

## 濟州北方, 咸德沿岸海域에 있어서 植物플랑크톤 群集의 季節變動 特性

尹良湖 · 盧洪吉\* · 金暎起\*\*

麗水水産大學 海洋學科, \*濟州大學校 海洋科學大學 漁業學科, \*\*濟州大學校 海洋研究所

### Seasonal Succession of Phytoplankton population in the Hamdok Port, Northern Cheju Island

Yang-Ho Yoon, Hong-Kil Rho\* and Young-Ki Kim\*\*

*Dept. of Oceanography, Yosu National Fisheries University  
195, Kuk-dong, Yosu 550-749, Korea*

*\*Dept. of Fishing Science, College of Ocean Sciences,  
Cheju National University, Cheju 690-756, Korea*

*\*\*Marine Research Institute, Cheju National University,  
Cheju-do 695-810, Korea*

Field survey for oceanographic conditions and the seasonal succession of phytoplankton were carried out in the Hamdok port from April 1989 to February 1990.

Water temperature ranged between 11.4°C in January and 27.3°C in August, and salinity fluctuated greatly, with a maximum of 35.6‰ in August and minimum of 21.8‰ in April.

A total of 120 species of phytoplankton belonging to 69 genera were observed in which, at least, 8 genera, *Oxyphysis*, *Amphidinium*, *Cochlodinium*, *Torodinium*, *Nematodinium*, *Katodinium*, *Ebria* and *Streptotheca* are first records in the Cheju coastal waters.

The predominant species are centric diatoms, *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros* spp. through the year, while they are unarmoured phytoflagellates, *Heterosigma akashiwo*, *Gymnodinium* sp., *Gyrodinium* sp. in warmer seasons.

And phytoplankton cell number fluctuated between  $4.1 \times 10^3$  cells/l in winter and  $2.4 \times 10^4$  cells/l in spring blooms, and it was under the control of centric diatoms for a year. On the other hand, it is occupied by phytoflagellates including some unarmoured dinoflagellates in summer season.

Key words : 식물플랑크톤(phytoplankton), 계절변동(seasonal succession),

중심목규조(centric diatom), 무각식물성편모조류(unarmoured phytoflagellate)

## 緒 論

해양에 있어서 식물플랑크톤은 해양生態系의 基礎生産者로서 海洋生物生産의 基本礎石을 形成하고 있기에, 沿岸海域을 利用·管理하고자 하는 側面에서도 植物플랑크톤의 動態를 明確하게 하는 것은 매우 重要하다고 할 수 있다.

이같은 植物플랑크톤은 季節的으로 種의 遷移現象을 보이며, 溫帶沿岸海域에서는 봄과 가을에 두번의 blooming을 形成하고 있는 것으로 알려져 있으나(Raymont, 1980 etc), 最近 沿岸海域의 環境問題와 關聯하면서는 一定한 變化樣相이 없이 特定種에 의하여 周年 優占되는 現象들도 報告되고 있다(尹, 1992 etc).

그러기에 本稿에서는 濟州沿岸에서 하나의 定點을 選定하여 長期間 連續的인 觀測에 依하여 植物플랑크톤 種組成의 季節的인 遷移와 植物플랑크톤 群集의 季節的인 變化動態 등을 考察하여 보았다.

그리고 本 研究를 수행함에 있어서, 濟州大學校 海洋研究所의 施設이나 器具의 使用을 善處하여 주셨던 高 有峰 以前 所長님과 採水와 分析에 도움을 주신 研究所 職員들에게 深深한 謝意를 表한다.

## 材料 및 方法

濟州道 北東 沿岸에 位置하고 있는 威德浦口 防波堤 끝의 한 定點(Fig. 1)에서, 1989年 4月 부터 1990年 2月까지, 每日 午前 10시를 前後하여 表層海水를 고무바겟스를 利用하여 採水하였다. 採水된 海水에 대해서는 現場에서 水温의 測定과 함께, 實驗室에서는 鹽分의 分析과 아울러

植物플랑크톤의 種組成 및 出現細胞數를 把握하였다. 方法으로서는 水温의 境遇는 現場에서 棒狀水銀溫度界로 採水 直後에 測定하고, 鹽分은 窒酸銀을 使用한 Mohr窒酸銀 適正法(海洋觀測指針, 1974; Strickland and Parsons, 1972)에 準해 分析했다.

植物플랑크톤의 種組成과 出現細胞數는 週 3 回의 間隔으로 500ml의 生海水를 實驗室에 Pore Size가  $0.45\mu\text{m}$ 인 Membrane Filter(直徑 45 $\mu\text{m}$ )를 가지고, 自由落下에 의한 方法으로 濾過시켜, 最終 濃度가 10ml가 되도록 濃縮했다(飯塚, 1986). 種의 同定과 出現細胞數의 計數

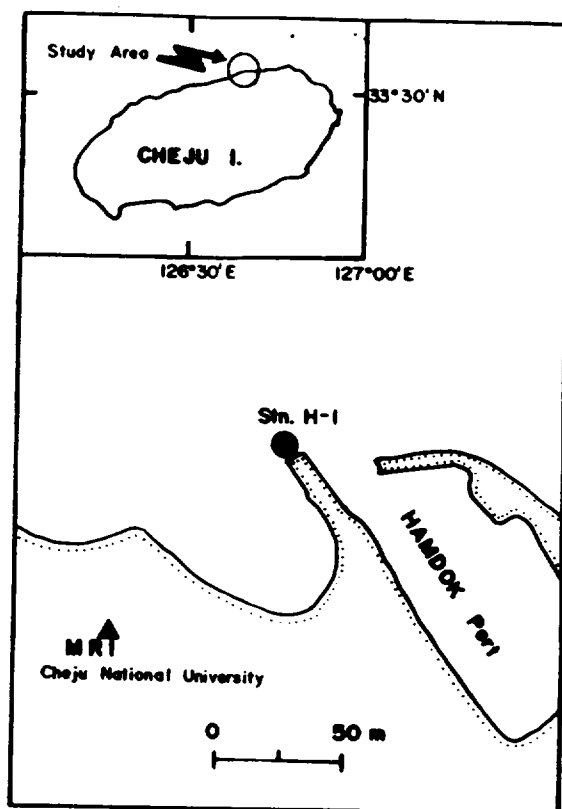


Fig. 1. Map showing sampling station

에는 濃縮된 試料 0.1ml를 Pipet Man으로 正確히 計數板에 採取해, 光學顯微鏡 下에서 檢鏡과 計數를 실시하였다. 出現細胞數는 前述과 같은 檢鏡과 計數를 同一 標本에 대해 2회 反復 實施하여, 그의 平均값을 취했다.

그리고, 檢鏡과 計數에 있어서는 無殼鞭毛藻類의 경우는 固定劑로 固定을 하였을 때에는 쉽게 細胞가 破壞되어 버리며, 또한 살아있는 細胞는 增殖速度가 빠르기 때문에, 採水後 6時間 이내에 檢鏡과 計數를 完了했다.

植物플랑크톤 種의 同定과 分類體制의 整理에는 Kofoid and Swezy(1921), Cupp(1943), Parke and Dixon(1976), 山路(1979), Abe(1981), Hartley(1986) 및 福代等(1990)에 준하여 檢鏡을 實施하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 水溫과 鹽分

Fig. 2는 調查期間 中 咸德浦口에서의 水溫과 鹽分의 日變化를 나타내고 있는 것이다. 水溫의 年變化幅은 最低 11.4°C(1月 19-21日)에서 最高 27.3°C(8月 12日)로 變化하고 있어, 15.9°C의 年較差를 나타내고 있다. 變化傾向은 1月以後 漸次上昇하여 8월에 最大값을 보인 後 徐徐히 下降하는 傾向을 보이고 있다. 特히 6月에서 7月사이의 期間에서 水溫의 上昇率이 높은 傾向을 보이고 있다(尹等, 1990 參照).

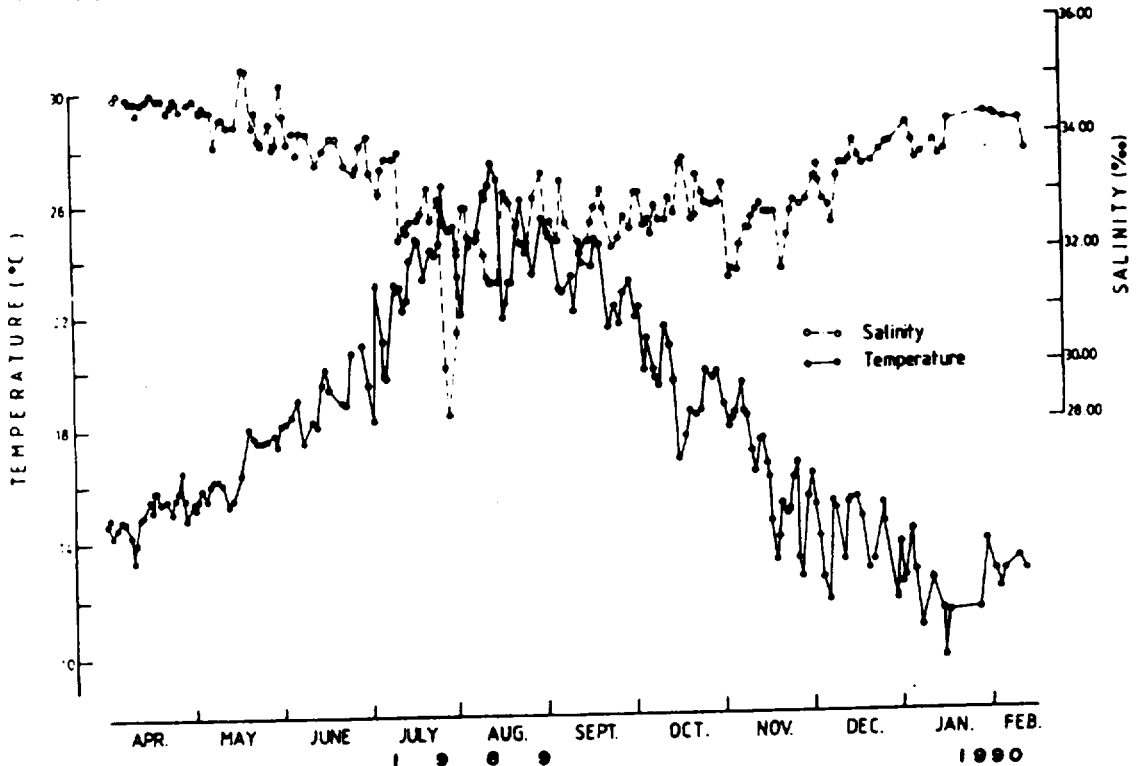


Fig. 2. Variation of water temperature (°C) and salinity (‰) in the Hamdok port from April 1989 to February 1990.

그리고, 염분의 변화폭은 調査期間 中에 最低 29.2% (7월 27일)에서 最高 35.4% (5월 21일)로 變化하고 있으나, 全般的인 變化傾向은 低水温기에 34% 以下の 낮은 鹽分濃度를 보이고 있다(尹 等, 1990 參照).

## 2. 植物플랑크톤의 季節變化

### (1) 植物플랑크톤의 出現種

調査期間 中에 出現이 確認된 植物플랑크톤의 種은 6個의 植物綱에 걸쳐 69屬 120種이 同定되었다. 內容 別로는 藍藻類가 1屬 1種, 渦鞭毛藻類가 21屬 45種, 硅酸質鞭毛藻類가 3屬 3種, 珪藻類가 42屬 69種, 라피도藻類가 1屬 1種, 그리고 淡水産 綠藻類가 1屬 등으로 매우 多様な 種의 出現樣相을 보이고 있었고, 未同定된 種까지 合하면 150余種이 出現이 確認되었다(Appendix. 1). 그리고 出現種의 季節的인 變化는 봄과 여름철의 高水温期에 매우 多様하게 出現하는 樣相을 보이고 있는 것에 反해, 低水温期에는 一部 珪藻類에 極限하여 出現하고 있었다.

특히 渦鞭毛藻類(Dinoflagellates) 中の *Oxyphysis*, *Amphidinium*, *Cochlodinium*, *Torodinium*, *Nematodinium*, *Katodinium* 屬과 硅酸質鞭毛藻類의 *Ebria* 屬 그리고, 珪藻類의 *Streptotheca* 屬 등은 本 研究에서 처음으로 濟州沿岸海域에 出現하고 있는 植物플랑크톤(李, 1979; 高와 全, 1984; 이 등, 1989; 이, 1989; 李 等, 1990; 이와 좌, 1990; 이 등, 1991; 尹 等, 1991)으로 報告하고 있는 種들이 다.

### (2) 植物플랑크톤의 優占種

出現 植物플랑크톤 種組成 中에 優占種으로

出現하고 있는 種은 全調査期間에 걸쳐서 中心目 珪藻類인 *Skeletonema costatum*과 *Chaetoceros* 屬에 의하고 있고, 全般的인 變化樣相은 봄과 여름철인 水温上昇時期와 高水温期에 一部 特定種의 生物에 의하여 優占되고 있으나, 低水温期에는 特別히 優占種으로 出現하고 있는 生物種은 把握되지 않았다(Table 1).

이들을 內容別로 살펴 보면 봄과 가을에는 全出現 植物플랑크톤 中에 珪藻, 特히 中心目 珪藻類에 의하여 優占되는 比率이 높은 反면, 植物性 鞭毛藻類나 羽狀目 珪藻類에 의한 優占率은 낮으며, 出現細胞數도 他季節에 比하여 높게 나타나고 있다(尹 等, 1990). 이는 溫帶海域에서 冬季 水塊의 上下 混合이후 봄철 表面海水의 水温上昇에 따른 成層과 함께, 一般的으로 觀察될 수 있는 봄철의 珪藻類 大發生(spring bloom) (cf. Parsons et al., 1984 etc)이 本海域에서도 發生하고 있는 것을 意味하는 것으로 判斷된다.

그러나 水温의 急上昇하는 6월부터 夏季에 걸쳐서는 珪藻類에 의한 優占 比率보다는 植物性 鞭毛藻類에 의한 比率이 높게 나타나고 있으며, 珪藻類에서도 中心目보다 大部分의 底棲性 珪藻類를 包含하고 있는 羽狀目 珪藻類의 出現이 높은 傾向을 나타내었다(尹 等, 1990).

이같이 季節에 따라 珪藻類에서 植物性 鞭毛藻類로 種의 遷移하는 理由로서, 角皆(1979), Tsunogai and Watanabe(1983) 등은 海水 中에 溶存하고 있는 silicate 濃度の 差異, 즉 봄철 珪藻類의 大發生으로 溶存하고 있는 珪藻類에 의하여 모두 吸收·消耗하여 버림으로서 夏季 高水温期の 植物플랑크톤 種組成은 silicate를 必要로 하지 않은 植物性 鞭毛藻類로 遷移한다고 주장하고 있다. 그러나 本 調査海域에 隣接한 沿岸에서 營養鹽類의 季節的인 變化의

Table 1. The change of dominant species in the Hamdok port.

Month	Dominat	Species
April	<i>Chaetoceros</i>	<i>debilis</i>
	Ch.	<i>diadema</i>
	<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>
	<i>Nitzschia</i>	<i>pungens</i>
	<i>Thalassiosira</i>	<i>rotula</i>
May	S.	<i>costatum</i>
	Ch.	<i>debilis</i>
	Ch.	<i>diadema</i>
	<i>Heterosigma</i>	<i>akashiwo</i>
	<i>Eutreptiella</i>	sp.
June	S.	<i>costatum</i>
	Het.	<i>akashiwo</i>
	<i>Prorocentrum</i>	<i>triestinum</i>
	Eut.	sp.
	<i>Gymnodinium</i>	spp.
July	Ch.	<i>diadema</i>
	Pro.	<i>triestinum</i>
	Het.	<i>akashiwo</i>
	S.	<i>costatum</i>
	<i>Gyrodinium</i>	<i>fissum</i>
August	Eut.	sp.
	Pro.	<i>triestinum</i>
	S.	<i>costatum</i>
	<i>Thalassionema</i>	<i>nitzschoides</i>
	<i>Rhizosolenia</i>	<i>flagellissima</i>
September	S.	<i>costatum</i>
	Ch.	<i>diadema</i>
	Ch.	<i>compressum</i>
	Gymo.	sp.
	Gyro.	sp.
October	Ch.	<i>compressum</i>
	Ch.	<i>diadema</i>
	Gyro.	sp.
	Eut.	spp.
	<i>Neodelphineis</i>	<i>pelagica</i>
November	None	
	S.	<i>costatum</i>
	<i>Ditylum</i>	<i>brightwellii</i>
December	Rh.	<i>stoltherforthii</i>
	None	
January	<i>Licmophora</i>	<i>abbreviata</i>
February	<i>Bacillaria</i>	<i>paxillifer</i>

調査에서, 4月과 6월에 나타나는 silicate의 濃度에는 큰 差異가 없는 것(朴, 1984) 등으로 부터는 本 海域에서 珪藻類에서 植物性 鞭毛藻類로의 優占種 遷移가 silicate의 濃度變化에 의한 것이라는 데에는 批判的이나(尹, 1992), 여기에서는 種의 遷移에 대한 原因이 糾明을 分明하게 할 수가 없었다.

### (3) 植物플랑크톤의 出現細胞數

調査期間 中에 出現하고 있는 植物플랑크톤 細胞數의 變化는 4-5月の 期間에는, *Ch. debilis*, *Ch. diadema*, *S. costatum* 등의 中心目 珪藻類에 依해  $10^5$  cells/l 以上の 높은 出現量을 보이다가, 水温上昇期와 여름철에는  $10^4$  cells/l 程度の 比較的 낮은 出現細胞數를 보이고 있다. 그러나, 再次 9-10月の 水温 降下期에는 珪藻類에 依하여  $10^5$  cells/l 内外의 比較的 높은 出現細胞數를 보이다가, 겨울철인 低水温期에는  $10^3$  cells/l 程度の 매우 낮은 出現細胞數를 나타내고 있다(Fig. 3). 이같은 出現樣相은 温帶海域의 外洋域에서 一般的으로 觀察되어지고 있는 봄과 가을 철에 珪藻類에 의한 bloom에 의한 것이라 判斷되었다(Raymont, 1980; Parsons et al., 1984 etc).

또한, 調査期間 中の 植物플랑크톤 出現細胞數의 變化幅은 最大出現細胞數  $2.4 \times 10^6$  cells/l (6月 1日, *S. costatum*)에서 最少  $4.1 \times 10^3$  cells/l (1月 4日)의 範圍로 約  $10^3$  cells/l의 差異를 나타내고 있었다. 이같이 本 海域에서 調査期間 동안 出現이 確認되고 있는 出現細胞數는 富營養化가 상당히 進行된 沿岸海域과 比較하여서는 봄철 大發生(spring bloom)時를 除外하고는 매우 낮은 植物플랑크톤 出現細胞數라고 할 수 있으나(飯塚, 1985), 濟州道 周邊海域의

營養狀態가 貧營養의 淸淨海域(최 등, 1989)을 考慮하면, 本 研究서 記錄되고 있는 植物플랑크톤의 出現細胞數는 매우 높은 密度라고도 할 수 있다.

그리고 本 研究에서 最高 出現細胞數로 記錄되고 있는  $2.4 \times 10^6$  cells/l의 出現密度는 지금까지 濟州 沿岸海域에서 最高 出現量으로 報告되고 있는  $10^5$  cells/l 内外의 出現細胞數(고·전, 1984; 이 등, 1989)에 比하면 約 十개의

오더가 더 높은 값이라 할 수 있다. 그러나, 最近 濟州沿岸海域에서도 赤潮發生이 報告되고 있고, 多數의 赤潮原因生物의 出現이 報告되어, 極限의인 海域이기는 하나 一部 港·浦口의 안쪽 海域에서는 高水温期에  $10^7$  cells/l 以上の 密度로서 植物플랑크톤이 出現하고 있음이 報告되고 있는 것(尹 등, 1991)으로 부터  $10^6$  cells/l 程度의 出現密度는 通常의으로 觀察할 수 있는 範圍로 判斷되어 진다.

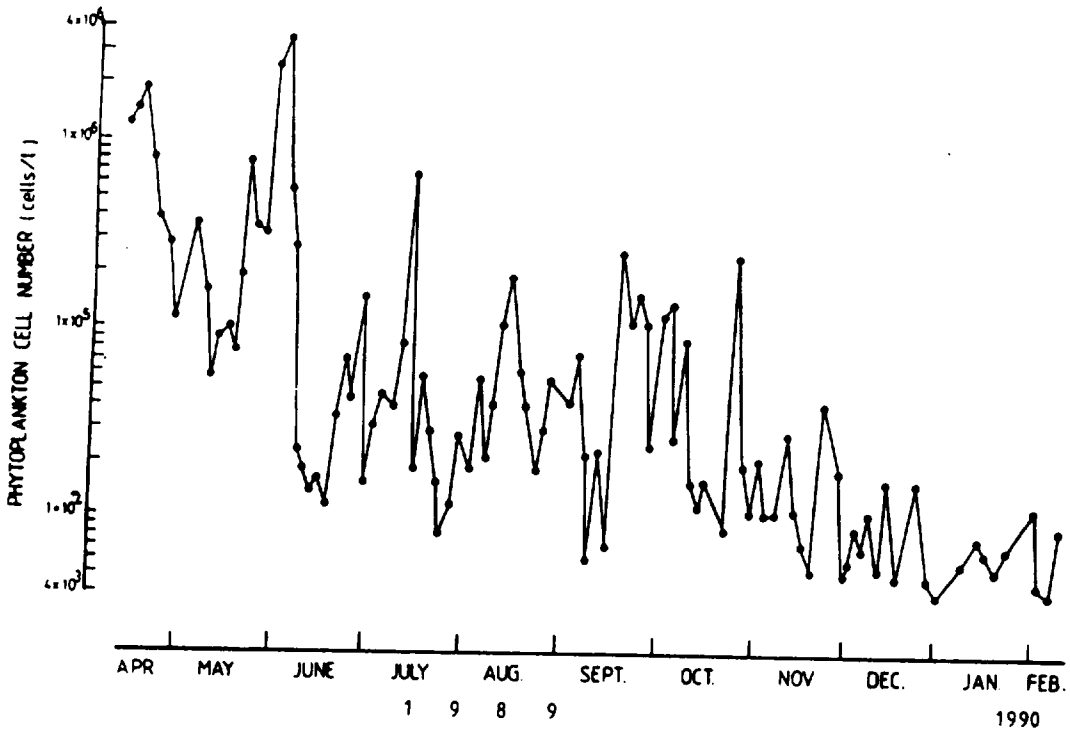


Fig. 3. Change of total phytoplankton cell number (cells/l) in the Hamdok port from April 1989 to February 1990.

種組成別로는 珪藻類의 出現變化는 全體 植物플랑크톤의 變化와 매우 類似하고, 植物性 鞭毛藻類의 出現細胞數는 最高值  $1.4 \times 10^5$  cells/l (6월 29일)에서 最低值 200 cells/l (1월 19일)

로 變化하고 있으며, 5에서 8까지의 水温上昇期와 高水温期에는  $10^4$  cells/l 以上の 높은 出現細胞數를 보이고 있는 것에 反해, 冬節期에는  $10^3$  cells/l 内外의 낮은 出現密度를 나타내고 있

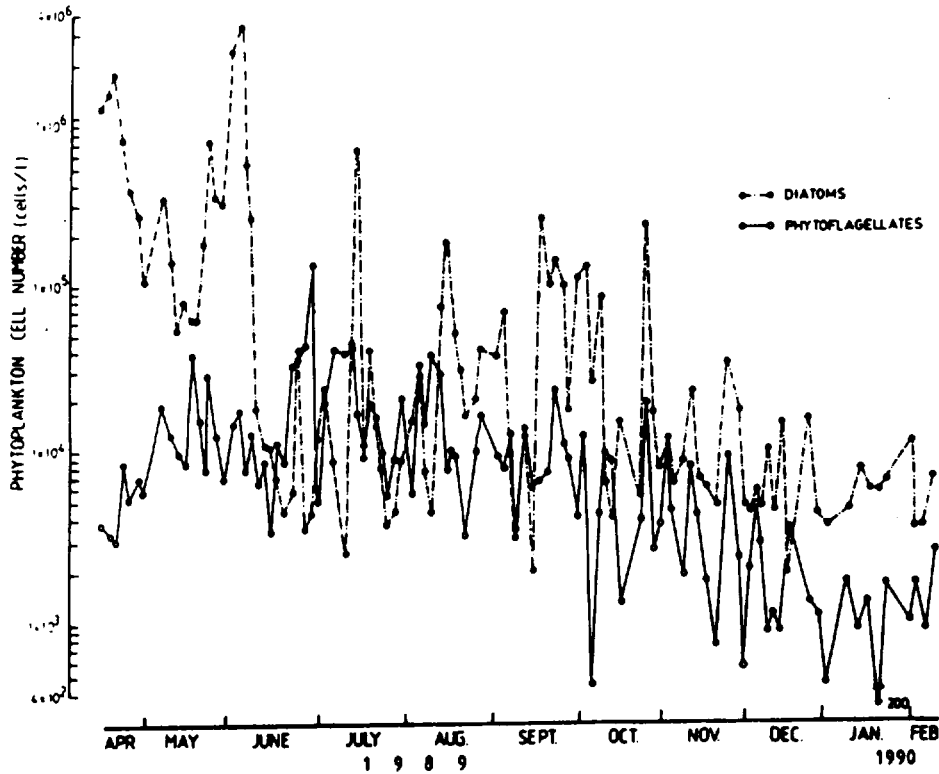


Fig. 4. Change of species compositions (cells/l) in the Hamdok port from April 1989 to February 1990. (Closed circle; diatom, Open circle; Phytoflagellates)

다(Fig. 4). 이같은 결과로부터 본 海域에서의 高水温期 植物플랑크톤 群集動態를 把握하는 데에는 植物性 鞭毛藻類의 動態 把握이 매우 重要함을 나타내고 있는 事項이라 하겠다.

#### (4) 植物性 鞭毛藻類의 出現動態

前項에서도 言及했듯이 본 海域에서의 植物플랑크톤 出現細胞數의 季節的 變化에서 全體의 調查期間을 통하여 考察할 때에는 珪藻類의 出現細胞數의 變化에 그 出現量이 支配되고 있다고 할 수 있으나, 水温 急上昇期인 6월 부터 여름철 高水温期에 珪藻類의 出現細胞數보다도

植物性 鞭毛藻類의 出現變化에 의해 全體 植物플랑크톤의 出現量이 支配되고 있다고 할 수 있었다(Fig. 5).

또한 본 海域에서의 春·夏季 植物性 鞭毛藻類의 組成은 그 構成種 相當數가 標本採集이나 保存過程에서 破壞되거나 變形되기 쉬운 無殼의 鞭毛藻類에 의해 占有되고 있는 것으로 알려져 있다(尹 等, 1990). 이로 부터 沿岸海域에서 植物플랑크톤의 動態를 把握함에 있어 高水温期에는 이들 植物性 鞭毛藻類가 相當部分 漏落되어 評價에서 除外되고 있는 것으로 判斷되어 졌다.

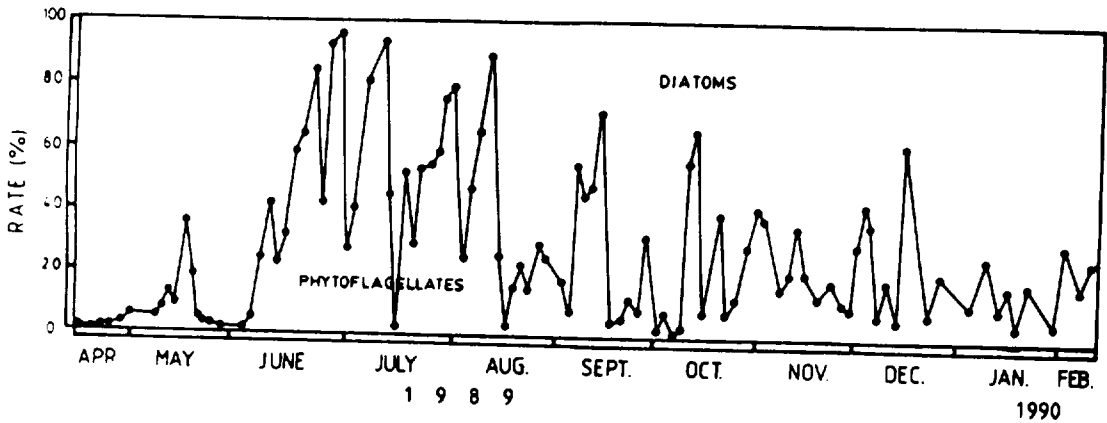


Fig. 5. The rates of diatoms and phytoflagellates on total cell number of phytoplankton in the Hamdok port.

## 結 論

以上과 같은 결과로서 濟州沿岸海域에 出現하고 있는 植物플랑크톤의 種組成은 매우 多樣한 것으로 보아지며, 植物플랑크톤의 出現細胞數도 高水溫期에는 매우 높게 나타나고 있는 것을 알 수 있었다.

그리고, 植物플랑크톤 出現 細胞數의 季節變化는 年중 大部分 珪藻類의 出現量에 의해 支配되고 있는 比率이 높게 나타나고 있으나, 高水溫期에는 渦鞭毛藻類 등 植物性 鞭毛藻類이 出現比率이 매우 높게 나타나고 있어 지금까지 濟州沿岸海域에서 調查報告된 內容들(이, 1989, 李 等, 1990)과는 相反되고 있다.

이 같이 相反되는 結果의 差異는 濟州沿岸海域의 경우, 高水溫期의 植物플랑크톤의 出現量에 寄與하고 있는 植物性 無殼 鞭毛藻類의 比率이 매우 높음에도 불구하고, 古典的인 플랑크톤의 調查方法에 의하여 이들 植物性 鞭毛藻類중에서 無殼鞭毛藻類의 出現量 相當部分이 漏落

되어, 그 時期의 플랑크톤의 群集의 出現量을 過少 評價되고 있는 것으로 判斷되어 진다.

따라서, 앞으로 沿岸海域의 植物플랑크톤 群集의 研究에 있어서는 이 같은 事項을 여러가지 類似項目의 測定·分析 값의 比較·檢討를 通하여 確實한 比率의 程度를 把握해야만 할 課題라고 思料된다.

## 參 考 文 獻

- Abe, T., 1981. Studies on the family Peridinidae an unfinished monograph of the armoured dinoflagellata. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., Special Publ. Ser. Vol. 6, 409 pp.
- Cupp, E. E., 1943. Marine plankton diatoms of west coast of North America. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. California, La Jolla, Tech. Ser. Vol. 5(1), 237 pp.



- 福代 康夫·高野 秀昭·千原 光雄·松岡 數充, 1990. 日本の赤潮生物-寫眞と解説. 内田老鶴園, 東京, 407 pp.
- Hartley, B., 1986. A check-list of the freshwater, brackish and marine diatoms of the British Isles and adjoining coastal waters. J. mar. biol. Ass. U. K. 66, 531-610.
- 飯塚 昭二, 1985. 最近のわが國沿岸内湾域における植物プランクトンの出現現狀(1). 海域の最高出現細胞數に関するアンケートまとめ. 日本プランクトン學會報 32, 67-72.
- 飯塚 昭二, 1986. 植物プランクトン調査. in "沿岸環境調査マニュアル(低質. 生物編)". 日本海洋學會編. 恒星社 厚生閣, 東京, 133-176.
- Kofoed, C.A. and O. Swezy, 1921. The free-living unarmoured dinoflagellata. Mem. Univ. California, 5, 564 pp.
- 高有峰·全得山, 1984. 濟州道 三陽 沿岸域에서의 플랑크톤 研究. 濟州大學校 海洋資源研究所 研究報告, 8, 19-30.
- 李祺完, 1979. 濟州道 西歸浦沿岸 植物性 플랑크톤의 季節變化. 濟州大學 臨海研究所 研究報告, 第3號, 23-27.
- 이준백·최영찬·고유봉, 1989. 제주도 해안선 주변 식물플랑크톤의 기초생산. 韓國地球科學會誌 10, 62-67.
- 이준백, 1989. 제주도 북방 탐동연안해역 식물플랑크톤 군집의 종조성과 동태. 濟州大學校 海洋研究所 研究報告 13, 35-45.
- 李峻伯·高有峰·左宗憲, 1990. 濟州道 海岸線 周邊의 植物플랑크톤 群集의 構造와 動態. 韓國藻類學會誌 5(2), 159-171.
- 이준백·최종현, 1990. 제주도 한림항과 성산항 일대 식물플랑크톤의 군집동태. 濟州大學校 海洋研究所 研究報告, 14, 9-24.
- 李峻伯·左宗憲·金日洙, 1991. 濟州道 海岸線 周邊 附着硅藻類의 種組成 및 分布. 濟州大學校 海洋研究所 研究報告, 15, 61-72.
- 日本氣象協會 編, 1985. 海洋觀測指針. 427 pp.
- 朴吉淳, 1984. 濟州道 三陽 沿岸海水의 營養鹽類 分布에 關하여. 濟州大學校 海洋資源研究所 研究報告, 8, 9-18.
- Parke, M. and P.S. Dixon, 1976. Check-list of British marine algae. Third revision. J. mar. biol. Ass. U.K. 56, 527-594.
- Parsons, T.R., M. Takahashi and B. Hargrave, 1984. Biological Oceanographic Processes. Pergamon Press, Oxford, 330 pp.
- Raymont, J.E.G., 1980. Plankton and productivity in the oceans. (2nd ed.) Vol. 1. Phytoplankton, Pergamon Press, Oxford, 489 pp.
- Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons, 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fish. Res. Bd. Canada, Bull. 167 (2nd ed.), 310 pp.
- Thronsdon, J., 1978. Preservation and storage. In "Sournia, A. (ed.), Phytoplankton manual. Unesco, Paris, 69-74.
- 角皆 靜男, 1979. 植物プランクトン組成を決定する第一因子として溶存ケイ素. 北海道大學水産學部彙報, 30, 314-322.

- Tsunogai, M. A. and H. H. Watanabe, 1983.  
 Role of dissolved silicate in the  
 occurrence of a phytoplankton bloom.  
 J. Oceanogr. Soc. Japan 39, 231-  
 239.
- 山路 勇, 1979. 日本海洋プランクトン圖鑑(增  
 補改訂版), 保育社, 大阪, 537 pp.
- 尹良湖 · 盧洪吉 · 金暎起, 1990. 濟州道 北方,  
 咸德沿岸海域에 있어서 春 · 夏季 植物性  
 無殼鞭毛藻類의 動態 · 濟州大學校 海洋研  
 究報告, 14, 1-8.
- 尹良湖 · 盧洪吉 · 金暎起, 1991. 濟州道 沿岸  
 海域에 出現하고 있는 赤潮生物. 濟州大學  
 校 海洋研究所 研究報告, 15, 1-14.
- 尹良湖, 1992. 富營養화된 沿岸海域에 있어서  
 의 海洋環境과 赤潮生物의 出現特性. 麗  
 水水産大學 論文集 第6卷, 19~39.

Appendix 1. Systematic list of phytoplankton species at the Hamdok port from April 1989  
 to February 1990.

Division	CYANOPHYTA	
Class	CYANOPHYCEAE	
Order	NOSTOCALES	
Family	OSCILLATORIACEAE	
Genus	<i>Trichodesmium</i>	Ehrenberg, 1830
T.	<i>erythraeum</i>	Ehrenberg ex Gomot
Division	DINOPHYTA	
Class	DINOPHYCEAE	
Order	PROROCENTRALES	
Family	PROROCENTRACEAE	
Genus	<i>Prorocentrum</i>	Ehrenberg, 1833
P.	<i>compressum</i>	(Bailey) Abé ex Dodge
P.	<i>dentatum</i>	Stein
P.	<i>lima</i>	(Ehrenberg) Dodge
P.	<i>micans</i>	Ehrenberg
P.	<i>minimum</i>	(Pavillard) Schiller
P.	<i>sigmoides</i>	Böhm
P.	<i>triestinum</i>	Schiller
Order	DINOPHYSIALES	
Family	AMPHISOLENIACEAE	
Genus	<i>Oxyphysis</i>	Kofoid, 1926
O.	<i>oxytoxoides</i>	Kofoed
Family	DINOPHYSIACEAE	
Genus	<i>Dinophysis</i>	Ehrenberg, 1839
D.	<i>acuminata</i>	Claparède et Lachmann
D.	<i>infundibulus</i>	Schiller
D.	<i>rotundata</i>	Claparède et Lachmann
D.	<i>rudgei</i>	(Murray et Whitting) Abé

濟州地方, 威德沿海岸域에 있어서 植物플랑크톤 群集의 季節變動 特性

Order	GYMNODINIALES	
Family	GYMNODINIACEAE	
Genus	<i>Amphidinium</i>	Claparède et Lachmann, 1859
A.	<i>crassum</i>	Lohmann
A.	sp. cf. <i>corpuletum</i>	Kofoid et Swezy
A.	sp. cf. <i>longum</i>	Lohmann
A.	sp.	
Genus	<i>Cochlodinium</i>	Schütt, 1896
C.	spp.	
Genus	<i>Gymnodinium</i>	Stein, 1878
G.	<i>breve</i>	Davis
G.	<i>sanguineum</i>	Hirasaka
G.	spp.	
Genus	<i>Gymnodinium</i>	Kofoid et Swezy, 1921
G.	<i>falcatum</i>	Kofoid et Swezy
G.	<i>fissum</i>	(Lavander) Kofoid et Swezy
G.	<i>instriatum</i>	Freudenthal et Lee
G.	<i>spirale</i>	(Bergh) Kofoid et Swezy
G.	spp.	
Genus	<i>Torodinium</i>	Kofoid et Swezy, 1921
T.	<i>robustum</i>	Kofoid et Swezy
Family	WARNOWIACEAE	
Genus	<i>Nematodinium</i>	Kofoid et Swezy, 1921
N.	sp.	
Family	LOPHODINIACEAE	
Genus	<i>Katodinium</i>	Fott, 1957
K.	<i>glaucum</i>	(Lebour) Leoblich III
K.	<i>rotundata</i>	(Lohmann) Leoblich III
K.	sp.	
Order	PYROCYSTALES	
Family	PYROCYSTACEAE	
Genus	<i>Dissodinium</i>	Klebs ex Pascher, 1916
D.	<i>pseudolunula</i>	Swift
Family	PERIDINIACEAE	
Genus	<i>Diplopsalis</i>	Bergh, 1881
D.	sp. cf. <i>pilula</i>	Östenfeld
Genus	<i>Protoperidinium</i>	Bergh, 1881
P.	<i>bipes</i>	(Paulsen) Balech
P.	<i>crassipes</i>	(Kofoid) Balech
P.	<i>claudicans</i>	(Paulsen) Balech
P.	<i>depressum</i>	(Bailey) Balech

	<i>P.</i>	<i>oblongum</i>	(Aurivillius) Parke et Dodge
	<i>P.</i>	<i>pallidum</i>	(Östenfeld) Balech
	<i>P.</i>	<i>quinquecorne</i>	(Abé) Balech
	<i>P.</i>	<i>pellucidum</i>	Balech
	<i>P.</i>	spp.	
Family		CALCIODINELLIDACEAE	
Genus		<i>Scrippsella</i>	Balech ex Loeblich III, 1965
S.		<i>trochoidea</i>	(Stein) Loeblich III
S.		sp.	
Family		GONYAULACACEAE	
Genus		<i>Alexandrium</i>	Halim, 1960
A.		sp.	
Genus		<i>Amylax</i>	Meunier, 1910
A.		<i>triacantha</i>	(Stein) Dodge
Genus		<i>Gonyaulax</i>	Diesing, 1866
G.		<i>polygramma</i>	Stein
G.		<i>spini fera</i>	(Claparède et Lachmann) Diesing
G.		<i>verior</i>	Sournia
G.		spp.	
Genus		<i>Lingulodinium</i>	Dodge, 1989
L.		<i>polyedra</i>	(Stein) Dodge
Family		HETERAULACACEAE	
Genus		<i>Heteraulacus</i>	Diesing, 1850
H.		sp.	
Family		CERATIACEAE	
Genus		<i>Ceratium</i>	Schrank, 1793
C.		<i>furca</i>	(Ehrenberg) Claparède et Lachmann
C.		<i>kofoidii</i>	Jørgensen
C.		<i>pentagonum</i>	Jørgensen
C.		<i>setaceum</i>	Jørgensen
Family		OXYTOXACEAE	
Genus		<i>Oxytoxum</i>	Stein, 1883
O.		sp.	
Division		CHRYSOPHYTA	
Class		CHRYSOPHYCEAE	
Order		DICTYOCHALES	
Family		DICTYOCHACEAE	
Genus		<i>Dictyocha</i>	Ehrenberg, 1837
D.		<i>fibula</i>	Ehrenberg
Genus		<i>Distephanus</i>	Stöhr, 1880
D.		<i>speculum</i>	(Ehrenberg) Haeckel

濟州地方, 威德沿岸海域에 있어서 植物플랑크톤 群集의 季節變動 特性

Family	EBRIACEAE	
Genus	<i>Ebria</i>	Borgert, 1891
<i>E.</i>	<i>tripartita</i>	(Schumann) Lemmermann
Class	BACILLARIOPHYCEAE	
Order	CENTRALES	
Family	THALASSIOSIRACEAE	
Genus	<i>Lauderia</i>	Cleve,
<i>L.</i>	<i>borealis</i>	Gran
Genus	<i>Schröderella</i>	Pavillard, 1913
<i>S.</i>	<i>delicatula</i>	(Peragallo) Pavillard
Genus	<i>Skeletonema</i>	Greville, 1865
<i>S.</i>	<i>costatum</i>	(Greville) Cleve
Genus	<i>Thalassiosira</i>	Cleve, 1889
<i>T.</i>	<i>rotula</i>	Meunier
<i>T.</i>	spp.	
Family	MELOSIRACEAE	
Genus	<i>Corethron</i>	Castracane, 1886
<i>C.</i>	<i>criophilum</i>	Castracane
<i>C.</i>	<i>pelagicum</i>	Brun
Genus	<i>Leptocylindrus</i>	Cleve, 1889
<i>L.</i>	<i>danicus</i>	Cleve
Genus	<i>Melosira</i>	Agradh, 1824
<i>M.</i>	spp.	
Family	COSCINODISCACEAE	
Genus	<i>Coscinodiscus</i>	Ehrenberg, 1883
<i>C.</i>	spp.	
Family	HELIOPELTACEAE	
Genus	<i>Actinoptychus</i>	Ehrenberg, 1841
<i>A.</i>	<i>senarius</i>	(Ehrenberg) Ehrenberg
Family	RHIZOLENIAACEAE	
Genus	<i>Guinardia</i>	Peragallo, 1892
<i>G.</i>	<i>flaccida</i>	(Castracane) Peragallo
Genus	<i>Rhizosolenia</i>	Brightwell, 1858
<i>R.</i>	<i>alata</i>	Brightwell
<i>R.</i>	<i>alata f. gracillima</i>	(Cleve) Grunow in Van Heurck
<i>R.</i>	<i>calar-avis</i>	Schultze
<i>R.</i>	<i>flagillissima</i>	Bergon
<i>R.</i>	<i>setigera</i>	Brightwell
<i>R.</i>	<i>stolther forthii</i>	Peragallo
<i>R.</i>	<i>styliformis</i>	Brightwell
<i>R.</i>	spp.	

Family	BIDDULPHIACEAE	
Genus	<i>Biddulphia</i>	Gray, 1821
B.	<i>biddulphiana</i>	(Smith) Boyer
Genus	<i>Cerataulina</i>	Peragallo, 1892
C.	sp.	
Genus	<i>Climacodium</i>	Grunow, 1867
C.	<i>flauenfeldianum</i>	Grunow
Genus	<i>Ethmodiscus</i>	Castrancane
E.	<i>grazallae</i>	(Janisch) Hustedt
Genus	<i>Eucampia</i>	Ehrenberg, 1839
E.	<i>zodiacus</i>	Ehrenberg
Genus	<i>Hemiaulus</i>	Ehrenberg, 1844
H.	<i>hauckii</i>	Grunow ex Van Heurck
H.	<i>sinensis</i>	Greville
Genus	<i>Trigonium</i>	Cleve, 1868
T.	sp.	
Family	CHAETOCERACEAE	
Genus	<i>Bacteriastrum</i>	Shadbolt, 1854
B.	<i>furcatum</i>	Shadbolt
B.	sp.	
Genus	<i>Chaetoceros</i>	Ehrenberg, 1844
Ch.	<i>affinis</i>	Lauder
Ch.	<i>atlanticus</i>	Cleve
Ch.	<i>breves</i>	Schütt
Ch.	<i>castracanei</i>	Karsten
Ch.	<i>compressum</i>	Lauder
Ch.	<i>deci piens</i>	Cleve
Ch.	<i>diadema</i>	(Ehrenberg) Gran
Ch.	<i>dibilis</i>	Cleve
Ch.	<i>dichaeta</i>	Ehrenberg
Ch.	<i>didymus</i>	Ehrenberg
Ch.	<i>distance</i>	Cleve
Ch.	<i>diversus</i>	Cleve
Ch.	<i>frichei</i>	Hustedt
Ch.	<i>indicus</i>	Karsten
Ch.	<i>lorenzianus</i>	Grunow
Ch.	<i>pelagicus</i>	Cleve
Ch.	<i>pendulus</i>	Karsten
Ch.	<i>peruvianus</i>	Brightwell
Ch.	<i>pseudocurvisetus</i>	Mangin
Ch.	<i>rostratus</i>	Lauder
Ch.	<i>socialis</i>	Lauder
Ch.	<i>van heurckii</i>	Gran
Ch.	spp.	

濟州地方, 威德沿岸海域에 있어서 植物플랑크톤 群集의 季節變動 特性

Family	LITHODESMIACEAE	
Genus	<i>Ditylum</i>	J. W. Bailey, 1861
D.	<i>brightwell</i>	(West) Grunow ex Van Heurck
Genus	<i>Lithodesmium</i>	Ehrenberg, 1840
L.	<i>undulatum</i>	Ehrenberg
Genus	<i>Streptotheca</i>	Shrubsole, 1891
S.	<i>tamesis</i>	Shrubsole
Family	EUPODISACEAE	
Genus	<i>Odontella</i>	Agardh, 1832
O.	<i>aurita</i>	(Lyngbye) Agardh
O.	<i>mobiliensis</i>	(J. W. Bailey) Grunow
O.	sp.	
Order	PENNALES	
Family	DIATOMACEAE	
Genus	<i>Asterionella</i>	Hassall, 1850
A.	<i>glacialis</i>	Clastrancane
A.	<i>kariana</i>	Grunow in Cleve et Grunow
Genus	<i>Climacosphenia</i>	Ehrenberg
C.	<i>moniligera</i>	Ehrenberg
Genus	<i>Diatoma</i>	Bory, 1824
D.	sp. cf. <i>vulgare</i>	Bory
Genus	<i>Grammatophora</i>	Ehrenberg, 1840
G.	<i>hamurifera</i>	Kützing
G.	<i>marina</i>	(Lyngbye) kützing
G.	<i>oceanica</i>	Ehrenberg
Genus	<i>Licmophora</i>	Agardh, 1827
L.	<i>abbreviata</i>	Agardh
Genus	<i>Neodelphineis</i>	Takno, 1982
N.	<i>pelagica</i>	Takano
Genus	<i>Rhabdonema</i>	Kützing, 1844
R.	<i>adriaticum</i>	Kützing
Genus	<i>Striatella</i>	Agardh, 1832
S.	<i>unipunctata</i>	(Lyngbye) Agardh
Genus	<i>Thalassionema</i>	Grunow ex Hustedt, 1932
T.	<i>nitzschioides</i>	(Grunow) Grunow ex Hustedt
Genus	<i>Thalassiothrix</i>	Cleve et Grunow, 1880
T.	<i>flaunfeldii</i>	(Grunow) Grunow ex Cleve et Grunow
Family	ACHNANTHACEAE	
Genus	<i>Cocconeis</i>	Ehrenberg, 1838
C.	sp.	

Family	NAVICULACEAE	
Genus	<i>Amphora</i>	Ehrenberg ex Kützing
A.	sp.	
Genus	<i>Diploneis</i>	Ehrenberg ex Cleve, 1894
D.	sp.	
Genus	<i>Navicula</i>	Bory, 1822
N.	sp.	
Family	NITZSCHIACEAE	
Genus	<i>Bacillaria</i>	Gmelin ex Linnaeus, 1788
B.	<i>paxillifer</i>	(Müller) Hendeby
Genus	<i>Cylindrotheca</i>	Rabenhorst, 1859
C.	<i>closterium</i>	(Ehrenberg) Reimen et Lewin
Genus	<i>Nitzschia</i>	Hassall, 1845
N.	<i>longissima</i>	(Brebison ex Kützing) Grunow
N.	<i>pungens</i>	Grunow ex Cleve
N.	<i>seriata</i>	Cleve
Family	SURIRELLACEAE	
Genus	<i>Surirella</i>	Turpin, 1824
S.	<i>fastuosa</i>	Ehrenberg
Class	RAPHIDOPHYCEAE	
Order	RAPHIDOMONADALES	
Family	VACUOLARIACEAE	
Genus	<i>Heterosigma</i>	Hada ex Hara et Chihara, 1987
H.	<i>akashiwo</i>	(Hada) Hada
Division	EUGLEOPHYTA	
Class	EUGLEOPHYCEAE	
Order	EUTREPTIALES	
Family	EUTREPTIACEAE	
Genus	<i>Eutreptiella</i>	Da Cuhna, 1914
E.	<i>gymnastica</i>	Thronsen
E.	spp.	
Division	CHLOROPHYTA	
Class	CHLOROPHYCEAE	
Order	ZYGNEMATALES	
Family	DESMIDIACEAE	
Genus	<i>Staurastrum</i>	Meyen
S.	sp. *	

The symbol(\*) indicated the species in fresh water