

## 벼品種 및 主要 雜草種에 대한 Oxyfluorfen의 選擇活性 研究

金永珍 · 具滋玉 · 房 錫 · 崔根鎮

### Herbicidal Selective Activity of Oxyfluorfen to the Selected Rice Cultivars and Major Paddy Weed Species

Kim, Y.J., J.O. Guh, S. Pang and K.J. Choi

#### ABSTRACT

The experiment was carried out to find the feasibility of using Oxyfluorfen in the paddy fields by investigating the difference of selective activity of Oxyfluorfen among rice cultivars and major paddy weed species. The dosage of Oxyfluorfen that show selective activity between rice cultivars and weed species ranged from 0.1 to 0.4kg ai/ha. The degree of growth inhibition was in order of whole-plant soaking application > root soaking application > stem bandage application, and in that case  $10^{-5}$  M Oxyfluorfen was treated after emergence. Especially the growth inhibition of rice cultivars and *Cyperus serotinus* was low, among others. Photosynthesis was severely inhibited at the Oxyfluorfen level above  $10^{-4}$  M in all the tested weeds, but inhibition of respiration was not to be seen. Isolated single cells of two rice cultivars and *Cyperus serotinus* were tolerant to  $10^{-5}$  M Oxyfluorfen, but those of *Echinochloa crus-galli* and *Sagittaria pygmaea* were susceptible comparatively. The growth inhibition of suspension cultured rice cell induced by the increments of Oxyfluorfen concentration, and the degree of inhibition was higher in C.V. Mushakdanti than in C.V. Aichiasahi.

Key words: selectivity, oxyfluorfen, rice cultivar, growth inhibition.

#### 緒 言

主穀農業의 테두리에서도 水稻作中心의 營農을 하고 있는 우리나라에서 벼 農事의 省力化는 무엇보다 優先하는 當面課題임에 틀림이 없다. 이의 省力化는 農作業의 機械化와 除草劑에 의한 雜草防除가 最大의 要因인 것으로 이미 잘 알려져 있다. 特別合理的인 除草劑 使用은 20% 以上에 달하는 雜草 害로 인한 減收를 막는 동시에 農民들로 하여금 除草勞動의 고통으로부터 벗어날 수 있게 한다.

우리나라의 雜草防除 使用은 1960年代 以後의 일

이며, 그 사이에 一年生雜草를 防除하는데 效果的이었던 diphenyl-ether 系의 藥劑나 acetamide 系의 數種藥劑가 주로 使用되어 왔다. 그 結果로 多年生雜草의 優占化現象이 招來되었고, 이에 부응하여 一年生과 함께 多年生雜草를 동시에 防除할 수 있는 數種의 混合除草劑가 開發되기에 이르렀다. 그러나 이들 새로운 藥劑들은 대부분 土壤處理劑로서 우리나라 논의 折半 以上을 차지하고 있는 砂質土를 비롯한 低位收量地에서의 利用度가 낮다. 또한 現時點은 營農方式의 變化, 즉 機械移秧에서 비롯되는 雜苗移秧이나 栽培時期 및 作付體系의 多樣化에 따른 後作物에의 영향, 藥劑成分의 環境汚染에 대한 豫防

등을 綜合的으로 고려하여 새로운 無公害藥劑 (高度生理活性劑)를 探索해야 한다는 課題가 부여되고 있는 實情이라 하겠다.

'80年代에 이르러 벼에 대한 選擇活性이 높고, 殺草對象이 큰 除草劑로 pyrazol系의 混合劑가 普及되기 시작하였으며, 또한 生理活性이 高度로 높은 동시에 위의 長點을 함께 지닌 것으로 알려져 있는 sulfanyl-urea系의 數種藥劑들이 試驗되고 있다. 그러나 이들 새로운 藥劑들도 現在로서는 土壤處理劑로서의 普及展望을 가지고 있는데 不過하다. 따라서 本研究은 既存의 diphenyl-ether系 除草劑보다 10倍 以上으로 生理活性이 높고<sup>3,72)</sup>, 現在는 非選擇性的인 土壤莖葉兼用處理 果樹園除草劑로 使用되고 있는<sup>77)</sup> Oxyfluorfen을 水稻用 除草劑로 開發할 可能性을 探索할 目的으로 遂行되었다. 試驗動機는 이미 400餘 水稻品種에서 品種間에 選擇活性 差異가 있음을 發見했던 데에서 緣由한다.

## 研究史

### 1. Oxyfluorfen의 作用特性

Oxyfluorfen [ 2-chloro-1-(3-ethoxy-4-nitrophenoxy)-4-(trifluoromethyl)benzene ]은 미국의 Rohm & Haas社에서 開發한 diphenyl-ether계의 ortho置換에 의하여 活性을 나타내는 光要求性 除草劑이다.<sup>41,70,72)</sup> 本劑는 雙子葉植物과 一年生의 대부분 單子葉植物에 대하여 土壤 혹은 莖葉을 통한 강한 接觸 殺草性을 나타내며<sup>61,72)</sup> 이미는 除草劑로 사용되었던 Nitrofen보다 10倍 以上の 除草活性을 갖는 것으로 報告되고 있다.<sup>3,72)</sup> 보다 구체적인 研究結果로 Oxyfluorfen은 hydrocarbon gas를 放出시켜서 植物細胞膜의 構成成分인 脂質膜의 酸素放出 阻害에 의한 過磷酸의 崩壞를 시키는데<sup>37,69)</sup>, Gorske 등<sup>19,20)</sup>에 의하면 쇠비름에 葉面處理한 6時間 後에 葉溫이 上昇하고 水分 potential은 減少하였으며, 이에 따른 葉위조 및 生體膜의 破壞와 함께 膜透過性 增大 및 葉面氣孔의 폐쇄가 誘發되었다고 한다. 또한 色素體, 특히 carotenoid의 破壞 誘發에 의한<sup>37,41)</sup> carotene 合成抑制<sup>6)</sup>, 光合成的 電子傳達의 抑制<sup>5,13,15,37)</sup>, ATP生成抑制<sup>67)</sup> 등의 生理障害를 일으키는 것으로 알려져 있다. 그러나 Kunert 등<sup>37)</sup>에 의하면, 光合成的 電子傳達과 ATP合成의 抑制은 오히려 Nitrofen보다 낮은 정도라고 한다. 植物體에 의한 體

內移行과 吸收에 관한 <sup>14</sup>C-同位元素 利用研究도 많다.<sup>15,34,67,69)</sup> Fadayomi 등<sup>16)</sup>은 <sup>14</sup>C-Oxyfluorfen (spec. act. 2.61 μCi/g)을 수수와 완두의 根部에 處理한 結果, 吸收率은 완두보다 感受性이었던 수수에서 분명히 높았으나 吸收分의 地上部移行은 두 植物 모두 거의 認定되지 않는 程度였다고 하였다. Vanstone 등<sup>69)</sup>도 水稻栽培를 통하여 1~5 ppm의 <sup>14</sup>C-Oxyfluorfen을 마마콩과 강아지풀에 處理한 結果, 根部吸收分의 2.2% 內外가 地上部로 移行되었고, 10<sup>-5</sup>~10<sup>-8</sup>M의 處理에서는 4時間에 0.7~0.9%에 지나지 않았다고 함으로써, 대부분의 다른 研究者들과 마찬가지로 Oxyfluorfen의 體內移行性이 거의 없음을 報告하였다. Oxyfluorfen의 土壤處理에 따른 不活性化에 관해서는 有機物土壤에서 促進이 되었다는 Fadayomi 등<sup>13,14)</sup>의 報告가 있고, 有機物土壤中에서도 吸着보다는 微生物의 分解에 의하는 것으로 밝힌 具 등<sup>25)</sup>의 報告가 있다. 土壤中에서의 半減期는 30~40日 程度이며 土壤中 移動이나 溶脫은 적은 藥劑로 알려져 있다.

### 2. Oxyfluorfen의 作物選擇活性

Oxyfluorfen의 作物選擇活性 및 作物에의 使用 可能性에 대한 研究로는 양파<sup>17,30,53,61)</sup>, 양배추(品種 差異가 多少 있음)<sup>22)</sup>, 고추<sup>79)</sup>, 마늘<sup>31)</sup>, 땅콩, 콩, 들깨<sup>33)</sup> 圃場에서의 雜草發生前 및 發生直後處理 研究가 있고, 이들 試驗結果는 藥量, 土壤水分, 土性, 有機物含量, 藥劑濃度, 土壤微生物 및 光線 등의 條件들과 關係되어 있는 것으로 報告되었다.<sup>13,27,73)</sup> 作物과 雜草種間의 選擇活性에 관해서는 金<sup>33)</sup>이 고추 3品種과 무우, 배추, 오이, 토마토 및 쇠비름과 바랭이의 發芽後 初期生育에 대한 反應을 調査했던 結果, 대부분의 供試植物種間에 Oxyfluorfen에 대한 耐性이나 感受性的 差異는 크지 않았으나 오이는 0~14%, 고추는 30~40% 發芽 및 生育抑制가 있었던 반면, 바랭이는 70~90%, 쇠비름은 100% 抑制가 되었다. 또한 벼에 대한 檢定 試驗으로서 Rao 등<sup>52)</sup>, Cerna 등<sup>8)</sup>, Mukhopadhyia 등<sup>44)</sup>, IRRRI 팀<sup>29)</sup>, Chauhan 등<sup>9)</sup>의 結果가 있으나 處理時 環境과 適用方法, 適用藥量 및 濃度에 대한 不確實性 때문에 踏歩를 거듭하고 있는 實情이다.

### 3. 生理活性 및 作用機作的 研究方法

最近에 와서 光學器機나 計測機, 有機分析機들의 判別할 만한 發達에 힘입어 生理活性物質의 探索이

나 이들의 作用特性에 대한 研究가 世界的으로 폭 넓게 進行되고 있다. 光合成에 대한 除草劑의 영향은 比較的 일찍부터 이루어져 왔으나 Waburg 裝置를 利用하거나 同化箱에서 CO<sub>2</sub> 量을 赤外線 gas 測定機로 分析하는 方法에 依存하여 왔다.<sup>71)</sup> 그러나 最近에는 生物의 酸素測定用 電極이 많이 開發됨으로써 chloroplast 單位에서뿐만 아니라 葉切片을 材料로 하여 光合成과 呼吸<sup>40,55,56,57,58,75)</sup>, 電子傳達이나 光磷酸化<sup>40,51)</sup>를 간단히 測定할 수 있게 되었고, 또한 除草劑의 作用特性을 밝히기 위하여 conductivity meter<sup>50,68)</sup>를 쓰거나 porometer<sup>75)</sup>, fluorescence meter<sup>4)</sup> 또는 gas-chromatograph<sup>71)</sup>를 간편하게 使用하고도 있다.

특히 *In Vivo*와 *In Vitro* 또는 植物體의 反應間에 높은 相關性이 認定됨에 따라<sup>6,16,64)</sup> 單離細胞<sup>66)</sup>, callus<sup>28,29,39,62)</sup>, cell suspension<sup>24,43)</sup>, 單離葉綠體<sup>40,42,51)</sup>, 原形質體<sup>10,38)</sup>, 單細胞植物(藻類)<sup>36,37)</sup>을 利用하여 보다 신속하고 精密하게 藥劑反應으로서의 作用特性 研究가 혼하게 이루어지고 있다. 이들을 자료로 하여 光學顯微鏡이나 電子顯微鏡으로 植物體組織의 解剖學的 및 微細構造變化를 解析한 研究報告들<sup>2,18,43,45,46,49,60)</sup>도 혼하게 발견된다.

Diphenyl-ether 系의 除草劑에 대한 作用特性의 最近研究는 Acifluorfen이나 Oxyfluorfen에 集中되고 있는 傾向인데, 例로는 Pritchard 등<sup>51)</sup>, Saka 등<sup>57)</sup>, Kunert 등<sup>36,37)</sup>, Vanstone 등<sup>69,70)</sup>, Böhme 등<sup>4)</sup>, Fadayomi 등<sup>15)</sup>, Sandmann 등<sup>59,60)</sup>, Gorske 등<sup>20)</sup>, Orr 등<sup>48)</sup> 및 Michrina 등<sup>42)</sup>을 들 수 있다. 一般的으로 <sup>14</sup>C-化合物을 使用하여서 植物體內的 吸收·移行·分解 등에 대한 研究를 하는 것이 普遍的이다.<sup>13,48,69)</sup> 특히 Orr 등<sup>47)</sup>은 liquid scintillation spectroscopy를 利用하여 <sup>86</sup>Rb<sup>+</sup>를 測定함으로써 diphenyl-ether 系의 生體檢定을 가

장 신속·정확히 할 수 있음을 報告한 바가 있다. 그러나 Acifluorfen이나 Oxyfluorfen의 作物/雜草間 選擇活性機作에 관한 研究例는 별로 發見되지 않는 實情이다.

## 材料 및 方法

植物材料는 벼 2品種과 雜草 5種으로 하였다. 벼 品種은 豫備試驗에서 400餘種을 供試하여 生長箱에서 生育시킨 다음 3葉期의 幼苗時期에 Oxyfluorfen을 10g a.i./10a 水準으로 處理하여 感受性を 보인 Mushakdanti 品種과 300g a.i./10a 水準에서 耐性を 나타낸 Aichiasahi 品種을 使用하였으며, 雜草種은 現在 問題視되고 있는 논雜草들로서 全南大學校 農科大學 雜草增殖圃場에서 採取한 種子나 地下繁殖體들이다. 供試藥劑는 Oxyfluorfen으로 Rohm & Haas Asia에서 提供한 Goal 23.5 EC를 使用하였다.

### 試驗 1. 發生前 處理試驗

供試材料에 따라 地下繁殖體는 1986年 8월에 採取하였고, 種子是 1985年度에 採取하였다. 피는 메시케이터 속에 보관하면서 完熟시켰고, 올챙고랭이는 11개월 된 風乾貯藏種자를 湛水埋沒狀態로 5℃條件에서 3개월간 貯藏하였으며<sup>76)</sup>, 벼는 風乾狀態의 種자를 50℃에서 5日間 休眠打破 處理하여 使用하였다. 塊莖이나 地下莖은 休眠性이 없기 때문에 試驗直前に 掘採하여 供試하였다.

播種은 vermiculite가 담긴 5.3×5.3×6.2cm (Wd.×Lg.×Ht.)의 사각꽃트에 充實한 繁殖體를 취하여 올챙고랭이는 12개, 피는 20개, 올방개는 7개, 올미는 9개, 너도밤동산이는 12개, 水稻는 각각 10개씩 播種하고 약 2mm 두께로 覆土한 뒤

List of plant species experimented

Plant species	Scientific name	Family	Plant part
올챙고랭이	<i>Scirpus juncooides</i> Roxb.	Cyperaceae	Seed
피	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Gramineae	Seed
올방개	<i>Eleocharis kuroguwai</i> Ohwi.	Cyperaceae	Tuber
올미	<i>Sagittaria pygmaea</i> Miq.	Alismataceae	Tuber
너도밤동산이	<i>Cyperus serotinus</i> Rottb.	Cyperaceae	Rhizome
水稻(感受性)	<i>Oryza s.</i> (Mushakdanti)	Gramineae	Seed
水稻(耐性)	<i>Oryza s.</i> (Aichiasahi)	Gramineae	Seed

Chemical information of Oxyfluorfen used

Common & trade name	Oxyfluorfen, Goal
Chemical name	2-chloro-1-(3-ethoxy-4-nitrophenoxy)-4-(trifluoromethyl) benzene
Structural formula	
Formulation	23.5 EC
Solubility	0.1 ppm (water 25°C)

湛水해 주었다.

藥劑處理는 Oxyfluorfen 을 0, 0.05, 0.1, 0.2 및 0.4 kg a. i. / ha 의 5水準으로 하여 播種直後에 풋트當 10 ml 藥液을 피펫으로 表面處理하였고 3反復을 두었다. 生育은 28°C 生長箱에서 형광등으로 1일 13시간씩 2klux 를 照射하여 生育시켰다. 調査는 處理後 매일 出現 個體數를 調査하였으며 處理 10日後에 採取하여 地上部와 地下部の 生體重을 測定하였다.

**試驗 2. 發生後 處理試驗**

本實驗은 plastic house 內에서 實施되었으며 1986年 9月 10日에 vermiculite 가 充填된 풋트에 播種하여 生育시킨 供試植物의 幼苗를 10日後에 뿌리를 水洗하고 春日井(Kasugai)가 開發한 養液 [Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 12H<sub>2</sub>O 2,017 ppm, KCl 642 ppm, MgSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O 611 ppm, CaCl<sub>2</sub> 2H<sub>2</sub>O 1,050 ppm, Fe-EDTA 264 ppm, MnCl<sub>2</sub> 4H<sub>2</sub>O 1,809 ppm, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 0.286 ppm, (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub> 4H<sub>2</sub>O 0.092 ppm, CuSO<sub>4</sub> 5H<sub>2</sub>O 0.0786 ppm, ZnSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O 0.2197 ppm, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 471.9 ppm, NaNO<sub>3</sub> 607 ppm] 에 水耕栽培를 하였다. 方法은 35 × 45 × 5.5 cm(W × L × H)의 플라스틱容器에 pH를 5.5로 調整한 養液 8ℓ를 넣은 다음 구멍뚫린 浮遊性 스킨로플에 植物體를 넣어 스펀지로 支持되도록 하였으며, 水耕液은 3日 간격으로 1/4 濃度에서 1/2 濃度로, 그리고 完全濃度(full strength)가 되도록 교환해 주고 다시 2일이 지난 後 植物體에 藥劑處理를 하였다.

處理는 15 klux 상태의 plastic house 內에서 10<sup>6</sup> M Oxyfluorfen 에 1시간 동안 뿌리만 浸漬한 것, 地上部 1cm 部位로 帶狀處理한 것, 그리고, 全體 浸漬處理한 것으로 나누어 遂行하였으며, 處理後 植物體를 흐르는 수도물에 깨끗이 水洗한 뒤 계속 水耕栽培를 하였다. 調査는 處理한 4日後에 採取하여

藥害로 인해 죽은 부분은 除去하고 80°C 乾燥器에서 24시간 乾燥시킨 뒤 地上部와 地下部の 乾物重을 구하였다.

**試驗 3. 酸素電極法에 의한 藥劑의 光合成 및 呼吸阻害力 反應試驗**

供試植物의 完全展開葉을 採取하여 中央의 葉脈을 除外한 葉身部位에 直徑 5 mm 펀치(punch)를 使用하여 圖型葉片(disc)을 얻은 다음 0.5 mM CaSO<sub>4</sub> 를 포함하는 磷酸緩衝液(NaHPO<sub>4</sub>-Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, pH 7.2)에 넣고 眞空펌프(1,725 rpm, GEC Machines Ltd, UK.)로 葉切片內의 gas를 除去시켜 완전히 가라앉혀 使用하였다.

處理는 磷酸緩衝液 속에서 10<sup>-6</sup>, 10<sup>-5</sup>, 10<sup>-4</sup> 및 10<sup>-3</sup> M Oxyfluorfen 이 濃度別로 調整된 10 ml 의 용액 속에 材料植物의 葉切片을 각각 10매씩 넣어 형광등 照明(6 klux, 28°C) 아래에서 1시간 동안 前處理하였다.

光合成으로 인해 放出되어 나오는 O<sub>2</sub> 의 測定은 前處理된 葉切片 10매(總葉面積 169.8 mm<sup>2</sup>)를 Oxyfluorfen 이 濃度別로 添加된 인산완충액 3 ml 가 들어 있는 Clark type 의 酸素電極裝置(O<sub>2</sub>-electrode, Rank brothers Co, Bottisham, UK) 의 反應槽(反應溫度는 25~30°C)에 넣고 환등기(光源은 24 V, 150 W)로 數分間 前照射(60 klux)한 後 0.625 M의 NaHCO<sub>3</sub> 를 0.1 ml 添加(最終濃度 20 mM)하여 10분간 O<sub>2</sub> 의 發生量을 測定하였다. 光合成量의 測定은 放出되어 나오는 O<sub>2</sub>의 量을 Ishii 등의 方法(1977)에 따라 μ mole O<sub>2</sub>/dm<sup>2</sup>/hr 單位로 換算하여 나타내었다.

**試驗 4. In Vitro 反應試驗**

(1) 遊離單細胞 反應 試驗

試料는 2, 3葉期에 이른 幼植物의 未熟葉을 採取하여 깨끗이 水洗한 後 試料와 0.65 M의 D-man-

nitol 을 添加한 증류수(pH는 5.8 로 조정)를 手動式 유리 호모제나이저에 넣어 가볍게 粉碎한 다음 100 ml 삼각후라스크에 넣고 Macerozyme(Onozuka R-10) 0.5%를 處理하여 진탕(28 ± 1°C, dark, 100 rpm)시키면서 單細胞를 遊離시켰다. 遊離된 單細胞는 88 μm의 stainless steel sieve 로 濾過하여 分離되지 않은 잔재는 除去하였으며 800 rpm에서 5分間 2回 速心分離시키면서 酵素溶液을 洗滌하였다. 그 후 細胞密度가 4.5 × 10<sup>5</sup> cells/ml로 되도록 貯藏溶液(stock solution)을 準備하여 13 × 2 cm φ의 試驗管에 5 ml씩 넣어 處理用溶液으로 삼았다. 處理는 각 試驗管마다 10<sup>-6</sup>, 10<sup>-5</sup>, 10<sup>-4</sup> 및 10<sup>-3</sup> M Oxyfluorfen 을 濃度別로 處理하였고 藥劑의 均等한 細胞內浸透를 위하여 신속試驗管混合器(vortex mixer)를 使用하였으며 光과 溫度處理條件은 28 ± 1°C 生長箱에서 螢光등(6klux)에 의하여 1時間 동안 照射하는 方式로 하였다. 遊離된 單細胞數는 0.1 mm 길이의 血球系(haemocytometer)를 使用하여 測定하였으며, 細胞의 活力檢定은 2.5% Evans blue 溶液<sup>39)</sup>으로 染色하여 살아있는 細胞를 判讀하였다.

#### (2) 懸濁培養細胞의 反應試驗

試料는 感受性과 耐性으로 選拔된 벼 2品種이며 懸濁培養에 使用할 callus는 玄米로부터 Murashige & Skoog(MS)培地(2, 4-D 2 ppm, sucrose 3% 첨가, pH 5.8)에서 誘起하여<sup>65)</sup> 3, 4回 繼代培養시킨 friable 한 300 mg 程度의 callus를 手動式 유리 호모제나이저로 가볍게 粉碎하고 50 ml의 MS 液體培地가 들어있는 250 ml 삼각후라스크에 接種한 다음 진탕배양기(28 ± 1°C, dark, 120 rpm)에서 다시 數回 繼代培養하여 貯藏溶液으로 使用하였다. 處理用 培地는 貯藏溶液의 細胞生長이 安定期(stationary phase)에 이르는 時期에 10 ml씩

취하여 15 ml의 MS 液體培地가 들어있는 100 ml의 삼각후라스크에 넣은 다음 다시 對數期(log phase)에 해당하는 시기에 각 후라스크當 Oxyfluorfen을 10<sup>-6</sup>, 10<sup>-5</sup>, 10<sup>-4</sup> 및 10<sup>-3</sup> M까지 濃度別로 3 반복 處理하였다. 調査는 貯藏溶液의 生長程度를 2일 간격마다 血球計로 測定하였으며 藥劑處理後 4일에 細胞數를 測定하여 比較하였다.

## 結果 및 考察

우리나라 논의 主要雜草 5種과 豫備試驗을 거쳐 Oxyfluorfen에 比較的 感受性과 耐性을 보였던 水稻 2品種, Mushakdanti 와 Aichiasahi를 함께 供試하여 一連의 試驗을 遂行하였다.

### 試驗 1. 發生前 土壤處理試驗

Oxyfluorfen을 無處理에 對備하여 0.05, 0.1, 0.2, 0.4 kg a.i./ha로 發生前 土壤處理하고 10日後에 각 供試植物의 出現率과 期間中 生育量(生體重)을 測定하였다. 寫眞 1에서 볼 수 있듯이, 너도방동사니를 除外한 대부분의 供試雜草種들은 Oxyfluorfen 0.05 kg a.i./ha에서도 無處理에 對比하여 致命的인 出現抑制가 誘發되었다. 그러나 너도방동사니는 0.4 kg a.i./ha의 水準下에서도 상당수의 出現이 可能하였다. 水稻品種에 있어서도 藥劑感受性이었던 Mushakdanti는 비록 出現은 했더라도 藥量增大에 따라 漸次 심하게 地上部 藥害 및 枯死葉이 나타났던 반면, 耐性이었던 Aichiasahi는 0.4 kg a.i./ha의 높은 水準下에서도 대부분 生存해 있음을 볼 수 있었으며, 水稻에서 나타나는 藥害의 樣相은 葉先端이 葉鞘로부터 빠져나오지 못하며 葉身에 褐色斑點을 띄고 있었으나 시일이 經過함에 따라 점점 회복되어 가는 것을 관찰할 수 있었다.

Table 1. Emergence rate(% of control) of plant species at 10 days after application of Oxyfluorfen (pre-emergence)

Plant species	Application rates(kg ai/ha)					ED <sub>50</sub>
	0	0.05	0.1	0.2	0.4	
<i>Scirpus juncoides</i>	100	39	26	13	4	0.013
<i>Echinochloa crus-galli</i>	100	100	45	30	5	0.092
<i>Eleocharis kuroguwai</i>	100	57	43	40	12	0.045
<i>Sagittaria pygmaea</i>	100	60	50	30	20	0.11
<i>Cyperus serotinus</i>	100	100	95	62	38	0.34
Rice (Mushakdanti)	100	85	85	77	73	0.67
Rice (Aichiasahi)	100	96	96	88	88	0.73

Table 2. Average days required for seedling emergence under various concentrations of Oxyfluorfen

Plant species	Application rates (kg ai/ha)					Range (Max-Min)
	0	0.05	0.1	0.2	0.4	
<i>Scirpus juncoides</i>	4.7	5.3	4.7	5.0	5.9	1.2
<i>Echinochloa crus-galli</i>	5.8	4.8	4.7	4.5	4.4	1.4
<i>Eleocharis kuroguwai</i>	4.8	3.8	3.0	4.8	4.8	1.8
<i>Sagittaria pygmaea</i>	3.4	3.4	4.0	5.0	5.7	2.3
<i>Cyperus serotinus</i>	3.2	3.9	3.8	4.0	3.9	0.8
Rice (Mushakdanti)	4.7	4.3	4.9	5.3	5.9	1.6
Rice (Aichiasahi)	2.5	2.9	2.8	3.0	3.2	0.7

이들 결과를 出現率로 基準하여 曲線回歸式에 의한 ED<sub>50</sub> (50% 致死 濃度)을 推定한 것이 表 1이다. 즉 벼는 品種에 관계없이 出現抑制은 받지 않는 것으로 나타났다. 너도방동사니는 ED<sub>50</sub> 이 Oxyfluorfen 0.34 kg a.i./ha 로서 다른 雜草種보다 耐性이 컸으며, 올챙고랭이는 0.013 kg a.i./ha 로서 가장 感受성이 컸다.

그러나 供試植物種의 發芽 또는 出現에 所要되는 期間 自體는 Oxyfluorfen 處理 또는 處理水準에 따라 別로 影響을 받지 않는 傾向이었다(表 2).

Oxyfluorfen 은 營養液을 媒體로 할 때에 뿌리로부터 쉽게 吸收<sup>69)</sup> 되지만 地上部로의 移行은 時間이 經過되어도 極히 制限된다고 한다.<sup>15)</sup> 또한 土壤 移動이 거의 이루어지지 않으면서도<sup>13)</sup> 뿌리보다 莖葉 吸收로 植物毒性이 일어나기 때문에<sup>16)</sup> 作物에 대한 選擇活性 差異는 移植作物圃場에서의 雜草發生前 處理에서 可能할 것으로 判斷이 된다.<sup>1,7,14,28,44)</sup>

本試驗의 結果는 너도방동사니를 除外한 雜草種 및 感受性 水稻品種과 耐性 水稻品種 사이에서 Oxyfluorfen 의 發生前 處理로 選擇活性 差異가 懸隔하게 있음을 示唆한 것으로 보인다. Abud<sup>1)</sup>, Mukhopadhyay 등<sup>44)</sup>, Chauhan 등<sup>9)</sup> 은 Oxyfluorfen 을 移秧벼에 處理하여 一年生 방동사니를 效果적으로 防除하였던 반면에 多年生 매자기는 比較的 耐性을 보인 것으로 報告한 바 있다. 따라서 Oxyfluorfen 에 耐性을 보인 너도방동사니는 地下莖의 貯藏養分에 기인한 耐性이며, Ryan<sup>54)</sup> 이 報告했던 *Stellaria* 種에서의 Oxyfluorfen 抵抗性과는 다른 것으로 判斷이 된다.

이와 같은 사실은 藥劑處理後 10日에 調査한 뿌리와 莖葉의 生體重으로도 立證이 된다(表 3). 즉 너도방동사니의 莖葉은 地下莖에서의 持續인 營養供給 때문에 相當한 耐性을 보였지만 根部는 다

른 雜草種들과 類似한 程度의 感受性을 보이고 있었다. 여기에서 注目되는 點은 벼 品種間의 生長反應 差異이다. Oxyfluorfen 에 感受성이었던 Mushakdanti 라도 發芽와 出現率에서는 比較的 耐性을 보였었지만 生長에 있어서는 0.2 kg a.i./ha 水準에서부터 致命的인 抑制影響을 받고 있었다. 따라서 抵抗性品種이 育成되지 않는 한, 벼에 대한 Oxyfluorfen 의 使用量은 0.1 kg a.i./ha 를 초과하지 않는 것이 바람직한 것으로 보인다.

## 試驗 2. 發生後 處理試驗

發生後 處理의 경우, 供試植物體가 藥劑接觸을 할 수 있는 기회는 莖葉에 撒布液이 직접 닿거나 湛水에 溶解된 藥液 또는 土壤處理層에 植物 지체부위가 닿는 경우 및 根圈으로의 移行에 의한 根部接觸의 세 경우를 생각할 수 있을 것이다. 따라서 本試驗은 10<sup>-5</sup> M 濃度의 Oxyfluorfen 溶液에 植物體 全體處理(Whole-plant soaking application, WA), 지체부 1cm 의 莖部에 대한 帶狀處理(Stem bandage application, SA) 및 根部處理(Root soaking application, RA)로 하여 處理後 4日間の 生長反應 差異를 調査하였다(그림 1).

莖部帶狀處理에 의한 生育抑制은 올미와 피, 올방개, 올챙고랭이에서 比較的 큰 편이었고 벼와 너도방동사니에서는 거의 無視될 程度였다. 반면에 根部處理의 경우는 벼와 너도방동사니, 피 및 올챙고랭이가 比較的 耐性을 보인 반면에 올방개와 올미는 感受性을 나타내었다. 또한 全體處理에서는 모든 供試植物들이 感受性을 나타내었으나 벼 品種 Aichiasahi 와 너도방동사니, 올챙고랭이 및 올방개가 相對적으로 耐性이었고, 피, 올미 및 벼 品種 Mushakdanti 가 더욱 感受性인 反應을 나타내었다. Oxyfluorfen 處理로 인한 植物體 部位間, 즉 地上部와

Table 3. Variation in fresh weight of emerged seedlings (mg/seedling) at 10 days after application of Oxyfluorfen (pre-emergence)

Plant species	Application rates (kg ai/ha)					C.V. (%)
	0	0.05	0.1	0.2	0.4	
<i>Scirpus juncoides</i>						
Root	1.5	1.4	0.8	0.8	0.3	51.3
Shoot	1.8	1.1	1.8	0.9	0.3	55.3
Total	3.3	2.5	2.6	1.7	0.6	48.2
<i>Echinochloa crus-galli</i>						
Root	3.3	1.9	2.2	1.7	1.0	41.6
Shoot	4.0	3.3	1.9	0.7	1.6	57.9
Total	7.3	5.2	4.1	2.4	2.6	46.8
<i>Eleocharis kuroguwai</i>						
Root	7.1	5.4	6.0	1.2	1.0	68.7
Shoot	24.0	28.7	12.2	4.3	4.0	77.2
Total	31.1	34.1	18.2	5.5	5.0	73.1
<i>Sagittaria pygmaea</i>						
Root	8.8	2.6	4.7	0.2	1.3	96.4
Shoot	15.4	6.0	3.9	2.1	1.1	100.6
Total	24.2	8.6	8.6	2.3	2.4	96.9
<i>Cyperus serotinus</i>						
Root	31.7	44.0	23.1	15.1	18.3	44.0
Shoot	73.2	70.5	56.5	50.6	51.0	17.9
Total	104.9	114.5	79.6	65.7	69.3	25.1
Rice(Mushakdanti)						
Root	8.0	7.6	5.0	4.3	3.8	33.7
Shoot	10.7	7.7	6.5	2.6	1.9	62.2
Total	18.7	15.3	11.5	6.9	5.7	47.3
Rice(Aichiasahi)						
Root	14.4	14.6	14.3	13.8	12.8	10.3
Shoot	17.0	17.4	13.1	12.7	12.3	17.1
Total	31.4	32.0	27.4	26.5	25.1	10.7

地下部間の生長反應差異는 比較的 적은 傾向이었다.

以上の結果로 볼 때, Oxyfluorfen에 대한發生前과發生後處理間의反應差는 상당히 다른樣相이었다. 물론 Oxyfluorfen을 벼의移秧後 莖葉處理했던試驗例들<sup>8,44,52</sup>도 있으나揮發에 의한被害와使用便宜性 때문에乳劑보다는粒劑를供試하였다. 그러나 Grabowski 등<sup>21,23</sup>에 의하면水和劑에서만揮發이減少했다고 한다. 本試驗은乳劑에浸漬後水耕液<sup>12</sup>으로 옮겨生育시켰으므로揮發에 의한干涉效果는 없었을 것으로 생각된다. 따라서 Gorske 등<sup>19</sup>, Orr 등<sup>48</sup> 및 Sandmann 등<sup>59</sup>의 Oxyfluorfen에 대한作用機作研究에 의하면, Oxyfluorfen은植物體內的 carotenoid合成을抑制하면서多價의不飽和脂肪酸의 polymer形成이나過酸化를促進함으로써에너지受容을抑制하는 동시에 ethane發生으로 인한生體膜의浸透性を增大시키고 이를

破壞함으로써枯死케 한다고 한다. 즉光合成이나葉綠素의 bleaching은2次的인 영향이며<sup>29,70</sup>,植物種間이나品種間의耐性差異는表皮細胞層에의 wax程度<sup>18,21,63</sup>나細胞密度<sup>45</sup>등에起因될 수 있을 것이다. 이는 Oxyfluorfen이 다른 어떤藥劑보다도根部吸收에 의한生理活性이 낮고<sup>15</sup>, 地上部로의移行이制限되고 있으며<sup>69</sup>, 土壤內的移動이 적은特性<sup>13</sup>을 지니기 때문이다. 또한氣孔이폐쇄되고細胞가凝縮하여細長葉이 되는 것도結局은 Oxyfluorfen이膜浸透性を 높이고膜을分解하는 데서 비롯된2次症狀이기 때문이다.<sup>20</sup>

따라서 本試驗의 경우, 根部處理에서의生理活性差異는 비록 있더라도實際의土壤에서는 크게誘發될 가능성이 없다. 그러나 지제부 1cm의莖部帶狀處理나全體處理에서는多少의差異가認定될 뿐만 아니라, 特히莖部帶狀處理에서 벼耐性品種인

fluorfen 을 莖葉處理 함으로써 種間選擇活性差異가 있음을 이미 밝힌 바 있다.

### 試驗 3. 光合成 및 呼吸阻害力 反應試驗

Oxyfluorfen 濃度別로 供試植物種의 葉切片에 대한 光合成 및 呼吸率變化는 最近에 開發普及이 되고 있는 bio-oxygen monitoring 裝置<sup>40, 56, 57, 68, 74</sup>, 즉 Clark-type 의 酸素電極으로 測定한 것이다.

無處理로부터 Oxyfluorfen 의 濃도가  $10^{-6} \sim 10^{-3}$  M 까지 높아짐에 따라  $O_2$  發生率이 떨어지는 現象을 관찰할 수가 있었다. 그러나 모든 供試種間이나 藥劑濃度間에 暗條件에서의  $O_2$  消耗率은 有意的인 差異를 나타내지 않았다. 이는 Oxyfluorfen 이 細胞膜의 破壞를 거쳐서 光合成抑制를 시키게 되므로<sup>59, 70</sup> 1時間 内外의 藥劑接觸으로는 呼吸에 影響을 일으키지 않았을 것으로 보인다. Kunert 등<sup>37</sup> 은 Oxyfluorfen 의 除草效果發現에 2時間程度의 豫備處理接觸이 要求된다고 하였다.

Saka 등<sup>57</sup> 이 동일한 電極裝置를 使用하여 벼의 葉切片에  $10^{-6}$  M의 diphenyl-ether 系 藥劑(Nitrofen)를 處理하여 反應 10分後에 10% 内外의 光合成抑制만이 認定되었다는 報告는 前處理(藥劑接觸) 時間을 두지 않고 處理直後에 測定하였기 때문으로 생각이 된다. 이로 볼 때, diphenyl-ether 系인 Oxyfluorfen 도 毒性發現順序에 따라 光合成에는 2次的으로 影響을 나타내었고, 3次的인 呼吸에 의 影響은 나타내지 않았던 것으로 解析이 된다.

供試植物種의 藥劑濃度別 光合成에 起因된 酵素發生率變化를 보면(表4), Oxyfluorfen  $10^{-3}$  M 에서도 올미, 올챙고랭이, 벼 Mushakadanti 및 올방개는 感受性反應을 나타내었다. 특히 올미는 水生植物

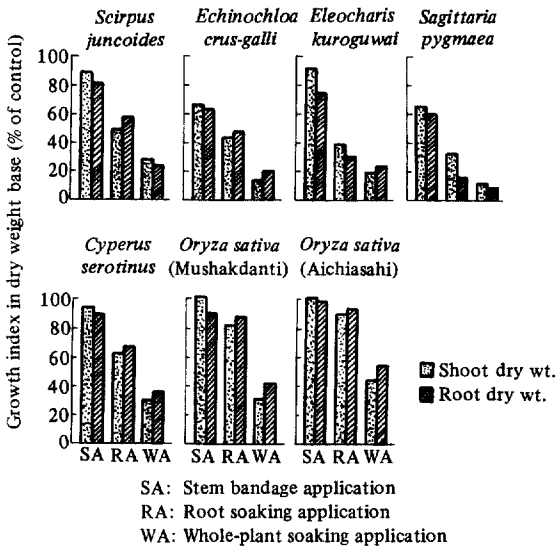


Fig. 1. Changes in growth index at 4 days after treatment as affected by localized applications of Oxyfluorfen  $10^{-5}$  M for 1 hour

Aichiasahi 와 供試 雜草種間에 差異를 認定할 수 있었기 때문에 粒劑形態로 雜草發生前處理 혹은 發生直後處理가 可能할 것으로 생각된다. 또한 全體處理에서는 벼 耐性品種과 너도방동사니, 올챙고랭이, 올방개 사이에 生理活性差異가 發見되지 않고 있어서 Oxyfluorfen 의 非選擇的 作用特性을 認定케 하였다. 이 部分의 結果는 Oxyfluorfen 이 接觸型의 機作에 의하기 때문에 特定 濃度下에서는 植物種間에 差異가 나타내지 않을 수 있는 것으로 보이며, 植物種間이나 品種間의 生育阻害濃度 差異를 면밀히 再檢討해 볼 필요가 있는 것으로 判斷된다. Fadayomi 등<sup>13, 14, 15</sup> 은 완두와 수수의 幼苗에 Oxy-

Table 4. Photosynthetic rates of leaf discs of each plant species and their inhibition with various concentrations of Oxyfluorfen

Plant species	Concentration							
	$10^{-6}$ M		$10^{-5}$ M		$10^{-4}$ M		$10^{-3}$ M	
	*PS	(%)	PS	(%)	PS	(%)	PS	(%)
<i>Scirpus juncooides</i>	650.1	85	605.3	79	547.0	71	470.8	61
<i>Echinochloa crus-galli</i>	924.3	82	824.4	73	634.7	56	367.1	33
<i>Eleocharis kuroguwai</i>	686.0	88	620.3	80	502.2	65	349.7	45
<i>Sagittaria pygmaea</i>	893.8	98	705.3	82	720.7	78	656.1	72
<i>Cyperus serotinus</i>	621.7	96	451.4	70	278.0	43	230.2	36
Rice(Mushakdanti)	841.4	83	747.3	74	642.7	64	434.9	43
Rice(Aichiasahi)	856.4	99	754.8	87	627.2	73	490.2	56

\*PS: Photosynthetic rate ( $\mu$  mole  $O_2/dm^2/hr$ ), and (%): % of control



로適應할 수 있도록 葉組織이 浮遊性構造를 가지고 있어서 葉切片內의 gas 除去가 어려웠다. 따라서 올미는 相對的인 耐性を 보였던 것으로 判斷되기 때문에 本 酸素電極裝置를 통한 藥劑檢定은 不適合했던 것으로 보인다. 그러나 벼 Aichiasahi와 울챙고랭이의 葉切片이 Oxyfluorfen  $10^{-4}$  M에서도 對照의 70% 以上에 이르는 光合成率을 維持할 수 있었던 耐性機作에 관해서는 注目이 된다.

Gorske 등<sup>20)</sup>은 쇠비름을 材料로 하여 Oxyfluorfen을 處理한 結果, 細胞膜으로의 藥液浸透가 많아지면서 氣孔이 닫히고 光合成이 멀어지는 現象이 있었다고 하였으며 Grabowski 등<sup>21)</sup>과 South 등<sup>63)</sup>은 植物體表皮에의 wax가 많고 적음에 따라 Oxyfluorfen 耐性差異가 認定된다고 하였다. 또한 Vanstone 등<sup>70)</sup>은 Oxyfluorfen이 chlorophyll과 無關함을, Devlin 등<sup>11)</sup>은 Norflurazon으로 carotenoid 合成을 抑制당한 植物體에서는 Oxyfluorfen의 活性이 나타나지 않았음을 報告한 바 있고, Michrina 등<sup>42)</sup>은 葉切片으로부터 單離시킨 葉綠體에서는 光合成이 抑制되는 現象이 있었음을 각각 報告한 바 있다. 이러한 既存의 研究들로 미루어 볼 때, 벼 耐性品種과 울챙고랭이, 올미 등이 보였던 光合成에서의 耐性機構는 藥劑에 의한 生體膜의 破壞와 이에 따르는 蛋白質 異狀과 關聯酵素들의 活性變化 差異에 의한 光合成抑制力의 差異로 볼 수 있으며, 따라서 이에 대하여는 組織學的이거나 또는 epicuticular 層의 蠟質層 發達程度 및 carotenoid와 關聯된 色素의 生化學的 研究나 細胞單位의 器內研究가 더욱 이루어져야 할 것으로 보인다.

#### 試驗 4. In Vitro 反應試驗

##### (1) 遊離單細胞反應

豫備試驗을 통하여 Macerozyme과 cellulase를 함께 使用한 경우, 細胞膜이 除去된 原形質體가 分離되어 나왔을뿐만 아니라 細胞活力이 크게 低下되었기 때문에 本試驗에서는 細胞間의 pectin 質 分解用的 Macerozyme만을 使用하였다. 반면에 表皮層除去를 위하여 cellulase 대신에 homogenizer를 使用하였다.

遊離된 單細胞의 크기나 모양은 供試植物間에 매우 多様な 變異를 보였다. 올미는  $40\ \mu\text{m}$  程度로 供試種中에서 가장 작았고, 벼나 피는  $120\ \mu\text{m}$  程度로 큰 편이었다. 또한 單細胞의 크기나 모양은 同一植物種 안에서도 差異를 나타내었으며, 特히 모양 差

異는 遊離過程에서 冊狀組織과 海綿組織이 함께 나온 데에서 緣由하는 것으로 보인다. 遊離單細胞는 많은 葉綠素를 含有하고 있어서 Evans blue로 染色할 경우 뚜렷한 綠色感知가 됨으로써 細胞活力의 判別에 도움이 되었다.  $10^{-3}$  M의 Oxyfluorfen에 處理한 後 2.5% Evans blue 溶液으로 검게 染色된 부분은 死滅된 細胞로서 cell viability를 判讀할 수 있었다.

Kunert 등<sup>36,37)</sup>, Bartels 등<sup>2)</sup>은 遊離單細胞 대신에 單細胞植物인 algae를 利用하여 試驗을 하였으나, Towne 등<sup>68)</sup>은 本試驗에서와 같이 葉肉組織의 單細胞를 分離하여 使用하였고, 研究者에 따라서는 懸濁培養한 細胞를 利用하거나<sup>6,20</sup> callus<sup>24,26,29,39,62,64)</sup> 또는 chloroplast나 protoplast를 裸出시켜 藥劑의 生化學的反應을 解析하기도 하였다.<sup>16,40,42,51)</sup>

單細胞分離를 위한 0.5% Macerozyme 反應時間은 草種間에 매우 多様な 差異를 보였다(表 5). 單細胞受率과 細胞活力으로 보아 最適의 反應時間은 울챙고랭이, 피, 벼(Aichiasahi)는 5時間, 울방개, 너도방동사니, 벼(Mushakdanti)가 4時間이었고 올미는 2時間으로써 比較的 짧은 時間을 要하였다.

單細胞에 대한 Oxyfluorfen의 濃度別 影響을 生存細胞比率와 活力維持比率로 計算한 結果(表 6), 벼 品種間의 反應差는 認定되지 않았으나 모든 供試雜草種보다 벼 두 品種은 高度로 有意的인 耐性이 있음을 알 수 있었다. 雜草種 가운데에서는 너도방동사니와 울챙고랭이가 比較的 耐性を 보인 반면에 울방개와 피 및 올미는 가장 感受性이었다.

즉 葉組織이나 植物個體에 Oxyfluorfen을 接觸시켜 反應을 判讀했던 앞의 試驗들에서는 벼品種間 反應差도 있었고, 供試雜草種間에도 벼의 耐性品種인 Aichiasahi에 比等한 程度의 耐性を 나타내었던 草種들이 있었으나 本試驗 즉 植物의 表皮層이 除去된 單細胞에서 相異한 反應을 보인 것은 Oxyfluorfen의 毒性發見 및 이에 대한 耐性發見이 植物種間 및 品種間의 表皮組織과 연관됨을 推定케 한다. 다시 말해서 Oxyfluorfen에 대한 耐性程度는 單細胞 水準에서도 變異를 보일뿐만 아니라 組織이나 個體植物의 條件에 따라서도 각각 變異程度를 나타낼 수 있다는 점으로 解析이 된다. 既存의 研究 가운데서도 Oxyfluorfen이나 diphenyl-ether 系의 다른 藥劑에 대한 感受性差異가 植物體의 表皮組織이나 外皮의 wax 層 發達程度와 關係를 갖는

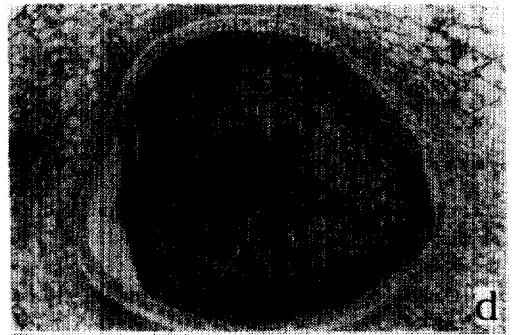
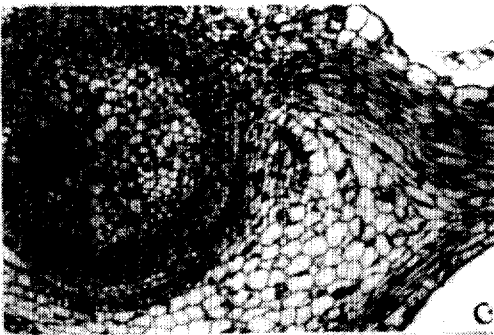
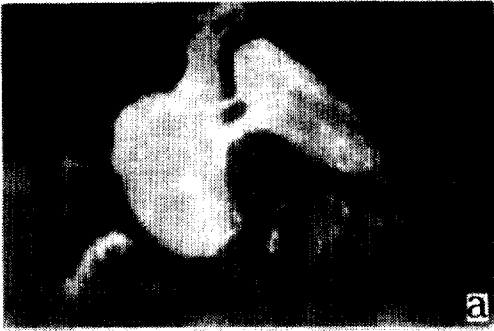


Photo. 1. Changes in phytotoxicity at 10 days after pre-emergence application as influenced by various concentrations of Oxyfluorfen

Table 5. Effect of shaking time on single cell yield and viability of cells isolated from mesophyll tissue treated with 0.5% Macerozyme

PS	Shaking time (hr.)														
	1			2			3			4			5		
	**TN	VI	HN	TN	VI	HN	TN	VI	HN	TN	VI	HN	TN	VI	HN
S.j.	0.2	73	0.1	2.9	82	2.4	4.3	86	3.7	6.8	79	5.4	9.9	71	7.0*
E.c.	2.0	70	1.4	2.3	76	1.7	3.2	81	2.6	5.5	86	4.7	8.1	90	7.3*
E.k.	1.2	82	1.0	1.5	89	1.3	3.4	88	3.0	7.4	78	5.8*	7.2	76	5.5
S.p.	6.5	90	5.9	8.2	92	7.5*	9.3	70	6.5	8.1	50	4.0	6.8	20	1.4
C.s.	5.7	87	5.0	6.0	98	5.9	8.0	93	7.4	11.4	85	9.7*	11.2	81	9.1
R.M.	1.6	69	1.1	2.5	75	1.9	4.9	82	4.0	10.7	91	9.7*	11.0	88	9.7
R.A.	0.6	73	0.4	1.9	79	1.5	5.5	86	4.7	8.3	93	7.7	8.7	95	8.3*

S.j. : *Scirpus juncooides* E.c. : *Echinochloa crus-galli* \*the maximum healthy cell number.  
 E.k. : *Eleocharis kuroguwai* S.p. : *Sagittaria pygmaea* \*\*TN : Total cell number (x 10<sup>5</sup> cells/g fresh wt.)  
 C.s. : *Cyperus serotinus* R.M. : Rice (Mushakdanti) VI : Cell viability (%)  
 R.A. : *Rice (Aichiasahi)* PS : Plant species HN : Healthy cell number (x 10<sup>5</sup> cells/g fresh wt.)

Table 6. Effect of various concentrations of Oxyfluorfen on the number and viability of single cell isolated mesophyll cells of plant species

Plant species	Concentration									
	Check		10 <sup>-6</sup> M		10 <sup>-5</sup> M		10 <sup>-4</sup> M		10 <sup>-3</sup> M	
	*CC	VI	CC	VI	CC	VI	CC	VI	CC	VI
<i>Scirpus j.</i>	450	100	172	76.5	131	53.1	39	25.9	15	8.6
<i>Echinochloa c.</i>	450	100	411	85.9	350	34.8	75	29.4	7	10.9
<i>Eleocharis k.</i>	450	100	210	55.3	126	41.2	41	23.5	12	5.9
<i>Sagittaria p.</i>	450	100	402	48.7	217	26.3	32	14.5	4	6.6
<i>Cyperus s.</i>	450	100	450	96.9	314	84.5	211	33.0	98	21.7
Rice(Mushakdanti)	450	100	450	95.5	370	89.9	350	75.3	271	39.3
Rice(Aichiasahi)	450	100	450	97.9	421	96.8	396	43.6	306	38.3

\*CC: cells counted (X 10<sup>3</sup> cells/ml), and VI: % cell viability of control

다는 報告<sup>21,65)</sup>가 있다.

Böhme 등<sup>4)</sup>, Sandmann 등<sup>66)</sup>, Orr 등<sup>46)</sup>, Kurnert 등<sup>36)</sup>은 Oxyfluorfen이 植物의 外皮에서 不飽和脂肪酸의 酸化에 의하여 作用은 發現한다고 하였고, Konives 등<sup>35)</sup>은 Oxyfluorfen과 類似的한 Acifluorfen을 利用하여서 植物表皮層에 대한 여러 種類的 safener를 보완 處理하여 藥害輕減이 可能하다고 報告한 바도 있고 Grabowski 등<sup>21)</sup>은 表皮層의 wax 生成抑制를 위하여 EPTC를 前處理한 結果 Oxyfluorfen의 藥害가 增大되었다는 報告를 한 바 있다. 따라서 本研究의 경우, 각 試驗마다 供試材料나 藥劑處理方法이 달라짐에 따라 Oxyfluorfen의 選擇活性差異가 다르게 나타나는 것은 供試植物間의 表皮組織 또는 wax層의 發達程度差異 때문인 것으로 보인다.

## (2) 懸濁培養細胞 反應

懸濁培養細胞는 玄米 callus에서 誘導하였다. 豫備試驗에서는 2,4-D를 2~6 ppm까지 달리 處理함에 따라 callus 形成은 잘 되었으나 callus 分化率을 고려하여 2 ppm으로 處理했었다. 물론 品種間에도 callus 形成에 差異가 있었으며, 印度型보다는 日本型에서 callus 誘起가 良好한 傾向이 있다.<sup>24,74)</sup>

本試驗은 앞의 植物色素를 具備한 遊離單細胞 試驗結果에서는 벼와 雜草種間에 反應差異가 認定되었으나 벼 品種間에는 差異가 認定되지 않았기 때문에, 葉綠素가 없는 懸濁培養細胞로 Oxyfluorfen의 選擇活性差異를 確認하기 위하여 遂行된 것이다.

藥劑處理時期를 判讀하기 위하여 無處理地에 Aichiasahi의 玄米 callus를 置床하고 懸濁培養을 하며 單細胞分離數를 測定한 結果 그림 2와 같

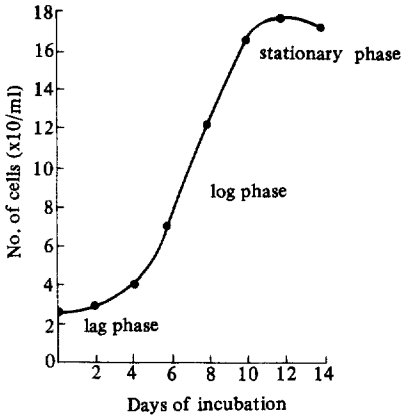


Fig. 2. Change in growth phases of rice cells of Aichiasahi under the suspension culture

은 反應을 보였다. 즉 培養初期에 潛伏期(lag phase)를 거쳐 對數期(log phase)에 到達하였고, 培養 12日程度에는 安定期(stationary phase)에 이르렀다. 따라서 Oxyfluorfen 處理는 單細胞의 生理的活性가 가장 높은 對數期에 遂行하였다. 벼 두品種, 즉 Oxyfluorfen 에 感受性인 Mushakdanti 와 耐性인 Aichiasahi 懸濁培養細胞의 Oxyfluorfen 濃度에 따른 4日間の 生存反應差異는 그림 3에서 나타낸 바와 같았다. Mushakdanti  $10^{-4}$  M 以上の 濃度에서는 生存細胞數가 거의 없어지는 傾向이었으나 Aichiasahi 는  $10^{-2}$  M 濃度에서도 對照區의 10%에 이르는 生存細胞數를 維持하고 있었다. 이 때 死滅된 細胞들은 糞渣培養으로 인해 細胞膜이 破壞되어 잔재로 남게 되는 現象임을 檢鏡

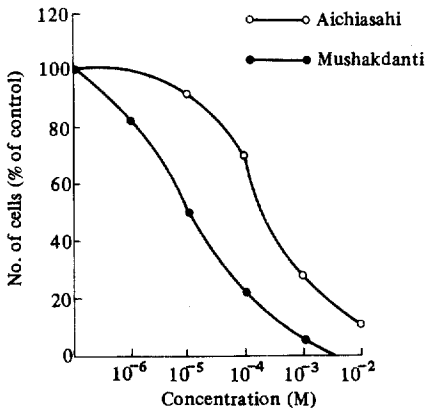


Fig. 3. Comparison of inhibition rate of rice cultivars as affected by various concentrations of Oxyfluorfen at 4 days after application

할 수 있었다. 따라서 벼品種에 대한 Oxyfluorfen 의 毒性反應이 Mushakdanti 에서는  $10^{-6} \sim 10^{-5}$  M, Aichiasahi 는  $10^{-5} \sim 10^{-4}$  M 사이에서 가장 致命的인 沮害를 보임으로써 品種間에 耐性差異가 있음을 알 수 있었다. 本試驗處理는 暗條件下에서 이루어진 것이기 때문에, 品種間的 反應差異는 Oxyfluorfen 의 光反應 以外的 作用에 의한 細胞膜破壞의 差異가 있었음을 뜻한다. 類似한 結果를 Jordan 등<sup>29)</sup> 은 담배 callus 에 대한 光合成抑制劑의 暗條件處理에서 報告한 바 있고, Lee<sup>39)</sup> 는 Glyphosate 와 生長調節劑의 體系處理에서 報告한 바 있다.

또한 Vanstone 등<sup>70)</sup> 은 Oxyfluorfen 의 作用이 葉綠素存在와 無關하다고 하였으며, Orr 등<sup>48)</sup> 이나 Sandmann 등<sup>59)</sup> 에 의하면 diphenyl-ether 의 作用이 最終적으로 細胞內蛋白質이나 酵素 및 色素의 分解에 起因된 物質再構成에 따른다고 하였다. 그 結果로 細胞의 collapse 程度<sup>20)</sup> 에 差異가 생겨서 結局 耐性差異를 招來한다고 하였다.<sup>59)</sup> 特히 Oxyfluorfen 은 細胞膜이나 色素가 破壞된 以後에 단 發現이 되며<sup>59, 60)</sup>, 따라서 Darmstadt 등<sup>10)</sup> 은 protoplast 로 membrane 의 役割을 比較測定했던 바도 있다. 本試驗 結果에서의 品種間差異는 懸濁培養過程에서 細胞間的 物理的 충격에 대한 耐性差異였을 수도 있고, 細胞質이나 原形質에 의한 藥劑反應差異이었을 수도 있다. Buhler 등<sup>6)</sup> 은 培養細胞에 대한  $^{14}$ C-Haloxyfopmethyl 의 吸收代謝差異를, Swanson 등<sup>64)</sup> 은 birdsfoot trefoil 의 callus 에 대한 2, 4-D 의 conjugation 反應差가 感受性差異를 誘發했음을 報告한 바 있다. 따라서 懸濁培養細胞에서 보인 品種間 反應差異는 葉肉組織의 遊離單細胞에서와 다르게 品種間的 選擇活性差異라는 觀點에서 더욱 分化된 精密試驗을 통하여 再確認될 필요가 있는 것으로 判斷된다.

### 摘 要

本研究는 벼品種 및 主要는 雜草種에 對한 Oxyfluorfen 의 選擇活性差異를 究明하여 水稻 圃場에서의 利用可能性을 살피 보고자 遂行되었으며 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. Oxyfluorfen 의 發生前處理에서 너도방동사니를 包含한 供試雜草種과 벼와의 選擇活性差異는

ED<sub>50</sub> 으로 보아 0.1~0.4 kg a.i./ha 水準에서 成  
立되었다.

2. 10<sup>-5</sup> M Oxyfluorfen 의 發生後處理에서 生  
育의 抑制는 全體處理 > 뿌리處理 > 莖部帶狀處理 順  
으로 甚하였으며, 特히 너도방동사니와 벼에서는 生  
育抑制가 輕微하였다.

3. 光合成의 沮害는 供試草種 모두, 10<sup>-4</sup> M O-  
xyfluorfen 濃度에서부터 甚하게 나타났으며 呼吸  
沮害의 差異는 認定되지 않았다.

4. 遊離單細胞에서 Oxyfluorfen 處理時 벼 2品  
種과 너도방동사니가 10<sup>-5</sup> M 濃度水準에서 耐性을  
보인 반면 피와 올미는 相對的으로 感受性을 보였  
다.

5. 벼의 懸濁培養에서 細胞의 生長은 Oxyfluor-  
fen 의 濃度增加에 따라 抑制되었으며 Aichiasahi  
보다 Mushakdanti 에서 크게 抑制되었다.

#### 引 用 文 獻

1. Abud, J. K. 1983. Trial with herbicides on ir-  
rigated rice. In Anais 12 reuniao da culture do  
arroz irrigado '83, Brazil, pp.197-198.
2. Bartels, P.G. and C.W. Watson. 1978. Inhibition  
of carotenoid synthesis by Fluidone and Nor-  
flurazon. Weed Sci. 26:198-203.
3. Biroli, C., S. Kodirah, and B. Croci. 1980. Oxy-  
fluorfen - A new versatile selective herbicide.  
in Proc. 1980 British Crop Protection Conf. -  
Weeds: 165-172.
4. Böhme, H., K. J. Kunert, and P. Böger. 1981.  
Sites of herbicidal action on photosynthesis: A  
fluorescence assay study. Weed Sci. 29:371-375.
5. Bugg, M. W., J. Whitmarsh, C. E. Rieck, and W.  
S. Cohen. 1980. Inhibition of photosynthetic  
electron transport by diphenyl ether herbicides.  
Plant Physiol. 65:47-50.
6. Buhler, D. D., B. A. Swisher, and O. C. Burn-  
side. 1985. Behavior of <sup>14</sup>C-Haloxyfop-methyl  
in intact plants and cell cultures. Weed Sci. 33:  
291-299.
7. Centro Internacional De Agricultural Tropical.  
1979. Annual Report, Colombia. 1978:506.
8. Cerna, B. and C. J. Diaz. 1982. Chemical con-  
trol of weeds in transplanted rice (*Oryza sativa*  
L. cv. INTI) with granulated herbicides. Turri-  
alba, Peru. 32(2):111-117.
9. Chauhan, H. V. S. and L. Ramarkrishnan. 1981.  
Evaluation of Oxyfluorfen in potato and trans-  
planted rice. In Proc. 8th Asian - Pacific Weed  
Sci. Soc. Conf. India. '81:23-26.
10. Darmstadt, G. L., N. E. Balke, and L. E.  
Schrader. 1983. Use of maize root protoplasts  
for herbicide absorption studies. 6th Interna-  
tional Protoplast Symp., Basel. pp. 202-203.
11. Devlin R. M., S. J. Karczmarczyk, and I. I.  
Zbiec. 1983. Influence of Norflurazon on the  
activation of substituted diphenyl ether herbi-  
cides by light. Weed Sci. 31(1):109-112.
12. Epstein E. and B. A. Krantz. 1972. Growing  
plants in solution culture. Agric. Ext./Univ. of  
Calif. AXT-196. Rerun 7/72. p.13.
13. Fadayomi, O. and G.F. Warren. 1977. Absorp-  
tion, desorption, and leaching of Nitrofen and  
Oxyfluorfen. Weed Sci. 25(2):97-100.
14. Fadayomi, O. and G. F. Warren. 1977. Dif-  
ferential activity of three diphenyl-ether herbi-  
cides. Weed Sci. 25:465-468.
15. Fadayomi, O. and G. F. Warren. 1977. Uptake  
and translocation of Nitrofen and Oxyfluorfen.  
Weed Sci. 25(2):111-114.
16. Fuerst, E.P., C.J. Arntzen, K. Pfister, and D.  
Penner. 1986. Herbicide cross-resistance in  
Triazine-resistant biotypes of four species.  
Weed Sci. 34:344-353.
17. Gajraj, Singh., K. P. Singh, and U. C. Pandey.  
1982. Effect of weedicides on weed control and  
yield in onion. Pesticides. 16(10):9-12.
18. Görög, K., G. Muschinek, L. A. Mustardy, and  
A. Faludi Daniel. 1982. Comparative studies of  
safeners for the prevention of EPTC injury in  
maize. Weed Res. 22:27-33.
19. Gorske, S. F., H. J. Hopen, and A. M. Rhoades.  
1977. Studies of the biology and herbicidal ef-  
fects on *Portulaca oleracea* L. Hort. Sci. 12(4):  
385.
20. Gorske, S. F. and H. J. Hopen. 1978. Effect of  
two diphenyl ether herbicides on common purs-  
land (*Portulaca oleracea*). Weed Sci. 26(6):

585-588.

21. Grabowski, J. M. and H. J. Hopen. 1982. Effects of Oxyfluorfen formulations on cabbage when applied post-emergence. In Proc. N. Cent. Weed Control Conf., USA. '82:97-98.
22. Grabowski, J. M. and H. J. Hopen. 1984. Evaluation of Oxyfluorfen formulations for cabbage weed control. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109(4):539-543.
23. Grabowski, J. M. and H. J. Hopen. 1985. Phytotoxic effect of Oxyfluorfen vaporization. Weed Sci. 33:306-309.
24. Guh, J. O., Y. J. Kim, and C. S. Kim. 1986. Testing method of herbicides in in vitro culture of some selected rice varieties, fruit trees, and weed species. Rep. of Inst. Bioeng./Chonnam Nat'l. Univ. pp.1-11.
25. Guh, J. O. and Y. W. Cho. 1986. Comparative study on the inactivation of Oxyfluorfen mixture with Paraquat or Glyphosate in soil. K. J. Weed Sci. 6(1):76-84.
26. Huffman, J. B. and N. D. Camper. 1978. Growth inhibition in tobacco (*Nicotiana tabacum*) callus by 2,6-dinitroaniline herbicides and protection by D- $\alpha$ -tocopherol acetate. Weed Sci. 26(6):527-530.
27. Hughes, J. M. 1978. A photolysis study of RH-2915 on soil. Technical Report No. 34H-78-1, Spring House Research Lab.
28. IRR. 1977. Screening new herbicides. Ann. Rep. for 1975:242-244.
29. Jordan, L. S., T. Murashige, J. D. Mann, and B. E. Day. 1966. Effects of photosynthesis - inhibiting herbicides on non-photosynthetic tobacco callus tissue. Weeds. 14:134-136.
30. Jousseau, C. 1981. Goal (R), a new herbicide for garlic and onions. pp. 9.
31. Jung, J. W., K. B. Youn, J. T. Jo, and Y. J. Song. 1983. Studies on the selection of effective herbicides in polyethylene film mulching culture of garlic (*Allium sativum* L.) Kor. J. Weed Sci. 3(1):105-110.
32. Kanai, R. and G. E. Edwards. 1973. Purification of enzymatically isolated mesophyll protoplasts from C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> and crassulacean acid metabolism plants using an aqueous dextran-polyethylene glycol two-phase system. Plant Physiol. 52:484-490.
33. Kim, D. K. 1986. Studies on the effect of Oxyfluorfen on the growth of hot pepper (*Capsicum annum* L.) and weed control. Ph.D. Thesis of Kyunghee Univ. p. 90.
34. Klingman, G., F. M. Ashton, and L. J. Noordhoff. 1982. Weed Science: Principles and Practices. 2nd Ed. John Wiley and Sons. 449: 165-168, 192-199 and 348-355.
35. Konives, T. and J. E. Casida. 1983. Acifluorfen increases the leaf content of phytoalexins and stress metabolites in several crops. J. Agric. and Food Chem. 31(4):751-755.
36. Kunert, K. J., C. Homrighausen, H. Bohme, and P. Böger. 1985. Oxyfluorfen and lipid peroxidation: Protein damage as a phytotoxic consequence. Weed Sci. 33:766-770.
37. Kunert, K. J. and P. Böger. 1981. The bleaching effect of the diphenyl ether Oxyfluorfen. Weed Sci. 29(2):169-173.
38. Lee, M. S. 1983. Fusion of protoplasts from two different varieties in rice. Kor. J. Breed. 15 (1):7-11.
39. Lee, T. T. 1980. Characteristics of Glyphosate inhibition of growth in soybean and tobacco callus culture. Weed Res. 20:365-369.
40. Matsumoto, H. and K. Ishizuka. 1982. Effects of Simetryne on the photochemical reactions of isolated chloroplasts of rice and barnyard-grass plants. Weed Res. Jpn. 27(2):91-97.
41. Matsunaka, S. 1969. Acceptor of light energy in photoactivation of diphenyl ether herbicides. J. Agric. Food Chem. 17:171-175.
42. Michrina, C. and R. Alscher - Herman. 1982. Diphenyl ether chloroplast interactions. Plant Physiol. Suppl. 64(4):48.
43. Morris, P. and M. W. Fowler. 1981. A new method for the production of fine plant cell suspension cultures. Plant Cell Tissue Organ Culture, Martinus Nijhoff. I:15-24.
44. Mukhopadhyay, S. K. and B. T. Mand. 1982.

- Efficiency of some herbicides and hand weeding for transplanted rice weed control. International Rice Res. Newsletter, India. 7(5):21.
45. Nakayama, H. 1968. The leaf anatomy of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* Beauv.). Weed Res. Jpn. 7:46-49.
  46. Noda, K. and H. Obayashi. 1971. Ecology and control of knotgrass (*Paspalum distichum*). Weed Res. Jpn. 11:35-39.
  47. Orr, G. L. and F. D. Hess. 1981. Characterization of herbicidal injury by Acifluorfen-methyl in excised cucumber (*Cucumis sativus* L.) cotyledons. Pesticide Biochem. and Physiol. 16:171-178.
  48. Orr, G. L. and F. D. Hess. 1982. Mechanism of action of the diphenyl-ether herbicide Acifluorfen-methyl in excised cucumber (*Cucumis sativus* L.) cotyledons. Light activation and the subsequent formation of lipophilic free radicals. Plant Physiol. 69:502-507.
  49. Paul, R. N. and D. T. Patterson. 1980. Effects of shading on the anatomy and ultrastructure of the leaf mesophyll and vascular bundles of itchgrass (*Rottboellia exaltata*). Weed Sci. 28(2):216-224.
  50. Pendeville, G. N. and G. F. Warren. 1977. Effect of four herbicides and two oils on leaf-cell membrane permeability. Weed Res. 17(4):251-258.
  51. Pritchard, M. K., G. F. Warren, and R. A. Dilley. 1980. Sites of action of Oxyfluorfen. Weed Sci. 28(6):640-645.
  52. Rao, K. N. and K. M. Gupta. 1982. Studies of weed control in rice with herbicides. Pesticides, India. 16(10):19-21.
  53. Roberts, H. A., W. Bond and J. M. Dudley. 1982. Herbicide evaluation. In Annual Report 1981. National Vegetable Research Station, UK Warwick, pp. 133-134.
  54. Ryan, G. F. 1970. Resistance of common groundsel to Simazine and Atrazine. Weed Sci. 18:614-616.
  55. Saka, Hitoshi. 1985. Variations in the activities of several photosynthetic enzymes during the growth stages in several genotypes and species of genus *Oryza*. Bull. National Inst. Agric. Sci. D-36:247-281.
  56. Saka, H. and H. Chisaka. 1981. A simple method for the detection of photosynthesis inhibitors by oxygen electrode. Weed Res. Jpn. 26:79-84.
  57. Saka, H. and H. Chisaka. 1982. Determination and comparison of photosynthesis inhibition by herbicides with oxygen electrode. Weed Res. Jpn. 27:217-224.
  58. Saka, H. and H. Chisaka. 1985. Photosynthesis measurement by oxygen electrode as a simple bioassay method. JARQ 18(4):251-259.
  59. Sandmann, G. and P. Böger. 1983. Comparison of the bleaching activity of Norflurazon and Oxyfluorfen. Weed Sci. 31(3):338-341.
  60. Sandmann, G. and P. Böger. 1983. Structure and activity in herbicidal bleaching. In Pesticide Chemistry: Human Welfare and the Environment. 1:321-326.
  61. Schlesselman, J. T. 1982. The use of Oxyfluorfen in onions. In Proceedings of the Western Society of Weed Science. 35:54-60.
  62. Sloan, M. E. and N. D. Camper. 1981. Effects of Colchicine on carrot callus-grown and energy status. J. S. Carolina Ag. Ex. St. No. 1840:69-75.
  63. South, D. B. 1982. Relationship between amount of epicuticular wax and activity of Oxyfluorfen on sweetgum leaves. In Proc. 35th Ann. Meet. S. Weed Sci. Soc. '82:245.
  64. Swanson, E. B. and D. T. Tomes. 1980. In Vitro responses of tolerant and susceptible lines of *Lotus corniculatus* L. to 2,4-D. Crop Sci. 20:792-795.
  65. Toshinori Abe, and Yuzo Futsufara. 1984. Varietal difference of plant regeneration from root callus tissues in rice. Japan J. Breeding. 34:147-155.
  66. Towne, C. A., P. G. Bartels, and J. L. Hilton. 1978. Interaction of surfactant and herbicide treatments on single cells of leaves. Weed Sci. 26(2):182-188.

67. Vanstone, D. E. 1978. Physiological aspects of the mode of action of Nitrofluorfen and Oxyfluorfen. Dissertation Abstracts International. B. 38(7):2974.
68. Vanstone, D. E. and E. H. Stobbe. 1977. Electrolytic conductivity. — A rapid measure of herbicide injury. *Weed Sci.* 25(4): 352-354.
69. Vanstone, D. E. and E. H. Stobbe. 1978. Root uptake, translocation, and metabolism of Nitrofluorfen and Oxyfluorfen by fababeans (*Vicia faba*) and green foxtail (*Setaria viridis*). *Weed Sci.* 26(4):389-392.
70. Vanstone, D. E. and E. H. Stobbe. 1979. Light requirement of the diphenyl-ether herbicide Oxyfluorfen. *Weed Sci.* 27(1):88-91.
71. Yamasue, Y., T. Yoshioka, M. Kitaoka, and K. Ueki. 1979. Gas chromatographic method in photosynthesis and transpiration of weeds. *Weed Res. Jpn.* 24:288-290.
72. Yih, R. Y. and C. Swithenbank. 1975. New potential diphenyl ether herbicides. *J. Agric. Food Chem.* 23:592-593.
73. Yih R. Y. and D. Ph. 1983. Goal, a herbicide with a myriad of uses. Rohm and Haas Co.
74. Yoshida, S., M. Ogawa, K. Suenaga, and H. C. Ye. 1983. Induction and selection of self-tolerant mutant rices by tissue culture-recent progress at IRRI. in *Cell and Tissue culture Techniques for Cereal Crop Improvement*, IRRI. pp.237-254.
75. 坂齊. 1985. 除草劑の作用生理の研究手法. 植調 18(11): 2~12.
76. 石倉敦光, 會我義雄. 1979. ホタルイ屬 雑草の生態と防除に関する研究. 第2報. イヌホタルイ種子の休眠覚醒に及ぼす温度と光の影響. 雑草研究. 24: 28~32.
77. 農藥工業協會. 1986. 農藥年報.
78. 崔根元. 1982. Mulching과 除草劑 Lasso 및 Goal 處理가 雑草生育 및 고추의 生育과 收量에 미치는 영향, 慶熙大學校 大學院.