

# 한국 남서해안 진도군 금갑의 해조상 및 군집구조의 계절 변화

유현일 · 허진석 · 최한길†

(국립수산과학원 해조류바이오연구센터 · †원광대학교 생명과학부/기초자연과학연구소)

## Seasonal Variability of Marine Algal Flora and Community Structure at Gungap, Jindo, on the Southwestern Coast of Korea

Hyun-Il YOO · Jin-Suk HEO · Han-Gil CHOI†

(Seaweed Research Center, National Fisheries Research and Development Institute · †Wonkwang University)

### Abstract

Seasonal variation in marine macroalgal community structure was examined at the intertidal zones of Geungap, Jindo, Korea, from October 2013 to August 2014. In total, 56 macroalgal species were identified, including 9 green, 12 brown, and 35 red algae. Annual seaweed biomass was 548.96 g wet wt. /m<sup>2</sup> with seasonal range between 371.08 g wet wt. /m<sup>2</sup> at summer and 32.91 g wet wt. /m<sup>2</sup> at winter. The dominant seaweed in terms of biomass was *Sargassum thunbergii* and subdominant species were *Gelidium elegans*, *Sargassum fusiforme*, and *Ishige okamurae*. The vertical distribution of seaweeds from the upper to lower intertidal zones was *Gloiopeltis* spp., *Ulva* spp.- *S. thunbergii*, *S. fusiforme*, *Ishige okamurae* - *S. thunbergii*, *S. fusiforme*, *G. elegans*. Annual seaweed coverage, richness index (R), evenness index (J'), and diversity index (H') values were 27.95%, 6.10, 0.38, and 1.38, respectively. Coarsely branched form was the most dominant functional group in terms of species number and biomass among benthic macroalgal species.

**Key words:** Algal flora, Biomass, Community, Dominant species, Vertical distribution

### I. 서론

해조류는 연안생태계 먹이망에서 광합성을 하는 일차생산자이며 형태의 다양성으로 인하여 수많은 착생 해조류와 동물의 기질로 활용될 뿐만 아니라, 수온, 염분 등 계절적인 물리환경과 인간의 활동에 의한 부영양화와 환경오염 등에 의해 군집구조가 변화하는 것으로 알려져 있다(Orfanidis et al., 2001; Wells et al., 2007; Lindstrom, 2009). 특히 부영양화가 빈번하게 발생하는 연안역에서는 녹조류와 같은 해조류가 대발생하여 군집구조

를 단순화시키고 종다양성이 감소되어 생태계의 불안정을 초래하므로 해조상과 군집구조의 변화는 환경의 변화를 진단하는 생물지시자(bio-indicator)로 사용되고 있다(Orfanidis et al., 2001; Arévalo et al., 2007). Littler and Littler (1984)는 해조류의 형태와 구조, 초식자의 섭식에 대한 생존방법 등에 따라 6개 기능형군(functional form)으로 구분하였으며, Orfanidis et al. (2001)은 안정된 해역에서 서식하는 기능형 그룹(성긴분기형, 다육질형, 유절산호말형, 각상형)과 교란 해역에서 우점하는 그룹(엽상형, 사상형)으로 구분하여 이들의 출현

† Corresponding author : 063-850-6579, hgchoi@wku.ac.kr

\* 이 논문은 해양수산부의 재원으로 해양생명과학기술개발사업 연구개발비 지원에 의해 수행되었음.

종수와 생물량으로 환경상태를 구분하려고 시도하였다.

우리나라 연안의 해조류 연구는 1814년에 정약전에 의해 집필된 자산어보에서 35종이 처음으로 기록되었고, 이후에, 일본 해조학자인 Okamura (1892)에 의하여 연구되기 시작하였으며, 한국 학자로서는 Kang (1966)이 해조류의 분포에 따라 5개 구역(동해 북부, 동해 중남부, 남해, 서해 및 제주)으로 구분하며 414종의 해조류를 최초로 보고하였다. 지금까지 남해안 해조류에 관한 연구는 해조상, 생물량 및 수직분포에 관한 내용이 대부분이며(Hwang et al., 1997; Oh et al., 2002; Choi, 2008; Kwak and Huh, 2009), 진도군과 관련된 연구는 주로 여름철에 수행되었으며, 계절적인 군집구조의 변화에 관한 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 전남 진도군 금갑 해안에 서식하는 해조류의 계절별 종조성, 생물량, 수직분포 및 군집지수의 변화를 파악하고 이러한 자료를 근거로 진도군 금갑해역의 연안환경의 상태를 진단하고자 시도되었다.

## II. 재료 및 방법

전남 진도군에 위치한 금갑의 암반 조건대 (34°23'N, 126°16'E)에서 2013년 10월부터 2014년 8월까지 계절별로 해조류를 정량 및 정성 채집하였다. 정량 채집은 연구 정점을 대표하는 해조상과 생물량을 나타내는 암반 조건대의 상부, 중부 및 하부에서 각기 3개의 방형구(50 cm × 50 cm)를 놓고 현장에서 Saito and Atobe (1970)의 방법에 의해 피도와 빈도를 야장에 기록한 후 방형구 내의 해조류를 전량 채집하였다. 또한, 해조류를 정성 채집하여 종조성을 파악하였다. 채집된 해조류는 현장에서 포르말린-해수 용액(5-10%)으로 고정시켜 실험실로 운반한 후 광학현미경을 사용하여 분류 및 동정하였으며, 종 목록 및 국명은 Kim et al. (2013)에 따라 작성하였다. 정량 채집

된 해조류는 동정한 후 습증량을 측정하고 단위 면적당(m<sup>2</sup>) 생물량으로 환산하였다. 피도와 빈도는 현장에서 기록한 야장을 근거로 정량화하였으며, 우점종을 판단하는 중요도(importance value, IV)는 상대피도와 상대빈도의 산술평균으로 나타냈다(Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974). 또한, 출현종 목록을 이용하여 갈조류에 대한 녹조류의 비(C/P), 갈조류에 대한 홍조류의 비(R/P) 및 갈조류에 대한 홍조류와 녹조류 합비의 비인 (R+C)/P를 계산하여 해조류의 지리적 분포 특성을 파악하였다(Feldmann, 1937; Segawa, 1956; Cheney, 1977). 해조류의 기능형은 출현종의 형태 및 내부구조에 따라 엽상형(sheet form), 사상형(filamentous form), 성긴분기형(coarsely branched form), 다육질형(thick leathery form), 유절산호말형(jointed calcareous form), 각상형(crustose form)의 6개 그룹으로 구분되었다(Littler and Littler 1984). 계절별로 출현한 해조류의 종별 평균 생물량을 근거로 하여 풍도지수(richness index, R), 다양도지수(diversity index, H'), 균등도지수(evenness index, J')를 계산하였다(Margalef, 1958; Fowler and Cohen, 1990). 우점도지수(dominance index)는 군집 내에서 생물량의 순서에 따라 제 1과 제 2 우점종을 선택하여 2종의 생물량 합에 대한 총 해조류 생물량의 비율로 계산하였고(McNaughton, 1967; Lee et al., 1983) 군집지수는 PRIMER version 6 (Clarke and Gorley, 2006)를 이용하여 계산하였다.

## III. 결과

### 1. 해조상

본 연구기간에 남서해안 진도 금갑 연안에서 출현한 해조류는 총 56종으로 녹조류 9종(16.07%), 갈조류 12종(21.43%), 홍조류가 35종(62.50%)으로 홍조류가 가장 많았다(<Table 1>). 계절별로는 35-44종이 기록되었고 출현종수는 겨울에 최대였고, 가을에 최소였다. 분류군별로 보

면, 녹조류는 5-7종, 갈조류와 홍조류는 각각 7-11종과 21-28종으로서 계절적 변화를 보였다 (<Table 1>).

<Table 1> Marine benthic algal species occurred at four seasons on the shores of Geumgap, Jindo, southwestern coast of Korea

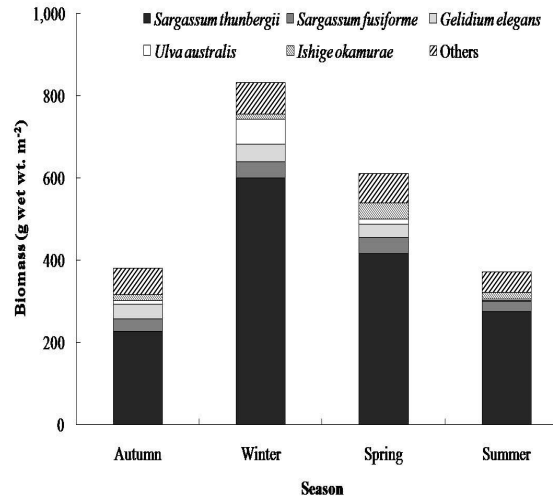
Species	Autumn	Winter	Spring	Summer	Total
Chlorophyta	6	5	6	7	9
Phaeophyta	7	11	9	9	12
Rhodophyta	22	28	21	22	35
Total	35	44	36	38	56

본 연구기간에 출현한 해조류를 6개의 기능형으로 구분하면, 성긴분기형 30종(53.57%), 사상형 10종(17.86%), 엽상형 8종(14.29%), 다육질형 3종(5.36%), 유절산호말형 3종(5.36%), 각상형 2종(3.57%)이었다(<Table 2>). 엽상형과 사상형은 각각 4-7종과 5-7종으로 연중 유사하였고, 성긴분기형은 기능형 그룹 중에서 가장 높은 비율을 보였다. 또한, 다육질형, 유절산호말형 및 각상형 해조류는 계절별 2-3종이 출현하였다(<Table 2>).

## 2. 군집구조

해조류의 연평균 생물량(g wet wt./m<sup>2</sup>)과 피도(%)는 548.96g과 27.95%로 계절별로 보면 가을에

380.55g과 23.04%, 겨울에 832.91g과 26.02%, 봄에 611.28g과 30.02%, 여름에 371.08g과 32.72%로서 해조류의 생물량은 겨울에 가장 높았고 여름에 가장 낮았으며 피도는 여름에 최대였고 가을에 가장 낮은 값을 보였다([Fig. 1], <Table 3>).



[Fig. 1] Seasonal variations in mean biomass (g wet wt./m<sup>2</sup>) of dominant seaweed at Geumgap, Jindo, southwestern coast of Korea.

또한 기능형군별 생물량을 보면, 성긴분기형이 계절별로 340-763 g wet wt./m<sup>2</sup>로서 최대였고 다음이 엽상형과 사상형의 순서였다(<Table 2>). 조위별 연평균 생물량은 436.05-635.20 g wet wt./m<sup>2</sup>

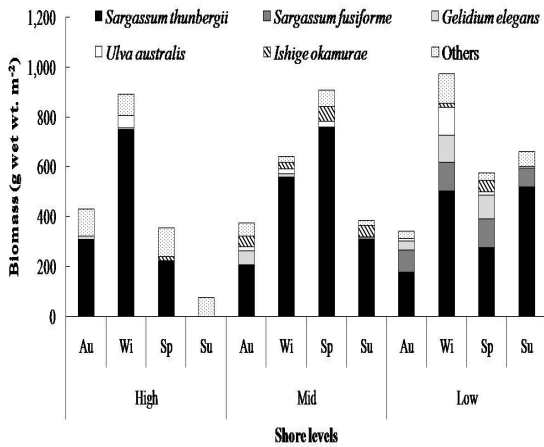
<Table 2> Seasonal variations in the number and biomass of seaweed functional form occurred at Geumgap, Jindo, southwestern coast of Korea

Functional form	Number of species					Biomass (g wet wt./m <sup>2</sup> )				
	Autumn	Winter	Spring	Summer	Total	Autumn	Winter	Spring	Summer	Mean
Sheet	5	6	4	7	8	23.84	64.6	13.12	15.62	29.30
Filamentous	5	6	7	6	10	16.13	3.6	16.61	4.07	10.10
Coarsely-Branched	19	24	20	24	30	340.59	763.68	572.94	351.41	507.16
Thick-Leathery	2	3	2	0	3	-	0.49	-	-	0.12
Jointed-Calcareous	3	3	1	1	3	-	0	8.11	-	2.03
Crustose	1	2	2	0	2	-	0.53	0.5	-	0.26

-, no data

로 상부에서 최소였고 하부에서 최대였다. 각 조위에서 계절별 생물량은 상부에서 72.75 g(여름)-889.02 g wet wt./m<sup>2</sup>(겨울), 중부에서 372.89 g(가을)-906.85 g wet wt./m<sup>2</sup>(봄), 하부에서 339.43 g(가을)-969.98 g wet wt./m<sup>2</sup>(겨울)으로 계절별 차이가 확인되었다([Fig. 2]).

래가 모두 우점하였고 봄에는 지층이·넙패-지층이·패-지층이·툇이, 여름에는 애기가시덤불-애기우뚝가사리-지층이·패-지층이·애기돌가리 순으로 나타났다. 연구기간에 지층이는 조간대 전역에 걸쳐 우점하였으며 준우점종은 조위에 따라 각기 다른 것으로 확인되었다(<Table 4>, [Fig. 2]).



[Fig. 2] Seasonal variations in mean biomass (g wet wt./m<sup>2</sup>) of dominant seaweed at three shore levels of Geumgap, Jindo, southwestern coast of Korea.

중요도(IV)를 근거로 계절별 우점종의 수직분포를 보면, 가을에 지층이·모란갈파래(상부)-지층이·패(중부)-툇·우뚝가사리(하부)의 순이었으며, 겨울에는 상부에서 하부에 걸쳐 지층이와 구멍갈파

### 3. 군집지수

해조류의 생물량을 근거로 계산된 다양한 군집지수를 살펴보면, 풍도지수(R)는 최대 출현종수(44종)를 보인 겨울에 6.53으로 최대였고 가을에 5.87로 최소였다. 균등도지수(J')는 0.33~0.46범위로 출현종수는 가장 적었지만 제 1 우점종이 전체 생물량의 59.73%를 차지한 가을에 가장 높았고, 제 1 우점종이 전체 생물량의 74.05%를 차지한 여름과 겨울에 가장 낮게 나타났다. 다양도지수(H')는 가을에 최대(1.65)였으며, 여름에 최소(1.21)였다. 우점도지수(DI)는 0.69~0.82의 범위로, 가을에 우점종인 지층이(227.31 g)와 준우점종인 우뚝가사리(33.81 g)가 전체 생물량(380.55 g)의 68.61%를 차지하여 최소(0.69)였고, 여름에는 우점종과 준우점종인 지층이(274.79 g)와 툇(27.89 g)이 전체 생물량(371.08 g)의 81.57%를 차지하여 최대(0.82)였다.

해조상의 지역적 특성을 나타내는데 C/P값은

<Table 3> Average biomass (g wet wt./m<sup>2</sup>), percent cover (%) and various community indices of seaweeds at four season on the shores of Geumgap, Jindo, southwestern coast of Korea

Community indices	Autumn	Winter	Spring	Summer	Mean
Biomass (g /m <sup>2</sup> )	380.55	832.91	611.28	371.08	548.96
Percent cover (%)	23.04	26.02	30.02	32.72	27.95
Richness index (R)	5.87	6.53	5.59	6.40	6.10
Evenness index (J')	0.46	0.33	0.38	0.33	0.38
Diversity index (H')	1.65	1.25	1.39	1.21	1.38
Dominance index (DI)	0.69	0.80	0.75	0.82	0.77
Chlorophyta/Phaeophyta (C/P)	0.86	0.45	0.67	0.78	0.69
Rhodophyta/Phaeophyta (R/P)	3.14	2.55	2.33	2.44	2.62
(R+C)/P	4.00	3.00	3.00	3.22	3.31

<Table 4> Vertical distribution of dominant seaweeds based on importance value (IV>10) at four season on the rocky shores of Geumgap, Jindo, southwestern coast of Korea

Shore levels	Autumn	Winter	Spring	Summer
High	<i>Sargassum thunbergii</i> <i>Ulva conglobata</i> <i>Ishige foliacea</i>	<i>Sargassum thunbergii</i> <i>Ulva australis</i> <i>Gloiopeltis furcata</i>	<i>Sargassum thunbergii</i> <i>Ishige foliacea</i> <i>Ralfsia verrucosa</i> <i>Caulacanthus ustulatus</i> <i>Ishige okamurae</i>	<i>Caulacanthus ustulatus</i> <i>Gelidiophycus freshwateri</i> <i>Ulva conglobata</i>
Mid	<i>Sargassum thunbergii</i> <i>Ishige okamurae</i> <i>Chondracanthus intermedius</i>	<i>Sargassum thunbergii</i> <i>Ulva australis</i>	<i>Sargassum thunbergii</i> <i>Ishige okamurae</i> <i>Ulva australis</i>	<i>Sargassum thunbergii</i> <i>Ishige okamurae</i> <i>Ishige foliacea</i>
Low	<i>Sargassum fusiforme</i> <i>Gelidium elegans</i> <i>Sargassum thunbergii</i>	<i>Sargassum thunbergii</i> <i>Ulva australis</i> <i>Sargassum fusiforme</i> <i>Gelidium elegans</i> <i>Sargassum horneri</i>	<i>Sargassum thunbergii</i> <i>Sargassum fusiforme</i> <i>Gelidium elegans</i>	<i>Sargassum thunbergii</i> <i>Chondracanthus intermedius</i> <i>Sargassum fusiforme</i>

0.45-0.86의 범위로 갈조류가 가장 적게 출현한 가을에 최대였고 갈조류가 최대로 출현한 겨울에 최소였다(<Table 3>). R/P값은 2.33~3.14로 갈조류의 출현종수가 최소인 가을에 최대였고 홍조류가 가장 적게 출현한 봄에 최소값을 기록하였다. (R+C)/P 값도 3.00~4.00로 가을에 최대였고 겨울과 봄에 최소였다.

#### IV. 고찰

본 연구 해역인 남서해안 진도군 금갑에서 동정된 해조류는 총 56종(녹조 9종, 갈조 12종, 홍조 35종)이었다. 이전의 연구에서는 신안군의 우이도와 매섬에서 하계에 65종(Kang et al., 1979), 우이도에서 112종(Choi et al., 1994), 하태도에서 112종(Oh and Lee, 1989), 그리고 진도에서는 116종이 기록되었다(Lee et al., 1983). 또한, 서남해안의 자은도에서 92종, 조도군도에서 114종, 소안군도에서 124종이 출현하였으며(Choi et al., 1994), 신안군 도초면의 15개 무인도서의 하계 조사에서 53종(Park et al., 2007)과 압해면, 자은면과 압태면 인근의 16개 무인도서의 하계 조사에서 63종이 출현하였다(Oh et al., 2005). 완도군 청산도의 3지역(당리, 진산리, 동촌리)의 조간대와 조하대

에서는 여름과 겨울에 총 136종이 출현하였다(Lee et al., 1991). 위에서 언급한 대부분의 연구가 육지에서 멀리 떨어진 다수의 무인도서를 하계에 집중적으로 조사하였기 때문에, 본 연구가 수행된 진도군 금갑에 비해 해조류 출현종수가 높은 것으로 사료된다. 하지만, 본 연구는 해조상과 군집구조의 변화에 대한 자료가 부족한 진도군에서 4계절 연구가 최초로 수행되었으며, 이러한 연구결과는 기후변화와 인간활동에 의한 환경오염 등으로 변화하는 연안 생태계의 일차생산자의 군집구조의 변화를 확인할 수 있는 중요한 자료가 될 것이다.

해조류의 생물량은 연구지역 인근에 있는 신안군 하의도(성촌)에서 160.46 g dry wt./m<sup>2</sup>(하계)였으며(Choi et al., 1994), 고흥군 4개 섬에서는 하계에 21.39~76.22 g dry wt./m<sup>2</sup>(평균 50.85 g dry wt./m<sup>2</sup>)였다(Song et al., 2011). 또한, 전남 여수시 거문도 4개 정점의 조간대와 조하대에서 평균 생물량(춘계, 하계, 추계)은 83.32-169.16 g dry wt./m<sup>2</sup>(평균 121.48 g dry wt./m<sup>2</sup>)로 기록되었으며(Koh, 1990), 최근에 수행된 신안군의 외해에 위치한 흑산도와 홍도의 조간대에 서식하는 해조류의 연평균 생물량은 흑산도에서 252.44 g dry wt./m<sup>2</sup>와 홍도에서 217.67 g dry wt./m<sup>2</sup>로서 다른

해역에 비해 높게 나타났다. 금번 조사가 수행된 진도군 금갑 해역의 조간대에서 해조류의 생물량은 548.96 g wet wt./m<sup>2</sup>로 측정되었으며, 다른 정점과 비교해 볼 때 본 연구가 습중량임을 고려하더라도 상당히 높은 것으로 확인되었다.

해조류의 수직분포를 보면, 진도군 금갑 해안의 조간대 상부에서는 지층이, 패, 모란갈파래와 불등풀가사리, 중부에서는 지층이와 패가, 하부에서는 툇, 지층이, 돌가사리, 우뭇가사리가 우점하였다. 신안군 도초면 우이도에서는 상·중부에서 불등풀가사리·애기우뭇가사리·바위수염이 우점하였으며, 하부에서는 지층이·작은구슬산호말·구멍갈파래·바위수염이 번무하는 것으로 나타났다(Choi et al., 1994). 이외에도 완도군 청산도의 조간대 상부에서 불등풀가사리, 중·하부에서 작은구슬산호말·참산호말·툇·지층이가 번무하는 것으로 확인되었다(Lee et al., 1991). 흑산도의 조간대 상부에서는 김·지층이·파래류·풀가사리류, 중부에서는 지층이·툇·진분홍딱지·풀가사리류, 그리고 하부에서는 지층이·툇·작은구슬산호말·개서실·진분홍딱지가 번무하였고, 홍도에서는 풀가사리류·파래류·김류·지층이(상부)·작은구슬산호말·툇·지층이·바위수염(중부)·툇·지층이·진두발·작은구슬산호말·까막살(하부)이 번무하였다(Oh et al., 2013). 따라서, 진도군 금갑의 해조류 수직분포는 인근의 다른 해역과 큰 차이가 없는 것으로 나타났으며, 지층이, 패, 구멍갈파래와 우뭇가사리가 모든 계절에 번무하는 대표적인 해조류였다.

해조상의 지리적 특성(열대~한대)을 구분하는 방법으로 Segawa (1956)는 C/P값을, Feldmann (1937)은 R/P값을, Cheney (1977)는 (R+C)/P 값을 사용하였다. 본 연구의 C/P값은 0.45-0.86으로 한대 또는 온대성 해조상으로 판단되었으며, R/P값은 2.55-3.14범위로 온대성 해조상을, (R+C)/P값은 온대 혹은 혼합성 해조상으로 구분되었다. 홍도와 흑산도에서 C/P값은 0.47과 0.53이었으며, R/P값은 3.00과 3.13으로 온대해역 해조상을 보였으며, Cheney (1977)의 비율인 (R+C)/P값은 흑산도

에서 3.47이고 홍도에서 3.67로서 혼합된 해조상을 보였다. Oh et al. (2013)은 흑산도와 홍도를 포함한 서남해안의 유인 및 무인도서의 해조상은 (R+C)/P값으로 볼 때 모두 혼합성 해조상이었으나, 현대에 가까울수록 그리고 내만에 위치한 섬일수록 높은 값을 보인다고 하였다. 따라서, 향후 해조류의 군집지수인 C/P, R/P와 (R+C)/P값이 시간 및 공간적으로 어떻게 변화하는지에 대한 동향 연구가 필요한 시점이다.

해조류의 형태 및 서식장소에 따라 6개의 기능형군으로 구분되며, 성긴분기형, 다육질형, 유절산호말형과 각상형은 비교적 안정된 환경에서 서식하는 생장이 느린 다년생 해조류이고, 일년생 해조류인 엽상형과 사상형, 성긴분기형은 환경적 스트레스가 심한 교란 혹은 부영양화 지역에서 번무하는 것으로 알려졌다(Littler and Littler, 1984; Orfandis et al., 2001). 본 연구에서 엽상형과 사상형 해조류 출현종수가 18종(32.14%)이고 다른 기능형군 해조류가 38종(67.86%), 그리고 생물량으로 보면 교란지역 해조류(엽상형과 사상형)가 39.40 g wet wt./m<sup>2</sup>(7.14%), 그리고 안정된 환경에서 나타나는 해조류가 512.22 g wet wt./m<sup>2</sup>(92.86%)로 확인되어, 본 연구 해역은 아직까지 해조류가 서식하기에 안정된 환경으로 판단되지만, 오염된 해역에서 출현하는 것으로 알려진 청각류가 연중 출현하였으며(Diez et al., 1999), 오염이 심각한 지역에서 많이 나타나는 덩불형(turf-forming) 해조류(Piazzini and Cinelli, 2001)인 애기가시덤불과 애기우뭇가사리가 여름철 조간대 상부의 우점종과 준우점종으로 나타난 것으로 볼 때 진도 금갑 연안은 인간의 간섭에 의해 교란이나 오염이 진행되고 있는 것으로 사료된다.

## References

- Arévalo, R. · Pinedo, S. & Ballesteros, E.(2007). Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a

- gradient of nutrient enrichment: Descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding macroalgae. *Marine Pollution Bulletin* 55, 104~113.
- Cheney, D. P.(1977). R and C/P- A new improved ratio for comparing seaweed floras. *Supplement Journal of Phycology* 13, 129.
- Choi, C. G.(2008). Algal flora in Hallyeo-haesang national park southern coast of Korea. *Journal of the Korean Fisheries Society* 41, 371~380.
- Choi, D. S. · Kim, K. Y. · Lee, W. J. & Kim, J. H.(1994). Marine algal flora and community structure of Uido Island, West-southern coast of Korea. *Korean Journal of Environmental Biology* 12, 65~75.
- Clarke, K. R. & Gorley, R. N.(2006). PRIMER V6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E Ltd, Plymouth.
- Diez, I. · Secilla, A. · Santolaria, A. & Gorostiaga, J.M.(1999). Phytobenthic intertidal community structure along an environmental pollution gradient. *Marine Pollution Bulletin* 38, 463~472.
- Feldmann J.(1937). Recherches sur la vegetation marine de la Mediterranee. *Rev Alg* 10, 1~339.
- Fowler, J. & Cohen, C.(1990). *Practical Statistics for Field Biology*. John Wiley and Sons, New York, USA.
- Hwang, E. K. · Park, C. S. · Koh, N. P. & Sohn, C. H.(1997). Benthic marine algal communities of Shinjido, southern coast of Korea. *Journal of the Korean Fisheries Society* 30, 574~584.
- Kang, J. W.(1966). On the geographical distribution of marine algae in Korea. *Bulletin Pusan Fisheries College* 7, 1~125.
- Kang, J. W. · Sohn, C. H. & Lee, J. H.(1979). The summer marine algal flora of Uido and Maeseom, southwestern coast of Korea. *The Korean Association for Conservation of Nature* 16, 95~107.
- Kim, H. S. · Boo, S. M. · Lee, I. K. & Sohn, C. H.(2013). National List of Species of Korea 「 Marine Algae 」。 National Institute of Biological Resources Ministry of Environment Korea.
- Koh, N. P.(1990). An ecological study on resources of marine plants in Geomundo islands. *The Korean Journal of Phycology* 5, 1~37.
- Kwak, S. N. & Huh, S. H.(2009). Species composition and distributional patterns of marine benthic algae at intertidal zone in Masan Bay. *Journal of The Korean Society of Marine Environment & Safety* 15, 179~185.
- Lee, I. K · Choi, D. S. · Oh, Y. S. · Kim, G. H. · Lee, J. W. · Kim, K. Y. & Yoo, J. S.(1991). Marine algal flora and community structure of Chongsando island on the south sea of Korea. *Korean Journal of Phycology* 6, 131~143.
- Lee, I. K. · Lee, H. B. & Boo, S. M.(1983). A summer marine algal flora of islands in Jindo-gun. *Report of Survey for Natural Environment in Korea* 3, 293~311.
- Lindstrom, S. C.(2009). The biogeography of seaweeds in southeast Alaska. *Journal of Biogeography* 36, 401~409.
- Littler, M. M. & Littler D. S.(1984). Relationships between macroalgal functional form groups and substrate stability in a subtropical rocky intertidal system. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 74, 13~34.
- Margalef, R.(1958). Information theory in ecology. *General Systematics* 3, 36~71.
- McNaughton, S. J.(1967). Relationship among functional properties of California Grassland. *Nature* 216, 168~169.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H.(1974). *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley and Sons, New York, USA.
- Oh, B. G. · Lee, J. W. & Lee, H. B.(2002). A summer marine benthic algal flora and community of uninhabited islands in Haenamgun, southern coast of Korea. *Journal of the Korean Fisheries Society* 35, 57~63.
- Oh, B. G. & Lee, H. B.(1989). A summer marine algal flora of Hatae Islands, south western coast of Korea. *Journal of Industry and Science Research* 7, 163-172.
- Oh, B. G. · Lee, J. W. & Lee, H. B.(2005). Summer marine algal vegetation of uninhabited islands in Sinangun, southwestern coast. *Algae* 20, 53~59.
- Oh, J. C. · Park, S. K. · Choi, H. G. & Nam, K.W.(2013). Seasonal variation in biomass and community structure of intertidal seaweeds at Heuksando and Hongdo, southwestern coast of Korea. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 46, 878~885.

- Okamura, K.(1892). On the marine algae of Chosen. Report Implication Bureau Fisheries Science 3, 114-127.
- Orfanidis, S. · Panayotidis, P. & Stamatis, N.(2001). Ecological evaluation of transitional and coastal and water; A marine benthic macrophytes-based model. Mediterranean Marine Science 2, 45~65.
- Park, C. S. · Wee, M. Y. & Hwang, E. K.(2007). Summer marine algal flora of uninhabited islands in Docho-do, southwestern coast of Korea. Algae 22, 305~311.
- Piazzì, L. & Cinelli, F.(2001). Distribution and dominance of two introduced turf-forming macroalgae on the coast of Tuscany, Italy, northwestern Mediterranean Sea in relation to different habitats and sedimentation. Botanica Marina 44, 509~520.
- Saito, Y. & Atobe, S.(1970). Phytosociological study of intertidal marine algae. 1. Usujiri Benten-Jima, Hokkaido. Bulletin Faculty Fisheries Hokkaido University 21, 37~67.
- Segawa, S.(1956). Colored Illustrations of the Seaweeds of Japan. Osaka, Pub. Co., LTD, JP.
- Song, J. N. · Park, S. K. · Heo, J. S. · Kim, B. Y. · Yoo, H. I. & Choi, H. G.(2011). Summer seaweed flora and community structure of uninhabited islands in Goheung, Korea. Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 44, 524~532.
- Wells, E. · Wilkinson, M. · Wood, P. & Scanlan, C. (2007). The use of macroalgal species richness and composition on inter tidal rocky seashores in the assessment of ecological quality under the European water framework directive. Marine Pollution Bulletin 55, 151~161.
- 
- 논문접수일 : 2015년 01월 26일
  - 심사완료일 : 1차 - 2015년 02월 12일
  - 게재확정일 : 2015년 02월 13일