

碩士學位論文

濟州道 城山 沿岸의 MAT形成
藍藻類에 關하여

濟州大學校 大學院

水產生物學科



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY
高 信 子

1990年 6月

濟州道 城山 沿岸의 MAT形成
藍藻類에 關하여

指導教授 李 棋 完

高 信 子

이 論文을 理學碩士學位 論文으로 提出함.

1990年 6月

高信子の 理學碩士學位 論文을 認准함.

審査委員長

李 龍 弼

委 員

李 基 範

委 員

李 德 完

濟州大學校 大學院

1990年 6月

ON THE MAT FORMING BLUE-GREEN ALGAE
FROM SONGSAN COAST, CHEJU ISLAND

Shin-Ja Ko
(Supervised by Professor Ki-Wan Lee)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIRMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE



DEPARTMENT OF MARINE BIOLOGY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1990. 6

目 次

Summary	i
I. 서론	1
II. 조사지역의 현황	4
III. 재료 및 방법	6
IV. 결과	9
1. mat와 film형성 남조류의 분포	
2. 종 조성	
3. 배양실험	
V. 고찰	17
VI. 요약	20
참고문헌	22
Plate I	31
Plate II	32



Summary

Algal flora of both cyanophycean mat and film types of which were formed on intertidal zone of the coast of Söngsan, Cheju Island were observed from August 1989 to March 1990.

Cyanophycean mats were composed of alternate lamellating of clay-silt and blue-green algae. Mats were distributed as single layer type and mixed form of two, three or four layers. There were 9 species which formed the mat i.e. *Gloeocapsa compacta* Kütz., *Aphanocapsa thermalis* (Kütz.) Brügg., *Spirulina* sp., *Oscillatoria margaritifera* (Kütz.) Gomont, *Lyngbya majuscula* Harvey ex Gomont, *Microcoleus chthonoplastes* Thuret ex Gomont, *Nostoc commune* Vaucher, *Plectonema* sp., and *Calothrix contarentii* (Zanard.) Bornet et Flahault. Dominant species among them was *M. chthonoplastes*. The upper part of mat was blue-green in colour, while the lower was yellow.

Cyanophycean films consisted of two types of single population and mixed population. The former was composed of *L. majuscula* and the latter was composed of *M. chthonoplastes*, *L. majuscula* and *O. margaritifera*.

It was revealed that mats forming species were all marine types since they were grown well in the normal seawater in the laboratory culture.

The other algae which appeared on the investigated area were *Enteromorpha linza* (Lyngb.) J. Agardh, *Ulva pertusa* Kjellman, *Cladophora* sp., *Gigartina tenella* Harvey, *Caulacanthus okamurai* Yamada, *Gloiopeltis furcata* (Postels et Ruprecht) J. Agardh, *Pachymeniopsis lanceolata* (Okamura) Yamada, *Bangia atropurpurea* (Roth) C. Agardh, *Ishige okamurai* Yendo, *Ishige sinicola* (Setchell et Gardner) Chihara, *Scytosiphon lomentaria* (Lyngb.) J. Agardh, *Sargassum thunbergii* (Mert.) Kuntze, *Hizikia fusiforme* (Harvey) Okamura, *Endarachne binghamiae* J. Agardh, *Corallina pirulifera* Postels et Ruprecht, and nonarticulated coralline algal species. *Cladophora* sp. and *B. atropurpurea* were associated with blue-green algal mat and film respectively.



I. 서론

한국 해조류의 연구는 Okamura(1892)에 의해 처음으로 학계에 소개되어 Cotton(1906), Grubb(1932)등에 의해 일부가 발표되고 본격적인 연구는 Kang(1966)을 시발점으로 하여 초기의 종기재나 보고형식적 조사(Lee & Kang, 1971; Kang *et al.*, 1979; Kim *et al.*, 1980)를 바탕으로 식생분석을 중심으로 하는 생태학적 연구(Song, 1971; Kim, 1983; Kim *et al.*, 1986)가 행해졌고 더 세부적으로 Monograph적인 연구(Sohn & Kang, 1978; Lee, 1980, 1987; Yoon, 1984; Lee & Lee, 1987)와 실내배양을 통한 종 분류학적 연구(Boo & Lee, 1983; Boo, 1984; Suh & Lee, 1984)가 활발히 이루어지고 있다.

남조류의 연구는 Kang(1966)이 한국 해역에서 11종을 기록한 이후 동해안 19종(Kang & Park, 1969; Lee, 1982; Boo & Lee, 1986; Boo, 1987), 서해안 33종(Lee, 1971, 1973, 1980; Lee & Yoo, 1978; Yoo & Lee, 1979; Kang *et al.*, 1980; Lee & Lee 1981; Lee *et al.*, 1982), 남해안 26종(Lee & Kim, 1977; Yoo & Lee, 1980; Song, 1986) 그리고 제주도에서 11종(Lee, 1976; Lee & Lee, 1976, 1982)이 보고되고 전지역의 공통종으로 41종이 출현하여 현재까지 총 48종(Lee & Kang, 1986)이 조사되었다.

남조류는 부유성인 것에서 착생종, 기생종 그리고 여러 부착 기질에 mat를 형성하는 종까지 다양하다. 주로 조간대 상부 지역에 mat를 형성하는 해산 남조류에 대한 연구는 외국(Stal & Krumbein, 1985; Stal *et al.*, 1985)에서는 이루어져 왔으나 국내에서는 아직 보고된 바가 없다. 이에따라

본 조사는 제주도 성산해역(Fig. 1)에 mat를 형성하여 생육하는 남조류의 군락을 대상으로 생태학적인 특성을 밝히고 mat를 형성하는 남조류의 구성종을 밝혀 향후 진행될 수 있는 이 분야의 연구에 일조하려 한다.



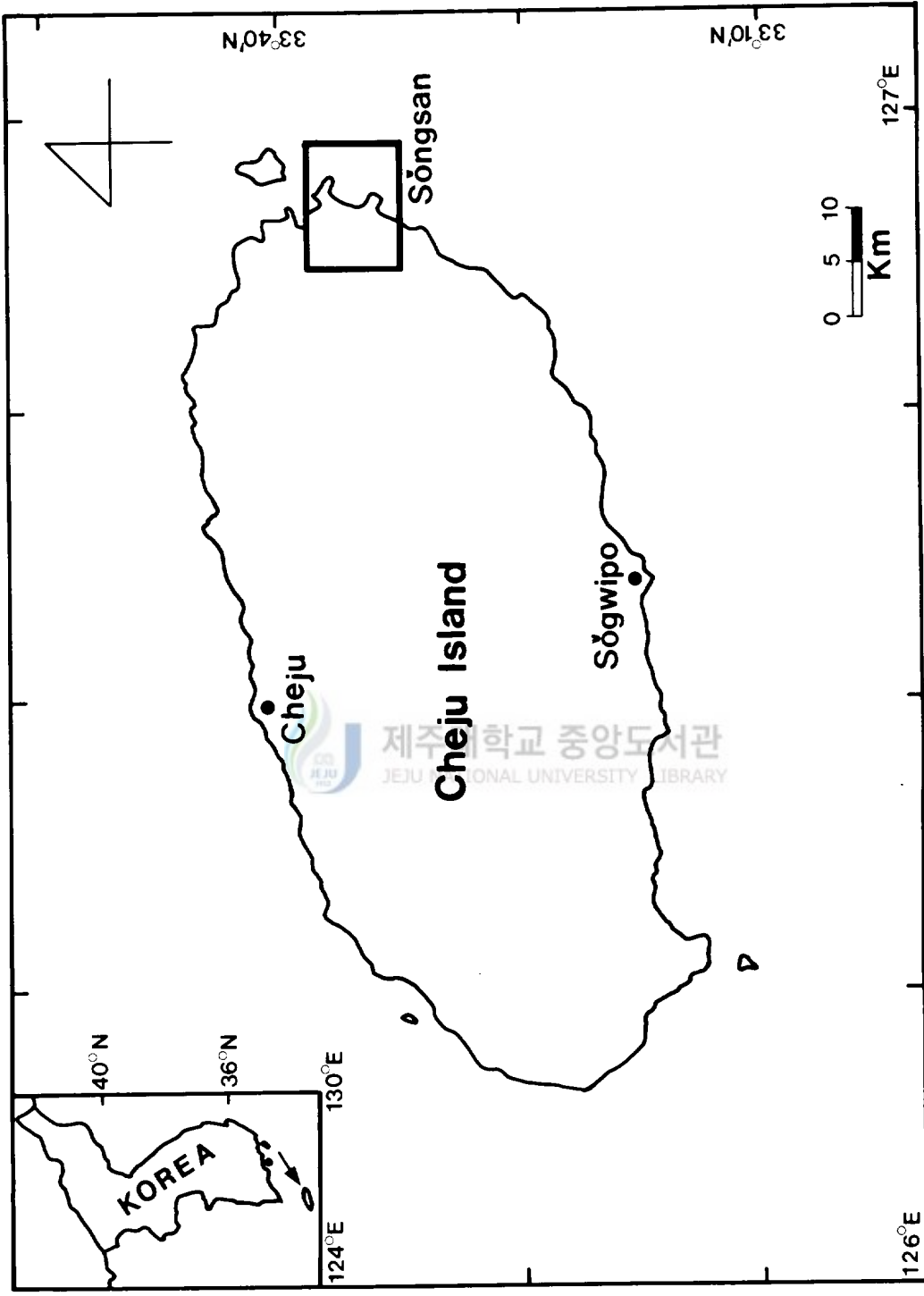


Fig. 1. Map showing investigated area.

I. 조사 지역의 현황

제주해역은 서로 다른 특성을 갖는 대마난류, 황해 저층 냉수 및 한국 대륙 연안수등의 외양수가 복합되어 출현하는 해황의 계절적 변화가 심한 해역에 속하며 다량의 용천수와 강우기의 육수 유입등으로 인해 해안선 부근에서는 특이한 해양학적 환경을 이루고 있다. 수온, 염분, N/P 비율은 수온이 10.8 - 25.8°C, 염분 농도는 29.91 - 34.27‰ (Choi et al., 1989)이고, 질산염은 1.0 - 6.0 $\mu\text{g-at/l}$, 인산염이 0.1 - 0.5 $\mu\text{g-at/l}$ (Park, 1982)로서 N/P 비율은 10 - 12 이다.

조사지역인 성산은 제주도 북동지역에 위치한 곳으로 황해 저층 냉수와 한국 남부 연안수의 영향을 받아 질산염 2 - 5 $\mu\text{g-at/l}$, 인산염 0.2 - 0.5 $\mu\text{g-at/l}$ (Park, 1982)로서 N/P비율은 10으로 제주 전역에비해 낮아 오염이 되지않은 청정 해역이라 볼 수 있고 조사기간 동안의 수온은 8.2 - 24.8°C로서 역시 낮은 범위에 속하며, 염분농도 28.8 - 34.11‰를 나타낸다 (Fig. 2.).

조사지역은 모래 사장에 접한 폭이 약 300m 길이 약 100m의 조간대에 속하는 암반으로 외양쪽으로 계단식 지형을 이루고 있다(Plate I, A).

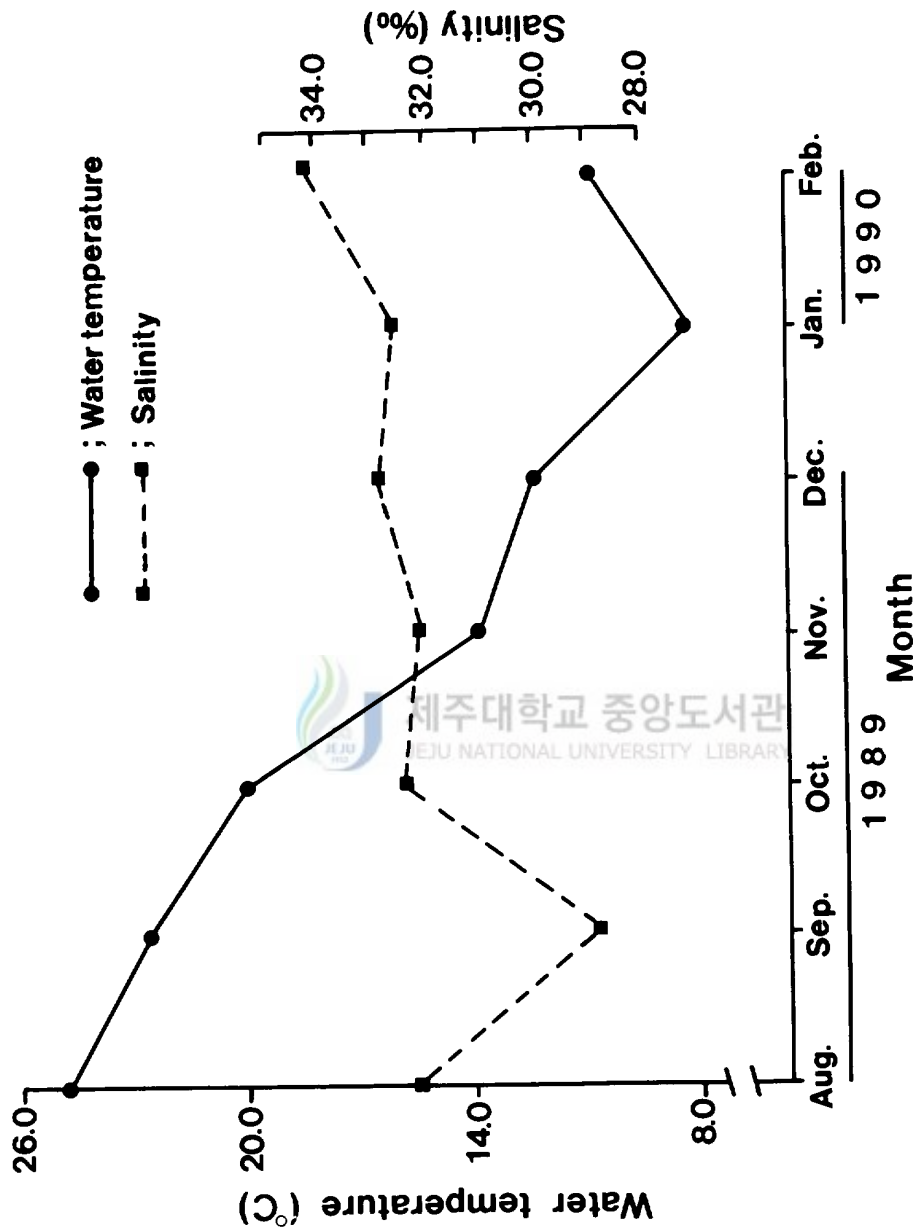


Fig. 2. Monthly variation of water temperature and salinity at Söngsan coast. (Aug., 1989 ~ Feb., 1990)

I. 재료 및 방법

조사지역은 모래 사장과 암반의 접선을 기점으로 암반의 길이와 폭을 측정하여 평면도를 작성하고 4개의 standard line을 설정하였다(Fig. 3). 재료는 1989년 8, 9, 10월과 1990년 2, 3월에 대조시를 중심으로 4개의 standard line을 따라 10cm × 10cm의 방형구를 이용하여 채집(Plate I, D, E, F)한 후 Icebox에 넣어 실험실로 운반하여 층 분석, 종의 동정 그리고 배양실험을 행하였다.

남조류 이외의 다른 종류와 층을 형성한 mat의 분석은 저질을 제거하지 않고 mat의 일부(0.5 - 1cm²)를 취하여 Freezing Microtome으로 절단(약 250 μ m)한 후 slide glass에 옮겨 Apathy gum syrup으로 봉입하여 실체 현미경으로 관찰하였고 절단한 mat의 단면에서 나타나는 층을 편의상 하층부터 LI, LII, LIII, LIV로 나타내었고 남조류만으로 형성된 지소를 薄膜(film) 층으로 하여 단일종으로 구성된 곳을 F1, 2종 이상으로 이루어진 곳을 F2로 표시하였다.

종의 동정은 해수를 넣은 petridish내에 채집된 재료의 일부를 취하여 pincette로 각 층을 분리시켜 capillary pipette으로 뽑아낸 후 각 slide glass에 옮겨 Apathy gum syrup으로 봉입하여 광학 현미경하에서 400-1000배로 관찰하였고 분류체제는 Desikachary(1959)에 따라 행하였다.

배양실험은 HGJ medium(Hughes, Gorham & Zender, 1958)을 이용하여 염분농도 24%, 33%, 40%의 액체 배지와(HGJ medium 0.02cc/10ml sea

water), 1.5%한천 배지를 만들어 멸균한 후 종별 배양과 혼합 배양을 실시하였고 배양조건은 온도 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, 광주기 L:D = 10:14으로 행하였다.



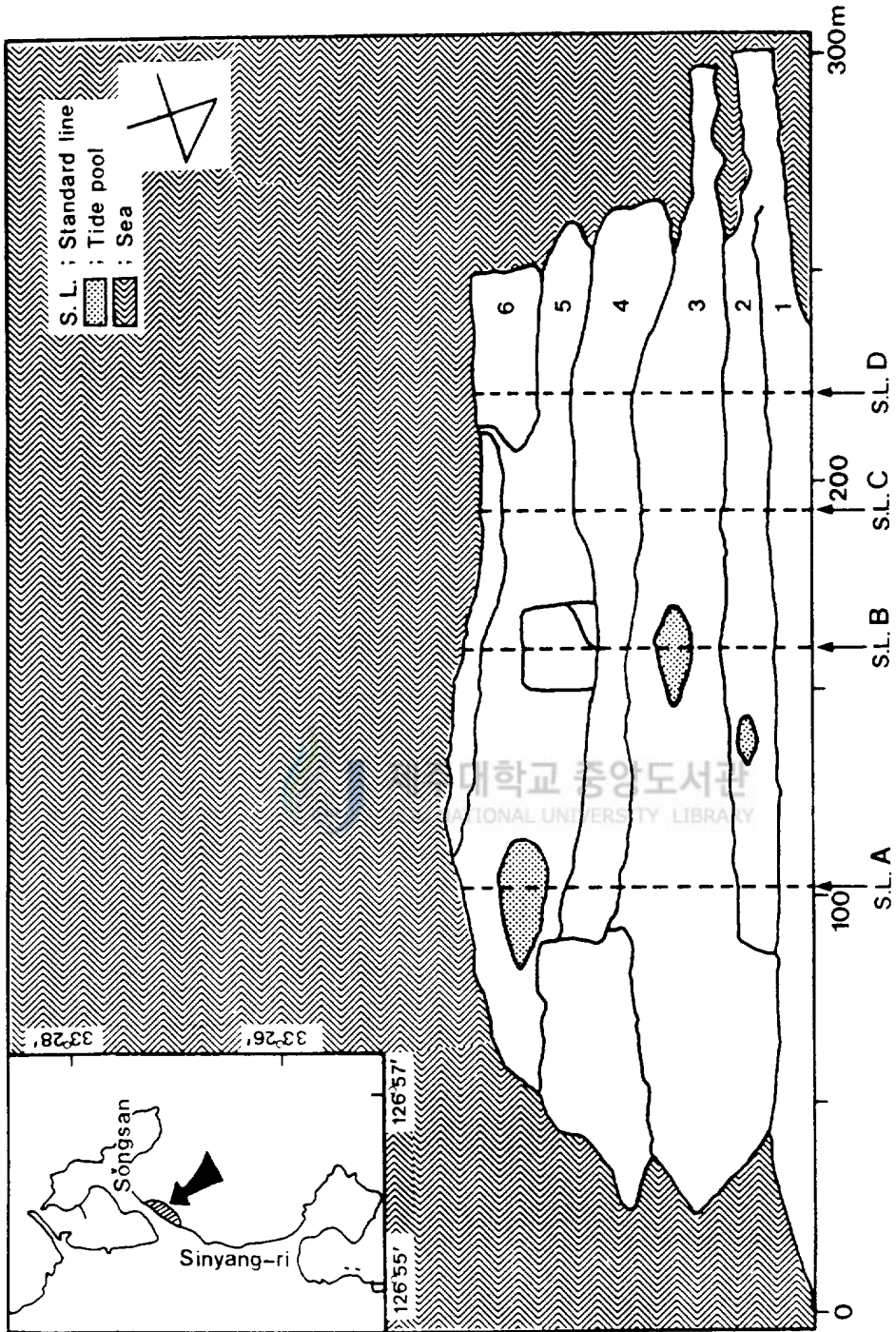


Fig. 3. Map showing plane of sampling sites at Songsan

N. 결과

남조류는 조사 지역 암반의 5번째 단층까지 분포하고 있으며 해안선을 따라 3번째 단층의 50 - 200m 지역에는 두께 4.2 - 5.3mm의 단층형 mat가 전 지역에 조성되고 175 - 275m에는 두께 0.54 - 3.24mm의 2, 3, 4층형 mat가 약 1 - 2.5m 폭으로 분포하지만 이는 각 단층의 약 1/2선까지만 조성되어 있고 standard line A의 4번째 단층과 standard line C의 5번째 단층, standard line D의 2번째, 4번째와 5번째 단층에는 약 0.5 - 1.5m 폭으로 남조류의 박막이 형성되어 있다(Fig. 3).

이 지역에 나타나는 남조류 이외의 종들로는 암반의 4번째 단층 지역까지는 잎파래[*Enteromorpha linza* (Lyngb.) J. Agardh], 구멍 갈파래(*Ulva pertusa* Kjellman), 돌가사리(*Gigartina tenella* Harvey), 대마디말속 식물(*Cladophora* sp.), 애기 가시덤불(*Caulacanthus okamurai* Yamada), 불등 풀가사리[*Gloiopeltis furcata* (Post. et Rupr.) J. Agardh] 등이 남조류 mat가 형성되지 않은 암반에 분포하였고 mat형성 지역에는 대마디말속 식물(*Cladophora* sp.), film형성 지역에는 김파래[*Bangia atropurpurea* (Roth) C. Agardh]가 혼생하고 있다. 5번째 단층에서는 작은 구슬산호말(*Corallina pilulifera* Post. et Rupr.)과 nonarticulated coralline algae가 우점 하였으며 6번째 단층에서는 패(*Ishige okamurai* Yendo), 넓패[*Ishige sinicola* (Setchell et Gardner) Chihara], 고리매[*Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) J. Agardh], 지충이[*Sargassum thunbergii* (Mert.) Kuntze], 붓[*Hizikia fusiforme* (Harvey) Okamura], 미역쇠(*Endarachne*

binghamiae J. Agardh)가 생육하였다. 또한 김속 식물(*Porphyra* sp.)이 단층 5와 6지역에 나타났고 이 지역의 해수면과 접하는 곳에서는 툯[*H. fusiforme* (Harvey) Okamura]과 개도박[*Pachymeniopsis lanceolata* (Okamura) Yamada]이 서식하였으며 이 암반의 외양쪽에는 툯 근락이 발달해 있다.

1. mat와 film형성 남조류의 분포

전체적인 mat의 조성은 모래와 남조류가 교차적으로 층을 이루고 있으며(Plate II. A, B, C, D), standard line A에서는 0 - 8m, 9 - 19.5m, 20.5 - 46m거리의 구간에는 LI형 mat, 46.5 - 47.5m구간에는 F1형 박막으로 이루어졌고 standard line B에는 0 - 7.5m, 8.5 - 19m, 21 - 27m, 36 - 42m, 구간에 LI형 mat, 42.5 - 44.5m에는 LII에서 LIV형 mat가 분포한다. standard line C에서는 11 - 16m, 22 - 29m, 42 - 44m지역에는 LII에서 LIV형 mat, 57.5 - 59m에는 F2형 박막, standard line D의 11 - 11.5m, 44 - 46.5m, 60 - 61.5m에는 F2형 박막이 형성되어 있다. mat의 상부에 위치하는 종들은 남색을 나타내고 하층부의 종들은 황색을 띠었다(Fig. 4). 큰링비아(*Lyngbya majuscula* Harvey ex Gomont)(Plate II, F, G)가 있는 F1은 암청색, F2는 남색을 나타내었다.

2. 종조성

mat를 형성하는 남조류의 구성종은 큰마디다발(*Microcoleus chtho-*

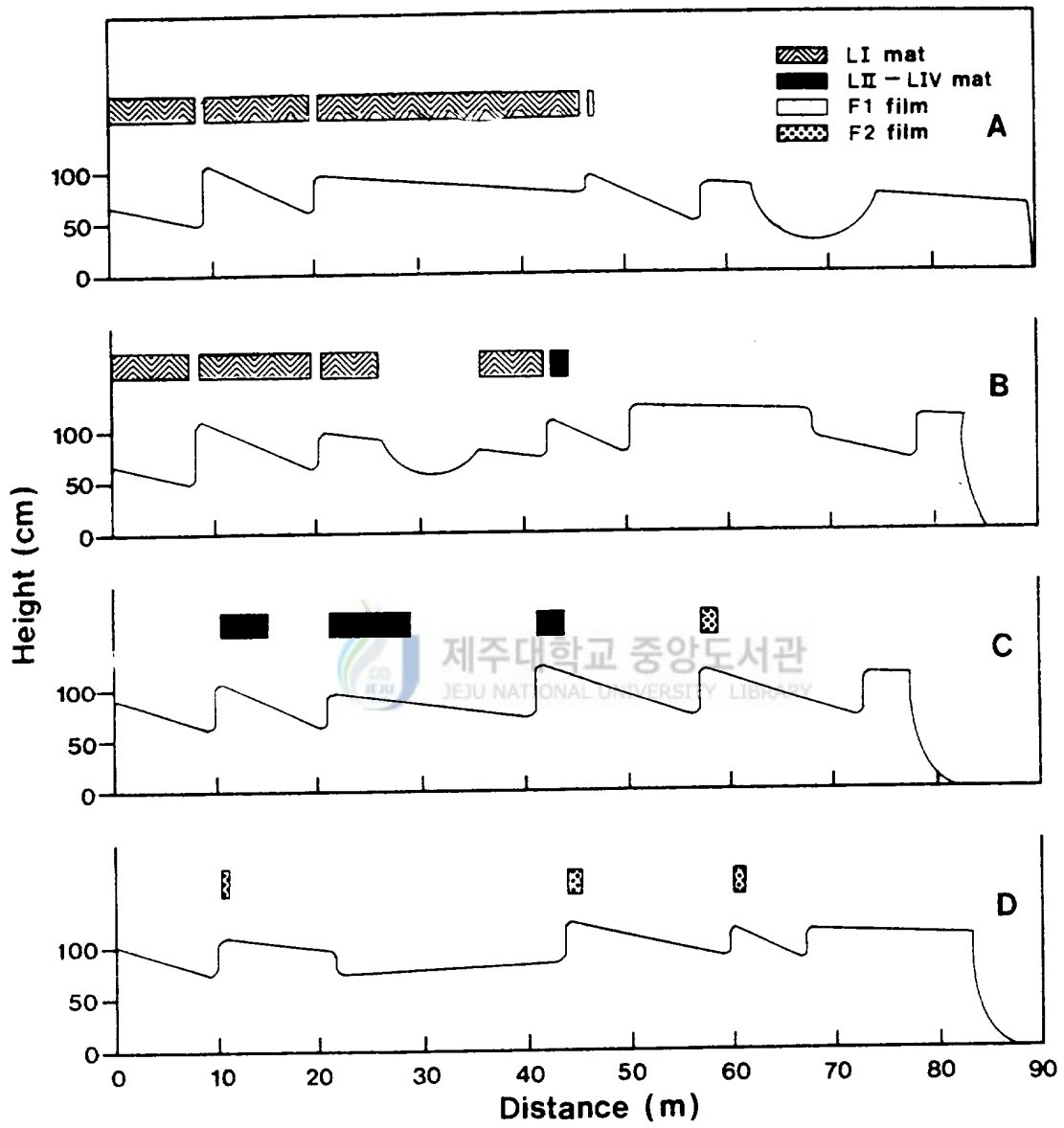


Fig. 4. Transects along the coast of four standard lines at sampling sites.

noplastes Thuret ex Gomont), 큰링비아(*Lyngbya majuscula* Harvey ex Gomont), *Oscillatoria margaritifera* (Kütz.) Gomont, *Plectonema* sp., *Spirulina* sp., 구슬판 [*Aphanocapsa thermalis* (Kütz.) Brügg.], *Calothrix contareuii* (Zanard.) Bornet et Flahault, *Gloeocapsa compacta* Kütz., 구슬말(*Nostoc commune* Vaucher)의 9종이고(Table 1) 우점종은 *M. chthonoplastes* 이다(Table 2; Plate II, E).

M. chthonoplastes, *L. majuscula*, *O. margaritifera*는 계절에 관계없이 우점적으로 나타났고 이외의 종들은 극히 소량 출현하였다(Table 3, 4).

3. 배양 실험

남조류는 한천 배지 보다는 액체 배지에서 성장이 좋았고 단조 배양에서는 접종 후 약 5일 동안은 변화가 없다가 갑자기 분열 증식이 일어나 8 일째에 약 3배정도 증식됨을 볼 수 있었다. 자연산 *M. chthonoplastes*는 sheath내의 trichome들이 거의 평행 배열하였지만 배양후에는 크게 두 다발로 나누어져 꼬이는 현상을 보였다. 혼합 배양에서는 *M. chthonoplastes*가 번성하였고 관찰하기 힘들었던 *Spirulina* sp.가 좋은 성장을 보였으며 *O. margaritifera* 와 *Plectonema* sp.는 전기간 고르게 성장하였다.

염분농도를 달리한 배양에서는 33%에서 좋은 성장을 보였으며 40%에서 fragmentation이 많이 일어났고 시간이 경과할 수록 hormogonium으로 변하였다.

Table 1. Algal list of cyanophycean mat and film

Phylum	CYANOPHYTA	Smith
Class	Cyanophyceae	Sachs
Order	Chroococcales	Wettstein
Family	Chroococcaceae	Nägeli
Genus	<i>Gloeocapsa</i>	Kützing
	<i>Gloeocapsa compacta</i>	Kütz.
Genus	<i>Aphanocapsa</i>	Näg.
	<i>Aphanocapsa thermalis</i>	(Kütz.) Brügg.
Order	Nostocales	Geitler
Family	Oscillatoriaceae	(S.F. Gray) Dumontier ex Kirchner
Genus	<i>Spirulina</i>	Turpin em. Gardner
	<i>Spirulina</i>	sp.
Genus	<i>Oscillatoria</i>	Vaucher
	<i>Oscillatoria margaritifera</i>	(Kütz.) Gomont
Genus	<i>Lyngbya</i>	Ag.
	<i>Lyngbya majuscula</i>	Harvey ex Gomont
Genus	<i>Microcoleus</i>	Desmazieres
	<i>Microcoleus chthonoplastes</i>	Thuret ex Gomont
Family	Nostocaceae	Kützing
Sub-family	Anabaenae	
Genus	<i>Nostoc</i>	Vaucher
	<i>Nostoc commune</i>	Vaucher
Family	Scytonemataceae	Rabenhorst ex Born. and Flah.
Genus	<i>Plectonema</i>	Thuret
	<i>Plectonema</i>	sp.
Family	Rivulariaceae	Rabenhorst
Genus	<i>Calothrix</i>	Ag.
	<i>Calothrix contarenii</i>	(Zanard.) Bornet et Flahault

Table 2. Dominant species of cyanophycean mat and film

Layer		Species
Form	Type	
Unilayer structure	L I	<i>Microcoleus chthonoplastes</i>
	L II	<i>Microcoleus chthonoplastes</i>
Multilayer structure	L I	<i>Microcoleus chthonoplastes</i>
	L II	<i>Microcoleus chthonoplastes</i>
	L III	<i>Microcoleus chthonoplastes</i>
	L IV	<i>Microcoleus chthonoplastes</i>
Film	F1	<i>Lyngbya majuscula</i>
	F2	<i>Microcoleus chthonoplastes</i>
		<i>Lyngbya majuscula</i>
		<i>Oscillatoria margaritifera</i>

Table 3. Composing species appeared in different layers of cyanophycean mat and film
(August, September and October 1989)

Layer		Thick of mat (μm)	Species	
Form	Type			
Unilayer structure	L.I Blue-green algae & Silt	119 - 510 4081 - 4490	<i>Microcoleus chthonoplastes</i> , <i>Lyngbya majuscula</i> , <i>Oscillatoria magaritifera</i> , <i>Spirulina</i> sp., <i>Aphanocapsa thermalis</i> , <i>Plectonema</i> sp.	
	Multilayer structure	L.I Blue-green algae & Silt	68 - 595	<i>Microcoleus chthonoplastes</i> , <i>Lyngbya majuscula</i> <i>Oscillatoria magaritifera</i> , <i>Aphanocapsa thermalis</i> , <i>Plectonema</i> sp.
		L.II Blue-green algae & Silt	85 - 850	<i>Microcoleus chthonoplastes</i> , <i>Lyngbya majuscula</i> , <i>Oscillatoria magaritifera</i> , <i>Plectonema</i> sp.
		L.III Blue-green algae & Silt	221 - 425 68 - 935	<i>Microcoleus chthonoplastes</i> , <i>Lyngbya majuscula</i> , <i>Oscillatoria magaritifera</i> , <i>Plectonema</i> sp.
	Film	L.IV Blue-green algae & Silt and clay	136 - 170 34 - 510	<i>Microcoleus chthonoplastes</i> , <i>Lyngbya majuscula</i> , <i>Oscillatoria magaritifera</i> , <i>Plectonema</i> sp.
L.V Blue-green algae		170 - 340	<i>Microcoleus chthonoplastes</i> , <i>Lyngbya majuscula</i> , <i>Oscillatoria magaritifera</i> , <i>Plectonema</i> sp.	
F1 Blue-green algae			<i>Lyngbya majuscula</i>	
	F2 Blue-green algae		<i>Microcoleus chthonoplastes</i> , <i>Lyngbya majuscula</i> , <i>Oscillatoria magaritifera</i>	

Table 4. Composing species appeared in different layers of cyanophycean mat and film (Febuary and March 1990)

Layer		Thick of mat (μm)	Species
Unilayer structure	Type		
	L I Blue-green algae & Silt	170 - 595	<i>Microcoleus chthonoplastes</i> , <i>Lyngbya majuscula</i> , <i>Oscillatoria magaritifera</i> , <i>Spirulina</i> sp., <i>Calothrix confarensii</i> , <i>Gloeocapsa comptaia</i> , <i>Plectonema</i> sp.
Multilayer structure	L I Blue-green algae & Silt	3830 - 4505	
	L I Blue-green algae & Silt	68 - 272	<i>Microcoleus chthonoplastes</i> , <i>Lyngbya majuscula</i> , <i>Oscillatoria magaritifera</i> , <i>Plectonema</i> sp., <i>Aphanocapsa thermalis</i> , <i>Calothrix confarensii</i>
	L II Blue-green algae & Silt	85 - 510	
	L II Blue-green algae & Silt	68 - 136	<i>Microcoleus chthonoplastes</i> , <i>Lyngbya majuscula</i> , <i>Oscillatoria magaritifera</i> , <i>Plectonema</i> sp.
Film	L III Blue-green algae & Silt and clay	85 - 765	
	L III Blue-green algae & Silt and clay	68 - 85	<i>Microcoleus chthonoplastes</i> , <i>Lyngbya majuscula</i> , <i>Oscillatoria magaritifera</i> , <i>Plectonema</i> sp.
	L IV Blue-green algae	85 - 221	
	L IV Blue-green algae	119 - 255	<i>Microcoleus chthonoplastes</i> , <i>Lyngbya majuscula</i> , <i>Oscillatoria magaritifera</i> , <i>Plectonema</i> sp.
F 1 Blue-green algae		<i>Lyngbya majuscula</i>	
F 2 Blue-green algae		<i>Microcoleus chthonoplastes</i> , <i>Lyngbya majuscula</i> , <i>Oscillatoria magaritifera</i>	

V. 고찰

해양에서 남조류 mat는 해수중의 부유물질과 식물체들이 결합된 형태로서 intertidal과 supratidal zone에서의 mat의 분포는 수분의 양, 담수의 유입에 따른 화학적 요소, 파랑, 조석에 의한 노출정도, 퇴적물의 유입과 유실의 정도에 관계되며 성장 하한선은 최소 광도, 상한선은 건조에 의해 결정된다. 그 중에서도 조간대 지역의 mat를 형성하는 조류의 성장과 형태는 노출시간에 영향을 받고 구조는 응집력, 단층화의 정도와 퇴적 유기물의 양에 따라 다양하여 이들은 주로 단일종에 의해 우점되거나 여러 종류의 남조류와 다른 생물을 포함하여 군을 이룰 수 있다(Carr & Whitton, 1982).

조사지역에서 관찰된 mat는 사니질과 남조류가 번갈아 층을 형성한 것으로 단층(LI)인 곳과 2층(LII), 3층(LIII), 4층(LIV)이 혼합된 지소가 있다. standard line A와 B의 단층형(LI) mat는 4.2 - 5.3mm로 2층, 3층, 4층인 mat보다 두껍게 나타났다. 이러한 현상은 이곳의 지형이 다른 지역보다 낮고 조수 웅덩이가 형성되어 있어 파도의 영향으로 밀려온 사니질의 퇴적이 용이하여 두꺼운 기저층을 제공하기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 mat의 두께는 층의 수와 비례하지 않고 퇴적물 양에 따른 환경적 요인에 기인하는 것으로 사료된다. mat는 주로 각 계단식 단층의 상부에 형성되는데 약 50cm이상의 조위 지역에 해당되며 1일 노출 시간으로는 최소 5시간 이상되는 조간대 지역이다. 또한 mat의 하부는 입자가 굵은 사니질로 되어있고 상부는 부유성 니질로 구성되어 있다.

mat를 형성하는 종은 *M. chthonoplastes*가 가장 우점하였고 이외 주요

종으로 *L. majuscula*, *O. margaritifera*가 나타났다. *M. chthonoplastes*는 Egypt의 Elat(Krumbein *et al.*, 1979), Bahamas의 Andros Island(Gebelein, 1976), Iran의 Persian gulf(Kendall & Skipwith, 1968), Australia의 Shark Bay(Davies, 1970)등의 지역에서도 우점종으로 보고되었는데 이는 산소가 결핍된 곳에서도 좋은 성장을 보여 환경적응 능력이 강하고(Carr & Whitton, 1973), 두꺼운 점액질 초로 인한 결속력으로 mat의 형성에 큰 역할을 하는 것으로 추정된다. 조간대에서 초기 algal mat형성과 *M. chthonoplastes*에 의해 확립된 mat에서도 *Oscillatoria* 속 식물이 중요한 생물로 알려져 있는데(Stal *et al.*, 1985) 본 조사지역에서는 *O. margaritifera*가 준 우점종으로 나타났다. 이는 호기적 상태에서도 nitrogen을 고정할 수 있는 *Oscillatoria*속 식물의 특성때문으로 보고하고 있다(Stal *et al.*, 1984a). Solenson 과 Conover(1962)는 남부 Texas의 lagoon에서 *Lyngbya*속 식물로만 이루어진 단일 mat를 보고하였는데 본 조사지역의 standard line A에서는 박막형의 *Lyngbya*속 식물군이 발견되었다. 이러한 *Lyngbya*속 식물 군락의 형성은 광도, pH, Eh, CO₂, H₂S와 같은 여러 환경요인에 영향을 받는다(Carr & Whitton, 1973)고 하지만 본 조사 지역에서의 형성 원인은 더 연구해 볼 필요가 있다.

일반적으로 남조류 군락은 서식 환경에 따라 체색변이가 다양한데 본 지역에 형성된 mat에서도 상층은 남색을 나타내고 하층은 황색을 띠었다. 이와같은 mat의 층별 색체 변이는 mat에 투과되는 광선의 영향으로 보고하고 있다(Jorgensen, 1989). mat의 기저면에는 투명한 막질이 나타나는데 이는 남조류의 잔해인 것으로 생각된다.

남조류는 환경에 따른 형태적 변이도 심하기 때문에 이들 종의 분류는

Drouet(1968)가 선행 학자들에 의해 보고된 *Oscillatoria*속 식물 113종을 단지 6종으로 재 정리 할 정도로 분류학적 체계가 확립되어 있지 않다. 따라서 타당한 종분류를 위해서는 동일 조건에서의 배양이 필수적이다. 채집된 자연산 *M. chthonoplastes*는 넓은 sheath를 갖지만 분리 배양종에서는 sheath의 형성 능력이 낮아져 약간의 변이를 보였다. Stal 과 Krumbein(1985)은 전자현미경을 이용한 *Oscillatoria limosa*의 관찰에서 자연산은 sheath를 형성하지 않았지만 배양체에서는 얇은 sheath형성을 보고 하였다. 본 조사에서는 광학현미경을 이용하여 배양체인 *O. margaritifera*의 sheath를 관찰하지 못했으므로 *Oscillatoria*속 식물의 sheath 형성 여부는 전자 현미경적 관찰이 요구된다.

남조류는 염분농도에 대한 내성이 강한 것으로 알려져 있고 Stal 과 Krumbein(1985)은 담수산 종의 최적 염분농도는 0%, 해산종은 30%로 보고 하였다. 염분농도를 달리한 본 실험에서는 33%에서 좋은 성장을 나타내므로 이 지역의 mat를 형성하는 종들은 해산종으로 간주된다. 배양액 교체를 하지 않은 장기간의 혼합 배양에서 *Plectonema* sp.는 계속 생존하여 염분농도에 대한 내성이 강한 것으로 추정되고, 이외의 종들은 사상체형이 점차 사라져 hormogonium으로 변하였는데 이는 악 조건의 환경을 극복하기 위한 생식 수단인 것으로 사료된다.

조사지역에 서식하는 남조류 이외의 식물로 남조류군이 형성된 지역에는 거의 출현하지 않았지만 *Cladophora* sp.와 *Bangia atropurpurea*의 두 종이 나타났다. mat내에 나타난 *Cladophora* sp.는 강한 가근으로 mat내에 기질을 마련할 수 있고 film 형성지역에 나타난 *B. atropurpurea*는 다양한 기질의 선택성에 기인하는 것으로 추정된다.

Ⅶ. 요약

1989년 8월부터 1990년 3월동안 제주도 성산 연안의 조간대 지역에 형성된 mat형과 박막형의 남조류 군락을 관찰하였다.

mat는 사니질과 남조류가 번갈아 층을 이룬 것으로 단층형과 2층형, 3층형, 4층형의 혼합형 mat가 분포하였다. mat의 구성종은 *Gloeocapsa compacta* Kütz., *Aphanocapsa thermalis* (Kütz.) Brügg., *Spirulina* sp., *Oscillatoria margaritifera* (Kütz.) Gomont, 큰 링비아 [*Lyngbya majuscula* Harvey ex Gomont], 큰마디다발 (*Microcoleus chthonoplastes* Thuret ex Gomont), 구슬말 (*Nostoc commune* Vaucher), *Plectonema* sp., *Calothrix contarenii* (Zanard.) Borner et Flahault의 9종이고 우점종은 *M. chthonoplastes*이다. 또한 mat의 상층부는 남색을 나타내고 하층부는 황색을 띠었다.

박막형에는 *L. majuscula*로만 이루어진 단일 군락형과 *M. chthonoplastes*, *L. majuscula* 그리고 *O. margaritifera*의 혼합형 군락이 있었다.

배양실험 결과 mat를 형성하는 종들은 정상해수 농도에서 양호한 성장을 보이는 해산종이었다.

본 조사지역의 남조류이외의 식물은 잎파래 [*Enteromorpha linza* (Lyngb.) J. Agardh], 구멍 갈파래 (*Ulva pertusa* Kjellman), 대마디말속 식물 (*Cladophora* sp.), 돌가사리 (*Gigartina tenella* Harvey), 애기 가시덤불 (*Caulacanthus okamurai* Yamada), 불등 풀가사리 [*Gloiopeltis furcata*

(Post. et Rupr.) J. Agardh], 개도박 [*Pachymeniopsis lanceolata* (Okamura) Yamada], 김파래 [*Bangia atropurpurea* (Roth) C. Agardh], 김속 식물 (*Porphyra* sp.), 패 (*Ishige okamurai* Yendo), 넓패 [*Ishige sinicola* (Setchell et Gardner) Chihara], 고리매 [*Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) J. Ag.], 지충이 [*Sargassum thunbergii* (Mert.) Kuntz], 툯 [*Hizikia fusiforme* (Harvey) Okamura], 미역쇠 (*Endarachne binghamiae* J. Agardh), 작은 구슬산호말 (*Corallina pilulifera* Postels et Ruprecht) 및 nonarticulated coralline alga가 서식하였다. 그 중에 *Cladophora* sp.는 mat형성 지역에 *B. atropurpurea*는 fil지역에 나타났다.



참고문헌

- Boo, S.M. 1984. A systematic study on six tribes of Ceramiaceae (Rhodophyta, Ceramiales) in Korea. Ph. D. Thesis, SNU, Seoul 449pp. (in Korean)
- Boo, S.M. 1987. Distribution of marine algae from shore area of Kangwon Province. Korean J. Phycol. 2(2): 223-235. (in Korean)
- Boo, S.M. and I.K. Lee. 1983. A life history and hybridization of *Antithamnion sparsum* Tokida (Rhodophyta, Ceramiaceae) in culture Kor. J. Bot. 26(3): 141-150.
- Boo, S.M. and I.K. Lee. 1986. Studies on Benthic algal community in the east coast of Korea. 1. Floristic composition and periodicity of a Sokcho rocky shore. Kor. J. Phycol. 1(1): 107-116.
- Carr, N.G. and B.A. Whitton. 1973. The biology of Blue-green algae. Botanical Monogr. 9: 676pp. California Univ. Press, Berkeley & Los Angeles.
- Carr, N.G. and B.A. Whitton. 1982. The biology of Cyanobacteria. Botanical Monogr. 19: 688pp. California Univ. Press, Berkeley & Los Angeles.
- Choi, Y.C., Y.B. Go and J.B. Lee. 1989. Sea water characteristics around coast line of Cheju Island from June 1987 to April 1988. (in Korean)

- Cotton, A.D. 1906. Marine algae from Korea. Bull. Misc. Inform. Royal Bot. Gard. Kew. 366-373.
- Davies, G.R. 1970. Algal laminated sediments, Gladstone Embayment, Shark Bay Western Australia. In: Logan B.W., Davies G.R., Read J.F. & Cebulski D.E.(Eds.) Carbonate sedimentation and Environments, Shark Bay, Western Australia. Am. Ass. Petrol. Geol. Mem. 13: 169-205.
- Desikachary, T.V. 1959. Cyanophyta. 686pp. Indian Council Agricul. Res. New Delhi.
- Drouet, F. 1968. Revision of the classification of the Oscillatoriaceae. Monogr. 15: 370pp. Academy Nat. Sci. Philadelphia Fulton Press, Inc., Lancaster, Pennsylvania.
- Gebelein, C.D. 1976. Open marine subtidal and intertidal stromatolites (Florida, the Bahamas and Bermuda). In: Walter M.R.(Ed.) Stromatolites. Development in Sedimentology 20: 790pp. Elsevier, Amsterdam.
- Grubb, V.M. 1932. Marine algae of Korea and China with notes on the distribution of Chinese Marine Algae. Jour. Bot. 70: 213-219.
- Hughes, E.O., P.R. Gorham, and A. Zehnder. 1958. Toxicity of a unialgal culture of *Microcystis aeruginosa*. Can. J. Microbiol. 4: 225-236.
- Joergensen, B.B. 1989. Light penetration, absorption, and action

- spectra in cyanbacterial mats. *Microbial Mats : Physiological Ecology of Benthic Microbial Communities*: 123-137.
- Kang, J.W. 1966. On the geographical distribution of marine algae in Korea. *Bull. Pusan Fish. Coll.* 7(1, 2): 1-125, 12pls.
- Kang, J.W. and C.H. Park. 1969. Marine algae of Dok-do(Liancourt Rocks) in the sea of Japan (I). *Bull. Pusan Fish. Coll.* 9(2): 53-62.
- Kang, J.W., C.H. Sohn, and J.W. Lee. 1979. The summer marine algal flora of Uido and Maeseom, Southwestern coast of Korea. *Rep. KACN* 16: 95-107. (in Korean)
- Kang, J.W., C.H. Sohn, and C.W. Lee. 1980. Summer algal flora of Gogunsan Islands, western coast of Korea. *Rep. KACN* 18: 103-107. (in Korean)
- Kendall, C.G.StC. and Skipwith P.A.d'E. 1968. Recent algal mats of a Persian Gulf lagoon. *J. Sed. Petrol.* 38: 1040-1058.
- Kim, H.G., C.H. Sohn, and J.W. Kang. 1986. Algal communities of Sinsudo, Southern coast and Woldo, western coast of Korea. *Korean J. Phycol.* 1(1): 169-183. (in Korean)
- Kim, Y.H. 1983. An ecological study of algal communities in intertidal zone of Korea. Ph. D. Thesis, Seoul National Univ. Seoul. 175pp. (in Korean)
- Kim, Y.H., J.H. Lee, and C.S. Rho. 1980. On the marine algae in Onsan Area, east coast of Korea 2. Seasonal variation. *Korean*

- J. Bot. 23(2): 61-67. (in Korean)
- Krumbein, W.E., H. Bucholz, P. Franke, D. Giani, C. Giele and K. Wonneberger. 1979. O₂ and H₂S coexistence in stromatolites. A model for the origin of mineralogical lamination in stromatolites and banded iron formations. *Naturwissenschaften* 66: 381-389.
- Lee, H.B. and I.K. Lee. 1981. Flora of benthic marine algae in Gyeonggi Bay, western coast of Korea. *Korean J. Bot.* 24(3): 107-138.
- Lee, I.K. 1971. The flora of marine algae in Tokchok Island. *Dep. Bot. Nat. Univ. Seoul. Sci. Resear. Report Min. Educa.* 15pp. (in Korean)
- Lee, I.K. 1973. A check list of marine algae in summer of Baegryeong Island. *Bull. Coll. Lib. Arts & Sci., SNU* 19: 437-448. (in Korean)
- Lee, I.K. 1980. On the marine algae of Deokjeok Island. Western coast of Korea. *J. Nat. Acad. Sci. Rok. Nat. Sci. Ser.* 19: 135-160. (in Korean)
- Lee, I.K. and J.W. Kang. 1986. A check list of marine algae in Korea. *Koren J. Phycol.* 1(1) : 311-325.
- Lee, I.K. and S.A. Yoo. 1978. On the summer marine algal flora of Gyeogryeobi Island. 103-120. (in Korean)
- Lee, I.K. and Y.H. Kim. 1977. A study on the marine algae in the Kwang Yang Bay. 3. The marine algal flora. *Proc. Coll. Natur.*

- Sci., SNU Vol. 2(1): 113-153.
- Lee, J.A., S.A. Yoo, and I.K. Lee. 1982. Vegetation of benthic marine algae of Incheon Dock. Proc. Coll. Nat. Sci., SNU 7(1): 67-85
- Lee, K.W. 1976. Survey of the algal flora of Jeju Island. Bull. Mar. Biol. Stat. Cheju Nat. Univ. 1: 21-42.
- Lee, K.W. 1982. Marine Blue-green algae of Korea 1. East Coast. Bull. Mar. Resour. Res. Inst. Jeju Nat. Univ., 6: 1-7. (in Korean)
- Lee, K.W. and J.W. Kang. 1971. A preliminary survey of the algal flora and communities of Dongbacksum, Publ. Mar. Lab. Pusan Fish Coll. 4: 29-37. (in Korean)
- Lee, Y.P. 1980. Taxonomic study on the Acrochaetiaceae (Rhodophyta). Sci. D. Thesis Hokkaido Univ. 302pp.
- Lee, Y.P. 1987. Taxonomy of the Rhodochortonaceae (Rhodophyta) in Korea. Korean J. Phycol. 2(1): 1-50.
- Lee, Y.P. and I.K. Lee. 1976. On the algal community on the intertidal belt of Jeju Island. Korean J. Bot. 19: 111-118 (in Korean)
- Lee, Y.P. and I.K. Lee. 1982. Vegetation analysis of marine algae in Jeju Island. Aproc. Coll. Natur. Sci., SNU 1(2): 73-91. (in Korean)
- Lee, Y.P. and I.K. Lee. 1987. Notes on *Sphacelaria* (Phaeophyta) from Cheju Island. Korean J. Bot. 30(4): 311-321. (in Korean)

- Okamura, K. 1892. On the marine algae of Fusanpo. Bot. Mag. Tokyo.
61 : 117-119. (in Japanese)
- Park, G.S. 1982. Distribution of Nutrients in the Coastal Sea of
Cheju Island. Bull. Korean Fish. Soc. 15(4) : 255-262. (in Korean)
- Sohn, C.H. and J.W. Kang. 1978. The classification of family
Gelidiaceae (Rhodophyta) in Korea. Publ. Inst. Mar. Sci. Nat.
Fish. Univ. Busan 11: 29-40. (in Korean)
- Song, C.B. 1986. An ecological study of the intertidal macroalgae
in Kwangyang Bay, Southern coast of Korea. Korean J. Phycol.
1(1): 203-223. (in Korean)
- Song, S.H. 1971. Phytosociological study of marine algae at
Odong-do. Bull. Korean Fish. Soc. 4: 105-112. (in Korean)
- Sorenson, L.O. and Conover J.T. 1962. Algal mat communities of
Lyngbya confervoides (C. Agardh) Gomont. Publ. Inst. Mar. Sci.
Austin. 8: 61-74
- Stal, L.J., S. Grossberger, and W.E Krumbein. 1984a. Nitrogen
fixation associated with the cyanobacterial mat of a marine
laminated microbial ecosystem. Mar. Biol. 82: 217-224.
- Stal, L.J. and W.E. Krumbein. 1985. Isolation and characterization
of Cyanobacteria from a marine microbial mat. Botanica Marina 28
: 351-365.
- Stal, L.J., H. van Gemerden, and W.E. Krumbein. 1985. Structure and
development of a benthic marine microbial mat. FEMS Microbiol.

- Ecol. 31: 111-125.
- Suh, Y.B. and I.K. Lee. 1984. Morphology and reproduction of some species of *Ceramium*(Rhodophyta) in culture. Korean J. Bot. 27.
- Yoo, S.A. and I.K. Lee. 1979. Summer algal flora of Gojeong-Ri, West Coast of Korea. Korean J. Bot. 22: 135-140.
- Yoo, S.A. and I.K. Lee. 1980. A study on the algal communities in the South coast of Korea. Proc. Coll. Nat. Sci., SNU 5(1): 109-138.
- Yoon, H.Y. 1984. A taxonomic study of genus *Polysiphonia*(Rhodophyta) from Korea. Ph. D. Thesis, Pusan Fish. Univ., Pusan. 171pp. 13pls. (in Korean)



감사의 글

학문의 길이 얼마나 어려운지를 항상 깨닫게 해주시고 바르게 이끌어 주신 은사 이 기완교수님께 깊은 감사를 드립니다.

본 논문이 완성되기까지 세심하고 자애롭게 심사를 해주신 이 정재, 이 용필교수님께도 진심으로 감사를 드리며 항상 관심을 갖고 격려를 해주신 백 문하, 변 승규, 정 상철, 노 섬교수님 그리고 많은 조언과 교정을 도와주신 부산수산대학 조 재운교수님께도 감사를 드립니다. 또한 본 논문이 수행되기까지 다정한 친구로서 때로는 토론의 논의자로서 많은 도움을 준 홍 영자, 좌 종현, 김 경민동학과 채집과 실험을 도와주며 한가족처럼 지내온 해산 식물학 연구실원들에게도 깊은 감사를 드립니다.

끝으로 사랑과 이해로서 뒷바라지를 해주신 부모님과 형제들에게 감사와 사랑을 전하며 이 작은 걸실을 맺습니다.

Explanation of Plates

- Plate I.
- A. Studing area.
 - B. *Gloiopeltis furcata*(white arrows) and *Enteromorpha linza*(arrows) growing on the same substrates.
 - C. Cyanophycean film appeared on a upper slope part of sedimentary rock.
 - D-F. Sampling process of mat. Showing marking(D), separating(E) and scar of cyanophycean mat after sampling(F).
- Plate II.
- A-D. Cyanophycean mat showing four types of layer lamellated mat, A: 1 layer, B: 2 layer, C: 3 layer and D: 4 layer.
 - E. *Myclocoleus chthonoplastes*($\times 400$).
Dominant species of cyanophycean mat.
 - F. Single filament of *Lyngbya majuscula*($\times 100$).
 - G. Typical multilayer sheath of the *Lyngbya majuscula*($\times 250$).

PLATE I

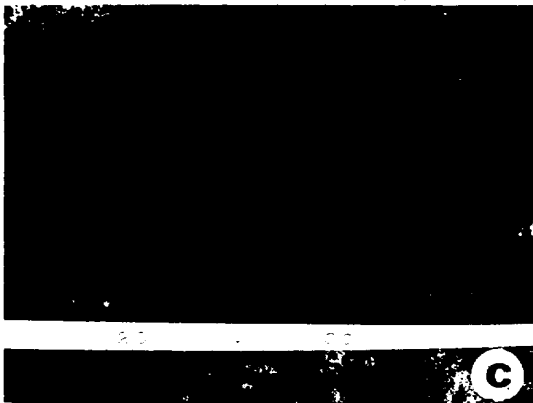
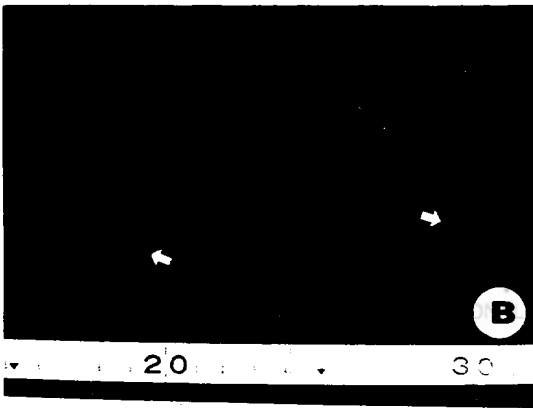
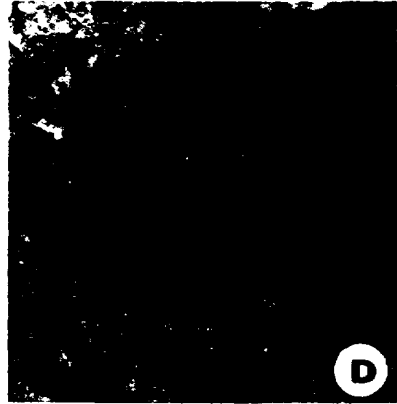
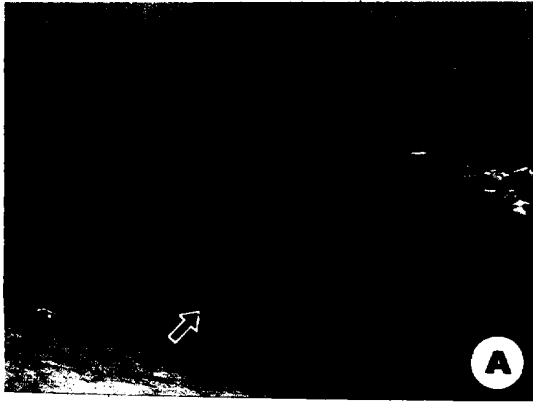
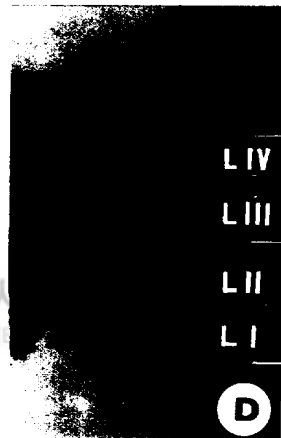
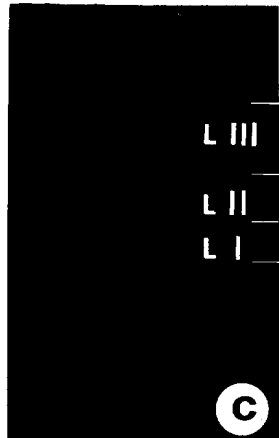
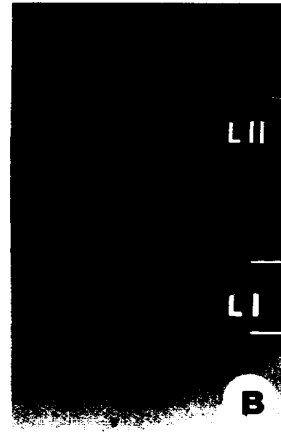


PLATE II



학교 중앙도서관
UNIVERSITY LIBRARY

