

Cyhalofop-butyl, Bispyribenzoxim 및 Pyrazosulfuron-ethyl의 相互作用效果 및 相互作用 機作에 關하여

第 1 報 除草劑間的 相互作用效果

吳明根 · 金吉雄 · 申東賢*

Studies on Effect and its Mechanism of Herbicide Mixtures of Cyhalofop-butyl, Bispyribenzoxim and Pyrazosulfuron-ethyl

I. Interaction of Herbicide Mixture

Ming Gen Wu, Kil-Ung Kim and Dong-Hyun Shin*

ABSTRACT

This study was conducted to develop a foliar applied herbicide mixture covering wide spectrum weeds in dry direct seeded rice. Uniform precision central composite design(UPCCD) was employed to evaluate the effect of herbicide mixture among cyhalofop-butyl(cyhalofop), bispyribenzoxim and pyrazosulfuron-ethyl(pyrazosulfuron) having different weed control spectrum and to determine the best application rates of the three herbicide mixtures. The partial additive effect was observed in the mixture of cyhalofop and bispyribenzoxim with pyrazosulfuron against *Echinochloa crus-galli* Beauv var *crus-galli* L., attributed to the negative interaction between cyhalofop and bispyribenzoxim system. Additive effect was observed in the mixture of bispyribenzoxim and pyrazosulfuron against *Cyperus serotinus* R. and *Aneilema keisak* H. but cyhalofop had no effect on these weeds. The most appropriate rate of the mixture of cyhalofop with bispyribenzoxim and pyrazosulfuron was 100 : 12 : 10g ai/ha exhibiting ED₉₀ against three weeds such as *E. crus-galli*, *C. serotinus* and *A. keisak*.

Key word : Uniform precision central composite design, Herbicide mixture, Cyhalofop-butyl, Bispyribenzoxim, Pyrazosulfuron-ethyl.

緒 言

벼 乾畚直播栽培는 市場競爭性 向上을 위한

栽培樣式으로 注目을 받고 있지만 立毛率確保, 倒伏 防止 및 效率的인 雜草防除 등 諸般 問題 點들은 여전히 존재하며 그 가운데서도 效果的인 雜草防除가 核心問題로 提起되고 있다^{3,4,6}.

* 경북대학교 농과대학 농학과 (Department of Agronomy, College of Agriculture, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea)

〈'98. 4. 12 접수〉

移秧栽培인 경우 農業機械에 의한 物理的 雜草防除과 湛水管理에 의한 生態的 雜草防除 效果가 있어¹⁾ 移秧직전 및 移秧初期의 除草劑 土壤處理로 效果的인 雜草防除가 可能하나 乾番直播인 경우 栽培樣式 및 環境條件의 變化로 雜草 發生期가 빠르고 發生量도 많으며 發生草種이 多樣하기 때문에⁴⁾ 殺草 spectrum이 넓고 處理適期幅이 넓으며 벼에 安全한 莖葉處理型 混合除草劑 開發이 切實히 要求되고 있다⁵⁾. 1997年 벼 栽培用 新規除草劑의 登錄現況 및 申請狀況을 보면 3種類의 混合除草劑가 50% 이상으로 急增하였는데 混合除草劑의 開發趨勢가 2種類의 混合劑로부터 3種類의 混合劑로 殺草 spectrum이 보다 넓은 混合劑 開發로 轉換되고 있음을 알 수 있다.

混合除草劑의 開發과 더불어 除草劑間의 相互作用效果 評價方法 研究도 활발히 進行되어왔다. 1959年 Gowing에 의해 처음 混合劑의 反應分析 모델이 紹介되었으며¹⁶⁾ 이를 시작으로 Colby method^{14,15)}, isobole method(等效果線法)^{21,22)}, multiple regression method¹¹⁾, response surface analysis method^{2,12)} 등 여러 가지 相互作用 分析方法이 紹介되어 왔으나 서로 장단점을 지니고 있다. 현재 dose-response model에 의한 適正混合模型 研究²⁰⁾가 활발히 進行되고 있지만 아직까지 일반화된 評價方法 및 통일된 評價基準이 없는 實情이며 分析方法에 따라 結果差異도 있을 수 있다⁹⁾. 특히 3種類의 除草劑를 混合處理할 경우 既存의 實驗設計 및 評價方法으로 除草劑間의 相互作用 評價와 混合劑의 最適混合比 選定이 쉽지 않다고 思料된다.

지금까지 많이 應用되고 있는 isobole method를 利用할 경우 處理 要因數 및 各 要因當 處理水準이 커지면 處理數가 크게 늘어 試驗 遂行과 結果 評價에 크게 制限을 받게 되며, 平面 graph 작성에서도 한 要因의 變量을 一定하게 두고 두 要因만을 對象으로 分析해야 하므로 最適混合比를 究明하기가 쉽지 않다. 또한 殺草 spectrum을 增大할 目的으로 殺草 spectrum이 相異한 除草劑를 混合할 경우 推薦量 範圍에서 單劑의 處理로서는 非感受性 雜草에 대

한 最小限界의 抑制를 위한 50% 以上の 抑制率을 圖表軸에서 연기 힘들므로 相加的인 isobole 直線을 適切히 그을 수 없다. 韓 등⁹⁾은 isobole method의 단점의 하나는 相乘作用과 拮抗作用의 판단기준이 되는 相加作用선의 작성 과정이라고 지적하면서 單劑 使用時의 ID₅₀인 두 지점을 연결한 結果가 混合劑의 全 範圍에서 生理活性的인 대체 藥量이 一定해야 하지만 실제로 除草劑와 雜草와의 反應에서는 이것이 성립되지 않는다고 하였는데 數學的 原理에서 除草劑와 雜草의 反應關係가 直線形 反應을 나타내는 範圍에서 混合劑의 相加作用을 나타내는 isobole도 直線形이며, 單劑의 反應이 非直線形인 경우 相加作用을 나타내는 isobole은 非直線形일 수 있으므로 상기한 단점의 原因은 相加的인 isobole을 人爲的으로 直線形으로 작성하기 때문이었다고 思料된다. 따라서 이러한 制限點들을 克服할 수 있는 實驗計劃法이나 分析方法의 開發이 必要하다고 思料된다.

최근 物理學, 工學, 藥學 및 農學 등 여러 分野에서 多要因의 相互作用 分析 및 最適化 要因組合 分析에 反應表面 實驗計劃(response surfaces designs)法의 一種인 中心合成計劃(central composite designs ; CCD)이 導入되어 널리 應用되고 있다^{7,13,17)}.

本 研究은 3種類의 除草劑를 混合한 混合劑를 開發할 目的으로 中心合成計劃(CCD)法의 一種인 uniform precision central composite design(以下 UPCCD) 計劃法^{10,19)}을 利用하여 乾番直播 논에 많이 發生하는 피, 너도방동사니 및 사마귀풀을 防除對象으로 근래에 開發된 除草劑中 選擇性이 높고 피 防除效果가 우수한 aryloxyphenoxypropionate계의 cyhalofop-butyl{butyl (R)-2-[4-(4-cyano-2-fluorophenoxy)phenoxy propionate]}(이하 cyhalofop), 방동사니과 雜草와 廣葉雜草 防除에 效果的인 sulfonyleurea系的 pyrazosulfuron-ethyl {ethyl-5-[[[4,6-dimethoxy-2-pyrimidinyl]amino]carbonyl]amino]sulfonyl]-1-methyl-1H-pyrazole-4-carboxylate}(이하 pyrazosulfuron) 및 殺草 spectrum이 비교적 넓은 pyrimidinylxyben-

zoate系의 bispyribenzoxim {[2,6-bis[(4,6)-dime-thoxy-pyrimidin-2-yl]oxy]benzoic acid} 등 3種類의 除草劑 混合處理效果和 除草劑 間의 相互作用 分析實驗을 통해 3種 除草劑의 最適 混合比率을 選定하고자 遂行하였다.

材料 및 方法

본 試驗은 慶北大學校 農科大學 유리溫室(溫度: 35/20°C)에서 꽃트(직경: 21.5cm, 높이: 10.5cm)에 밭 토양을 채운 후 꽃트당 물피

(*Echinochloa crus-galli* Beauv. var. *crus-galli* L.) 15株, 너도망동사니(*Cyperus serotinus* Rottb.) 塊莖 3個, 사마귀풀(*Aneilema keisak* Hassk) 6株씩 乾畚條件에서 栽培하여 4葉期에 cyhalofop, bispyribenzoxim 및 pyrazosulfuron 3種의 除草劑를 3元 2次 UPCCD 實驗計劃¹⁹⁾에 의거 5個의 處理水準을 選定하고(Table 1) 20個의 處理組合(Table 2)을 tank-mix 方法으로 混合하여 噴霧量 1000L/ha 程度로 稀釋한 後 莖葉處理를 하였다. 處理 後 2日째부터 灌水管理를 하였으며, 處理 後 20日째 地上部의 綠色部分만 採取

Table 1. Actual and coded value for dose of treated herbicides.

Coded value	Actual value(g ai/ha)		
	X ₁ (Cyhalofop)	X ₂ (Bispyribenzoxim)	X ₃ (Pyrazosulfuron)
r (r=1.682)	150.0	15.0	15.0
1	120.0	12.0	12.0
0	75.0	7.5	7.5
-1	30.0	3.0	3.0
-r	0.0	0.0	0.0

Table 2. Inhibitory effect of cyhalofop(X₁) with bispyribenzoxim(X₂) and pyrazosulfuron (X₃) on the growth of *Echinochloa crus-galli*(Y₁), *Cyperus serotinus*(Y₂) and *Aneilema keisak*(Y₃).

No.	Combination of herbicide mixture in UPCCD			% inhibition		
	X ₁ (g ai/ha)	X ₂ (g ai/ha)	X ₃ (g ai/ha)	Y ₁	Y ₂	Y ₃
1	1 (120)	1 (12.0)	1 (12.0)	99.2	91.6	92.6
2	1 (120)	1 (12.0)	-1 (3.0)	93.2	65.1	85.1
3	1 (120)	-1 (3.0)	1 (12.0)	88.1	83.9	50.8
4	1 (120)	-1 (3.0)	-1 (3.0)	79.5	40.8	39.4
5	-1 (30)	1 (12.0)	1 (12.0)	74.6	88.9	90.0
6	-1 (30)	1 (12.0)	-1 (3.0)	70.0	67.9	80.5
7	-1 (30)	-1 (3.0)	1 (12.0)	35.7	78.7	44.6
8	-1 (30)	-1 (3.0)	-1 (3.0)	30.9	42.8	22.8
9	r (150)	0 (7.5)	0 (7.5)	93.7	68.9	70.9
10	-r (0.0)	0 (7.5)	0 (7.5)	47.4	75.5	68.6
11	0 (75)	r (15.0)	0 (7.5)	92.2	85.6	94.1
12	0 (75)	-r (0.0)	0 (7.5)	50.9	45.5	44.3
13	0 (75)	0 (7.5)	r (15)	90.5	94.7	85.2
14	0 (75)	0 (7.5)	-r (0.0)	67.4	13.1	52.5
15	0 (75)	0 (7.5)	0 (7.5)	79.2	77.9	78.0
16	0 (75)	0 (7.5)	0 (7.5)	84.3	65.3	65.3
17	0 (75)	0 (7.5)	0 (7.5)	72.3	73.0	78.0
18	0 (75)	0 (7.5)	0 (7.5)	80.2	66.1	66.0
19	0 (75)	0 (7.5)	0 (7.5)	87.4	72.7	72.7
20	0 (75)	0 (7.5)	0 (7.5)	72.6	65.6	65.5

하여 95℃에서 24시간 乾燥시킨 후 乾物重을 調査하여 抑制率은 다음과 같이 換算하였다.

$$\text{抑制率(\%)} = \frac{[\text{無處理의 乾物重} - \text{處理의 乾物重}]}{\text{無處理의 乾物重}} \times 100$$

얻어진 除草劑處理量과 抑制率間의 回歸關係式을 利用하여 適正混合比를 推定하였으며, 推定된 適正混合比의 抑制效果를 確認하고자 위와 동일한 條件에서 물피, 너도방동사니, 사마귀풀, 미국가막사리(*Bidens frondosa* L.) 및 자귀풀(*Aeschynomene indica* L.)을 防除對象으로 4葉期에 cyhalofop, bispyribenzoxim 및 pyrazosulfuron을 各各 100, 10, 10g ai/ha씩 위와 동일한 方法으로 混合 莖葉處理를 3反復 遂行하여 抑制率을 調査하였다.

結果 및 考察

3元 2次 UPCCD 實驗計劃法에 따라 cyhalofop, bispyribenzoxim 및 pyrazosulfuron을 混合莖葉處理하여 抑制率을 調査한 結果는 Table 2와 같다.

얻어진 結果를 回歸分析한 結果 각 잡초의 抑制率(Y_i)과 除草劑 X_1 (cyhalofop), X_2 (bispyribenzoxim), X_3 (pyrazosulfuron) 處理量間에 아래와 같은 回歸關係式을 얻을 수 있었다.

$$Y_1 = 79.4 + 16.6X_1 + 12.6X_2 + 4.6X_3 - 6.7X_1X_2 + 0.7X_1X_3 - 0.4X_2X_3 - 3.5X_1^2 - 3.2X_2^2 - 0.6X_3^2 \dots \textcircled{1}$$

$$Y_2 = 69.9 + 0.7X_1 + 9.9X_2 + 19.4X_3 - 0.5X_1X_2 + 1.5X_1X_3 - 3.8X_2X_3 + 2.1X_1^2 - 0.2X_2^2 - 4.3X_3^2 \dots \textcircled{2}$$

$$Y_3 = 71.1 + 2.5X_1 + 20.1X_2 + 7.7X_3 - 2.0X_1X_2 - 1.6X_1X_3 - 2.0X_2X_3 - 1.7X_1^2 - 1.9X_2^2 - 2.0X_3^2 \dots \textcircled{3}$$

回歸關係式 ①, ②, ③에 대해 分散分析한 結果, 0.01 水準에서 回歸關係는 有意性이 있어 選定한 回歸모델과 反應點間의 imitation이 비교적 잘 이루어진 것으로 立證되었다(Table 3). 0.1 有意性 水準에서 回歸關係式 ①, ②, ③의 係數에 대한 T檢證한 結果 有意性이 없는 項을 除去하고 다음과 같은 反應表面方程式을 얻게 되었다.

$$Y_1 = 79.4 + 16.6X_1 + 12.6X_2 + 4.6X_3 - 6.7X_1X_2 - 3.5X_1^2 - 3.2X_2^2 \dots \textcircled{4}$$

$$Y_2 = 69.9 + 9.9X_2 + 19.4X_3 - 4.3X_3^2 \dots \textcircled{5}$$

$$Y_3 = 71.1 + 20.1X_2 + 7.7X_3 \dots \textcircled{6}$$

抑制率에 관한 反應表面方程式 ④, ⑤, ⑥을 利用하여 각 除草劑 處理量 範圍내의 處理量(獨立變數)과 抑制率(從屬變數)間의 反應表面趨勢를 그림으로 표시하면 Fig. 1, 2, 3과 같다. Fig. 1은 3種類의 除草劑가 모두 물피에 대해 抑制效果가 있으므로 3次元 圖面을 그리기 위해 X_3 (pyrazosulfuron)의 處理量을 7.5g ai/ha(code variable=0)으로 固定하고 작성한 것이다.

以上の 結果로부터 3種類의 除草劑를 混合處理할 경우 물피에 대한 抑制效果는 cyhalofop가 제일 우수하였고 bispyribenzoxim은 비교적 좋은 것으로, pyrazosulfuron은 다소 낮은 것으로 나타났다. 3種類의 除草劑間에는 相加的作用이 존재하는 同時에 cyhalofop와 bispyribenzoxim間에 逆相互作用이 존재하여 綜合적으로 相加作用과 拮抗作用사이의 抑制效果를 나타

Table 3. Statistical analysis of regression

Source	d.f	f(Y ₁)	f(Y ₂)	f(Y ₃)	F _{0.05}	F _{0.01}
Total	19					
Regression	9	23.4222**	13.8910**	9.9029**	3.02	4.59
Lack of fit	5	0.7601	3.1044	2.4800	5.05	10.97
Lack of fit + Pure error	10					
Pure error	5					

** Significant at the 1% level.

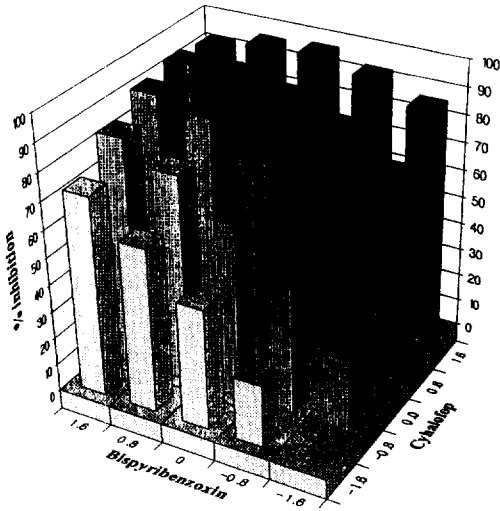


Fig. 1. Response model of cyhalofop with bispyribenzoxim at 7.5g ai/ha pyrazosulfuron on the growth of *Echinochloa crus-galli*.

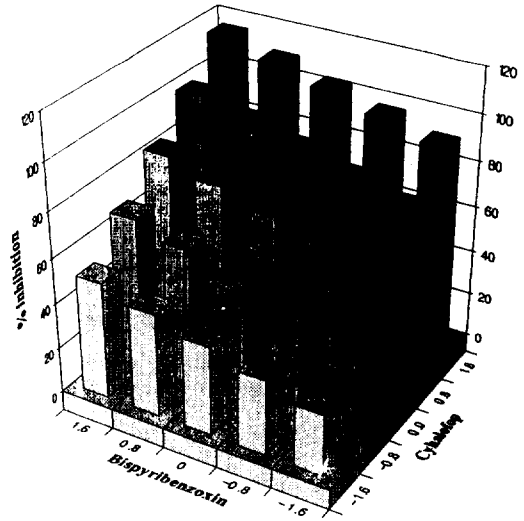


Fig. 3. Response model of bispyribenzoxim with pyrazosulfuron on the growth of *Aneilema keisak*.

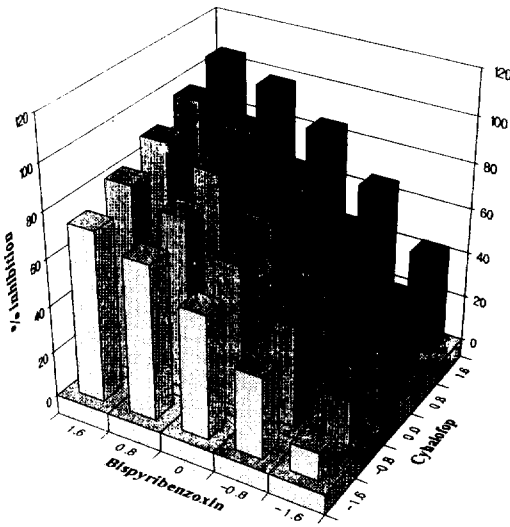


Fig. 2. Response model of bispyribenzoxim with pyrazosulfuron on the growth of *Cyperus serotinus*.

내는 ‘部分的 相加作用’이 있는 것으로 判斷된다. 너도방동사니와 사마귀풀에 대해서 cyhalofop의 抑制效果는 인정되지 않았고 pyrazosulfuron은 너도방동사니에, bispyribenzoxim은 사마귀풀에 대한 抑制效果가 各各 우수한 것으로 나타났으며, bispyribenzoxim과 pyrazosulfuron間에는 비교적 큰 逆相互作用이 존재하는 것으로

로 나타났지만 0.1 有意性 水準에서 인정되지 않아 相加作用이 존재하는 것으로 判斷된다.

反應表面方程式 ④, ⑤, ⑥을 利用하여 一發 처리로 3種의 雜草 生育을 90% 抑制할 수 있는 3種類의 除草劑 組合을 얻을 수 있었는데 그 가운데서 물피, 너도방동사니 및 사마귀풀의 生育을 90% 以上 抑制할 수 있는 3種類의 除草劑 適正混合比는 100+12+10g ai/ha(분무량 1000ℓ/ha)(cyhalofop+bispyribenzoxim+pyrazosulfuron)로 推定되었다.

乾畝直播 畓에 多發生하는 5種의 雜草를 對象으로 3種類의 混合除草劑를 處理한 結果 (Table 4)와 UPCCD方法으로 推定하였을 때 물피 95%, 너도방동사니 86%, 사마귀풀 88%의 抑制率과 비교하면 큰 差異가 없었으며 미국 가막사리와 자귀풀은 完全枯死가 可能하였다.

中心合成計劃(CCD)法의 주요 장점의 하나는 多要因 實驗에서 處理組合數가 最少化되어 有益한 情報를 提供받을 수 있다⁸⁾고 지적하였는데 除草劑分野에서 Nash¹⁸⁾는 regression method에 대해서 數學的으로는 信賴性이 있으나 實際的으로 좋은 모델이 될 수 있는지 의문을提起하기도 하였으며 韓 등⁹⁾은 oxyfluorfen과 bensulfuron을 이용하여 여러 가지 方法으로 除

Table 4. Inhibitory effect of cyhalofop with bispyribenzoxim and pyrazosulfuron on the growth of paddy weeds.

Treatment	Weeds*)				
	Ec	Cs	Ak	Bf	Ai
Untreated	0(3.07) ²⁾	0(0.28)	0(0.93)	0(0.42)	0(0.62)
Treated ¹⁾	98.1	83.0	90.3	100	100

¹⁾ Dose of treated was 100/10/10g ai/ha, ²⁾ Values in parentheses indicate dry weight(g/pot).

*) Ec : *Echinochloa crus-galli*, Cs : *Cyperus serotinus*, Ak : *Aneilema keisak* Bf : *Bidens frondosa*, Ai : *Aeschynomene indica*.

草劑間的 相互作用을 分析, 비교한 結果 Colby method와 regression method는 類似한 結果를 보였다고 하였는데 아직까지 混合除草劑 研究에서 UPCCD計劃法을 利用한 事例는 찾아 볼 수 없다.

UPCCD計劃法은 實質的으로는 regression method에 屬하는 一種의 實驗計劃法으로서 反應表面 分析을 통해 最適量을 選定하는 有效한 統計分析方法¹⁹⁾이나 指數式, 對數式과 같은 回歸關係를 나타내는 反應에는 適合하지 않다. 事實상 大部分 除草劑의 處理量과 抑制率間的 反應關係는 複雜한 指數式 反應關係를 나타내고 있지만 部分的으로 보면 直線 및 非直線을 나타내는 여러 部分으로 構成되어 있음을 알 수 있다. 그러므로 어느 한 部分만 選擇한다면 除草劑의 處理量과 抑制率間的 反應關係는 直線 또는 類似한 2次回歸關係를 나타내므로 混合除草劑의 處理量 範圍를 適當히 選定한다면 UPCCD計劃法으로 除草劑間的 相互作用 및 混合劑의 混合效果 分析은 可能하다.

混合除草劑의 開發에 있어서 주로 관심을 갖고 있는 部分은 雜草의 生育을 50% - 90% 抑制하는 部分이다. 그러므로 雜草生育이 約 50% - 90% 抑制되는 混合處理量 範圍에서 處理量의 上, 下水準을 選定하는 것이 바람직하다고 思料된다. 즉 單劑의 反應모델을 正確히 豫測하고 除草劑 處理量 範圍를 適切히 選定하는 것이 UPCCD計劃法을 利用함에 있어서 實驗誤差를 줄일 수 있는 方法이라고 思料된다. 回歸分析方法으로 混合除草劑의 混合效果를 각 單劑別로 分離하여 推定할 수 있어 기

타의 分析方法보다는 더 具體的으로 相互作用 效果를 解釋할 수 있다. 그러나 現在 雜草學 分野에서 使用되고 있는 相互作用 概念으로 '部分的 相加作用' 등 解釋하기 다소 어려운 點이 있으므로 구체적인 研究가 더 필요할 것으로 사료된다.

摘 要

本 研究는 벼 乾畚直播栽培 雜草防除에 우수한 莖葉處理型 混合除草劑를 選拔하기 위해 3元2次 UPCCD計劃法을 利用하여 乾畚直播栽培에서 問題가 되고 있는 피, 너도방동사니 등의 雜草를 防除對象으로 cyhalofop, bispyribenzoxim, pyrazosulfuron 間的 相互作用 및 混合效果를 究明함과 아울러 除草劑分野에서 UPCCD計劃法의 活用可能性을 檢討하였다.

- (1) 除草劑分野에서 直線 및 2次曲線 關係를 나타내는 反應 또는 指數式, 對數式 關係를 나타내는 反應이라도 混合除草劑의 處理量 範圍를 適當히 選定하면 UPCCD計劃法을 應用하여 除草劑間的 相互作用 및 混合劑의 混合效果 分析은 可能하였다.
- (2) 除草劑 cyhalofop, bispyribenzoxim 및 pyrazosulfuron 混合處理時 피에 대한 抑制效果는 cyhalofop, bispyribenzoxim, pyrazosulfuron 順 이었고 除草劑間에 相加作用이 존재하는 同時에 cyhalofop와 bispyribenzoxim 間에 逆相互作用이 존재하여 "부분적 相加作用" 이 檢定되었다.
- (3) 너도방동사니에 대한 抑制效果는 pyrazosul-

furon, bispyribenzoxim 順 이었고 cyhalofop의 抑制效果는 인정되지 않았으며, pyrazosulfuron과 bispyribenzoxim 間에는 相加的作用이 있었다.

- (4) 사마귀풀에 대한 抑制效果는 bispyribenzoxim, pyrazosulfuron 順 이었고 cyhalofop의 抑制效果는 인정되지 않았으며 bispyribenzoxim과 pyrazosulfuron 間에 相加的作用이 있었다. 피, 너도방동사나 및 사마귀풀 등의 3種 雜草의 ED₉₀을 나타내는 cyhalofop + bispyribenzoxim + pyrazosulfuron 適正混合 處理量은 100 + 12 + 10g ai/ha 이었다.

引用 文 獻

1. 具滋玉 · 任日彬. 1992. 直播栽培로의 樣式 轉換에 따른 雜草問題의 變化. 韓雜草誌. 12(3) : 223-229.
2. 具滋玉 · 趙鏞宇 · 權三烈 · 李運植. 1984. Oxyfluorfen을 主材로 한 果樹園 除草劑組合處理 模型의 相互作用 效果 解析研究. 韓雜草誌. 4(1) : 88-95.
3. 金吉雄. 1991. 雜草의 發生生態 變遷과 省力防除技術開發. 1991年 農振廳 심포지움. 16 : 30-32.
4. 金純哲. 1992. 벼 直播栽培의 雜草發生 生態와 效果的인 防除法. 韓雜草誌. 12(3) : 230-260.
5. 梁桓承 · 金鍾奭. 1992. 호남지방 直播栽培의 현황, 문제점 및 대책. 韓雜草誌. 12(3) : 271-291.
6. 박래경 · 임무상. 1989. 水稻의 省力化 栽培 技術 現況과 展望. 주요 作物 省力化 栽培 技術 심포지움 要旨. pp.3-8.
7. 박성현. 1995. 현대실험계획법. 민영사. pp.521-572.
8. 孫吉滿 · 金正教 · 崔震龍 · 李秬植 · 朴重陽. 1989. 中心合成計劃法에 의한 南部 早生 벼 栽培要因의 最適條件. 韓作物誌. 34(1) : 60-73.
9. 韓點花 · 具滋玉 · 千相旭 · 權五道. 1992. 主要 雜草에 대한 除草劑間의 相互作用效果 解析 研究. 韓雜草誌. 12(2) : 144-157.
10. 楊文群 主編. 1990. 回歸設計及多元分析-在 農業中的應用. 天財出版社. pp.62-81.
11. Campbell, T.A., W.A. Genter and L.L. Danielson. 1981. Evaluation of herbicide interaction using linear regression modeling. Weed Sci. 29 : 378-381.
12. Drury, E. 1980. Physiological interaction, its mathematical expression. Weed Sci. 28 : 573-579.
13. Giovanni, M. 1983. Response surface method and product optimization. Food Tech. 11 : 41-45.
14. Colby, S.R. 1965. Synergistic and antagonistic combinations for broad herbicidal selectivity. Weeds 13 : 87-91.
15. Colby, S.R. 1967. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations. Weeds 15 : 20-22.
16. Gowing, D.P. 1959. A method of comparing herbicides and herbicide mixtures at the screening level, Weeds 7 : 66-76
17. King, V.A.E. and R.R. Zail. 1992. A response surface methodology approach to the optimization of controlled low-temperature vacuum dehydration, Food Research International. 25 : 1-8.
18. Nash, R.G. 1981. Phytotoxic interaction studies : Techniques for evaluation and presentations of results. Weed Sci. 29 : 147-155.
19. Roger, P.G. 1985. Design and analysis of experiments. pp.62-81.
20. Streibig, J.C. 1993. Dose-response curves in herbicide research. Weed Sci. 1 : 145-153.
21. 千坂英雄. 1972. 除草劑의 混用における 相互作用. 雜草研究. 14 : 12-18.
22. 千坂英雄. 1973. 等效果線法による 除草劑混用의 相互作用의 檢定. 雜草研究. 15 : 16-20.