

碩士學位論文

濟州島海岸線周邊海域의 植物
플랑크톤 群集動態 및 構造

濟州大學校 大學院

海 洋 學 科



1990年 6月


濟州島 海岸線 周邊 海域의 植物
플랑크톤 群集動態 및 構造

指導教授 高 有 峰

左 宗 憲

이 論文을 理學碩士學位 論文으로 提出함.

1990年 6月

 제주대학교 중앙도서관
左宗憲의 理學碩士學位 論文을 認准함.

審査委員長 _____

委 員 _____

委 員 _____

濟州大學校 大學院

1990年 6月

STRUCTURES AND DYNAMICS OF
PHYTOPLANKTON COMMUNITIES AROUND
COAST LINE OF CHEJU ISLAND, KOREA

Jong-Hun Choa
(Supervised by professor You-Bong Go)

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



DEPARTMENT OF OCEANOGRAPHY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1990. 6

ABSTRACT

The dynamics and structures of phytoplankton communities have been investigated at ten stations along the coast line of Cheju Island from July, 1988 to June, 1989. A total of 268 species has been identified, including 217 of diatoms, 34 of dinoflagellates, 9 of blue-green algae, 4 of silicoflagellates, and 4 of euglena. The number of species in the southern and eastern areas is higher than that in the other areas, and is the largest in summer season through the year.

The accord species comprise properties of 78.0% of neritic sp., 22.0% of neritic-oceanic sp. and oceanic sp., in terms of marine habitat; 48.1% of planktonic sp., 51.9% of benthic and tychopelagic sp., in terms of ecological habitat; 81.0% of marine sp., 19.0% of brackish-freshwater sp., in terms of aquatic habitat.

During the study period, *Achnanthes brevipes*, *Achnanthes longipes*, *Biddulphia pulchella*, *Cocconeis scutellum*, *Cocconeis pseudomarginata*, *Grammatophora*

marina, *Licmophora lyngbyei*, *Paralia sulcata*, *Thalassiosira rotula* are occurred at all stations, comprising the benthic-tychopelagic diatoms.

Phytoplankton standing crops range from 1,834 to 1,190,044 cells/l. The monthly fluctuation of phytoplankton standing crops shows two peaks in spring and fall respectively, and decrease in summer and winter, representing the pattern of typical temperate region. Monthly mean value of species diversity index ranged from 1.71 to 2.85. Fall season was highest among all seasons.

At each station, the number of dominant species over 50% standing crops included *Melosira borreri*, *Paralia sulcata*, *Cocconeis scutellum*, *Bacillaria paxillifer*, *Chaetoceros socialis*.

The study sites could be divided into five groups from cluster analysis based on RED(Relative Euclidean Distance).

In results of multiple regression analysis for the correlation between standing crops and environmental factors, the fluctuation of standing crops have been presumably influenced by water temperature, salinity, phosphate-p.

목 차

ABSTRACT

| | |
|--------------------------|-----|
| 목 차 | iii |
| List of Tables | v |
| List of Figures | vii |
| 1. 서 론 | 1 |
| 2. 재료 및 방법 | 3 |
| 2. 1. 재료의 채집 | 3 |
| 2. 2. 식물플랑크톤의 분석 | 4 |
| 2. 3. 환경요인의 측정 | 4 |
| 2. 4. 통계 분석 | 5 |
| 3. 결과 및 고찰 | 7 |
| 3. 1. 환경요인의 특성 | 7 |
| 3. 1. 1. 물리적 해수특성 | 7 |
| 3. 1. 2. 화학적 해수특성 | 11 |
| 3. 2. 식물플랑크톤 군집의 구조 및 동태 | 18 |
| 3. 2. 1. 군집구조 | 18 |
| 1) 종조성 | 18 |
| 2) 출현종의 생태적 특성 | 29 |
| 3. 2. 2. 군집동태 | 33 |

| | |
|------------------------|----|
| 1) 현존량 ----- | 33 |
| 2) Chlorophyll a ----- | 37 |
| 3) 우점종 천이 ----- | 39 |
| 3. 2. 3. 군집구조 해석 ----- | 45 |
| 1) 종다양성 지수 ----- | 45 |
| 2) Cluster 분석 ----- | 46 |
| 3. 3. 환경요인과의 관계 ----- | 46 |
| 4. 결 론 ----- | 50 |
| 5. 참고문헌 ----- | 53 |
| APPENDIX ----- | 59 |
| 요 약 ----- | 67 |
| 감사의 말씀 | |



List of Tables

Page

| | | |
|-----------|---|----|
| Table 1. | Monthly variations of light intensity in Cheju Island from July, 1988 to June, 1989.----- | 11 |
| Table 2. | Seasonal variations of dissolved oxygen around coast line of Cheju Island from August, 1988 to June, 1989.----- | |
| Table 3. | Seasonal variations of pH around coast line of Cheju Island from August, 1988 to June, 1989.----- | 13 |
| Table 4. | Seasonal variations of Nitrate-N around coast line of Cheju Island from August, 1988 to June, 1989.----- | 14 |
| Table 5. | Seasonal variations of Nitrite-N around coast line of Cheju Island from August, 1988 to June, 1989.----- | 15 |
| Table 6. | Seasonal variations of Ammonia-N around coast line of Cheju Island from August, 1988 to June, 1989.----- | 15 |
| Table 7. | Seasonal variations of Phosphate-P around coast line of Cheju Island from August, 1988 to June, 1989.----- | 16 |
| Table 8. | Seasonal variations of Silicate-Si around coast line of Cheju Island from August, 1988 to June, 1989.----- | 17 |
| Table 9. | Monthly distribution of phytoplankton occurred around coast line of Cheju Island from July, 1988 to June, 1989.----- | 23 |
| Table 10. | List of phytoplankton arranged by occurrence frequency during the period from July, 1988 to June, 1989 in Cheju Island. | 30 |

| | |
|--|----|
| Table 11. Relative Euclidean distances at 10 collecting sites in Cheju Island.----- | 47 |
| Table 12. Relationship between total standing crops and environmental parameters.----- | 48 |



List of Figures

Page

| | | |
|----------|--|----|
| Fig. 1. | Sampling stations around coast line of Cheju Island.----- | 3 |
| Fig. 2. | Monthly variations of water temperature around coast line of Cheju Island.----- | 8 |
| Fig. 3. | Monthly variations of salinity around coast line of Cheju Island.----- | 10 |
| Fig. 4. | Monthly composition ratio of phytoplankton around coast line of Cheju Island.----- | 19 |
| Fig. 5. | Monthly variations of number of species around coast line of Cheju Island.----- | 20 |
| Fig. 6. | Regional variations of number of species around coast line of Cheju Island.----- | 21 |
| Fig. 7. | Monthly variations of the composition of 6 ecological forms.----- | 32 |
| Fig. 8. | Regional variations of the composition of 6 ecological forms.----- | 34 |
| Fig. 9. | Monthly variations of phytoplankton standing crops around coast line of Cheju Island.----- | 35 |
| Fig. 10. | Monthly variations of diatom and dinoflagellate standing crops around coast line of Cheju Island.----- | 38 |
| Fig. 11. | Variations of chlorophyll-a around coast line of Cheju Island.----- | 40 |
| Fig. 12. | Regional dominant species(30% \times) of phytoplankton around coast line of Cheju Island.----- | 42 |
| Fig. 13. | Seasonal succession and degree of dominance of the dominant species.----- | 43 |

-
- Fig. 14 Monthly variations of species diversity index around coast line of Cheju Island.- 44
- Fig. 15. Dendrogram for the cluster analysis of sampling sites using relative Euclidean distances.----- 47



1. 서 론

해양생태계내에서 식물플랑크톤 군집은 생물생산과정의 기초생산자로서 중요한 위치를 차지하며, 지역적 특성인 각 해역의 해수유동과 환경요인의 변화에 따라 각기 다른 생물량 및 생산량을 나타내어 군집의 시간적, 공간적 분포 및 동태의 특징을 나타낸다.

제주도 해안선 주변해역은 각기 다른 해수의 특성을 나타내는 대마난류, 황해저층냉수 및 중국대륙연안수 등의 외양수가 인접해 있고(김과노, 1982; Park, 1985), 특히 해안선 부근해역은 용천수가 솟아나며 강우기에는 대량의 육수가 유입되어 기온, 바람, 해류 및 조류 등에 의해 외해수가 크게 변질되는 등 제주도 특유의 독특한 특징을 나타낸다(노 등, 1982; 정 등, 1983; 고 등, 1984). 이러한 해수 특성을 나타내는 해안선은 소라와 전복등의 패류와 해조군락의 형성등 다양한 생물상이 분포를 나타내고 있고 이중에서도 기초생산자인 식물플랑크톤은 해역과 계절에 따른 종조성 및 동태도 변화하여 그 해역의 특성을 나타내거나 다른 해양생물의 먹이사슬에 영향을 끼치므로 중요한 분류군이라 할 수 있다. 지금까지 식물플랑크톤 군집에 대한 연구는 주로 주변 외해의 식물플랑크톤 군집의 현존량과 종출현 분포에만 역점을 두었고(Lee et al., 1967; 최, 1978; 이, 1979; 박, 1980; 고와전, 1984; 최 등, 1986; 최, 1987; 해양연구소, 1987; 이, 1989), 식물플랑크톤의 생물량 조사에

대한 연구는 chlorophyll-a량에 대한 연구가 있었으나 이역시 연구대상 지역의 제주도 연안의 주변해역에 한정되었을 뿐만아니라 단기적인 조사로 실시되었다(정 등, 1983; 전과고, 1983; 심과박, 1984). 기초생산량에 대한 조사로는 산소법에 의해 대한해협(진과홍, 1985), C-14법에 의해 한국 동남해역(Shim and Park, 1986) 및 서해 경기만(정과박, 1988)에서 조사가 행하여 졌으나 제주도 해안선 주변역에서는 최근예야 이루어졌다(이 등, 1989). 그러나, 제주도 해안선 및 조간대 해역의 식물플랑크톤의 군집에 관한 체계적인 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 정기적인 조사로 제주도 해안선 주변역들에서의 식물플랑크톤 군집의 계절에 따른 종조성 및 현존량의 변화, 우점종의 동태를 비교 파악하고, 환경요인과의 상관관계를 밝혀 내려는데 그 목적이 있다.



2. 재료 및 방법

2. 1. 재료의 채집

재료의 채집은 1988년 7월부터 1989년 6월까지 제주도 해안선 주변의 선정된 10개 정점에서 매월 실시하였다(Fig. 1).

식물플랑크톤의 재료는 pumping법에 의해 해안선부근 수심 1m이내의 해수를 채수하여 현장에서 4% 중성 formalin으로 고정하고, 이를 실험실로 운반하여 침전법에 의하여 농축하여 실험 재료로 사용



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

하였다. 수온과 염분은 매월 측정하였고, chlorophyll-a와 용존산소, PH, 영양염류(질산-질소, 아질산-질소, 암모니아-질소, 인산-인, 규산-규소)등은 격월로 채수하여 측정하였다.

2. 2. 식물플랑크톤의 분석

식물플랑크톤의 정량분석은 침전법에 의해 농축된 재료를 균일하게 희석시킨 후 1ml를 취하여 Sedgwick-Rafter counting chamber에 넣고 광학현미경(SWIFT, M1000-D)하에서 100배로 계수한 후 단위체적당 세포수(cells/l)로 환산하여 현존량으로 표시하였다.

식물플랑크톤의 정성분석은 농축된 재료를 일정량 취하여 광학현미경(SWIFT, M1000-D)하에서 400-1,000배로 동정 및 분류하였다. 각 분류군에 대한 동정 및 분류는 Diatoms은 Hustedt (1927-1966, 1930), Cupp (1943), Kokubo (1955), Cleve-Euler (1955), Hendey (1964), Shim (1977), Simonsen (1979), Jin Dexiang *et al.* (1985), Yamaji (1984), Dinoflagellates는 Dodge (1982), Yamaji (1984), Silicoflagellates는 Yamaji (1984), Euglena는 Butcher (1961), Yamaji (1984), Cyanophyceae는 Yamaji (1984)의 분류체계를 참고하였다.

2. 3. 환경요인의 측정

조사해역의 환경요인중 수온은 봉상 온도계로 현장에서 측정하였고,

염분은 실험실에서 Salinometer(TSURUMI SEIKI, E-2)로, 용존산소는
제수하여 현장에서 용존산소를 고정시킨 후 실험실에서 Winkler azide
변법으로, pH는 PH meter(Jenway, PHM6)로 측정하였다.

영양염류중 질산-질소와 아질산-질소는 아연분말로 환원시킨 후
GR시약에 의한 발색법, 암모니아-질소는 Indophenol blue법(FAO,
1975), 인산- 인은 Ascorbic acid법(Strickland & Parsons, 1968),
규산-규소는 몰리브덴 착체 형성을 이용하는 몰리브덴청법(일본분석
화학회 북해도지부, 1985), Chlorophyll-a의 측정은 Parsons 등
(1984)에 의한 색소추출 방법에 의해 측정하였다.

2. 4. 통계 분석

i) 종다양성 지수 (Species diversity index, \bar{H})

다양성 지수의 분석은 다음의 Shannon-Weaver(1963)의 공식에
의해 계산하였다.

$$H = -\sum_{i=1}^S (ni/N) * \log_2 (ni/N)$$

여기서, S ; 총 출현종수

N ; 단위 체적당 총 세포수

ni ; 출현종별 세포수

이다.

ii) Cluster 분석

채집 정점들에 있어 유사관계를 밝히고자 총출현종의 출현 및
비출현을 이용하여 CLUSTER.BAS 프로그램(Ludwig and Reynolds, 1988)

으로 Relative Euclidean Distance를 구하여 dendrogram으로 표시하였으며, 분석은 Whittaker(1952)의 공식을 이용하였다.

$$RED_{jk} = \sqrt{\frac{1}{S} \left[\left(\sum_i X_{ij} \right) - \left(\sum_i X_{ik} \right) \right]^2}$$

여기서, S ; 총 출현종수

X_j ; j번째 정점에 있어 i번째 종의 출현과 비출현

X_k ; k번째 정점에 있어 i번째 종의 출현과 비출현

이다. 특히, 출현은 1, 비출현은 0으로 처리하였다.

iii) 다변량 분석(Multiple regression analysis)

식물플랑크톤의 현존량과 여기에 미치는 환경요인과의 상관성을 알기 위하여 SYSTAT 통계프로그램을 이용하여 단계식 중회귀 분석을 하였다.

$$y = b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + \dots + b_n X_n + b_0$$

여기서, y ; 종속변수로서 월별 현존량 (dependent variable)

b_n ; 편회귀 계수 (Partial regression coefficients)

x_n ; 독립변수로서 각 환경요인 (Environmental parameters)

b_0 ; y의 절편 (y intercept)

이다. 특히, 식물플랑크톤의 현존량은 종속변수로서 변화의 폭을 감소 시키기 위해 대수치로 환산하였다.

3. 결과 및 고찰

조사지역을 해역별로 북부해안선 주변역(정점1 ; 제주 용두암부근, 10 ; 북촌), 서부해안선 주변역(정점2 ; 옹포, 3 ; 고산), 남부해안선 주변역(정점4 ; 화순, 5 ; 서귀, 6 ; 위미), 동부해안선 주변역(정점7 ; 표선, 8 ; 성산, 9 ; 세화)등으로 나누어 결과를 고찰하였다.

3. 1. 환경요인의 특성

3. 1. 1. 물리적 해수특성

1) 수온

조사 기간중 제주도 해안선 주변해역의 수온 변화 범위는 12.0-27.3 °C의 분포를 보이고 있으며, 최고 수온은 8월에 서귀에서, 최저 수온은 1월에 세화에서 나타내었다(Fig. 2). 정점별 수온 변화의 평균분포는 세화역에서 16.60°C로 최저였으며, 서귀역에서 19.02°C로 최고 수온을 보여 정점별 평균수온 차이가 2.42°C로 제주도 남부해안선 주변역이 높고, 동부해안선 주변역이 타 해역보다 낮은 수온을 보이고 있었다. 월별 수온 변화는 남부해안선 주변역의 다른 주변역보다 1-6 °C이상 높음을 보여 주고 있는데 이는 남부해안선 주변역의 월평균 대기온도가 타 지역보다 0.6-1.6°C(중앙기상대,

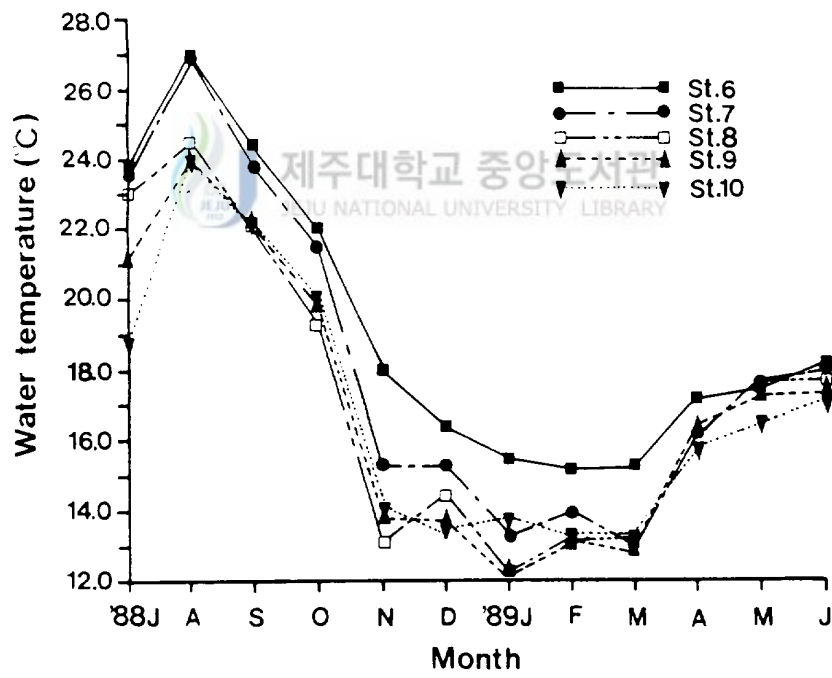
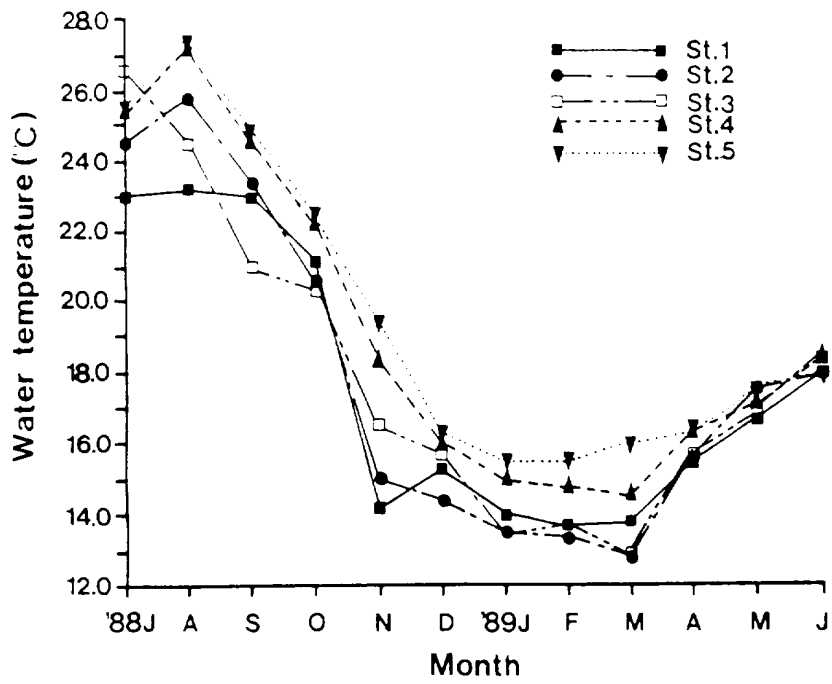


Fig. 2. Monthly variations of water temperature around coast line of Cheju Island.

1988, 1989)가 높아 수심이 낮은 해안선 주변역 해수의 수온상승에 영향을 미치고 있다고 할 수 있겠다.

2) 염분

제주도 해안선 주변해역의 염분 농도 범위는 27.37-34.86‰로 최저 염분은 8월에 서귀에서, 최고 염분은 8월에 고산에서 나타내었다 (Fig. 3). 또한, 정점별 염분 농도의 평균분포는 30.48-33.83‰로 최저값은 세화에서, 최고값은 화순에서 보여 정점별 평균염분 농도차는 3.35‰이었으며 서귀, 성산, 세화해역을 제외한 모든 정점에서 고른 분포 범위를 보이고 있었다. 월별 염분 농도 변화는 모든 해안선 정점에서 하계에서 동계로 갈수록 염분 농도가 증가하고 있는 특성을 보였는데 이는 조사 기간중 제주도 전체 강우량의 46.5%가 하계(6-8월)에 집중되어 (중양기상대, 1988, 1989) 육수 유입이 상대적으로 감소한 요인이라고 생각되고, 서귀역에서의 낮은 염분값은 부근 정방폭포, 천지연 폭포등에서 지속적인 다량의 육수 유입으로 인하여 부근 연안수가 희석되기 때문이라 생각된다.

3) Light intensity

조사기간중 제주측후소에서 측정된 제주지역의 월평균 light intensity의 변화 범위는 3.46-20.35 g cal/cm²/hour로 최저치는 1월에, 최고치는 7월에 나타나고 있었다. 조사 당일의 light intensity는 91.5-502.7 g cal/cm²/day로 해수면에서 광합성을 위해 이용할 수 있는 최적 energy 범위인 42-48 g cal/cm²/hour에는

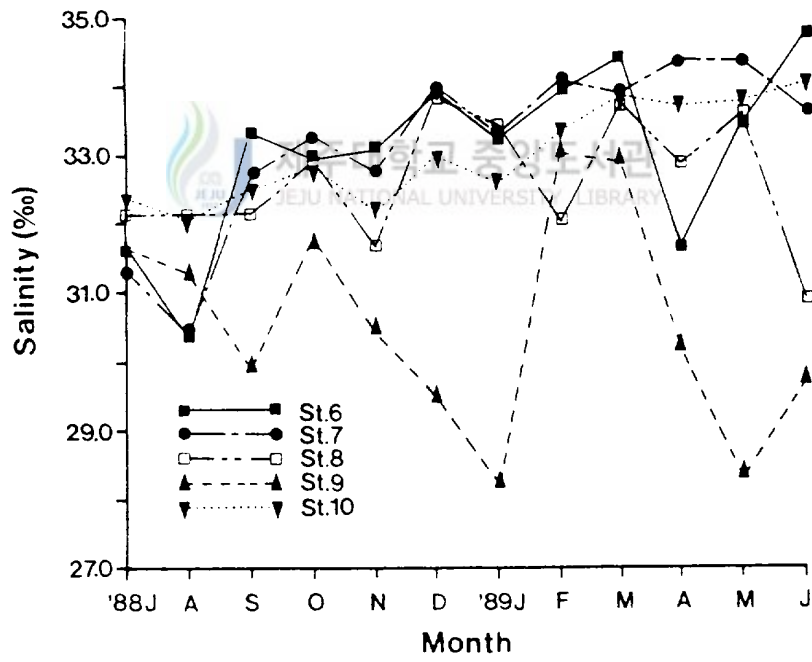
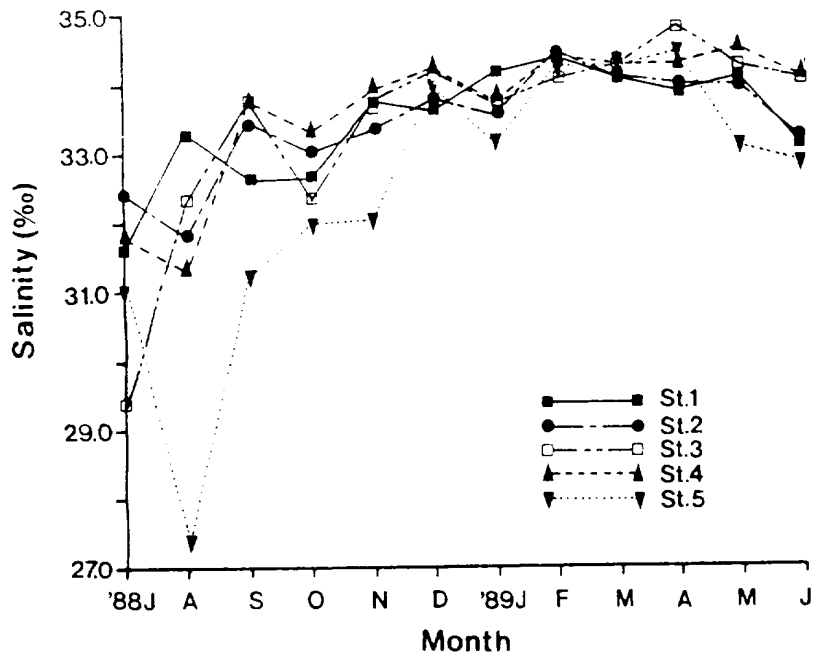


Fig. 3. Monthly variations of salinity around coast line of Cheju Island.

미치지는 않았지만 (Bougis, 1976), 이 보다는 낮게 나타나고 있었다 (Table 1).

Table 1. Monthly variations light intensity in Cheju Island from July, 1988 to June, 1989(Cheju meteorological office).

| Unit : g cal/cm ² /h | | | | Unit : g cal/cm ² /day | | | |
|---------------------------------|-------|---------------|-------|-----------------------------------|-------|--------------|-------|
| 1988 Month | | 1989 Month | | 1988 Date | | 1989 Date | |
| Jul. | 20.35 | Jan. | 3.46 | Jul. 29 | 196.2 | Jan. 25 | 123.3 |
| Aug. | 18.79 | Feb. | 5.43 | Aug. 26 | 362.2 | Feb. 20 | 107.3 |
| Sep. | 13.15 | Mar. | 13.4 | Sep. 27 | 502.7 | Mar. 25 | 379.5 |
| Oct. | 13.46 | Apr. | 16.79 | Oct. 12 | 300.1 | Apr. 17 | 475.5 |
| Nov. | 8.42 | May | 7.2 | Nov. 19 | 91.5 | May 22 | 220.3 |
| Dec. | 5.60 | Jun. | 16.42 | Dec. 13 | 229.6 | Jun. 9 | 117.3 |

3. 1. 2. 화학적 해수특성

1) 용존산소

제주도 해안선 주변해역의 용존산소의 농도 범위는 5.38-11.13 mg/l로 최저치는 옹포에서 6월에, 최고치는 표선에서 10월에 보이고 있었다 (Table 2). 정점별 평균농도 본포는 6.88-8.66 mg/l으로 최저치는 옹포에서, 최고치는 표선에서 나타나고 있지만 표선(10월)을 제외하고는 고른 본포 양상을 보이고 있었다. 월별 평균본포 범위는 6.95-8.92 mg/l로 최저치는 6월에, 최고치는 4월에 보이고 있었다. 모든 정점에서 하계에서 동계로 갈수록 증가하는데 이는 해안선 주변해역이 바람의 영향으로 잘 혼합되고 미생물 활동의 약화 및 수온에 따른 산소 포화도의 영향으로 최 등(1989)은 보고했다.

Table 2. Seasonal variations of dissolved oxygen around coast line of Cheju Island from August, 1988 to June, 1989.

Unit : mg/l

| Station | 1988 | | | 1989 | | | Mean | S. D. |
|---------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| | Aug. | Oct. | Dec. | Feb. | Apr. | Jun. | | |
| 1 | 6.94 | 6.35 | 7.24 | 7.92 | 8.28 | 6.86 | 7.27 | 0.65 |
| 2 | 6.73 | 6.05 | 7.96 | 7.55 | 7.59 | 5.38 | 6.88 | 0.92 |
| 3 | 7.26 | 6.94 | 8.37 | 8.28 | 7.93 | 7.11 | 7.65 | 0.57 |
| 4 | 7.12 | 7.24 | 8.97 | 7.47 | 8.02 | 7.11 | 7.66 | 0.66 |
| 5 | 6.35 | 5.89 | 7.45 | 8.16 | 9.64 | 7.31 | 7.47 | 1.22 |
| 6 | 7.59 | 6.92 | 8.30 | 8.26 | 8.73 | 7.41 | 7.87 | 0.61 |
| 7 | 6.96 | 11.13 | 8.17 | 8.54 | 9.95 | 7.23 | 8.66 | 1.47 |
| 8 | 7.22 | 7.24 | 7.66 | 8.46 | 9.50 | 6.76 | 7.81 | 0.92 |
| 9 | 7.20 | 7.10 | 8.55 | 7.62 | 9.99 | 7.07 | 7.92 | 1.06 |
| 10 | 6.29 | 7.10 | 7.56 | 8.63 | 9.60 | 7.21 | 7.73 | 1.09 |
| Mean | 6.97 | 7.20 | 8.02 | 8.09 | 8.92 | 6.95 | | |
| S. D. | 0.39 | 1.39 | 0.52 | 0.40 | 0.87 | 0.55 | | |

S. D. ; Standard deviation



2) 수소이온 농도

제주도 해안선 주변해역의 수소이온 농도의 변화 범위는 6.62-8.48로 최저지는 용포에서 6월에, 최고지는 표선에서 10월에 보이고 있었다 (Table 3). 정점별 평균농도는 7.97-8.26으로 최저지는 용포에서, 최고지는 표선에서 나타내고 있었다. 월별 평균변화 범위는 7.80-8.27로 최저지는 6월에, 최고지는 11월에 보이고 있고, 하계와 동계에 비해 춘계와 추계에 높음을 나타내는데 이는 식물플랑크톤에 의한 광합성 활동이 높은 지역에서 수소이온 농도가 높게 나타나는 것 (Parson and Takahashi, 1984)과 일치하며, 하계와

Table 3. Seasonal variations of pH around coast line of Cheju Island from August, 1988 to June, 1989.

| Station | 1988 | | | | 1989 | | | | Mean | S. D. |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | Aug. | Oct. | Nov. | Dec. | Feb. | Mar. | Apr. | Jun. | | |
| 1 | 8.12 | 8.13 | 8.26 | 8.11 | 8.08 | 8.22 | 8.11 | 8.04 | 8.13 | 0.07 |
| 2 | 8.12 | 8.07 | 8.22 | 8.17 | 8.11 | 8.23 | 8.19 | 6.62 | 7.97 | 0.51 |
| 3 | 8.18 | 8.13 | 8.19 | 8.21 | 8.14 | 8.26 | 8.27 | 8.08 | 8.18 | 0.06 |
| 4 | 8.25 | 8.19 | 8.26 | 8.23 | 8.16 | 8.21 | 8.15 | 8.06 | 8.19 | 0.06 |
| 5 | 8.26 | 8.11 | 8.22 | 8.18 | 8.17 | 8.20 | 8.24 | 8.11 | 8.19 | 0.05 |
| 6 | 8.27 | 8.28 | 8.30 | 8.22 | 8.19 | 8.23 | 8.25 | 6.92 | 8.08 | 0.44 |
| 7 | 8.25 | 8.48 | 8.42 | 8.22 | 8.17 | 8.25 | 8.29 | 7.99 | 8.26 | 0.14 |
| 8 | 8.21 | 8.16 | 8.22 | 8.12 | 8.17 | 8.17 | 8.29 | 8.01 | 8.17 | 0.08 |
| 9 | 8.21 | 8.18 | 8.22 | 8.00 | 8.17 | 8.13 | 8.38 | 8.04 | 8.17 | 0.11 |
| 10 | 8.14 | 8.12 | 8.36 | 8.11 | 8.19 | 8.29 | 8.29 | 8.09 | 8.20 | 0.09 |
| Mean | 8.20 | 8.19 | 8.27 | 8.16 | 8.16 | 8.22 | 8.25 | 7.80 | | |
| S. D. | 0.06 | 0.11 | 0.07 | 0.07 | 0.03 | 0.04 | 0.07 | 0.52 | | |

S. D. ; Standard deviation

동계가 타계절보다 낮은 이유는 하계는 강우에 의한 육수 유입에 기인된 것으로 생각되며, 동계는 낮은 수온으로 인한 식물플랑크톤의 낮은 광합성 때문이라 생각된다.



3) 영양염류

질산-질소 (Nitrate-Nitrogen)

질산-질소의 농도 범위는 1.11-50.82 $\mu\text{g-at/l}$ 로 최저치는 고산에서 4월에, 최고치는 위미에서 4월에 나타내었다 (Table 4). 점점별 평균농도는 6.89-20.17 $\mu\text{g-at/l}$ 범위로 최저치는 용두암부근에서, 최고치는 위미에서 보이고 있었다. 해역별로는 남부해안역이 타해역보다 월등히 높고, 북부해안역이 낮게 나타내고 있었다. 월별

Table 4. Seasonal variations of Nitrate-N around coast line of Cheju Island from August, 1988 to June, 1989.

Unit : $\mu\text{g-at/l}$

| Station | 1988 | | | | 1989 | | | | Mean | S. D. |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Aug. | Oct. | Nov. | Dec. | Feb. | Mar. | Apr. | Jun. | | |
| 1 | 5.38 | 5.30 | 7.31 | 13.94 | 11.72 | 6.54 | 2.49 | 2.41 | 6.89 | 3.83 |
| 2 | 2.41 | 2.87 | 5.86 | 12.69 | 9.83 | 4.03 | 3.46 | 31.34 | 9.06 | 9.08 |
| 3 | 3.15 | 5.40 | 20.28 | 10.14 | 27.35 | 7.75 | 1.11 | 7.62 | 10.23 | 8.51 |
| 4 | 2.91 | 7.98 | 5.86 | 13.61 | 11.96 | 7.65 | 10.71 | 2.99 | 7.96 | 3.71 |
| 5 | 34.65 | 14.55 | 23.21 | 19.24 | 13.44 | 8.91 | 13.07 | 9.99 | 17.13 | 7.94 |
| 6 | 33.20 | 12.84 | 18.17 | 15.24 | 18.00 | 5.63 | 50.82 | 7.44 | 20.17 | 14.01 |
| 7 | 9.38 | 2.48 | 17.43 | 11.06 | 11.48 | 5.13 | 4.34 | 4.46 | 8.22 | 4.70 |
| 8 | 3.36 | 9.24 | 9.64 | 17.80 | 21.61 | 6.74 | 4.78 | 12.75 | 10.74 | 5.93 |
| 9 | 10.58 | 17.95 | 20.28 | 5.17 | 11.72 | 14.14 | 24.95 | 25.94 | 16.34 | 6.79 |
| 10 | 6.14 | 8.66 | 7.19 | 11.71 | 19.18 | 7.55 | 4.71 | 3.61 | 8.59 | 4.62 |
| Mean | 11.02 | 8.73 | 13.52 | 13.06 | 15.63 | 7.41 | 12.04 | 10.85 | | |
| S. D. | 11.77 | 4.83 | 6.58 | 3.78 | 5.39 | 2.62 | 14.57 | 9.49 | | |

S. D. ; Standard deviation

평균농도 범위는 7.41-15.63 $\mu\text{g-at/l}$ 로 최저치는 3월에, 최고치는 2월에 보이고 있었다. 모든 정점(서귀, 위미, 8월 제외)에서 하계보다는 추계와 동계로 갈수록 증가하고 있음을 볼 수 있었다.

아질산-질소 (Nitrite-Nitrogen)

아질산-질소의 농도 범위는 0-1.12 $\mu\text{g-at/l}$ 로 최저치는 모든 정점에서 4월에, 최고치는 고산에서 2월에 나타내고 있었다 (Table 5). 정점별 평균농도 범위는 0.12-0.46 $\mu\text{g-at/l}$ 로 최저치는 화순에서, 최고치는 서귀에서 보이고 있었다. 월별 평균농도 범위는 0-0.37 $\mu\text{g-at/l}$ 로 최저치는 4월에 모든 정점에서, 최고치는 2월에 보여 동계가 타 계절보다 높음을 알 수 있었다.

암모니아-질소 (Ammonia-Nitrogen)

암모니아-질소의 농도 범위는 0-21.99 $\mu\text{g-at/l}$ 로 최저치는 모든 정점에서 4월에, 최고치는 북촌에서 3월에 나타내었다 (Table 6).

Table 5. Seasonal variations of Nitrite-N around coast line of Cheju Island from August, 1988 to June, 1989.

Unit : $\mu\text{g-at/l}$

| Station | 1988 | | | | 1989 | | | | Mean | S. D. |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | Aug. | Oct. | Nov. | Dec. | Feb. | Mar. | Apr. | Jun. | | |
| 1 | 0.12 | 0.15 | 0.16 | 0.38 | 0.27 | 0.35 | 0.00 | 0.10 | 0.19 | 0.12 |
| 2 | 0.05 | 0.10 | 0.16 | 0.35 | 0.17 | 0.14 | 0.00 | 0.28 | 0.16 | 0.11 |
| 3 | 0.07 | 0.13 | 0.25 | 0.53 | 1.12 | 0.35 | 0.00 | 0.31 | 0.34 | 0.33 |
| 4 | 0.05 | 0.05 | 0.16 | 0.18 | 0.15 | 0.18 | 0.00 | 0.21 | 0.12 | 0.07 |
| 5 | 1.03 | 0.46 | 0.49 | 0.16 | 0.50 | 0.45 | 0.00 | 0.57 | 0.46 | 0.28 |
| 6 | 0.17 | 0.08 | 0.11 | 0.38 | 0.22 | 0.24 | 0.00 | 0.13 | 0.17 | 0.11 |
| 7 | 0.20 | 0.08 | 0.16 | 0.38 | 0.32 | 0.21 | 0.00 | 0.08 | 0.18 | 0.12 |
| 8 | 0.07 | 0.31 | 0.36 | 0.35 | 0.45 | 0.31 | 0.00 | 0.10 | 0.24 | 0.15 |
| 9 | 0.10 | 0.21 | 0.25 | 0.18 | 0.27 | 0.28 | 0.00 | 0.34 | 0.20 | 0.10 |
| 10 | 0.15 | 0.18 | 0.16 | 0.43 | 0.25 | 0.35 | 0.00 | 0.18 | 0.21 | 0.12 |
| Mean | 0.20 | 0.18 | 0.23 | 0.33 | 0.37 | 0.29 | 0.00 | 0.23 | | |
| S. D. | 0.28 | 0.12 | 0.11 | 0.11 | 0.27 | 0.09 | 0.00 | 0.14 | | |

S. D. ; Standard deviation

Table 6. Seasonal variations of Ammonia-N around coast line of Cheju Island from August, 1988 to June, 1989.

Unit : $\mu\text{g-at/l}$

| Station | 1988 | | | | 1989 | | | | Mean | S. D. |
|---------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| | Aug. | Oct. | Nov. | Dec. | Feb. | Mar. | Apr. | Jun. | | |
| 1 | N D | N D | 4.62 | 2.19 | 0.14 | N D | N D | 1.94 | 1.11 | 1.58 |
| 2 | 0.36 | N D | 2.60 | 0.33 | N D | N D | N D | 0.19 | 0.43 | 0.83 |
| 3 | N D | 1.96 | 2.09 | 0.53 | 0.86 | N D | N D | 0.28 | 0.71 | 0.81 |
| 4 | N D | 0.39 | 0.76 | 0.33 | 0.07 | 1.79 | N D | N D | 0.42 | 0.58 |
| 5 | 4.65 | 15.10 | 4.43 | 0.36 | N D | 1.45 | N D | 1.11 | 3.39 | 4.76 |
| 6 | 0.51 | N D | N D | 0.20 | N D | N D | N D | N D | 0.09 | 0.17 |
| 7 | 0.22 | 7.19 | 0.38 | 0.07 | N D | 0.17 | N D | 0.65 | 1.08 | 2.32 |
| 8 | 0.73 | 6.14 | 2.98 | 1.19 | 0.76 | N D | N D | 1.02 | 1.60 | 1.92 |
| 9 | N D | 1.57 | 2.09 | 4.11 | N D | 10.14 | N D | N D | 2.24 | 3.29 |
| 10 | 0.46 | 1.05 | 0.06 | 0.19 | N D | 21.99 | N D | N D | 2.97 | 7.20 |
| Mean | 0.69 | 3.34 | 2.00 | 0.95 | 0.18 | 3.55 | 0.00 | 0.52 | | |
| S. D. | 1.34 | 4.62 | 1.61 | 1.22 | 0.32 | 6.82 | 0.00 | 0.62 | | |

S. D. ; Standard deviation N D ; None detect

정점별 평균농도 범위는 0.09-3.39 $\mu\text{g-at/l}$ 로 최저치는 위미에서, 최고치는 서귀에서 보이고 있었다. 월별 평균농도 범위는 0-3.55 $\mu\text{g-at/l}$ 로 최저치는 4월에, 최고치는 3월에 보여 춘계와 추계가 증가하고, 다른 계절은 비슷한 분포를 보이고 있었다.

인산-인 (Phosphate-phosphorus)

인산-인의 농도 범위는 0-1.48 $\mu\text{g-at/l}$ 로 최저치는 용두암부근에서 6월에, 최고치는 서귀에서 8월에 나타내었다 (Table 7). 정점별 평균 농도 범위는 0.23-0.64 $\mu\text{g-at/l}$ 로 최저치는 용두암부근에서, 최고치는 서귀에서 보이고 있었다. 월별 평균농도 범위는 0.19-0.60 $\mu\text{g-at/l}$ 로 최저치는 4월에, 최고치는 2월에 보이고 있고, 정점마다 2월에 최고치에 도달한 것을 제외하고는 불규칙한 분포를 보이고 있었다.

Table 7. Seasonal variations of Phosphate-P around coast line of Cheju Island from August, 1988 to June, 1989.

Unit : $\mu\text{g-at/l}$

| Station | 1988 | | | | 1989 | | | | Mean | S. D. |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | Aug. | Oct. | Nov. | Dec. | Feb. | Mar. | Apr. | Jun. | | |
| 1 | 0.12 | 0.24 | 0.19 | 0.33 | 0.48 | 0.42 | 0.03 | 0.00 | 0.23 | 0.16 |
| 2 | 0.05 | 0.10 | 0.26 | 0.22 | 0.40 | 0.40 | 0.37 | 0.25 | 0.26 | 0.12 |
| 3 | 0.08 | 0.29 | 0.46 | 0.16 | 0.38 | 0.43 | 0.30 | 0.43 | 0.32 | 0.13 |
| 4 | 0.03 | 0.31 | 0.26 | 0.22 | 0.31 | 0.21 | 0.14 | 0.65 | 0.27 | 0.17 |
| 5 | 1.48 | 1.09 | 0.40 | 0.14 | 0.52 | 0.50 | 0.29 | 0.73 | 0.64 | 0.42 |
| 6 | 0.19 | 0.27 | 0.18 | 0.14 | 0.40 | 0.36 | 0.08 | 0.44 | 0.26 | 0.12 |
| 7 | 0.15 | 0.13 | 0.19 | 0.20 | 0.77 | 0.36 | 0.11 | 0.01 | 0.24 | 0.22 |
| 8 | 0.08 | 0.24 | 0.25 | 0.23 | 0.92 | 0.42 | 0.21 | 0.43 | 0.35 | 0.24 |
| 9 | 0.13 | 0.41 | 0.46 | 0.67 | 0.88 | 0.52 | 0.25 | 0.45 | 0.47 | 0.22 |
| 10 | 0.23 | 0.36 | 0.20 | 0.27 | 0.92 | 0.42 | 0.15 | 0.26 | 0.35 | 0.23 |
| Mean | 0.25 | 0.34 | 0.29 | 0.26 | 0.60 | 0.40 | 0.19 | 0.36 | | |
| S. D. | 0.41 | 0.26 | 0.11 | 0.15 | 0.23 | 0.08 | 0.10 | 0.23 | | |

S. D. ; Standard deviation

규산-규소 (Silicate-silicon)

규산-규소의 농도 범위는 4.09-71.28 $\mu\text{g-at/l}$ 로 최저치는 화순에서 8월에, 최고치는 세화에서 4월에 나타내었다 (Table 8). 정점별 평균 농도 범위는 7.58-39.45 $\mu\text{g-at/l}$ 로 최저치는 화순에서, 최고치는 세화에서 보이고 있었다. 월별 평균농도 범위는 8.28-21.54 $\mu\text{g-at/l}$ 로 최저치는 11월에, 최고치는 6월에 보여 하계와 동계가 타 계절보다 높게 나타났다.

이상의 영양염류 본포 특성중에서 제주 남부해안선 주변역이 다른 해안선 주변역보다 질산-질소, 아질산-질소, 인산-인, 규산-규소등이 높게 나타났다. 최 등(1989)이 제주도 해안선 주변의 해수특성을 조사한 자료에 의하면 해안선 주변의 영양염류 본포는 제주 주변 연안역 보다는 높은 농도로, 이는 육상 유입 물질에 의한 영향이라고 하였고, 특히 인산염에 비해 질소의 함유율이 높다고 하였으며,



Table 8. Seasonal variations of Silicate-Si around coast line of Cheju Island from August, 1988 to June, 1989.

Unit : $\mu\text{g-at/l}$

| Station | 1988 | | | | 1989 | | | | Mean | S. D. |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Aug. | Oct. | Nov. | Dec. | Feb. | Mar. | Apr. | Jun. | | |
| 1 | 9.14 | 7.48 | 5.38 | 9.15 | 11.79 | 8.07 | 4.70 | 9.38 | 8.14 | 2.14 |
| 2 | 4.59 | 5.20 | 5.59 | 12.42 | 8.12 | 6.86 | 7.18 | 15.04 | 8.12 | 3.47 |
| 3 | 5.81 | 6.91 | 5.59 | 8.49 | 11.16 | 6.10 | 7.43 | 16.36 | 8.48 | 3.43 |
| 4 | 4.09 | 7.59 | 6.37 | 7.05 | 8.90 | 6.91 | 10.30 | 9.46 | 7.58 | 1.84 |
| 5 | 43.32 | 16.94 | 12.79 | 13.70 | 10.74 | 8.83 | 12.77 | 20.30 | 17.42 | 10.34 |
| 6 | 42.16 | 16.52 | 6.73 | 11.96 | 23.58 | 6.10 | 45.09 | 17.60 | 21.22 | 14.02 |
| 7 | 15.90 | 9.72 | 7.40 | 9.30 | 16.24 | 9.94 | 10.64 | 13.31 | 11.56 | 3.02 |
| 8 | 6.11 | 18.50 | 10.35 | 7.31 | 22.01 | 8.98 | 14.95 | 35.86 | 15.51 | 9.29 |
| 9 | 15.35 | 37.77 | 16.15 | 67.22 | 16.51 | 24.27 | 71.28 | 67.04 | 39.46 | 23.53 |
| 10 | 6.61 | 11.07 | 6.42 | 21.42 | 22.90 | 12.56 | 10.35 | 11.10 | 12.80 | 5.78 |
| Mean | 15.31 | 13.77 | 8.28 | 16.80 | 15.20 | 9.86 | 19.47 | 21.54 | | |
| S. D. | 14.27 | 9.15 | 3.46 | 17.28 | 5.62 | 5.16 | 20.41 | 16.83 | | |

S. D. ; Standard deviation

지역적인 특성은 서귀해역에서 주변 육수의 유입으로 인해 영양염류가 타 해역보다 높게 나타나고 있다고 보고하였다.

3. 2. 식물플랑크톤 군집의 구조 및 동태

3. 2. 1. 군집구조

1) 종조성

전 조사기간 중 식물플랑크톤의 총 출현종수는 268종으로 미동정된 종이 10종으로 나타났다. 종류별 출현종수를 살펴보면 규조류가 16과 68속 217종, 와편모조류가 9과 11속 34종이고 이외에 규질편모조류 (silicoflagellates)가 1과 2속 4종, 유글레나 2과 2속 4종, 남조류가 2과 7속 9종이 출현하였다 (Appendix). 출현종의 구성 비율은 규조류가 80.9%, 와편모조류가 12.7%, 규질편모조류와 유글레나류가 각각 1.5%, 남조류는 3.4%를 차지하였다. 식물플랑크톤 군집내에서 각 종류의 구성 비율은 해역에 따라 다른데, 이 (1989)는 제주도 북방 탐동연안 해역에서 식물플랑크톤 출현종수 123종류 중 규조류가 69.9%, 와편모조류가 30.1%를, 고와전 (1984)은 제주 삼양 연안역에서 출현종수 118종 중 규조류 73.3%, 와편모조류 24.1%, 남조류 0.9%, 규질편모조류는 1.7%를, 심과박 (1980)은 한국남서해역에서 출현종수 123종 중 규조류 80.5%, 와편모조류 16.3%, chryptophyceae 0.8%, 규질편모조류 1.63%, 유글레나류는 0.8%를 차지하여 제주 해역은 규조류 구성 비율이 높게 나타남을 알 수 있었다 (Fig. 4).

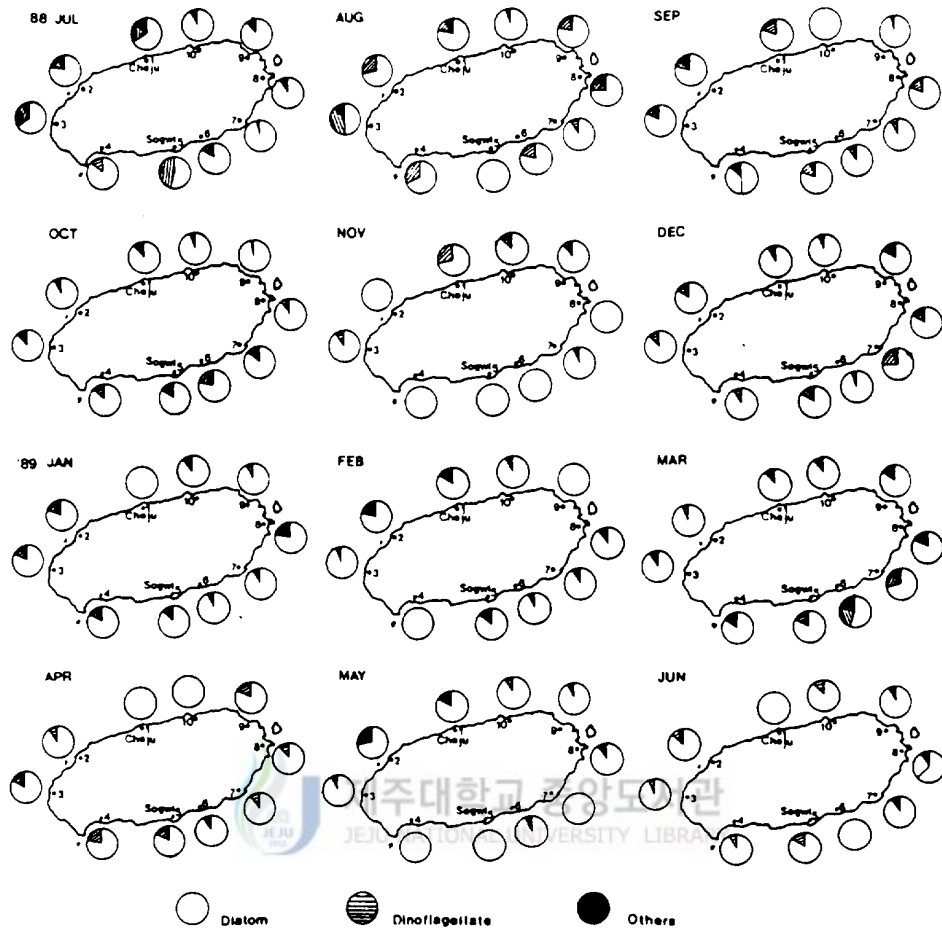


Fig. 4. Monthly composition ratio of phytoplankton around coast line of Cheju Island.

월별 출현종수는 1988년 7월에 125종으로 가장 많고 1989년 3월에 52종으로 가장 적었다. 출현 변화는 7월에 최고치를 보이다가 8-10월과 12월은 91-96종으로 비슷한 출현종수를 보였으며, 11월과 1월에 66종으로 감소하여 다시 2월, 5-6월은 80-83종이, 3월에는 52종으로 최저 출현종수를 보였으며 4월에 67종으로 증가하는 경향을

보이고 있었다 (Fig. 5). 정점별 출현종수는 세화에서 128종으로 가장 많았고 화순이 83종으로 가장 적었다. 제주 해안선 주변에서의 총 출현종수는 대부분 규조류에 의해 유지되고 있고, 와편모조류는 출현종수가 적지만 하계에 높고, 동계에 일시 증가하였다가 춘계에 감소하였다. 이외에 규질편모조류, 남조류, 유글레나 등은 불규칙한 월별 출현을 하였지만 정점별로 고른 출현을 보였다 (Fig. 6). 정점별

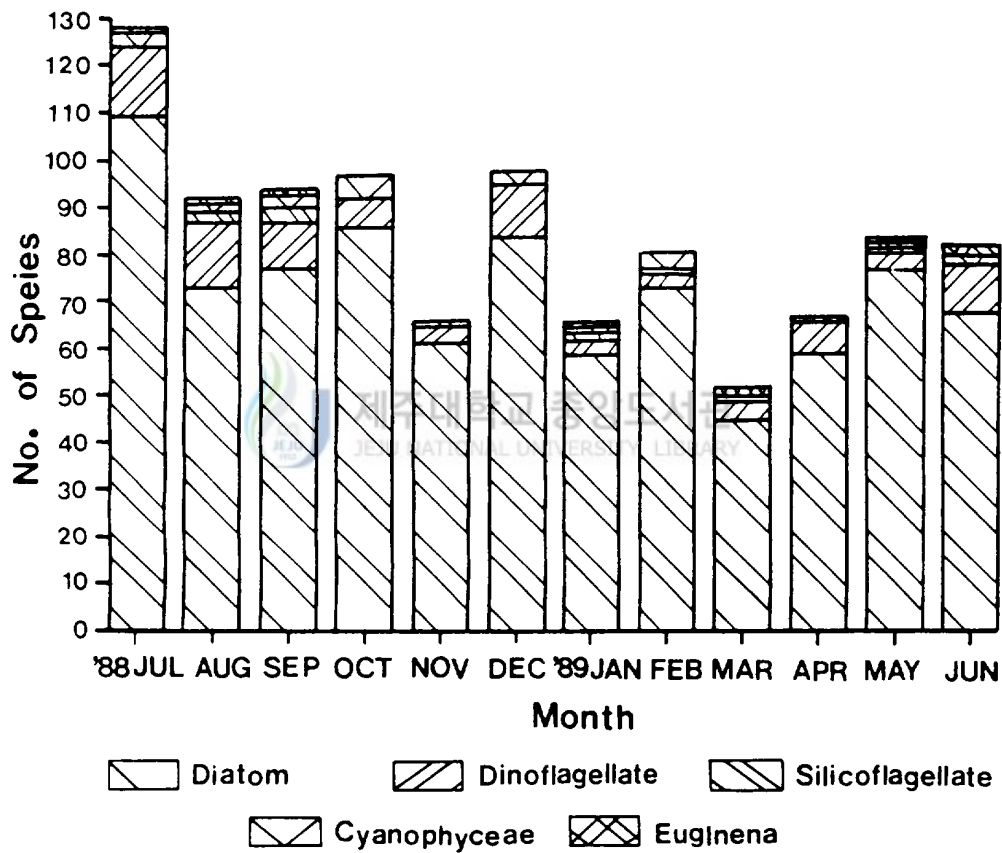


Fig. 5. Monthly variations of number of species around coast line of Cheju Island.

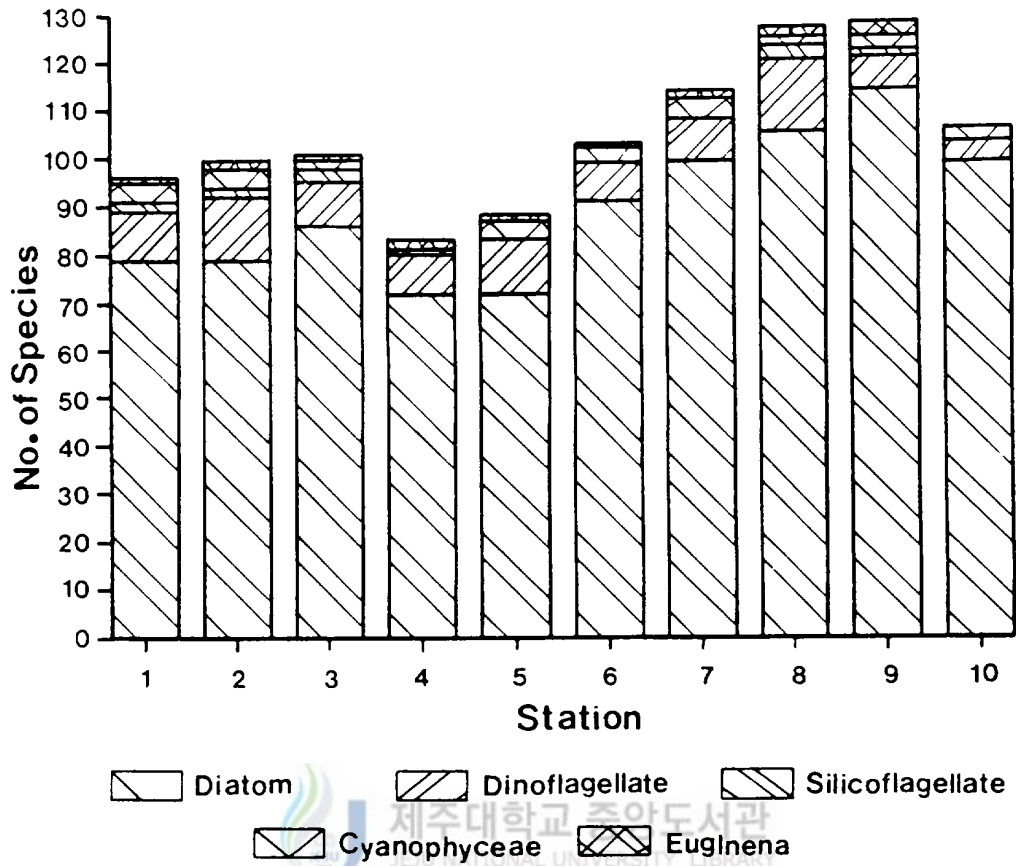


Fig. 6. Regional variations of number of species around coast line of Cheju Island.

식물플랑크톤의 종수는 계절에 따라 차이가 심하고 남부와 동부 해역이 타 해역보다 높은 종수를 보였고 하계가 타 계절보다 많은 출현종수를 보이고 있었다.

조사기간 중 모든 달에 출현한 규조류는 *Achnanthes brevipes*, *Achnanthes longipes*, *Amphora coffeaeformis*, *Biddulphia pulchella*, *Cocconeis pseudomarginata*, *Cocconeis scutellum*, *Grammatophora*

marina, *Licmophora lyngbyei*, *Paralia sulcata*, *Thalassiosira rotula* 등 10종, 와편모조류는 *Scrippsiella trochoidea* 1종으로 모두 11종이 출현했다(Table 9).

전 정점에 모두 출현한 규조류는 *Achnanthes brevipes*, *Achnanthes longipes*, *Asterionella formosa*, *Bacillaria paxillifer*, *Biddulphia obtusa*, *Biddulphia pulchella*, *Cocconeis pseudomarginata*, *Cocconeis scutellum*, *Coscinodiscus marginatus*, *Coscinodiscus radiatus*, *Cylindrotheca closterium*, *Diploneis splendica*, *Fragillaria islandica*, *Grammatophora marina*, *Licmophora lyngbyei*, *Navicula cancellata*, *Navicula complanata*, *Nitzschia longissima*, *Nitzschia pacifica*, *Paralia sulcata*, *Pleurosigma affine*, *Rhabdonema arcuatum*, *Synedra pelagica*, *Synedra tabulata*, *Synedra ulna*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiosira rotula*, *Triceratium americanum* 등 28종, 와편모조류로는 *Prorocentrum balticum*, *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum triestinum* 등 3종, 남조류는 *Trichodesmium erythraeum* 1종으로 모두 32종이 출현하였다. 조사기간중 전 정점에 걸쳐 공통적으로 나타나는 종은 *Achnanthes brevipes*, *Achnanthes longipes*, *Biddulphia pulchella*, *Cocconeis pseudomarginata*, *Cocconeis scutellum*, *Grammatophora marina*, *Licmophora lyngbyei*, *Paralia sulcata*, *Thalassiosira rotula* 등 모두 9종으로 이들 중 대부분이 저생성 및 일시부유성인 규조류이었다. 출현빈도로서 5회이상 출현한 종수를 정점별로 살펴보면, 용두암부근 해역에서는 8종, 응포에서 13종, 고산에서 9종, 화순에서

Table 9. Monthly distribution of phytoplankton occurred around coast line of Cheju Island from August, 1988 to June, 1989.

| Species Name | Year | 1988 | | | | | | 1989 | | | | | | Freq. |
|-----------------------------------|------|-------|---|---|---|----|----|------|---|---|---|---|----|-------|
| | | Month | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Diatoms | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Achnanthes brevipes</i> | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 12 |
| <i>Achnanthes delicatula</i> | | | | | | | | * | | | | * | 1 | |
| <i>Achnanthes javanica</i> | | * | | | | | | * | | | | | 2 | |
| <i>Achnanthes longipes</i> | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 12 | |
| <i>Actinocyclus moniliformis</i> | | * | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Actinoptychus senarius</i> | | | | | * | * | | * | * | | | * | 6 | |
| <i>Actinoptychus splendens</i> | | | | | | * | * | | | | | | 2 | |
| <i>Amphiprora alata</i> | | | | | * | * | * | | * | | * | * | 6 | |
| <i>Amphora angusta</i> | | * | * | * | | | | | | | | * | 4 | |
| <i>Amphora coffeaeformis</i> | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 12 | |
| <i>Amphora costata</i> | | * | | * | | | * | * | | | * | * | 6 | |
| <i>Amphora decussata</i> | | | | | | * | | | | * | * | * | 4 | |
| <i>Amphora hyalina</i> | | * | * | * | | | | * | | | * | * | 5 | |
| <i>Amphora laevis</i> | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 11 | |
| <i>Amphora lineolata</i> | | * | * | * | * | | * | | | * | * | * | 8 | |
| <i>Amphora ovalis</i> | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 9 | |
| <i>Amphora proteus</i> | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 7 | |
| <i>Amphora quadrata</i> | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 4 | |
| <i>Amphora truncata</i> | | | | | | | * | | | * | | | 2 | |
| <i>Amphora typica</i> | | | | | | * | | * | | | | | 2 | |
| <i>Arachnoidiscus ehrenbergii</i> | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 11 | |
| <i>Arachnoidiscus ornatus</i> | | | | | * | | | | | | | | 1 | |
| <i>Asterionella formosa</i> | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 8 | |
| <i>Asterionella gracialis</i> | | | | | * | | * | | | * | | | 3 | |
| <i>Asterionella kariana</i> | | | | | | | | | | * | * | * | 6 | |
| <i>Auricula insecta</i> | | | | | | | | * | | | | | 2 | |
| <i>Bacillaria paxillifer</i> | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 11 | |
| <i>Bacteriastrium biconicum</i> | | | | | | | | | | * | | | 1 | |
| <i>Bacteriastrium comosum</i> | | | | | | * | | | | * | | | 1 | |
| <i>Bacteriastrium varians</i> | | | | | | * | | | | | | | 1 | |
| <i>Bellerophon malleus</i> | | | * | * | * | * | | * | * | | | * | 7 | |
| <i>Biddulphia obtusa</i> | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 11 | |
| <i>Biddulphia pulchella</i> | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 12 | |
| <i>Biddulphia reticulata</i> | | * | * | | | | | | | | | | 2 | |
| <i>Campylodiscus incertus</i> | | * | | | | * | | | | | | | 2 | |
| <i>Campylodiscus raifsii</i> | | * | | | | * | | | * | * | * | | 5 | |
| <i>Campylodiscus taeniatus</i> | | | | | * | | | * | | * | * | | 3 | |
| <i>Campylodiscus undulatus</i> | | * | | * | | | | * | | | | | 3 | |
| <i>Campylosira cymbelliformis</i> | | * | | | | | | | | | * | | 2 | |
| <i>Cerataulina pelagica</i> | | | | | | * | | | | | | | 1 | |
| <i>Chaetoceros affine</i> | | | | | | * | | * | | | | | 2 | |
| <i>Chaetoceros breve</i> | | | | | | * | | | | | | | 1 | |
| <i>Chaetoceros constrictus</i> | | | | | | | | * | | | | | 1 | |
| <i>Chaetoceros costatum</i> | | | * | * | | | | | | | | | 2 | |
| <i>Chaetoceros curvisetus</i> | | | | | | | | | | * | * | * | 3 | |
| <i>Chaetoceros debilis</i> | | | | | | | | | | * | * | | 2 | |
| <i>Chaetoceros decipiens</i> | | | * | * | | | | * | | * | | | 4 | |
| <i>Chaetoceros densum</i> | | | | | | | | * | | | | | 1 | |

continued

| Species Name | Year | | 1988 | | | | | | 1989 | | | | | | Freq. |
|--|-------|--|------|---|---|----|----|----|------|---|---|---|---|---|-------|
| | Month | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| <i>Chaetoceros divotus</i> | | | | | | | | * | | | | | | | 1 |
| <i>Chaetoceros luciniosus</i> | | | | | | | | | * | | | | | | 1 |
| <i>Chaetoceros lauderi</i> | | | * | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Chaetoceros messinensis</i> | | | | * | | | | | | | * | | | | 2 |
| <i>Chaetoceros pelagicus</i> | | | * | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Chaetoceros socialis</i> | | | * | | | | | | | | * | * | * | | 4 |
| <i>Climacodium frauenfeldianum</i> | | | * | | * | | | | | | | | | | 2 |
| <i>Climacosphenia montigera</i> | | | * | * | * | * | * | * | | | | | * | * | 8 |
| <i>Cocconeis heteroides</i> | | | | | | | | * | | | | | | | 1 |
| <i>Cocconeis pediculus</i> | | | * | | | | | * | * | * | | | * | * | 6 |
| <i>Cocconeis pellicula</i> | | | * | * | | * | | | | * | | | * | | 5 |
| <i>Cocconeis placentula</i> | | | * | | | | | * | | | | | * | | 3 |
| <i>Cocconeis pseudomarginata</i> | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 12 |
| <i>Cocconeis scutellum</i> | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 12 |
| <i>Corethron criophilum</i> | | | | | * | | | * | | | | | | | 2 |
| <i>Coscinodiscus centralis</i> | | | * | | | | | | | * | | | | | 2 |
| <i>Coscinodiscus centralis v. pacifica</i> | | | | | | * | | | * | | | | | | 2 |
| <i>Coscinodiscus curvatus</i> | | | | | | | | * | * | | | | | | 2 |
| <i>Coscinodiscus devius</i> | | | | | | | | * | * | | | | | | 2 |
| <i>Coscinodiscus gigas</i> | | | | | | | | | | * | * | | * | * | 4 |
| <i>Coscinodiscus marginato-lineatus</i> | | | * | | | * | | * | * | * | | | * | * | 7 |
| <i>Coscinodiscus marginatus</i> | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | * | | 10 |
| <i>Coscinodiscus oculus iridis</i> | | | | | | | | | | * | * | | | | 2 |
| <i>Coscinodiscus rubrus</i> | | | * | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 10 |
| <i>Coscinodiscus stellaris</i> | | | | | | | | | * | | | | | | 1 |
| <i>Cyclotella comta</i> | | | | | * | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> | | | | * | * | | | | | | | | | | 2 |
| <i>Cylindrotheca closterium</i> | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 10 |
| <i>Cymbella cistula</i> | | | * | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Diatoma elongatum</i> | | | | | | | | | | | | | * | | 2 |
| <i>Diatoma hyalinum</i> | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Diploneis fusca</i> | | | | | | * | | | | * | | | | | 3 |
| <i>Diploneis fusca v. hyperborea</i> | | | | | | | * | | | | | | | | 1 |
| <i>Diploneis splendida</i> | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 11 |
| <i>Diploneis sp.</i> | | | | | | | | | | * | | | | | 1 |
| <i>Ditylum brightwellii</i> | | | * | | | | | | | * | | | * | | 3 |
| <i>Ditylum sol</i> | | | | | | | | | | * | | | | | 1 |
| <i>Donkinia recta v. intermedia</i> | | | * | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Donkinia sp.</i> | | | | | | | | * | | | | | | | 1 |
| <i>Eucampia zoodiacus</i> | | | | | | | | | | * | | | | | 1 |
| <i>Fragilaria crotonensis</i> | | | * | | | * | | | | | | | | | 2 |
| <i>Fragilaria islandica</i> | | | * | * | * | * | | * | * | * | * | * | * | * | 10 |
| <i>Fragilaria striatula</i> | | | * | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Gomphonema constrictum</i> | | | * | * | | * | | * | | | | | | | 4 |
| <i>Grammatophora angulata</i> | | | * | | * | * | * | * | | | | | * | | 6 |
| <i>Grammatophora marina</i> | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 12 |
| <i>Grammatophora oceanica</i> | | | * | | | | | * | | | | | | | 2 |
| <i>Grammatophora serpentina</i> | | | * | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Guinardia flaccida</i> | | | | * | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Gyrosigma rectum</i> | | | | | * | * | | | | | | | | | 2 |

continued

| Species Name | Year | | 1989 | | | | | | | | | | | | Freq. |
|--------------------------------------|-------|---|------|---|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| | Month | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| <i>Gyresigma tenuirostris</i> | * | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Gyresigma</i> sp. | | | | * | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Hantzschia marina</i> | | | | | | | | | | | | * | | | 1 |
| <i>Hastula gigantea</i> | * | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Hemiallus hauckii</i> | | | | | | | * | | | | * | | | | 2 |
| <i>Hemiallus sinensis</i> | | | | | | | * | | | | | | | | 1 |
| <i>Hyalodiscus radiatus</i> | | | | * | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Hyalodiscus stelliger</i> | | | | | | | | | | | * | | | | 1 |
| <i>Isthmia enervis</i> | * | * | * | * | * | | | | | | | | * | | 6 |
| <i>Lauderia unmulata</i> | | | * | | * | * | | * | * | | | | | | 5 |
| <i>Leptocylindrus danicus</i> | * | * | | | * | * | | | | | | * | * | | 6 |
| <i>Leptocylindrus minimus</i> | * | | | | | * | * | | | | | | | | 3 |
| <i>Licmophora flabellata</i> | | * | * | * | * | * | | * | * | * | * | * | * | * | 9 |
| <i>Licmophora lyngbyei</i> | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 12 |
| <i>Mastogloia minuta</i> | * | | | * | | * | | | | * | | * | | | 5 |
| <i>Mastogloia</i> sp. | | | | * | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Melosira borneri</i> | * | * | * | * | * | | | | | | | * | | | 5 |
| <i>Melosira islandica</i> | | * | * | | * | | | | | * | * | | | | 5 |
| <i>Melosira juergensi</i> | * | * | | | | | * | | | | | | | | 3 |
| <i>Melosira nummuloides</i> | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 11 |
| <i>Melosira undulata</i> | | | | | | | | * | | | | | | | 1 |
| <i>Melosira varians</i> | | | | | | * | | | | | | | | | 1 |
| <i>Navicula cancellata</i> | * | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 10 |
| <i>Navicula complanata</i> | * | * | * | * | * | * | | * | * | * | * | * | * | * | 9 |
| <i>Navicula directa</i> | | | | | * | | * | | | | | | | | 2 |
| <i>Navicula distans</i> | | * | | * | | | | | | | | * | | | 3 |
| <i>Navicula gracilis</i> | * | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Navicula libellus</i> | * | | | | | | * | | | | | | | | 2 |
| <i>Navicula lyra</i> | | * | * | | | | | | * | | | | | | 3 |
| <i>Navicula murina</i> | * | | | | | | * | | | | * | | | | 4 |
| <i>Navicula scutiformis</i> | * | | | | | | * | | | | | | | | 1 |
| <i>Navicula</i> sp. | | | | * | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 3 |
| <i>Neidium dibium</i> | * | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Nitzschia constricta</i> | * | * | | * | | | | | | | | | | | 3 |
| <i>Nitzschia delicatissima</i> | * | * | | | | * | * | | | | | | | | 4 |
| <i>Nitzschia frigida</i> | * | | | | | | * | * | | | | * | | | 2 |
| <i>Nitzschia lanceolata</i> | * | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Nitzschia longissima</i> | * | * | * | * | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 9 |
| <i>Nitzschia pacifica</i> | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 10 |
| <i>Nitzschia punduriformis</i> | * | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Nitzschia seriata</i> | * | * | | | | * | | | | | * | * | * | * | 5 |
| <i>Nitzschia sigma</i> | * | * | * | * | * | * | | * | * | * | * | * | * | * | 9 |
| <i>Nitzschia sigma v. intermedia</i> | | * | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Nitzschia socialis</i> | * | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Nitzschia spathulata</i> | * | | | | | | * | | * | | * | | * | * | 4 |
| <i>Nitzschia subtilis</i> | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 10 |
| <i>Nitzschia vitrea</i> | * | * | | | | | | | | | | * | | | 3 |
| <i>Nitzschia</i> sp. | | | | | | | | | * | | | | | | 1 |
| <i>Odontella aurita</i> | | | | | | | | | | | | * | | | 1 |
| <i>Odontella rhombus</i> | * | | | * | | * | | | | | | * | | | 4 |

continued

| Species Name | Year | | 1988 | | | | | | 1989 | | | | | | Freq. |
|--|-------|--|------|---|---|----|----|----|------|---|---|---|---|---|-------|
| | Month | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| <i>Odontella sinensis</i> | | | | | | | | * | * | * | | | | | 3 |
| <i>Paralia sulcata</i> | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 12 |
| <i>Pinnularia rectangulata</i> | | | | | | | | | | | | | * | | 1 |
| <i>Pleurosigma affine</i> | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | | | 10 |
| <i>Pleurosigma angulatum</i> | | | * | | * | * | | * | * | | | | * | * | 7 |
| <i>Pleurosigma elongatum</i> | | | * | | | | | | | * | | | * | | 3 |
| <i>Pleurosigma intermedium</i> | | | | | * | * | | | | | | | | * | 3 |
| <i>Pleurosigma longum</i> | | | * | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Pleurosigma normanii</i> | | | * | | | | | | | | | * | | | 2 |
| <i>Pleurosigma pelagicum</i> | | | * | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Pleurosigma rectum</i> | | | * | | | | * | | | | | | | | 2 |
| <i>Pleurosigma salinum</i> | | | | * | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Podocystis spathulata</i> | | | | | * | | | * | | * | | | | | 3 |
| <i>Pseudo Eunotia doliolus</i> | | | | | | * | | | | | | | | | 1 |
| <i>Rhabdonema adriaticum</i> | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 11 |
| <i>Rhabdonema arcuatum</i> | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 10 |
| <i>Rhizosolenia alata</i> | | | | * | | | | | | | | | | * | 2 |
| <i>Rhizosolenia calcar avis</i> | | | | * | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Rhizosolenia hebetata</i> | | | | | * | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Rhizosolenia hebetata f. hiemalis</i> | | | | | * | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Rhizosolenia setigera</i> | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | | 7 |
| <i>Rhizosolenia styliiformis</i> | | | | * | | | | * | | | | | * | | 3 |
| <i>Rhoicosphenia curvata</i> | | | * | * | * | | | | | * | | | | * | 5 |
| <i>Skeletonema costatum</i> | | | * | | | | | * | | * | | | | | 3 |
| <i>Skeletonema subsalsum</i> | | | | | | * | | | | | | | * | | 2 |
| <i>Striatella unipunctata</i> | | | * | | * | * | | | | * | * | * | * | * | 8 |
| <i>Surirella armoricana</i> | | | | | | | | * | | | | | | | 1 |
| <i>Surirella cuneata</i> | | | * | * | * | * | * | * | | | | * | * | * | 9 |
| <i>Surirella elegans</i> | | | * | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Surirella eximia</i> | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Surirella spiralis</i> | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Synedra cyclopus</i> | | | | | * | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Synedra flugens</i> | | | | | * | | | | | * | | | | * | 3 |
| <i>Synedra formosa</i> | | | | | | | | * | * | | | | | | 2 |
| <i>Synedra pelagica</i> | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 11 |
| <i>Synedra pulchella</i> | | | | | | | | | | | | | * | | 1 |
| <i>Synedra robusta</i> | | | | * | * | | | | | | | | | | 2 |
| <i>Synedra subtilis</i> | | | | * | * | * | | | | | | | | * | 4 |
| <i>Synedra tabulata</i> | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 11 |
| <i>Synedra tenera</i> | | | * | | * | * | | * | * | * | * | * | * | * | 8 |
| <i>Synedra ulna</i> | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 11 |
| <i>Synedra undulata</i> | | | | * | * | * | | | | | | | | | 3 |
| <i>Tabellaria fenestrata</i> | | | | | * | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Thalassionema nitzschioides</i> | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 10 |
| <i>Thalassiosira anguste lineata</i> | | | | | | | | | | | | * | | | 1 |
| <i>Thalassiosira baltica</i> | | | | * | | | | | | | | | * | | 2 |
| <i>Thalassiosira condensata</i> | | | | | | | | | | | * | | | | 1 |
| <i>Thalassiosira eccentrica</i> | | | * | * | * | * | * | * | | | * | | | | 7 |
| <i>Thalassiosira gravida</i> | | | | * | * | | * | * | | | | | * | * | 4 |
| <i>Thalassiosira hyalina</i> | | | * | | | | * | | * | | | * | * | | 5 |

continued

| Species Name | Year | | 1988 | | | | | | 1989 | | | | | | Freq. |
|---|-------|---|------|---|---|----|----|----|------|---|---|---|---|---|-------|
| | Month | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| <i>Thalassiosira leptopus</i> | | | | | * | | | | | * | | | | | 2 |
| <i>Thalassiosira nordenskiöldii</i> | | | | | * | | | * | | * | | | | | 3 |
| <i>Thalassiosira rotula</i> | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 12 |
| <i>Thalassiosira subtilis</i> | | | | | * | | | | | * | | | | | 2 |
| <i>Thalassiosira weissflogii</i> | | | | | | | | | * | | | * | | | 2 |
| <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> | | * | | * | * | * | * | | | | | | | | 5 |
| <i>Thalassiothrix longissima</i> | | * | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Trachyneis aspera</i> | | | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | 10 |
| <i>Triceratium americanum</i> | | * | | | | * | * | * | | * | * | * | * | * | 4 |
| <i>Triceratium favus</i> | | * | | | * | * | * | | | * | | | | | 5 |
| <i>Triceratium gibbosum</i> | | | | * | * | * | * | | | | | * | * | | 1 |
| <i>Trigonium arcticum v. quinquelobatum</i> | | | * | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Trigonium sp.</i> | | | | | * | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Tropidoneis antarctica v. polyplasta</i> | | | | * | | | * | * | | | | | | | 3 |
| <i>Tropidoneis elegans</i> | | | * | | * | | * | * | | | | | | | 3 |
| <i>Tropidoneis lepidoptera</i> | | * | | | * | | | * | | | | | | | 3 |
| <i>Tropidoneis longa</i> | | * | * | | | | | | * | | | | | | 2 |
| <i>Tropidoneis vanheurckii</i> | | * | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Tropidoneis vitrea</i> | | | | | | * | | | | | | | | | 1 |
| Dinoflagellates | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ceratium furca</i> | | * | * | | | * | | | | | | | | * | 3 |
| <i>Ceratium kofoidii</i> | | | | | | | | * | | | | | | | 2 |
| <i>Ceratium longipes</i> | | | | | | | | * | | | | | | | 1 |
| <i>Ceratium tripos</i> | | | | | | | * | | | | | | | | 1 |
| <i>Dinophysis caudata</i> | | | | * | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Dinophysis infundibulus</i> | | | | * | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Dinophysis ovum</i> | | | | | * | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Gonyaulax polyedra</i> | | * | * | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Gonyaulax polygramma</i> | | * | * | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Gonyaulax turynaii</i> | | * | * | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Gymnodinium breve</i> | | * | * | * | | | | | | | | | | | 3 |
| <i>Gymnodinium conicum</i> | | * | | | | | * | | | | | | | | 2 |
| <i>Gymnodinium lohmanni</i> | | * | | | | | | * | | | | | | | 1 |
| <i>Gymnodinium rhomboides</i> | | * | | | | | | * | | | | | | | 1 |
| <i>Gymnodinium sanguineum</i> | | * | | | | | | * | | | | | | | 2 |
| <i>Heterocapsa triquetra</i> | | | | * | | | | | | | | * | * | | 1 |
| <i>Noctiluca scintillans</i> | | | | | | | | | | | * | | * | | 2 |
| <i>Oxytoxum laticeps</i> | | | * | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Oxytoxum milneri</i> | | | | * | | | * | | | | | | | | 2 |
| <i>Oxytoxum scolopax</i> | | | | * | | | | * | | | | | | | 1 |
| <i>Prorocentrum balticum</i> | | * | * | * | * | * | | | | * | * | * | * | * | 9 |
| <i>Prorocentrum compressum</i> | | | | * | * | * | * | | | | | * | * | * | 3 |
| <i>Prorocentrum micans</i> | | * | * | * | * | * | * | | | | * | * | * | * | 8 |
| <i>Prorocentrum triestinum</i> | | * | * | * | * | * | * | | | | | * | * | * | 4 |
| <i>Protogonyaulax fratercula</i> | | | | | | | * | | | * | | | | | 2 |
| <i>Protoperidinium achromaticum</i> | | | | | | | | * | | | | | | | 1 |
| <i>Protoperidinium nipponicum</i> | | | | * | | | | | | | | | | * | 1 |
| <i>Protoperidinium ovatum</i> | | | | | | | | | | | | | * | | 1 |

continued

| Species Name | Year Month | 1988 | | | | | | 1989 | | | | | | Freq |
|--|---------------|------|----|----|----|----|----|------|----|----|----|----|----|------|
| | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| <i>Protoperidinium ovum</i> | | | * | * | * | | | | | | * | | * | 5 |
| <i>Protoperidinium pallidum</i> | | | * | | * | | | | | * | * | * | | 5 |
| <i>Protoperidinium quiquecorne</i> | | * | * | | | | | | | | * | | | 3 |
| <i>Protoperidinium thorianum</i> | | | | | | | * | | * | | | | | 2 |
| <i>Protoperidinium sp.</i> | | | | | | | | | * | | | | | 1 |
| <i>Scripsiella trochoideu</i> | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 12 |
| Chrysophyceae | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Dictyocha fibula</i> | | | * | * | | | | | | | | | | 2 |
| <i>Dictyocha fibula v. messanensis</i> | | | | * | | | * | * | | | | | | 3 |
| <i>Dictyocha fibula v. stupedia</i> | | | * | * | | | | | | | | | | 2 |
| <i>Distephanus speculum</i> | | | | | | | * | | | | | * | | 2 |
| Euglenophyceae | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Euglena gracilis</i> | | | | | | | | | * | | * | | | 2 |
| <i>Euglena proxima</i> | | * | * | * | | | | | * | | | * | | 5 |
| <i>Euglena sp.</i> | | | | | | | | | | | | * | | 1 |
| <i>Eutreptiella sp.</i> | | | | | | | * | | | | | | | 1 |
| Cyanophyceae | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anabaena spiroides v. crassa</i> | | | | | | | | | * | | | | | 1 |
| <i>Lyngbya birgei</i> | | | | | * | | | | | | | | | 1 |
| <i>Lyngbya martensiann</i> | | | | * | * | | | * | | | | | | 3 |
| <i>Oscillatoria chalybea</i> | | | | | | * | | | | | | | | 1 |
| <i>Pelagothrix clevei</i> | | * | | * | | * | | * | | | | * | | 5 |
| <i>Richelia intracellularis</i> | | | | * | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Spirulina sp.</i> | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Trichodesmium erythracum</i> | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 11 |
| <i>Trichodesmium thiebautii</i> | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 3 |
| Total No. of Species | | 125 | 91 | 94 | 97 | 66 | 96 | 65 | 80 | 52 | 67 | 83 | 81 | |

6종, 서귀에서 12종, 위미에서 16종, 표선에서 22종, 성산에서 17종, 세화에서 24종, 북촌에서 12종을 보이고 있었다(Table 10), 해역별로는 동부해안선역이 출현빈도에 있어 높은 종들이 타 해안선역 보다 많이 출현하고 있었다.

2) 출현종의 생태적 특성

분류학적 도감을 참고로 하여 출현종의 생태적 특성을 살펴보면 해양의 서식지에 따라 구분한 연안종이 78.0%, 연안-외양종이 17.5%, 외양종이 4.5%를 차지하였다. 연안-외양종과 외양종이 차지하는 비율은 경기만에서의 20.6%(Choi and Shim, 1986), 광양만의 22.1%(유 등, 1975)와는 비슷하였고, 제주 북방 탐동연안역의 30.1%보다는 낮아(이, 1989) 해안선부근 해역은 연안해역보다는 외양의 영향을 덜 받고 있음을 알 수 있었다. 또한 식물플랑크톤의 서식 생태에 따라 구분한 부유성이 48.1%, 저생성 및 일시부유성이 51.9%를 차지하였다. 저생성과 일시부유성이 차지하는 비율은 경기만의 40.4%(Choi and Shim, 1986) 보다는 높게 나타났다. 염분의 내성에 따라 구분한 해양성인 종이 81.0%, 기수성 및 담수성인 종이 19.0%의 분포를 나타내었다. 월별 출현종의 생태적 특성 분포를 보면(Fig. 7) 연안종은 동계로 갈수록 타 계절에 비해 낮고 이에 비해 연안-외양종이 높게 나타나는데 이는 제주도 주변해역의 동계에 북서계절풍에 의해 Kuroshio해류가 영향을 미치고 있다는 방과김(1989)의 결과와 유사한 경향을 보여준다. 저생성과 일시부유성은 경기만인 경우 봄과 여름이 낮고 겨울에 높게 나타나는데 비해 제주 해안선 주변해역은 7월을

| St. | Species Name | Pre. | St. | Species Name | Pre. |
|-----|----------------------------------|------|-----|-----------------------------------|------|
| 7 | <i>Cocconeis pseudomarginata</i> | 8 | 10 | <i>Achnanthes brevipes</i> | 8 |
| | <i>Cocconeis scutellum</i> | 8 | | <i>Arachnoidiscus ehrenbergii</i> | 7 |
| | <i>Cylindrotheca closterium</i> | 5 | | <i>Biddulphia pulchella</i> | 5 |
| | <i>Fragilaria islandica</i> | 5 | | <i>Climacospheria moniligera</i> | 5 |
| | <i>Grammatophora marina</i> | 8 | | <i>Cocconeis pseudomarginata</i> | 7 |
| | <i>Licmophora lyngbyei</i> | 7 | | <i>Cocconeis scutellum</i> | 8 |
| | <i>Melosira nummuloides</i> | 5 | | <i>Grammatophora marina</i> | 8 |
| | <i>Navicula cancellata</i> | 7 | | <i>Licmophora lyngbyei</i> | 10 |
| | <i>Navicula complanata</i> | 5 | | <i>Melosira nummuloides</i> | 6 |
| | <i>Nitzschia sigma</i> | 6 | | <i>Paralia sulcata</i> | 6 |
| | <i>Paralia sulcata</i> | 8 | | <i>Pleurosigma affine</i> | 6 |
| | <i>Synedra pelagica</i> | 7 | | <i>Synedra pelagica</i> | 7 |
| | <i>Synedra tabulata</i> | 5 | | <i>Thalassiosira rotula</i> | 6 |
| | <i>Synedra ulna</i> | 5 | | <i>Trichodesmium erythraeum</i> | 6 |
| | <i>Thalassiosira rotula</i> | 7 | | | |
| | <i>Trichodesmium erythraeum</i> | 7 | | | |



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

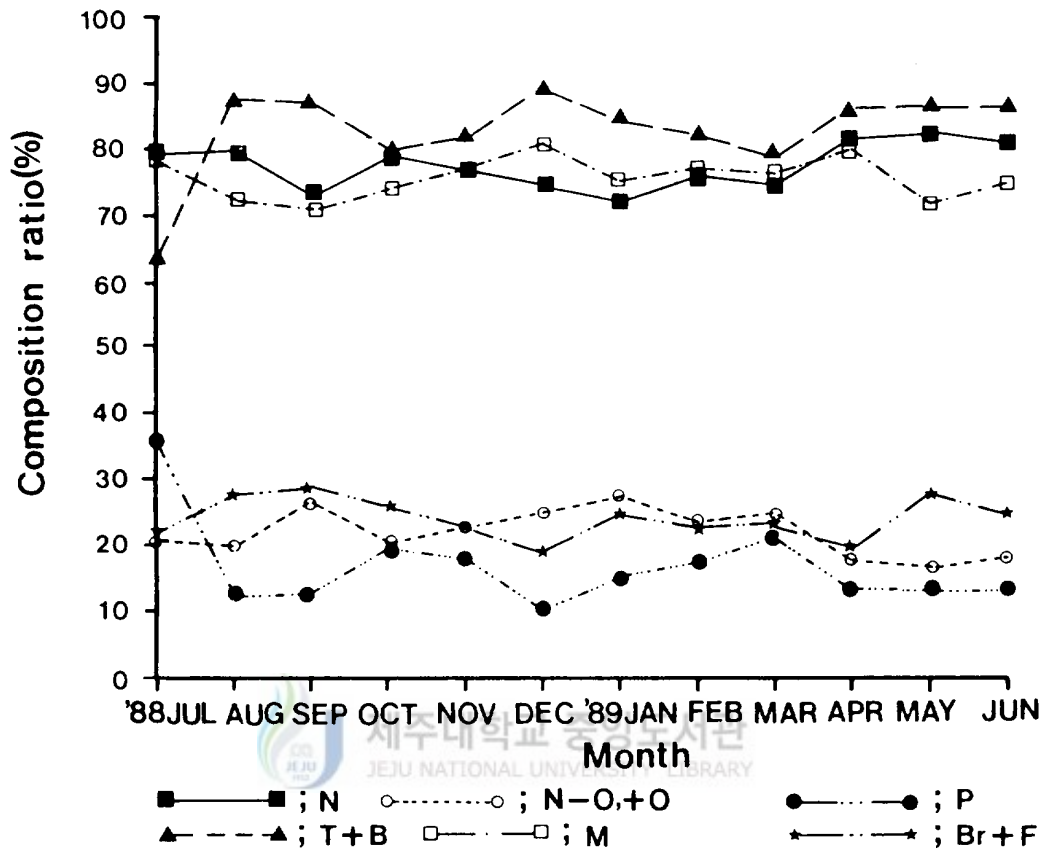


Fig. 7. Monthly variations of the composition of 6 ecological forms

N:neritic, N-O:neritic and oceanic, P : planktonic, T-B;tychopelagic and brackish
M:marine, Br-F;brackish and freshwater species

제외하고 전계절에 80%이상의 높은 출현율을 나타내는데 이는 해안선 주변의 직접 겨울에 북서계절풍과 여름에 남동계절풍의 영향과 주변조류의 영향을 직접 받는 해역으로 부착성 규조류등이 이런 영향으로 인해 재부유하여 일시부유성으로 전환되기 때문이라 생각된다. 또한 해양성이 71.3-80.6%, 기수성 및 담수성인 종이 18.8-28.7%로 기수성 및 담수성인 종은 6-9월에 높게 나타나는데 이는 이 기간이 제주 지역의 장마철로 인해 유입되었거나, 해안선 주변의 용천수 영향으로 기수성 및 담수성인 종이 출현되었다고 생각된다. 정점별 출현종의 생태적 특성 분포를 살펴보면(Fig. 8) 연안종과 연안-외양종들은 정점별로 고른 분포를 보였다. 저생성 및 일시부유성은 위미, 표선, 성산, 세화, 북촌 해안선역이 타 해안선역 보다 높게 나타났으며 기수성 및 담수성은 서귀, 위미, 표선, 세화, 북촌이 타 해안선역 보다 높게 나타났다.



3. 2. 2. 군집동태

1) 현존량

본 조사기간 중 식물플랑크톤의 현존량은 1,834-1,190,044 cells/l로 최저치는 화순에서 10월에, 최고치는 성산에서 4월에 나타났다(Fig. 9). 정점별 평균현존량의 변동범위는 23,695-179,911 cells/l로 최저치는 위미에서, 최고치는 성산에서 보였다. 월별 평균현존량은 12,296-279,417 cells/l로서 최저치는 1월에, 최고치는 4월에 나타났다. 제주도 해안선 주변역에서의 현존량의 변화는

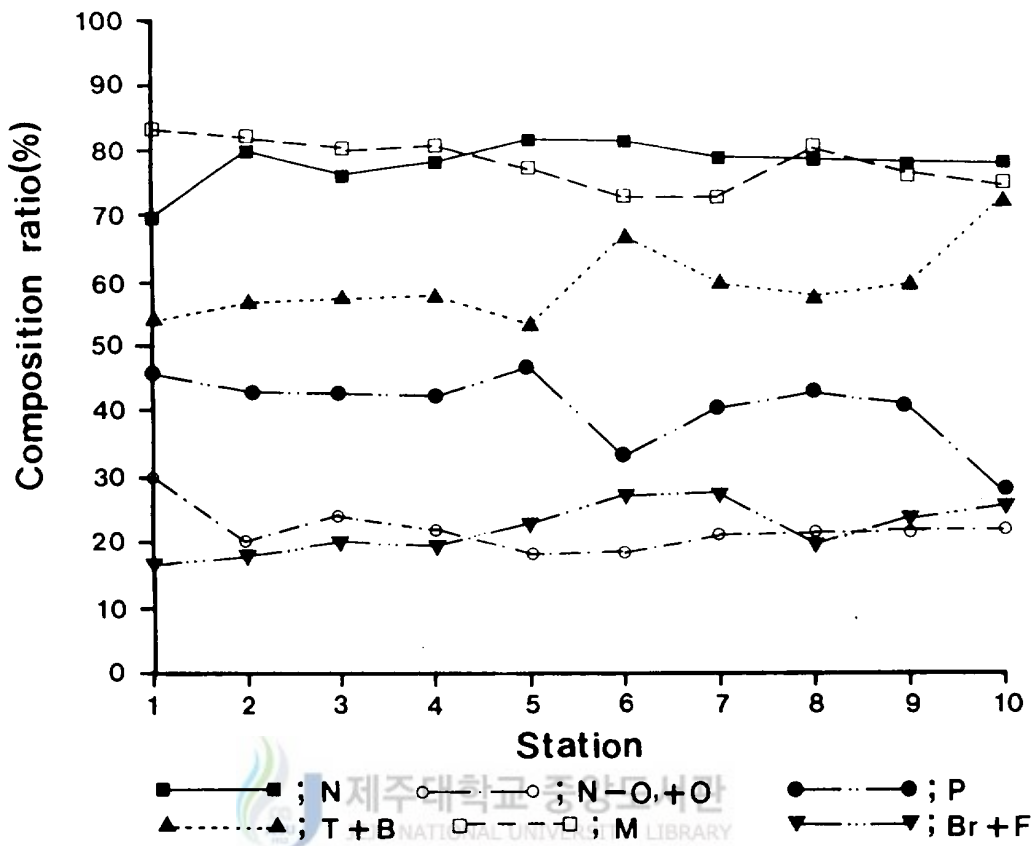


Fig. 8. Regional variations of the composition of 6 ecological forms

N:neritic, N-O:neritic and oceanic, P : planktonic, T-B:tychopelagic and brackish
M:marine, Br-F;brackish and freshwater species

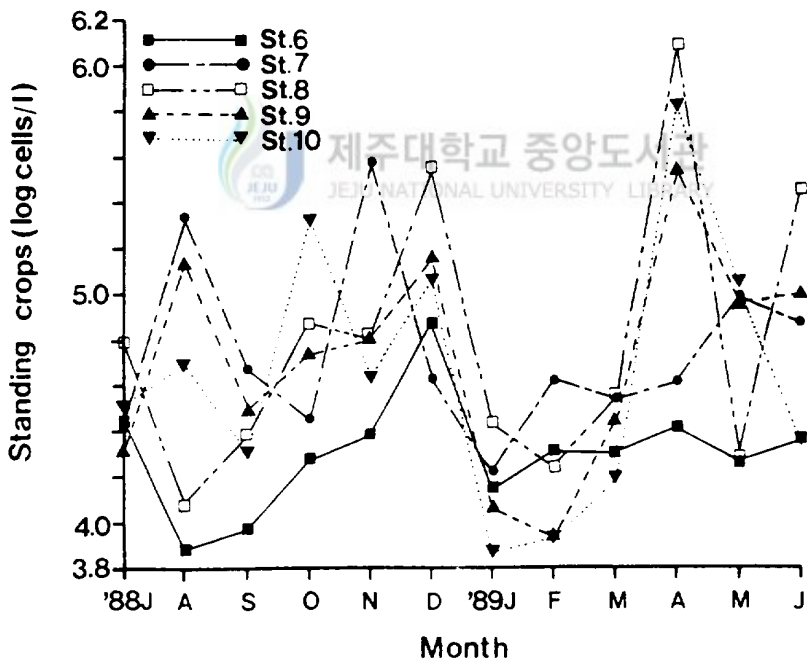
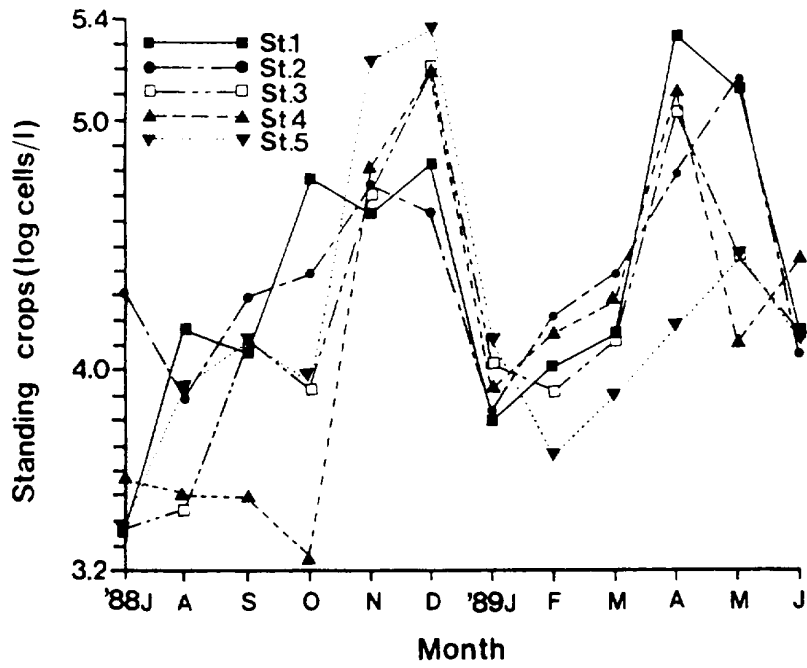


Fig. 9. Monthly variations of phytoplankton standing crops around coast line of Cheju Island.

지역별, 계절별로 차이가 심하며, 계절별 변화 양상은 7월부터 증가하여 12월에 최대로 되었다가 다시 1월과 2월에 최저로 변하였고 다시 3월에 증가하기 시작하여 4월에 최대발생을 보였다. 보편적으로 식물플랑크톤의 현존량은 영양염류의 농도에 따라 그 생산량이 좌우되고 (Raymont, 1980), 이 중에서도 암모니아-질소를 선호하며 (Strickland et al., 1968) 이어 아질산-질소를 이용하기 때문에 (Morris, 1980) 최대발생을 보이는 4월에 아질산-질소와 암모니아-질소는 전 정점에 있어 최저치를 보였다.

해역별로는 동부해역이 타 해역 보다 현존량이 높게 나타나고, 특히 4월에 성산해역에서 조사기간 중 최대 현존량을 보였다.

이와같이 제주 해안선 주변해역들은 현존량의 양적인 변화 범위는 심하지만 계절적으로 1년에 두번 대발생을 하는 전형적인 온대역이 변화 양상을 나타내고 있음을 알 수 있었다 (Bougis, 1976).

지금까지 제주도 주변해역에서 조사된 식물플랑크톤 현존량의 자료와 비교해보면, 서귀포 연안역에서는 10^4 cells/l 내외의 범위로서 10월에 1,555-66,438 cells/l로 가장 높은 현존량이 나타났다고 보고 되었고 (정 등, 1983), 삼양해역에서는 2,425-590,105 cells/l로 9월에 평균현존량이 428,028 cells/l로 최고치를 나타내었으며 (고와전, 1984), 탐동연안해역은 1,892-535,247 cells/l (이, 1989)를 보여 해안선 주변해역은 연안해역의 현존량 분포와 비슷한 범위를 나타내고 있었다. 이 등 (1989)은 제주도 해안선 주변역 조사에서 해역별 평균값이 2,025-133,734 cells/l로 하계 동부역이 가장 높은 현존량을 보인다고 보고된 바 이는 본 조사와 일치함을 알 수 있었다. 따라서

제주도 해안선 주변해역의 식물플랑크톤의 현존량은 년중 10^5 - 10^6 cells/l의 범위를 나타내는 오염내만인 진해만(이 등, 1981)보다는 훨씬 낮으며 한국 서남해역(심과박, 1984)의 년평균 12,050 cells/l 보다는 높게 나타나고 있었다.

식물플랑크톤의 분류군별로 현존량의 동태를 살펴보면, 규조류는 정점별 평균현존량이 20,633-173,387 cells/l로 최저치는 위미에서, 최고치는 성산에서 보였고, 월별 평균현존량은 10,696-275,457 cells/l로 최저치가 1월에, 최고치가 4월에 나타났다. 와편모조류는 정점별 평균현존량이 1,179-6,476 cells/l로 최저치는 서귀에서, 최고치는 성산에서 보였고, 월별 평균현존량은 1,153-6,036 cells/l로 최저치가 9월에, 최고치가 6월에 보여 계절별로 규조류와는 다르게 추계와 동계에 감소하고 춘계에서 하계로 갈수록 현존량이 증가하는 경향을 보였다(Fig. 10). 규질편모조류는 정점과 계절별로 불규칙한 분포를 나타내고 있고 현존량의 분포는 35-324 cells/l인 범위를 나타내었다. 이상에서 제주도 해안선 주변 해역에서의 식물플랑크톤의 총 현존량은 규조류의 현존량 분포와 일치하는 경향을 보이고 있었다. 와편모조류와 규질편모조류는 전체 식물플랑크톤의 동태에 큰 영향을 미치지 않고 있으며 주로 규조류의 동태에 의해 좌우됨을 알 수 있었다.

2) Chlorophyll a

제주 해안선 주변해역 chlorophyll-a 농도의 변화 범위는 0.15-10.27 mg/m^3 로 최저치는 서귀에서 2월에, 최고치는 위미에서

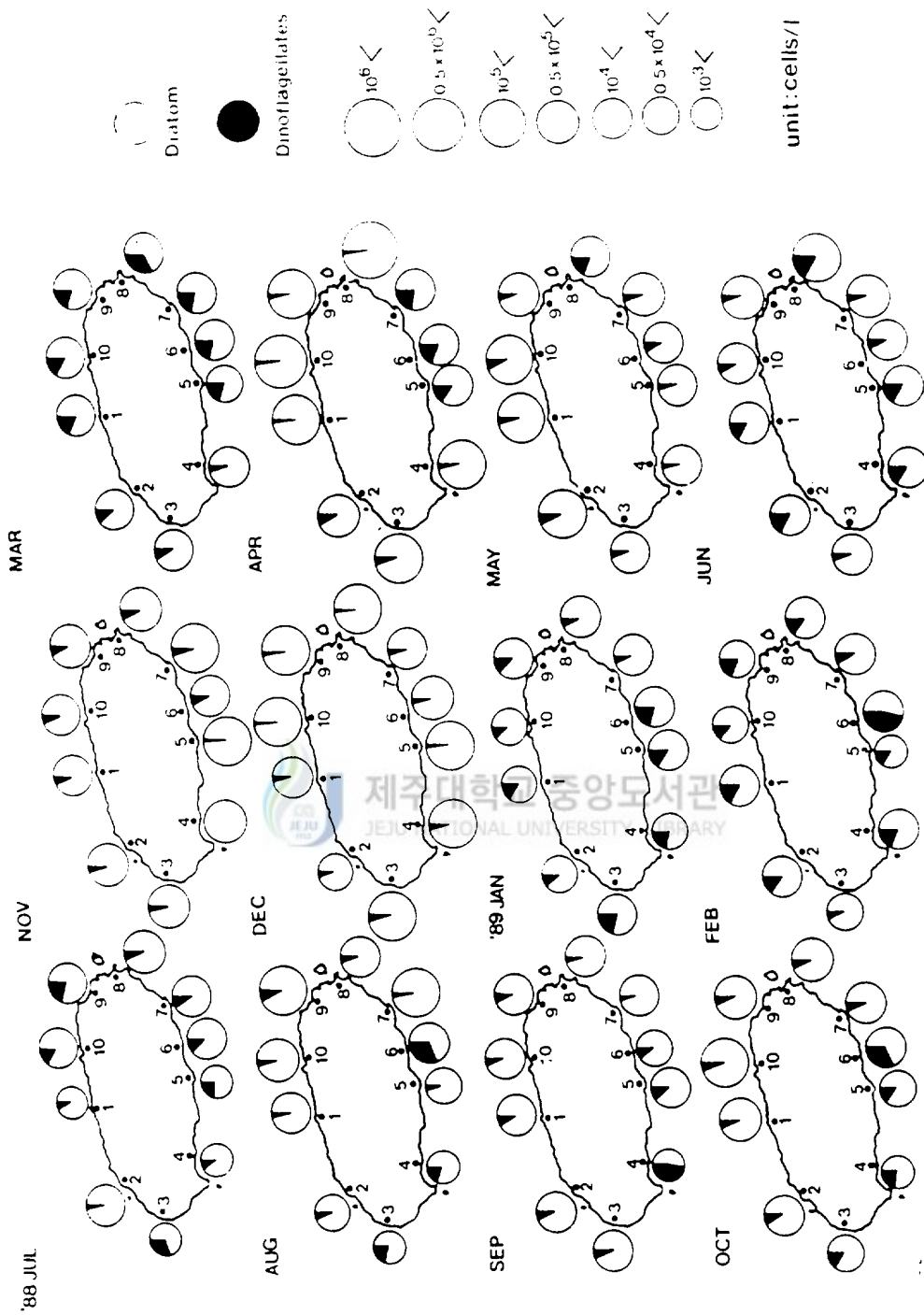


Fig. 10. Monthly variations of diatom and dinoflagellate standing crops around coast line of Cheju Island.

4월에 나타나고 있었다. 정점별 평균농도 범위는 0.59-2.40 mg/m³로 최저치는 서귀에서, 최고치는 북촌에서 나타났다. 월별 평균농도 범위는 0.40-3.21 mg/m³로 최저치는 3월에, 최고치는 4월에 보이고 있었다(Fig. 11). 계절별로는 추계와 동계에 감소를 보이다가 춘계에 가장 높아지는데 이는 식물플랑크톤의 현존량이 춘계에 최고치를 나타내는 것과 유사한 경향을 보이고 있었다.

3) 우점종 천이

본 조사기간 중에 출현하는 우점종은 월별 각 정점에서 현존량의 구성 비율이 30%이상인 종들을 선택하였다. 구성 비율이 30%-50% 이내의 우점종은 *Achnanthes longipes*, *Asterionella kariana*, *Bacillaria paxillifer*, *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros socialis*, *Cocconeis scutellum*, *Fragilaria islandica*, *Grammatophora marina*, *Licmophora lyngbyei*, *Melosira borrei*, *Melosira nummuloides*, *Paralia sulcata*, *Thalassiosira hyalina*, *Thalassiosira rotula*, *Synedra pelagica* 등으로 모두 15종이었으며 50%이상으로 우점하는 종은 *Bacillaria paxillifer*, *Chaetoceros socialis*, *Climacodium frauenfeldianum*, *Melosira borreii*, *Paralia sulcata* 로 모두 5종이 출현하였다. 정점별 우점종의 분포를 살펴보면 용두암부근해역에서는 3월에 *Paralia sulcata*, 4월과 5월에 *Chaetoceros socialis* 가 옹포에서는 1월에 *Cocconeis scutellum*, 2월에 *Synedra pelagica*, 5월에 *Chaetoceros socialis* 가 고산에서는 2월에 *Fragilaria islandica* 1종이 우점하고 있었다. 화순에서는

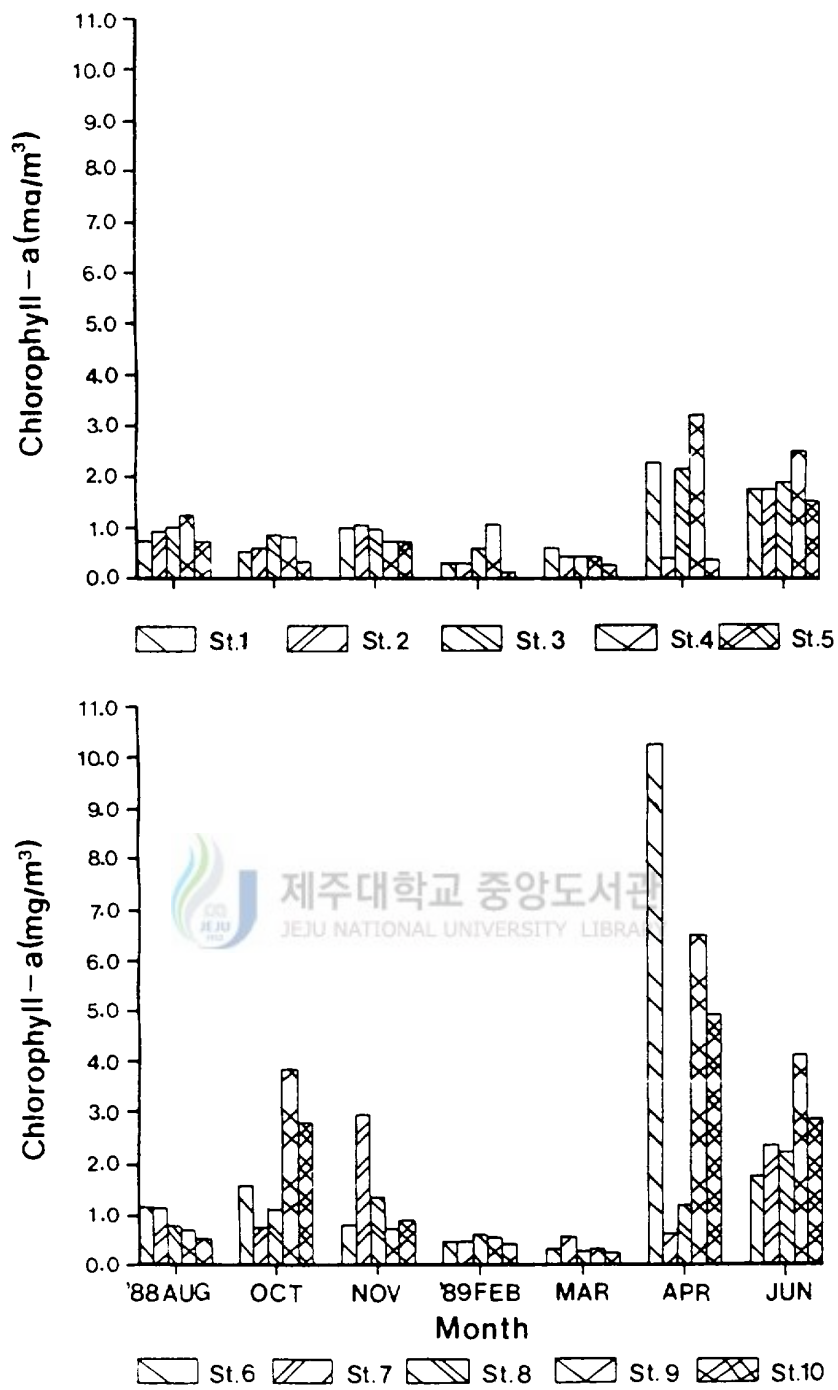


Fig. 11. Variations of chlorophyll-a around coast line of Cheju Island.

7월에 *Paralia sulcata*, 3월에 *Licmophora lyngbyei*, 4월에 *Chaetoceros socialis*, *Thalassiosira rotula*가 서귀에서는 7월에 *Climacodium frauenfeldianum*, 10월과 11월에 *Melosira borreri*, 2월과 3월에 *Bacillaria paxillifer*가 위미에서는 8월에 *Grammatophora marina*, 9월에 *Melosira borreri*, 6월에 *Bacillaria paxillifer*가 표선에서는 3월에 *Achnanthes longipes*, 4월에 *Fragilaria islandica*가 성산에서는 7월에 *Chaetoceros socialis*, 3월에 *Fragilaria islandica*, 4월에 *Chaetoceros socialis*, 5월에 *Bacillaria paxillifer*, 6월에 *Chaetoceros socialis*, 새화에서는 11월에 *Melosira nummuloides*, 4월에 *Chaetoceros curvisetus*, *Bacillaria paxillifer*, 북촌에서는 9월에 *Asterionella kariana*, 12월에 *Paralia sulcata*, 1월에 *Melosira nummuloides*, 4월에 *Chaetoceros socialis*, 5월에 *Thalassiosira hyalina* 등이 우점하고 있었다 (Fig. 12). 또한 4월에 *Chaetoceros socialis*가 성산과 북촌해역에서 높은 점유율로 우점하고 있는 것은 제주 북방 탐동연안해역(이, 1989)에서 4월에 *Chaetoceros socialis*가 높은 점유율로 우점하는 것과 유사한 경향을 보이고 있었다. 제주도 해안선 주변해역에서의 우점종은 규조류에 의해 유지되고 있으며 각 해안선역에 따라 우점종 구성이 달라지고 있었다. 우점종의 천이를 살펴보기 위해 월별 각 정점에서 현존량의 구성 비율이 30%이상인 종과 출현빈도가 6회 이상인 종을 선정한 결과 모두 11종으로 규조류에 속하였다 (Fig. 13). 우점종의 천이계열을 보면 1988년에 있어 8월은 *Grammatophora marina*, 9월은 *Asterionella kariana*,

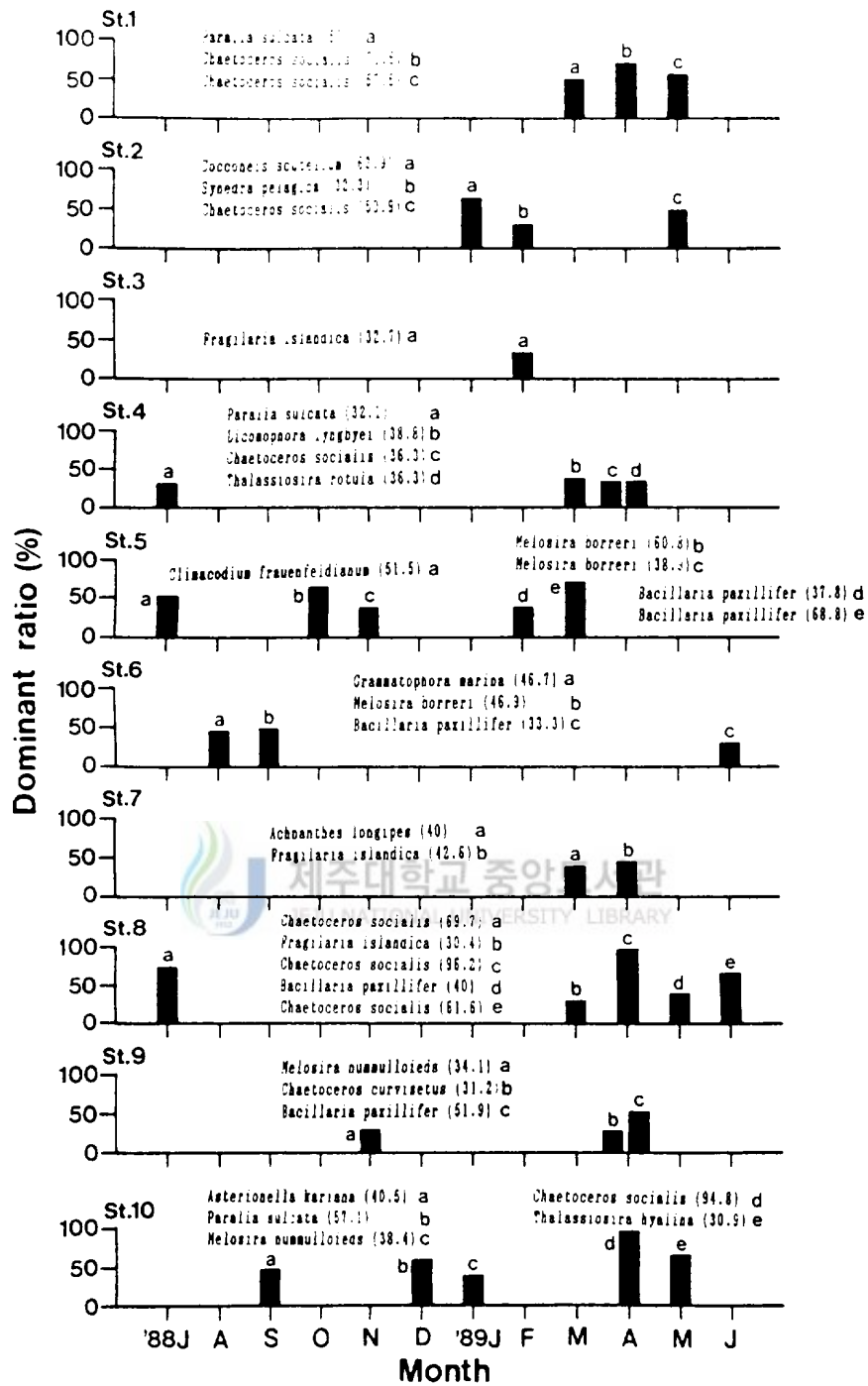


Fig. 12. Regional dominant species (30%+) of phytoplankton around coast line of Cheju Island.

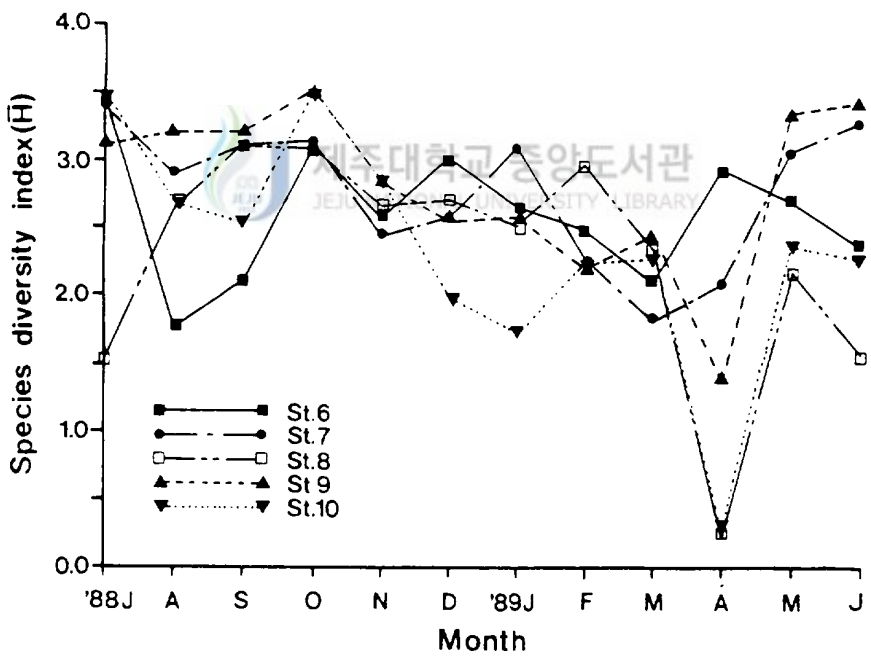
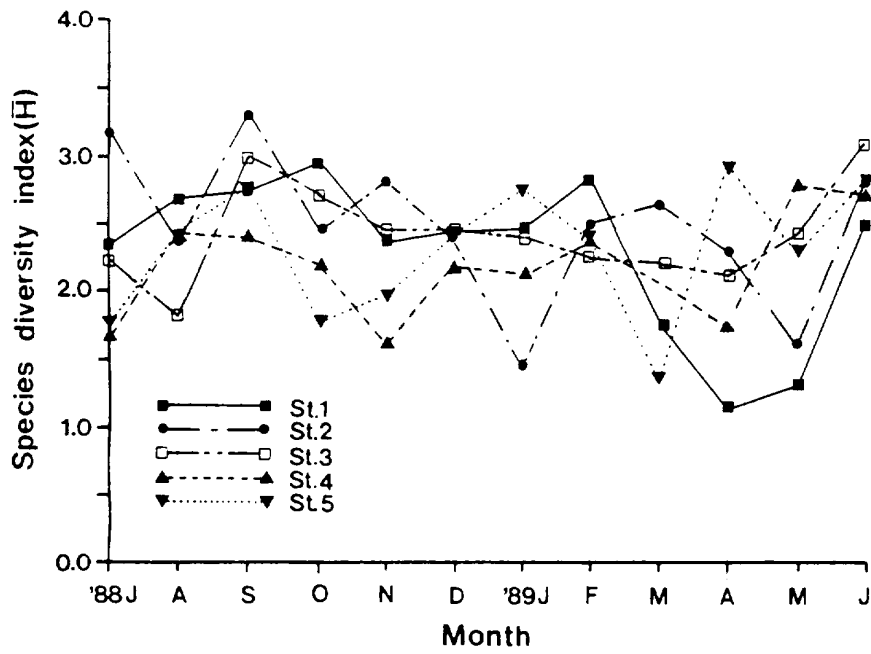


Fig. 14. Monthly variations of species diversity index around coast line of Cheju Island.

11월에 *Asterionella kariana*, *Grammatophora marina*, 12월에 *Paralia sulcata* 등이 천이를 보였고, 1989년에 있어 1월은 *Cocconeis scutellum*, *Melosira nummulloides*, 2월은 *Bacillaria paxillifer*, *Fragilaria islandica*, *Thalassiosira rotula*, 3월은 *Bacillaria paxillifer*, *Fragilaria islandica*, *Licmophora lyngbyei*, *Paralia sulcata*, 4월은 *Achnanthes longipes*, *Bacillaria paxillifer*, *Fragillaria islandica*, *Synedra pelagica*, 5월은 *Bacillaria paxillifer*, 6월은 *Grammatophora marina* 로의 천이를 보이고 있었다.

3. 2. 3. 군집구조 해석

1) 종다양성 지수 (Species diversity index, \bar{H})

제주도 해안선 주변 식물플랑크톤 군집의 종다양성 지수 (\bar{H})는 0.220-3.527로 나타났다. 최고치는 10월에 새화에서, 최저치는 4월에 식물플랑크톤의 대발생 (1,190,044 cells/l)이 있는 성산해역에서 나타났는데, 이때 우점종인 *Chaetoceros socialis* 는 현존량의 96.2%를 점유하고 있었다 (Fig. 14). 정점별 평균은 2.19-2.82로 최저치는 화순에서, 최고치는 새화에서 보였고 정점별 차이는 심하지 않았다. 월별 평균은 1.71-2.85로 최저치는 4월에, 최고치는 10월에 보여 하계와 추계가 춘계보다 높고, 하계중에서도 6-7월이 8월보다 높게 나타났다. 이는 춘계가 현존량이 높는데 반해 출현종수가 적기 때문이라 생각된다. 제주 북방 탐동연안해역(이, 1989)은 추계가 춘계와 하계보다 높은데 비해 해안선 주변역은 연안역보다 다르게

다양한 종들에 의해 하계와 추계에 식물플랑크톤 군집이 형성되고 있다고 생각된다.

2) Cluster 분석

제주도 해안선 주변해역의 각 정점과 조사기간 중에 나타난 총 출현종의 출현과 비출현 관계를 가지고 RED(Relative Euclidean Distance)를 구한 결과(Table 11)를 가지고 cluster 분석을 실시하여 dendrogram을 작성한 결과에서 제주도 해안선 주변해역은 크게 5개의 군으로 구분할 수 있었다(Fig. 15). 제1군은 제주 용두암부근, 서귀, 성산해역, 제2군은 고산, 위미, 표선해역, 제3군은 옹포와 북촌해역, 제4군은 화순해역, 제5군은 세화해역으로 나누어 졌다. 이러한 각 군의 종적 구성의 유사적 차이는 4군과 5군을 제외한 나머지군은 차이가 없으나 제4군은 조사기간 중 가장 적은 출현종수를 나타내었고 제5군은 출현빈도가 높은 종들이 년중 타 해역보다 많이 출현하고 있었다.

3. 3. 환경요인과의 관계

제주도 해안선 주변해역의 물리, 화학적 특성이 식물플랑크톤 군집에 어떤 영향을 미치는가를 알기 위해 단계식 중회귀 분석을 하였다. 사용된 변수는 총 현존량을 상용대수로 치환하여 종속변수로 사용하였으며 9개의 환경요인(수온, 염분, 용존산소, pH, 아질산-질소, 질산-질소, 암모니아-질소, 인산-인, 규산-규소)을

Table 11. Relative Euclidean distances at 10 collecting sites in Cheju Island

| Station | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 0.10 | 0.09 | 0.11 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.12 | 0.10 |
| 2 | | 0.11 | 0.14 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.15 | 0.11 |
| 3 | | | 0.12 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.14 | 0.11 |
| 4 | | | | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.11 | 0.15 | 0.12 |
| 5 | | | | | 0.10 | 0.09 | 0.10 | 0.13 | 0.11 |
| 6 | | | | | | 0.11 | 0.10 | 0.14 | 0.11 |
| 7 | | | | | | | 0.10 | 0.12 | 0.11 |
| 8 | | | | | | | | 0.14 | 0.11 |
| 9 | | | | | | | | | 0.14 |

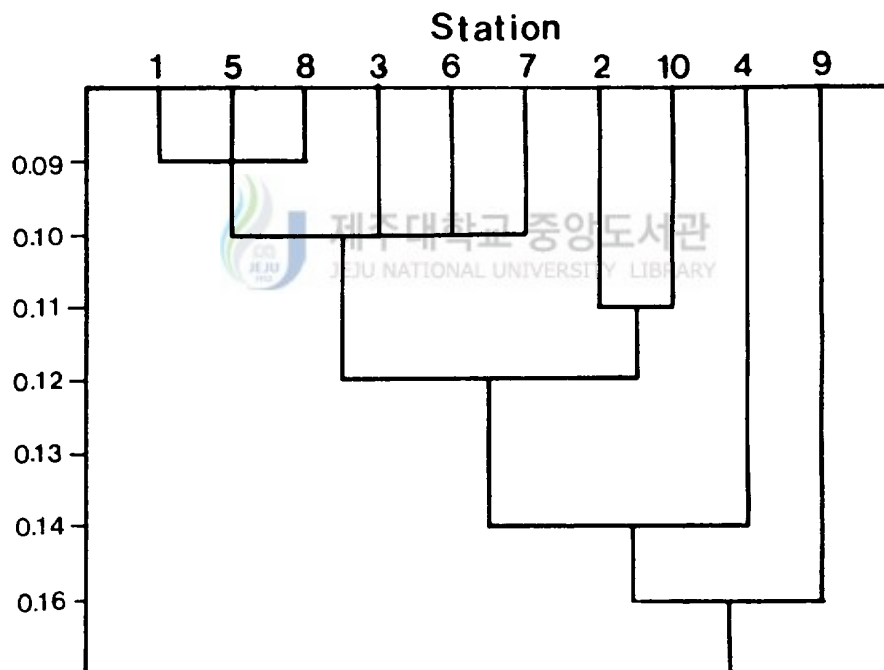


Fig. 15. Dendrogram for the cluster analysis of sampling sites using relative Euclidean distances.

독립변수로 하여 계산하였다 (Table 12). 제주 해안선 주변해역을 전체로 계산한 결과 수온, 염분, 인산-인등의 환경요인이 식물플랑크톤의 현존량 변동에 27.4% 영향을 주고 있는 것이며 72.6%는 조사되지 않은 다른 물리, 화학적인 환경요인 이라고 생각된다. 각 환경요인을 %중요도에 따라 본다면 수온이 36.35%로 가장 높고 이어 염분이 33.86%, 인산-인이 29.38%의 순서였다. 각 해안선별로 계산한 결과 북부해안선역은 용존산소와는 정(+), 규산-규소와 인산-인과는 역(-)의 관계를 나타냈으며, 남부해안선역은 염분, 질산-질소, 암모니아-질소와는 정(+), 인산-인, 용존산소, 온도와는 역(-)의 관계를, 동부해안선역은 질산-질소와 정(+), 온도, 인산-인, 수소이온농도와는 역(-)의 관계를, 서부해안선역에서는 염분과 암모니아-질소에 정(+의) 관계,

Table 12. Relationship between total standing crops & environmental parameters.

| Area | Variable | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---------------------------------|--------|--------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|--------|----------------|-------|----|
| | Standard regression coefficient | | | | | | | | | | | | |
| | W. Temp. | Sal. | pH | DO | NO ₃ | NO ₂ | NH ₄ | PO ₄ | SiO ₂ | P | r ² | n | |
| All area | -0.526 | -0.490 | | | | | | | -0.431 | 0.000 | 0.274 | 80 | |
| Northern area | | -0.211 | | 0.525 | | | | | -0.287 | -0.385 | 0.258 | 0.359 | 16 |
| Southern area | -0.341 | 0.627 | 0.011 | -0.470 | 0.342 | 0.236 | 0.300 | -0.570 | 0.025 | 0.103 | 0.575 | 24 | |
| Eastern area | -0.560 | | -0.318 | 0.182 | 0.366 | | -0.033 | -0.605 | -0.012 | 0.190 | 0.516 | 24 | |
| Western area | -0.081 | 0.903 | | -0.441 | | | 0.260 | -0.099 | 0.733 | 0.349 | 0.336 | 28 | |

Significant at 15% level

P ; Probability r²; Determination coefficient n ; Sample size

규산-규소와 용존산소와는 역(-)의 상관관계를 나타내었다. 따라서, 식물플랑크톤 현존량은 남부와 서부해안선역인 경우 염분이 영향을 주로 받으며, 동부해안선역은 온도와 인산-인의 영향을, 북부해안선역은 용존산소와 규산-규소의 영향을 받고 있다고 생각되며 차후에 정확한 해석을 위해 많은 자료를 가지고 접근해야만 된다고 생각된다. 이와 관련된 조사로서 제주 북방 탐동연안해역은 수온과 염분만이 46.1%의 영향을 미치고 있으며(이, 1989), 진해만인 경우 인산염-인산, 수온, chlorophyll-a 등에 의해 영향을 받고 있다고 보고되었다(Yoo and Lee, 1980b).



4. 결 론

본 조사기간 중에 출현한 식물플랑크톤의 총 출현종수는 268종으로 미등성된 종이 10종으로 나타났다. 종류별 출현종수는 규조류 217종, 와편모조류 34종, 남조류 9종이고 이외에 규질편모조류와 유글레나가 각각 1종이 출현하였다. 식물플랑크톤의 출현종수는 남부와 동부해안선역이 타 해안선역 보다 높게 나타났고 하계가 타 계절보다 많은 출현종수를 나타내었다. 분류학적 도감을 참고로 하여 출현종의 생태적 특성을 살펴보면 연안종이 78.0%, 연안-외양종 및 외양종이 22.0%를, 부유성이 48.1%, 저생성 및 일시부유성이 51.9%를, 해양성이 81.0%, 기수성 및 담수성인종이 19.0%의 분포를 나타냈다. 따라서, 제주 해안선 주변해역은 타 해역과 비교시 저생성 및 일시부유성의 비율이 높게 나타나는데 이는 주변의 해류, 계절풍 및 조류의 영향이라고 생각된다. 조사기간중 모든 정점에 걸쳐 공통적으로 나타나는 종은 *Achnanthes brevipes*, *Achnanthes longipes*, *Biddulphia pulchella*, *Cocconeis scutellum*, *Cocconeis pseudomarginata*, *Grammatophora marina*, *Licmophora lyngbyei*, *Paralia sulcata*, *Thalassiosira rotula* 등 모두 9종으로 이들 중 대부분이 저생성 및 일시부유성인 규조류이었다. 출현빈도로서 5회 이상 출현한 종수는 동부해안선역이 타 해안선역보다 많이 나타났다. 식물플랑크톤의 현존량은 1,834-1,190,044 cells/l의 범위로 봄부터 증가하여 여름에 감소하고 다시 가을에 증가하다

겨울에 감소하는 경향을 나타내는 전형적인 온대역의 양상을 보이고 있다. 전체 현존량의 변화는 규조류에 의해 좌우되며 와편모조류의 영향을 받지 않고 있었다. 군집의 다양도를 나타내는 종다양성 지수는 월별 평균이 1.71-2.85로 추계가 타 계절 보다 안정된 군집을 이루고 있었다. 각 정점에서 현존량 구성비의 50%이상 우점하고 있는 종수는 5종으로 *Melosira borreri*, *Paralia sulcata*, *Cocconeis scutellum*, *Bacillaria paxillifer*, *Chaetoceros socialis* 등이 우점하고 있었다. 우점종의 천이계열을 보면 1988년에 있어 8월은 *Grammatophora marina*, 9월에 *Asterionella kariana*, 11월에 *Asterionella kariana*, *Grammatophora marina*, 12월에 *Paralia sulcata* 등이 천이를 보였다. 1989년에 있어 1월은 *Cocconeis scutellum*, *Melosira nummulloides*, 2월은 *Bacillaria paxillifer*, *Fragilaria islandica*, *Thalassiosira rotula*, 3월은 *Bacillaria paxillifer*, *Fragilaria islandica*, *Licmophora lyngbyei*, *Paralia sulcata*, 4월은 *Achnanthes longipes*, *Bacillaria paxillifer*, *Fragillaria islandica*, *Synedra pelagica*, 5월은 *Bacillaria paxillifer*, 6월은 *Grammatophora marina* 로의 천이를 보이고 있었다. 총 출현종이 출현과 비출현으로 RED(Relative Euclidean Distance)를 구한 결과를 가지고 cluster 분석을 실시하여 dendrogram을 작성한 결과에서 제주도 해안선 주변해역은 크게 5개의 군으로 구분할 수 있었다. 제1군은 제주 용두암부근, 서귀, 성산해역, 제2군은 고산, 위미, 표선해역, 제3군은 옹포와 북촌해역, 제4군은 화순해역, 제5군은 세화해역으로 나누어 졌다. 이러한 각 군의 종적 구성의

유사적 차이는 1군과 5군을 제외한 나머지군은 차이가 없으나 제4군은 조사기간 중 가장 적은 출현종수를 나타내었고 제5군은 출현빈도가 높은 종들이 년중 타 해역보다 많이 출현하고 있었다. 식물플랑크톤의 현존량과 환경요인 사이의 다중회귀 분석결과 환경요인이 식물플랑크톤 군집동태에 영향을 미치는 바는 해역에 따라 다른데 남부와 서부해안선역은 염분의 영향을, 동부해안선역은 온도와 인산-인, 북부해안선역은 용존산소와 규산-규소의 영향을 받고 있다고 생각된다. 따라서, 제주도 해안선 주변해역의 식물플랑크톤의 군집동태와 환경요인과의 사이의 정확한 해석을 위해서는 많은 자료를 가지고 접근을 해야만 된다고 생각된다.



5. 참고 문헌

- 고유봉, 전득산. 1984. 제주도 삼양 연안 지역에서의 플랑크톤 연구.
제주대 해자 연보, 8:19-30.
- 고유봉, 박길순, 박용향, 윤정수, 양성기, 전득산. 1984. 제주 조천지
구 해양관광단지 조성에 따른 해양학적 기초 조사. 연구보고서
(단행본). pp.1-196.
- 노홍길, 박길순, 이기완, 임기봉, 전기옥. 1982. 제주도산 전복이패류
어장의 환경조건에 관한 연구. 국립수산진흥원 연구보고,
29:41-58.
- 박주석. 1980. 한국 남해안의 식물성플랑크톤의 출현량 및 조성과
이들의 먹이와적조로서 양식 생물에 미치는 영향.
국립수산진흥원 연구보고, 23(7):92-157.
- 방익찬, 김태희. 1989. 동지나해 해수분포의 계절변화와 해수순환.
제주대학 논문집(자연과학편), 28:61-73.
- 유광일, 홍순우, 하영철, 이정호. 1975. 플랑크톤 및 기초생산력 조사
연구. 호남정유 공장을 중심으로한 광양만일대의 수질, 해상 및
생태학적 조사. 과학기술저(STF-74-6):120-135.
- 이기완. 1979. 제주도 서귀포 연안 식물플랑크톤의 계절 변화. 제주대
임해연보, 3:23-28.
- 이진환, 한명수, 허형택. 1981. 진해만의 적조원인생물에 관한연구.
해양연구소보, 3:97-105.

- 이준백, 최영찬, 고유봉. 1989. 제주도 해안선주변 식물플랑크톤의 기초생산. 한국지구과학회지, 10(1):62-67.
- 이준백. 1989. 제주도 북방 탐동연안해역 식물플랑크톤 군집의 종조성과 동태. 제주대학교 해양연구소 연구보고, 13:35-45.
- 전득산, 고유봉. 1983. 제주도 주변 해역의 Chlorophyll a 함량 분포. 제주대 해자연보, 7:23-27.
- 정경호, 박용철. 1988. 서해경기만의 기초생산력 및 질소계 영양염의 재생산에 관한 연구. 한국해양학회지, 23(4):194-206.
- 정상철, 노홍길, 박길순, 전득산. 1983. 서귀포 연안 해역의 기초생산에 영향을 미치는 해양 환경. 한국수산학회지, 16(4):305-315.
- 중앙기상대. 1988-1989. 기상월보.
- 진 평, 홍성운. 1985. 대한해협 의 식물플랑크톤의 기초생산력. 한국수산학회지, 18(1):74-83.
- 최 상. 1967. 한국해역의 식물플랑크톤에 관한 연구 2. 한국해양학회지, 2(1-2):1-12.
- 최 상. 1969. 한국 해역의 식물플랑크톤 연구 4. 동해, 남해 및 서해 해역의 식물플랑크톤. 한국해양학회지, 4(2):49-67.
- 최영찬, 고유봉, 이준백. 1989. 제주도 해안선주변의 해수특성(1987년 6월-1989년 4월). 한국지구과학회지, 10(1):54-61.
- 최정신. 1978. 동지나해의 두 해역에 있어서 미세플랑크톤의 분포. 한국수산학회지, 11(3):123-127.
- 해양연구소. 1987. 한국 해역 종합 해양자원도 작성 연구-남해(예비

- 조사). 해양연구소 연구 보고, BSP00046-163-7.
- Bougis, P. 1976. *Marine Plankton Ecology*. North Holland. pp1-355.
- Butcher, R.W. 1961. An Introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Part VIII. Euglenophyceae. London ; Her Majesty's Stationary Office. pp.1-17.
- Choi, J.K. and J.H. Shim. 1986. The ecological study of phytoplankton in Kyeonggi Bay, Yellow Sea. III. Phytoplankton composition, Standing crops, Tycho pelagic plankton. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 21:156-170.
- Cleve-Euler, A. 1955. *Die Diatomeen von Schweden und Finland*. K. Svenska Vetensk-Akad. Handl., ser. 4, I(20)-IV. 5(4).
- Cupp, E.E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.* 5:1-237.
- Dodge, J.D. 1982. *Marine Dinoflagellates of the British Isles*. London stationary office. pp.1-303.
- Jin, D., Z. Cheng, J. Lin, and S. Lin. 1985. *The Marine Benthic Diatoms in China*. Beijing, pp.1-313.
- Hendy, N.I. 1964. An Introductory Account of the Smaller Algae of British Coastal waters. Pt. V. Fishery Invest. Ser. IV. London; 317.
- Hustedt, F. 1927-1966. *Die Kieselagen Deutschlands, Oesterreich and der Schweiz*. In Rabenhorst Kryptogamenflora. Akademische Verlagsgesellschaft, M.B.H., Leipzig. 7(1):920.

- 1927-1930, 7(2):845, 1931-1959 7(3):816, 1961-1966.
- Hustedt, F. 1930. Bacillariophyta, In A. Pascheris, Die Susswasser Flora Mitteleuropas, Vol. 10:1-466.
- Kokubo, K. 1955. Planktonic Diatoms. Shinkokai, Tokyo, pp.1-330.
- Lee, M.J., J.H. Shim and C.K. Kim. 1967. Studies on the plankton of the neighboring seas of Korea. Part 1: On the marine conditions and phytoplankton of the Yellow Sea in summer. Report Inst. Mar. Biol. I., 6:1-14.
- Ludwig, J.A. and Reynolds, J.F. 1988. Statistical Ecology. John Wiley and Sons, pp.1-337.
- Morris, I. 1980. The Physiological Ecology of Phytoplankton. Univ. of California Press. pp.1-625.
- Parsons, T.R., Maita, Y. and Lalli, C.M., 1984. A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. Pergamon Press, pp.1-173.
- Parsons, T.R., Takahashi, M. and Hargrave, B., 1984. Biological Oceanographic Process. 3rd(ed.) Pergamon Press, pp.320.
- Park, Y.H. 1985. Some important summer oceanographic phenomend in the East China Sea. J. Oceanogr. Soc. Kor., 20:12-21.
- Raymont, J.E.G. 1980. Plankton and Productivity in the Oceans. Pergamon press. pp.1-489.
- Shannon, C.E. and Weaver, W., 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, pp.1-177.

- Shim, J.H., 1977b. A Taxonomic study of Marine planktonic diatoms of vancouver Isl. and coastal waters.
Proc. Coll. Nature Sci. S. U. Vol. 2(2):79-184.
- Shim, J.H. and Y.C. Park. 1984. Community structure and spatial distribution of phytoplankton in the southwestern sea of Korea in June, 1980. J. Oceanol. Soc. Kor., 19(1):68-81.
- Shim, J.H. and Y.C. Park. 1986, Primary Productivity Measurement using Carbon-14 and Nitrogenous Nutrient Dynamics in the Southeastern Sea of Korea, J. Oceanol. Soc. Korea, 21(1):13-24.
- Simonsen, R. 1979. The diatom system; Ideas on phylogeny. Bacillaria, 2:9-71.
- Strickland, J.D.H., R.W. Eppley, and B. Rojas de Mondiola, 1969. Phytoplankton populations, nutrients and photosynthesis in Peruvian Coastal Waters. Bio. Inst. del Mar del Peru. 2:1-45.
- Whittaker, R.H. 1952. A study of summer foliage insect communities in the Great Smoky Mountains. Ecological Monographs, 22:1-44.
- Yamaji, I. 1984. Illustrations of the Marine Plankton of Japan. Hoikusha Publishing Co., Ltd., Osaka, pp.1-537.
- Yoo, K.I. and J.H. Lee. 1980b. Environmental studies of the

Jinhae Bay. 3. Ecological succession of phytoplankton
population. 1974-1980. J. Oceanol. Soc. Korea, 15:100-107.



Appendix. The list of phytoplankton species observed in this study.

Division Chrysophyta

Class Bacillariophyceae

Order Centrales

Suborder Coscinodiscineae

Family Thalassiosiraceae LEBOUT 1930, EMEND, HASLE 1973.

Genus Cyclotella KÜTZING

Cyclotella comta (EHRENBERG)KÜTZING

Cyclotella meneghiniana KÜTZING

Genus Lauderia CLEVE

Lauderia annulata CLEVE

Genus Skeletonema GREVILLE

Skeletonema costatum (GREVILLE)GRAN

Skeletonema subsalsum CLEVE

Genus Thalassiosira CLEVE

Thalassiosira anguste-lineata (SCHMIDT)FRYXELL & HASLE

Thalassiosira baltica (GRUNOW)OSTENFELD

Thalassiosira condensata CLEVE

Thalassiosira eccentrica (EHRENBERG)CLEVE

Thalassiosira gravida CLEVE

Thalassiosira hyalina (GRUNOW)GRAN

Thalassiosira leptopus (EHRENBERG)FRYXELL & HASLE

Thalassiosira nordenskiöldii CLEVE

Thalassiosira rotula MEUNIER

Thalassiosira subtilis (OSTENFELD)GRAN

Thalassiosira weissflogii (GRUNOW)FRYXELL & HASLE

Family Melosiraceae KÜTZING 1844

Genus Corethron CASTRACANE

Corethron criophilum CASTRACANE

Genus Hyalodiscus EHRENBERG

Hyalodiscus radiatus (O' MEARA)GRUNOW

Hyalodiscus stelliger BALLEY

Genus Leptocylindrus CLEVE

Leptocylindrus danicus CLEVE

Leptocylindrus minimus GRAN

Genus Melosira AGARDH

Melosira borneri GREVILLE

Melosira islandica MÜLLER

Melosira juergensi AGARDH

Melosira nummulloides AGARDH

Melosira undulata (EHRENBERG)KÜTZING

Melosira varians AGARDH

Genus Paralia HEIBERG

Paralia sulcata (EHRENBERG)CLEVE

Family Coscinodiscaceae KÜTZING 1844

Genus Coscinodiscus EHRENBERG

Coscinodiscus centralis EHRENBERG

Coscinodiscus centralis v. *pacifica* (EHRENBERG)GRAN & ANGST

Coscinodiscus curvatus GRUNOW

Coscinodiscus devius SCHMIDT

Coscinodiscus gigas EHRENBERG

Coscinodiscus marginato-lineatus SCHMIDT

Coscinodiscus marginatus EHRENBERG

Coscinodiscus oculus-iridis EHRENBERG

Coscinodiscus radiatus EHRENBERG

Coscinodiscus stellaris ROPER

Family Hemidiscaceae HENDEY 1937, EMEND, SIMONSEN 1975.
 Genus *Actinocyclus* EHRENBERG
 Actinocyclus moniliformis RALFS

Family Heliopeltaceae SMITH 1872
 Genus *Actinoptychus* EHRENBERG
 Actinoptychus senarius EHRENBERG
 Actinoptychus splendens (SHADBOLT)RALFS

Suborder Rhizosoleniineae
 Family Rhizosoleniaceae PETIT 1888
 Genus *Guinardia* PERAGALLO
 Guinardia flaccida (CASTRACANE)PERAGALLO
 Genus *Rhizosolenia* BRIGHTWELL
 Rhizosolenia alata BRIGHTWELL
 Rhizosolenia calcar-avis SCHULTZE
 Rhizosolenia hebetata BAILEY
 Rhizosolenia hebetata f. hiemalis GRAN
 Rhizosolenia setigera BRIGHTWELL
 Rhizosolenia styliformis BRIGHTWELL

Suborder Biddulphiaceae
 Family Biddulphiaceae KÜTZING 1844
 Subfamily Hemiauloideae JOUSE, KISELEV & PWRETSKII 1949
 Genus *Campylosira* GRUNOW
 Campylosira cymbilliformis (SCHIMIDT)GRUNOW
 Genus *Cerataulina* PARAGALLO
 Cerataulina pelagica (CLEVE)HENDY
 Genus *Climacodium* GRUNOW
 Climacodium frauenfeldianum GRUNOW
 Genus *Eucampia* EHRENBERG
 Eucampia zodiacus EHRENBERG
 Genus *Hemiaulus* EHRENBERG
 Hemiaulus hauckii GRUNOW
 Hemiaulus sinensis GREVILLE

Subfamily Biddulphioidae SCHÜTT 1896
 Genus *Biddulphia* GRAY
 Biddulphia obtusa (KÜTZING)RALFS
 Biddulphia pulchella GRAY
 Biddulphia reticulata (EHRENBERG)ROPER
 Genus *Isthmia* AGARPH
 Isthmia enervis EHRENBERG

Subfamily Stictodiscoideae NOV. SUBFAM.
 Genus *Arachnoidiscus* DEANE
 Arachnoidiscus ehrenbergii BAILEY
 Arachnoidiscus ornatus (BREBISSEON)GREVILLE

Family Chaetoceraceae SMITH 1872
 Genus *Bacteriastrum* SHADBOLT
 Bacteriastrum biconicum PAVILLARD
 Bacteriastrum comosum PAVILLARD
 Bacteriastrum varians LAUDER

Genus *Chaetoceros* EHRENBERG
 Chaetoceros affinis LAUDER
 Chaetoceros brevis SCHÜTT
 Chaetoceros constrictus GRAN
 Chaetoceros costatus PAVILLARD
 Chaetoceros curvisetus CLEVE

Chaetoceros debilis CLEVE
Chaetoceros decipiens CLEVE
Chaetoceros densus CLEVE
Chaetoceros diversus CLEVE
Chaetoceros lacinosus SCHÜTT
Chaetoceros lauderi RALFS
Chaetoceros messanensis CASTRACANE
Chaetoceros pelagicus CLEVE
Chaetoceros socialis LAUDER

Family Lithodesmiaceae H. & M. PERAGALLO 1897-1908

Genus *Bellerochea* VAN HEURCK
Bellerochea malleus (BRIGHTWELL) VAN HEURCK
Genus *Ditylum* BAILEY
Ditylum brightwellii (WEST) GRUNOW
Ditylum sol GRUNOW

Family Eupodiscaceae KÜTZING

Genus *Odontella* AGARDH
Odontella aurita (LYNGBYE) AGARDH
Odontella rhombus (EHRENBERG) KÜTZING
Odontella sinensis (GREVILLE) GRUNOW
Genus *Triceratium* EHRENBERG
Triceratium americanum RALFS
Triceratium favus EHRENBERG
Triceratium gibbosum BAILEY
Genus *Trigonium* CLEVE
Trigonium arcticum v. *quinquelobatum* (CLEVE) COMB. NOV.

Order Pennales

Suborder Araphidineae

Family Diatomaceae DUMORTIER 1822

Genus *Asterionella* HASSALL
Asterionella formosa HASSALL
Asterionella gracialis CASTRACANE
Asterionella kariana GRUNOW
Genus *Climacosphenia* EHRENBERG
Climacosphenia moniligera EHRENBERG
Genus *Diatoma* BORY
Diatoma elongatum AGARDH
Diatoma hyalina KÜTZING
Genus *Fragilaria* LYNGBYE
Fragilaria crotonensis KITTON
Fragilaria islandica GRUNOW
Fragilaria striatula LYNGBYE
Genus *Grammatophora* EHRENBERG
Grammatophora angulosa EHRENBERG
Grammatophora marina (LYNGBYE) KÜTZING
Grammatophora oceanica EHRENBERG
Grammatophora serpentina EHRENBERG
Genus *Licmophora* AGARDH
Licmophora flabellata AGARDH
Licmophora lyngbyei (KÜTZING) GRUNOW
Genus *Podocystis* BAILEY
Podocystis spathulata (SHADBOLT) VAN HEURCK
Genus *Rhabdonema* KÜTZING
Rhabdonema adriaticum KÜTZING
Rhabdonema arcuatum (LYNGBYE) KÜTZING
Genus *Striatella* AGARDH
Striatella unipunctata (LYNGBYE) AGARDH

Genus *Synedra* EHRENBERG
Synedra cyclopum BRUSTSCHY
Synedra formosa HANTZSCH
Synedra fulgens (GREVILLE) SMITH
Synedra pelagica CLEVE
Synedra pulchella (RALFS) KÜTZING
Synedra robusta RALFS
Synedra subtilis SMITH
Synedra taeniata (AGARDH) KÜTZING
Synedra tenera (AGARDH) KÜTZING
Synedra ulna (NITZSCH) EHRENBERG
Synedra undulata (BAILEY) GREGORY
Genus *Tabellaria* EHRENBERG
Tabellaria fenestrata (LYNGBYE) KÜTZING
Genus *Thalassionema* (GRUNOW) HUSTEDT
Thalassionema nitzschioides HUSTEDT
Genus *Thalassiothrix* CLEVE & GRUNOW
Thalassiothrix frauenfeldii (GRUNOW) CASTRACANE
Thalassiothrix longissima CLEVE & GRUNOW

Suborder Raphidineae

Family Achnanthaceae KÜTZING 1844

Genus *Achnanthes* BORY

Achnanthes brevipes AGARDH
Achnanthes delicatula (KÜTZING) GRUNOW
Achnanthes javanica GRUNOW
Achnanthes longipes AGARDH

Genus *Cocconeis* EHRENBERG

Cocconeis heteroidea HANTZSCH
Cocconeis pediculus EHRENBERG
Cocconeis pellucida GRUNOW
Cocconeis placentula EHRENBERG
Cocconeis pseudomarginata GREGORY
Cocconeis scutellum EHRENBERG

Genus *Rhoicosphenia* GRUNOW

Rhoicosphenia curvata (KÜTZING) GRUNOW

Family Naviculaceae KÜTZING 1844

Genus *Amphiprora* EHRENBERG

Amphiprora alata (EHRENBERG) KÜTZING

Genus *Amphora* EHRENBERG

Amphora angusta GREGORY
Amphora coffeaeformis (AGARDH) KÜTZING
Amphora costata SMITH
Amphora decussata GRUNOW
Amphora hyalina KÜTZING
Amphora laevis GREGORY
Amphora lineolata EHRENBERG
Amphora ovalis KÜTZING
Amphora proteus GREGORY
Amphora quadrata BERBISSON
Amphora truncata (GREGORY) CLEVE
Amphora typica CLEVE

Genus *Cymbella* AGARDH

Cymbella cistula HEMPR.

Genus *Diploneis* EHRENBERG

Diploneis fusca (GREGORY) CLEVE
Diploneis fusca v. *hyperborea* (GRUNOW) CLEVE
Diploneis splendida (GREGORY) CLEVE
Diploneis sp.

Genus *Donkinia* RALFS
 Donkinia recta v. *intermedia* DONKIN
 Donkinia sp.

Genus *Gomphonema* EHRENBERG
 Gomphonema constrictum EHRENBERG

Genus *Gyrosigma* HASSALL
 Gyrosigma rectum (DONKIN)CLEVE
 Gyrosigma tenuirostris (GRUNOW)CLEVE
 Gyrosigma sp.

Genus *Haslea* SIMOSEN
 Haslea gigantea (HUSTEDT)SIMOSEN

Genus *Mastogloia* THWAITES
 Mastogloia minuta GREVILLE
 Mastogloia sp.

Genus *Navicula* BORY
 Navicula cancellata DONKIN
 Navicula complanata GRUNOW
 Navicula directa (SMITH)RALFS
 Navicula distans (SMITH)RALFS
 Navicula gracilis EHRENBERG
 Navicula libellus GREGORY
 Navicula lyra EHRENBERG
 Navicula marina RALFS
 Navicula scutiformis GRUNOW
 Navicula sp.

Genus *Neidium* PFITZER
 Neidium dibium (EHRENBERG)CLEVE

Genus *Pinnularia* EHRENBERG
 Pinnularia rectangulata (GREGORY)RABENHORST

Genus *Pleurosigma* EHRENBERG
 Pleurosigma affine GRUNOW
 Pleurosigma angulatum (QUEKETT)SMITH
 Pleurosigma elongatum SMITH
 Pleurosigma intermedium SMITH
 Pleurosigma longum CLEVE
 Pleurosigma normanii RALFS
 Pleurosigma pelagicum PERAGALLO
 Pleurosigma rectum DONKIN
 Pleurosigma salinatum GRUNOW

Genus *Trachyneis* CLEVE
 Trachyneis aspera (EHRENBERG)CLEVE

Genus *Tropidoneis* CLEVE
 Tropidoneis antarctica v. *polyplasta* GRAM & ANGST
 Tropidoneis elegans (SMITH)CLEVE
 Tropidoneis lepidoptera GREGORY
 Tropidoneis longa CLEVE
 Tropidoneis vanheurckii (GRUNOW)CLEVE
 Tropidoneis vitrea (SMITH)CLEVE

Family *Auriculaceae* HENDEY 1964
 Genus *Auricula* CASTRACANE
 Auricula insecta GRUNOW

Family *Nitzschiaceae* GRUNOW 1860
 Genus *Bacillaria* GMELIN
 Bacillaria paxillifer (MULLER)HENDEY

 Genus *Cylindrotheca* RABENHORST
 Cylindrotheca closterium (EHRENBERG)REIMANN & LEWIN

 Genus *Donkinia* RALFS
 Donkinia recta v. *intermedia* DONKIN
 Donkinia sp.

Genus *Hantzschia* GRUNOW
Hantzschia marina (DONKIN)GRUNOW
 Genus *Nitzschia* HASSALL
Nitzschia constricta (GREGORY)GRUNOW
Nitzschia delicatissima CLEVE
Nitzschia frigida GRUNOW
Nitzschia lanceolata SMITH
Nitzschia longissima (BREBISSEON)RALFS
Nitzschia pacifica CUPP
Nitzschia panduriformis GREGORY
Nitzschia seriata CLEVE
Nitzschia sigma (KÜTZING)SMITH
Nitzschia sigma v. *intermedia* SMITH
Nitzschia socialis GREGORY
Nitzschia spathulata BREBISSEON
Nitzschia subtilis GRUNOW
Nitzschia vitrea NORMAN
Nitzschia sp.

Family Surirellaceae KÜTZING, GRUNOW
 Genus *Campylodiscus* EHRENBERG
Campylodiscus incertus SCHMIDT
Campylodiscus ralfsii SMITH
Campylodiscus taeniatus SCHMIDT
Campylodiscus undulatus SCHMIDT
 Genus *Surirella* TRUPIN
Surirella armoricana PERAGALLO
Surirella cuneata SCHMIDT
Surirella elegans EHRENBERG
Surirella eximia GREVILLE
Surirella spiralis KÜTZING

Division Pyrrophyta
 Class Dinophyceae

Order Prorocentrales

Family Prorocentraceae

Genus *Prorocentrum* EHRENBERG
Prorocentrum balticum (LONMANN)LOEBICH
Prorocentrum compressum (BAILEY)ABE & DODGE
Prorocentrum micans EHRENBERG
Prorocentrum triestinum SCHILLER

Order Dinophysiales

Family Dinophysaceae

Genus *Dinophysis* EHRENBERG
Dinophysis caudata SAVILLE-KENT
Dinophysis infundibulus SCHILLER
Dinophysis ovum SCHÜTT

Order Gymnodiniales

Family Gymnodiniaceae

Genus *Gymnodinium* STEIN
Gymnodinium breve DAVIS
Gymnodinium conicum KAFOID & SWEZY
Gymnodinium lohmanni PAULSEN
Gymnodinium rhomboides SCHÜTT
Gymnodinium sanguineum HIRASAKA

Order Noctilucales

Family Noctilucaeae

Genus *Noctiluca* SURIRAY & LAMARCK
Noctiluca scintillans (MACARTNEY)EHRENBERG

- Order Peridinales
- Family Peridiniaceae
 - Genus *Hetercapsa* STEIN
 - Hetercapsa triquetra* (EHRENBERG)STEIN
 - Genus *Protoperidinium* BERGH
 - Protoperidinium achromatium* (LEVANDER)BALECH
 - Protoperidinium nipponicum* ABE
 - Protoperidinium ovatum* (POUVHET)SCHÜTT
 - Protoperidinium ovum* SCHILLER
 - Protoperidinium pallidum* (OSTENFELD)BALECH
 - Protoperidinium quinquecorne* ABE
 - Protoperidinium thorianum* PAULSEN
 - Protoperidinium* sp.
 - Family Calciodinellidaceae
 - Genus *Scrippsiella* BALECH & LOEBLICH
 - Scrippsiella trochoidea* (STEIN)LOEBLICH
 - Family Gonyaulaceae
 - Genus *Gonyaulax* DIESING
 - Gonyaulax polyedra* STEIN
 - Gonyaulax polygramma* STEIN
 - Gonyaulax turbynaii* MURRAY & WHITTING
 - Genus *Protogonyaulax* TAYLOR
 - Protogonyaulax fratercula* (BALECH)TAYLOR
 - Family Ceratiaceae
 - Genus *Ceratium* SCHRANK
 - Ceratium furca* (EHRENBERG)CLAPAREDE & LACHMANN
 - Ceratium kofoidii* JÖRGENSEN
 - Ceratium longipes* (BALECH)GRAN
 - Ceratium tripos* (MULLER)SCHILLER
 - Family Oxytocaceae
 - Genus *Oxytoxum* STEIN
 - Oxytoxum laticeps* SCHILLER
 - Oxytoxum milneri* MURRAY & WHITTING
 - Oxytoxum scolopax* STEIN
- Division Chrysophyta
- Class Chrysophyceae
 - Order Dictyochales
 - Family Dictyochaceae
 - Genus *Dictyocha* EHRENBERG
 - Dictyocha fibula* EHRENBERG
 - Dictyocha fibula* v. *messanensis* (HAECKEL)LEMMERMANN
 - Dictyocha fibula* v. *stapedia* (HAECKEL)LEMMERMANN
 - Genus *Distephanus* STOHR
 - Distephanus speculum* (EHRENBERG)HAECKEL
- Division Cyanophyta
- Class Cyanophyceae
 - Order Nostocales
 - Family Oscillatoriaceae
 - Genus *Lyngbya* AGADH
 - Lyngbya birgei* G. M. SMITH
 - Lyngbya martensiana* MENECHINI
 - Genus *Oscillatoria* VAUCHER
 - Oscillatoria chalybea* MERTENS
 - Genus *Pelagothrix* SCHMIDT
 - Pelagothrix clevei* SCHMIDT

Genus Richelia SCHMIDT
Richelia intracellularis SCHMIDT
Genus Spirulina TURPIN
Spirulina sp.
Genus Trichodesmium EHRENBERG
Trichodesmium erythraeum (EHRENBERG)GOMONT
Trichodesmium thiebautii GOMONT

Family Nostocaceae
Genus Anabaena BORY
Anabaena spiroides v. *crassa* (KLEBAHN)LEMMERMANN

Division Euglenophyta

Class Euglenophyceae

Order Euglenales

Family Euglenaceae

Genus Euglena EHRENBERG

Euglena gracilis KLEBS

Euglena proxima DANGEARD

Euglena sp.

Family Eutreptiaceae

Genus Eutreptiella DA CUNHA

Eutreptiella sp.



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

6. 요약

1988년 7월부터 1989년 6월까지 제주도 해안선 주변의 10개 정점에서 식물플랑크톤 군집구조와 동태를 조사하였다.

총 출현종수는 268종으로 규조류 217종, 와편모조류 34종, 남조류 9종, 규질편모조류와 유글레나가 각각 4종이었다. 출현종수는 남부와 동부해역이 타 해역보다 높고 하계가 년중 가장 높았다.

출현종이 생태적 특성을 살펴보면, 연안종이 78.0%, 연안-외양종 및 외양종이 22.0%, 부유성이 48.1%, 저생성 및 일시부유성이 51.9%, 해양성이 81.0%, 기수성 및 담수성인종이 19.0%를 나타내었다.

조사기간 중 모든 정점에 걸쳐 공통적으로 나타나는 종은 *Achnanthes brevipes*, *Achnanthes longipes*, *Biddulphia pulchella*, *Cocconeis scutellum*, *Cocconeis psedomarginata*, *Grammatophora marina*, *Licmophora lyngbyei*, *Paralia sulcata*, *Thalassiosira rotula* 등으로 대부분의 저생성 및 일시부유성인 규조류이었다.

식물플랑크톤의 현존량은 1,834-1,190,044 cells/l의 범위로 봄과 가을에 증가하고, 여름과 겨울에 감소를 나타내어 전형적인 온대역의 양상을 보였다.

종다양성 지수의 월별 평균이 1.71-2.85로 추계가 타 계절 보다 높았다.

각 정점에서 현존량 구성비의 50%이상 우점하고 있는 종은 *Melosira borrieri*, *Paralia sulcata*, *Cocconeis scutellum*, *Bacillaria*

paxillifer, *Chaetoceros socialis* 등이었다.

RED(Relative Euclidean Distance)로 cluster 분석을 한 결과 제주도 해안선 주변해역은 5개의 군으로 구분 되었다.

식물플랑크톤의 현존량과 환경요인 사이의 다중회귀 분석결과 현존량이 변동은 수온, 염분, 인산-인의 영향을 받고 있다고 생각된다.



감사의 말씀

본 논문이 완성되기까지 아낌없는 시도와 정성을 기울여 주신 이준백교수님께 깊은 감사를 드립니다. 또한 학문의 길로 인도하여 주시고 항상 관심과 격려를 아끼지 않으신 고유봉교수님, 귀중한 화학분석 자료를 제공해주시고 조언을 해주신 최영찬교수님과 윤정수교수님, 방익찬교수님, 양성기교수님께도 감사를 드립니다.

특히 바쁘신 중에도 본 논문에 관심과 격려를 해주신 한양대학교 유광일교수님과 자료를 보내주신 해양연구소 한명수박사님께도 고마움을 표합니다. 시료채집과 토론에 응해준 서익범 동학과 자료제공을 해준 제주측후소 문재인군, 해양학과 대학원생들에게도 감사를 드리며, 시료분석과 자료정리에 고생하신 형범, 원석, 철하, 동주, 해양자원연구실 졸업생과 새학생 모두에게 고마움을 표합니다. 늘 곁에서 충고와 도움을 준 벗 경영과 말없이 뒤에서 도움을 준 진호·승희부부, 자료제공과 토론의 장애 벗을 하여준 고신자, 홍영자 동학들에게도 감사를 드립니다.

끝으로, 물심양면으로 도움을 주신 형님내외분들과 사랑하는 사촌동생들, 그리고 학문에만 전념토록 사랑과 정성으로 보살펴주신 아버님, 어머님께 이 작은 걸실을 드립니다.