에 걸쳐 직립분기형이 42.9~52.9%로 높은 구성비율을

Table 3. Seasonal and spatial variation of important value (IV) of marine algal species at four localities investigated during 1993~1994

Species	Season	Locality	Hyanghado				Sunchanggum				Gamakdo				Shimwon			
			S	Su	A	W	S	Su	A	W	S	Su	A	W	S	Su	A	W
<i>Enteromorpha compressa</i>			38	33		37	4					7						29
<i>E. linza</i>			7															
<i>E. prolifera</i>			5		9												15	
<i>Ulva conglobata</i>				5			6											
<i>U. pertusa</i>							7	33		13						23	8	
<i>Chaetomorpha aerea</i>						6	6					5						
<i>Cladophora albida</i>														6				
<i>Ectocarpus arctus</i>			7															
<i>Sphacelaria yamadae</i>							6											
<i>Sargassum thunbergii</i>			8		6		8	20	9		10	6	7	20	21	35	21	26
<i>Porphyra kuniedae</i>																		8
<i>P. suborbiculata</i>						5				7								7
<i>Gelidium amansii</i>																		
<i>G. divaricatum</i>							26	7			25	32	16	6				
<i>G. pusillum</i>									15			9						
<i>Corallina pilulifera</i>				6			19	32	45	6	39	8	25	41	9	6	6	8
<i>Carpopeltis affinis</i>				9		5		5	8	42		11			8	32	6	
<i>Caulacanthus okamurae</i>			12	6								9	17					
<i>Gracilaria verrucosa</i>			13	31			11			14								
<i>Gigartina intermedia</i>									12								6	

S: Spring; Su: Summer; A: Autumn; W: Winter

Table 4. Biomass (g-wet wt/m²) of benthic marine algal taxa observed at four localities investigated during 1993~1994

Species	Season	Locality	Hyanghado				Sunchanggum				Gamakdo				Shimwon			
			S	Su	A	W	S	Su	A	W	S	Su	A	W	S	Su	A	W
<i>Capsosiphon fulvescens</i>			10.1															
<i>Enteromorpha compressa</i>			595.1	84.8		427.2						22.7						38.6
<i>E. linza</i>			85.0															
<i>E. prolifera</i>			45.3														60.7	
<i>Ulva conglobata</i>										43.6								
<i>U. pertusa</i>						4.6	379.8										46.5	
<i>Scytosiphon lomentaria</i>			7.0															
<i>Sargassum thunbergii</i>			28.5	30.9		54.2	98.0	18.4		43.7	96.3			46.2	86.5	71.8	315.7	75.9
<i>Porphyra suborbiculata</i>						25.5												
<i>Gelidium amansii</i>										9.7								
<i>G. divaricatum</i>							151.9	31.2		223.3	111.9	95.3					107.2	
<i>G. pusillum</i>									59.4			46.0	124.7					
<i>Corallina pilulifera</i>				19.7			100.7	456.9	188.9	79.6	285.7		253.3	108.3	8.1		21.4	4.6
<i>Carpopeltis affinis</i>				55.5		7.3				7.5		55.5	6.7			13.2	7.6	
<i>Caulacanthus okamurae</i>				34.9								87.1	125.5					
<i>Gracilaria verrucosa</i>			49.0	25.1	66.0	50.2												
<i>Rhodomenia intricata</i>										14.2								
<i>Ceramium kondoi</i>																		2.1
<i>Polysiphonia morrowii</i>						0.96												
Total			820.0	250.9	66.0	565.4	355.2	886.3	248.3	421.6	493.9	306.6	510.2	154.5	201.8	85.0	451.9	121.2

S: Spring; Su: Summer; A: Autumn; W: Winter

Table 5. Seasonal and spatial variation of macroalgal functional form group at four localities investigated during 1993~1994

Functional form group	Season	Locality				Hyanghado				Sunchanggum				Gamakdo				Shimwon				Total
		S	Su	A	W	S	Su	A	W	S	Su	A	W	S	Su	A	W					
Sheet form		11	3	7	7	3	1	5	2	2	2	5	3	5	1	6	6	13				
Filamentous form		4	2	4	6	2	1	3	1	2	1	2	2	1	0	2	4	10				
S+F		15	5	11	13	5	2	8	3	4	3	7	5	6	1	8	10	2				
Coarsely branched form		5	4	2	7	6	4	6	9	5	6	6	9	5	2	6	9	21				
Thick leathery form		1	1	1	1	1	1	0	3	1	1	1	1	1	1	2	2	4				
CB+TL		6	5	3	8	7	5	6	12	6	7	7	10	6	3	7	11	25				
Jointed calcareous form		0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1				
Crustous form		0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	2	1	1	1	2				
JC+C		0	1	0	1	1	2	0	2	1	2	0	1	3	2	2	2	3				
Total		21	11	14	22	13	9	14	17	11	12	14	15	15	6	18	23	51				

S: Spring; Su: Summer; A: Autumn; W: Winter

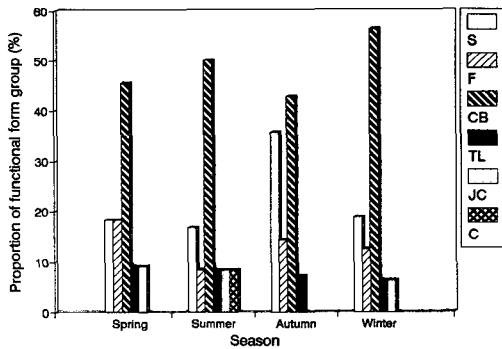


Fig. 5. Composition ratio (%) of macroalgal functional form group at Gamakdo investigated during 1993~1994. S: sheet form; F: filamentous form; CB: coarsely branched form; TL: thick leathery form; JC: jointed calcareous form; C: crustous form.

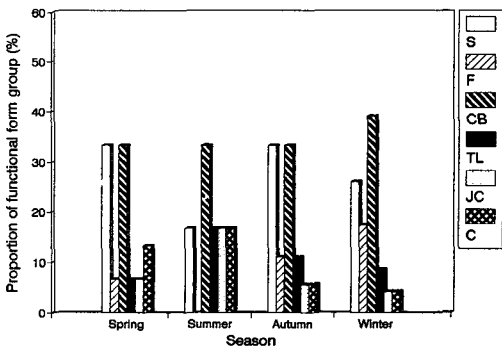


Fig. 6. Composition ratio (%) of macroalgal functional form group at Shimwon investigated during 1993~1994. S: sheet form; F: filamentous form; CB: coarsely branched form; TL: thick leathery form; JC: jointed calcareous form; C: crustous form.

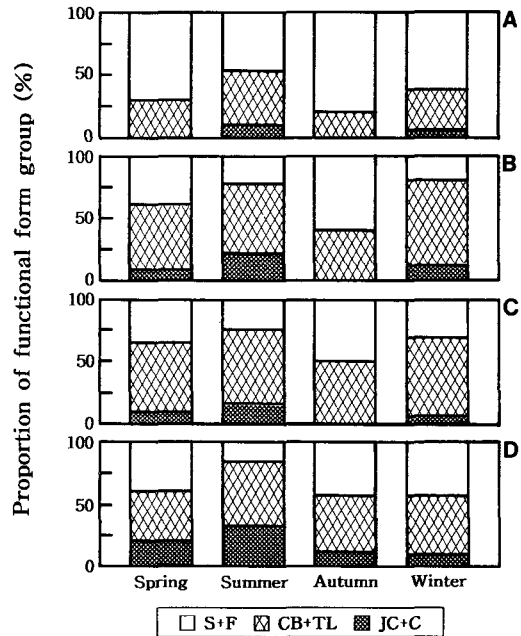


Fig. 7. Seasonal variation of proportion of macroalgal functional form group at four localities investigated during 1993~1994. A: Hyanghado; B: Sunchanggum; C: Gamakdo; D: Shimwon. S: sheet form; F: filamentous form; CB: coarsely branched form; TL: thick leathery form; JC: jointed calcareous form; C: crustous form.

보였으며 계절별로는 겨울철에 직립분기형이 최대에 달하였으며 이외의 기능형군들은 고른 구성비율을 나타내었다. 이 지점에서는 여름과 겨울철에 6개 기능형군이 모두 출현하여 비교적 다양한 구성 비율을 보

Table 6. Comparisons of composition ratio (%) according to macroalgal functional form group

Locality	Functional form group						References
	S	F	CB	TL	JC	C	
Eastern coast	12.8	24.9	41.0	15.6	2.2	3.0	Sohn (1987)
Southern coast	15.2	24.5	41.5	13.3	2.9	3.3	
Western coast	13.8	28.8	38.3	11.7	3.7	3.9	
Kori	16.8	11.9	54.5	13.9	2.0	2.0	Kim et al. (1992)*
Yonggwang	19.6	21.4	41.1	7.1	3.6	7.1	Kim and Yoo (1992)*
	26.8	17.8	42.8	6.8	3.0	3.0	This study

S: Sheet form; F: Filamentous form; CB: Coarsely branched form; TL: Thick leathery form; JC: Jointed calcareous form; C: crustous form. * The ratio were reformed on the basis of this study.

였다(Fig. 4). 가막도에서는 역시 전 계절에 걸쳐 직립분기형이 42.9~56.3%로 높은 구성비율을 나타내었으며 겨울철에 최대에 달하였다. 모든 계절에 있어 직립분기형과 엽상형, 사상형, 다육질형의 순서로 구성비율이 나타났으며 각상형은 여름철에만 출현하였다(Fig. 5). 심원에서는 전 계절에 걸쳐 직립분기형이 16.7~39.1%로 높은 구성비율을 보였으며 모든 계절에 걸쳐 6개 기능형군이 모두 출현하여 조사지점중 가장 다양한 구성비율을 나타내었다(Fig. 6). 이를 다시 엽상형과 사상형, 직립분기형과 다육질형, 유절산호말형과 각상형의 3군으로 구분하여 계절별, 조사지점별 구성비율을 조사한 결과 Fig. 7과 같이 향하도록 제외한 나머지 3지점, 즉 선창급, 가막도, 심원에서 유사한 기능형군의 구성비율을 나타내었다.

고찰

영광 연안의 해역은 서해안의 남부에 위치하여 조석간만의 차가 크고 수심이 얕으므로 해조류가 생육하기에 불안정한 환경으로서 종 다양도가 낮게 나타난다(Kim et al., 1986). 영광 연안의 식생조사는 Kim and Lee (1985)가 영광 인근의 무창포 해역에서 64종을 보고한 바 있고, Kim and Kim (1991)은 우리나라의 3개 원자력발전소 주변 해역을 3년간 조사한 결과 영광 인근에서 99종으로 보고하였으며, Kim and Yoo(1992)는 영광 원자력 발전소 주변의 해조식생 조사에서 총 68종으로 보고한 바 있다.

이 조사에서 관찰된 해조류의 총 종수는 51종으로

분류군별 구성 비율은 녹조류 12종(23.5%), 갈조류 11종(21.6%), 홍조류 28종(54.9%)으로 나타나(Table 2), 출현종수로 볼때 Kim and Lee (1985), Kim and Kim (1991) 그리고 Kim and Yoo (1992)의 연구에 비하여 상당히 감소된 것으로 나타났다. 다만, Kim and Kim (1991)은 3개년 조사한 결과이므로 1년 조사한 본 결과와의 비교는 다소 무리가 있을 수 있겠으나, 다른 한편으로 본 조사는 15 km 반경 내의 4개 지점을 포함하고 있고, 그들의 연구에서는 배수구와 취수구의 2개 지점에서 조사된 점 등을 감안할때 역시 출현 종수의 감소 경향이 나타난다고 보인다.

상대피도와 상대빈도의 산술평균값으로 나타난 중요도(Table 3)는 겨울철에 *Enteromorpha compressa*, *Sargassum thunbergii*, *Carpopeltis affinis*, 봄철에 *E. compressa*, *Gelidium divaricatum*, 여름철에 *E. compressa*, *Ulva pertusa*, *S. thunbergii*, *G. divaricatum*, *Corallina pilulifera* 등이 높은 값을 보였다.

단위면적당 현존량을 조사한 결과는 주요종에 있어서 *E. compressa*가 향하도에서 봄철에 595.1 g-wet wt/m²였던 것이 여름철에는 84.8 g-wet wt/m²로 감소하였으며, *Ulva pertusa*는 선창급에서 봄철에 4.6 g-wet wt/m²였으나 여름철에 379.8 g-wet wt/m²로 증가하여 이들 종에 있어서는 계절에 따른 소장의 특성을 잘 나타내고 있음을 알 수 있다. 계절별로는 겨울철에 *E. compressa*, *G. divaricatum*, *C. pilulifera*, 봄철에 *E. compressa*, *G. divaricatum*, *C. pilulifera*, 여름철에 *Ulva pertusa*, *C. pilulifera*등이 높은 값을 나타내었다. 따라서 중요도 및 현존량의 구성 비율로 본 영광 연안의 해조류 우점종은 *Enteromorpha compressa*, *Ulva pertusa*,

Sargassum thunbergii, *Gelidium divaricatum* 및 *Corallina pilulifera*의 5종이라 할 수 있으며 이들의 연중 현존량의 합계는 총 현존량의 약 84%를 차지하고 있다(Table 4).

기능형군별 종의 구성에 있어서도 사상 및 엽상형의 비율이 향하도에서 가장 높게 나타난 반면, 선창금, 가막도, 심원에서는 직립분기형 및 다육질형이 상대적으로 높았고 각상형, 유절산호말형의 비율도 아울러 높았다 (Table 5).

이 연구에서 나타난 기능형군별 구성비의 평균치를 기존의 문헌들에 나타난 해조상을 자료로 하여 비교해 본 결과 Table 6과 같이 비교하여 볼 수 있다. Sohn(1987)의 결과에 의하면 서해안에서는 직립분기형-사상형-엽상형-다육질형-각상형-유절산호말형의 순으로 기능형군의 구성비를 나타내었으며, Kim and Yoo(1992)의 결과와 이 연구의 결과를 비교해보면 직립분기형이 Sohn(1987)에서는 38.6%에서 Kim and Yoo(1992)의 41.1%, 이 연구에서 42.8%로 점차 증가하는 경향을 보였고, 엽상형 역시 각각 13.8%, 19.6%, 26.8%로 증가하는 경향을 보인 반면 사상형은 각각 28.8%, 21.4%, 17.8%, 다육질형이 각각 11.7%, 7.1%, 6.8%로 점차 감소하는 경향을 보였다. 이러한 경향은 영광 주변 해역 뿐 아니라 고리 원자력발전소 인근의 해역에서도 유사한 것으로 나타나 원전의 온배수에 의한 영향은 해조류의 종조성 뿐 아니라 기능형군의 구성 비율에도 영향을 주는 것으로 볼 수 있다.

한 지점의 해조 군락 특성을 구명함에 있어 기능형군의 구성에 대한 해석은 아직 가설에 불과하며 온배수와 같은 특정한 요인과의 관계에 대한 해석은 이루어지지 않았었다. 다만, 종래의 단순한 종조성 등과 같은 해조상적 해석보다는 해조군락과 환경과의 관계를 설명함에 있어 보다 심도있는 접근으로 해석할 수 있으며 따라서 기능형군별 종조성의 차이로서도 환경구배에 의한 해조군락의 특성을 규정하는 하나의 지표가 될 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 조류의 기능형군의 형태적, 생리적, 생태적 적응은 자주 교란되는 환경에서 보다 풍부한 군집을 갖게 되며 반대로 안정적인 환경은 각상형군에 의해 우점될 것으로 예측한 Littler and Littler(1984)의 주장을 고려한다면 온배수가 해조류에 미치는 영향은 종과 관련하여 지역적

위치, 계절 및 빛, 염분, 영양염, 오염원(Laws, 1981) 등과 같은 환경요인에 따라라도 달라질 수 있어, 온배수 배출 지역에서 종조성의 변화 뿐 아니라 종간 경쟁(Lobban et al., 1985)을 유발하는 요인이 될 수 있다.

결론적으로 볼때, 4개의 조사지점중 향하도는 나머지 3개 지점 즉, 선창금, 가막도, 심원과는 식생의 많은 차이를 보였으며, 특히 발전소 배수구 부근의 가막도는 종조성, 중요종의 출현빈도, 분류군별 구성비, 기능형군별 구성비 등의 모든 지표에서도 많은 차이를 보였다.

국소적 지점간의 차이를 규정하기위해 몇몇의 지표만으로 비교하는 것은 한 지역의 해조상을 해석할때 생태학적 관점에서 반드시 타당하다고는 볼 수 없다. 즉 각 지점의 지형이나 국소적 환경에 의한 특이성 등에 따라서 전혀 다른 군락형태를 나타낼 수 있기 때문이다. 그러나 본 조사는 이러한 속성에도 불구하고 사전에 현지의 여건을 고려하여 각 지점마다 해조 식생이 풍부한 일반적 식생형을 나타낼 수 있는 지점을 선정하였으므로 국소적인 지역내 일지라도 4개 지점의 특성 차이는 인식될 수 있을 것으로 보인다. Kim and Kim(1991)이 지적한 바와 같이 서해안은 해조 식생이 원래 취약한 점을 고려한다면, 영광 원전 부근의 해조 식생은 다른 해역보다 환경 압박에 대한 반응도 더욱 심하게 나타났을 것으로 보이므로 열에너지 유입의 가중에 따른 해조 식생의 변화에 대하여 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

요 약

서해안의 영광 원자력 발전소 주변에 분포하는 해조 군집의 기능형군별 분석을 통하여 이 지역 해조 군집의 특성을 환경적 요소와 연관시켜 해석하고자 하였다. 이 연구에서 출현한 종은 총 51종으로 녹조류 12종, 갈조류 11종, 홍조류 28종이었다. 계절별로는 겨울철에 42종으로 가장 많은 종이 출현하였고, 여름철에 18종으로 가장 적은 수의 종이 출현하였다. 중요도 값이 높게 나타난 종은 *Enteromorpha compressa*, *Sargassum thunbergii*, *Corallina pilulifera*와 *Carpopeltis affinis*로 조사된 4개 지점 모두에서 공통적으로 나타

났다. 기능형군별 분석에서 나타난 비율은 직립분기형 (41.2%), 엽상형 (25.5%), 사상형 (19.6%), 다육질형 (7.8%), 각상형 (3.9%), 유절산호말형 (2.0%)로 나타났다. 이들 6개 기능형군의 조성 비율은 지역에 따라 다르게 나타나며, 이를 통하여 온배수 배출 지역에서는 해조류의 종조성 뿐 아니라 종간의 경쟁에도 영향을 미칠 수 있음을 나타낸다.

참 고 문 헌

- Grime, J. P. 1979. Plant strategies and vegetation processes. John Wiley and Sons, New York, 222 pp.
- Kang, R. S., J. G. Je and C. H. Sohn. 1993. Summer algal communities in the rocky shore of south sea of Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 26, 182~197.
- Kim, H. G., C. H. Sohn and J. W. Kang. 1986. Algal communities of Sinsudo, southern coast and Woldo, western coast of Korea. Korean J. Phycol., 1, 169~183.
- Kim, H. G., R. S. Kang and C. H. Sohn. 1992. Effects of thermal effluents on the marine algal community at the coast of Kori nuclear power plant. Korean J. Phycol., 7, 269~279.
- Kim, H. K. and Y. H. Kim. 1991. Marine algal communities around three nuclear power plants in Korea. Korean J. Phycol., 6, 157~192.
- 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.
- Kim, Y. H. and J. S. Yoo. 1992. Marine algal vegetation at the coast of Yonggwang nuclear power plant, western coast of Korea. Korean J. Environ. Biol., 10, 100~109.
- Koehl, M. A. R. and S. A. Wainwright. 1977. Mechanical adaptations of a giant kelp. Limnol. Oceanogr., 22, 1067~1071.
- Laws, E. A. 1981. Aquatic pollution. Wiley, New York, 482 pp.
- Littler, M. M. and D. S. Littler. 1980. The evolution of thallus form and survival strategies in benthic marine macroalgae: field and laboratory tests of a functional form model. Amer. Nat., 116, 25~44.
- Littler, M. M. and D. S. Littler. 1983. Heteromorphic life-history strategies in the brown alga *Scytosiphon lomentaria* (Lyngb.) Link. J. Phycol., 19, 425~431.
- 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.
- Lobban, C. S., P. J. Harrison and M. J. Duncan. 1980. The physiological ecology of seaweeds. Cambridge Univ. Press, USA, 242 pp.
- Ramus, J. 1978. Seaweed anatomy and photosynthetic performance: the ecological significance of light guides, heterogeneous absorption and multiple scatter. J. Phycol., 14, 352~362.
- Sohn, C. H. 1987. Phytogeographical characterization and quantitative analysis of algal communities in Korea. Ph. D. Thesis CNU., 111 pp.
- Steneck, R. S. and L. Watling. 1982. Feeding capabilities and limitation of herbivorous molluscs: a functional approach. Mar. Biol., 68, 299~312.
- Wynne, M. J. and J. N. Norris. 1976. The genus *Cotopomenia* Derbes et Solier (Phaeophyta) in the Gulf of California. Smithsonian Contributions to Botany, No. 35, Smithsonian Inst. Press, Washington, D. C., 18 pp.

1995년 11월 10일 접수

1996년 1월 9일 수리