

부산 서암 조간대 부착생물군집의 동태

유종수*

한국해양대학교 해양과학기술연구소

Dynamics of Marine Benthic Community in Intertidal Zone of Seoam, Busan

JONG SU YOO*

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

부산 서암 조간대 부착생물군집의 종조성, 군집구조, 종다양성을 조사하였다. 부착해산식물의 출현종수는 남조류 4종, 녹조류 6종, 갈조류 17종, 홍조류 47종, 해산중자식물 1종으로 총 75종이 관찰되었다. 부착해산식물 우점종은 melobesioidean algae, *Chondracanthus tenellus*, *Sargassium thunbergii*, *Corallina* spp., *Phyllospadix japonica* 5종이었고, 여름에 *Ulva pertusa*가 추가되는 경향을 보였다. 저서동물은 *Chthamalus challengerii* and *Mytilus edulis*가 조간대 상부와 중부에 우점하는 단순한 분포를 보였다. 한편 해조군집의 종다양성지수는 빈도, 피도, 빈도와 피도 합 그리고 중요도를 기준으로 계산한 결과, 각각 1.81, 2.25, 2.19, 1.80로 나타났다. 이는 종다양성지수의 계산을 위한 기준자료에 따라 값이 달라짐을 의미하는 것으로, 차후 종다양성지수를 논할 때 기본자료 선택의 중요성과 방법론의 표준화가 필요함을 지적한 것이다. 한편 본 연구에서 분류된 해조류 종수는 부산연안에서 조사된 결과와 비교할 때 최고 65%까지 감소한 것으로 나타났다.

Species composition, community structure and biodiversity of marine benthic community were studied in the intertidal zone of Seoam, Busan. A total of 75 species of benthic marine plants including 4 Cyanophyta, 6 Chlorophyta, 17 Phaeophyta, 47 Rhodophyta and 1 Magnoliophyta are listed. The dominant marine plants were melobesioidean algae, *Chondracanthus tenellus*, *Sargassium thunbergii*, *Corallina* spp., and *Phyllospadix japonica* and *Ulva pertusa* was added in summer. *Chthamalus challengerii* and *Mytilus edulis* were dominant zoobenthic species in the upper and middle intertidal zone. The algal species diversity index based on coverage was 1.81; 2.25 from frequency; 2.19 from average of total frequency and coverage, and 1.80 from importance value. The algal diversity indices estimated from different sources were quite different. This means that the index value changes depending on the sources used to calculate the species diversity index, indicating how important it is to select the based data and that it is necessary to standardize the methodology when studying later the algal diversity index. On the other hand, the number of species identified in this study has been found to be reduced by 65% at highest, compared with the result of the investigation that was conducted in the coast of Busan.

Key words: Algal diversity, Busan, Intertidal zone, Marine benthic plants, Zoobenthic community

서론

우리가 해양생물에 새로운 관심을 갖게 된 것은 이들이 갖고 있는 물질순환과 생물자원으로서의 재평가 결과이며, 육상에서보다 더 많은 것을 해양생물에서 얻을 수 있기 때문이다. 특히 최근 문제가 되고 있는 질소와 인에 의한 연안오염을 순화시킬 수 있는 연안 수질개선 능력에 대한 연구와 해양 동·식물의 서식지로서 해중립 개발이 활발히 진행되고 있으며, 다양한 생리활성물질의

공급원으로도 중요성이 부각되고 있다(Notoya, 1997; Critchley and Ohno, 1998; 能登谷正浩, 2003; 유 등, 2001; 서와 유, 2003).

한국 해조류 종수는 Kang(1966)의 403종, 이와 강(1986)이 572종(녹조류 81종, 갈조류 135종, 홍조류 356종) 그리고 이와 강(2002)이 753종(녹조류 98종, 갈조류 166종, 홍조류 489종)으로 보고하여, 약 20년마다 170-180종이 추가 기록되고 있다. 그러나 최근 지구환경 변화에 따른 생물다양성 변천과정을 이해하는데 필요한 해조류 식생에 대한 연구가 급격히 감소하고 있어, 국제적으로 주목 받고 있는 종다양성 보전 측면에서도 간과할 수 없는 것으로 지적되고 있다(이 등, 1994). 한편 부산연안 조간대 부착생

*Corresponding author: jsyoo@hhu.ac.kr

물군집에 대한 연구는 해조류의 경우 대체로 일정한 간격으로 여러 조사가 수행되었으나(이와 강, 1971, 이 등, 1984; 김, 1991; 남과 김, 1999), 부착동물에 대한 조사는 매우 빈약하다(Yoo 2003a).

따라서 본 연구는 부산과 같은 연안도시의 성장에 따른 서식환경의 변화가 부착해양생물의 종다양성 및 군집구조에 어떠한 영향을 미치고 있는지 파악하기 위한 기초자료를 확보할 목적으로 수행되었다.

재료 및 방법

조사는 부산광역시 기장읍 서암 일대 자연암반에서 2002년 5월, 8월, 11월 및 2003년 2월에 수행되었다(35°14'31"N, 129°13'34"E). 부착 동·식물의 종조성은 조간대 암반에 생육하고 있는 모든 종을 채집하여 현장에서 10% 포르말린-해수 또는 알코올로 고정 후, 실험실로 운반하였다. 운반한 시료는 담수로 충분히 씻고 현미경으로 분류, 동정하였다. 부착 동·식물의 군집구조 조사는 조간대에 설치한 line transect를 따라 0.5×0.5 m 방형구를 1 m 간격 놓고 그 안에 출현하는 모든 종의 피도와 빈도로 분석하였다. 우점종(dominant species)은 각 방형구에서 빈도와 피도를 측정하고, 이들 자료로부터 계산된 상대빈도와 상대피도 합을 산술 평균한 중요도(important value)로 표현하였으며, 수직분포는 종별 피도로 대상분포를 파악하였다(이 등, 1991). 한편 해조군집의 안정성을 파악하기 위한 종다양성 지수(H')는 Shannon index($H' = -\sum \log P_i$)를 사용하였다(Shannon and Weaver 1949).

결 과

본 연구결과 채집, 동정된 부착해조류는 남조류 4종, 녹조류 6종, 갈조류 17종, 홍조류 47종, 해산종자식물 1종으로 총 75종이 관찰되었다. 계절별 출현종수는 가을에 56종으로 가장 많았고, 여름에 43종으로 가장 적었다(Table 1). 분류군별 출현종수의 구성비율은 남조류 5.3%, 녹조류 8.0%, 갈조류 22.7%, 홍조류 62.7%, 해산종자식물 1.3%였다. 문별 출현종수의 구성비를 계절별로 보면, 남조류는 계절별 변화가 크지 않았고, 녹조류는 여름이 높고 나머지 계절에는 큰 차이가 없었으며, 갈조류는 가을이 높았고, 홍조류와 해산종자식물은 계절별 차이가 없었다(Fig. 1). 4계절 모두 관찰된 종은 남조류 2종, 녹조류 3종, 갈조류 3종, 홍조류 20종, 해산종자식물 1종이었다. 한편 부착동물의 종조성은 *Anthopleura midori*, *Chthamalus challengeri*, *Granulilittorina exigua*, *Littorina brevicula*, *Liolophura japonica*, *Mytilus edulis*, *Omphalius pfeifferi*

Table 1. The number of benthic marine plant observed at Seoam of Busan

Species	Season				Sum
	Spring	Summer	Autumn	Winter	
Cyanophyta	3	3	3	2	4
Chlorophyta	4	5	4	4	6
Phaeophyta	8	7	13	10	17
Rhodophyta	34	27	35	36	47
Magnoliophyta	1	1	1	1	1
Sum	50	43	56	53	75

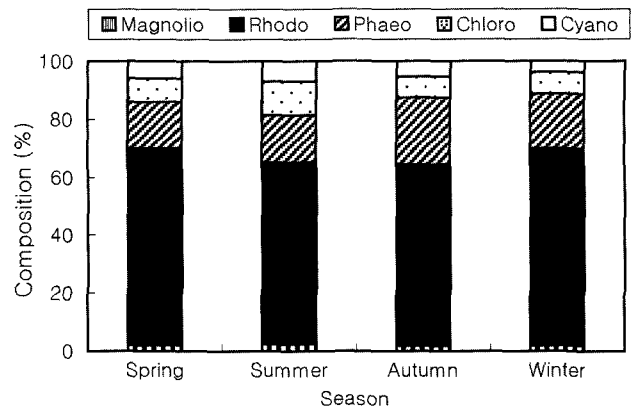


Fig. 1. Seasonal variation in the composition of benthic marine plant at Seoam of Busan. (Cyano: Chanophyta, Chloro: Chlorophyta, Phaeo: phaeophyta, Rhodo: Rhodophyta, Magnolio: Magnoliophyta).

pfeifferi, *Reishia clavigera*으로 단순하였다.

본 조사기간 동안 중요도가 1 이상인 부착해산식물은 Table 2와 같다. 중요도가 10이상인 종을 우점종으로 할 때, 봄에 우점종은 *Sargassum thunbergii*, *melobesioidean algae*, *Chondracanthus tenellus*, *Phyllospadix japonica* 4종, 여름에는 *Corallina spp.*, *Ulva pertusa*, *P. japonica*, *C. tenellus* 4종, 가을에는 *melobesioidean algae*, *Corallina spp.*, *S. thunbergii*, *C. tenellus*, *P. japonica* 5종, 겨울 *C. tenellus*, *Corallina spp.*, *S. thunbergii*, *melobesioidean algae*, *P. japonica* 5종이었다. 한편 전 계절을 통해 볼 때, *melobesioidean algae*, *C. tenellus*, *S. thunbergii*, *Corallina spp.*, *P. japonica*가 우점종이었고, 여름에 *U. pertusa*가 추가되는 경향을 보였다.

부착생물군집의 계절에 따른 문별 피도의 수직분포는 Fig. 2와 같다. 녹조류는 조간대 중부에서 높은 피도를 보였고, 계절별로는 여름과 가을이 높았다. 갈조류는 조간대 중부에서 하부에 걸쳐 높은 피도를 보였으며, 타 계절에 비하여 봄에 피도가 높았다. 홍조류는 조간대 전체에 분포하였지만, 중부 이하에서 피도가 높았고

Table 2. The importance value (IV) of benthic marine plant by each season based on relative coverage and frequency at Seoam of Busan

Species	Season				Sum
	Spring	Summer	Autumn	Winter	
<i>Melobesioidean algae</i>	27.71	9.74	18.62	13.37	69.43
<i>Chondracanthus tenellus</i>	13.05	12.96	15.14	19.56	60.72
<i>Sargassum thunbergii</i>	20.81	7.19	16.77	14.75	59.52
<i>Corallina spp.</i>	6.93	20.03	16.93	14.92	58.80
<i>Phyllospadix japonica</i>	12.08	15.50	13.96	11.69	53.23
<i>Ulva Pertusa</i>	1.24	17.61	2.09	7.55	28.50
<i>Gloiopeltis furcata</i>	5.23	0.19	8.66	8.66	22.74
<i>Grateloupia lanceolata</i>	5.99	6.20	0.30	3.38	15.87
<i>Sphacelaria sp.</i>	2.32	-	3.11	3.39	8.82
<i>Chondria crassicaulis</i>	0.16	8.49	-	-	8.65
<i>Colpomenia sinuosa</i>	0.16	-	0.90	0.81	1.87
<i>Chondrus ocellatus</i>	0.56	0.19	0.51	0.36	1.62
<i>Jania sp.</i>	0.77	-	0.45	-	1.22
<i>Cladophora sp.</i>	-	0.19	0.30	0.65	1.14
<i>Myelophycus simplex</i>	0.16	-	0.74	0.16	1.06

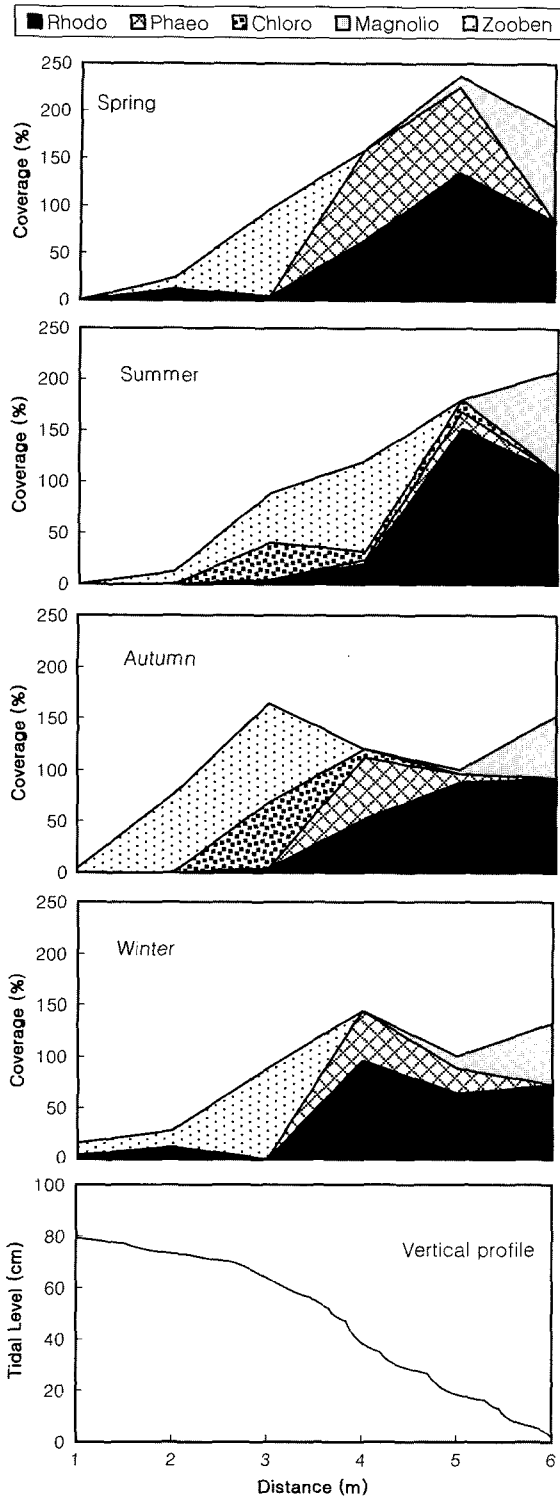


Fig. 2. Seasonal coverage variation of vertical distribution patterns along the line transect at Seoam of Busan. (Chlo: Chlorophyta, Phaeo: phaeophyta, Rhodo: Rhodophyta, Magnolio: Magnoliophyta, Zooben: Zoobenthos).

계절별로는 봄과 여름에 상대적으로 높았다. 부착동물은 조간대 상부와 중부에서 높은 피도를 보였고, 계절별로는 여름과 가을이 높았는데, 특히 가을에는 조간대 상부까지 높은 피도를 보였다. 해

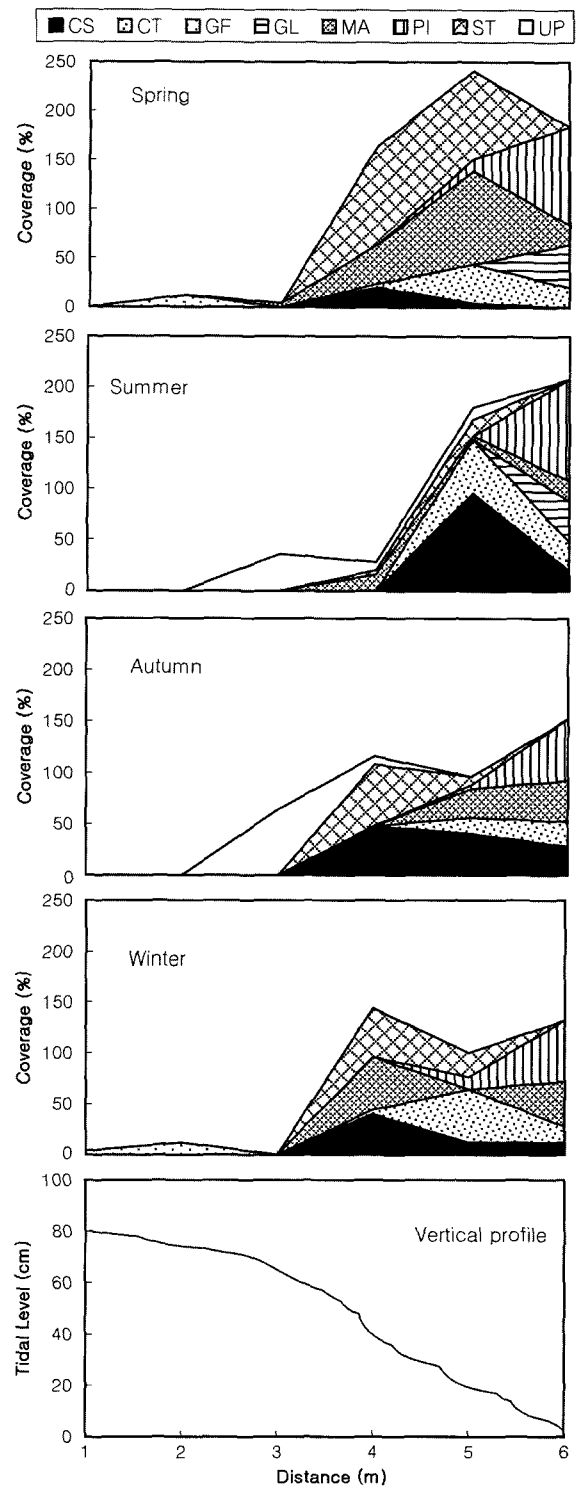


Fig. 3. Seasonal variation of vertical distribution patterns by each division on the coverage of main benthic marine algae studied in each quadrat along the line transect at Seoam of Busan. (CS: *Corallina* spp., CT: *Chondracanthus tenellus*, GF: *Gloiopeltis furcata*, MA: Melobesioidean algae, PI: *Phyllospadix japonica*, ST: *Sargassum thubergii*, UP: *Ulva pertusa*).

산종자식물은 조간대 하부에서 높은 피도를 보였는데, 봄과 여름에 상대적으로 높았다. 한편 주요 해조류에 대한 수직분포는

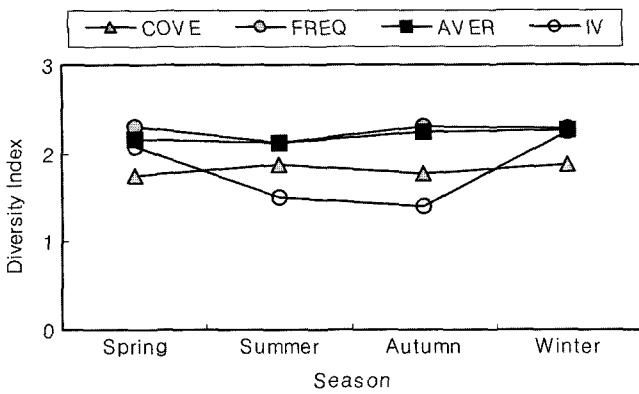


Fig. 4. Comparison of species diversity index (H') of marine benthic algal community from difference source data at Seoam of Busan. (COVE: coverage, FREQ: frequency, AVER: average of frequency and coverage, IV: importance value).

Fig. 3에서와 같다. *Corallina* spp.는 조간대 중부와 하부에서 피도가 높았는데, 특히 여름과 가을에 높아지는 경향을 보였다. *C. tenellus*는 대체로 조간대 하부에서 높았다. *Gloiopeltis furcata*는 조간대 상부에서 피도가 높았는데, 봄과 겨울에 상대적으로 높았다. Malobesioidean algae는 봄에 가장 높은 피도를 보였는데, 여름에는 매우 낮았다. *P. japonica*는 조간대 하부에서 피도가 높았는데, 봄과 여름에 상대적으로 높았다. *S. thunbergii*는 중부와 하부에서 피도가 높았고, 특히 여름에 매우 높았다. *U. pertusa*는 여름과 가을에 조간대 중부에서 높은 피도를 보였다.

한편 서암에서 부착해조류의 종다양성지수를 빈도, 피도, 피도와 빈도의 평균 및 중요도 값을 기본으로 각각 계산한 결과 2.25, 1.81, 2.19, 1.80으로 기준값에 따라 차이를 보였으며, 빈도 기준이 가장 높았고, 피도와 중요도 기준이 낮게 나타났다. 또한 계절별 종다양성 지수도 기준자료에 따라 다소 차이를 보였는데, 빈도 기준에서는 2.12-2.31로 여름이 낮고 그 외는 비슷한 값을 보였으며, 피도 기준에서는 1.73-1.88로 전 계절이 유사하였고, 빈도와 피도 합을 기준으로 할 경우는 2.12-2.25이었고, 중요도 기준에서는 여름과 가을에 1.50, 1.40 그리고 봄과 겨울에 2.08, 2.24로 계절적 차이를 보였다. 이상의 결과로 볼 때, 종다양성지수를 평가하기 위한 기준자료에 따라 그 결과가 달라짐을 알 수 있었다(Fig. 4).

고 찰

이와 강(2001)의 분류 체계에 따라 재정리한 부산연안 해조류 출현종수(남조류 제외)는 Kang(1966)이 212종, 이와 강(1971) 179종, 이 등(1984)이 126종, 김(1991)이 75종, 남과 김(1999)이 96종, Yoo(2003a)가 78종 그리고 이번 조사에서 70종으로 보고 되어 60년대 이후 해조류 출현종수가 감소하였음을 알 수 있었다. 또한 Yoo(2003a)의 보고에 의하면, 동일한 조사지역에서 보고된 이와 강(1971), 김(1991)의 해조상 자료와의 similarity index가 각각 0.45, 0.61이었고, 이들 자료사이에는 0.64로 보고하면서 해조류 식생이 시간이 경과하면서 변화하였음을 출현 종수의 감소와 함께 제시하였다. 도 등(2002)은 부산지역 워터프론트 기후변화를 논하면서 전면 수역의 매립이 배후육지의 기후특성에 영향을 미치고

기후 변화를 일으킬 수 있다고 하였다. 또한 Kim(1991)과 남과 김(1999)이 육상기원 오염원 유입 등이 해조류 종다양성의 감소 원인으로 지적하였으나, 이에 대한 구체적인 실험적 자료는 없는 실정이다. 그러나 전세계적으로 종다양성이 감소하는 것이 전지구적 생물자원의 감소로 인식되어 1992년 리우환경선언을 할 수 밖에 없었던 현실로 미루어 볼 때, 종다양성 문제를 좀더 구체적으로 논의될 필요가 있다고 생각한다(이 등, 1994; 이 등, 1996).

해조류는 개체 단위로 정량화하기 어려워서 방형구를 이용한 빈도와 피도, 또는 건중량(g-dry wt·m²)으로 군집을 해석하고 있다. Yoo(2003a)는 해조류 종다양성지수의 계산을 위한 기준자료는 종별로 정량화된 빈도, 피도, 우점도 또는 건중량 중에서 하나를 택하여 사용할 수 있다고 지적하면, 이들 각 기준에 따라 종다양성이 차이가 생기므로 방법의 표준화가 필요하다고 보고하였다. 국내 전연안을 비교한 종다양성지수는 Kim(1983)이 피도를 기준으로 감포에서 1.34, 무창포에서 1.28, 삼천포에서 1.34, 제주도에서 1.59로 제주도가 가장 높고, 서해안 무창포가 낮은 것으로 보고하였다. Yoo(2003b)는 피도를 기준으로 광양만에서 1.67 그리고 Kim and Yoo(2003)가 태안반도에서 건중량을 기준으로 0.51-1.39의 범위로 보고하였다. 금번 결과 중 피도를 기준으로 한 종다양성지수가 다소 높았으나, 군집의 안정성을 유지하는 선이 어디까지 인가 정확히 해석하기 위해서는 다양한 환경에 생육하고 있는 해조군집에 대한 더 많은 연구가 필요한 것으로 생각한다.

한편 Lee(1973)는 부산 동백섬 해조군집의 특성을 7유형으로 보고 하였다. 이를 금번 조사와 비교해 보면, 조하대에 주로 생육하는 *Eckonia cava*, *Undaria pinnatifida*를 제외하면, *Ulva pertusa*, *Hizikia fusiformis*, *Chondrus ocellatus* 3종만이 동일한 것으로 나타났다. 또한 본 조사 인근지역인 기장읍 시랑리의 우점종은 melobesioidean algae, *U. pertusa*, *Sargassum thunbergii*, *Lithophyllum okamurae*, *Gelidium divaricatum*, *Chondria crassicaulis* 6종 그리고 수직분포는 상부 *Gloiopeltis* spp. 중부 *S. thunbergii*, 하부 *C. crassicaulis*로 보고하여(이 등, 1984), 금번 결과와는 *Chondracanthus tenellus*와 *Corallina* spp. 그리고 여름에 추가되는 *U. pertusa* 만이 동일한 우점종이었다. 한편, Yoo와 Lee(1980)는 남해안 조간대 식생을 상부에 *Gloiopeltis furcata*, *Caulacanthus ustulatus*, *Enteromorpha complex*, *Myelophycus simplex*, 중부에 *U. pertusa*, *Ishige okamurae*, *Ishige sinicola*, 그리고 하부에 *Silvetia siliquosa*, *S. thunbergii*로 특징지었고, 남해안 서부는 *I. sinicola* - *I. okamurae* association, 중·동부는 *Colpomenia* - *Ecklonia* association으로 구분하였다. 또한 강 등(1993)은 남해안 도서 조사를 통해 *Gloiopeltis* spp. - *Corallina pilulifera* - *Laurencia* spp., *Sargassum sagamianum*의 수직분포를 보고 하였다. 반면 동해안은 Lee(1991)가 상부에 *Bangia atropurpurea*, *G. furcata*, *Chaetomorpha moniligera*, 중부에 *C. crassicaulis*, *Corallina pilulifera*, 하부에 *Dictyota dichotoma*, *H. fusiformis*, *Sargassum yezoense*가 분포하는 특성을 보고 하였다. 이를 본 연구와 비교하면, 남해안에 주요종인 *Ishige* spp.와 *S. siliquosa* 그리고 동해안 상부 주요종인 *B. atropurpurea*와 *C. moniligera*를 관찰할 수 없었는데, 이는 본 조사지역이 지리적으로 남해안에 있지만 동해안의 분포 특성도 다소 갖고 있는 것으로 해석할 수 있었다. 따라서 부산지역에 대한 해조군집의 분포 특성에 대한 보다 상세한 연구가 필요한 것으로 판단되고, 지역간 군집의 차이를 보

다 정확히 해석하기 위해 생태분석 방법론의 표준화가 시급한 것으로 생각한다.

감사의 글

본 논문이 완성되는데 도움을 주신 청주대학교 이재완 교수님, 좋은 의견과 지적으로 논문의 질을 높여주신 부산대학교 정익교 교수님과 한국해양연구원 강래선 박사님 그리고 논문이 게재될 수 있도록 세심한 배려를 아끼지 않으신 여수대학교 신현출 교수님, 끝으로 현장채집과 자료정리를 함께한 조영진, 추지은양에게 감사를 드립니다. 이 논문은 2002년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었습니다(KEF-2002-005-F00004).

참고문헌

- 강래선, 제종길, 홍재상, 1993. 남해의 하계 해조군집, 1. 조간대. 한국수산학회지, **26**: 49-62.
- 김영환, 1983. 한국 조간대 해조군집의 생태학적 연구. 서울대학교 박사학위논문, 서울, 175 pp.
- 김형근, 1991. 부산인근해역 해조식생의 특성과 환경요인과의 관계. 부산수산대학교 박사학위논문, 부산, 144 pp.
- 남기완, 김영식, 1999. 부산 용호동 일대의 저서 해조상 및 군집 구조. 한국수산학회지, **32**: 374-384.
- 도근영, 이한석, 고성철, 현범수, 유종수, 2002. 부산지역 워터프린트의 기후특성에 관한 연구. 한국항해항만학술지, **26**: 465-472.
- 서영완, 유종수, 2003. 부산 연안 해조류 추출물의 항산화 활성 및 Tyrosinase 저해 활성 스크리닝. *Ocean Res.*, **25**: 129-132.
- 유종수, 천병수, 김남길, 2001. 해조류 내 Na⁺ 채널 차단 생리활성물질의 측정. 한국환경생물학회지, **19**: 107-112.
- 이기완, 강제원, 1971. 해운대 동백섬의 해조상 및 해조군락. 부산수산대학 임해연구소 연구보고, **4**: 29-37.
- 이용필, 강서영, 2001. 한국산 해조류의 목록. 제주대학교 출판부, 제주, 662 pp.
- 이인규, 강제원, 1986. 한국산 해조류의 목록. 한국조류학회지, **1**: 311-325.
- 이인규, 김계중, 조제명, 이도원, 조도순, 유종수, 1994. 한국의 생물다양성 2000: 생물자원의 보전, 연구 및 지속적인 이용을 위한 전략. 민음사, 서울, 405 pp.
- 이인규, 김훈수, 고철환, 강제원, 홍성윤, 부성민, 김일희, 강영철, 1984. 한국연안해역의 저서생물군집에 관한 연구. II. 동남해안의 군집구조에 관한 정성정량적 분석. 서울대학교 자연과학종합연구소논문집, **9**: 71-126.
- 이인규, 최도성, 오윤식, 김광훈, 이재완, 김광용, 유종수, 1991. 남해 청산도의 해조상과 군집구조. 한국조류학회지, **6**: 131-143.
- 이인규, 최청일, 유종수, 이상돈, 1996. 한국 생물종 문헌 조사연구. 자연보호중앙협의회, 서울, 191 pp.
- 이재완, 1991. 한국동해안 조간대의 해조류 군집구조와 지리적 분포. 서울대학교 박사학위논문, 서울, 210 pp.
- Critchley, A.T. and M. Ohno, 1998. Seaweed Resources of the World. JICA, Yokosuka, 431 pp.
- Kang, J.W., 1966. On the geographical distribution of marine algae in Korea. *Bull. Pusan Fish. Coll.*, **7**: 1-125.
- Kim, Y.H. and J.S. Yoo, 2003. An ecological study of the marine algal community at the coast of Taean Thermal Power Plant, Korea. *Algae*, **18**: (in press).
- Lee, K.W., 1973. Observation of algal community near Dongbaeksum, Haeundae. *Cheju Univ. Jour.*, **5**: 319-331.
- Notoya, M., 1997. Biotechnology of Useful Seaweed. Tokyo, 141 pp.
- Okamura, K., 1892. On the marine algae of Fusanpo. *Bot. Mag. Tokyo*, **6**: 117-119.
- Shannon, C.E. and W. Weaver, 1949. The Mathematical Theory of Communication. Board of Trustees of Univ. III. Urbana, 117 pp.
- Yoo, J.S., 2003a. Biodiversity and community structure of marine benthic community in the rocky shore of Dongbaekseom, Busan. *Algae*, **18**: 225-232.
- Yoo, J.S., 2003b. Seasonal dynamics of marine benthic communities in intertidal zone of Gwangyang Bay, southern coast of Korea. *Ocean Res.*, **21**: (in press).
- Yoo S.A. and Lee I.K., 1980. A study on the algal communities in the south coast of Korea. *Pro. Coll. Natur. Sci., SNU.*, **5**: 109-138.
- 能登谷正浩, 2003. 藻場の海藻と造成技術. (株)成山堂書店, 東京, 267 pp.

2003년 10월 14일 원고접수

2003년 11월 25일 수정본 채택

담당편집위원 : 신현출

Appendix 1. Check list of benthic marine plants observed at Seoam of Busan

Species	Season			
	Spring	Summer	Autumn	Winter
Cyanophyta				
<i>Entophysalis conferta</i>	+	+	+	+
<i>Lyngbya lutea</i>	+			
<i>Oscillatoria amphibia</i>	+	+	+	+
<i>Oscillatoria</i> sp.		+	+	
Chlorophyta				
<i>Enteromorpha compressa</i>	+	+	+	+
<i>Ulva pertusa</i>	+	+	+	+
<i>Cladophora albida</i>		+		
<i>Cladophora</i> sp.	+	+	+	+
<i>Bryopsis plumosa</i>			+	+
<i>Codium adhaerens</i>	+	+		
Phaeophyta				
<i>Acinetospora crinita</i>		+		
<i>Ralfsia verrucosa</i>			+	
<i>Sphacelaria</i> sp.	+	+	+	+
<i>Dictyopteris prolifera</i>	+		+	+
<i>Dilophus okamurae</i>			+	
<i>Myelophycus simplex</i>	+		+	+
<i>Colpomenia bullosa</i>	+			
<i>Colpomenia sinuosa</i>	+	+	+	+
<i>Ecklonia cava</i>			+	+
<i>Undaria pinnatifida</i>	+		+	+
<i>Laminaria japonica</i>			+	+
<i>Hizikia fusiformis</i>			+	+
<i>Sargassum coreanum</i>		+	+	
<i>Sargassum horneri</i>	+			+
<i>Sargassum siliquastrum</i>		+		
<i>Sargassum thunbergii</i>	+	+	+	+
<i>Sargassum yezoense</i>		+	+	
Rhodophyta				
<i>Porphyra suborbiculata</i>	+			+
<i>Porphyra yezoensis</i>	+			+
<i>Amphiroa</i> sp.	+		+	+
<i>Corallina officinalis</i>	+	+	+	+
<i>Corallina pilulifera</i>	+	+	+	+
<i>Jania</i> sp.		+		
<i>Lithophyllum okamurae</i>	+	+	+	+
<i>Marginisporum aberrans</i>		+		
<i>Pneophyllum zostericolum</i>	+	+	+	+
Melobesioidean algae	+	+	+	+
<i>Gelidium amansii</i>	+	+	+	+
<i>Gelidium divaricatum</i>		+	+	+
<i>Pteroclada capillacea</i>	+			+
<i>Caulacanthus ustulatus</i>			+	+
<i>Gloiopeltis furcata</i>	+	+	+	+
<i>Gloiopeltis tenax</i>			+	+
<i>Chondracanthus intermedia</i>	+		+	+
<i>Chondracanthus tenellus</i>	+	+	+	+
<i>Chondrus ocellatus</i>	+	+	+	+

Appendix 1. (continued)

Species	Season			
	Spring	Summer	Autumn	Winter
<i>Hypnea japonica</i>	+	+	+	+
<i>Phacelocarpus japonicus</i>	+			
<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	+		+	+
<i>Schizymenia dubyi</i>			+	
<i>Carpopeltis affinis</i>		+	+	
<i>Carpopeltis cornea</i>	+	+	+	+
<i>Grateloupia elliptica</i>	+	+	+	+
<i>Grateloupia filicina</i>	+	+	+	+
<i>Grateloupia lanceolata</i>	+	+	+	+
<i>Gracilaria textorii</i>		+		
<i>Plocamium telfairiae</i>	+		+	+
<i>Champia japonica</i>	+			+
<i>Lomentaria catenata</i>	+	+	+	+
<i>Lomentaria hakodatensis</i>	+		+	+
<i>Rhodymenia intricata</i>		+	+	
<i>Callithamnion callophyllidicola</i>	+			
<i>Ceramium japonicum</i>			+	+
<i>Ceramium kondoi</i>	+			+
<i>Ceramium</i> sp.		+	+	+
<i>Acrosorium polyneurum</i>	+	+	+	+
<i>Acrosorium uncinatum</i>	+			
<i>Benzaitenia yeoshimensis</i>			+	
<i>Chondria crassicaulis</i>	+	+	+	+
<i>Laurencia intermedia</i>	+	+	+	+
<i>Laurencia intricata</i>			+	+
<i>Laurencia okamurae</i>	+			
<i>Polysiphonia morrowii</i>	+	+	+	+
<i>Symphyclocladia latiuscula</i>	+	+	+	+
Marine Magnoliophyta				
<i>Phyllospadix japonica</i>	+	+	+	+