Bull. Mar. Res. Inst.
Cheju Nat. Univ., 15 : 61~72, 1991

濟州大 海洋硏報, 15 : 61~72, 1991

# 濟州道 海岸線周邊 附着硅藻類의 種組成 및 分布

李埈伯 · 左宗憲 · 金日洙*
濟州大學校 海洋科學大學 海洋學科, 濟州 東中學校*

# Distribution and Species Composition of Periphytic Diatom around the Coast of Cheju Island

Joon-Baek LEE · Jong-Hun CHOA · Il-Soo KIM*
Department of Oceanography, College of Ocean Sciences,
Cheju National University, Cheju 690-756 Korea
Cheju Dong middle School*

## Abstract

The distribution and species composition of periphytic diatoms around the coast line of Cheju Island have been investigated at four costal stations from April 1991 to June 1991.

During the study period, 71 taxa periphytic diatoms are collected, of which are composed of 11 families, 32 genera, 59 species, 12 unidentified species.

More than 20% of periphytic diatoms are occupied by the 12 abundant species. *Cocconeis scutellum*, *Cylindrotheca closterium*, *Licmophora abbreviata* are observed in all the coasts and all the attached substratum, and predominated more than 50% so that these species are the most typical dominant species troughout the study period.

## 서 론

규조류는 일반적으로 부유생활하는 부유성 종류로 많이 알려져 있지만 실제로는 부착생활하는 부착성 종류도 상당수 포함되어 있으며 이것들은 일시적으로 부유성을 나타내기도 한다. 이러한 부착규조류는 수서생태계에서 일차생산자로서 뿐만 아니라 어류나 수서무척추동물의 초기 먹이생물로서 중요한 역할을 담당하고 있다. 또한 하천이나 강, 조간대 등의 오염지표종으로 이용되기도 하고 발전소 냉각계의 효율을 저하시키는 등 수중 구조물에 부착함으로써 구조물의 특성을 변화시키기도 한다(河村, 1987). 그러나 지금까지 규조류의 연구는 부유성 종류에 편중되어 있었으며 부착규조에 관한 연구는 근래에 시작되었다. 이것은 부착규조의 세포크기가 일반적으로 너무 작아서 종 동정과 분석하는데 어려움이 많았기 때문이었다. 국내에 보고된 부착규조에 관한 연구로는 김에 착생하는 규조의 분류 및 생태학적 연구(Cho *et al.*, 1987; Lee and Kim, 1989; 김 등, 1991)와 부착규조를 이용한 수질평가에 관한 연구(정, 1987; Choi and Chung, 1990) 등이 있으며, 강하구역(Cho, 1991)과 조간대역 및 해안역(심과 조, 1984; 김과 조, 1985; Cho and Kim, 1988; 오와 고, 1991)에서 부착규조의 분류 및 생태학적 연구가 이루어졌다. 그리고 Choi(1990)는 지금까지 우리나라 근해에 출현한 해산 저서성 규조류의 목록을 정리하였다. 이상과 같이 부착규조류의 연구는 부유성 규조류에 비해 상당히 빈약

하며 지금 시작단계에 불과하다고 말할 수 있다.

제주도 해안선 주변은 성질이 다른 여러가지 해류들의 복합적인 영향과 년중 솟아나는 용천수의 영향을 받고 있어 독특한 해양학적 환경을 나타내고 있으며 주로 현무암과 사질로 이루어진 주변 천해역은 독특한 해양환경을 형성함으로써 해양생물에게 다양한 서식지를 제공하고 있다. 또한 우리나라 해안중에서 가장 다양하고 풍부한 수산자원을 유지하고 있으며 그 중에서도 전복, 소라 등의 자연산 및 양식산 패류에 대한 기초적인 연구와 양식개발 등이 이루어져 왔다(변과 정, 1984; 노 등, 1990). 그러나 이러한 자원생물들의 초기 먹이인 부착규조류에 대한 연구가 미비하여 경험에 의한 초기 먹이생산에 그치고 있었다. 따라서 본 연구는 제주도 해안선 주변에서 채집된 부착규조류가 지역별, 부착기별로 어떠한 분포특성을 갖고 있으며 어떤 종류가 우점하고 있는지를 밝혀 종묘생산의 초기 먹이사료로써 부착규조류의 중요성을 강조하고 기초자료를 확보하기 위해서 실시하였다.

## 재료 및 방법

재료의 채집은 1991년 4월부터 1991년 6월 사이에 제주도를 4개의 해안역으로 구분하여 북부 해안역은 함덕(정점 1), 서부 해안역은 한림(정점 2), 남부 해안역은 서귀(정점 3), 그리고 동부 해안역은 성산(정점 4)을 택하여 실시하였다(Fig. 1).

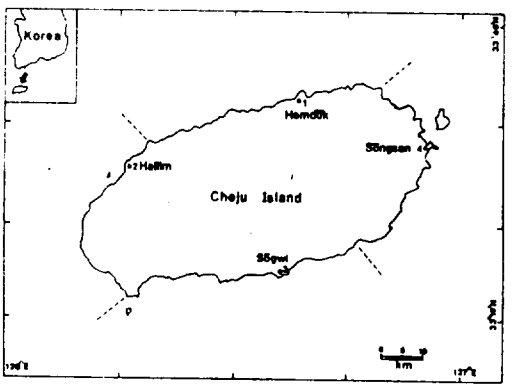



Fig. 1. Sampling stations around the coast line of Cheju Island.

부착기질별로는 녹조류(파래), 갈조류(모자반, 감태), 홍조류(우뭇가사리) 등에 부착된 종류(epiphytic diatom)와 돌에 부착된 종류(epilithic diatom)를 선별하여 채집하였으며(Table 1), 현장에서 채집된 해조류와 돌 등을 bath에 각기 넣고 주변해수의 혼입을 방지하기 위해 여과해수를 사용하여 brush(칫솔 등)로 털어 낸 후 각각 구별하여 1ℓ bottle에 넣어 중성 Formalin으로 최종 농도가 1% 정도 되게 고정하였다.

분석재료는 침전법에 의해 침전시켜 2~3일 동안 평평한 곳에 놓아 정치시켜 상등액을 제거하여 농축시킨 후 농축된 시료를 250㎖ bottle에 옮겨 이용하였다. 정량분석은 농축시료를 일정량 취하여 3회 반복하여 검경하여 조사된 수치

Table 1. List of substrates for sampling of periphytic diatom during this survey.

| Substrate | Genus name | Korean name |
|---|---|---|
| Chlorophyta | Enteromorpha | 파래속 |
| Phaeophyta | Sargassum | 모자반속 |
| | Ecklonia | 감태속 |
| Rhodophyta | Gelidium | 우뭇가사리속 |
| Stone | — | — |

를 합한 다음 백분율(%)로 계산하여 점유율을 구한 후 우점종을 조사하였다. 정성분석은 Fryxell and Hasle(1970)의 건조법에 의한 영구프레파라트를 제작하여 광학현미경(Nikon, Labophot)을 이용하여 400~1000 배율하에서 종의 동정 및 분류를 실시하였다. 규조류의 동정은 Hustedt(1927~1966), Cupp(1943), Cleve-Euler(1955), Kokubo(1955), Hendey(1964), John(1983), Yamaji(1984), Jin *et al.* (1985)을 참고하였고, 분류학적 체계는 Simonsen(1979), Hartley(1986) 등의 체계를 따랐다.

## 결과 및 고찰

### 종조성

조사기간 중 채집된 종류는 총 71종으로 11과, 32속, 59종, 12 미동정종으로 구성되어 있다(Appendix). 전체 출현종을 목(order)별로보면 중심규조목이 8종이고, 우상규조목이 63종이었고, 과(family)별로는 Naviculaceae가 23종(32.4%), Diatomaceae 17종(23.9%), Nitzschiaceae 12종(16.9%), Achnanthaceae 9종(12.7%)으로 이들 개체군들의 전체 점유율은 85.0%로 오와 고(1991)의 조간대 조사에서 보고된 97.8% 보다는 낮게 출현하고 있었다. 따라서 조사지역의 부착조류는 우상규조목의 종류들이 많이 부착하고 있음을 알 수 있다.

해안역별 총출현 총수는 성산해역에서 59종, 함덕해안 31종, 서귀해안 30종, 그리고 한림해안에서 19종으로 가장 적었다. 이 등(1990)의 제주도 해안선 부근 식물플랑크톤의 조사에 의하면 각 해안선에 분포하는 식물플랑크톤 종조성은 차이가 있으며 이는 사면이 바다로 둘러싸여 각 해안에 미치는 해류의 특성과 종류에 따라 좌우되고 있다고 하였다. 본 조사에서도 해안역별 부착규조류의 종류가 달리 나타났다(Table 2). 각 해안별로 각 부착기질에 공통적으로 출현하고 있는 대표종을 보면 함덕해안에서는 *Cocconeis scutellum*, *Cylindrotheca closterium*, *Nitzschia* sp., 한림해안에서는 *Cocconeis scutellum*, *Cylindrotheca closterium*, *Licmophora abbreviata*, 서귀해안에서는 *Amphora angusta*, *Amphora* sp., *Cylindrotheca closterium*, *Nizschia pungens* v. *atlantica*, *Pinnularia* sp., 성산해안에서는 *Cylindrotheca closterium*, *Nitzschia pungens* v. *atlantia*, *Pinnularia* sp. 등이었다. 출현한 종류중 *Cocconeis scutellum*, *Cylindrotheca closterium*, *Licmophora abbreviata* 등은 전 정점 및 전 부착기질에서 관찰되어 제주도 해안역의 부착규조류의 대표종이라 할 수 있다.

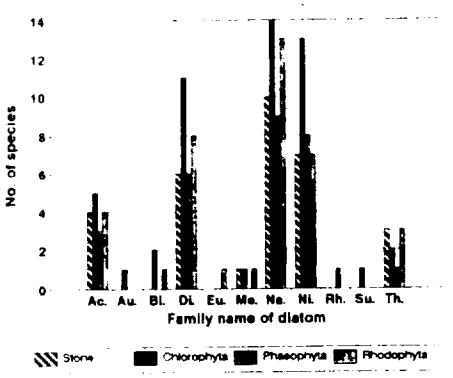
Table 2. Species composition of periphytic diatom at different substrates around the coast of Cheju Island.
(Abbreviation : S;Stone, C;Chlorophyta, P;Phaeophyta, R;Rhodophyta)

| Species name | Hamduk | | | | Hallim | | | | Sogwi | | | Songsan | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | S | C | P | R | S | C | P | R | S | C·P | R | S | C | R | P |
| *Achnanthes brevipes* | | | | | | | | | | * | | | * | | * |
| *Achnanthes javanica* v. *subconstrica* | * | | | | | | | | * | | | | | | |
| *Amphiprora alata* | | | | | | | | | * | | | | | | * |
| *Amphora angusta* | | | | | | | | | * | * | * | * | | | * |
| *Amphora arenaria* | | | | | | * | | | | | | | | | |
| *Amphora coffeaeformis* | | | | * | | | | | * | * | | | * | | |
| *Amphora laevis* | | | | | | | | | | * | | | * | | |
| *Amphora ovalis* | | | | | | | | | * | | | | | | |
| *Amphora quadrata* | | | | | | | * | | | | | | | | |
| *Amphora rhombica* | | | | | | | | | * | * | | | * | * | |
| *Amphora* sp. 1. | | | | | | | | * | * | * | * | | * | * | * |
| *Amphora* sp. 2. | | | * | * | | | | | | | | | | * | |
| *Arachnoidiscus ornatus* | | | | | | | | | | * | | | * | | * |
| *Asterionella formosa* | | | | | | | | | | | | | | * | |
| *Auricula insecta* | | | | | | * | | | | | | | | | |
| *Bacillaria paxillifer* | | | | | | * | | | | | | | | * | * |
| *Bidchilphia reticulata* | | | | | | | | | | | | | * | | |
| *Campylodiscus adriaticus* | | | | | | | | | | | | | * | | |
| *Campyloneis grevillei* | * | | | | | | | * | | | | | | | * |
| *Cocconis placentula* | | * | | | | * | | | | | | | | * | |
| *Cocconis molesta* | | * | | | | | | | | | | * | | | |
| *Cocconis pellucida* | | | | | | | | | | | | | | | * |
| *Cocconis pseudomarginata* | | | | | | | | | | | | | * | | |

| Species name | Hamduk | | | | Hallim | | | | Sogwi | | | Songsan | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | S | C | P | R | S | C | P | R | S | C · P | R | S | C | R | P |
| *Cocconis scutellum* | * | * | * | * | * | * | * | * | | * | * | * | | | |
| *Cocconis* sp. | | | | | | | | | | | | | | * | |
| *Cylindrotheca closterium* | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| *Cylindrotheca gracilis* | | | | * | | | | | | | | | | * | |
| *Diploneis splendida* | | | | | | | | | | * | | | * | | |
| *Diploneis* sp. | | | | | | | | | | | | * | | | |
| *Fragilaria hyalina* | | | | | | | | | | | | * | | | * |
| *Fragilaria* sp. | * | * | * | | | | | | | * | * | * | | * | * |
| *Grammatophora angulosa* | | | | | | | | | | * | * | | * | | * |
| *Grammatophora marina* | * | | | * | * | * | | * | | * | * | | | * | |
| *Grammatophora serpentina* | | | | | | | | | | | | | * | | |
| *Leptocylindrus danicus* | | * | | * | | | | | | | | | | | |
| *Licmophora flabellata* | | * | | | * | | | | | | | | | | * |
| *Licmophora abbreviata* | | | * | * | * | * | * | * | | * | * | * | * | | * |
| *Melosira borreri* | | | | | * | | | | | | | | | | |
| *Navicula distans* | | | | * | | | | | | * | * | | | | |
| *Navicula libellus* | | | | | | | | | | | | | * | | |
| *Navicula lyra* | | | | | | | | | | | | | * | | * |
| *Navicula* sp. 1. | | * | | * | * | | * | | | | | | * | | |
| *Navicula* sp. 2. | | | | | | * | * | * | | * | | * | | | |
| *Nitzschia delicatissima* | | | * | | | | | | | | | * | * | * | |
| *Nitzschia hummii* | | | | | | | | | | * | * | * | * | | |
| *Nitzschia lanceolata* | | | | | | | | | | | | | * | | |
| *Nitzschia pungens* v. *atlantica* | | | * | | * | * | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| *Nitzschia seriata* | | | | | | | | | | * | | | * | * | |
| *Nitzschia sigma* | | | | | | | | | * | | | | * | | |
| *Nitzschia spathulata* | | | | | | | | | | | | | * | | |
| *Nitzschia subtilis* | | | | | | | | | | | | | * | | |
| *Nitzschia* sp. | * | * | * | * | | * | * | * | * | | | | * | * | * |
| *Pinnularia* sp. | | * | | * | | | | | * | * | * | * | * | * | * |
| *Pleurosigma elongatum* | | | | | | | | | | * | | | | | * |
| *Pleurosigma* sp. | | | | * | | | | | | | | | * | | |
| *Rhabdonema adriaticum* | | | | | | | | | | | | | * | | |
| *Rhizosolenia delicatula* | | | * | | | | | | | | | | | * | |
| *Rhoicosphenia abbreviata* | * | * | * | | | | | | | | | | | | * |
| *Striatella unipunctata* | | | | * | | * | | | | | | | | | |
| *Synedra fasciculata* | | | * | | | | | | | | | | * | | |
| *Synedra formosa* | | | | | | | | | | | | | * | | |
| *Synedra fulgens* | | | | | | | | | | | | | * | | * |
| *Synedra ulna* | | | | | | | | | * | | | | | | |
| *Synedra* sp. | | | | | | | | | | | | | | * | |
| *Thalassionema nitzschioides* | * | | | | | | | | | * | | * | * | | * |
| *Thalassiosira eccentrica* | * | | | | | | | | | | | | | | |
| *Thalassiosira rotula* | | | | * | | | | | | | | | | | * |
| *Thalassiothrix frauenfeldii* | | | * | | | | | | | * | | * | * | | * |
| *Triceratium articum* | | | | | | | | | | | | | | | * |
| *Tropidoneis elegans* | | * | | * | | | | | | * | | | * | * | * |
| *Tropidoneis* sp. | | | * | | | * | * | | | | | | | | |
| Number of species | 10 | 12 | 13 | 16 | 8 | 13 | 8 | 9 | 13 | 24 | 12 | 15 | 35 | 19 | 26 |

### 부착기질별 종의 분포 특성

부착규조류가 파도나 조류의 영향을 받아 일시적으로 부유하기도 하는데 이러한 종류를 일시부유성 규조류(tychopelagic diatoms)라 하며 식물플랑크톤채집시 종종 채집되고 있다. 본 연구에서도 이러한 종류가 다수 출현하였으며 Plate Ⅰ은 이런 종류들을 나타낸 것이다. 이 등(1990)의 연구에 의하면 제주도 해안선 부근에서 저서성 및 일시부유성 규조류가 49.8% 이상을 차지하고 있다고 보고하였고, Choi(1990)는 우리나라 전 해역에 보고된 총저서성 규조류가 139종이며 이중 일시부유성 규조류 236종이라 보고하였다. 따라서 이러한 종류가 종묘배양장 등의 기판에 부착되어 패류의 초기먹이로 이용되고 있다고 볼 수 있다. 또한 부착기질에 따른 출현종수는 돌에서 31종, 녹조 50종(서귀제외), 갈조 28종(서귀제외), 홍조에서 38종으로 차이를 보이고 있는데 각 Family 분류군별 출현종수는 Naviculaceae과의 종류들이 전 부착기질에서 가장 많은 출현종류를 포함하고 있다(Fig. 2). 이러한 부착기질에 따른 각 분류군별 출현종수가 다른것은 부착규조류 각각의 부착적응 차이에 기인하는 것으로 생각되며 이에 대한 해석은 보다 자세한 연구가 수행되어야 가능하다고 생각된다.




### 우점종의 분포 특성

전 해안에서 출현한 부착규조류중 점유율이 20% 이상되는 우점종은 *Amphora rhombica*, *Campyloneis grevillei*, *Cocconeis molesta*, *G. scutellum*, *Cylindrotheca closterium*, *Fragilaria* sp., *Licmophora abbreviata*, *Melosira borreri*, *Navicula* sp. 1., *Navicula* sp. 2., *Nitzschia pungens* v. *atlantica*, *Pinnularia* sp. 등 모두 12종이었다(Table 3). 이중 *Cocconeis scutellum*, *Cylindrotheca closterium*, *Licmophora abbreviata* 등은 각각 77.0%, 55.0%, 82.0%의 높은 점유율을 보인 우점종으로 본 연구를 통하여 조사된 부착규조류중 가장 대표적인 우점종이라 할 수 있다(Plate Ⅱ, Ⅲ).

각 해안별 우점종은 함덕해안에서 *Campyloneis grevllei*, *Cocconeis molesta*, *Cylindrotheca closterium* 등 3종, 한림해안에서 *Cocconeis scutellum*, *Cylindrotheca closterium*, *Licmophora abbreviata*, *Melosira borreri*, *Navicula* sp. 1. 등 5종, 서귀해안에서 *Licmophora abbreviata*, *Amphora rhombica*, *Pinnularia* sp. 등 3종, 성산해안에서는 *Cylindrotheca closterium*, *Fragilaria* sp., *Licmophora abbreviata*, *Nitzschia pungens* v. *atlantica* 등 4종이 우점하고 있었다. 따라서 이러한 종류들의 초기 이료생물로써의 이용가치에 대한 연구가 앞으로 수행되어야 할 과제라 생각한다.

## 요 약

제주도 해안선주변 부착규조류의 종조성 및 분포를 조사하기 위해 1991년 4월부터 1991년 6월사이에 4개의 해안역 정점에서 실시하였다. 조사기간 중 채집된 부착규조류는 총 71종으로 11과, 32속, 59종, 12 미동정종으로 구성되어 있으며, 전 해안에서 출현한 부착규조류중 점유율이 20% 이상되는 우점종은 모두 12종이었다.

Fig. 2. Number of species in each Family of peripytic diatom occurred at different substrates around the coast of Cheju Island.
(Abbreviation : Ac;Achanthaceae, Au;Auriculaceae, Bi;Bidduphiaceae, Di;Diatomaceae, Eu;Eupodiscaceae, Me;Melosiraceae, Na;Naviculaceae, Ni;Nitzschiaceae, Rh;Rhizosoleniaceae, Su;Surirellaceae, Th;Thalassiosiraceae)

Table 3. Dominant rate (%) of dominant periphytic diatom at different substrates around the coast of Cheju Island.

| Species name | Hamdŭk | | | | Hallim | | | | Sŏgwi | | | Sŏngsan | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | S | C | P | R | S | C | P | R | S | C · P | R | S | C | P | R |
| Amphora rombica | | | | | | | | | 2.9 | 31.3 | | | 1.5 | 2.0 | |
| Campyloneis grevillei | 25.0 | | | | | | | 1.0 | | | | | | | 0.5 |
| Cocconeis molesta | | 21.0 | | | | | | | | | | 5.0 | | | |
| Cocconeis scutellum | 5.0 | 31.0 | 5.0 | 10.0 | 11.0 | 77.0 | 13.0 | 7.0 | | 5.2 | 7.3 | 1.0 | | | |
| Cylindrotheca closterium | 10.0 | 3.0 | 50.0 | 55.0 | 7.0 | 8.0 | 16.0 | 24.0 | 2.9 | 1.7 | 1.2 | 3.0 | 16.0 | 40.0 | 0.5 |
| Fragilaria sp. | 5.0 | 6.0 | 5.0 | | | | | | | 5.6 | 3.7 | 22.0 | | 1.0 | 0.5 |
| Licmophora abbreviata | | | 5.0 | 4.0 | 22.0 | 1.0 | 54.0 | 57.0 | | 0.6 | 50.0 | 17.0 | 0.5 | | 82.0 |
| Melosira borreri | | | | | 20.0 | | | | | | | | | | |
| Navicula sp. 1. | | 13.0 | | 5.5 | 30.0 | | 1.0 | | | | | | 8.0 | | |
| Navicula sp. 2. | | | | | | 5.0 | 8.0 | 5.0 | | 1.0 | | 31.0 | | | |
| Nitzschia pungens v. atlantica | | | 12.0 | | 4.0 | 0.5 | | 2.0 | 5.9 | 10.2 | 6.1 | 1.0 | 21.0 | 1.0 | 0.5 |
| Pinnularia sp. | | 1.0 | | 1.5 | | | | · | 26.5 | 4.6 | 3.7 | 1.0 | 5.0 | 2.0 | 0.5 |

(Abbreviation : S;Stone, C;Chlorophyta, P;Phaeophyta, R;Rhodophyta)

전 정점 및 전 부착기질에서 관찰된 *Cocconeis scutellum*, *Cylindrotheca closterium*, *Licmophora abbreviata* 등은 50% 이상의 점유율을 보여 본 연구를 통하여 조사된 부착규조류중 가장 대표적인 우점종이라 할 수 있다.

## 참고문헌


김준호, 조경제. 1985. 금강 하구 조간대 저토의 물리화학적 특성, 저생규조의 종조성 및 생물량. 한국생태학회지, 8(1) : 21-29.

김중래, 신윤근, 이건형, 이원호. 1991. 서해산 김 엽체상의 미소생물과 김의 병해와의 관계에 대한 연구. I. 부착규조류와 주변해수의 식물플랑크톤의 종 조성 및 현존량. 한국수산학회지, 24(1) : 79 : 88.

노 섭, 변충규, 방극순, 한석종, 이정의. 1990. 소라의 종묘생산에 관한 연구. 수진원 연구보고, 44 : 103-126.

변충규, 정상철. 1984. 전복의 치패사육과 성장에 관한 연구. 제주대 임해연보, 8 : 41-46.

심재형, 조병철. 1984. 인천부근 조간대의 저생규조류 군집. 서울대 자연과학 논문집, 9 : 135-150.

오상희, 고철환. 1991. 서해 만경-동진 조간대의 주요 우점 저서 규조류의 분포. 한국해양학회지, 26(1) : 24-37.

이준백, 고유봉, 최종헌. 1990. 제주도 해안선 주변 식물플랑크톤 군집의 구조와 동태. 한국조류학회지, 5(2) : 159-171.

정 준. 1987. 부착규조에 의한 형산강수계의 수질평가. 한국조류학회지, 2(1) : 139-146.

河村知彦. 1987. 付着珪藻の分類と生態について. 電氣化學協會, 53pp.

Cho, K. J. and J. H. Kim. 1988. Species composition and primary production of the benthic algal assemblage along a channel in salt marsh, Kyŏnggi Bay, Korea. *Korean J. Ecol.*, 11(1) : 1-15.

Cho, K. J. 1991. Spatial and temporal distribution of phytoplanktonic periphytic diatom assemblages of Naktong River estuary. *Korean J. Phycol.*, 6(1) : 47-53.

Cho, K.S., J.H. Shim and W.H. Lee. 1987. A taxonomic study on the epiphytic diatoms of *Porphyra tenera* Kjellman from the coastal waters of Korea. *Korean J. Phycol.*, 2(1) : 129-138.

Choi, J.K. 1990. Checklist of marine diatoms in Korea. *Korean J. Phycol.*, 5(1) : 73-116.

Choi, J.S. and J. Chung. 1990. An assessment of water quality by epilithic diatoms of Namchŭn water-system. *Korean J. Phycol.*, 5(2) : 173-191.

Cleve-Euler, A. 1951-1955. Die Diatomeen von Schweden und Finnland. Kungl. *Svenska. Vatensk Handl. Fjarad Serien.*, 2 (1) : P.1-163, 6 Taf. (Teil I, centricae, 1951). 4(1) : P.1-158. (Teil II, Arraphideae, Brachyraphideae, 1953). 4(5) : (Teil III, Monoraphideae, Biraphideae I, 1953). 5(4) : P.1-232. (Teil IV, Biraphideae II, 1055). 3(3) : P.1-153.

Cupp, E.E. 1943. Marine Plankton Diatoms of the West Coast of North America. *Bull. Scripps Inst. Oceanog. Univ. Calif.*, 5(1) : 238pp.

Halse, G.R. and G.A. Halse. 1970. Diatoms : cleaning and mounting for light and electron microscopy . *Trans. America. Microsc. Soc.*, 89(4) : 469-474.

Hartly, B. 1986. A Check-list of fresh water, brackish and marine diatoms of the British Isles and adjoining coastal waters. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 66 : 531-610.

Hendey, N.I. 1964. An Introductory Account of the smaller Algae of British coastal water. Part V : Bacillariophyceae (Diatoms). Her Majesty's Stationery office, London. 317pp.

Hustedt, F. 1927-1966. Die kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. unter Beruchsichtigung der Ubrigen Lander Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. *In* L. Rabenhorst's "Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreichs und der Schweiz." Teil I : 920pp. 1931-1959, Ibid., Teil II : 845pp. 1961-1966. Ibid., Teil : III : 816pp.

Jin, D., Z. cheng, J. Lin and S. Liu. 1985. Marine Benthic Diatoms in China. China Ocean Press, Beijing-Springler Berlag. 313pp.

John, J. 1983. The Diatom Flora of the Swan River Estuary Western Australia. *Bibliotheca Phycologica.*, (64) : 1-359.

Kokubo, S. 1950. Plankton Diatoms. Nippon Gakujutsu, shin-kokai, Tokyo, 330pp.

Lee, Y.H. and J.R. Kim. 1989. A quantitative study on the epiphytic diatoms of *porphyra* species from the coastal waters of the Yellow Sea, Korea. *Mar. Develop. Res. KNU.*, 1 : 51-66.

Simonsen, R. 1979. The Diatom system : Ideas on phylogeny. *Bacillaria*, 42 : 9-72.

Yamaji, I. 1984. Illustrations of the Marine Plankton of Japan. Hoikusha Publishing Co., 537pp (In Japaness).

Appendix. Systematic list of periphytic diatoms observed in this study.

Division Chrysophyta
Class Bacillariophyceae
Order Centrales
Subborder Coscinodiscineae
Family Thalassiosiraceae Lebour 1930, emend. Hasle 1973.
Genus *Thalassiosira* Cleve
*Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cleve
*Thalassiosira rotula* Meunier
Family Melosiraceae Kützing 1844
Genus *Leptocylindrus* Cleve
*Leptocylindrus danicus* Cleve
Genus *Melosira* C. A. Agardh
*Melosira borreri* Greville
Suborder Rhizosoleniineae
Family Rhizosoleniaceae Petit 1888
Genus *Rhizosolenia* Brightwell.
*Rhizosolenia delicatula* Cleve
Suborder Biddulphiineae
Family Biddulphiaceae Kützing 1844
Subfamily Biddulphioideae Schütt 1896
Genus *Biddulphia* Gray
*Biddulphia reticulata* (Ehrenberg) Roper
Subfamily Stictodiscoideae Simosen 1979
Genus *Arachnoidiscus* Deane ex Pritch
*Arachnoidiscus ornatus* Ehrenberg
Family Eupodiscaceae Kützing 1849
Subfamily Eupodiscoideae (Kützing 1849) Simosen 1979
Genus *Triceratium* Ehrenberg
*Triceratium articum* Brightwell.
Order Pennales
Suborder Araphidineae
Family Diatomaceae Dumortier 1822
Genus *Asterionella* Hassall
*Asterionella formosa* Hassall
Genus *Fragilaia* Lyngbye
*Fragilaria hyalina* (Kützing) Gronuw
*Fragilaria* sp.
Genus *Grammatophora* Ehrenberg
*Grammatophora angulosa* Ehrenberg
*Grammatophora marina* (Lyngbye) Kützing
*Grammatophora serpentina* Ehrenberg
Genus *Licmophora* C. A. Agardh
*Licmophora flabellata* Agardh
*Licmophora abbreviata* Agardh
Genus *Rhabdonema* Kützing
*Rhabdonema adriaticum* Kützing
Genus *Striatella* C. A. Agardh
*Striatella unipunctata* (Lyngbye) Agardh
Genus *Synedra* Ehrenberg
*Synedra fasciculata* (Agardh) Kützing
*Synedra formosa* Hant. ex Raben.
*Synedra fulgens* (Greville) Wm. Smith
*Synedra unla* (Nitzsch) Ehrenberg
*Synedra* sp.
Genus *Thalassionema* Grunow
*Thalassionema nitzschioides* (Grunow) grunow ex Hustedt
Genus *Thalassiothrix* Cleve & Grunow
*Thalassiothrix frauenfeldii* (Grunow) Castracane
Suborder Raphidineae
Family Achnanthaceae Kützing 1844
Genus *Achnanthes* Bory
*Achnanthes brevipes* Agarch
*Achnanthes javanica* v. *subconstrica* Meister
Genus *Campyloneis* Grunow
*Campyloneis grevillei* (Wm. Smith) Grunow
Genus *Cocconeis* Ehrenberg
*Cocconeis placentula* Ehrenberg
*Cocconeis molesta* Kutzing
*Cocconeis pellucida* Hantzsch in Raben
*Cocconeis pseudomarginata* Gregory
*Cocconeis scutellum* Ehrenberg
*Cocconeis* sp.
Family Naviculaceae Kützing 1844
Genus *Amphiprora* Kützing
*Amphiprora alata* (Ehrenberg) Kützing
Genus *Amphora* Ehrenberg
*Amphora angusta* Gregory
*Amphora arenaria* Donkin
*Amphora coffeaeformis* Kützing

*Amphora laevis* Gregory
*Amphora ovalis* Kutzing
*Amphora quadrata* Brebission
*Amphora rhombica* Kitton
*Amphora* sp. 1.
*Amphora* sp. 2.
Genus *Diploneis* Ehrenberg
*Diploneis splendida* (Gregory) Cleve
*Diploneis* sp.
Genus *Navicula* Bory
*Navicula distans* (Wm. Smith) Ralfs
*Navicula libellus* Gregory
*Navicula lyra* Ehrenverg
*Navicula* sp. 1.
*Navicula* sp. 2.
Genus *Pinnularia* Ehrenberg
*Pinnularia* sp.
Genus *Pleurosigma* Wm. Smith
*Pleurosigma elongatum* Wm. Smith
*Pleurosigma* sp.
Genus *Rhoicosphenia* Grunow
*Rhoicosphenia abbreviata* (Agardh) Lange Bertalot
Genus *Tropidoneis* Cleve
*Tropidoneis elegans* (Smith) Cleve
*Tropidoneis* sp.
Family Auriculaceae Hendey 1860
Genus *Auricula* Castracane
*Auricula insecta* Grunow
Family Nitzschiaceae Grunow 1860
Genus *Bacillaria* Gmelin
*Bacillaria paxillifer* (Müller) Hendey
Genus *Cylindrotheca* Rabenhorst
*Cylindrotheca closterium* Reimann et Lewin
*Cylindrotheca gracilis* (Brebisson) Grunow
Genus *Nitzschia* Hassall
*Nitzschia delicatissima* Cleve
*Nitzschia hummii* Hustedt
*Nitzschia lanceolata* Wm. Smith
*Nitzschia pungens* v. *atlantica* Cleve
*Nitzschia seriata* Cleve
*Nitzschia sigma* (Kützing) Wm. Smith
*Nitzschia spathulata* Brebisson
*Nitzschia subtilis* Grunow
*Nitzschia* sp.
Family Surirellaceae Kützing 1844
Genus *Campylodiscus* Ehrenberg
*Campylodiscus adriaticus* Grunow

## Explanation of Plates

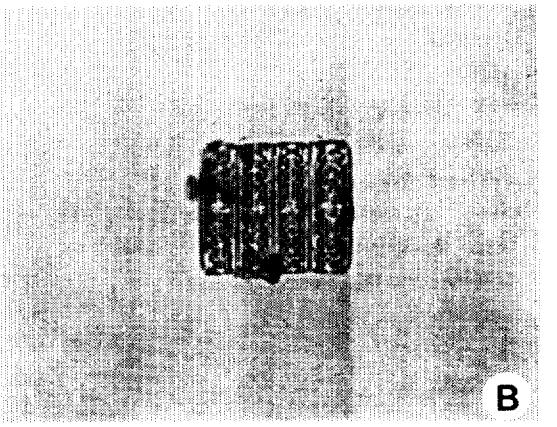
Plate Ⅰ.
A. *Nitzschia spathulata* BREBISSON (×300)
B. *Grammatophora serpentina* RALFS (×300)
C. *Grammatophora angulosa* EHRENBERG (×600)
D. *Rhabdonema adriaticum* KUZING (×300)
E. *Rhoicospenia abbreviata* (KUZING) GRUNOW (×600)
F. *Arachnoidiscus ornatus* EHRENBERG (×600)

Plate Ⅱ.
A. *Cylindrotheca closterium* (EHRENBERG) REIMANN & LEWIN (×600)
B. *Nirzschia pungens* v. *atlatica* CLEVE (×600)
C. *Grammatophora marina* (LYNGBYE) KUZING (×600)
D. *Fragilaria* sp. LYNGBYE (×300)
E. *Navicula* sp. 1. (×300)
F. *Pinnularia* sp. (×600)

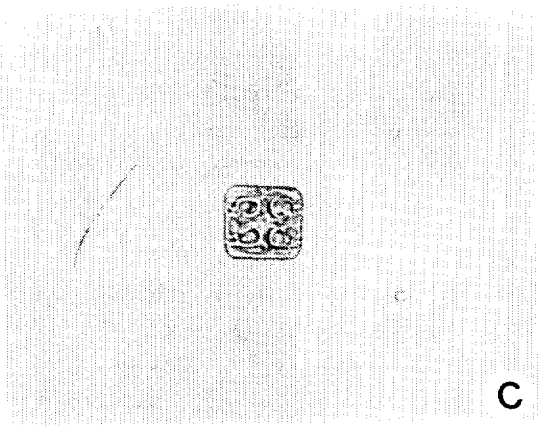
Plate Ⅲ.
A. *Cocconeis scutellum* EHRENBERG (×300)
B. *Navicula* sp. 2. (×300)
C. *Licomphora abbreviata* (KUZING) GRUNOW (×300)
D. *Amphora rhombica* KITTON (×300)
E. *Melosira borreri* GREVILLE (×300)
F. *Campyloneis grevillei* GRUNOW (×300)

# PLATE Ⅰ

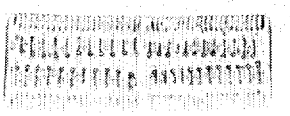
A



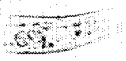
B



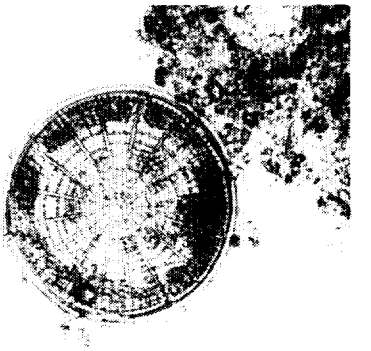
C



D

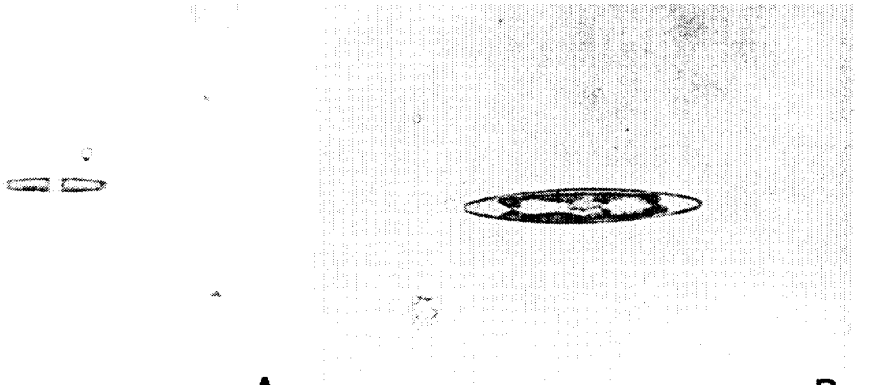


E



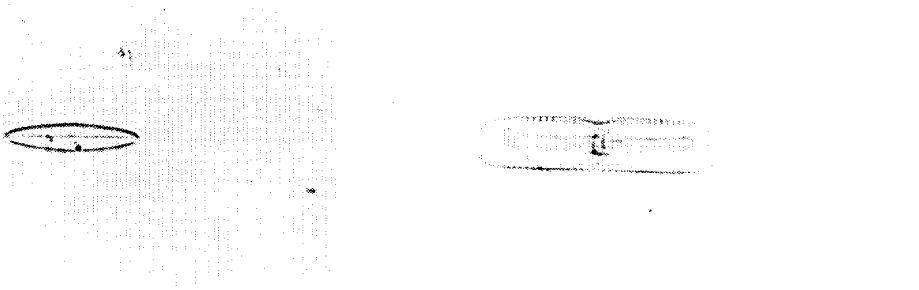
F

# PLATE Ⅱ



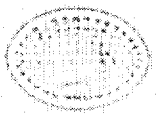
A B

C D



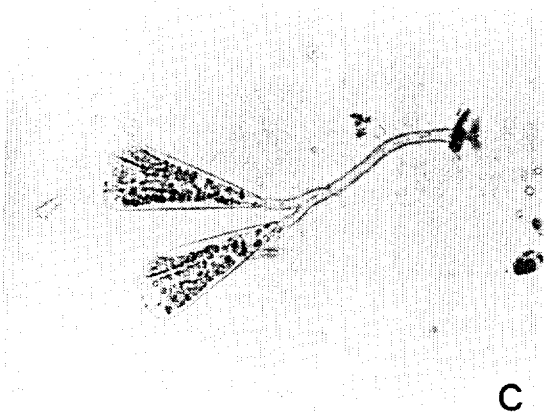
E F

# PLATE Ⅲ



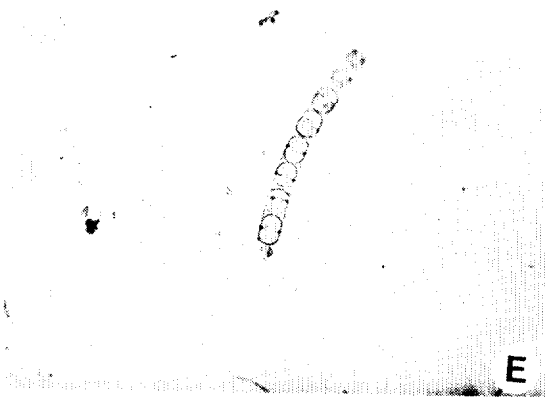
A

B

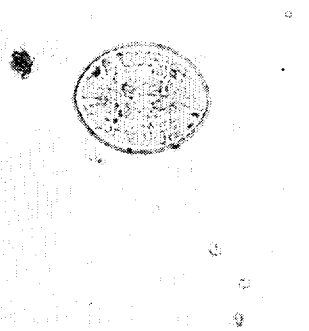


C

D



E



F