

백령도 해조군집의 종조성과 생물량

백재민¹ · 황미숙¹ · 이재완² · 이육재^{3*} · 김종인²

(¹해조류연구센터, ²청주대학교 생명과학전공, ³제주생물종다양성연구소)

The Macroalgal Community of Bagryoungdo Island in Korea

Jae Min Baek¹, Mi Sook Hwang¹, Jae Wan Lee², Wook Jae Lee^{3*} and Jong In Kim²

¹Seaweed Research Center, South Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Mokpo 530-831, Korea

²Department of Life Science, Cheongju University, Cheongju 360-764, Korea

³Jeju Biodiversity Research Institute, HiDI, Jeju 690-121, Korea

The seasonal change of algal flora and intertidal community structures of Bagryoungdo Island was investigated at Dumujin from February to November 2006. The description of subtidal algal community was made in October by Scientific SCUBA-diving. The total of 43 species, including 6 Chlorophytes, 6 Phaeophytes, 29 Rhodophytes and 2 sea grasses were identified in this survey. The occurrence of species according to season, listed as follows, 26 species in winter, 34 in spring, 18 in summer and 18 in autumn. Three species, *Laminaria japonica*, *Neorhodomela aculeata* and *Ulva pertusa* were dominant. The algal zonation of intertidal zone was figured out by *Porphyra* spp., *Gloiopeltis furcata*, *Caulacanthus okamurae*, *Gelidium divaricatum* - *Neorhodomela aculeata*, *Enteromorpha compressa* - *Ulva pertusa*, *Dumontia simplex*, *Laminaria japonica* from upper to lower zone. The zonation of subtidal zone was figured out by *Ulva pertusa* - *Laminaria japonica* - *Zostera marina* (sea grass), crustacean red algal population in autumn. The average of biomass of macroalgae was measured as 119.4 g · dry wt/m².

Key Words: algal flora, Bagryoungdo Island, community, intertidal zone, seasonal change, zonation

서 론

한국 서해안의 해조류에 대한 연구는 Kang(1966)의 연구에서 104종이 보고된 이래 주로 구계론적인 연구가 수행되어 왔으나, 그 후 이를 기초로 하여 점차 군집의 구조를 밝히는 생태학적 연구로 접근되어 왔다. 이와 같은 연구들에서는 주로 Taniguti(1962) 및 Saito와 Atobe(1970)가 이용한 방형구법으로 식생 구성 종들의 피도와 빈도를 조사하여 군집의 우점종, 수직분포 및 현존량 변화를 규명하였으며, 다변량 분석, 중간 상관관계, 종다양성 분석 및 배열법 등으로 해조군집에 대한 새로운 생태학적 연구 방향을 모색하기도 하였다.

서해에 위치한 백령도의 해조류에 대한 연구보고는 이(1973)의 하계 백령도 해조목록, 이 등(1987)의 대청군도의 해조상 및 환경부(2000)의 제2차 전국 자연환경조사가 있다.

그 중 이(1973)는 백령도의 4개 지점에서 남조류 2종, 녹조류 7종, 갈조류 20종, 홍조류 48종을 포함하여 총 77종에 대한 간략한 종 기재와 함께 하계 해조상을 기록하였다. 또한 이 등(1987)은 하계에 백령도의 두무진에서 녹조류 5종, 갈조류 19종, 홍조류 35종으로 총 59종의 해조상을 보고한 바 있다. 제2차 전국 자연환경조사(환경부 2000)는 춘계에 이루어졌으며 물범바위 및 형제바위에서 녹조류 2종, 갈조류 10종, 홍조류 14종, 해산 종자식물 1종의 총 27종이 보고되었다.

백령도에 대한 기존의 해조류 생육조사 연구는 춘계 또는 하계에만 국한되어 수행되었기 때문에 계절별로 변화되는 분포 특성은 파악하지 못하였다. 따라서 본 연구에서는 백령도의 해조군집을 대상으로 하여 계절에 따른 종 조성, 우점종, 피도, 수직분포, 생물량 등을 비교분석함으로써 해조상과 군집의 특성을 파악하고 계절적 변화양상을 밝히고자 하였다.

*Corresponding author (algae@jejuhidi.or.kr)

Table 1. Number of algal and sea grass species collected at Dumujin in Bagyoungdo Island

Taxa \ Seasons	Winter	Spring	Summer	Autumn	Total
Chlorophyta	5	5	4	3	6
Phaeophyta	4	5	2	2	6
Rhodophyta	15	22	10	11	29
Sea grass	2	2	2	2	2
Total	26	34	18	18	43

재료 및 방법

본 연구에서는 백령도 두무진 지역에서 2006년 2월부터 2006년 11월까지 계절별로 조간대 조사를 수행하였으며 2006년 10월에 Scientific SCUBA-diving으로 조하대 조사를 수행하였다. 해조상 조사를 위하여 채집된 시료는 현장에서 5-10% 포르말린-해수용액으로 고정하여 실험실로 운반하였으며, 고정된 재료 중 일부는 건조표본을 제작하였고 동정 작업 중 내부구조를 관찰하기 위해서 박편절단기를 사용하거나 수동으로 절편을 만들어 1% 아닐린블루 수용액으로 염색한 후 검경하였다. 출현 종 목록은 녹조류, 갈조류, 홍조류 및 해산 종자식물에 국한하여 작성하였으며 해조상 특성을 파악하기 위하여 R/P 값(Feldmann 1937) 및 (R+C)/P 값(Cheney 1977)을 이용하였다.

해조류 군집조사는 조간대 상부에서 하부까지 설치한 line transect를 따라 10 cm × 10 cm의 소방형구 25개로 나누어진 50 cm × 50 cm의 대방형구를 연속적으로 옮겨 놓으며 출현종의 피도와 빈도를 조사하였다(Saito and Atohe 1970). 우점종은 중요도 값(Importance Value: IV)을 근거로 정하였으며, 중요도 값은 야외 조사에서 얻어진 출현종의 빈도와 피도 값을 이용하여 계산하였다(Barbour et al. 1987; 이 등 1997; 손 등 2007).

군집의 생물량을 조사하기 위하여 조간대 상, 중, 하부에 50 cm × 50 cm의 대방형구를 각각 3개씩 설치하고, 방형구 내에 출현하는 모든 해조류를 전량 채취하여 현장에서 5-10% 포르말린-해수로 고정하여 실험실로 운반하였다. 운반된 시료들은 담수로 충분히 씻어 모래, 암석 등 잡물을 제거한 다음 은박지 봉투에 넣어 105°C에서 48시간 동안 완전히 건조시킨 후에 전자저울을 이용하여 건물량을 측정하고 이를 단위 면적당(m²) 중량으로 환산하였다(이 등 1997).

결 과

출현종 수

백령도 두무진에서 채집 동정된 해조류는 녹조류 6종, 갈

Table 2. The flora of algae and sea grass at Dumujin in Bagyoungdo Island

Taxa \ Seasons	Winter	Spring	Summer	Autumn
Chlorophyta				
<i>Bryopsis plumosa</i>	+			
<i>Enteromorpha compressa</i>	+	+	+	+
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	+	+	+	
<i>Enteromorpha linza</i>	+	+	+	+
<i>Ulva pertusa</i>	+	+	+	+
<i>Monostroma</i> sp.		+		
Phaeophyta				
<i>Dictyopteris divaricata</i>	+	+		
<i>Colpomenia bullosa</i>	+			
<i>Scytosiphon lomentaria</i>		+		
<i>Leathesia difformis</i>		+		
<i>Laminaria japonica</i>	+	+	+	+
<i>Sargassum thunbergii</i>	+	+	+	+
Rhodophyta				
<i>Porphyra seriata</i>	+	+		
<i>Porphyra yezoensis</i>	+	+		
<i>Gelidium amansii</i>	+	+	+	+
<i>Gelidium divaricatum</i>	+	+	+	+
<i>Pterocladia tenuis</i>	+			
<i>Corallina pilulifera</i>	+	+	+	
<i>Carpopeltis affinis</i>		+	+	
<i>Grateloupia prolongata</i>	+	+		
<i>Grateloupia turuturu</i>				+
<i>Halymenia acuminata</i>				+
<i>Gloiopeltis furcata</i>	+	+		+
<i>Gloiosiphonia capillaris</i>		+		
<i>Caulacanthus okamurae</i>			+	+
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	+		+	+
<i>Chondrus ocellatus</i>		+	+	
<i>Lomentaria catenata</i>	+			
<i>Lomentaria hakodatensis</i>		+		
<i>Ceramium boydenii</i>	+	+		
<i>Ceramium</i> sp.	+			
<i>Acrosorium polyneurum</i>		+	+	
<i>Acrosorium yendoi</i>		+		
<i>Phycodris fimbriata</i>		+		+
<i>Dasya</i> sp.		+		
<i>Chondria crassicaulis</i>		+		+
<i>Chondria dasyphylla</i>		+		
<i>Laurencia intermedia</i>	+	+		
<i>Neorhodomela aculeata</i>	+	+	+	+
<i>Polysiphonia morrowii</i>	+	+		
<i>Symphyocladia latiuscula</i>		+	+	+
Sea grass				
<i>Phyllospadix iwatensis</i>	+	+	+	+
<i>Zostera marina</i>	+	+	+	+

조류 6종, 홍조류 29종 및 해산 종자식물 2종으로 총 43종이었다. 계절별로는 겨울 26종, 봄 34종, 여름 18종 그리고 가을 18종이 각각 출현하였으며, 계절별 출현종의 비율은 겨울

Table 3. The seasonal change of R/P and (R+C)/P at Dumujin in Bagryoungdo Island

Ratio\Seasons	Winter	Spring	Summer	Autumn	Average
R/P	3.8	4.4	5.0	5.5	4.8
(R+C)/P	5.0	5.4	7.0	7.0	5.8

Table 4. The algal community structure of intertidal zone at Dumujin in Bagryoungdo Island in winter

Species	Relative Coverage	Relative Frequency	Importance Value
<i>Laminaria japonica</i>	39.4	23.4	31.4
<i>Gloiopeltis furcata</i>	17.3	23.4	20.3
<i>Ulva pertusa</i>	16.5	14.5	15.5
<i>Neorhodomela aculeata</i>	15.7	11.7	13.7
<i>Dumontia simplex</i>	3.1	8.9	6.0
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	2.4	7.5	4.9
<i>Sargassum thunbergii</i>	3.1	6.1	4.6
<i>Gelidium divaricatum</i>	1.6	2.3	2.0
<i>Porphyra</i> spp.	0.8	2.3	1.6
Total	100	100	100

61%, 봄 79% 그리고 여름과 가을 42%로서 봄에 가장 풍부하였다(Tables 1, 2).

계절별 R/P와 (R+C)/P 값 비교

해조상의 지소적 특성을 표현하는 지표로 사용되어 온 R/P 값은 홍조류와 갈조류의 출현종 수에 의해 표시되는 것으로서 겨울, 봄, 여름 그리고 가을에 각각 3.8, 4.4, 5.0 및 5.5 값을 보였으며 전 계절 동안 확인된 종에 근거한 값은 4.8이었다. 또한 (R+C)/P 값은 계절별로 각각 5.0, 5.4, 7.0 및 7.0을 나타내었고 전 계절 동안 확인된 종에 근거한 값은 5.8이었다(Table 3).

우점종

조간대에 출현한 해조류의 중요도 값을 산출한 결과, 겨울에 중요도가 가장 높은 종은 다시마(*Laminaria japonica*)로서 31.4이었고, 그 다음으로는 불등풀가사리(*Gloiopeltis furcata*), 구멍갈파래(*Ulva pertusa*) 및 새빨간검둥이(*Neorhodomela aculeata*)가 각각 20.3, 15.5 및 13.7의 중요도 값을 나타내었다(Table 4). 봄에는 다시마(*L. japonica*)가 27.5로 우점하였으며, 이어서 새빨간검둥이(*N. aculeata*)가 23.3, 불등풀가사리(*G. furcata*)가 16.7 그리고 납작파래(*Enteromorpha compressa*)가 15.3을 나타내었다(Table 5). 여름에는 새빨간검둥이(*N. aculeata*)가 27.4로 우점하였으며, 이어서 구멍갈파래(*U. pertusa*)가 22.1, 다시마(*L. japonica*)가 20.8의 순이었다(Table 6). 가을에는 구멍갈파래(*U. pertusa*)가 29.4로 우점

Table 5. The algal community structure of intertidal zone at Dumujin in Bagryoungdo Island in spring

Species	Relative Coverage	Relative Frequency	Importance Value
<i>Laminaria japonica</i>	33.0	22.0	27.5
<i>Neorhodomela aculeata</i>	24.2	22.4	23.3
<i>Gloiopeltis furcata</i>	9.9	23.4	16.7
<i>Enteromorpha compressa</i>	18.3	12.2	15.3
<i>Corallina pilulifera</i>	3.7	7.3	5.5
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	2.2	4.9	3.5
<i>Ulva pertusa</i>	2.2	2.4	2.3
<i>Porphyra</i> spp.	1.5	2.9	2.2
<i>Undaria pinnatifida</i>	3.7	0.0	1.8
<i>Dumontia simplex</i>	1.5	2.0	1.7
<i>Ceramium boydenii</i>	0.0	0.5	0.2
Total	100	100	100

Table 6. The algal community structure of intertidal zone at Dumujin in Bagryoungdo Island in summer

Species	Relative Coverage	Relative Frequency	Importance Value
<i>Neorhodomela aculeata</i>	30.6	24.1	27.4
<i>Ulva pertusa</i>	28.0	16.3	22.1
<i>Laminaria japonica</i>	26.6	15.1	20.8
<i>Caulacanthus okamurae</i>	2.7	28.9	15.8
<i>Sargassum thunbergii</i>	9.3	11.4	10.4
<i>Enteromorpha linza</i>	1.3	2.4	1.9
<i>Enteromorpha compressa</i>	1.3	0.0	0.7
<i>Gelidium divaricatum</i>	0.1	0.6	0.4
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	0.0	0.6	0.3
<i>Carpopeltis affinis</i>	0.0	0.6	0.3
Total	100	100	100

Table 7. The algal community structure of intertidal zone at Dumujin in Bagryoungdo Island in autumn

Species	Relative Coverage	Relative Frequency	Importance Value
<i>Ulva pertusa</i>	28.5	30.3	29.4
<i>Neorhodomela aculeata</i>	26.9	19.0	23.0
<i>Gelidium divaricatum</i>	20.4	23.8	22.1
<i>Gloiopeltis furcata</i>	12.4	14.0	13.2
<i>Carpopeltis affinis</i>	5.1	4.8	4.9
<i>Laminaria japonica</i>	3.6	3.4	3.5
<i>Halymenia acuminata</i>	3.0	2.8	2.9
<i>Chondrus ocellatus</i>	0.1	1.1	0.6
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	0.0	0.6	0.3
<i>Grateloupia turuturu</i>	0.1	0.3	0.2
Total	100.0	100.0	100.0

Table 8. Dominant and subdominant species in intertidal zone at Dumujin in Bagryoungdo Island

	Winter	Spring	Summer	Autumn
Dominant Species	<i>Laminaria japonica</i>	<i>Laminaria japonica</i>	<i>Neorhodomela aculeata</i>	<i>Ulva pertusa</i>
Subdominant Species	<i>Gloiopeltis furcata</i> <i>Ulva pertusa</i> <i>Neorhodomela aculeata</i>	<i>Neorhodomela japonica</i> <i>Gloiopeltis furcata</i> <i>Enteromorpha compressa</i>	<i>Ulva pertusa</i> <i>Laminaria japonica</i>	<i>Neorhodomela aculeata</i> <i>Gelidium divaricatum</i> <i>Gloiopeltis furcata</i>

Table 9. The zonation of algal community at intertidal zone at Dumujin in Bagryoungdo Island

	Winter	Spring	Summer	Autumn
Upper	<i>Porphyra</i> spp. <i>Gloiopeltis furcata</i>	<i>Porphyra</i> spp. <i>Gloiopeltis furcata</i>	<i>Caulacanthus okamurae</i>	<i>Gloiopeltis furcata</i> <i>Gelidium divaricatum</i>
Middle	<i>Neorhodomela aculeata</i> <i>Enteromorpha compressa</i>	<i>Neorhodomela aculeata</i> <i>Enteromorpha compressa</i>	<i>Neorhodomela aculeata</i> <i>Enteromorpha compressa</i>	<i>Neorhodomela aculeata</i> <i>Enteromorpha compressa</i>
Lower	<i>Ulva pertusa</i> <i>Laminaria japonica</i>	<i>Dumontia simplex</i> <i>Laminaria japonica</i>	<i>Ulva pertusa</i> <i>Laminaria japonica</i>	<i>Ulva pertusa</i> <i>Laminaria japonica</i>

하고 있었으며, 새빨간검둥이(*N. aculeata*)가 23.0, 애기우뭇가사리(*Gelidium divaricatum*)가 22.1의 순이었다(Table 7). 이들 결과를 종합하여 볼 때, 백령도 두무진의 우점종은 다시마(*L. japonica*), 새빨간검둥이(*N. aculeata*) 및 구멍갈파래(*U. pertusa*)였으며 준우점종은 불등풀가사리(*G. furcata*), 애기우뭇가사리(*G. divaricatum*) 및 납작파래(*E. compressa*)였다(Table 8).

수직분포

조간대 해조군집의 수직분포는 계절별로 변화를 보였다. 조간대 상부에는 김류(*Porphyra* spp.)(겨울, 봄), 불등풀가사리(*G. furcata*)(겨울, 봄, 가을), 애기가시덤불(*Caulacanthus okamurae*)(여름) 및 애기우뭇가사리(*G. divaricatum*)(가을), 조간대 중부에는 새빨간검둥이(*N. aculeata*)와 납작파래(*E. compressa*)가 연중 분포하였으며, 조간대 하부에는 다시마(*L. japonica*)가 연중 분포하였고 구멍갈파래(*U. pertusa*)(겨울, 여름, 가을)와 미끌풀(*Dumontia simplex*)(봄)이 계절적인 변화를 나타내었다(Table 9).

생물량

건물량으로 측정된 조간대 해조군집의 연간 평균 생물량은 119.4 g · dry wt/m²였다. 계절별으로는 겨울에 178.0 g · dry wt/m², 봄에 115.1 g · dry wt/m², 여름에 79.3 g · dry wt/m² 그리고 가을에 105.3 g · dry wt/m²로서 겨울에 가장 많았고 여름에 가장 적은 것으로 나타났다(Table 10).

조하대 해조류 식생

Scientific SCUBA-diving으로 가을에 조사된 백령도 두무진의 조하대 해조류 식생은 뚜렷한 대상분포를 나타내었고

Table 10. The seasonal change of biomass at Dumujin in Bagryoungdo Island (g · dry wt/m²)

	Winter	Spring	Summer	Autumn
Upper	13.1	64.9	3.0	6.2
Middle	322.3	123.7	129.9	167
Lower	198.6	156.8	105	142.6
Average	178.0	115.1	79.3	105.3

Table 11. The zonation of algal community at subtidal zone at Dumujin in Bagryoungdo Island

	Dominant species
Upper (-1m)	<i>Laminaria japonica</i> , <i>Ulva pertusa</i> , <i>Halymenia acuminata</i>
Middle (-2m)	<i>Laminaria japonica</i> , <i>Ulva pertusa</i>
Lower (-4m)	<i>Zostera marina</i> , Crustaceous coral algae

크게 2구간으로 구분되었다. 수심 1-2 m에는 다시마(*L. japonica*), 구멍갈파래(*U. pertusa*), 지누아리사촌(*Halymenia acuminata*), 수심 4 m에는 거머리말(*Zostera marina*)과 무절 석회조류(Crustaceous coral algae)가 대상분포를 이루었다(Table 11). 그리고 수심 5 m 이하에는 흑색의 굵은 모래입자들이 기질을 이루고 있어 해조류의 착생이 불가능한 환경이었다.

고찰

해조상

본 연구에서 백령도 두무진 지역에서 채집 동정된 해조류는 총 43종으로 녹조류 6종, 갈조류 6종, 홍조류 29종 및 해

Table 12. The records on algal flora in Bagryoungdo Island

References	Sites	Number of Species
Lee (1973) (in summer)	Yeonhwari, Junghwadong, Sahangpo, Ddangae	7 Chlorophytes, 20 Phaeophytes, 48 Rhodophytes (Total 75 species)
Lee et al. (1987) (in summer)	Dumujin	5 Chlorophytes, 19 Phaeophytes, 35 Rhodophytes (Total 59 species)
Ministry of Environment (2000) (in spring)	Mulbumbawi, Hyoungjeabawi	2 Chlorophytes, 10 Phaeophytes, 14 Rhodophytes (Total 26 species)
This study (four seasons)	Dumujin	6 Chlorophytes, 6 Phaeophytes, 29 Rhodophytes (Total 41 species)

Table 13. The comparison of algal zonation at intertidal zone along the western coast of Korea

Stations	Intertidal zones		
	Upper	Middle	Lower
Bagryoungdo Island (Lee et al. 1987)	<i>Gloiopeltis furcata</i>	<i>Myelophycus simplex</i> <i>Nemalion vermiculare</i> <i>Sillvetia siliquosa</i>	<i>Ulva pertusa</i> <i>Sargassum thunbergii</i> <i>Symphyocladia latiuscula</i>
Mid-West Coast (Kim et al. 1995)	<i>Gloiopeltis furcata</i> <i>Myelophycus simplex</i>	<i>Corallina</i> spp. <i>Silvetia siliquosa</i> <i>Sargassum thunbergii</i>	<i>Corallina</i> spp. <i>Sargassum thunbergii</i> <i>Ulva pertusa</i>
Gyounggi Bay, West Coast (Lee et al. 1997)	<i>Gloiopeltis furcata</i>	<i>Gelidium divaricatum</i>	<i>Ulva pertusa</i> <i>Grateloupia filicina</i> <i>Enteromorpha</i> spp.
Taeon (Lee et al. 2000)	<i>Gloiopeltis furcata</i>	<i>Sargassum thunbergii</i> <i>Corallina pilulifera</i>	<i>Sargassum thunbergii</i> <i>Hizikia fusiformis</i>
This study	<i>Porphyra</i> spp. <i>Gloiopeltis furcata</i> <i>Caulacanthus okamurae</i> <i>Gelidium divaricatum</i>	<i>Neorhodomela aculeata</i> <i>Enteromorpha compressa</i>	<i>Laminaria japonica</i> <i>Ulva pertusa</i> <i>Dumontia simplex</i>

산 종자식물 2종으로 나타났다. 이(1973)는 백령도의 연화리, 중화동, 사항포 및 땅개의 4지점에서 총 75종, 이 등(1987)은 백령도의 두무진에서 총 59종, 그리고 제2차 전국 자연환경조사(환경부 2000)에서는 물범바위와 형제바위에서 총 26종을 기록한 것과 비교해 볼 때, 백령도 지역의 해조류는 이(1973)와 이 등(1987)의 조사 이후 출현 종수가 급격하게 감소하였음을 알 수 있었다(Table 12).

해조류의 지리적 분포 특징을 나타내는 가장 간편한 방법으로는 각 분류군의 출현종수에 근거하여 C/P, R/P 그리고 (R+C)/P의 3가지 지수가 흔히 사용되어왔다(Feldmann 1937; Segawa 1956; Cheney 1977). 이들 지수에 근거하여 해조류 식생을 지리적으로 구분할 수 있는데, 먼저 C/P 지수는 한대에서 0.4로 최소값 그리고 아열대 지역에서 1.5로 최대값을 나타내는 것으로 평가되고 있으며, R/P 지수는 한온대 지역에서 1.1 그리고 열대지역에서 4.3으로 나타나고 있다. (R+C)/P 지수는 그 값이 3보다 작을 때는 온대성 내지 한대성 해조상, 6 이상이면 열대성 해조상 그리고 그 중간 값이면 혼합성 해조상의 특징을 나타내는 것으로 구분하고

있다. 백령도 두무진의 해조상 조사에서는 녹조류와 갈조류의 출현종 수가 낮아 C/P 값은 제외하였다. 한편, 홍조류의 출현종 수는 갈조류에 비해 상대적으로 높아 연평균 R/P 값이 4.8로 매우 높았으며, 연평균 (R+C)/P 값은 5.8로서 열대성에 가까운 혼합성 해조상 특징을 나타내었다.

수직분포

본 연구에서 백령도 두무진의 조간대 해조류 수직분포는 상부로부터 하부까지 김류(*Porphyra* spp.) 불등풀가사리(*G. furcata*), 애기가시덤불(*C. okamurae*), 애기우뭇가사리(*G. divaricatum*) - 새빨간검둥이(*N. aculeata*), 납작파래(*E. compressa*) - 다시마(*L. japonica*), 구멍갈파래(*U. pertusa*), 미끌풀(*D. simplex*) 순으로 나타났다. 본 연구 결과와 서해안 해조군집에 대한 기존의 연구(이 등 1987; 김 등 1995; 이 등 1997)들을 비교·종합해 볼 때 조간대 상부에는 불등풀가사리(*G. furcata*)가 모든 지역에서 공통적으로 출현하였으나 조간대 중부 및 하부에는 지역에 따라 종의 분포가 다르게 나타났다(Table 13).

Table 14. The comparison of dominant and subdominant species at intertidal zone along the western coast of Korea

Stations	Dominant species	Subdominant species
Taeon (Lee et al. 2000)	<i>Corallina pilulifera</i> (Spring, Winter) <i>Sargassum thunbergii</i> (Summer, Autumn)	<i>Ulva pertusa</i> <i>Hizikia fusiformis</i> <i>Sphacelaria furcigera</i> <i>Dumontia simplex</i>
Byunsan (Oh 1997)	<i>Sargassum thunbergii</i>	<i>Gelidium divaricatum</i> <i>Corallina pilulifera</i>
This study	<i>Laminaria japonica</i> (Spring, Winter) <i>Neorhodomela aculeata</i> (Summer) <i>Ulva pertusa</i> (Autumn)	<i>Enteromorpha compressa</i> <i>Gloiopeltis furcata</i> <i>Gelidium divaricatum</i>

한편, 백령도 두무진의 해조류 수직분포는 이 등(1987) 이후 조간대 중부에 서식하던 바위수염(*Myelophycus simplex*), 참국수나물(*Nemalion vermiculare*) 및 뜰부기(*Silvetia siliquosa*)가 쇠퇴한 반면 새빨간검둥이(*N. aculeata*)와 납작파래(*E. compressa*)가 번무하였으며, 조간대 하부에 우점하던 지층이(*Sargassum thunbergii*)와 참보라색우무(*Symphocladia latiuscula*)는 다시마(*L. japonica*)와 미끌풀(*D. simplex*)로 대체되는 등 식생 구조에 큰 변화가 있었음을 확인할 수 있었다. 특히 조간대 하부 및 조하대에 생육하는 광엽의 다시마는 기질 확보, 광조건 등 생육지 확보 경쟁에서 지층이(*S. thunbergii*)와 참보라색우무(*S. latiuscula*)보다 우위를 점하는 것으로 추정되었다. 서해안에서 다시마(*L. japonica*)는 1989년 이전에는 알려져 있지 않았으나(이와 장 1989) 1997년 태안지역의 조사결과에서 처음으로 생육이 확인되었으므로(이 등 2000), 서해안 중부지역에 다시마가 생육하게 된 것은 1990년에서 1997년 사이일 것으로 추정되었다.

우점종

백령도 두무진 지역의 우점종은 겨울에서 봄까지는 다시마(*L. japonica*), 여름에는 새빨간검둥이(*N. aculeata*) 그리고 가을에는 구멍갈파래(*U. pertusa*)로 확인되었다. 준우점종은 계절별로 약간의 차이를 보이지만 불등풀가사리(*G. furcata*), 애기우뭇가사리(*G. divaricatum*) 및 납작파래(*E. compressa*)로 나타났다. 서해안에서 수행된 기존의 연구들과 비교해 볼 때, 서해안 중부의 태안반도(이 등 2000)에서는 작은구슬산호말(*Corallina pilulifera*)과 지층이(*S. thunbergii*)가, 서해안 중남부의 변산반도(오 1997)에서는 지층이(*S. thunbergii*)가 우점하였으므로 본 연구 결과와는 차이가 있었다(Table 14).

생물량

서해안 지역의 해조류 생물량은 조사지역에 따라 매우 큰

차이를 보이는데, 가로림만 일대에서 7-25 g · dry wt/m² (이와 이 1982), 중부 연안에서 0-549 g · dry wt/m² (김 등 1995), 안면도 방포에서 228-234 g · dry wt/m² (이 등 1985) 그리고 태안반도 파도리에서 137.0-314.0 g · dry wt/m² (이 등 1997)의 분포를 보였다. 본 연구 결과 백령도 두무진의 연평균 생물량은 119.4 g · dry wt/m²로서 대부분의 서해안 중부 지역에 비해서는 다소 낮은 값을 나타내었으나 가로림만(이와 이 1982)에 비해서는 높았다. 한편, 조간대 해조류 군집의 생물량은 대형 갈조류(남 1986) 또는 작은구슬산호말(*C. pilulifera*) (고 1990; 김 등 1995)의 피도에 따라 큰 차이가 나타난다. 본 조사지역의 생물량은 작은구슬산호말(*C. pilulifera*)보다는 피도가 높은 다시마(*L. japonica*)에 의해서 큰 차이가 나타났다.

조하대 해조류의 대상분포

한국 서해안은 대부분 개펄로 덮여 있고 해수의 탁도가 높기 때문에 조하대의 해조식생 자료가 매우 부족하다. 백령도 두무진의 조하대 해조식생은 수심 2 m까지는 구멍갈파래와 다시마 숲으로 이루어져 있으며, 수심 4 m까지는 거머리말(*Zostera marina*)과 무절석회조류가 높은 피도로 생육하고 있었다. 같은 장소에서 조사한 이 등(1987)에 의하면 조하대 해조식생은 미끈뺨대그물말(*Dictyopterus divaricata*), 새우말(*Phyllospadix iwatensis*) - 굵은마디말(*Bosiella cretacea*), 잔가지말(*Sphaerotrichia divaricata*) - 엇가지풀류(*Heterosiphonia* spp.), 참보라색우무(*S. latiuscula*) - 새빨간검둥이(*N. aculeata*), 각시잇바디가지(*Herpochondria elegans*), 끈말(*Chorda film*)로 대상분포를 하여, 본 연구와는 종 구성이 매우 달랐다. 본 연구 결과는 이 등(1987)의 결과에 비하여 출현종 수가 감소하고 식생 구조가 단순한 특징을 나타내고 있는데, 이는 과거에 출현하지 않았던 대형 갈조류인 다시마(*L. japonica*)가 조간대 하부에서 조하대까지 우점함으로써 군집구조가 변화되었기 때문인 것으로 판단되었다.

사 사

본 연구는 해양수산부의 연구비 지원(RP-2007-ME-013)에 의하여 수행되었음.

참고문헌

- 고남표. 1990. 거문도의 해산식물자원에 관한 생태학적 연구. 한국조류학회지 5: 1-37
 김영환, 윤현주, 유종수. 1995. 서해 중부 연안 해조군집의 종조성과 생물량. 한국식물학회지 38: 389-398.
 남기완. 1986. 동해안 죽도의 해조군집에 관하여. 한국조류학회지 1: 185-202.

- 손철현, 최창근, 김형근. 2007. 강릉연안의 해조군락과 유용 해조자원 분포. *Algae* **22**: 45-52.
- 오병건. 1997. 한국 서해안 조간대의 해조 식물상 및 군집. 청주대학교 박사학위논문. 199 pp.
- 이인규. 1973. 하계 백령도 해조목록. 서울대학교 문리대학보 **19**: 437-448.
- 이인규, 김훈수, 최병래, 이해복. 1985. 한국연안 해역의 저서생물 군집에 관한 연구 III. 서해안 군집구조에 관한 정성정량적 분석. 서울대학교 자연대 논문집 **10**: 57-100.
- 이인규, 오윤식, 정호성. 1987. 대청군도의 해조상. 한국자연보존협회 조사보고서 **7**: 329-354.
- 이인규, 이해복. 1982. 서해 가로림만 일대의 해조 군집에 관한 연구. 자연보존연구보고서 **4**: 325-337.
- 이재완, 오병건, 이해복. 2000. 서해안 파도리의 조간대 해조류 군집. *Algae* **15**: 111-117.
- 이해복, 장래혁. 1989. 서해안 태안반도 해조 군집 변화에 대한 정성·정량적 연구. 한국조류학회지 **4**: 19-40.
- 이재완, 오병건, 이해복. 1997. 서해안 태안반도 일대의 해조상과 군집. *Algae* **12**: 131-138.
- 환경부. 2000. 제2차 전국 자연환경조사보고서.
- Barbour M.G., Burk J.H. and Pitts W.D. 1987. Terrestrial plant ecology. The Benjamin/Cumming Publ. Co., Inc. 634 pp.
- Cheney D.P. 1977. (R & C)/P - A new and improved ratio for comparing seaweed floras. *Suppl. J. Phycol.* **13**: 129.
- Feldmann J. 1937. Recherches sur la vegetation marine de la Mediterranee. *Rev. Alg.* **10**: 1-340.
- Kang J.W. 1966. On the geographical distribution of marine algae in Korea. *Bull. Pusan Fish. Coll.* **7**: 1-125.
- Saito Y. and Atobe S. 1970. Phytosociological study of intertidal marine algae. 1. Usujiri Benten-Jima, Hokkaido. *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* **21**: 37-69.
- Segawa, S. 1956. Colored illustrations of the seaweeds of Japan. Hoikusha Pub. Co., LTD.
- Taniguti M. 1962. Phytosociological study of marine algae in Japan. Tokyo.

Received 13 May 2007

Accepted 20 June 2007

