

## 부산 영도의 해조상과 곰피(*Ecklonia stolonifera* Okamura) 군락

최 창 근\*

(한국해양대학교 해양과학기술연구소)

### Algal Flora and *Ecklonia stolonifera* Okamura (Laminariaceae) Population of Youngdo in Busan, Korea

Chang Geun Choi\*

Research Institute of Marine Science and Technology, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

Studies have been made of the species composition and community structure of benthic marine algae at intertidal zone and subtidal zone of Youngdo at Busan. In this area, a total of 69 marine algal species including 10 Chlorophyta, 17 Phaeophyta and 42 Rhodophyta was identified. Dominant species in coverage were *Enteromorpha linza*, *Ulva pertusa*, *Gelidium divaricatum*, *Hildenbrandtia rubra* and *Chondrus ocellatus* throughout the year. *Enteromorpha linza*, *Ulva pertusa*, *Porphyra yezeensis*, *Gelidium divaricatum*, *Corallina pilulifera*, *Grateloupia elliptica* and *Chondrus ocellatus* vertically distributed in intertidal zone, while *Ecklonia stolonifera*, *Gelidium amansii*, *Prionitis cornea*, *Gracilaria textorii*, *Acrosorium polyneurum* and *Phycodrys fimbriata* in subtidal zone. The vertical distribution of subtidal zone were characterized by *Ecklonia stolonifera* at 1 to 5 m depths. During a year, biomass and length of *Ecklonia stolonifera* gradually decreased from March to January, but increased from February. Zoosporangial sori were observed from September to December. In conclusion, number of species in this area was remarkably reduced as compared to the previous data at Busan and it's vicinity.

**Key Words:** Algal flora, *Ecklonia stolonifera*, population, vertical distribution

#### 서 론

부산 인근 해역의 해조류에 관한 연구는 Kang(1966)이 한국산 해조류의 지리적 분포를 밝히면서 구체적인 연구가 시작되었다. 이와 강(1971)은 해운대 동백섬의 해조상에 관한 연구에서 출현종의 계절변화, 수직분포 등을 보고하였고, Lee et al.(1984)는 부산 동백섬과 인근 기장해안에서 해조군집을 조사하였다. 김(1991)은 환경요인과 부산 인근 해역 해조식생과의 관계 연구를 수행하였으며, 남과 김(1999)은 부산 용호동 일대의 저서 해조상 연구를 수행한 바 있다. 최 등(2002)은 해운대 동백섬에서 실시한 해조상 조사 결과 이와 강(1971)과 김(1991)의 연구에 비해 해조식생이 현저하게 감소되었음을 보고하였다.

최근 우리나라 연안은 입해공단 건설에 따른 공업화, 각종

해난 사고의 증가와 해양공간의 이용 및 해양레저활동의 증가 등으로 인해 각종 중추기능이 임해지역으로 집중되고 연안 해역 개발사업이 활발히 추진되고 있다(박 등 1995). 최근에는 부산항과 부산만의 새로운 개발계획이 발표되어 영도 연안의 조간대 및 조하대 연안의 오염도는 날로 심각해질 것이며 또한 연안에 서식하는 해양생물들의 종조성, 생물량도 빠르게 감소할 것(최 등 2006)으로 판단된다.

부산시 영도 해역은 한반도의 동남해구에 위치하고(Kang 1966) 대한해협에 면하여 있으며 단조로운 해안선을 이루고 있고(김 1993), 조류소통이 원활하게 이루어지는 지역이다. 하지만, 영도와 조도 사이에 방파제가 완공된 이후 방파제로 인해서 영도와 조도는 완전히 양분되어 직접적인 조류소통이 단절된 두 해역으로 나뉘게 되었다(Min 1977). 따라서 이 연구는 부산시 영도 연안을 대상으로 조간대 및 조하대 해조군집의 종조성과 해조상의 변화를 파악하고자 하였다. 또한 식용, 사료용 등 유용 해조류로 알려진 갈조류인 곰피(*Ecklonia stolonifera* Okamura)의 계절 변화를 조사하여 영도

\*Corresponding author (changgeuni@hanmail.net)

해안에 생육하는 유용 해조류의 시, 공간적인 분포를 파악하고 과거와 현재의 해조식생을 비교 검토하며 차후 이 지역 해조 군집과의 비교를 위한 기초 자료로 활용하고자 수행되었다.

## 재료 및 방법

해조상 및 군집조사는 부산시 영도지역의 조간대 조위별 상, 중, 하부와 조하대 1 m, 5 m 수심에서 각각 5군데씩 조사지역의 해조류 식생을 대표할 수 있는 곳을 선정하여 2006년 6월부터 2007년 5월까지 12개월간 계절별로 실시하였다.

해조군락의 분석을 위한 정량조사는 조사 대상 수심에서 25개의 소방형구로 나뉜 0.5 m × 0.5 m 크기의 방형구를 설치하고 방형구 내의 모든 해조류를 낚갈 등으로 완전히 수거한 후 10% 포르말린-해수 용액으로 고정하여 실험실로 운반하였다. 또한 조사 정점의 주변 해역 기질을 자세히 조사하면서 그 곳에 서식하는 해조류를 정성적으로 채집하였다.

곰피의 계절별 size class 측정은 조하대 수심 1 m와 5 m에 생육하는 개체를 대상으로 각 수심별로 5개 지점을 선정하여 방형구 내에 있는 곰피를 측정하였다. Size class 측정은 10 cm 단위로 구획된 150 cm 길이의 측정용 바를 이용하여 수중에서 방형구내에 있는 모든 개체들의 size class를 측정하였다. 0-10 cm 이내를 class 1로, 11-20 cm 이내를 class 2와 같이 표시하여 각 size class별로 측정하였다. 월별 곰피 개체의 엽장 및 생체량 변화는 방형구 내에 있는 곰피를 모두 채집한 후 실험실로 옮겨 각 개체별 길이와 무게를 측정하였다. 곰피 엽체의 성숙에 의한 자낭반 형성 유무는 육안으로 확인하여 기록하였다.

동정된 해조류의 학명과 목록은 한국 해조목록의 분류체계(강 1968; 이와 강 1986; 이와 강 2002) 및 일본해조류도감(千原 1996; 吉田 1998)을 기준으로 하였다.

해조상을 해석하는 지표로는 C/P(Segawa 1956), R/P(Feldmann 1937), (R+C)/P(Cheney 1977)를 이용하였다.

## 결과 및 고찰

이 조사를 통하여 부산시 영도의 조간대 및 조하대에서 총 69종(녹조식물 10종, 갈조식물 17종, 홍조식물 42종)의 해조류가 관찰되었다(Tables 1, 2). 조사시기별로는 28-53종의 범위로 해조류가 출현하였으며, 겨울철과 봄철에 각각 53종씩 출현하여 가장 풍부한 계절적 추세를 보였다.

남과 김(1999)은 영도와 인접한 지역인 부산 용호동 일대의 해조식생 연구에서 총 99종의 해조류를 보고하였고, 분류군별 출현비율은 녹조식물 15.6%, 갈조식물 23.4%, 홍조식물 56.3%로 이번 연구에서 조사된 녹조식물 14.5%, 갈조식

**Table 1.** A list of marine algal species found at Youngdo in Busan

Species	Summer	Autumn	Winter	Spring
<b>Chlorophyta</b>				
<i>Enteromorpha compressa</i>				+
<i>E. intestinalis</i>			+	+
<i>E. linza</i>	+	+	+	+
<i>Ulva conglobata</i>				+
<i>U. pertusa</i>	+	+	+	+
<i>Urospora penicilliformis</i>				+
<i>Bryopsis plumosa</i>		+	+	+
<i>Caulerpa okamurae</i>		+		
<i>Codium adhaerens</i>		+	+	+
<i>C. fragile</i>			+	+
<b>Phaeophyta</b>				
<i>Ishige okamurae</i>	+	+	+	+
<i>I. sinicola</i>			+	+
<i>Colpomenia sinuosa</i>	+		+	+
<i>Petalonia fascia</i>			+	
<i>Scytosiphon lomentaria</i>			+	+
<i>Undaria pinnatifida</i>			+	+
<i>Ecklonia stolonifera</i>	+	+	+	+
<i>Dictyopteris prolifera</i>	+			+
<i>D. undulata</i>			+	
<i>Dilophus okamurae</i>	+	+	+	+
<i>Padina arborescens</i>	+	+	+	+
<i>Hizikia fusiformis</i>	+	+	+	+
<i>Sargassum fulvellum</i>		+	+	+
<i>S. hemiphyllum</i>			+	+
<i>S. horneri</i>		+	+	
<i>S. nigrifolium</i>		+		
<i>S. thunbergii</i>	+	+	+	+
<b>Rhodophyta</b>				
<i>Bangia atropurpurea</i>				+
<i>Porphyra suborbiculata</i>				+
<i>P. yezoensis</i>			+	+
<i>Helminthocladia australis</i>	+			
<i>Gelidium amansii</i>			+	+
<i>G. divaricatum</i>	+	+	+	+
<i>Pterocladia capillacea</i>	+	+		
<i>Hildenbrandtia rubra</i>	+	+	+	+
<i>Corallina officinalis</i>			+	+
<i>C. pilulifera</i>	+	+	+	+
<i>Carpopeltis affinis</i>		+	+	+
<i>C. prolifera</i>			+	
<i>Grateloupia elliptica</i>	+	+	+	+
<i>G. lanceolata</i>			+	+
<i>G. turuturu</i>	+	+	+	
<i>Prionitis cornea</i>	+	+	+	+
<i>Gloiopeltis furcata</i>				+
<i>Schizymenia dubyi</i>				+
<i>Chondrococcus japonicus</i>			+	
<i>Plocamium telfairiae</i>	+	+	+	+
<i>Hypnea japonica</i>				+
<i>Gracilaria textorii</i>	+	+	+	+

**Table 1.** (continued)

Species	Summer	Autumn	Winter	Spring
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>		+	+	+
<i>Chondrus ocellatus</i>	+	+	+	+
<i>Chondracanthus intermedia</i>	+	+	+	+
<i>C. tenellus</i>		+	+	+
<i>Rhodoglossum japonicum</i>			+	
<i>Rhodymenia intricata</i>	+	+	+	+
<i>Lomentaria catenata</i>	+	+	+	+
<i>L. hakodatensis</i>		+		
<i>Camphylaephora crassa</i>		+	+	+
<i>Ceramioopsis japonica</i>			+	+
<i>Ceramium</i> sp.			+	
<i>Plathythamnion yezoense</i>			+	
<i>Acrosorium polyneurum</i>	+	+	+	+
<i>A. yendoi</i>			+	
<i>Phycodrys fimbriata</i>	+	+	+	+
<i>Heterosiphonia japonica</i>		+	+	
<i>Chondria crassicaulis</i>	+			+
<i>Laurencia okamurae</i>				+
<i>Polysiphonia morrowii</i>		+	+	+
<i>Symphyclocladia latiuscula</i>	+	+	+	+

물 24.6%, 홍조식물 60.9%인 출현비율과 유사하게 나타났다.

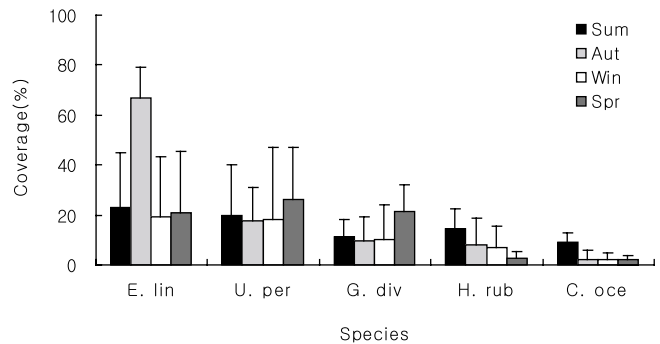
이번 연구에서 관찰된 총 69종의 해조류 출현은 과거 부산 해운대 동백섬에서의 조사결과(이와 강 1971)와 비교해 볼 때 약 40% 수준에 불과하다. 이는 최 등(2002)의 연구결과에서도 언급한 바와 같이 연안오염, 갯녹음 등에 의해서 최근 부산지역 해안의 해조상 감소를 시사하고 있다.

계절별로 연중 출현하는 종은 녹조류인 잎파래(*Enteromorpha linza*), 구멍갈파래(*Ulva pertusa*), 갈조류인 패(*Ishige okamurae*), 곰피(*Ecklonia stolonifera*), 개그물바탕말(*Dilophus okamurae*), 부챗말(*Padina arborescens*), 툫(*Hizikia fusiformis*), 지층이(*Sargassum thunbergii*), 홍조류인 애기우뭇가사리(*Gelidium divaricatum*), 진분홍딱지(*Hildenbrandtia rubra*), 작은구슬산호말(*Corallina pilulifera*), 참도박(*Grateloupia elliptica*), 붉은까막살(*Prionitis cornea*), 참곱슬이(*Plocamium telfairiae*), 잎꼬시래기(*Gracilaria textorii*), 진두발(*Chondrus ocellatus*), 애기돌가사리(*Chondracanthus intermedia*), 두갈래분홍치(*Rhodymenia intricata*), 마디잘록이(*Lomentaria catenata*), 잔금분홍잎(*Acrosorium polyneurum*), 바다참나무잎(*Phycodrys fimbriata*), 참보라색우무(*Symphyclocladia latiuscula*)로 총 22종이 전체 조사기간 동안에 관찰되었다.

조간대에 우점하는 주요 해조류의 계절별 피도변화는 Fig. 1과 같다. 조간대에 생육하는 대표적인 해조류는 녹조류인 잎파래(*E. linza*)와 구멍갈파래(*U. pertusa*), 홍조류인 애기우

**Table 2.** Seasonal change in marine algal and floristic composition at Youngdo in Busan

Division	Summer	Autumn	Winter	Spring	Total
Chlorophyta	2	5	6	9	10
Phaeophyta	8	9	15	13	17
Rhodophyta	18	23	32	31	42
Total	28	37	53	53	69



**Fig. 1.** Seasonal change in coverage of major marine algae at intertidal zone. *E. lin*: *Enteromorpha linza*, *U. per*: *Ulva pertusa*, *G. div*: *Gelidium divaricatum*, *H. rub*: *Hildenbrandtia rubra*, *C. oce*: *Chondrus ocellatus*.

뭇가사리(*G. divaricatum*)로 대표된다. 잎파래(*E. linza*)는 가을에 피도가 66.6%로 가장 높았고, 그 외의 계절에도 20% 이상의 값을 나타내 조간대에 서식하는 우점종으로 조사되었다. 구멍갈파래(*U. pertusa*)는 17.5%에서 26.0%까지, 애기우뭇가사리(*G. divaricatum*)는 9.6%에서 21.2%까지 고르게 나타났고, 두 종 모두 봄철에 가장 높은 피도를 보였다. 남과김(1999)은 용호동 일대 조간대 상부와 중부에서 파래류인 *Enteromorpha* spp.와 *Ulva* spp.가 우점 한다고 하여 영도지역과 유사한 결과를 보고하였다. Yoo and Lee(1980)은 남해안 조간대에 *Enteromorpha* complex, 구멍갈파래(*U. pertusa*), 패(*I. okamurae*), 넓패(*I. sinicola*), 지층이(*S. thunbergii*) 등 이번 조사와 유사한 해조류가 분포하고 우점 하는 특징을 보고하였다.

수직분포는 계절별로 약간의 차이는 있지만, 대부분 조간대 상부와 중부에서는 잎파래(*E. linza*), 구멍갈파래(*U. pertusa*), 방사무늬김(*Porphyra yezoensis*), 애기우뭇가사리(*G. divaricatum*), 조하대 하부에서는 구멍갈파래(*U. pertusa*), 애기우뭇가사리(*G. divaricatum*), 작은구슬산호말(*C. pilulifera*), 참도박(*G. elliptica*), 진두발(*Chondrus ocellatus*), 마디잘록이(*L. catenata*)가 우점하여 분포하였다(Table 3). 조하대에서는 수심 1m에서 구멍갈파래(*U. pertusa*), 곰피(*E. stolonifera*), 우뭇가사리(*G. amansii*), 붉은부챗살(*P. cornea*), 잎꼬시래기(*Gracilaria textorii*), 바다참나무잎(*P. fimbriata*), 수심 5m에서는 곰피(*E. stolonifera*), 진분

**Table 3.** General vertical distribution of marine algae observed at Youngdo

Depth		Species
Intertidal	Upper	<i>Enteromorpha compressa</i> , <i>Enteromorpha linza</i> , <i>Ulva pertusa</i> , <i>Porphyra yezoensis</i>
	Middle	<i>Enteromorpha linza</i> , <i>Ulva pertusa</i> , <i>Porphyra yezoensis</i> , <i>Gelidium divaricatum</i>
	Lower	<i>Ulva pertusa</i> , <i>Gelidium divaricatum</i> , <i>Corallina pilulifera</i> , <i>Grateloupia elliptica</i> , <i>Chondrus ocellatus</i> , <i>Lomentaria catenata</i> , <i>Acrosorium polyneurum</i>
Subtidal	1 m	<i>Ulva pertusa</i> , <i>Ecklonia stolonifera</i> , <i>Gelidium amansii</i> , <i>Prionitis cornea</i> , <i>Gracilaria textorii</i> , <i>Acrosorium polyneurum</i> , <i>Phycodrys fimbriata</i>
	5 m	<i>Ecklonia stolonifera</i> , <i>Hildenbrandtia rubra</i> , <i>Prionitis cornea</i> , <i>Gracilaria textorii</i> , <i>Acrosorium polyneurum</i> , <i>Phycodrys fimbriata</i>

홍박지 (*H. rubra*), 잎꼬시래기 (*G. textorii*), 잔금분홍잎 (*A. polyneurum*), 바다참나무잎 (*P. fimbriata*)이 우점하였다.

해조류의 수직분포는 건조에 대한 내성, 광선에 대한 노출 정도 및 종간 경쟁 등의 환경요인들에 의하여 결정된다 (Dring 1982). 남과 김(1999)은 용호동 일대의 해조류 수직 분포를 논하면서 조간대 상부와 중부에서는 파래류 (*Enteromorpha* spp., *Ulva* spp.)가, 조간대 하부와 조하대 상부에서는 참보라색우무 (*S. latiuscula*), 개서실 (*Chondria crassicaulis*), 작은구슬산호말 (*C. pilulifera*), 모자반류 (*Sargassum* spp.)가 우점한다고 보고하였고 영도지역의 수직 분포와 유사하였다. 영도지역의 수직분포는 서해안에서 조사된(김 등 1995) 조간대 상부의 불등풀가사리 (*Gloiopeltis furcata*), 바위수염 (*Myelophycus simplex*), 조간대 중부의 구멍갈파래 (*U. pertusa*), 뜰부기 (*Pelvetia siliquosa*), 지층이 (*S. thunbergii*), 하부의 작은구슬산호말 (*C. pilulifera*)이 우점하여 분포하는 특징과 많은 차이가 있는 것으로 판단된다.

부산 용호동 일대의 수직분포(남과 김 1999)는 불등풀가사리 (*Gloiopeltis furcata*)와 툯 (*Hizikia fusiformis*)이 겨울과 봄에 각각 조간대 상부와 중부에서 우점하여 분포하며, 봄 및 여름의 수직분포는 *Gloiopeltis* spp. - *Sargassum thunbergii* - *Chondria crassicaulis* 군락으로 대표되어 과거 부산 인근의 기장(Lee et al. 1984)과 유사한 수직분포 양상을 나타낸다고 하였다. 하지만 이번 연구에서는 봄과 여름의 수직분포가 *Enteromorpha* spp. - *Ulva pertusa* - *Gelidium divaricatum* 군락으로 대표되어 남과 김(1999)의 결과와는 다르게 조사되었으며 조간대 상부와 중부에서 주로 녹조류에 의한 녹색대 층위로 대별된다고 할 수 있다.

조하대의 수직분포 구조는 1 m와 5 m 수심에서 모두 갈조류인 곰피 (*E. stolonifera*)가 순군락을 이루고, 이보다 더 깊은 수심인 7 m 부근까지 곰피가 대표적인 군락을 형성하였다. 이번 조사지역의 조하대 수심은 대략 7 m 정도로 영도 지역 조하대 전체 지역에 다년생 곰피로 구성된 순군락의 수직분포 구조가 명확하게 나타나고 있어, 동해안 지역(손 등 2007) 조하대의 우점종이 한해성 다시마류인 점과는 대조적

**Table 4.** The comparison of value of R/P, C/P, (R+C)/P ratio at Youngdo and it's vicinity

Value	Lee and Kang (1971)	Nam and Kim (1999)	Choi et al. (2002)	This study
R/P	2.47	2.19	2.33	2.33
C/P	0.74	0.50	0.67	0.48
(R+C)/P	3.21	2.69	3.00	2.81

으로 나타났다. 따라서 영도지역 조하대의 해조상을 연구할 경우 다년생이며 모든 조사 시기에 우점종으로 대표되는 갈조류 곰피에 대한 개체군 동태를 함께 조사하는 것이 조하대 군집구조의 시, 공간적인 변화양상을 파악하기 위해서 필요하다고 판단된다.

해조상의 특색을 판단하는 생태지수인 R/P ratio, C/P ratio, (R+C)/P ratio는 Table 4와 같다. R/P ratio는 2.33으로 나타났고, C/P ratio는 0.48이었으며 (R+C)/P ratio는 2.81이었다. 해조류의 계절별 출현 종 수가 겨울과 봄에 보다 많은 계절적 출현양상은 온대해역에 분포하는 해조류의 전형적인 소장양상으로(Round 1981), 용호동 일대의 해조상에 대한 (R+C)/P ratio가 약 2.7(남과 김 1999), 동백섬에서는 3.21(이와 강 1971)과 3.00(최 등 2002)으로 이번 결과와 유사하였고 Kang(1966)이 지적한 바와 같이 온대성 해조상의 특징을 나타내고 있다고 판단된다.

최근 식용이나 전복의 사료 등으로 유용하게 이용되는 곰피의 계절별 size class 변화는 Fig. 2와 같다. 여름의 경우, 곰피 엽체의 크기는 class 15까지 전체 size class별로 고르게 분포하였다. 이 중에서 21-30 cm 이내의 크기인 class 3에 해당하는 엽체의 밀도가 4.9로 가장 높았고, class 2와 4에 해당하는 엽체의 밀도도 각각 2.9와 2.5로 다른 class에 비해 높았다. 가을에는 size class 2에서 7에 해당하는 엽체의 밀도가 2.6-4.9로 다른 class 군에 비해 높았다. Size class 11-15에 해당하는 엽체는 하나도 출현하지 않았다. 이는 곰피가 여름의 높은 수온기를 보내면서 끝맺음이 발생하여 엽체의 크기가 많이 줄어든 것으로 판단되며, 실제 야외 조사시에도 엽체의

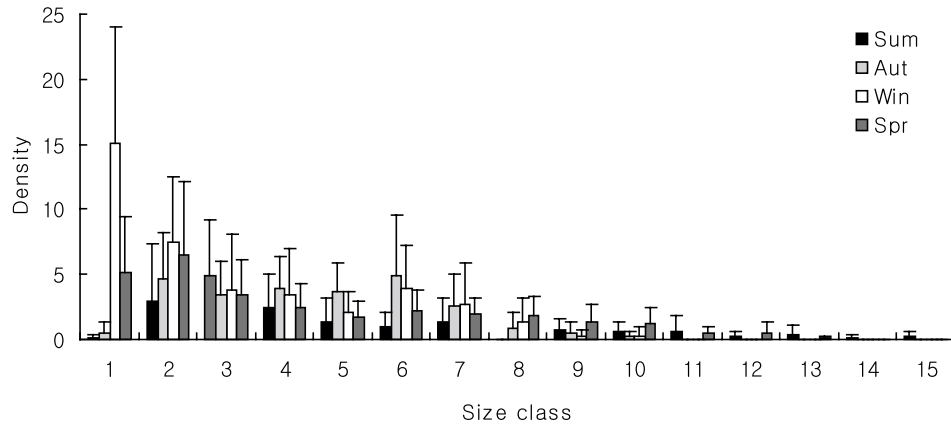


Fig. 2. Seasonal change in size class of *Ecklonia stolonifera* Okamura at subtidal zone. (Size class 1, 1-10 cm; 2, 11-20 cm; 3, 21-30 cm; 4, 31-40 cm; 5, 41-50 cm; 6, 51-60 cm; 7, 61-70 cm; 8, 71-80 cm; 9, 81-90 cm; 10, 91-100 cm; 11, 101-110 cm; 12, 111-120 cm; 13, 121-130 cm; 14, 131-140 cm; 15, 141-150 cm).

끝부분이 탈락된 엽체를 육안으로 확인할 수 있었다. 겨울에는 size class 1과 2의 엽체 밀도가 15.1과 7.5로 동일 계절에 조사된 다른 크기군의 엽체 밀도에 비해서 상대적으로 높았다. 특히 class 3-8에 속한 개체군의 밀도는 1.4-3.9로 나타났고, class 11 이상의 크기를 갖는 엽체는 하나도 확인되지 않았다. 이는 가을에 성숙한 엽체에서 방출된 유주자에서 유래한 어린 개체군들이 많이 발견되었기 때문으로 판단된다. 봄에는 겨울의 결과와 유사하게 size class 1과 2에 속하는 엽체의 밀도가 5.2와 6.5로 다른 size class 군에 비해 상대적으로 높았다. Size class 3-13까지 엽체의 밀도는 class 별로 차이는 있지만 대부분 고르게 분포하였다.

곰피는 온대해역에 생육하고 분포하는 해조류로(최 등 2002), 손(1975)에 의해 전남 고흥반도 남단의 거금도 오천리에서 분포함이 알려졌고 Terawaki *et al.* (2001)은 태평양 연안의 쿠로시오 난류의 영향을 받는 곳에서 풍부하다고 하였다. 따라서 유용 해조류의 보존 및 해중립 조성 등에 있어서 곰피와 같은 해조류의 분포해역을 밝히는 것도 중요하다. 남과 김(1999)은 부산 용호동의 해조식생 조사에서 곰피의 분포를 보고하지 않았는데 이는 조간대 조사에 국한되어 나타난 결과이며, 인근 지역에서 보고된 곰피의 연령과 생장에 관한 연구결과(Park *et al.* 1994)에서도 분포가 확인된 바 있다.

조하대에 생육하는 곰피의 월별 생체량 및 엽장의 길이 변화는 Fig. 3과 같다. 엽체당 평균 생체량은 3월에  $347.9 \pm 36.3$  g에서 7월에  $353.2 \pm 41.3$  g으로 큰 변동은 보이지 않지만, 8월과 9월에 각각  $172.0 \pm 25.9$  g,  $211.6 \pm 22.0$  g으로 감소하는 것으로 나타났다. 이는 여름철 고수온기를 지나면서 엽체의 끝녹음이 발생한 것으로 판단되며, 실제 현장조사에서도 확인이 되었고 10월 이후에도 지속되었다. 이후에 11월부터 1월 사이에 가장 낮은 생체량을 나타내는데, 이는 성숙한 엽체에서 방출된 새로운 개체군들이 많이 출현하여 평균

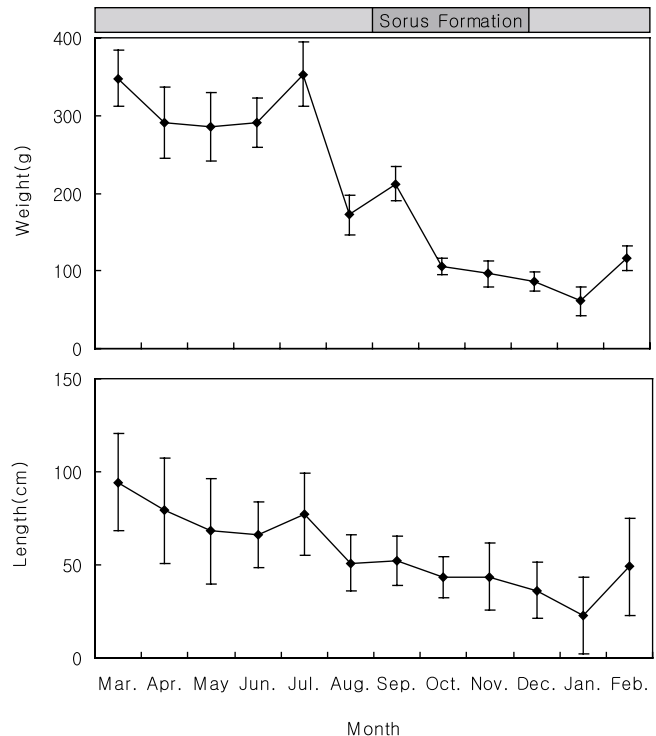


Fig. 3. Monthly variation in weight and plant length of *Ecklonia stolonifera* Okamura.

생체량이 낮게 나타난 것으로 조사되었다. 생체량은 2월에는 서서히 증가하는 것으로 조사되었고, 이후부터는 빠르게 성장하는 것으로 판단된다. 엽체의 성숙은 초가을부터 서서히 시작되어 9월 중순부터 12월 초순까지 자낭반이 형성되었으며, 10월 중순에는 약 40% 정도의 엽체에서 자낭반이 확인되었다. 엽체의 길이도 생체량의 변화와 유사하게 3월부터 조금씩 감소하는 경향을 보였지만, 이듬해 2월부터는 빠르게 성장하는 것으로 조사되었다. 3월부터 9월까지 엽장은  $51.1 \pm 15.2$  cm -  $94.4 \pm 26.1$  cm 정도였고, 이후 1월까지 지속적으로 감소하여 1월에는  $23.1 \pm 20.6$  cm로 나타났지만 2월에

는  $48.9 \pm 25.8$  cm로 다시 증가하는 경향을 나타냈다.

Park et al.(1994)은 곰피 엽체의 출현과 생체량 변동은 수온과 밀접한 관계가 있다고 보고하였는데 엽체의 생체량은 10월부터 1월에 지속적으로 감소한다고 하여 이 연구결과와 유사한 경향을 보였으나 생체량의 최고치가 9월에 나타났다는 결과는 7월에 최고치를 보인 이 연구결과와는 시기적으로 약간의 차이를 보였다. 이는 곰피 엽체가 군락을 이루는 특성으로 인하여 시료 채취시의 오차에 의한 것으로 보인다. Watanuki et al.(1987)은 인공어초를 설치한 후 자연적으로 착생한 곰피 엽체가 11월 상순에 자낭반이 형성되었다고 보고하였고, Park et al.(1994)은 자낭반 형성은 10월부터 12월 까지 나타났다고 보고하여 이 연구결과에서 나타난 성숙 개체 출현 시기와 동일한 경향을 보였다.

지금까지의 연구 결과로 볼 때 영도 지역의 해조류 군집은 과거 인근지역(이와 강 1971; 남과 김 1999; Lee et al. 1984)에 비해 출현 종 수가 뚜렷하게 감소하였다. 이와 같은 부산 지역 해조류의 종 다양성 감소는 육지에서 유입되는 오염물질, 해양공사로 인한 오염 부하량의 증가, 연안 개발 등으로 인한 연안 생태계의 교란이 해조류의 종 조성과 현존량 감소로 나타난 것으로 판단된다. 또한 최근에 발표된 부산항 종합개발계획 등은 해양생태계에 대한 인위적 간섭의 증가를 일으켜 연안에 서식하는 해조류의 종 다양성 변화에 크게 영향을 미칠 것으로 판단된다.

따라서 연안 생태계를 교란시키는 인위적인 활동 및 해안 오염 등에 관한 원인 제공을 최대한 줄여나가고 모니터링을 지속적으로 실시하는 등 근본적인 해결책을 모색하여 해양생물의 종조성과 해조 식생의 변화 등이 최소화 될 수 있는 방안이 마련되어야 할 것이다.

## 사 사

이 논문은 2004년도 한국학술진흥재단의 지원(KRF-2004-075-C00015) 및 해양수산부 '해조류를 이용한 온실가스 저감기술 개발' 연구개발사업에 의하여 연구되었음.

## 참고문헌

- 강제원. 1968. 한국동식물도감. 제8권 식물편(해조류). 문교부.  
 김영환, 윤현주, 유종수. 1995. 서해 중부 연안 해조군집의 종조성과 생물량. 식물학회지 38: 389-398.  
 김형근. 1991. 부산인근해역 해조식생의 특성과 환경요인과의 관계. 부산수산대학교 박사학위논문.  
 김형근. 1993. 고리 원자력발전소 연안 해조군집의 종조성과 계절변화. J. East Coast. Res. 4: 12-19.  
 남기완, 김영식. 1999. 부산 용호동 일대의 저서 해조상 및 군집구조. 한국수산학회지 32: 374-384.

- 박영철, 양한섭, 이필용, 김평중. 1995. 겨울철 부산항 주변해역의 수질과 표층퇴적물 환경특성. 한국수산학회지 28: 577-588.  
 손철현. 1975. 오천리와 신금리의 해조군락. 여수수전논문집 9: 1-5.  
 손철현, 최창근, 김형근. 2007. 강릉 연안의 해조군락과 유용 해조 자원 분포. Algae 22: 45-52.  
 이기완, 강제원. 1971. 해운대 동백섬의 해조상 및 해조군락. 부산수대입연보 4: 29-37.  
 이용필, 강서영. 2002. 한국산 해조류의 목록. 제주대학교 출판부.  
 이인규, 강제원. 1986. 한국산 해조류의 목록. 조류학회지 1: 311-325.  
 최창근, 김형근, 손철현. 2002. 순간집착체를 이용한 곰피(*Ecklonia stolonifera* Okamura)의 이식효과. 한국수산학회지 35: 608-613.  
 최창근, 광석남, 손철현. 2006. 동해안 울진 연안 조하대 저서 해조류의 군집구조. Algae 21: 463-470.  
 Cheney D.P. 1977. R & C/P - A new and improved ratio for comparing seaweed floras. Suppl. J. Phycol. 13: 129.  
 Dring M.J. 1982. The biology of marine plants. Adward Arnold, Great Britain.  
 Feldmann J. 1937. Recherches sur la vegetation marine de la Mediterranee. La cote des Alberes. Rev. Algol. 10: 1-339.  
 Kang J.W. 1966. On the geographical distribution of marine algae in Korea. Bull. Pusan Fish. Coll. 7: 1-125.  
 Lee I.K., Kim H.S., Koh C.J., Kang J.W., Hong S.Y., Boo S.M., Kim I.H. and Kang Y.C. 1984. Studies on the marine benthic communities in inter and subtidal zone 2. Qualitative and quantitative analysis of the community structure in south-eastern coast of Korea. Proc. Coll. Natur. Sci. SNU. 9: 71-126.  
 Min B.S. 1977. Differentiation of some environmental factors and planktonic communities of the two areas divided by the breakwater between Youngdo and Jodo, Busan. Bull. Korean. Fish. Soc. 10: 243-258.  
 Park C.S., Hwang E.K., Lee S.J. Roh K.W. and Sohn C.H. 1994. Age and growth of *Ecklonia stolonifera* Okamura in Pusan Bay, Korea. Bull. Korean Fish. Soc. 27: 390-396.  
 Round F.E. 1981. The ecology of algae. Cambridge Univ. Press, Cambridge.  
 Segawa S. 1956. Coloured illustrations of the seaweeds of Japan. Hoikusha Publ. Co. Osaka.  
 Terawaki T., Hasegawa H., Arai S. and Ohno M. 2001. Management-free techniques for restoration of *Eisenia* and *Ecklonia* beds along the central Pacific coast of Japan. J. Appl. Phycol. 13: 13-17.  
 Watanuki A., Yamamoto H. and Arai S. 1987. Effects of surface roughness on settlement of *Ecklonia stolonifera* Okamura (Phaeophyta, Laminaliales) in the early stage of growth. Suisanzoshoku 35: 69-75.  
 Yoo S.A. and Lee I.K. 1980. A study on the algal communities in the south coast of Korea. Proc. Coll. Natur. Sci. SNU. 5: 109-138.  
 吉田忠生. 1998. 新日本海藻誌. 内田老鶴圃.  
 千原光雄. 1996. 學研生物圖鑑. 海藻. 學習研究社.

Received 22 November 2007

Accepted 10 December 2007