

논發生 湛水藻類에 관한 研究

V. 施肥反應 및 防除

李漢圭 · 朴載邑 · 柳甲喜 · 李正云 · 朴芙蓉\*

Fresh-water Algae Occurred in Paddy Rice Fields

V. Fertilizer Response and Chemical Control

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

ABSTRACT

The experiments were conducted in order to find out the response of algae as affected by fertilizer and salinity, and to determine the chemical control method of algae in 1991. The higher the nitrogen fertilizer level, the more the occurrence of a blue-green alga *Oscillatoria* concerning with soil flakes. An increase in phosphorus fertilizer level stimulated the growth of green alga *Hydrodictyon*, whereas an increase in nitrogen level caused its abrupt reduction due to the harmful effect at high concentration of nitrogen. The high level of nitrogen fertilizer also reduced the growth of *Euglena*, although the detrimental effect was less compared with that of *Hydrodictyon*. A blue-green alga *Oscillatoria*, a green alga *Cladophora* and a diatom *Navicula* were tolerant to salinity. Piperophos/dimethametryn was highly effective in controlling various algae such as a green alga *Hydrodictyon*, suspended unicellular green algae and *Euglena* species. A fungicide propineb and copper sulfate also effectively controlled *Hydrodictyon*.

Key words : algae control, algae response to fertilizer, algae response to salinity, piperophos dimethametryn, propineb, copper sulfate.

緒 言

最近에 들어 버 栽培法이 크게 變遷되어감에 따라 논에 發生하는 藻類에 對하여 關心이 높아 지고 있다. 어린모 機械移秧이나 直播栽培의 增加 趨勢에 따라 栽培時期가 앞당겨지고 施肥法이 變化됨으로써 自然히 藻類가 增加하게 되어 그 被害가 憂慮되기 때문이다.

現在 우리나라產으로서 報告된 淡水藻類는 總 1,272種이다<sup>3)</sup>. 貯水池, 江, 河川 等に 發生하는

淡水藻類는 發生量이나 優占藻類에 있어서 논藻類와는 크게 다르겠지만 항상 流入 流出될 수 있으므로 그 種類에 있어서는 큰 差異가 없을 것으로 보인다. 前報에서 우리나라 논에 發生하는 藻類는 藍藻類, 綠藻類, 輪藻類, 유그레나類, 矽藻類 等으로 分類되고 總 54屬이 分布하고 있으나 各地帶別로 優占하는 藻類는 서로 다르다고 報告된 바 있다<sup>6)</sup>.

지금까지는 벼를 移秧栽培하여 왔으므로 藻類에 依해서 被害가 크다거나 여러 地域에서 問題되고 있다고 報告된 바는 없다. 그러나 藻類는

\* 農藥研究所 Agricultural Chemicals Research Institute, RDA, Suwon 440-707, Korea. <1992. 7. 24 접수>

大部分의 논에서 상당히 귀찮은 存在로 알려지고 있고 一部 地域에서는 괴불(肥皮, 表土剝離)이나 綠藻類가 防除對象이 되고 있다. 藻類의 被害에 關한 研究는 未治한 實情에 있으나 다만 藻類의 繁殖量이 많은 境遇 水溫과 地溫을 低下시키고 分蘖莖의 抽出을 妨害할 뿐만 아니라 바람에 依해 몰린 藻類가 모를 덮어 버 生育에 障害를 준다고 하였다<sup>1,4,11,12,15</sup>. 괴불이 많이 發生한 本畝에서는 初中期除草劑가 自然히 괴불 위에 뿌러지게 되므로 藥劑가 몰려 藥害 또는 藥效低下를 가져올 수도 있다.

藻類의 生態에 關한 研究도 藻類의 種類에 比하면 極히 적은 편이다. 綠藻類인 해감(*Spirogyra*), 그물말(*Hydrodictyon*), 주름말(*Ulothrix*) 등의 生育適溫은 밝혀졌지만<sup>4,11,12,15</sup>. 기타 主要 藻類에 대해서는 報告된 바 없다. 施肥反應에 대해서도 磷酸에 의해 促進된다고 報告되었으나<sup>7,11,12</sup> 藻類 種類別로는 究明되지 않았다. 日高·柴<sup>2)</sup>는 窒素源으로서 窒酸態 窒素를 吸收하고 암모니아態 窒素를 放出하여 水中 窒素成分이 달라지고 藻類의 光合成에 의해  $CO_2$ 가 利用되어 pH가 올라간다고. 함으로써 藻類 多發生畝에서의 化學的 性質 變化를 暗示하고 있다.

藻類의 化學的 防除에 關한 研究는 比較的 많이 進行되어 왔다. 光合成은 抑制하는 除草劑 triazine系와 urea系가 많이 推薦되고 있고<sup>8,10,12,13,14,15</sup>, quinone系인 ACN(Mogeton), dichlone(Phygon), quinoamide(Alginex) 등의 效果가 認定되고 있다<sup>4,10,12,15</sup>. 벼에 多少 藥害가 憂慮되나 銅 含有 藥劑인 硫酸銅, Aquatrine, Algae-Rhap 등의 높은 效果가 報告되고 있다<sup>5,9,12,15</sup>. 그러나 어린모나 直播 栽培에서 藍藻類, 綠藻類, 矽藻類 등 여러가지 藻類에 넓게 使用할 수 있는 藥劑에 대해서는 아직 報告된 바 없다. 따라서 主要 藻類에 대한 施肥 및 鹽分反應과 함께 藥劑處理 效果를 究明하였던 바 이에 報告하고자 한다.

## 材料 및 方法

### 1. 施肥反應

1991년 微砂質 壤土의 논土壤을 채운 380cm<sup>2</sup>

크기의 pot에 肥料 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O의 3要素와 施肥量 5, 10, 20kg의 3水準으로 組合 施用한 後 溫室條件에서 藻類의 繁殖狀態를 調查하였다. 灌水狀態에서 表層施肥한 2日後에 別도 增殖한 혼들말(*Oscillatoria*), 유그레나 및 그물말(*Hydrodictyon*)을 pot에 接種하였다. 혼들말의 境遇 大量 繁殖한 表土를 處理하였으며, 유그레나는 水面에 大量 發生한 群集을 옮겼고, 그물말의 境遇에는 1cm 程度 자란 어린 網狀體를 pot에 一定하게 넣어 주었다. 藻類 接種 10日 後에 藻類의 繁殖程度를 0-10 段階로 達觀 調查하였다. 試驗區는 完全 任意配置 3反復으로 하였다.

### 2. 鹽分濃度反應

논흙을 채우지 않은 小形 罫트에 鹽分濃度를 調節한 溶液을 넣은 後 別도 增殖한 7種의 藻類를 1991년 接種하였다. 鹽分濃度 調節은 NaCl로써 0, 0.2, 0.4, 0.8, 1.2%의 5水準으로 하였다. 供試藻類는 藍藻類의 혼들말(*Oscillatoria*)과 綠藻類의 해감(*Spirogyra*), 그물말(*Hydrodictyon*), *Cladophora* 및 *Rhizoclonium*, 矽藻類의 깃돌말(*Navicula*) 등 7種이었다. 試驗區는 完全任意配置 3反復으로 直射光이 비치지 않은 陰地에 配置하였다. 鹽분에 依한 藻類 被害 程度는 處理 7日後에 肉眼 및 顯微鏡으로 繁殖量, 形態變化 및 細胞狀態 등을 觀察하여 0-9 段階로 調查하였다.

### 3. 藥劑防除 效果

藥劑防除 效果試驗은 溫室條件의 罫트와 논 圃場條件에서 1991년 遂行하였다. 溫室試驗은 논土壤을 채운 380cm<sup>2</sup> 크기의 罫트에 10일 育苗한 어린모를 移秧한 後 어린 網狀體의 그물말을 接種하고 一定時期에 藥劑를 撒布하였다. 殺藻效果는 移秧後 20日에 0-10 段階로 達觀하였다.

圃場試驗에서는 13日間 育苗한 秋晴벼의 어린모를 1991년 5月 23日 微砂質 壤土인 논 圃場에 機械移秧한 後 成體의 그물말을 接種하고 一定時期에 藥劑를 撒布하였다. 本畝 施肥量은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=16-10-10kg/10a으로 하여 N 50%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100%, K<sub>2</sub>O 70%를 基肥로 全層 施肥하였다. 移秧 直後 藻類의 繁殖促進을 위하여 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 4kg/

10a를 表層에 施用하였다. 殺藻效果는 移秧後 18 日에 達觀 調査하였다. 試驗區는 15m<sup>2</sup>로 하여 亂塊法 3反復으로 配置하였다.

溫室 및 圃場試驗 공히 6個 供試藥劑中 benthocarb와 butachlor/pyrazolate는 移秧後 5 日에 處理하였고 기타 4個 藥劑는 移秧後 10日에 處理하였다. 그물말을 除外한 다른 藻類는 接種 하지 않고 罫트나 圃場에 自然 發生한 量을 調査 하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 施肥反應

흔들말(*Oscillatoria*)의 繁殖量은 窒素增施에 따라 急增하였으나 磷酸肥料 施用에 따라서는 影響을 받지 않았다(表 1, 그림 1a). 窒素肥料 5 kg 水準에서는 흔들말의 發生程度가 3에 不過하였으나 10kg, 20kg 水準으로 增施한 境遇에는 各各 7과 10으로 顯著히 增加하였다. 窒素와 磷酸 또는 窒素와 가리 肥料를 組合한 境遇에도 흔들말의 繁殖量은 窒素 單用的 境遇에 比하여 크게 늘어나지는 않았다. 다만 3要素 모두 10kg/10a 以上 水準으로 施用한 境遇에 急增하였다.

Table 1. Response of fertilizer application to algae occurrence.

Fertilizer (kg/10a)			Occurrence(0-10)		
N	P	K	<i>Oscillatoria</i>	<i>Hydrodictyon</i>	<i>Euglena</i>
0	0	0	0	5	2
5	0	0	3	6	9
10	0	0	7	0	4
20	0	0	10	0	0
0	5	0	0	5	0
0	10	0	0	7	3
0	20	0	0	9	6
5	5	0	4	3	10
10	10	0	8	0	9
20	20	0	10	0	0
5	0	5	2	2	10
10	0	10	6	0	8
20	0	20	9	0	0
5	5	5	2	3	9
10	10	10	9	0	5
20	20	20	10	0	0

全體的으로 보아 흔들말의 繁殖은 磷酸이나 가리肥料에 따라 影響을 받지 않고 窒素肥料에 의해서 發生되고 窒素의 增施에 따라 繁殖量이 增加함으로써 藍色을 띤 皮붙이 많이 發生할 것으로 보였다. 硅藻類의 優占에 依한 皮붙은 磷酸質肥料의 影響을 많이 받는 것으로 報告되고 있다<sup>7,10,11,14,15)</sup>

그물말(*Hydrodictyon*)은 磷酸肥料의 增施에 따라 增加되었으나(그림 1c) 窒素肥料 增施에 따라 오히려 減少되었다(表 1). 窒素肥料에 磷酸이나 가리肥料를 組合하거나 3要素를 모두 組合한 境遇에도 繁殖量이 增加하지 않았다. 이것은 그물말이 窒素肥料에 의해서 繁殖障害를 일으켰기 때문인 것으로 보였다. 表 1에서 보는 바와 같이 그물말은 無肥條件에서도 서서히 繁殖하였고 窒素 5kg 水準에서도 繁殖이 抑制된 傾向을 보였다는 것은 그물말은 窒素의 水中濃도에 상당히 敏感한 것으로 보였다. 今後 이 分野에 있어서 보다 精密한 檢討가 要望된다고 하겠다.

유그레나 繁殖量은 窒素肥料을 增施할수록 減少되었으나(그림 1b) 磷酸의 增施에 따라 增加되었다(表 1). 窒素 單用に 비하여 磷酸 또는 가리를 組合하거나 3要素를 모두 組合한 境遇에는 增施에 따라 繁殖量 減少의 傾向이 多少 鈍해지기는 하였지만 窒素의 增施에 따라 유그레나의 繁殖이 抑制되는 傾向은 뚜렷하였다. 그러나 그물말이 窒素增施에 따라 顯著히 減少되는 結果와 比較하면 유그레나는 窒素增施에 影響을 적게 받는 傾向을 보였다. 뿐만 아니라 窒素 5kg 水準에서 繁殖量이 急增하였고 窒素와 磷酸을 組合한 境遇에는 5-10kg 水準에서 發生量이 많았다. 흔들말이나 그물말, 유그레나 모두 가리肥料의 施用量에 따라 繁殖量이 影響을 받았다고 判斷되지는 않았다.

### 2. 鹽分濃度 反應

鹽分濃도에 따른 藻類의 繁殖 및 生長反應은 藻類의 種類에 따라 달랐다(表 2). 藍藻類의 境遇 莖주말(*Nostoc*)은 鹽분에 극히 敏感하여 NaCl 0.2%에서도 전혀 繁殖하지 않는 障害를 받았으나 흔들말(*Oscillatoria*)은 NaCl 1.2%에서도 障害를 받지 않았다.

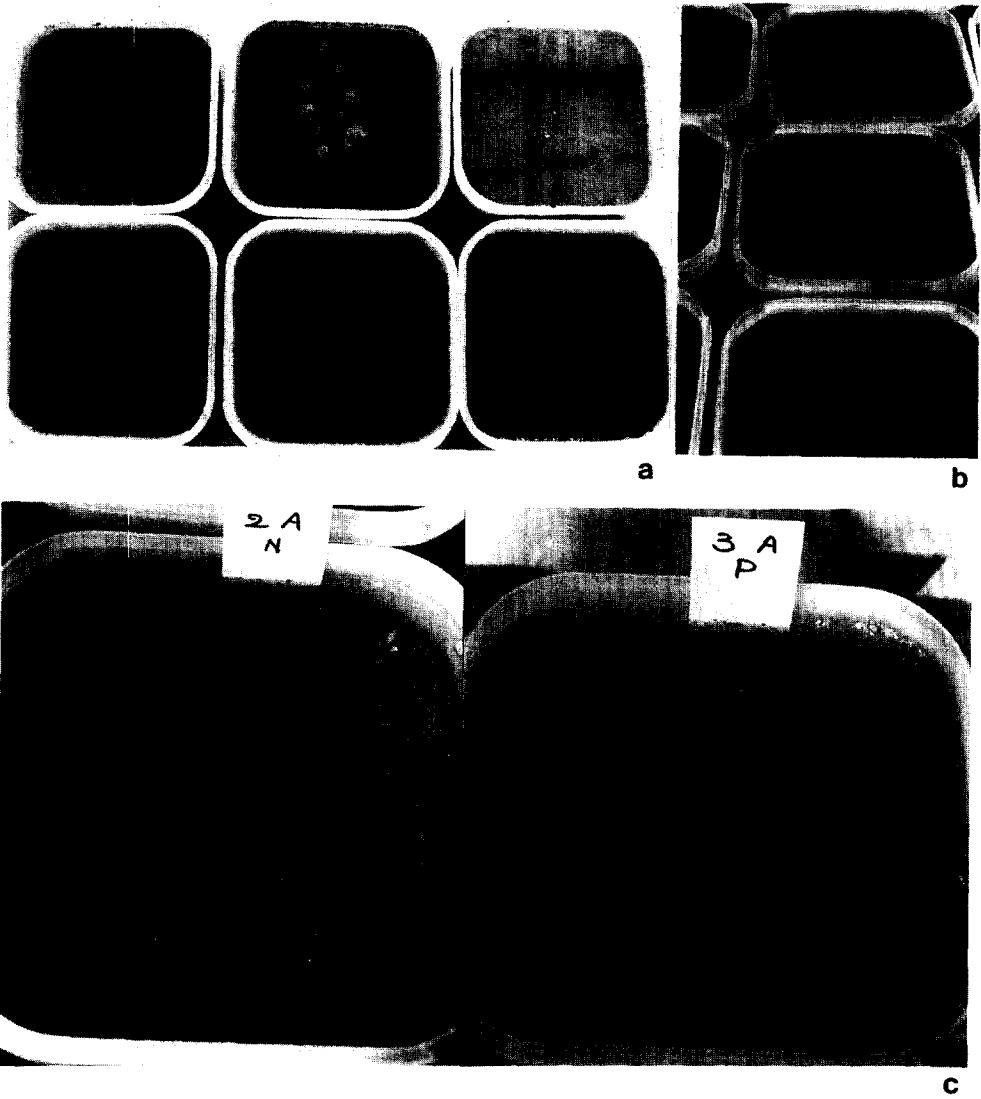


Fig. 1. Effect of fertilizers on algae occurrence.  
 (a) Soil flakes caused by blue-green algae.  
 (b) *Euglena* sp.  
 (c) *Hydrodictyon* sp.

Table 2. Effect of NaCl concentration on algae growth.

NaCl (%)	NaCl injury (0-9)						
	Blue-green algae			Green algae			Diatoms
	<i>Oscillatoria</i>	<i>Nostoc</i>	<i>Spirogyra</i>	<i>Hydrodictyon</i>	<i>Cladophora</i>	<i>Rhizoconium</i>	<i>Navicula</i>
0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	0	9	0	0	0	0	0
0.4	0	9	7	5	0	2	0
0.8	0	9	9	8	0	4	0
1.2	0	9	9	9	0	7	0

綠藻類는 種類에 따라 鹽分濃도에 따른 反應이 多樣하여 *Cladophora*의 耐鹽性은 強하였고 *Rhizoclonium*의 耐鹽性도 比較的 強한 편이었으나 해감(*Spirogyra*)과 그물말(*Hydrodictyon*)은 弱하였다(表 2). *Cladophora*는 NaCl 1.2%에서도 正常生育을 하였고 *Rhizoclonium*은 0.4% 以下에서 거의 政商繁殖을 하였다. 해감과 그물말은 NaCl 0.2% 以下에서는 繁殖障害 없이 正常生育을 하였으나 0.4% 以上 濃度에서는 生長이 抑制되고 顯微鏡으로 보아 細胞破壞가 觀察되었다.

硅藻類인 깃돌말(*Navicula*)은 強한 耐鹽性을 보였다(表 2). 藻類의 種類에 따라 耐鹽性이 다른 結果는 生態的 特性과 關聯되어 前報<sup>6)</sup>의 全國地帶別 藻類 分布調查의 結果로써 解釋이 可能한 것으로 보였다. 表 2에서 보는 바와 같이 耐鹽性이 強한 *Cladophora*는 干拓年代가 짧은 瑞山 干拓地에만 分布하였고 耐鹽性이 比較的 強한 *Rhizoclonium*도 扶安 干拓地에서 採集되었다. 뿐만 아니라 耐鹽性으로 나타난 흔들말(*Oscillatoria*)과 깃돌말(*Navicula*)도 干拓地를 包含한 全國에 고르게 分布하는 優占藻類라고 報告되었다<sup>6)</sup>.

### 3. 藥劑防除 效果

供試한 6個 藥劑中 piperophos/dimethametryn은 그물말(*Hydrodictyon*)과 浮遊性 單細胞 綠藻類 및 유그레나 防除에 높은 效果를 보였으며 propineb와 硫酸銅(copper sulfate)은 그물

말 防除에 優秀한 效果를 보였다(表 3).

Mefenacet/bensulfuron/dymron의 境遇에는 溫室과 圃場試驗 結果가 크게 달랐다(表 3). 溫室條件에서는 그물말에 대하여 藥劑散布 效果가 없었으나 圃場試驗에서는 상당히 높은 殺藻效果를 보였다. 이러한 結果는 그물말의 接種方法이 다른 데에 기인한 것으로 보인다. 溫室에서는 어린 網狀體를 直接 接種하였기 때문에 그 藥劑에 쉽게 견디고 適應하여 殺藻效果가 떨어진 반면 圃場에서는 어린 網狀體가 아닌 成體를 뿌려주었으므로 成體에서 새로 만들어지는 遊走子의 形成을 그 藥劑가 크게 妨害함으로써 殺藻效果가 높아진 것이 아닌가 보여진다. 이러한 結果는 藥劑에 따라서는 使用時期가 다른 境遇 殺藻效果가 變動될 수 있다는 것을 나타내고 있다.

光合成抑制型 除草劑의 成分을 含有하고 있는 butachlor/pyrazolate도 mefenacet/bensulfuron/dymron에서와 같이 溫室과 圃場에서의 그물말에 대한 殺藻效果가 달랐다. 그러나 圃場에서의 殺藻效果도 triazine系 또는 sulfonylurea系 除草劑나 硫酸銅, propineb에 比하여 떨어졌다. Benthocarb의 藻類防除效果는 전혀 認定할 수 없었으며 硅藻類 等に 있어서는 繁殖을 오히려 促進시키는 傾向을 보였다. 綠藻類 防除에는 triazine系, urea系, quinone系, 銅合劑 等の 效果가 認定되고 있다<sup>4,5,8,9,10,12,13,14,15)</sup>.

Propineb는 果樹와 菜蔬作物의 炭疽病이나 露菌病 防除에 使用되는 殺菌劑로서 亞鉛(zinc)含有 藥劑이다. 이 藥劑는 논에 初中期 除草劑를

Table 3. Algae control effect of herbicides and chemicals applied at early stage of algae occurrence.

Chemicals	Application rate (ai g/10a)	Algae control effect (1-10)			
		<i>Hydrodictyon</i>		Unicellular green algae/ <i>Euglena</i>	
		Green house	Field	Green house	Field
Piperophos/ dimethametryn (G)	88/22	8	9	9	6
Mefenacet/ bensulfuron/ dymron (G)	105/3.9/40.5	0	8	0	3
Benthocarb (G)	210	0	0	0	0
Butachlor/ pyrazolate (G)	105/180	0	5	0	4
Propineb (WP)	140	10	9	0	1
Copper sulfate	1,000	9	7	0	0

撒布한 後에도 使用할 수 있는 長點이 있고 直播 벼에도 藥害가 없었다. 現在 연못 등의 藻類防除劑(algicides)로서 外國에서 市販되고 있는 Fritz Algae Clean Out이나 Aquazine은 triazine系의 simazine이 含有되어 있고 Aquatrine이나 Algae-Rhap 등은 銅을 含有하고 있다.

浮遊性 單細胞 綠藻類나 유그레나에 對해서는 piperophos/dimethametryn을 除外하고 防除效果가 높은 藥劑가 없었다(表 3). 이러한 單細胞 藻類는 繁殖速度가 極히 빠르고 여러 經路를 通하여 流入되어 쉽게 再繁殖할 수 있기 때문에 實際 防除가 어렵다고 본다. 그러나 浮遊性 單細胞 藻類는 다른 藻類와 混生하여 크게 發生하지 않는 한 벼에는 큰 被害를 일으키지 않을 것으로 보인다.

### 摘 要

논에 發生하는 主要 藻類의 繁殖에 미치는 施肥 및 鹽分濃度의 影響과 藥劑防除法을 究明하기 위한 試驗을 1991년 수행하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 藍藻類인 흔들말(*Oscillatoria*)의 發生量은 窒素肥料의 增施에 따라 增加하였고 綠藻類인 그물말(*Hydrodictyon*)의 發生量은 磷酸肥料의 增施에 따라 增加하였다.
2. 그물말은 窒素肥料에 極히 敏感하여 窒素肥料의 增施에 따라 繁殖障害를 일으켰다.
3. 유그레나도 多量의 窒素肥料 施用으로 繁殖障害를 보였으나 그물말에 比하여 敏感하지는 않았다.
4. 흔들말, 클라도포라 및 깃돌말(*Navicula*)은 耐鹽性을 보였다.
5. Piperophos/dimethametryn은 靜滯性 綠藻類인 그물말과 浮遊性 單細胞 綠藻類 및 유그레나의 防除에 效果가 높았고 propineb와 硫酸銅도 그물말에 對하여 높은 防除效果가 認定되었다.

### 引用 文 獻

1. 後藤岩三郎. 1950. 苗岱表土剝離と氣象との關係. 農及園 25(5): 417.
2. 日高伸・柴英雄. 1983. 汚濁水流入田の田面水質, アオウキクサと藻類の窒素に及ぼす影響. 日土肥誌 54(5): 429-433.
3. 環境廳. 1986. '86 自然生態系 全國調査 第1次年度(陸水域圈). 419p.
4. 河合一郎. 1956. 水苗岱及び本田のアオミドロ防除法. 農及園 31(7): 1006.
5. 金奎眞・咸泳秀. 1976. 水稻 水苗岱의 藻類防除에 關한 研究. 韓植保誌 15(3): 127-132.
6. 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.
7. 李相奎・金承煥・韓基鶴. 1986. 水稻栽培期間中 苗岱의 괴분原因藻類 및 本畝의 浮遊藻類에 關한 研究. 韓土肥誌 19(1): 70-75.
8. Loepky, C. and B.G. Tweedy. 1969. Effects of selected herbicides upon growth of soil algae. Weed Sci. 17: 110-113.
9. Smith, R.J. Jr. and D.E. Seaman. 1973. Weeds and their control. pp.135-140. Rice in the United States: Varieties and Production. USDA Agriculture Handbook No. 289.
10. 竹松哲夫・近内誠登. 1974. 水田除草の理論と實際. 博友社, 東京. 520p.
11. 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.
12. 山岸淳. 1984. 藻類の生態と防除. 植調 18(1): 21-27.
13. 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.
14. 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.
15. 山岸淳・橋爪厚. 1974. 水田の綠藻類の生態と防除に關する2,3の知見. 雜研 18: 39-43.