

[Note]

영일만 내·외해역에서 조하대 해조군집 구조의 특성

유 종 수*

(한국해양대학교 해양과학기술연구소)

Structural Characteristics of Benthic Algal Community in the Subtidal Zone of Yeongil Inner and Outer Bay

Jong Su Yoo*

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

Algal flora and community structure of benthic marine algae in the subtidal zone, Yeongil Bay area were studied. The number of algal species in the quadrats were identified totally 78: 2 Cyanophyta, 10 Chlorophyta, 19 Phaeophyta, and 47 Rhodophyta. The dominant species based on biomass were *Sargassum hornerii*, *Undaria pinnatifida*, and *Sargassum thunbergii*. Vertical distribution was clear by the representative algae such as, *Undaria pinnatifida*, *Sargassum thunbergii*, *Sargassum horneri*, *Corallina* spp. in the upper subtidal zone, *Undaria pinnatifida*, *Sargassum horneri*, *Caulerpa okamurae* in the middle zone, and *Dictyopteris divaricata* in the lower zone.

Key Words: benthic marine algae, community structure, subtidal zone, vertical distribution, Yeongil Bay

서 론

한국 연안의 부착해조류에 대한 연구는 Kang(1966)의 보고 이후 많은 연구가 수행되었으나 대부분 조간대에서 조사가 수행되었고(김 1983; 이 1991; 유 2003), 조하대 해조군집에 대한 연구는 매우 빈약하다(Chung *et al.* 1991; Kim *et al.* 1998; Yoo 2003). 조하대 해조군집은 조간대 군집에 비하여 넓은 범위에 분포할 뿐 아니라, 상대적으로 풍부한 식생을 보이고 있다(Yoo 2003). 그럼에도 불구하고 조하대 군집에 대한 연구가 미흡한 것은 SCUBA diving을 해야 하는 등 현장조사의 어려움이 많기 때문이다. 그러나 최근 조하대 군집에 대한 정보가 절실히 요구되는 것은 부착해조류는 해양생물의 구성원으로 해양생물의 주요서식지를 제공할 뿐 아니라 그 자체가 해양생물자원으로 이용되고 있기 때문이다(Terawaki *et al.* 1998; 서와 유 2003; 유 등 2001; Kim and Yoo 2003).

지금까지 영일만 연안에서 보고된 해조류 연구는 조간대

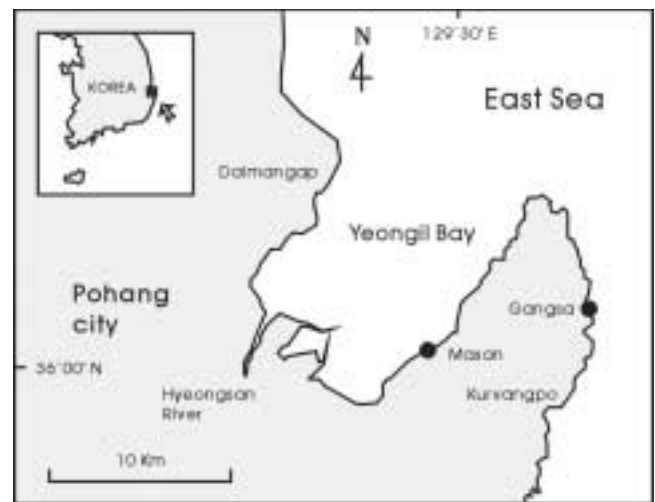


Fig. 1. A map of study area showing the location of sampling sites (●).

의 해조상과 해조군집에서 대한 연구가 수행되었을 뿐(이와 이 1988; 남 등 1996; 이 등 1997), 아직 조하대 군집에 대한 보고가 없다. 따라서 본 연구는 영일만 내·외 연안에서 조하대 해조군집의 구조와 분포 특성을 파악할 목적으로 수행

*Corresponding author (jsyoo@hhu.ac.kr)

Table 1. The list of benthic marine algal species observed in quadrats at Yeongil Bay

Sampling Sites			Sampling Sites		
Species	Masan	Gangsa	Species	Masan	Gangsa
Cyanophyta			<i>Titanoderma tumidulum</i>	+	+
<i>Microcoleus tenerimus</i>	+		<i>Gelidium amansii</i>	+	+
<i>Oscillatoria amphibia</i>	+	+	<i>Gelidium divaricatum</i>	+	+
Chlorophyta			<i>Chondracanthus intermedia</i>	+	
<i>Enteromorpha compressa</i>	+	+	<i>Chondracanthus tenellus</i>	+	
<i>Enteromorpha linza</i>	+	+	<i>Phacelocarpus japonicus</i>	+	+
<i>Enteromorpha prolifera</i>	+		<i>Ahnfelliopsis flabelliformis</i>		+
<i>Ulva pertusa</i>	+	+	<i>Carpopeltis affinis</i>	+	+
<i>Cladophora</i> sp.	+	+	<i>Carpopeltis cornea</i>	+	
<i>Bryopsis plumosa</i>	+		<i>Grateloupia elliptica</i>	+	+
<i>Caulerpa okamuræ</i>	+		<i>Grateloupia lanceolata</i>	+	+
<i>Codium adhaerens</i>		+	<i>Grateloupia prolongata</i>	+	
<i>Codium fragile</i>	+	+	<i>Plocamium telfairiae</i>	+	
<i>Codium minus</i>		+	<i>Plocamium</i> sp.	+	
Phaeophyta			<i>Champia parvula</i>	+	
<i>Ectocarpus</i> sp.			<i>Binghamia californica</i>	+	+
<i>Spacelaria</i> sp.		+	<i>Lomentaria catenata</i>	+	+
<i>Dictyopteris divaricata</i>	+	+	<i>Lomentaria hakodatensis</i>	+	
<i>Dictyota dichotoma</i>	+		<i>Antithamnion nipponicum</i>	+	
<i>Dictyota divaricata</i>	+		<i>Camphyllaephora crassa</i>		+
<i>Dilophus okamuræ</i>	+	+	<i>Ceramiopsis japonica</i>	+	+
<i>Pachydictyon coriaceum</i>	+	+	<i>Ceramium cimbricum</i>	+	
<i>Spatoglossum pacificum</i>		+	<i>Ceramium fastigiramosum</i>	+	
<i>Punctaria latifolia</i>		+	<i>Ceramium tenerimum</i>	+	+
<i>Colpomenia sinuosa</i>	+	+	<i>Ceramium</i> sp.	+	
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	+	+	<i>Acrosorium flagellatum</i>	+	
<i>Desmarestia viridis</i>		+	<i>Aceosorium polyneurum</i>	+	+
<i>Undaria pinnatifida</i>	+	+	<i>Acrosorium uncinatum</i>	+	+
<i>Hizikia fusiformis</i>	+		<i>Acrosorium yendoi</i>	+	
<i>Sargassum confusum</i>	+	+	<i>Erythroglossum minimum</i>	+	+
<i>Sargassum horneri</i>	+	+	<i>Chondria crassicaulis</i>	+	
<i>Sargassum siliquastrum</i>	+		<i>Heterosiphonia japonica</i>		+
<i>Sargassum thunbergii</i>	+	+	<i>Heterosiphonia pulchra</i>	+	+
<i>Sargassum yezoense</i>	+	+	<i>Laurencia intermedia</i>		+
Rhodophyta			<i>Laurencia intricata</i>		+
<i>Stylonema alsidii</i>	+	+	<i>Laurencia</i> sp.	+	+
<i>Porphyra suborbiculata</i>	+	+	<i>Neoholmesia japonica</i>	+	+
<i>Porphyra tenera</i>	+		<i>Polysiphonia morrowii</i>	+	+
<i>Corallina pilulifera</i>	+	+	<i>Polysiphonia</i> sp.	+	
<i>Corallina officinalis</i>	+	+	<i>Symphocladia latiuscula</i>	+	+
<i>Pneophyllum zosteriolum</i>	+	+	<i>Symphocladia marchantioides</i>		+

되었다.

재료와 방법

조사는 경북 영일만 내만지역인 마산리(36° 00' 50" N, 129° 28' 35" E)와 남단 외만지역인 강사리(36° 02' 15" N, 129° 34' 50" E) 일대의 조해대 자연암반에서 2003년 5월 5일에서 7일 사이에 수행되었다(Fig. 1). 해조상과 해조군집 조사는 각 조

사지역에서 SCUBA diving을 하여 수심 10 m까지 설치한 line transect를 따라 2 m 간격으로 0.5×0.5 m 방형구를 놓고 그 안에 있는 모든 해조류를 채집하였다. 채집된 시료는 현장에서 10% 포르말린-해수로 고정하고 실험실로 운반하여 현미경하에서 동정하였다(Nikon E600, SMZ800). 채집·동정된 해조류는 이와 강(2001)의 분류목록에 따라 정리하였다. 각 방형구에서 채집된 시료는 담수로 충분히 씻고 종별로 구분하여 건열멸균기에서 105°C로 48시간 건조시키고, 건

Table 2. The number of benthic marine algae observed in quadrats at Yeongil Bay area. (Cyano, Cyanophyta; Chloro, Chlorophyta; Phaeo, Phaeophyta; Rhodo, Rhodophyta)

Sites	Division	Cyano	Chloro	Phaeo	Rhodo	Sum
Masan		2	8	15	41	66
Kangsa		1	7	15	29	52
Cum*		2	10	19	47	78

*Cum: Cumulative number of species.

Table 3. Biomass value (g dw · m⁻²) and the specific proportion of biomass value (%) at Masan and Gangsa of Yeongil Bay area (Species which had the specific proportion of average biomass value in less than 0.50 were removed from the list)

Species	Biomass		Relative Biomass		Average
	Masan	Gangsa	Masan	Gangsa	
<i>Sargassum hornerii</i>	-	26.64	-	31.44	15.72
<i>Undaria pinnatifida</i>	33.58	4.91	20.89	5.79	13.34
<i>Sargassum thunbergii</i>	19.62	7.73	12.21	9.12	10.66
<i>Dictyopteria divaricata</i>	22.41	0.43	13.94	0.51	7.23
<i>Caulerpa okamuræ</i>	21.93	-	13.64	-	6.82
<i>Laurencia</i> sp.	0.10	9.44	0.06	11.14	5.60
<i>Corallina</i> spp.	16.44	0.59	10.23	0.70	5.46
<i>Symphocladia latiuscula</i>	4.13	5.57	2.57	6.57	4.57
<i>Grateloupia lanceolata</i>	1.76	6.54	1.10	7.72	4.41
<i>Spatoglossum pacificum</i>	-	6.16	-	7.27	3.64
<i>Grateloupia elliptica</i>	8.44	1.45	5.25	1.71	3.48
<i>Lomentaria catenata</i>	3.07	3.69	1.91	4.36	3.13
<i>Hizikia fusiformis</i>	7.22	-	4.49	-	2.25
<i>Gelidium divaricatum</i>	-	3.70	-	4.37	2.18
<i>Laurencia intermedia</i>	-	3.08	-	3.64	1.82
<i>Ulva pertusa</i>	5.39	-	3.35	-	1.68
<i>Colpomenia sinuosa</i>	0.23	1.40	0.14	1.65	0.90
<i>Acrosorium yendoii</i>	2.36	-	1.47	-	0.73
<i>Codium minus</i>	-	1.10	-	1.30	0.65
<i>Chondria crassicaulis</i>	1.77	-	1.10	-	0.55
<i>Dilophus okamuræ</i>	1.61	-	1.00	-	0.50
<i>Ceramium fastigiramosum</i>	1.61	-	1.00	-	0.50

조기에서 식힌 후, 건물량을 0.01 g 수준까지 측정하여 단위 면적(m²)당 무게로 환산하였다.

결과와 고찰

본 연구결과 채집, 동정된 부착해조류는 남조류 2종, 녹조류 10종, 갈조류 19종, 홍조류 47종으로 총 78종이 관찰되었다. 지역별로는 영일만 내만인 마산에서 66종, 외만 지역인 강사에서 52종이었다(Table 1). 분류군별 출현종수의 구성비율은 남조류 2.6%, 녹조류 12.8%, 갈조류 24.4%, 홍조류 60.2%였다. 현재까지 동해안에서 보고된 해조류의 출현종수는 총 431종(남조류 34종, 녹조류 50종, 갈조류 94종, 홍조류 253종)으로 문별 구성비가 본 조사결과와 유사하였다(Table

2). 그리고 현재까지 동해안 72개 지역에서 보고된 해조상에서 출현빈도가 70% 이상인 종은 구멍갈파래(*Ulva pertusa*), 불레기말(*Colpomenia sinuosa*), 미역(*Undaria pinnatifida*), 애기마디잘룩이(*Lomentaria hakodatensis*), 부켓살(*Ahnfeltiopsis flabelliformis*), 참보라색우무(*Symphocladia latiuscula*) 등 6종이었는데, 본 조사에서도 이들 종이 모두 출현하였다. 출현종수로 볼 때, 내만인 마산지역이 외만의 강사보다 높았는데, 이는 조건대 해조상이 내만과 외만의 차이가 거의 없으며 내만의 발산과 여남의 출현종수가 높음을 지적한 바와 같다(이와 오 1986). 그러나 이 등(1997)은 내만보다 외만지역의 풍부하다고 지적하고 있어 조사지점과 차이가 있었다. 본 조하대 군집에서는 내만지역인 마산의 출현종수가 많았는데, 이는 형산강 하구를 지나온 해류의 영향이 큰 것으로 생각된다

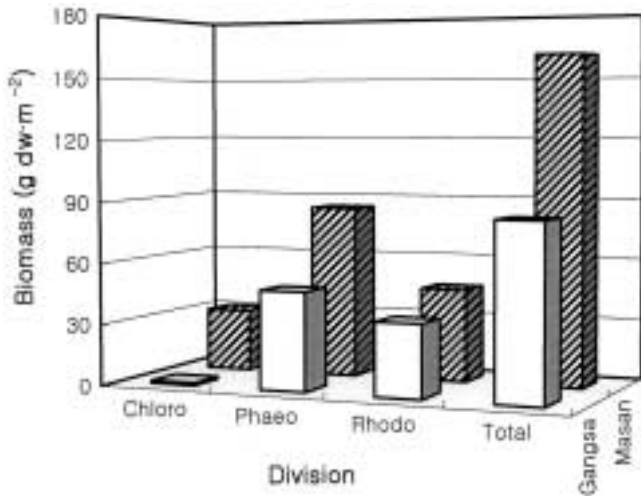


Fig. 2. Biomass values of algal divisions at Masan and Gangsa of Yeongil Bay area.

(이와 이 1988).

현존량은 내만지역인 마산에서 161 g dw·m⁻², 외만지역인 강사에서 85 g dw·m⁻²으로 내만지역이 상대적으로 높게 나타났다. 또한 분류군별로는 마산에서는 녹조류 19%, 갈조류 53%, 홍조류 28% 그리고 강사에서는 녹조류 1%, 갈조류 57%, 홍조류 42%를 차지하였다(Fig. 2).

금번 조사에서 현존량으로 본 우점종은 팽생이모자반 (*Sargassum horneri*), 미역 (*Undaria pinnatifida*), 지충이 (*Sargassum thunbergii*) 3종이었다. 마산에서는 미역, 쌍발그물바탕말 (*Dictyopteris divaricata*), 옥덩굴 (*Caulerpa okamurae*), 지충이, 그리고 강사에서는 팽생이모자반, 서실류 (*Laurencia sp.*), 지충이가 우점종이었다(Table 3). 한편 지금까지 보고된 영일만 인근 해역의 조하대 조사결과를 보면, 이와 오 (1986)는 영일만 하계 우점종은 미역, 무절석회조류 (melobesioidean algae), 참그물바탕말 (*Dictyota dichotoma*), 지충이 그리고 남 등(1996)은 영일만 외만지역인 대보 인근에서 미역, 우뭇가사리 (*Gelidium amansii*), 참보라색우무로 보고하여, 대체로 갈조류에 의해 우점되는 조하대 군집과는 다를 수 있었다.

이들 지역에 대한 조하대 해조군집의 수직분포는 상부에 미역, 지충이, 팽생이모자반, 산호말류 (*Corallina spp.*), 중부에 미역, 팽생이모자반, 옥덩굴, 하부에 쌍발그물바탕말로 대표되었다. 마산에서는 조하대 상부에 미역, 산호말류, 지충이, 툫 (*Hizikia fusiformis*), 중부에 미역, 산호말류, 옥덩굴, 하부에는 참그물바탕말이었고, 강사에서는 조하대 전체에 팽생이모자반, 상부와 중부에 지충이, 서실류 (*Laurencia sp.*), 가는개도박 (*Grateloupia lanceolata*), 참가시그물바탕말 (*Spatoglossum pacificum*)로 대표되어 두지역의 해조군집에 다소 차이가 있었고, 내만 지역인 마산 연안의 식생이 수심별

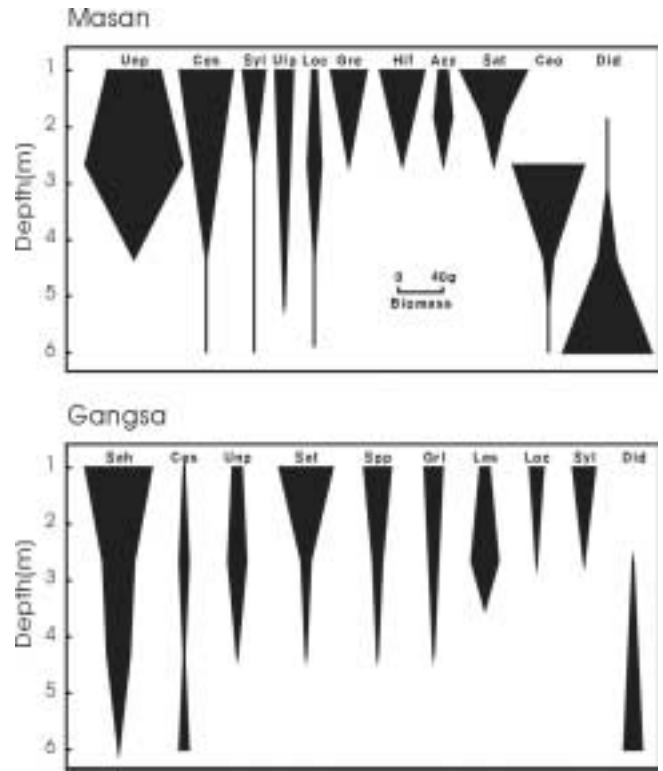


Fig. 3. The vertical distributions of the representative algal species in term of their biomass (g dw·m⁻²) at Masan and Gangsa of Yeongil Bay area. (Abbreviations of species name; Acy, *Acrosorium yendoii*; Cao, *Caulerpa okamurae*; Cos, *Corallina spp.*; Dcd, *Dictyopteris divaricata*; Gre, *Grateloupia elliptica*; Hif, *Hizikia fusiformis*; Las, *Laurencia sp.*; Loc, *Lomentaria catenata*; Sah, *Sargassum horneri*; Sat, *Sargassum thunbergii*; Spp, *Spatoglossum pacificum*; Syl, *Symphocladia latiuscula*; Ulp, *Ulva pertusa*; Unp, *Undaria pinnatifida*).

로 더 풍부하였다. 한편 동해안 조하대 해조군집은 Chung et al.(1991)이 갈남에서 여름 조하대 수직분포가 참보라색우무, 작은구슬산호말 (*Corallina pilulifera*) - 옥덩굴 그리고 겨울에 미역, 비틀대모자반 (*Sargassum yezoense*), 개그물바탕말 (*Dilophus okamurae*)이 조하대 전체에서 대표된다고 보고하였다. 김 등(1983)은 안인에서 조하대 수직분포를 미세조류군집 (fine algal community) - 미역속 (*Undaria*) - 다시마속 (*Laminaria*)/석회조류 (calcareous algae)로 보고하여 금번 조사 결과와 다소 차이는 있으나, 대형갈조류가 우점하는 조하대 특성은 유사하였다.

동해안 조하대 해조군집의 수직분포 특성과 우점종에 대한 전반적인 경향은 몇 편의 보고 자료만으로 논하기에는 아직 미흡하고(김 등 1983; 이 등 1984; Chung et al. 1991), 72개 조사지역에 대한 종합적인 분포특성이 밝혀진 조간대 해조류와 분포특성을 비교하기 위해 주요 지역들에 대한 조사가 시급한 것으로 생각된다. 또한 금번 조사지역과 인근 발산 연안은 영일만과 주변지역보다 해조식생이 풍부한 것으

로 보고 되고 있는데, 그 원인에 대한 보다 상세한 연구가 필요한 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문이 완성되는데 도움을 주신 청주대학교 이재완 교수님께 감사를 드리고, 채집을 함께한 SCUBA 팀원과 실험과 자료정리를 도와준 추지은 양에게 고마움을 전한다. 이 논문은 2002년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었습니다(KEF-2002-005-F00004).

참고문헌

- 김영환. 1983. 한국 조간대 해조군집의 생태학적 연구. 서울대학교 박사학위논문, 서울. 175 pp.
- 김훈수, 이인규, 고철환, 김일회, 수배영, 성낙길. 1983. 한국 연안 해역의 저서생물 군집에 관한 연구 1. 안인진의 저서생물 군집 구조. 서울대학교 자연과학대학보 **8**: 71-108
- 남기완, 김영식, 김영환, 손철현. 1996. 한국 동해 연안역의 저서 해조류: 해조상, 분포 및 군집구조. 한국수산학회지 **29**: 727-743.
- 서영완, 유종수. 2003. 부산 연안 해조류 추출물의 항산화 활성 및 Tyrosinase 저해 활성 스크리닝. *Ocean Res.* **25**: 129-132.
- 유종수. 2003. 부산 서암 조간대 부착생물군집의 동태. 한국해양학회지[바다] **8**: 420-425.
- 유종수, 천병수, 김남길. 2001. 해조류 내 Na⁺ 채널 차단 생리활성 물질의 측정. 한국환경생물학회지 **19**: 107-112.
- 이순열, 이재완, 이해복. 1997. 동해안 영일만 그 주변 지역의 해조상. *Algae* **12**: 303-311.
- 이용필, 강서영. 2001. 한국산 해조류의 목록. 제주대학교 출판부, 제주. 662 pp.
- 이인규, 김훈수, 고철환, 강제원, 홍성훈, 김일회, 부성민, 강영철. 1984. 한국연안해역의 저서생물군집에 관한 연구 II. 동남연안의 군집구조에 관한 성정정량적 분석. 서울대학교 자연과학대학보 **9**: 71-126.
- 이재완. 1991. 한국 동해안 조간대의 해조류 군집구조와 지리적 분포. 서울대학교 박사학위논문, 서울. 210 pp.
- 이재완, 이해복. 1988. 동해안 영일만 일대의 해조상에 관한 연구. 한국조류학회지 **3**: 165-182
- 이해복, 오윤식. 1986. 동해안 영일만의 하계 해조군집. 한국조류학회지 **1**: 225-240.
- Chung H., Lee H.-J. and Lee I.K. 1991. Vertical distribution of marine algae on Gallam rocky shore of the mid-east coast of Korea. *Korean J. Phycol.* **6**: 55-67.
- Kim K.Y., Choi T.S., Huh S.H. and Garbary D.J. 1998. Seasonality and community structure of subtidal benthic algae from Daedo Island, southern Korea. *Bot. Mar.* **41**: 357-365.
- Kim N.-G. and Yoo J.S. 2003. Structure and Function of Submarine Forest. 2. Population dynamics of *Ecklonia stolonifera* as submarine forest-forming component. *Algae* **18**: 295-299.
- Lee H.B. and Oh Y.S. 1986. A summer algal vegetation in Youngil Bay, eastern coast of Korea. *Korean J. Phycol.* **1**: 225-240.
- Terawaki T., Hasegawa H., Arai S. and Ohno M. 1998. Technical view of seaweed forest formation in Japan. *The 1st Joint Meeting of the CEST Panel of the UJNR* **21**: 1-11.
- Yoo J.S. 2003. Community dynamic of benthic marine algae at the intertidal and subtidal rocky shore of Samyang, Jejudo Island. *Algae* **18**: 301-309.

Received 2 December 2003

Accepted 26 December 2003

