

논 發生 淡水藻類에 關한 研究

IV. 輪藻類, 유그레나類 및 矽藻類의 同定

李漢圭 · 朴載邑 · 柳甲喜 · 李正云 · 朴英善\*

Fresh-water Algae Occurred in Paddy Rice Fields

IV. Identification of Stoneworts, Euglenoids and Diatoms

Lee, H. K., J. E. Park, G. H. Ryu, J. O. Lee and Y. S. Park\*

ABSTRACT

The identification of the stoneworts, euglenoids and diatoms which were collected from paddy rice fields was conducted in 1991. In the division Charophyta, *Chara braunii* Gmelin was identified. Two species in the genus *Euglena*, 1 species in the genus *Phacus* and 3 species in the genus *Trachelomonas* were identified in the division Euglenophyta. The total number of species identified as the diatoms was 21 species in 6 families including 5 species in the Coscinodisceaceae, 3 species in the Fragilariaceae, 1 species in the Acanthaceae, 9 species in the Naviculaceae, 1 species in the Cymbellaceae and 2 species in the Nitzschaceae. Generally, a concentrated population of *Euglena* on paddy water caused green water blooms, but the color of the water blooms at the cyst formation stage was changed to red. In soil flakes with brown tint, the diatoms belonging to the order Pennales were numerous in microscopic view.

Key words : stoneworts, euglenoids, diatoms, soil flakes, water blooms, algae identification.

緒 言

輪藻類(stoneworts)는 논에 發生하는 藻類 中에서 가장 大型으로서 年中 水가 있고 연못이나 用排水路 等에도 많다. 輪藻類는 培養이 容易하여 實驗材料로 많이 利用된다<sup>2,6)</sup>. 유그레나類(euglenoids)는 全國적으로 고르게 分布되어 있는 浮游性 藻類로서 논에서 흔히 水花現像(water bloom)을 일으킨다. 矽藻類(diatoms)도 全國에 均一分布하고 있으며 논에서 피분(肥皮, 表土剝離)을 일으키는 主要原因이 되는 藻類이다<sup>7)</sup>.

輪藻類, 유그레나類, 矽藻類는 一般的으로 各 植物門(division)으로 取扱하고 있다. 그러나 一部 學者에 따라서는 輪藻類와 유그레나類를 綠藻植物門(Chlorophyta)에, 矽藻類를 金藻類

(Chrysophyta)에 包含하여 各各을 綱(class)으로 取扱하기도 한다<sup>1)</sup>.

輪藻類는 受精 發芽時 感數分裂을 하는 等下等植物의 特性을 가지고 있는 반면 莖部와 假根部로 區分되고 光合成 色素로서 葉綠素a, b를 가지고 있고 同化產物이 澱粉이라는 點 等 高等植物과 같은 特性이 있다. 輪藻類는 陰地植物의 特性을 가지고 있어서 深水나 暗條件에서도 잘 자란다<sup>1,4)</sup>.

유그레나類는 항상 單細胞性으로서 群生을 하는 境遇에도 群體는 만들지 않는다. 光合成 色素는 高等植物과 같이 葉綠素 a, b이지만 同化產物은 paramylon이다<sup>1,4)</sup>. Paramylon의 形態는 棒狀 또는 圓盤狀 等 여러가지가 있으나 種에 따라 一定하기 때문에 種의 識別에 利用된다. 유그레나類에는 鞭毛(flagellum)가 없는 種도 있으나

\* 農藥研究所 Agricultural Chemicals Research Institute, RDA, Suwon 441-707, Korea. <1992. 7. 24 接受>

大部分은 1~2개의 鞭毛가 있으며 活發한 運動을 한다.

硅藻類는 中心硅藻와 羽狀硅藻의 2個目(order)으로 分類되지만 논에서 괴물을 일으키는 土壤中에는 羽狀硅藻가 많다<sup>7)</sup>. 顯微鏡으로 본 硅藻는 도시락 모양으로 上殼과 下殼이 단혀 있는 2殼構造로 되어 있다. 體色는 普通 褐色이나 黃色을 띄고 있으며 光合成 色素는 葉綠素 a, c이고 同化 直接產物은 油脂(oil)이다. 硅藻類가 크게 繁殖하면 光合成에 의해서 生産되는 酸素가 氣胞을 만들고 氣胞은 浮力을 일으켜 表土가 물위에 뜨게 된다.<sup>9,10)</sup>

논藻類의 効果적인 防除를 위해서는 藻類의 生態의 特性이 究明되어야 하고 이를 위해서는 藻類의 同定이 先行되어야 할 것이다. 今後 直播栽培 等 栽培環境의 變化에 따른 問題點을 解決하기 爲하여 藍藻類, 綠藻類의 同定에 이어 輪藻類, 유그레나類 및 硅藻類에 對한 同定을 하였던 바를 이에 報告하고자 한다.

### 材料 및 方法

논에 發生하는 輪藻類, 유그레나類, 硅藻類의 同定에 使用된 試料은 논藻類 分布調査를 위해 1991년 全國 5個 地帶(南部 平野地, 中北部 平野

地, 中部 山間地, 東部 高冷地, 西海岸 干拓地) 10個 地域에서 採集한 藻類와 京畿 水原 近郊에서 採土한 논흙에서 自然發生한 藻類를 對象으로 하였다.

全國에서 採集한 藻類는 바로 同定에 着手하였으며 논흙에서 發生시킨 境遇에는 前年度 가을에 採土한 土壤을 保管해 두었다가 포트에 채우고 澆水한 後 溫室에서 施肥條件을 多樣하게 하여 各種 藻類의 發生을 誘發하였다. 한 포트 內에 異種의 群集이 肉眼으로 發見되면 즉시 새로운 포트에 分離 增殖시키면서 同定하였다.

藻類의 顯微鏡 觀察은 種類나 生活史 等에 따라 倍率을 달리 하였으며 주로 40~400倍의 倍率로 檢鏡하였다. 必要時에는 形態의 特徵 等を 描寫 또는 記述하고 顯微鏡 寫眞 撮影을 하여 正確한 同定이 되도록 하였다.

藻類의 同定에는 주로 日本 淡水藻圖鑑<sup>5)</sup>과 韓國動植物 圖鑑 淡水藻類篇<sup>3)</sup>을 利用하여 檢索하였고 繁殖生態 等에는 藻類學 總說<sup>4)</sup>, Introduction to the Algae<sup>1)</sup> 等を 利用하였다.

### 結果 및 考察

#### 1. 輪藻類(stoneworts)

논에 發生하는 輪藻植物門(Charophyta)으로

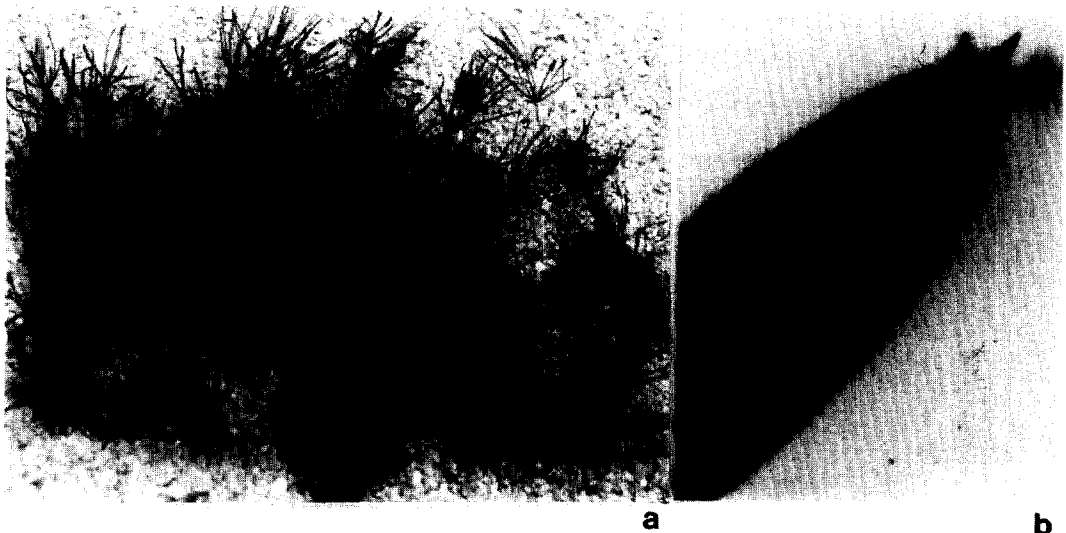


Fig. 1. Characeae.  
(a) Growth habit of *Chara braunii* GMELIN  
(b) Apical shoot of *C. braunii*, ×40.

分類된 種은 쇠뜨기말(*Chara braunii*) 1種 뿐이었다(表 1). 쇠뜨기말은 논에 發生하는 藻類 中에서는 가장 大型으로서 크기가 40cm까지 된다(그림 1a). 植物體는 1列의 主軸細胞와 각 마디서 나와 있는 輪生枝로 되어 있다. 輪生枝는 分枝하지 않으며 附着部는 多細胞의 假根으로 되어 있다. 主軸細胞의 마디에 發生하는 輪生枝는 8~11個이고 3~4마디로 되어 있다. 各 輪生枝의 끝에는 거의 같은 길이의 苞(bract)가 모여 冠狀으로 되어 있다(그림 1b).

쇠뜨기말은 雌雄同株로서 輪生枝의 下部節에

雌器와 雄器가 붙어있다. 雌器는 雄器보다 3倍程度 크고 10個의 螺線이 있다. 쇠뜨기말은 주로 淡水에 棲息하지만 鹽分濃度가 높은 干拓地에도 發生하고 水素이온 濃度로 보아 中性을 좋아하지만 弱알카리性에서도 잘 자라는 것으로 報告되고 있다. 輪藻類는 陰地植物로서 깊은 물속이나 어두운 곳에서도 잘 자라는 特性이 있다<sup>1,4)</sup>. 輪藻類에는 輪藻目에 쇠뜨기말科(*Characeae*) 뿐이다<sup>5)</sup>.

## 2. 유그레나類(euglenoids)

논에 發生하는 유그레나類로서 유그레나植物門

**Table 1.** Stoneworts(Charophyta), euglenoids(Euglenophyta) and diatoms(Bacillariophyta) occurred in paddy rice fields.

Family	Speies
Charophyta	
Characeae	<i>Chara braunii</i> GMELIN
Euglenophyta	
Euglenaceae	<i>Euglena proxima</i> DANGEARD <i>E. pascheri</i> SWIRENKD <i>Phacus triquetus</i> (EHRENBERG) DUJARDIN <i>Trachelomonas armata</i> (EHRENBERG) STEIN var. <i>ovata</i> SWIRENKO <i>T. superba</i> (SWIRENKO) DEFLANDRE var. <i>spinosa</i> PRESCOTT <i>T. klebsi</i> DEFLANDRE
Bacillariophyta	
Coscinodiscaceae	<i>Coscinodiscus gigas</i> EHRENBERG <i>C. nodulifer</i> A. SCHMIDT <i>Stephanodiscus carconensis</i> GRUNOW <i>Cyclotella comta</i> (EHRENBERG) KUETZING <i>C. bodanica</i> EULENST
Fragilariaceae	<i>Fragilaria capucina</i> DESMAZIERE <i>Synedra acus</i> KUETZING var. <i>radians</i> (KUETZING) HUSTEDT <i>Thalassiothrix nitzschoides</i> GRUNOW
Achnanthaceae	<i>Achnanthes exigua</i> GRUNOW
Naviculaceae	<i>Gyrosigma balticum</i> (EHRENBERG) RABENHORST <i>Neidium affine</i> (EHRENBERG) CLEVE <i>Pinnularia bogotensis</i> GRUNOW <i>P. distinguenda</i> CLEVE f. <i>angustior</i> SKVORTZOW <i>P. microstauron</i> (EHRENBERG) CLEVE <i>P. playstoma</i> (EHRENBERG) CLEVE <i>Navicula bacillum</i> EHRENBERG <i>N. placentula</i> (EHRENBERG) GRUNOW <i>N. salinarum</i> GRUNOW
Cymbellaceae	<i>Gomphonema olivaceum</i> (LYNGBYE) KUETZING
Nitzschiaceae	<i>Nitzschia fonticula</i> GRUNOW <i>N. palea</i> (KUETZING) W. SMITH

(Euglenophyta)의 유그레나과(Euglenaceae)에 *Euglena* 2種, *Phacus* 1種, *Trachelomonas* 3種이 同定되었다(表 1). *Euglena proxima*의 細胞는 紡錘形으로서 鞭毛가 없으며 細胞內에 圓盤狀의 葉綠體가 不規則하게 排列해 있고 同化產物인 작은 棒狀의 paramylon이 細胞內에 많이 散在하고 있다(그림 2a). 顯微鏡 觀察時에는 活潑한 運動性으로 인하여 glycerin 등으로 封하지 않으면 細胞의 構造를 자세히 보기 어렵다. 細胞 分裂時에는 運動하지 않는 胞囊狀態이다(그림 2b).

유그레나는 有機質이 많은 물에 大量 發生하는 것으로 報告되고 있으며<sup>8)</sup> 특히 맑은 날에는 水面 위로 올라와 鮮綠色의 皮膜을 이루어 水花現像을 나타낸다(그림 2c). 大量 發生한 유그레나는 어떤 下良 環境條件이 되면 體色이 黑色으로 變하기도 한다(그림 2de). 無性生殖을 하기 위하여 胞囊形成期가 되면 球形으로서 赤色을 띤다(그림 2f). 이는 細胞內에 haematochrome이라고 하는 赤色色素가 形成되기 때문이다<sup>5,10)</sup>. 이때는 논물에 마치 벽돌가루를 뿌린 것처럼 보인다(그림 2g).

유그레나의 一種인 *Euglena pascheri*는 긴 紡錘形으로서 鞭毛가 없는 種이다. 細胞는 圓筒形이지만 柔軟하여 變形하기 쉽다(그림 2h). 細胞內에 작은 圓盤狀의 葉綠體가 많으며 paramylon은 작은 棒狀이다. 이 種도 水中 浮游生活을 하며 運動性이 높다.

유그레나과에는 또한 *phacus triquetus*가 同定되었다(그림 2i). *Phacus*도 높은 運動性을 보이고 있으나 細胞의 形을 變化시키지 않는 種이다. 細胞는 卵形으로서 한쪽으로 기울어진 刺狀突起가 있으며 側壁에는 前端에서 後端까지 隆起部가 있다(그림 2i).

*Trachelomonas*는 堅固한 殼으로 되어 있는 外皮를 가지고 있으며 항아리形으로서 同定한 3種 모두 赤褐色을 띠고 있다. *T. armata* var. *ovata*는 殼壁의 前端에 刺狀突起가 있으며 後端에도 짧은 刺狀突起와 긴 刺狀突起가 있다(그림 3a). 鞭毛孔 周緣에는 칼라(collor)部分이 있다. 殼(lorica)은 細胞體로부터 分泌된 것으로 많은 鐵分과 硅酸質을 함유하고 있다. *T. superba* var. *spinosa* 殼은 卵形이고 鞭毛孔 周緣에 칼라部分이 없다.(그림 3b). 殼壁에는 가늘고 긴 刺狀突起가 있다. *T. klebsi*의 殼은 가늘고 긴 圓筒形으로서 側壁이 平行이다. 鞭毛孔 周緣에 칼

라部分은 없으며 殼壁에는 짧은 刺狀突起가 있다(그림 3c).

### 3. 硅藻類(diatoms)

硅藻植物門(Bacillariophyta)으로 分類되는 藻類에는 6科 13屬 21種이 同定되었다(表 1). 硅藻類의 大部分은 單細胞性이고 2殼構造(bivalve structure)로 되어 있다. 褐色 色素 diatomin에 의해서 褐色 또는 黃褐色을 띠며 葉綠素 a, c에 의해서 光合成을 함으로써 油脂(oil)를 生産한다<sup>1,4)</sup>.

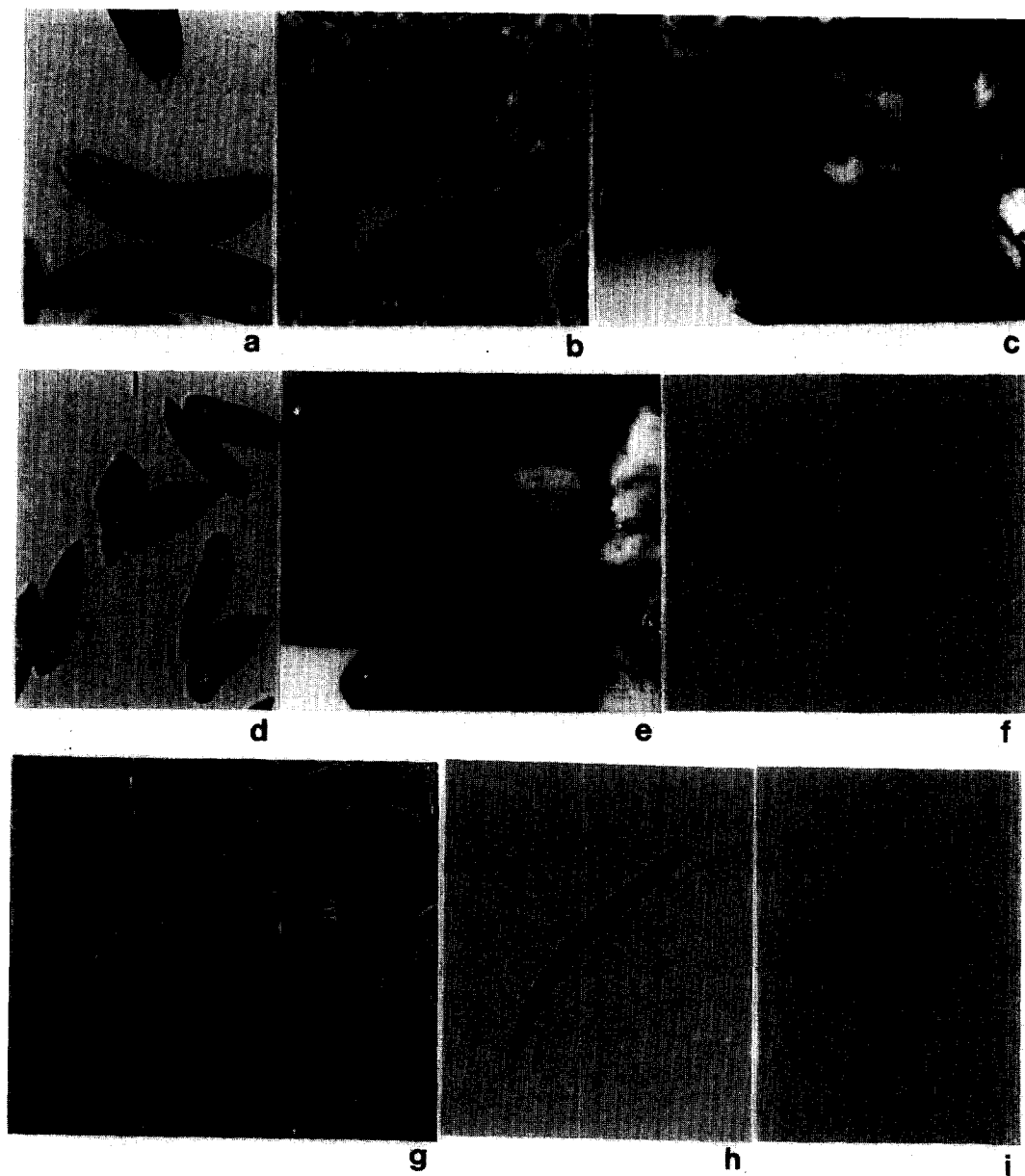
細胞膜은 硅酸을 함유하고 있으며<sup>4,8)</sup> 規則적으로 排列되어 있는 무늬가 있다. 顯微鏡으로 觀察할 때에는 色素體가 있어 무늬를 充分히 볼 수가 없으므로 HCl을 떨어뜨린 후 물로 씻어 보아야 한다.

硅藻植物門은 中心硅藻目과 羽狀硅藻目으로 크게 나누며 中心硅藻는 放射狀으로 圓盤狀이며 羽狀硅藻는 左右對稱으로서 羽狀으로 되어 있다. 普通 눈에 發生하고 있는 괴불을 보면 羽狀硅藻가 많다. 羽狀硅藻는 上殼(epivalve)과 下殼(hypovalve)이 합쳐 있으며 上面이나 下面에서 보면 正面觀 또는 殼面觀(valve view)이라 하고 側面에서 보는 面을 側面觀(girdle view)이라 한다<sup>1,4)</sup>.

硅藻類가 2分裂을 할 때는 上殼과 下殼이 分離되고 分離된 2個의 殼은 各各 上殼이 되어 下殼을 만들므로 分裂할수록 크기가 작아지지만 有性繁殖을 하면 다시 큰 細胞가 된다. 硅藻類는 약 25°C의 水溫과 pH 6~7에서 繁殖이 旺盛하고 硅素 化合物이 增殖에 必須的이지만 다른 藻類에 比하여 磷酸의 要求가 많은 편이다<sup>8,9,10)</sup>.

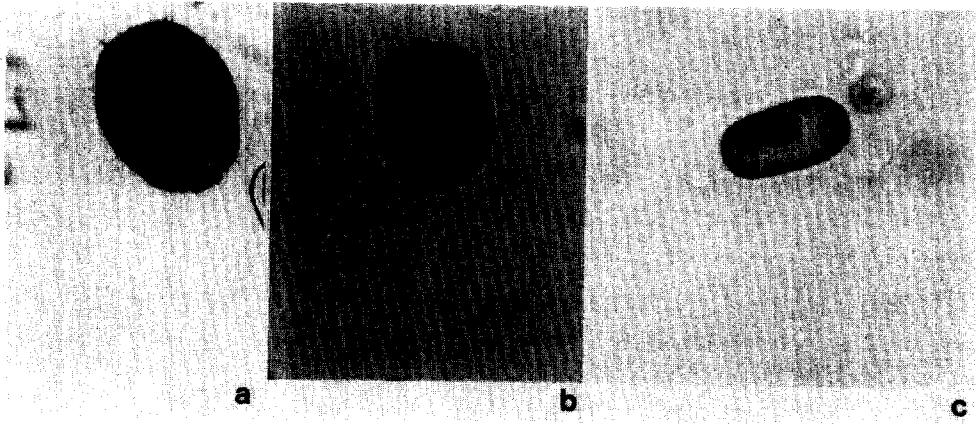
#### 가. 체모양圓盤科(Coscinodiscaceae)

硅藻類 체모양圓盤科(Coscinodiscaceae)에는 *Coscinodiscus* 2種, *Stephaodiscus* 1種, *Cyclotella* 2種이 同定되었다. *Coscinodiscus gigas*은 殼面의 모양이 圓形이고 側面의 모양은 長方形으로서 大型 中心硅藻類에 屬한다(그림 4a). 細胞는 盤狀이고, 中央에 顯著한 中心區가 있으며 運動性이 없다. 繁殖은 上殼과 下殼이 2分裂하는 無性生殖을 주로 한다. *C. nodulifer*도 殼面의 모양이 圓形이고 側面의 모양은 長方形이다. 網目の 排列은 不規則하고 周緣帶는 넓고 뚜렷하다(그림 4b).



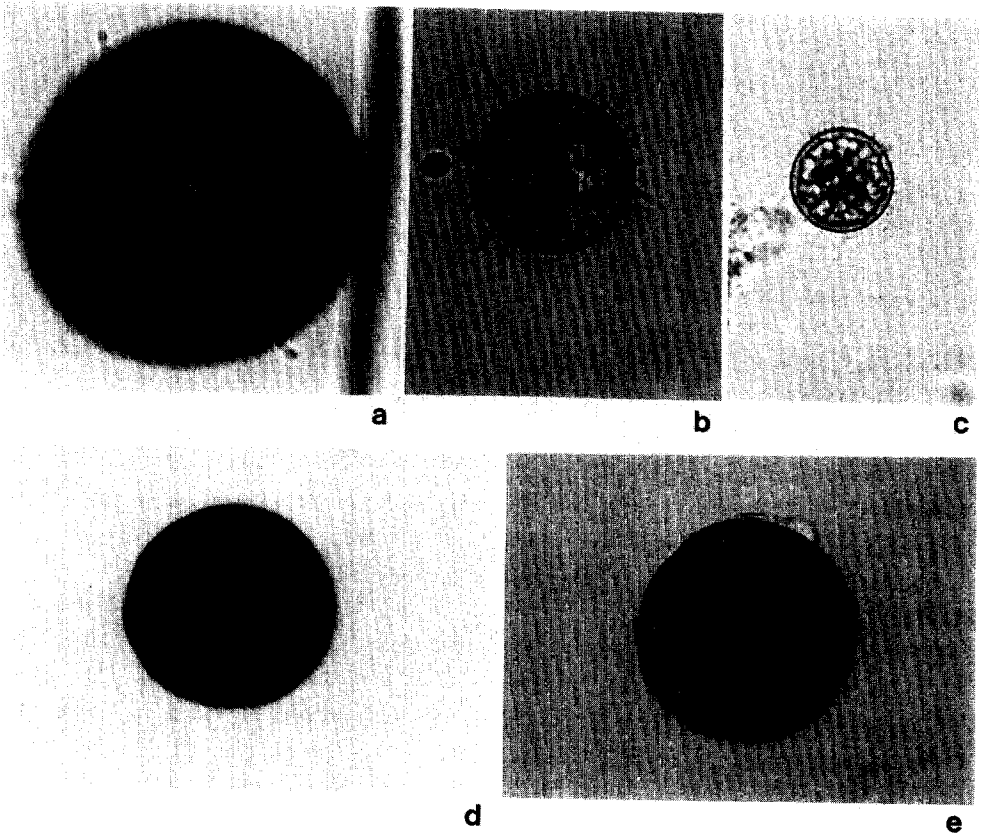
**Fig. 2.** Euglenaceae.

- (a) *Euglena proxima* DANGEARD,  $\times 200$ .
- (b) Cell division stage of *E. proxima*,  $\times 400$ .
- (c) Green mass of *E. proxima* on a hand.
- (d) Black cells of *E. proxima*,  $\times 100$ .
- (e) Black mass of *E. proxima* on a hand.
- (f) *E. proxima* containing haematochrome at cyst formation stage,  $\times 100$ .
- (g) Mass of *E. proxima* at cyst formation stage.
- (h) *E. pascheri* SWIRENKO,  $\times 100$ .
- (i) *Phacus triqueter* (EHRENBERG) DUJARDIN,  $\times 200$ .



**Fig. 3.** *Trachelomonas* species.

- (a) *T. armata* (EHRENBERG) STEIN var. *ovata* SWIRENKO,  $\times 200$ .  
 (b) *T. superba* (SWIRENKO) DEFLANDRE var. *spinosa* PRESCOTT,  $\times 200$ .  
 (c) *T. klebsi* DEFLANDRE,  $\times 200$ .



**Fig. 4.** Coscinodiscaceae.

- (a) *Coscinodiscus gigas* EHRENBERG,  $\times 100$ .  
 (b) *C. nodulifer* A. SCHMIDT,  $\times 200$ .  
 (c) *Stephanodiscus carconensis* GRUNOW,  $\times 200$ .  
 (d) *Cyclotella comta* (EHRENBERG) KUETZING,  $\times 400$ .  
 (e) *C. bodanica* EULENST,  $\times 200$ .

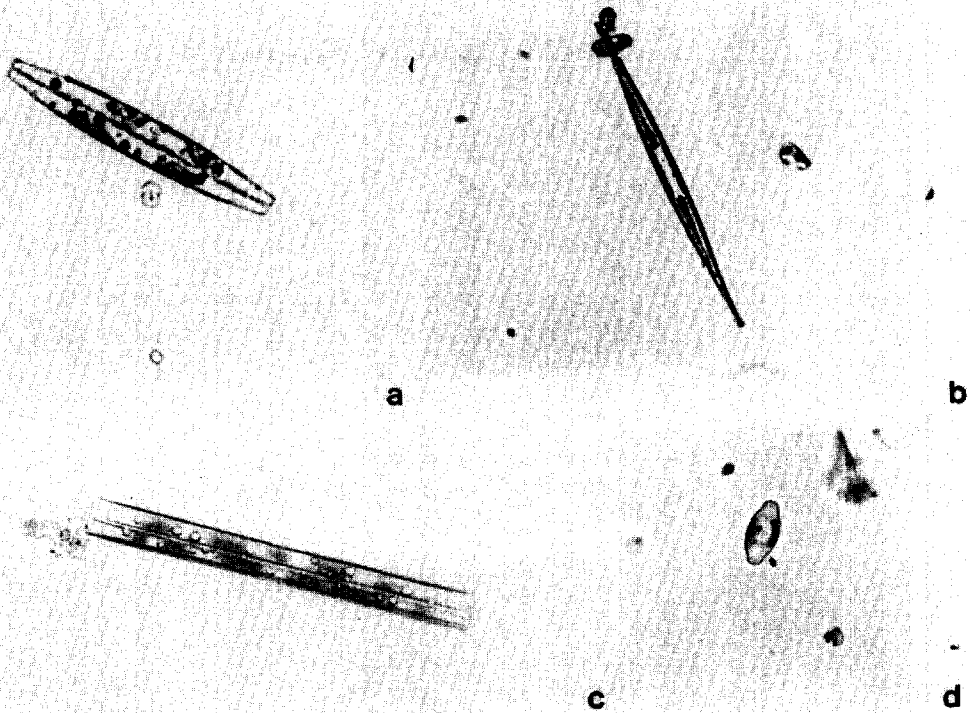


Fig. 5. Flagilariaceae and Achnantheaceae.

- (a) *Fragilaria capucina* DESMAZIERE,  $\times 400$ .
- (b) *Synedra acus* KUETZING var. *radians* (KUETZING) HUSTEDT,  $\times 200$ .
- (c) *Thalassiothrix nitzschioides* GRUNOW,  $\times 200$ .
- (d) *Achnanthes exigua* GRUNOW,  $\times 400$ .

*Stephanodiscus carconensis*의 껍면은 圓盤狀이고 波狀을 이루고 있다(그림 4c). 껍면에는 微小한 가시가 40~50個 있다. *Cyclotella*에는 *C. comta*와 *C. bodanica* 2種이 同定되었다(그림 4de). *Cyclotella*는 自力으로 運動을 전혀 하지 못하며 프랑크톤으로서 눈물에서 發見된다.

나. 띠돌말목(Flagilariaceae) 및 아크난테스목(Achnantheaceae)

띠돌말목(Flagilariaceae)에는 3屬 3種이 同定되었다. 띠돌말(*Flagilaria*)은 여러개의 細胞가 密接하게 結合해서 띠모양의 群體를 形成하고 있다(그림 5a). 側面은 가늘고 긴 長方形이며 殼面은 막대모양으로 양쪽 끝 方向으로 갈수록 점차 가늘어진다.

*Synedra acus* var. *radians*는 殼面이 긴 披針形이고 中央部에서 양끝으로 갈수록 가늘어진다(그림 5b). *Thalassiothrix nitzschioides*는 막대모양의 矽藻類로서 細胞의 側面이 좁다. 兩端은 서

로 같은 形態이고 殼面에서 볼 때 兩綠이 平行하다(그림 5c).

아크난테스목(Achnantheaceae)에는 *Achnanthes exigua*가 同定되었다. 아크난테스는 小形의 羽狀 矽藻類로서, 中央의 幅이 넓고 兩端은 鈍圓形이다(그림 5d).

다. 깃돌말목(Naviculaceae)

깃돌말목(Naviculaceae)에는 *Gyrosigma* 1種, *Neidium* 1種, *Pinnularia* 4種, 깃돌말(*Navicula*) 3種이 同定되었다(표 1). *Gyrosigma balticum*은 中軸部를 軸으로 左右對稱으로서 殼面은 약간 S자 모양을 하고 있다(그림 6a). *Neidium affine*는 殼面이 가늘고 긴 披針形으로 中央에서 兩端으로 갈수록 조금씩 가늘어지고 兩端에서는 끝이 약간 부풀어 있다(그림 6b).

*Pinnularia bogotensis*는 막대모양으로서 兩綠이 나란하며 兩端이 圓形이다(그림 6c). *P. distinguenda* var. *angustior*는 左右對稱으로서

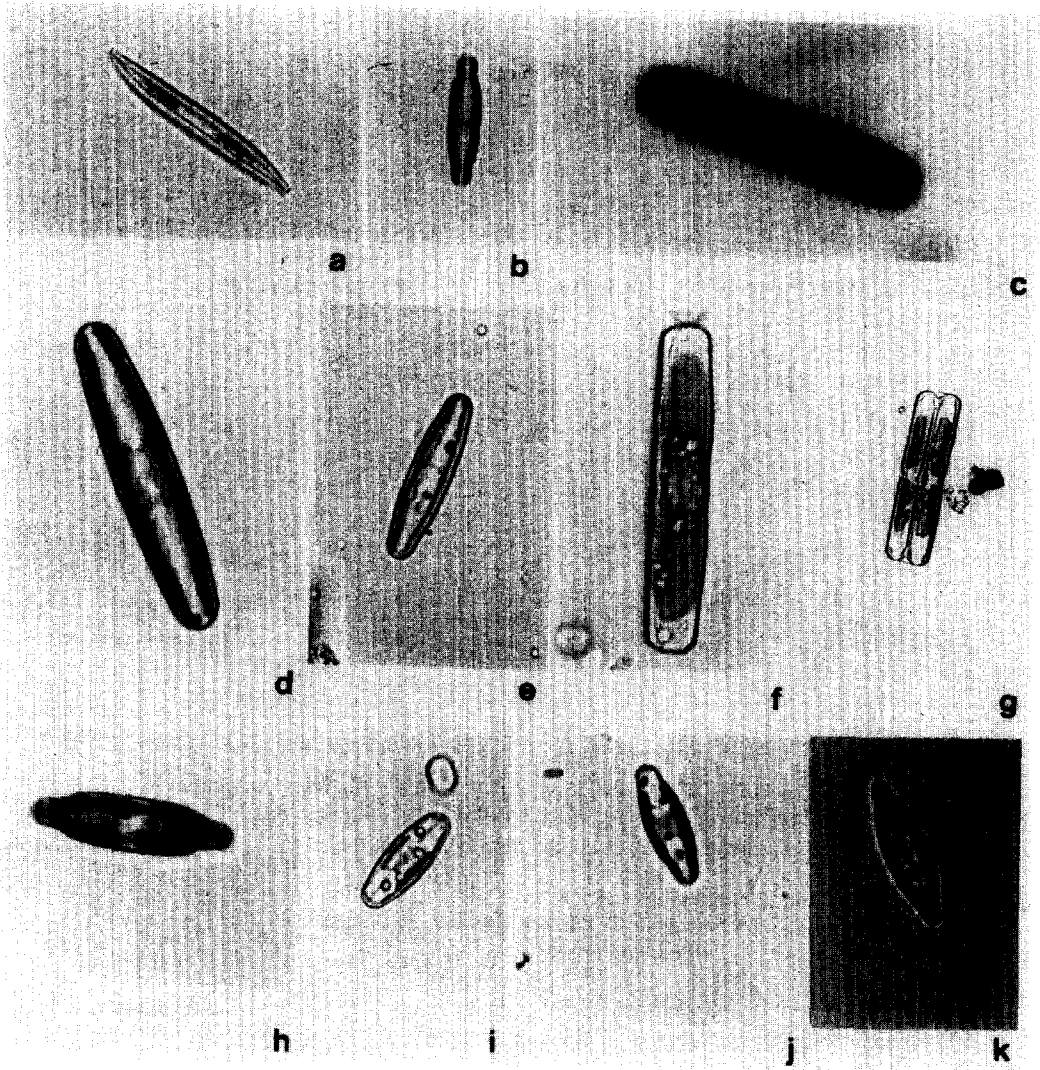


Fig. 6. Naviculaceae.

- (a) *Gyrosigma balticum* (EHRENBERG) RABENHORST,  $\times 100$ .
- (b) *Neidium affine* (EHRENBERG) CLEVE,  $\times 200$ .
- (c) *Pinnularia bogotensis* GRUNOW,  $\times 200$ .
- (d) *P. distinguenda* CLEVE f. *angustior* SKVORTZOW,  $\times 200$ .
- (e) *P. microstauron* (EHRENBERG) CLEVE, valve view,  $\times 200$ .
- (f) *P. microstauron*, girdle view,  $\times 400$ .
- (g) *P. microstauron*, recently divided cells,  $\times 200$ .
- (h) *P. playstoma* (EHRENBERG) CLEVE,  $\times 200$ .
- (i) *Navicula bacillum* EHRENBERG,  $\times 200$ .
- (j) *N. placentula* (EHRENBERG) GRUNOW,  $\times 200$ .
- (k) *N. salinarum* GRUNOW,  $\times 400$ .

直線狀의 橢圓形이고 兩線의 中央部는 약간 볼록하다(그림 6d). *P. microstauron*의 殼面은 披針形이고 兩端으로 갈수록 가늘어지다가 약간 突出해 있다(그림 6e). 側面은 長方形으로서 殼面의

모양과 전혀 다르다(그림 6f). 그림 6g 는 *P. microstauron*의 分裂 直後 狀態를 보여주고 있다. *P. playstoma*의 殼面도 披針形이고 兩端이 突出해 있다(그림 6h).



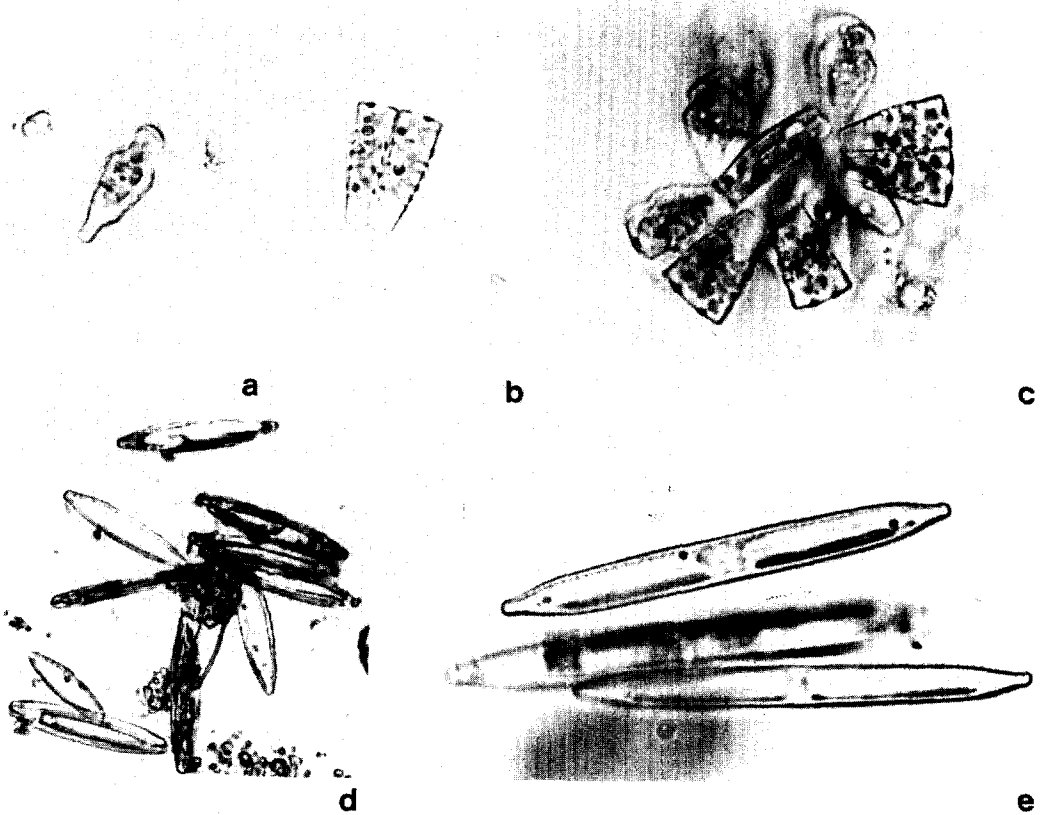


Fig. 7. Cymbellaceae and Nitzschiaceae.

- (a) *Gomphonema olivaceum* (LYNGBYE) KUETZING, valve view,  $\times 200$ .  
 (b) Recently divided cells of *G. olivaceum*, girdle view,  $\times 200$ .  
 (c) Mass of *G. olivaceum*,  $\times 200$ .  
 (d) *Nitzschia fonticula* GRUNOW,  $\times 400$ .  
 (e) *N. palea* (KUETZING) W. SMITH,  $\times 400$ .

*Navicula*屬에는 3種이 同定되었다. *N. bacillum*은 殼面이 橢圓形이고 兩端이 상당히 넓은 圓形이다(그림 6i). *N. placentula*는 깃돌말科의 代表인 種이다. 細胞가 橢圓形에 가까운 披針形으로서 末端에 이르면 목(neck)모양으로 약간 突出하고 있다(그림 6j). *N. salinarum*도 넓은 披針形으로서 兩端으로 갈수록 가늘어지고 그 先端이 圓形을 이룬다(그림 6k). 이 種은 주로 干拓地에 發生하는 것으로 알려져 있다<sup>7)</sup>.

라. 킴벨라科(Cymbellaceae) 및 니트짜아科(Nitzschiaceae)

킴벨라科(Cymbellaceae)에는 *Gomphonema olivaceum*이 同定되었다(表 1). *G. olivaceum*은 中軸部를 中心으로 左右對稱으로서 殼面の 幅으

로 보아 上半部는 넓고 下半部는 좁다(그림 7a). 側面은 사다리꼴로서 上半部の 幅이 넓다. 이 種은 山間 高冷地에서 採集되었으나 水原 近郊의 논에서 採土한 土壤에서도 群生하고 있었다(그림 7c).

니트짜아科(Nitzschiaceae)에는 *Nitzschia* 2種이 同定되었다(表 1). *N. fonticula*는 殼面에서 보아 披針形이고 兩端은 多少 突出하여 乳頭狀을 이룬다(그림 7d). *N. palea*는 니트짜아科의 代表인 矽藻類로서 殼面은 線狀 披針形이고 兩端은 가늘어져 연필모양을 이룬다(그림 7e).

논藻類의 生態의 特性 및 效率의인 防除法 究明에 必要한 基礎資料를 얻기 위하여 1991년 논 또는 用排水路 等に 많이 發生하는 輪藻類, 移秧後 논물에 水花現像을 일으키는 유그레나類 및 벼 直播栽培 논에서 괴불을 일으키는 矽藻類를 同定하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 논에 發生하는 輪藻類로서 輪藻植物門(Charophyta) 쇠뜨기말科(Characeae)로 分類되는 쇠뜨기말(*Chara braunii*) 1種이 同定되었다.
2. 논에 發生하는 유그레나類에는 유그레나科(Euglenaceae)로 分類되는 유그레나 2種, 파쿠스 1種, 트라케로모나스 3種이 同定되었다.
3. 논發生 矽藻植物門(Bacillariophyta)에는 체모양圓盤科 5種, 띠돌말科 3種, 아크난테스科 1種, 깃돌말科 9種, 킴벨라科 1種, 니트짜아科 2種 等 總 6科 13屬 21種이 同定되었다.
4. 논 水面에 나타나는 赤色 水花現像은 胞囊形成期의 유그레나 多發生에 起因하였다.
5. 논土壤에 發生하는 褐色 괴불에는 羽狀矽藻目に 屬하는 矽藻類가 優占하고 있었다.

1. Bold, H. C. and M. J. Wynne. 1985. Introduction to the Algae(2nd ed.). Prentice-Hall, N. J. USA. 720 p.
2. 鄭濤. 1970. 嶺南地域의 淡水藻類에 對한 分類學的 研究. 慶北大 博士學位論文. 115p.
3. 鄭英昊. 1968. 韓國 動植物圖鑑. 第9卷 植物編(淡水藻類). 文教部. 573 p.
4. 廣瀨弘幸. 1965. 藻類學總說. 內田老鶴園新社. 東京. 578 p.
5. 廣瀨弘幸·山岸高旺. 1977. 日本淡水藻圖鑑. 內田老鶴園新社. 東京. 933 p.
6. 環境廳. 1986. '86 自然生態系 全國調査 第1次年度(陸水域圈). 419 p.
7. 李漢圭·朴載邑·柳甲喜·李正云·朴英善. 1992. 논發生 淡水藻類에 關한 研究. I. 地帶別 發生分布, 韓雜草誌 12(2): 158-165.
8. 渡邊眞之. 1987. 水田に發生する藻類とその 生態. 植調21(3): 1-14.
9. 山岸淳. 1987. 藻類及び表土剝離. p. 64-68. 水田多年生雜草の生態, DU PONT JAPAN LTD.
10. 山岸淳. 1991. 水田の藻類, 表土剝離その 生態と防除. 今月の農業 3: 136-138.