

## 한국 남해중부 금오열도 연안 암반 조하대 해조군집의 구조

강래선\* · 김종만

(한국해양연구원 해양생물자원연구본부)

### Seaweed Community of the Subtidal Rocky Habitats along the Coast of Geumo Archipelago in the Central South Sea of Korea

Rae-Seon Kang\* and Jong-Man Kim

Marine Living Resources Research Division, KORDI  
Ansan P.O. Box 29, Seoul 425-600, Korea

Seaweed community of the subtidal rocky habitats along the coast of Geumo Archipelago in the central South Sea of Korea is described. This area is characterized by archipelago in which islets are separated by shallow bottom sediments (primary, muddy sand), and turbidity is generally high due to the resuspension of bottom sediments. The hard substrata available for algal attachment are limited to less than 10 m in depth. Thirty sites were randomly chosen along the coast from August 2003 to September 2003 and a 50 m long transect was established at each site. The transect began at a depth of 1 m and ended at the depth of 9 m. The percent cover of all species other than crustose coralline algae was estimated at 2 m depth intervals along the transect using a 0.25 m<sup>2</sup> PVC quadrat with 25 squares. Thirty-six species were identified including 6 Chlorophyta, 10 Phaeophyta and 20 Rhodophyta. Species with more than 5% mean bottom cover were *Gelidium amansii*, *Corallina pilulifera*, *Amphiroa dilatata* and *Carpopeltis cornea*, which formed dense turf-forming algal assemblages at 1-5 m depth. At all sites except S11-S15 located in the western coast of Sorido, bottom covers of seaweed species at the depth deeper than 7 m were less than 6%. The lower limit of algal assemblages was 9 m in depth. We speculate that the limited water clarity and vertical extent of hard substrata available for the settlement of seaweed species are the direct cause of reducing the diversity, abundance and distributional extent of algal assemblages in the area.

**Key Words:** diversity, seaweed community, South Sea, substratum extent, subtidal, vertical distribution

#### 서 론

연안 생태계에서 해산식물은 계의 중요한 일차 생산자로서 물질순환의 중심을 이루고 있을 뿐만 아니라 (Zimmerman *et al.* 1994; 강과 고 1999), 어류 또는 무척추동물물을 포함한 다양한 생물군의 먹이(Worm *et al.* 2000)와 서식지(Dawes 1998; Bostroem and Mattila 1999) 역할을 한다. 이외에도 해조류는 영양염 제거에 따른 biopump(Hemminga *et al.* 1999) 기능과 부착생물의 착생기질로서 생태계 생물 다양성을 증대 시키는 기능을 한다(McCall *et al.* 1999). 따라서 연안 해조류의 보전은 생태계의 건강성 유지를 위해 필수이다.

그러나 이들 해산식물은 도시화와 산업화에 수반되는 각종 오염물질의 유입, 해양에서 빈번하게 일어나는 대형 유류 유출사고와 선박으로부터의 유류 유출, 해안개발에 따른 해안 이용도 증가로 인해 개체군의 출생, 가입, 사망, 크기와 연령구조, 그리고 생물량이 변화하고 있고, 이러한 현상은 종내 생태계의 먹이연쇄를 통해 주요 수산자원의 생산력 저하를 초래하고 있다(Lobban and Harrison 1994). 더욱이 항로건설을 위한 준설, 공공부지와 택지 조성을 위한 매립, 그리고 그 밖의 목적을 위한 연안간척사업은 연안의 식물군집을 파괴하는 보다 직접적인 원인이 되어왔다(Wanless *et al.* 1984; Clark 1986).

해조류를 포함하여 어류 서식지가 되는 해산식물의 감소는 어느 한 나라에 제한되는 국지적인 문제가 아니라 범세계적으로 일어나는 문제이다. 그러므로 각국에서는 자국의 연

\*Corresponding author (rskang@kordi.re.kr)

안역 환경보전과 생산력 증대에 많은 관심과 노력을 기울이게 되었지만, 특히 국가 경제력이 뒷받침되며 환경보전에 많은 관심을 갖는 캐나다와 미국에서 보다 적극적인 노력을 기울여왔다(Dawes 1998).

우리나라의 경우에도 연안의 해조류가 감소하고 있고, "백화(갯녹음)"라 불리는 이러한 현상은 사회적인 문제로 대두되고 있다. 따라서 백화의 원인구명과 이에 대응하기 위한 해조군집의 복원에 대해 많은 관심들이 기울어져 왔지만, 정작 중요한 것은 과연 현재 백화현상이 일어나고 있는지, 그렇다면 그 수준은 어느 정도인지를 과학적 자료에 근거하여 정확하게 판단할 수 없다는 것이다. 그 이유는 현재 드러나고 있는 해조군집의 다양성과 현존량을 비교할 수 있는 과거 자료가 충분하지 않기 때문이다. 그리고 이것은 지금부터라도 우리 연안의 해조군집의 특성을 충분히 조사하여 향후 일어나는 변화의 폭을 사정할 수 있는 자료확보의 중요성을 강조하는 것이다.

우리나라 남해 중부에 위치한 금오열도는 대마난류와 황해기원의 찬 연안수의 상호작용으로 인해 수온과 염분 등이 화학적 환경이 복잡하게 변화하는 곳이며(Chang *et al.* 2000; Kang *et al.* 2004a), 해조군집에 역시 좁은 지역 내에서도 많은 차이를 보이고 있다(Kang *et al.* 2004a). 이 지역 해조군집에 대해서는 강 등(1993)과 손 등(1983)을 제외하고는 거의 연구된 바가 없다. 따라서 우리나라 남해 중부의 조하대 해조군집에 대한 자료 확보가 시급한 실정이며, 신뢰할만한 자료 확보를 위해서는 해역전반에 걸친 정밀한 조사가 수행되어야 할 것이다.

본 연구는 우리나라 남해 중부에 위치한 금오열도의 조하대 해조군집을 광범위하게 조사하였고, 나타난 군집의 주요 구성성분(구성종, 현존량, 그리고 분포특성)을 보고하고자 한다.

## 재료와 방법

본 조사는 한국 남해 중부에 위치한 여수반도로부터 외양 쪽으로 약 10 km 벗어난 금오열도(34° 30' N, 127° 45' E)에서 수행되었다(Fig. 1). 본 조사지는 다도해로서 크고 작은 섬들이 사나질로 구성된 얇은 퇴적물에 의해 분리되어 있고, 저층 퇴적물의 잦은 재부유로 인해 탁도가 높다. 해역 전반에 걸쳐 해조류가 분포할 수 있는 암반은 수심 10 m 이내로 제한되어 있다. 해역의 이화학적 환경특성은 Kang *et al.* (2004a)에 상세히 기술되어 있다.

조사는 2003년 8-9월에 실시되었다. 조사지(금오도, 안도, 소리도)의 해안선을 따라 총 30개의 조사지점(S1-S30)을 선정하였다. 각 조사지점에서는 50 m 길이의 조사선(transect, n = 1)을 해안선과 수직되게 설치하였다. 조사선은 조고의

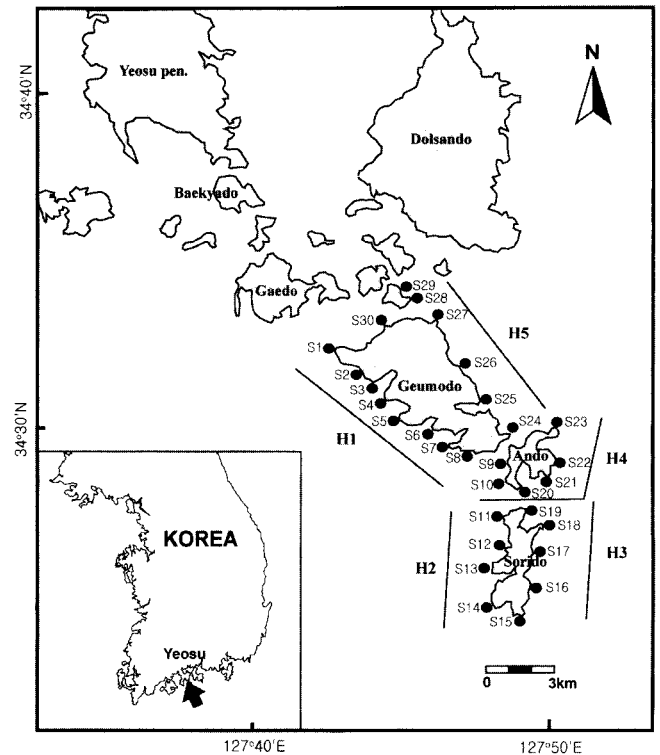


Fig. 1. Map of Geumo Archipelago showing the position of the five subtidal rocky habitats (H1: the western coast of Geumodo, H2: the western coast of Sorido, H3: the eastern coast of Sorido, H4: the coastal zone of Ando, H5: the eastern coast of Geumodo). There were more than 4 randomly chosen subtidal sites within each of the habitats (H1, S1-S8; H2, S11-S15; H3, S16-S19; H4, S9, S10, S20, S21, S22 and S23; H5, S24-S30).

기준면 이하 수심 1 m에서 출발하여 수심 9 m에서 끝났다. 조사선을 따라 0.25 m<sup>2</sup>의 PVC 방형구를 사용하여 각상홍조류를 제외한 모든 종의 피도를 수심 2 m 간격으로 측정하였다.

조사지의 해조군집은 군집을 둘러싼 이화학적 환경요소(수온, 염분, 질소, 부유물질, 탁도, 수심)의 공간변화와 포자의 유용성과 확산, 가입, 그리고 초식 또는 경쟁과 같은 가입 후 과정의 공간변화에 의해 군집을 구성하는 주요 요소인 구성종, 구성종의 풍도(bottom cover), 다양성, 수직분포가 장소에 따라 크게 변화하기 때문에(Kang *et al.* 2004a), 편의상 조사지점(n = 30)을 5개의 서식지(H1-H5; Fig. 1)로 묶어 군집특성을 기술하였다. H1은 금오도 서쪽 해안으로 총 8개의 조사지점(S1-S8)을, H2는 소리도 서쪽 해안으로 총 5개의 조사지점(S11-S15)을, H3은 소리도 동쪽 해안으로 총 4개의 조사지점(S16-S19)을, H4는 안도 연안으로 총 6개의 조사지점(S9, S10, S20, S21, S22, S23)을, 그리고 H5는 금오도 동쪽 해안으로 총 7개의 조사지점(S24-S30)을 포함한다. 각 조사지점에서 수심별로 얻어진 각 종의 피도는 서식지별로 평

**Table 1.** Number of seaweed species observed at the five subtidal rocky habitats (H1-H5) along the coast of Geumo Archipelago

Division	Habitats					Total
	H1	H2	H3	H4	H5	
Rhodophyta <sup>1</sup>	15	13	12	12	13	20
Phaeophyta	6	7	5	7	5	10
Chlorophyta	2	1	4	6	2	6
Total	23	21	21	25	20	36

<sup>1</sup> Crustose coralline algae were not included.

균하여 나타내었다.

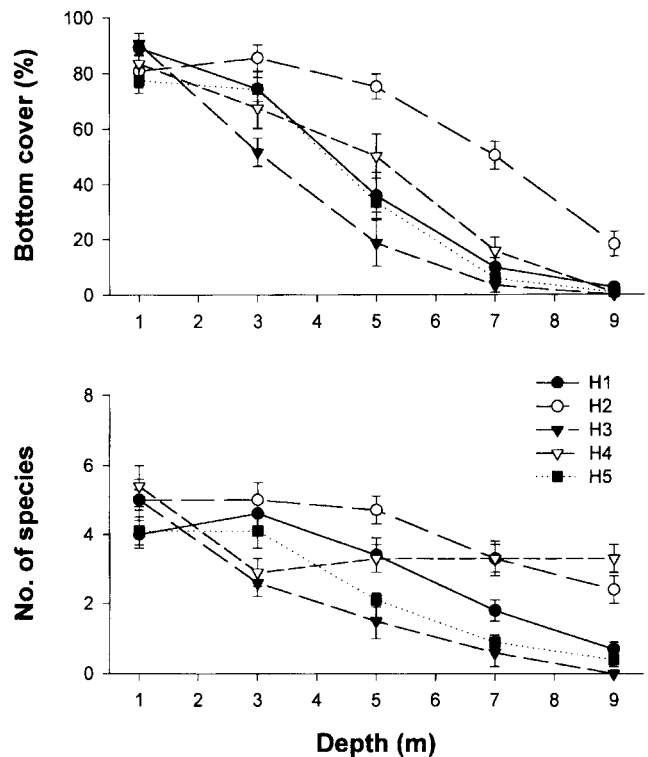
## 결 과

조사해역에서 각상 홍조류를 제외한 총 36종의 해조류가 관찰되었다(Table 1). 이중 홍조류는 20종이었고, 갈조류는 10종, 그리고 녹조류가 6종이었다. 각 서식지에서는 이보다 적은 20-25종이 관찰되었다.

각 조사지점에서 수심별로 조사된 해조류의 피도를 서식지별로 모아 평균한 결과는 Appendix 1과 같고, 이를 다시 수심간 평균한 결과는 Table 2와 같다. 또한 Table 2의 Mean은 각 서식지의 종별 피도를 평균한 것으로 서식지 전반에 걸친 각 종의 우점도를 나타내며, Table 2는 이 우점도에 근거하여 종을 나열한 것이다. 조사해역에서 피도 1% 이상으로 가장 우점하는 종은 우뭇가사리(*Gelidium amansii*), 작은구슬산호말(*Corallina pilulifera*), 넓은게발(*Amphiroa dilatata*), 붉은까막살(*Carpopeltis cornea*), 잎꼬시래기(*Gracilaria textorii*), 비틀대모자반(*Sargassum sagamianum*), 구멍갈파래(*Ulva pertusa*), 개도박(*Pachymeniopsis lanceolata*), 미역(*Undaria pinnatifida*), 그리고 가시뼈대그물말(*Dictyopteria prolifera*)로 미역(*U. pinnatifida*)을 제외한 대부분이 turf-forming species였다.

각 서식지에서 출현하는 해조류의 풍도와 종다양성은 수심에 따라 크게 변화하였다(Fig. 2). 우선 풍도는 소리도 서쪽 해역인 H2를 제외한 나머지 서식지모두에서 수심 1m에서 가장 높았고(> 77%), 수심이 깊어질수록 점진적으로 감소하여 수심 9m에서는 3% 이하로 나타났다. H2에서는 수심 1m보다는 수심 3m에서의 풍도가 높았고, 수심증가에 따라 풍도가 점진적으로 감소하여 수심 9m에서는 약 18%의 피도를 보였다. 종다양성(출현종수) 역시 풍도와 마찬가지로 수심이 증가함에 따라 점진적으로 감소하였다(안도 주변해역인 H4 제외). 모든 서식지(H1-H5)에서 수심 1m에서 출현하는 해조류는 6종 이하였으며, 수심 9m에서는 4종 이하의 해조류가 관찰되었다.

해역 전반에 걸쳐 피도가 평균 2% 이상인 우점종을 중심으로 조사된 5개 서식지에서의 해조류의 수직분포양상을 알



**Fig. 2.** Vertical variations in abundance (bottom cover) and diversity (number of species) of seaweed species in the five subtidal rocky habitats (H1-H5).

아본 결과는 Fig 3과 같다. 금오도 서쪽 연안인 H1의 수심 1m에서는 작은구슬산호말과 비틀대모자반이 15% 이상으로 우점하고 있으며, 수심 3m에서는 작은구슬산호말, 우뭇가사리, 넓은게발이 10% 이상의 피도로 우점하였으며, 수심 5m에서는 넓은게발이 20%에 가까운 피도로 우점하였다. 수심 7m 이상에서는 이들 종을 포함한 해조류의 피도는 10% 이하에 불과하였다. 소리도 서쪽 연안 H2의 수심 1m에서는 작은구슬산호말, 비틀대모자반, 우뭇가사리가 약 20%의 피도로 우점하였고, 수심 3m에서는 우뭇가사리, 붉은까막살, 작은구슬산호말이 10% 이상의 피도로 우점하였으며, 수심 5m에서는 붉은까막살, 넓은게발, 우뭇가사리가 10% 이상으로 우점하였다. 넓은게발은 수심 7m에서도 약 20%의 피도를 보였고, 수심 9m까지 분포하였다. 소리도 동쪽 연안 H3

**Table 2.** Abundances (bottom cover, %) of seaweed species observed at the five subtidal rocky habitats (H1-H5) along the coast of Geumo Archipelago. The abundances of seaweed species were estimated by averaging the bottom covers for the quadrat (n = 5) within the depth range (1-9 m) covered by the transect (see Appendix 1 for data sources)

Species	Habitats					Mean
	H1	H2	H3	H4	H5	
<i>Gelidium amansii</i>	4.85	13.05	5.94	11.75	7.19	8.56
<i>Corallina pilulifera</i>	11.52	8.04	5.38	6.34	4.61	7.18
<i>Amphiroa dilatata</i>	7.05	10.52	4.95	7.81	1.27	6.32
<i>Carpopeltis cornea</i>	4.37	9.25	3.56	8.80	1.94	5.59
<i>Gracilaria textorii</i>	2.23	2.43	0.38	1.49	5.53	2.41
<i>Sargassum sagamianum</i>	4.90	4.47	0.42	0.93	0.72	2.29
<i>Ulva pertusa</i>	0.03		1.15	0.20	7.35	1.75
<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	0.37	2.14	2.05	1.77	0.92	1.45
<i>Undaria pinnatifida</i>	2.63	1.63		0.74	1.30	1.26
<i>Dictyoptera prolifera</i>	1.42	0.20	3.64	0.25	0.16	1.13
<i>Chondrus-crispus</i>	0.38	1.75	0.37	0.15	1.38	0.81
<i>Sargassum micracanthum</i>	0.13	1.71	0.75	0.80	0.53	0.78
<i>Gigartina tenella</i>	0.37	1.28	0.35	0.15	1.12	0.65
<i>Sargassum piluliferum</i>		2.99				0.60
<i>Pterocladia capillacea</i>	0.48	0.72	0.99	0.53		0.54
<i>Ulva japonica</i>	0.74	0.32	0.08	0.05	0.44	0.33
<i>Rhodomenia intricata</i>		0.04		0.72	0.78	0.31
<i>Dictyota dichotoma</i>	0.26	0.14	0.77	0.12		0.26
<i>Acrosorium flabellatum</i>	0.01				1.08	0.22
<i>Ecklonia stolonifera</i>					0.94	0.19
<i>Plocamium telfairiae</i>	0.08			0.07	0.76	0.18
<i>Amphiroa beauvoisii</i>			0.83			0.17
<i>Amphiroa</i> sp.	0.43	0.36				0.16
<i>Polysiphonia</i> sp.			0.68			0.14
<i>Carpopeltis crispata</i>		0.30	0.24			0.11
<i>Ecklonia cava</i>	0.04	0.48		0.02		0.11
<i>Campylaephora hypnaeoides</i>				0.45		0.09
<i>Grateloupia turuturu</i>	0.03				0.33	0.07
<i>Codium fragile</i>			0.13	0.08		0.04
<i>Cladophora</i> sp.				0.19		0.04
<i>Codium adhaerens</i>			0.10	0.03		0.03
<i>Sargassum ringgoldianum</i>			0.13			0.03
<i>Hypnea charoides</i>	0.02	0.06				0.02
<i>Codium divaricatum</i>				0.06		0.01
<i>Callophyllis adnata</i>	0.03				0.03	0.01
<i>Padina arborescens</i>				0.02		0.00

의 수심 1 m에서는 작은구슬산호말과 붉은까막살이 15% 이상의 피도로 우점하였으며, 수심 3 m에서는 우뚝가사리와 넓은게발이 10% 이상으로 우점하였고, 수심 5 m에서는 넓은게발이 약 10%의 피도로 우점하였다. 수심 7 m 이상에서는 넓은게발만이 3% 이하의 피도를 보였다. 안도 주변해역인 H4의 수심 1 m에서는 우뚝가사리, 작은구슬산호말, 붉은까막살이 10% 이상으로 우점하였고, 수심 3 m부터 5 m까지는 붉은까막살, 넓은게발, 우뚝가사리가 약 10% 이상으로 우점하였다. 수심 7 m에서는 이들의 피도가 5% 이하에 불과하였으며, 수심 9 m에서는 전혀 관찰되지 않았다. 금오도 동쪽

연안 H5의 수심 1 m에서는 작은구슬산호말만이 약 20% 피도로 우점하였으며, 수심 3 m에서는 우뚝가사리와 잎꼬시래기가 15% 이상의 피도로 우점하였다. 수심 5 m 이하부터는 이들 우점종의 피도가 5% 이하로 급속히 줄어들었으며, 모든 해조류에 의한 피도도 약 6%에 불과하였다.

이상의 분포양상을 정리해 보면, 조사지 전반에 걸쳐 수심 1 m에서 우점적으로 출현하는 종은 작은구슬산호말이며, 서식지에 따라 비틀대모자반이나 우뚝가사리도 높은 피도를 보인다. 수심 3 m부터 5 m까지는 우뚝가사리, 붉은까막살, 넓은게발이 주로 우점하며, 장소에 따라 작은구슬산호말도

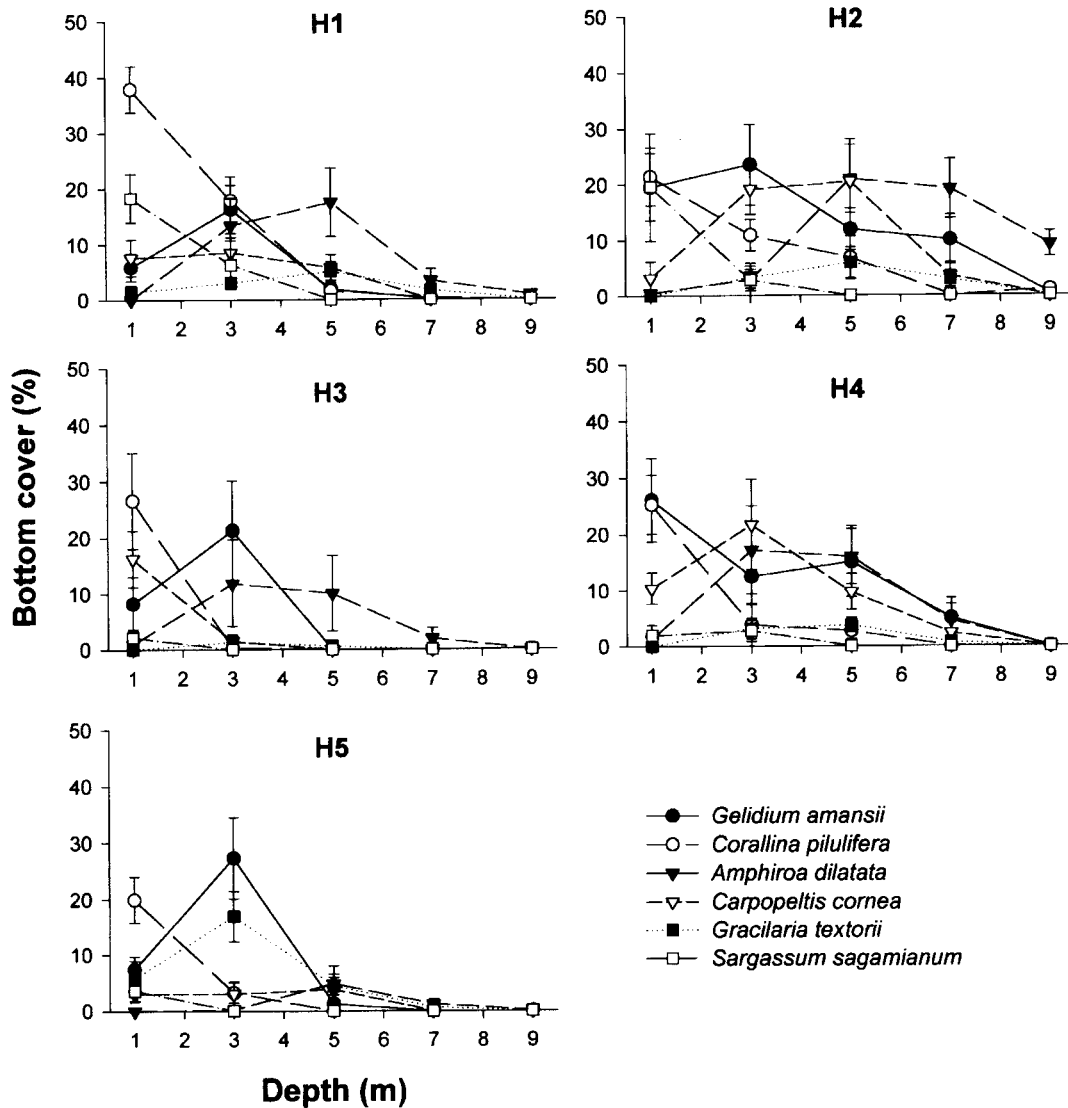


Fig. 3. Vertical distribution patterns of seaweed species in the five subtidal rocky habitats (H1-H5).

우점하는 경우도 있다. 그러나 이 종의 분포하한은 수심 3 m이다. 소리도 동쪽 연안인 H2를 제외한 모든 서식지에서 7 m보다 깊은 수심에서의 해조류의 피도는 6% 이하에 불과하며, 해조류의 분포하한은 수심 9 m이다.

### 고찰

조사해역에서 각상 홍조류를 제외한 총 36종(녹조류 6종, 갈조류 10종, 홍조류 20종)의 해조류가 관찰되었으며, 각 서식지에서는 이보다 적은 20-25종이 관찰되었다. 이 지역 해조류가 30종 이하라는 사실은 본 조사해역에서 수행된 다른 연구의 결과에서도 뒷받침된다. 즉 소리도 남단해역(S15)에서 하계 조하대 해조군집의 구성종수를 조사한 강 등(1993)은 총 27종(녹조류 2종, 갈조류 4종, 홍조류 21종)을 보고한 바 있으며, 역시 소리도 남서해안(S14) 부근에서 하계 조하

대 해조군집의 구성종수를 조사한 해양수산부(2002)도 총 18종(녹조류 3종, 갈조류 8종, 홍조류 7종)을 보고한 바 있다.

조사해역 조하대 해조군집을 이루는 구성종의 수는 다른 해역 조하대 해조군집의 구성종수에 비해 대단히 빈약한 편이다. 동해안 중부 죽도에서 수행된 남(1986)의 연구결과에서는 총 100종(녹조류 6종, 갈조류 26종, 홍조류 68종)이 보고 되었으며, 제주 연안 문섬과 관탈도에서 수행된 강 등(1993)에서는 각각 39종(녹조류 2종, 갈조류 18종, 홍조류 19종)과 58종(녹조류 3종, 갈조류 16종, 홍조류 39종)이 보고 되었다. 또한 본 조사해역과 비교적 인접한 대도(하동과 남해도 사이, 34° 55' N, 127° 50' E)에서 수행된 Kim *et al.* (1998)에서는 총 48종(녹조류 7종, 갈조류 14종, 홍조류 27종)이, 그리고 남해서부 완도항에서 남서쪽으로 약 20 km 떨어진 녀도(Kim and Lee 1995)에서는 총 91종(녹조류 14종, 갈조류 21종, 홍조류 66종)이 보고 되었다. 더욱이 남해 외양도서

(추자도, 여서도, 거문도, 거제 흥도)에서 수행된 강 등 (1993)에서는 50종 이상이 보고 되었다.

일반적으로 해조군집의 종다양성은 이웃하는 식물간의 경쟁, 섭식작용, 그리고 군집을 둘러싼 이화학적 환경요인에 의해 결정된다(Schiel and Foster 1986). 특히 대형 갈조류가 밀생하여 군락을 이루는 조하대에서는 이들 갈조류가 canopy를 이루어 아래쪽에서 살아가는 해조류가 필요로 하는 빛과 영양염의 유용성을 줄이고, 더불어 이들 종의 가입, 성장, 번식, 생존에 영향을 미친다(Jackson 1977). 더욱이 다년생 다시마과(Laminariaceae) 식물이 우점하는 곳에서는 겨울철 강한 파도에너지에 의해 빈 공간이 생기더라도 이 공간들은 어떤 식이로든지 천이과정을 거쳐 다시 다시마과 식물에 의해 차지되고(Sousa 1985; Dayton *et al.* 1984), 종내 전체 군집의 종다양성을 낮춘다. 본 조사지역에서도 잔가시모자반(*Sargassum micracanthum*), 구슬모자반(*Sargassum piluliferum*), 곰피(*Ecklonia stolonifera*), 감태(*Ecklonia cava*) 등 다년생 대형 갈조류가 출현하는 곳이 있고(Table 2), 이들이 밀생하는 곳에서는 canopy layering species와 understory species간의 상호작용에 의해 국지적으로 군집의 종다양성이 감소하였을 것이다. 그러나 해역 전반에 걸쳐 우점하는 종이 우뚝가사리, 작은구슬산호말, 넓은게발, 붉은까막살, 잎꼬시래기 등 주로 turf-forming species임을 볼 때, 해역 전반에서 일어나는 낮은 종다양성의 주 원인이 canopy layering species와 understory species의 중간경쟁이라고 보기 어렵다.

Kang *et al.* (2004a)은 본 조사해역 해조군집의 종다양성을 낮추는 주된 원인을 이화학적 환경요인(수심과 탁도)라고 보고 하였다. 본 해역에서 해조류의 착생에 필요한 암반기질의 수직범위는 기준면 이하 최대 10 m에 불과하며, 탁도 또한  $16-40 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 대단히 높다(Kang *et al.* 2004a). 사실 지금까지 많은 연구들이 기질의 유용성과 빛(탁도)이 해조류의 다양성, 풍도, 그리고 분포를 결정하는 중요한 요인이라 언급해 왔다(Schiel and Foster 1986). 그러나 본 조사해역인 금오열도의 조하대 해조군집의 종다양성이 이처럼 낮고, 그 이유가 탁도와 기질의 유용성에 기인한다는 것은 보고된 바가 없다.

조사해역에서 우점하는 종은 우뚝가사리, 작은구슬산호말, 넓은게발, 붉은까막살, 잎꼬시래기, 비틀대모자반, 구멍갈파래, 개도박, 미역, 가시뼈대그물말로 조사해역에 걸쳐 피도가 평균 1% 이상이었다. 그리고 이들 중 구멍갈파래와 미역을 제외한 나머지 종들은 소라도 연안의 H2 또는 H3에서 평균 2% 이상의 피도를 보였다. 그러나 소라도 남단해역(S15)에서 조사된 강 등(1993)의 결과에 의하면 본 조사에서 나타난 이 8종 중 단지 2종(작은구슬산호말, 비틀대모자반)만이 우점하였고, 이들의 풍도는 다른 해조류(*Gigartina tenella*, *Jania* spp., *Myagropsis yendoi*)에 비해 상대적으로 낮았

던 것으로 나타난 그 당시 군집의 구조가 지금과는 많은 차이가 있었음을 보여주고 있다. 마찬가지로 소라도 남서해안(S14)에서 조사된 해양수산부(2002)에서는 작은구슬산호말, 고리마디게발(*Amphiroa beauvoisii*), 방황게발혹(*Marginisporium aberrans*), 애기산호말류(*Jania* spp.)가 우점종으로 나타난 본 조사와는 차이를 보이고 있다. 일반적으로 조하대 해조군집의 시간변화를 일으키는 요인으로 첫째, 군집의 내재적 속성(구성종의 가입, 성장, 번식, 생존의 시간변화와 외부종의 포자확산에 의한 이입)(Schiel and Foster 1986)과 둘째, 주기적 또는 비주기적 교란에 의한 patch의 생성과 patch dynamics의 시간적 변동(Dayton *et al.* 1984)을 들 수 있다. 본 조사해역 H2 및 H3 지역에서 일어나는 군집구조의 시간변화 또한 이 두 요인과 상관이 있다고 판단되며, 특히 동 해역에서 빈번하게 발생하는 선박에 의한 유류유출 사고, 어항 개발과 인구증가에 의한 오염원 증가는 서식환경의 점진적 악화를 불러 군집의 안정성 상실을 유발하는 동시에 군집구조를 변화시킨 또 하나의 원인이 될 수도 있다. 물론 이 주장을 뒷받침하기 위해서는 향후 장기적인 조사가 필요하며, 본 연구 결과는 이 조사를 위한 중요한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

조사해역 조하대 서식지의 군집구성요소(종조성, 풍도, 수직분포)는 인접된 지역에서 조사된 결과(손 등 1983; 강 등 1993; Kim and Lee 1995; Kim *et al.* 1998)와 차이를 보이고 있다. 해조군집의 지역적 차이는 조하대 군집의 고유한 속성이며(Coleman 2002), 이러한 변동을 일으키는 주요한 한 원인으로 군집을 둘러싼 이화학적 환경요인의 공간변동을 들 수 있다(Schiel and Foster 1986). 조사해역인 금오열도는 대마난류와 황해기원의 찬 연안수의 상호작용으로 인해 수온과 염분 등 이화학적 환경이 복잡하게 변화하며(Chang *et al.* 2000), 동서로도 유의한 환경차이가 있다(Kang *et al.* 2004a). 또한 이 두 우세한 해류의 상호작용과 연안역에서 얕은 수심과 관련되어 일어나는 국지적 해수유동은 연안역과 외양역간에도 유의한 환경차이를 일으키며, 이러한 차이로 인해 특정한 종(예: 감태와 곰피)의 분포범위가 결정되기도 한다(Kang *et al.* 2004b). 따라서 이 지역 해조군집을 상세히 조사하고 군집의 구성요소를 환경요인과 결부시키는 작업은 한국 남해안 해조류의 지리적 분포를 보다 정밀하게 해석하는 단초가 될 수 있을 것이다.

## 사 사

본 조사에 적극 협조해주신 여수 그린스쿠버 정영호 사장님께 깊이 감사드립니다. 본 연구는 해양수산부에서 주관하는 전남 다도해 바다목장사업비로 수행되었음을 밝혀드립니다.

## 참고문헌

- 강래선, 제종길, 손철현. 1993. 남해의 하계 해조군집. II. 조하대의 군집. 한국수산학회지 **26**: 182-197.
- 강래선, 고철환. 1999. 한국 동남해안에서 다시마(*Laminaria japonica*) 포자체의 광합성의 계절 변화. 한국해양학회지(바다). **4**: 237-245.
- 남기완. 1986. 동해안 죽도의 해조군집에 대하여. 한국조류학회지 **1**: 185-202.
- 손철현, 이인규, 강제원. 1983. 남해안 돌산도의 해조 II. 조하대 해조군락의 구조. 한국수산학회지 **16**: 379-383.
- 해양수산부. 2002. 전남 다도해형 바다목장 기초조사 사업보고서. 813 pp.
- Bostroem C. and Mattila J. 1999. The relative importance of food and shelter for seagrass-associated invertebrates: a latitudinal comparison of habitat choice by isopodgrazers. *Oecologia* **120**: 162-170.
- Chang K.Y., Suk M.S., Pang I.K., and Teague W.J. 2000. Observations of the Cheju Current. *J. Korean Soc. Oceanogr.* **35**: 129-152.
- Clark R.B. 1986. *Marine Pollution*. Clarendon Press, Oxford, 209 pp.
- Coleman M.A. 2002. Small-scale spatial variability in intertidal and subtidal turfing algal assemblages and the temporal generality of these patterns. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **267**: 53-74.
- Dayton P.K., Currie V., Gerrodette T., Keller B.D., Rosenthal R., Ven Tresca D. 1984. Patch dynamics and stability of some California kelp communities. *Ecol. Monogr.* **54**: 253-289.
- Dawes C.J. 1998. *Marine Botany*. 2nd Ed. John Wiley and Sons Publ. New York. 480 pp.
- Hemminga M.A., Marba N. and Stapel J. 1999. Leaf nutrient reabsorption, leaf lifespan and the of nutrients in seagrass systems. *Aquat. Bot.* **65**: 141-158.
- Jackson G.A. 1977. Nutrients and production of giant kelp, *Macrocystis pyrifera*, off southern California. *Limnol. Oceanogr.* **22**: 979-995.
- Kang R.S., Lee H.C., Oh S.Y., Kim M.S., Hong K.P. and Kim J.M. 2004a. Spatial variability in distribution, abundance and species composition of the macroalgal assemblages of Geumo Archipelago in the central South Sea of Korea. *Ocean Polar Res.* 2004. in press.
- Kang R.S., Park H.S., Won K.W. and Kim J.M. 2004b. Habitat segregation between two congeneric species of kelp *Ecklonia* and *Ecklonia stolonifera* (Phaeophyta) along the southeast coast of Korea. *European J. Phycol.* 2004. in press.
- Kim K.Y. and Lee I.K. 1995. Community structure of subtidal macroalgae around Neobdo Island on the coast of the west-southern coast of Korea. *J. Plant Biol.*, **38**: 153-158.
- Kim K.Y., Choi T.S. and Garbary D.J. 1998. Seasonality and community structure of subtidal benthic algae from Daedo Island, Southern Korea. *Bot. Mar.* **41**: 257-365.
- Lobban C.S. and Harrison P.J. 1994. *Seaweed Ecology and Physiology*. Cambridge University, 366 pp.
- McCall R.K., Moncreiff C.A., Randall T.A., Caldwell J.D. and Blackburn B.R. 1999. Seagrass epiphytes: Contributions to local chlorophyll a concentration. *Gulf Research Reports* **11**: 74.
- Schiel D.R. and Foster M.S. 1986. The structure of subtidal algal stands in temperate waters. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* **24**: 265-307.
- Sousa W.P. 1985. Disturbance and patch dynamics on rocky intertidal shores. In: Pickett S.T.A. and White P.S. (eds), *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press, USA. pp. 101-124.
- Wanless H.R., Cottrell D.J., Parkinson R.W. and Burton E. 1984. Sources and circulation of turbidity, Biscayne Bay, Florida Miami. Final report to Dade County and Florida Sea Grant. 499 pp.
- 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.
- Zimmerman R.C., Cabello-Pasini A. and Alberte R.S. 1994. Modelling daily production of aquatic macrophytes from irradiance measurements: A comparative analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **114**: 185-196.

---

Received 4 August 2004

Accepted 10 December 2004

**Appendix 1.** Mean bottom covers ( $\pm 1$  SE) of seaweed species within each of the five subtidal rocky habitats (H1-H5) along the coast of Geumo Archipelago. The mean covers of seaweed species were estimated by averaging the bottom covers for the quadrates (i.e. site) ( $n \geq 4$ ) along the depth gradient (1, 3, 5, 7 and 9 m) within each of the five habitats

Depth/species	Habitats									
	H1		H2		H3		H4		H5	
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
<b>Depth of 1m</b>										
<i>Acrosorium flabellatum</i>									2.4	1.5
<i>Amphiroa dilatata</i>			0.5	0.5	0.9	0.6	1.2	0.8		
<i>Carpopeltis cornea</i>	7.6	3.3	3.2	3.0	16.3	5.0	10.4	2.8	3.0	1.4
<i>C. crispata</i>			1.5	1.5	1.2	0.8				
<i>Chondrus crispus</i>	0.5	0.3	2.7	1.5	1.8	1.4	0.6	0.4	6.8	4.3
<i>Cladophora</i> sp.							0.1	0.1		
<i>Codium fragile</i>							0.4	0.3		
<i>Corallina pilulifera</i>	37.9	4.1	21.4	5.2	26.6	8.5	25.3	5.2	19.9	4.1
<i>Dictyopteris prolifera</i>	4.0	1.8			14.2	4.8	1.3	0.9		
<i>Dictyota dichotoma</i>	0.6	0.4	0.1	0.1	2.0	1.4	0.1	0.1		
<i>Gelidium amansii</i>	5.9	2.5	19.5	9.6	8.2	4.9	26.1	7.4	7.4	2.3
<i>Gigartina tenella</i>	1.9	1.2	3.5	1.5	1.8	1.2	0.8	0.5	5.6	2.0
<i>Hypnea charoides</i>	0.1	0.1	0.3	0.3						
<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	0.8	0.4	2.6	1.2	9.9	4.3	8.6	3.4	3.2	1.3
<i>Pterocladia capillacea</i>	0.9	0.9	2.3	1.0	4.9	4.9	2.7	1.5		
<i>Sargassum micracanthum</i>			0.3	0.3						
<i>S. sagamianum</i>	18.3	4.3	19.6	6.0	2.1	1.5	1.9	1.8	3.6	1.8
<i>Ulva pertusa</i>					0.7	0.5	0.6	0.3	24.8	6.3
<i>Undaria pinnatifida</i>	10.8	3.1	3.4	2.3			3.6	2.4	0.9	0.9
<b>Depth of 3m</b>										
<i>Acrosorium flabellatum</i>	0.1	0.1							3.0	1.9
<i>Amphiroa dilatata</i>	13.4	4.8	2.9	2.9	11.9	7.8	17.2	7.8	0.2	0.2
<i>Amphiroa beauvoisii</i>					0.6	0.6				
<i>Campylaeophora hypnaeoides</i>							2.3	2.3		
<i>Carpopeltis cornea</i>	8.5	2.7	19.1	4.5	1.4	1.1	21.7	8.0	3.0	2.2
<i>Chondrus crispus</i>	0.8	0.4	4.5	3.0			0.2	0.1	0.1	0.1
<i>Codium divaricatum</i>							0.3	0.3		
<i>C. fragile</i>					0.4	0.4				
<i>Corallina pilulifera</i>	17.8	4.3	10.9	2.8	0.3	0.3	3.8	3.8	3.2	1.8
<i>Dictyopteris prolifera</i>	3.1	1.9	1.0	1.0	4.0	2.6			0.8	0.8
<i>Dictyota dichotoma</i>	0.8	0.4	0.6	0.5	1.9	1.9	0.3	0.3		
<i>Ecklonia cava</i>	0.1	0.1								
<i>E. stolonifera</i>									4.7	4.6
<i>Gelidium amansii</i>	16.3	4.3	23.5	7.3	21.3	8.8	12.5	5.1	27.3	7.2
<i>Gigartina tenella</i>			2.8	2.1						
<i>Gracilaria textorii</i>	1.4	1.2							5.7	3.2
<i>Grateloupia turuturu</i>									1.1	0.6
<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	0.8	0.4	6.5	2.3	0.4	0.4	0.3	0.3	1.4	0.8
<i>Padina arborescens</i>							0.1	0.1		
<i>Plocamium telfairiae</i>									3.1	1.6
<i>Pterocladia capillacea</i>	1.4	1.4	0.8	0.6						
<i>Rhodymenia intricata</i>							1.8	1.8	3.9	3.6
<i>Sargassum micracanthum</i>			5.3	4.5	3.8	2.5	4.0	3.1	2.6	2.6
<i>S. piluliferum</i>			0.1	0.1						
<i>S. ringgoldianum</i>					0.6	0.6				
<i>S. sagamianum</i>	6.3	4.4	2.8	1.9			2.7	1.9		
<i>Ulva pertusa</i>	0.1	0.1			5.1	3.5	0.4	0.2	6.6	3.4
<i>U. japonica</i>	1.4	1.2							1.9	1.9
<i>Undaria pinnatifida</i>	2.3	1.5	4.8	2.5			0.1	0.1	5.6	3.0



## Appendix 1. (continued)

Depth/species	Habitats									
	H1		H2		H3		H4		H5	
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
<b>Depth of 5m</b>										
<i>Amphiroa dilatata</i>	17.5	6.1	20.9	6.1	10.1	6.8	16.0	4.9	4.8	3.2
<i>A. beauvoisii</i>					3.5	3.1				
<i>Amphiroa</i> sp.	1.7	0.8								
<i>Carpopeltis cornea</i>	5.8	2.3	20.4	7.6			9.7	3.2	3.8	2.7
<i>Chondrus crispus</i>	0.7	0.6	1.5	1.5						
<i>Cladophora</i> sp.							0.9	0.6		
<i>Codium adhaerens</i>					0.5	0.5				
<i>C. fragile</i>					0.3	0.3				
<i>Corallina pilulifera</i>	1.6	0.5	6.8	3.9			2.7	1.5		
<i>Dictyota dichotoma</i>							0.3	0.3		
<i>Ecklonia cava</i>	0.1	0.1	1.4	1.4			0.1	0.1		
<i>Gelidium amansii</i>	1.9	1.1	11.9	3.7			15.1	6.3	1.2	0.8
<i>Gigartina tenella</i>			0.2	0.2						
<i>Gracilaria textorii</i>	3.0	1.1	3.3	2.0	1.3	1.3	3.1	1.8	16.9	4.5
<i>Grateloupia turuturu</i>	0.1	0.1							0.4	0.4
<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	0.3	0.3	1.7	1.2						
<i>Plocamium telfairiae</i>	0.3	0.3					0.3	0.2	0.7	0.7
<i>Polysiphonia</i> sp.					2.8	1.8				
<i>Pterocladia capillacea</i>			0.5	0.5						
<i>Rhodymenia intricata</i>							1.7	1.7		
<i>Sargassum micracanthum</i>	0.6	0.6	2.9	2.0						
<i>S. piluliferum</i>			3.1	2.3						
<i>Ulva pertusa</i>									5.3	2.7
<i>U. japonica</i>	2.1	1.3	0.3	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1	0.4	0.2
<i>Undaria pinnatifida</i>	0.1	0.1								
<b>Depth of 7m</b>										
<i>Amphiroa dilatata</i>	3.4	2.1	19.1	5.3	1.9	1.9	4.6	2.9	1.2	0.8
<i>Amphiroa</i> sp.	0.4	0.2								
<i>Callophyllis adnata</i>	0.1	0.1							0.1	0.1
<i>Carpopeltis cornea</i>			3.5	2.4			2.3	2.1		
<i>Chondrus crispus</i>			0.1	0.1						
<i>Corallina pilulifera</i>	0.3	0.2	0.1	0.1						
<i>Ecklonia cava</i>			0.9	0.9						
<i>Gelidium amansii</i>	0.1	0.1	1	4.4	0.1	0.1	5.0	3.6		
<i>Gracilaria textorii</i>	5.1	1.7	5.9	2.8	0.6	0.6	3.7	1.3	4.4	1.5
<i>Grateloupia turuturu</i>	0.1	0.1							0.2	0.2
<i>Plocamium telfairiae</i>	0.1	0.1					0.1	0.1		
<i>Polysiphonia</i> sp.					0.6	0.6				
<i>Rhodymenia intricata</i>			0.2	0.2			0.1	0.1		
<i>Sargassum piluliferum</i>			9.4	4.7						
<i>Ulva japonica</i>	0.3	0.1	1.1	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1		
<b>Depth of 9m</b>										
<i>Amphiroa dilatata</i>	0.9	0.4	9.2	2.3					0.1	0.1
<i>Amphiroa</i> sp.			1.8	1.5						
<i>Callophyllis adnata</i>									0.1	0.1
<i>Codium adhaerens</i>							0.2	0.2		
<i>Corallina pilulifera</i>			1.0	0.9						
<i>Ecklonia cava</i>			0.1	0.1						
<i>Gelidium amansii</i>			0.4	0.3						
<i>Gracilaria textorii</i>	1.7	0.6	2.9	1.5			0.7	0.5	0.6	0.4
<i>Sargassum piluliferum</i>			2.4	1.7						
<i>Ulva japonica</i>			0.3	0.2						