

서해 경기만 해조군집 복원을 위한 기초생태조사

이욱재^{1*} · 황미숙² · 백재민² · 이재완³ · 김종인³

(¹제주생물종다양성연구소 · ²해조류연구센터 · ³청주대학교 생명과학전공)

Primary Survey on Algal Community of Gyeonggi Bay for Restoration

Wook Jae Lee^{1*}, Mi Sook Hwang², Jae Min Baek², Jae Wan Lee³ and Join In Kim³

¹Jeju Biodiversity Research Institute, HiDI, Jeju 690-121, Korea

²Seaweed Research Center, South Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Mokpo 530-831, Korea

³Department of Life Science, Cheongju University, Cheongju 360-764, Korea

For getting primary cue of restoration, the algal flora and intertidal community structure of Deokjeokdo, Yeonpyeongdo and Ganghwado were investigated for from February to November 2006. The total of 28 species, including five Chlorophytes, five Phaeophytes, 17 Rhodophytes and one sea grass were identified. The occurrence of species according to sampling site was 22 species in Deokjeokdo, seven species in Yeonpyeongdo and four species in Ganghwado. Among them *Gloiopeltis furcata*, *Ulva pertusa* and *Sargassum horneri* in Deokjeokdo, *Scytosiphon lomentaria* in Yeonpyeongdo, *Enteromorpha prolifera* in Ganghwado were dominants. The algal zonation of intertidal zone was figured out by *Gloiopeltis furcata*, *Caulacanthus okamurai* - *Corallina pilulifera* - *Ulva pertusa*, *Ahnfeltiopsis flabelliformis*, *Sargassum horneri*, *Undaria pinnatifida* in Deokjeokdo, *Bangia atropurpurea* - *Scytosiphon lomentaria* - *Ahnfeltiopsis flabelliformis* in Yeonpyeongdo from upper to lower zone and *Enteromorpha prolifera*, *Enteromorpha linza* - *Sargassum thunbergii*, *Myelophycus simplex* in Ganghwado from middle to lower zone. The average of biomass was measured as 80.6 g dry wt. m⁻² in Deokjeokdo, 32.2 g dry wt. m⁻² in Yeonpyeongdo and less than 1 g dry wt. m⁻² in Ganghwado.

Key Words: algal flora, intertidal community, Gyeonggi Bay, restoration, zonation

서 론

서해안의 해조류에 대한 연구는 Kang(1966)에 의해 한국 연안의 5개 해역 중 하나로 구분하고 104종류가 기록된 이후, 다수의 구계론적 연구(이와 유 1978; 이 1973; 이 1980; 이 등 1987)와 해조군집의 구조를 규명하는 생태학적 연구가 수행되어왔다(이와 이 1982; 이 등 1985; 이와 장 1989; 김 등 1995). 이 중 서해 경기만 해안 도서에 대한 연구는 백령도(이 1973), 대청군도(이 등 1987), 그리고 덕적도(이 1980) 등에서 이루어져왔으며 이들 연구는 주로 여름철의 해조상에 대한 조사가 수행된 바 있다.

최근 경기만 일원에서 해안환경 변화에 따른 해조군집의 교란이 급격하게 진행되고 있는데(백 등 2007) 교란된 군집

의 복원 전략 개발을 위한 해조류 군집 동태에 대한 주지적 기초조사가 이루어져야할 것이다.

따라서 본 연구에서는 한국 서해안 경기만의 덕적도, 연평도 및 강화도의 해조군집을 대상으로 계절에 따른 종 조성, 우점종, 준우점종, 피도, 빈도, 수직분포 및 생물량 등의 기초생태학적 특성을 조사·분석하여 향후 해조류 군집복원을 위한 기초정보를 확보하고자 하였다.

재료 및 방법

해조상 및 군집 기초조사는 덕적도, 연평도 및 강화도에서 2006년 2월부터 2006년 11월까지 계절별로 조간대에서 실시하였다. 채집된 재료는 현장에서 5-10% 포르말린-해수로 고정하여 실험실로 운반하였으며, 고정된 재료 중 일부는 건조 표본을 제작하였고, 동정 작업 중 내부구조를 관찰하기 위해서 박편절단기를 사용하거나 수동으로 절편을 만들어 1% 아

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

Table 1. Number of algal and sea grass species collected in Gyeonggi Bay of Korea

Division / Seasons	Deokjeokdo				Yeonpyeongdo				Ganghwado				Total
	Wi	Sp	Su	Au	Wi	Sp	Su	Au	Wi	Sp	Su	Au	
Chlorophyta	1	1	2	1	2	-	-	-	1	2	1	-	5
Phaeophyta	-	-	1	1	1	-	-	-	2	-	-	-	5
Rhodophyta	10	4	15	9	3	-	-	-	-	-	-	-	17
Sea grass	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Total	12	6	19	12	7	-	-	-	3	2	1	-	28

닐린블루 수용액으로 염색한 후 검경하였다. 출현 종 목록은 녹조류, 갈조류, 홍조류 및 해산현화식물에 국한하여 작성하였다.

해조군집 기초조사는 조사지점의 해조 생육 상한선을 기준으로 저조선을 향하여 조간대 상, 중, 하부에 10 cm x 10 cm로 구획된 50 cm x 50 cm의 방형구를 각각 3회 설치하여 출현종의 피도와 빈도를 조사하였으며 (Saito and Atoke 1970), 생물량 조사를 위하여 방형구내 모든 해조류를 채취하였다. 우점종은 종의 중요도 값을 근거로 정하였으며 중요도 값은 방형구법으로 확보된 출현종의 빈도와 피도값을 이용하여 계산하였다 (Barbour et al. 1987; 이 등 1997; 손 등 2007).

군집의 생물량을 조사하기 위해서는 조간대 상, 중, 하부 각각 3개씩 설치된 방형구내에 출현하는 모든 종류의 해조류를 전량 채취하였고, 재료들은 담수로 충분히 씻어 모래, 암석 등 잡물을 제거한 다음 은박지 봉투에 넣어 105°C에서 48 시간 동안 완전히 건조시킨 후에 건물량을 측정하고, 이를 단위 면적당 (m²) 중량으로 환산하였다 (이 등 1997).

결 과

종의 다양성

덕적도 서포리 해안에서 채집 동정된 해조류는 녹조류 2종, 갈조류 2종, 홍조류 17종 그리고 해산종자식물 1종으로 총 22종이었으며 계절적으로는 겨울과 가을 채집된 해조류는 12종으로 같았고 봄철에는 6종으로 가장 적었으며 여름철에는 19종으로 가장 많았다. 이들 중 사계절에 걸쳐 생육하는 해조류는 개우무 (*Pterocladia tenuis*)와 작은구슬산호말 (*Corallina pilulifera*)이었으며 해산 종자식물은 새우말 (*Phyllospadix iwataensis*)이었다 (Table 1, 2).

연평도의 당도선착장에서 겨울에 채집 동정된 해조류는 녹조류 2종, 갈조류 1종, 홍조류 3종 및 해산종자식물 1종으로 총 7종이었다. 그러나 봄부터는 조간대에 말미잘과 고둥이 번성하기 시작하면서 해조류의 출현이 전무하였는데 이후 해조류 식생이 전혀 회복되지 않았다 (Table 1, 2).

강화도에서는 녹조류 2종, 갈조류 2종으로 총 4종의 해조

류가 채집 동정되었는데 겨울에 3종, 봄에 2종, 여름에 1종이 출현하고 있었다 (Table 1, 2).

군집의 계절적 특성

덕적도 서포리 해안에 발달한 해조군집에서 계절에 따른 주요 종들의 군집 내 중요도는 겨울에 불등풀가사리 (*Gloiopeltis furcata*)가 43.8로 가장 높게 나타났고 다음으로 작은구슬산호말 (*C. pilulifera*)이 14.5였다. 봄에는 작은구슬산호말 (*C. pilulifera*)과 불등풀가사리 (*G. furcata*)가 32.9로 같았으며, 비단풀류 (*Ceramium* sp.)가 15.2를 나타냈다. 여름에는 구멍갈파래 (*Ulva pertusa*)가 27.9, 작은구슬산호말 (*C. pilulifera*)이 25.0, 그리고 미역 (*Undaria pinnatifida*)이 13.0의 순이었다. 그러나 가을에는 팽생이모자반 (*Sargassum horneri*)이 28.6으로 가장 높게 나타났으며 작은구슬산호말 (*C. pilulifera*)과 애기가시덤불 (*Caulacanthus okamurae*)이 각각 27.9와 26.9로 나타났다.

겨울철 연평도 당도 선착장 주변에 발달한 해조군집에서는 고리매 (*Scytosiphon lomentaria*)가 중요도가 56.0으로 가장 높았고 조간대 상부 암반에 넓게 개체군을 형성한 김파래 (*Bangia atropurpurea*)가 24.4를 나타냈다. 한편 조간대 하부 조수웅덩이에 부챗살 (*Ahnfeltiopsis flabelliformis*)이 드물게 생육하고 있었으나 봄부터는 해조류가 전혀 출현하지 않아서 년 중 변화는 확인할 수 없었다 (Table 7).

강화도 외포리에서 생육이 확인된 해조류는 총 4종으로 그 개체군의 크기가 매우 작아서 각 종들의 생육정도를 정량적, 정성적으로 평가할 수 있는 피도, 빈도, 상대빈도, 상대피도 및 중요도 값을 측정하는 것은 불가능하였다.

우점종

중요도 값을 근거로 하였을 때, 덕적도 서포리의 우점종은 겨울과 봄에 불등풀가사리 (*G. furcata*), 여름에 구멍갈파래 (*U. pertusa*), 그리고 가을에 팽생이모자반 (*S. horneri*)이었다. 준우점종 역시 계절별로 다소 차이를 나타내었는데 겨울에는 작은구슬산호말 (*C. pilulifera*)과 큰개우무 (*Pterocladia capillacea*), 봄과 여름에는 작은구슬산호말 (*C. pilulifera*), 가을에는 작은구슬산호말 (*C. pilulifera*)과 애기가시덤불 (*C.*

Table 2. The flora of algae and sea grass in Gyeonggi Bay of Korea

Division \ Season	Deokjeokdo				Yeonpyeongdo				Ganghwado			
	Wi	Sp	Su	Au	Wi	Sp	Su	Au	Wi	Sp	Su	Au
Chlorophyta												
<i>Enteromorpha compressa</i>					+							
<i>Enteromorpha linza</i>											+	
<i>Enteromorpha prolifera</i>										+	+	+
<i>Ulva pertusa</i>				+								
<i>Cladophora</i> sp.	+	+	+		+							
Phaeophyta												
<i>Scytosiphon lomentaria</i>					+							
<i>Myelophycus simplex</i>										+		
<i>Undaria pinnatifida</i>				+								
<i>Sargassum horneri</i>				+								
<i>Sargassum thunbergii</i>										+		
Rhodophyta												
<i>Bangia atropurpurea</i>	+		+		+							
<i>Porphyra yezoensis</i>			+		+							
<i>Gelidium amansii</i>	+		+	+								
<i>Gelidium divaricatum</i>				+								
<i>Gelidium vagum</i>	+		+	+								
<i>Pterocladia tenuis</i>	+	+	+	+								
<i>Corallina pilulifera</i>	+	+	+	+								
<i>Grateloupia prolongata</i>			+	+								
<i>Gracilaria textorii</i>	+		+									
<i>Gracilaria verrucosa</i>	+		+									
<i>Gloiopeltis furcata</i>	+	+	+									
<i>Caulacanthus okamurae</i>			+									
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	+		+	+	+							
<i>Chondrus ocellatus</i>			+	+								
<i>Ceramium</i> sp.		+	+									
<i>Laurencia intermedia</i>				+								
<i>Symphyclocladia latiuscula</i>	+		+									
Sea grass												
<i>Phyllospadix iwataensis</i>	+	+	+	+	+							

Table 3. The algal community structure of intertidal zone at Seopori in Deokjeokdo Island in winter

Species	Relative Coverage	Relative Frequency	Importance Value
<i>Gloiopeltis furcata</i>	59.9	27.8	43.8
<i>Corallina pilulifera</i>	12.5	16.5	14.5
<i>Pterocladia capillacea</i>	7.7	15.2	11.5
<i>Gelidium amansii</i>	7.5	13.9	10.7
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	7.5	13.9	10.7
<i>Symphyclocladia latiuscula</i>	2.5	7.6	5.0
<i>Gracilaria verucosa</i>	2.5	5.1	3.8

okamurae)이 준우점종으로 조사되었다(Table 8).

연평도 당도 선착장의 겨울철 해조군집에서는 우점종은 고리매(*S. lomentaria*)로, 준우점종은 김파래(*B. atropurpurea*)

Table 4. The algal community structure of intertidal zone at Seopori in Deokjeokdo Island in spring

Species	Relative Coverage	Relative Frequency	Importance Value
<i>Corallina pilulifera</i>	38.4	27.5	32.9
<i>Gloiopeltis furcata</i>	38.4	27.5	32.9
<i>Ceramium</i> sp.	9.6	20.9	15.2
<i>Pterocladia capillacea</i>	9.6	13.2	11.4
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	4.0	11.0	7.5

로 확인되었다(Table 8).

한편, 강화도에서는 해조류의 생육정도가 매우 빈약하여 우점종과 준우점종을 평가하는 일은 어려웠으나 우점종은 가시파래(*Enteromorpha prolifera*), 준우점종은 지층이(*Sargassum thunbergii*)와 잎파래(*E. linza*)로 나타났다(Table 8).

Table 5. The algal community structure of intertidal zone at Seopori in Deokjeokdo Island in summer

Species	Relative Coverage	Relative Frequency	Importance Value
<i>Ulva pertusa</i>	34.8	20.9	27.9
<i>Corallina pilulifera</i>	24.4	25.7	25.0
<i>Undaria pinnatifida</i>	17.4	8.6	13.0
<i>Caulacanthus okamurae</i>	7.0	12.4	9.7
<i>Laurencia intermedia</i>	7.0	12.4	9.7
<i>Gloiopeltis furcata</i>	3.5	14.3	8.9
<i>Symphocladia latiuscula</i>	3.5	3.8	3.6
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	1.7	1.0	1.3
<i>Pterocladia capillacea</i>	0.3	1.0	0.6
<i>Cladophora</i> sp.	0.3	0.1	0.2

수직분포

덕적도 서포리의 조간대에서 해조군집의 수직분포는 계절별로 변화를 보였다. 상부에는 불등풀가사리(*G. furcata*)가 겨울에서 봄까지, 애기가시덤불(*C. okamurae*)이 여름에서 가을까지 분포하였고, 중부에는 작은구슬산호말(*C. pilulifera*)이 연중 분포하였으며, 하부에는 겨울에 부챗살(*A. flabelliformis*), 여름에 구멍갈파래(*Ulva pertusa*)와 미역(*U. pinnatifida*)이, 그리고 가을에는 썩쟁이모자반(*S. horneri*)이

Table 6. The algal community structure of intertidal zone at Seopori in Deokjeokdo Island in autumn

Species	Relative Coverage	Relative Frequency	Importance Value
<i>Sargassum horneri</i>	36.9	20.2	28.6
<i>Corallina pilulifera</i>	22.1	33.7	27.9
<i>Caulacanthus okamurae</i>	29.5	24.3	26.9
<i>Ulva pertusa</i>	3.7	13.5	8.6
<i>Laurencia intermedia</i>	7.4	8.1	7.7
<i>Gelidium amansii</i>	0.4	0.1	0.3

Table 7. The algal community structure of intertidal zone in Yeonpyeongdo Island in winter

Species	Relative Coverage	Relative Frequency	Importance Value
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	65.6	46.5	56.0
<i>Bangia atropurpurea</i>	26.2	22.5	24.4
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	6.6	15.5	11.0
<i>Enteromorpha compressa</i>	1.6	15.5	8.6

분포하였다(Table 9).

연평도 당도 선착장의 겨울철 해조군집은 조간대 상부의 넓은 암반에 김파래(*B. atropurpurea*)가 개체군을 형성하였

Table 8. Dominant and subdominant species in Gyeonggi Bay of Korea

Species/Season	Winter	Spring	Summer	Autumn
Deokjeokdo	Dominants <i>Gloiopeltis furcata</i> Subdominants <i>Corallina pilulifera</i> <i>Pterocladia capillacea</i>	<i>Gloiopeltis furcata</i> <i>Corallina pilulifera</i>	<i>Ulva pertusa</i> <i>Corallina pilulifera</i>	<i>Sargassum horneri</i> <i>Corallina pilulifera</i> <i>Caulacanthus okamurae</i>
Yeonpyeongdo	Dominants <i>Scytosiphon lomentaria</i> Subdominants <i>Bangia atropurpurea</i>	- -	- -	- -
Ganghwado	Dominants <i>Enteromorpha prolifera</i> Subdominants <i>Sargassum thunbergii</i>	<i>Enteromorpha prolifera</i> <i>Enteromorpha linza</i>	<i>Enteromorpha prolifera</i> -	- -

Table 9. The zonation of algal community in Gyeonggi Bay of Korea

Stations	Winter	Spring	Summer	Autumn
Deokjeokdo	Upper Middle Lower	<i>Gloiopeltis furcata</i> <i>Corallina pilulifera</i> -	<i>Gloiopeltis furcata</i> <i>Corallina pilulifera</i> -	<i>Caulacanthus okamurae</i> <i>Corallina pilulifera</i> <i>Ulva pertusa</i> <i>Undaria pinnatifida</i>
Yeonpyeongdo	Upper Middle Lower	<i>Bangia atropurpurea</i> <i>Scytosiphon lomentaria</i> <i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	- - -	- - -
Ganghwado	Upper Middle Lower	- <i>Enteromorpha prolifera</i> <i>Sargassum thunbergii</i> <i>Myelophycus simplex</i>	- <i>Enteromorpha prolifera</i> <i>Enteromorpha linza</i> -	- <i>Enteromorpha prolifera</i> - -

Table 10. The seasonal changes of biomass in Gyeonggi Bay of Korea (g dry wt. m⁻²)

Stations		Winter	Spring	Summer	Autumn
Deokjeokdo	Upper	87.5	30.4	21	50
	Middle	193.3	49.8	100	95
	Lower	126.6	43.9	129	41
Yeonpyeongdo	Upper	15.7	-	-	-
	Middle	46.0	-	-	-
	Lower	34.9	-	-	-
Ganghwado	Upper	< 1	< 1	< 1	< 1
	Middle	< 1	< 1	< 1	< 1
	Lower	< 1	< 1	< 1	< 1

Table 11. The comparison of dominant and subdominant species along the western coast of Korea

Stations		Dominants	Subdominants
Northern Part	Bagryoungdo (Back et al. 2007)	<i>Laminaria japonica</i> <i>Neorhodomela aculeata</i> <i>Ulva pertusa</i>	<i>Gloiopeltis furcata</i> <i>Enteromorpha compressa</i> <i>Gelidium divaricatum</i>
	Deokjeokdo (This study)	<i>Gloiopeltis furcata</i> <i>Ulva pertusa</i> <i>Sargassum horneri</i>	<i>Corallina pilulifera</i> <i>Pterocladia tenuis</i> <i>Gelidium amansii</i> <i>Caulacanthus okamurae</i>
	Yeonpyeongdo (This study)	<i>Scytosiphon lomentaria</i>	<i>Bangia atropurpurea</i>
	Ganghwado (This study)	<i>Enteromorpha prolifera</i>	<i>Enteromorpha linza</i> <i>Sargassum thunbergii</i>
Middle Part	Padori, Taeon (Lee et al. 2000)	<i>Corallina pilulifera</i>	<i>Sargassum thunbergii</i> <i>Ulva pertusa</i> <i>Hizikia fusiformis</i> <i>Sphacelaria furcigera</i> <i>Dumontia simplex</i>
	Muchangpo, Boryeong (Yoo & Kim 1990)	<i>Sargassum thunbergii</i>	<i>Pelvetia babingtonii</i> <i>Corallina pilulifera</i>
Southern Part	Byeonsan, Buan (Oh 1997)	<i>Sargassum thunbergii</i>	<i>Gelidium divaricatum</i> <i>Corallina pilulifera</i>
	Gahakri, Jindo (Oh 1997)	<i>Gloiopeltis furcata</i>	<i>Sargassum thunbergii</i> <i>Ulva pertusa</i> <i>Hizikia fusiformis</i>

고, 중부에는 고리매(*S. lomentaria*)가 조수웅덩이에 밀생하였으며, 하부에는 부챗살(*A. flabelliformis*)이 출현하는 수직 분포를 나타내었다(Table 9).

강화도에서는 겨울철 조간대 중부에 가시파래(*E. prolifera*)가 선박구조물의 표면에 착생하였으며 조간대 하부에 지층이(*S. thunbergii*)와 바위수염(*Myelophycus simplex*)이 조수웅덩이 주변에 1-2개체씩 발견되었다. 봄에는 잎파래(*E. linza*)와 가시파래(*E. prolifera*)가 조간대 중부의 선박구조물 혹은 암반에 1-2개체씩 산재하고 있다. 한편 여름에는 조간대 중부이하에서 가시파래(*E. prolifera*)가 선박구조물의 표면에 착생하고 있었다(Table 9).

생물량

덕적도 서포리 해조군집의 연간 평균 생물량은 80.6 g dry wt. m⁻²이었다. 이를 계절별로는 겨울에 135.8 g dry wt. m⁻², 봄에 41.4 g dry wt. m⁻², 여름에 83.3 g dry wt. m⁻² 그리고 가을에는 62.0 g dry wt. m⁻²으로 평가되었으며, 겨울에 가장 많았던 반면에 봄에 가장 적은 것으로 나타났다. 연평도 당도 선착장의 겨울철 해조군집의 평균 현존량은 32.2 g dry wt. m⁻²이었는데 조간대 상부에서는 15.7 g dry wt. m⁻² 중부에서는 46.0 g dry wt. m⁻² 그리고 하부에서는 34.9 g dry wt. m⁻²로 측정되었으며 봄철부터는 해조류가 출현하지 않았으므로 생물량을 측정할 수 없었다. 강화도 해안에서 생육하는

Table 12. The comparison of algal zonation along the western coast of Korea

Stations	Upper	Middle	Lower	
Northern Part	Bagryoungdo (Back <i>et al.</i> 2007)	<i>Porphyra</i> ssp. <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>
	Deokjeokdo (This study)	<i>Gloiopeltis furcata</i> <i>Caulacanthus okamurae</i>	<i>Corallina pilulifera</i>	<i>Ulva pertusa</i> <i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i> <i>Sargassum horneri</i> <i>Undaria pinnatifida</i>
	Yeonpyeongdo (This study) Ganghwado (This study)	<i>Bangia atropurpurea</i>	<i>Scytosiphon lomentaria</i> <i>Enteromorpha prolifera</i> <i>Enteromorpha linza</i>	<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i> <i>Sargassum thunbergii</i> <i>Myelophycus simplex</i>
Middle Part	Padori, Taeon (Lee <i>et al.</i> 2000)	<i>Gloiopeltis furcata</i>	<i>Corallina pilulifera</i> <i>Sargassum thunbergii</i>	<i>Sargassum thunbergii</i> <i>Hizikia fusiformis</i>
	Mid-West (Kim <i>et al.</i> 1995)	<i>Gloiopeltis furcata</i> <i>Myelophycus simplex</i>	<i>Corallina</i> spp. <i>Pelvetia siliquosa</i> <i>Sargassum thunbergii</i>	<i>Corallina</i> spp. <i>Sargassum thunbergii</i> <i>Ulva pertusa</i>
	Muchangpo, Boryeong (Yoo & Kim 1990)	<i>Sargassum thunbergii</i>	<i>Sargassum thunbergii</i> <i>Pelvetia babingtonii</i>	<i>Sargassum thunbergii</i> <i>Pelvetia babingtonii</i> <i>Corallina pilulifera</i>
	Maryangri, Seocheon (Yoo & Kim 1990)	<i>Sargassum thunbergii</i>	<i>Sargassum thunbergii</i> <i>Corallina pilulifera</i>	<i>Sargassum thunbergii</i> <i>Corallina pilulifera</i> <i>Ulva pertusa</i>
Southern Part	Byeonsan, Buan (Oh 1997)	<i>Gloiopeltis furcata</i> <i>Myelophycus simplex</i>	<i>Corallina pilulifera</i> <i>Dumontia simplex</i> <i>Sargassum thunbergii</i> <i>Ulva pertusa</i>	<i>Hizikia fusiformis</i> <i>Ishige okamurae</i> <i>Chondracanthus intermedius</i>
	Gahakri, Jindo (Oh 1997)	<i>Gloiopeltis furcata</i>	<i>Corallina pilulifera</i> <i>Myelophycus simplex</i> <i>Gloiopeltis tenax</i> <i>Sargassum thunbergii</i> <i>Dumontia simplex</i>	<i>Hizikia fusiformis</i> <i>Ulva pertusa</i> <i>Chondracanthus intermedius</i> <i>Carpopeltis affinis</i>

해조류는 종다양성이 매우 낮고 또한 생물량이 너무 적어서 측정하는 것이 불가능하였으므로 < 1 g dry wt. m⁻²로 표기하였다(Table 10).

고 찰

덕적도 해안의 해조류는 이(1980)에 의해 남조식물 6종, 녹조식물 18종, 갈조식물 19종 그리고 홍조식물 56종으로 총 99종의 해조류가 보고된 바 있다. 이후 겨울에 조사된 전국 자연환경조사보고서(환경부 2000)에서는 녹조식물 3종, 홍조식물 3종으로 총 6종만이 보고되었고 본 연구에서는 녹조류 2종, 갈조류 2종, 홍조류 17종 및 해산종자식물 1종으로 총 22종이 채집·동정되어 본 지역의 해조류가 이(1980) 이후 급격히 감소되었음을 알 수 있었다. 이와 같이 해조류 생육이 20여년 사이에 갑갑된 현상은 여러 요인의 복합적 결과이므로 그 원인을 명확히 규명하기는 어려우나 서해안 지역

의 간척사업 등과 같은 급속한 해안개발을 원인 중 하나로 추정할 수 있다.

연평도 해조류에 대한 연구는 전국자연환경조사를 통하여 해조류 14종과 해산 종자식물 2종의 총 16종(환경부 2000)과 녹조류 4종, 홍조류 13종 총 17종(환경부 2000)이 보고된 바 있다. 본 연구에서는 녹조류 2종, 갈조류 1종, 홍조류 3종의 총 6종의 해조류와 1종의 종자식물만이 출현하여 해조류의 감소 현상은 경기만 도서지역에서 넓게 진행되고 있으며 특히 최근 들어 급격히 진행됨을 알 수 있다.

한편 강화도의 경우 전국자연환경조사보고서(2002)에서 해조류의 생육이 없는 것으로 보고 되었으나 본 조사에서 4종의 해조류를 확인하였다.

덕적도 서포리 해안 해조군집의 우점종은 계절에 따라 겨울부터 봄까지는 불등풀가사리(*G. furcata*), 여름에는 구멍갈파래(*U. pertusa*) 그리고 가을에는 팽생이모자반(*S. horneri*)으로 확인되었다. 준우점종은 계절별로 다소 차이를 보였지

만 작은구슬산호말(*C. pilulifera*)은 계절에 관계없이 준우점하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 (여름철에 조사된(?)) 전국자연환경조사보고서(환경부 2000)에서 구멍갈파래(*U. pertusa*)와 산호말류(*Corallina* sp.)가 군집의 우점종을 차지하고 있다는 결과와 일치하는 것이다.

연평도 해안 해조군집의 우점종은 고리매(*S. lomentaria*), 준우점종은 김파래(*B. atropurpurea*)로 확인되었으며 강화도의 경우 우점종은 가시파래(*E. prolifera*), 준우점종은 잎파래(*E. linza*)와 지층이(*S. thunbergii*)여서 서로 달랐는데 서해안의 다른 지역에서 수행된 이전의 연구들과도 마찬가지로 지역에 따라 우점하는 종이 차이를 나타내었다(Table 11).

우점종 또는 준우점종으로 공통적으로 출현하는 구멍갈파래(*U. pertusa*)의 경우 태안반도 파도리에서는 봄에, 본 연구의 조사지인 덕적도에서는 여름에, 백령도에서는 가을에 우점하여 위도를 따라 북상하면서 우점하는 시기가 달라짐을 알 수 있었다. 또한 작은구슬산호말(*C. pilulifera*)의 경우 파도리에서는 겨울에, 덕적도와 백령도에서는 봄에 가장 높은 중요도 값을 나타내어 지역별 차이가 확인되었다(Table 11).

해조류의 수직 분포는 덕적도 조간대에서 중부의 작은구슬산호말(*C. pilulifera*)을 제외하고 계절적 변화를 보였는데 상부로부터 하부까지 불등풀가사리(*G. furcata*)(겨울, 봄), 애기가시덤불(*C. okamurae*)(여름, 가을) - 작은구슬산호말(*C. pilulifera*) - 부챗살(*A. flabelliformis*)(겨울), 구멍갈파래(*U. pertusa*)(여름), 미역(*U. pinnatifida*)(여름), 팽생이모자반(*S. horneri*)(가을)순으로 나타났다. 연평도에서는 상부로부터 하부까지 김파래(*B. atropurpurea*) - 고리매(*S. lomentaria*) - 부챗살(*A. flabelliformis*)였고 강화도의 조간대에서는 중부에서 하부까지 가시파래(*E. prolifera*), 잎파래(*E. linza*) - 지층이(*S. thunbergii*), 바위수염(*M. simplex*)이었다.

본 연구 결과를 다른 서해안 해조군집의 연구 결과와 비교하여 볼 때, 조간대 상부에 불등풀가사리(*G. furcata*)만이 공통적으로 분포할 뿐 지역에 따라 달리 나타났다(Table 12).

생물량은 덕적도 서포리 해조군집의 경우 연간 평균 80.62 g dry wt. m⁻²로 이는 가로림만의 7-25 g dry wt. m⁻²(이와 이 1982)에 비해서는 높으나 최근 수행된 백령도 두무진의 119.4 g dry wt. m⁻²(백 등 2007)에 비해 낮으며 특히 이전에 수행된 중부 연안의 0-549 g dry wt. m⁻²(김 등 1995), 안면도 방포의 228-234 g dry wt. m⁻²(이 등 1985), 파도리의 137.0-314.0 g dry wt. m⁻²(이 등 1997)에 비해 현저히 낮은 값으로 나타났다. 강화도와 연평도에서 더욱 낮아져 각각 1 미만과 32.2 g dry wt. m⁻²로 측정되어서 서해안 해조군집의 생물량은 점차 감소되는 것으로 판단되었다.

본 연구 결과 서해안은 지역에 따라 다양한 해양환경과 그에 따른 해조군집의 특성이 있음을 알 수 있었으며 또한 해조류 군집의 생물량과 해조류 출현종 수의 급격한 감소를 확

인 하였다. 따라서 해조류 군집의 양과 수의 감소 요인을 정확히 분석하고 이에 근거한 안정된 해안 생태계 유지를 위한 복원전략이 시급히 마련되어야 할 것이다.

사 사

본 연구는 해양수산부 '해양생태계 기본조사' 연구개발사업의 연구비 지원(RP-2007-ME-031)에 의하여 수행되었음.

참고문헌

- 김영환, 윤현주, 유종수. 1995. 서해 중부 연안 해조군집의 종조성과 생물량. 식물학회지. **38**: 389-398.
- 백재민, 황미숙, 이재완, 이육재, 김종인. 2007. 백령도 해조군집의 종조성과 생물량. *Algae* **22**: 117-123.
- 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.
- 유종수, 김영환. 1990. 서해안 무창포와 마량리 조간대 해조 군집구조의 분석. 한국식물학회지 **33**: 225-236.
- 이인규. 1973. 하계 백령도 해조목록. 서울대학교 문리대학보 **19**: 437-448.
- 이인규. 1980. 덕적도의 해조류에 관한 연구. 학술원논문집. **19**: 135-160.
- 이인규, 김훈수, 최병래, 이해복. 1985. 한국연안 해역의 저서생물군집에 관한 연구 III. 서해안 군집구조에 관한 정성정량적 분석. 서울대학교 자연대 논문집 **10**: 57-100.
- 이인규, 오윤식, 정호성. 1987. 대청군도의 해조상. 한국자연보존협회조사보고서 **7**: 329-354.
- 이인규, 이해복. 1982. 서해 가로림만 일대의 해조 군집에 관한 연구. 자연보존연구보고서 **4**: 325-337.
- 이인규, 유순애. 1978. 서해 격렬비열도의 하계해조상에 대하여. 한국자연보존협회 조사보고서 **12**: 103-120.
- 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. 조류학회지 **4**: 19-40.
- 이재완, 오병건, 이해복. 1997. 서해안 태안반도 일대의 해조상과 군집. *Algae* **12**: 131-138.
- 환경부. 2000. 제2차 전국자연환경조사 보고서.
- 환경부. 2002. 제2차 전국자연환경조사 보고서.
- Barbour M.G., Burk J.H. and Pitts W.D. 1987. Terrestrial plant ecology. The Benjamin/Cumming Publ. Co., Inc. 634 pp.
- 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.

Received 26 August 2007

Accepted 15 September 2007

