

부레옥잠에 의한 生活污水의 淨化效果

金福榮 · 李相奎 · 權章軾 · 蘇奎鎬 · 尹銀鎬

Studies on the Purification of Sewage Water by Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*)

Bok-Young Kim, Sang-Kyu Lee, Chang-Seag Kwean, Kyu-Ho So and Eun-Ho Yun

Abstract

Field experiments were carried out to evaluate the utility of water hyacinth(*Eichhornia crassipes* Solm-Laub) for purifying sewage water in paddy fields of 247m²(75 Pyung). A field was lined with PVC film at a depth of 30cm and sewage water for 40 days. The results obtained with the use of water hyacinth in the sewage water are summarized as follows :

1. The Sodium linear dodecyl benzene sulfonate content of sewage water on the inlet was 6.33 ppm, themiddle point was 3.50 ppm and the outlet was 1.37 ppm.
2. With the use of water hyacinth in the sewage and the distilled water, the L. A. S. content were decreased from 7.3 and 4.0 to 0, respectively.
3. Sterillization with 70% ethyl alcohol at the roots of the water hyacinth was reduced the degradation effect of L. A. S.
4. The COD and NH₄⁺-N content of the sewage decreased from 107 and 32.7 ppm to 32.6 and 16.2 ppm, respectively and the P, Na and Cl content also were reduced.

緒 言

都市下水는 주로 家庭下水나 家庭廢水이며 家庭下水는 많은 有機物과 窒素 및 磷酸을 含有하고 있으며 이것이 河川이나 湖水에 流入되면 그 酸化過程에서 많은 酸素를 要求하게 되고 水中酸素를 減少시키게 되며 水中 酸素가 極度로 減少하게 되면 嫌氣性菌에 依하여 嫌氣의 分解, 소위 腐敗를 일

으키며 黃化水素, 암모니아가스 등이 發生되고 惡臭가 나며 汚색으로 變한다. 또한 窒素와 磷酸은 湖水나 河川의 富營養化를 일으키는 主要因子가 되며⁽¹⁾ 窒素含量이 높은 灌溉用水가 農耕地에 流入되면 農作物이 過繁茂되어 登熟不良 및 病害虫 發生 등의 被害를 가져오게 된다.⁽²⁾

家庭廢水는 食品의 微細片, 세탁물의 纖維素, 洗劑 등이 많이 含有되기 때문에 N, Na, Cl 및 洗劑

등이 문제視되고 있다.^(3, 4) 灌溉水中에 洗劑가 混入되면 벼에 直接的 影響과 蓄積에 依한 影響이 오는데 根의 老化가 빠르고 秩落現象이 나타나며 米質에 惡影響을 미친다고 알려져 있다.⁽⁵⁾

都市人 1人當 1日 排出되는 汚染物質量은 COD : 68.2g, SS : 44.9g, 窒素 : 7.7g, 磷 : 1.7g이라고 한다.⁽⁶⁾

廢水中 窒素, 磷酸, COD 등을 除去하기 위한 方法으로 水草인 부레옥잠을 廢水中에 栽培하여 廢水中에 有害成分을 吸收除去시키고^(7, 8, 9, 10, 11) 生産된 水草는 飼料 또는 土壤有機物資源으로 活用하는 研究가 最近 活發히 進行되고 있다.

本 研究는 부레옥잠을 生活污水가 流入되는 논에 栽培하여 汚水中 COD, NH₄-N, PO₄-P 및 洗劑의 減少量을 調査하여 그 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

1. 부레옥잠 栽培

試驗場所는 水原市 西屯洞으로 約 1,000世代的 아파트 住民이 居住하는 곳으로부터 約 500m 位置에 生活廢水가 排出되는 곳 247m²(75坪)의 논에 廢水를 流入시켜 하우스內에서 栽培된 부레옥잠을 1990年 6月 15日에 440株를 넣고 9月 10日까지 栽培하였으며 7月 6日부터 1週 間格으로 8月 16日까지 9回에 걸쳐 入口와 出口의 물에 對해 COD, NH₄-N, PO₄-P, Na, Cl 및 洗劑를 分析調査하였다.

栽培논은 바닥에 비닐을 깔고 사진 1과 같이 라이트를 이용하여 논 中間에 칸을 막아서 논물이 많은 距里를 移動하도록 하였고, 장마時에도 항상 물은 一定量이 흘러 들어가도록 流量을 一定하게 調節 하였으나 流入汚水量은 1日 70~170톤으로 差異가 甚하였다.

부레옥잠은 南美 부라질이 原産인 熱帶性 植物인데 栽培農家에서 구입하여 하우스內에서 增殖시켜 供給하였다.



Photo. 1. Water hyacinth cultivation in paddy field for the purification of the irrigated Sewage water.

2. 洗劑室內試驗

논에 流入되는 汚水와 蒸溜水를 各各 500ml의 유리 容器에 500ml씩 取하여 特級標準試藥(東京化成工業社製品) Sodium Linear Dodecylbenzene Sulfonate : LAS)을 使用하여 濃度를 汚水는 7.3 ppm, 蒸溜水는 4.0 ppm으로하여 生育이 均等한 부레옥잠을 70% Ethyl alcohol로 1分間 浸漬, 물洗滌, 1分間 浸漬, 물洗滌한 區와 alcohol로 浸漬하지 않은 區, 부레옥잠을 넣지 않은 區로 區分하여 2株씩을 넣고 栽培하면서 容器內에서 L.A.S 濃度가 變化되는 것을 5, 18, 30, 40時間後에 各各 調査하였다.

3. 水質分析

NH₄-N는 酸化마그네슘法 COD는 重크롬酸칼리法, PO₄-P는 몰리브덴산암모늄法을 使用하였으며 (16) L.A.S는 메칠알킬法(17)으로 分液濾斗에 試料溶液 5ml와 蒸溜水 95ml를 取하여 붕산나트륨 溶液 10ml, 메칠렌블루 溶液 10ml를 加하여 混合시킨 後 클로르포름 20ml를 加해서 세계 혼든 後 클로르포름層을 分離하여 0.1N-H₂SO₄ 100ml를 加하여 세계 혼든 後에 定置하여 클로르포름層을 分離하여 比色管에 옮기고 無水黃酸나트륨 少量을 加해서 振盪하고 放置한 後에 上澄液의 吸光度를 650nm에서 測定하였다.

結果 및 考察

1. 洗劑의 含量變化

Table 1. Decreasing of the L.A.S.* content by the growth of water hyacinth in irrigated waste water.

Sampling point	date			Mean
	8.2	8.6	8.9	
Inlet	6.4	6.3	6.3	6.33
Medium point	4.0	3.0	3.5	3.50
Outlet	1.6	1.	1.1	1.37

* L.A.S. : Sodium linear dodecylbenzene sulfonate.

논에 水草인 부레옥잠을 栽培하면서 汚水가 流入되는 논 入口와 中間地點 및 出口의 灌溉水中 洗劑濃度를 調査한 結果 表 1과 같이 는 入口에서 6.33 ppm이던 것이 中間地點에서는 3.5 ppm 그리고 出口에서는 1.37 ppm으로 減少되었다. 따라서 生活污水에 부레옥잠을 栽培함으로써 洗劑의 濃度를 줄일 수 있다는 것을 알게 되었다. 그러나 이 減少原因이 부레옥잠 뿌리의 分泌物에 依한 分解인지 또는 微生物의 分解에 依한 것인지를 알기 위하여 本 廢水에 부레옥잠을 넣지 않은 것과 부레옥잠의 뿌리를 alcohol로 1分間 2回 殺菌하여 넣은 것으로 區分하여 44時間동안 經時的으로 調査한 結果 그림 1과 같이 對照區는 洗劑의 減少가 거의 없었으나 부레옥잠을 殺菌하지 않고 넣은 區에서는 42時間만에 거의 減少되었고 alcohol로 殺菌한 區에서는 3 ppm 程度로, 殺菌한 區에서 L.A.S의 減少가 둔화되었다. 따라서 부레옥잠 뿌리에서 分泌되는 어떤 物質과 부레옥잠 뿌리에 있는 微生物 모두가 L.A.S 分解에 關與하는 것으로 생각되었으나 부레옥잠 뿌리가 알콜에 依한 장애를 받았는지에 對하여는 더 檢討되어야 할 것으로 생각된다. 그러나 汚水中에 있는 어떤 微生物에 依한 影響도 있을 수 있다고 생각되어 洗劑를 蒸溜水中에 4.0 ppm處理하고 부레옥잠을 넣지 않은 것, 殺菌하지 않고 넣은 것,

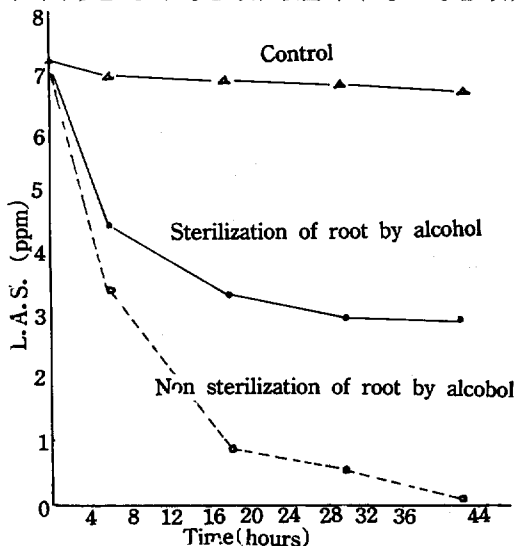


Fig. 1. Effects of non-sterilization and sterilization of root by alcohol on the degradation of L.A.S. in city sewage.

殺菌하고 넣은 것을 區分하여 栽培한 結果 그림 2에서와 같이 汚水에서와 같은 傾向을 나타내고 있어 汚水の 微生物은 影響이 없는 것으로 생각되었다.

2. COD 含量變化

논에 부레옥잠을 栽培하면서 汚水流入口와 流出

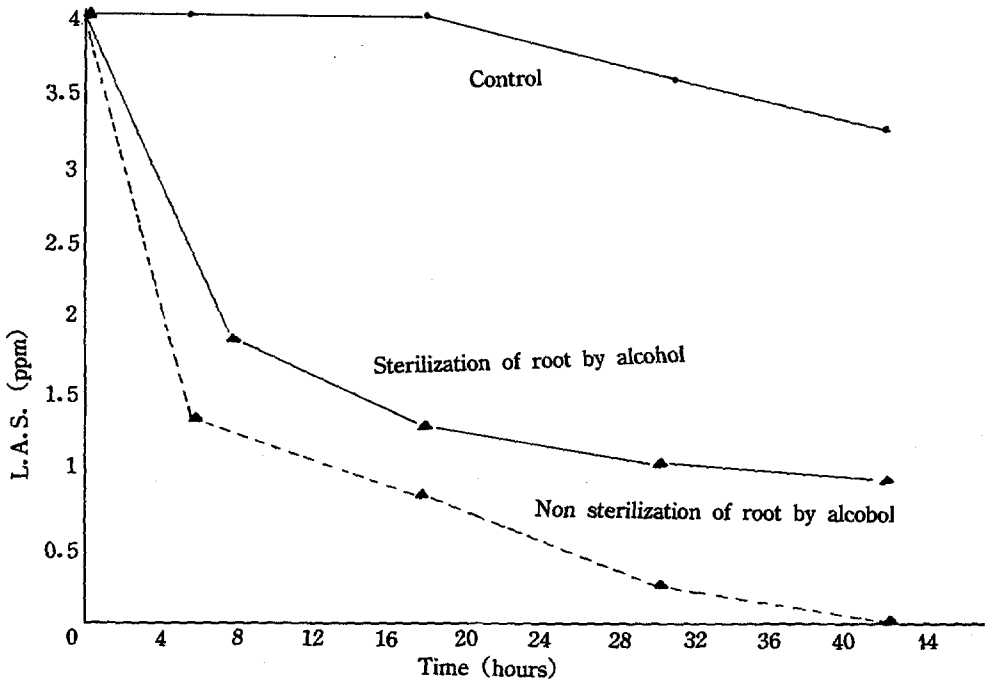


Fig. 2. Effects of root sterilization and non sterilization on the degradation of L. A. S. in distilled water.

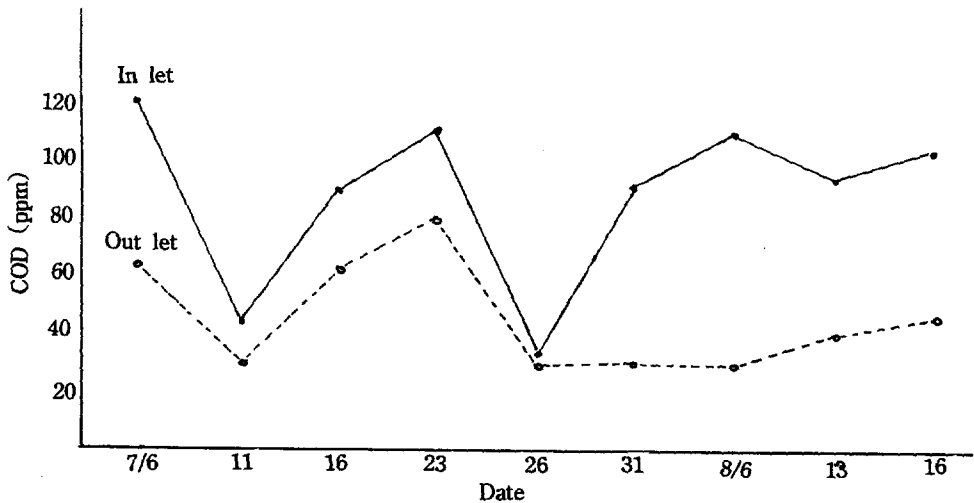


Fig. 3 Changes of COD content in city sewage water on the growth of water hyacinth in paddy field.

口的灌溉水中 COD 含量을 調査한 結果 그림 3과 같이 부레옥잠 栽培를 시작하고 20日까지는 流入口와 流出口 사이에 別差異가 없었으나 20日以後부터는 流出口의 COD 含量이 流入口 100 ppm에 비해 30 ppm 程度도 훨씬 낮아졌다. 이는 20日까지는 부레옥잠의 量이 面積의 約 1/5程度로 적어서 淨化가 덜 되었으며 20日以後부터는 부레옥잠이 面積의 1/2程度로 많이 增殖되었기 때문에 COD 輕減效果가 큰 것으로 보이며 金 등^(11, 19)의 豚舍廢水中 부레옥잠에 依한 COD 含量變化가 291.6

ppm으로 減少되었다는 報告 등으로 보아 부레옥잠이 汚水中 COD를 減少시킨다는 것은 主지의 사실이다. 그리고 20日前에는 效果가 적은 것으로 보아 부레옥잠없이 廢水自體의 自淨能力은 매우 낮은 것으로 判斷되었다.

3. NH₄-N 含量變化

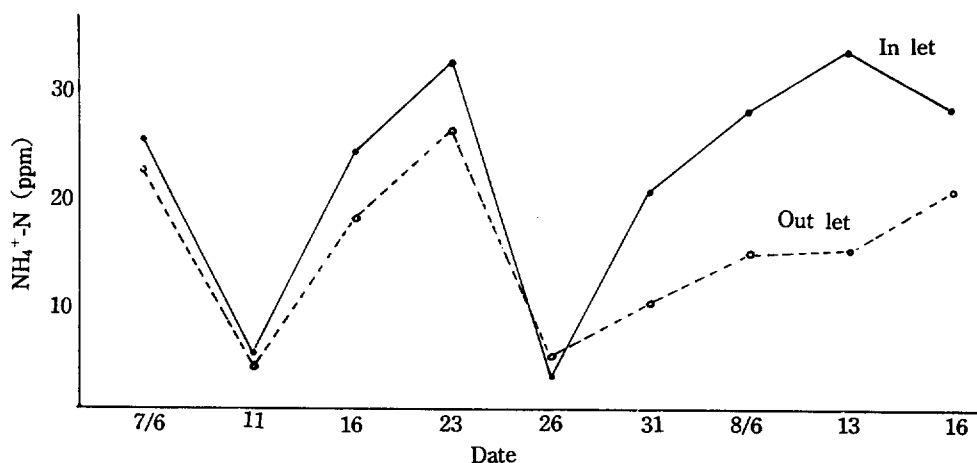


Fig. 4. Changes of NH₄⁺-N content in city sewage water on the growth of water hyacinth in paddy field.

논에 부레옥잠을 栽培하면서 灌溉水 流入口와 流出口의 NH₄-N 含量을 約 40日間 調査한 結果 그림 4와 같이 栽培시작 20日 後인 7月 26日까지는 別로 差異가 없었으나 28日부터는 出口가 入口에 비해 NH₄-N 濃度가 훨씬 낮았는데 이는 부레옥잠이 窒素成分을 吸收하였기 때문에 생각되고 初期에는 부레옥잠의 量이 적고 이미 流入되어 貯留되어 있던 物量이 相對的으로 많았기 때문에 入口와 出口의 差異가 적었던 것으로 判斷되고 金 등⁽²¹⁾이 畜産廢水의 汚染物質 除去를 위한 水草選拔利用研究에서 窒素, 磷酸除去量은 부레옥잠이 가장 높다고 하였고 沖陽子 등⁽¹⁴⁾은 부레옥잠은 질소와 磷酸의 吸收가 높아 汚水淨化用으로 使用할 수 있다고 한 것 등으로 보면 生活污水淨化에도 부레옥잠 利用이 可能할 것으로 判斷되었다.

4. 磷酸含量變化

磷酸含量도 窒素나 COD와 마찬가지로 그림 5와 같이 부레옥잠을 栽培하기 시작한 후 20日까지는 別로 差異가 없었다.

이는 75坪의 논에 부레옥잠 440株만 넣었기 때문에 이미 貯藏된 汚水量에 비해 부레옥잠量이 相對的으로 적었기 때문에 생각되며 20日以後부터는 出口의 PO₄-P濃度가 入口의 濃度보다 훨씬 낮았는데 이는 부레옥잠이 磷酸을 吸收했기 때문에 생각된다. 金 등^(18, 21)은 畜産廢水에서 磷酸의 除去效果가 있었다고 하였고 沖陽子 등⁽²⁰⁾이 부레옥잠은 磷酸消費量이 一般植物에 비해 4倍나 된다는 등의 報告로 보면 汚水中 磷酸除去에 가장 좋은 水草라고 判斷된다.

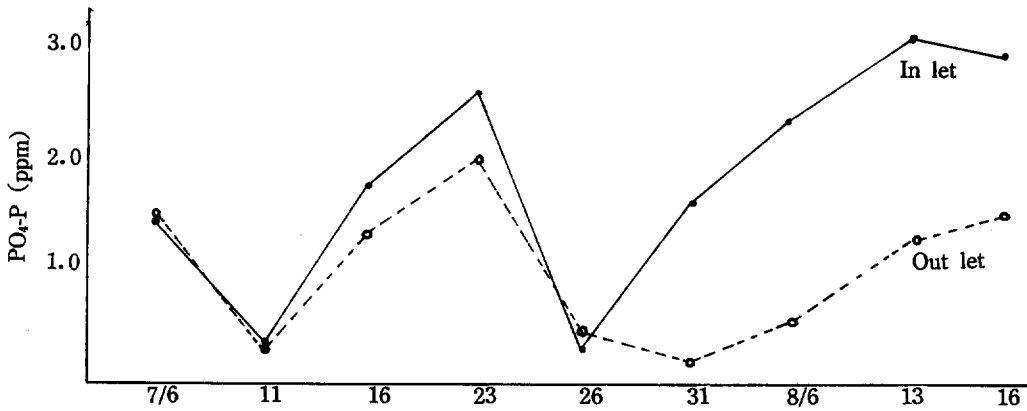


Fig. 5. Changes of PO₄-P content in city sewage water on the growth of water hyacinth in paddy field.

5. 鹽類含量變化

논에 부레옥잠을 栽培하면서 논 入口와 出口部의 灌溉水中 Na 및 Cl을 7月 6日부터 8月 16日까지 9회에 걸쳐 調査한 結果 表 2와 같이 Na는 入口가

31.6 ppm, 出口가 28.7 ppm으로 多少 減少되었 으며 Cl은 43.3 ppm에서 39.4 ppm으로 약간 減少를 가져 왔으나, COD, NH₄-N, 및 PO₄-P처럼 큰 減少 効果는 없었다. 따라서 水草인 부레옥잠은 Na와 Cl에 對해서는 NH₄-N나 PO₄-P에서와 같이 그 吸收 除去 能力이 크지 않은 것으로 생각되었다.

Table 2. Changes of Na and Cl content in irrigated Sewage water by the growth of water hyacinth

		date									Unit : ppm
		7/6.	11.	16.	23.	26.	31.	8/6.	13.	16.	Mean
Na	In let	35.7	13.8	43.5	34.4	10.5	39.2	44.7	30.8	32.2	31.6
	Out let	25.5	9.0	34.9	31.8	13.6	33.3	42.6	31.2	36.2	28.7
Cl	In let	53.2	36.2	62.4	53.5	8.9	41.8	48.6	42.9	41.8	43.3
	Out let	52.1	25.5	54.9	47.5	10.6	32.6	40.8	40.4	50.3	39.4

要 約

논 面積이 75坪되는 논바닥에 비닐을 깔고 生活 汚水를 30cm程度의 水位를 유지시키면서 40日동안 繼續灌溉하면서 水草인 부레옥잠을 栽培한 結果 다음과 같은 成績을 얻었다.

- 부레옥잠栽培는 入口의 灌溉水中 L.A.S含量은 6.33 ppm, 中央部는 3.50 ppm, 出口는 1.37

ppm으로 減少되었다.

- 汚水 및 蒸溜水에 부레옥잠을 넣어 栽培함으로써 L.A.S의 含量이 7.3→0, 4.0→0 ppm으로 減少 되었다.
- 부레옥잠 뿌리의 表面을 alcohol로 殺菌한 結果 L.A.S의 減少가 둔화되었다.
- 生活汚水에 부레옥잠栽培로 COD가 107→32.0 ppm NH₄-N가 32.7→16.3 ppm으로 減少되었고 P, Na 및 Cl含量도 減少되었다.

引用文獻

1. 手塚泰彦著. (1972): 水界の富營養化と生物群集, 環境汚染と生物II, 公立出版株式會社: 38~61.
2. 金福榮. (1988): 水質汚染과 農業, 韓國環境農學會誌, 7(2): 153~171.
3. 金萬壽. (1985): 農作物 被害調査 事例調査 事例報告書, 單行本, 農業技術研究所: 59~171.
4. 鄭永浩, 金福永, 한기학. (1973): 우리나라 水質汚染의 實態調査, 農事試驗研究報告, 15 P): 7~13.
5. 農林省 農地局. (1969): 農業用と 水質保全, 農業と公害, 地球出版株式會社: 204~205.
6. 崔守一. (1981): 全國主要 河川流域 基礎調査 要約報告書, 環境廳: 63~106.
7. 本村正, 立小野主信. (1978): 豚舎廢(汚)水のホテイアオイによる 淨化, 畜産の研究, 32(7): 64~68.
8. Reddy. K.R. and W.F. Debusk, 1985. Nutrient removal potential of selected aquatic macrophytes. *J. Environmental Quality*, 14(4): 459~462.
9. 瀬戸壽一, 濱田安憲. (1971): 養豚場の汚水處理の工夫—浮遊植物と放魚による汚水處理の畜産の研究, 29(5): 59~62.
10. 酒井英市. (1973): ホテイアオイによる 豚ふん尿 汚水の淨化處理, 畜産の研究, 27(4): 45~50.
11. _____, 糸瀨貞義, 武井昌二. 1976. ホテイアオイによる 豚尿汚水の淨化處理(I), 畜産の研究. 30(1): 57~60.
12. 本村輝井, 立小野主信. (1978): ホテイアオイの飼料化, 畜産の研究, 32(10): 61~64.
13. 小林登史夫, 植木邦和. (1980): 新しいバイオマス 原料の育成と利用—水生植物ホテイアオイを例として—化學と生物, 18(4): 231~236.
14. 沖陽子. (1981): 水生雜草ホテイアオイをめぐる諸問題, 農業技術, 35(11): 15~21.
15. 植木邦和. (1981): ホテイアオイ バイオマス - 生産と變換(上): 195~202.
16. 三宅泰雄, 北野庚. (1964): 水質化學分析法 (4版) 地人書館(東京).
17. 菅野三郎, 福井昭三. (1978): 環境公害學その基礎と分析: 285~287.
18. 金奎植, 金福榮, 趙日煥, 禹基大, 朴永大. (1988): 畜産廢水 淨化를 爲한 부레옥잠 (水草) 利用研究, 農事試驗研究論文集. 30(3): 39~45.
19. Rogers. H. H. and D. E. Davis. (1972): Nutrient removal by water hyacinth. *Weed Science*. 20(5): 423~428.
20. 沖陽子, 伊藤操子, 植木邦和. (1978): ホテイアオイの生育及び繁殖に關する研究. 1. 水中の營養鹽が生育び繁殖に與える影響, 雜草研究, 23: 15~19.
21. 金福榮, 金奎植, 朴永大. (1988): 畜産廢水の汚染物質除去를 爲한 水草選抜利用研究, 韓國環境農學會誌, 7(2): 111~116.