

논發生 淡水藻類에 관한 研究

II. 藍藻類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

II. Identification of Blue-green Algae

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

ABSTRACT

The identification on blue-green algae which were collected from paddy rice fields of the whole nation was carried out in 1991. The blue-green algae identified were 20 species in 5 families including 7 species in the Chroococcaceae, 1 species in the Chamaesiphonaceae, 1 species in the Pleurocapsaceae, 6 species in the Nostocaceae and 5 species in the Oscillatoriaceae. Among the blue-green algae, 6 species in 4 genera including *Cylindrospermum*, *Anabaenopsis*, *Anabaena* and *Nostoc* were characterized by heterocysts concerning with nitrogen fixation capacity. A concentrated population of *Oscillatoria* spp. induced soil flakes with blue tint in paddy rice fields. The genera, *Spirulina* and *Oscillatoria*, showed their specific motility.

Key words : blue-green algae, *Oscillatoria*, nitrogen fixing algae, soil flakes, algae identification.

緒 言

논에 發生하는 藍藻類는 地帶에 關係없이 全國的으로 고르게 分布하고 있는 것으로 報告된 藻類이다<sup>7)</sup>. 藍藻類는 본래 棲息範圍가 넓어 水中이나 濕한 곳은 물론이고 乾燥한 곳이나 陰地에서도 잘 자라고, 溫度範圍도 넓어 溫泉水에서도 자라는 種이 있으며 低溫에 適應性도 높아 出現期間이 긴 種이 많다<sup>4,5)</sup>.

藍藻類는 논에 大量 發生한 境遇 皮ふ(肥皮, 表土剝離)을 만들고 室內 養魚水槽나 貯水탱크에 까지 發生하여 水質을 汚染시키는 等 防除對象이 되기도 하지만<sup>5)</sup> 한편 窒素 固定能力을 갖고 있는 種이나<sup>1,4,6)</sup> 食用이 可能한 種이 있고<sup>2,5)</sup> 혼들말

(*Oscillatoria*) 등은 水質의 指標生物로써 利用되기도 한다<sup>6)</sup>.

藍藻類는 葉綠素를 가지고 光合成을 하므로 一般的으로 植物로 分類하고 있으나 細胞內에 核이 없고 葉綠體도 없으며, 光合成作用으로 動物性 澱粉인 glycogen을 生産하기 때문에 藻類中에서도 가장 下等藻類일 뿐만 아니라 動物도 植物도 아닌 原生物(protist)이라고도 한다.

藍藻類는 葉綠素a와 phycocyan을 가지고 光合成을 하며 藍藻粒(cyanophycin granule)로 인하여 藍色 또는 靑綠色을 띄고 있는 것이 普通이다. 細胞膜의 外部에 普通 粘質을 分泌하여 粘鞘(sheath)를 만들므로 乾燥 等に 잘 견디는 性質이 있다. 藍藻類는 有性生殖을 하지 않고 2分裂이나 細胞絲(trichome)의 不定切斷 또는 胞子繁殖을

\* 農藥研究所 Agricultural Chemicals Research Institute, RDA, Suwon 441-707, Korea

한다.

前報의 全國 地帶別 藍藻類 分布調查를 통하여 藍藻類는 全國의 發生하여 公害를 일으키는 하나의 要因이 되고 있다고 報告되었다<sup>7)</sup>. 이러한 公害를 效率的으로 防除하기 위해서는 主要原因이 되는 藍藻類의 生態的 特性이 究明되어야 하고 또한 이러한 特性을 究明하기 위해서는 논에 發生하고 있는 藍藻類의 分類同定이 必須的으로 先行되어야 할 것이다. 따라서 藍藻類의 生態的 特性 究明과 防除를 爲한 基礎資料를 얻기 爲하여 우선 藍藻類의 分類 同定을 하였던 바를 이에 報告하고자 한다.

## 材料 및 方法

藍藻類의 分類 同定에 使用한 試料는 全國 5개의 논圃場에서 直接 採取한 藍藻類와 溫室條件의 논土壤에 發生한 藍藻類를 對象으로 하였다. 논에 發生한 藻類를 現地에서 直接 採取한 場所는 南部 平野地의 羅州와 晉州, 中北部 平野地의 平澤과 扶餘, 中部 山間地의 尙州와 槐山, 東部 高冷地의 平昌과 寧越, 西海岸 干拓地의 瑞山과 扶安 등 10個 地域이었으며 1991年 6月 上旬-下旬에 畚面水와 논 表土를 採取하여 實驗室로 運搬 同定하였다.

溫室條件의 論土壤에서 發生시킨 藻類의 境遇에는 前年度 가을에 京畿道 水源近郊 論圃場에서 採取한 논흙을 保管해 두었다가 포트에 담아 灌水한 後 施肥條件을 달리 하여 各種 藻類의 發生을 誘發시켰다. 포트내에 異種의 群集이 發見되면 새로운 포트에 分離하여 增殖시켰다.

藻類의 크기, 形態 등에 따라 顯微鏡 倍率을 달리하여 100-400倍로 擴大하면서 同定하였다. 必要時에는 形態 등을 描寫하고 顯微鏡 寫眞 撮影을 함으로써 正確한 同定이 되도록 하였다. 分類 및 同定에는 주로 日本淡水藻圖鑑<sup>5)</sup>을 活用하였으며 韓國 動植物圖鑑 淡水藻類篇<sup>3)</sup>, 藻類學總說<sup>4)</sup>, Introduction to the Algae<sup>1)</sup> 등을 參考하였다.

## 結果 및 考察

논에 發生하는 藍藻類(blue-green algae)에는 小球體科(Chroococcaceae), 카마에시폰과

(Chamaesiphonaceae), 플레우로캡사과(Pleur-ocapsaceae), 염주말과(Nostocaceae), 흔들말과(Oscillatoriaceae) 등 總 5과 14屬 20種이 同定되었다.(表 1)

### 1. 小球體科(Chroococcaceae)

小球體科에는 單細胞性인 *Synechocystis*, *Dactylococcopsis*와 群體의 外形이 一定하지 않은 *Microcystis*, *Aphanocapsa*와 群體의 外形이 一定한 *Merismopedium* 등이 同定되었다. 水中에서 浮遊生活을 하는 *Synechocystis aquatilis* var. *aquatilis*(그림 1a)와 *S. crassa*(그림 1b) 細胞는 모두 球形으로써 1個씩 떨어져 있거나 2個씩 連生하는 모양이 많다. *Dactylococcopsis acicularis*는 單細胞性으로서 普通은 直線狀이지만 灣曲한 形態도 있으며 양쪽 끝이 뾰족하다(그림 1c).

*Microcystis*屬에는 *M. marginata*(그림 1de)와 *M. fros-aquae*(그림 1f)가 同定되었다. 두개의 種은 모두 많은 個體가 不規則하게 密集되어 있는 點은 같으나 群體 外廓모양으로써 比較된다. *M. marginata*는 外廓이 分明하지만 *M. fros-aquae*의 外廓은 不分明하다. *Aphanocapsa pulchra*(그림 1g)는 多數의 個體가 群體를 이루고 있으나 粘鞘(sheath)에 싸여 있지 않으며 細胞間의 間隔이 細胞의 直徑보다 큰 편이다. *Merismopedium glaucum*(그림 1h)은 長方型 群體를 이루고 있으며 프랑크톤으로서 魚類의 먹이가 된다<sup>5)</sup>.

### 2. 염주말과(Nostocaceae)

염주말과에 屬하는 藻類는 細胞絲(trichome)를 이루고 있고 그 細胞中에 異質細胞(heterocyst)를 가지고 있는 科로서 *Cylindrospermum*, *Anabenopsis*, *Anabaena*, *Nostoc* 등 4屬 6種이 分類 同定되었다.

*Cylindrospermum*은 粘質속에서 群生하는 絲狀形으로서 細胞絲의 끝에 異質細胞가 있고 그 안쪽에는 休眠細胞(akinate)가 있으며(그림 2a) 一定期間이 지난 休眠세포는 分離되어 休眠胞子(hypnopore)를 形成한다(그림 2b). *Anabaenopsis*도 細胞絲의 끝에 異質細胞를 가지고 있으며(그림 2c) 부드러운 粘質 속에 群生하고 있다(그림 2d). *Anabaena*는 單獨 또는 群生하는 絲狀으로서 末端細胞의 形態가 다른 細胞와 다르

**Table 1.** Blue-green algae(Cyanophyta) occurred in paddy rice fields.

Family	Species
Chroococcaceae	<i>Synechocystis aquatilis</i> SAUVAGEAU var. <i>aquatilis</i> .
	<i>S. crass</i> WORONICHIN
	<i>Dactylococcopsis acicularis</i> LEMMERMANN
	<i>Microcystis marginata</i> (MENEHINI) KUETZING
	<i>M. fros-aquae</i> (WITTROCK) KIRCHNER
	<i>Aphanocapsa pulchra</i> (KUETZING) RABENHORST
	<i>Merismopedium glaucum</i> (EHRENBERG) NAEGELI
Chamaesiphonaceae	<i>Chamaesiphon minutus</i> (ROSTAFINSKI) LEMMERMANN
Pleurocapsaceae	<i>Myxosarisina chroococcoides</i> GEITLER
Nostocaceae	<i>Cylindrospermum alatosporum</i> F.E.FRITISCH
	<i>Anabaenopsis raciborskii</i> WOLOSZYNAKA
	<i>Anabaena torulosa</i> (CARMICHAEL) LAGERHEIM
	<i>A. iyengari</i> BHARADWAJA var. <i>iyengari</i>
	<i>Nostoc linckia</i> (ROTH) BORNET et FLAHAULT
	<i>N. commune</i> VAUCHER
Oscillatoriaceae	<i>Spirulina major</i> KUETZING f. <i>major</i>
	<i>S. major</i> KUETZING f. <i>constans</i> EMOTO et HIROSE
	<i>Oscillatoria limosa</i> AGARDH
	<i>O. subbrevis</i> SCHMIDLE
	<i>Phormidium</i> GOMONT

며 異質細胞는 細胞絲의 가운데에 있다(그림 2 ef). *Anabaena*는 特有的 振動運動을 하고 있었다. 莖藻(*Nostoc*)의 2個 種은 모두 부드러운 寒天質 內에 不規則的으로 密集되어 있으며(그림 2gh), 莖藻의 群生은 물에 떠서 睡眠을 덮고 있다(그림 2i). 莖藻의 異質細胞는 細胞絲의 끝에 있지 않고 가운데에 있는 點이 *Anabaenopsis*와 다르다.

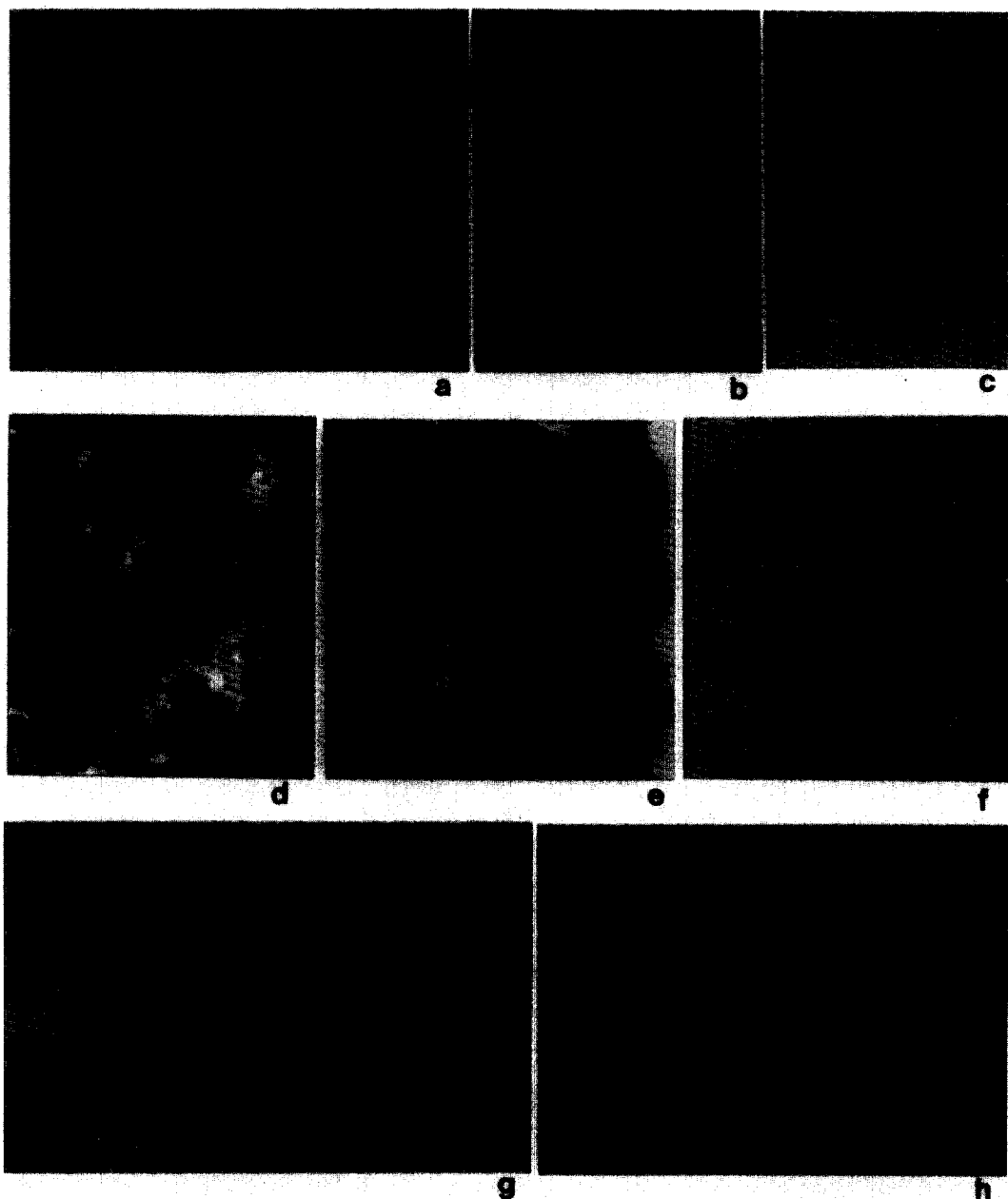
藍藻類의 莖藻目(Nostocales), 莖藻亞目(Nostochineae)으로 分類되는 Ribulanaceae, Scytonemataceae, Microchaetaceae, Nostocaceae 科의 藻類는 모두 異質細胞를 가지고 있다. 여기에 分類되는 *Anabaena*, *Nostoc*, *Cylindrospermum*, *Ribulana*, *Tolybothrix*, *Scytonema*, *Calothrix*, *Anabaenopsis*, *Gloeotrichia* 等 9個 屬은 窒素固定 能力이 있는 것으로 報告되고 있다<sup>6)</sup>. 異質細胞는 靑綠色을 잃고 普通 淡黃色을 띄고 있으며 形態나 크기에 있어서 trichome 細胞와 다르고 본래 養分의 貯藏이나 生殖의 役割을 하는 것으로 알려져 있다<sup>4)</sup>. *Cylindrospermum* 等에서 볼 수 있는 休眠細胞는 一定時期에 胞子를 形成함으로써 無性生殖의 役

割을 한다<sup>4)</sup>.

### 3. 혼들말科(Oscillatoriaceae), 카마에시폰科(Chamaesiphonaceae), 및 플레우로캡사科(Pleurocapsaceae)

혼들말科(Oscillatoriaceae)는 莖藻目(Nostocales)와 함께 莖藻亞目(Nostocales)으로 分類되지만 혼들말科에 속하는 種은 異質細胞가 없으므로 쉽게 區別이 된다. 혼들말科의 *Spirulina* (그림 3ab)는 規則的인 螺旋狀으로 되어 있는 絲狀形으로서 螺旋의 回轉에 의한 運動性이 대단히 높았다. *Spirulina*屬에 속하는 2個 種은 극히 類似하나 輪의 間隔에 있어서 差異가 있었다. *S. major* f. *major*의 間隔이 더 크다.

혼들말(*Oscillatoria*)屬에는 2種이 分類되었으며(그림 3cd), 두 個의 種은 크기만 다를 뿐 모두 暗靑綠色이고 細胞絲의 幅이 先端까지 變化하지 않는 等 區別하기 어려웠으나 2種이 混生하고 있는 境遇가 많으므로 比較와 識別이 可能하였다. 實際 눈에서 흔히 볼 수 있는 皮朮(肥皮, 表土剝離)을 자세히 보면 褐色, 또는 藍色을 띄는 皮朮의 2種類가 있다. 褐色을 띄는 皮朮에는 矽藻類



**Fig. 1.** Chroococcaceae.

- (a) *Synechocystis aquatilis* SAUVAGEAU var. *aquatilis*, ×400.
- (b) *S. crassa* WORONICNIN, ×200.
- (c) *Dactylocopsis aciculatis* LEMMERMAN, ×100.
- (d) *Microcystis margina* (MENECHIN) KUETZING, ×400.
- (e) Colony of *M. marginata*, ×400.
- (f) *M. flos-aquae* (WITTROCK) KIRCHNER, ×200.
- (g) *Aphanocapsa pulchra* (KUETZING) RABENHORST, ×400.
- (h) *Merismopedium glaucum* (EHRENBERG) NAEGELI, ×200.

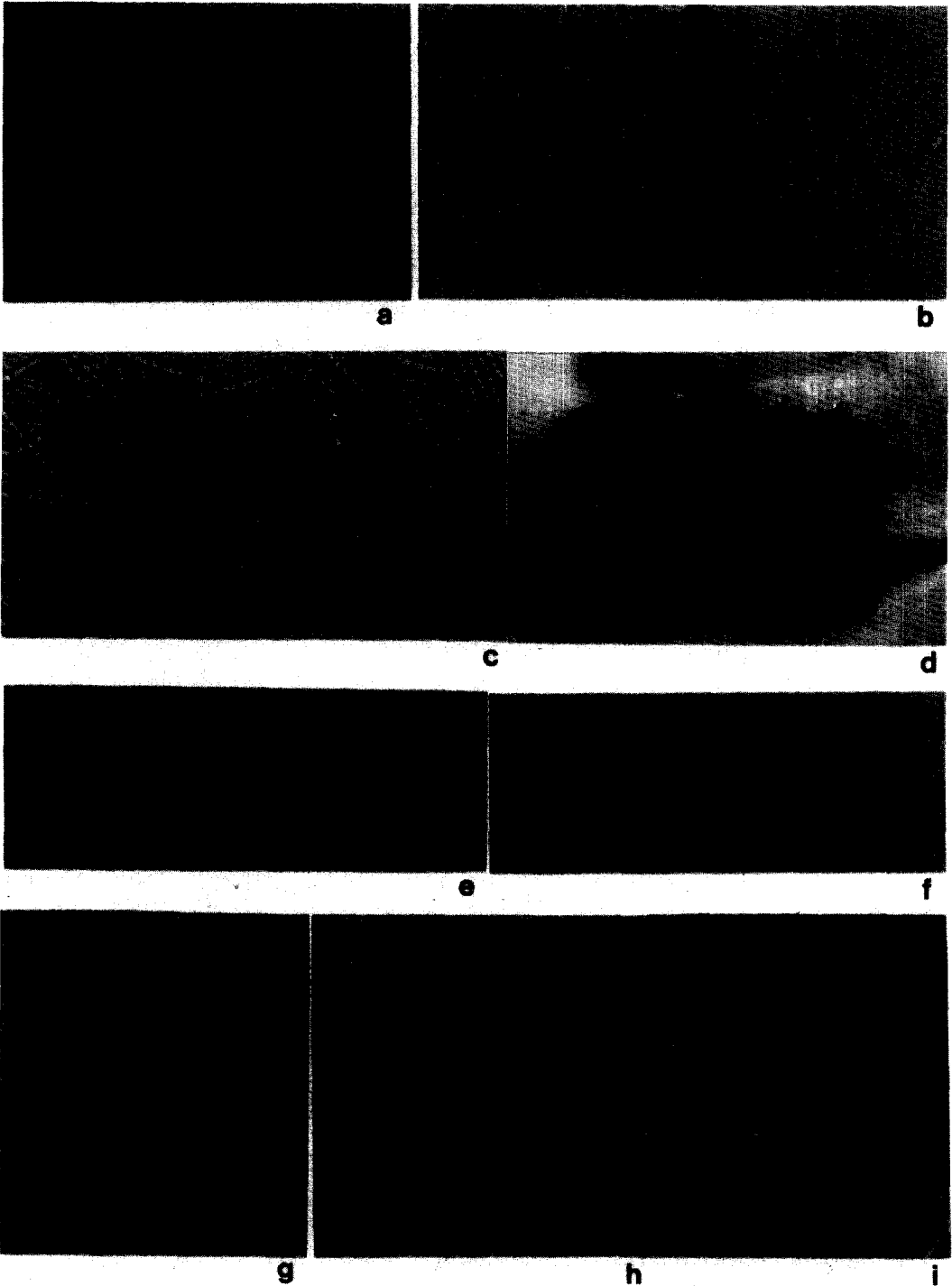
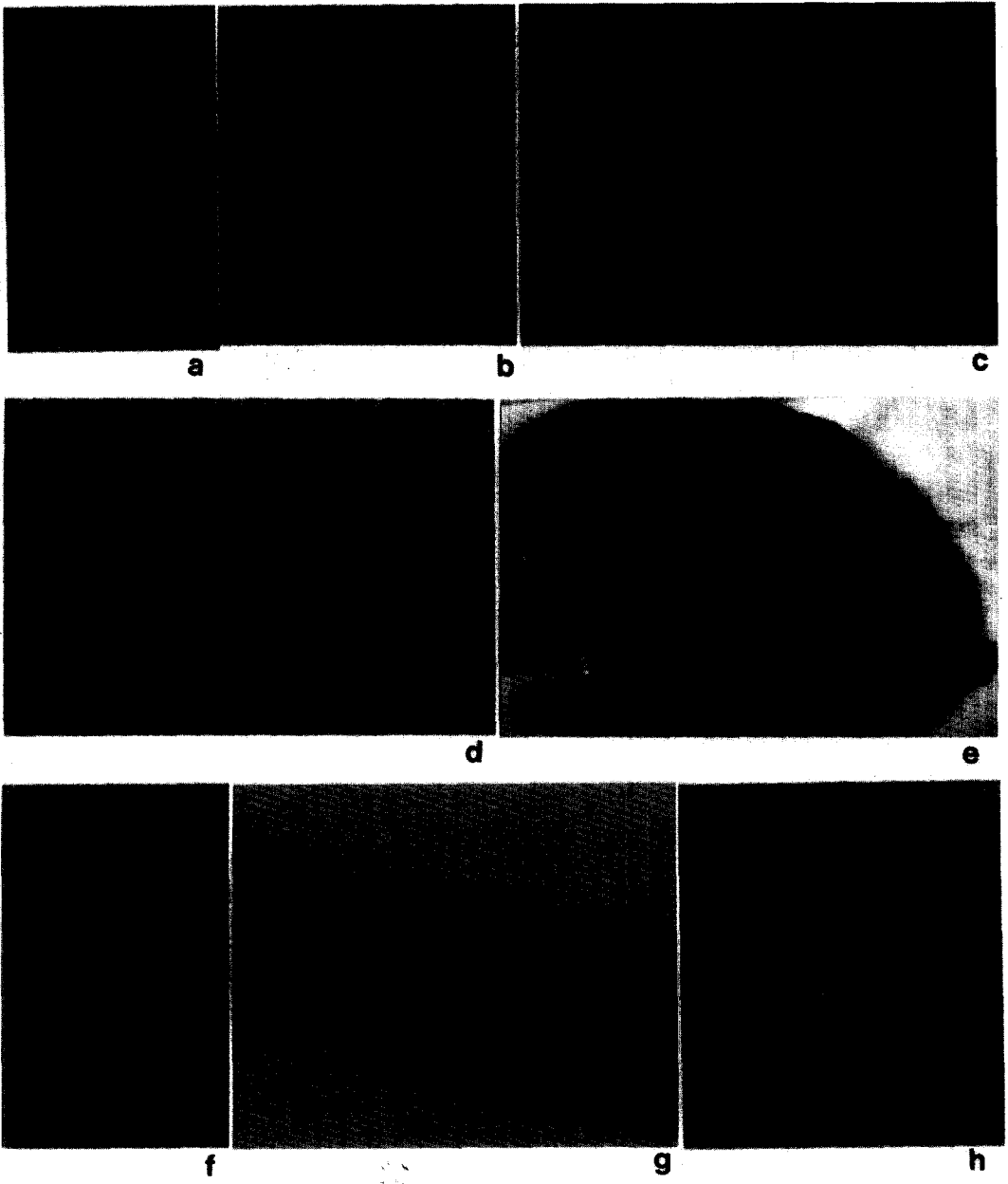


Fig. 2. Nostocaceae.

- (a) *Cylindrospermum alatosporum* F. E. FRITSCH,  $\times 200$ . (e) *Anabaena torulosa* (CARMICHAEL) LAGERHEIM,  $\times 200$ .  
 (b) Hypnospores and heterocysts on *C. alatosporum*,  $\times 100$ . (f) *A. iyengari* BHARADWAJA var. *iyengari*,  $\times 200$ .  
 (c) *Anabaenopsis raciborskii* WOLOSZYSKA,  $\times 200$ . (g) *Nostoc linckia* (ROTH) BORNET et FLAMAULT  
 (d) Mass of *A. raciborskii* on a hand. (h) *N. commune* VAUCHER,  $\times 200$ .  
 (i) Colony of *N. commune* on paddy water.



**Fig. 3.** Oscillatoriaceae, Chamaesiphonaceae and Pleurocapsaceae.

- (a) *Spirulina major* KUETZING f. *major*, ×400.
- (b) *S. major* KUETZING f. *constans* EMOTO et HIROAE, ×400.
- (c) *Oscillatoria limosa* AGARDH, ×100.
- (d) *O. subbrevis* SCHMIDLE, ×200.
- (e) Mass of *Oscillatoria* spp.
- (f) *Phormidium treleasei* GOMONT, ×400.
- (g) *Chamaesiphon minutus* (ROSTAFINSKI) LEMMERMANN attached to *Cladophora sauteri*, ×200.
- (h) *Myxosarcina chroococcoides* GEITLER, ×200.

가 主種을 이루고 있는 수가 많으나 藍色을 띄는 程度가 뚜렷할수록 흔들말 等의 藍藻類가 主種을 이루고 있었다(그림 3e). 흔들말은 一般적으로 有機質이 많거나 窒素肥料을 많이 施用한 土壤에 많고 顯微鏡 觀察時에는 特有한 振動運動을 한다. *Phormidium treleasei*는 形態적으로 흔들말과 비슷하나 各 細胞의 길이가 길고(그림 3f) 普通 흔들말 等과 混生하고 있었다.

카마에시폰科((*Chamaesiphonaceae*))에는 *Chamaesiphon minutus*가 同定되었다(그림 3g). *Chamaesiphon*은 基部와 頂部の 區別이 뚜렷한 卵形 單細胞性으로서 瑞山 干拓地에 많이 發生하는 絲狀 綠藻類 *Cladophora* 等에 附着生活하고 있었다. 플레우로캡사科(*Pleurocapsaceae*)로 分類되는 *Myxosarcina*는 4-16個의 球形細胞가 작은 群體를 形成하고 있었으며(그림 3h) 主로 水中에 棲息하고 다른 藍藻類와 混生하고 있었다.

### 摘 要

全國 논에 發生하는 浮遊性 藍藻類와 土壤中에 棲息하면서 괴불 等을 일으키는 藍藻類를 1991年 採集 同定하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 논에 棲息하는 藍藻中에서 藍藻植物門(Cyanophyta)으로 分類 同定된 種은 小球體科(*Chroococceaceae*) 7種, 카마에시폰科(*Chamaesiphonaceae*) 1種, 플레우로캡사科(*Pleurocapsaceae*) 1種, 염주말科(*Nostocaceae*) 6種, 흔들말科(*Oscillatoriaceae*) 5種으로서 總 5科 14屬 20種이었다.

2. 논에 棲息하며 窒素 固定能力이 있는 藍藻類로서 *Cylindrospermum*, *Anabaenopsis*, *Anabaena*, *Nostoc* 等 4屬 6種이 同定되었다.
3. 藍色을 띄는 괴불에는 絲狀 藍藻類 흔들말(*Oscillatoria*) 等이 主種을 이루고 있었다.
4. 單細胞性 藍藻類 *Chamaesiphon*은 瑞山 干拓地에 많이 發生하는 *Cladophora* 等에 附着生活하고 있었다.
5. *Spirulina*와 *Oscillatoria*는 特有한 方法의 運動性을 가지고 있었다.

### 引用 文 獻

1. Bold, H.C. and M.J. Wynne. 1985. Introduction to the algae (2nd ed.). Prentice-Hall, N.J. USA. pp. 720.
2. 鄭濬. 1970. 嶺南地域의 淡水藻類에 對한 分類學的 研究. 博士學位論文(慶北大). pp. 115.
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. pp. 573.
4. 廣瀨弘幸. 1965. 藻類學總說. 內田老鶴園新社, 東京. pp. 578
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. pp. 933.
6. 環境廳. 1986. '86 自然生態系 全國調查 第1次年度(陸水域圈). pp. 419.
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.