

栽培樣式別 벼와 피의 生長 및 除草劑 活性에 미치는 影響

朴泰蕃* · 朴載邑* · 李仁龍* · 林殷相* · 金永九*

Effect of Different Cultural Patterns on the Growth and Herbicidal Responses of Rice and Barnyardgrass

Park, T.S.*, J.E. Park*, I.Y. Lee*, E.S. Lim* and Y.K. Kim*

ABSTRACT

The effect of different cultural patterns on the growth and herbicidal response of rice(*Oryza sativa* L.) and barnyardgrass(*Echinochloa crus-galli* var. *oryzicola*) was studied under direct-seeded rice and early rice seedling conditions. In dry-seeded rice condition, the growth of rice and barnyardgrass was the greatest in 3cm-seeding depth and 40% soil moisture, respectively. At 10 days after herbicide application, plant height of rice was severely inhibited in 1cm-seeding depth and 50% soil moisture, and the degree of inhibition was severer at application of pendimethalin + molinate EC as compared to that of butachlor EC. On the other hand, plant height of barnyardgrass by treatment of herbicides was severely reduced regardless of seeding depth and soil moisture. The lengths of barnyardgrass mesocotyl and rice coleoptile were increased with increasing seeding depth and were severely inhibited by applied herbicides in 1cm-seeding depth under dry-seeded rice condition.

The dry weight of rice at different leaching times after herbicides application showed slightly decreasing trend as the leaching time was delayed, but the growth of barnyardgrass was very severely inhibited regardless of the leaching time.

In addition, the phytotoxicity of rice showed decreasing trend with the increase in transplanting depth and delay of application time under early rice seedling condition.

Key words : Seeding depth, Soil moisture, Leaching time, Transplanting depth, Application time.

緒 論

最近 우리나라의 農業은 農業人口의 減少와 勞賃上昇으로 인하여 農作業의 省力化가 要求

로 벼농사에 있어서 播種으로부터 移秧作業까지 가장 많은 勞動力이 소요되는 栽培過程의 省力化를 위한 直播栽培技術이 開發 普及되어 그 栽培面積이 急速히 擴大되고 있는 실정이다^{5,6,8}. 그러나 이와같이 急速한 栽培法의 변화

* 農業科學技術院(National Institute of Agricultural Science & Technology, RDA, Suwon 441-707 Korea)

(1997. 4. 2 접수)

는 雜草 發生樣相에 큰 변화를 주었을 뿐만 아니라 栽培法의 미정립에 따른 적정 입모수 確保에 큰 어려움을 주고 있는 現實이다.

一般的으로 除草劑의 藥效 藥害에 미치는 原因에 대해서는 使用코자 하는 除草劑의 特性에 의해 좌우되나 耕作地의 栽培的 要因에 의해서도 크게 지배된다. 이와같이 除草劑의 藥效 藥害 發現에 影響을 주는 栽培的 要因으로는 栽培作物의 播種 및 移植深度差異, 벼재 배시의 湛水程度, 土性에 따른 漏水程度와 栽培當時의 溫度가 가장 큰 要因으로 알려져 있다^{12,15)}. 이에 대한 研究로 播種 및 移植深度가 얇은 淺植栽培時에 除草劑의 影響이 크고 물 관리로는 湛水深이 깊을수록 作物의 生育에 미치는 影響이 적은 것으로 알려져 있으나 디 페널 에테르게 除草劑는 오히려 湛水深이 깊을수록 벼生育에 미치는 影響이 큰 것으로 알려져 있어 湛水深에 따른 藥害反應이 相異하게 報告된 바 있다^{4,7)}.

따라서 本研究은 벼 直播 栽培條件에서 除草劑 處理時 土壤水分 및 播種深度 등에 대한 벼와 피의 生育에 미치는 影響을 調査하였으며, 어린모 재배 조건에서는 移秧深度別 藥害程度 差異를 調査한 시험결과를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

본 연구는 1996년 農業科學技術院의 實驗室 내에서 포트 實驗으로 수행하였으며 直播栽培는 中晩生種인 동진벼를, 어린모 移秧栽培는 추청벼를 사용하였으며, 피는 試驗圃場에서 수집하여 4℃ 냉장고에서 30일간 低溫濕潤處理된 것을 공시하였다. 施肥는 N-P₂O₅-K₂O=110-70-80kg/ha로 하였으며 除草劑의 使用量은 農藥使用指針書¹⁰⁾ 推薦量을 基準으로 하였다.

1. 土壤水分과 播種深度別 벼와 피의 生長 및 除草劑 反應 差異

土壤水分 및 播種深度別 除草劑 反應은 乾畝直播栽培條件에서 벼와 강피(*Enchinochloa crus-galli*

(L.) P. Beauv. var. *oryzicola* Ohwi)種子를 播種한 다음 乾畝直播用 土壤處理劑인 pendimethalin + molinate(1,050+1,200g ai/ha) EC와 butachlor (1,470g ai/ha) EC를 播種後 2일에 처리하였으며, 藥劑處理後 10일에 벼와 피의 生育을 調査하였다. 土壤水分差異에 따른 除草劑反應實驗에서는 벼와 피 種子의 播種깊이를 3cm로 하였으며, 포트(지름 7cm, 높이 7.5cm)내의 土壤水分 差異는 水分變動이 거의 없는 22/14℃(주/야 ℃), 相對濕度 75%의 growth chamber 조건에서 완전 乾燥된 食량토를 토양수분 무게만큼 水分을 加한후 매일 포트 무게를 測定하여 수분을 一定하게 유지하였고, 播種深度別 除草劑 反應은 벼와 피의 種子를 1, 3, 5cm 깊이로 播種한 다음 土壤水分을 40% 수준으로 유지하였다.

2. 除草劑 處理後 漏水時期別 벼와 피의 生長反應

벼와 강피종자를 30℃에서 2일간 浸種한 후 發芽된 種子를 1/5,000 와그너 포트에 담수표면산과하였으며, 播種後 10일에 pyrazosulfuron + molinate(21+1,500g ai/ha) GR를 水面處理하였다. 漏水時期는 除草劑 處理後 0, 1, 3, 5일에 日當 漏水量을 3cm로 하여 2일간 처리하고 그 以後는 湛水深을 5cm로 유지하여 無漏水狀態로 관리하였으며 벼와 피의 生長反應은 藥劑處理後 20일에 乾物重으로 계산하였다.

3. 移秧深度別 除草劑 處理時期에 따른 벼의 藥害反應

어린모 移秧栽培條件에서 8일간 育苗된 추청벼를 -0.5, 0, 1, 3cm깊이로 移秧후 어린모기 계이양담 適用除草劑인 pyrazosulfuron + molinate (42+3,000g ai/ha) GR를 移秧後 3, 7, 15일에 水面撒布하였으며, 藥劑 處理後 20일에 벼의 乾物重을 調査하였다.

結果 및 考察

1. 土壤水分別 벼와 피의 生長 및 除草劑 反應
乾畝直播條件에서 土壤水分別 벼와 피의 生

長反應을 알아보기 위하여 藥劑處理가 배제된 無處理區에서의 벼와 피의 草長 및 根長은 그림 1과 같다. 벼와 피의 초장 및 근장은 40% 土壤水分에서 가장 컸으며 土壤水分 50%에서는 벼의 生育이 甚하게 抑制되었다. Smith¹³⁾는 乾畚直播에서 토양수분은 土性에 따라 植物이 利用할 수 있는 有效水分량이 다르나 最適土壤水分含量은 最大用水量의 60~80% 程度인 30~40%가 벼생육에 適合한 것으로 報告하여 본 결과와 類似한 경향을 보였으며, 土壤水分 50% 範圍는 飽和水分狀態인 過濕한 조건으로 土壤中 酸素不足으로 인하여 初期生育이 지연된 것으로 생각된다.

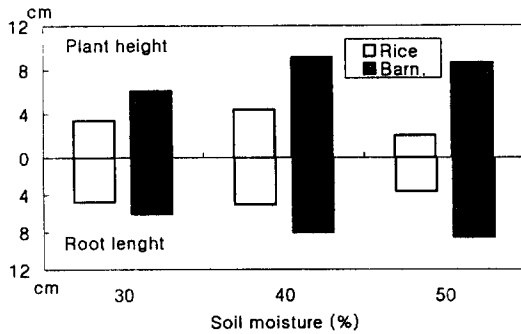


Fig. 1. Effect of soil moisture to the plant height and root length of rice and barnyardgrass at 10days after seeding under dry-seeded rice condition.

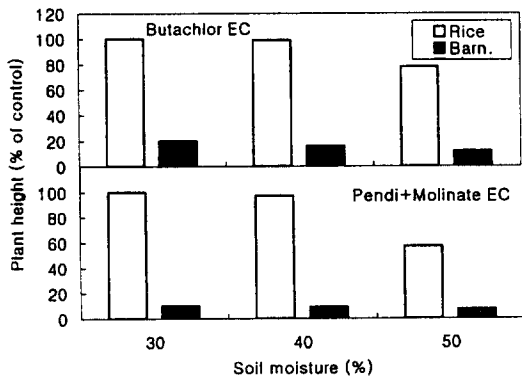


Fig. 2. Effects of butachlor EC and pendimethalin + molinate EC on rice and barnyardgrass seedlings as affected by different soil water moisture under dry-seeded rice condition at 10days after application.

그림 2는 土壤水分別 벼와 피를 播種한 다음 播種後 2일에 butachlor EC와 pendimethalin + molinate EC를 처리후 벼와 피의 초장을 無處理區에 대한 抑制率로 나타낸 것으로 벼의 초장은 土壤水分이 30~40% 範圍에서는 無處理와 類似하였으나 50% 土壤水分에서는 甚한 生育抑制가 나타났는데 그 程度는 butachlor EC보다 pendi+molinate EC에서 甚하였다. 그러나 피는 全土壤水分 處理區에서 제초제에 대하여 甚한 生育抑制가 있었을 뿐만 아니라 토양수분이 많을수록 抑制程度는 크게 나타났다. Anderson 等¹⁾은 토양수분이 18, 36% 그리고 飽和狀態로 생육한 보리에 glufosinate-ammoium을 處理하였을 때 土壤水分이 增加할수록 보리의 生育抑制가 甚하게 나타나는 것으로 報告하여 본 결과와 같은 傾向을 보였다. 일반적으로 土壤處理型 除草劑에 대한 選擇性은 植物의 除草劑 吸收部位인 生長點이 除草劑處理層에 대한 接觸 差異로 인한 것이기 때문에 土壤水分이 過濕할 境遇 처리된 제초제가 쉽게 溶解되어 生長點 部位로 이동하여 약해가 나타나는 것으로 생각된다.

2. 播種深度別 벼와 피의 生長 및 除草劑 反應

乾畚直播 栽培條件에서 藥劑處理가 排除된 無處理區에서 播種後 10일에 播種深度別 벼와 피의 초장 및 근장은 그림 3에서 보는 바와 같이 3cm 播種深度에서 가장 컸으나, 벼의 境遇 1cm 및 5cm 播種深度에서는 相對的인 抑制가 있었다. 이는 播種深度 1cm에서는 表土에 近接하여 水分流失이 많았던 것으로 생각되고, 5cm 播種深度에서는 土壤中 酸素缺乏으로 인한 初期生育이 遲延되었을 것으로 推測된다. 李等⁸⁾은 乾畚直播에서 播種深度가 4cm 이상이 되면 生育이 현저히 低下하는 것으로 報告하였으나 千等²⁾은 벼의 根長이 1cm 播種深度에서 가장 긴 것으로 報告하여 본 결과와 多少 差異가 있었는데, 이는 土性, 溫度 및 土壤水分 差異 때문인 것으로 생각된다. 그러나 피의 경우 1cm 播種深度에서 多少 生育遲延이

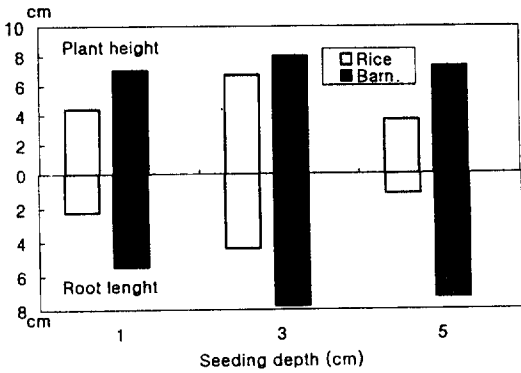


Fig. 3. Effect of seeding depths to the plant height and root length of rice and barnyardgrass at 10days after seeding under dry-seeded rice condition.

있었으나 그 정도는 微微하여 初期生育時 벼에 비하여 水分 및 酸素 要求量이 적을 것으로 생각된다.

播種深度別 除草劑 反應 實驗에서 除草劑 處理後 10일째 벼의 生育은 그림 4와 같이 3cm 및 5cm 播種深度에서는 無處理와 類似하였으나 1cm 播種深度에서 生育遲延이 있었는데 그 정도는 butachlor EC보다 pendimethalin + molinate EC에서 훨씬 심하게 나타났다. 이는 1cm 播種深度에서는 除草劑 處理層이 土壤表面과 인접하여 種子의 生長點에 쉽게 接觸되기 때문으로 생각될 뿐만 아니라 播種深度가 깊을수록 coleoptile에 의한 生長點의 보호에 따른 藥害回避가 容易했기 때문으로 생각된다. 또한, pendimethalin + molinate EC가 상대적으로 藥害가 심한 것은 土壤中에서 butachlor EC에 비해 쉽게 溶解되므로 除草劑 處理層이 벼 生長點에 쉽게 近接하기 때문인 것으로 생각된다. 한편, 皮의 生育은 除草劑 處理後 10일째 全播種深度에서 無處理에 비해 急激한 減少가 있었으나 1cm 및 3cm 播種深度에 비해 5cm 播種深度에서 抑制率이 작았는데, 이는 皮의 除草劑 흡수부위인 mesocotyl이 5cm 과중심도에 비하여 빨리 除草劑 처리층을 통과하기 때문인 것으로 생각된다.

위와 같이 除草劑 處理에 따른 選擇性에 關하여 皮의 mesocotyl에서 흡수된 除草劑가 shoot가

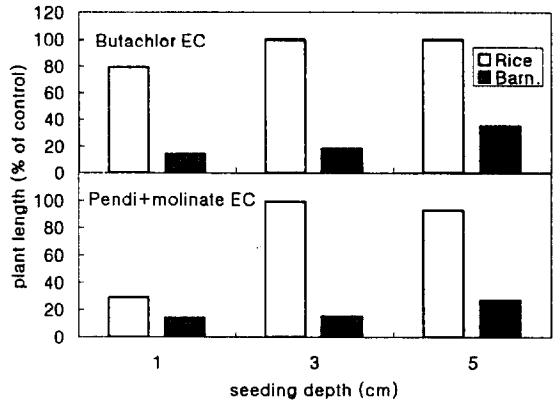


Fig. 4. Effects of butachlor EC and pendimethalin + molinate EC on rice and barnyardgrass seedlings as affected by different seeding depths under dry-seeded rice condition at 10 days after application.

지 移行되어 쉽게 枯死되는 반면 벼는 coleoptile과 新葉들에 의해 여러겹으로 分裂組織인 生長點을 外部로부터 保護함으로써 藥害回避가 可能하기 때문에 直播栽培에서는 벼의 coleoptile과 皮의 mesocotyl 生長反應의 重要性이 增大될 것으로 생각된다. 따라서 播種深度와 除草劑 處理에 따른 이들의 生長反應을 表 1과 2에서 나타내보았다. 表 1의 無處理區에서와 같이 皮의 mesocotyl長은 播種深度에 비례하여 伸長하며 1cm 播種深度에서는 除草劑 처리시 甚한 生育 抑制가 있었다. 播種深度 3cm에서는 多少 生育抑制가 있었으나 無處理와 비슷하였으나 5cm 播種深度에서는 無處理와 거의 같거나 오히려 增加하여 藥劑와는 無關하였다. 干等²⁾은 皮의 mesocotyl 伸長은 乾畚條件에서만 형성되었으며 그 伸長은 播種深度가 깊을수록 큰 것으로 報告하여 本 結果와 一致하였다.

表 2은 播種深度別 및 除草劑處理에 따른 벼의 coleoptile長의 反應을 나타낸 것으로서 coleoptile長은 播種深度가 깊을수록 길게 나타났다. 1cm 播種深度에서는 處理된 除草劑 대하여 生育抑制가 있었고, 그 정도는 butachlor EC보다 pendimethalin + molinate EC에서 甚하게 나타났다. 그러나 3cm 및 5cm 播種深度에서는 無處理에 비하여 오히려 多少 길게 나타났는데,

Table 1. Mesocotyl length of barnyardgrass as affected by different seeding depths at 10 days after butachlor EC and pendimethalin + molinate EC application.

Herbicides	Application rate (g ai/ha)	Seeding depth (cm)		
		1	3	5
Control	0	1.5(100)*	2.6(100)	4.1(100)
	1,470	0.6 (46)	2.7(104)	4.1(100)
Butachlor EC	2,940	0.4 (31)	2.5 (96)	4.9(119)
	1,050 + 1,200	0.7 (54)	2.5 (96)	4.4(107)
Pendimethalin + molinate EC	1,100 + 2,400	0.5 (38)	2.4 (92)	4.0 (98)

* Figures in parentheses are % of control

Table 2. Coleoptile length of rice as affected by different seeding depth at 10days after butachlor EC and pendimethalin + molinate EC application.

Herbicides	Application rate (g ai/ha)	Seeding depth (cm)		
		1	3	5
Control	0	0.6(100)*	1.7(100)	3.9(100)
	1,470	0.5 (83)	1.9(112)	4.0(103)
Butachlor EC	2,940	0.5 (83)	2.0(118)	3.9(100)
	1,050 + 1,200	0.2 (33)	2.1(124)	4.0(103)
Pendimethalin + molinate EC	1,100 + 2,400	0.1 (17)	2.0(118)	3.9(100)

* Figures in parentheses are % of control

이는 coleoptile 分裂組織이 除草劑 處理層으로부터 回避가 可能하였을 뿐만 아니라 處理된 除草劑로 포트內 水分이 增加되어 오히려 生育이 增加한 것으로 생각된다.

3. 除草劑 處理後 漏水時期別 벼와 피의 生長反應

담수표면산과재배 條件에서 pyrazosulfuron + molinate GR를 播種後 10日에 處理한 다음 漏水時期에 따른 벼와 피의 乾物重은 그림 5와 같다. 벼와 피 모두 漏水時期가 遲延될수록 生育抑制가 있었으나 벼의 境遇 全漏水時期에서 無處理에 대하여 生育抑制가 輕微하였다. 그러나 피의 境遇 除草劑 處理後 1日 漏水時부터 急激한 生育抑制가 있었을 뿐만 아니라 處理後 3日 漏水時期부터는 無處理 大하여 90% 以上이 抑制되었다. 一般의으로 除草劑處理後 漏水時期에 따른 벼와 피의 生育의 特性은 除草劑의 作用機作에 따라 多樣하게 나타날 수 있으나 效果的인 雜草防除를 위해서는 충분한

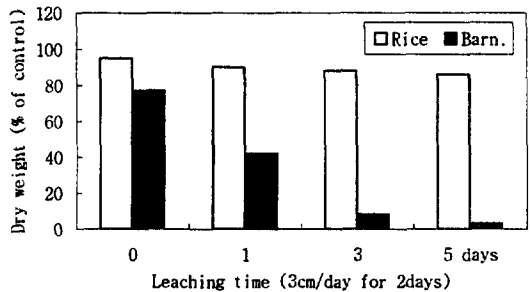


Fig. 5. Effect of leaching times to dry weight of rice and barnyardgrass(Barn.) at 20days after pyrazosulfuron + molinate application.

물관리가 무엇보다 重要할 것으로 생각된다. Tanaka等¹⁴⁾은 除草劑 處理後 2일부터 3일동안 2cm씩 漏水時 漏水 되지 않는 區에 비해 벼 生育은 多少 좋았으나 雜草防除 效果는 低調한 것으로 報告하였고, 梁等¹⁵⁾도 bensulfuron-methyl의 漏水量差異에 따른 藥害 變動을 調査한 結果 漏水條件에 비해 無漏水條件에서 輕微한 藥害가 있는 것으로 報告하였다.

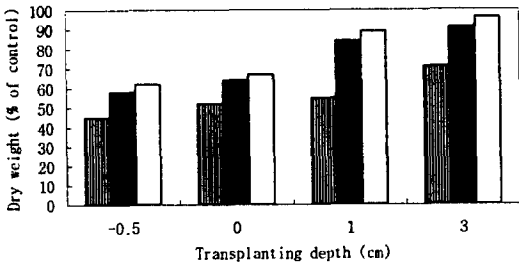


Fig. 6. Effect of transplanting depths on dry weight in rice following application with pyrazosulfuron + molinate GR at 3(▨), 7(▧), 15(□) days after transplanting under young rice seedling conditions.

4. 移秧 深度別 除草劑 處理時期에 따른 벼의 藥害 反應

機械移秧의 長點은 省力化뿐만 아니라 淺植에 의한 活着促進 및 分裂의 조장에 있으나 整地狀態가 不均一한 條件下에서 機械的으로 移秧되기 때문에 移秧深度가 多樣하게 변이를 나타내게 된다. 그러므로 本實驗에서는 極淺植(-0.5, 0cm), 淺植(1cm) 그리고 3cm 深度로 移秧後 除草劑 pyrazosulfuron + molinate GR倍量을 處理時期를 달리하여 撒布한 結果 벼의 乾物重은 그림 6과 같다.

極淺植 條件인 -0.5, 0cm 條件과 移秧 3日後 藥劑處理는 無處理區 對比 甚한 生育抑制가 있었으나, 3cm 移秧深度에서는 移秧 7日 以後에 除草劑를 處理할 경우 無處理와 비슷했다. 일반적으로 移秧深度가 얕아지면 藥劑處理層에 대한 根部의 露出로 인한 흡수량이 많아지기 때문인 것으로 생각된다. 특히 sulfonyl urea계 除草劑와 같은 蛋白質 代謝와 關聯이 깊은 作用機作的 藥劑들은 淺植 條件에서 藥害가 發生하는 것으로 보고되었다³⁾. 그러므로 어린 모기계 移秧은 苗가 軟弱하여 除草劑에 대한 感受性이 크기 때문에 적정 移秧深度를 위한 均一한 整地作業이 要求될 뿐만 아니라 藥效면 보다는 藥害回避面을 고려하여 早期처리를 하지 않는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

摘 要

벼 直播 및 어린모 栽培條件에서 除草劑 藥效 藥害에 影響을 미칠 수 있는 耕作地의 土壤 條件에 대한 벼와 피의 反應을 實驗한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 乾畝直播 栽培條件에서 土壤水分含量別 벼와 피의 生長은 土壤水分이 40%일 때 가장 컸으며, 除草劑에 대한 벼의 生育抑制는 土壤水分 50%에서 가장 심하였다.
2. 播種深度別 벼와 피의 草長 및 根長은 3cm 播種深度에서 가장 길었으며, 除草劑에 대한 벼의 生育은 1cm 播種深度에서 抑制되었으나 피의 경우에는 全播種深度에서 심하게 抑制되었다.
3. 벼의 鞘葉(coleoptile)長 및 피의 中胚軸(mesocotyl)長은 播種깊이가 깊을수록 길었고, 除草劑 處理時 1cm 播種깊이에서 生育抑制가 가장 컸다.
4. 湛水 表面散播栽培에서 除草劑處理後 漏水時期別 벼의 生育抑制는 漏水가 遲延될수록 심하였으며,
5. 移秧深度別 除草劑處理時期에 따른 벼의 生育은 移秧深度가 얕고 藥劑處理時期가 빠를수록 抑制程度가 컸다.

引 用 文 獻

1. Anderson, D.M, C.J. Swanton, J.C. Hall and B.G. Mersey. 1993. The influence of soil moisture, simulated rainfall and time of application on the efficacy of gufosinate ammonium. Weed Res. 33 : 149-160.
2. 千相旭·具滋玉. 1995. 播種深度에 따른 벼와 피의 生長, 中莖 伸長 및 除草劑 反應 差異. 韓雜草誌. 15(1) : 19-29.
3. 韓盛旭·具滋玉·千相旭. 栽培條件 差異가 水稻 어린묘의 除草劑 藥害發生에 미치는 影響. 10(4) : 261-268.

4. James, E.H, R. Stacey, D.E. Roberts and J.F. Williams. 1990. Crop response and weed control from new herbicide combinations in water-seeded rice. *Weed Tech.* 4 : 838-842.
5. 金晉鎬·李成春·宋東錫. 水稻 中胚軸 및 種根 生長의 形態·生理學的 研究. 1989. 韓作誌. 34(4) : 325-330.
6. 金吉雄. 1992. 除草劑 藥害發生 樣相과 輕減對策. 韓雜草誌. 12(3) : 261-270.
7. 權容雄·黃炳植·姜炳華. 1993. 不良 環境 下에서의 除草劑 藥害와 輕減技術. 13(4) : 210-233.
8. 李哲原·尹用大·吳尹眞·趙相列. 1993. 벼 乾畚直播栽培에서 溫度 및 播種深度가 種子의 出芽와 中胚軸 伸長에 미치는 影響. 韓作誌. 37(6) : 534-540.
9. 李正云·柳甲喜. 1993. 除草劑 使用上 問題 點과 對策. 韓雜草誌. 13(4) : 203-209.
10. 農藥工業協會. 1996. 農藥使用指針書. 大韓商社. 서울. p.661.
11. 朴泰善·朴載邑·柳甲喜·李仁龍·李韓圭·李正云. 1995. 벼 乾畚直播에 있어서 效果의인 雜草防除. 韓雜草誌. 15(2) : 99-104.
12. Steven, G.R, J.M. Thomas and J.B. Weber. 1991. Influence of soil moisture on phytotoxicity of cinmethylin to various crop. *Weed Sci.* 39 : 402-407.
13. Smith, R.J. 1988. Weed control in water-and dry-seeded rice. *Weed Tech.* 2 : 242-259.
14. Tanka, Y, K. Idene, T. Yamawaki and H. Yoshikawa. 1995. Imazosulfuron, a new sulfonylurea herbicide, applicable in rice paddy fields. *Weed Res.(Japan)*. 39 : 150-151.
15. 梁桓承·馬祥墉·鄭修弦. 1986. 除草劑 bensulfuron-methyl의 作用特性에 關한 研究. 韓雜草誌. 6(2) : 134-145.