

한국 동해 연안역의 저서 해조류 : 해조상, 분포 및 군집구조

남기완 · 김영식 · 김영환* · 손철현**

부경대학교 해양생물학과 · *충북대학교 생물학과 · **부경대학교 양식학과

Benthic Marine Algae in the East Coast of Korea : Flora, Distribution and Community Structure

Ki Wan NAM, Young Sik KIM, Young Hwan KIM* and Chul Hyun SOHN**

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

*Department of Biology, Chungbuk National University, Chongju, 361-763, Korea

**Department of Aquaculture, Pukyong National University, Pusan, 608-737, Korea

To know the floristic composition, vertical distribution and community structure of marine benthic algae inhabiting in the intertidal and subtidal zones of Yongil Bay, east coast of Korea, the study has performed using the quadrat method along a transect line from July, 1995 to June, 1996. In this area, a total of 144 species including 2 new red algae to Korea was found: 5 blue-green, 18 green, 20 brown and 101 red algae. The representative species throughout the year were *Ulva pertusa*, *Gelidium amansii* and *Symphyclocladia latiuscula*. Dominant species were *Sargassum thunbergii* in spring, *U. pertusa* in summer and autumn. In winter, *Chondrus ocellatus* and *Monostroma grevillei* occurred dominantly. The standing crop exhibited mean value as 185.8 g/m² in dry weight. Maximum value was recorded in spring (267.3 g/m²) and minimum was observed in winter (93.7 g/m²). Shannon's species diversity (H') and evenness (J') as maximum value were recorded in spring, whereas minimum values were shown in winter. Vertical distribution, recognized by cluster analysis based on relative coverage of the species, could be divided into two or three algal groups except spring. In general, green algae (*M. grevillei*, *Capsosiphon fulvescens*, *U. pertusa*, *Enteromorpha compressa*) and brown algae (*Sargassum fulvellum*, *S. thunbergii*) were represented in the upper and middle zone and red algae (*G. amansii*, *C. ocellatus*, *S. latiuscula*, *Grateloupia okamurae*, *Pachymeniopsis elliptica*) in the lower zone. The algal community varied according to season and environmental conditions. Particularly, seasonal variation of vertical distribution seemed to be affected primarily by water temperature. Also seasonal tidal level and tolerance of algal species to desiccation appeared to be associated with it in this area.

Key words : benthic marine algae, east coast of Korea, flora, distribution, community

서 론

해조 군집은 동일 지역에서도 광선, 수온, 영양염 조성의 차이, 해류, 수질, 부착기질의 경쟁, 초식성 동물의 식해 등의 물리·화학적, 역학적, 생물학적 요인 등 여러 복합적 요인에 의하여 시공간적인 변화가 수반되므로 이를 확립적으로 인식하기는 어려운 점이 많다 (Trainor, 1978; Sohn et al., 1982; Kim and Lee, 1985). 이런 해조군집을 인식하기 위한 연구, 특히

극동지역에서의 본격적인 연구는 Taniguti (1962)로부터 시작되었다. 그는 일련의 연구 (Taniguti, 1983a, b, 1984)를 통하여 일본을 중심으로한 극동지역의 해조 군집에 대하여 거시적인 관점에서 생태 분류를 시도한 바 있고, Saito and Atobe (1970), Saito et al. (1971), Atobe and Saito (1974), Kapraun (1980) 및 Bratström (1980) 등은 식물사회학적 특성 및 해황의 차이에 따른 해조류의 대상분포를 논의하였다. Wildowson (1965)과 Druehl (1966)는 환경요인과 해조 분포

이 논문은 1995년도 교육부 학술연구조성비 (해양과학분야)에 의하여 연구되었음.

와의 관계를 밝히려 하였다. 이중에서도 Taniguti (1962)의 초기 연구와 Saito and Atohe (1970)의 연구 방법들은 한국 해조 생태학 연구의 주된 방법론들로 활용되어 오고 있다 (Yoo and Lee, 1980; Kim, 1983; Sohn, 1987).

한국 동해안 해조류에 관해서는 Okamura (1915a, b, 1917)의 조선 동해안의 해조류 연구를 시작으로, Kang (1966)의 한국산 해조류의 지리적 분포, Kang and Park (1969)에 의한 울릉도와 독도의 해조류 생육에 대한 보고가 있고, Noda (1966)는 중국 동북부와 한국 해조류의 연구에서 이 지역의 해조류를 언급한 바 있다. 그러나 이들의 연구는 단편적인 해조상에 대한 기재적인 연구로 분포적 특성에 대한 생태학적 고찰은 수행하지 않았다. 근래에 와서 Kim and Lee (1980, 1981)에 의해 고리 및 월성지역의 동해안 해조류 군집에 대한 생태학적 연구가 시작되었고, 이어서 Kim et al. (1983)은 한국 연안해역의 저서생물 군집에 관한 연구를, Koh (1983)는 동해안 죽도에서 조해대 해조류의 식생을 조사하면서 해조류 군집과 환경과의 관계를 분석하였다. 이밖에 동해안 해조 군집에 대한 생태학적 연구로 Boo (1985, 1987), Nam (1986), Chung et al. (1991), Lee et al. (1993) 등의 연구를 들 수 있다. 특히, 본 연구 지역인 영일만 해조류 식생에 관해서는 Kang (1966)이 한국 해조류의 지리적 분포를 논하면서 남조식물, 녹조식물, 갈조식물, 홍조식물 등 67종의 해조상을 보고하였고, Lee and Oh (1986), Lee and Lee (1988)는 이 지역 해조 군집에 대한 정성·정량적인 접근을 시도하였다. 그러나, Lee and Oh (1986)의 연구는 여름 한 계절의 해조 군집에 제한되었고, Lee and Lee (1988)의 연구에서는 수직분포 및 현존량 등 해조 군집의 시공간적 변화 양상에 대해서는 논의되지 않았다.

따라서, 이 연구는 동해안 영일만 지역의 해조상, 우점종 및 종다양도, 현존량, 수직분포 등 해조 군집의 계절적 변화 양상에 그 주안점을 두어 이 지역 해조 군집의 특성을 보다 명백히 하고자 시도되었다.

재료 및 방법

이 연구의 조사지역은 동해안 영일만 우단에 위치

하는 경북 영일군 대보면 구만리 (35°59'N, 129°22'E)로, 지형적으로는 직접 외해와 접해 있어서 비교적 투명도도 높고, 파도의 영향을 많이 받고 있지만 근데군데 발달된 큰 암반의 돌출로 부분적으로는 파도로부터 보호되어있다 (Fig. 1A). 기질은 다소 완만한 경사의 암반과 크고 작은 전석으로 이루어져 있다 (Fig. 1B).

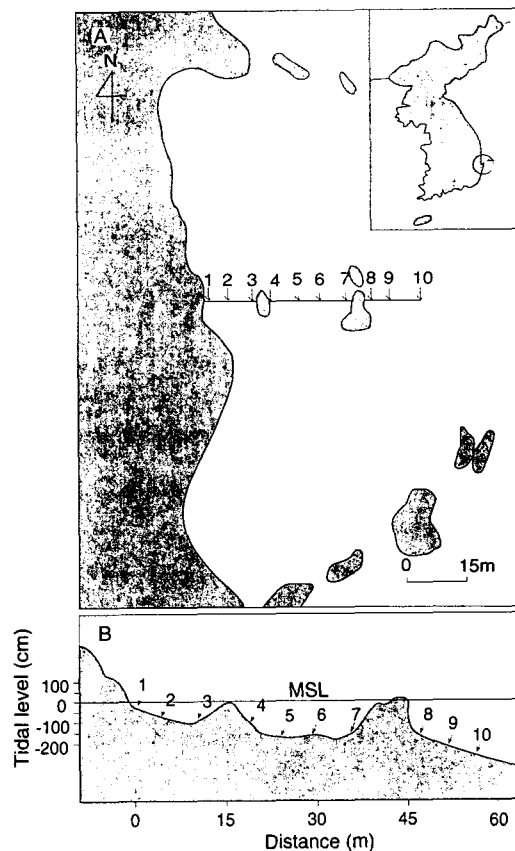


Fig. 1. A map showing the details (A) and vertical profile (B) of sampling sites along the transect line.

조사방법은 이 지역을 대표할 수 있는 한 지점을 선정하여 해안선으로부터 수직방향으로 line transect를 설정하고, 설정된 line transect를 따라서 해조류의 생육상한부터 하한까지 25개의 소방형구로 나누어진 50×50 cm의 방형구를 이용하여 연속적인 정량채집과 함께 현장에서 피도 및 출현빈도가 조사되었다. 채집

은 1995년 7월부터 1996년 6월까지 계절별로 이루어졌으며, 조하대의 경우는 scuba잠수에 의해 수행되었다. 채집한 재료는 현장에서 5~10% formalin-seawater로 고정하여 실험실로 운반하였고, 종 동정과 함께 방형구별 정성, 정량자료가 산출되었다. 현존량은 105°C에서 48시간 건조기로 건조시킨 후에 측정하였다. 피도는 단위면적당 피복 백분율로, 빈도는 전체 방형구에 대한 출현 방형구의 비로 구하였고, 이를 기초로 상대피도 및 상대빈도가 각각 산출되었다. 상대피도는 방형구내의 전 출현종의 피도합에 대한 한 종의 피도 백분율로, 상대빈도는 방형구내의 전 출현종의 빈도합에 대한 한 종의 빈도 백분율로 하였으며, 중요도는 상대피도와 상대빈도의 산술평균으로 나타냈다.

이 조사지역의 기온, 강수량, 조석의 변화 및 햇빛의 조사량은 기상청의 기상월보 (KMA, 1995, 1996)로부터, 수온은 국립수산진흥원의 주간해황예보 (NFRDA, 1995, 1996)로부터, 조석의 변화는 수로국의 조석표 (OHAROK, 1995, 1996)로부터 획득하였다 (Fig. 2).

수직분포는 중요도 순서에 따른 주요 종에 대하여 나타냈고, 수직분포의 집괴분석은 Jaccard 지수를 사용한 방형구간의 유사도에 기초를 두어 UPGMA (Sneath and Sokal, 1973)에 의하여 dendrogram을 작성하였다. 계절별 군집의 특성은 Shannon의 종 다양도 지수 (H')와 이를 이용한 균등도 지수 (J')를 사용하여 검토하였다.

결과 및 고찰

조사기간 동안 이 지역의 기온과 수온의 연중변동은 거의 유사하였다 (Fig. 2). 기온의 월평균 최저온도는 1월의 2.2°C, 최고온도는 8월의 22.4°C를, 그리고 수온의 월평균 최저온도는 2월의 7.4°C, 최고온도는 9월의 21.7°C를 각각 기록하였다. 강수량은 12월의 10.2 mm, 8월은 장마와 태풍으로 인해 451.7 mm를 기록하여 계절간 변동이 매우 심하였다. 조사기간동안의 월평균 강수량은 108.2 mm를 기록하였다. 이 지역의 조위차는 서해안이나 남해안에 비해 매우 작아 연평균 20~40 cm 정도이며, 주로 겨울과 봄에 낮은 조위를, 여름과 가을에 높은 조위를 보였다. 햇빛의 조사량은 95년 7월, 8월과 11월을 제외하고는 월간 변동은 현

저하지 않았다.

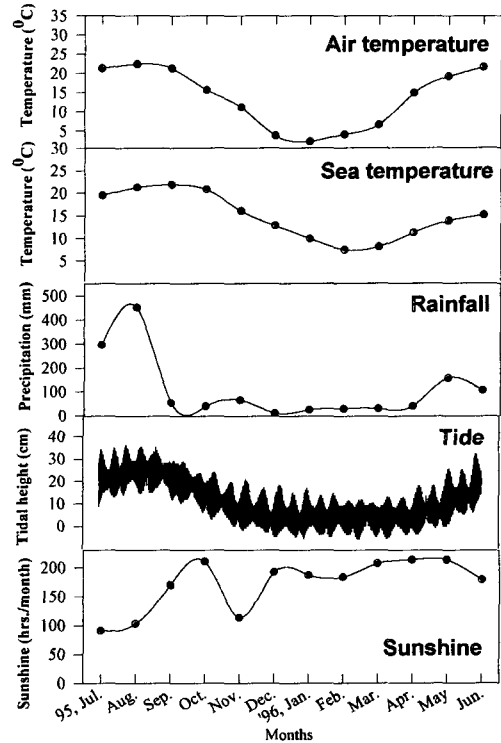


Fig. 2. Seasonal patterns of environmental factors in the Yongil Bay, east coast of Korea.

해조상

이 연구에서 4계절 동안 두 미기록종 *Pikea californica*와 *Pulvinia epiphytica*를 포함하여 모두 144종이 동정 분류되었다 (Table 1). 이들은 남조식물 5종 (3.5%), 녹조식물 18종 (12.5%), 갈조식물 20종 (13.9%), 홍조식물 101종 (70.1%)으로, 홍조식물이 총 출현종의 70%를 차지하였다. 이것은 Kang (1966)의 지리적 분포를 기준으로 한 남동해구의 해조류 조성과 비교해 볼 때 갈조식물의 출현비율은 감소하였고, 홍조식물의 출현비율은 약간 증가하였음을 나타낸다. 계절별로는 봄에 77종, 여름에 78종, 가을에 92종, 겨울에 81종이 각각 출현하여 가을을 제외한 3계절이 거의 유사한 수준을 나타냈다 (Table 2). 4계절의 분류문별 조성비는 계절별로 약간씩 차이를 보이는데, 녹조식물은 4계절중 여름에, 갈조식물은 봄과 겨울에, 홍조식물은 주로 가을에 가장 높은 비율로서 출현하였다. 이와 같은 분류문별 종조성은 영일만 지역에서의 Lee and

Table 1. Seasonal occurrence of marine benthic algal species in Yongil Bay, east coast of Korea (C, cystocarp; C_m, male conceptacle; G_f, female gametangium; P, plurilocular sporangium; P_o, polysporangium; S, spermatangium; T, tetrasporangium; U, unilocular sporangium)

Species	Season			
	Spring	Summer	Autumn	Winter
Cyanophyta				
<i>Lyngbya</i> sp.			+	+
<i>Oscillatoria</i> sp.	+		+	
<i>Spirulina</i> sp.			+	
<i>Calothrix confervicola</i>			+	
<i>Calothrix pilosa</i>		+		
Chlorophyta				
<i>Ulothrix flacca</i>				+
<i>Capsosiphon fulvescens</i>				+
<i>Monostroma grevillei</i>				+
<i>Monostroma nitidum</i>				+
<i>Enteromorpha clathrata</i>				+
<i>Enteromorpha compressa</i>	+	+		+
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	+	+		+
<i>Enteromorpha linza</i>	+	+		+
<i>Enteromorpha prolifera</i>	+	+		
<i>Ulva lactuca</i>				
<i>Ulva pertusa</i>	+	+	+	+
<i>Urospora penicilliformis</i>				+
<i>Chaetomorpha moniligera</i>		+		
<i>Cladophora</i> sp.	+	+		+
<i>Bryopsis plumosa</i>		+	+	
<i>Caulerpa okamurae</i>		+	+	
<i>Codium adhaerens</i>	+	+G _f	+	
<i>Codium fragile</i>		+	+	
Phaeophyta				
<i>Hincksia secunda</i>				+UP
<i>Papenfussiella kuromo</i>	+U			
<i>Elachista globosa</i>	+			+
<i>Leathesia difformis</i>	+			+
<i>Colpomenia bullosa</i>	+			+
<i>Colpomenia sinuosa</i>	+			+
<i>Petalonia fascia</i>				+

Table 1. (continued)

Species	Season			
	Spring	Summer	Autumn	Winter
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	+	+		+
<i>Sphacelaria furcigera</i>		+		
<i>Undaria pinnatifida</i>	+			
<i>Dictyopteris latiuscula</i>	+	+	+	+
<i>Dictyota dichotoma</i>	+T	+T	+	+
<i>Dilophus okamurae</i>			+	
<i>Pachydictyon coriaceum</i>				+
<i>Spatoglossum pacificum</i>			+	
<i>Sargassum fulvellum</i>	+C _m	+		
<i>Sargassum ringgoldianum</i>			+	
<i>Sargassum patens</i>	+			
<i>Sargassum thunbergii</i>	+	+	+	
<i>Sargassum</i> sp.		+	+	
Rhodophyta				
<i>Goniotrichum alsidii</i>			+	
<i>Erythrotrichia carnea</i>	+	+		
<i>Bangia atropurpurea</i>	+			+
<i>Porphyra tenera</i>				+CS
<i>Porphyra yezoensis</i>	+	+		+
<i>Auduinella codicola</i>	+			+
<i>Gelidium amansii</i>	+C	+CST	+CT	+
<i>Gelidium divaricatum</i>		+	+	+
<i>Gelidium pacificum</i>		+CST	+C	
<i>Gelidium vagum</i>	+		+T	
<i>Pterocladia capillacea</i>	+	+CST	+CT	+
<i>Fosliella zostericola</i>	+			+C
<i>Alatocladia modesta</i>	+	+	+	+
<i>Amphiroa dilatata</i>	+			+
<i>Amphiroa ephedraea</i>			+	
<i>Corallina officinalis</i>			+	
<i>Corallina pilulifera</i>	+		+	+
<i>Pikea californica</i> *			+	
<i>Pulvinia epiphytica</i> *			+	
<i>Carpopeltis affinis</i>	+		+CT	
<i>Carpopeltis angusta</i>			+	
<i>Carpopeltis cornea</i>	+	+T	+T	+

*new to Korea

Table 1. (continued)

Species	Season			
	Spring	Summer	Autumn	Winter
<i>Carpopeltis crispata</i>		+C	+T	
<i>Carpopeltis okamurae</i>	+		+T	
<i>Carpopeltis prolifera</i>		+C		
<i>Grateloupia divaricata</i>			+T	
<i>Grateloupia filicina</i>	+		+C	+
<i>Grateloupia okamurae</i>		+	+	
<i>Grateloupia prolongata</i>	+			
<i>Grateloupia ramosissima</i>	+		+T	+
<i>Grateloupia sparsa</i>		+CT		
<i>Grateloupia turuturu</i>		+T	+C	
<i>Halymenia acuminata</i>		+C		+
<i>Pachymeiopsis elliptica</i>	+	+C	+	
<i>Pachymeiopsis lanceolata</i>		+T		
<i>Pachymeiopsis yendoi</i>	+			
<i>Prionitis patens</i>			+T	
<i>Gloiopeltis tenax</i>		+	+	
<i>Callophyllis adhaerens</i>		+T	+	
<i>Cruoriella japonica</i>	+T	+T	+T	+T
<i>Caulacanthus okamurae</i>	+		+S	+T
<i>Plocamium telfairiae</i>	+	+	+ST	+T
<i>Plocamium telfairiae</i> f. <i>uncinatum</i>			+	
<i>Hypnea boergesenii</i>			+	
<i>Hypnea charoides</i>		+	+	+
<i>Hypnea japonica</i>			+	
<i>Hypnea saidana</i>		+	+	+
<i>Phacelocarpus japonicus</i>		+C	+C	+
<i>Gracilaria verrucosa</i>	+		+T	
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>	+C	+C	+C	+
<i>Chondrus ocellatus</i>	+	+	+C	+C
<i>Gigartina intermedia</i>	+	+	+C	+
<i>Gigartia tenella</i>	+	+C	+	+
<i>Rhodymenia intricata</i>	+C		+CT	+
<i>Lomentaria catenata</i>	+T	+	+T	+
<i>Lomentaria hakodatensis</i>			+	+
<i>Lomentaria lubrica</i>		+C		
<i>Champia japonica</i>	+		+T	+
<i>Champia parvula</i>	+	+T	+T	+T

Table 1. (continued)

Species	Season			
	Spring	Summer	Autumn	Winter
<i>Antithamnion nipponicum</i>	+			+
<i>Antithamnion sparsum</i>				+
<i>Callithamnion callophyllidicola</i>	+	+	+S	+
<i>Campylaephora crassa</i>			+T	
<i>Campylaephora hypnaeoides</i>	+T			
<i>Centroceras clavulatum</i>		+	+S	+
<i>Centroceras distichum</i>		+	+	+
<i>Ceramioopsis japonica</i>	+	+CT	+CST	+
<i>Ceramium kondoi</i>	+	+		
<i>Ceramium paniculatum</i>			+	+
<i>Ceramium tenerrimum</i>	+	+	+C	+
<i>Griffithsia japonica</i>	+	+	+CST	+S
<i>Herpochondria elegans</i>		+		+CT
<i>Pleonosporium pusillum</i>		+P.	+P.	
<i>Spyridia elongata</i>				+
<i>Acrosorium flabellatum</i>	+	+T	+T	+
<i>Acrosorium polyneurum</i>		+	+S	+
<i>Acrosorium uncinatum</i>	+	+	+	+
<i>Acrosorium yendoi</i>	+	+T	+ST	+
<i>Hypoglossum barbatum</i>			+	+
<i>Hypoglossum geminatum</i>	+	+	+T	
<i>Polyneura japonica</i>		+CT	+	
<i>Dasya sessilis</i>	+	+	+CST	
<i>Heterosiphonia japonica</i>	+	+T		
<i>Heterosiphonia pulchra</i>	+T	+C	+CST	+
<i>Chondria crassilcaulis</i>	+	+	+	+
<i>Chondria dasyphylla</i>	+			
<i>Herposiphonia parca</i>			+	
<i>Laurencia cartilaginea</i>			+	
<i>Laurencia intermedia</i>	+	+T	+CST	+
<i>Laurencia intricata</i>	+	+T	+	
<i>Laurencia nipponica</i>	+	+	+T	+
<i>Laurencia pinnata</i>		+		
<i>Laurencia undulata</i>	+	+T	+	+
<i>Laurencia venusta</i>			+T	+
<i>Neorhodomela aculeata</i>	+CS		+T	+CST
<i>Polysiphonia japonica</i>	+CST	+CST	+CST	+CT

Table 1. (continued)

Species	Season			
	Spring	Summer	Autumn	Winter
<i>Polysiphonia morrowii</i>		+T		
<i>Symphyocladia latiuscula</i>	+	+	+T	+
<i>Symphyocladia linearis</i>	+		+	+
<i>Symphyocladia marchantioides</i>	+	+	+	+C
<i>Symphyocladia pennata</i>	+	+		+

Table 2. Seasonal occurrence of four major algal divisions in Yongil Bay, east coast of Korea

Division	Spring	Summer	Autumn	Winter	Total
Cyanophyta	1(1.3%)	1(1.3%)	4(4.3%)	1(1.2%)	5(3.5%)
Chlorophyta	7(9.1%)	11(14.1%)	5(5.4%)	12(14.8%)	18(12.5%)
Phaeophyta	12(15.6%)	7(9.0%)	7(7.6%)	10(12.3%)	20(13.9%)
Rhodophyta	57(74.0%)	59(75.6%)	76(82.6%)	58(71.6%)	101(70.1%)
Total	77	78	92	81	144

Lee (1988)와 속초지역에서의 Lee et al. (1993)의 보고와 유사하였다. 그러나 갈조류의 감소는 현저했는데 이것은 이 연구의 특성으로 볼 때 수온, 탁도 및 수질오염과 같은 해양환경변화에 의한 해조상적인 반영이라기 보다는 조사지점간의 차이에서 유발된 표본오차의 결과로 생각된다. 출현종수의 계절변화에 있어서 Kim et al. (1980)은 온산만 일대에서 봄(3월)과 가을(9월)에 각각 높은 출현종수를 보고하였는데, 그들은 이것을 Chihara and Yoshizaki (1970)의 보고서와 같이 3월에는 겨울철 해조의 식생이 번무하고, 9월에는 여름철 해조의 식생이 특징적으로 번무함에 따라 방형구내 출현종수와 피도의 단순합계가 증가한 것으로 추정하였다. 그러나 이 연구에서는 겨울철 해조 식생의 번무는 출현종수보다는 주로 봄의 높은 피도나 현존량의 수치로 표현된 반면에 (Figs. 3, 4), 여름철 해조 식생의 번무는 가을의 높은 출현종수의 반영으로 나타났다 (Table 2).

서해안 (Lee and Lee, 1981; Lee and Chang, 1989; Yoon and Boo, 1991) 및 남해안 (Lee and Kim, 1977; Song, 1986)과 비교해 볼 때 이 조사지역은 비교적 해조식생이 좋고, 다양한 종의 출현과 함께 특히 홍조류의 출현비율이 높았다 (Table 2). 이것은 이미

Lee and Lee (1988)에 의해서도 언급된 바와 같이 부착기질로서의 암반의 발달 및 해수의 투명도와 밀접한 관계가 있는 것으로 생각되며, 또한 동시에 이지역에 세력을 미치는 한, 난류의 영향도 이 지역의 종다양성에 크게 기여하는 것으로 생각된다.

한편, 4계절을 통하여 연중 발견되는 종은 *Ulva pertusa*, *Dictyopteris latiuscula*, *Dictyota dichotoma*, *Gelidium amansii*, *Pterocladia capillacea*, *Alatocladia modesta*, *Carpopeltis cornea*, *Cruoriella japonica*, *Plocamium telfariae*, *Gymnogongrus flabelliformis*, *Chondrus ocellatus*, *Gigartina intermedia*, *G. tenella*, *Lomentaria catenata*, *Champia parvula*, *Ceramiospis japonica*, *Ceramium tenerrimum*, *Griffithsia japonica*, *Acrosorium flabellatum*, *A. uncinatum*, *A. yendoi*, *Heterosiphonia pulchra*, *Chondria crassicaulis*, *Laurencia intermedia*, *L. nipponica*, *L. undulata*, *Polysiphonia japonica*, *Symphyocladia latiuscula*, *S. marchantioides*로 총 29종이 관찰되었다 (Table 1). 이중 홍조류가 89%로서 연중 출현종의 대부분을 차지해, 서해안 (Lee and Chang, 1989)에 비해 홍조류의 연중 출현 비율이 매우 높았다.

또한, 이 연구에서 성숙개체가 관찰된 종은 70종으로 총 출현종의 50%를 차지하였고, 계절별로는 가을

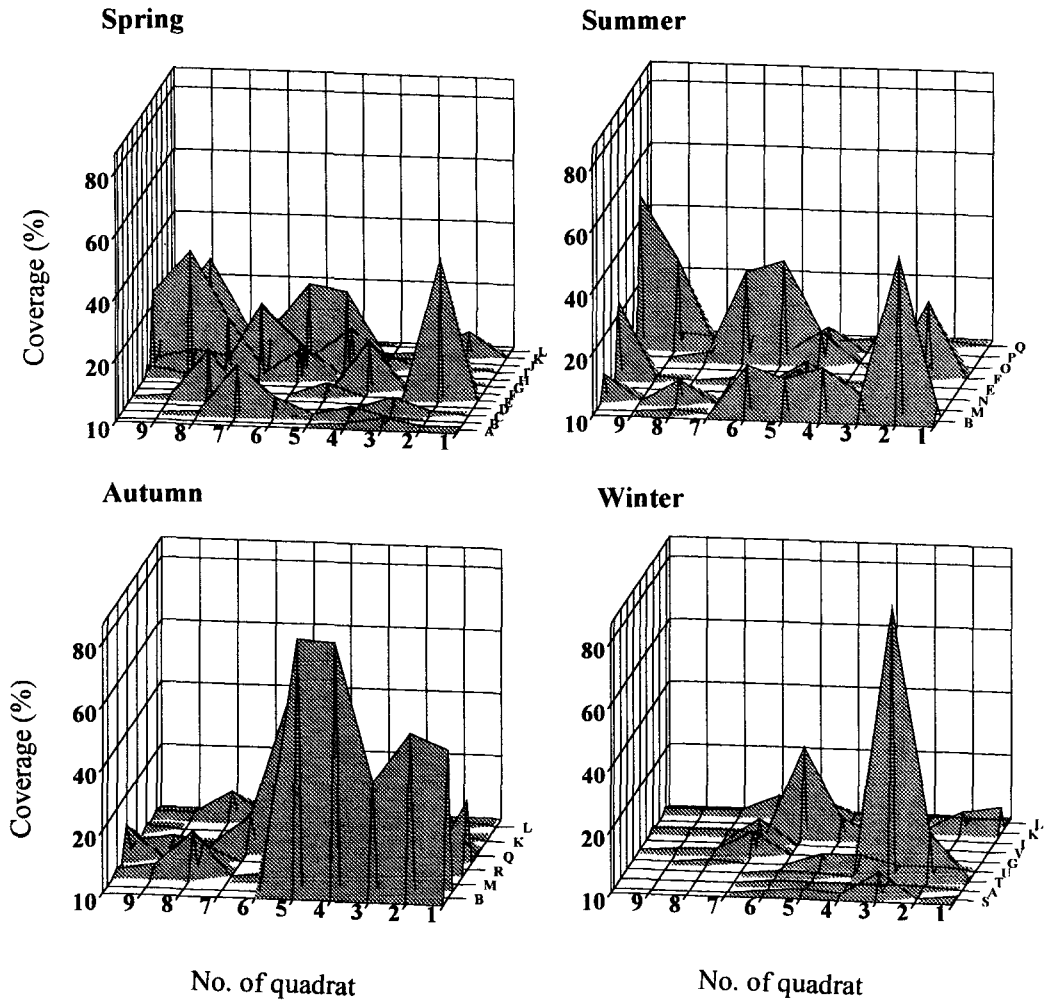


Fig. 3. Seasonal variation of coverage in major algal species (important value > 10). (A, *Enteromorpha compressa*; B, *Ulva pertusa*; C, *Cladophora* sp.; D, *Undaria pinnatifida*; E, *Sargassum fulvellum*; F, *Sargassum thunbergii*; G, *Gelidium amansii*; H, *Pachymeniopsis yendoii*; I, *Chondrus ocellatus*; J, *Laurencia intricata*; K, *Neorhodomella aculeata*; L, *Symphocladia latiuscula*; M, *Caulerpa okamurae*; N, *Dictyota dichotoma*; O, *Carpopeltis crispata*; P, *Pachymeniopsis elliptica*; Q, *Hypnea chariodes*; R, *Grateloupia okamurae*; S, *Capsosiphon fulvescens*; T, *Monostroma grevillei*; U, *Scytosiphon lomentaria*; V, *Grateloupia filicina*)

에 44종으로 제일 많은 성숙체의 출현을 보였다. 4계절 내내 생식개체의 출현을 볼 수 있는 종은 *Cruoriella japonica*, *Polysiphonia japonica*로 나타났다. 일반적으로 온대 지역에 있어서 해조류의 성숙은 1년중 고수온기에 이루어진다고 알려져 있다 (Dring, 1982). 이런 관점에서 볼 때 이 지역에서 가을에 성숙 종의 최대 출현은 포항 지역의 월평균 해수의 온도 (Fig. 2) 와 무관하지 않다고 할 수 있다.

한 지역의 해조상의 특징을 나타내는 지표로 Feldmann (1937)은 갈조식물에 대한 홍조식물의 비 (R/P) 를 제안하여 해조류의 지리적 분포한계를 구분하는 지수로 사용하였고, Segawa (1957)는 갈조식물에 대한 녹조식물의 비 (C/P)를 수평분포지수로 사용하였다. Cheney (1977)는 상기 두 지수를 혼합한 R+C/P의 사용을 주장하였다. Lee and Boo (1984)는 R/P의 값과 C/P값으로 한국의 수 개 지역의 해조상을 비교

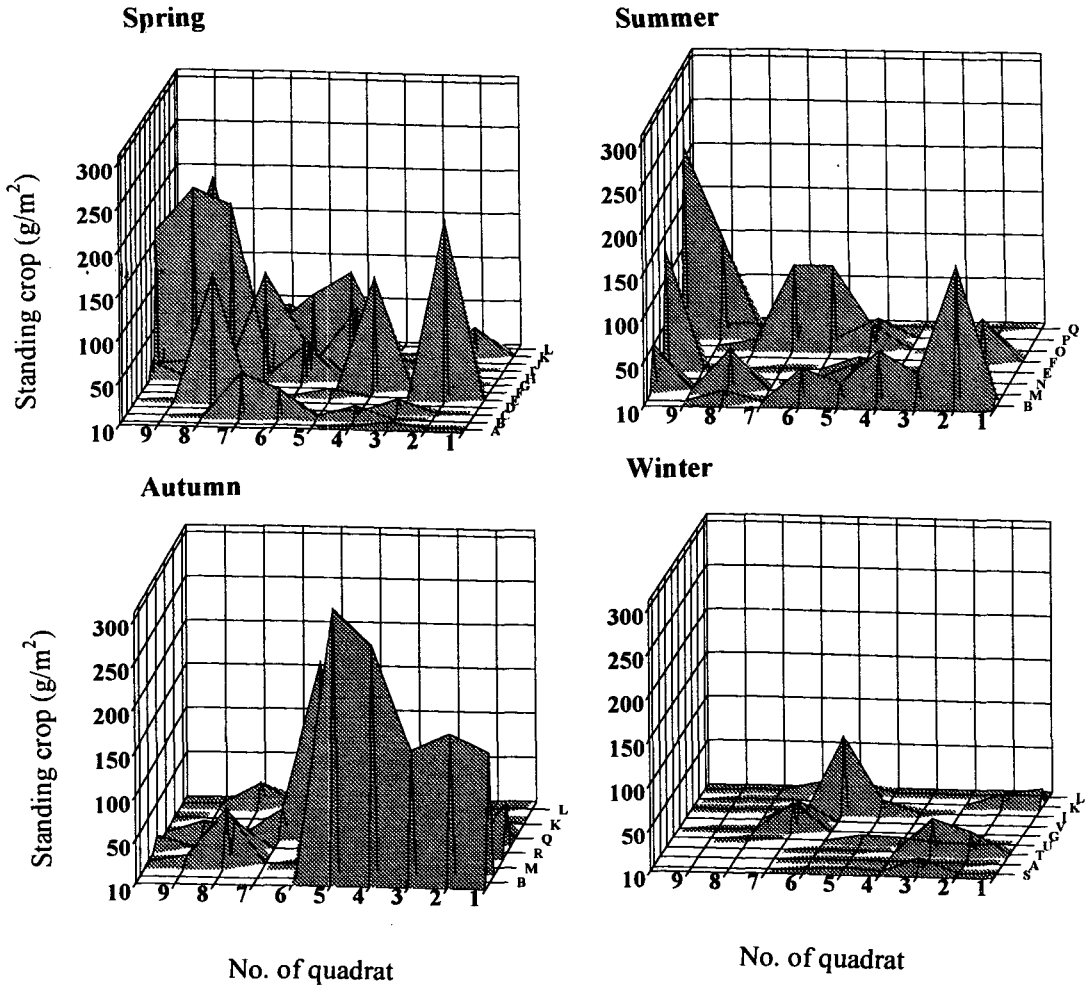


Fig. 4. Seasonal variation of standing crop in major algal species (important value > 10).

하여 두 개의 지수가 서로 유사한 경향을 나타낸다고 보고하였으며, Boo and Lee (1986)는 속초해역의 해조상의 월별조사를 통하여 R/P값의 변동이 수온의 월변동과 일치하므로 이것을 지수로 하여 지역 해조상의 특성을 규명할 수 있다고 보고하였다. Cheney (1977)에 의하면 R+C/P값이 3보다 작을 때는 온대성 내지 한대성의 해조상으로, 6이상이면 열대성 해조상으로, 그리고 그 중간값이면 mixed flora로 규정하였다. 이 기준에 따르면 이 연구 지역은 5.9의 R+C/P값을 나타내는데, 이 값은 같은 동해안지역의 Kim et al. (1983)의 2.6, Lee and Lee (1988)의 3.43, Lee et al. (1993)의 3.5와 많은 차이를 나타내 오히려 열대성에

가깝다. 그러나 위에서 언급된 바와 같이 갈조류의 현저한 감소가 표본오차에 유발된 것임을 고려하면 이 연구지역은 mixed flora로 보는 것이 타당할 것으로 생각된다.

중요도 및 종다양도

연중 비교적 높은 피도와 빈도로 출현한 종은 *Ulva pertusa*, *Gelidium amansii*, *Symphycloadia latiuscula*의 3종이었다. 계절별로 보면 봄에는 종별 중요도가 10 이상인 종은 녹조식물 3종, 갈조식물 3종, 홍조식물 6종으로 모두 12종이었다 (Fig. 3). 이 중 중요도 값이 가장 높은 종은 *Sargassum thunbergii* (35.1)이며,

Table 3. Species diversity (Shannon's diversity index; H'), evenness (J'), standing crop and number of species (S) in each season in Yongil Bay, east coast of Korea

Season	H'	J'	Standing crop(g/m ²)	S
Spring	3.004	0.691	267.3	77
Summer	2.733	0.627	169.6	78
Sutumn	2.577	0.570	212.4	92
Winter	2.147	0.489	93.7	81

(H' = -Σ Pi lnPi, J = H'/H'max = lnS)

Cladophora sp. (33.2), *Sargassum fulvellum* (26.2), *Enteromorpha compressa* (19.9)의 순으로 나타났다. 여름에 중요도가 10 이상인 종은 녹조식물 2종, 갈조식물 3종, 홍조식물 3종으로 모두 8종이었고, 이중 중요도 값이 가장 높은 종은 *U. pertusa* (36.3)이며, *S. thunbergii* (20.5), *Pachymeniopsis elliptica* (19.8), *Carpopeltis crispata* (19.3)의 순으로 이어졌다. 가을에 중요도가 10 이상인 종은 녹조식물은 2종, 갈조식물은 없었으며, 홍조식물은 4종으로서 총 6종이었다. 이중 *U. pertusa* (52.8)가 압도적인 중요도로 우세하였고, *Hypnea charoides* (15.6), *Grateloupiya okamurae* (14.3), *Caulerpa okamurae* (14.3) 순이었다. 겨울에 중요도가 10 이상인 종은 녹조식물 3종, 갈조식물 2종, 홍조식물 4종으로서 총 9종이었다. 이중 중요도 값이 가장 높은 종은 역시 *U. pertusa* (50.2)였으며, *Chondrus ocellatus* (29.2), *Capsosiphon fulvescens* (22.1), *Grateloupiya filicina* (18.5), *Neorhodomela confervoides* (18.1) 순으로 나타났다.

종다양도 및 균등도는 봄에 제일 높은 값을 나타내었고, 겨울에는 가장 낮은 값을 나타냈다 (Table 3). 따라서 봄철의 식생은 타 계절에 비해 비교적 안정되어 있고, 겨울은 *Monostroma grevillei*, *Gelidium amansii*, *Chondrus ocellatus* 등과 같은 일부종에 의한 우점 군락을 반영하고 있다고 볼 수 있다.

현존량

연평균 현존량은 185.8 g/m²로 서해안 가로림만 (Lee and Lee, 1982)의 9.4~81.2 g/m², 무창포 (Kim, 1983)의 57.2~92.7 g/m², 월도 (Song, 1984)의 148.0~194.5 g/m²보다는 비교적 높은 값으로 나타났으며, 태안반도 (Lee and Chang, 1989)의 276 g/m²보다는 낮은 값으로 나타났다. 남해안 광양만 (Lee et al., 1975)의

19.6~356 g/m²이나, 삼천포 (Kim et al., 1986)의 277~356 g/m² 보다는 약간 낮은 값을 나타냈다. 또한 동해안 죽도 (Nam, 1986)의 160.8 g/m²와 갈남 (Chung et al., 1991)의 164.9~206.9 g/m²의 현존량과는 거의 비슷한 값을 보였고, 속초 (Lee et al., 1993)의 111 g/m² 보다는 약간 높은 값을 보였다. 계절별로는 봄에 267.3 g/m²로 제일 높았고, 겨울이 93.7 g/m² 로써 가장 낮은 현존량을 보였다 (Table 3). 각 계절에 있어서 주요종 (중요도가 10 이상)의 방형구별 현존량을 비교해 볼 때, 외해로부터 보호되어 있는 지역이 (방형구 1~방형구 7) 외해에 노출된 지역 (방형구 8~방형구 10) 보다 더 높은 현존량을 나타냈다 (Fig. 4). Seapy and Littler (1979)에 의하면, 외해에 보호된 지역일수록 종의 다양성은 빈약하지만, 현존량 및 일차생산성은 높다하였는데, 이점은 이 연구결과와 일치한다. Nam (1986)과 Lee and Chang (1989)은 일반적으로 현존량이 갈조식물에 크게 의존하고 있음을 지적하였는데, 이 연구에서도 봄의 현존량은 갈조식물 *Sargassum thunbergii*와 *S. fulvellum*의 기여가 현저하였다. 그러나 여름과 가을에는 *Ulva pertusa*가 다른 해조에 비해 많은 현존량 값을 기록하였다 (Fig. 4). Horn et al. (1983)은 중앙캘리포니아의 조간대에서 일시종 (ephemeral algae)인 *U. lobata*의 여름철 현존량의 급격한 증가를 보고하며 이것은 중앙캘리포니아를 따라서 형성되는 낮은 수온의 용승류때문이라고 추정하였다. 그러한 결과는 이 연구에서 나타난 *U. pertusa*의 계절적 소장과는 상반되는 현상으로 주목할 만하다.

수직분포

봄은 평균수면을 기준으로 하여 수심 20~50 cm 지역에서는 대체로 녹조식물인 *Enteromorpha compressa*, 대형 갈조식물인 *Sargassum fulvellum*과 *S. thunbergii*

가 높은 우점도로 분포하였고, 홍조식물인 *Neorhodomela aculeata*는 수심 20 cm 전후의 상부의 좁은 범위에서만 출현하였다 (Fig. 3). 반면에 수심 50~100 cm에서는 홍조식물인 *Gelidium amansii*, *Chondrus ocellatus*, *Symphyocladia latiuscula*, *Pachymeniopsis elliptica*가 비교적 넓은 범위에 걸쳐서 분포했고, 특히 *P. elliptica*는 직접 외해로 먼 수심 100~200 cm 부근에서는 높은 피도로 출현했다. *Undaria pinnatifida*는 하부에서만 출현했다. 종조성의 유사도에 기초를 둔 집괴 분석 결과 유사도 20% 수준에서 *Enteromorpha* spp.로 대표되는 상부와 *S. fulvellum* 및 *S. thunbergii*에 의해 대표되는 중부, 그리고 *G. amansii*, *P. elliptica*, *C. ocellatus* 등 홍조식물과 *U. pinnatifida*에 의해 우점되는 하부의 3구역으로 구분이 가능했다 (Fig. 5). 그러나, 이들 우점종들의 구역간의 중복 분포로 그 경계는 불분명하여 명확한 대상분포 및 층위별 특정종의 인식은 어려웠다 (Fig. 6).

여름은 상부에서는 봄과 마찬가지로 *Ulva pertusa*, *Sargassum fulvellum*과 *S. thunbergii*가 높은 우점도로 분포하고, 중부에서는 *Hypnea charoides*와 *Carpopeltis crispata*가, 하부에서는 *Pachymeniopsis elliptica*와 *Caulerpa okamurae*가 각각 우점하였다. 상부의 넓은 범위가 *U. pertusa*로 점유되는데 비해 중·하부는 *P. elliptica*가 광범위하게 분포했다 (Fig. 3). 대략 유사도 30% 수준에서 상부, 중부, 하부의 3구역으로 구분되어 (Fig. 5), 봄에 비하여 구역간 종조성의 차이 및 우점종의 대상 분포 현상도 보다 분명하였다 (Fig. 6).

가을은 상부, 중부에서 *Ulva pertusa*의 피복율의 증가가 현저하였고, 중부 및 하부에서는 *Hypnea charoides*와 *Caulerpa okamurae*가 우점하였다 (Fig. 3). 또한 *Neorhodomela aculeata*가 상부에서 상대적 우점종으로 재출현했다. 전체적으로 상부와 하부의 2개 군으로 나뉘어졌다 (Fig. 6). Kim and Lee (1981)는 외해로부터 보호되어 있는 지역 (sheltered area)에서 *U. pertusa*와 *Enteromorpha compressa*등이 주로 풍부하다고 보고한 바 있다. 이 연구에서도 *U. pertusa*가 조간대에서 우점하는데, 이것은 이 조사지점이 외해에는 접해있지만 군데군데 발달된 큰 암반의 돌출로 인하여 부분적으로 외해로부터 보호되어 있는 지형적 특징을 반영했다고 볼 수 있다. 또한 Lee et al. (1975)는 남해안 광양만에서 *U. pertusa*가 3월에 조체가 가장 크

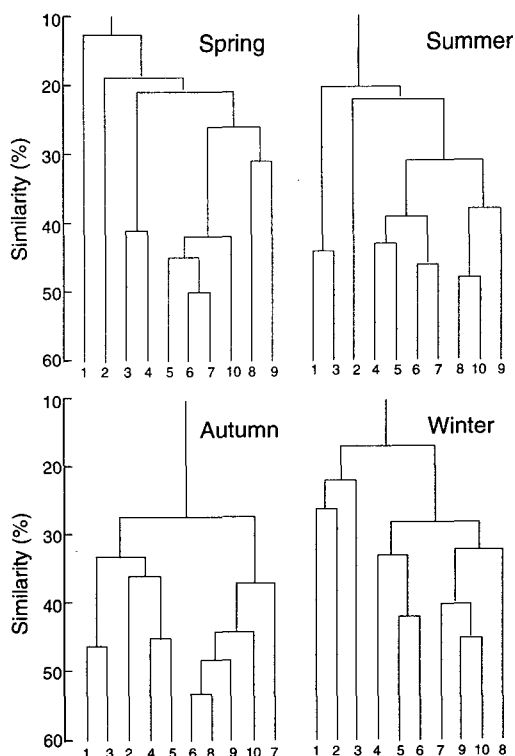


Fig. 5. Dendrograms produced by UPGMA for cluster analysis of the ten quadrats in each season.

고, 5월에 가장 높은 현존량을 나타냈다고 하였으나 이 조사에서는 Lee and Chang (1989)의 서해안에서의 보고와 마찬가지로 봄보다는 여름과 가을에 뚜렷한 현존량의 증가를 보였다. 이것은 조사지역의 환경요인, 즉 수온 및 일사량과 무관하지 않을 것으로 생각된다. Quadir et al. (1979)은 조간대에 서식하고 있는 *Fucus distichus*, *Ulva fenestrata*, *Iridaea cordata*의 세 종을 이용하여 해수에 잠겼을 때와 노출되었을 때에 광합성량과 호흡량을 측정하고, 노출지속시간에 따른 순광합성량을 측정하는 실험을 시행하였다. 이 연구 결과 *U. fenestrata*의 순광합성량은 *Fucus*보다는 낮고, *Iridaea*보다는 높아 두 해조의 중간값을 보였으며, *Ulva*의 순광합성량은 *Iridaea*에 비해 3배 정도나 커서 약 70%의 건조에도 여전히 양의 순광합성을 보임을 밝혔다. 또한 Beer and Eshel (1983)은 이스라엘산 *Ulva* sp.가 약 20%의 수분을 잃어도 지속적인 광합성을 할 수 있음을 지적한 바 있다. 따라서 이런 관점에서 볼 때 여름과 가을의 상·중부층에 높은 현

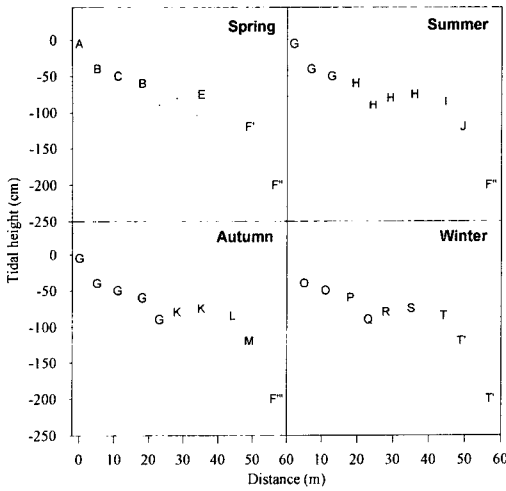


Fig. 6. Distributional pattern of quadrats in relation to tidal height and distance from shore. (A, *Enteromorpha*; B, *Sargassum*; C, *Cladophora-Enteromorpha*; D, *Chondrus*; E, *Gelidium-Ulva*; F, *Pachymeniopsis-Undaria*; F', *Pachymeniopsis-Symphyocladia*; F'', *Pachymeniopsis-Sargassum*; G, *Ulva*; H, *Ulva-Carpopeltis-Hypnea*; I, *Symphyocladia-Caulerpa-Gigartina*; J, *Grateloupia-Pachymeniopsis*; K, *Hypnea*; L, *Caulerpa-Gigartina*; M, *Carpopeltis*; N, *Neorhodomela*; O, *Monostroma*; P, *Scytosiphon*; Q, *Ulva-Chondrus*; R, *Chondrus-Scytosiphon*; S, *Grateloupia*; T, *Symphyocladia*; T', *Symphyocladia-Chondrus*)

존량으로 출현하는 *U. pertusa*의 분포적 특징은 기온 및 일사량과 관련된 건조의 내성에 대한 이 종의 생리적 특징과도 관계가 있는 것으로 생각된다.

겨울은 *Ulva pertusa*의 쇠퇴가 두드러지면서 상부에 *Monostroma grevillei*와 *Capsosiphon fulvescens*가 새로운 우점종으로 출현하였고, *Neorhodomela aculeata*는 상부에서 폭넓게 분포역을 확대하였다 (Fig. 3). 특히, *M. grevillei*는 겨울철에 일시적으로 급격히 증가하였다가 곧 소멸되었다. 이것은 서해안 태안반도에서의 이 종이 3~5월에 조간대 하부에서 단기간 번무 후 소멸한다는 Lee and Chang (1989)의 보고와는 달리 아마도 이 지역에 세력을 미치는 한, 난류의 영향으로 생각된다. 하부는 *Chondrus ocellatus*와 *Symphyocladia latiuscula*에 의해 우점되어 전체적으로 유사도 20% 수준에서 상·하부의 인식이 가능했다 (Fig. 5).

조사지역의 수직분포양상을 종합해보면 계절에 따

라 우점종이 바뀌면서 그들의 번무 또는 쇠퇴에 따라서 분포역의 확대 및 축소가 수반되고, 4계절동안 우점하고 있는 해조류와 이들이 서식하고있는 조위와 관련지어 볼 때, 여름에는 대략 3개의 군으로, 가을과 겨울에는 2개의 군으로 나누어진다 (Fig. 6). 4계절을 종합해 볼 때, 상·중부쪽에서는 대체로 녹조식물 (*Monostroma grevillei*, *Capsosiphon fulvescens*, *Ulva pertusa*, *Enteromorpha compressa*)과 갈조식물 (*Sargassum fulvellum*, *S. thunbergii*)이, 하부쪽에는 홍조식물 (*Gelidium amansii*, *Chondrus ocellatus*, *Symphyocladia latiuscula*, *Grateloupia okamurae*, *Pachymeniopsis elliptica*)들이 우점하여 분포했다. 이러한 결과는 동해 연안에 대한 다른 연구자들 (Lee et al., 1984; Lee and Oh, 1986)의 결과와 그 경향성을 같이 한다.

해조류의 성장, 성숙 및 분포는 복합적인 여러 요인에 의해 영향을 받는데 (Lobban and Harrison, 1994), Dring (1982)은 주로 수온과 일장이 해조류의 성숙에 영향을 끼치는 요소로 작용하고, Dawes (1981)는 기질, 파도의 작용, 영양염의 조성같은 요인들이 해조류의 수직, 수평적 분포에 중요하게 영향을 끼친다고 지적한 바 있다. 또한 Koh and Sung (1983)은 동해안의 오후리에서 해조류의 분포에 영향을 끼치는 중요한 요소는 광도라고 보고하였으며, Nam (1986)은 조하대 해조에 있어서 역시 빛의 증감과 기질의 요소를 강조하였다. Koh et al. (1989)은 해조류의 수직분포에 영향을 끼치는 가장 중요한 요소는 파도의 작용이라고 생각하였다. 그러나 이 조사지역의 수직분포의 계절적 변화는 위에서 언급한 여러 조사결과로 미루어 볼 때 수온이 중요한 제한요인으로 생각되며, 계절별 조위의 변화 및 일사량의 변화와 관련된 건조에 대한 해조류의 내성도 여기에 관여하는 것으로 생각된다.

요 약

동해안 저서 해조 군집의 시공간적 특성을 구명하기 위하여 경북 영일군 대보면 구만리에서 line transect를 따라서 방형구법에 의해 1995년 7월부터 1996년 6월까지 계절별로 정성, 정량적인 연구가 수행되었다. 그 결과, 2 미기록종 *Pikea californica*, *Pulvinia*

*epiphytica*을 포함하여 총 144종이 동정 분류되었으며 (남조식물 5종, 녹조식물 18종, 갈조식물 20종, 홍조식물 101종), 계절별로는 가을에 제일 많은 종 (92종)이 관찰되었다. 우점종으로 *Ulva pertusa*, *Gelidium amansii*, *Symphycloadia latiuscula* 3종이 비교적 높은 피도와 빈도로 연중 출현하였고, 계절별 우점종은 봄의 경우 *Sargassum thunbergii*, 여름과 가을에는 *U. pertusa*, 겨울에는 *Chondrus ocellatus*와 *Monostroma grevillei*로 나타났다. 연평균 현존량은 185.8 g/m²으로 봄에 267.3 g/m²으로 가장 높은 값을 보였고, 가을에 93.7 g/m²으로 가장 낮은 값을 보였다. 또한 종다양도 및 균등도는 봄에 제일 높은 값을 나타냈고, 겨울에 가장 낮은 값을 보였다. 수직분포에서는 계절에 따라 우점종이 바뀌면서 그들이 번무 또는 쇠퇴와 더불어 분포역의 확대 및 축소가 수반되었고, 계절에 따라서 유사도 20~30% 수준에서 상부와 하부, 또는 상부, 중부, 하부로 3개의 분포역의 구분이 가능했다. 4계절을 종합해 볼 때, 상부, 중부쪽에서는 대체로 녹조식물 (*M. grevilli*, *Capsosiphon fulvescens*, *U. pertusa*, *Enteromorpha compressa*)과 갈조식물 (*Sargassum fulvellum*, *S. thunbergii*)이, 하부쪽에는 홍조식물 (*G. amansii*, *C. ocellatus*, *S. latiuscula*, *Grateloupia okamurae*, *Pachymeniopsis elliptica*)들이 우점하여 분포했다. 이 지역의 해조군집은 계절과 여러 환경 요인에 따라 다양하게 변하는데, 특히 수직분포의 계절적 변화는 일차적으로 수온과 깊은 관계가 있고, 또한 계절별 조위 변화 및 일사량의 변화에 따른 해조류의 건조에 대한 내성도 여기에 관여 하는 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- Atobe, S and Y. Saito. 1974. Phytosociological study of the intertidal marine algae. III. Effect of wave action on algal zonation. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 24, 133~138.
- Beer, S. and A. Eshel. 1983. Photosynthesis of *Ulva* sp. 1. Effects of desiccation when exposed to air. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 70, 91~97.
- Boo, S.M. 1985. Vertical distribution patterns of the intertidal algal community on a Kangreung rocky shore, east coast of Korea. Proc. Natur. Sci. Res. Inst. KACN, 1, 46~53 (in Korean).
- Boo, S.M. 1987. Distribution of marine algae from shore area of Kangwon province. Korean J. Phycol., 2, 223~235 (in Korean).
- Boo, S.M. and I.K. Lee. 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.
- Brattström H. 1980. Rocky-shore zonation in the Santa Marta area, Colombia. Sarsia, 65, 163~226.
- Cheney, D.P. 1977. R & C/P-A new and improved ratio for comparing seaweed floras. Suppl. J. Phycol., 13, 129.
- Chihara, M. and M. Yoshizaki. 1970. Marine algal flora and communities along the coast of the Tsushima Islands. Mem. Nat. Sci. Museum, 3, 143~158.
- Chung, H., H.J. Lee and I.K. Lee. 1991. Vertical distribution of marine algae on a Gallam rocky shore of the mid-east coast of Korea. Korean J. Phycol., 6, 55~67.
- Dawes, C.J. 1981. Marine Botany. John Wiley & Sons, New York, 628pp.
- Dring, M.J. 1982. The Biology of Marine Plants. Edward Arnold, London, 199pp.
- Druhl, L.D. 1966. Vertical distribution of some benthic marine algae in British Columbia Inlet, as related to some environmental factors. J. Fish. Res. Bd. Canada., 24, 3~46.
- Feldmann, J. 1937. Recherches sur la vegetation marine de la Mediterranee. Rev. Alg., 10, 1~340 (in French).
- Hom, M.H., S.N. Murray and R.R. Seapy. 1983. Seasonal structure of a central California rocky intertidal community in relation to environmental variations. Bull. Southern California Acad. Sci., 82, 79~84.
- Kang, J.W. 1966. On the geographical distribution of marine algae in Korea. Bull. Pusan Fish. Coll., 7, 1~125.

- Kang, J.W. and C.H. Park. 1969. Marine algae of Dok-do (Liancourt Rocks) in the Sea of Japan (1). Bull. Pusan Fish. Coll., 9, 53~64.
- Kapraun, D.F. 1980. Summer aspects of algal zonation on a Texas Jetty in relation to wave exposure. Mar. Sci., 23, 101~109.
- Kim, E., H.B. Lee and I.K. Lee. 1986. Marine algal vegetation of Samchonpo, south coast of Korea. Korean J. Bot., 29, 175~183 (in Korean).
- Kim, H.S., I.K. Lee, C.H. Koh, I.H. Kim, Y.B. Suh and N.K. Sung. 1983. Studies on marine benthic communities in inter- and subtidal zone. I. Analysis of benthic community structure at Aninjin, east coast of Korea. Proc. Coll. Natur. Sci., SNU, 8, 71~78 (in Korean).
- Kim, Y.H. 1983. An ecological study of algal communities in intertidal zone of Korea. Ph.D. Thesis SNU, 175 pp.
- 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. and J.H. Lee. 1980. A study on the marine algae at the coast of Kori nuclear power plant. I. Variation of algal community during 1977~1978. Korean J. Bot., 23, 3~10 (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 (in Korean).
- Kim, Y.H., J.H. Lee and C.S. Rho. 1980. On the Marine algae in Onsan area, east coast of Korea 2. Seasonal variation. Korean J. Bot., 23, 61~67 (in Korean).
- KMA. 1995. Monthly Weather Report. Korea Meteorological Administration (KMA) (in Korean).
- KMA. 1996. Monthly Weather Report. Korea Meteorological Administration (KMA) (in Korean).
- Koh, C.H. 1983. Community structure and productivity of phytobenthos in Juckdo (eastern coast of Korea). II. Seasonal changes of algal vegetation in relation to annual growth of large brown algae. Korean J. Bot., 26, 181~190 (in Korean).
- Koh, C.H., S.H. Oh, N. Sung, I. Ahn and Y.C. Kang. 1989. Algal zonation and seasonality in subtidal area of a wave exposed coast at Ohori, east coast of Korea. Korean J. Phycol., 4, 171~182.
- Koh, C.H. and N. Sung. 1983. Community structure and productivity of phytobenthos in Juckdo (eastern coast of Korea). I. Benthic marine algal vegetation and its environment. Korean J. Bot., 26, 119~130 (in Korean).
- 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).
- 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.
- Lee, H.B. and Y.S. Oh. 1986. A summer algal vegetation in Youngil Bay, eastern coast of Korea. Korean J. Phycol., 1, 225~240 (in Korean).
- Lee, I.K. and S.M. Boo. 1984. A summer maine algal flora in Keomundo Islands, southern coast of Korea. Rep. Surv. Natur. Environ. Korea, 4, 207~230 (in Korean).
- Lee, I.K., Y.H. Kim, J.H. Lee and S.W. Hong. 1975. A study on the marine algae in the Kwang Yang Bay. 1. The seasonal variation of algal community. Korean J. Bot., 18, 109~121 (in Korean).
- Lee, I.K. and Y.H. Kim. 1977. A study on the marine algae in the Kwang Yang Bay. 3. The marine algal flora. Proc. Coll. Natur. Sci. SNU, 32, 113~153.
- Lee, I.K., H.S. Kim, C.H. 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 intertidal and subtidal zones. II. Quantitative and qualitative analysis of the community structure in south-eastern coast Korea. Proc. Coll. Natur. Sci. SNU, 9, 71~126 (in Korean).

- Lee, I.K. and H.B. Lee. 1982. A study on the algal vegetation in Garolim Bay, western coast of Korea. Rep. KACN, 4, 325~337 (in Korean).
- Lee, J.W. and H.B. Lee. 1988. A floristic study on marine benthic algae of Yongil Bay and adjacent areas, eastern coast of Korea. Korean J. Phycol., 2, 165~182 (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 I. An intertidal marine benthic algal community at Sokcho. Korean J. Phycol., 8, 67~75.
- Lewis, J.R. 1964. The Ecology of Rocky Shores. Hoddler and Stoughton, xii+323pp.
- Lobban, C.S. and P. J. Harrison 1994. Seaweed Ecology and Physiology. Cambridge Univ. Press. Cambridge, 366 pp.
- 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).
- NFRDA. 1995. Weekly Forecasting Report of Oceanographic the Variation, National Fisheries Research Development Agency (NFRDA), Vol. 25~52 (in Korean).
- NFRDA. 1996. Weekly Forecasting Report of Oceanographic the Variation, National Fisheries Research Development Agency (NFRDA), Vol. 1~32 (in Korean).
- Noda, M. 1966. Marine algae of north-eastern China and Korea. Sci. Rep. Niigata Univ., 3, 19~85.
- OHAROK. 1995. Tide Tables Volume 1. Office of Hydrographic Affairs Republic of Korea (OHAROK), 13~15 (in Korean).
- OHAROK. 1996. Tide Tables Volume 1. Office of Hydrographic Affairs Republic of Korea (OHAROK), 13~15 (in Korean).
- Okamura, K. 1915a. On the marine algae of the east coast of Chosen. I. Bot. Mag. Tokyo, 29, 28~29 (in Japanese).
- Okamura, K. 1915b. On the marine algae of the east coast of Chosen. II. Bot. Mag. Tokyo, 29, 205~207 (in Japanese).
- Okamura, K. 1917. On the marine algae of the east coast of Chosen. III. Bot. Mag. Tokyo, 31, 76~78 (in Japanese).
- Quadir, A., P.J. Harrison and R.E. DeWreede. 1979. The effects of emergence and submergence on the photosynthesis and respiration of marine macrophytes. Phycologia, 18, 83~88.
- 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.
- Saito, Y., K. Taniguchi, S. Atobe and S. Nakamura. 1971. Phytosociological study of the intertidal marine algae. III. The algal communities on the vertical substratum face on several directions. Jap. J. Ecol., 20, 230~232.
- Seapy, R.R. and M.M. Littler. 1979. The distribution, abundance, community structure, and primary productivity of microorganisms from two central California rocky intertidal habitats. Pac. Sci., 32, 293~314.
- Segawa, S. 1957. Coloured Illustrations of the Seaweeds of Japan. Hoikusha, Japan, 175 pp.
- Sneath, P.H.A. and R.R. Sokal. 1973. Numerical Taxonomy. W.H. Freeman, Sanfrancisco, 573 pp.
- Sohn, C.H. 1987. Phytogeographical characterization and quantitative analysis of algal communities in Korea. Ph.D. Thesis CNU, 111pp (in Korean).
- Sohn, C.H., I.K. Lee and J.W. Kang. 1982. Benthic marine algae of Dolsan Island in the southern coast of Korea I. Publ. Inst. Mar. Sci. Nat. Fish. Univ. Busan, 14, 37~50 (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).
- Song, C.B. 1986. An ecological study of the intertidal macroalgae in Kwangyang Bay, southern coast of Korea. Korean J. Phycol., 1, 203~223 (in Korean).
- Taniguti, M. 1962. Phytosociological Study of Ma-

- rine Algae in Japan. Tokyo, 130 pp.
- Taniguti, M. 1983a. The distribution theory of marine algal vegetation the Far East. *Med. Biol.*, 107, 205~210.
- Taniguti, M. 1983b. The vegetation area of the marine algae in the Far East, Asia. *Bull. Fac. Edu., Mie Univ.*, 34, 29~33 (in Japanese).
- Taniguti, M. 1984. Phytosociology of marine algae in the Far East. *Bull. Far. Edu., Mie Univ.*, 35, 77~80 (in Japanese).
- Trainor, F.R. 1978. *Introductory Phycology*. John Wiley & Sons, Inc. New York, 525pp.
- 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.
- Yoon, M.Y. and S.M. Boo. 1991. Flora and zonation of marine plants at the littoral area Sapsido Island on the Yellow Sea of Korea. *Korean J. Phycol.*, 6, 145~156 (in Korean).
- Wildowson, T.B. 1965. A survey of the distribution of intertidal algae along a coast transitional in respect to salinity and tidal factors. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 22, 1425~1454.
-
- 1996년 8월 3일 접수
1996년 9월 6일 수리