Algae
Volume 23(4): 335-342, 2008

한국연안 해조류 생물량의 연간 변동 양상: 전북 외조도와 주삼도 지역

최한길*[1] · 이기훈[1] · 만효금[1] · 유현일[1] · 박향하[1] · 김정하[2] · 정익교[3]

([1]원광대학교 생명과학부 및 기초자연과학연구소, [2]성균관대학교 생물학과, [3]부산대학교 지구환경시스템학부)

Temporal Variations in Seaweed Biomass in Korean Coasts: Woejodo and Jusamdo, Jeonbuk

Han Gil Choi[1]*, Ki Hun Lee[1], Xiao Qin Wan[1], Hyun Il Yoo[1], Hyang Ha Park[1], Jeong Ha Kim[2] and Ik Kyo Chung[3]

[1]*Faculty of Biological Science and Research Institute for Basic Science, Wonkwang University, Iksan, Jeonbuk 570-749, Korea*
[2]*Department of Biological Science, Sungkyunkwan University, 440-746, Korea*
[3]*Division of Earth Environmental System, Pusan National University, Busan Metro City 609-735, Korea*

Seasonal and vertical variations of seaweed biomass were examined at Woejodo and Jusamdo of western sea, Korea from July 2006 to April 2007. Annual seaweed biomass was 198.27 g m^{-2} in wet weight at Woejodo and 417.34 g m^{-2} at Jusamdo, respectively and biomass of intertidal zone was greater than that of subtidal zone at Jusamdo sites. Seaweeds distributed vertically from mid intertidal to 5 m of subtidal zone at Woejodo and from high intertidal to 10m of subtidal zone at Jusamdo. Seaweed biomass and species number were maximal at lower intertidal zone (27 species, 365.43 g m^{-2}) of Woejodo and at mid intertidal zone (26 species, 684.18 g m^{-2}) of Jusamdo. Seasonal biomass varied from 136.73g m^{-2} in autumn to 249.33 g m^{-2} in winter at Woejodo and from 353.37 g m^{-2} in autumn to 482.07 g m^{-2} in summer at Jusamdo. Dominant species was *Sargassum thunbergii* showing highest annual biomass (Woejodo, 94.68 g m^{-2}; Jusamdo, 228.59 g m^{-2}) among all seaweeds and finding at various shore levels during the study period. Subdominant species were *Corallina pilulifera* and *Gracilaria textorii* at Woejodo, and were *Sargassum fusiformis* and *Chondria crassicaulis* at Jusamdo. Thus, we can conclude that Jusamdo shore is better place than Woejodo based on seaweed biomass and vertical distribution, and *S. thunbergii* is the representative species of the two islands.

Key Words: biomass, dominant species, seaweed, subdominant species

서 론

해조류는 이산화탄소(CO_2)와 태양에너지를 이용하여 광합성을 하는 해양생태계의 일차생산자로서 어류 또는 무척추 동물을 포함하여 다양한 해양생물의 먹이와 산란장, 생육장 및 은신처 등 생태학적으로 중요한 역할을 수행하여 먹이사슬의 상위생물량을 조절하는 기반을 제공한다(Worm *et al.* 2000; 김과 최 2004; 이 등 2007; 김과 신 2007). 이외에도, 해조류는 부영양화 해역에서 영양염을 제거하는 생물정화자로서의 기능(Hemminga *et al.* 1999)과 부착 동 · 식물의 착생기질로 사용되므로 해양생태계 생물다양성에 지대한 영향을 준다(McCall *et al.* 1999). 또한, 해조류는 아가, 알긴산 및 캐러기난과 같은 해조산업의 원료와 식용 및 약용으로 사용되고 있으며(Tseng 1981; Oh *et al.* 1990), 최근에는 유가 상승과 온실가스의 주범인 화석연료를 대체할 바이오에탄올의 원료와 온실가스인 CO_2를 제거하는 나무를 대체할 종이의 원료(예, 우뭇가사리)로도 관심을 받고 있다(Bastianoni *et al.* 2008). 따라서, 해조류의 생태적 기능, 환경정화 기능, 유용종의 생물량, 바이오연료와 종이원료로서의 가능성 확인 및 해양 생태계의 안정성을 파악하기 위해서는 연안에 서식하는 해조류의 생물량과 이들을 구성하는 주요종의 실태를 파

*Corresponding author (hgchoi@wku.ac.kr)

악하는 것이 절실하게 요구되는 실정이다.

해조류의 생물량은 출현종수와 함께 어떤 해역의 생물다양성의 근간이 되므로 생물량 자료는 해조군집의 특성을 이해하는데 중요한 척도가 된다(김 등 1995; Phillips *et al.* 1997). 일반적으로, 해조류의 생물량은 지구온난화로 인해 발생되는 것으로 추정되는 갯녹음 해역에서 감소되고 부영양화 해역에서는 기회종인 녹조류의 번무로 인해 생물량이 증가하는 것으로 알려져 있다(Phillips *et al.* 1997; Orfanidis *et al.* 2001). 또한, 해조류에 도달하는 광량에 영향을 주는 수심과 해수 탁도(turbidity) 및 출현종(예, 켈프종, 모자반류, 유절석회조류)의 종류에 따라 수심별 해조류 생물량은 결정된다(남 1986; 최 등 2006). 따라서, 해조류 생물량의 수평 및 수직분포와 주요종 파악은 어떤 해안생태계의 안정 상태를 이해하는데 매우 중요한 자료가 된다.

서해안은 조수간만의 차가 크고 개펄로 구성된 저질로 인하여 부유물질이 많아 투명도가 낮고 암반이 굴 껍질로 덮여 있어 동해안과 남해안에 비해 해조류 생물량과 종다양도가 낮은 것으로 알려져 있다(고와 이 1982; 박과 김 1990; 김 등 1995). 서해안 해조류에 관한 연구는 Kang(1966)이 한국산 해조류의 지리적 분포를 논하며 104여 종을 정리함을 시초로 하여 많은 지역에서 조간대 암반의 해조상과 생물량을 비롯하여 수평 · 수직분포, 기능형별 분석, 생물량, 다양도지수, 지역별 유사도 등의 여러 가지 생태학적인 분석이 시도되었으나(황 등 1996; 이 등 2007; 유 등 2007), 생물량과 수직분포에 대한 연구는 태안반도와 인천항 같이 접근이 용이한 일부 해역에 집중되어 있다(이와 장 1989; 유 등 1996; 이 등 1997; 이 등 2000; 유 등 2007). 특히, 고비용이 요구되는 도서해안의 해조상과 생물량에 관한 연구는 삽시도(윤과 부 1991)와 백령도(백 등 2007)의 2곳에서 수행되었을 뿐이며, 일부 도서(백령도, 격렬비열도, 덕적도, 외연열도, 안마군도, 대청군도, 도초군도, 흑산도 등)는 하계 해조상의 자료만이 존재하고 있다(이 1973; 이와 유 1978; 고와 이 1982; 이 등 1986; 이 등 1987; 이와 부 1988; 부와 최 1989; 박 등 2007). 서해안에서 수행된 조하대 해조상과 생물량에 관한 연구는 더욱 미흡하여 백령도에서 가을철에 1회에 제한되어 조사된 결과만 있다(백 등 2007).

따라서 본 연구는 서해 중부의 대표도서인 선유도와 위도 인근에 위치하며 조간대와 조하대 암반에서 해조류가 서식하는 주삼도와 외조도에서 해조류의 계절별 및 수심별 생물량과 주요종을 확인하여 해조류의 군집 특성을 파악하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

해조류는 서해안의 전북 부안군 위도 부근에 위치한 외조도(35° 35'N, 126° 13'E)와 전북 군산시 선유도 인근의 주삼도(35° 48'N, 126° 24'E)에서 2006년 7월부터 2007년 4월까지 계절별로 정량 채집되었다. 외조도와 주삼도에서의 조석간만의 차는 약 4 m이며, 수온은 여름철에 27–28°C, 겨울철에 4–6°C로 연교차가 매우 크다. 해조류 정량 채집은 간조 때 정점을 대표하는 해조상과 생물량을 보이는 곳을 선택하여 10 cm×10 cm로 구획된 방형구(50 cm×50 cm)를 조간대의 상부(평균해수면에서 +3 m－+4 m), 중부(+2 m－+3 m) 및 하부(+1 m－+2 m)와 조하대(외조도 1 m, 5 m; 주삼도 1 m, 5 m, 10 m)에 놓고 Saito and Atobe(1970)의 방법으로 피도를 야장에 기록하였다. 피도를 측정한 후 방형구내의 해조류는 파괴적인 방법(destructive method)으로 전량 채집되었으며, 조위별로 5개 방형구를 반복구로 두었고 조하대에서는 scuba 다이빙에 의해 채집되었다. 채집된 해조류는 현장에서 포르말린-해수용액(5–10%)으로 고정시켜 실험실로 운반한 후 현미경을 사용하여 동정하였으며, 출현종의 학명 및 국명은 이와 강(2001)에 따랐다. 정량 채집된 해조류는 담수로 수회 세척하여 모래 및 불순물을 제거하고 종을 동정하여 종별 습중량을 측정하여 단위 면적당(m^2) 생물량으로 환산하였다. 본 연구에서 파괴적 방법으로 구해진 해조류의 생물량 자료는 향후 고 등(2008)에서 언급된 방법을 적용하여 종별 회귀분석자료로 이용될 예정이다.

결 과

외조도 생물량

위도 인근의 외조도 해역의 연평균 해조류 생물량은 습중량(건중량)으로 198.27(39.47) g m^{-2}이고 계절별 평균 생물량은 136.73–249.33 g m^{-2}의 범위로 가을에 최소이고 겨울에 최대였으나, 생물량의 계절적 변동은 크지 않았다(Table 1). 여름철 생물량을 구성하는 주요종은 미역(60.69 g m^{-2})과 작은구슬산호말(*Corallina pilulifera*, 26.76 g m^{-2})이었고, 가을에는 잎꼬시래기와 지충이가 가을 생물량의 66.60%를 차지하였다. 겨울에는 생물량(249.33 g m^{-2})의 91.85%는 지충이(229.02 g m^{-2})였고 봄철 생물량의 대부분은 지충이(83.56 g m^{-2})와 고리매(*Scytosiphon lomentaria*, 38.02 g m^{-2})로 나타났다. 외조도의 대표종은 연 평균 생물량(198.27 g m^{-2})의 47.75%를 차지하는 지충이(94.68 g m^{-2})로 확인되었으며, 준우점종은 잎꼬시래기(7.67%)와 작은구슬산호말(7.23%)이었다(Table 1).

외조도 해안에서 조위별 해조류의 출현종수는 가을－겨울에 비해 봄－여름에 높게 나타났으며 조위별로는 4계절 동안에 출현한 종수는 조간대 중부에서 24종, 하부에서 27종, 수심 1 m에서 24종, 수심 5 m에서 23종으로 조간대 하부에서 최대였고 수심 5 m에서 최소였다(Fig. 1). 해조류는 조간대

Table 1. Seasonal average biomass (g m^{-2}) in wet weight of dominant seaweeds at Woejodo of western sea, Korea.

Species	Summer	Autumn	Winter	Spring	Average
Ulva pertusa	32.93				8.23
Undaria pinnatifida	60.69		14.08	21.96	24.18
Scytosiphon lomentaria				38.02	9.51
Myelophycus simplex	4.98				1.25
Sargassum thunbergii	19.62	46.51	229.02	83.56	94.68
Porphyra tenera				7.28	1.82
Corallina pilulifera	26.76	14.28		16.28	14.33
Gracilaria textorii	16.27	44.55			15.21
Gelidium amansii	13.20	10.39			5.90
Caulacanthus okamurae	1.49				0.37
Chondria crassicaulis		15.01			3.75
Other algae	44.69	5.99	6.23	19.31	19.06
Total	220.63	136.73	249.33	186.04	198.27

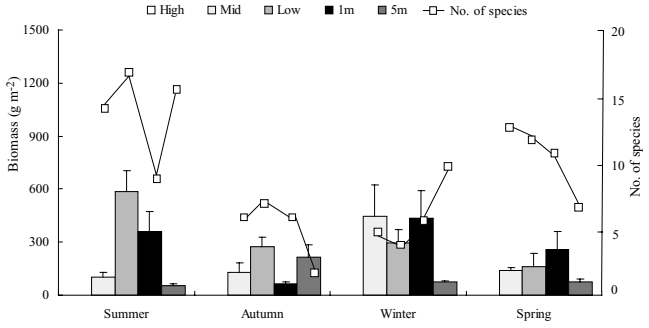

Fig. 1. Seasonal and vertical variations in mean biomass (g m^{-2}) and species number at Woejodo of western sea, Korea. Bars show standard errors (n = 5 replicate quadrat).

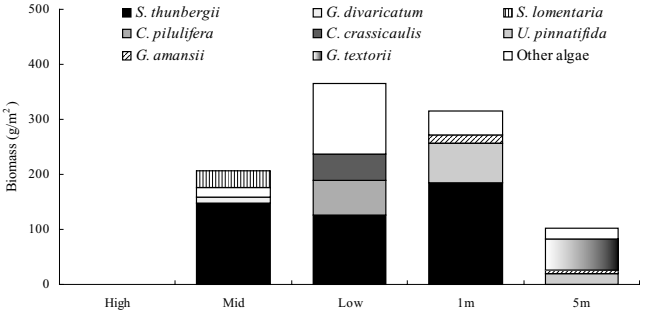

Fig. 2. Vertical distribution of dominant seaweed biomass (g wet wt. m^{-2}) at Woejodo rocky shore of western sea, Korea.

중부에서 조하대 5 m까지의 수직분포를 보였으며 조간대 상부에서는 해조류가 관찰되지 않았다(Fig. 1). 해조류의 연평균 생물량을 조간대와 조하대로 구분하여 보면, 조간대에서 191.04 g m^{-2}이었고 조하대(1 m, 5 m)에서 209.12 g m^{-2}로 해조류가 주로 조하대에 번무하는 것을 확인하였다. 계절별 평균 생물량을 보면, 조간대에서 가을에 134.25 g m^{-2}로 최소였고 겨울에 245.64 g m^{-2}로 최대였으며, 조하대에서는 140.44–254.88 g m^{-2}로서 가을에 최소이고 겨울에 최대로 나타났다. 조위별 평균 생물량을 보면 여름, 가을에 조간대 하부에서 최대였고 수심 5 m에서 최소였다. 하지만, 겨울에는 조간대 중부와 조하대 수심 1 m에서 최대였고 수심 5 m에서 최소로 나타났다(Fig. 1).

외조도 조위별 우점종

외조도 해안에 서식하는 해조류의 조위별 연평균 생물량은 102.84–365.43 g m^{-2}이었고 조간대 상부에서는 해조류가 없었으며, 수심 5 m에서 생물량이 최소였고 조간대 하부에서 최대 생물량을 보였다(Fig. 2). 조간대 중부의 생물량의 71.62%를 지충이(148.64 g m^{-2})가 차지하였고, 하부에서는 작은구슬산호말(62.69 g m^{-2})과 지충이(126.67 g m^{-2})가 전체 생물량(365.43 g m^{-2})의 51.82%를 나타냈다. 조하대 수심 1 m에서는 지충이(185.29 g m^{-2})와 미역(70.69 g m^{-2})이 우점종이었으며, 수심 5 m에서는 잎꼬시래기(56.35 g m^{-2})와 미역(19.30 g m^{-2})이 주요종이었다. 생물량을 구성의 주요종의 수직분포를 보면 지충이는 조간대 중부에서 조하대 수심 1 m까지, 작은구슬산호말은 조간대 하부에서, 미역은 조하대 수심 1–5 m에서, 잎꼬시래기는 수심 5 m에서 우점하였다.

주삼도 생물량

선유도 인근 주삼도 연안의 연평균 생물량은 습중량(건중량)으로 417.34(65.30) g m^{-2}(외조도와 생물량 비교 위해 10 m 제외)였으며, 계절별 평균 생물량은 353.37–482.07 g m^{-2}로 가을에 최저 생물량을, 여름에 최대 생물량을 나타냈다(Table 2). 여름철 생물량을 구성하는 주요종은 지충이(319.66 g m^{-2})와 톳(*Sargassum fusiformis*, 88.95 g m^{-2})이 대부분의 생물량(83.62%)을 차지하였다. 가을에는 지충이

Table 2. Seasonal average biomass (g m^{-2}) in wet weight of dominant seaweeds at Jusamdo of western sea, Korea.

Species	Summer	Autumn	Winter	Spring	Average
Ulva pertusa	11.44				2.86
Undaria pinnatifida				33.63	8.41
Sargassum sp.			67.41		16.85
Sargassum piluliferum		29.20		19.36	12.14
Sargassum siliquastrum				50.39	12.60
Sargassum thunbergii	319.66	101.19	285.45	209.05	228.59
Sargassum fusiformis	88.95	22.74	43.85		38.89
Carpopeltis affinis	16.69				4.17
Corallina pilulifera	7.69		20.75		7.11
Gelidium amansii		22.26			5.57
Chondria crassicaulis		130.15			32.54
Gracilaria textorii		7.85			1.96
Ceramium kondoi				12.85	3.21
Polysiphonia morrowii			11.16	9.47	5.16
Other algae	44.23	38.39	30.23	40.36	381.30
Total	488.66	351.78	457.85	375.11	418.35

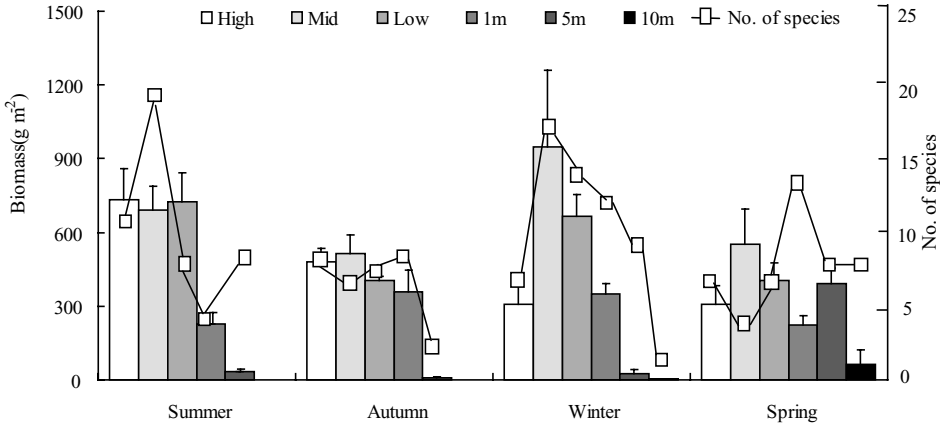

Fig. 3. Seasonal and vertical variations in mean biomass (g m^{-2}) and species number at Jusamdo of western sea, Korea. Bars show standard errors (n = 5 replicate quadrat).

(101.19 g m^{-2})와 개서실(*Chondria crassicaulis*, 130.15 g m^{-2})이 우점적인 출현을 보였으며, 겨울에는 지충이(285.45 g m^{-2})와 모자반류(67.41 g m^{-2})이 전체 생물량의 77.07%를 차지하는 주요종으로 확인되었다. 봄철에는 지충이(209.05 g m^{-2})와 꽈배기모자반(*Sargassum siliquastrum*, 50.39 g m^{-2})이 우점적인 출현을 보였다. 주삼도 해안의 대표종은 연 평균 생물량(418.35 g m^{-2})의 54.64%를 차지하는 지충이(228.59 g m^{-2})였으며, 준우점종은 톳과 개서실이었다(Table 2).

주삼도 해안에서 해조류는 조간대 상부에서 10 m까지(여름, 가을 제외) 관찰되었으며, 출현종수는 가을에 비해 겨울–여름에 높게 나타났으며 조위별로는 4계절 동안에 출현한 종수는 조간대 상부 17종, 중부 26종, 하부 15종, 조하대 1 m에서 24종, 5 m에서 23종, 10 m에서 9종으로 조간대 중부에서 최대였고 수심 10 m에서 최소였다(Fig. 3). 해조류의 연평균 생물량은 조간대(상부, 중부, 하부)에서 560.86 g m^{-2}였고 조하대(수심 1, 5, 10 m)에서 140.07 g m^{-2}로 조간대의 생물량이 조하대에 비해 약 4배 높았다. 계절별 평균 생물량은 조간대에서 봄에 420.68 g m^{-2}로 최소였고 여름에 176.77 g m^{-2}로 최대로 확인되었으며, 조하대에서 88.68–225.13 g m^{-2}로서 여름에 최소, 봄에 최대를 보였다.

계절에 따른 조위별 생물량을 보면, 여름에는 조간대 상부, 중부 및 하부에서 높은 생물량을 보였으며, 상부에서 734.21 g m^{-2}로 최대이고, 조하대 수심 5 m에서 33.37 g m^{-2}로 최소였으며, 10 m에서는 해조류가 관찰되지 않았다(Fig. 3). 가을철 생물량은 여름과 유사한 패턴을 보였으나 생물량은 현저하게 감소하였다. 겨울에는 조간대 중부와 하부에서 가을에 비해 생물량이 급격하게 증가하였으며, 조간대 중부

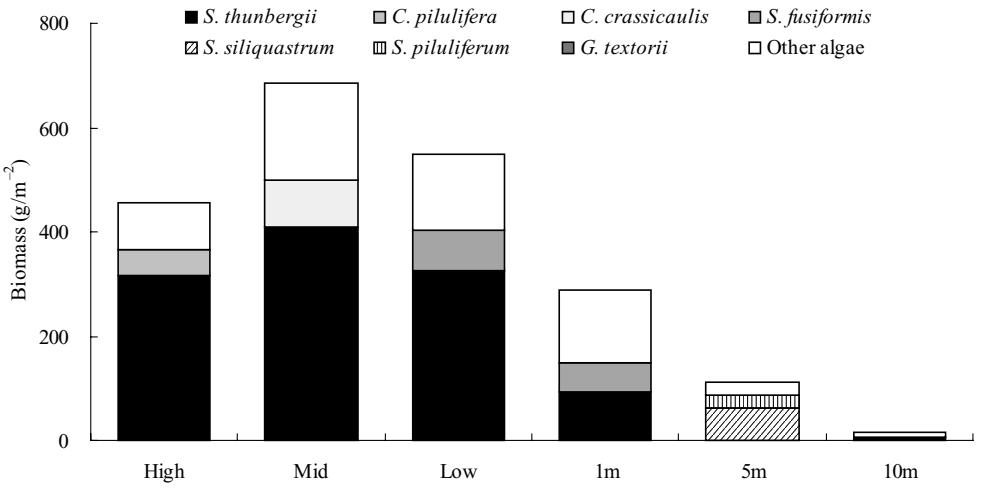

Fig. 4. Seaweed biomass(g wet wt. m^{-2}) of dominant species at each tidal level at Jusamdo rocky shore of western sea, Korea.

(948.03 g m^{-2})에서 최대였고 수심 10 m에서 최소(2.25 g m^{-2})로 조위별 생물량의 변화가 심하게 나타났다. 봄철 생물량은 조간대 중부와 5 m에서 최대였으며 10 m에서 최소였다(Fig. 3).

주삼도 조위별 우점종

주삼도 해안에 서식하는 해조류의 조위별 연 평균 생물량은 16.04–684.18 g m^{-2}로서 수심 10 m에서 최소였고 조간대 중부에서 최대로 나타났다(Fig. 4). 조간대 상부 생물량의 69.01%를 지충이(315.38 g m^{-2})가 차지하였고 다음으로 작은구슬산호말이 52.05 g m^{-2}로 우점하였다. 조간대 중부의 주요종은 지충이(408.56 g m^{-2})와 개서실(90.07 g m^{-2})이었고 하부에서도 지충이의 생물량(326.52 g m^{-2})이 최대로 하부 생물량의 59.41%를 차지하여 조간대 전역에서 다른 종에 비해 우점하는 특징을 보였으며, 하부에서는 톳도 높은 생물량(75.26 g m^{-2})을 나타냈다. 수심 1 m에서는 지충이가 93.73 g m^{-2}, 톳이 55.35 g m^{-2}로 높은 생물량을 보였고 수심 5 m에서는 꽈배기모자반(62.98 g m^{-2})의 생물량이 전체 생물량의 56.03%를 차지하였으며, 구슬모자반(*Sargassum piluliferum*)이 24.20 g m^{-2}로 주요종으로 나타났다. 수심 10 m에서는 지충이(5.18 g m^{-2})와 잎꼬시래기(1.13 g m^{-2})가 우점하는 것을 확인하였다.

토 의

해조류의 생물량은 갯녹음 해역과 섭식압(grazing pressure)이 높은 해역에서 감소하고, 영양염이 풍부한 생활하수가 유입되는 부영양화 및 빈번한 교란이 발생하는 해역에서는 구멍갈파래(*Ulva pertusa*)나 파래류(*Enteromorpha* spp.)와 같은 기회종의 생물량이 급증한다(Lobban and Harrison 1994). 서해안 조간대 해조류의 연평균 생물량(g dry wt./m^2)은 동해안의 주문진(김 등 1997), 죽변(김 등 2004)과 전촌리(최 2008)와 남해안의 거문도와 삼천포(고 1990)에 비해 낮았다(Fig. 5). 서해안의 생물량은 영광 원자력 발전소 인근 5개 정점에서 22–296 g m^{-2}(김과 허 1998), 무창포와 마량리에서 100 g m^{-2} 이하였으며(김과 이 1985; 유와 김 1990), 태안반도 파도리에서 123–276 g m^{-2}의 범위로서 최근에 가까울수록 생물량이 감소하였다(이와 장 1989; 이 등 1997, 2000). 또한, 인천항 인근에서는 19–31 g m^{-2}(유 등 1996)로 확인되어 서해안에서 생물량은 태안반도에서 최대이고 인천에서 최저였다. 본 연구지역인 외조도와 주삼도의 해조류 생물량은 건중량으로 각각 39.47 g m^{-2}와 65.30 g m^{-2}로서 삽시도(173 g m^{-2})와 덕적도(80.63 g m^{-2})에 비해 약간 낮은 생물량을 보였으나(윤과 부 1991; 이 등 2007) 이러한 차이는 다른 연구에서 상대적으로 생물량이 적은 조하대 생물량이 포함되었기 때문으로 생각된다. 본 연구해역에서 조사기간에 생물량을 감소시키는 갯녹음이나 성게, 소라, 전복과 같은 해조류를 섭이하는 해양무척추동물이 조간대와 조하대에서 거의 관찰되지 않았으며, 무인도서로서 녹조류의 번무를 초래하는 영양염이 풍부한 생활하수의 유입은 없었다. 따라서, 조사해역의 생물량이 낮은 것은 부유물질로 인해 투명도가 낮고 암반에 굴 껍질과 퇴적물이 많이 쌓여 있기 때문으로 사료된다(고와 이 1982; 박과 김 1990; 김 등 1995).

서해안 외조도와 주삼도 해안에서 생물량은 주로 조간대 중부와 하부 및 조하대 수심 1 m에서 나타났으며, 생물량을 구성하는 주요종은 톳, 지충이, 미역과 같은 갈조류와 홍조류인 작은구슬산호말로 확인되었다. 본 연구에서 갈조류가 조간대의 중 · 하부와 조하대 생물량의 대부분을 차지하는 것은 동해안과 유사하지만, 동해안에서는 조간대에 비해 조

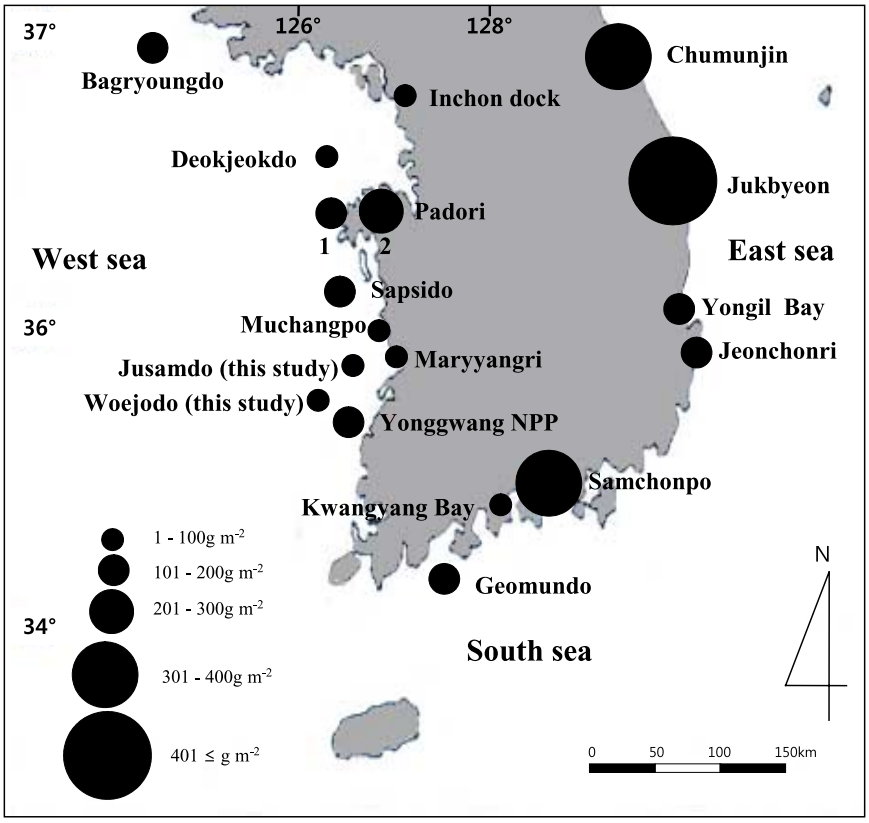

Fig. 5. Annual average biomass (g dry wt. m^{-2}) of seaweeds on the rocky shores of Korea. 1, 1987 and 1993 biomass; 2, 1998 biomass.

하대 생물량이 높고, 다양한 모자반류와 켈프종이 조하대 생물량을 구성하는 것과는 구별된다(최 등 2006). 또한, 백령도에서도 생물량의 대부분은 조간대 중부와 하부에 분포하여 본 연구와 매우 유사한 패턴을 보였으며, 가을에 수행된 조하대 연구에서는 수심 1–2 m에서 다시마, 구멍갈파래, 지누아리사촌(*Grateloupia acuminata*)이 서식하고 수심 4 m에서는 거머리말(*Zostera marina*)과 무절석회조류가 분포하는 것으로 확인되어(백 등 2007), 동일한 서해안에서도 생물량을 구성하는 종은 지역적인 차이가 있었다. 외조도와 주삼도의 조하대에서는 해조류가 주로 5 m 이내에서 존재하고 수심이 깊어지면 홍조류 잎꼬시래기가 적은 생물량을 보이며 분포하는 것으로 나타났다. 반면에, 동해안에서는 15 m 이내에서 다시마, 15–25 m에서는 개다시마(*Kjellmaniella crassifolia*)가, 25 m보다 더 깊은 곳에서는 구멍쇠미역(*Agarum clathratum*)이 군락을 형성하는 것으로 나타나(손 등 2007), 서해안과 구별되는 생물종과 수심 분포를 보였다.

생물량 구성하는 주요종인 갈조류 지충이는 서해안의 무창포와 마량리를 비롯하여 태안반도 의항과 파도리 등지의 조간대 암반에서 우점하는 것으로 기록되었다(유와 김 1990; 이 등 1997; 오와 이 1998; 이 등 2000). 본 연구에서 지충이의 연 평균 생물량은 외조도에서 94.68 g m^{-2}(계절별, 19.62–229.02 g m^{-2}), 주삼도에서 228.59 g m^{-2}(계절별, 101.19–319.66 g m^{-2})를 보였으며, 외조도에서는 조간대 중부에서 조하대 수심 1 m까지, 주삼도에서는 조간대 상부에서 조하대 수심 1 m까지 높은 생물량을 나타냈다. 따라서, 본 연구는 서해안 대표종인 지충이의 계절과 수심별 생물량 분포를 정량적으로 밝힌 최초의 연구이다. 해안 저층 구성과 큰 조석차로 인해 해수의 투명도가 낮은 서해안에서 지충이가 모든 계절과 다양한 수심에서 우점한다는 것은 본 연구를 포함하여 이전의 연구에서 확인되었으나 그 원인은 현재까지 알려져 있지 않았다. 따라서, 서해안에서 지충이가 우점하는 원인을 밝히는 것은 향후 서해안 해조상 및 군집을 이해하는데 필요한 자료가 될 것으로 사료된다.

본 연구 해역을 포함한 서해안의 해조류 생물량은 동해안과 남해안의 연구결과와 비교해 볼 때 매우 낮았으며 해역별 차이가 있음을 확인하였고 생물량을 구성하는 종은 지충이, 톳, 작은구슬산호말과 켈프종인 미역이었다. 해조류가 서식하는 수심은 외조도에서는 조간대 중부에서 조하대 수심 5 m 이내, 주삼도에서는 조간대 상부에서 수심 10 m 이내였으며, 연평균 생물량은 외조도(198.27 g m^{-2})에 비해 주삼도(418.35 g m^{-2})에서 높게 나타났다. 또한, 생물량을 구성하는 종을 보면 외조도에서는 구멍갈파래, 미역, 고리매, 바위수염(*Myelophycus simplex*), 김(*Porphyra tenera*)과 같은 기회종이 많았고 모자반 속에는 지충이 한 종이 동정되었으나, 주

삼도에서는 구멍갈파래, 미역과 모로우붉은실(*Polysiphonia morrowii*)을 제외하고는 대부분 위다년생 혹은 다년생 종이고 모자반 속 해조류도 5종이 출현하여 주삼도 해안이 외조도 해안에 비해 해조류 서식장소로 적합한 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 국토해양부 '해조류를 이용한 온실가스 저감기술 개발' 연구개발사업의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

고남표. 1990. 거문도 해산식물자원에 관한 생태학적 연구. 조류학회지 **5:** 1-37.

고영욱, 성건희, 김정하. 2008. 회기분석을 이용한 해조류 생물량 측정을 위한 방법론. *Algae*: in press.

고철환, 이해복. 1982. 덕적군도의 해조상. 자연실태종합보고서 **2:** 229-249.

김미경, 신재기. 2007. 독도 연안의 하계 수환경과 미세조류의 종조성. *Algae* **22:** 193-199.

김영식, 최한길. 2004. 한국의 남해안과 서해안에 생육하는 지충이(*Sargassum thunbergii*)의 착생 해조류의 종조성. 한국생태학회지 **27:** 173-177.

김영환, 남기완, 손철현. 1997. 동해안 주문진 조간대의 저서 해조류: 해조상, 분포 및 군집구조. *Algae* **12:** 117-130.

김영환, 안중관, 이재일, 엄희문. 2004. 동해안 울진원전의 온배수 방출이 주변 해조군집에 미치는 영향. *Algae* **19:** 257-270

김영환, 윤현주, 유종수. 1995. 서해 중부 연안 해조군집의 종조성과 생물량. 식물학회지 **38:** 389-398.

김영환, 이인규. 1985. 서해안 무창포의 조간대 해조 군집구조의 분석. 식물학회지 **28:** 149-164.

김영환, 허성회. 1998. 서해안 영광원자력발전소 주변 해조군집의 종조성과 생물량. 한국수산학회지 **31:** 186-194.

남기완. 1986. 동해안 죽도의 해조군집에 관하여. 조류학회지 **1:** 185-202.

박연숙, 김영환. 1990. 서해안 하계 해조류 분포에 관한 식물지리학적 연구. 조류학회지 **5:** 39-50.

박찬선, 위미영, 황은경. 2007. 한국 남서해안 도초군도 무인도서의 하계 해조상. *Algae* **22:** 305-311.

백재민, 황미숙, 이재완, 이욱재, 김종인. 2007. 백령도 해조군집의 종조성과 생물량. *Algae* **22:** 117-123.

부성민, 최도성. 1989. 안마군도의 하계 해산식물상. 자보협 **9:** 207-238.

손철현, 최창근, 김형근. 2007. 강릉 연안의 해조군락과 유용 해조자원 분포. *Algae* **22:** 45-52.

오병건, 이해복. 1998. 서해안 태안반도 의항의 해조상 및 군집. 환경생물 **16:** 181-192.

유종수, 김영환, 이인규. 1996. 인천항 선거생태계 부착해조군집의 동태. *Algae* **11:** 295-307.

유종수, 김영환. 1990. 서해안 무창포와 마량리의 조간대 해조 군집구조의 분석. 식물학회지 **33:** 225-236.

유현일, 이지희, 이기훈, 백상흠, 허영범, 노형수, 최한길. 2007. 태안반도 하계 해조상 및 군집구조. 한국수산학회지 **40:** 210-219.

윤미영, 부성민. 1991. 서해 중부 삽시도의 조간대 해산식물의 종조성과 수직분포. 조류학회지 **6:** 145-156.

이기훈, 유현일, 최한길. 2007. 태안반도 꽃지 약용해조의 계절적 군집구조 및 수직분포. *Algae* **22:** 209-219.

이용필, 강서영. 2001. 한국산 해조류의 목록. 제주대학교 출판부. 제주, pp. 661.

이욱재, 황미숙, 백재민, 이재완, 김종인. 2007. 서해 경기만 해조군집 복원을 위한 기초생태조사. *Algae* **22:** 201-207.

이인규, 김형섭, 정호성. 1986. 흑산군도의 하계해조상. 자보협 **6:** 257-284.

이인규, 부성민. 1988. 외연열도의 하계 해산식물상. 자보협 **8:** 233-256.

이인규, 오윤식. 정호성. 1987. 대청군도의 해조상. 자보협 **7:** 329-354.

이인규, 유순애. 1978. 서해 격렬비열도의 하계 해조상에 관한 연구. 자보협 **12:** 103-120.

이인규. 1973. 하계 백령도 해조 목록. 서울대학교. 문리대학보 **19:** 7-448.

이재완, 오병건, 이해복. 1997. 서해안 태안반도 파도리 일대의 해조상과 군집. *Algae* **12:** 131-138.

이재완, 오병건, 이해복. 2000. 서해안 파도리의 조간대 해조류 군집. *Algae* **15:** 111-117.

이해복, 장래혁. 1989. 서해안 태안반도 해조군집변화에 대한 정성정량적 연구. 조류학회지 **4:** 19-40.

최창근, 곽석남, 손철현. 2006. 동해안 울진 연안 조하대 저서 해조류의 군집구조. *Algae* **21:** 463-470.

최한길. 2008. 월성원자력발전소 온배수가 해조류 종조성 및 군집구조에 미치는 영향. *Algae* **23:** 151-162.

황은경, 박찬선, 손철현, 고남현. 1996. 영광 인근 해역 해조군집의 기능형군별 분석. 한국수산학회지 **29:** 97-106.

Bastianoni S., Coppola F., Tiezzi E., Colacevich A. Borghini F. and Focardi S. 2008. Biofuel potential production from the Orbetello lagoon macroalgae: A comparison with sunflower feedstock. *Biomass Bioenergy* **32:** 612-628

Hemminga M.A., Marba N. and Stapel J. 1999. Leaf nutrient reabsorption, leaf lifespan and the of nutrients in seagrass system. *Aquat. Bot.* **65:** 141-158.

Kang. J.W. 1966. On the geographical distribution of marine algae. *Bull. Pusan Fish. Coll.* **7:** 1-125.

Lobban. C.S. and Harrison P.J. 1994. *Seaweed Ecology and Physiology*. Cambridge University press. Cambridge, 366 pp.

McCall R.K., Moncreiff C.A., Randall T.A., Caldwell J.D. and Blackburn B.R. 1999. Seagrass epiphytes: Contribution to local chlorophyll a concentration. *Gulf Research Reports* **11:** 74.

Oh Y.S., Lee I.K. and Boo S.M. 1990. An annotated account of Korean economic seaweeds of food, medical and industrial uses. *Korean J. Phycol.* **5:** 57-71.

Orfanidis S., Panayotidis P. and Stamatis N. 2001. Ecological evaluation of transitional and coastal and water; A marine benthic macrophytes-based model. *Medit. Mar. Sci.* **2:** 45-65.

Phillips J.C., Kendrick G.A. and Lavery P.S. 1997. A test of a functional group approach to detecting shift in macroalgal

communities along a disturbance gradient. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **153:** 125-138.

Saito Y. and Atobe S. 1970. Phytosociological study of intertidal marine algae. I. *Bull. Fac. Fish. Hokkadio Univ.* **21:** 37-67.

Tseng C.K. 1981. Commercial cultivation. In: Lobban C.S. and Wynne M.J. (eds), *The Biology of Seaweeds*. Blackwell, Oxford. pp. 680-725.

Worm B., Lotze H.K. and Sommer U. 2000. Coastal food web structure, carbon storage, and nitrogen retention regulated by consumer pressure and nutrient loading. *Limnol. Oceanogr*. **45:** 339-349.

Received 1 August 2008
Accepted 3 November 2008