

組織培養 方法을 利用한 除草劑 作用性 및 除草劑 抵抗性 檢定方法 研究

金純哲, 李壽寬, 鄭根植*

Tissue Culture Method as a Possible Tool to Study Herbicidal Behaviour and Herbicide Tolerance Screening

Kim, S. C., S. K. Lee and G. S. Chung*

ABSTRACT

A series of laboratory and greenhouse experiments were conducted to find out the possibility of tissue culture and cell culture methods as a tool to study herbicidal behaviour and herbicide tolerance screening from 1985 to 1986 at the Yeongnam Crop Experiment Station.

For dehulled-rice culture, pure agar medium was the most appropriate in rice growth compared to other media used for plant tissue culture method. All the media but the pure agar medium resulted in growth retardance by approximately 50% and this effect was more pronounced to root growth than shoot growth.

Herbicidal phytotoxicity was enhanced under light condition for butachlor, 2,4-D, and propanil while this effect was reversed for DPX F-5384 and CGA 142464, respectively. And also, herbicides of butachlor, chlornitrofen, oxadiazon, and BAS-514 resulted in more phytotoxic effect when shoot and root of rice were exposed to herbicide than root exposure only while other used herbicides exhibited no significant difference between two exposure regimes. Similar response was obtained from *Echinochloa crusgalli* even though the degree of growth retardance was much greater. Particularly, butachlor, 2,4-D, chlornitrofen, oxadiazon, pyrazolate and BAS-514 totally inhibited chlorophyll biosynthesis even at the single contact of root.

Apparent cultivar differences to herbicide were observed at the young seedling culture method and dehulled rice cultivars were more tolerant in DPX F-5384, NC-311, pyrazolate and pyrazoxyfen, respectively. For de-rant than other types or rice cultivar in butachlor, pretilachlor, perfluidone and oxadiazon while Tongil-type rice cultivars were more tolerant in DPXF-5384, NC-311, Pyrazolate and Pyrazoxyfen, respectively. For dehulled rice culture, on the other hand, Japonica-type rice cultivar was less tolerant to herbicides of butachlor, propanil, chlornitrofen and oxadiazon that was reversed trend to young seedling culture test. Cultivar differences were also exhibited within same cultivar type. In general, relatively higher tolerant cultivars were Milyang 42, Cheongcheongbyeo, Samgangbyeo, Chilseoungbyeo for Tongil-type, Somjinbyeo for Japonica-type and IR50 for Indica-type, respectively.

The response of callus growth showed similar to dehulled rice culture method in all herbicides regardless of property variables. However, concentration response was much sensitive in callus response. The concentration ranges of 10^{-9} M - 10^{-8} M were appropriate to distinguish the difference between herbicides for *E. crusgalli* callus growth. Among used herbicides, BAS-514 was the most effective to *E. crusgalli* callus growth.

* 嶺南 作物 試驗場

* Yeongnam Crop Experiment Station, Milyang 605, Korea.

Based on the above results, tissue culture method could be successfully used as a tool for studying herbicidal behaviour and tolerance screening to herbicide.

Key-words:

緒 言

除草劑는 1945年 2,4-D가 開發된 以來 지금까지 200餘種이 開發, 普及되어 農業生産에 있어 人力 除草努力를 解放시켜 주는 劃期的인 成果를 達成하여 왔고 지금에는 全體 農藥市場의 約 40%를 차지하는 時點에 이르고 있으며,²⁶⁾ 앞으로 2000年代 農業生産을 考慮해 볼 때 除草劑의 位置는 더욱 크게 重要視 될 것으로 期待된다.

지난 40여年間的 除草劑 使用 結果를 돌이켜 보면, 當初 바람직한 바 대로 좋은 成果를 가져 온 것이 事實이나 한편으로는 몇가지 豫想하지 못한 問題點들을 惹起시키고 있다. 몇가지 擡頭되고 있는 問題點으로는 雜草群落型 變化, 環境汚染, 抵抗性生態型 分化 등을 들 수 있는데, 이 중에서 雜草群落型 變化和 環境汚染 問題는 效果的인 除草劑 使用方法 改善과 低毒性 新除草劑 및 純粹植物 除草劑 開發을 通하여 解決이 可能하나 除草劑에 對한 抵抗性生態型 分化面에 있어서는 보다 慎重하게 對處하여야 될 分野로 생각된다. 왜냐하면 自然生態系는 아무리 좋은 除草劑다 하더라도 모든 對象 雜草를 오랜 세월동안 完璧하게 防除할 것으로는 期待할 수 없기 때문이다. 例를 들면 作物栽培地에서 特定除草劑를 長期間에 걸쳐 使用하게 되면 必然的으로 特定 除草劑에 抵抗性を 보이는 變種이 나타나게 된다. 만약의 경우 이와 같은 過程을 거쳐 大部分의 對象雜草들이 抵抗性を 가진다면 이들 雜草를 죽이기 위해서는 當初의 使用量 水準보다 越等히 많은 量을 使用하여야 하는데, 그러면 對象作物은 더 이상 살아남지 못하게 되는 結果를 招來하게 된다.

實際로 많은 研究者들에 의해 除草劑 抵抗性生態型 發達이 報告되고 있는데 主要對象 除草劑로는 2,4-D, paraquat, glyphosate, bentazone, amitrol, atrazine 등이 있다.^{1,4,5,13,14,19,25,29,32,35)} 이들 報告들에 의하면 特定除草劑에 抵抗性變種이 나타날 때까지의 期間은 同一系統의 除草劑를 10回 以上の 連續使用이 必要하며, 일단 抵抗性變種이 나타나면 當初 致死量의 8~10培의 濃度에서도 50% 以下の 防除效果를 보일 뿐 아니라 抵抗性變種은 同一系統의

除草劑들에 對해서도 橫的인 抵抗性(cross resistance)를 보이는 경우가 많다고 하였다.¹⁴⁾ 이와 같은 點을 考慮하여 볼 때 除草劑 使用上 가장 바람직한 것은 特定除草劑에 對한 變種이 나타나기 前에 性質이 다른 除草劑들을 바꾸어 使用하는 方法과 아울러 根本的으로 特定除草劑에 對한 抵抗性品種을 栽培하는 것이 될 것이다.

最近에는 植物組織 및 細胞培養方法을 利用하여 除草劑 抵抗性 細胞選抜 및 抵抗性品種 開發의 努力이 試圖되고 있고^{37,38)} 실제로 strawberry, potato, soybean, oilseedrape, sugarbeet, sunflower, safflower, turnip rape, cabbage, tomato, tabacco 등의 作物에서 成果를 얻고 있으며,^{7,8,9,11,15,16,17,18,19,20,27)} 또한 栽培되고 있는 경우도 있다.¹⁹⁾ 그러나 아직까지 벼에 關한 研究報告는 없는 實情이다.

한편 細胞培養 方法에 의해 抵抗性細胞 또는 個體를 얻을 수 있었던 對象除草劑로는 terbutryn, metobromuron, bromoxynil, chlorsulphuron, sulphometuron methyl, glyphosate, amitrol, picloram, simazine, atrazine, bentazone, phemidipharm, paraquat, diphenamid, 2,4-D, 2,4,5-T, 2,4-DB 등을 들 수 있다.^{7,16,19,27,32,36)}

本報告는 組織 및 細胞培養方法을 利用하여 除草劑 作用性研究와 除草劑 抵抗性檢定의 可應性を 檢討하였다.

材料 및 方法

1. 除草劑 作用性 研究

除草劑 作用性研究는 玄米培養 方法을 利用하였으며 培養培地의 影響을 알기 위해 嶺南作物試驗場 벼 藥培養에서 使用하는 N₀-Y₁培地와¹²⁾ 純粹 寒天培地에 洛東벼를 1986年 4月 19日에 播種하여 光狀態(1,500 lux)와 暗狀態로 區分하여 25℃로 10日間 試驗管에서 培養하였다. 벼 生育 影響은 地上部 길이와 地下部 길이를 區分하여 調査하고 아울러 生體重을 달았다. 本實驗의 結果 N₀-Y₁培地 自體가 벼 生育을 抑制하기 때문에 以後부터는 모든 玄米培養은 純粹 寒天培地를 利用하였다.

다음으로 除草劑 濃度反應試驗에서는 洛東벼와 三

剛벼를 利用하여 butachlor, propanil, bentazone, 2,4-D, chlornitrofen, DPX-F 5384, NC-311, CGA 142464, metsulfuronmethyl, pyrazolate, oxadiazon 等の 濃度를 $10^{-3} \sim 10^{-9} M$ 範圍에서 處理하여 除草劑에 의한 地上部, 地下部 生育影響을 調査하였다.

光條件에 따른 除草劑 作用性 影響試驗은 除草劑 濃度를 $10^{-3} \sim 10^{-7} M$ 範圍로 調整하여 光狀態(1500 lux)와 暗狀態로 處理하였고 벼 生育은 除草劑를 處理하지 않은 區에 對한 相對的 生育量으로 表示하였으며, 吸收部位 影響試驗에서는 除草劑 濃度를 $10^{-4} M$ 로 하여 殺菌된 玄米를 培地表面과 培地 0.5 cm 깊이에 播種을 하여 地上部와 地下部 生育量을 無處理 區에 對해 相對的인 수치로 나타내었다. 마지막으로 별시 播種深度 影響 實驗에서는 吸收部位 影響 試驗과 같은 方法으로 處理하였고 播種深度만 0, -0.5 cm, -1.0 cm, -1.5 cm, -2.0 cm로 調節하였다.

除草劑 作用性研究에서 共通的으로 使用된 試驗 方法으로는 모든 試驗은 處理當 10回 反復으로 試驗管에서 이루어졌으며, 各 試驗管에는 必要濃度로 調節된 除草劑가 含有된 純粹寒天培地 10 ml를 넣고 玄米 또는 피(*Echinochloa crusgalli*) 種子를 70% 알콜에 1~2分間 浸漬한 後 다시 1~2%의 NaOCl에 10~20分間 浸漬한 뒤, 滅菌수로 2~3回 洗滌하는 方法으로 消毒하여 置床하였다. 調査方法으로는 10個의 試驗管 中에서 比較的 生育이 均一하고 汚染이 되지 않은 3個의 試驗管을 골라 地上部는 長이를 그리고 地下部는 모든 뿌리의 長이를 재어 總根長으로 나타내었고 아울러 株當 生體重을 달았다. 試驗 項目當 試驗 期間은 無處理區의 試驗管內 生育量을 勘案하여 7~10日로 하였다.

2. 除草劑 抵抗力 檢定 研究

除草劑 抵抗力 研究는 幼苗檢定, 玄米檢定, callus 檢定으로 나누어 實施하였는데 幼苗檢定은 洛東벼, 三剛벼, IR 36 等과 같이 日本型 3品種, 統一模(日本型/印度型) 5品種, 印度型 3品種을 使用하여 우리나라 水稻作 除草劑로 많이 使用되는 butachlor, pretilachlor, thiobencarb, perfluidone, oxadiazon 과 最近에 開發된 新除草劑 DPX-F 5384, NC-311, pyrazolate, pyrazoxyfen을 供試하였다. 栽培方法으로는 플라스틱 사각 pot(2.0 × 2.0 cm)를 使用하여 pot 當 催芽된 種子를 10粒씩 5反復으로 播種하여 溫室에서 10日間 育苗한 後 10 ppm

으로 調節된 除草劑 溶液을 20 ml씩 處理하여 20日間 栽培하였다. 벼 生育調査는 pot 當 生育反應이 均一한 5畝를 選定하여 地上部와 地下部를 區分하여 調査하였다.

한편 玄米檢定方法은 앞의 除草劑 作用性 研究方法과 같으며, callus 檢定方法은 洛東벼와 피(*E. crusgalli*)의 種子를 利用하여 $N_6-Y_1+2.4-D(2mg/l)+kinetin 0.2mg/l$ 로 造成된 callus 誘導培地에서 誘起된 callus를 充分히 增殖시킨 後 除草劑 必要濃度로 調整된 $N_6-Y_1+2.4-D(2mg/l)+kinetin 0.2mg/l$ 培地(洛東벼)와 $MS+2.4-D(2mg/l)$ 培地(피)에 試驗管別 約 10mg의 callus를 移植하여 光狀態(1500 lux)와 暗狀態로 區分하여 25℃로 維持하였다. 移植後 約 30日(洛東벼)과 60日(피)後에 callus 生體重을 달고 아울러 直徑을 재어 이들 두 要因을 同時에 考慮하여 無除草劑에 對한 相對生長量으로 表示하였다. 여기서도 앞에서와 마찬가지로 모든 處理區는 處理別 10個의 試驗管을 處理하여 그 中에서 生育量이 比較的 均一하고 汚染이 되지 않은 3個를 골라 調査하였다.

結果 및 考察

1. 除草劑 作用性 研究

除草劑 作用性研究를 위해 우선 玄米培養에 어떤 培地가 適合한 가를 究明할 必要가 있다. 一般적으로 植物 組織培養에 使用되는 培地는 Heller(1953), Nitsch & Nitsch(1956), White(1963), Murashige & Skoog(1962), Ericksson(1965), Gamborg, Miller & Gjima(1968), R₂(1973), N₆-Y₁(1986) 등이^{12,24)} 있으나 이 中에서 벼에 있어서는 그동안 研究된 結果를 보면 $N_6-Y_1+2.4-D(2mg/l)+kinetin(0.2mg/l)$ 培地가 比較的 좋은 結果를 보인 것으로 알려져 있다. 除草劑 作用性研究에 있어서는 培地自體가 벼 生育에 影響을 미쳐서는 올바른 試驗을 遂行하지 못하므로 벼 生育에 影響을 주는 培地는 使用할 수 없게 된다. 本 試驗에서는 여러 種類의 培地를 豫備試驗을 통하여 實施한 結果 모든 種類의 培地가 다같이 벼 生育에 크게 影響을 미치게 됨을 알았다. 따라서 이 中에서 代表的인 N_6-Y_1 培地를 純粹寒天培地와 比較하여 本 結果表 1과 같다. N_6-Y_1 培地는 光狀態나 暗狀態 다 같이 벼 生育 抑制效果가 뚜렷하였는데, 그 程度는 地上部 生育 抑制效果가 33~23%인데 反해 地下部의 뿌리 生育 抑制效果는 88~

Table 1. Comparison of the effects of media on rice growth between pure agar medium and N₆+Y₁ medium

| Item | Light Reigime | Pure Agar | N ₆ +Y ₁ | Percentage |
|---------------------------|---------------|-----------|--------------------------------|------------|
| Seedling height(cm) | Light | 11.7 | 7.7 | 66 |
| | Dark | 7.5 | 5.8 | 77 |
| Root length | Light | 33.0 | 4.1 | 12 |
| | Dark | 26.3 | 5.7 | 22 |
| Fresh weight(mg) | Light | 87.3 | 57.3 | 66 |
| | Dark | 90.5 | 57.5 | 64 |
| Relative growth rate(RGR) | Mean | 100 | 51 | |

* Rice cultivar : Nacdongbyeo

* RGR = (relative height + relative root + relative weight)/3

* Experimental period : April 19 - May 1, 1986

Table 2. Concentration responses of butachlor on rice growth

| Concentration (M) | Seedling height (cm) | Leaf number | Root number | Root length (cm) | Fresh weight (mg) | Relative growth rate |
|-------------------|----------------------|-------------|-------------|------------------|-------------------|----------------------|
| 0 | 11.0 | 2.8 | 11 | 32.5 | 88.0 | 100 |
| 10 ⁻⁹ | 10.8 | 2.8 | 11 | 29.4 | 88.1 | 98 |
| 10 ⁻⁸ | 10.3 | 2.8 | 11 | 29.0 | 85.5 | 96 |
| 10 ⁻⁷ | 10.0 | 2.5 | 11 | 27.9 | 80.0 | 91 |
| 10 ⁻⁶ | 8.8 | 2.5 | 11 | 27.3 | 70.4 | 87 |
| 10 ⁻⁵ | 7.6 | 2.5 | 11 | 25.5 | 68.0 | 83 |
| 10 ⁻⁴ | 7.0 | 2.5 | 9 | 13.3 | 49.3 | 66 |
| 10 ⁻³ | 3.3 | 1.8 | 9 | 8.2 | 40.5 | 49 |

* Medium : agar

* Cultivar : Samgangbyeo

* Light : 1500 lux

* Temperature : 25°C

* Experimental period : July 6 - 18, 1986.

78%로써 뿌리 伸長이 크게 抑制를 받고 있음을 보여 주었다. 以上の 結果를 미루어 볼 때 玄米培養에 있어서는 법석 自體의 貯藏養分으로 約 3葉期까지는 자랄 수 있기 때문에 벼 生育에 影響을 미치는 기존 培地를 使用하는 것보다는 오히려 純粹寒天培地가 바람직한 것으로 생각되어 以後부터는 모든 玄米培養 및 雜草種子 培養에서는 純粹寒天培地를 使用하였다.

다음으로 玄米培養方法이 除草劑 作用性研究에 어떤 有利한 點이 있는 가를 檢討할 必要가 있다. 除草劑는 處理에서부터 植物體가 吸收하여 作用性を 나타낼 때까지는 많은 土壤의 要因(粘土含量, 有機物含量, 酸度等), 生物的 要因(微生物) 및 氣象的 要因(光, 溫度, 濕度等)들의 相互 複合的인 結果로 나타나기 때문에^{2,3)} 많은 要因들 중에서 어느 한가지 要因만 달라져도 最終的인 除草劑 作用性は 크게 달라지게 된다. 이와 같은 點을 미루어 볼 때 試驗管內에서의 玄米培養方法은 土壤的인 要因과 生物的 要因을 完全히

除去시킬 수 있을 뿐만 아니라 氣象的 要因을 調節할 수 있고 또한 地下部의 生育影響을 分明히 把握할 수 있으므로 除草劑 作用性研究을 위해서는 좋은 方法이 될 것으로 보여진다.

實際 butachlor를 利用한 三剛벼의 生育反應을 表2에서 보면, 濃度에 따른 生育反應이 대단히 敏感하게 나타나고 있음을 알 수 있는데, 生育要因 中에서도 草長과 根伸長 反應이 뚜렷함을 볼 수 있어 玄米培養法의 優越性을 立證하여 주고 있다. 여기에서 한가지 考慮하여야 할 點은 玄米培養法에서 處理後 몇일째 調査를 하느냐에 따라 벼 生育 影響은 많이 달라질 수 있다는 것이다. 一般的으로 볼 때 處理後 7~10日이면 無除草劑區의 경우 試驗管 先端까지 伸長하므로 이 時期를 基準으로 調査하는 것이 바람직하였다.

다음으로 水稻用 主要除草劑들에 對한 濃度反應을 좀더 구체적으로 살펴보면 表3과 같다. butachlor의 경우 10 ppm까지는 地下部生育이 顯著히 抑制되

Table 3. Concentration responses of various herbicides on rice growth.

| No | Herbicide | Growth (cm) | Concentration (ppm) | | | | |
|----|-------------------|-------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 1 | Butachlor | Shoot | 7.5(100) | 5.8 (77) | 2.8 (37) | 1.1 (15) | 0.7 (9) |
| | | Root | 26.5(100) | 10.8 (41) | 6.8 (26) | 6.5 (25) | 4.2 (16) |
| 2 | Propanil | Shoot | 7.6(100) | 3.6 (47) | 2.4 (32) | 1.7 (22) | 1.5 (20) |
| | | Root | 25.8(100) | 5.8 (22) | 6.8 (26) | 0.7 (3) | 0.6 (2) |
| 3 | Bentazone | Shoot | 7.4(100) | 8.0(108) | 7.7(104) | 8.0(108) | 7.2 (97) |
| | | Root | 24.9(100) | 22.4 (90) | 20.8 (84) | 18.9 (76) | 20.0 (80) |
| 4 | 2.4 - D | Shoot | 7.7(100) | 1.0 (13) | 1.0 (13) | 1.0 (13) | 1.2 (16) |
| | | Root | 25.8(100) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) |
| 5 | Chlornitrofen | Shoot | 7.7(100) | 6.2 (81) | 5.4 (70) | 5.3 (69) | 5.3 (69) |
| | | Root | 26.3(100) | 13.0 (49) | 16.6 (63) | 11.5 (44) | 9.9 (38) |
| 6 | DPX 5384 | Shoot | 8.6(100) | 9.2(107) | 8.7(101) | 9.0(105) | 5.8 (67) |
| | | Root | 27.8(100) | 27.0 (97) | 20.0 (72) | 17.6 (63) | 8.5 (31) |
| 7 | NC - 311 | Shoot | 8.7(100) | 8.6 (99) | 9.0(103) | 8.9(102) | 7.2 (83) |
| | | Root | 26.3(100) | 25.6 (97) | 28.4(108) | 23.5 (89) | 21.6 (82) |
| 8 | CGA 142464 | Shoot | 8.6(100) | 8.6(100) | 8.7(101) | 9.0(105) | 7.4 (86) |
| | | Root | 24.3(100) | 24.8(102) | 26.1(107) | 26.0(107) | 23.9 (98) |
| 9 | Metsulfuronmethyl | Shoot | 8.8(100) | 9.1(103) | 8.8(100) | 8.6 (98) | 9.0(102) |
| | | Root | 24.7(100) | 24.4 (99) | 22.7 (92) | 15.2 (62) | 11.8 (48) |
| 10 | Pyrazolate | Shoot | 8.7(100) | 9.4(108) | 9.1(105) | 8.6 (99) | 8.9(102) |
| | | Root | 24.8(100) | 24.1 (97) | 26.4(106) | 25.8(104) | 14.5 (58) |
| 11 | Oxadiazon | Shoot | 8.5(100) | 5.1 (60) | 4.1 (48) | 3.5 (41) | 3.2 (38) |
| | | Root | 24.2(100) | 7.6 (31) | 8.0 (33) | 7.8 (32) | 4.0 (17) |

* () : index * Cultivar : Samgangbyeon
 * Experimental period : July 5 - 15, 1986.

며 그 이상의 濃度에서는 오히려 地下部 生育이 더 抑制되었으며, propanil의 경우는 全濃度에서 地上部보다 地下部 生育이 더 크게 抑制받는데 反해 같은 光合成 抑制劑인 bentazone은 20 ppm 까지에서도 生育에 影響을 주지 않았다. chlornitrofen과 oxadiazon도 propanil과 비슷한 反應을 보였는데 生育抑制 程度는 propanil > oxadiazon > chlornitrofen 順이었다. 2.4-D는 모든 濃度에서 뿌리伸長은 전혀 되지 않았고 幼芽伸長도 極히 低調하였을 뿐 아니라 葉綠素도 形成되지 않았다. 한편 最近에 開發된 sulfonil urea系 新除草劑인, DPX-F5384, NC-311, CGA 142464, metsulfuronemethyl과 diazine系인 pyrazolate는 既存 水稻用 除草劑에 比해 대단히 높은 安全性을 보여 주고 있으며, 이 中에서도 DPX-5384 > metsulfuronemethyl > pyrazolate 順으로 濃度가 높을수록 뿌리伸長 抑制 影響이 컸다. 이들 除草劑들에 對한 뿌리伸長 抑制 效果는 이미 發表된 研究論文과 一致하고 있다.^{6,10,33,34)}

다음은 除草劑 行動에 미치는 光의 影響을 除草劑 反應 效果가 가장 잘 나타났던 10⁻⁴M 濃度에서 調

査한 結果 表4에서 보는 바와 같이 除草劑 性質에 따라 다르게 나타나고 있다. 大體의으로 protein 生合成 抑制劑인 butachlor와 RNA 生合成과 呼吸에 主로 關與하는 2.4-D와 主로 光合成을 抑制하는 propanil은^{2,3)} 暗狀態보다 光이 있는 狀態에서 生育 抑制 效果가 더 컸는데 이것은 光이 있는 狀態에서의 活發한 吸收가 分解 代謝量보다 높은데 基因된 것으로 보여지며, 氨基노산 生合成 抑制劑인 DPX-5384와 CGA 142464의 경우는 오히려 光이 있는 狀態보

Table 4. Degree of growth retardance of Nacdongbyeon as affected by herbicide in association with light regime

| Herbicide (10 ⁴ M) | Growth Retardance (%) | |
|-------------------------------|-----------------------|------|
| | Light | Dark |
| butachlor | 42 | 26 |
| 2,4 - D | 84 | 53 |
| propanil | 43 | 16 |
| DPX - 5384 | 0 | 28 |
| CGA - 142464 | 12 | 21 |

* Data collected based on seedling height
 * Experimental period : April 19 - May 1, 1986.

Table 5. Growth response of Samgangbyeol to various herbicides in association with seeding depth.

| Herbicide (10 ⁻⁴ M) | 0cm seeding | | | 0.5cm seeding | | |
|-----------------------------------|-------------|-----------|-------------|---------------|-----------|-------------|
| | Shoot(cm) | Root(cm) | Chlorophyll | Shoot(cm) | Root(cm) | Chlorophyll |
| Control | 12.8(100) | 32.6(100) | + | 12.9(100) | 29.5(100) | + |
| Butachlor | 2.0 (16) | 17.7 (54) | + | 0.5 (4) | 0.8 (3) | - |
| Propanil | 12.7 (99) | 23.9 (73) | + | 13.3(103) | 19.2 (65) | + |
| Bentazone | 10.9 (85) | 31.4(96) | + | 13.8(107) | 34.6(117) | + |
| 2.4 - D | 1.1 (9) | 0 (0) | - | 1.3 (10) | 0 (0) | - |
| Chlornitrofen | 8.0 (63) | 14.3 (44) | + | 2.9 (22) | 3.6 (12) | + |
| Oxadiazon | 5.8 (45) | 6.3 (19) | + | 0.6 (5) | 0 (0) | - |
| Pyrazolate | 12.0 (94) | 23.9 (73) | + | 13.5(105) | 27.3 (93) | + |
| BAS - 514 | 7.8 (61) | 10.9 (33) | + | 3.8 (29) | 9.6 (33) | + |
| DPX - 5384 | 11.6 (91) | 31.8 (98) | + | 11.7 (91) | 23.5 (80) | + |
| NC - 311 | 14.0(109) | 26.2 (80) | + | 10.1 (78) | 25.9 (88) | + |
| CGA 142464 | 11.4 (89) | 23.3 (71) | + | 12.2 (95) | 21.9 (74) | + |
| Metsulfuronemethyl | 11.9 (93) | 23.2 (71) | + | 13.8(107) | 27.3 (93) | + |

* Experimental condition : 1,500 lux at 25°C, July 9-29, 1986

* () : Index * Chlorophyll : +; formed, - ; not formed, +- ; unclear

다 暗狀態에서 生育을 더 抑制시켰는데 이것은 DPX-F 5384의 경우 葉綠素가 있는 앞에서 주로 分解된다는 報告를^{10,33,34)} 토대로 하여 볼때 이들 除草劑는 光條件下의 葉綠體에서 分解되기 때문인 것으로 推定된다.

한편 除草劑 吸收部位와 生育과의 關係를 알기 위해 玄米를 培地 表面과 0.5 cm 깊이로 播種하여 뿌리部位接觸과 뿌리+幼芽部 同時 接觸으로 區分한 結果 表 5(三剛벼)와 表 6(洛東벼)에서 보는 바대로 除草劑 性質에 따라 큰 差異를 보이고 있다. 먼저 三剛벼의 경우 多少間 程度의 差異는 있으나 butachlor,

chlornitrofen, oxadiazon은 根部接觸에 비해 根部와 幼芽部가 同時에 接觸되므로서 藥害發生이 커지는 것으로 보아 幼芽部가 重要한 除草劑 吸收部位임을 알 수 있고 2.4-D와 BAS-514는 두 處理方法間 뚜렷한 差異點을 보이지 않으나 生育低害 程度는 2.4-D가 越等히 높았다. 앞에서와 마찬가지로 本處理區에 있어서도 2.4-D處理는 뿌리伸長이 停止되었다. 그 외의 除草劑들은 두 處理方法間에 뚜렷한 差異를 보이지 않으면서 벼에 對한 安全性이 매우 높게 나타났다. 그리고 葉綠素 形成에 미치는 除草劑 影響으로는 2.4-D 處理區에서는 전혀 葉綠素가 形成

Table 6. Growth response of Nacdongbyeol to various herbicides in association with seeding depth

| Herbicide (10 ⁻⁴ M) | 0cm seeding | | | 0.5cm seeding | | |
|-----------------------------------|-------------|-----------|-------------|---------------|-----------|-------------|
| | Shoot(cm) | Root(cm) | Chlorophyll | Shoot(cm) | Root(cm) | Chlorophyll |
| Control | 13.7(100) | 39.7(100) | + | 13.6(100) | 32.2(100) | + |
| Butachlor | 5.8 (42) | 12.3 (31) | + | 0.8 (6) | 2.0 (6) | - |
| Propanil | 13.5 (99) | 29.0 (73) | + | 13.4 (99) | 25.4 (79) | + |
| Bentazone | 12.4 (91) | 33.5 (84) | + | 11.8 (87) | 23.8 (74) | + |
| 2.4 - D | 1.2 (9) | 0 (0) | - | 1.8 (13) | 0 (0) | - |
| Chlornitrofen | 7.4 (54) | 14.6 (37) | + | 1.7 (13) | 5.3 (16) | +- |
| Oxadiazon | 5.4 (39) | 5.8 (15) | + | 0.7 (5) | 0.2 (1) | - |
| Pyrazolate | 13.0 (95) | 38.9 (98) | + | 12.5 (92) | 28.0 (87) | + |
| BAS - 514 | 6.7 (49) | 9.2 (23) | + | 6.3 (46) | 11.2 (35) | + |
| DPX - 5384 | 12.2 (89) | 36.7 (92) | + | 14.3(105) | 28.9 (90) | + |
| NC - 311 | 12.8 (98) | 30.2 (76) | + | 13.1 (96) | 31.6 (98) | + |
| CGA 142464 | 12.3 (90) | 37.8 (95) | + | 13.9(102) | 34.0(106) | + |
| Metsulfuronemethyl | 10.9 (80) | 33.8 (85) | + | 13.4 (99) | 27.5 (85) | + |

* Experimental condition : 1,500 lux at 25°C, July 9-29, 1986

* () : Index. * Chlorophyll : +; formed - ; not formed +-; unclear

Table 7. Growth response of *Echinochloa crusgalli* to various herbicides in association with seeding depth.

| Herbicide (10 ⁻⁴ M) | 0cm seeding | | | 0.5cm seeding | | |
|-----------------------------------|-------------|----------|-------------|---------------|----------|-------------|
| | Shoot(cm) | Root(cm) | Chlorophyll | Shoot(cm) | Root(cm) | Chlorophyll |
| Control | 8.5(100) | 6.2(100) | + | 7.1(100) | 5.4(100) | + |
| Butachlor | 0.5 (6) | 0.8 (13) | - | 0.4 (6) | 0 (0) | - |
| Propanil | 3.4 (40) | 1.4 (23) | + | 0.9 (13) | 0 (0) | + |
| Bentazone | 5.3 (62) | 3.4 (55) | + | 1.6 (23) | 0.8 (15) | + |
| 2.4 - D | 0.2 (2) | 0 (0) | - | 0.2 (3) | 0 (0) | - |
| Chlornitrofen | 0.6 (7) | 0.3 (5) | - | 0.3 (4) | 0 (0) | - |
| Oxadiazon | 0.4 (5) | 0.6 (10) | - | 0.3 (4) | 0 (0) | - |
| Pyrazolate | 0.9 (11) | 3.2 (52) | - | 0.6 (8) | 2.8 (52) | - |
| BAS - 514 | 0.5 (6) | 0 (0) | - | 0.4 (6) | 0 (0) | - |
| DPX - F 5384 | 7.9 (93) | 5.4 (87) | + | 1.0 (14) | 0.4 (7) | + |
| NC - 311 | 7.8 (92) | 5.3 (85) | + | 0.9 (13) | 2.5 (46) | + |
| CGA 142464 | 7.6 (89) | 5.9 (95) | + | 0.7 (10) | 1.0 (19) | - |
| Metsulfuronemethyl | 2.9 (34) | 4.8 (77) | + | 0.5 (7) | 0 (0) | - |

* Experimental condition : 1,500 lux at 25°C, July 9-29, 1986

* () : Index * Chlorophyll : + ; formed, - ; not formed, +- ; unclear

Table 8. Effect of seeding depth on herbicidal activity.

| No | Herbicide (10 ⁻⁴ M) | Item | Seeding depth(cm) | | | | | No | Herbicide (10 ⁻⁴ M) | Item | Seeding depth(cm) | | | | |
|----|-----------------------------------|-------|-------------------|-----|------|------|------|----|-----------------------------------|-------|-------------------|-----|------|------|------|
| | | | 0 | -5 | -1.0 | -1.5 | -2.0 | | | | 0 | -5 | -1.0 | -1.5 | -2.0 |
| 1 | Butachlor | Shoot | 66 | 3 | 5 | 6 | 10 | 7 | NC-311 | Shoot | 100 | 113 | 64 | 40 | 48 |
| | | Root | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | Root | 103 | 75 | 46 | 42 | 0 |
| | | M | 60 | 2 | 3 | 3 | 5 | | | M | 102 | 94 | 55 | 41 | 24 |
| 2 | Propanil | Shoot | 96 | 32 | 6 | 9 | 17 | 8 | CGA 142464 | Shoot | 104 | 116 | 56 | 57 | 59 |
| | | Root | 92 | 10 | 0 | 0 | 0 | | | Root | 104 | 103 | 59 | 67 | 100 |
| | | M | 94 | 21 | 3 | 5 | 9 | | | M | 104 | 110 | 58 | 62 | 80 |
| 3 | Bentazone | Shoot | 92 | 100 | 27 | 43 | 31 | 9 | Metsulfurone- methyl | Shoot | 90 | 103 | 110 | 57 | 45 |
| | | Root | 113 | 102 | 14 | 11 | 0 | | | Root | 110 | 109 | 74 | 56 | 0 |
| | | M | 103 | 101 | 21 | 27 | 16 | | | M | 100 | 106 | 92 | 57 | 23 |
| 4 | 2.4 - D | Shoot | 11 | 18 | 21 | 32 | 48 | 10 | BAS - 514 | Shoot | 99 | 94 | 57 | 30 | 52 |
| | | Root | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | Root | 80 | 27 | 22 | 3 | 0 |
| | | M | 6 | 9 | 11 | 16 | 24 | | | M | 90 | 61 | 40 | 17 | 26 |
| 5 | Chlornitrofen | Shoot | 60 | 27 | 14 | 21 | 38 | 11 | Pyrazolate | Shoot | 100 | 116 | 54 | 43 | 41 |
| | | Root | 114 | 9 | 0 | 0 | 0 | | | Root | 113 | 97 | 38 | 17 | 0 |
| | | M | 87 | 18 | 7 | 11 | 19 | | | M | 107 | 107 | 46 | 30 | 21 |
| 6 | DPX - F 5384 | Shoot | 112 | 106 | 32 | 30 | 45 | 12 | Oxadiazon | Shoot | 21 | 10 | 5 | 8 | 17 |
| | | Root | 115 | 93 | 27 | 0 | 0 | | | Root | 23 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | | M | 114 | 100 | 30 | 15 | 23 | | | M | 23 | 6 | 3 | 4 | 9 |

* Rice cultivar : Samgangbyeo

* Culture condition : 1,500, lux at 25°C

* Experimental period : July 1-15, 1986

되지 않았으며, chlornitrofen의 경우는 幼芽部十根部를 同時に 接觸시키게 되면 거의 葉綠素가 形成되지 않았다. 以上과 같은 試驗結果는 洛東벼에서 도 비슷한 傾向이었다.

그러나 벼의 경우와는 달리 피 (*E. crusgalli*)에 있어서는 除草劑 反應이 크게 달라졌다. 表7에서 보는 바와 같이 butachlor의 경우는 根部接觸만으로도 거의 完全히 피 生育을 抑制시켰으나, 幼芽部를 함께 接

觸시키므로서 抑制 效果를 높일 수 있었으며, propanil과 bentazone의 경우는 벼의 경우와는 달리 幼芽部와 根部를 同時に 接觸시키므로서 피의 生育 抑制 效果를 높일 수 있었다. propanil의 경우 벼 잎에는 propanil을 分解할 수 있는 分解酵素 arylac-ylamidase가 있으나 피에는 없다는 報告를³⁾ 根據할 때, 쉽게 說明이 可能할 것으로 본다.

2.4-D와 BAS-514의 경우는 根部 接觸만으로

도 거의 完全히 生育을 抑制시켰으며, pyrazolate는 根部와 幼芽部를 다같이 接觸하여도 根部 單獨 接觸보다 더 以上の 抑制效果를 보이지 않았으며 地下部보다 地上部の 生育抑制 效果가 뚜렷하였다. 그 外의 除草劑들은 根部와 幼芽部를 同時에 抑觸시키므로 生育을 뚜렷이 抑制시켰으며, 그 程度는 sulfonyl urea系 除草劑인 DPX-5384, NC-311, CGA 142464, 및 metsulfuronemethyl 에서 顯著하였다. 한편 葉綠素 形成에 미치는 影響을 보면 根部 接觸에서는 butachlor, 2,4-D, chlornitrofen, oxa-diazon, pyrazolate, BAS-514 에서는 葉綠素가 전혀 形成되지 않았으나 그 外 除草劑는 正常的으로 形成되었으며, 幼芽部+根部의 同時 接觸區에서는 propanil, bentazone, DPX-5384, NC-311 에서만 正常的으로 形成되었으나 그 外 除草劑에서는 形成이 되지 않았다. 다음으로는 幼芽部の 吸收部位가 많을 수록 除草劑 反應이 어떤 것인지를 알기 위해 三剛벼를 利用하여 玄米를 表面置床을 包含하여 地下 2.0 cm까지 5 cm間隔으로 播種하였다. 그 結果(表 8), 大部分의 경우 幼芽部 露出部位가 많을수록 生育 抑制效果가 컸다. 그러나 bentazone, NC-311, met-sulfuronemethyl 및 pyrazolate 를 除外한 모든 除草劑에서는 播種深度가 가장 깊었던 -2 cm 深度에서는 오히려 生育 抑制效果가 減少되었는데 이것은 播種深度가 깊을수록 光의 影響을 덜 받기 때문이 아닌가 생각된다.

2. 除草劑 抵抗性 檢定 研究

除草劑에 對한 벼 品種의 反應은 品種의 生態型에 따라 差異가 큰 것으로 알려져 있으며, 같은 生態型 內에서도 品種의 差異가 있는 것으로 밝혀져 있다. 대체로 지금까지 알려진 事實은 日本型 品種이 統一型이나 印度型 品種에 비해 除草劑 抵抗性이 높은 것으로 나타났으며^{21,22,23,28,30)} 最近에는 Sulfonyl urea 系の DPX-5384 는 오히려 日本型보다 統一型 品種이 抵抗性이 높다고 하였는데,^{33,34)} 이들 抵抗性 原理는 吸收力 差異에 基因되는 것이 아니라 植物體內의 分解力 差異에 있는 것으로 밝혀졌다.

앞에서도 言及한 바와 같이 除草劑의 藥害反應은 여러 가지 複合的인 要因에 의해 나타나므로 圃場實驗에 의해서는 正確한 抵抗性 判斷이 어려운 경우가 많다. 지금까지 試驗結果를 보면 成苗檢定이나 種子檢定보다는 幼苗檢定 方法이 比較的 反應이 均一하고 뚜렷한 傾向이었다. 따라서 本實驗에서도 幼苗檢定法

Table 9. Cultivar responses to herbicides in terms of relative growth rate.

| Cultivar Group | Cultivar | Relative growth rate (%) | | | | | | | | | | Mean |
|----------------|----------------|--------------------------|--------------|-------------|-------------|-----------|-----------|--------|------------|-------------|----------|------|
| | | butachlor | pretilachlor | thiobencarb | perfluidone | oxadiazon | DPX-F5384 | NC 311 | pyrazolate | pyrazoxyfen | buta-oxa | |
| Japonica | Nakdongbyeo | 90bcd | 79cd | 87cd | 72f | 88b | 80d | 73d | 90bc | 94bc | 83cd | 84e |
| | Somjinbyeo | 105a | 84ab | 96b | 80bcd | 86bc | 94bc | 75cd | 93b | 95b | 90a | 89cd |
| | Dongjinbyeo | 92bc | 81bc | 103a | 84ab | 95a | 92c | 78c | 85d | 91bc | 91a | 87de |
| | Mean | 96 | 81 | 95 | 79 | 90 | 89 | 75 | 89 | 93 | 88 | 87 |
| | Chilseoungbyeo | 87def | 76de | 81f | 70f | 83cd | 100a | 90ab | 100a | 101a | 79de | 98a |
| Ind./Jap. | Gayabyeo | 90bcd | 80c | 90cd | 80bcd | 71e | 98ab | 91ab | 99a | 101a | 82cd | 97a |
| | Sangangbyeo | 88de | 78cd | .82f | 71f | 81d | 96b | 89ab | 91bc | 93bc | 80de | 92bc |
| | Tongil | 87de | 85a | 98b | 88a | 83cd | 98ab | 92a | 92b | 102a | 88ab | 96ab |
| | Milyang 23 | 89cde | 76de | 96b | 84ab | 79d | 100a | 90ab | 101a | 92bc | 85bc | 96ab |
| | Mean | 88 | 79 | 89 | 79 | 79 | 98 | 99 | 97 | 98 | 83 | 96 |
| Indica | IR 36 | 86ef | 73e | 81f | 77de | 83cd | 91c | 79c | 87cd | 77d | 80de | 84e |
| | IR 50 | 90b | 79cd | 91c | 82ab | 74e | 94bc | 79c | 93b | 90c | 84bcd | 89cd |
| | TKM 9 | 84f | 62g | 83ef | 79cde | 74e | 96ab | 87b | 93b | 92bc | 76e | 92bc |
| | Mean | 88 | 71 | 85 | 79 | 77 | 94 | 82 | 91 | 86 | 80 | 88 |

* Seeding age : 10 days, * Herbicide concentration : 10 ppm.

과 玄米檢定法 및 callus 檢定法을 利用하여 보다 簡便하고 正確하게 除草劑 抵抗性を 檢定할 수 있는 方法을 模索하였다.

가. 幼苗檢定

表 9는 現在 우리나라 水稻에 많이 使用되고 있는 主要除草劑와 最近에 開發된 몇가지 優秀除草劑를 包含하여 品種 類型別로 除草劑 抵抗性を 檢定한 結果이다. 벼 生育은 除草劑 性質에 따라 地上部 및 地下部に 미치는 影響이 다르기 때문에 모든 要因을 同時に 考慮하여 綜合的으로 나타내기 위해 苗草長, 根長 및 生體重을 同時に 考慮한 3 要因相對生育量(3 factors summed dominance ratio)으로 表示하였다.³¹⁾ 表에서 보는 바와 같이 現在 많이 使用되고 있는 butachlor, pretilachlor, thiobencarb 및 oxadizon의 경우는 지금까지 밝혀진 바와 같이 日本型 品種이 統一型이나 印度型보다 抵抗성이 높은 傾向이었으며, perfluidone의 경우는 差異를 보이지 않았다. 그러나 最近에 開發된 sulphonyl urea系 除草劑인 DPX-5384와 NC-311 그리고 diazine系인 pyrazolate와 pyrazoxyfen의 경우는 오히려 反對의 傾向

으로 日本型 品種이 가장 抵抗성이 떨어졌다. 本試驗 結果에서 보는 바와 같이 除草劑 抵抗성은 品種類型 뿐 아니라 同一 類型内에서도 品種間 差異가 큰 것을 알 수 있다. 물론 除草劑 性質에 따라 差異가 있으나, 大體的인 傾向으로는 日本型 品種中에서는 洛東벼가 東津벼나 섬진벼에 비해 相對的 抵抗성이 떨어지며, 統一型 品種中에서는 統一과 密陽 23號가, 印度型 品種中에서는 IR50이 相對的으로 抵抗성이 높게 나타났다.

나. 玄米檢定

供試되었던 品種이 幼苗檢定の 品種과 同一하지 않은 關係로 橫的인 比較는 困難하나 大體的인 傾向은 把握할 수 있었다. 表 10에서 보는 바와 같이 玄米培養 檢定에서는 幼苗檢定과는 달리 統一型 品種이나 印度型 品種이 오히려 日本型 品種보다 除草劑抵抗성이 높은 것으로 나타나 지금까지의 一般的인 概念과는 다른 結果를 招來하였다. 이러한 原因에 대해서는 確實히 說明할 수는 없으나 純粹寒天培地에서 無菌狀態로 7~10日程度 栽培를 하게 되면, 거의 純粹한 種子의 貯藏養分과 種根에 의한 生育이라 볼 수 있다. 이

Table 10. Cultivar tolerance to herbicide in dehulled rice culture method.

| Cultivar | Relative Growth Rate | | | | | Mean |
|-----------------------------|----------------------|---------------|----------|-------|-----------|-------|
| | Butachlor | Chlornitrofen | Propanil | 2,4-D | Oxadiazon | |
| Indica/Japonica-type | | | | | | |
| · Weonpoongbyeo | 52e | 87abc | 75ef | 11def | 40g | 53fg |
| · Milyang 42 | 81bc | 88abc | 95a | 14cd | 69bc | 69ab |
| · Cheongcheongbyeo | 89a | 90ab | 95a | 13de | 74ab | 72a |
| · Milyang 23 | 78c | 86abc | 74ef | 8fg | 69bc | 63cd |
| · Chilseongbyeo | 86ab | 92a | 90abc | 12de | 66cd | 69ab |
| · Samgangbyeo | 76c | 86bc | 92abc | 13de | 75a | 68abc |
| Mean | 77 | 88 | 87 | 12 | 66 | - |
| Japonica-type | | | | | | |
| · Somjinbyeo | 64d | 75e | 80de | 7gh | 52f | 56ef |
| · Gwangmyeongbyeo | 65d | 73e | 78ef | 6hi | 38g | 52fg |
| · Nacdongbyeo | 78c | 40f | 58g | 3hi | 60e | 48g |
| · Daecheongbyeo | 80bc | 83cd | 72f | 7gh | 65cde | 61de |
| Mean | 72 | 68 | 72 | 6 | 54 | - |
| Indica-type | | | | | | |
| · IR 36 | 75c | 79de | 88bc | 11def | 74ab | 65bcd |
| · IR 50 | 79c | 92a | 94ab | 26a | 75a | 73a |
| · TN 1 | 80bc | 84bc | 93ab | 10efg | 78a | 69ab |
| · TKM 9 | 86ab | 87ab | 93ab | 18b | 63de | 69ab |
| · BG 367-4 | 80bc | 72e | 86cd | 17bc | 60e | 63cd |
| Mean | 80 | 83 | 91 | 16 | 70 | - |

* Relative growth rate was based on the relative growth of shoot and root growth at two herbicide concentrations, 10^{-3} and 10^{-5} M.

* Experimental period : Feb. 28 - March 10, 1986.

Table 11. Cultivar difference to herbicide between IR36 and IR50.

| Herbicide and concentration (ppm) | IR 36 | | | | IR 50 | | | |
|-----------------------------------|-------------------|-------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------|------------------|-------------------|
| | Plant height (cm) | Root number | Root length (cm) | Chlorophyll (0-7) | Plant height (cm) | Root number | Root length (cm) | Chlorophyll (0-7) |
| Butachlor | | | | | | | | |
| 0 | 1.4 | 3 | 2.3 | 1.8 | 1.3 | 1 | 0.9 | 1.9 |
| 10 | 0.7 | 0 | 0 | 0 | 0.7 | 1 | 0.4 | 1.6 |
| 50 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0.6 | 1 | 0.2 | 1.9 |
| Thiobencarb | | | | | | | | |
| 0 | 5.6 | 5 | 4.5 | 0.8 | 7.3 | 5 | 2.7 | 1.8 |
| 10 | 1.7 | 0 | 0 | 0.5 | 1.1 | 1 | 0.2 | 2.1 |
| 50 | 0.7 | 0 | 0 | 0 | 0.9 | 1 | 0.1 | 1.5 |
| 2,4 - D | | | | | | | | |
| 0 | 6.3 | 5 | 2.4 | 1.6 | 6.0 | 6 | 3.7 | 1.4 |
| 10 | 3.5 | 0 | 0 | 0 | 3.1 | 0 | 0 | 0 |
| 50 | 2.9 | 0 | 0 | 0 | 2.6 | 0 | 0 | 0 |

러한 觀點에서 볼 때, 根本的으로 貯藏養分과 種根에 의한 生育은 正常的으로 獨立的인 生育을 할 때와는 다르지 않을까 생각된다.

다음으로 同一 品種類型에서의 品種間 差異를 보면 統一型 品種에서는 密陽 42號 靑莖며, 七星며, 三剛며가 相對的으로 抵抗性이 높은 편이고, 日本型 品種中에서도 洛東며가 相對的으로 가장 弱한 品種이었으며, 印度型 品種 中에서는 IR 50 이 IR 36 이나 다른 品種에 비해 相對的으로 抵抗性이 높았다. 以上の 結果로 보아 幼苗檢定과 玄米檢定間에는 品種類型間의 反應은 反對의 傾向으로 나타났으나, 品種的 反應은 相當히 비슷하게 보였다. 特히 品種的 反應中에서도 IR 36 과 IR 50 의 除草劑 濃度反應에 있어서는 生育形質中에서도 葉綠素形成力에 큰 差異를 보였다(表 11).

다. Callus 檢定

最近 水稻作 栽培에 있어서도 못자리와 機械移秧畝에서 除草劑 藥害被害가 每年 重要問題點으로 나타나 있어 除草劑 側面에서는 보다 安全한 優秀除草劑 開發이 要求되며, 品種育成 側面에서도 除草劑에 對한 抵抗性 品種을 育成할 必要가 있다. 이와 같은 觀點에서 이미 콩, 고구마, 옥수수 담배, 토마토, 딸기^{7,8,9,11,15,16,17,18,20,27} 등 主要 食糧作物과 所得作物에서 細胞培養 및 組織培養 方法을 利用하여 除草劑抵抗性 品種開發이 試圖되어 왔고 몇몇 作物에서는 實用化가 되고 있는 實情이나,¹⁹⁾ 며와 같은 禾本科 作物에서는 아직까지 뚜렷한 進展을 보이지 않고 있다.

細胞培養이나 組織培養 方法에서 가장 바람직한 것은 細胞單位에서 나타나는 反應이 全體植物體에서도

같은 反應을 보여야 하고, 얻어진 callus 에서 쉽게 植物體를 얻을 수 있어야 하며, 細胞單位에서 選拔된 遺傳形質은 安定的으로 後代에까지 傳達되어야 하는 것이다. 그리고 組織培養 方法이 除草劑 利用研究에서의 長點을 요약하여 보면 첫째, 적은 量의 細胞로 除草劑抵抗性 細胞選拔이 比較的 容易, 빠르며, 둘째, 特定除草劑들에 各各 抵抗性을 보이는 몇개의 單細胞들을 細胞融合方法을 通하여 몇개 除草劑들에 對해 同時 抵抗性을 보이는 品種開發이 可能하며, 셋째, 除草劑 作用性研究에서 均一하고 無菌狀態에서 除草劑와 細胞의 直接的인 作用性을 究明할 수 있고, 넷째, 自然圃場 狀態에서는 나타나지 않는 새로운 抵抗性 機構가 밝혀질 可能性이 있으며, 마지막으로 對象植物의 材料를 年中 保存이 可能하기 때문에 試驗上의 時間的 制約을 받지 않는다는 點을 들 수 있다.

한편 組織培養 方法에서도 몇가지 制限要因들을 羅列할 수 있는데 그 代表的인 例는 對象除草劑의 主作用性이 細胞單位에서 나타나야 한다는 데 있다. 즉 除草劑는 除草劑 性質에 따라 作用性이 다른데, 主作用性이 細胞分裂 및 伸長, 蛋白質合成, 呼吸作用에 影響을 미치는 경우는 組織培養 方法을 利用할 수 있으나 主抵抗性 要因이 吸收力 差異, 作用點까지의 移行性 差異, 그리고 主作用性이 光合成 阻害로 葉綠素가 必要한 경우 등에는 理論的으로 適用할 수 없다는 點이다. 또다른 問題點으로 提示할 수 있는 것은 抵抗性을 보인 callus 에서 植物體를 얻었다 하더라도 이 植物體가 除草劑에 抵抗性을 보이는 경우와 보이지 않는 경우가 많다는 事實과 抵抗性을 보이는 경우에

Table 12. Growth responses of Nakdongbyeo in dehulled rice culture and callus culture methods.

| Butachlor concentration (M) | Dehulled Rice Culture | | | | | | Callus Culture | | |
|-----------------------------|-----------------------|----------|----------|--------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| | Seedling height (cm) | Leaf no. | Root no. | Chlorophyll (0-10) | Biomass (mg/seedling) | Relative growth rate | Callus diameter (mm) | Callus fresh wt. (mg) | Relative growth rate |
| 0 | 12.9 | 3.0 | 6.5 | 10 | 87.5 | 100 | 9.3 | 77.0 | 100 |
| 10 ⁻⁹ | 11.0 | 3.3 | 5.3 | 8 | 98.0 | 97 | 11.3 | 57.0 | 98 |
| 10 ⁻⁷ | 10.8 | 3.0 | 6.2 | 7 | 105.0 | 100 | 8.5 | 64.0 | 88 |
| 10 ⁻⁵ | 2.2 | 2.0 | 5.5 | 7 | 40.0 | 54 | 8.5 | 27.0 | 64 |
| 10 ⁻³ | 1.0 | 1.7 | 0 | 0 | 43.0 | 29 | 4.7 | 10.0 | 32 |

* Treatment ; December 24, 1985

* Measurement ; January 8 (dehulled rice culture) and January 24, 1986 (callus culture), respectively.

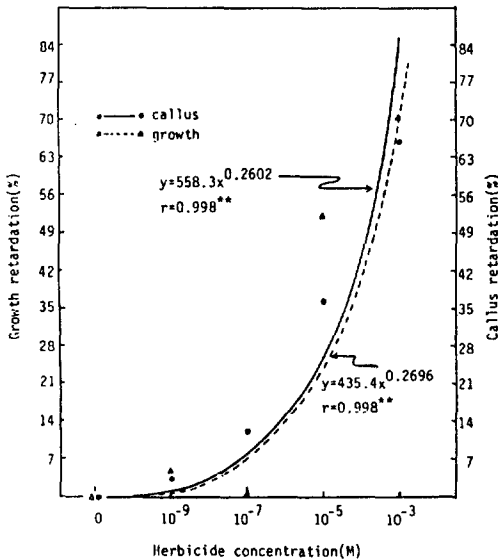


Fig. 1. Relationship between growth retardation and callus retardation in association with butachlor concentration.

는 世代가 經過될수록 抵抗性 發現이 徐徐히 없어지는 경우가 많고, 그리고 大部分의 경우, 除草劑에 抵抗性을 보이는 生態型은 環境適應力이 낮고, 環境利用에 있어서도 競争力이 낮게 되는 경우가 많다는 것이다.

事實 벼에 關해서는 몇몇 品種과 雜草를 除外하고는 아직 쉽게 充分한 量의 callus를 얻기 힘들뿐만 아니라 callus에서 植物體로의 再分化效率도 極히 낮아, 앞으로 解決되어야 할 問題點들이 많이 남아 있다. 따라서 現時點에 있어서는 우선 몇가지 利用 가능한 分野를 다루는 것이 바람직하다.

除草劑에 對한 callus 生育 程度를 通하여 除草劑

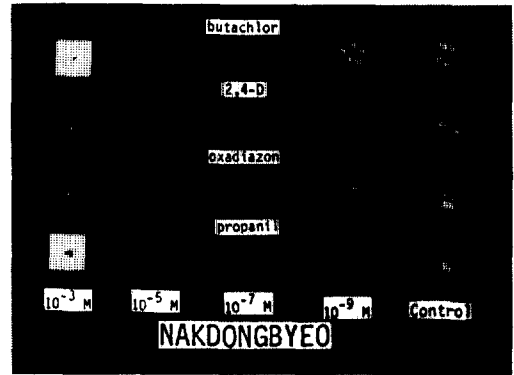


Fig. 2. Callus growth of Nakdongbyeo as affected by herbicides in association with concentration.

抵抗性 程度를 判定하기 위해 우선 butachlor를 利用하여, 玄米培養과 callus 培養의 結果를 比較하여 보면 表 12 및 그림 1의 두 方法 다같이 거의 비슷한 濃度反應을 나타내었으나 특히 低濃度에서의 反應 敏感性은 callus 檢定方法이 높았다. 다음으로는 몇가지 性質이 다른 除草劑들에 對한 callus 濃度反應을 表 13과 寫眞 1에서 볼 수 있다. 여기에서 보는 바와 같이 使用되었던 4種의 除草劑 모두 濃度反應이 뚜렷하였는데 그 中에서도 2,4-D의 경우는 極히 낮은 濃度인 10⁻⁹M에서는 오히려 callus 生育量을 增加시키는 結果를 가져 왔다. 또한 지금까지 主作用性이 光合成抑制劑로 알려진 propanil의 경우에서도 뚜렷한 濃度反應을 보였는데 이것은 2次 作用性에 基因된 것으로 보여진다.

다음으로는 보다 많은 除草劑를 利用하여 濃度を 10⁻⁹~10⁻³M의 範圍에서 callus 培養 反應과 玄米 培養反應을 比較하였는데 (表 14), 앞에서의 경우와 같이 모든 除草劑가 뚜렷한 濃度反應을 보였고, 그리고

玄米培養反應보다 callus 生育反應이 더욱 뚜렷하게 나타났는데 그 程度는 특히 sulfonyl urea 系 除草劑에서 컸다. 以上の 結果로 보아 어떤 性質의 除草劑라도 主作用性에 基因하건 副作用性에 基因하건 뚜렷한 生育反應을 보이기 때문에 callus 培養 方法은

除草劑의 抵抗性檢定을 위해 좋은 한가지 方法이 될 수 있으리라 본다. 여기서도 한가지 考慮하여야 할 點은 어느 時點에 調査하느냐에 있다. 앞에서 잠시 言及한 바와 같이 玄米培養 方法이든 callus 培養 方法이든 無處理區에 對해 相對的으로 生育量을 나타내기

Table 13. Callus growth of Nacdongbyeo as affected by various herbicides.

| Herbicide | Callus | 0 | 10 ⁻⁹ M | 10 ⁻⁷ M | 10 ⁻⁵ M | 10 ⁻³ M |
|-----------|-----------------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Butachlor | Diameter (mm) | 14.4 | 9.5 | 9.0 | 8.0 | 4.2 |
| | Weight (mg) | 213.0 | 119.1 | 109.1 | 65.2 | 21.3 |
| | Relative growth | 100 | 61 | 57 | 44 | 20 |
| 2.4 - D | Diameter | 8.6 | 9.5 | 9.6 | 4.3 | 2.7 |
| | Weight | 104.6 | 132.6 | 112.4 | 20.4 | 10.4 |
| | Relative growth | 100 | 119 | 110 | 35 | 21 |
| Propanil | Diameter | 9.0 | 9.0 | 8.1 | 5.6 | 5.0 |
| | Weight | 132.3 | 103.2 | 82.6 | 56.4 | 24.0 |
| | Relative growth | 100 | 89 | 76 | 53 | 37 |
| Oiadiazon | Diameter | 9.0 | 6.6 | 5.8 | 5.2 | 3.2 |
| | Weight | 132.3 | 52.8 | 47.0 | 28.9 | 12.4 |
| | Relative growth | 100 | 57 | 51 | 40 | 23 |

* Medium : M₆-Y₁ + 2.4-D(2mg/L) + Kinetin(0.2mg/L)

* Experimental period : Feb. 17 - March 17, 1986

Table 14. Comparison of the growth responses between callus culture and dehulled rice culture.

| Herbicide | Culture Regime | Relative growth (%) | | | | | | |
|---------------|----------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|
| | | 10 ⁻⁹ | 10 ⁻⁸ | 10 ⁻⁷ | 10 ⁻⁶ | 10 ⁻⁵ | 10 ⁻⁴ | 10 ⁻³ M |
| Butachlor | Callus | 99 | 85 | 89 | 75 | 64 | 21 | 12 |
| | Dehulled rice | 95 | 96 | 89 | 82 | 74 | 53 | 28 |
| Propanil | Callus | 103 | 88 | 74 | 66 | 57 | 34 | 9 |
| | Dehulled rice | 104 | 102 | 105 | 103 | 75 | 69 | 5 |
| Bentazone | Callus | 105 | 96 | 72 | 70 | 65 | 56 | 18 |
| | Dehulled rice | 105 | 105 | 107 | 89 | 91 | 75 | 49 |
| 2.4-D | Callus | 113 | 114 | 83 | 74 | 31 | 15 | 11 |
| | Dehulled rice | 104 | 76 | 72 | 36 | 7 | 5 | 4 |
| Chlornitrofen | Callus | 103 | 82 | 88 | 67 | 58 | 44 | 26 |
| | Dehulled rice | 101 | 74 | 55 | 57 | 53 | 54 | 31 |
| Pyrazolate | Callus | 107 | 89 | 75 | 74 | 58 | 44 | 12 |
| | Dehulled rice | 97 | 94 | 92 | 86 | 85 | 87 | 65 |
| BAS-514 | Callus | 106 | 100 | 78 | 77 | 62 | 35 | 10 |
| | Dehulled rice | 104 | 94 | 65 | 67 | 65 | 40 | 15 |
| DPX-F 5384 | Callus | 103 | 102 | 102 | 78 | 67 | 38 | 20 |
| | Dehulled rice | 100 | 103 | 106 | 102 | 84 | 83 | 87 |
| NC-311 | Callus | 104 | 86 | 86 | 71 | 61 | 60 | 18 |
| | Dehulled rice | 103 | 92 | 93 | 95 | 95 | 88 | 63 |
| CGA 142464 | Callus | 107 | 108 | 92 | 73 | 72 | 45 | 27 |
| | Dehulled rice | 103 | 103 | 104 | 98 | 93 | 86 | 28 |

* Media ; Callus culture : N₆-Y₁ + 2.4-D 2mg/L + Kinetin 0.2mg/L
Dehulled rice culture : Pure agar

* Rice cultivar ; Nacdongbyeo

* Experimental period ; Callus culture : June 5 - July 8, 1986

Dehulled rice culture : May 28 - June 7, 1986.

Table 15. Callus growth of *Echinochloa crusgalli* as affected by herbicide in association with concentration under light condition.

| Herbicide | Callus growth (%) | Concentration (M) | | | | | | |
|---------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | 10 ⁻⁹ | 10 ⁻⁸ | 10 ⁻⁷ | 10 ⁻⁶ | 10 ⁻⁵ | 10 ⁻⁴ | 10 ⁻³ |
| Butachlor | Diameter | 29 | 19 | 14 | 10 | 10 | 5 | 5 |
| | Weight | 6 | 6 | 4 | 4 | 3 | 1 | 0 |
| | Relative Growth | 18 | 13 | 9 | 7 | 7 | 3 | 3 |
| Propanil | Diameter | 23 | 14 | 10 | 10 | 10 | 5 | 0 |
| | Weight | 5 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | Relative Growth | 14 | 9 | 6 | 6 | 6 | 3 | 0 |
| Bentazone | Diameter | 67 | 43 | 43 | 29 | 23 | 10 | 5 |
| | Weight | 87 | 62 | 54 | 40 | 23 | 6 | 0 |
| | Relative Growth | 77 | 53 | 49 | 35 | 23 | 8 | 3 |
| 2,4-D | Diameter | 76 | 71 | 33 | 19 | 14 | 14 | 5 |
| | Weight | 81 | 60 | 59 | 7 | 7 | 4 | 3 |
| | Relative Growth | 79 | 66 | 46 | 13 | 11 | 9 | 4 |
| Chlornitrofen | Diameter | 71 | 33 | 19 | 23 | 19 | 5 | 0 |
| | Weight | 39 | 24 | 23 | 25 | 18 | 7 | 1 |
| | Relative Growth | 55 | 29 | 21 | 24 | 19 | 6 | 1 |
| Pyrazolate | Diameter | 48 | 24 | 29 | 29 | 14 | 10 | 3 |
| | Weight | 36 | 7 | 6 | 5 | 4 | 0 | 0 |
| | Relative Growth | 42 | 16 | 18 | 12 | 9 | 5 | 2 |
| BAS-514 | Diameter | 29 | 23 | 19 | 14 | 10 | 5 | 0 |
| | Weight | 6 | 4 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | Relative Growth | 18 | 14 | 12 | 8 | 6 | 3 | 0 |
| DPX-F 5384 | Diameter | 71 | 38 | 14 | 14 | 5 | 5 | 0 |
| | Weight | 71 | 18 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| | Relative Growth | 71 | 28 | 9 | 9 | 4 | 4 | 1 |
| NC-311 | Diameter | 71 | 38 | 23 | 19 | 19 | 14 | 14 |
| | Weight | 81 | 11 | 9 | 5 | 7 | 3 | 2 |
| | Relative Growth | 76 | 25 | 16 | 12 | 13 | 9 | 8 |
| CGA-142464 | Diameter | 48 | 43 | 33 | 29 | 29 | 14 | 10 |
| | Weight | 72 | 53 | 40 | 25 | 19 | 15 | 4 |
| | Relative Growth | 60 | 48 | 37 | 27 | 24 | 15 | 7 |

* Experimental Condition ; Nacdongbyeol, light (1500/ux) at 25°C, June 24 - August 24, 1986

때문에 시간이 경과하면 할수록 농도간의 반응 차이가 커지게 된다. 一連의 本實驗을 통해 玄米培養 方法에서는 無處理區의 苗草長이 試驗管 길이보다 길지 않는 範圍에서, 그리고 callus 培養 方法에서는 處理間 또는 濃度間 差異를 量的으로 表示가 可能한 時期로 보면 玄米培養에서는 7~10日, callus 培養에서는 벼의 경우는 約 30日, 피 (*E. crusgalli*)의 경우는 50~60日 程度가 適合하리라 본다.

다음은 마지막으로 피(*E. crusgalli*)에 對한 Callus 反應을 調査하였던 結果는 表 15와 같다. 낮은 濃度에서의 callus 生育反應은 이미 밝혀진 植物體 反應에서와 마찬가지로 禾本科雜草에 對한 殺草效果가 相對적으로 낮은 除草劑인 bentazone, 2,4-D, DPX-5384, NC-311, CGA 142464 에서는 피의

Callus 生育도 相對적으로 높았다. 그러나 除草劑 濃度가 높아질수록 除草劑 相互間의 差異는 적어졌으며, 大體로 10⁻⁷M 以上에서는 除草劑 種類에 關係없이 모든 除草劑가 피의 callus 生育을 크게 抑制시켰으며, 供試除草劑 中에서 特히 BAS-514의 경우는 가장 낮은 濃度에서도 卓越한 生育 抑制效果를 보여 優秀한 防除用 除草劑로 認定되었다. 다음으로 같은 光合性抑制型 除草劑인 propanil 과 bentazone의 경우에 있어서도 피의 callus 反應은 이미 植物體 反應에서 밝혀진 바와 같이 callus 生育抑制 程度의 差異가 뚜렷하였다.

한편 callus 生育反應은 培養條件으로서 光의 有無에는 크게 影響을 받지 않는 것으로 나타났다. 表 15는 光(1,500 lux)이 있는 狀態로 培養한 結果이고 表

Table 16. Callus growth of *Echinochloa crusgalli* as affected by herbicide in association with concentration under dark condition.

| Herbicide | Callus Growth (%) | Concentration (M) | | | | | | |
|---------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | 10 ⁻⁹ | 10 ⁻⁸ | 10 ⁻⁷ | 10 ⁻⁶ | 10 ⁻⁵ | 10 ⁻⁴ | 10 ⁻³ |
| Butachlor | Diameter | 50 | 39 | 28 | 11 | 11 | 0 | 0 |
| | Weight | 42 | 7 | 5 | 4 | 3 | 0 | 0 |
| | Relative Growth | 46 | 23 | 17 | 7 | 7 | 0 | 0 |
| Propanil | Diameter | 44 | 22 | 17 | 17 | 17 | 6 | 6 |
| | Weight | 33 | 11 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | Relative Growth | 39 | 17 | 11 | 9 | 9 | 3 | 3 |
| Bentazone | Diameter | 94 | 89 | 61 | 39 | 33 | 11 | 6 |
| | Weight | 90 | 41 | 65 | 26 | 16 | 0 | 0 |
| | Relative Growth | 92 | 65 | 63 | 33 | 25 | 6 | 3 |
| 2,4-D | Diameter | 56 | 50 | 33 | 39 | 22 | 22 | 6 |
| | Weight | 45 | 38 | 16 | 16 | 5 | 5 | 0 |
| | Relative Growth | 51 | 44 | 25 | 28 | 14 | 14 | 3 |
| Chlornitrofen | Diameter | 83 | 67 | 25 | 33 | 39 | 11 | 0 |
| | Weight | 23 | 26 | 21 | 15 | 20 | 2 | 0 |
| | Relative Growth | 53 | 37 | 33 | 24 | 30 | 7 | 0 |
| Pyrazolate | Diameter | 61 | 39 | 33 | 28 | 6 | 0 | 0 |
| | Weight | 39 | 33 | 24 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| | Relative Growth | 50 | 36 | 29 | 17 | 3 | 0 | 0 |
| BAS-514 | Diameter | 22 | 22 | 17 | 11 | 11 | 6 | 0 |
| | Weight | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Relative Growth | 12 | 12 | 9 | 6 | 6 | 3 | 0 |
| DPX- F 5384 | Diameter | 78 | 50 | 39 | 28 | 22 | 11 | 0 |
| | Weight | 51 | 39 | 15 | 8 | 8 | 1 | 0 |
| | Relative Growth | 65 | 45 | 27 | 18 | 10 | 6 | 0 |
| NC-311 | Diameter | 33 | 22 | 28 | 11 | 6 | 6 | 0 |
| | Weight | 47 | 22 | 16 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| | Relative Growth | 40 | 22 | 22 | 7 | 4 | 3 | 0 |
| CGA-142464 | Diameter | 94 | 44 | 33 | 22 | 28 | 22 | 22 |
| | Weight | 71 | 28 | 44 | 35 | 22 | 23 | 24 |
| | Relative Growth | 83 | 36 | 39 | 29 | 25 | 23 | 23 |

* Experimental condition ; Nacdongbyeon, dark, at 25°C, June 24 - August 24, 1986

Table 17. Callus growth of *Echinochloa crusgalli* in association with light regime

| Light regime | Diameter (cm) | Fresh weight (mg) | Relative Growth (%) |
|------------------|---------------|-------------------|---------------------|
| Light (1,500/ux) | 1.25 | 287.5 | 100 |
| Dark | 1.20 | 383.0 | 115 |

* Experimental period ; June 24 - August 24, 1986

16은 光이 없는 暗狀態에서 培養한 成績인데, 두 培養條件間에 濃度에 따른 生育反應 傾向은 큰 差異를 보이지 않으나, 多少間 暗狀態에서의 反應이 높은 傾向이었다. 이것은 無處理(無 除草劑區) 狀態에서의 callus 生育이 暗狀態에서 約 15% 높기 때문인 것

임을 알 수 있다(表 17).

以上の 結果로 미루어 볼 때 callus 培養 檢定方法은 除草劑의 作用性 및 濃度에 따른 殺草力反應을 究明하는 데 좋은 方法이 될 것으로 보인다.

摘 要

組織培養 方法을 利用하여 除草劑의 作用性 및 除草劑抵抗性 檢定方法 改善의 可能性을 檢討하기 위해 1985年~1986年까지 2個年에 걸쳐 嶺南作物試驗場 溫室 및 組織培養實驗室에서 一連의 試驗을 進行하였던 結果를 要約하면 다음과 같다.

1) 除草劑 作用性을 研究하는 데 使用되는 培地條件으로서의 기존의 MS, N₆, N₆-Y₁ 등의 培地는

벼 自體의 生育을 50%以上 抑制하므로 玄米培養培地로서는 適合하지 않았으며, 生長調節劑가 添加되지 않은 純粹寒天培地를 利用하는 것이 바람직하였다.

2) 玄米培養方法에 있어서 除草劑의 濃度反應을 뚜렷이 밝힐 수 있었으며, 大部分의 水稻用除草劑는 地上部生育보다 地下部生育 抑制程度가 더 큰 것으로 나타났고, 光의 有無, 除草劑 吸收部位에 따라 作用性의 差異를 보였는데 butachlor, 2,4-D, propanil 은 光이 있는 狀態에서, 그리고 DPX-F 5384 와 CGA 142464 는 光이 없는 狀態에서 生育抑制 影響이 컸다. 그리고 吸收部位 反應에 있어서는 butachlor, chlornitrofen, oxadiazon, BAS-514 는 根部和 幼芽部를 同時에 除草劑에 接觸됨으로서 벼에 對한 藥害程度가 增加되었고, 그 外 除草劑는 두 接觸方法間에 큰 差異를 보이지 않았다. 한편 피 (*E. crusgalli*) 의 경우도 비슷한 傾向이었으나, 全般적으로 벼보다는 生育抑制 程度가 越等히 높았으나 butachlor, 2,4-D, chlornitrofen, oxadiazon, pyrazolate 및 BAS-514 는 根部만 接觸시켜도 피의 葉綠素 生合성을 抑制시킬 뿐 아니라 生育이 거의 進展되지 않았으며, 그 外 除草劑들은 根部和 幼芽部를 함께 接觸시켜 주는 것이 바람직하였다.

3) 水稻品種의 除草劑抵抗性은 檢定方法間에 多少 差異를 보였는데 幼苗檢定の 경우는 既存 除草劑인 butachlor, pretilachlor, thiobencarb, perfluidone, oxadiazon, 等に 있어서는 日本型 品種 > 統一型 品種 > 印度型 品種의 順으로 除草劑抵抗性이 높았으나 DPX-F 5384, NC-311, pyrazolate, pyrazoxyfen 에 對해서는 오히려 日本型 品種이 가장 낮은 抵抗性을 보였으며, 玄米檢定の 경우 butachlor, propanil, chlornitrofen, oxadiazon, 等に 있어서는 幼苗檢定과는 달리 日本型 品種이 統一型 品種이나 印度型 品種보다 抵抗性이 낮게 나타났다.

4) 同一品種 類型內에서도 除草劑抵抗性의 品種間 差異를 보였는데 幼苗檢定이나 玄米檢定에서 多같이 相對적으로 抵抗性을 보인 品種은 統一型의 경우 密陽 42 號, 靑靑벼, 三剛벼와 七星벼가 日本型의 경우는 섬진벼가 洛東벼보다 印度型의 경우는 IR 50 이 IR 36 보다 높은 抵抗性을 보였다.

5) 玄米培養方法과 callus 培養方法 多같이 除草劑 種類에 關係없이 除草劑 濃度에 따른 벼 生育反應이 비슷하였는데, callus 生育反應이 더욱 敏感하였다.

6) 除草劑에 對한 callus 生育反應은 벼 뿐만 아

니라 피 (*E. crusgalli*) 에 있어서도 대단히 敏敏한 反應을 보였는데, $10^{-9} \sim 10^{-8} M$ 의 低濃度에서 除草劑 種類間의 差異가 뚜렷이 나타났으며, $10^{-7} M$ 以上の 濃度에서는 除草劑性質에 關係없이 모든 除草劑가 피의 callus 生育을 크게 抑制시켰다. 供試除草劑 中에서 BAS-514 가 가장 낮은 濃度에서도 피의 callus 生育을 뚜렷이 抑制시켜 피에 對한 殺草力이 卓越함을 알 수 있었다. 한편 除草劑에 對한 callus 生育反應은 光의 有無에는 큰 影響을 받지 않았다.

引用 文 獻

1. Arntzen, C. J., C. L. Ditto and P. E. Brewer. 1979. Chloroplast membrane alterations in triazine-resistant *Amaranthus retroflexus* L. biotypes. Proc. Nat. Acad. Sci. 76: 126-128.
2. Ashton, F. M. and A. S. Crafts. 1981. Mode of action of herbicide. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons. New York, 525.
3. Audus, L. J. 1976. Herbicides (Physiology, Biochemistry, Ecology). Vol. 1, Academic Press, New York, 547.
4. Bandeen, J. D., J. V. Parochetti, G. F. Ryan, B. Maltais and D. V. Peabody. 1979. Discovery and distribution of triazine resistant weeds in North America. Abstr. Weed Sci. Soc. Am. 108.
5. Bandeen J. D., Stephenson GR, Cowett ER. 1982. Discovery and distribution of herbicide resistant weeds in North America. In Baron Le H, Gressel, J. (eds) Herbicide resistance in Plants. Wiley and Sons, New York.
6. Beth, A. S. and Monte, R. W. 1986. Comparative detoxification of chlorsulfuron in leaf disks and cell cultures of two perennial weeds. Weed. Sci. 34: 507-512.
7. Bright, S. W. J., G. Doms, D. Foulger, A. Karp and N. Evans, 1986. Mutation and tissue culture. p. 431-450. In plant tissue culture and its agricultural applications. L. A. Withers and P. G. Alderson. Butterworths. London. 526.
8. Chaleff, R. S. 1981. Genetics of higher plants. Applications of cell culture. Cambridge, Cambridge University Press.

9. Chaleff, R. S. 1983. Isolation of agronomically useful mutants from plant cell cultures. *Science*. 219: 676-682.
10. Chaleff, R. S. and Mauvals, C. J. 1984. Acetolactate synthetase is the site of action of two sulfonylurea herbicides in higher plants. *Science*, 224: 1443-1445.
11. Chaleff, R. S. and Ray, T. B. 1984. Herbicide-resistant mutants from tobacco cell cultures. *Science*. 223; 1148-1151.
12. 鄭根植・孫再根. 1986. 葯 및 花粉培養에 의한 半數體育者. p.11 ~ 30. 慶北大學校 開校 40周年 紀念 Symposium特輯號. 植物組織培養의 農業의利用 및 産業化. 1986. 7. 慶北大學校. 216.
13. Comai, L., Sen, L. C. and Stalker, P. M. 1983. An altered *Are A* gene product confers resistance to the herbicide glyphosate. *Science*. 221; 370-371.
14. Craig, R. S. and A. R. Martin. 1985. *Kochia scoparia* growth response to triazine herbicides. *Weed science*. 34: 40-42.
15. Crocomo, O. J. and N. Ochoa-Alejo. 1983. Herbicide tolerance in regenerated plants. p. 770-781. In *Handbook of plant cell culture; Techniques for prepagation and breeding*. D. A. Evans, W. R. Sharp, P. V. Ammirato and Y. Yamada. Macmillan Publ. Co. New York: 970.
16. Cseplo, A., P. Medgyesy and L. Marton. 1986. In vitro induction, isolation and transfer of chloroplast mutation in *Nicotiana*. p. 137-146. In *Proc. Symposium, Nuclear techniques and in vitro culture for plant improvement*, vienna, 19-23 August 1985 jointly organized by IAEA and FAO. 529.
17. De Block, M., Herrera Fstrella, L., Van Montagu, M., Schell, J. and Zambryzki, P. 1984. Expression of foreignes in regenerated plants and in their progeny. *EMBO J.* 3: 1681-1691.
18. Dix, P. J. 1985. Cell line Selection. In *plant cell culture technology*, (M. Yeomann, Ed.) p. 141-199. Oxford, Blackwell Scientific.
19. Genetic engineering of plants. 1984. Board on Agriculture National Research Council. National Academy Press. Washington, D. C. 83.
20. Hughes, K. 1983. Selection for herbicide resistance. p. 443-460. In *Handbook of plant cell culture; Techniques for propagation and breeding*. D. A. Evans, W. R. Sharp, P. V. Ammirato and Y. Yamada. Macmillan Publ. Co. New York. 970.
21. Ishizuka, K., M. Matsumoto and Y. Kakumoto, 1984. Effect of temperature on absorption and translocation of simetryne in rice cultivars. *Weed Res. Japan*. 29(2) : 116-122.
22. Ishizuka, K., H. Matsumoto and T. Imahase, 1984. Selective mode of action of simetryne among rice cultivars. *Weed Res. Japan*, 29(4): 289-294.
23. Kim, K. U., S. B. Ahn and M. Miyahara. 1975. Rice Varietal response to various preemergence herbicide. p. 298-302. In *Proc. 5th Asian-Pac. Weed Sci. Soc. Conf.*, Tokyo, Japan.
24. 高山眞策. 1984, 植物培養細胞の物質生産効率向上へのアプローチ, p.10 ~ 23. In 植物組織培養とファインケミカルズ. CMC. Tokyo. 243.
25. Le Baron, H. and Gressel, J. 1982. *Herbicide resistance in plants*. New York, Wiley.
26. Ludwig Eue. 1985. World challenges in weed science. *Weed Science*. 34: 155-160.
27. Malone, R. P. and P. J. Dix. 1986. Selection for herbicide resistance in tissue cultures of *Rragaria* and *Nicotiana*. p. 479-486. In *Plant tissue culture and its agricultural applications*. L. A. Withers and P. G. Alderson. Butterworths. London. 526.
28. Matsumoto, H. and K. Ishizuka, 1984. Effect of temperature on metabolism of simetryne in rice cultivars. *Weed Res. Japan*. 29(2); 159-164.
29. Meredith, C. and Carlson, P. S. 1982, p. 275-293. In *Herbicide resistance in Plants*, H. LeBaron and J. Gressel. New York, Wiley.
30. Moody, K. and M. T. Madrid, 1983. Rice Cultivar tolerance to herbicides. p. 8-1-19. In *Seminar on weed control in the Asian and Pacific region*. Sept. 13-17, 1983. FFTC/ASPAC & ORD. Suweon, Korea.

31. Numata, M. 1971. Methodological problems in weed-ecological research. *Biotrop Bull.* 2: 41-58.
32. 農薬実験法；除草剤編, 1981. ソフトサイエンス社. Tokyo. 499.
33. Ray, T. B. 1982. Mode of action of chlorsulfuron : a new herbicide for cereals, *Pestic, Biochem. Physiol.* 17: 10-17.
34. Ray, T. B. 1984. Site of action of chlorsulfuron; inhibition of valine and isoleucine biosynthesis in plants. *Pl. physiol.*, 75; 827-831.
35. Thomas, B. and Pratt, D. 1982. Isolation of paraquat-tolerant mutants from tomato cell cultures. *Theoret. Appl. Genet.* 63: 169-176.
36. Yadav, N. and Benard, S. A. 1984. Mutations in cloned *E. Coli* gene for acetolactate synthase II. confer resistance to sulfometuron methyl herbicide by enzyme alteration. In Proc. of 11th Katzir-katchalsky conf.: *Plant Molecular Biology*, Jerusalem, Abstract. D-11.
37. Zilkah, S. and Gressel, J. 1977. Cellcultures vs. whole plants for measuring phytotoxicity. III. Correlations between phytotoxicity in cell suspension cultures. calli and seedlings. *Pl. Cell physiol.* 18: 815-820.
38. Zilkah, S., Bocion, P. F. and Gressel, J. 1977. Cell cultures vs. whole plants for measuring phytotoxicity II. correlations between phytotoxicity in seedlings and calli. *Pl. Cell Physiol.*, 18: 657-670.