



## 저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위 논문

# 제주해역의 해조상 및 군집구조의 계절별 변동

2012년 8월

순천향대학교 대학원  
해양생명공학과  
고 지 응

# 제주해역의 해조상 및 군집구조의 계절별 변동

Seasonal Variation of Marine Algal Flora and Community  
Strucure Along The Coast of Jeju Island

지도교수 신 현 응

이 논문을 이학석사학위 논문으로 제출함

2012년 6월

순천향대학교 대학원

해양생명공학과

고 지 응

# 고지웅의 이학석사 학위논문을 인준함

2012년 6월

위원장      마 채 우      (인)

위 원      신 현 응      (인)

위 원      백 효 현      (인)

순천향대학교 대학원

## 목 차

제1절 서론 .....	1
제2절 재료 및 방법 .....	3
제3절 결과 .....	5
1. 해양환경 특성 .....	5
2. 종조성 .....	6
3. 해역별 해조상의 특성 .....	9
4. 생물량 및 수직분포 .....	10
5. 기능형군 및 생태지수 .....	14
제4절 고찰 .....	16
제5절 참고문헌 .....	19
제6절 부록 .....	26

## 표 목 차

Table 1. Longitude and Latitude of sites in Jeju island .....	4
Table 2. Comparisons of flora characteristics ratio and no. of species investigated at 4 sampling sites in Jeju island .....	9
Table 3. Vertical distribution of dominant algae based on importance value at several sampling site in Jeju island ...	12
Table 4. Composition ratio(%) of macroalgal functional group investigated at Jeju island .....	14
Table 5. Evaluation of community stability and environmental condition according to diversity( $H'$ ) and dominance(DI) indices .....	15

## 그림 목 차

Figure 1. Map of the 4 sampling sites in Jeju island .....	4
Figure 2. Variation of water temperature and salinity in Jeju island during ten years .....	5
Figure 3. Composition ratio(%) of algal taxon investigated at sites in Jeju island .....	6
Figure 4. Seasonal variation in number of marine algal species and floristic composition at 4 sampling site in Jeju Island ·	8
Figure 5. Seasonal variation of seaweed biomass of dominant species at 4 sampling sites in Jeju island. ....	11
Figure 6. Result of multidimensional scaling and cluster analysis based on Bray-curtis similarlity of biomass of seaweed .....	13
Figure 7. Seasonal species diversity( $H'$ ) of 4 sampling sites in Jeju island .....	15

## 국문 요약

본 연구는 제주연안에 서식하는 해조상 및 군집구조의 계절별 변동을 파악하기 위하여, 2011년 6월부터 2012년 2월까지 계절별 조사를 실시하였다. 제주연안에 출현한 해조류는 총 56종으로 녹조식물 7종, 갈조식물 12종, 홍조식물이 37종이 채집 동정되었으며, 그 중 13종이 연중 출현하였다. 해역의 특성을 나타내는  $(R+C)/P$  값은 2.0~8.0(평균 4.5)를 나타냈으며, 하천과 함덕에서는 혼합성 해조상을, 새섬에서는 온대성 해조상을, 애월에서는 열대성 해조상의 특성을 보였다. 평균 생물량은  $458.4 \text{ g/m}^2$ 이었으며, 계절별로는 춘계에  $580.3 \text{ g/m}^2$ , 하계에  $577.0 \text{ g/m}^2$ , 추계에  $602.5 \text{ g/m}^2$ 으로 가장 높은 생물량을 보였으며, 동계에  $329.3 \text{ g/m}^2$ 으로 가장 낮은 생물량을 나타냈다. 정점별 생물량은  $185.5 \sim 766.2 \text{ g/m}^2$ 의 범위를 보였고, 애월에서 최소값을, 하천에서 최대값을 나타냈다. 조사정점 중 가장 높은 생물량을 보였던 하천의 경우 출현한 해조류 중 평균  $450.0 \text{ g/m}^2$ (58.7%)을 차지한 감태에 의하여, 계절별 생물량이 변동하는 것으로 나타났으며, 그 다음 높은 생물량인 보인 함덕에서는 기타종(Others)을 제외하였을 때, 감태의 생물량이 계절별 변동 요인으로 나타났다. 새섬에서도 역시 감태의 생물량으로 인한 계절적 변동을 보였으며, 애월에서만, 홍조식물인 둘레게발혹의 생물량에 의하여, 계절적 변동을 하는 것으로 나타났다. 수직분포를 보면, 하천과 새섬에서 감태가 전 수심에 걸쳐서 우점하였고, 애월에서는 해중립의 근간을 이루는 대형 갈조류 보다는 참산호말과 둘레게발혹과 같은 유절산호말형(Jointed calcareous)이 우점하는 것으로 확인 되었다. 유사도분석(cluster analysis)과 MDS(multi-dimensional scaling)의 분석결과 유사도 50% 수준에서 하천, 함덕, 새섬이 함께 묶였으며, 출현한 해조류의 생물량이 최소였던 애월과는 완전하게 분리되었다(SIMPROF test,  $P < 0.05$ ). 생물량을 이용하여 산출한 종다양도 지수는 1.23~1.74의 값이 산출되었으며, 제주연안 4개 해역의 군집안정도는 불안정하고, 환경상태 역시 나쁜 것으로 평가되었다.



# 1. 서론

한반도 최남단에 위치한 제주도는 일본 류슈, 류큐열도, 대만, 중국 등에 둘러싸인 북서태평양의 연해로서 쿠로시오 해류와 여기서 분지된 대마난류, 황해난류, 중국대륙연안수, 황해 저층냉수 그리고 한국연안수의 영향을 받는 수산학적으로 매우 중요한 위치에 놓여 있다(Ko et al, 1998; Kim et al, 1998). 그러나 제주도는 최근 지구온난화로 인한 수온상승의 영향을 더욱 민감하게 받고 있어서 제주 연안에 번무하던 모자반류를 비롯한 해조류의 감소와 산호조류의 증가로 다양한 수산생물의 산란지나 서식지가 급격하게 감소하여 결국 유용 어패류의 어획감소로 이어지는 현상을 나타내고 있다(Ohno, 1993; Serisawa et. al., 2004; 국립수산물과학원 동해수산연구소, 2006; 제주수산연구소, 2009).

해조류는 해양생태계의 일차생산자로서의 역할 뿐 만 아니라 산란장, 서식처 및 먹이 제공을 하며, 인간에게 있어서도 식용, 공업용, 사료용, 의약품 원료, CO<sub>2</sub>흡수원, 바이오에너지원으로 널리 이용되고 있다(Choi and Rho 2010). 이러한 해조류 군집은 수온, 염분 및 광주기 등 다양한 무생물적 환경의 영향 및 인간활동에 의하여 발생하는 부영양화, 퇴적물의 증가와 같은 인위적인 환경변화에 빠르게 반응한다(Lobban and Harrison, 1997; Tribollet and Vroom, 2007). 이와같은 특성으로 인하여, 부착생물인 해조류의 종조성 및 군집구조의 변화는 연안생태계에서 환경상태 변화를 모니터링하는 생물학적 지시자(bio-indicator)로 사용된다(Wells et al., 2007).

현재까지 보고된 제주연안의 해조류는 총 522종(녹조식물 66종, 갈조식물 114종, 홍조식물 342종)이 제주도 연안에 생육하는 것으로 보고되었다(Lee and Kang, 2002). 최근까지 제주도 해역의 해조상 및 생태, 분포론적 연구들이 다양하게 이루어져왔지만, 조사가 비교적 용이한 조간대와 조하대 일지라도 하계에 집중된 연구에 치우쳐져 왔다(Oak et al., 2004). 2000년도 이후로 성산 및 설섬에 관한 연구(Oak et al, 2004), 강정, 북촌, 온평, 용수 해역에 관한 연구(Lee 2007), 문섬의 계절별 생물량 변동에 대한 연구(Ko et al., 2008), 우도 연안을 조사한 Kang(2011)의 연구 등이 발표되어 있으나, 연안 해역의 해양생물군집의 변화를 인지할 수 있는 제주연안에 서식하는 해조류 변화에 대한

연구 결과는 매우 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 제주 연안을 대표 할 수 있는 동·서·남·북 4개 정점을 선정하여, 출현한 해조류의 계절별 종조성, 수직분포, 군집구조 및 기능형군의 분석을 통하여, 연구지역에 출현하는 해조류의 특성을 기존 연구자료와 비교하여, 해양생태계의 변화를 파악하고자 하였으며, 조하대에 출현하는 해조류의 계절별 정성·정량적 기초자료를 확보하고자 실시하였다.

## 2. 재료 및 방법

본 연구는 제주특별자치도에 위치한 4개 해역 하천(동부), 애월(서부), 새섬(남부), 함덕(북부)의 조하대 수심 5m와 수심 10m에서 2011년 6월에서 2012년 2월까지 계절별로 정성 및 정량 채집하였다(Fig. 1). 해조상 조사는 수중잠수(SCUBA)를 하여 조사해역의 수심 5m와 10m에서 수중방형구(50×50cm)를 이용하여 방형구내 출현하는 모든 해조류를 채집하였으며, 채집한 해조류는 현장에서 5~10% 포르말린-해수용액으로 고정한 후, 실험실로 운반하여 분류 및 동정하였다. 출현종 및 학명정리는 Lee and Kang(2002)의 분류체계를 따랐다. 생물량은 담수로 충분히 씻어 이물질을 제거한 후 105℃에서 48시간 동안 완전히 건조시켰다(김과 안, 2006). 완전히 건조시킨 시료는 전자저울을 이용하여 0.1g 수준까지 건중량을 측정하였고, 이를 단위 면적당(g·dry/m<sup>2</sup>)으로 환산하였다.

군집의 우점종 파악을 위한 중요도 계산은 출현종의 피도와 빈도의 상대피도와 상대 빈도의 산술평균으로 계산하였다(Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974).

$$\text{피도} = \{\text{출현종 (i)가 차지하는 면적/방형구의 면적}\} \times 100$$

$$\text{빈도} = \{\text{출현종 (i)가 있는 소방형구의 수/세분된 소방형구의 수}\} \times 100$$

$$\text{상대피도} = (\text{i종의 피도 합/전종의 피도 합}) \times 100$$

$$\text{상대빈도} = (\text{i종의 빈도 합/전종의 빈도 합}) \times 100$$

$$\text{중요도} = (\text{상대피도} + \text{상대빈도}) / 2$$

해조상을 해석하는 지표로는 수온의 변동과 밀접한 연관이 있는 C/P값(Segawa, 1956), R/P값(Feldmann, 1937) 및 (R+C)/P 값(Cheney, 1977)을 이용하였으며, 해조류의 기능형군 분석은 출현종의 외부형태, 내부구조, 광합성 효율 등에 따라 엽상형(Sheet), 사상형(Filamentous), 성긴분기형(Coarsley branched), 다육질형(Thick leathery), 유절산호말형(Joint calcareous), 각상형(Crustose)의 6개 그룹으로 구분하였다(Littler and Littler, 1984).

군집 안정도 및 환경상태의 평가를 위하여 정점별 출현종과 생물량 자료를 이용하여, Shannon의 다양도지수(Diversity index,  $H'$ )를 구하였다(Shannon and Weaver, 1963). 또한 정점간 해조류의 군집구조를 파악하기 위하여, 해조류에 생물량을 바탕으로, Bray-Curtis 유이도를 구하였고, PRIMER(Plymouth Routines Multivariate Ecological Research) version 6.0을 이용하여, Cluster 분석과 MDS(Multidimensional scaling)분석을 수행하였으며, 유사도 분석에 따른 각 그룹의 유의차는 SIMPROF(Similarity profile) test를 실시하여, 검정하였다(Clarke and Warwick, 2001).



Figure 1. Map of the 4 sampling sites in Jeju island

Table 1. Longitude and Latitude of sites in Jeju island

Direction	Study Site	Longitude and Latitude
East	Hacheon	N33°20'064" E126°50'761"
West	Aewol	N33°28'075" E126°19'234"
South	Saeseom	N33°14'351" E126°33'480"
North	Hamduk	N33°33'137" E126°39'682"

### 3. 결과

#### 3-1. 해양환경

해양환경 측정망 자료를 이용하여 분석한 제주연안의 수온은 최근 10년간 평균 18.1~19.2℃(평균 18.6℃)이었으며, 북부와 서부는 평균 수온과 유사하거나 낮게 나타나는 결과를 보였고, 남부와 동부에서 평균보다 다소 높게 나타났다. 염분은 33.0~34.0 psu(평균 33.6 psu)이었고, 남부-동부-서부-북부의 순서로 나타났으나, 해역별 큰 차이는 지난 10년간 보이지 않았다(Fig. 2).

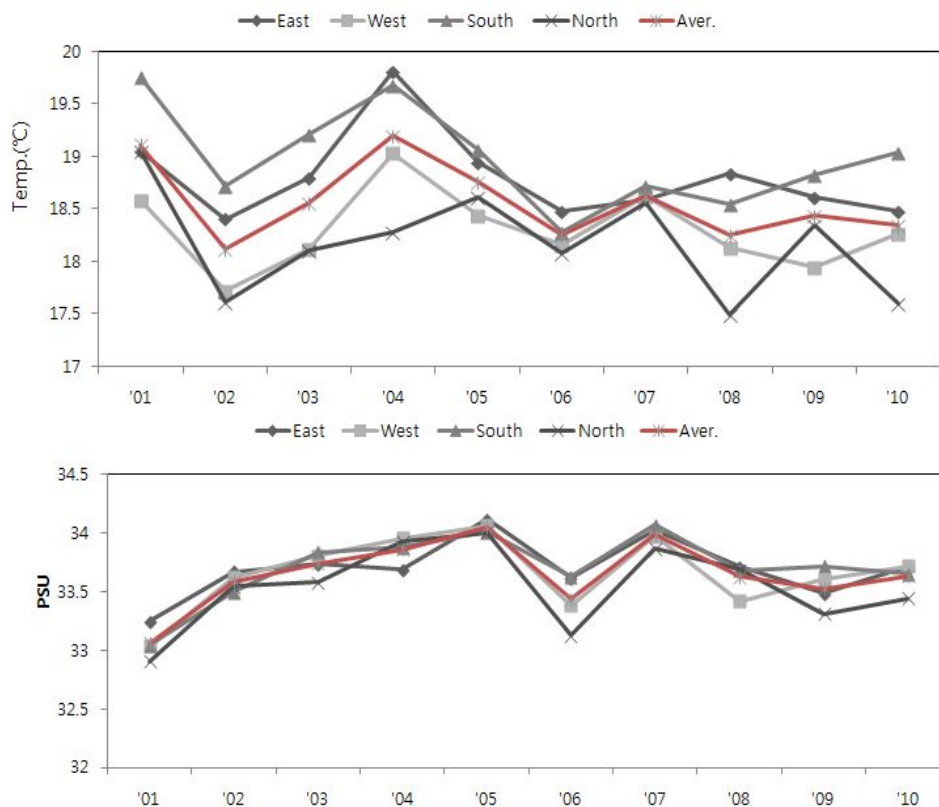


Figure 2. Variation of water temperature and salinity in Jeju island during ten years

### 3-2. 종조성

본 연구에서 출현한 해조류는 총 56종이었으며, 분류군별로 녹조식물 7종(12.5%), 갈조식물 12종(21.4%), 홍조식물이 37종(66.1%)으로 홍조식물의 출현종수가 최대였고, 녹조식물의 출현종수가 최소였다.

계절별로 춘계에 37종(녹조식물 6종, 갈조식물 8종, 홍조식물 23종), 하계에 32종(녹조식물 7종, 갈조식물 5종, 홍조식물 20종), 추계에 17종(녹조식물 1종, 갈조식물 2종, 홍조식물 14종), 동계에 36종(녹조식물 5종, 갈조식물 7종, 홍조식물 24종)으로 출현종수는 수온이 낮은 동계와 춘계에 높게 나타나다가 수온이 높은 하계 및 추계에 감소하는 경향을 나타냈다(Figure 3, 4).

조사정점별 출현종수는 하천에서 38종, 애월에서 36종, 새섬 및 함덕에서 각각 27종이 출현하였으며, 분류군별 구성비는 애월에서 녹조식물과 홍조식물의 비율이 각각 16.7%, 72.2%로 가장 높은 출현비율로 나타났으며, 갈조식물은 새섬에서 33.3%로 가장 높은 출현비율(33.3%)을 나타냈다(Fig. 2).

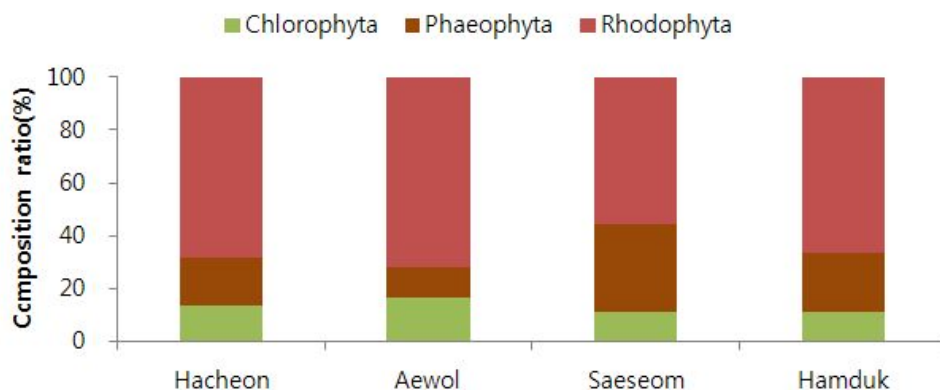


Figure 3. Composition ratio(%) of algal taxon investigated at sites in Jeju island

본 연구에서 연중 출현한 종으로는 녹조식물인 갈색대마디말(*Cladophora wrightiana*), 갈조식물인 감태(*Ecklonia cava*), 홍조식물인 참화살깃산호말(*Alatocladia modesta*), 넓은게발(*Amphiroa anceps*), 고리마디게발(*Amphiroa beauvoisii*), 눈썹마디게발(*Amphiroa foliacea*), 비늘산호말(*Corallina confusa*), 참산호말(*Corallina officinalis*), 둘레게발혹(*Marginisporium crassissimum*), 낭과쩍(*Synarthrophyton cystocarpe-dium*), 자루바다표고(*Peyssonnelia caulifera*), 붉은뼈까막살(*Grateloupia angusta*), 참곱슬이(*Plocamium telfairiae*)로 총 13종(녹조식물 1종, 갈조식물 1종, 홍조식물 11종)으로 나타났으며, 이들 중 모든 조사정점에서 연중 출현한 종은 홍조식물인 참산호말(*C. officinalis*)과 둘레게발혹(*M. crassissimum*) 총 2종으로 확인되었다(Appendix).

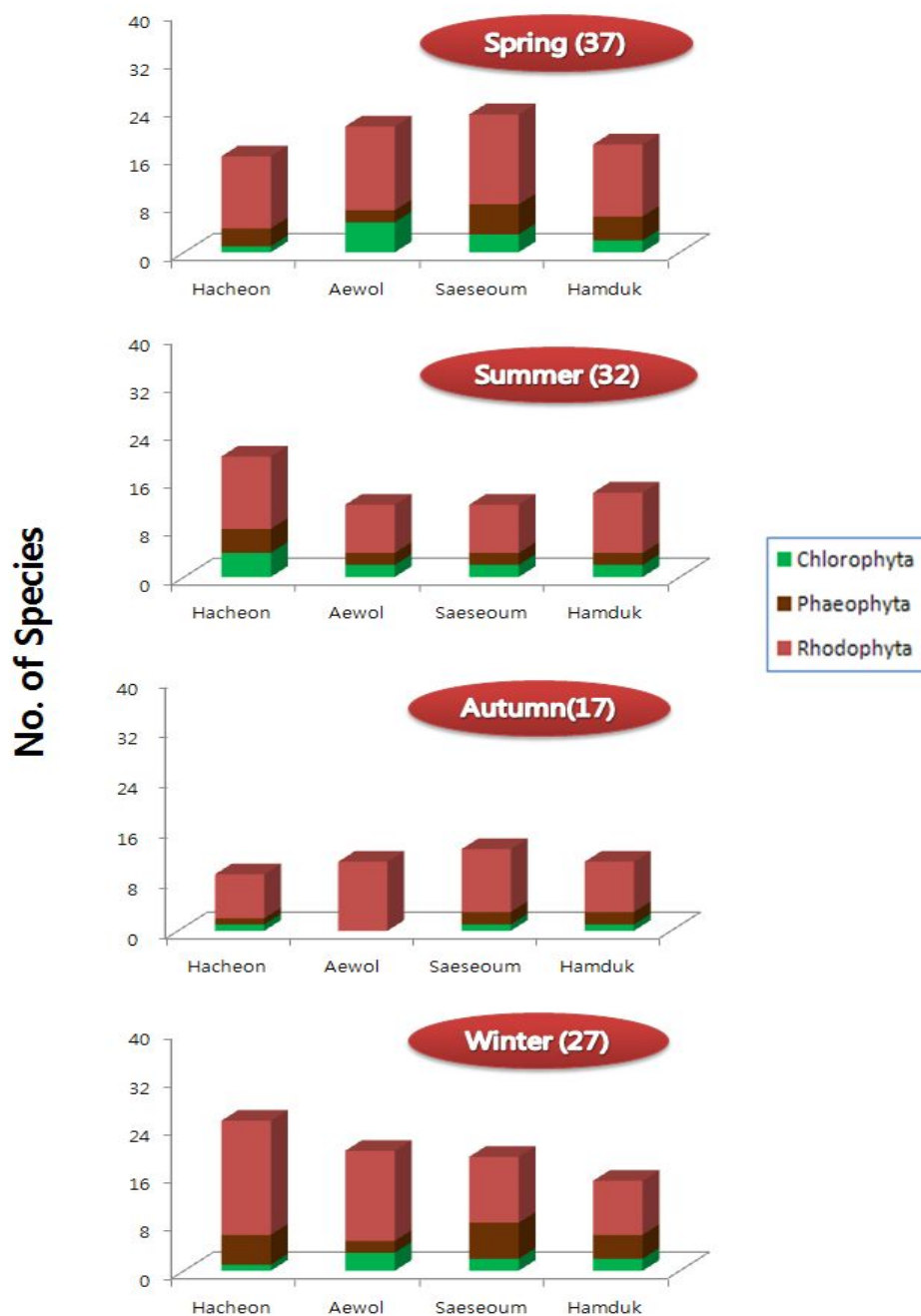


Figure 4. Seasonal variation in number of marine algal species and floristic composition at 4 sampling site in Jeju Island



### 3-3. 해역별 해조상의 특성

어떤 해역의 해조상이 열대 혹은 한대 해역에 가까운지를 나타내는 방법으로 Segawa (1956)는 C/P값을, Feldman(1937)은 R/P값을, Cheney(1977)는 (R+C)/P값을 제안하였다. 해조류의 지역적 특성의 기준으로 이용되는 C/P, R/P 및 (R+C)/P 값의 분석을 수행한 결과는 Table.2과 같다. 가장 보편적으로 사용되는 (R+C)/P 값은 2.0~8.0(평균 4.5)를 나타냈으며, 하천과 함덕에서는 혼합성 해조상을, 새섬에서는 온대성 해조상을, 애월에서는 열대성 해조상의 특성을 보였다. 이는 갈조류에 비하여, 녹조류와 홍조류의 높은 출현으로 인하여, 열대해역의 특성을 보인 것으로 판단된다(Table 2).

Table 2. Comparisons of flora characteristics ratio and no. of species investigated at 4 sampling sites in Jeju island((HC, Hacheon; AW, Aewol; SS, Saeseom; HD, Hamduk; MS, Munseom)

Site	C/P	R/P	(R+C)/P	Assessment of (R+C)/P	No. of species	Reference
HC	0.7	3.7	4.4	Mixed	38	This study
AW	1.5	6.5	8.0	Tropical	36	
SS	0.3	1.7	2.0	Temperate	27	
HD	0.5	3.0	3.5	Mixed	27	
AW	0.5	1.9	2.4	Temperate	78	Park et al. (1994)
HC	0.2	1.4	1.6	Cold	75	
AW	2.0	4.8	6.8	Tropical	39	NFRDI(2008)
HD	0.5	2.3	2.8	Temperate	99	Lee et al. (1998)
MS	0.4	1.5	2.0	Temperate	46	Ko et al. (2008)

### 3-4 생물량 및 수직분포

본 연구에서 채집된 해조류의 연평균 생물량은  $458.4 \text{ g/m}^2$ 이었으며, 계절별로는 춘계에  $580.3 \text{ g/m}^2$ , 하계에  $577.0 \text{ g/m}^2$ , 추계에  $602.5 \text{ g/m}^2$ 으로 가장 높은 생물량을 보였으며, 동계에  $329.3 \text{ g/m}^2$ 으로 가장 낮은 생물량을 나타냈다. 정점별 생물량은  $185.5 \sim 766.2 \text{ g/m}^2$ 의 범위를 보였고, 애월에서 최소값을, 하천에서 최대값을 나타냈다.

조사정점 중 가장 높은 생물량을 보였던 하천의 경우 출현한 해조류 중 평균  $450.0 \text{ g/m}^2$ (58.7%)을 차지한 감태에 의하여 계절별 생물량이 변동하는 것으로 나타났으며, 그 다음 높은 생물량인 보인 함덕에서는 기타종(Others)을 제외하였을 때는, 감태의 생물량이 변동의 요인으로 나타났다. 새섬에서도 역시 감태의 생물량으로 인한 계절적 변동을 보였으며, 애월에서만, 홍조식물인 둘레게발혹의 생물량에 의하여, 계절적 변동을 하는 것으로 나타났다(Fig. 5).

수직분포는 상대피도와 상대빈도의 산술평균으로 계산된 중요도 값으로 결정하였다. 하천의 경우 수심 5m에서 감태-둘레게발혹-참산호말-붉은뼈까막살 등이 분포 하였으며, 수심 10m에서는 감태-붉은뼈까막살-둘레게발혹등이 수직분포 하는 것으로 나타났다. 애월의 경우 수심 5m에서 흑돌잎-고리마디게발-참산호말 등이, 수심 10m에서 둘레게발혹-누운청각 등이 수직분포 하는 것으로 나타났다. 새섬의 경우 수심 5m에서 감태-둘레게발혹-참산호말 등이, 수심 10m에서 감태-넓은게발 등이 수직분포 하는 것으로 나타났으며, 함덕의 경우 수심 5m에서 참산호말-작은구슬산호말-둘레게발혹 등이, 수심 10m에서 감태-참산호말-둘레게발혹 등이 수직분포 하고 있는 것으로 나타났다 (Table 3).

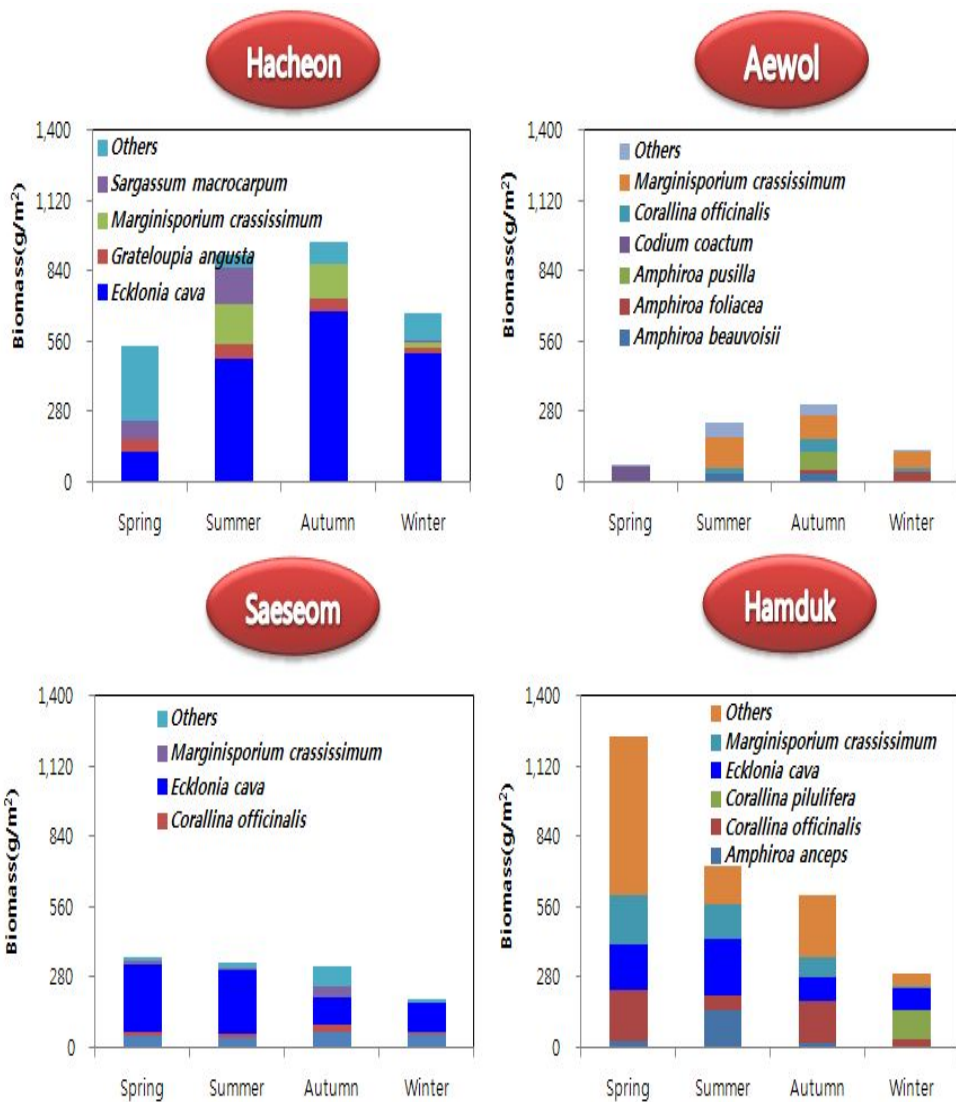


Figure 5. Seasonal variation of seaweed biomass of dominant species at 4 sampling sites in Jeju island

Table 3. Vertical distribution of dominant algae based on importance value(IV>5.0) at several sampling site in Jeju island

Site/Dept h	5m	10m
Hacheon	<i>Ecklonia cava</i> (30.4)	<i>Ecklonia cava</i> (30.8)
	<i>Marginisporium crassissimum</i> (14.8)	<i>Grateloupia angusta</i> (26.8)
	<i>Corallina officinalis</i> (11.3)	<i>Marginisporium crassissimum</i> (11.4)
	<i>Grateloupia angusta</i> (10.2)	<i>Sargassum macrocarpum</i> (7.6)
Aewol		<i>Corallina officinalis</i> (5.4)
	<i>Lithophyllum okamurae</i> (14.8)	<i>Marginisporium crassissimum</i> (34.2)
	<i>Amphiroa beauvoisii</i> (14.3)	<i>Codium coactum</i> (12.9)
	<i>Corallina officinalis</i> (13.2)	<i>Amphiroa zonata</i> (9.7)
		<i>Corallina officinalis</i> (7.2)
		<i>Amphiroa beauvoisii</i> (6.4)
Saeseom		<i>Amphiroa foliacea</i> (6.2)
	<i>Ecklonia cava</i> (47.4)	<i>Ecklonia cava</i> (37.9)
	<i>Marginisporium crassissimum</i> (29.3)	<i>Amphiroa anceps</i> (22.2)
	<i>Corallina officinalis</i> (11.3)	<i>Peyssonnelia caulifera</i> (7.5)
	<i>Amphiroa anceps</i> (7.1)	<i>Corallina officinalis</i> (6.0)
		<i>Marginisporium crassissimum</i> (6.0)
Hamduk		<i>Sargassum macrocarpum</i> (5.0)
	<i>Corallina officinalis</i> (21.6)	<i>Ecklonia cava</i> (24.8)
	<i>Corallina pilulifera</i> (20.0)	<i>Marginisporium crassissimum</i> (16.6)
	<i>Marginisporium crassissimum</i> (14.9)	<i>Corallina officinalis</i> (8.7)
		<i>Amphiroa anceps</i> (8.0)
		<i>Grateloupia angusta</i> (6.7)

각 정점별 유사도분석(cluster analysis)과 MDS(multidimensional scaling)의 분석결과 유사도 50% 수준에서 1개의 그룹과 1개의 정점으로 구분되었다(Figure 6). 하천, 함덕, 새섬이 함께 묶였으며, 애월과는 완전하게 분리되었다(SIMPROF test,  $P < 0.05$ ).

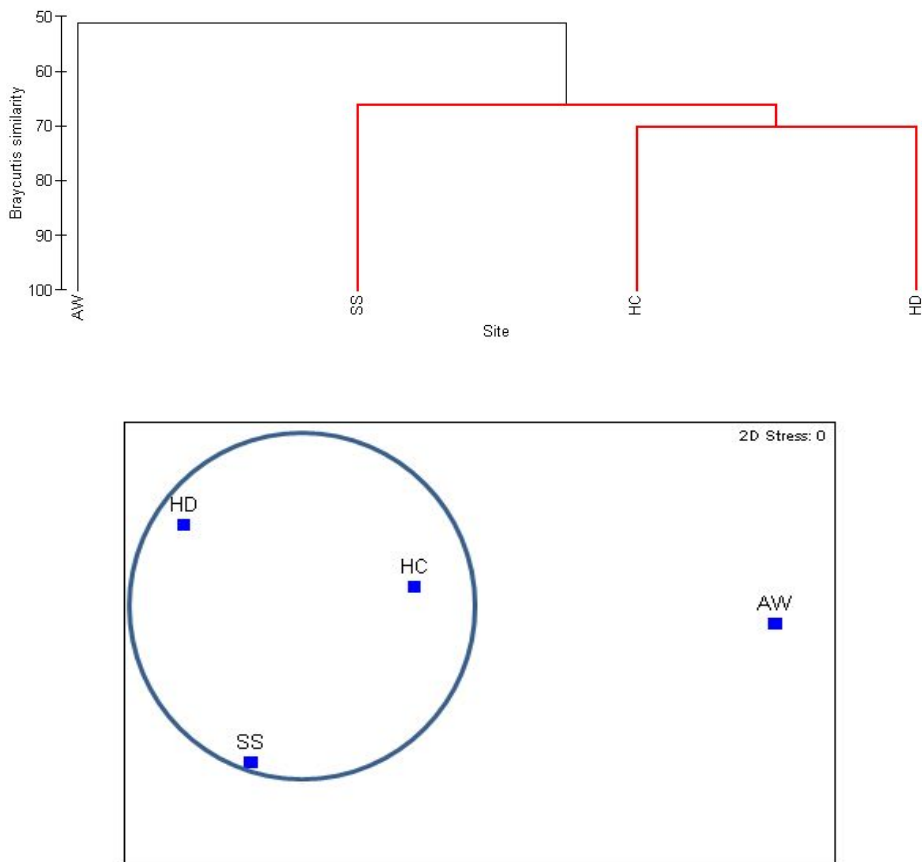


Figure 6. Result of multidimensional scaling and cluster analysis based on Bray–curtis similarity of biomass of seaweed(HC, Hacheon; AW, Aewol; SS, Saeseom; HD, Hamduk). The red lines indicate no significant difference among the study sites(SIMPROF test).

### 3-5 기능형군 및 생태지수

본 연구에서 각 정점에서 출현한 해조류의 기능형군별 출현비율은 하천에서 유절산호말형(31.6%), 성긴분기형(21.1%), 다육질형(13.2%), 사상형(13.2%), 엽상형(10.5%), 각상형(7.9%)의 순서로 나타났으며, 애월에서는 성긴분기형과 유절산호말형이 각각 30.6% 그 다음으로 엽상형(13.9%), 사상형(11.1%), 각상형(8.3%), 다육질형(5.6%)의 순서로 나타났다. 새섬에서는 유절산호말형(40.7%), 성긴분기형과 다육질형이 각각 22.2%, 사상형과 각상형이 7.4%를 나타냈으며, 엽상형은 출현하지 않았다. 함덕에서는 유절산호말형(40.7%), 다육질형(22.2%), 성긴분기형(14.8%), 사상형(11.1%), 각상형(7.4%), 엽상형(3.7%)의 순서로 나타났으며, 전체적으로 보았을때, 제주연안 4개 해역의 해조류의 기능형군별 비율은 성긴분기형(30.4%), 유절산호말형(28.6%), 다육질형(14.3%), 사상형과 엽상형이 각각(10.7%), 각상형(5.4%)의 순서로 나타났으며, 정점별로 다른 기능형군별 구성비를 나타냈다(Table 4).

Table 4. Composition ration(%) of macroalgal functional group investigated at Jeju island

	Functional form	Hacheon	Aewol	Saeseom	Hamduk	Mean
	Thick leathery	15.8	5.6	22.2	22.2	16.4
ESG I	Jointed calcareous	31.6	30.6	40.7	40.7	35.9
	Crustose	7.9	8.3	7.4	7.4	7.6
	Sheet	10.5	13.9	0.0	3.7	7.0
ESG II	Coarsely branched	21.1	30.6	22.2	14.8	22.2
	Filamentous	13.2	11.1	7.4	11.1	10.7

본 연구에서 해조류의 생물량을 이용하여 산출한 종다양도지수( $H'$ ) 값은 1.21~1.66(평균 1.43)으로 동계에 최소값을, 추계에 최대값을 나타냈으며, 정점별로 새섬에서 최소값을, 함덕에서 최대값을 나타내는 결과를 보였다.(Fig. 7).

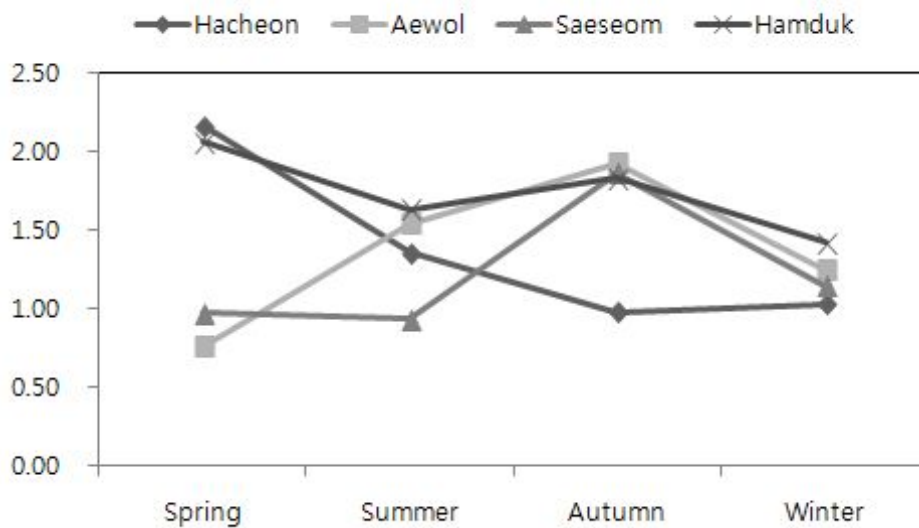


Figure 7. Seasonal species diversity( $H'$ ) of 4 sampling sites in Jeju island

Table 5. Evaluation of community stability and environmental condition according to diversity( $H'$ ) and dominance(DI) indices(Park et al., 2006)

$H'$	DI	Interspecific competition	Community Stability	Environmental condition
0.00~1.00	0.90~1.00	no	extream stable	very bad
1.00~2.00	0.70~0.90	weak	unstable	bad
2.00~3.00	0.50~0.70	normal	normal	normal
3.00~4.00	0.25~0.50	high	stable	good
>4.00	<0.25	very high	very stable	very good

## 4. 고찰

현재까지 보고된 제주연안의 해조류는 총 522종(녹조식물 66종, 갈조식물 114종, 홍조식물 342종)이 제주도 연안에 생육하는 것으로 보고되었으며(Lee and Kang, 2002), 제주연안의 강정, 북촌, 온평, 용수의 조하대 해역에서 총 71종(녹조식물 10종, 갈조식물 21종, 홍조식물 40종)이 출현하였음을 보고하였다(Lee, 2007). 본 연구에서 나타난 제주연안 4개 해역의 해조류는 총 56종(녹조식물 7종, 갈조식물 12종, 홍조식물 37종)으로 동일한 지역이거나 인근지역의 기존 연구(Park et al., 1994; Lee et al., 1998; Ko et al., 2008; NFRDI 2008)와 비교 하였을 때도 모든 정점에서 출현종수는 낮게 나타났다.

어떤 해역의 해조상이 열대 혹은 한대 해역에 가까운지를 나타내는 방법으로 Segawa (1956)는 C/P값을, Feldman(1937)은 R/P값을, Cheney(1977)는 (R+C)/P값을 제안하였다. Kim et al.,(2011)에 의하면 이러한 생태지수 중 가장 많이 사용되고 있는 것은 (R+C)/P 값인데, 그 값이 3 이하이면 한·온대성 해조상을, 6 이상이면 열대성 해조상, 그 중간값이면 혼합성 해조상의 특징을 나타낸다고 하였다. 본 연구에서는 새섬에서 2.0으로 한·온대성 해조상을 나타냈으며, 함덕(3.5)과 하천(4.4)에서 혼합성 해조상을, 애월에서는 8.0을 보여 열대성 해조상의 특징을 나타냈다. 2000년도 이전의 조사(Park et al., 1994; Lee et al., 1998)에서는 모든 정점에서 한·온대성 해조상을 나타내었는데, 2000년 이후의 조사(Ko et al., 2008; NFRDI 2008)에서는 해역의 특성이 한·온대성에서 혼합성 해조상 및 열대성 해조상으로 변경되는 결과를 나타냈다. 특히, 애월 같은 경우는 갈조식물의 출현종수의 감소와 녹조식물 및 홍조식물의 증가로 인하여 열대해역의 특징을 나타내는 것으로 판단된다.

본 연구에서 채집된 해조류의 연평균 생물량은  $458.4 \text{ g/m}^2$ 이었으며, 정점별로 하천  $766.2 \text{ g/m}^2$ , 애월  $185.6 \text{ g/m}^2$ , 새섬  $302.3 \text{ g/m}^2$ , 함덕  $714.9 \text{ g/m}^2$ 으로 나타났다. 일반적으로 조하대 해조상의 연구는 주로 갈조류에 의해 생물량이 지배된다(Nam, 1986; Choi et al., 2006). 또한 해조류는 부영양화 된 해역과 온배수의 영향을 받는 해역에서 녹조류의 생물량이 증가하는 것으로 알려져 있다(Wells et al., 2007; Choi, 2008; Yoo et al., 2009, Kim et al., 2011; Park et al., 2011). 본 연구에서는 애월에서 생물량이 가장 낮게 나타



났으며, 갈조류의 생물량 구성비(2.7%)가 극히 적었다. 그에 반하여 녹조류의 생물량 구성비(8.3%)가 다른 조사정점과 비교하여, 높게 나타나는 결과를 보여, 오염이 심한 지역으로 판단되지만, 이에 대한 추가적인 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다. 또한 애월에서는 생물량이 유절산호말형에 의해서 우점되는 것을 보였으며, 이는 산호말류가 비록 해양생태계에서 1차 생산자로서의 역할 및 서식처로서의 중요한 역할(Lobban and Harrison 1994; Graham and Wilcox 2000)을 하지만 기존 해역에서 우점하였던 감태나 모자반류 및 기타 해조류들의 감소로 이어졌음을 시사한다.

본 연구에서 해조류의 수직분포를 보면, 비교적 생물량에서 식생이 풍부한 하천과 새섬에서는 감태가 전 수심에 걸쳐서 우점하였고, 애월과 함덕에서는 해중림의 근간을 이루는 대형 갈조류 보다는 참산호말과 둘레게발혹과 같은 유절산호말형(Jointed calcareous)이 우점하는 것으로 확인되었다. Kang(1966)은 제주도의 해조류 분포에 대해서 동·서·남해안과는 다른 종조성을 갖고 있다고 기록하였는데, 본 연구 지역의 기능형군별 구성비는 성긴분기형-유절산호말형-다육질형-사상형과 엽상형-각상형의 순서를 보였으며, 이는 동해안(Choi, 2008)과 서해안(Lee et al., 2007) 그리고 남해안(Choi 2008)의 일반적인 구성비인 성긴분기형-사상형-엽상형-다육질형-유절산호말형-각상형의 순서와는 상이한 결과를 나타내어 Kang(1966)의 주장과도 일치하였다. 일반적으로 ESG I(다육질형, 유절산호말형, 각상형)은 비교적 안정되고, 오염 및 교란이 덜한곳에 생육하고 있으며, ESG II(사상형, 엽상형, 성긴분기형)는 환경적인 스트레스가 심하거나 교란 및 오염지역에 높은 비율로 나타나는 해조류로 보고되어 있다(Orfandis et al., 2001). 정점 애월의 경우 성긴분기형과 엽상형 및 사상형이 각각 30.6%, 13.9%, 11.6% 를 보여, 다른 조사정점 보다 교란 및 오염이 심한 지역이라 판단된다.

우점도지수(DI)와 다양도지수(H')는 단계별 종간 경쟁(Interspecific competition), 군집안정도(Community Stability), 환경상태(Environmental condition)의 상호조건을 나타내는 지표(Park et al., 2006)로 사용된다. 예를들어, 해조 군집 연구에서 종다양도지수가 2.0~3.0의 경우 군집안정도는 불

안정하고, 환경상태는 다소 양호한 것으로 평가하였으며, 1.0~2.0의 경우 군집 안정도는 불안정하고 환경상태는 나쁜 것으로 평가한다(Table 5). 본 연구에서 각 정점별 종다양도 지수는 1.23~1.74의 값이 산출되었으며, 제주연안 4개 해역의 군집안정도는 불안정하고, 환경상태 역시 나쁜 것으로 평가되었다. 이는 최근 우도 연안의 해조상을 연구한 Kang(2011)의 결과(3.7) 보다 매우 낮은 값으로 나타났다.

최근 많은 연구에서 지적하였듯이 지구온난화(Russell et al., 2009), 인간활동에 의한 해양생태계 변화(Bates et al., 2005; Bates and Dewreede 2007), 해수온 상승 및 해난사고(Choi, 2007)등에 의하여 연안에 서식하는 해양생물들의 종조성이나 다양성 및 생물량이 감소하는 것으로 보고 되고 있다. 본 연구의 결과는 기존의 연구와 비교하여, 제주연안에 서식하는 해조류의 출현종수 및 생물량은 감소하였고, 종조성의 변화로 인하여, 해역의 특정도 한·온대성 해역에서 분포하는 해조상에서 혼합성 해조상 및 열대성 해조상으로 변화한 것으로 나타났다. 특히, 생물량이 가장 빈약하였던 애월의 경우는 지구온난화에 의한 수온상승 보다는 다른 생물학적, 비생물학적인 요인으로 인하여, 해역이 변화한 것으로 추정되며, 향후 장기적이고 정밀한 생태 모니터링이 수행되어져야 할 것으로 판단된다.

## 5. 참고문헌

- 고유봉, 노홍길, 방익찬, 오봉철, 윤석훈, 윤정수, 이준백, 최영찬, 1998, 제주의 바다, 제주도 해양수산개발협의회, 196pp.
- 국립수산물과학원 동해수산연구소, 2006. 2002~2004 동해안 해조장 조성 연구( I ). 291pp.
- 국립수산물과학원 제주수산연구소, 2008, 2007년 제주도 인공어초 어장관리 조사보고서. 163~174.
- 김영환, 안중관, 2006. 동해안 월성원전의 온배수 방출이 주변 해조군집에 미치는 영향. *Algae* 21(4): 453~461.
- 옥정현, 금연심, 황미숙, 오윤식, 2004. 제주도 숲섬과 성산포의 조하대 해조군집. *Underwater Science & Technology*, 5(1): 3~9.
- 이기완, 손철현, 정상철, 1998. 제주연안의 해조상과 성계의 섭식효과. *Journal of Aquaculture*, 11(3): 401~419.
- 이용필, 1995. 제주도산 해조류에 관한 연구. 제주도와 제주대학교 기초과학연구소, 207~240.
- 이용필, 2004. 제주도 해조류의 정성적 특성. 제주대학교 기초과학연구소, 17권(1), 139~152.
- 이용필, 2008. 제주의 바닷말. 아카데미서적, 서울, 477pp.
- 이용필, 이인규, 1976. 제주도 조간대의 해조군락에 대하여. 1. 춘계해조류의 군락조사. *Korean Jour. Botany*, 19(4), 111~118.
- 이인규, 강제원. 1986. 한국산 해조류의 목록. *한국조류학회지*. 1: 311~325.
- 이종철, 2007. 제주도 조하대의 해조류. 제주대학교 석사학위논문, 45pp.
- Bates CR and DeWreede RE. 2007. Do changes in seaweed biodiversity influence associated invertebrate epifaunal. *J Exp Mar Biol Ecol* 344, 206-214.
- Bates CR, Saunders GW and Chopin TC. 2005. An assessment of two taxonomic distinctness indices for detecting seaweed assemblage

- responses to environmental stress. Bot Mar 48, 231–243.
- Bray JR and Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. Ecol Monogr 27, 325–349.
- Cheney DP. 1977. R and C/P– A new improved ratio for comparing seaweed floras. Suppl J Phycol 13, 129.
- Choi CG. 2007. Algal flora and *Ecklonia stolonifera* Okamura (Laminariaceae) population of Youngdo in Busan, Korea. Algae 22, 313–318.
- Choi CG. 2008. Algal flora in Hallyeo–haesang national park southern coast of Korea. J Kor Fish Soc 41, 371–380.
- Choi CG and Rho HS. 2010. Marine algal community of Ulsan, on the eastern coast of Korea. Kor J Fish Aquat Sci 43(3), 246–253
- Choi HG. 2008. Effects of thermal effluents from Wolseong nuclear power plant on macroalgal composition and community structure. Algae 22, 151–162.
- Clarke KR and Gorley RN. 2006. PRIMER V6: User Manual/Tutorial. PRIMER–E Ltd, Plymouth, U.K., 1–190.
- Feldmann J. 1937. Recherches sur la vegetation marine de la Mediterranee. Rev Alg 10, 1–340.
- Kang J. C. 2011. Seasonal variation of macroalgal Community structure and Biomass at Udo, Jeju Island , Korean biomass on Udo, Jeju island, Korea

- Kang J. W., 1960. The summer and flora of Cheju Island(Qu elpart Island). Bulletin of Pusan Fisheries College 3:17~23.
- Kang PJ, Kim YS and Nam KW. 2008. Flora and community structure of benthic marine algae in Ilkwang bay, Korea. Algae 23, 317-326.
- Kim JG, Y. D. Ko, Y. S. Kim and NAM KW. 2011. Marine algal flora and community structure of Gogunsan Islands outside the Saemanguem dike. Kor. J. Env. Eco. 25(2): 155~165
- Ko, Y. W., Sung, G. H., Yi, C. H., Kim, H. H., Choi, D. M., Ko, Y. D., Lee, W. J., Koh, H. -B., Oak, J. H., Chung, I. K. & Kim, J. H. 2008. Temporal variations of seaweed biomass in Korean coasts: Munseom, Jeju Island. Algae 23:295-300.
- Lee KW, C. H. Sohn and Chung SC. 1998. Marine algal flora and grazing effect of sea urchins in the coastal waters of Cheju island. Kor. J. Aqua 11(3): 401~419
- Lee YP and Kang SY. 2002. A Catalogue of the Seaweeds in Korea. Cheju National University Press, Cheju, Korea., 1-662.
- Lobban CS and Harrison PJ. 1997. Seaweed Ecology and Physiology. Cambridge University Press, New York, U.K., 1-366.
- Mueller-Dombois D and Ellenberg H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons, NewYork, U.S.A., 1-547.
- Ohno Masao, 1993. Succession seaweed communities on the artificial

- reefs in Ashizuri, Tosa Bay, Japan. The Korea Journal of Phycology. 8(2), 191~198.
- Orfanidis, S., Panayotidis, P., Stamatis, N., 2001. Ecological evaluation of transitional and coastal waters: a marine benthic macrophytes-based model. Mediterranean Mar. Res. 2 (2), 45-65.
- Park S. H., Y. P. Lee, Y. H. Kim and I. K. Lee, 1994. Qualitative and Quantitative analyses of intertidal benthic algal community in Che Ju Island. 1. Species composition and distributional patterns. The Korean Journal of Phycology, 9(2), 193~203.
- Segawa, S. 1956. Colored illustrations of the seaweeds of Japan. Hoikusha Pub. Co., LTD., 195pp (in Japanese).
- Serisawa Y., Y. Yokohama, Y., Aruga and J. Tanaka, 2004. Dark respiration of the stipe of *Ecklonia cava* (Laminariales, Phaeophyta) in relation to temperature. Phycological Research 52, 174~179.
- Shannon, C. E. & Weaver, W. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, IL, 117 pp.
- Tribollet, A. D. & Vroom, P. S. 2007. Temporal and spatial comparison of the relative abundance of macroalgae across the Mariana Archipelago between 2003 and 2005. Phycologia 46:187-197.
- Wells E, Wilkinson M, Wood P and Scanlan C. 2007. The use of macroalgal species richness and composition on intertidal rocky seashores in the assessment of ecological quality under the European water framework directive. Mar Pollut Bull 55, 151-161.

## ABSTRACT

Community structure and vertical distribution of benthic marine algae were investigated at subtidal of 4 stations(Hacheon, Aewol, Saeseom, Hamduk) along the Jeju coast from June 2011 to February 2012.

56 algal species were identified including 7 green, 12 brown and 37 red. Among them 13 species appeared year round at 4 stations. The (R+C)/P value reflecting flora characteristics were 4.4 at Hacheon meaning mixed flora characteristics, 8.0 at Aewol meaning tropical flora characteristics, 2.0 at Saeseom meaning temperate flora characteristics and 3.5 at Hamduk meaning mixed flora characteristics.

Throught the year, the mean biomass in dry weight were 185.5~766.2 g/m<sup>2</sup>. Maximum value of mean biomass was recorded at Hacheon, and minimun value of mean biomass was observed at Aewol. The seasonal variation of biomass of Hacheon, Hamduk and Saeseom was affected by biomass of *Ecklonia cava* mainly. On the other hand, main factor of seasonal variation at Aewol was *Marginisporium crassissimum*.

The vertical distribution is based on importance value(>5.0) and it recorded the highest value mostly with *E. cava* from 5m to 10m depth at 3

stations. However, Aewol recorded the highest value with *Lithophyllum okamurae* in 5m depth and *M. crassissimum* in 10m depth.

According to Multidimensional scaling and cluster analysis based on biomass, 4 station along Jeju island, there are 1 group and 1 station. Hacheon, Saeseom and Hamduk consist one group and Aewol, showed difference from other 3 stations, is one station.

The value of diversity index( $H'$ ) were 1.23~1.74. It indicates that stability of seaweed community of Jeju island was unstable and environmental condition was bad.



## 감사의 글

우선 부족한 저에게 많은 기회를 주시고, 논문을 지도해 주신 신현웅 교수님께 진심으로 감사의 인사를 드리고 싶습니다. 교수님 제가 남들보다 늦게 졸업을 하게 되어 그동안 심려끼쳐 드린점 정말 죄송합니다. 항상 배려해주시고, 격려해주셨던 은혜 잊지 않겠습니다. 그리고 학부 및 대학원 생활동안 지켜봐주시고 도움을 주신 마채우 교수님, 방인철 교수님, 조지영 교수님과 심사위원이신 백효현 박사님께 감사의 말씀을 드리고 싶습니다.

논문작성 기간 동안 데이터 분석에 대하여 아낌없이 조언을 해주시고, 언제나 인간적으로 저를 대해주시는 멘토이신 조성환 박사님께 다시 한번 고개 숙여 감사드립니다. 그리고 바쁘신 와중에도 해조류 동정 및 데이터분석을 도와주신 김미량 박사님과 데이터 정리 및 채집에 도움을 준 도성이형 정말 감사합니다.

만날 때 마다 언제나 반겨주시고, 졸업 언제 할꺼냐고 항상 관심가져 주신 코미디언 보다 더 재밌는 상목형, 사람 좋은 치영형, 겉으로는 구박을 하지만 속은 참 따뜻한 한성형, 을왕리에서 독거 생활 중 인 멸치 원영형, 얼간이지만 남자다운 영도, 도현이, 민규에게 고마움을 전합니다.

2008년도에 3미터가 넘는 파도에서도 위험을 무릅쓰고 다이빙 조사를 같이 해주신 아쿠아픽쳐스 대표 조은진 사장님과 알게 된지 4년밖에 안됐지만 친형처럼 저를 대해주시고, 제 일을 형 일처럼 언제나 도움을 주시는 정석형, 관철형 정말 감사드립니다.

마지막으로 천덕꾸러기같은 저를 멀리에서 지켜봐주시고 응원과 사랑을 아낌없이 주시는 사랑하는 부모님, 누나, 매형 그리고 내 동생같은 토토와 마루에게 이 논문을 바칩니다.

Appendix. Marine algal lists and biomass (g dry wt/m<sup>2</sup>), functional (F)marine species at 4 sampling sites in Jeju island(Sp, Spring; Su, Summer; Au, Autumn; Wi, Winter)

Species	F	Hacheon				Aewol				Saeseom				Hamduk			
		Sp	Su	Au	Wi	Sp	Su	Au	Wi	Sp	Su	Au	Wi	Sp	Su	Au	Wi
Chlorophyta																	
<i>Cladophora japonica</i>	F		1.6														
<i>Cladophora meridionalis</i>	F	0.5				0.3			+	+				2.0	+		
<i>Cladophora wrightiana</i>	F		+	0.3	+		3.1		+	+	9.3	4.6	+	1.9	+	19.5	+
<i>Cladophoropsis javanica</i>	F		+			0.5			2.7								
<i>Codium arabicum</i>	CB					+				+	0.5		0.4				
<i>Codium coactum</i>	CB		+			116.0											
<i>Codium contractum</i>	CB					+	+										+
Phaeophyta																	
<i>Dictyopteris divaricata</i>	CB									2.8							
<i>Dictyopteris prolifera</i>	CB		+							5.7							
<i>Dictyota coriacea</i>	S				1.0		33.2		+								+
<i>Padina crassa</i>	TL												2.3				
<i>Zonaria diesingiana</i>	CB												0.1				
<i>Colpomenia peregrina</i>	CB					+											
<i>Colpomenia sinuosa</i>	CB				+				+				0.6				
<i>Ecklonia cava</i>	TL	237.6	984.5	1,359	1,018	+	7.0			538.9	505.1	216.6	226.7	375.6	460.4	188.8	182.4
<i>Ecklonia kurome</i>	TL													224.7			

# Appendix(continued)

Species	F	Hacheon				Aewol				Saeseom				Hamduk			
		Sp	Su	Au	Wi	Sp	Su	Au	Wi	Sp	Su	Au	Wi	Sp	Su	Au	Wi
<i>Undaria pinnatifida</i>	TL	160.0			1.4								0.4	51.1			+
<i>Sargassum macrocarpum</i>	TL	147.6	285.5		14.4				2.0			82.5	+	140.5		7.2	+
<i>Sargassum siliquastrum</i>	TL		+							+	+				+		
<b>Rhodophyta</b>																	
<i>Alatocladia modesta</i>	JC	115.6		22.1	4.6		6.6	21.3	+	6.9				84.8	3.0	102.2	24.0
<i>Amphiroa anceps</i>	JC	37.6	31.4	57.0	76.3			3.5		86.2	81.5	123.0	104.8	43.4	292.5	38.0	10.8
<i>Amphiroa beauvoisii</i>	JC	16.0			20.3	+	66.8	68.4	11.4	0.0		14.6	10.6	19.0	45.4	58.3	23.0
<i>Amphiroa dilatata</i>	JC		0.8														
<i>Amphiroa ephedrae</i>	JC									1.1					+		
<i>Amphiroa foliacea</i>	JC				4.8	3.1		24.2	64.4	1.1		25.1	+		6.4		1.6
<i>Amphiroa misakiensis</i>	JC							20.3									
<i>Amphiroa pusilla</i>	JC	8.1				+		143.8									
<i>Amphiroa zonata</i>	JC						50.1										
<i>Corallina confusa</i>	JC				21.9		25.1	13.7		2.1		7.0	3.0			42.9	
<i>Corallina elongata</i>	JC	47.6								0.0				63.5			
<i>Corallina officinalis</i>	JC	38.0	18.4	88.6	73.0	+	36.3	109.1	26.4	35.6	27.2	53.7	18.5	405.3	112.7	331.2	50.8
<i>Corallina pilulifera</i>	JC																231.5
<i>Lithophyllum okamurae</i>	C	0.0				+			+					+			
<i>Marginisporium aberans</i>	JC	157.2								11.2				8.8			

## Appendix(continued)

Species	F	Hacheon				Aewol				Saeseom				Hamduk			
		Sp	Su	Au	Wi	Sp	Su	Au	Wi	Sp	Su	Au	Wi	Sp	Su	Au	Wi
<i>Marginisporium crassissimum</i>	JC	6.6	320	276	48.3	11.9	247	178	132	27.1	20.0	98.3	2.1	385	271	159	15.5
<i>Synarthrophyton cystocarpidium</i>	C	4.1	+	0.6	2.2			20.0		+	+	+	6.8	14.2	15.6	+	+
<i>Galaxaura falcata</i>	JC	2.2	2.0		+	3.1			+	1.2	2.2		+				
<i>Ceramium flaccidum</i>	F						+		+								+
<i>Herpochondria elegans</i>	S				+												
<i>Martensia albidia</i>	S					+											
<i>Martensia elegans</i>	S						+		+								
<i>Heterosiphonia pulchra</i>	F				+												
<i>Acanthopeltis longiramulosa</i>	TL		15.6	1.4	1.6												
<i>Callophyllis adhaerens</i>	CB					1.4								0.2			
<i>Kallophyllis crassiuscula</i>	CB				+	2.2			+								
<i>Peyssonnelia caulifera</i>	C		8.0		+	+				+	17.3	0.7	+				
<i>Portieria japonicus</i>	CB				1.0												
<i>Meristotheca papulosa</i>	CB		+														
<i>Gracilaria textorii</i>	CB		+			+											
<i>Grateloupia angusta</i>	TL	101	115	98.3	48.9	2.3			3.8	+	8.0	8.1	3.5	23.6	84.9	13.9	
<i>Grateloupia elliptica</i>	CB								+								
<i>Plocamium telfairiae</i>	CB		23.2		0.1			20.4	0.4	0.1	+	11.5	+		+		
<i>Plocamium uncinatum</i>	CB													+			
<i>Gloiocladia spinulosa</i>	CB					0.2											
<i>Champia compressa</i>	S				0.5				+								
<i>Champia parvula</i>	S				0.8				3.5								