

碩士學位論文

제주 근해와 서해 및 남해에 출현하는  
한국 미기록종과 난류성 외편모조류의  
분류 및 기재



濟州大學校 大學院

海洋學科

金承賢

2010年 2月

제주 근해와 서해 및 남해에 출현하는  
한국 미기록종과 난류성 외편모조류의  
분류 및 기재

指導教授 李 垞 佰

金 承 賢

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함

2010年 2月

金承賢의 理學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 \_\_\_\_\_ (인)

委 員 \_\_\_\_\_ (인)

委 員 \_\_\_\_\_ (인)

濟州大學校 大學院

2010年 2月

Taxonomy and Description of Newly  
Recorded and Tropical Dinoflagellates  
in the Southern and Western Korean Waters  
and around Jeju Island

Seung-Hyun Kim

(Supervised by professor Joon-Baek Lee)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement  
for the degree of Master of Science

2010. 2.

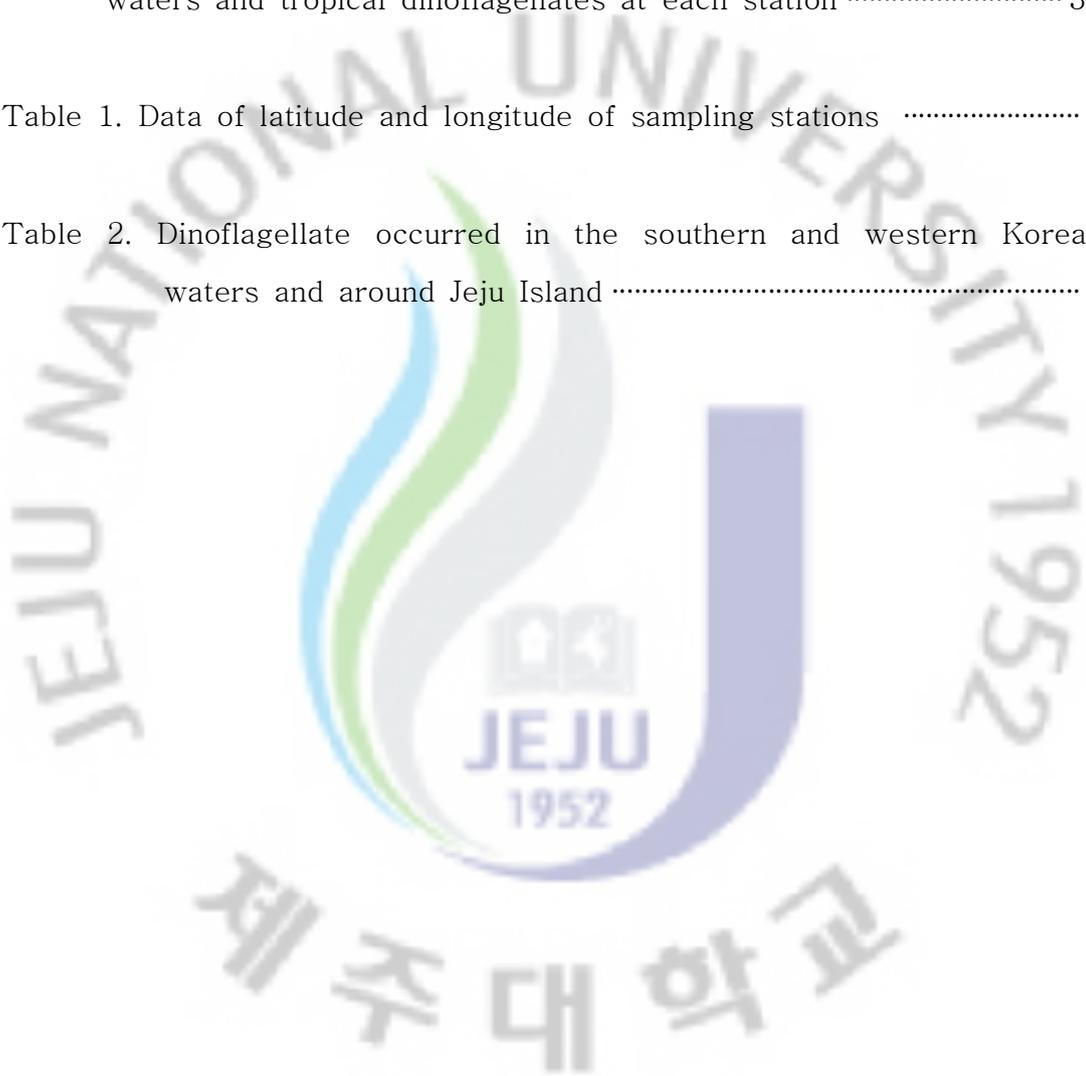
Department of Oceanography  
GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

# 목 차

목 차 .....	i
List of Figures and Tables .....	ii
Summary .....	iii
I. 서 론 .....	1
II. 재료 및 방법 .....	3
2.1. 시료의 채집과 처리 .....	3
2.2. 영구 프레파라트의 제작 .....	3
2.3. 분류동정 .....	4
2.4. 분류체계 정리 .....	4
III. 결 과 .....	7
3.1. 와편모조류의 출현목록 .....	7
3.2. 와편모조류의 분류체계 .....	13
3.3. 미기록종의 종기재 .....	16
IV. 토 의 .....	34
Explanation of plates of dinoflagellates newly recorded in Korean waters .....	37
참고문헌 .....	49
요 약 .....	55
감사의 글 .....	57

## LIST OF FIGURES AND TABLES

Fig. 1. Maps showing the sampling stations in the study area .....	5
Fig. 2. Species number of dinoflagellates newly recorded in Korean waters and tropical dinoflagellates at each station .....	36
Table 1. Data of latitude and longitude of sampling stations .....	6
Table 2. Dinoflagellate occurred in the southern and western Korean waters and around Jeju Island .....	8



## Summary

Water temperature increasing by global warming and changes of various environmental factors have affected a marine ecosystem around Jeju Island recently. Tropical fishes and seaweeds are easily found around Jeju Island by the phenomena. Dinoflagellates species composition has been also changed in Korean waters. So, taxonomy of dinoflagellate is important for monitoring such marine ecosystem change.

The purpose of this study is to monitoring dinoflagellate's changes in the southern and western Korean waters and around Jeju Island through species identification. Therefore, we collect dinoflagellate samples in the study areas from June 2006 to Sep. 2009. As a result, 86 species, belonging to 14 families and 15 genera, were identified, of which 36 species were newly recorded in Korean waters.

The 36 dinoflagellates newly recorded in Korean waters are as follows, *Dinophysis cuneus*, *D. hastata*, *D. mitra*, *D. schuettii*, *D. sp.*, *Ornithocercus heteroporus*, *O. magnificus*, *O. quadratus*, *O. steinii*, *O. thumii*, *Ceratium azoricum*, *C. horridum* var. *claviger*, *C. longirostrum*, *C. praelongum*, *Ceratocorys gourretii*, *Pyrophacus steinii*, *Oxytoxum constrictum*, *O. milneri*, *O. reticulatum*, *O. sceptrum*, *O. scolopax*, *O. tessellatum*, *Pyrocystis hamulus*, *P. robusta*, *Dissodinium asymmetricum*, *Podolampas bipes*, *P. palmipes*, *Protoperdinium oblongum*, *P. obtusum*, *P. oviforme*, *P. sp.*, *P. quinquecorne*, *P. steinii*, *P. thorianum*, *Pseliodinium vaubanii*, *Ptychodiscus noctiluca*.

Among the newly recorded species, 20 species were confirmed as

tropical species which are as follows, *Dinophysis cuneus*, *D. hastata*, *D. mitra*, *D. schuettii*, *Ornithocercus heteroporus*, *O. magnificus*, *O. quadratus*, *O. steinii*, *O. thumii*, *Ceratium azoricum*, *C. praelongum*, *Ceratocorys gouretii*, *Podolampas bipes*, *P. palmipes*, *Pyrophacus steinii*, *Pyrocystis hamulus*, *O. scolopax*, *O. tessellatum*, *Protoperidinium obtusum*, *P. quinquecorne*. Therefore, the occurrence of such tropical dinoflagellates could be used as bioindicator for monitoring of environmental changes including global warming.

Keywords: Jeju Island, Korean Waters, Phytoplankton, Dinoflagellate, Global Warming.



## 1. 서론

최근 지구온난화와 관련된 여러 문제점이 전 세계적으로 확산되고 있다. 이러한 지구온난화가 한국 근해에도 영향을 미치는데, 제주도 주변해역의 해수면 온도 변동성과 제주도 기온변동성의 상관관계에 따른 연구결과에 의하면 기온은 80년 동안  $0.020^{\circ}\text{C}/\text{year}$  정도의 상승률을 보였고, 최근 30년 동안  $0.035^{\circ}\text{C}/\text{year}$ 의 상승률을 보여 비교적 높은 상승 추세를 볼 수 있다. 해수면 온도는  $0.024^{\circ}\text{C}/\text{year}$ 의 상승률을 보이며, 특히 겨울철인 12월에  $0.047^{\circ}\text{C}/\text{year}$ 로 가장 높은 상승률을 보이고 있음을 알 수 있다(장 등, 2006).

뿐만 아니라, 우리나라 연안 해역에서도 연근해 주요 난류성 어종의 겨울철 분포 해역의 북상과 기타 한류성 어종의 국내 미기록종 해양 생물종이 출현함이 최근 들어 알려지고 있다. 이와 같이 전 지구적 차원의 온난화 현상에 의해 한반도 연안 해역의 해양생물 분포 경향이 변화하고 있는 가운데 해양생태계의 주요 구성 생물의 하나인 식물플랑크톤의 분포 또한 변화하게 되었는데 식물플랑크톤 가운데 규조류 다음으로 많은 와편모조류 중 횡구와 종구 부분의 화려하고 넓은 날개부분이 특징적으로 알려져 있는 열대해역 지표종에 속하는 와편모조류 *Ornithocercus* 속을 비롯한 아열대성 미기록 식물플랑크톤이 제주도 근해에 최근 들어 자주 출현하고 있다(김 등, 2008). 이러한 해양생태계 변화를 관찰하기 위해 지속적인 해양생물의 분류학적 연구가 필요하다. 해양생물에서 해양생태계에 1차생산자로서 중요한 역할을 하는 식물플랑크톤 중 와편모조류는 환경에 매우 민감한 특징을 가지므로 분류학적 연구는 매우 중요하다.

이에 따라, 우리나라에서의 와편모조류 분류학적인 연구는 Shim *et al.* (1981)가 여수 근해의 와편모조류 연구를 통하여 총 9과 10속 49종을 동정 분류함으로써 처음으로 시도되었다. 다음으로 Han and Yoo (1983a)는 진해만의 유각과 무각 와편모조류 연구를 통하여 총 10과 16속 36종을 동정 분류하였고, 이 중 *Dinophysis acuminata*, *Oxyphysis oxytoxoides*, *Amphidinium longum*,

*Diplopsalis pilula*, *Heterocapsa triquetra*, *Protoperidinium achromaticum*, *P. bipes*, *P. mariebouriaie*, *P. subinermis*, *Gonyaulax grindleyi*, *G. triacantha*, *G. verior*, *Triadinium orientale*, *Spatulodinium psedonoclituca*을 한국산 미기록종으로 보고하였다. Han and Yoo (1983b)는 진해만에서 Order Peridinales를 중심으로 관찰하여 총 4과 8속 25종을 동정 분류하였고, Yoo and Lee (1986)은 마산만에서 출현한 쌍편모조류 중 5종의 *Prorocentrum*을 전자현미경으로 미세구조를 관찰하여 이들 종의 분류체계를 자세히 기재 및 정리하였으며, 이 중 *Prorocentrum dentatum*을 한국산 미기록종으로 보고하였다. 계속하여 Lee et al. (1993)은 한국 근해의 적조 생물분류 연구를 실시한 결과, 총 4과 6속 17종을 동정 분류하고, 이 중 *Alexandrium catenella*, *Cochlodinium polykrikoides*, *Gymnodinium breve*, *Chattonella antiqua*, *C. marina*을 한국산 미기록종으로 보고하였다.

이와 같은 와편모조류 분류학적 연구는 지속적으로 필요하며, 분류체계와 동종이명의 정리, 기재나 사진 또는 도판 보완 등 정확한 한국산 와편모조류의 계통분류학적 연구가 필요하다. 따라서 본 연구는 제주도 근해와 남해, 서해에 출현하는 와편모조류의 분류학적 접근을 통해 이 해역의 와편모조류 종조성의 변화를 살펴보고 난류성 와편모조류의 분류학적 기재를 함으로써 해양생태계의 변화를 위한 생물 지표종으로서의 기초자료를 제공하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 시료의 채집과 처리

시료의 채집은 주로 제주도 근해에 14정점을 선정하여 2006년 6월에서 2009년 9월까지 약 3년간 매월 실시하였고, 남해와 서해의 5정점을 선정하여 2008년 9월 19일에서 2008년 9월 21일까지 약 3일간 하였다(Fig. 1, Table 1).

시료는 와편모조류의 생활 형태적인 특성상 주로 부유성 시료를 기본으로 채집하였다. 부유성 시료는 본 와편모조류의 부유성 개체를 다량으로 수집하기 위하여 망목 20  $\mu\text{m}$ 의 플랑크톤 네트를 이용하여 저층에서 표층까지 균등하게 예망하였고 현장에서 바로 Formaldehyde을 이용하여 고정(최종농도 0.4%)하였다. 그후 시료를 실험실로 운반하여 일반현미경(LM)과 주사전자현미경(SEM)을 이용해서 동정하였고 동정이 된 종들은 사진을 찍어서 Plate에 실었다.

### 2.2. 영구 프레파라트의 제작

본 연구의 광학현미경 관찰을 위하여 와편모조류 시료의 일부를 영구 프레파라트로 제작하였다. 증류수와 에틸알코올(30%, 50%, 70%, 90%, 100%)로 세척된 와편모조류를 취해서 깨끗한 커버글라스 위에 떨어뜨리고 와편모조류 봉입제(mount media; Wako Japan)를 적당량 떨어뜨린 후 슬라이드 글라스 위에 커버글라스를 덮어 완전히 봉합하였다. 슬라이드 글라스 위의 커버글라스를 핀셋을 이용해서 자리를 잡아준 후 슬라이드 워머(slide warmer)에 올려 아주 약한 미열로 기포를 제거한다. 슬라이드 워머에서 내린 슬라이드 글라스는 15일 동안 실온에서 자연건조를 하여 봉입제를 완전히 건조하고 커버글라스 테두리 주변에 투명한 매니큐어로 주변을 봉합한 후 종 정보가 담긴 채집 라벨을 첨부하였다. 완성된 프레파라트는 광학현미경 상에서 와편모조류의 존재유무를 확인한 후 슬라이드 보관함에 넣고 분석에 사용하였다.

### 2.3. 분류동정

본 연구에서 와편모조류의 동정은 기본적으로 Dodge (1982), Dodge (1985), Fujioka (1990), Fukuyo *et al.* (1990), Shim (1994), Tomas (1996), Kim (2008)를 참고하였고, 그 외 확실한 와편모조류의 동정을 위해 다수의 분류 논문을 참고하였다. 동종이명 처리는 위의 논문과 Gomez (2005) 논문을 참조하여 정리하였다.

### 2.4. 분류체계 정리

본 연구에서 관찰된 와편모조류에 대한 분류체계는 Shim (1994)를 기본으로 하였고, Genus *Ornithocercus*, *Oxytoxum*, *Ptychodiscus* 인 경우 Tomas (1996)의 분류체계를 따라서 정리하였으며, *Dissodium asymmetricum*은 Dodge (1982)를 참조하였다. 그리고 환경변화에 따라 *Gyrodinium falcatum*에서 *Pselodinium vaubanii*로 형태가 변환되는(Gomez, 2007)종은 Kim (2008)를 참조하였다.

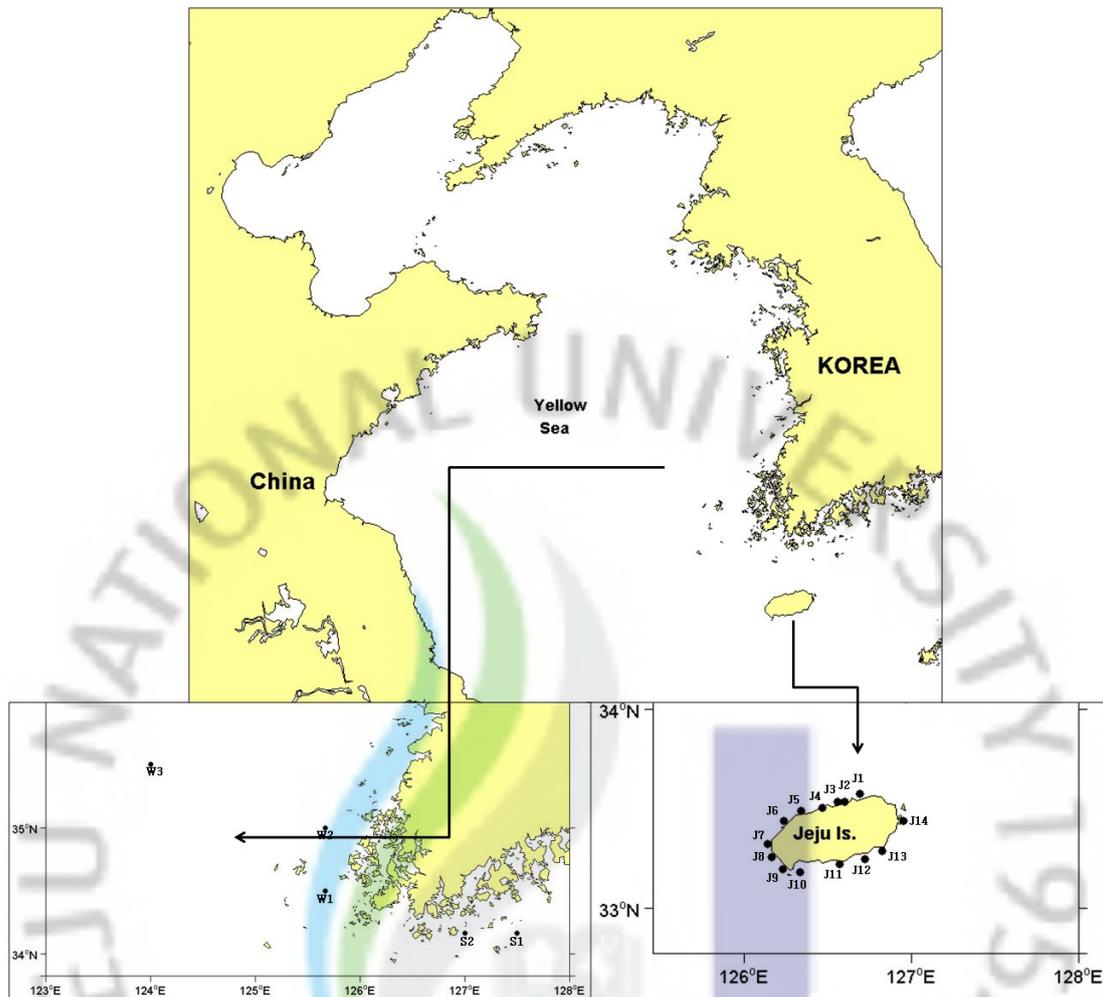


Fig. 1. Maps showing the sampling stations in the study area.

J1: Bukchon-ri coast, J2: Samyang coast, J3: Tap-dong coast, J4: Iho coast, J5: Aewol-ri coast, J6: Hallim-ri coast, J7: Chagwido coast, J8: Gosan-ri coast, J9: Hamo-ri coast, J10: Hwasun-ri coast, J11: Seogwipo ports coast, J12: Namwon-ri coast, J13: Pyoseon-ri coast, J14: Seongsan-ri coast, S1: Southern sea, S2: Southern sea, W1: Western sea, W2: Western sea, W3: Western sea

Table 1. Data of latitude and longitude of sampling stations

Sampling stations	Latitude	Longitude
J1	33° 34' 30.83"	126° 41' 2.64"
J2	33° 32' 8.16"	126° 35' 59.75"
J3	33° 32' 18.72"	126° 33' 2.94"
J4	33° 30' 18.78"	126° 27' 5.16"
J5	33° 29' 37.79"	126° 20' 31.13"
J6	33° 26' 34.25"	126° 14' 1.38"
J7	33° 19' 2.7"	126° 8' 2.4"
J8	33° 15' 31.85"	126° 9' 52.61"
J9	33° 11' 44.75"	126° 13' 57.59"
J10	33° 10' 56.51"	126° 20'
J11	33° 13' 31.43"	126° 34' 17.16"
J12	33° 14' 53.03"	126° 43' 10.62"
J13	33° 17' 1.38"	126° 49' 27.89"
J14	33° 26' 26.87"	126° 57' 11.7"
S1	34° 10'	127° 30'
S2	34° 10'	127°
W1	34° 30'	125° 40'
W2	35°	125° 40'
W3	35° 30'	124°

### 3. 결과

#### 3.1. 외편모조류의 출현목록

조사결과 총 14과 15속 86종의 외편모조류가 관찰되었다(Table 2). 이 중 36종은 우리나라에서 처음으로 기록되는 미기록종이며, 여기서 20종이 난류성 외편모조류로 파악되었다. 현재까지 국내에 분류된 외편모조류는 약 152종으로, 표 2에 정리하였다. 이 중 Shim (1994)이 120종을 기재하여 가장 많은 종을 정리하여 보고하였으며, Shim *et al.* (1981)은 49종을 여수 근해를 중심으로 기재정리하였다. Han and Yoo (1983a, b)는 진해만을 중심으로 총 61종을 기재하였으며, Yoo and Lee (1986)은 *Prorocentrum*속을 전자현미경으로 미세구조를 관찰하여 5종을 보고하였다. Lee *et al.* (1993)은 적조원인종의 미기록종을 중심으로 17종을 기재 보고하였다.

Table 2. Dinoflagellate occurred in the southern and western Korean waters and around Jeju Island(thick letter means species newly recorded in Korea waters)

Species name	Shim <i>et al.</i> (1981)	Han and Yoo (1983a)	Han and Yoo (1983b)	Yoo and Lee (1986)	Lee <i>et al.</i> (1993)	Shim (1994)	Present study
<i>Alexandrium affine</i>					●		
<i>Alexandrium catenella</i>					●	●	
<i>Alexandrium fraterculus</i>					●	●	
<i>Alexandrium tamarensis</i>					●	●	
<i>Amphidinium crassum</i>						●	
<i>Amphidinium lacustre</i>						●	
<i>Amphidinium longum</i>		●				●	
<i>Amphidinium phaeocysticola</i>	●						
<i>Amphisolenia bidentata</i>						●	
<i>Amphisolenia rectangularata</i>						●	
<i>Amphisolenia thrinax</i>						●	
<i>Ceratium arcticum</i>						●	
<i>Ceratium arietinum</i>						●	●
<b><i>Ceratium azoricum</i></b>							●
<i>Ceratium breve</i>	●					●	
<i>Ceratium bucephalum</i> var. <i>heterocampta</i>						●	
<i>Ceratium candelabrum</i>						●	
<i>Ceratium carriense</i>						●	
<i>Ceratium contortum</i>						●	
<i>Ceratium declinatum</i>						●	
<i>Ceratium deflexum</i>						●	
<i>Ceratium extensum</i>						●	●
<i>Ceratium furca</i>	●	●	●			●	●
<i>Ceratium fusus</i>	●	●	●			●	●
<i>Ceratium gibberum</i>						●	●
<i>Ceratium gravidum</i>						●	
<i>Ceratium hexacanthum</i>						●	
<i>Ceratium horridum</i>						●	●
<b><i>Ceratium horridum</i> var. <i>claviger</i></b>							●
<i>Ceratium humile</i>						●	
<i>Ceratium inflatum</i>						●	●
<i>Ceratium karstenii</i>						●	
<i>Ceratium kofoidii</i>	●	●	●			●	
<i>Ceratium lineatum</i>	●	●	●			●	●
<i>Ceratium longipes</i>						●	
<b><i>Ceratium longirostrum</i></b>							●
<i>Ceratium lunula</i>	●					●	●

Table 2. continued

Species name	Shim <i>et al.</i> (1981)	Han and Yoo (1983a)	Han and Yoo (1983b)	Yoo and Lee (1986)	Lee <i>et al.</i> (1993)	Shim (1994)	Present study
<i>Ceratium macroceros</i>	●					●	
<i>Ceratium macroceros</i> var. <i>gallicum</i>						●	
<i>Ceratium massiliense</i>						●	●
<i>Ceratium pentagonum</i>	●					●	●
<i>Ceratium platycorne</i>						●	●
<b><i>Ceratium praelongum</i></b>							●
<i>Ceratium pulchellum</i>						●	
<i>Ceratium ranipes</i>						●	●
<i>Ceratium symmetricum</i>						●	
<i>Ceratium trichoceros</i>	●					●	●
<i>Ceratium trichoceros</i> var. <i>contrarium</i>						●	
<i>Ceratium tripos</i>	●	●	●			●	●
<i>Ceratium vultur</i>						●	●
<i>Ceratium vultur</i> var. <i>sumatranum</i>						●	
<b><i>Ceratocorys gourretii</i></b>							●
<i>Ceratocorys horrida</i>						●	●
<i>Chattonella antiqua</i>					●		
<i>Chattonella marina</i>					●		
<i>Chattonella</i> sp. 1					●		
<i>Chattonella</i> sp. 2					●		
<i>Cochlodinium polykrikoides</i>					●		
<i>Dinophysis acuminata</i>		●			●	●	●
<i>Dinophysis caudata</i>	●				●	●	●
<b><i>Dinophysis cuneus</i></b>							●
<i>Dinophysis fortii</i>					●	●	
<b><i>Dinophysis hastata</i></b>							●
<b><i>Dinophysis mitra</i></b>							●
<i>Dinophysis ovum</i>	●					●	●
<i>Dinophysis recurva</i>						●	
<i>Dinophysis rotundata</i>		●			●	●	●
<b><i>Dinophysis schuettii</i></b>							●
<b><i>Dinophysis</i> sp.</b>							●
<i>Diplopsalis lenticula</i> f. <i>minor</i>						●	
<i>Diplopsalis pilula</i>		●	●				
<i>Dissodinium pseudolunula</i>		●				●	
<b><i>Dissodium asymmetricum</i></b>							●
<i>Goniodoma polyedricum</i>						●	●
<i>Goniodoma sphaericum</i>	●					●	●
<i>Gonyaulax acatenella</i>	●						

Table 2. continued

Species name	Shim <i>et al.</i> (1981)	Han and Yoo (1983a)	Han and Yoo (1983b)	Yoo and Lee (1986)	Lee <i>et al.</i> (1993)	Shim (1994)	Present study
<i>Gonyaulax digitale</i>						●	
<i>Gonyaulax fratercula</i>	●						
<i>Gonyaulax grindleyi</i>		●	●			●	
<i>Gonyaulax monacantha</i>	●					●	
<i>Gonyaulax polyedra</i>	●					●	●
<i>Gonyaulax polygramma</i>		●	●			●	●
<i>Gonyaulax spinifera</i>	●	●	●			●	●
<i>Gonyaulax triacantha</i>		●	●			●	
<i>Gonyaulax verior</i>		●	●			●	
<i>Gymnodinium breve</i>					●		
<i>Gymnodinium conicum</i>						●	
<i>Gymnodinium gelbum</i>	●						
<i>Gymnodinium glaucum</i>						●	
<i>Gymnodinium lohmanii</i>						●	
<i>Gymnodinium mikimotoi</i>					●		
<i>Gymnodinium sanguineum</i>					●	●	
<i>Gymnodinium situla</i>	●						
<i>Gymnodinium spirale</i>						●	
<i>Gymnodinium splendens</i>	●	●					
<i>Gymnodinium viridescens</i>	●						
<i>Gyrodinium aureolum</i>					●		
<i>Heterocapsa triquetra</i>		●	●				
<i>Noctiluca miliaris</i>		●					
<i>Noctiluca scintillans</i>	●						
<i>Ornithocercus heteroporus</i>							●
<i>Ornithocercus magnificus</i>							●
<i>Ornithocercus quadratus</i>							●
<i>Ornithocercus steinii</i>							●
<i>Ornithocercus thumii</i>							●
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>		●				●	
<i>Oxytoxum constrictum</i>							●
<i>Oxytoxum milneri</i>							●
<i>Oxytoxum reticulatum</i>							●
<i>Oxytoxum sceptrum</i>							●
<i>Oxytoxum scolopax</i>							●
<i>Oxytoxum tessellatum</i>							●
<i>Peridinium hirobis</i>	●						
<i>Peridinium murrayi</i>	●						
<i>Peridinium spiniferum</i>	●						
<i>Peridinium triquetra</i>						●	
<i>Peridinium trochoideum</i>	●						

Table 2. continued

Species name	Shim <i>et al.</i> (1981)	Han and Yoo (1983a)	Han and Yoo (1983b)	Yoo and Lee (1986)	Lee <i>et al.</i> (1993)	Shim (1994)	Present study
<i>Podolampas bipes</i>							●
<i>Podolampas palmipes</i>							●
<i>Podolampas spinifera</i>						●	●
<i>Polykrikos schwarzii</i>						●	
<i>Polykrikos swarzi</i>	●						
<i>Prorocentrum balticum</i>	●			●		●	●
<i>Prorocentrum compressum</i>	●					●	●
<i>Prorocentrum dentatum</i>				●			
<i>Prorocentrum lima</i>						●	
<i>Prorocentrum micans</i>	●	●		●		●	●
<i>Prorocentrum minimum</i>		●		●		●	
<i>Prorocentrum oblongum</i>	●						
<i>Prorocentrum triestinum</i>		●		●		●	●
<i>Protogonyaulax fratercula</i>		●	●				
<i>Protopteridinium achromaticum</i>		●	●			●	
<i>Protopteridinium bipes</i>		●	●			●	
<i>Protopteridinium breve</i>						●	
<i>Protopteridinium brevipes</i>	●					●	
<i>Protopteridinium brochii</i>	●					●	
<i>Protopteridinium brochii</i> f. <i>inflatum</i>						●	
<i>Protopteridinium catenatum</i>						●	
<i>Protopteridinium cerasus</i>		●	●			●	●
<i>Protopteridinium claudicans</i>		●	●			●	●
<i>Protopteridinium conicoides</i>						●	●
<i>Protopteridinium conicum</i>	●	●	●			●	●
<i>Protopteridinium crassipes</i>	●	●	●			●	●
<i>Protopteridinium curvipes</i>						●	●
<i>Protopteridinium depressum</i>	●					●	●
<i>Protopteridinium diabolum</i>						●	
<i>Protopteridinium divergens</i>	●	●	●			●	●
<i>Protopteridinium elegans</i>						●	
<i>Protopteridinium excentricum</i>						●	
<i>Protopteridinium granii</i>	●						
<i>Protopteridinium hyalinum</i>	●						
<i>Protopteridinium inclianatum</i>						●	
<i>Protopteridinium islandicum</i>						●	
<i>Protopteridinium leonis</i>	●					●	
<i>Protopteridinium leonis</i> f. <i>matzenaueri</i>	●					●	
<i>Protopteridinium longipes</i>						●	

Table 2. continued

Species name	Shim <i>et al.</i> (1981)	Han and Yoo (1983a)	Han and Yoo (1983b)	Yoo and Lee (1986)	Lee <i>et al.</i> (1993)	Shim (1994)	Present study
<i>Protooperidinium mariebouriaae</i>		●	●			●	●
<i>Protooperidinium minisculum</i>						●	
<i>Protooperidinium minutum</i>						●	
<i>Protooperidinium nipponicum</i>						●	●
<i>Protooperidinium nux</i>	●					●	
<b><i>Protooperidinium oblongum</i></b>							●
<b><i>Protooperidinium obtusum</i></b>							●
<i>Protooperidinium oceanicum</i>						●	●
<i>Protooperidinium ovatum</i>	●					●	
<b><i>Protooperidinium oviforme</i></b>							●
<i>Protooperidinium pallidum</i>	●	●	●			●	●
<i>Protooperidinium pellucidum</i>						●	●
<i>Protooperidinium pentagonum</i>	●					●	●
<i>Protooperidinium pentagonum</i> var. <i>latissimum</i>	●					●	●
<i>Protooperidinium pyriforme</i>						●	
<b><i>Protooperidinium quinquecorne</i></b>							●
<i>Protooperidinium roseum</i>						●	●
<i>Protooperidinium somma</i>	●					●	
<b><i>Protooperidinium sp.</i></b>							●
<b><i>Protooperidinium steinii</i></b>							●
<i>Protooperidinium subinermis</i>		●	●			●	
<b><i>Protooperidinium thorianum</i></b>							●
<b><i>Pseliodinium vaubanii</i></b>							●
<b><i>Ptychodiscus noctiluca</i></b>							●
<b><i>Pycocystis robusta</i></b>							●
<b><i>Pyrocystis hamulus</i></b>							●
<i>Pyrocystis noctiluca</i>						●	
<i>Pyrophacus horologium</i>						●	●
<b><i>Pyrophacus steinii</i></b>							●
<i>Scrippsiella trochoidea</i>		●	●			●	
<i>Spatulodinium psedonoclituca</i>		●					
<i>Triadinium orientale</i>		●	●				
<b>No. of species</b>	<b>49</b>	<b>36</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>120</b>	<b>86</b>

### 3.2. 와편모조류의 분류체계

본 연구에서 관찰된 와편모조류의 분류체계는 다음과 같이 7 Order, 14 Family, 15 Genus, 86 Species으로 구성되어 있다(\* 한국 미기록종).

DIVISION PYRROPHYTA  
Class DINOPHYCEAE  
Order Prorocentrales Lemmermann  
Family Prorocentraceae Stein  
Genus *Prorocentrum* Ehrenberg  
*Prorocentrum balticum* (Lohmann) Loeblich  
*Prorocentrum compressum* (Bailey) Abé ex Dodge  
*Prorocentrum micans* Ehrenberg  
*Prorocentrum triestinum* Schiller  
Order Dinophysiales Lindemann  
Family Dinophysiaceae Stein  
Genus *Dinophysis* Ehrenberg  
*Dinophysis acuminata* Claparède & Lachmann  
*Dinophysis caudata* Saville-Kenk  
\**Dinophysis cuneus* (Schütt) Abé  
\**Dinophysis hastata* Stein  
\**Dinophysis mitra* Schütt  
*Dinophysis ovum* Schütt  
*Dinophysis rotundata* Claparède & Lachmann  
\**Dinophysis schuettii* Murray & Whitting  
\**Dinophysis* sp.  
Genus *Ornithocercus* Stein  
\**Ornithocercus heteroporus* Kofoid  
\**Ornithocercus magnificus* Stein  
\**Ornithocercus quadratus* Schütt  
\**Ornithocercus steinii* Schütt  
\**Ornithocercus thumii* (A.Schmidt) Kof. & Skogs.  
Order Gonyaulacales F.J.R. Taylor  
Family Ceratiaceae Lindemann  
Genus *Ceratium* Schrank  
*Ceratium arietinum* Cleve  
\**Ceratium azoricum* Cleve  
*Ceratium candelabrum* (Ehrenberg) Stein  
*Ceratium contortum* (Gourret) Cleve  
*Ceratium deflexum* (Kofoid) Jörgensen  
*Ceratium extensum* (Gourret) Cleve

*Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparède & Lachmann  
*Ceratium fusus* (Ehrenberg) Dujardin  
*Ceratium gibberum* Gourret  
*Ceratium horridum* (Cleve) Gran  
 \**Ceratium horridum* var. *claviger* (Kofoid) Graham & Bronikowski  
*Ceratium inflatum* (Kofoid) Jörgensen  
*Ceratium lineatum* (Ehrenberg) Cleve  
 \**Ceratium longirostrum* Gourret  
*Ceratium lunula* Schimper  
*Ceratium massiliense* (Gourret) Jörgensen  
*Ceratium pentagonum* Gourret  
*Ceratium platycorne* Daday  
 \**Ceratium praelongum* (Lemmermann) Kofoid  
*Ceratium ranipes* Cleve  
*Ceratium trichoceros* (Ehrenberg) Kofoid  
*Ceratium tripos* (O.F.Müller) Nitzsch  
*Ceratium vultur* Cleve  
 Family Ceratocoryaceae Lindemann  
 Genus *Ceratocorys* Stein  
 \**Ceratocorys gourretii* Paulsen  
*Ceratocorys horrida* Stein  
 Family Gonyaulacaceae Lindemann  
 Genus *Gonyaulax* Diesing  
*Gonyaulax polyedra* Stein  
*Gonyaulax polygramma* Stein  
*Gonyaulax spinifera* (Claparède & Lachmann) Dissing  
 Family Pyrophaceae Lindemann  
 Genus *Pyrophacus* Stein  
*Pyrophacus horologium* Stein  
 \**Pyrophacus steinii* (Schiller) Wall & Dale  
 Family Oxytoxaceae  
 Genus *Oxytoxum* Stein  
 \**Oxytoxum constrictum* Stein Butschli  
 \**Oxytoxum milneri* Murray & Whitting  
 \**Oxytoxum reticulatum* (Stein) Schütt  
 \**Oxytoxum sceptrum* (Stein) Schröder  
 \**Oxytoxum scolopax* Stein  
 \**Oxytoxum tesselatum* (Stein) Schütt  
 Order Pyrocystales  
 Family Pyrocystaceae  
 Genus *Pyrocystis* Murray ex Haeckel  
 \**Pyrocystis hamulus* Cleve  
 \**Pyrocystis robusta* Kofoid  
 Order Peridiniales

Family Peridiniaceae  
   Genus *Dissodium* Abé  
     \**Dissodium asymmetricum* (Morgin) Loeblich  
 Family Goniodomataceae  
   Genus *Goniodoma*  
     *Goniodoma polyedricum* (Pouchet) Jörgensen  
     *Goniodoma sphaericum* (Murray & Whrring)  
 Family Podolampaceae Lindemann  
   Genus *Podolampas* Stein  
     \**Podolampas bipes* Stein  
     \**Podolampas palmipes* Stein  
     *Podolampas spinifera* Okamura  
 Family Protopteridiniaceae F.J.R. Taylor  
   Genus *Protopteridium* Bergh  
     *Protopteridium brochii* (Kofoid et Swezy) Balech  
     *Protopteridium cerasus* (Paulsen) Balech  
     *Protopteridium claudicans* (Paulsen) Balech  
     *Protopteridium conicoides* (Paulsen) Balech  
     *Protopteridium conicum* (Gran) Balech  
     *Protopteridium curvipes* (Ostenfeld) Balech  
     *Protopteridium depressum* (Bailey) Balech  
     *Protopteridium divergens* (Ehrenberg) Balech  
     *Protopteridium mariebouriaae* (Paulsen) Balech  
     *Protopteridium nipponicum* Abé  
     \**Protopteridium oblongum* (Aurivillius) Parke & Dodge  
     \**Protopteridium obtusum* (Karsten) Parke & Dodge  
     *Protopteridium oceanicum* (VanHöffen) Balech  
     \**Protopteridium oviforme* (Dangeard) Balech  
     *Protopteridium pallidum* (Ostenfeld) Balech  
     \**Protopteridium* sp.  
     *Protopteridium pellucidum* Bergh  
     *Protopteridium pentagonum* (Gran) Balech  
     \**Protopteridium quinquecorne* (Abé) Balach  
     *Protopteridium roseum* (Paulsen) Balech  
     \**Protopteridium steinii* (Jörgensen) Balech  
     \**Protopteridium thorianum* (Paulsen) Balech  
 Order Gymnodiniales Lemmermann  
   Family Gymnodiniaceae Lankester  
     Genus *Pseliodinium*  
       \**Pseliodinium vaubanii* Sournia  
 Order Ptychodiscales  
   Family Ptychodiscaceae  
     Genus *Ptychodiscus* Stein  
       \**Ptychodiscus noctiluca* Stein

### 3.3. 미기록종의 종기재

DIVISION PYRROPHYTA

Class DINOPHYCEAE

Order Dinophysiales Lindemann 1928

Family Dinophysiaceae Stein 1883

Genus *Dinophysis* Ehrenberg 1839

Syn: *Phalacroma* Jörgensen 1923

*Prodinophysis* Balech 1944

*Dinophysis cuneus* (Schütt) Abé

(Pl. I, 1-3)

Steidinger *et al.* (1967) p. 28-29, pl. I, f; Dodge (1985) p. 19; Fujioka (1990) p. 42-43, fig. 11; Tomas (1996) p. 438-439, pl. 14; Kim (2008) p. 27

Syn: *Phalacroma cuneus* Schütt 1895

기재: 비교적 넓은 상각와 이와 반대로 좁은 하각이 보인다. 외양역 및 온대 해역에 서식하는 것으로 알려져 있는 종이다.

길이는 83~96 $\mu$ m, 폭은 96~116 $\mu$ m이다.

출현: 제주도 고산리 근해 (2006. 9.)

분포: 외양역에서 서식하며, 전 세계에 분포하는 열대 종이다.

*Dinophysis hastata* Stein 1883

(Pl. I, 4-6)

Dodge (1982) p. 47, 49, fig. 4, C; Dodge (1985) p. 19; Taylor (1987) p. 31, fig. 2. 4. a; Fujioka (1990) p. 44-45, fig. 5; Tomas (1996) p.

432-433, pl. 12; Kim (2008) p. 28

**Syn:** *Dinophysis uracantha* (Stein) E.S. Silva 1956

**기재:** *D. cuneus*와 유사한 세포 형태를 나타내지만 약간 작은 크기의 세포이며 종구 날개는 비교적 짧은 편이지만 세포의 아래쪽에 삼각형 모양의 날카로운 날개가 특징적으로 위치하고 있다.

길이는 83~84 $\mu$ m, 폭은 66~76 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 차귀도 근해 (2006. 12.)

**분포:** 주로 연안역에서 발견되며, 온대에서 열대까지 분포범위가 넓다.

### *Dinophysis mitra* Schütt 1895

(Pl. I, 7-8)

Fujioka (1990) p. 44-45, fig. 8; Tomas (1996) p. 438-439, pl. 14; Kim (2008) p. 30

**Syn:** *Phalacroma mitra* Schütt 1895

**기재:** 이종은 폭이 넓고 췌기모양의 날개부분이 있으며 각각의 하단부가 볼록한 형태를 지니고 있다. 전체적인 형태는 역 삼각형이며 유독종으로 알려져 있다.

길이는 54 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 하모리 근해 (2008. 10.)

**분포:** 연안역과 외양역에서 서식하며, 전 세계에 분포하는 열대 종이다.

### *Dinophysis schuettii* Murray & Whitting 1899

(Pl. II, 1-2)

Wood (1963) p. 7-8, fig. 17; Fujioka (1990) p. 46-47, fig. 1; Tomas (1996) p. 432-433, pl. 12; Kim (2008) p. 33

**Syn:** *Dinophysis uracantha* Schütt 1895

*D. uracantha* Stein 1883

**기재:** 엽록체가 결여된 소형종으로 구부러진 원형 달걀모양의 세포체를 이룬다. 후단부분은 4개의 날개가 있으며 매우 날카로운 rib으로 지지되어 있다.

길이는 87 $\mu$ m, 폭은 75 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 하모리 근해 (2008. 10.)

**분포:** 외양역에 서식하며, 열대종으로 전 세계적으로 넓게 분포한다.

*Dinophysis* sp.

(Pl. II, 3-4)

**기재:** 미동정종이며 소형종으로 좁은 상각과 상각위쪽에 크고 긴 깔대기 모양의 앞 전단돌기가 있으며 세포체 중간에는 불룩하게 나왔다가 하단부에 내려갈수록 점차 좁아지는 경향이 있다.

길이는 40 $\mu$ m, 폭은 37 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 성산 근해 (2009. 9.)

Genus *Ornithocercus* Stein 1883

*Ornithocercus heteroporus* Kofoid 1907

(Pl. II, 5)

Fujioka (1990) p. 46-47, fig. 7; Tomas (1996) p. 435-436, pl. 13; Jyothibabu *et al.* (2008) fig 13. c; Kim (2008) p. 36

**Syn:** *Ornithocercus biclavatus* Wood 1954

*O. triclavatus* Wood 1954

**기재:** 동일 속의 종들에 비해 그 크기가 매우 작으며 종구의 날개 크기 역시 동일속의 다른 종들과는 달리 매우 작아 특징적이다.

길이는 50~55 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 삼양 근해 (2007. 1.)

**분포:** 외양역에서 서식하며, 열대 종이며, 전세계적으로 분포범위가 넓다.

*Ornithocercus magnificus* Stein 1883

(Pl. II, 6-8)

Hallegraeff and Jeffrey (1984) p. 69, fig. 17; Dodge (1985) p. 28;

Fujioka (1990) p. 46-47, fig. 8; Tomas (1996) p. 435-436, pl. 13;

Fernandez and Garcia (1998) p. 557-558, fig. 38; Jyothibabu *et al.* (2008) fig. 13, a; Kim (2008) p. 37

**Syn:** *Ornithocercus minor* Jörgensen 1923

*O. magnificus* Butschli 1885

**기재:** 동일 속의 종들 중에서 비교적 그 크기가 작은 종이다. 세포의 크기에 비해 넓은 날개를 가진다. 횡구 날개는 여성의 넓은 치마폭을 연상케 한다. 왼쪽 종구 날개가 매우 발달하며 세포의 아래쪽까지 이어진다. 그 날개의 가장 자리는 V자 모양을 한다.

길이는 88~100 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 차귀도 근해 (2006. 12.)

**분포:** 외양역에서 서식하며, 전 세계에 분포하는 열대 종이다.

#### *Ornithocercus quadratus* Schütt 1900

(Pl. III, 1-2)

Dodge (1985) p. 29; Tomas (1996) p. 435-436, pl. 13; Fernandez and Garcia (1998) p. 557-558, fig. 36; Taylor *et al.* (2008) p. 410-411, fig. 2, d; Jyothibabu *et al.* (2008) fig 13. b; Kim (2008) p. 38

**Syn:** *Ornithocercus assimilis* Jörgensen 1923

*O. galea* (Pouchet 1883) Abé 1967

*Histioneis quadrata* Lemmermann 1901

**기재:** 세포의 크기에 비해 넓은 날개를 가진다. 횡구 날개는 여성의 넓은 치마폭을 연상케 한다. 종구 날개는 정확히 세포의 2/4를 차지할 정도까지만 발달해 있다.

길이는 122 $\mu$ m, 폭은 91 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 삼양 근해 (2007. 1.)

**분포:** 외양역에서 서식하며, 전 세계에 분포하는 열대 종이다.

#### *Ornithocercus steinii* Schütt 1900

(Pl. III, 3-7)

Steidinger *et al.* (1967) p. 30-31, pl. II, c; Hallegraeff and Jeffrey

(1984) p. 67, fig. 6; Fujioka (1990) p. 48-49, fig. 5; Tomas (1996) p. 435, 437, pl. 13; Fernandez and Garcia (1998) p. 557-558, fig. 37; Kim (2008) p. 40

**Syn:** *Ornithocercus orbiculatus* Kofoid et Michener 1911

**기재:** 세포의 형태와 크기가 *O. magnificus*와 유사하나 왼쪽 종구의 가장자리 중 세포 아래쪽으로 길게 위치하는 3개의肋말단에 작은 돌기가 둥그렇게 무수히 자리하고 있는 것이 특징적이다.

길이는 116~166 $\mu\text{m}$ , 폭은 111~123 $\mu\text{m}$ 이다.

**출현:** 제주도 차귀도 근해 (2006. 12.)

**분포:** 외양역에서 서식하며, 전 세계에 분포하는 열대 종이다.

*Ornithocercus thumii* (A.Schmidt) Kof. & Skogs. 1928

(Pl. III, 8, Pl. IV, 1)

Fujioka (1990) p. 48-49, fig. 6; Tomas (1996) p. 435-437, pl. 13; Jyothibabu *et al.* (2008) fig 13. d; Kim (2008) p. 41

**기재:** 종구 날개의 가장자리는 뚜렷한 각을 나타내는 직선상으로 위치하며 종구 날개에는 약 6개의肋이 존재한다.

길이는 120 $\mu\text{m}$ , 폭은 87 $\mu\text{m}$ 이다.

**출현:** 제주도 하모리 근해 (2007. 3.)

**분포:** 연안역이나 외양역에 서식하며, 전 세계에 분포하는 열대 종이다.

Order Gonyaulacales F.J.R. Taylor 1980

Family Ceratiaceae Lindemann 1928

Genus *Ceratium* Schrank 1793

*Ceratium azoricum* Cleve 1900

(Pl. IV, 2)

Dodge (1982) p. 232-233, fig. 29, F; Dowidar (1983) p. 523, 539, pl.

IV, fig. 7; Fujioka (1990) p. 50-51, fig. 4; Kim (2008) p. 46

**기재:** 세포의 크기가 특징적으로 작다. 모든 각은 매우 짧고, 후각은 기부에서부터 상각을 향해 직선 방향으로 뻗고 그 끝이 약간 상각쪽으로 휘어진다.

길이는  $128\mu\text{m}$ , 폭은  $97\mu\text{m}$ 이다.

**출현:** 제주도 성산 근해 (2007. 8.)

**분포:** 멕시코 만류에 발견되었고, 온대 또는 열대에 분포한다.

*Ceratium horridum* var. *claviger* (Kofoid) Graham & Bronikowski

(Pl. IV, 3-4)

Fujioka (1990) p. 54-55, fig. 6; Kim (2008) p. 56

**기재:** 상각과 하각의 전체적인 모양은 *Ceratium horridum* 와 매우 흡사하나 하각 2개의 뿔 끝이 둥그렇게 부풀려 있고 정단뿔이 길다.

길이는  $414\sim 514\mu\text{m}$ 이다.

**출현:** 제주도 하모리 근해 (2008. 8.)

**분포:** 쿠로시오 해류에서 발견된다.

*Ceratium longirostrum* Gourret 1883

(Pl. IV, 5-7)

Dodge (1982) p. 231, 233, fig. 29, D; Cabonell (1982) p. 80-81, fig. 6; Dowidar (1983) p. 521, 537, pl. II, fig. 8; Fernandez and Garcia (1998) p. 542, fig. 4; Kim (2008) p. 61

**Syn:** *Ceratium scapiforme* Kofoid 1907

*C. pennatum* var. *scapiforme* (Kofoid) Jörgensen 1911

**기재:** 전체적인 모양이 *C. fusus*와 유사하지만 정단뿔이 거의 곧고 뚜껍다. 그리고 하단뿔은 더 구부러지는 경향이 있으며, 정단뿔이 후단뿔 보다 더 길다.

길이는  $494\sim 514\mu\text{m}$ , 폭은  $34\sim 37\mu\text{m}$ 이다.

**출현:** 제주도 성산 근해 (2008. 9.)

**분포:** 대서양에서 발견된다.

*Ceratium praelongum* (Lemmermann 1900) Kofoid 1907

(Pl. IV, 8)

Wood (1963) p. 40-41, fig. 148; Cabonell (1982) p. 77, 81, fig. 2;  
Dowidar (1983) p. 517, 536, pl. I, fig. 1; Taylor (1987) p. 34-35, fig.  
2. 6. d; Fujioka (1990) p. 58-59, fig. 3; Tomas (1996) p. 473, 477, pl.  
25; Kim (2008) p. 67

**Syn:** *Ceratium gravidum* var. *praelongum* Lemmermann

**기재:** 상각은 타원형의 원반상으로 넓게 퍼진 형태를 취하며, 그 폭은 거의 동  
일하나 정단 방향으로 갈수록 약간 넓어진다.

길이는 250~260 $\mu\text{m}$ 이다.

**출현:** 제주도 차귀도 근해 (2007. 2.)

**분포:** 외양역에서 서식하며, 전 세계에 분포하는 열대 종이다.

Family Ceratocoryaceae Lindemann 1928

Genus *Ceratocorys* Stein 1883

*Ceratocorys gourretii* Paulsen 1931

(Pl. V, 1-4)

Fujioka (1990) p. 62-63, fig. 3; Kim (2008) p. 73

**Syn:** *Ceratocorys allenii* Osorio-Tafall 1942

*Phalacroma jourdani* (Gourret 1883) Schütt 1895

**기재:** 전체적인 세포 형태는 구형에 가까우며, 횡구 날개는 매우 짧고 하각에  
는 날개는 존재하지 않으며 대신 짧고 긴 극 4개가 견고하게 나 있다.

길이는 80~90 $\mu\text{m}$ , 폭은 75~85 $\mu\text{m}$ 이다.

**출현:** 제주도 성산 근해 (2007. 8.)

**분포:** 열대 및 아열대 종으로 알려져 있다.

Family Pyrophaceae Lindemann 1928

Genus *Pyrophacus* Stein 1883

*Pyrophacus steinii* (Schiller 1935) Wall & Dale 1971

(Pl. V, 5-6)

Fujioka (1990) p. 68-69, fig. 7; Fukuyo *et al.* (1990) p. 116-117;  
Tomas (1996) p. 522-523, pl. 46; Kim (2008) p. 86

**Syn:** *Pyrophacus horologium* var. *stenii* Schiller 1935

*P. vancampoae* (Rossignol 1962) Wall *et* Dale 1971

**기재:** 색은 노르스름한 갈색을 띠며, 앞면과 뒷면이 강하게 압축된 렌즈형 모양이다. 판의 수는 다양한 편이다. 판 배열은 Po, 6-8', 0-2a, 9-14", 11-13c, 11-13'', 2-3p, 0-2ap, 2-3''' 이다.

폭은 75~130 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 북촌리 근해 (2008. 8.)

**분포:** 거의 모든 대양의 온대에서 열대해역에 분포하는 열대 종이다.

Family Oxytoxaceae

Genus *Oxytoxum* Stein 1883

*Oxytoxum constrictum* (Stein 1883) Butschli 1885

(Pl. V, 7-8)

Wood (1963) p. 44, 47, fig. 163; Dodge (1985) p. 107; Gomez *et al.*  
(2008) figs. 15-16; Kim (2008) p. 78

**기재:** 조그마한 모자를 씌워 놓은 것 같은 상각이 특징적이며, 하각의 상부 1/3정도 높이에는 잘록하게 들어가 있는 것이 이 종의 특징이다.

길이는 65 $\mu$ m, 폭은 40 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 성산 근해 (2006. 10.)

**분포:** 지중해, 산호해(coral sea)에서 발견된다.

*Oxytoxum milneri* Murray & Whitting 1899

(Pl. VI, 1-2)

Wood (1963) p. 46-47, fig. 173; Dodge (1982) p. 243, 246, fig. 32, G;  
Dodge (1985) p. 109; Gomez *et al.* (2008) fig. 9; Kim (2008) p. 79

**Syn:** *Oxytoxum subulatum* Kofoid 1907

**기재:** 상각은 비교적 가늘고 긴 원추형이며, 상각과 하각의 정단은 매우 뾰족하다.

길이는 80 $\mu$ m, 폭은 37 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 성산 근해 (2007. 8.)

**분포:** 멕시코 만류에 드물게 출현하고, 대서양, 지중해, 인도양, 태즈먼 해, 카리브 해, 플로리다 해협, 브라질 근해에 분포한다.

*Oxytoxum reticulatum* (Stein) Schütt

(Pl. VI, 3-4)

Dodge (1982) p. 243, 245, fig. 32, F; Kim (2008) p. 80

**Syn:** *Pyrigidium reticulatum* Stein 1883

*Oxytoxum brunellii* Rampi 1939

*O. reticulatum* Butschli 1885

**기재:** 전체적인 모양은 *Oxytoxum tessellatum*와 유사하지만 상각은 돌출된 부분이 거의 없이 위에서 눌린 모양이고, 세포 표면에 수많은 작은 구멍이 있다. 하각은 전체적으로 굽은편이다.

길이는 53 $\mu$ m, 폭은 43 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 성산 근해 (2009. 8.)

**분포:** 지중해와 대서양에서 발견되었다.

*Oxytoxum sceptrum* (Stein 1883) Schröder 1906

(Pl. VI, 5-6)

Wood (1963) p. 47, 49, fig. 179; Dodge (1985) p. 111

**Syn:** *Oxytoxum longiceps* Schiller 1937

*O. aceratum* Rampi 1951

**기재:** *Oxytoxum scolopax* 와 마찬가지로 세포의 선단부 끝에 날카로운 침이 나와 있다. 세포의 후단부는 부풀려 있으나 다소 긴 편이고 끝에 뾰족한 극이 있다.

길이는 62 $\mu$ m, 폭은 22 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 성산 근해 (2009. 8.)

**분포:** 인도양에서 발견된다.

*Oxytoxum scolopax* Stein 1883

(Pl. VI, 7-8)

Steidinger *et al.* (1967) p. 38-39, pl VI. f; Dodge (1982) p. 243, 247, fig. 32, H; Dodge (1985) p. 108; Fujioka (1990) p. 64-65, fig. 10; Tomas (1996) p. 519; Gomez *et al.* (2008) figs. 6-7; Taylor *et al.* (2008) p. 410-411, fig. 2, j

**기재:** 마치 우산을 접어놓은 듯한 모양의 세포이다. 세포의 선단부는 매우 짧고 날카로운 침이 나와 있고, 비와 달리 세포의 후단은 비교적 긴 방추형으로 그 끝에 짧은 극이 하나 있다.

길이는 56 $\mu$ m, 폭은 15 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 성산 근해 (2006. 10.)

**분포:** 외양역에서 서식하며, 태평양과 대서양에 분포하는 열대 종이다.

*Oxytoxum tessellatum* (Stein 1883) Schütt 1895

(Pl. VII, 1-3)

Dodge (1985) p. 113; Fujioka (1990) p. 66-67, fig. 2; Tomas (1996) p. 517-518, pl 45; Gomez *et al.* (2008) fig. 11; Kim (2008) p. 81

**Syn:** *Oxytoxum tessellatum* (Stein) Loeblich Jr. *et* Loeblich III 1966

*O. michaelsarsii* Gaarder 1954

**기재:** 상각은 펼쳐진 우산 형태이고 하각의 정단부에는 마늘 끝과 같은 날카로운 돌기가 나 있다. 하각에는 수개의 직사각형으로 구획되어진 형태의 세포

표면을 관찰할 수 있다.

길이는 55 $\mu$ m, 폭은 28 $\mu$ m이다.

출현: 제주도 성산 근해 (2007. 8.)

분포: 주로 대서양에 분포하는 열대 종이다.

## Order Pyrocystales

### Family Pyrocystaceae

Genus *Pyrocystis* Murray ex Haeckel 1890

Syn: *Gymnodinium* Stein 1878

*Murracystis* Haeckel

*Diplodinium* Klebs 1912

*Dissodinium* Klebs in Pascher 1916

*Pyrocystis hamulus* Cleve 1900

(Pl. VII, 4)

Dodge (1982) p. 137, fig. 16, I; Kim (2008) p. 88

기재: 세포는 초승달 모양에서 양쪽 끝부분이 직각에 가깝게 급격하게 구부러지고 가늘고 길게 늘어져 있는 형태이다. 세포의 중앙부에 원형질이 위치한다. 길이는 400~450 $\mu$ m이다.

출현: 제주도 차귀도 근해 (2007. 2.)

분포: 열대종으로 알려져 있지만, 영국해협과 스코틀랜드 남서부의 만에서 발견되기도 한다.

*Pyrocystis robusta* Kofoid 1907

(Pl. VII, 5)

Fujioka (1990) p. 40-41, fig. 4; Kim (2008) p. 90

기재: 초승달 모양으로 세포의 가운데 부분이 불룩하게 팽대해져 있다. 인도양

등의 열대해역에 광범위하게 분포하는 종으로 알려져 있다.

길이는 90~100 $\mu\text{m}$ 이다.

출현: 제주도 하모리 근해 (2007. 2.)

분포: 쿠로시오 해류에서 발견된다.

## Order Peridinales

### Family Peridiniaceae

Genus *Dissodium* Abé 1941

Syn: *Diplopelta* Jörgensen 1913

*Glenodinium* Ehrenberg

*Peridiniopsis* Lemmermann

*Dissodium asymmetricum* (Morgin) Loeblich 1970

(Pl. VII, 6-8)

Subrahmanyam (1971) p. 156, pl. I, figs. 10-11, 15, p. 158, pl. II, figs. 1-4, 6, 8, 10, 12-15; Dodge (1982) p. 153, 157, figs. 18, F, G; Skaloud *et al.* (2006) p. 726, fig. 38

Syn: *Diplopsails asymmetrica* Drebes & Elbrachter 1976

*D. lenticula* f. *asymmetrica* Steidinger & Williams 1970

*Peridiniopsis asymmetrica* Mangin 1911

*P. asymmetrica* Lebour 1922

*Peridinium lenticula* Paulsen 1912

*Diplopelta bomba* Jörgensen 1913

*D. symmetrica* Pavillard 1913

*Preperidinium asymmetricum* Mangin 1913

*Peridinium asymmetricum* Ostefeld 1915

*Glenodinium lenticulum* f. *asymmetrica* Schiller 1937

기재: 상각에서 보면 완벽한 원형이고, 전면에서 보면 상하로 약간 부풀어 오른 빵 모양이다. 상각에는 작은 돌기가 apical pore 주변을 감싸고 있다.

폭은 48~70 $\mu\text{m}$ 이다.

**출현:** 제주도 성산 근해 (2007. 8.)

**분포:** 발트해, 대서양, 지중해, 인도양, 멕시코 만에서 발견된다.

## Family Podolampaceae Lindemann 1928

### Genus *Podolampas* Stein 1883

Syn: *Parrocelia* Gourret 1883

#### *Podolampas bipes* Stein 1883

(Pl. VIII, 1-4)

Steidinger *et al.* (1967) p. 34-35, pl. IV, a; Dodge (1985) p. 117; Taylor (1987) p. 58-59, fig. 2. 16. d; Fujioka (1990) p. 66-67, figs. 4-5; Tomas (1996) p. 399, 534, pl. 7; Kim (2008) p. 83

**기재:** 세포는 폭이 매우 넓고 선단은 뾰족하게 나와 있으며 세포 후단부에는 거의 동일한 길이의 2개의 극이 있고 그 극은 넓은 날개가 달려 있어 매우 특징적이다.

길이는 95~106 $\mu\text{m}$ , 폭은 55~77 $\mu\text{m}$ 이다.

**출현:** 제주도 애월리 근해 (2007. 2.)

**분포:** 외양역에서 서식하며, 전 세계에 분포하는 열대 종이다.

#### *Podolampas palmipes* Stein 1883

(Pl. VIII, 5-7)

Dodge (1982) p. 251, 254, fig. 33, I; Fujioka (1990) p. 66-67, fig. 7; Tomas (1996) p. 534-535, pl. 50

**기재:** 세포는 곤봉형으로 전체적으로 길다. 세포의 후단에는 2개의 극이 자리 하며 그 극에는 날개가 달려있다. 이들 두 날개는 가운데 부분에서 서로 융합 되어진 것을 볼 수 있다.

길이는 88~97 $\mu\text{m}$ , 폭은 26 $\mu\text{m}$ 이다.

**출현:** 제주도 화순리 근해 (2006. 10.)

**분포:** 외양역에서 서식하며, 전 세계에 분포하는 열대 종이다.

Family Protopteridiniaceae F.J.R. Taylor 1987

Genus *Protopteridium* Bergh 1881

Syn: *Peridium* Ehrenberg 1832

*Archaeperidium* Jörgensen 1912

*Congruentidium* Abé 1927

*Minuscula* Lebour 1925

*Propteridium* Meunier 1919

*Protopteridium oblongum* (Aurivillius 1898) Parke & Dodge 1976

(Pl. VIII, 8)

Steidinger *et al.* (1967) p. 42-43, pl. VIII, b; Dodge (1982) p. 179-180, figs. 20, B, C, D; Dodge (1985) p. 58; Tomas (1996) p. 539, 541, pl. 52; Evagelopoulos (2002) p. 44, 49, 51, figs. 7-9, 36; Skaloud *et al.* (2006) p. 726, fig. 47; Okolodkov (2008) p. 142-143, Pl 15, fig. 6

Syn: *Peridium divergens* Ehrenb. var. *oblongum* Aurivillius 1898

*P. divergens* (Ehrenb.) Bergh 1882

*P. oceanicum* Lebour 1925

*Protopteridium oceanicum* Balech 1974

기재: 전체적인 모양은 *Protopteridium oceanicum*와 유사하지만 이것보다 크기가 작고 횡구의 구분이 뚜렷하다. 세포벽은 약하며 투명한 편에 속한다. 길이는 92 $\mu$ m, 폭은 60 $\mu$ m이다.

출현: 제주도 차귀도 근해 (2009. 9.)

분포: 연안역에서 외양역까지 다양하게 서식하며, 전 세계에 분포한다.

*Protopteridium obtusum* (Karsten 1906) Parke & Dodge 1976

(Pl. IX, 1-2)

Dodge (1982) p. 185, fig. 21, C; Dodge (1985) p. 59; Tomas (1996) p. 541-542; Evagelopoulos (2002) p. 45, 51-52, figs. 17-19, 42-43; Okolodkov (2008) p. 119, 121, Pl 6. figs. 8-10

**Syn:** *Protoperidinium obtusum* (Karsten) Balech 1988

*P. divergens* Ehrenberg var. *obtusum* Karsten

*P. okamurai* Marukawa 1921

*P. okamurai* Abé 1927

*P. obtusum* Schiller 1937

*P. obtusum* Faure-Fremiet 1908

**기재:** 세포의 길이와 넓이가 비슷하고 상각이 눌린 형태를 가지고 있다. 전체적으로 뭉툭한 느낌을 주는 모양이며, 단단하고 굵어 보이는 하각의 두 뿔이 밑으로 뻗어있다.

폭은 68 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 성산 근해 (2009. 8.)

**분포:** 연안역에서 외양역까지 다양하게 서식하며, 전 세계에 분포하는 열대 종이다.

***Protoperidinium oviforme* (P. Dangeard 1927) Balech 1974**

(Pl. IX, 3)

Evagelopoulos (2002) p. 47-48, 52, fig. 49; Okolodkov (2008) p. 139-140, Pl 14. figs. 5-8

**기재:** 전체적인 모양은 *Protoperidinium nipponicum*와 유사하지만 이 종이 세포 길이에서 크다. 세포의 모양이 전체적으로 타원형이고 상각 끝에 작은 뿔이 나 있고 하각 끝에 2개의 돌기가 나와 있는데 돌기 주위에 날개처럼 막이 형성되어 있다.

길이는 76 $\mu$ m, 폭은 42 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 성산 근해 (2009. 8.)

**분포:** 베라크루스(Veracruz)와 멕시코 만에서 발견된다.

***Protoperidinium* sp.**

(Pl. IX, 4-5)

**기재:** 미동정종으로 전체적인 형태는 *Protoperidinium claudicans*와 유사하나 상각은 둥그런 모양대신 각이 있고 세포 표면이 전체적으로 미끈하고 깨끗한

편이다. 그리고 하단 2개의 뿔은 아랫쪽으로 곧게 뻗고 몸체 중앙 쪽 띠 부분이 돌출된 경향을 보인다.

길이는 115 $\mu$ m, 폭은 87 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주해역 (2008. 9.)

*Protoperidinium quinquecorne* (Abé) Balach 1974

(Pl. IX, 6-7)

Dodge (1985) p. 37; Fukuyo *et al.* (1990) p. 138-139

**기재:** 같은 *Protoperidinium* 속의 와편모중 소형종으로 전체적으로 울퉁불퉁한 마름모 모양을 띄며 황구가 뚜렷히 나타나고 하단부 끝에 여러개의 가시가 형성되어 있다. 세포벽은 약한편이다.

길이는 40 $\mu$ m, 폭은 35 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 성산 근해 (2009. 8.)

**분포:** 열대의 천해역에서 적조를 발생한다.

*Protoperidinium steinii* (Jørgensen 1899) Balech 1974

(Pl. IX, 8, Pl. X, 1)

Subrahmanyam (1971) p. 200, pl. XXIII, figs. 1-13; Dodge (1982) p. 197, 199, fig. 23, C; Dodge (1985) p. 65; Fujioka (1990) p. 68-69, fig. 3

**Syn:** *Peridinium steinii* Jørgensen 1889

*P. michaelis* Stein 1883

**기재:** 세포의 상각과 하각은 거의 비슷한 크기로 전체적으로 동그란 형태가 특징적이다. 하각에는 2개의 극이 아래로 곧게 뻗어 있으며 극에는 날개가 붙어 있다.

길이는 110~161 $\mu$ m, 폭은 80~119 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 차귀도 근해 (2007. 1.)

**분포:** 영국해협 주변, 발트해, 대서양, 카리브 해에 출현한다.

*Protoperidinium thorianum* (Paulsen 1905) Balech 1973

(Pl. X, 2-4)

Dodge (1982) p. 175-176, fig. 19, E; Dodge (1985) p. 67; Tomas (1996) p. 543, 546, pl. 53; Okolodkov (2008) p. 107-108, Pl 2. figs. 1-4; Morouecho *et al.* (2009) p. 19, figs. 28-33

**Syn:** *Peridinium thorianum* Paulsen 1905

*Properidinium thorianum* Meunier 1919

**기재:** 전체적인 세포의 모양은 마름모형이고 상각과 하각의 크기가 비슷하며 세포벽은 거친편에 속한다. 횡구는 뚜렷하고 종구는 하단부 끝부분까지 크기 변화가 거의 없다.

길이는 60 $\mu$ m, 폭은 60 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 성산 근해 (2009. 8.)

**분포:** 때때로 영국 해협 주변에 출현하고, 아이슬란드 해협, 인도양에서 발견된다.

Order Gymnodiniales Lemmermann 1910

Family Gymnodiniaceae Lankester 1885

Genus *Pseliodinium*

*Pseliodinium vaubanii* Sournia

(Pl. X, 5-6)

Steidinger *et al.* (1967) p. 32-33, pl. III. c; Fujioka (1990) p. 42-43, fig. 1; Fukuyo *et al.* (1990) p. 60-61; Gomez (2007) p. 274- 275, figs 16-19; Kim (2008) p. 43

**Syn:** *Gyrodinium falcatum* Kofoid, C. A., et Swezy, O., 1921

**기재:** 완만한 곡선을 나타내는 봉상의 세포이며, 핵이 위치하는 세포의 중앙부만이 팽대해져 현미경 관찰시 눈에 띄는 세포이다. 쿠로시오 해류 및 난해역에 분포하는 종이다.

폭은 66 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 하모리 근해 (2007. 1.)

**분포:** 동쪽의 멕시코만에서 발견된다.

## Order Ptychodiscales

### Family Ptychodiscaceae

#### Genus *Ptychodiscus* Stein 1883

##### *Ptychodiscus noctiluca* Stein 1883

(Pl. X, 7-8)

Dodge (1982) p. 113 figs. 13, B, C; Taylor (1987) p. 43, fig. 2. 10. c;  
Tomas (1996) p. 462, 463, pl. 22; Gomez (2007) p. 279, figs. 37-39;  
Kim (2008) p. 44

**기재:** 세포는 아래위로 눌러져 마치 황구를 중심으로 두 장의 멧돌이 겹쳐져 있는 듯 한 모양을 한다. 쿠로시오 해역을 따라 분포하는 종으로 알려져 있다. 폭은 70~82 $\mu$ m이다.

**출현:** 제주도 삼양 근해 (2006. 10.)

**분포:** 연안역에서 외양역까지 다양하게 서식하며, 냉수역에서 열대역까지 분포 범위가 넓다.

#### 4. 토의

본 연구결과에서 관찰된 와편모조류는 총 86종으로 이 중 33종, 1변종, 2미동정종은 국내에 처음 분류 동정이 되는 한국 미기록종으로 확인하였으며(Table 2), 상각과 하각의 길이와 폭, 중구와 횡구의 위치와 모양, 세포벽의 관배열와 모양, 세포표면의 상태, 둘레띠의 모양, 세포의 크기와 전체적인 형태 등 형태적 특징에 기초하여 정리하였다.

관찰된 미기록종 36종 중 *Ornithocercus steinii*(Shim and Lee, 1983), *O. thumii*(Shim and Lee, 1983), *Pyrophacus steinii*(Shim and Yeo, 1988; 윤, 2000; 박 등, 2004), *Dissodium asymmetricum*(Shim and Yeo, 1988), *Protoferidinium oblongum*(Lee and Yoo, 1991; 좌과 이, 2000; Lee et al., 2002; 박 등, 2004), *P. quinquecorne*(Shim and Yeo, 1988; 윤, 2000; 좌과 이, 2000; Lee et al., 2002), *P. steinii*(Yoo and Lee, 1985; Lee et al., 2002; 정 등, 2002), *P. thorianum*(Lee et al., 2002)은 이미 국내에 출현보고 되었지만 분류학적으로는 처음 기재되었다.

또한 미기록종 중 약 56%인 20종이 열대성 와편모조류로 확인되었고, 종명은 다음과 같다; *Dinophysis cuneus*, *D. hastata*, *D. mitra*, *D. schuettii*, *Ornithocercus heteroporus*, *O. magnificus*, *O. quadratus*, *O. steinii*, *O. thumii*, *Ceratium azoricum*, *C. praelongum*, *Ceratocorys gourretii*, *Podolampas bipes*, *P. palmipes*, *Pyrophacus steinii*, *Pyrocystis hamulus*, *Oxytoxum scolopax*, *O. tessellatum*, *Protoferidinium obtusum*, *P. quinquecorne*. 이러한 열대성 와편모조류와 미동정종 *Dinophysis* sp., *Protoferidinium* sp.을 제외한 14종 중 *Ceratium longirostrum*, *Oxytoxum constrictum*, *O. milneri*, *O. reticulatum*, *O. sceptrum*, *Dissodium asymmetricum*, *Protoferidinium oviforme*, *P. steinii*, *P. thorianum*, *Pselidinium vaubanii*은 단편적인 분포현황은 파악할 수 있었지만, 열대성 종을

구분할 수 있는 생태적 자료인 경우, 본 연구에서 참조한 문헌 및 논문에서는 확인할 수 없었다. 그리고 *Ceratium horridum* var. *claviger*, *Pyrocystis robusta* 종 또한 Fujioka (1990)을 참고해서 쿠로시오 해류에서 발견되었다는 것을 확인할 수 있었으나, 그 외 분포 생태적 자료가 없어서 열대종의 유무를 파악할 수 없었다.

이상으로 지금까지 확인된 미기록종 와편모조류 36종 중 20종인 열대성 와편모조류의 제주도와 남해, 서해에 출현경향을 살펴보면, 성산근해(St. J14)에서 열대종 6종과 한국 미기록종 9종을 포함해서 총 15종이 발견되었고, 차귀도근해(St. J7)에서 열대종 5종과 한국 미기록종 2종을 포함해서 총 7종이 발견되어, 이 두 지역이 가장 높은 출현경향을 나타내었다(Fig. 2). 정확한 분석을 위해 정량 분석을 통한 각 출현종의 현존량이 밝혀져야 하지만 본 연구에서는 분류연구를 중심으로 하였기 때문에 정량 조사는 하지 못하였다.

하지만 이러한 와편모조류 출현을 통해 우리나라 연안 해역의 식물플랑크톤의 분포 및 일부 구성이 과거와는 달라지고 있음을 확인할 수 있었다(Choe, 1967; Choe, 1969a, 1969b; Shim and Lee, 1979; Shim and Lee, 1983; 심, 1984; Shim *et al.*, 1984; Shim and Pae, 1985; Shim and Yoo, 1985; 조, 1986; Shim and Yeo, 1988; Lee and Yoo, 1990; Park and Lee, 1990; 김 등, 1991; 윤, 2000; 정 등, 2002; 문과 최, 2003). 특히 다수의 열대성 한국미기록종 출현으로 볼 때 지구온난화나 다른 환경적인 요인에 의해 우리나라 연안 해역의 해수온이 높아짐에 따라 아열대성 해양생물이 분포하기 적합해 지거나 과거에 비해 쿠로시오 해류가 확장될 수 있다고 추측해 볼 수 있다. 물론 해양생물적인 측면만으로 지구온난화에 의한 우리나라 연안 해역의 생물분포 변화를 결정하기는 무리가 있다. 그러므로 정확한 분석을 위해 장기적인 해양생물, 해양물리, 해양화학 측면 및 여러 다각적인 연구가 함께 진행됨으로써 변화된 혹은 변화되고 있는 우리나라 주변 해역에 대해 이해하고 또한 증가하는 아열대성 해양생물을 활용할 수 있는 방안을 연구해야 할 것이다.

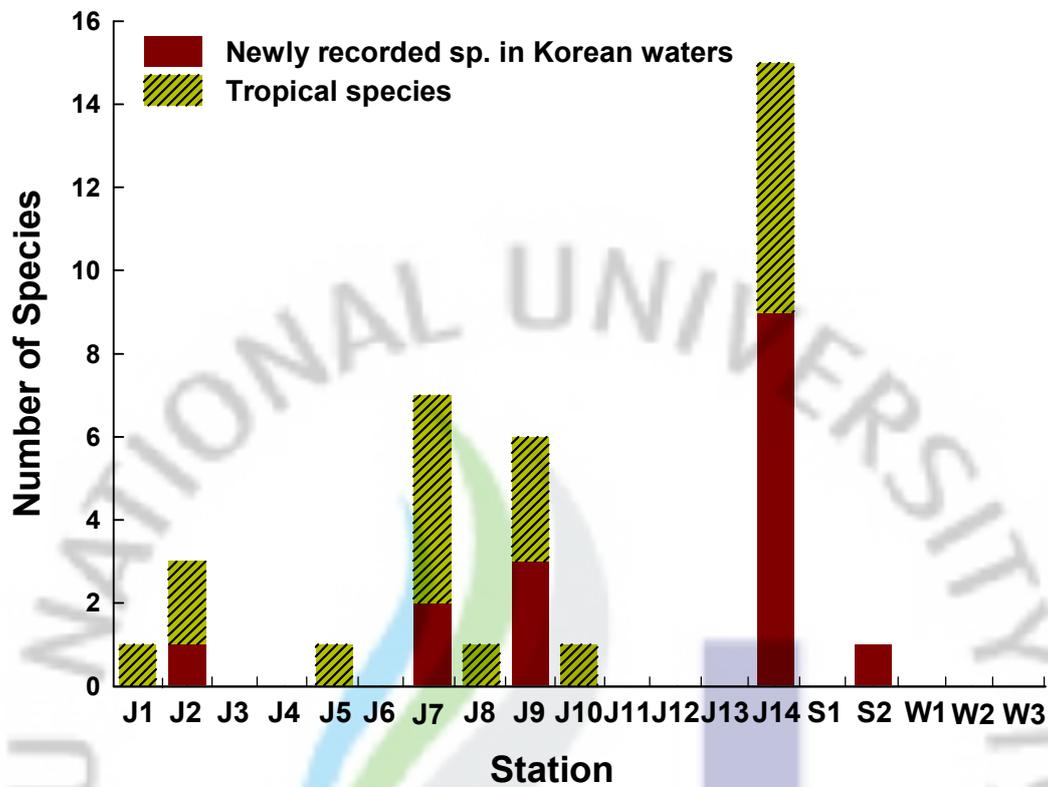


Fig. 2. Species number of dinoflagellates newly recorded in Korean waters and tropical dinoflagellates at each station.

Explanation of plates of dinoflagellates  
newly recorded in Korean waters.  
( \* ; tropical species, Scale bar ; 10 $\mu$ m )

PLATE I

- 1, 2, 3: *Dinophysis cuneus* \*  
4, 5, 6: *Dinophysis hastata* \*  
7, 8: *Dinophysis mitra* \*

PLATE II

- 1, 2: *Dinophysis schuettii* \*  
3, 4: *Dinophysis* sp.  
5: *Ornithocercus heteroporus* \*  
6, 7, 8: *Ornithocercus magnificus* \*

PLATE III

- 1, 2: *Ornithocercus quadratus* \*  
3, 4, 5, 6, 7: *Ornithocercus steinii* \*  
8: *Ornithocercus thumii* \*

PLATE IV

- 1: *Ornithocercus thumii* \*  
2: *Ceratium azoricum* \*  
3, 4: *Ceratium horridum* var. *claviger*  
5, 6, 7: *Ceratium longirostrum*  
8: *Ceratium praelongum* \*

PLATE V

- 1, 2, 3, 4: *Ceratocorys gouretii* \*  
5, 6: *Pyrophacus steinii* \*  
7, 8: *Oxytoxum constrictum*

## PLATE VI

- 1, 2: *Oxytoxum milneri*  
3, 4: *Oxytoxum reticulatum*  
5, 6: *Oxytoxum sceptrum*  
7, 8: *Oxytoxum scolopax* \*

## PLATE VII

- 1, 2, 3: *Oxytoxum tessellatum* \*  
4: *Pyrocystis hamulus* \*  
5: *Pyrocystis robusta*  
6, 7, 8: *Dissodium asymmetricum*

## PLATE VIII

- 1, 2, 3, 4: *Podolampas bipes* \*  
5, 6, 7: *Podolampas palmipes* \*  
8: *Protopteridinium oblongum*

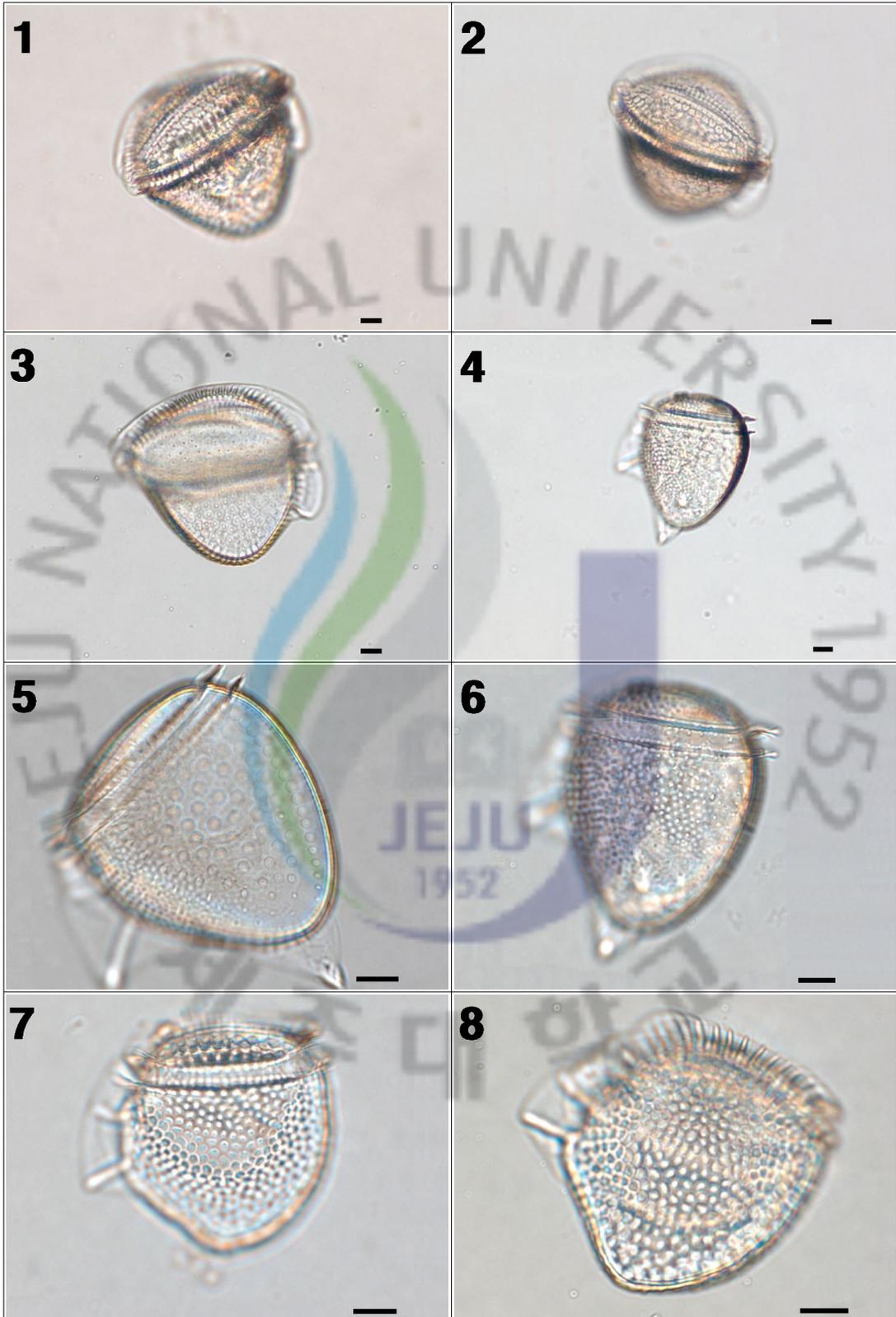
## PLATE IX

- 1, 2: *Protopteridinium obtusum* \*  
3: *Protopteridinium oviforme*  
4, 5: *Protopteridinium* sp.  
6, 7: *Protopteridinium quinquecorne* \*  
8: *Protopteridinium steinii*

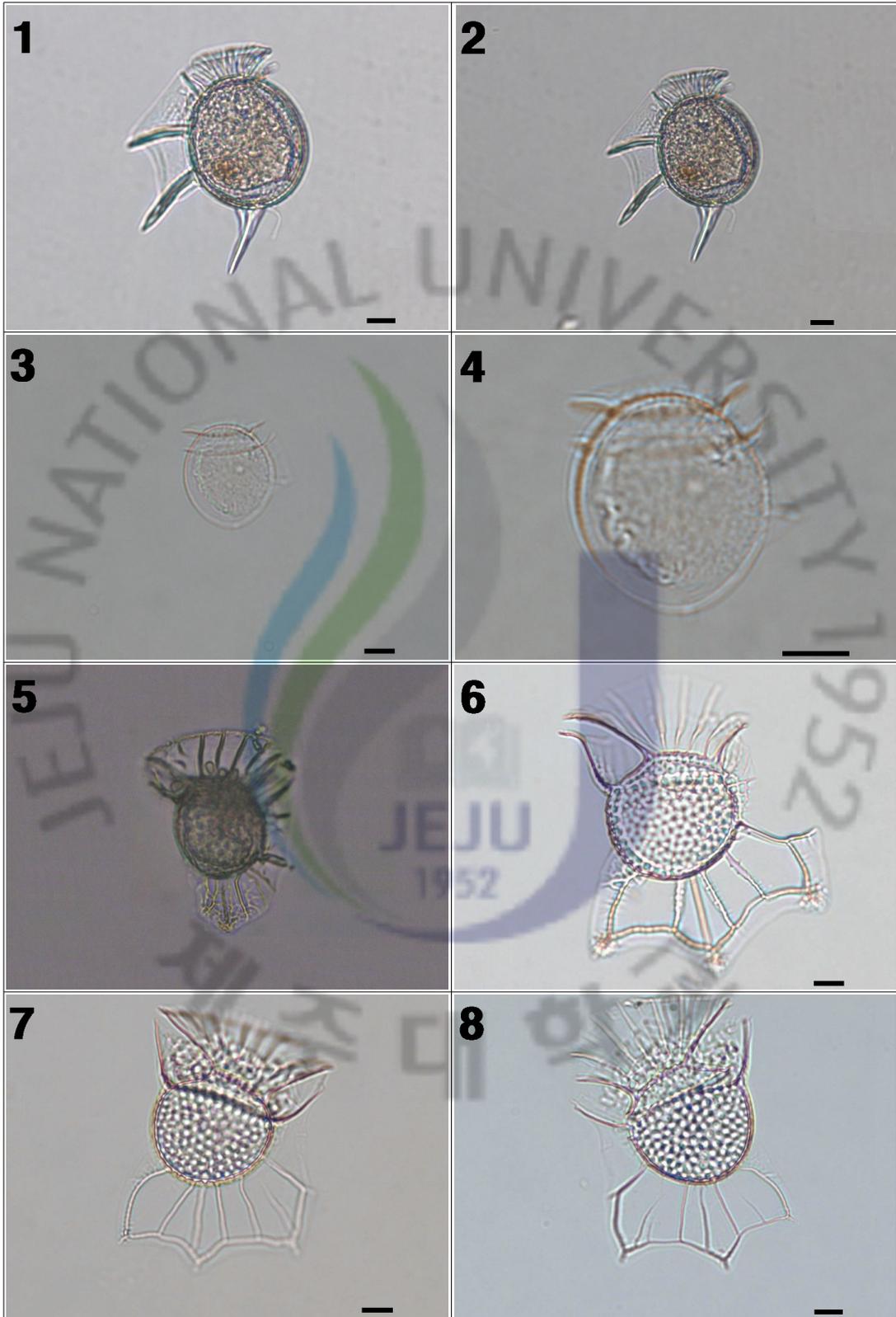
## PLATE X

- 1: *Protopteridinium steinii*  
2, 3, 4: *Protopteridinium thorianum*  
5, 6: *Pselodinium vaubanii*  
7, 8: *Ptychodiscus noctiluca*

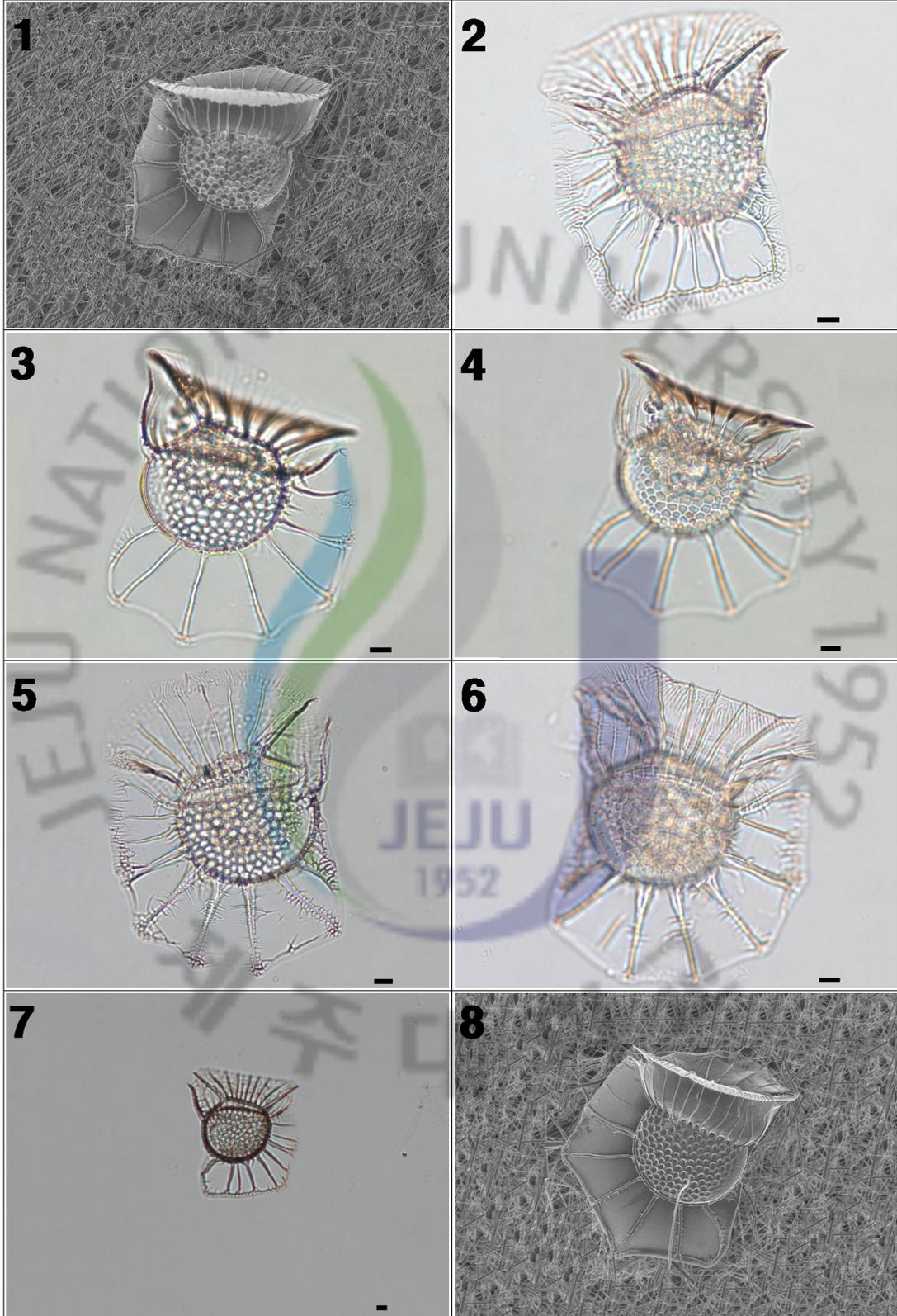
**PLATE I**



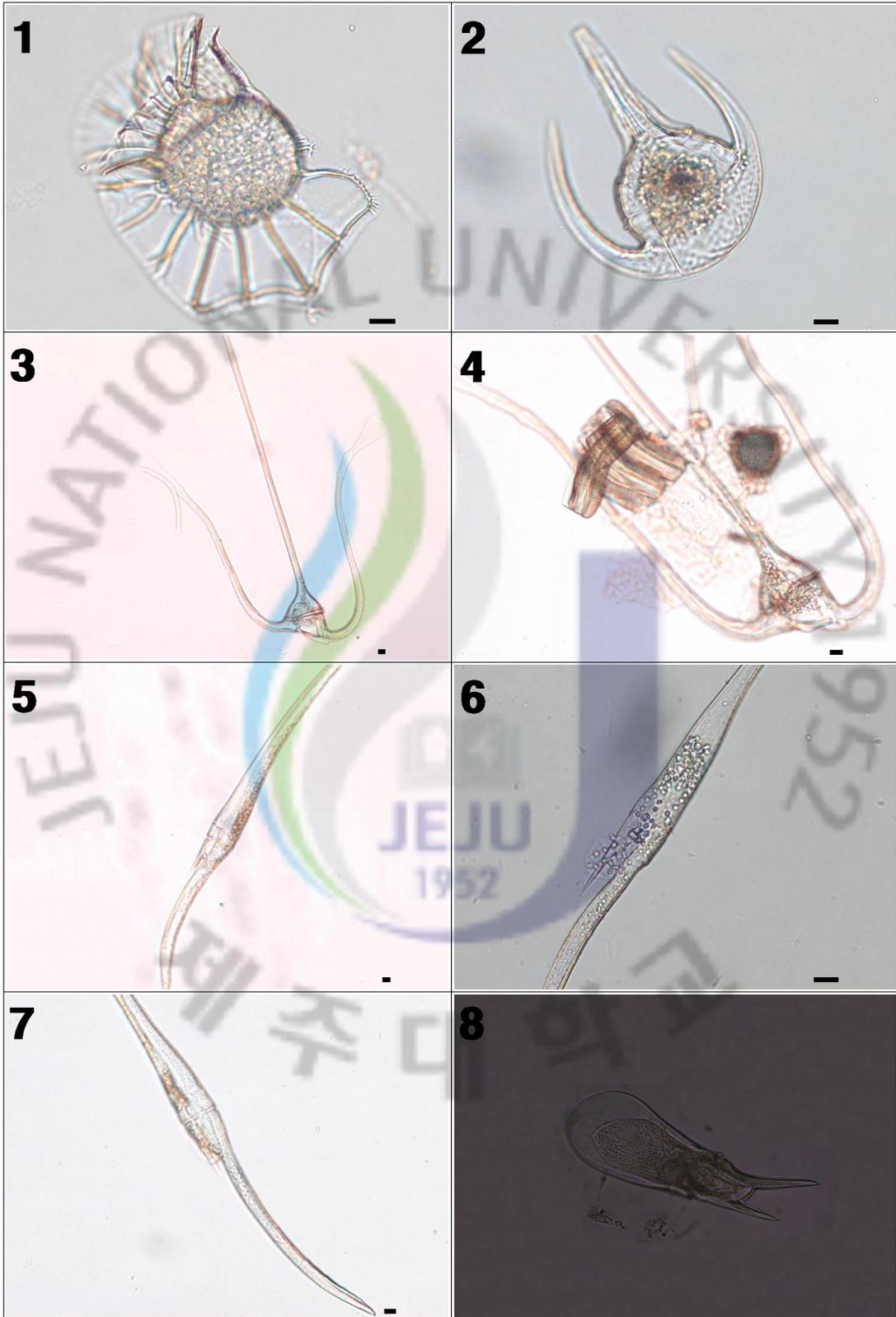
**PLATE II**



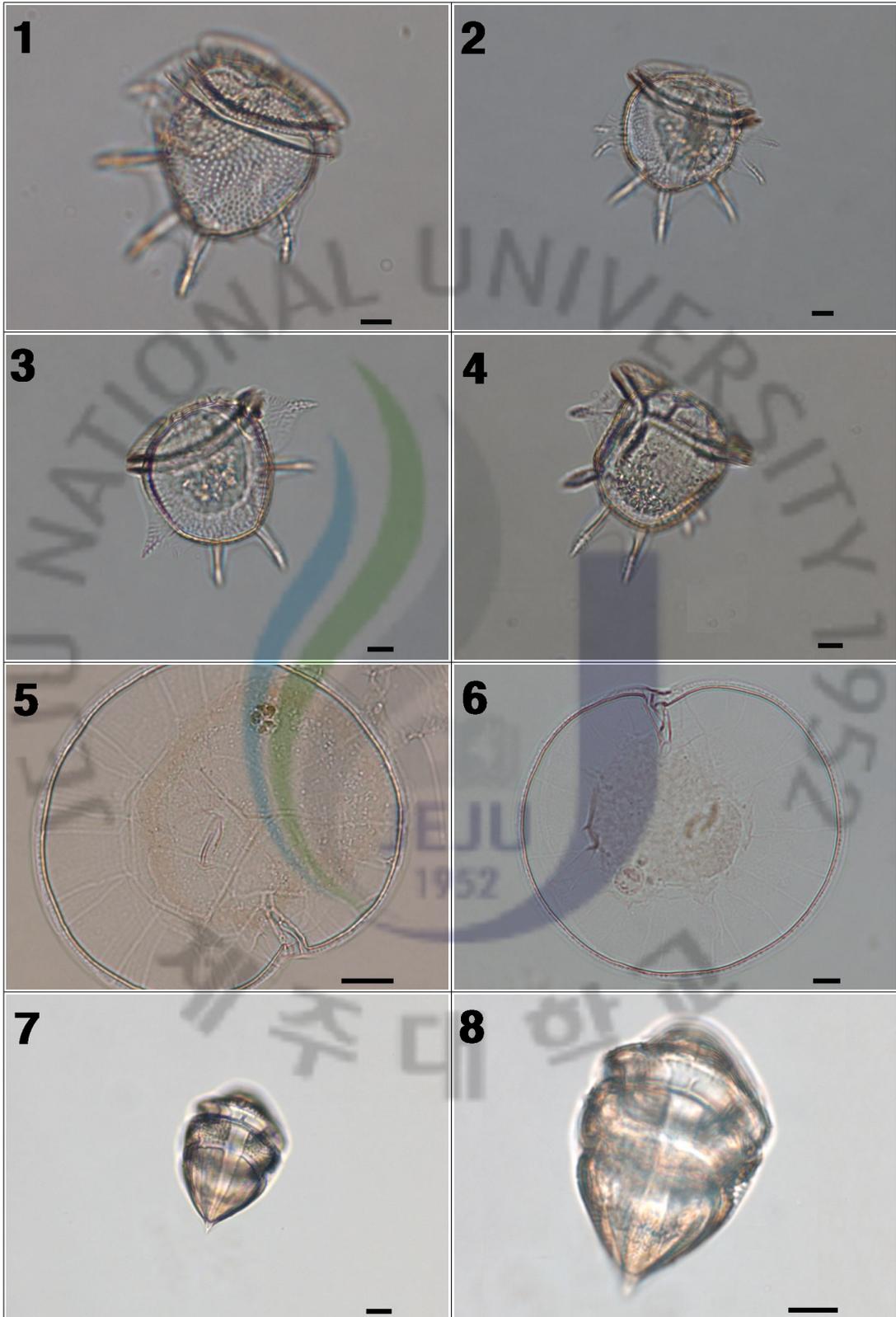
**PLATE III**



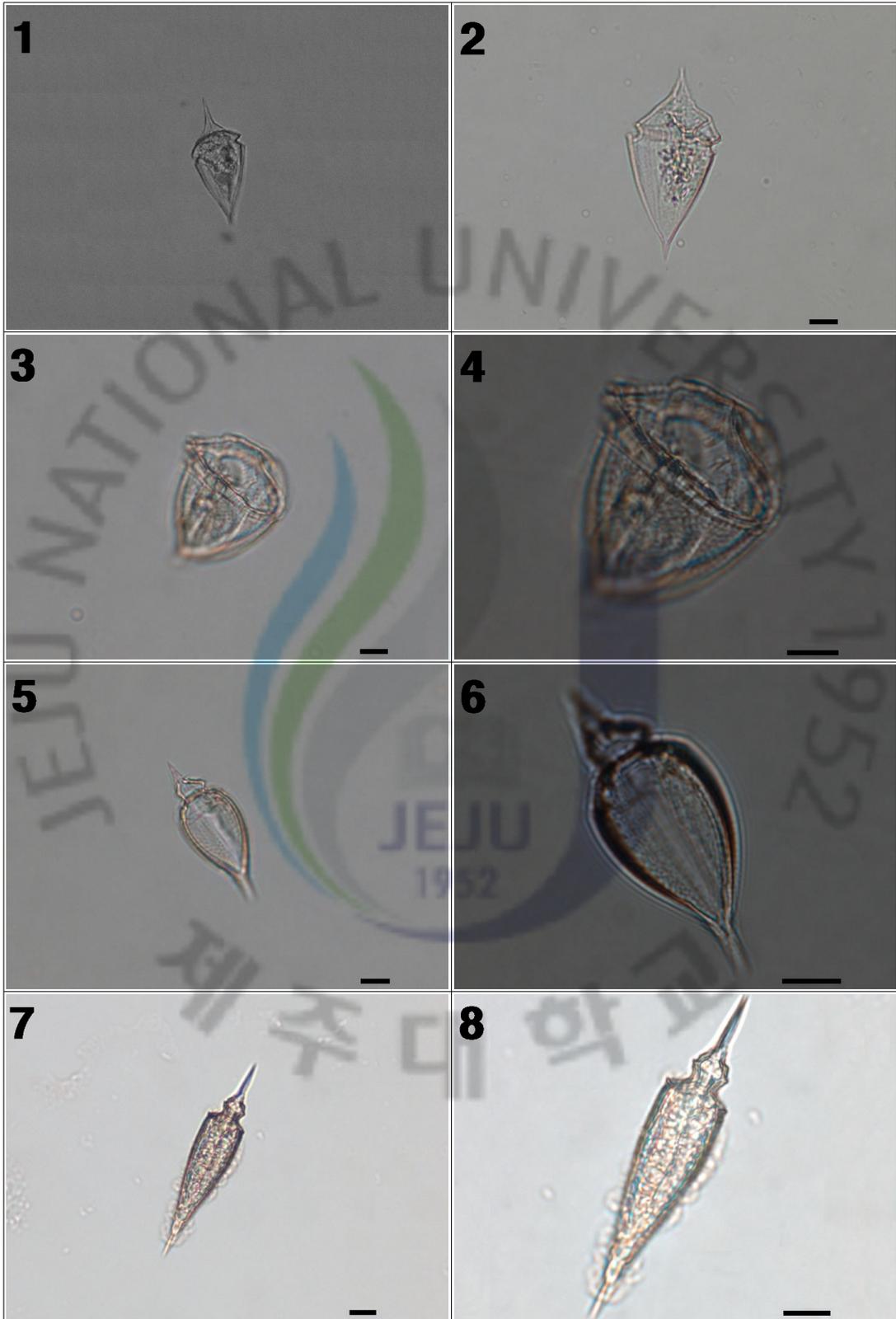
**PLATE IV**



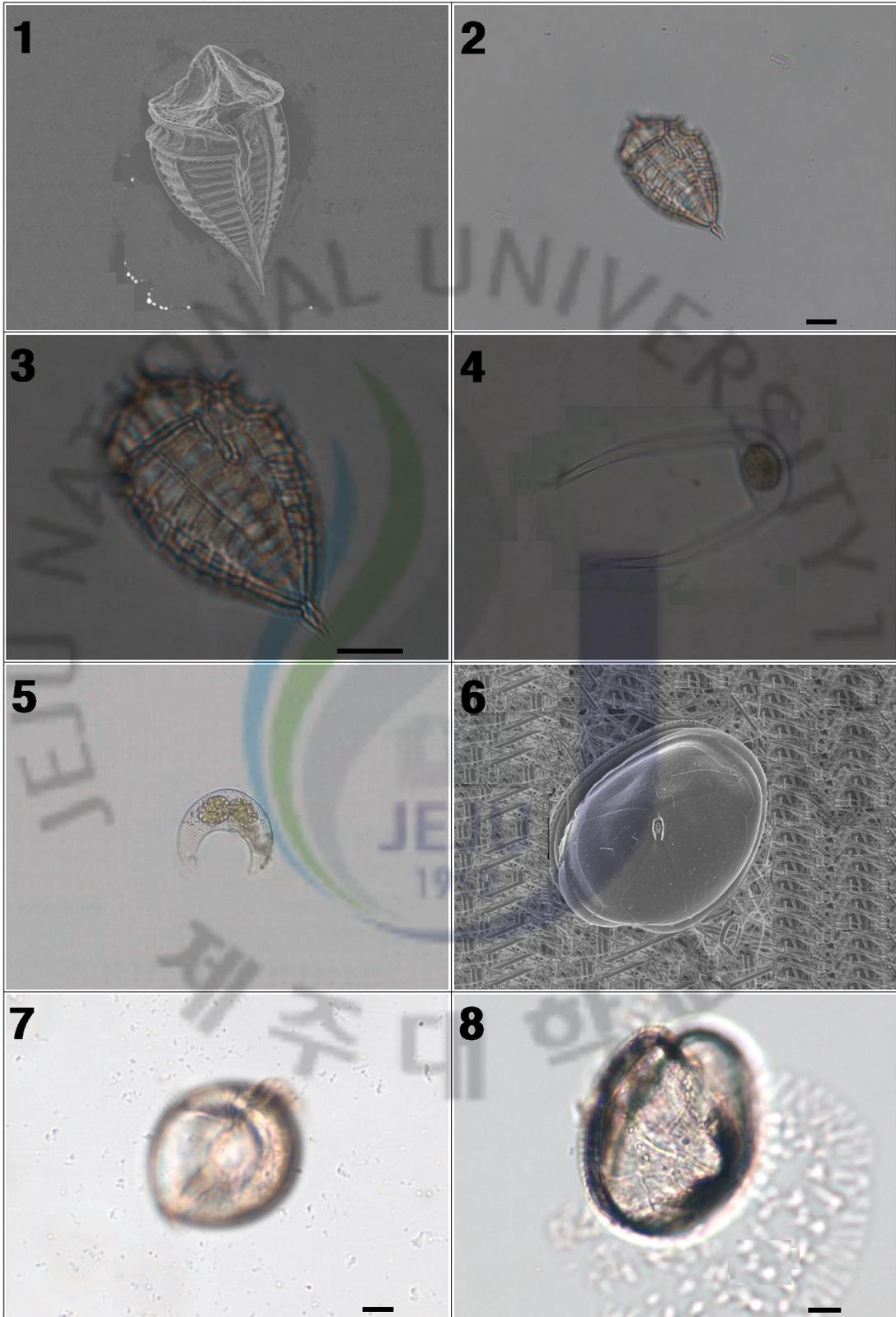
**PLATE V**



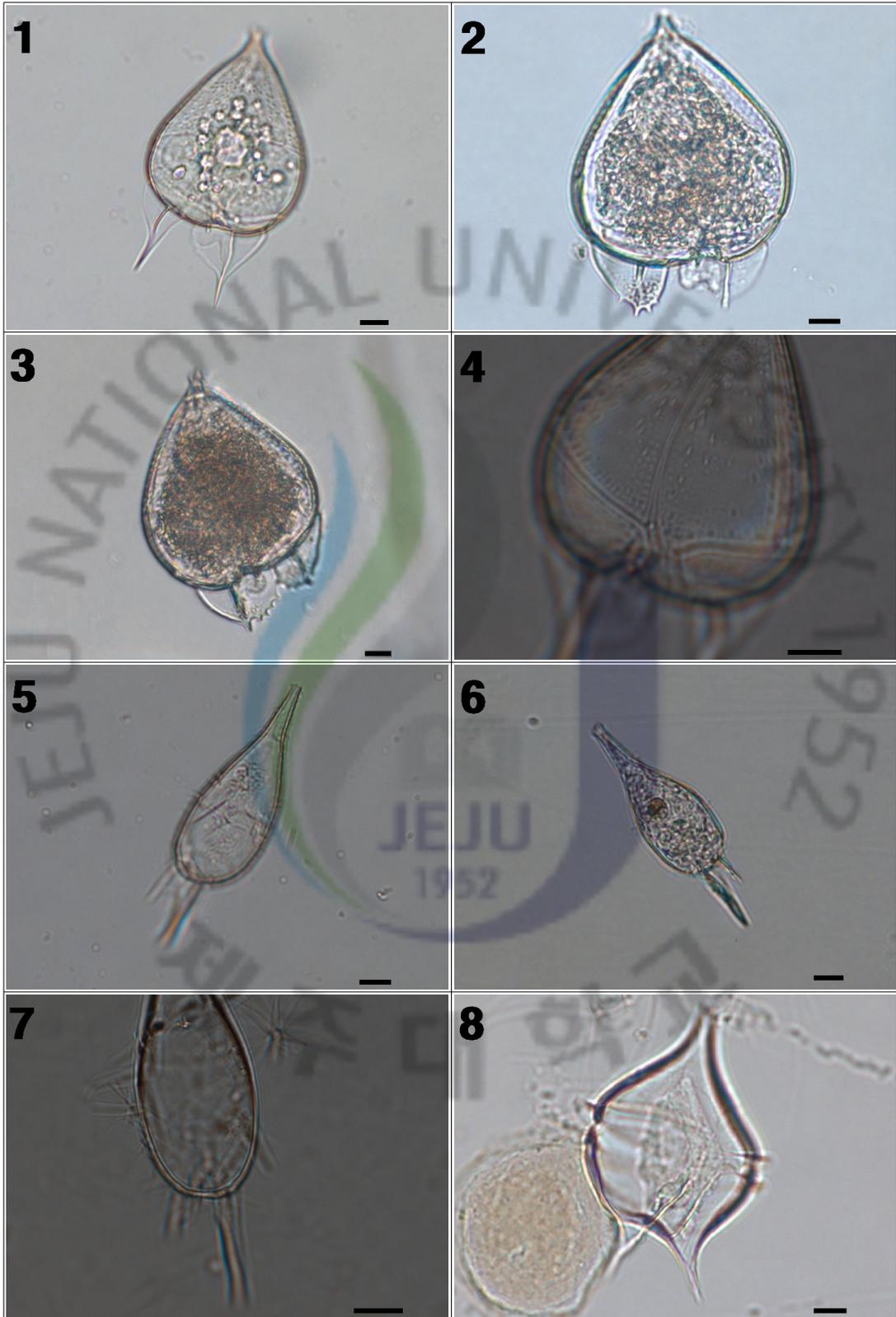
**PLATE VI**



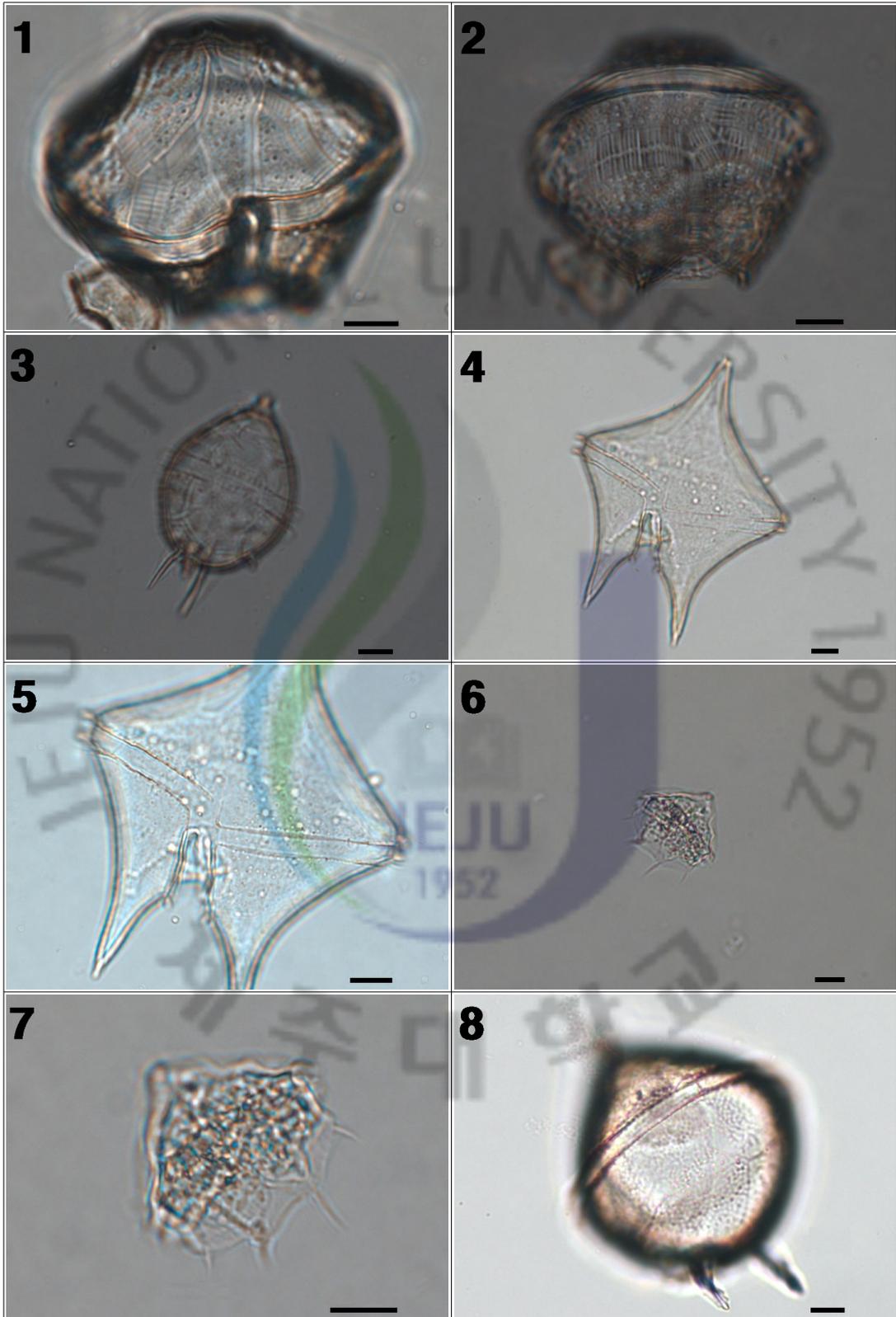
**PLATE VII**



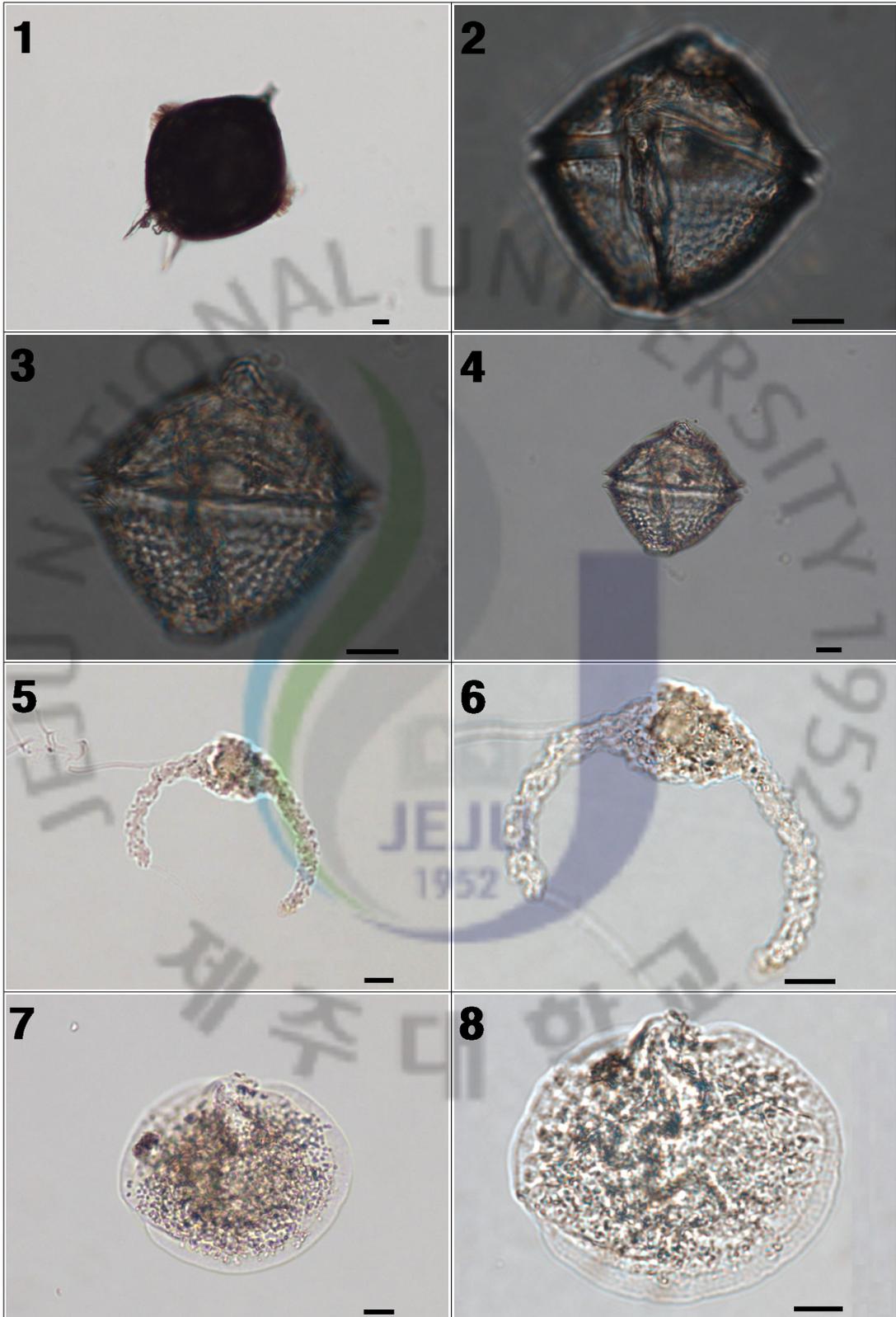
**PLATE VIII**



**PLATE IX**



**PLATE X**



## 참 고 문 헌

- 김중래, 신윤근, 이건형, 이원호, 1991. 서해산 김 엽체상의 미소생물과 김의 병해와의 관계에 대한 연구 I. 부착규조류와 주변해수의 식물플랑크톤의 종 조성 및 현존량. 한국수산학회지, 24(1): 79-88.
- 김형신, 정민민, 이준백, 2008. 열대 해역 지표종 *Ornithocercus* 속 와편모조의 출현 동향으로 본 한반도 온난화. 한국해양학회지, 13(4): 303-307.
- 문성기, 최철만, 2003. 국내 해양식물플랑크톤의 주요종과 분포에 대한 조사. 한국환경과학회지, 12(7): 725-733.
- 박기홍, 김근용, 김창훈, 김학균, 2004. 새만금 해역에서 와편모조류 휴면포자의 시공간적 분포. 한국수산학회지, 37(3): 202-208.
- 심재형, 1984. 초여름 한국 서남해역 식물플랑크톤의 군집구조와 분포. 한국해양학회지, 19(1): 68-81.
- 윤양호, 2000. 해창만의 생물해양학적 환경특성. 1. 식물플랑크톤 군집의 계절변동 및 분포 특성. 한국수산학회지, 33(1): 43-50.
- 조창환, 1986. 한국 연구해역 식물플랑크톤의 출현 및 분포양상 1930년대~1980년대. 한국조류학회지, 1(1): 135-143.
- 좌종현, 이준백, 2000. 제주도 문섬 산호서식지 주변의 생물생태학적 특성 I. 환경특성과 식물플랑크톤의 군집구조. 한국해양학회지, 5(1): 59-69.
- 정해진, 유영두, 김재성, 2002. 전북 새만금 남쪽 해역의 유해성 적조 발생연구 2. 1999년도 여름-가을 종속영양성 와편모류와 섬모충류의 시간적 변화. 한국해양학회지, 7(3): 140-147.
- 장승민, 김성수, 최영찬, 김수강, 2006. 제주도 기온과 주변해역 해수면 온도와의 상관관계에 관한 연구. 한국해양환경공학회지, 9(1): 55-62.
- Choe, S., 1967. Phytoplankton studies in Korean waters. II. phytoplankton in the coastal waters of Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 2(1-2): 1-12. (in Korean)

- Choe, S., 1969a. Phytoplankton studies in Korean waters. III. surface phytoplankton survey of the north-eastern Korea strait in may of 1967. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 4(1): 1-8. (in Korean)
- Choe, S., 1969b. Phytoplankton studies in Korean waters. IV. phytoplankton in the adjacent seas of Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 4(2): 49-67. (in Korean)
- Carbonell, M.C., 1982. *Ceratium* Schrank (Dinoflagellatae, Peridinales) De las Islas del rosario, Caribe Colombiano, *An. Inst. Invest. Mar. Punta de Betín*. 12: 71-91.
- Carlos, E., M. Fernandez, B. Camilo, 1998. The dinoflagellates of the genera *Ceratium* and *Ornithocercus* collected in the Golfo de Salamanca, Colombian Caribbean sea. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 22(85): 539-559.
- Dodge, J.D., 1982. Marine Dinoflagellates of the British Isles. *HMSO*, 179 pp.
- Dodge, J.D., 1985. Atlas of Dinoflagellates. *Farrand Press*, 107 pp.
- Dowidar, N.M., 1983. The Genus *ceratium* from the red sea. *J. Fac. Mar. Sci.*, 3: 514-546.
- Evagelopoulos, A., 2002. Taxonomic notes on *Protoperidinium* (Peridinales, Dinophyceae) species in the Thermaikos bay (North Aegean Sea, Greece). *Mediterranean Marine Science*, 3(2): 41-54.
- Fujioka, S., 1990. Illustrations of the Plankton of the Kuroshio-Waters - The Plankton of the Kuroshio-Waters -Plankton in Amami-Oshima Island Coastal Waters-. *Nagasaki Publication Culture Association*, pp. 40-69.
- Fukuyo, Y., H. Takano, M. Chihara and K. Matsuoka, 1990. Red Tide Organisms in Japan-An Illustrated Taxonomic Guide-. *Uchida Rokakuho*, pp. 22-161.

- Gomez, F., 2005. A list of free-living dinoflagellate species in the world's oceans. *Acta Bot. Croat.*, 64(1): 129-212.
- Gomez, F., 2007. Gymnodinioid dinoflagellates (Gymnodiniales, Dinophyceae) in the open Pacific ocean. *Algae*, 22(4): 273-286.
- Gomez, F., H. Claustre, S. Souissi, 2008. Rarely reported dinoflagellates of the genera *Ceratium*, *Gloeodinium*, *Histioneis*, *Oxytoxum* and *Prorocentrum* (Dinophyceae) from the open southeast Pacific ocean, *Rev. biol. mar. oceanogr.*, 43(1): 25-40.
- Han, M.S. and K.I. Yoo, 1983a. A taxonomical study on the dinoflagellates in Jinhae bay, I. armored and unarmored dinoflagellates. *Bulletin of KORDI*, 5: 37-47. (in Korean)
- Han, M.S. and K.I. Yoo, 1983b. A taxonomical study on the dinoflagellates in Jinhae bay, II : Peridiniales. *Bulletin of KORDI*, 5: 49-67. (in Korean)
- Hallegraeff, G.M. and S.W. Jeffrey, 1984. Tropical phytoplankton species and pigments of continental shelf waters of north and north-west Australia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 20: 59-74.
- Jyothibabu, R. *et al.*, 2008. Seasonal variation of microzooplankton (20 - 200 $\mu$ m) and its possible implications on the vertical carbon flux in the western bay of Bengal. *Continental shelf research*, 28(6): pp. 737-755.
- Kim, H.S., 2008. Atlas of Flagellates from the Coast of Jeju Island, Korea. *Jejunet*, pp. 26-90. (in Korean)
- Lee, J.B. and K.I. Yoo, 1990. Dynamics and seasonal succession of dinoflagellate community in Masan bay, Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 25(2): 106-116. (in Korean)
- Lee, J.B. and K.I. Yoo, 1991. Distribution of dinoflagellate cysts in Masan bay, Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 26(4): 304-312. (in Korean)

- Lee, S.G., J.S. Park and H.G. Kim, 1993. Taxonomy of marine toxic flagellates occurring in the southern coastal waters of Korea. *Bull. Nat. Fish. Res. Dev. Agency.*, 48: 1-23. (in Korean)
- Lee, W.J., N.J. Park and J.K. Choi, 2002, Abundance of heterotrophic-and photosynthetic dinoflagellates and factors controlling their abundance and distribution in Korean coastal waters during summer, 1994. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 37(4): 201-211. (in Korean)
- Morouecho, L., D.T. Gongora-Gonzalez & Y.B. Okolodkov, 2009. Cyst-theca relationships of Gonyaulacales and Peridinales (dinophyceae) from Bahia concepcion, gulf of California. *Acta Botanica Mexicana*, 88: 9-29.
- Okolodkov, Y.B., 2008. *Protoperidinium* bergh (dinophyceae) of the national park sistema arrecifal veracruzano, gulf of Mexico, with a key for identification. *Acta Botanica Mexicana*, 84: 93-149.
- Park, J.S. and S.G. Lee, 1990. Distribution and species composition of phytoplankton in the southern waters of Korea and their relation to the character of water masses. *Bull. Korean. Fish. Soc.*, 23(3): 208-214. (in Korean)
- Steidinger, K.A., J.T. Davis and J. Williams, 1967. A Key to the Marine Dinoflagellate Genera of the West Coast of Florida, *Board of Conservation Technical Series*. 52: pp. 1-45.
- Subrahmanyam, R., 1971. The dinophyceae of the Indian seas. Part II. Family Peridiniaceae Schüt emend. Lindemann. *Mar. biol. Ass. India, Mem.*, 2(2): pp. 156-200
- Shim, J.H. and W.H. Lee, 1979. On phytoplankton of the Cheonsu bay, west coast. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 14(1): 6-14. (in Korean)
- Shim, J.H., E.Y. Shin and J.K. Choi, 1981. A taxonomical study on the dinoflagellates of the coastal waters in the vicinity of Yeosu, Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 16(2): 57-98. (in Korean)

- Shim, J.H. and W.H. Lee, 1983. Plankton study in the southeastern sea of Korea(I)-phytoplankton distribution in september, 1981-. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 18(2): 91-103. (in Korean)
- Shim, J.H., Y.K. Shin and W.H. Lee, 1984. On the phytoplankton distribution in the Kwangyang bay. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 19(2): 172-186. (in Korean)
- Shim, J.H. and S.J. Yoo, 1985. Phytoplankton community off the coast of Kunsan, Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 20(1): 31-42. (in Korean)
- Shim, J.H. and S.J. Pae, 1985. The distribution of phytoplankton in Yeong-il bay, Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 20(2): 49-60. (in Korean)
- Shim, J.H. and H.G. Yeo, 1988. Spatial and temporal variations of phytoplankton in Chonsu bay. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 23(3): 130-145. (in Korean)
- Shim, J.H., 1994. Illustrated Encyclopedia of Fauna and Flora of Korea vol. 34 Marine Phytoplankton. *Ministry of Education, Korea*, pp. 349-419. (in Korean)
- Skaloud, P., M. Rezácová and M. Ellegaard, 2006. Spatial distribution of phytoplankton in spring 2004 along a transect in the eastern part of the north Sea. *J. Oceanogr.*, 62: 717-729.
- Taylor, F.J.R., 1987. The Biology of Dinoflagellates. *Blackwell*, 21: pp. 80.
- Taylor, F.J.R., M. Hoppenrath, J.F. Saldarriaga, 2008. Dinoflagellate diversity and distribution. *Biodivers Conserv.*, 17: 407-418.
- Tomas, C.R., 1996. Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates. *Academic Press*, pp. 387-584.
- Wood, E.J.F., 1963a. Dinoflagellates in the Australian Region. II. Recent Collections. *Techn. Pap. Div. Fish. Oceanogr. C.S.I.R.O. Austr.*, 14: pp. 4-51.

- Yoo, K.I., J.B. Lee, 1985. Environmental studies on Masan bay 3. population dynamics of dinoflagellates. *Bulletin of Environmental Sciences*, 6: 117-127. (in Korean)
- Yoo, K.I. and J.B. Lee, 1986. Taxonomical studies on dinoflagellates in Masan bay 1. Genus *Prorocentrum* Ehrenberg. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 21(1): 46-55. (in Korean)



## 요약

최근에 지구온난화와 여러 환경 요소의 변화에 의한 수온상승은 제주도 주변 해양생태계에 영향을 주었다. 이런 요소에 의해 제주도 주변에 열대성 어류와 해조류가 쉽게 발견되고 있으며 이런 상황에 맞추어, 한국근해에 외편모조류 군집 또한 변화되고 있다. 따라서, 외편모조류의 분류는 변화하는 해양생태계를 관찰하는데 중요하다.

본 연구의 목적은 한국근해의 남해, 서해, 제주도 주변의 외편모조류를 분류하는데 있다. 그러므로, 우리는 한국근해의 남해, 서해, 제주도 주변을 2006년 6월에서 2009년 9월까지 조사를 실시하여 시료를 채집하였다. 그 결과로 외편모조류 14과 15속 86종을 관찰하였고, 이 중 36종은 한국에서 처음 분류되는 미기록종으로 확인되었다.

미기록종 36종을 보면, *Dinophysis cuneus*, *D. hastata*, *D. mitra*, *D. schuettii*, *D. sp.*, *Ornithocercus heteroporus*, *O. magnificus*, *O. quadratus*, *O. steinii*, *O. thumii*, *Ceratium azoricum*, *C. horridum* var. *claviger*, *C. longirostrum*, *C. praelongum*, *Ceratocorys gourretii*, *Pyrophacus steinii*, *Oxytoxum constrictum*, *O. milneri*, *O. reticulatum*, *O. sceptrum*, *O. scolopax*, *O. tessellatum*, *Pyrocystis hamulus*, *P. robusta*, *Dissodium asymmetricum*, *Podolampas bipes*, *P. palmipes*, *Protoperidinium oblongum*, *P. obtusum*, *P. oviforme*, *P. sp.*, *P. quinquecorne*, *P. steinii*, *P. thorianum*, *Pseliodinium vaubanii*, *Ptychodiscus noctiluca*으로 관찰되었고, 이 중 약 56%인 20종이 난류성 외편모조류로 확인되었다.

난류성 외편모조류의 종명은 다음과 같다. *Dinophysis cuneus*, *D. hastata*, *D. mitra*, *D. schuettii*, *Ornithocercus heteroporus*, *O. magnificus*, *O. quadratus*, *O. steinii*, *O. thumii*, *Ceratium azoricum*, *C. praelongum*,

*Ceratocorys gourretii*, *Podolampas bipes*, *P. palmipes*, *Pyrophacus steinii*, *Pyrocystis hamulus*, *Oxytoxum. scolopax*, *O. tessellatum*, *Protoperidinium obtusum*, *P. quinquecorne*. 따라서, 이러한 열대성 와편모조류의 출현은 지구온난화를 포함한 환경변화를 관찰하기 위한 생물 지표종으로써 이용될 수 있다.

주요어: 제주도, 한국근해, 식물플랑크톤, 와편모조류, 지구온난화



## 감사의 글

항상 과학자의 자세와 겸손함을 강조하시고, 부족한 제자에게 믿음과 격려, 지속적인 가르침을 주신 이준백 교수님께 진심으로 감사드립니다. 그리고 논문을 쓸 수 있게 많은 도움을 주신 김형신 박사님과 부족한 구두 발표와 논문도 성실성의껏 심사해주시고 날카로운 지적으로 논문을 바로 잡아주신 최영찬 교수님과 윤석훈 교수님 그리고 늘 저에게 관심과 격려를 주신 윤정수 교수님과 방익찬 교수님께도 감사의 말씀 올립니다.

그리고 같이 논문 쓰느라 고생한 승우형과 지금쯤 연구소에서 연구에 몰두하고 있을 Abu Affan, 그동안 실험과 야외 채집을 같이하고 옆에서 격려해준 한식이, 항상 밝고 성실하게 실험실 업무와 공부를 열심히 하는 은호(좋은 결과가 있길 바라며..) 그리고 행정 업무로 바쁜 와중에 옆에서 많은 조언과 힘이 되어준 태정이형, 씨그라트 사무실에서 바쁜 회계업무를 하면서도 항상 밝게 일하는 정 의 그리고 저와 인연이 닿은 모든 소중한 분들께 감사의 인사드립니다.

이렇게 부족한 논문이나마 제가 쓸 수 있었던 것은 많은 분들의 조언과 도움, 격려, 질책 없이는 불가능했을 것입니다. 학부생때의 플랑크톤에 대한 막연한 호기심에서 시작된 실험실 생활은 저에게 많은 것을 깨닫게 해주었고, 소중한 분들과의 인연을 닿게 해준 기회를 주었습니다. 진심으로 감사드립니다.

마지막으로 끝까지 응원해주시고 챙겨주시면서 하루하루 저를 위해 기도를 해주시는 아버지, 어머니 그리고 아직 철없는 동생 옆에서 격려와 응원을 아끼지 않은 승태형에게 이 작은 결실을 바칩니다.