

# Pyrazole系와 Chloroacetamide系 除草劑들의 混合處理가 피(*Echinochloa crusgalli*)의 殺草效果에 미치는 相互作用

權容雄 · 成養英 · 蘇昌鎭\*

## Interaction of Pyrazole- and Chloroacetamide Herbicide Combinations in Control of *Echinochloa crusgalli*

Kwon, Y. W., K. Y. Seong and C. H. Soh\*

### ABSTRACT

Three pyrazole-herbicides, pyrazolate, pyrazoxyfene and benzophenap, were evaluated for their interaction in controlling barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli*) with two chloroacetamide-herbicides, butachlor and pretilachlor. Percent inhibition of barnyardgrass growth by pyrazolate, pyrazoxyfene, and benzophenap was 44%, 64%, and 0%, respectively, when each was applied at the 1.5 leaf-stage of barnyardgrass at a rate of 3kg ai per ha as single treatment, and the benzophenap showed 60% inhibition when it was applied at the coleoptile stage. While the lowest rate controlling the 1.5 leaf-stage barnyardgrasses by 98 to 100% of the butachlor and pretilachlor was 1.5kg and 200g per ha, respectively.

All of the combinations of pyrazolate with butachlor, pyrazoxyfene with pretilachlor, and benzophenap with butachlor have shown synergistic interaction in controlling barnyardgrass on the Chisaka's isobole of 90% growth inhibition as well as on the Colby's interaction efficacy data; synergism indices were 2.44, 1.62 and 1.52 in order. The dose combinations shown the maximal synergism were 1870g of pyrazolate with 140g of butachlor (1:0.075), 3300g of pyrazoxyfene with 33g of pretilachlor (1:0.01), and 3350g of benzophenap with 520g of butachlor (1:0.15) on the ai/ha basis.

*Key words:* barnyardgrass, synergism, mixture, herbicide combination, pyrazolate, pyrazoxyfene, benzophenap, butachlor, pretilachlor.

### 緒 言

理想的인 除草劑가 갖추어야 할 條件들 중의 하나로서 對象作物에는 藥害를 일으키지 않는 處理量에서 可能하면 여러 草種의 雜草들을 防除할 수 있어야 하는 特性이 있다. 즉 殺草 spectrum이 넓은 選

擇性 除草劑의 要求度는 항상 크게 重要視되어 왔고, 그간에 開發된 除草劑들은 이를 滿足시키지 못해 實際 雜草防除에 있어서는 作物의 生育過程에 따라 異種의 除草劑들을 順次的으로 處理하는 體系處理에 依存하거나 또는 殺草 spectrum 면에서 複合의 이고 處理時期가 類似的한 除草劑들을 混合劑로 開發하여 實際의 要求에 대응하여 왔다. 混合劑의 開發

\* 서울대 農大 農學科.

\* Dept. of Agronomy, Seoul National University, Suwon 170, Korea.

에는 異種의 除草劑들이 첫째, 處理時期가 類似하고 둘째, 除草力에 있어서 殺草 spectrum이 補合의 일 뿐만 아니라 除草劑들 간의 相互作用이 相加的 以上相乘의으로 除草力을 增加시키면서도 藥害安全性이 低下되지 않아야 함이 必要하다. 따라서 除草劑들 간의 相互作用에 대한 正確한 評價가 混合劑 開發에서는 必須過程이며, 最適混合比率이 決定되어야 하는데 除草劑들 간의 相互作用은 多樣하고 複合的인 것이기 때문에 그 評價가 쉽지 않고, Tammes (1964), Colby (1967), 千坂 (1975), Drury (1980) 等等 많은 研究者들이 계속 評價方法의 改善에 관한 報告를 하고 있다.

우리나라 雜草防除의 경우 除草劑 使用이 普遍化되기 始作한 1970年代 前半期에는 nitrofen, butachlor와 같은 主로 1年生雜草들에 대해 防除效果가 높은 除草劑들이 單用되다가 1970年代 後半부터는 漸增하는 多年生雜草들의 防除을 위해 1年生防除用 初期處理劑와 多年生雜草防除을 主目的으로 한 bentazon, 2,4-D 등과 같은 中·後期處理除草劑를 體系의으로 處理하는 것이 勸獎되기 始作했으며, 1980年代에 이르러서는 體系處理의 번거로움을 벗어나고자 butachlor, thiobencarb, chloromethoxynil, pretilachlor와 같은 1年生雜草防除 中心의 初期處理劑와 올미, 벼풀 等 問題 多年生廣葉雜草防除에 效果의인 初期處理劑 naproanilide의 混合劑들이 一發處理劑로 開發·報及되기 始作했다. 그러나 이들 混合劑들은 防除對象 논에 發生하는 1年生 및 多年生의 草種構成이 多樣하거나 發生量이 많을 경우에는 滿足스럽지 못한 防除效果를 보이고 있다.

한편, 最近에 日本에서 開發된 pyrazole系 除草劑들과 美國 Du Pont社에서 開發하고 있는 sulfonyl urea系 除草劑들은 雜草發生 初期處理劑이면서도 극히 一部草種을 除外하고는 대부분의 主要 1年生 및 多年生 草種들의 防除에 卓効가 있어서 世界的으로 雜草防除 開發面에서 最近의 획기적인 成果로 평가되고 있다.

本 研究는 이와 같이 最近에 開發된 優秀한 雜草防除劑들인 pyrazole系의 除草劑들이 이미 日本 및 韓國에서 chloroacetamide系 除草劑들과의 混合劑로서 防除効率が 높은 一發處理劑로 開發, 普及되기 始作했으며(日本에서 1982년에 登錄한 クサカリン粒劑 25 : butachlor 2.5% + pyrazolate 6%, クサカリン粒劑 35 : butachlor 3.5% + pyrazolate 8%, 韓國에서 1983년에 登錄한 푸마시 : butachlor 3.5% + py-

razolate 6%), 앞으로 pyrazole系인 pyrazolate, pyrazoxyfene 및 benzophenap 등과 chloroacetamide系인 butachlor와 pretilachlor 등과의 混合劑들의 계속적인 開發이 豫想되고, 上記 pyrazole系의 3個 除草劑들이 主要 雜草인 피에 對한 殺草力에 差異가 있으면서 單劑로는 滿足스럽지 못한 程度이며, 피에 對한 殺草力이 우수한 butachlor와 pyrazolate와의 混合劑가 이미 實用化되었음에 착안하여 이들 pyrazole系 除草劑들과 chloroacetamide系 除草劑들의 混合處理가 피의 殺草效果에 미치는 相互作用을 綜合的으로 比較 檢討하고자 試圖되었다.

Pyrazole系 除草劑는 除草劑의 化學構造에 따른 分類上 diazine系 化合物로 分類되기도 하지만 現在까지 開發된 diazine系 除草劑 26個中 pyrazole構造를 갖고 있는 것은 最近에 開發된 pyrazolate, pyrazoxyfene, benzophenap, DPX-1840, NC-310의 5個 뿐이며, 이들은 모두 葉綠素 合成을 阻害하는 共通의 特性을 갖고 있어 構造 및 機能上 다른 diazine系 化合物들과는 區分되므로 本 研究에서는 diazine系 內의 pyrazole小系 化合物들로 생각하여 pyrazole系란 명칭을 부여했으며, pyrazole系 除草劑들 중 NC-310과 DPX-1840은 試料를 얻지 못하여 試驗에서 除外하였다. 또한 Haloacetamide系 除草劑들은 여러 種類가 있지만 국내에서 雜草防除에 使用되는 것은 butachlor와 pretilachlor 뿐이므로 이들 2種을 使用하였다.

供試한 3個 pyrazole系 除草劑들의 登錄 및 殺草特性을 살펴보면 다음과 같다. Pyrazolate는 日本의 三共株式會社에서 開發하였고, 日本에서 1975년부터 植調試驗에 委託되어 1979年 11월에 登錄되었으며, pyrazoxyfene은 日本의 石原産業株式會社에서 開發하여 1979년부터 植調試驗에 委託되었고, 1985年 2월에 登錄되었으며, benzophenap은 日本의 三菱油化株式會社에서 開發하여 1983년부터 植調試驗에 委託되었다. 그리고 pyrazolate는 대부분의 1年生 및 多年生 雜草에 대해서 0.5葉期 이내에서 防除效果가 우수하나 피, 올챙고랭이, 너도방동산이, 물별 等に 대해서 殺草力이 약간 不足하고, 마디꽃, 발톱외풀, 등에풀 等에는 殺草力이 현저히 낮고, 올방개의 防除는 거의 不可한 것으로 알려지고 있으며<sup>9)</sup> pyrazoxyfene은 대부분의 草種에 대한 防除效果가 pyrazolate와 거의 비슷하나 마디꽃, 발톱외풀에는 殺草力이 pyrazolate보다 다소간 더 좋고, 쇠털골, 너도방동산이에 대해서는 殺草力이 pyrazola-

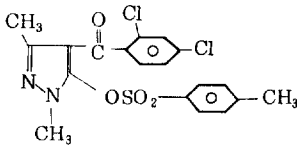
te 보다 떨어진다고 하며<sup>5)</sup>, benzophenap 은 대부분의 草種에 대한 殺草力이 pyrazolate 및 pyrazoxyfene 과 거의 비슷하나 피, 울챙고랭이 및 너도밤동산이에 대해서는 다소 떨어지는 것으로 알려지고 있다.<sup>6)</sup> 한편, butachlor 와 pretilachlor 는 化學構造가 아주 비슷할 뿐만 아니라 pretilachlor 가 力價가 높지만 實際 使用되는 藥量水準에서는 除草力과 防除 草種 spectrum 이 아주 비슷한 것으로 알려지고 있는데 이들은 pyrazole 系에서 殺草力이 多少 낮은 피, 마디꽃, 발톱외풀 等에는 殺草力이 아주 우수하며, 울챙고랭이에 대해서도 殺草力이 상당한 편으로 알려지고 있다. 따라서 이들 pyrazole 系와 chloroacetamide 系의 混合劑 開發은 바람직한 組合으로 생각되며, 石田(1984)<sup>4)</sup>는 pyrazolate 와 butachlor 의 混合劑가 너도밤동산이에 대해 相乘的인 殺草力 增加 相互作用을 함을 報告하였으나, 沈等(1985)<sup>12)</sup>은 最近에 피에 대해 相加的인 效果만이 있다고 하였다.

## 材料 및 方法

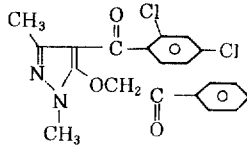
本 研究은 1984年과 1985年에 서울大 農大 實驗 農場에서 1/5,000a Wagner pot 를 使用하여 遂行 하였으며, Wagner pot 에 砂質壤土壤인 논흙을 一定量씩 채운 후 灌水하여 흙살을 부드럽게 조작한 후 排水하고 表層 5cm 에 施肥한 후 이들을 兩側을 터 놓은 비닐하우스내에 배치하여 降雨로 인한 支障을 방지 않도록 進行시켰다. 施肥는 N-P-K 成分量 14-8-14 kg/10a 의 率로 피 播種 前에 尿素, 용과린, 염화加里로 施用하였다. 供試한 피 種子는 '83年産 강피로써 1일 浸種 後에 가라앉은 充實種子들을 취하여 pot 당 100粒씩 播種하고, 種子가 약간 묘형 程度로 覆土하였다.

供試 除草劑는 pyrazole 系로는 pyrazoxyfene, pyrazolate 와 benzophenap 이었고 chloroacetamide 系로는 pretilachlor 와 butachlor 로써 그들의 化學

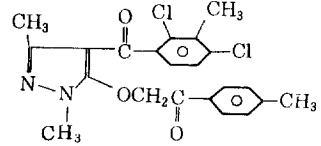
### Chemical Structure and Name of Tested Pyrazoles and Chloroacetamides



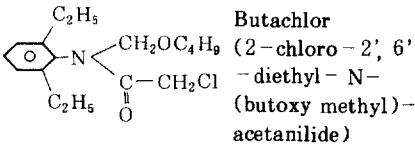
Pyrazolate (4-(2,4-dichlorobenzoyl)-1,3-dimethylpyrazol-5-yl-p-toluene-sulphonate)



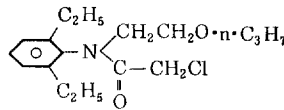
Pyrazoxyfene (1,3-dimethyl-4-(2,4-dichlorobenzoyl)-5-phenacyloxy-pyrazole)



Benzophenap (1,3-dimethyl-4-(2,4-dichloro-3-methylbenzoyl)-5-(4-methyl-phenacyloxy)pyrazole)



Butachlor (2-chloro-2',6'-diethyl-N-(butoxy methyl)-acetanilide)



Pretilachlor (2-chloro-2',6'-diethyl-N-(n-propoxyethyl)-acetanilide)

構造는 위 그림과 같다. 混合組合은 pyrazoxyfene / pretilachlor, pyrazolate / butachlor, benzophenap / butachlor 이었다. 處理濃度는 pyrazoxyfene / pretilachlor 組合에서 pyrazoxyfene 이 0, 50, 100, 200, 300, 400, 500, 1000 gai / 10a 이었고, pretilachlor 는 0, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 g ai / 10a 이었다. Pyrazolate / butachlor 組合에서는 pyrazolate 가 0, 50, 100, 200, 300, 400, 500 g ai / 10a 이었고, butachlor 가 0, 10, 20, 30, 40, 80, 120, 150 g ai / 10a 이었다. 그리고 benzophenap / butachlor 組合에서는 benzophenap 이 0, 100, 200, 300, 400, 500g

ai / 10a 이었고 butachlor 는 0, 20, 40, 80, 120, 150 g ai / 10a 이었다.

除草劑處理時期 및 方法은 pyrazoxyfene / pretilachlor 組合 및 pyrazolate / butachlor 組合은 피 1.5 葉期에 3cm 깊이로 灌水하고 除草劑를 각각 濃度別로 處理하였다. 調査는 處理後 1個月에 하였다. Benzophenap / butachlor 組合은 각각 피 韮葉期와 1 葉期에 除草劑를 處理하였는데 韮葉期處理는 完全出牙 하였을 때 1cm 깊이로 灌水하고 除草劑를 처리하였으며, 1 葉期 處理는 피 1 葉期에 3cm 깊이로 灌水하고 除草劑를 處理하였다. 이 조합을 피 韮葉期

및 1 葉期로 區分, 處理한 것은 benzophenap 을 피에 處理하면 溫室內에서 피 播種後 7 日이 지나면 피에 대한 除草效果가 떨어진다는 報告<sup>6)</sup>가 있었기 때문이었다. 調査는 處理後 20 日에 하였다.

모든 實驗處理는 3 反復으로 하였고, 殺草效果調査는 살아있는 綠色體部分을 취하여 風乾 稱량하여 실시하였고, 相互作用效果는 Chisaka 의 等效果線에 의한 方法 및 Colby 의 方法을 利用하여 比較, 檢討하였다.

## 結果 및 考察

本 試驗에서 使用한 pyrazole 系 除草劑의 피에 대한 殺草效果는 表 1에서와 같다. Pyrazoxyfene 과 pyrazolate 를 약량 500 g ai/10a 로 피 1 葉期에 處理하면 각각 72.4%, 64.9% 抑制率을 보여 pyrazoxyfene 이 pyrazolate 보다 피에 대한 防除效果가 약간 높은 것으로 나타났고, benzophenap 을 피

**Table 1.** Percent inhibition of barnyardgrass by application of pyrazoxyfene, pyrazolate and benzophenap.

Herbicides(leaf stage <sup>1)</sup> )	Dose (g ai/10a)					
	50	100	200	300	400	500
Pyrazoxyfene (1.5)	10.9	30.4	46.9	63.8	65.5	72.4
Pyrazolate (1.5)	0	0	20.2	43.9	47.6	64.9
Benzophenap (1.0)	—	0	0	2.2	3.0	1.0
Benzophenap (0) <sup>2)</sup>	—	6.3	40.6	59.4	62.5	62.5

1) Application time of herbicide.

2) Coleoptile stage.

1 葉期에 處理한 것은 피 防除效果가 거의 없었으며 鞘葉期에 處理한 것은 藥量 500g ai/10a 에서 피에 대한 生育抑制率이 62.5%로 pyrazolate 1.5 葉期處理에서와 비슷한 效果를 보였다. 梁等<sup>8)</sup>은 pyrazolate 210 g ai/10a 를 移秧畝에서 雜草發生 前에 處理하면 피의 100% 방제가 可能하다고 하였고, pyrazoxyfene 은 200 g ai/10a 를, benzophenap 은 240 g ai/10a 를 保溫折衷못자리에 處理하면 피가 각각 98%, 95% 防除된다고 하였다.<sup>7)</sup> Benzophenap 은 MY-71 技術資料<sup>6)</sup>에 의하면 피 發生時期(파종후 3 日)에 處理하면 200 g ai/10a 로서 完全防除가 可能하지만 파종후 7 일이 지나면 藥効가 中程度로 떨어

어진다고 하였다.

한편, 供試 chloroacetamide 系 除草劑의 單獨 殺草效果를 表 2, 3에서 보면 피 1.5 葉期에 處理한 경우 pretilachlor 는 20 g ai/10a 의 藥量에서 98% 이상 防除效果를 보였고, 피 1.5 葉期 以前 生育期에 butachlor 를 處理한 경우 80 g ai/10a 藥量에서 90% 以上 防除效果를 보였다. 表 2와 3에서 pretilachlor 는 butachlor 에 비해 피에 대한 力價가 約 5 倍 높았으며, 表 3에서 보면 butachlor 는 피 1.5 葉期 이내에서는 生育期 差異에 따른 除草力 差異를 그리 보이지 않았다.

Pyrazolate 와 butachlor 를 피에 混合 處理한 후

**Table 2.** Percent inhibition of barnyardgrass by application of pretilachlor at the 1.5 leaf stage.

Pretilachlor(g ai/10a)	5	10	15	20	30	40	50
% inhibition	70.2	85.5	85.8	98.6	98.5	100	100

**Table 3.** Percent inhibition of barnyardgrass by application of butachlor at different growth stages.

Growth stage*	Dose (g ai/10a)						
	10	20	30	40	80	120	150
1.5 leaf stage	56.4	74.4	74.6	86.4	95.6	96.8	98.7
1 leaf stage	—	75.2	—	80.4	96.5	100	100
Coleoptile stage	—	65.6	—	81.3	91.3	95.0	98.1

\* Application time of herbicide.

**Table 4.** Percent inhibition of barnyardgrass by combined treatment of pyrazolate with butachlor.

Butachlor (g ai/10a)	Pyrazolate (g ai/10a)						
	0	50	100	200	300	400	500
0	0	0	0	20.2	43.9	47.6	64.9
10	56.4	87.1	89.8	93.9	96.8	97.8	98.3
20	74.4	78.5	88.9	97.6	96.1	99.6	99.4
30	74.6	84.2	86.2	97.5	98.1	99.8	100
40	83.4	95.5	99.0	99.4	100	100	100
80	95.6	99.2	99.7	100	100	100	100
120	96.8	99.8	100	100	100	100	100
150	98.7	99.8	100	100	100	100	100

30일에 殘存피의 綠色體 部分의 風乾重을 調査하고, 對照區 對比 抑制率을 百分率한 成績이 表 4이다. Pyrazolate를 피에 處理하면 白化現象을 일으키는데 한 個體內에서도 그 程度가 不均一하므로 生存率을 택하지 않고 白化程度가 20~30% 이하인 것을 綠色體로 判定하고 이 부분을 採取, 調査하였다.

表 4의 成績을 pyrazolate 濃度別로 probit 分析한 것이 表 5로서 一定 pyrazolate 藥量에서 butachlor의 피 抑制에 대한 藥量反應이 아주 잘 나타나고 있다. Chisaka<sup>1)</sup>는 等效果線(Isobole)에 의한 除草劑 相互作用 檢定은 두가지 誤差를 일으킬 수 있는데 藥量反應曲線을 얻을 때의 實驗誤差와 藥量反應曲線에서 일정한 反應水準을 推定하는 데서의 誤差가 생기며 이들 誤差를 줄이기 위해 probit分析을 하면 藥量反應曲線을 얻을 때 標本誤差를 줄일 수 있고, 이 回歸式에서 일정한 反應水準을 推定하기

쉽다고 하였다.

이렇게 分析한 表 5의 回歸式에서 ID<sub>90</sub>을 찾아 그림 1과 같이 pyrazolate와 butachlor를 混合處理하였을 때 90% 抑制點들을 찍어서 等效果線을 얻었다. 그림 1의 等效果線에서 相互作用效果가 가장 큰 點은 pyrazolate : butachlor가 187 : 14(g ai/10a)이고 synergism index가 2.44로 두 藥劑를 處理하면 피에 대한 相乘效果가 있는 것으로 나타났다. 日本 三共研究所年報<sup>4)</sup>에 의하면 pyrazolate와 butachlor를 너도방동산이에 混合處理하면 相乘效果가 있어 防除에 効率的이라고 하였다. 한편 沈等<sup>12)</sup>은 논피에 pyrazolate와 butachlor를 混用處理하여 본 結果 相乘效果가 없다고 報告하였는데 沈等은 pyrazolate 藥量範圍를 단지 0~180g ai/10a로 좁게 하였고, 反對로 butachlor의 藥量範圍를 0~400

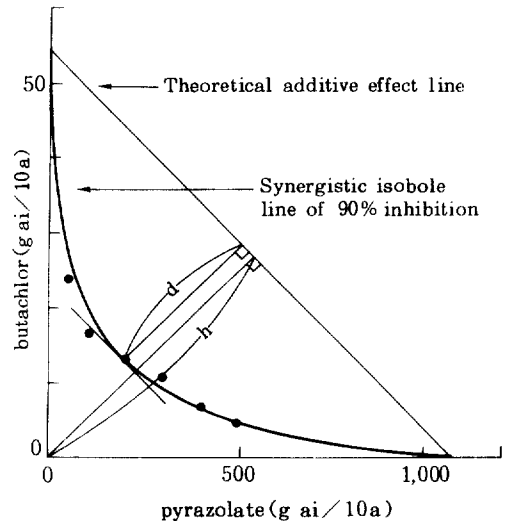
**Table 5.** Probit analysis of % inhibition of barnyardgrass by pyrazolate and butachlor combination treatment.

Pyrazolate (g ai/10a)	Regression equation	Correlation coefficient	ID <sub>90</sub> (butachlor, g ai/10a)
0	y = 4.5 + 2.2x	0.9906**	54.4
50	y = 4.9 + 2.9x	0.9370**	23.9
100	y = 5.2 + 2.5x	0.8303*	17.0
200	y = 4.6 + 4.5x	0.9485**	13.6
300	y = 5.1 + 3.7x	0.9062*	10.6
400	y = 5.1 + 5.1x	0.9747**	7.0
500	y = 5.5 + 4.5x	0.9821**	4.9

Butachlor (g ai/10a)	Regression equation	Correlation coefficient	ID <sub>90</sub> (pyrazolate, g ai/10a)
0	y = 0.6 + 2.8x	0.9736**	1068.0

ID<sub>90</sub> : Growth inhibition by 90%.



**Fig. 1.** Synergism of pyrazolate and butachlor in controlling barnyardgrass (synergism index =  $h/(h-d) = 2.44$ ).

g ai/10a로 넓게 하였으므로, 本研究結果로 보아 藥量範圍가 藥劑間의 相乘效果를 評價하기에 不適合했었기 때문에 그와 같은 結果를 얻었던 것으로 생각한다.

같은 方法으로 pyrazoxyfene 과 pretilachlor를 混合處理한 경우의 피에 對한 相互作用效果線은 그림 2와 같았다. pyrazoxyfene 과 pretilachlor를 피에 混合處理하면 역시 相乘效果가 있었는데, 그 效果가 가장 큰 點은 pyrazoxyfene : pretilachlor가 330 : 3.3 (g ai / 10 a)이었고, synergism index는 1.62 이었다. 이 값은 pyrazolate와 butachlor의 混合處理에서의 2.44 보다는 약간 작다.

Pyrazolate와 pyrazoxyfene 및 butachlor와 pretilachlor가 化學構造上 비록 약간의 差異가 있었음에도 이들의 相互作用 程度가 뚜렷이 달리 나타나는 것은 除草劑의 化學構造상 아주 조그마한 變異라도 植物體에 달리 影響할 수 있음을 示唆하지만, 또한 pyrazolate와 pretilachlor 組合 및 pyrazoxyfene 과 butachlor 組合도 相乘作用的 效果를 나타낼 可能性이 있음을 示唆하기도 한다.

Benzophenap은 日本 三菱油化(株) 農藥部의 技術資料<sup>6)</sup>를 보면 피 播種 後 7日이 지나 處理하면 피에 對한 防除效果가 현저히 떨어지므로 本研究에서는 鞘葉期와 1葉期處理로 區分하여 試驗한 結果 각각 그림 3과 그림 4와 같은 成績을 얻었다. 그림 3에서 피 鞘葉期에 處理한 benzophenap과 butachlor

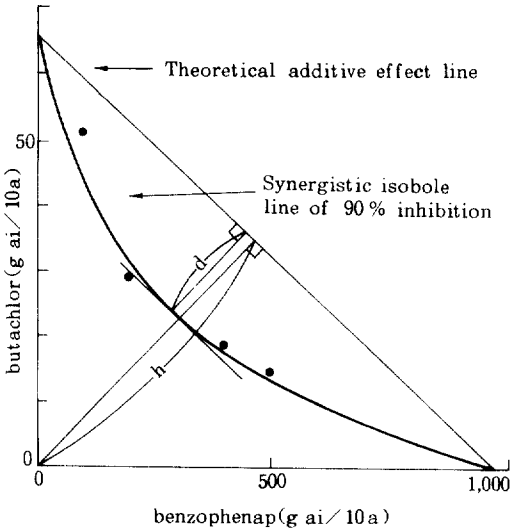


Fig. 3. Synergism of benzophenap and butachlor in controlling barnyardgrass at coleoptile-stage (synergism index =  $h/(h-d) = 1.52$ ).

의 相互作用은 synergism index가 1.52로 pyrazoxyfene 과 pretilachlor의 相乘作用效果에 비해 다소 낮고 最大相乘效果를 보여주는 benzophenap : butachlor의 藥量比는 335 : 52 (g ai/10a)이었다. 그림 4는 피 1葉期에 對한 相互作用效果를 보기위해 圖式한 것인데 benzophenap 單劑로 處理되었을 때 90% 抑制藥量을 推定할 수 없었으므로 等效果線 方法으로는 相互作用效果에 對한 情報을 얻을 수 없었다. 90% 抑制藥量을 推定할 수 없는 理由는 表 1에서와 같이 benzophenap을 피 1葉期에 處理하면 藥量에 對한 反應差가 거의 없어서 90% 抑制藥量을 精確히 決定할 수 없기 때문이다. 그러나 Colby<sup>2)</sup> 方法에 의해 分析해 보면 表 6에서와 같이 benzophenap과 butachlor의 피 1葉期 混合處理에서도 相互作用效果를 보이고 있는 것을 알 수 있다. 表 6에서 Colby 方法에 의한 相互作用效果分析法은 相互作用效果 有無와 概略의인 相互作用 程度를 알 수 있을 뿐이지 Chisaka의 等效果線法과 같이 組合間의 正確한 差異라든지 最高相乘效果點을 얻어내는 힘들다. 반면 等效果線法은 그림 4에서처럼 單劑處理時 抑制效果가 거의 없을 경우 等效果線 및 最高相乘效果點 등을 얻어내지 못하는 短點이 있으나 Colby 方法은 아주 적은 處理數로서도 相互作用效果를 얻을 수 있는 利點이 있다.

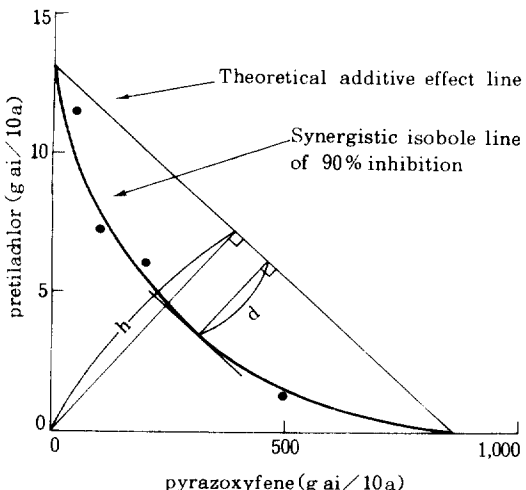


Fig. 2. Synergism of pyrazoxyfene and pretilachlor in controlling barnyardgrass (synergism index =  $h/(h-d) = 1.62$ ).

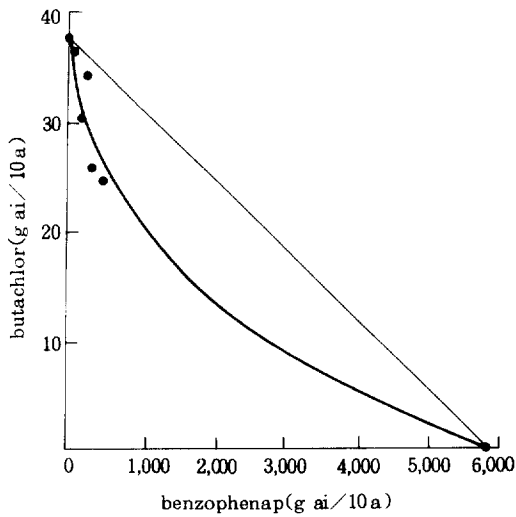


Fig. 4. Synergism of benzophenap and butachlor in controlling barnyardgrass at 1st leaf stage.

以上の結果를 綜合的으로 살펴보면 pyrazolate/butachlor, pyrazoxyfene/pretilachlor, benzophenap/butachlor 組合處理는 各各의 pyrazole 系 除草劑가 어느 정도 피의 生育抑制力이 있는 피의 1.5葉期(pyrazolate, pyrazoxyfene), 또는 韮葉期(benzophenap)에 相乘的 相互作用을 보였고, 그 相互作用程度는 等效果線 方法에 의하면 pyrazolate/butachlor 組合이 相乘作用指數가 2.44로 제일 높았고, 다음이 pyrazoxyfene/pretilachlor 組合, 指數 1.62, benzophenap/butachlor 組合, 指數 1.52 이었는데 Colby의 方法에 따른 相互作用效果係數는 正方向指數(positive interaction efficacy)에 한해 살펴보면 指數가 제일 큰 경우는 pyrazolate/butachlor 組合의 100g/10g ai/10a 處理時의 33.4 이었고, pyrazoxyfene/pretilachlor 組合은 100g/15g ai/10a 處理時의 9.6 이었으며, benzophenap/butachlor 組合의 피 韮葉期處理 경우에는 100g/20g ai/10a 處理時의 13.5로써 두 方法들간에 同一한 結果를 나타내지 않았다. 그러나 Colby의 方法에 따른 相乘作用 指數에서는 피를 90% 以上 抑制하는 藥量水準이 아닌 條件下에서도 相乘作用은 더욱 크게 나타내는 경우를 包含할 수 있으므로 피를 90% 以上 抑制할 수 있는 藥量水準(Chisaka의 方法에서 相乘作用 指數 $(h/(h-d))$ 計算 水準)에서 Colby의 方法上的 相乘作用 指數를 살펴보면 pyrazolate/buta-

chlor 組合은 200g/10g 處理時 28.7, pyrazoxyfene/pretilachlor 組合은 300g/15g 處理時 4.9, benzophenap/butachlor 組合은 300g/20g 處理時 4.6으로 두 方法間에 一樣의인 組合間 相互作用 程度 順位를 나타내고 있다. 따라서 피의 防除에 있어서 pyrazole 系와 chloroacetamide 系 除草劑들의 混合處理는 相乘的 相互作用이 認定되며, 그 相互作用程度는 本 試驗範圍의 組合에서는 pyrazolate/butachlor ≫ pyrazoxyfene/pretilachlor > benzophenap/butachlor 라고 結論지을 수 있다.

한편, 等效果線에서 各 組合의 最高相乘作用을 나타낸 處理量을 살펴보면 pyrazolate/butachlor 의 경우 187g/14g ai/10a 로서 各各 單劑로 쓸 경우의 300g ai(10%G, 3kg/10a) 및 180g(6%G, 3kg/10a)의 62.3%와 7.8% 處理量에 해당되고 藥劑間의 量的 比率는 1 : 0.075(또는 13.61 : 1)로써 이것은 현재 國內에서 使用되고 있는 “푸마시”의 경우 pyrazolate 180g/butachlor 105g ai/10a 組合에 비해 pyrazolate의 量은 비슷하나 butachlor의 量은 푸마시에서 현저히 높다. 또한 日本에서 使用되고 있는 “구사가린”의 경우는 “구사가린 25”는 pyrazolate 180g/butachlor 75g ai/10a 組合이고, “구사가린 35”는 pyrazolate 240g/butachlor 105g ai/10a 組合으로서 本 研究에서의 피에 대한 90% 抑制最高相乘作用水準보다 모두 butachlor의 施用量이 현저히 높다. 그리고 두 藥劑間의 組合比率는 “푸마시” 1 : 0.583, “구사가린 25” 1 : 0.417, “구사가린 35” 1 : 0.438은 서로 비슷하며, 本 研究에서의 피에 대한 比率(1 : 0.075)보다도 butachlor의 比率이 현저히 높은 特徵이 있다. 한편 pyrazolate를 開發·生産하는 三共株式會社의 研究報告(石田, 1984)에서 너도방동산이에 대한 pyrazolate와 butachlor의 相乘作用은 너도방동산이 3葉期에 90%抑制 等效果線上에서 pyrazolate 400g/butachlor 170g으로 나타나 있으며 이 경우 藥劑間 比率는 1 : 0.425로써 “구사가린 25”와 “구사가린 35”에서의 組合比率와 매우 類似하여 實際 混合劑의 商品化 開發過程에서는 pyrazolate의 量은 藥劑費用을 고려하여 피의 경우 最大 共力作用에 必要한 pyrazolate의 水準인 180g ai/10a 程度를, 그리고 pyrazolate와 butachlor의 組合比는 너도방동산이에 대한 共力作用이 最大인 1 : 0.43 程度를 選擇한 것으로 생각된다. 本 研究에서 pyrazoxyfene/pretilachlor 組合과 benzophenap/butachlor 組合

**Table 6.** Interaction efficacy computed by Colby's method<sup>10)</sup> for the combinations of several herbicides controlling barnyardgrass.

pyrazoxyfene/pretilachlor		pyrazolate/butachlor		benzophenap/butachlor		
combination	efficacy	combination	efficacy	combination	efficacy	
					coleoptile	1 leaf-stage
50 : 5	-19.4	50 : 10	30.7	100 : 20	13.5	3.1
10	1.3	20	4.1	40	10.0	6.6
15	9.6	30	9.6	80	1.3	0.5
20	0.5	40	12.1	120	1.6	-0.2
30	1.0	80	3.6	200 : 20	1.7	7.4
40	-0.2	120	3.0	40	9.9	10.9
100 : 5	6.5	100 : 10	33.4	80	4.0	1.3
10	5.6	20	14.5	120	0.5	0.0
15	9.6	30	11.6	300 : 20	4.6	9.1
20	0.9	40	15.6	40	3.9	14.9
30	0.9	80	4.1	80	1.0	-0.1
40	0.0	120	3.2	120	2.0	0.0
200 : 5	4.7	200 : 10	28.7	400 : 20	4.5	4.2
10	3.9	20	18.0	40	3.9	13.5
15	7.0	30	17.8	80	0.2	2.6
20	0.6	40	12.6	120	1.0	0.0
30	0.7	80	3.5	500 : 20	7.9	11.8
40	0.0	120	2.6	40	3.9	17.4
300 : 5	0.2	300 : 10	21.3	80	1.4	3.1
10	4.5	20	10.5	120	1.6	0.0
15	4.9	30	12.3			
20	0.3	40	9.3			
30	0.4	80	2.5			
40	0.0	120	1.8			
400 : 5	5.6	400 : 10	20.6			
10	2.6	20	13.0			
15	4.1	30	13.1			
20	0.3	40	8.7			
30	0.5	80	2.3			
40	0.0	120	1.7			
500 : 5	4.1	500 : 10	13.6			
10	3.2	20	8.4			
15	3.2	30	8.9			
20	-0.1	40	5.8			
30	0.3	80	1.5			
40	0.0	120	1.1			

Interaction efficacy :  $Z - (X+Y-XY/100)$ ,  $> 0$  : synergism,  $< 0$  : antagonism.

Z : % inhibition of mixture A and B herbicides at  $(p+q)$  g ai/10a.

X : % inhibition of A herbicide at p g ai/10a.

Y : % inhibition of B herbicide at q g ai/10a.

A and B : combined herbicides used in this experiment.

p and q : rate of A and B herbicides, respectively.

Rates of herbicides are g on ai/10a basis.

도 各各 피에 대한 共力作用이 認定되었는데 pyrazoxyfene/pretilachlor 組合의 경우 最大 相乘效果를 나타내는 組合은 330g/3.3g ai/10a로서 組合

比率은 1 : 0.01로 pyrazolate/butachlor 組合보다 pyrazoxyfene은 현저히 많고, butachlor 보다 피에 대한 相對力價(relative potency)가 높은 pretilach-



lor는 현저히 적게 필요하며, benzophenap/butachlor 조합의 경우에는 335g/52g ai/10a(1:0.15)로서 이들 두 조합은 pyrazolate/butachlor 조합보다는 피에 대한 共力作用성이 작으므로 實際 混合劑 開發에 있어서는 pyrazole系 化合物의 量이 현저히 높아지거나 또는 費用을 고려하여 pyrazole系 化合物의 量을 너도방동산이나 그밖의 主要雜草種防除에 맞춘다면 chloroacetamide系 化合物의 量을 현저히 높여야 할 것으로 생각된다.

## 摘 要

Pyrazole系 除草劑 pyrazolate, pyrazoxyfene 및 benzophenap과 Chloroacetamide系 除草劑 butachlor 및 pretilachlor의 混合處理時 피에 대한 殺草作用에 있어서의 相互作用을 千坂의 等效果線法과 Colby의 相互作用檢定法으로 檢定해 본 結果는 다음과 같다.

1. Pyrazole系的 10a當 300g ai水準에서의 피의 生育抑制率은 pyrazolate 경우 1.5葉期 피에 대해 44%, pyrazoxyfene 경우 1.5葉期 피에 대해 64%이었고, benzophenap은 피 韮葉期에 60% 抑制할 뿐 1葉期 以上에서는 抑制하지 못하였으며, chloroacetamide系的 경우 butachlor는 150g ai/10a水準에서, 그리고 pretilachlor는 20g ai/10a水準에서 1.5葉期 피를 99% 程度 抑制하였다.

2. Pyrazolate와 butachlor의 混合處理, pyrazoxyfene과 pretilachlor의 混合處理 및 benzophenap과 butachlor의 混合處理는 피 1.5葉期 또는 韮葉期에 모두 相乘의 相互作用을 보였는데 相互的 相互作用 程度는 pyrazolate/butachlor(共力作用指數 = 2.44) > pyrazoxyfene/pretilachlor(共力作用指數 = 1.62) > benzophenap/butachlor(共力作用指數 = 1.52) 順位이었다.

3. Pyrazole系와 Chloroacetamide系 除草劑 混合處理에서 피의 生育 90% 抑制等效果線上 最高의

共力效果가 나타난 藥量水準 및 藥量比率는 pyrazolate/butachlor 조합의 경우 187g/14g ai/10a(1:0.075)이었고, pyrazoxyfene/pretilachlor 조합의 경우 330g/3.3g ai/10a(1:0.01)이었으며, benzophenap/butachlor의 경우 335g/52g ai/10a(1:0.15)이었다.

## 引 用 文 獻

1. 千坂英雄. 1975. 等效果線法による除草劑の 相互作用檢定の 實驗例. 雜草研究 19: 72-77.
2. Colby, S. R., 1967. Calculating Synergistic and Antagonistic Responses of Herbicide Combination, Weeds 15: 20-22.
3. Drury, R. E. 1980. Physiological Interaction, Its Mathematical Expression. Weed Sci. 28: 573-579.
4. 石田三雄外7人. 1984. 新除草劑 ピラゾレート. 三共研年報 36: 44-92.
5. 石原産業(株). 1982. 新除草劑 SL-49 粒劑 技術資料.
6. 三菱油化(株) 農藥部. 1983. MY-71 技術資料.
7. 梁桓承·任胃熾. 1984. 保溫折衷못자리에 있어서 除草劑에 의한 雜草防除에 관한 研究. 韓雜草誌 4(2): 196-178.
8. 梁桓承·韓成洙·金慶炫. 1983. 除草劑 pyrazolate의 作用特性에 관한 研究. 韓雜草誌 3(2): 174-189.
9. 三共(株) 1981. クサカリン粒劑 25 技術資料.
10. 三共(株) 1981. サンバード粒劑 技術資料.
11. 三共(株) 1983. クサカリン特集, 新農藥 Vol. 37. No. 1.
12. 沈利星의 3人, 1984. 一年生 및 多年生 畚雜草의 防除을 위한 混合除草劑의 相互作用, 韓雜草誌 4(2): 188-193.