

碩士 學位論文

제주도 남부해역의 부유성 섬모충류의
종 구성과 계절적 변동



濟州大學校 大學院
제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY
海洋學科

金 玄 惠

2002年 12月

Seasonal variations and species composition of
planktonic ciliates in the southern coastal
waters of Jeju Island, Korea

指導教授 李 俊 佰

金 玄 惠

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함.

2002年 12月



金玄惠의 理學 碩士學位 論文을 認准함.

審査委員長 _____ 印

委 員 _____ 印

委 員 _____ 印

濟州大學校 大學院

2002年 12月

Seasonal variations and species composition of
planktonic ciliates in the southern coastal
waters of Jeju Island, Korea

Yoo-Hae Kim

(Supervised by Professor Joon-Baek Lee)



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

Department of Oceanography
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

December 2002

목 차

List of Figures	i
List of Tables	iii
Abstract	iv
국 문 요 지	vi
I. 서 론	1
II. 재료 및 방법	3
1. 조사시기 및 정점	3
2. 시료의 처리	4
3. 탄소량 측정	6
4. 환경요인 측정	7
5. 통계와 군집분석	7
III. 결과	8
1. 조사해역의 해황	8
2. 유종섬모충류	10
2.1. 출현종의 조성 및 출현 빈도.....	10
2.2. 현존량	17
2.3. 종의 생태학적 구분 및 월별 분포.....	17

2.4. 우점종	21
2.5. 수심별 분포	21
3. 무각섬모충류	24
3.1. 출현종의 조성 및 출현 빈도.....	24
3.2. 현존량	28
3.3. 우점종	28
3.4. 수심별 분포.....	30
4. 유중섬모충류와 무각섬모충류의 구성 비율.....	31
5. 탄소량	31
6. 환경요인과 chlorophyll <i>a</i> 량간의 상관관계.....	36
6.1. 수온 및 염분과의 관계.....	36
6.2. Chlorophyll <i>a</i> 와의 관계.....	36
IV. 고찰	38
V. 참고문헌	43
VI. 부록	49
Plate	59
감사의 글	71

List of Figures

Fig. 1. Map showing the sampling stations in the study area.

Fig. 2. Procedure of Quantitative Protargol Stain (QPS) method (Montagnes and Lynn, 1993).

Fig. 3. Monthly variations of water temperature and salinity in the study area from August 1998 to June 2000.

Fig. 4. Monthly variations of species number of tintinnids in the study area.



Fig. 5. Monthly variations of abundance of tintinnids and naked ciliates and chl-*a* in the study area.

Fig. 6. Composition percentage of oceanic and neritic species of tintinnids in the study area.

Fig. 7. Composition percentage of dominant tintinnids in the study area.

Fig. 8. Vertical profiles of mean abundance of ciliates and mean chlorophyll concentration.

Fig. 9. Composition percentage of dominant naked ciliates in the study area.

Fig. 10. Abundance composition percentage of tintinnids and naked ciliates in the study area.

Fig. 11. Relationship between volume of Bouin's preserved cells and carbon determined from elemental analysis.

Fig. 12. Monthly variation of abundance and carbon biomass of ciliates in the study area.

Fig. 13. Relationship between temperature and occurrence frequency of ciliates.

Fig. 14. Relationship between salinity and occurrence frequency of ciliates.

List of Tables

Table 1. The formular for cell volume according to cell shape

Table 2. Systematics of tintinnids occurred in the study area from July 1998 to June 2000

Table 3. Occurrence list of tintinnids in the study area from July 1998 to June 2000

Table 4. Systematics of naked ciliates occurred in the study area from July 1998 to June 2000



Table 5. Occurrence list of naked ciliates in the study area from July 1998 to June 2000

Table 6. Occurrence list of tintinnids in the Chinhae Bay, Youngil Bay and Chungmoon sea

Abstract

As one part of microbial food loop study in the southern Jeju Island, planktonic ciliates including tintinnids and naked ciliates of micro plankton (20~200 μm) was investigated in the southern coastal waters of Jeju Island from July 1998 to June 2002 in terms of seasonal variation and relationship between dynamics and environment factors. During the study periods tintinnids were identified representing 1 order, 11 families, 20 genera, 39 species. Among them 10 species were new to Korean waters; *Acanthostomella conicoides*, *Ascampbelliella armilla*, *Codonellopsis orthoceras*, *Dictyocysta elegans* var. *lepida*, *Epiplocyliis undella*, *Eutintinnus turgescens*, *Eutintinnus fraknoi*, *Parundella caudata*, *Salpingella acuminata* var. *undata*, *Tintinnopsis lobiancoi*. Tintinnid abundance ranged from 100 to 5,400 cells \cdot l⁻¹ (means 314 cells \cdot l⁻¹), showing that species types were dominated from fall to winter and neritic species from spring to summer. It represents a close relationship with seasonal change of Tsushima Warm Current's impact on the study area. On the other hand naked ciliates were identified representing 1 order, 5 families, 7 genera, 15 species, showing that genus *Strombidium* species occurred dominantly and frequently in most depths and most seasons. Abundance of naked ciliates ranged from 140 to 21,000 cells \cdot l⁻¹ (means 2,356 cells \cdot l⁻¹). Abundance percent between naked ciliates and tintinnids were 68% and 32% respectively, which means the naked ciliates were almost double abundant than tintinnids in this study area. Tintinnids varied in terms of species number and occurrence frequency by season but naked ciliates did not significantly. Ciliates were more predominant in inshore than in offshore and showed maximum abundance at the 20m

layer, where as less abundance at surface and below 20m, which was coincided with phytoplankton vertical distribution. Carbon biomass of ciliates ranged from 0.01 to 136.06 $\mu\text{gC} \cdot \text{l}^{-1}$ (means 5.01 $\mu\text{gC} \cdot \text{l}^{-1}$), but its seasonal dynamics were not correlated with those of abundance. The difference was more clear when small size ciliates dominated



국 문 요 지

제주도 남부해역의 미생물먹이망 구조와 동태에 관한 연구의 일환으로 소형(micro: 20~200 μm)부유성 섬모충류 중 유종 및 무각섬모충류를 대상으로 1998년 7월부터 2000년 6월까지 매월 조사를 실시하여 이들의 계절적인 변동과 분포특성 그리고 환경요인과의 관계를 알아보았다. 조사기간 동안 출현한 유종섬모충류는 1목, 11과, 20속, 39종이었으며 이중 10종(*Acanthostomella conicoides*, *Ascampbelliella armilla*, *Codonellopsis orthoceras*, *Dictyocysta elegans* var. *lepida*, *Epiplocytilis undella*, *Eutintinnus turgescens*, *Eutintinnus fraknoii*, *Parundella caudata*, *Salpingella acuminata* var. *undata*, *Tintinnopsis lobiancoi*)은 우리나라 해역에서 처음으로 보고된다. 유종섬모충류의 세포수 범위는 100~5,400 cells \cdot l⁻¹ (평균 314 cells \cdot l⁻¹) 이었고 우점종의 계절적 천이는 가을부터 겨울에는 외양성종이 우세하였으며 봄부터 여름까지는 연안성종이 우점하였다. 이러한 분포 양상은 조사해역에 미치는 대마난류수의 계절에 따른 영향력의 강약정도와 매우 밀접한 관계를 보였다. 한편 무각섬모충류는 1목, 5과, 7속, 15종이 출현하였으며 세포수 범위는 140~21,000 cells \cdot l⁻¹ (평균 2,356 cells \cdot l⁻¹)로써 이중 *Strombidium*속의 종이 전 수심과 계절에 우점종으로 나타났다.

유각과 무각섬모충류 세포수 비율은 무각섬모충류가 68%, 유종섬모충류가 32%로써 무각섬모충류가 유종섬모충류에 비해 2배 이상의 높은 세포수를 보였다. 유종섬모충류의 출현빈도와 종수는 계절에 따라 변화하였지만 무각섬모충류는 계절에 따른 큰 변화가 없었다. 섬모충류의 세포수는 해역별로 보면 외해보다는 내해에서 높았고 수심별로는 20m층에서 최대를 보였으며 표층과 20m 이하 수심에서는 감소하고 있는데 식물플랑크톤의 수직분포와 일치하고 있어 피식자와 포식자의 관계를 보였다. 섬모충류의 탄소량의 범위는 0.01~136.06 $\mu\text{gC} \cdot \text{l}^{-1}$ (평균 5.01 $\mu\text{gC} \cdot \text{l}^{-1}$)로써 탄소량과 세포수의 월별변동은 반드시 일치하지 않았는데 비교적 작은 크기의 섬모충류가 우점한 계절에는 세포

수가 최대를 보이고 있으나 탄소량은 다른 계절에 비해 낮게 나타나 불일치가 더욱 분명 하였다.



I. 서 론

해양생태계의 먹이망은 매우 다양한 생물종으로 복잡하게 구성되어 있지만 여러 가지 최첨단 장비와 분석방법의 발달로 인하여 생물간의 상호 작용에 대하여 조금씩 밝혀지고 있다. 기존의 먹이망은 식물플랑크톤-동물플랑크톤-어류라는 단순한 연결고리만을 생각하였으나 최근 미생물 먹이 고리(microbial food loop)가 새롭게 부각되어 더 복잡한 구조를 가지고 있다고 밝혀졌다(Pomeroy, 1974). 조사해역인 제주도 남부해역의 경우도 최근에 극미소(pico: $0.2\sim 2\mu\text{m}$)와 미소(nano: $2\sim 20\mu\text{m}$)플랑크톤에 대한 연구가 이루어졌지만(신과 이, 2002), 본 연구에서는 microbial loop을 구체화시키기 위해 소형(micro: $20\sim 200\mu\text{m}$)플랑크톤의 주된 분류군을 이루는 부유성 섬모충류를 대상으로 실시하였다.

부유성 섬모충류는 영양방식이 주로 종속 영양성을 보이지만 때로는 혼합 영양성을 보이는 원생생물로 주로 외편모조류나 돌말류 등을 포식하고(Heinbokel and Beers, 1979; Stoecker *et al.*, 1981, 1983, 1984) 요각류나 치어 등에 포식되는 등 해양먹이 순환의 에너지 전달자의 역할을 하고 있다(Takahashi and Hoskins, 1978; Gast, 1985). 이들의 먹이원으로써의 중요성은 다음과 같다. 첫째, 요각류 *Acartia* 암컷의 경우 식물플랑크톤을 섭식했을 때 보다 섬모충류를 섭식 했을 때 난 생산이 25%이상 증가하고(Stoecker and Egloff, 1987), 둘째, 빗해파리의 경우는 유생시기에 이들을 섭식했을 때가 다른 먹이원을 섭식했을 때 보다 초기 생존률이 높았으며(Stoecker *et al.*, 1987), 셋째, flatfish인 가자미나 넙치류 그리고 젤라틴성 동물플랑크톤의 경우 실험실 실험에서 비슷한 크기의 식물플랑크톤은 섭식하지 않고 원생동물만을 섭식한다는 것이다(Blaxter *et al.*, 1983, Stoecker *et al.*, 1984).

이와같이 먹이망에서 중요한 역할을 차지하고 있는 섬모충류가 기존의

microbial loop의 구성에서 누락되어 왔으며 우리나라 해역의 플랑크톤 연구에서도 미비한 실정이다. 그 이유는 치어나 동물플랑크톤의 소화관내 분석에서 이들을 쉽게 분석할 수 없었고(Mullin, 1966; Stoecker and Govoni, 1984), 또 다른 이유는 이들의 체세포 크기가 작고 매우 연약하여 고정과 염색을 할 때 세포가 터지거나 심한 수축 등으로 종의 계수와 동정이 어려웠기 때문이다. 이러한 난점에도 불구하고 본 연구에서는 QPS(Montagnes and Lynn, 1993)방법의 염색법을 이용하여 효과적으로 이들을 동정할 수 있었다.

섬모충류는 크게 두 가지로 분류되며 키틴질(chitin-like substance)의 껍데기(lorica, 피갑)를 갖는 유종섬모충류(loricated ciliates 또는 tintinnids라고도 함)와 각이 없이 체세포만으로 이루어진 무각섬모충류(naked ciliates)로 분류된다. 특히 유종섬모충류의 분포는 수온과 밀접한 관계가 있어 수괴지표종으로써 수괴분석과 해류분석에 이용되고 있다(Hada, 1957; Kato and Taniguchi, 1993). 최근에는 중국 양자강의 여름철 범람으로 유출되는 많은 양의 저염수가 동중국해역과 제주도 남부해역까지 영향을 주고 이 해역에서 섬모충류에 의한 적조가 빈번히 일어나고 있는 것이 발견되기도 하였다(Lee *et al.*, 1999). 본 연구는 제주도 남부 중문연안에 출현한 유종 및 무각섬모충류를 분류학적으로 체계를 세우고 생태학적인 고찰을 실시하는데 목적을 두었고, 조사해역에서의 섬모충류의 계절적인 변동과 분포특성 그리고 이들이 환경요인과 어떠한 상관관계를 갖고 있는지에 대해 파악하고자 연구를 실시하였다.

II. 재 료 및 방 법

1. 조사시기 및 정점

제주도 남부 중문주변 해역의 해안(inshore) 3개 정점(정점 1, 2, 3)과 외해(offshore)의 3개 정점(정점 4, 5, 6)을 선정하여 1998년 7월부터 2000년 6월까지 매월 조사를 실시하였다(Fig. 1). 시료의 채집은 Niskin 채수기를 이용하여 해안은 표층과 10m층에서, 외해는 표층, 10m, 20m, 30m, 50m, 75m층에서 조사를 실시하였다.

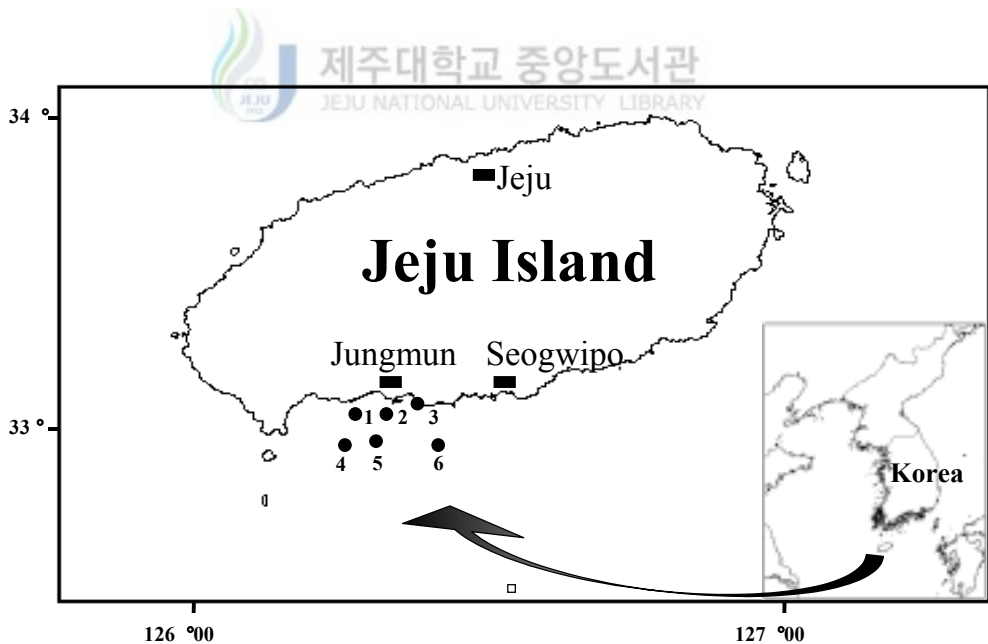


Fig. 1. Map showing the sampling stations in the study area.

2. 시료의 처리

각각의 수심별로 100ml씩을 채수한 후 Bouin용액으로 현장에서 고정시킨 후 실험실로 운반하여 한천포매도는 염색법(Quantitative Protargol Stain: Montagnes and Lynn 1993)에 의해 영구표본을 제작하였다(Fig. 2). 섬모충류의 계수와 동정은 광학현미경(Zeiss, Axioplan II)의 고배율($\times 400 \sim 1000$)로 실시하였고 이들의 촬영은 미분 간섭차 현미경(Differential Interference Contrast microscope)으로 하였다. 유충섬모충류의 동정은 Kofoid and Campbell(1929, 1939), Campbell(1942), Hada(1932a, b, c; 1935, 1937, 1938), Balech(1948, 1968), Taniguchi(1997) 그리고 Alder(1999)의 문헌을 참고하였으며, 아목(suborder)이상은 Corliss(1979)의 체계를 따랐고, 과(Family)와 속(Genus)은 Alder(1999)의 분류체계를 따랐다. 무각섬모충 플랑크톤의 동정은 Maeda and Carey(1985)과 Maeda(1986)의 문헌을 참조하였으며, 아목(suborder)이상은 Corliss(1979)의 분류체계를 따랐고, 과(Family)와 속(Genus)은 Montagnes and Lynn(1991)의 체계를 따랐다. 이들 중의 생태학적 특성은 Hada(1932a, b, c; 1937, 1938)와 Balech(1948, 1968)의 문헌을 참조하였다.

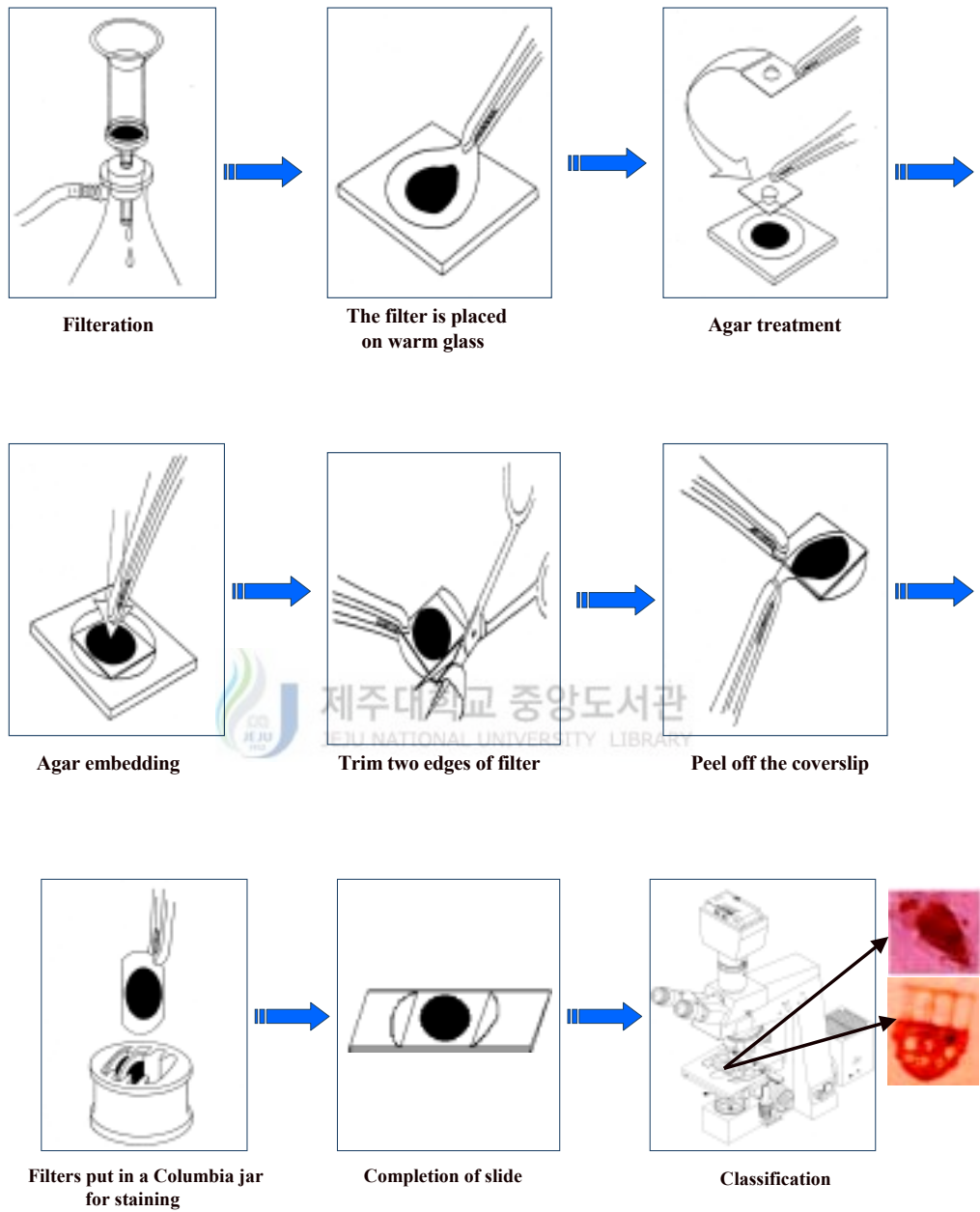







Fig. 2. Procedure of Quantitative Protargol Stain (QPS) method (Montagnes and Lynn, 1993).

3. 탄소량 측정

탄소량 측정은 먼저 각 종의 체적을 구한 후 세포 형태를 도식화하고, 세포의 크기는 종별로 구분하여 광학현미경의 micrometer기를 사용하여 각 세포의 길이와 폭을 구한 후 표준화시켜 이들의 체적(volume)를 구하였다(Table 1). 측정된 세포의 체적은 Putt and Stoecker(1989)의 carbon factor인 $0.19 \pm 0.01 \text{ pg C } \mu\text{m}^{-3}$ 를 이용하여 탄소량을 산출하였다.

Table. 1. The formular for cell volume according to cell shape

Shape	Formular	Schematization
1. Sphere	$V_v = 4\pi r^3 / 3$	
2. Right circular cylinder	$V_v = r^2 h \pi$	
3. Right circular cone	$V_v = h \pi r^2 / 3$	
4. Ellipsoid of semi-axes	$V_v = 4/3 \pi abc$	
5. Paraboloid	$V_v = \pi b^2 a / 2$	

4. 환경요인 측정

Chlorophyll *a*량은 각 수심별로 해수 1l 를 GF/F filter (Whatman, 47mm)로 여과한 후 90% acetone으로 24시간 동안 냉장 보관 후 원심분리기를 이용하여 3,500rpm에서 원심분리시켜 spectrophotometer(Shimadzu, UV-1201)로 측정 한 값을 Parsons et al.(1984)의 식에 의해 단위 체적당 chlorophyll *a*량 ($\mu\text{g Chl-}a \cdot \text{l}^{-1}$)으로 계산하였다. 물리적 특성을 위한 분석으로 수온과 염분은 CTD(SEB 19-03)로 각 수심별로 측정하였다.

5. 통계와 군집분석

이들 생물과 물리·화학적 환경과의 상관관계를 알아보기 위해 SYSTAT v8.0 통계프로그램을 이용하여 단순상관관계를 분석하였다. 군집분석을 위한 다양도(Diversity indices)는 Pielou(1969)의 식에 기초한 Simpson의 지수(λ)를 이용하여 산출하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 조사해역의 해황

조사해역은 연중 고염의 쿠로시오난류의 영향을 직접 받는 해역이고 계절적으로는 중국의 대륙연안수, 저온의 황해저층냉수와 제주도 연안에서 생성된 제주 연안수들의 영향을 받는 해역(Kim, 1986; 윤 등, 1991; Kim et al., 1991; 방 등, 2001)으로 외양역의 경우는 장마기간동안 많은 양의 저염인 중국대륙 연안수가 동중국해를 거쳐 조사해역까지 흘러들어 오고 있고, 해안역인 경우는 중문 관광단지가 인접해 있고 중문천과 포구등 육상수의 주 유입원을 끼고 있어 제주도 육상수의 영향을 직접받는 복잡한 해황 특성을 갖는 해역이다.

이러한 본 조사 해역의 수온과 염분을 각각 해안역과 외양역으로 나누어 표층 10m이내에서 측정한 결과 수온의 범위는 해안역에서 13.73~27.08 °C (평균 19.26 °C)으로 2000년 3월 정점 2에서 가장 낮은 값을, 1998년 7월 정점 3에서 가장 높은 값을 보였다(Fig 3). 외양역에서는 13.90~27.28 °C (평균 19.1 °C)으로 2000년 3월 정점 5에서 가장 낮은 값을, 1998년 8월 정점 6에서 가장 높은 값을 보여 해안역이 외양역보다 평균 0.16 °C 높았다.

염분의 범위는 해안역에서 29.62~35.58 psu (평균 33.5 psu)으로 1999년 9월 정점 1에서 가장 낮은 값을, 2000년 2월 정점 1에서 가장 높은 값을 보였다(Fig. 3). 외양역에서는 29.36~34.59 psu (평균 33.4 psu)으로 1999년 9월 정점 6에서 가장 낮은 값을, 2000년 2월 정점 5에서 가장 높은 값을 보였다. 또한 겨울철 평균 염분이 34.2 psu 인데 반해 여름철 평균 염분은 30.1 psu였다.

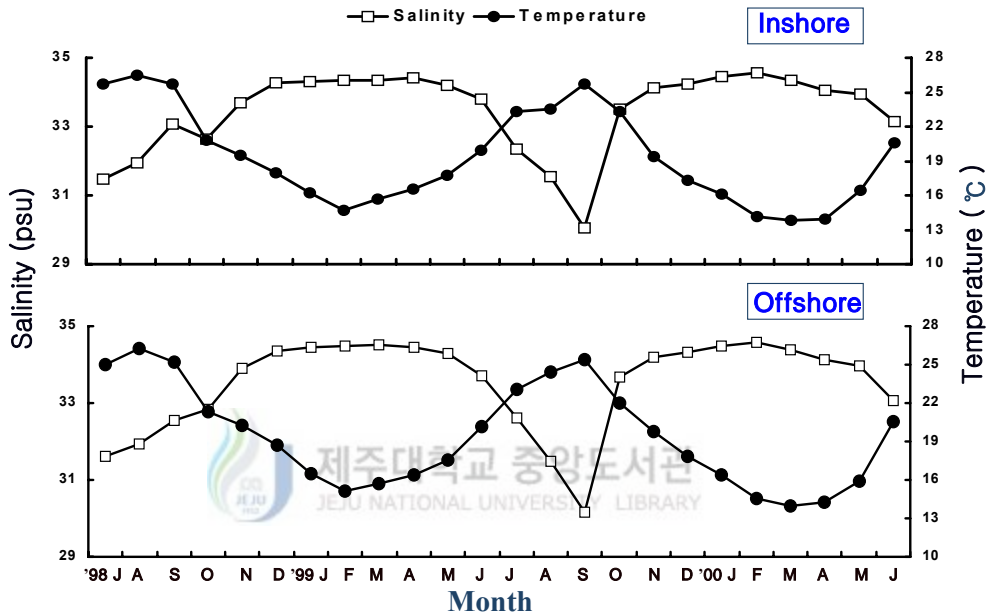


Fig. 3. Monthly variations of water temperature and salinity in the study area from August 1998 to June 2000.

2. 유충섬모충류

2.1. 출현종의 조성 및 출현빈도

조사기간 중 출현한 유충섬모충류는 1목, 11과, 20속, 39종이었다(Table 2). 출현종 중 *Tintinnopsis*속과 *Salpingella*속 종이 각각 4종이 출현하였고, *Stenosemella*속, *Eutintinnus*속 그리고 *Amphorides*속의 종이 각각 3종씩 출현하였으며 *Condonellopsis*속, *Climacocylis*속 등 16속에서는 2종 이하의 종의 출현을 보였다(Table 3). 이중 15회 이상의 높은 출현빈도를 보인 종으로는 *Salpingella laminata*와 *Salpingella subconica* 종이었으며 이들은 생물출현 빈도가 특히 적었던 1999년 춘계를 제외하고 거의 모든 조사 계절에 출현하였다. 또한 8회 이상의 출현빈도를 보인 종으로는 *Amphorides quadrilineata* 1종과 미동정종인 *Tintinnopsis* sp. 와 *Salpingella* sp. 2종이었고, 그 밖의 5회 이상의 출현빈도를 보인 종은 총 8종이었으며 이외의 종들은 5회 미만의 출현 빈도를 보였다. 월별 유충섬모충류의 출현 종수를 보면 1999년 10월에 31종의 출현으로 가장 많았다(Fig. 4). 반면 가장 적은 출현 종수를 보인 달은 1999년 2월로 한 종도 출현되지 않았고, 1999년 3과 2000년 3월에도 1종만이 출현되었다. 계절변화에 따른 종수를 보면 봄철(3~5월)에는 1~12종이었으나 여름철(6~8월)로 가면서 5~23종으로 증가하다가 가을철(9~11월)에는 6~31종으로 최대 종수를 보이며, 다시 겨울철(12~2월)에 들자 4~12종으로 감소함으로 유충섬모충 플랑크톤이 계절별로 큰 차이를 보이고 있었다. 반면 Simpson의 종 다양성 지수(λ)는 계절별로 2.63~3.09의 범위를 나타냈으며 평균값은 2.86이었다. 계절별로는 여름(3.09) > 가을(3.05) > 봄(2.65) > 겨울(2.63)의 순으로 나타났다.

Table 2. Systematics of tintinnids occurred in the study area from July 1998 to June 2000

Kingdom Animalia

Subkingdom Protozoa

Phylum Ciliophora **Doflein 1901**

Class Polyhymenophora **Jankowski 1967**

Subclass Spirotricha **Bütschli 1889**

Order Oligotrichida **Bütschli 1887**

Suborder Tintinnina **Kofoid and Campbell 1929**

Family Codonellidae **Kent 1882**

Genus *Tintinnopsis* **Stein. 1867**

1. *Tintinnopsis beroidea* **Stein 1867**
2. *T. lobiancoi* **Daday 1887**
3. *T. parvula* **Jørgensen 1912**
4. *T. radix* (**Imhoff 1886**)

Family Codonellopsidae **Kofoid and Campbell 1929**

Genus *Stenosemella* **Jørgensen 1924**

5. *Stenosemella nivalis* (**Meunier 1910**)
6. *S. pacifica* (**Wailes 1925**)
7. *S. parvicollis* (**Marshall 1934**)

Genus *Condonellopsis* **Jørgensen 1924**

8. *Codonellopsis morchella* (**Cleve 1900**)
9. *C. orthoceras* (**Haeckel 1873**) **Jørgensen**

Family Metacyclididae **Kofoid and Campbell 1929**

Genus *Climacocylis* **Jørgensen 1924**

10. *Climacocylis digitura* **Kofoid and Campbell 1929**

Family Ptychocylididae **Kofoid and Campbell 1929**

continued

Genus *Favella* Jörgensen 1924

11. *Favella ehrenbergii* (Claparede and Lachmann 1858)
12. *F. taraikaensis* Hada 1932

Family Epiplocyclidae Kofoid and Campbell 1939

Genus *Epiplocylis* Jörgensen 1924

13. *Epiplocylis undella* (Ostenfeld and Schmidt 1901)

Genus *Epiplocyloides* Hada 1928

14. *Epiplocyloides ralumensis* (Brandt 1906)
15. *E. reticulata* (Ostenfeld and Schmidt 1901)

Family Ascampbelliellidae Corliss 1960

Genus *Acanthostomella* Jörgensen 1927

16. *Acanthostomella norvegica* (Daday 1887)
17. *A. conicoides* Kofoid and Campbell 1939

Genus *Ascampbelliella* Corliss 1960

18. *Ascampbelliella armilla* Corliss 1979
19. *A. urceolata* (Ostenfeld 1899)

Family Dictyocystidae Kent 1881

Genus *Dictyocysta* Ehrenberg 1854

20. *Dictyocysta elegans* var. *lepida* (Ehrenberg 1854) Balech

Family Rhabdonellidae Kofoid and Campbell 1929

Genus *Protorhabdonella* Jörgensen 1924

21. *Protorhabdonella curta* (Cleve 1901)
22. *P. simplex* (Cleve 1900)

Genus *Rhabdonella* Brandt 1907

23. *Rabdonella poculum* (Ostenfeld and Schmidt 1901)
24. *R. spiralis* (Fol 1881)

Family Xystonellidae Kofoid and Campbell 1929

continued

Genus *Parundella* Jörgensen 1924

25. *Parundella caudata* (Ostenfeld 1899) Jörgensen

Family Undellidae Kofoid and Campbell 1929

Genus *Undella* Daday 1887

26. *Undella claparedei* (Entz 1885)

Family Tintinnidae Claus 1876

Genus *Amphorides* Strand 1926

27. *Amphorides amphora* (Claparede and Lachmann 1858)
28. *A. quadrilineata* (Claparede and Lachmann 1858)
29. *A. quadrilineata* var. *minor* (Jörgensen 1924)

Genus *Steenstrupiella* Kofoid and Campbell 1929

30. *Steenstrupiella steenstrupii* var. *robusta* (Kofoid and Campbell 1929)

Genus *Amphorellopsis* Kofoid and Campbell 1929

31. *Amphorellopsis acuta* (Schmidt 1901)

Genus *Dadayiella* Kofoid and Campbell 1929

32. *Dadayiella ganymedes* (Entz 1884)

Genus *Eutintinus* Kofoid and Campbell 1939

33. *Eutintinus fraknoi* (Daday 1887) Kofoid and Campbell
34. *E. tubulosus* (Ostenfeld 1899)
35. *E. turgescens* (Kofoid and Campbell 1929) Kofoid and Campbell

Genus *Salpingella* Jörgensen 1924

36. *Salpingella acuminata* (Claparede and Lachmann 1858)
37. *S. acuminata* var. *undata* (Brandt 1906–1907)
38. *S. laminata* Kofoid and Campbell 1939
39. *S. subconica* Kofoid and Campbell 1929

<i>Rhabdonella striata</i>															*						O			
<i>Sal. acuminata</i> var. <i>undata</i>															*					*	O			
<i>Salpingella acuminata</i>																			*		O			
<i>Salpingella laminata</i>	*	*		*						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	O		
<i>Salpingella subconica</i>	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	O		
<i>Salpingella</i> sp.										*	*	*	*	*	*						*	O		
<i>Steerstrupiella steerstrupii</i> var. <i>robusta</i>										*	*	*										O		
<i>Stenosmella nivalis</i>					*	*			*										*	*	*	N		
<i>Stenosmella pacifica</i>																					*	N		
<i>Stenosmella parvicollis</i>																			*	*	*	N		
<i>Stenosmella</i> sp.	*							*								*	*	*		*		N		
<i>Tintinnopsis beroidea</i>								*	*		*									*	*	N		
<i>Tintinnopsis lobiancoi</i>											*										*	N		
<i>Tintinnopsis radix</i>																*				*		N		
<i>Tintinnopsis parvula</i>							*	*			*											N		
<i>Tintinnopsis</i> sp.	*										*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	N		
<i>Undella claparedi</i>																				*		O		
<i>Undella</i> sp.																*	*					O		
Number of species	5	9	6	6	3	4	5	-	1	3	7	6	15	23	12	31	10	14	12	4	1	12	8	9

Note: N, Neritic species ; O, Oceanic species based on references

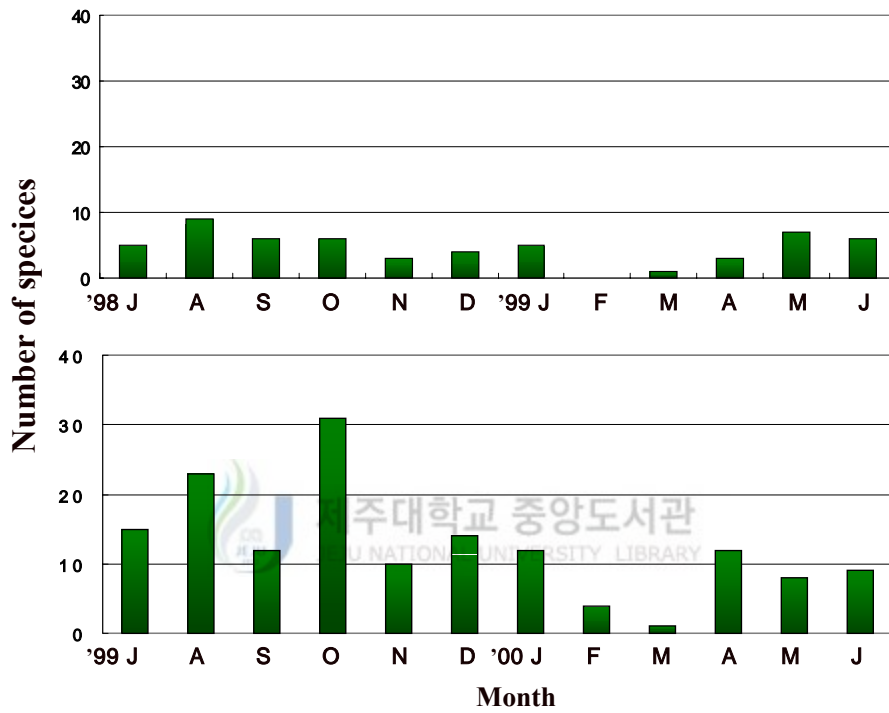


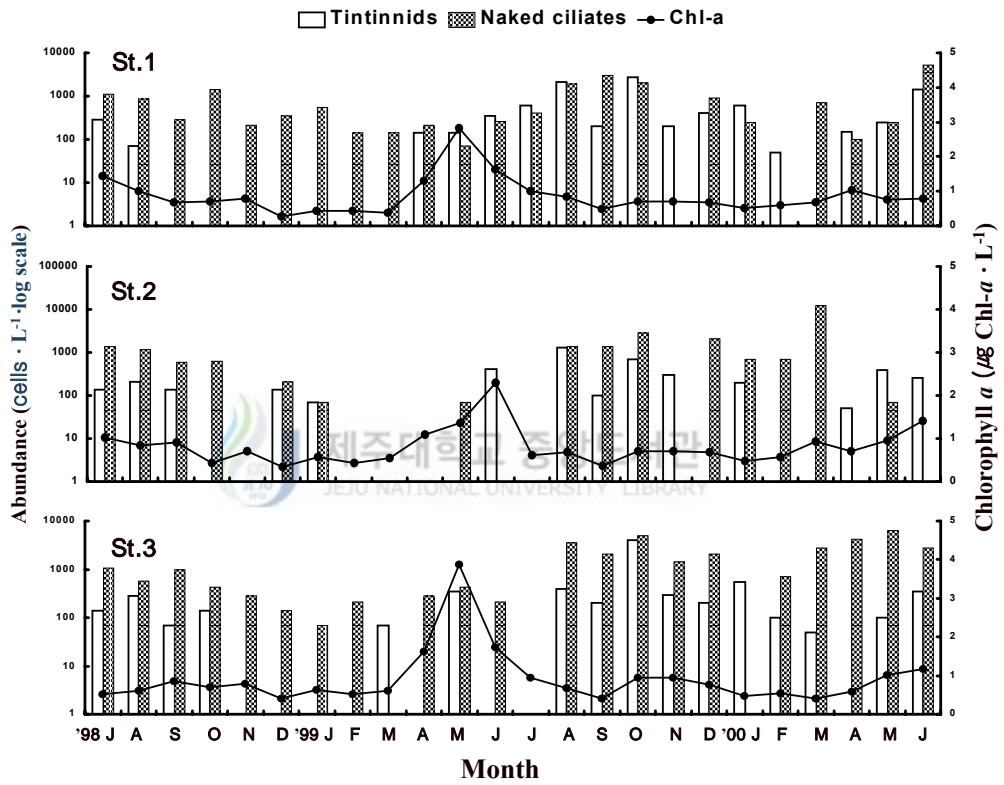
Fig. 4. Monthly variations of species number of tintinnids in the study area.

2.2. 현존량

조사기간 중 유충섬모충류의 세포수 범위는 0~5,400 cells · l⁻¹ (평균 314 cells · l⁻¹) 으로서 최대값은 1999년 10월 해안역인 정점 3(표층)에서 나타났다(Fig. 5). 해안역의 연중 평균은 297 cells · l⁻¹이었으며, 외해역의 경우는 292 cells · l⁻¹이었다. 정점별 연평균 세포수를 보면 정점 1은 407 cells · l⁻¹로 가장 높았고, 정점 2는 184 cells · l⁻¹로 가장 낮았으며 그 외 정점 3은 301 cells · l⁻¹, 정점 4는 255 cells · l⁻¹, 정점 5는 287 cells · l⁻¹, 정점 6은 347 cells · l⁻¹ 이었다.

2.3. 종의 생태학적 구분 및 월별 분포

출현종의 서식지 특성을 문헌을 근거로 구분해 보면 외양종은 37종(66%)이었고 연안종은 19종(34%)이었다(Table 3). 외양종과 연안종의 계절적 출현분포율을 보면 겨울철에는 외양종이 76%이고 연안종이 24%인데 비해 봄철부터는 연안종의 출현이 늘어 연안종이 40%, 외양종이 60%의 출현률을 보였다(Fig. 6).



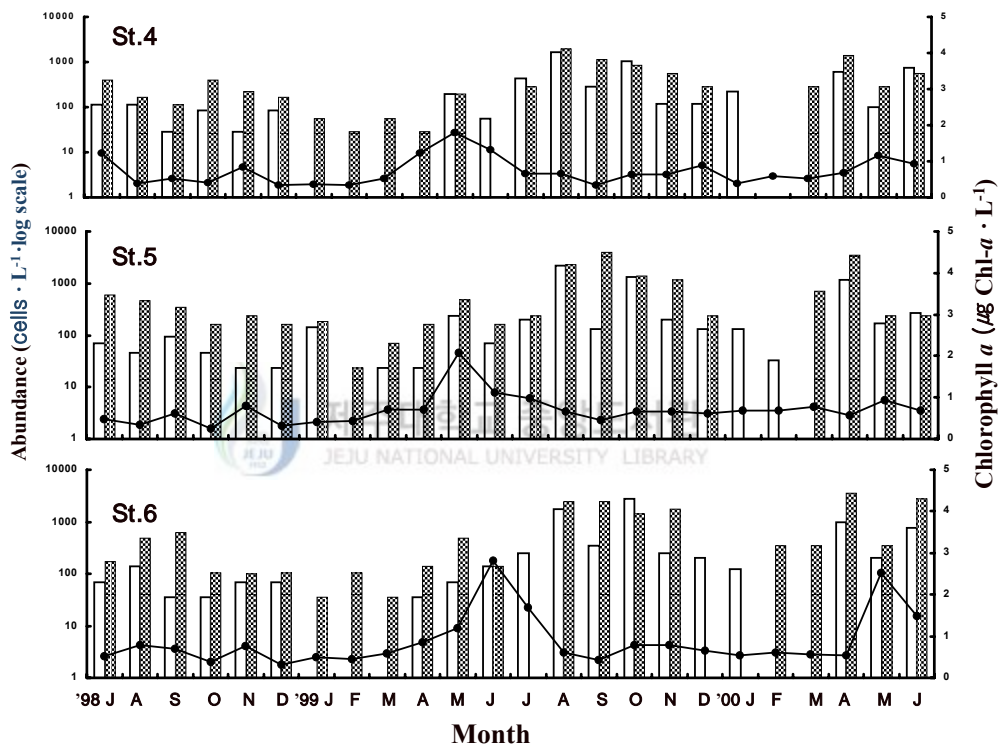


Fig. 5. Monthly variations of abundance of tintinnids and naked ciliates and chl-*a* in the study area.

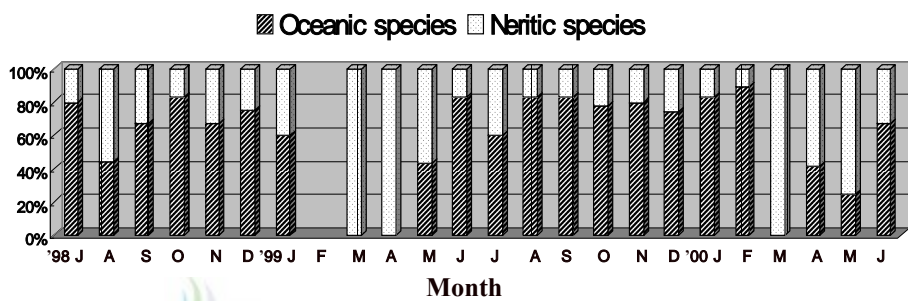


Fig. 6. Composition percentage of oceanic and neritic species of tintinnids in the study area.

2.4. 우점종

조사기간 중 관측된 각 달의 세포수 점유율에서 20%이상 차지하는 종을 우점종으로 하였다. 이중 *Salpingella laminata* 종이 8달에 걸쳐 우점종으로 나타났으며 그 밖의 *Tintinnopsis parvula*, *Dadayiella ganemedes*, *Stenosemella nivalis*, *Salpingella subconica* 등이 우점하였다(Fig. 7). 이중 대표적인 외양종인 *Amphorides quadrilineata*, *Dadayiella ganemedes*, *S. laminata*, *S. subconica* 종이 16달 동안 우점종으로 나타났고, 대표적인 연안종인 *Favella taraikaenis*, *F. ehrenbergii*, *Tintinnopsis parvula*, *Stenosemella nivalis* 등이 2월부터 5월까지 우점종으로 나타났다. 이외에도 연안종인 *Codonellopsis orthoceras*, *Eutintinnus fraknoi*, *E. tubulosus*, *E. turgescens* 등이 7월부터 10월까지 높은 현존량을 보였다.



2.5. 수심별 분포

조사정점 중 수심 20m층에서 가장 많은 세포수($384 \text{ cells} \cdot \text{l}^{-1}$)를, 표층과 20m 미만 수심이 깊어질수록 세포수는 감소하고 있어 바람이나 담수유입의 영향을 직접 받아 불안정한 환경에 쉽게 노출되는 표층과 바로 아래 수심보다는 보다는 어느 정도 안정된 환경이 조성되는 20m층에서 최대 세포수를 보이고 그 이하 수심이 깊어질수록 다시 세포수가 감소되고 있었다. 이러한 수직적 분포의 경향은 chlorophyll 값의 분포와도 같은 경향을 보이고 있었다 (Fig. 8).

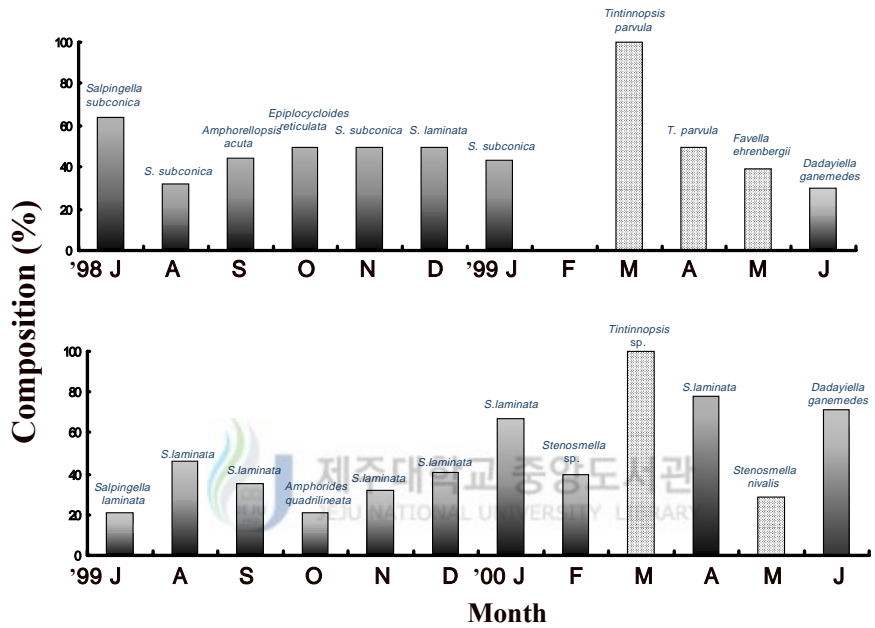


Fig. 7. Composition percentage of dominant tintinnids in the study area.

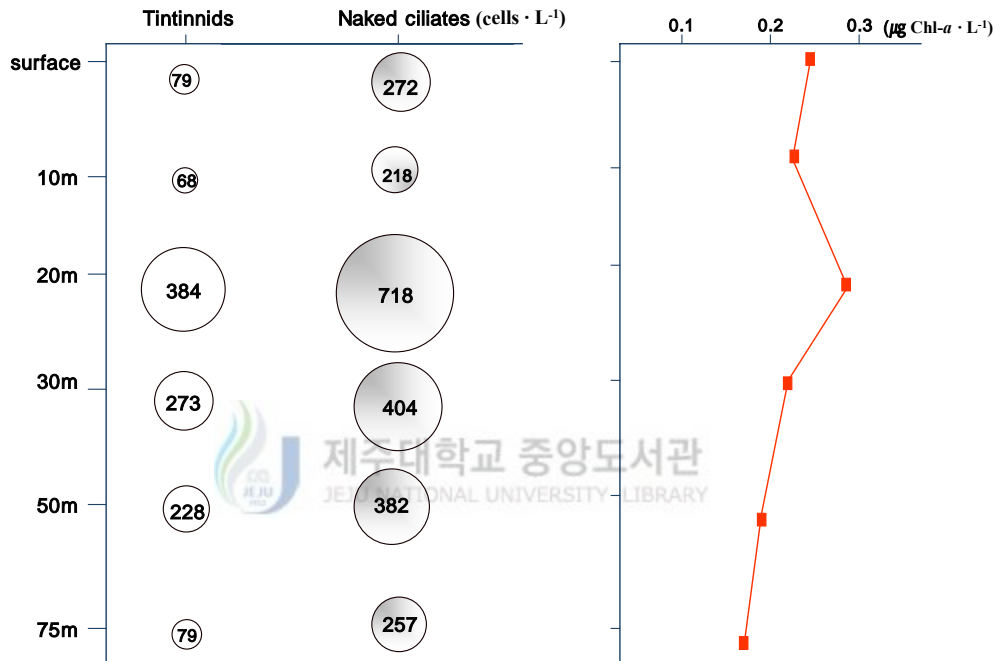


Fig. 8. Vertical profiles of mean abundance of ciliates and mean chlorophyll concentration.

3. 무각섬모충류

3.1. 출현종의 조성 및 출현 빈도

조사기간 중 출현한 무각섬모충류는 1목, 5과, 7속, 15종이었다(Table 4). 출현종 중 *Strombidium*속이 6종으로 가장 높은 출현분포를 보였고, 이 중 *Strombidium* sp.가 20달 이상 거의 모든 계절에 출현하였고 *Lohmanniella oviformis*, *Tontonia simplicidens*, *Strobilidium multinucleatum*, *Strobilidium neptuni*, *Laboea strobila*가 10~16달 이상의 출현빈도를 보였으며 이외의 종들은 10달 미만의 출현 빈도를 보였다(Table 5). 월별 출현 종수를 보면 1998년 8월에 10종의 출현으로 가장 많았고 가장 적은 출현 종수를 보인 달은 2000년 1월로 1종만이 출현되었다. 계절변화에 따른 이들의 출현빈도와 종수는 거의 모든 계절에 분포하여 유충섬모충류의 계절변화와 다른 특징을 보였다.

Table 4. Systematics of naked ciliates occurred in the study area from July 1998 to June 2000

Kingdom Animalia

Subkingdom Protozoa

Phylum Ciliophora **Doflein 1901**

Class Polyhymenophora **Jankowski 1967**

Subclass Spirotricha **Bütschli 1889**

Order Oligotrichida **Bütschli 1887**

Suborder Oligotrichina **Bütschli 1887**

Family Strombidinopsidae **Small and Lynn 1985**

Genus *Strombidinopsis* **Kent 1881**

1. *Strombidinopsis multiauris* **Montagnes and Taylor 1994**

Suborder Strobilidiina **Small and Lynn 1985**

Family Strobilidiidae **Kahl in Doflein and Reichenow 1929**

Genus *Strobilidium* **Schewiakoff 1983**

2. *Strobilidium multinucleatum* **Lynn and Montagnes 1988**
3. *Strobilidium neptuni* **Montagnes and Taylor 1994**
4. *Strobilidium spiralis* **Lynn and Montagnes 1988**

Family Leegaardlellidae **Lynn and Montagnes 1988**

Genus *Leegaardiella* **Lynn and Montagnes 1988**

5. *Leegaardiella ovalis* **Lynn and Montagnes 1988**

Family Lohmanniellidae **Montagnes and Lynn 1991**

Genus *Lohmanniella* **Leegaard 1915**

6. *Lohmanniella oviformis* **Lynn and Montagnes 1988**

Family Strombidiidae **Fauré-Fremiet 1970**

Genus *Laboea* **Lohmann 1908**

continued

7. *Laboea strobila* Montagnes, Lynn, Stoecker and Small 1988

Genus *Strombidium* Claparède and Lachmann 1859

8. *Strombidium bilobum* Lynn and Gilron 1993

9. *Strombidium constrictum* Montagnes, Lynn, Stoecker & Small 1988

10. *Strombidium dalum* Lynn and Gilron 1993

11. *Strombidium epidemum* Montagnes, Lynn, Stoecker & Small 1988

12. *Strombidium sulcatum* Montagnes, Lynn, Stoecker & Small 1988

13. *Strombidium tressum* Montagnes, Lynn, Stoecker & Small 1988

Genus *Tontonia* Fauré-Fremiet 1970

14. *Tontonia grandis* Suzuki and Han 2000

15. *Tontonia simplicidens* Lynn and Gilron 1993



Table 5. Occurrence list of naked ciliates in the study area from July 1998 to June 2000

Species name	Month	1998					1999					2000												
	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
<i>Laboea strobila</i>	*	*	*			*		*	*	*			*	*										*
<i>Leegaardiella ovalis</i>		*							*	*											*			
<i>Lohmanniella oviformis</i>	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*					
<i>Strombidium bilobum</i>																					*	*		*
<i>Strombidium constrictum</i>															*		*							
<i>Strombidium dalum</i>		*	*	*	*	*									*		*				*			
<i>Strombidium epidemum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*													
<i>Strombidium sulcatum</i>						*			*															
<i>Strombidium tressum</i>		*				*	*	*	*	*	*												*	*
<i>Strombidium</i> sp.	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Strobilidium multinucleatum</i>	*	*	*	*	*	*							*	*	*							*		*
<i>Strobilidium neptuni</i>	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*									*
<i>Strobilidium spiralis</i>																						*		
<i>Strobilidium</i> sp.		*	*					*						*	*							*		
<i>Strombidinopsis multiauris</i>						*									*									
<i>Tontonia grandis</i>			*	*																				
<i>Tontonia simplicidens</i>	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*									
<i>Tontonia</i> sp.		*																						
Number of species	7	10	7	8	6	7	7	4	3	9	6	7	3	5	6	9	3	4	1	2	5	5	2	5



3.2. 현존량

조사기간 중 무각섬모충류의 현존량 범위는 140~21,000 cells · l⁻¹ (평균 2,356 cells · l⁻¹) 으로서 최대값은 1998년 10월 해안역인 정점 1(표층)과 2000년 3월 정점 2(표층)에서 나타났다(Fig. 5). 해안역의 연중 평균은 3,060 cells · l⁻¹이었으며, 외해역의 경우는 1,651 cells · l⁻¹ 으로 해안역이 외해역보다 2배 정도의 높은 비율로 나타났다. 정점별 현존량을 보면 정점 1은 3,314 cells · l⁻¹, 정점 2는 2,683 cells · l⁻¹, 정점 3은 3,182 cells · l⁻¹, 정점 4는 1,087 cells · l⁻¹, 정점 5는 1,994 cells · l⁻¹, 정점 6은 1,841 cells · l⁻¹ 이었다.



3.3. 우점종

조사기간 중 매월 현존량에서 20%이상의 점유율을 차지하는 종을 우점종으로 하였다(Fig. 9). 이중 미동정종인 *Strombidium* sp.가 19달에 걸쳐 우점되었고, 1998년 8월에 *Laboea strobila*, 1998년 9월에 *Tontonia grandis*, 1999년 2월에 *Strombidium tressum*, 2000년 3월에 *Strombidium dalum* 그리고 2000년 5월에 *Strombidium tressum*이 우점하였다. 따라서 연구 해역에서 무각섬모충류중 *Strombidium* sp.가 전 계절에 걸쳐 우점하고 있었다.

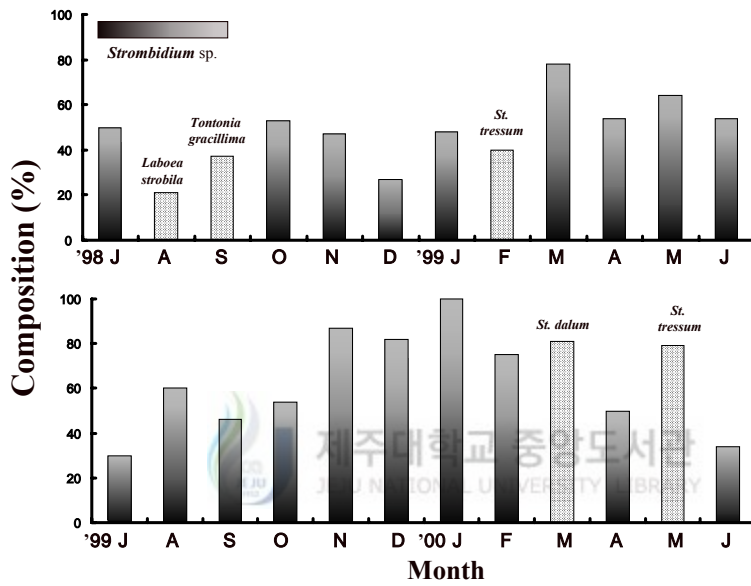


Fig. 9. Composition percentage of dominant naked ciliates in the study area.

3.4. 수심별 분포

조사정점 중 수심 20m층($718 \text{ cells} \cdot \text{l}^{-1}$)에서 가장 많은 세포수를 보였고 그이하 층인 30m층($404 \text{ cells} \cdot \text{l}^{-1}$)과 50m층($382 \text{ cells} \cdot \text{l}^{-1}$)에서 높은 세포수를 보인 반면 표층($272 \text{ cells} \cdot \text{l}^{-1}$)과 10m층($216 \text{ cells} \cdot \text{l}^{-1}$)에서 낮은 세포수를 보였다(Fig. 8).

유종섬모충류와 마찬가지로 무각섬모충류도 20m층을 경계로 비교적 표층과 가까운 수심에서는 낮은 현존량이 나타났고, 20m층에서 최대 현존량을 보이다가 수심이 깊어질수록 다시 현존량이 감소하고 있었고, chlorophyll 값과의 수직적 분포 경향 또한 같았다.

4. 유종섬모충류와 무각섬모충류의 구성 비율

이들 섬모충류의 현존량 월별 구성 비율을 보면 무각섬모충류가 전체 비율의 68%를, 유종섬모충류가 32%로 조사해역에서의 무각섬모충류가 유종섬모충류에 비해 2배 이상의 분포 비율을 보이고 있었다(Fig. 10). 계절별로 무각섬모충류와 유종섬모충류의 분포 비율은 봄(80 : 20) > 가을(74 : 26) > 겨울(61 : 39) > 여름(59 : 41) 순이었다.

5. 탄소량

조사기간 동안 출현한 섬모충류의 탄소량과 세포체적 간의 상관계수는 $r=0.98$ 로 세포의 크기가 클수록 탄소량이 높았다(Fig. 11). 탄소량의 범위는 $0.01 \sim 136.06 \mu\text{gC} \cdot \text{l}^{-1}$ (평균 $5.01 \mu\text{gC} \cdot \text{l}^{-1}$)이었고, 최대값은 1999년 10월 정점 3에서, 최소값은 1999년 1월 정점 6에서 나타났다(Fig. 12). 2000년 4월에 $27,900 \text{ cells} \cdot \text{l}^{-1}$ 으로 세포수가 가장 많았지만 탄소량은 $5.28 \mu\text{gC} \cdot \text{l}^{-1}$ 이고, 탄소량이 $136.06 \mu\text{gC} \cdot \text{l}^{-1}$ 으로 가장 높았던 1999년 10월 정점 3에서 세포수는 $17,800 \text{ cells} \cdot \text{l}^{-1}$ 로 나타났다.

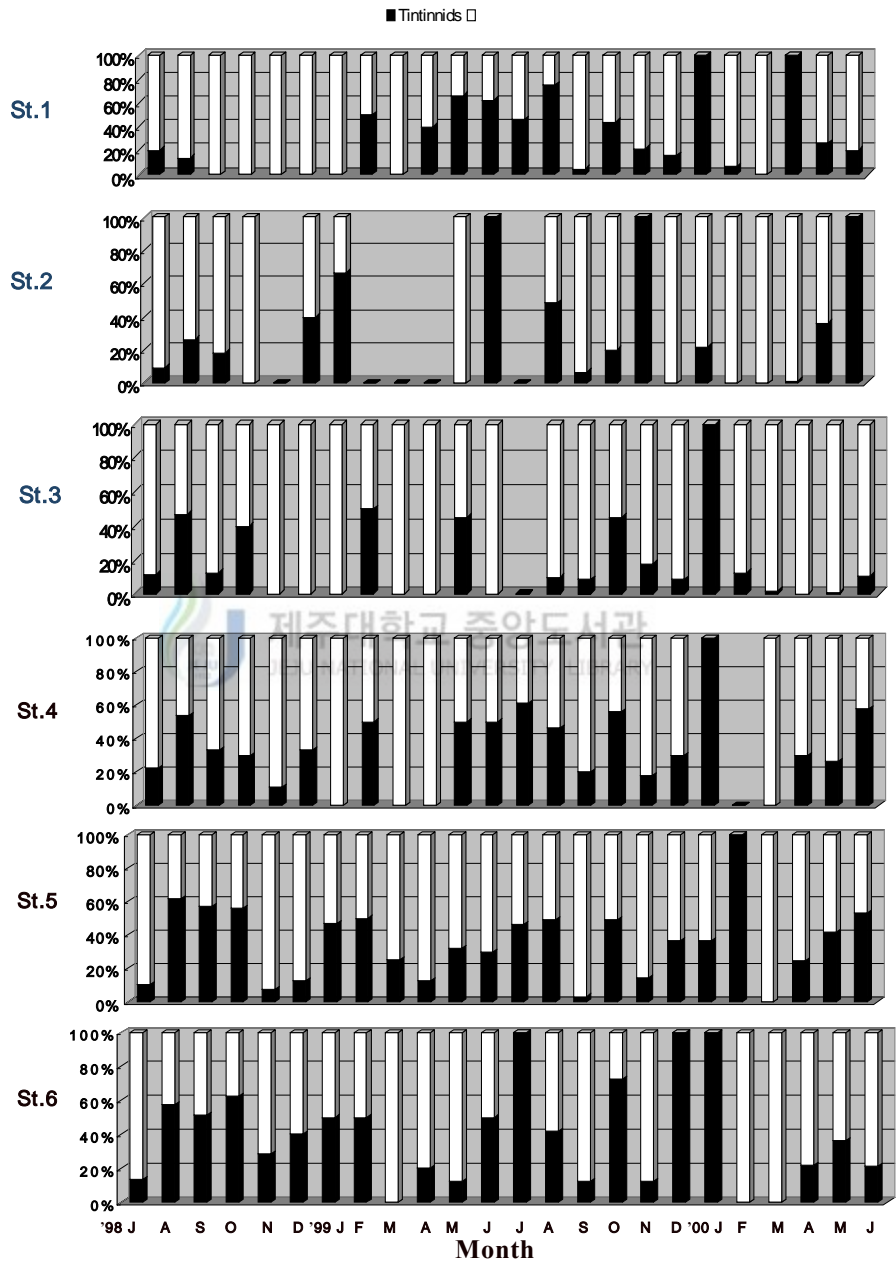


Fig. 10. Abundance composition percentage of tintinnids and naked ciliates in the study area.

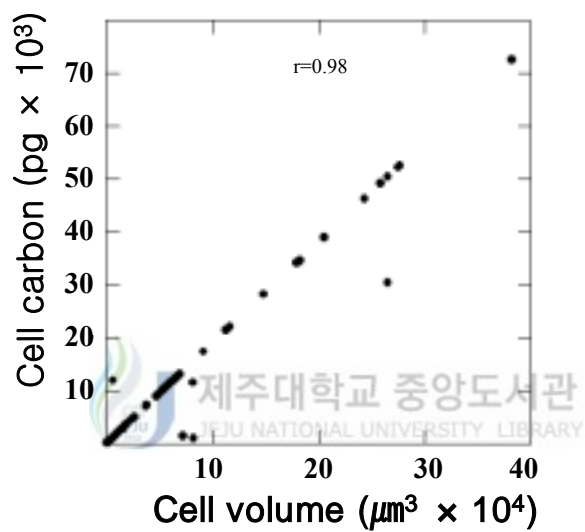
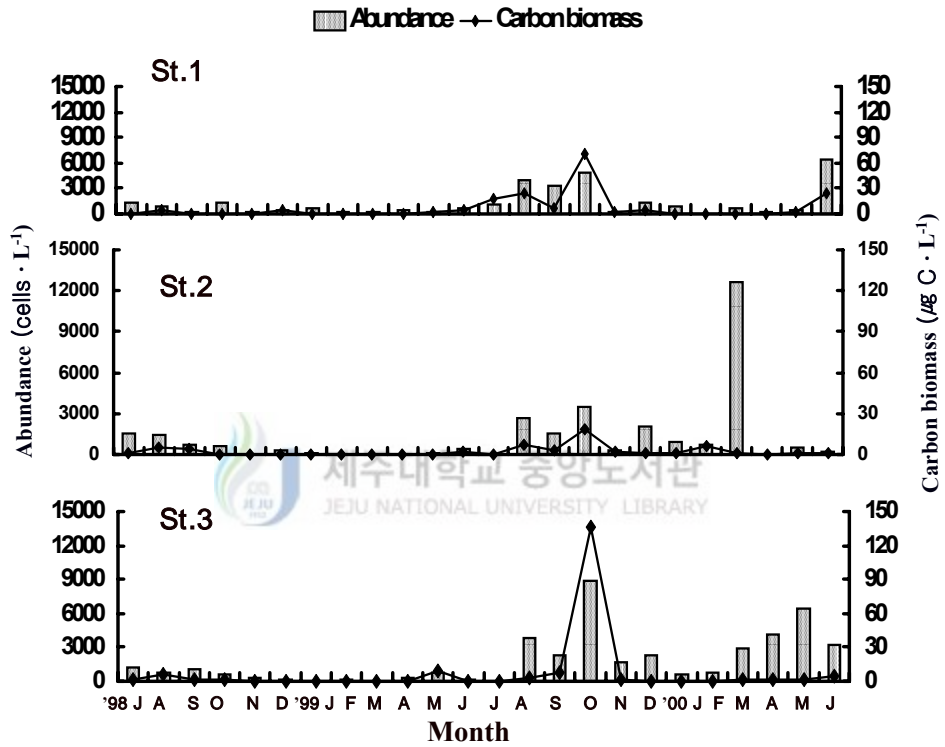


Fig. 11. Relationship between volume of Bouin's preserved cells and carbon determined from elemental analysis.



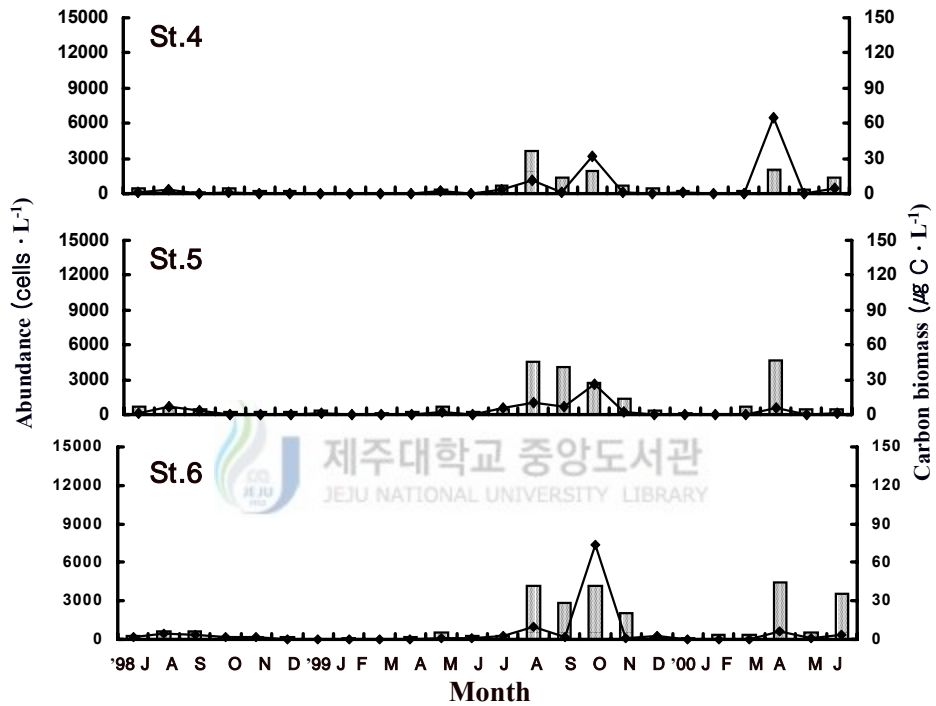


Fig. 12. Monthly variation of abundance and carbon biomass of ciliates in the study area.

6. 환경요인과 Chlorophyll *a* 량간의 상관관계

6.1. 수온 및 염분과의 관계

섬모충류는 해양환경 요인인 수온의 경우 15 °C 이상 22 °C 이하에서 가장 높은 출현을 보였고(Fig. 13) 염분의 경우는 33.5~34.5 psu 사이에서 가장 많이 출현을 보였다(Fig. 14). 이것은 연구해역이 고온이면서 고염인 내마난류가 통과하는 해역으로 이곳에서 서식하는 생물의 생물학적 적응을 잘 나타내 주고 있다할 수 있다.

6.2. Chlorophyll *a* 와의 관계

섬모충류의 주요 먹이원이 되는 식물플랑크톤과의 상관관계를 알아보기 위해 섬모충류 세포수와 chlorophyll *a* 값을 비교하였다. 조사해역에서의 chlorophyll *a* 값은 해안역에서 0.294~5.384 $\mu\text{gChl-a} \cdot 1^{-1}$ (평균 0.858 $\mu\text{gChl-a} \cdot 1^{-1}$) 이었으며, 최대값은 1999년 5월 정점 3(표층)에서 나타났으며 최소값은 1998년 12월 정점 1(표층)에서 기록되었다(Fig. 5). 외해에서는 0.002~4.617 $\mu\text{gChl-a} \cdot 1^{-1}$ (평균 0.753 $\mu\text{gChl-a} \cdot 1^{-1}$) 으로 최대값은 1999년 5월 정점 5(표층)에서 나타났으며 최소값은 1997년 1월 정점 6(30m)에서 나타났다. 전체적으로 해안역이 외해역 보다 평균 0.105 $\mu\text{gChl-a} \cdot 1^{-1}$ 높았다. chlorophyll *a*의 계절별 변화는 봄(1.037) > 여름(1.036) > 가을(0.62) > 겨울(0.51 $\mu\text{gChl-a} \cdot 1^{-1}$) 순으로 나타난 것에 비해 섬모충류의 계절변화는 가을(5,502) > 여름(4,972) > 봄(4,505) > 겨울(1,242 cells $\cdot 1^{-1}$) 순으로 나타났다.

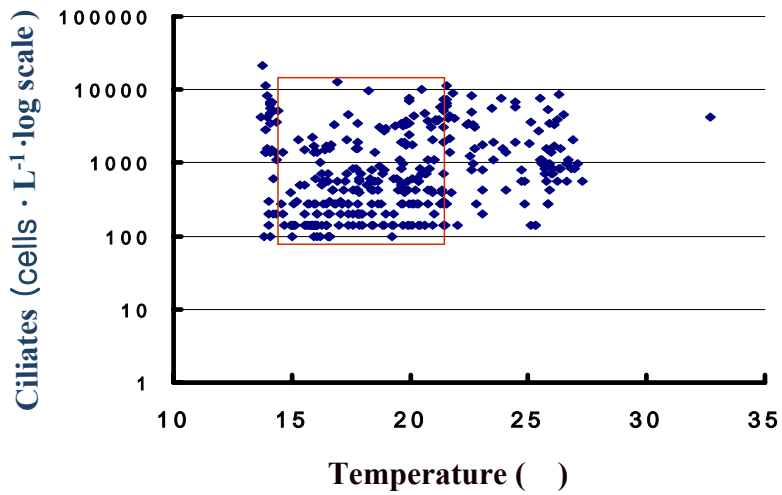


Fig. 13. Relationship between temperature and occurrence frequency of ciliates.

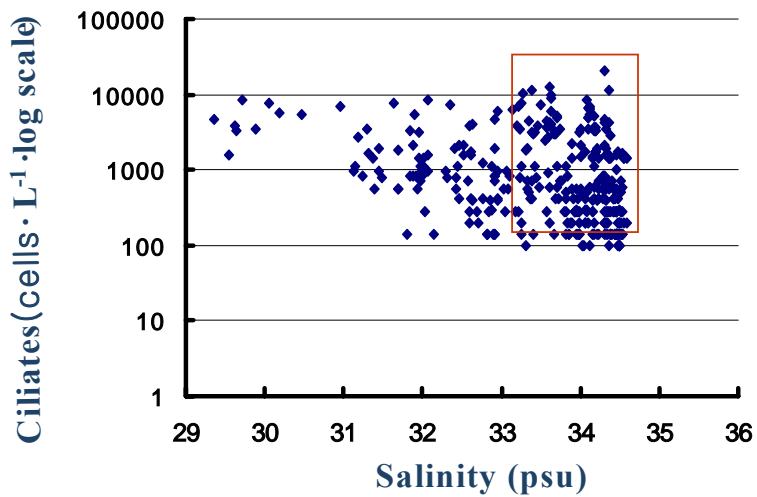


Fig. 14. Relationship between salinity and occurrence frequency of ciliates.

IV. 고찰

조사해역에서 출현한 유충섬모충류는 총 39종으로 11종은 진해만에서 보고된 종이며(Yoo *et al.*, 1988), 27종은 영일만에서 출현이 보고된 종(Yoo and Kim, 1990)이다(Table 6). 본 연구에서의 10종 즉 *Acanthostomella conicoides*, *Ascampbelliella armilla*, *Codonellopsis orthoceras*, *Dic. elegans* var. *lepida*, *Epiplocylis undella*, *Eutintinnus turgescens*, *Eutintinnus fraknoii*, *Parundella caudata*, *Salpingella acuminata* var. *undata*, *Tintinnopsis lobiancoi* 등은 우리나라 연안에서 처음으로 보고되는 종이다.

조사기간중 총 섬모충류의 세포수는 100~21,000 cell^s l⁻¹로써 동중국해에서의 10~2,080 cell^s l⁻¹(Suzuki, 2000)와 경기만에서의 3,230~8,320 cell^s l⁻¹(Lee and Choi, 2000)보다 높은 세포수를 보였다. 이와 같은 차이는 조사시기와 조사방법에 의한 것으로 동중국해의 경우 외양에서 5월만의 관찰 결과이며 경기만의 경우는 Lugol 고정법에 의한 결과이다. 본 연구에서 이용한 QPS방법은 0.8 μ m milipore를 사용 후 염색했기 때문에 크기가 작은 세포도 관찰 가능하여 기존의 방법 보다 많은 세포수가 계수 될 수 있다고 생각된다.

연구해역에서 출현한 유충섬모충류는 대부분이 외양성종의 특성을 보이고 있으며 *Amphorides quadrilineata*, *S. laminata*, *S. subconica* 등은 대표적인 외양성인 종들로서 비교적 고르게 모든 계절과 수심에 분포하고 있는데 이것은 연구해역이 대마난류의 영향권에 있기 때문이라 생각된다. 영일만의 경우에도 가을철에 동해안으로 북상하는 대마난류의 영향을 직접 받는 위치로 외양성종의 출현이 연안성종보다 우세했다. 반면 대표적인 연안성종인 *Favella taraiakaensis*, *F. ehrenbergii*, *Tintinnopsis parvula*, *Stenosemella nivalis* 종이 주로 봄철과 여름철에 걸쳐 연안역과 외양역에 걸쳐 분포되고

있는데 이러한 원인은 이시기부터 제주도를 지나는 대마난류수의 세력이 약화되고있고 이른봄부터 내륙으로부터 해동수가 흘러 들어오고 4월부터는 제주도의 지형적인 원인으로 발생하는 봄장마(지역명: 고사리장마)에 의해 더욱 불어난 내륙수가 연안역 뿐만아니라 외양역까지 흘러 들어가기 때문에 외양성 종류가 줄어들고 상대적으로 연안성 종류가 증가하기 때문이라 생각된다. 따라서 본 연구에서 출현된 종 중 *Codonellopsis orthoceras*, *Eutintinnus fraknoii*, *E. tubulosus*, *E. turgescens*, *F. ehrenbergii*, *F. taraikaensis*, *Stenosemella nivalis*, *Tintinnopsis parvula* 등은 제주도남부 연안에 대표적으로 출현하고 있는 종류라 생각한다.

무각섬모충류의 경우 유충섬모충류와는 달리 전 세계적으로 연구 보고가 아주 적어 외양성과 연안성 종의 명확한 구분이 어려우나 본 해역에 출현된 종류는 대개 연안성으로 적용된 종류라 볼 수 있다. 특히 여름철에 양자강 입구에서 적조를 일으키는 종류로 보고된 *Laboea strobila* (Lee *et al.*, 1999)는 조사해역에서도 1998년 8월에 우점종으로 나타났다. 이것은 1998년도 여름철에 발생한 장마가 다른 해보다 기간이 길어 강수량이 많았고 이 시기에 쿠로시오 난류의 세력도 약해져 양자강의 저염수가 제주도 서남부해역까지 영향을 미쳐 이 지역 수산양식에 큰 피해를 준 기간(서 등, 1999; 방 등, 2001)으로 양자강수의 유입에 의한 영향과 관련이 있는 것으로 생각된다.

본 연구의 조사 수심이 비교적 표층 가까이에서 이루어져 심층의 자료가 없지만 Inoue(1974), Kondo(1985)와 윤 등(1991)에 의하면 여름철의 제주도 남서 해역에는 침강된 황해 저층 냉수가 존재하는 것으로 보고되어 심층에서의 섬모충류 조사가 이루어진다면 본 연구해역에 출현된 종들과는 다른 생태학적 특성을 갖을 것이라고 생각한다.

수심별 현존량은 표층환경의 영향을 직접받게 되는 수심 10m 이내에서는 낮은 현존량을 보이고, 20m층에서 최대를 보이다가 그 이하 수심이 깊어질수록 현존량이 감소하는데 이것은 섬모충류가 불안정한 환경에 노출되는 표층

부근을 피해 다소 안정된 수심에 서식하는 것이라 생각되고 또 하나는 이들의 주 먹이원이 되는 식물플랑크톤이 광 저해(photoinhibition)가 일어나는 해수의 표층부근보다 10~20m층에 최대를 보이는 분포양상과 상관성을 보인 결과라고 생각된다. Chlorophyll *a* 와의 관계를 통해 이들 두 생물간 뚜렷한 먹이사슬의 생물학적 현상을 발견할 수가 없었다. 이것은 본 조사 해역에서 출현된 섬모충류가 종속영양성뿐만 아니라 혼합영양성의 영양방식을 취하고 있기 때문에 이들간의 관계가 뚜렷하지 않다고 생각된다.

탄소량과 세포체적 간의 상관계수는 $r=0.98$ 로 Putt and Stoecker(1989)의 $r=0.98$ 과 일치하고 있었다. 조사 해역에서의 탄소량의 범위는 부영양 해역인 경기만의 $12.4 \pm 11.6 \mu\text{C} \cdot \text{l}^{-1}$ (Lee and Choi, 2000)보다는 낮은 평균값을 보였고 세포수와 탄소량의 변동양상이 일치하지 않았는데(Fig. 12) 이는 15~25 μm 크기의 무각섬모충류들이 우점됨으로 탄소량이 세포수에 의해 결정되기보다는 체세포 크기에 의해 결정되기 때문이라고 생각한다.

Chlorophyll *a* 와의 관계를 통해 이들 두 생물간 뚜렷한 먹이사슬의 생물학적 현상을 발견할 수가 없었다. 이것은 본 조사 해역에서 출현된 섬모충류가 종속영양성뿐만 아니라 혼합영양성의 영양방식을 취하고 있기 때문에 이들간의 관계가 뚜렷하지 않다고 생각된다.

조사 해역의 섬모충류는 수온이 15 °C 이상 22 °C이하에서 가장 높은 출현을 보였고, 염분의 경우 33.5~34.5 psu 사이에서 가장 높은 출현을 보여 연중 이곳을 지나는 고온 고염의 쿠로시오 해류에 서식하는 종의 생태학적 특성을 잘 나타내주는 환경 조건이라 생각한다.

Table 6. Occurrence list of tintinnids in the Chinhae Bay, Youngil Bay and Chungmoon sea

Species name	Chungmoon sea	Chinhae Bay	Youngil Bay	New recorded species
<i>Acanthostomella conicoides</i>	*			*
<i>Acanthostomella norvegica</i>	*		*	
<i>Amphorellopsis acuta</i>	*		*	
<i>Amphorides amphora</i>	*	*	*	
<i>Am. quadrilineata</i> var. <i>minor</i>	*		*	
<i>Amphorides quadrilineata</i>	*		*	
<i>Ascampbelliella armilla</i>	*			*
<i>Ascampbelliella urceolata</i>	*		*	
<i>Climacosylis digitura</i>	*		*	
<i>Codonellopsis morchella</i>	*		*	
<i>Codonellopsis orthoceras</i>	*			*
<i>Dadayiella ganemedes</i>	*		*	
<i>Dic. elegans</i> var. <i>lepida</i>				*
<i>Epiplocytilis undella</i>				*
<i>Epiplocyloides ralumensis</i>	*		*	
<i>Epiplocycloides reticulata</i>	*		*	
<i>Eutintinnus tubulosus</i>	*	*	*	
<i>Eutintinnus turgescens</i>	*			*
<i>Eutintinnus fraknoii</i>	*			*
<i>Favella ehrenbergii</i>	*	*	*	
<i>Favella taraikaensis</i>	*	*	*	
<i>Parundella caudata</i>	*			*
<i>Protorhabdonella curta</i>	*		*	
<i>Protorhabdonella simplex</i>	*		*	
<i>Rhabdonella poculum</i>	*		*	
<i>Rhabdonella striata</i>	*		*	
<i>Salpingella acuminata</i> var. <i>undata</i>	*			*
<i>Salpingella acuminata</i>	*		*	



continued

<i>Salpingella laminata</i>	*	*		
<i>Salpingella subconica</i>	*		*	
<i>Steenstrupiella steenstrupii</i> var. <i>robusta</i>	*		*	
<i>Stenosmella nivalis</i>	*		*	
<i>Stenosmella pacifica</i>	*	*	*	
<i>Stenosmella parvicollis</i>	*	*	*	
<i>Tintinnopsis beroidea</i>	*	*	*	
<i>Tintinnopsis lobiancoi</i>	*			*
<i>Tintinnopsis radix</i>	*	*	*	
<i>Tintinnopsis parvula</i>	*	*		
<i>Undella claparedei</i>	*		*	
Number of species	39	10/(27)	27/(52)	10/(39)

V. 참 고 문 헌

- 방익찬, 홍창수, 오경희, 2001. 제주도 중문 연안역의 물리해양환경에 대한 연구. 한국해양학회지 '바다', 6: 211-217.
- 서해립, 조양기, 서호영, 김대환, 1999. 1996년 제주도에 나타난 대형 저서 동물의 대량 폐사: 물리해양학적 요인. 한국환경생물학회지, 17: 175-182.
- 신범, 이준백, 2002. 제주 중문 연안역의 초미세, 미소, 소형플랑크톤 시·공간적 분포. 한국해양학회지 '바다', 7: 78-86.
- 윤용훈, 박용향, 봉종현, 1991. 황해 저층냉수의 특성과 남하에 대한 재조명. 한국지구과학학회지, 12(1): 25-37.
- Alder, V.A., 1999. Tintinninea. In: South Atlantic Zooplankton Vol. 1. D. Boltovskoy, ed. Backhuys Publishers, pp. 321-384.
- Balech, E., 1948. Tintinninea de Atlantica. *Comun. Mus. Argent. Cienc. Nat. "Bernardino Rivadavia" Inst. Nac. Invest. Cienc. Nat. Zool.*, 7: 1-23, 107 figs. (in Spanish).
- Balech, E., 1968. Algunas especies nuevas o interesantes de Tintinnidos del Golfo de Mexico y Caribe. *Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat. "Bernardino Rivadavia" Hidrobiologia*, 2: 165-197, 47 figs. (in Spanish).
- Blaxter, J.H.S., D. Danielson, E. Moksness and V. Øyestad, 1983. Description of the early development of the halibut *Hippoglossus hippoglossus* and attempts to rear the larvae past first-feeding. *Mar. Biol.*, 93: 99-107.
- Campbell, A.S., 1942. The Oceanic Tintinnoina of the Plankton Gathered during the Last Cruise of the Carnegie. Publ. Carnegie Inst. Wash., 537: i-v, 163 pp.
- Corliss, J.O., 1979. *The Ciliated Protozoa: Characterization, Classification*

and Guidance to the Literature. 2nd ed., Pergamon Press, New York. 455pp.

- Gast. V., 1985. Bacteria as a food source for microzooplankton in the Schlei Fjord and Baltic Sea with special reference to ciliates. *Mar. Ecol., Prog. Ser.*, **22**: 107-120.
- Hada, Y., 1932a. Descriptions of two new neritic Tintinnoinea, *Tintinnopsis japonica* and *Tintinnopsis kofoidii* with a brief note on a unicellular organism parasitic on the latter. *Proc. Imp. Acad.*, **8**: 209-212, 3 figs, in text.
- Hada, Y., 1932b. The Tintinnoinea from Sea of Okhotsk and its neighbourhood. *J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ.*, Ser. 4, **2**(1), 37-59.
- Hada, Y., 1932c. Report of biological survey of Mutsu Bay. 26. The pelagic Ciliata. suborder Tintinnoinea. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, 4th Ser., *Biol.*, **7**(4), 553-573.
- Hada, Y., 1935. On the pelagic Ciliata, Tintinnoinea, from the East Indies with consideration on the character of the plankton in the seas. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **4**(4), 242-252.
- Hada, Y., 1937. The fauna of Akkeshi Bay. 4. The pelagic Ciliata. *J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ.*, Ser. 4, *Zool.*, **5**, 143-216.
- Hada, Y., 1938. Studies on the Tintinnonea from the western tropical Pacific. *J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. Ser. 6, Zoology*, **6**(2), 82-190.
- Hada, Y., 1957. The Tintinnoinea useful microplankton for judging oceanographical conditions. *Inform. Bull. Planktol. Japan*, **5**: 10-12.
- Heinbokel, J.F. and J.R. Beers, 1979. Studies on the function role of tintinnids in the southern California Bight. III. Grazing impact of natural assemblages. *Mar. Biol.*, **52**: 23-32.

- Inoue, N., 1974. Oceanographic characteristics in the Western Sea of Japan. In: *Tsushima Warm Current*, edited by Japan Fishery Society, Fishery Science Series 5. pp. 27-41.
- Kato, S. and A. Tanicuchi, 1993. Tintinnid ciliates as indicator species of different water masses in the western North Pacific Polar Front. *Fish Oceanogr.*, 2: 166-174.
- Kim, I.O., 1986. A study on coastal waters of the China continent appeared in the neighbouring seas of Cheju Island. M.S. thesis, Cheju National University, Cheju, 46 pp.
- Kim, K., H.K. Rho and S.H. Lee, 1991. Water Masses and Circulation around Cheju-Do in Summer. *J. Korean Soci. Oceanogr.*, 26(3): 262-277.
- Kofoed, C.A. and A.S. Campbell, 1929. A conspectus of the Marine and Freshwater Ciliata Belonging to the Suborder Tintinnoinea, with Descriptions of New Species Principally from the Agassiz Expedition to the Eastern Tropical Pacific 1904-1905. Univ. Calif. Publ. Zool., 34: 1-403.
- Kofoed, C.A. and A.S. Campbell, 1939. Reports on the Scientific Results of the Expedition to the Eastern Tropical Pacific in Charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission Steamer "Albatross", from October, 1904, to March, 1905, Lieut.-Commander L.N. Garrett, U.S.N., Commanding. XXXVII. The Ciliata: The Tintinopnea. *Bull. MUS. Comp. Zool.*, 84: 1-473.
- Kondo, M., 1985. Oceanographic investigations of fishing grounds in the East China Sea and the Yellow Sea-I. Characteristics of the mean temperature and salinity distributions measured at 50m and near the

bottom. *Bulletin of Seikai Regional Fisheries Research Laboratory*.
No. **62**. pp. 19-66.

- Lee, J.B., B. Shynn and D.W. Kang, 1999. Water mass properties and phytoplankton community dynamics in the East China Sea in the summer seasons, 1997-1998. In: Matsuno, T, K. Matsuoka and J. Ishizaka (eds.) *The East China Sea, Proc. of the 2nd Int'l Workshop on Oceanography and Fisheries in the East China Sea*, Fac. of Fish., Nagasaki Univ. Japan, **2**: 25-26.
- Lee, W.J. and J.K. Choi, 2000. The role of heterotrophic protists in the planktonic community of Kyeonggi Bay, Korea. *J. Korean Soci. Ocean.*, **35**: 46-55.
- Maeda, M. and P.G. Carey, 1985. An illustrated guide to the species of the Family Strombidiidae (Oligotrichida, Ciliophora), free swimming protozoa common in the aquatic environment. *Bull. Ocean Res. Inst. Univ. Tokyo*, **19**: 1-68.
- Maeda, M., 1986. An illustrated guide to the species of the Family Strombidiidae (Oligotrichida, Ciliophora), free swimming protozoa common in the aquatic environment. *Bull. Ocean Res. Inst., Univ. Tokyo*, **21**: 1-67.
- Montagnes, D.J.S. and D.H. Lynn, 1991. Taxonomy of choreotrichs, the major marine planktonic ciliates, with emphasis on the aloricate forms. *Mar. Microbi. Food. Webs*, **5**: 59-74.
- Montagnes, D.J.S. and D.H. Lynn, 1993. Aquantitative protargol stain (QPS) for ciliates and other protists. In: *Aquatic Microbial Ecology* edited by Kemp, P.F., B.F. Sherr, E.b. Sherr and J.J. Cole, Lewis Publishers, Boca Raton, pp. 299-240.

- Mullin, M.M., 1966. Selective feeding by calanoid copepods from the Indian Ocean. In Barnes, H. (ed.), *Some Contemporary Studies in Marine Science*. Allen & Unwin, London, pp. 547-554.
- Parsons, T.R., Takahashi, M. and Hargrave, B., 1984. *Biological Oceanographic Processers*, 3rd ed. Pergamon Press, Oxford.
- Pielou, E.C., 1969. *An Introduction to Mathematical Ecology*. Wiley, New York, 286pp.
- Pomeroy, L.R., 1974. The ocean's food web, a changing paradigm *Bioscience*, **24**: 499-504
- Putt, M. and Stoecker, D.K., 1989 An experimentally determined carbon: volume ratio for marine "oligotrichous" ciliates from estuarine and coastal waters. *Limnol. Oceanogr.*, **34**, 1097-1107.
- Stoecker, D., R.R.L. Guillard and R.M. Kavee, 1981. Selective predation by *Favella ehrenbergii* (Tintinnia) on and among dinoflagellates. *Biol. Bull.*, **160**: 136-145.
- Stoecker, D., L.H. Davis and A. Provan, 1983. Growth of *Favella* sp. (Ciliata: Tintinnina) and other microzooplankters in cages incubated *in situ* and comparison to growth *in vitro*. *Mar. Biol.*, **75**: 293-302.
- Stoecker, D., L.H. Davis and D.M. Anderson, 1984. Fine scale of spatial correlations between planktonic ciliates and dinoflagellates. *J. Plankton Res.*, **6**: 829-842.
- Stoecker, D., and J.J., Govoni, 1984. Food selection by larval gulf menhaden (*Brevoortia patronus*). *Mar. Biol.*, **80**: 299-306.
- Stoecker, D., and D.A., Egloff, 1987. Predation by *Acartia tonsa* Dana on planktonic ciliates and rotifers. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **110**: 53-68.
- Stoecker, D., P.G. Verity, A.E. Michaels and L.H. Davis, 1987. Feeding by

larval and post-larval ctenophores on microzooplankton. *J. Plankton Res.*, **9**: 667-683.

Suzuki, T., 2000. Microbial Components in the East China Sea. *Proc. The 5th Int'l Symp. on Mar. Sci. Marine Environmental Study on the East China Sea and Yellow Sea*, pp. 55-65.

Takahashi, M. and K.D. Hoskins, 1978. Winter condition of marine planktonic populations in Saanich Inlet. B. C., Canada. II. Micro-zooplankton. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **32**: 27-37.

Taniguchi, A., 1997. Suborder Tintinina. In: *An Illustrated Guide to Marine Plankton in Japan*, edited by Chihara, M. and M. Murano, Tokai Univ., Press, Japan, pp. 421-483.

Yoo, K.I., D.Y. Kim and Y.O. Kim, 1988. Taxonomical studies on tintinnids (Protozoa: Ciliata) in Korean coastal waters. 1. Chinhae Bay. *Korean J. Syst. Zool.*, **4**: 67-90.

Yoo, K.I. and Y.O. Kim, 1990. Taxonomical studies on tintinnids (Protozoa: Ciliata) in Korean coastal waters 2. Yongil Bay. *Korean J. Syst. Zool.*, **6**: 87-122.

VI. 부 록



Temperature(℃)

depth(m)	1998-J	A	S	O	N	D	1999-J	F	M	A	M	J
1(0)	25.87	26.65	25.83	20.93	19.67	18.51	16.36	14.99	15.69	16.55	17.73	20.68
1(10)	25.07	26.01	25.81	20.82	19.86	18.38	16.36	14.92	15.60	16.31	17.27	19.66
2(0)	26.10	26.90	25.67	21.00	19.14	17.85	16.08	14.60	15.59	16.79	17.99	19.57
2(10)	24.05	26.00	25.67	20.92	19.38	17.83	15.86	14.40	15.57	16.26	17.40	19.53
3(0)	27.08	26.79	25.77	20.74	19.53	18.04	16.26	14.67	15.66	16.85	18.48	19.90
3(10)	25.96	26.34	25.77	20.64	19.69	17.38	16.26	14.55	15.67	16.70	17.57	19.91
4(0)	26.22	26.61	25.30	21.39	20.15	18.82	16.48	15.16	15.71	16.49	17.59	21.52
4(10)	22.68	25.07	25.30	20.76	20.11	18.51	16.48	15.16	15.67	16.07	17.38	20.65
4(20)	19.70	24.03	25.39	20.59	19.99	18.49	16.49	15.13	15.64	15.94	17.35	18.48
4(30)	16.31	21.29	22.00	20.44	19.97	18.45	16.50	15.11	15.63	15.91	17.27	18.09
4(50)	15.81	17.56	17.13	17.08	19.91	18.41	16.49	15.04	15.57	15.86	16.84	17.76
5(0)	26.30	26.96	24.86	21.44	20.22	18.81	16.44	15.01	15.77	16.54	17.73	20.49
5(10)	23.50	25.75	25.59	21.42	20.30	18.76	16.46	15.01	15.76	16.03	17.56	19.21
5(20)	21.70	22.52	25.53	20.76	20.33	18.66	16.46	15.01	15.75	15.99	17.30	18.41
5(30)	16.44	19.90	23.08	20.42	20.15	18.66	16.46	15.01	15.74	15.92	17.22	17.82
5(50)	16.08	17.40	16.24	18.60	20.09	18.61	16.44	15.00	15.71	15.91	17.12	17.39
5(75)	15.71	15.52	16.09	16.48	19.62	18.22	16.45	14.99	15.71	15.86	16.00	16.55
6(0)	26.68	27.28	24.82	21.42	20.33	18.84	16.47	15.09	15.81	16.99	17.94	19.73
6(10)	24.69	25.59	25.54	21.45	20.35	18.40	16.50	15.09	15.82	16.08	17.25	19.32
6(20)	20.90	22.81	26.02	21.35	20.35	18.37	16.45	15.09	15.81	16.00	16.90	18.88
6(30)	17.11	19.54	25.91	20.46	20.17	18.37	16.44	15.09	15.81	15.95	16.75	17.76

depth(m)	J	A	S	O	N	D	2000-J	F	M	A	M	J
1(0)	23.51	24.44	26.23	21.80	19.74	17.79	16.26	14.18	13.88	14.06	16.05	20.74
1(10)	23.06	21.06	24.42	32.72	19.71	17.79	16.28	14.20	13.86	14.02	15.53	20.52
2(0)	23.98	24.44	26.12	21.19	19.42	17.41	15.95	14.17	13.75	13.83	16.70	21.32
2(10)	23.08	22.96	24.95	21.12	19.28	17.15	15.96	14.06	13.73	13.81	15.87	19.22
3(0)	23.26	24.73	26.35	21.56	19.33	16.68	16.19	14.24	13.98	13.99	17.48	21.40
3(10)	23.04	23.86	25.92	21.53	18.68	16.78	16.21	14.27	13.95	13.96	16.93	20.14
4(0)	23.36	25.82	26.03	21.40	19.60	17.81	16.08	14.43	13.91	14.45	16.00	21.01
4(10)	23.05	23.90	22.66	20.99	19.40	17.81	16.10	14.44	13.90	14.41	15.92	19.98
4(20)	22.57	21.42	21.66	20.90	19.40	17.82	16.07	14.45	13.89	14.37	15.25	18.93
4(30)	20.93	20.10	19.65	20.30	19.05	17.81	16.01	14.41	13.89	14.38	15.02	17.61
4(50)	18.88	18.96	17.97	18.98	18.40	17.81	16.02	14.36	13.90	14.36	14.96	16.34
5(0)	23.33	25.07	26.31	22.43	19.81	17.85	16.58	14.59	13.93	14.21	15.98	21.42
5(10)	22.75	22.62	25.52	21.89	19.82	17.84	16.58	14.60	13.90	14.15	15.40	19.65
5(20)	21.71	20.59	22.74	21.54	19.82	17.84	16.58	14.60	13.90	14.10	15.31	18.20
5(30)	19.31	19.95	19.99	21.39	19.82	17.83	16.58	14.59	13.90	14.08	15.23	17.42
5(50)	18.30	18.28	18.45	20.07	19.83	17.80	16.58	14.59	13.90	14.08	14.98	16.20
5(75)	16.55	15.76	17.66	17.08	19.14	17.69	16.50	14.47	13.90	14.07	14.89	15.52
6(0)	23.09	25.42	26.47	22.63	19.82	17.89	16.57	14.60	14.02	14.12	16.40	21.25
6(10)	22.65	23.44	25.44	22.46	19.82	17.85	16.57	14.61	14.01	14.10	15.83	19.96
6(20)	22.42	21.55	21.64	21.67	19.83	17.79	16.55	14.60	14.00	14.09	15.55	18.70
6(30)	18.41	19.69	19.40	21.09	19.78	17.79	16.55	14.60	13.99	14.02	15.37	17.03

Salinity(psu)

depth(m)	1998-J	A	S	O	N	D	1999-J	F	M	A	M	J
1(0)	31.45	31.99	33.17	32.51	33.93	34.35	34.23	34.24	34.36	34.40	34.17	33.73
1(10)	31.68	32.00	33.21	32.91	33.85	34.43	34.51	34.47	34.50	34.45	34.30	33.83
2(0)	31.32	31.87	33.10	32.44	33.63	34.29	34.38	34.33	34.40	34.42	34.16	33.84
2(10)	31.95	31.97	33.32	32.81	33.39	34.33	34.41	34.41	34.41	34.45	34.25	33.82
3(0)	31.13	31.88	32.61	32.62	33.69	34.09	34.15	34.38	34.17	34.35	34.15	33.74
3(10)	31.37	31.91	33.03	32.57	33.66	34.16	34.23	34.34	34.24	34.42	34.21	33.72
4(0)	31.39	31.93	31.81	32.69	33.92	34.37	34.47	34.48	34.47	34.44	34.31	33.57
4(10)	32.29	32.14	32.92	32.87	33.99	34.44	34.51	34.50	34.54	34.46	34.30	33.40
4(20)	33.07	32.45	33.43	32.92	33.97	34.47	34.54	34.50	34.53	34.47	34.29	34.00
4(30)	33.93	33.05	33.25	32.91	33.96	34.48	34.54	34.49	34.52	34.46	34.31	34.05
4(50)	34.04	33.80	33.82	33.96	33.97	34.47	34.54	34.49	34.51	34.47	34.33	34.09
5(0)	31.24	31.84	32.03	32.82	33.81	34.34	34.37	34.47	34.47	34.46	34.29	33.76
5(10)	32.01	32.07	33.25	32.92	33.92	34.43	34.52	34.47	34.52	34.46	34.24	33.81
5(20)	32.01	32.76	33.43	32.84	34.01	34.43	34.54	34.46	34.52	34.46	34.30	33.93
5(30)	33.90	33.32	33.38	32.83	33.99	34.43	34.54	34.46	34.52	34.46	34.31	34.09
5(50)	33.98	33.85	33.80	33.41	33.99	34.44	34.54	34.47	34.51	34.46	34.31	34.15
5(75)	34.08	34.15	33.89	34.18	33.95	34.49	34.54	34.47	34.51	34.46	34.38	34.23
6(0)	31.15	31.68	32.42	32.82	33.79	34.05	34.38	34.45	34.53	34.48	34.23	33.91
6(10)	31.69	31.98	32.94	32.90	33.95	34.41	34.50	34.46	34.54	34.46	34.30	33.86
6(20)	32.76	32.60	33.39	32.95	33.98	34.43	34.51	34.46	34.54	34.44	34.33	33.95
6(30)	33.76	33.08	33.36	32.91	33.97	34.42	34.51	34.46	34.54	34.46	34.28	34.06

depth(m)	J	A	S	O	N	D	2000-J	F	M	A	M	J
1(0)	32.41	31.45	29.62	33.63	34.22	34.32	34.52	34.57	34.36	34.02	34.24	33.20
1(10)	32.43	32.59	30.96	33.61	34.21	34.33	34.51	34.58	34.36	34.07	34.03	33.27
2(0)	32.16	30.18	29.64	33.45	34.18	34.31	34.48	34.52	34.31	34.05	34.11	32.95
2(10)	32.25	32.00	30.70	33.56	34.06	34.28	34.36	34.55	34.31	34.06	33.89	33.30
3(0)	32.46	31.49	29.55	33.38	34.12	34.06	34.46	34.55	34.36	34.08	33.85	32.92
3(10)	32.40	31.64	29.89	33.50	33.99	34.18	34.47	34.56	34.36	34.07	33.61	33.34
4(0)	32.68	30.48	29.75	33.70	34.01	34.32	34.47	34.58	34.37	34.18	33.93	32.70
4(10)	32.61	32.07	31.84	33.71	34.02	34.32	34.51	34.59	34.37	34.16	33.89	33.24
4(20)	32.31	32.35	32.46	33.69	34.00	34.31	34.49	34.59	34.37	34.17	34.00	33.59
4(30)	32.86	33.32	33.32	33.70	34.01	34.31	34.54	34.59	34.37	34.17	34.11	33.84
4(50)	33.24	33.41	33.98	33.89	34.10	34.31	34.54	34.59	34.37	34.17	34.16	34.11
5(0)	32.67	31.29	29.72	33.67	34.19	34.31	34.46	34.59	34.38	34.12	34.07	32.87
5(10)	32.51	32.07	30.05	33.60	34.19	34.32	34.49	34.59	13.38	34.11	33.94	33.35
5(20)	32.63	32.92	31.95	33.63	34.19	34.32	34.50	34.59	34.37	34.10	34.01	33.82
5(30)	33.25	33.56	33.25	33.67	34.19	34.32	34.50	34.59	34.38	34.10	34.06	33.88
5(50)	33.47	33.62	33.72	33.62	34.20	34.33	34.50	34.59	34.38	34.11	34.16	34.15
5(75)	33.47	33.62	33.72	33.62	34.20	34.33	34.50	34.59	34.38	34.11	34.16	34.15
6(0)	32.59	31.19	29.36	33.70	34.20	34.34	34.49	34.58	34.39	34.10	34.00	32.95
6(10)	32.61	31.90	30.25	33.74	34.19	34.33	34.49	34.58	34.39	34.11	33.95	33.22
6(20)	32.79	33.15	32.63	33.56	34.20	34.33	34.49	34.59	34.39	34.10	34.06	33.60
6(30)	33.45	33.43	33.39	33.62	34.22	34.33	34.49	34.59	34.39	34.09	34.09	33.94

Chl-a($\mu\text{g l}^{-1}$)

depth(m)	1998-J	A	S	O	N	D	1999-J	F	M	A	M	J
1(0)	2.20	0.52	0.68	0.67	0.83	0.21	0.42	0.53	0.43	1.14	3.17	1.68
1(10)	0.69	1.52	0.68	0.75	0.74	0.36	0.44	0.32	0.34	1.48	2.50	1.56
2(0)	0.76	0.84	0.98	0.44	0.80	0.45	0.53	0.36	0.32	0.93	0.93	2.48
2(10)	1.30	0.84	0.83	0.44	0.60	0.24	0.59	0.53	0.77	1.24	1.80	2.12
3(0)	0.29	0.60	0.84	0.75	0.76	0.43	0.52	0.56	0.66	1.66	5.38	1.58
3(10)	0.76	0.60	0.90	0.67	0.82	0.37	0.74	0.46	0.56	1.59	2.38	1.90
4(0)	0.97	0.37	0.91	0.36	0.84	0.37	0.24	0.32	0.54	1.36	1.56	0.66
4(10)	1.36	0.45	0.84	0.51	0.83	0.30	0.31	0.44	0.54	1.24	2.70	1.21
4(20)	3.41	0.45	0.46	0.52	0.90	0.28	0.36	0.34	0.46	1.24	2.70	2.12
4(30)	0.14	0.53	0.31	0.44	0.98	0.36	0.37	0.24	0.46	1.26	1.12	2.14
4(50)	0.20	0.07	0.08	0.20	0.69	0.36	0.52	0.34	0.56	1.02	0.92	0.43
5(0)	0.51	0.38	1.29	0.29	0.77	0.28	0.23	0.34	0.78	0.68	4.62	1.22
5(10)	0.84	0.45	1.13	0.28	0.68	0.34	0.44	0.34	0.88	0.56	1.33	2.02
5(20)	1.22	0.98	0.76	0.23	1.35	0.28	0.36	0.34	0.66	0.66	2.49	2.45
5(30)	0.13	0.08	0.38	0.37	0.68	0.29	0.45	0.55	0.78	0.90	2.02	0.43
5(50)	0.14	0.08	0.08	0.22	0.60	0.30	0.59	0.46	0.54	0.78	1.59	0.34
5(75)	0.11	0.07	0.08	0.07	0.66	0.38	0.36	0.59	0.65	0.66	0.46	0.32
6(0)	0.23	0.38	1.06	0.43	0.75	0.29	0.45	0.46	0.56	0.68	1.56	2.68
6(10)	1.52	0.83	0.84	0.54	0.91	0.36	0.60	0.65	0.66	0.66	1.14	2.80
6(20)	0.29	1.60	0.53	0.22	0.77	0.28	0.51	0.44	0.54	0.90	1.12	4.07
6(30)	0.00	0.31	0.38	0.36	0.60	0.36	0.45	0.22	0.56	1.14	0.99	1.70

depth(m)	J	A	S	O	N	D	2000-J	F	M	A	M	J
1(0)	1.02	1.02	0.53	0.63	0.63	0.85	0.54	0.66	0.53	1.21	0.63	0.93
1(10)	1.02	0.65	0.44	0.76	0.76	0.53	0.51	0.54	0.83	0.88	0.87	0.62
2(0)	0.66	0.66	0.41	0.87	0.87	0.65	0.65	0.56	1.23	0.54	0.89	0.57
2(10)	0.56	0.68	0.31	0.53	0.53	0.73	0.32	0.56	0.61	0.88	1.02	2.25
3(0)	1.22	0.70	0.41	0.90	0.90	0.87	0.43	0.65	0.39	0.54	0.82	1.56
3(10)	0.68	0.66	0.41	0.99	0.99	0.68	0.51	0.44	0.43	0.65	1.22	0.77
4(0)	1.02	0.77	0.31	0.73	0.73	0.65	0.41	0.54	0.51	1.00	1.73	0.66
4(10)	0.56	0.90	0.41	0.43	0.43	0.76	0.31	0.54	0.63	0.54	0.77	2.28
4(20)	1.14	0.43	0.42	0.65	0.65	0.63	0.41	0.68	0.31	0.77	1.46	0.59
4(30)	0.32	0.44	0.31	0.75	0.75	1.60	0.41	0.56	0.53	0.68	1.01	0.48
4(50)	0.31	0.78	0.29	0.65	0.65	0.75	0.42	0.65	0.63	0.43	0.82	0.67
5(0)	2.02	0.78	0.41	0.75	0.75	0.94	0.41	0.54	0.66	0.78	1.09	0.54
5(10)	1.92	1.14	0.53	0.65	0.65	0.51	0.90	0.75	0.75	0.56	1.07	0.35
5(20)	0.43	0.77	0.63	0.65	0.65	0.54	1.28	0.66	0.75	0.65	0.65	1.42
5(30)	1.03	0.22	0.53	0.65	0.65	0.65	0.51	0.66	0.66	0.54	0.75	0.76
5(50)	0.31	0.46	0.29	0.65	0.65	0.53	0.53	0.76	1.04	0.46	0.53	0.67
5(75)	0.22	0.56	0.43	0.66	0.66	0.54	0.42	0.66	0.85	0.43	1.57	0.43
6(0)	2.48	0.80	0.41	0.65	0.65	0.63	0.42	0.56	0.44	0.44	2.90	2.02
6(10)	2.70	0.66	0.43	1.03	1.03	0.63	0.54	0.66	0.73	0.54	3.60	0.46
6(20)	1.12	0.66	0.50	0.88	0.88	0.73	0.51	0.55	0.75	0.76	1.70	0.74
6(30)	0.44	0.34	0.39	0.56	0.56	0.65	0.65	0.66	0.34	0.43	1.88	2.71

Ciliates abundance (cells/L)

1998 -J																					
species_name /	1-0	1-10	2-0	2-10	3-0	3-10	4-0	4-10	4-20	4-30	4-50	5-0	5-10	5-20	5-30	5-50	5-75	6-0	6-10	6-20	6-30
<i>Climacosyllis digitata</i>																				140	
<i>Eutintinnus</i> sp.												140									
<i>Rhabdonella poculum</i>									140												
<i>Salpingella laminata</i>		140						140							140						
<i>Salpingella subconica</i>	140	280	280		280		140		140					140						140	
s-total	140	420	280	0	280	0	140	140	280	0	0	140	0	140	140	0	0	0	140	140	0
<i>Laboea strobila</i>				280				560	140					140					420	140	
<i>Lohmanniella oviformis</i>						140							140		140					140	
<i>Strobilidium multinucleatum</i>						140															
<i>Strobilidium neptuni</i>								140							280	140					
<i>Strombidium epidemum</i>	420	140	280	420			140	140						420							280
<i>Strombidium</i> sp.	280	1120	420	840	280	420			840	560			420	140	840	140	140		560	140	
<i>Tontonia simplicidens</i>	140	140	420	140	140	280							140	420	140				140		
s-total	840	1400	1400	1400	700	1400	420	840	560	0	0	700	1120	1260	420	140	0	1120	420	280	0
Total	980	1820	1680	1400	980	1400	560	980	840	0	0	840	1120	1400	560	140	0	1120	560	420	0
1998 -A																					
species_name /	1-0	1-10	2-0	2-10	3-0	3-10	4-0	4-10	4-20	4-30	4-50	5-0	5-10	5-20	5-30	5-50	5-75	6-0	6-10	6-20	6-30
<i>Amphorides amhora</i>																					140
<i>Amphorides quadrilineata</i>				140			140				140			140	280	140				140	
<i>Codonellopsis orthoceras</i>								140													
<i>Eutintinnus turgescens</i>																				140	
<i>Eutintinnus</i> sp.	140																				
<i>Salpingella laminata</i>																140					
<i>Salpingella subconica</i>			140	140			280	140		140											140
<i>Stenosmella</i> sp.																				140	
<i>Tintinnopsis</i> sp.						140															
s-total	140	0	280	140	140	420	280	0	140	140	0	0	280	280	280	0	0	0	420	0	140
<i>Laboea strobila</i>	700	560	1260	420	420					140										140	
<i>Leeaardiella ovalis</i>	140																				
<i>Lohmanniella oviformis</i>													140		140	140					280
<i>Strobilidium multinucleatum</i>			140																		
<i>Strobilidium neptuni</i>			140											280		140				140	140
<i>Strombidium dalum</i>					140			140					140								
<i>Strombidium epidemum</i>																140			140		
<i>Strombidium tressum</i>			140																		
<i>Strombidium</i> sp.			280										140		140					140	140
<i>Tontonia</i> sp.		140					420	140	140	140	140		280	420	560				280	420	140
s-total	840	840	1820	560	700	420	280	140	280	140	0	840	700	980	280	0	0	560	700	280	420
Total	980	840	2100	700	840	840	560	140	420	280	0	840	980	1260	560	0	0	560	1120	280	560
1998 -S																					
species_name /	1-0	1-10	2-0	2-10	3-0	3-10	4-0	4-10	4-20	4-30	4-50	5-0	5-10	5-20	5-30	5-50	5-75	6-0	6-10	6-20	6-30
<i>Amphorellopsis acuta</i>				140	140																
<i>Amphorides quadrilineata</i>																					
<i>Codonellopsis orthoceras</i>													140								
<i>Epiplotyroides raluensis</i>													140								
<i>Eutintinnus fraukoi</i>																				140	
<i>Salpingella subconica</i>					140																
s-total	0	0	0	280	140	0	0	0	0	0	140	140	420	0	0	0	0	0	140	0	0
<i>Laboea strobila</i>			140		280								140	140	140					140	
<i>Lohmanniella oviformis</i>			140									140				140					280
<i>Strobilidium multinucleatum</i>				140																	140
<i>Strombidium dalum</i>			140				140	140	140		140			140	140						
<i>Strombidium epidemum</i>	280			140	280	140													140	280	
<i>Strombidium</i> sp.			320			140							280	140	140	140			280		280
<i>Tontonia grandis</i>		280		140	840	140							280	420	700				140	420	280
s-total	280	280	740	420	1400	560	140	140	0	140	140	840	700	1120	420	0	0	560	840	700	420
Total	280	280	740	700	1540	560	140	140	0	140	280	980	1120	1120	420	0	0	560	980	700	420
1998 -O																					
species_name /	1-0	1-10	2-0	2-10	3-0	3-10	4-0	4-10	4-20	4-30	4-50	5-0	5-10	5-20	5-30	5-50	5-75	6-0	6-10	6-20	6-30
<i>Amphorides quadrilineata</i>																					140
<i>Codonellopsis morchella</i>														140							
<i>Epiplotyroides reticulata</i>						280		280													
<i>Salpingella laminata</i>										140											
<i>Salpingella subconica</i>														140							
<i>Salpingella</i> sp.		140												140							
s-total	0	140	0	0	0	280	0	280	0	140	0	0	280	0	0	0	0	0	0	140	0
<i>Lohmanniella oviformis</i>		140																			
<i>Strobilidium multinucleatum</i>		140								140	140										
<i>Strobilidium neptuni</i>			140																		
<i>Strobilidium spiralis</i>																140					
<i>Strombidium dalum</i>			420		140		140													140	
<i>Strombidium epidemum</i>	560	140																			
<i>Strombidium</i> sp.	1540	280	560	140	140					420	420				420						280
<i>Tontonia grandis</i>					140	280	140	420	140	700			140								
s-total	2100	700	1120	140	420	420	280	840	140	700	0	140	420	280	140	0	0	0	140	280	0
Total	2100	840	1120	140	420	700	280	1120	140	840	0	140	700	280	140	0	0	0	140	420	0

1999 -M																						
species name /	1-0	1-10	2-0	2-10	3-0	3-10	4-0	4-10	4-20	4-30	4-50	5-0	5-10	5-20	5-30	5-50	5-75	6-0	6-10	6-20	6-30	
Amphorides quadrilineata						140																
Ascampbelliella urceolata									280				140	700					140	140		
Dadaviella ganemedes														140								
Favella ehrenbergii	140				560		420					280										
Favella taraikaenis										280			140									
Stenosmella nivalis																						
Tintinnopsis beroidea	140																					
s -total	280	0	0	0	560	140	420	0	560	0	0	420	140	840	0	0	0	0	140	140	0	
Laboea strobila																				280	140	
Leeardiella ovalis													140									
Strobulidium neptuni													280									
Strombidium sp.	140				840		420	140	140		280	280		700	420		280	560			140	
Tontonia simplicidens				140											560		280		140	140	280	140
s -total	140	0	140	0	840	0	420	140	140	0	280	420	280	1260	420		280	280	700	420	420	420
Total	420	0	140	0	1400	140	840	140	700	0	280	840	420	2100	420	280	280	700	560	560	420	

1999 -J																						
species name /	1-0	1-10	2-0	2-10	3-0	3-10	4-0	4-10	4-20	4-30	4-50	5-0	5-10	5-20	5-30	5-50	5-75	6-0	6-10	6-20	6-30	
Amphorides quadrilineata var. minor								140														
Ascampbelliella urceolata				140																		
Dadaviella ganemedes		140										140	140				140			280		
Favella ehrenbergii	280	140		140																	140	
Salpinella laminata				140																		
Salpinella subconica	140			420										140							140	
s -total	420	280	0	840	0	0	140	0	0	0	140	140	0	140	0	140	0	280	0	0	280	
Laboea strobila				140																		
Lohmanniella oviformis														140								
Strobulidium neptuni								140														
Strombidium epidemum		280		140																		
Strombidium tressum							420	140				140	140		140					140	140	
Strombidium sp.																						
Tontonia simplicidens				140						140							140		140	140	140	140
s -total	280	560	0	280	0	420	140	140	0	140	140	560	140	140	0	140	0	140	140	140	140	
Total	700	840	0	1120	0	420	280	140	0	140	280	700	140	280	0	280	0	420	140	140	420	

1999 -J																					
species name /	1-0	1-10	2-0	2-10	3-0	3-10	4-0	4-10	4-20	4-30	4-50	5-0	5-10	5-20	5-30	5-50	5-75	6-0	6-10	6-20	6-30
Amphorides amphora		200																			
Amphorides quadrilineata															200						
Climacovilis ditura																			200		
Epillocyloides reticulata								200	200												
Eutintinnus turquescens		200																			
Eutintinnus iraknoi																					
Eutintinnus sp.																					
Protorhabdonella curta												400						200			
Rhabdonella poculum										200	200										
Salpinella laminata																	400				600
Salpinella subconica																					
Salpinella sp.										200	200										
Tintinnopsis parvula															200						
Tintinnopsis lobiancoi		200																			
Tintinnopsis sp.																					200
s -total	400	800	0	0	0	0	0	200	800	400	800	0	0	400	200	600	0	200	0	0	800
Lohmanniella oviformis																1400					
Strombidium tressum		1400																			
Tontonia simplicidens								1400													
s -total	1400	0	0	0	0	0	0	1400	0	0	0	0	1400	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1800	800	0	0	0	0	0	1600	800	400	800	0	1400	400	200	600	0	200	0	0	800

1999 -A																					
species name /	1-0	1-10	2-0	2-10	3-0	3-10	4-0	4-10	4-20	4-30	4-50	5-0	5-10	5-20	5-30	5-50	5-75	6-0	6-10	6-20	6-30
Amphorides amphora	200																				
Amphorides quadrilineata	200																				
Am. qua. var. minor								200				200								200	
Acanthostomella conicoides											400			200							200
Acanthostomella sp.							200	200						200						400	200
Ascampbelliella armilla																					
Acanthostomella norvegica		200													400	200				200	400
Codonellopsis marchella																					600
Codonaria sp.														200							
Dadaviella ganemedes								200	200												200
Epillocyloides ralumensis		200																			200
Epillocyloides sp.										200											
Eutintinnus tubulosus		400				200		200													400
Eutintinnus sp.		400						200					200								400
Protorhabdonella simplex																					
Rhabdonella sp.																					
Salpinella laminata														200	200						
Sal. acuminata var. undata			1200	1800			600		400	1200	1800	1200	1000	2000	2600	1800	2000		200	800	1200
Salpinella subconica		400																			200
Salpinella sp.			200	200																	
Ste. steenstrupi var. robusta																					
Tintinnopsis beroidea			400	400																	
Tintinnopsis sp.																					
s -total	400	3800	2600	0	800	0	800	1600	1200	1800	3000	2000	3800	3200	2400	2000	0	1200	2400	1800	1600
Lohmanniella oviformis																					
Strobulidium multinucleatum																					
Strobulidium neptuni																1400					
Strombidium sp.		1400												1400	2800	1400		1400		4200	1400
Tontonia simplicidens				2800																	
s -total	1400	0	2800	0	0	7000	4200	0	5600	0	0	1400	4200	1400	0	7000	0	1400	2800	4200	1400
Total	1800	3800	5400	0	800	7000	5000	1600	6800	1800	3000	3400	8000	4600	2400	9000	0	2600	5200	6000	3000

1999-S																						
Species name /	1-0	1-10	2-0	2-10	3-0	3-10	4-0	4-10	4-20	4-30	4-50	5-0	5-10	5-20	5-30	5-50	5-75	6-0	6-10	6-20	6-30	
Amphorides quadrilineata						200																
Amphorides amphora			200			200				200												
Ascampbelliella armilla									200													
Climacosyllis digitura			200																			
Dadaviella ganemedes	200											200										
Dadaviella sp.																				200		
Eutintinnus turquescens												200										
Eutintinnus tubulosus												400										
Salpingella subconica																				200		
Salpingella laminata								200	200	200										600	400	
Salpingella sp.									200	200												
Tintinnopsis sp.										200												
s-total	200	200	200	0	0	400	0	200	600	400	200	800	0	0	0	0	0	0	0	1000	400	
Laboea strobila					1400									1400								
Lohmanniella oviformis													2800						2800		1400	2800
Strobilidium multinucleatum	1400																					
Strobilidium neptuni	2800	280				1400							4200		5600			1400				
Strombidium sp.	1400	4200	2800			1400		2800	1400	1400		4200	1400	2800	1400					1400		
Tontonia simplicidens		1400																				
s-total	5600	5880	2800	0	1400	2800	0	2800	1400	1400	0	7000	7000	2800	7000	0	0	4200	0	2800	2800	
Total	5800	6080	3000	0	1400	3200	0	3000	2000	1800	200	7800	7000	2800	7000	0	0	4200	0	3800	3200	

1999-O																						
Species name /	1-0	1-10	2-0	2-10	3-0	3-10	4-0	4-10	4-20	4-30	4-50	5-0	5-10	5-20	5-30	5-50	5-75	6-0	6-10	6-20	6-30	
Ascampbelliella armilla														200								
Amphorellopsis acuta	100								100													
Amphorides amphora	500	400			1500	500	700	100	200	100				400					200	400	800	
Am. qua. var. minor	100	300			600	600	200		200					200		200				200		
Amphorides quadrilineata	400	900	100	200	1500	1000	600	500	200	100			200	400	100			600	200	800	600	
Amphorides sp.	200	100	100	100	300								200									
Acantostomella norvegica										100												
Ascampbelliella sp.	100													200						200		
Climacosyllis digitura			200		300		100	100			100	200		600	400				400	400	800	200
Cratersella sp.								100					200						400			
Dadaviella ganemedes	300		100		100		100						200	200	400		200			1000	200	200
Dic. elegans var. lepida													20									
Dictyocysta sp.		100																				
Epiplocyoides ralumensis	100												200							200		
Epiplocyoides reticulata													200		200					200		200
Eutintinnus turquescens	100																			200		
Eutintinnus frankoii			100			100																
Eutintinnus tubulosus	200	100			100																	
Eutintinnus sp.									100	100	100		200									200
Favella taraikaensis													200									
Helicostomella sp.		100																				
Leptotintinnus sp.																						
Protorhabdonella curta																						
Protorhabdonella simplex													400									
Rhabdonella poculum										100												
Rhabdonella striata		100						100										200	200			
Salpingella laminata	400	300			500	300	100	100	400		100			200	200					200		
Salpingella subconica	100			200	100	300	100	200		100											200	200
Salpingella sp.	200									100												
St. S. var. robusta	100	100			100	100							200	200	200	200				1400	400	200
Tintinnopsis sp.			100		100																	
s-total	2900	2600	800	600	5400	2600	2100	1100	1500	600	200	1820	1000	3000	1500	600	200	3400	2600	2800	2400	
Laboea strobila						1400																
Lohmanniella oviformis	1400				1400			1400														
St. multiauis										1400												
St. multinucleatum						1400																
Strobilidium neptuni								1400														1400
Strombidium constrictum						1400																
Strombidium dalum				1400		1400																
Strombidium sp.	2800	1400	1400	1400	4200								1400	1400	2800	1400				1400	1400	
Tontonia simplicidens	1400												1400									
s-total	5600	1400	2800	2800	5600	4200	2800	0	1400	0	0	1400	2800	2800	1400	0	0	1400	0	1400	1400	
Total	8500	4000	3600	3400	11000	6800	4900	1100	2900	600	200	3220	3800	5800	2900	600	200	4800	2600	4200	3800	

1999-N																						
Species name /	1-0	1-10	2-0	2-10	3-0	3-10	4-0	4-10	4-20	4-30	4-50	5-0	5-10	5-20	5-30	5-50	5-75	6-0	6-10	6-20	6-30	
Am. qua. var. minor	200																					
Codonellopsis marchella				200																		
Dadaviella ganemedes																						200
Dic. elegans var. lepida				200				200														
Parundella caudata											200											
Salpingella laminata						400								200	200					200	200	200
Salpingella subconica	200							200												200		
Salpingella sp.				200													400					
St. steenstrupii var. robusta																	200					
Tintinnopsis sp.													200				200					
400	0	600	0	600	0	400	0	0	0	200	0		200	200	600	200	0	200	200	200	400	
Lohmanniella oviformis						1400																
Strobilidium sp.								1400														1400
Strombidium sp.	1400					1400	1400							1400	1400	2800	1400		1400	1400	1400	
s-total	1400	0	0	0	0	2800	2800	0	0	0	0	0	1400	1400	2800	1400	0	2800	2800	1400	0	
Total	1800	0	600	0	600	2800	3200	0	0	0	200	0	1600	1600	3400	1600	0	3000	3000	1600	400	

1999 - D																					
species name /	1-0	1-10	2-0	2-10	3-0	3-10	4-0	4-10	4-20	4-30	4-50	5-0	5-10	5-20	5-30	5-50	5-75	6-0	6-10	6-20	6-30
Acanthostomella sp.						200															
Amphorides quadrilineata				200																	
Amphorides sp.				200		200															
Codonellopsis morchella																			200		
Helicostomella sp.				200																	
Parundella caudata	200																				
Salpingella acuminata	200	200																			
Salpingella laminata						200	200		200	200		200		200						200	
Salpingella subconica					200																
Salpingella sp.		200																			
Stenosemella sp.																200					
Tintinnopsis radix																			200		
Undella claparedei														200							
Undella sp.																				200	
s -total	400	400	0	0	200	200	200	0	200	200	0	200	0	400	0	200	0	200	600	0	0
Strombidium sp.	1400																				
Strombidium constrictum		1400																			
Strombidium dalum						1400															
Strombidium sp.	1400		4200		1400	1400		1400										1400			
s -total	2800	1400	4200	0	1400	2800	0	1400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1400	0	0	0
Total	3200	1800	4200	0	1600	3000	200	1400	200	200	0	200	0	400	0	200	1400	200	600	0	0

2000 - J																					
species name /	1-0	1-10	2-0	2-10	3-0	3-10	4-0	4-10	4-20	4-30	4-50	5-0	5-10	5-20	5-30	5-50	5-75	6-0	6-10	6-20	6-30
Am. qua. var. minor									100	100											
Amphorides sp.								100													
Acanthostomella norvegica					100																
Acanthostomella sp.																					
Ascampbelliella sp.		100	100																		
Climacosyllis diatira			100														100				
Salpingella laminata	600	200	100	100	900	100	100	100		500		100	100	100	100				200	100	
Sal. acuminata var. undata																			100		
Salpingella subconica		200												100				100			100
Stenosemella sp.	100																				
Tintinnopsis sp.												100									
Undella sp.								100													
s -total	700	500	300	100	1000	100	200	200	100	600	0	200	100	200	100	0	200	300	100	0	100
Strombidium sp.				1400												1400					
s -total	0	0	0	1400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	700	500	300	1500	1000	100	200	200	100	600	0	1600	100	200	100	0	200	300	100	0	100

2000 - F																					
species name /	1-0	1-10	2-0	2-10	3-0	3-10	4-0	4-10	4-20	4-30	4-50	5-0	5-10	5-20	5-30	5-50	5-75	6-0	6-10	6-20	6-30
Salpingella laminata	100																				
Stenosmella nivalis						100															
Stenosmella parvicollis																	100				
Stenosmella sp.					100											100					
s -total	100	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lohmanniella oviformis				1400												200	0	0	0	0	0
Strombidium sp.	1400					1400															1400
s -total	1400	0	0	1400	0	1400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1400
Total	1500	0	0	1400	200	1400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	1400

2000 - M																					
species name /	1-0	1-10	2-0	2-10	3-0	3-10	4-0	4-10	4-20	4-30	4-50	5-0	5-10	5-20	5-30	5-50	5-75	6-0	6-10	6-20	6-30
Tintinnopsis sp.						100															
s -total	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leegaardia ovalis						1400															
Strombidium dalum	11200		21000	4200	1400										2800						
Strombidium bilobum																1400					
Strombidium spiralis			1400																		
Strombidium sp.						2800	1400													140	
s -total	11200	1400	21000	4200	1400	4200	1400	0	0	0	0	0	0	2800	0	1400	0	140	0	0	0
Total	11200	1400	21000	4200	1500	4200	1400	0	0	0	0	0	0	2800	0	1400	0	140	0	0	0

2000-A																							
species name /	1-0	1-10	2-0	2-10	3-0	3-10	4-0	4-10	4-20	4-30	4-50	5-0	5-10	5-20	5-30	5-50	5-75	6-0	6-10	6-20	6-30		
<i>Am. qua. var. minor</i>												100				100							
<i>Climacosyllis sp.</i>													100										
<i>Craterella sp.</i>	100																						
<i>Leprotintinnus sp.</i>															100								
<i>Protorhabdonella simplex</i>			100																				
<i>Salpinxella laminata</i>		200					700		600	600	200	400	1000	500	500	1100	1800	1700	600	800	300		
<i>Stenosmella nivalis</i>									100	100							400						
<i>Stenosmella parvicollis</i>							100										100						
<i>Tintinnopsis berodea</i>																100	100	200					
<i>Tintinnopsis lobiancoi</i>									100	200													
<i>Tintinnopsis radix</i>												100							100		200		
<i>Tintinnopsis sp.</i>							100		200									300					
s-total	100	200	100	0	0	0	900	0	800	1100	200	600	1100	600	1300	2700	2000	600	1000	300			
<i>Strobilidium multinucleatum</i>																							
<i>Strobilidium sp.</i>															2800								
<i>Strombidium bilobum</i>					1400		4200		2800						2800	2800	2800	2800	2800		0		
<i>Strombidium tressum</i>					4200																		
<i>Strombidium sp.</i>					2800								1400		1400	2800				2800	5600		
s-total	0	0	0	0	8400	0	4200	0	2800	0	0	0	5600	2800	4200	5600	2800	2800	5600	5600	0		
Total	100	200	100	0	8400	0	5100	0	3600	1100	200	600	6700	3400	4800	6900	5500	4800	6200	6600	300		
2000-M																							
species name /	1-0	1-10	2-0	2-10	3-0	3-10	4-0	4-10	4-20	4-30	4-50	5-0	5-10	5-20	5-30	5-50	5-75	6-0	6-10	6-20	6-30		
<i>Sal. acuminata var. undata</i>																						100	
<i>Salpinxella laminata</i>				100		100								400	100							200	
<i>Stenosmella nivalis</i>		300		200							200			100	100								
<i>Stenosmella pacifica</i>						100																	
<i>Stenosmella parvicollis</i>		100		100										100									
<i>Stenosmella sp.</i>				200							200			100	100					100	300		
<i>Tintinnopsis berodea</i>				100																			
<i>Tintinnopsis sp.</i>		100		100							100												
s-total	0	500	0	800	0	200	0	0	0	100	400	0	0	700	300	0	0	100	0	200	500		
<i>Strombidium tressum</i>				1400		12600															1400		
<i>Strombidium sp.</i>	1400							1400						1400									
s-total	1400	0	0	1400	0	12600	0	1400	0	0	0	0	0	1400	0	0	0	1400	0	0	0		
Total	1400	500	0	2200	0	12900	0	1400	0	100	400	0	0	2100	300	0	0	1500	0	200	500		
2000-J																							
species name /	1-0	1-10	2-0	2-10	3-0	3-10	4-0	4-10	4-20	4-30	4-50	5-0	5-10	5-20	5-30	5-50	5-75	6-0	6-10	6-20	6-30		
<i>Am. qua. var. minor</i>						100																	
<i>Amphorides quadrilineata</i>								100															
<i>Dadayiella ganemedes</i>	1700		400	100	500			200	1700	1000	200		200	400	400				100	900	700	300	
<i>Favella tarakaensis</i>	500	100																					
<i>Favella ehrenbergii</i>																							
<i>Favella sp.</i>																						100	
<i>Salpinxella laminata</i>	200	300						200	300					100	100								
<i>Salpinxella subconica</i>						100		100					100	100	100			100	200	600	100		
<i>Salpinxella sp.</i>										100													
s-total	2400	400	400	100	500	200	200	2100	1400	200	0	300	500	500	200	0	100	300	1500	900	300		
<i>Laboea strobila</i>			8400			1400	1400																
<i>Strobilidium multinucleatum</i>																					1400		
<i>Strobilidium neptuni</i>																					1400		
<i>Strombidium bilobum</i>																					1400		
<i>Strombidium sp.</i>	1400	1400				2800		1400	1400												5600		
s-total	1400	9800	0	0	1400	4200	0	1400	1400	0	0	0	0	0	0	0	1400	5600	5600	0	0		
Total	3800	10200	400	100	1900	4400	200	3500	2800	200	0	300	500	500	200	0	1500	5900	7100	900	300		

PHOTOGRAPHIC PLATES



Plate I

1. *Tintinnopsis beroidea*
2. *Tintinnopsis beroidea*
3. *Tintinnopsis parvula*
4. *Tintinnopsis parvula*
5. *Tintinnopsis lobiancoi*
6. *Tintinnopsis radix*
7. *Stenosemella pacifica*
8. *Stenosemella nivalis*
9. *Stenosemella parvicollis*
10. *Codonellopsis morchella*

Plate II



1. *Codonellopsis orthoceras*
2. *Climacocylis digitura*
3. *Favella ehrenbergii*
4. *Favella ehrenbergii*
5. *Favella ehrenbergii*
6. *Favella ehrenbergii*
7. *Favella taraikaensis*
8. *Acanthostomella norvegica*
9. *Acanthostomella conicoides*
10. *Acanthostomella norvegica*
11. *Acanthostomella norvegica*
12. *Acanthostomella norvegica cyst*

Plate III

1. *Ascampbelliella armilla*
2. *Ascampbelliella armilla*
3. *Ascampbelliella urceolata*
4. *Ascampbelliella urceolata*
5. *Dictyocysta elegans* var. *lepida*
6. *Protorhabdonella curta*
7. *Protorhabdonella curta*
8. *Protorhabdonella simplex*
9. *Rabdonella poculum*
10. *Rabdonella poculum*
11. *Rabdonella spiralis*
12. *Epiplocyilis undella*



Plate IV

1. *Epiplocyilis undella*
2. *Epiplocyloides ralumensis*
3. *Epiplocyloides reticulata*
4. *Epiplocyloides reticulata*
5. *Parundella caudata*
6. *Undella claparedei*
7. *Undella claparedei*
8. *Amphorides amphora*
9. *Amphorides amphora*
10. *Amphorides quadrilineata* var. *minor*

11. *Amphorides quadrilineata* var. *minor*
12. *Amphorides quadrilineata*

Plate V

1. *Amphorellopsis acuta*
2. *Steenstrupiella steenstrupii* var. *robusta*
3. *Dadayiella ganymedes*
4. *Dadayiella ganymedes*
5. *Eutintinus turgescens*
6. *Eutintinus fraknoii*
7. *Eutintinus tubulosus*
8. *Salpingella acuminata*
9. *Salpingella laminata*
10. *Salpingella laminata*
11. *Salpingella subconica*
12. *Salpingella acuminata* var. *undata*

Plate VI

1. *Strombidinopsis multiauris*
2. *Strobilidium multinucleatum*
3. *Strobilidium neptuni*
4. *Strobilidium spiralis*
5. *Leegaardiella ovalis*
6. *Lohmanniella oviformis*
7. *Lohmanniella oviformis*

8. *Laboea strobila*

9. *Strombidium bilobum*

Plate VII

1. *Strombidium bilobum*

2. *Strombidium constrictum*

3. *Strombidium dalum*

4. *Strombidium epidemum*

5. *Strombidium sulcatum*

6. *Strombidium tressum*

7. *Strombidium tressum*

8. *Tontonia grandis*

9. *Tontonia simplicidens*



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

All scale bar = 30 μ m

PLATE I

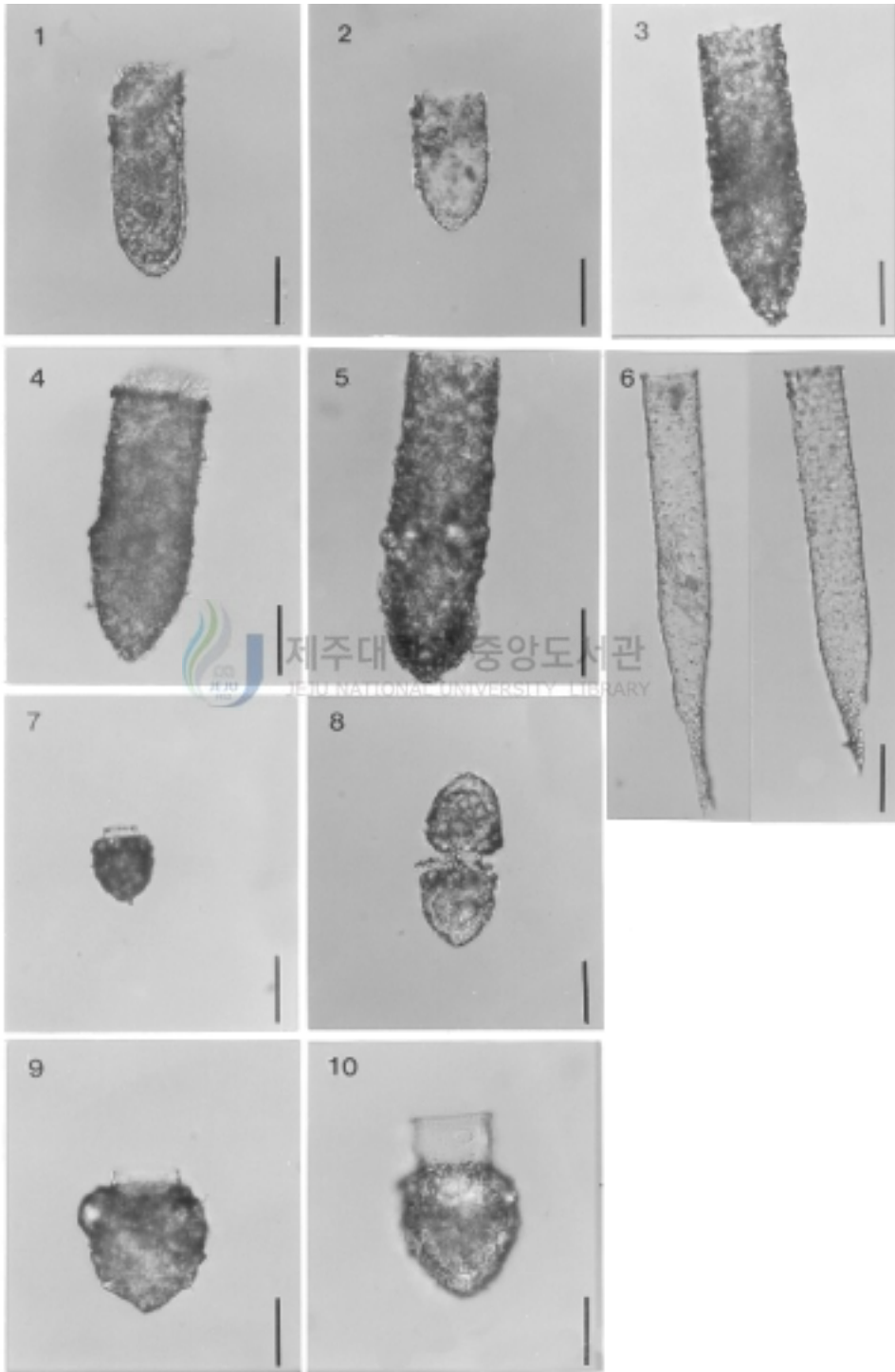


PLATE II

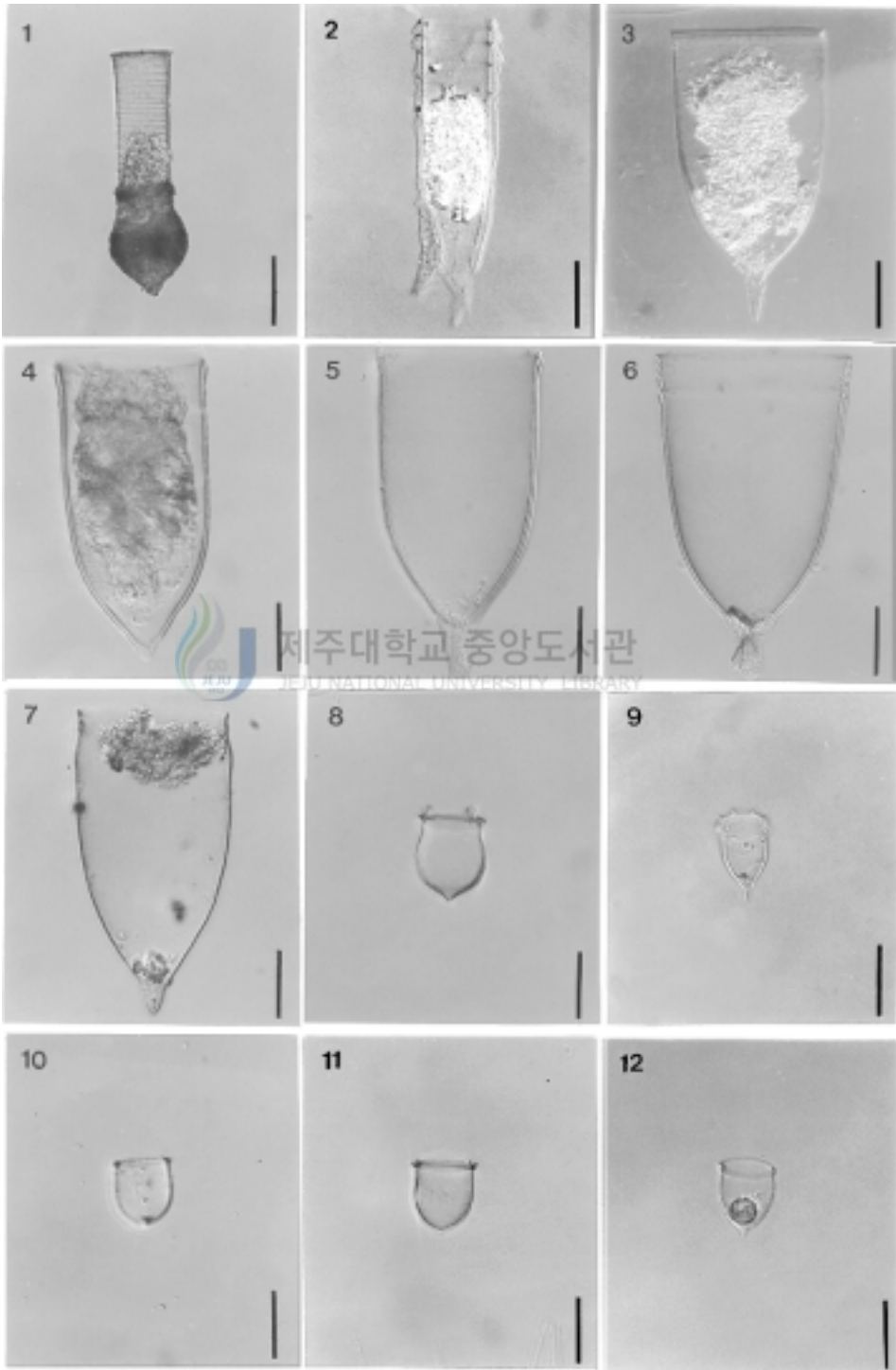


PLATE III

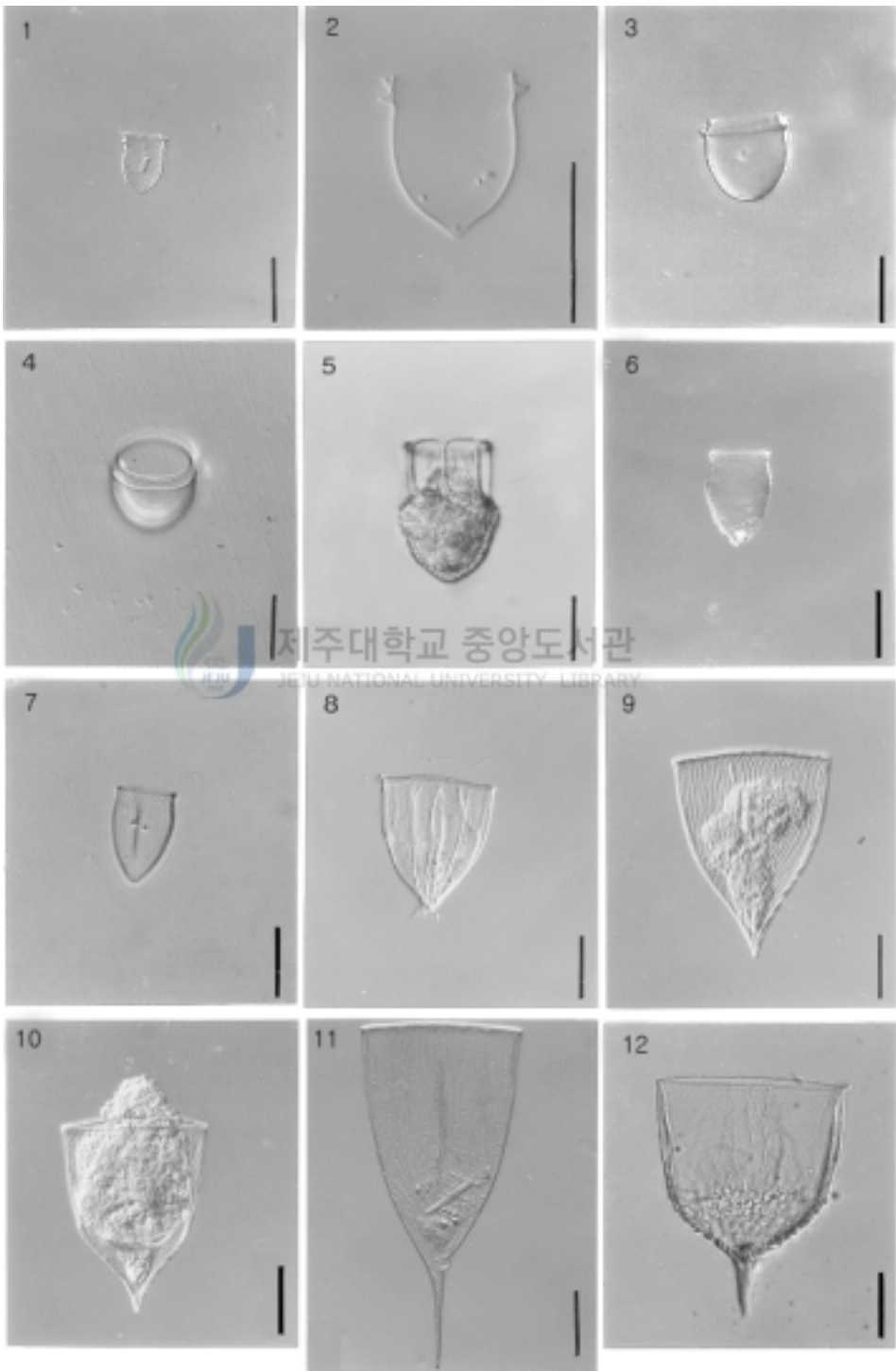


PLATE IV

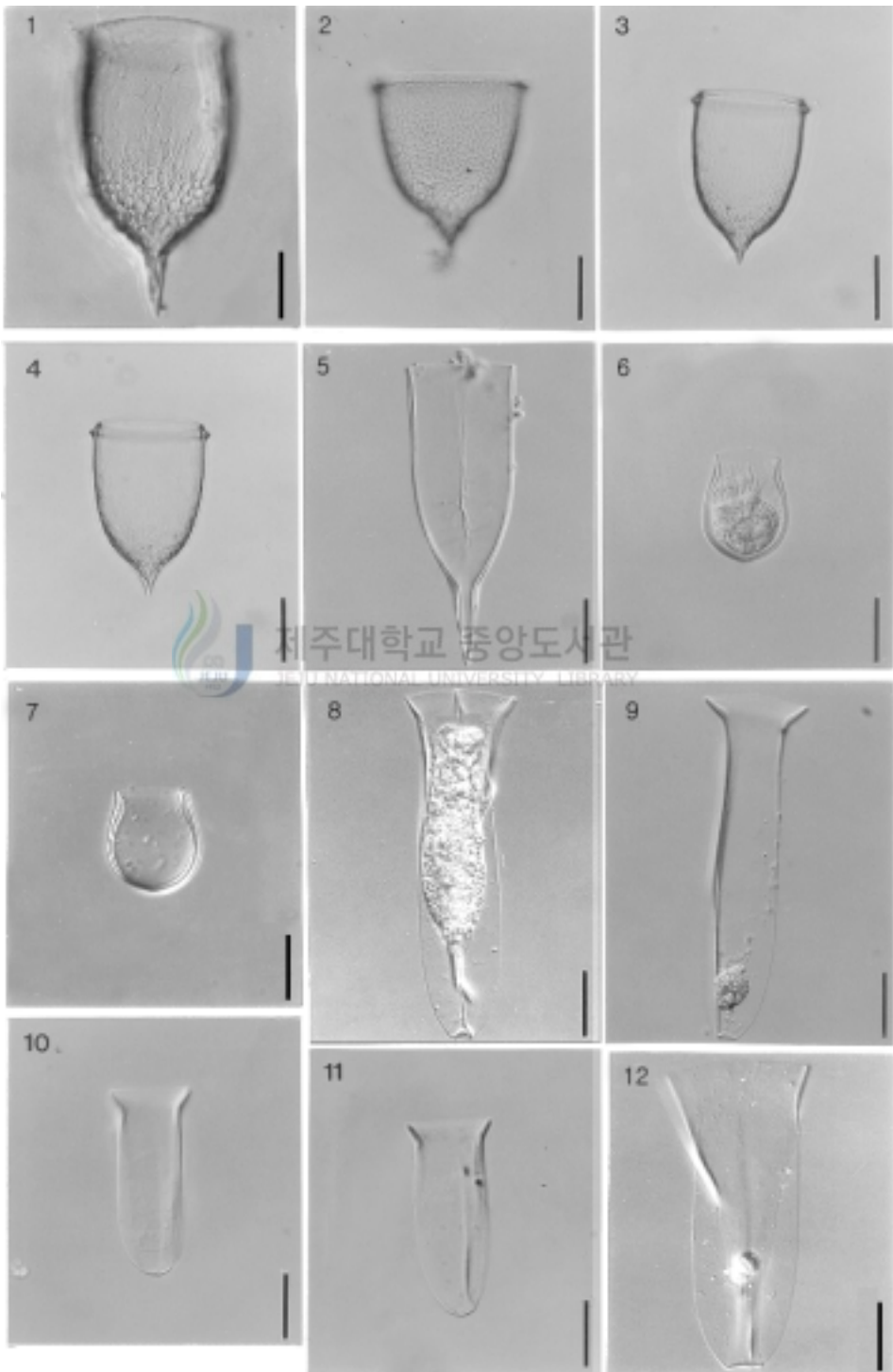


PLATE V

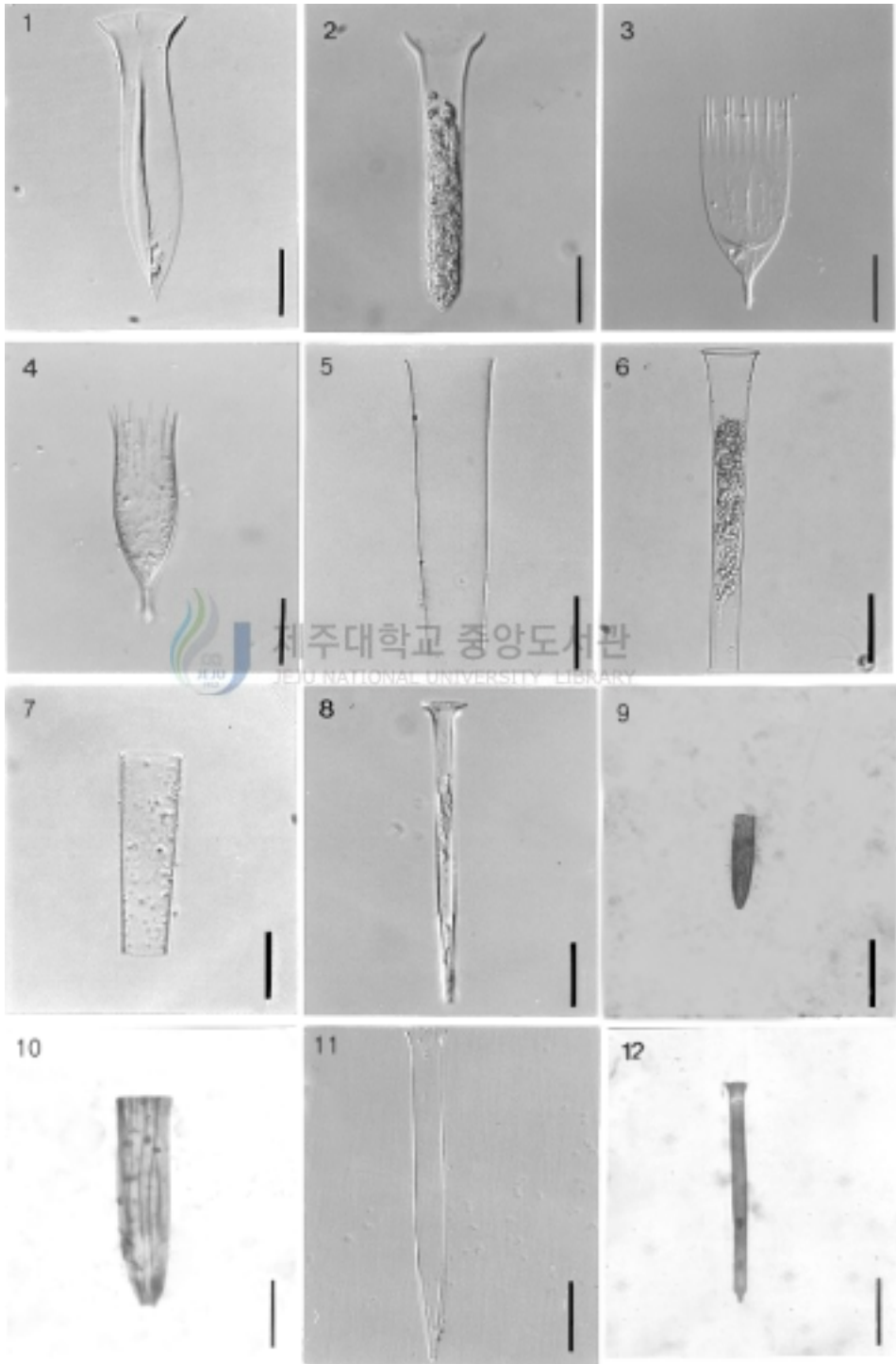
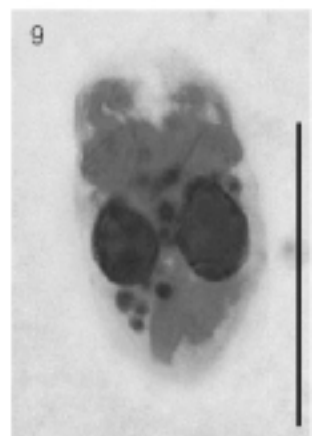
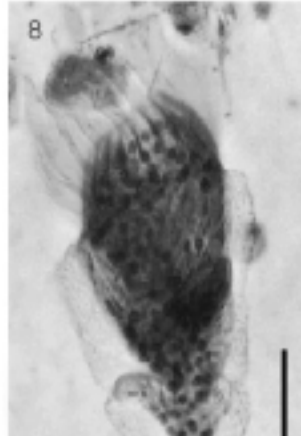
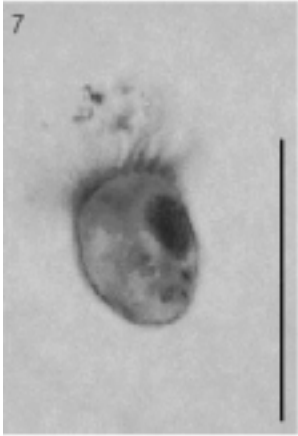
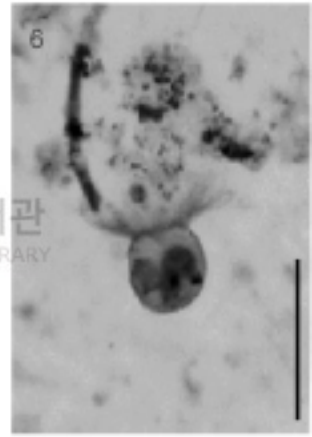
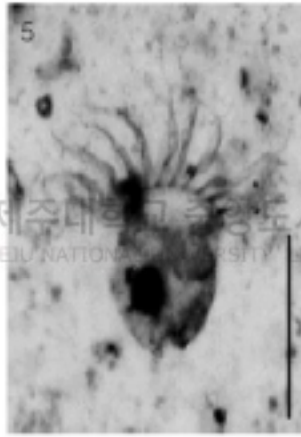
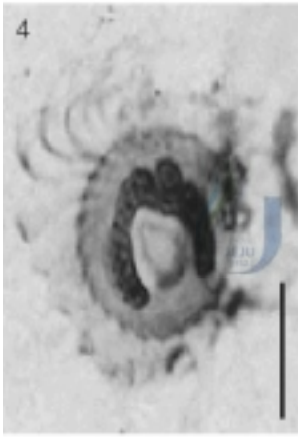
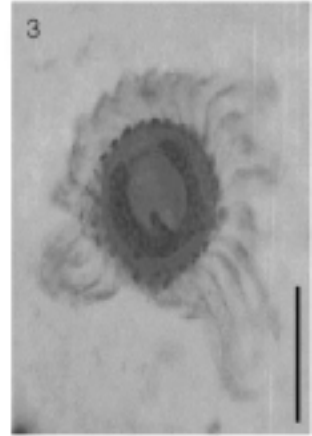
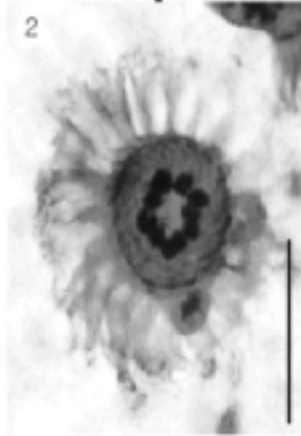
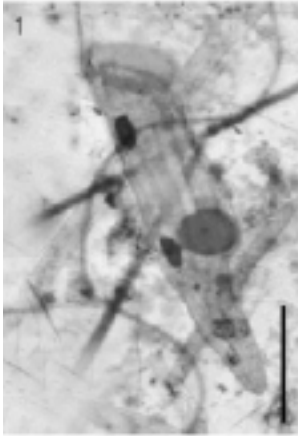
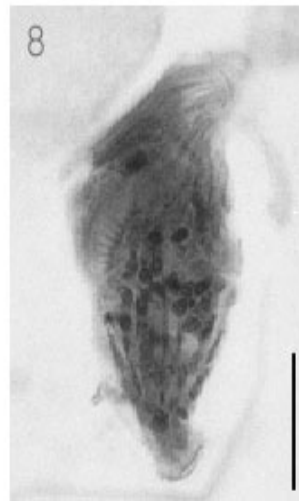
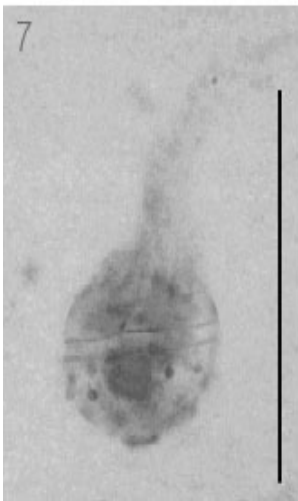
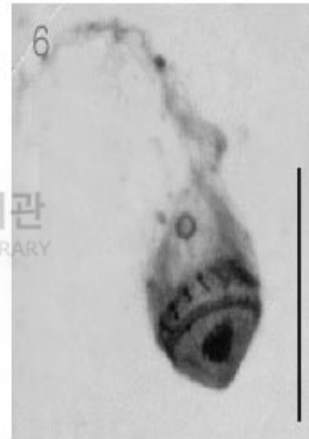
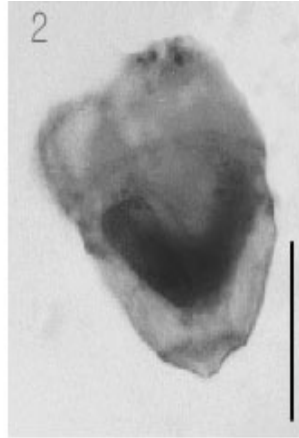


PLATE VI



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

PLATE VII



감사의 글

논문이 완성되기까지 인내와 사랑으로 지도해주시고 격려해주신 이준백 교수님께 머리 숙여 감사드립니다. 또한 바쁜 시간을 내셔서 부족한 부분을 꼼꼼히 지적해주시고 격려까지 아끼지 않으신 고유봉 교수님께 감사드립니다. 그리고 진로에 대해 염려와 조언을 해주신 윤정수 교수님, 연구실에 찾아 갈 때마다 언제나 반갑게 맞아주시고 인생에 많은 조언을 주신 방익찬 교수님, 뵈 때마다 인자한 모습으로 후원해주는 최영찬 교수님과 윤석훈 교수님께 감사드립니다.

또한 한양대학교의 김영옥 선생님과 나가사키대학의 Toshikazu Suzuki 선생님의 도움과 지도가 없었다면 결코 완성될 수 없었기에 멀리서나마 선생님들께 감사의 마음을 전합니다. 감사합니다.

언제나 용기를 북돋아 주시고 후배들의 힘이 되어 주시는 좌중현 선배님과 고희범 선배님, 지금도 가끔씩 함께 지냈던 실험실 생활을 추억하며 각자의 위치에서 열심히 살고있는 동우, 무형이, 범이, 보영이에게도 고마운 마음을 전하고 지금의 실험실 원인 태룡이, 지은이, 류현, 성주, 재원, 해진, 은희에게도 감사의 마음을 전합니다.

이곳에서 저에게 또 다른 부모님이 계시다면 그분은 바로 사랑의 교회 목사님, 사모님 그리고 집사님들입니다. 그분들의 기도와 보살핌으로 여기까지 왔기에 감사하지 않을 수가 없습니다. 성도들의 그 이름들을 이루 다 쓸 수 없기에 사랑의 교회 가족들에게 감사드린다는 말로 대신하겠습니다. 감사합니다.

그리고 이 세상에서 제일 존경하고 사랑하는 저의 아버지, 어머니. 그리고 형제들 언니가족, 오빠가족, 요한이 가족 그리고 사랑스런 조카들. 언제나 제고집대로만 살아 가족들을 항상 노심초사하게 만들지만 지금까지 무사히 지낼 수 있었고, 가는 곳마다 만나는 사람마다 다 좋은 것으로 채워 주시는 것이 부모님의 기도와 형제들의 기도 때문임을 알기에 사랑한다는 말 밖에는 드릴 말이 없고 부족하지만 작은 결실인 이 논문으로 대신 전하고 싶습니다.

끝으로 이 곳에서 공부할 수 있게 해주신 하나님께 감사와 영광을 돌립니다.