논雜草防除用 除草劑의 混合效果에 관한 硏究

金純哲・崔忠惇・李壽寬*

Study on the Behaviour of Mixtures of Herbicides in Transplanted Lowland Rice Field

Kim, S. C., C. D. Choi and S. K. Lee*

ABSTRACT

The behaviour of mixtures of herbicides was determined to obtain the basic informations about effective herbicide use, enhancing herbicidal efficacy and reducing the chemical cost. Fourteen herbicides with 91 mixed combinations were evaluated by Limpel et al method at the *Echinochloa crus-galli* Beauv-*Monochoria vaginalis* Presl.-*Scirpus hotarui* Ohwi (importance values of these weeds were 63%, 16% and 10%, respectively) community type.

Thirty eight mixed combinations showed the antagonistic response. Among these 14 mixed combinations including chlormethoxynil + naproanilide mixture were greater than 11% in antagonistic effect. On the other hand, 40 mixed combinations including chlormethoxynil + SW751 mixture showed additive response (±2%). For synergistic response, 13 mixed combinations were belonged to this group. Particularly, 3 mixed combinations, chlormethoxynil + butachlor, chlormethoxynil + bifenox and nitrofen + ACN/MCPB/nitrofen mixtures were greater than 11% in synergistic effects.

The mixture of thiobencarb + oxyfluorfen was analyzed by isobole technique. This mixture showed the synergistic response and the interaction index was approximately 2. The most optimum mixtur for inducing 90% weed suppression was 0.012 kg ai/ha for oxyfluorfen and 0.45 kg ai/ha for thiobencarb.

Key words: Herbicide mixture, paddy fields, synergistic and antagonistic response.

緖 言

除草劑를 混合할 때는 우선 混合 目的이 뚜렷하여야 한다. 單純히 어떤 反應을 보이느냐를 判定하는 것은 比較的 쉬우나, 가장 經濟的인 混合比率이라던가 最少混合比率을 알기 위해서는 除草劑間의 相互作用性이 拮抗的 反應(Antagonism), 相加的 反應(Additive), 共力的 反應(Synergism) 等으로 나타나기 때문에 매우 複雜하여 진다.

相互作用性 檢定은 여러가지 方法들이 있으나 等效果線(Isoble)[6]에 의한 混合效果 檢定이 바람직하나 여러 段階의 藥量水準으로 試驗을 하여야 하기 때문에 處理區數가 많아야 하는 어려움이 뒤따른다. 그러나 單純히 어떤 反應을 보이는가를 알기 위해서는 보다 簡便한 方法으로 Gowing (1960)[2], Limpel, et al (1962)[5], Colby (1967)[1] 方法 等이 많이 利用되고 있다.

두 種類의 除草劑를 混合할 때 나타날 수 있는 反應을 Fryer 와 Makepeace (1977)[2]는 5個의 類型으로 要約하였고 또한 이들에 의하면 만일 除草劑別로 約 50%의 殺草率이 期待되는 藥量水準을 알 수 있

*嶺南作物試驗場.
*Yeongnam Crop Experiment Station, Milyang 605, Korea.

다면 이보다 좀더 簡便한 方法으로 混合効果에 대한 反應을 判定할 수 있다고 하였으나, 實際 圃場狀態下에서는 雜草種類가 多樣하고 여러가지 物理的 및 環境條件이 除草劑 行動에 크게 影響을 미치게 되므로 正確한 藥量을 찾는다는 것은 대단히 어려운 問題이다.

最近의 調査結果에 의하면 우리나라 논雜草가 過去 70年代 初에 비해서 많이 多樣化되었고 또한 多年生化되었다는 事實[8]은 單一除草劑 使用으로 滿足할 만한 結果를 期待하기가 더 어려워졌다고 할 수 있다. 이와 같은 이유 때문에 경우에 따라서는 農民들 스스로가 전혀 理論的 根據없이 여러 除草劑를 混合하여 藥害를 誘發하거나 經濟的 損失을 招來하는 경우가 종종 있었다.

本 報告는 除草劑를 効果的으로 使用하여 除草劑 効率增進 및 除草劑 費用 節減을 위한 基礎資料를 얻기 위해 一連의 試驗을 遂行한 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

移秧畓에 使用되는 除草劑 14種을 91個 組合으로 處理하였고 處理藥量은 除草劑 處理로 雜草가 전혀 發生되지 않을 경우를 避하기 위해 推薦藥量[4]의 1/3量으로 處理하였으며, 本 試驗에 使用된 除草劑는 表 1과 같다.

機械移秧育苗箱子에서 30日間 育苗한 水晶벼(統一系)를 1982年 6月 3日 4각 pot (40 cm × 50 cm × 15 cm)에 10株(株當 1本)씩 심었고, 除草劑는 移秧 5日 後에 같은 方法으로 處理하였다. 充分한 雜草發生을 誘導하기 위해 여러 種類의 雜草가 多樣하게 發生된 圃場의 表土를 採取하였고 追加로 마지막 써래질 直後 물달개비(Monochoria Vaginalis presl) 와 피(Echinochloa Crus-galli Beauv) 種子를 pot當 各各 1 spoon씩 뿌려주었다. 本 試驗에 使用된 土壤은 表 2와 같이 微砂質壤土로서 燐酸 含量이 우리나라 全國 平均値보다 높은 傾向이었고 其他 條件은 비슷하였다.

一般的인 水稻栽培方法은 嶺南作物試驗場 벼 標準栽培法에 準하였고, 雜草調査는 移秧後 30일에 草種別로 本數를 세고 生體重 및 乾物重을 달았다. 除草劑 處理別 雜草防除率은 無處理에 대한 比率로 算出하였으며 防除率 計算에 使用된 指標(parameter)는 本數와 重量을 同時에 考慮한 Two-factor Summed dominance ratio (SOR)[7]을 利用하였다. 한편 除草劑 相互作用性은 Isobole 方法[6]과 Limpel et al 方法[5]으로 判定하였다.

Table 1. Herbicide used and method of application. YCES,* 1982.

No.	Herbicide	Dosage (kg, ai/ha)	Time of application
1.	ACN/MCPB/nigrofen (5/5/0.6G)	3.18	5DAT
2.	bifenox (7G)	2.1	5DAT
3.	butachlor (6G)	1.8	5DAT
4.	Chlormethoxynil (7G)	2.1	5DAT
5.	CG113/naproanilide (2/7G)	2.7	5DAT
6.	naproanilide (10G)	3.0	5DAT
7.	naproanilide/thiobencarb (10/7G)	5.1	5DAT
8.	nigrofen (7G)	2.1	5DAT
9.	Perfluidone (5G)	1.0	5DAT
10.	Piperophos/dimethametryne	1.1	5DAT
11.	S47/bifenox (6/5G)	3.3	5DAT
12.	SL49 (10G)	3.0	5DAT
13.	SW751 (10G)	3.0	5DAT
14.	thiobencharb (7G)	2.1	5DAT

*DAT = day after transplanting
G = Granule
*YCES : Youngnam Crop Experiment Station.

Table 2. Soil analysis of the experimental plot. YCES, 1982.

Soil texture	PH (1:5)	OM (%)	P_2O_5 (ppm)	SiO_2 (ppm)	Exc. Cation (me/100g) Ca	Mg	K
Silty loam	5.6	2.22	90	105	4.11	1.40	0.18

結果 및 考察

本 試驗이 遂行된 土壤의 雜草發生狀態는 表 3과 같이 1年生 雜草인 피의 發生量이 63.2%로 가장 많았고 다음으로는 물달개비 15.7%, 올챙고랭이 9.5% 順으로 發生이 많았다. 이와 같은 雜草群落型에서 除草劑 混合効果가 拮抗的 反應(Antogonism)을 보였던 組合은 38個 組合이었는데(表 4) 이 중 拮抗的 反應이 2~5% 程度였던 混合 組合은 chlormethoxynil 과 perfluidone, CG113/naproanilide, pipero-

Table 3. WEED COMMUNITY TYPE. YCES, 1982.

Weed Species	SDR
Echinochlor crus-galli	63.2
Monochoria vaginalis	15.7
Scirpus hotarui	9.5
Cyperus serotinus	4.8
Rotala indica	3.6
Cyperus difformis	1.5
Fimbristylis littoralis	0.9
Lindernia procumbens	0.5
Scirpus triqueter	0.1
Eleocharis kuroguwai	0.1
Polygonum hydropiper	0.1

phos／dimethametryne 의 混合 perfluidone 과 butachlor, bifenox, Sw 751 의 混合, Sw 751 과 naproanilide／thiobencarb 와 CG 113／naproanilide, S47／bifenox 의 混合, S 47／bifenox 와 nitrofen 混合, thiobencarb 와 ACN／MCPB／nitrofen 의 混合 組合들이었고, 拮抗的 反應이 6～10%였던 混合 組合은 nitrofen 과 bifenox, perfluidone, Sw751, SL 49 의 混合, naproanilide 와 thiobencarb, SL 49, CG113／naproanilide 의 混合, Sw 751 과 CG 113／naproanilide, ACN／MCPB／nitrofen 과의 混合, butachlor 와 SL 49 混合, naproanilide／thiobencarb 와 thiobencarb 混合, CG 113／naproanilide 와 thiobencarb 混合 組合들이었으며, 拮抗的 反應이 11% 以上 되었던 混合 組合은 bifenox 와 naproanilide／thiobencarb, S 47／bifenox, naproanilide, ACN／MCPB／nitrofen 混合, Perfluidone 과 naproanilide／thiobencarb, naproanilide, ACN／MCPB／nitrofen 混合, S 47／bifenox 와 naproanilide, ACN／MCPB／MCPB／nitrofen 混合, piperophos／dimethametryne 과 thiobencarb, naproanilide, ACN／MCPB／nitrofen 混合, butachlor 와 nitrofen 混合, chlormethoxynil 과 napronilide／thiobencarb, naproanilide 의 混合 組合들이었다.

이와 같이 混合効果가 拮抗的 反應을 보이는 混合組合들은 特別한 目的이 없는 限 可及的 混合處理를 避하는 것이 바람직하였다.

한편 混合에 의한 反應率이 ±2% 程度인 것을 相

Table 4. Herbicide-herbicide interactions shown by antagonistic responses. YCES, 1982.

Antagonistic response		
3 ~ 5%	6 ~ 10%	above 11%
chlormethoxynil + perfluidone	butachlor + SL49	chlormethoxynil + naproanilide/ thiobencarb
chlormethoxynil + CG113/ naproanilide	bifenox + nitrofen	chlormethoxynil + naproanilide
chlormethoxynil + piperophos/ dimethametryne	perfluidone + nitrofen,	butachlor + nitrofen
butachlor + perfluidone	SW751 + CG113/naproanilide	bifenox + naproanilide/ thiobencarb
bifenox + perfluidone	SW751 + ACN/MCPB/nitrofen	bifenox + S47/bifenox
perfluidone + SW751	SW751 + nitrofen,	bifenox + naproanilide
SW751 + naproanilide	naproanilide/thiobencarb + thiobencarb	bifenox + ACN/MCPB/nitrofen
naproanilide/thiobencarb + CG113/naproanilide	CG113/naproanilide + naproanilide	perfluidone + naproanilide/ thiobencarb
naproanilide/thiobencarb + S47/bifenox	SL49 + naproanilide	perfluidone + naproanilide
S47/bifenox+nitrofen	SL49 + nitrofen	perfluidone + ACN/MCPB/ nitrofen
thiobencarb + ACN/MCPB/ nitrofen	thiobencarb + naproanilide	S47/bifenox + naproanilide
		S47/bifenox + ACN/MCPB/ nitrofen
		thiobencarb + piperophos/ dimethametryne
		naproanilide + piperophos/ dimethametryne
		piperophos/dimethametryne + ACN/MCPB/nitrofen

Table 5. Herbicide-herbicide interactions shown by additive responses. YCES, 1982.

Additive response
-2 ~ +2%
chlormethoxynil + S47/bifenox, chlormethoxynil + SW751, chlormethoxynil + SL49, butachlor + bifenox, butachlor + SW751, butachlor + thiobencarb, butachoor + naproanilide/thiobencarb, butachlor + piperophos/dimethametryne, butachlor + CG113/naproanilide, bifenox + thiobencarb, bifenox + SW751, bifenox + CG113/naproanilide, bifenox + SL49, bifenox + piperophos/dimethametryne, perfluidone + CG113/naproanilide, perfluidone + S47/bifenox, perfluidone + thiobencarb, p perfluidone + piperophos/dimethametryne, perfluidone + SL49, SW751 + naproanilide/thiobencarb, SW751 + SL49, SW751 + S47/bifenox, SW751 + thiobencarb, SW751 + piperophos/dimethametryne, naproanilide/thiobencarb + SL49, naproanilide/thiobencarb + piperophos/dimethametryne, naproanilide/thiobencarb + naproanilide, naproanilide/thiobencarb + nitrofen, CG113/naproanilide + SL49, CG113/naproanilide + piperophas / dimethametryne, CG113/naproanilide + ACN/MCPB/nitrofen, CG113/naproanilide + S47/bifenox, CG113/naproanilide + nitrofen, SL49 + S47/bifenox, SL49 + piperophos/dimethametryne, SL49 + thiobencarb, SL49 + ACN/MCPB/nitrofen, S47/bifenox + piperophos/dimethametryne, S47/bifenox + thiobencarb, piperophos/dimethametryne + ACN/MCPB/ nitrofen

加的 反應(Additive)으로 볼 때 여기에 該當되었던 組合들은 40組合이였는데(表 5), 주요 混合 組合들은 chlormethoxynil 과 S 47／bifenox, Sw 751, SL 49 混合, butachlor와 bifenox, Sw 751, thiobencarb, naproanilide／thiobencarb, piperophos／dimethametryne, CG 113／naproanilide 混合, bifenox와 thiobencarb, Sw 751, CG 113／naproanilide, SL49, piperophos／dimethametryne 混合, perfluidone과 CG 113／naproanilide, S 47／bifenox, thiobencarb, piperophos／dimethametryne, SL49, S 47／bifenox, thiobencarb, piperophos／dimethametryne 混合 組合 等이였다.

이와 같이 相加的 反應을 보이는 組合에 屬하는 組合들은 藥劑價格을 줄이고자 할 때는 바람직한 組合處理가 될 것이다.

다음으로 除草劑의 混合反應이 共力的 效果(Synergism)를 보였던 組合들은 13組合이였는데(表 6) 共力的 效果가 5% 未滿인 混合 組合들은 ACN／MCPB／nitrofen과 naproanilide, naproanilide／thiobencarb, chlormethoxynil 混合, thiobencarb와 chlormethoxynil, nitrofen 混合, butachlor와 S 47／bifenox 混合이였고 共力的 效果가 6~10%였던 組合은 chlormethoxynil 과 butachlor, bifenox 混合, nitrofen과 ACN／MCPB／nitrofen 混合 組合이였다.

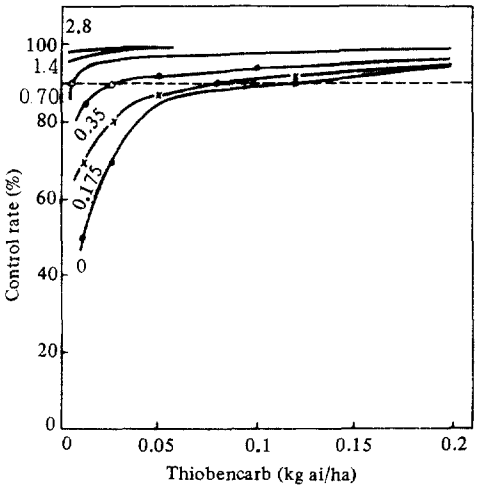
이와 같은 組合들은 殺草力 增大 또는 除草劑 價格을 줄이고자 할 때는 바람직한 混合 組合이라고 볼 수 있었다.

그러나 이와 같은 共力的 反應을 보이는 組合들에 대해서는 가장 經濟的인 混合比率 또는 最少 藥量比率을 찾음으로써, 보다 效果的인 除草劑 使用法을 究明할 수 있을 것으로 본다.

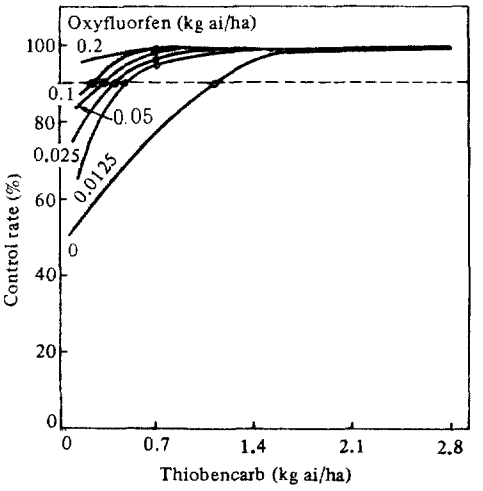
等效果線(Isoble) 方法을 利用하여 混合效果를 判定하고, 이들의 最少藥量 混合比率을 究明하기 위해 diphenylether系 除草劑인 oxyfluorfen과 carbanate系 除草劑인 thiobencarb를 各 6個의 藥量水準으로 處理하였던 結果는 表 7과 같았는데 이를 利用하여 두 除草劑의 混合이 90% 殺草率을 보이는 混合比率

Table 6. Herbicide-herbicide interactions shown by synergistic response. YCES, 1982.

synergistic response		
3 ~ 5%	6 ~ 10%	above 11%
chlormethoxynil + thiobencarb	chlormethoxynil + nitrofen	chlormethoxynil + butachlor
chlormethoxynil + ACN/MCPB/ Nitrofen	butachlor + naproanilide	chlormethoxynil + bifenox
butachlor + S47/ bifenox	butachlor + ACN/ MCPB/nitrofen	ACN/MCPB/ nitrofen + nitrofen
haproanilide/ thiobencarb + ACN/MCPB/ Nitrofen	naproanilide + nitrofen	
thiobencarb + nitrofen		
naproanilide + ACN/MCPB/ nitrofen		

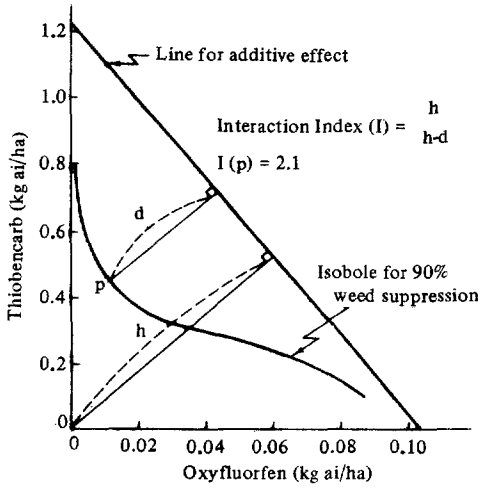


Dosage response curve of thiobencarb in association with oxyfluorfen (YCES, 1982).



Dosage response curve of oxyfluorfen in association with thiobencarb. (YCES, 1982)

을 그림 1과 그림 2에서 찾은 다음 그림 3과 같은 等効果線을 만들 수 있었다. 이들 두 除草劑의 混合反應은 그림 3에서 보여주는 바와 같이 共力的 反應을 보이고 있음을 알 수 있고, 90% 殺草率을 얻는데 必要한 最少量의 混合比率은 p點에서 찾을 수 있었다. 이 때의 最少混合比率은 oxyfluorfen의 경우 0.012kg ai/ha 였고, thiobencarb의 경우는 0.45kg ai/ha 였다. 또한 p點에 있어서의 相互作用指數는 約 2에 해당하였는데, 이것은 相加的 効果로 90%의 殺草率을 얻는데 必要한 藥量의 1/2 量으로 90



The isobole for 90% weed suppression by the treatments of thiobencarb and oxyfluorfen mixtures, and the line on the assumption that two chemicals show the additive effect. (YCES, 1982).

Taole 7. Suppression ratio of weed growth as affected by single or combination treatment of thiobencarb or/and oxyfluorfen. YCES, 1982.

Herbicide (kg ai/ha)		Oxyfluorfen 0	0.0125	0.025	0.05	0.1	0.2
Thiobencarb	0	0	50	70	85	90	98
	0.175	56	70	80	85	92	95
	0.35	63	85	90	92	95	97
	0.7	77	95	96	97	98	99
	1.4	96	98	98	99	99	100
	2.8	97	98	99	100	100	100

% 殺草率을 얻을 수 있다는 뜻이 된다.

以上 지금까지 論議된 一聯의 試驗結果는 對象雜草種類에 따라서 다르게 나타낼 수 있으므로 目的하는 對象雜草種類別로 이와 같은 一聯의 反應을 檢定해 두는 것이 今後効果的인 除草劑 使用 體系를 樹立하는 것은 물론 新除草劑 開發에도 좋은 情報를 提供해 줄 수 있을 것으로 본다.

摘　　要

移秧畓에 使用되는 除草劑들의 相互作用 關係를 解明하고 最少 混合比率을 究明하여 効果的인 除草劑 使用 體系 樹立과 新除草劑 開發을 위한 基礎 資料를

얻기 위해 現在 市中에 販賣中에 있거나 試驗研究中에 있는 優良除草劑, butachlor, chlormethoxynil, Sw751, S47, SL 49, naproanilide 等 14種을 91個의 混合組合으로 組成한 다음 이들을 피(63%)—물달개비(16%)—올챙고랭이(10%)—너도방동산이(5%)—마디꽃(4%)의 狀態로 되어 있는 雜草群落型에 處理하였던 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 91個의 混合組合中 拮抗的 反應(Antagonism)을 보였던 混合組合數는 38組合이었는데, 이 중 拮抗的 反應이 5% 未滿인 것은 chlormethoxynil과 perfluidon 外 10組合, 拮抗的 反應이 6~10%였던 것은 butachlor+SL 49外 11組合, 拮抗的 反應이 11% 以上이였던 것은 butachlor+nitrofen 外 14組合이였다.

2. 相加的 反應(Additive)(混合効果±2%)을 보인 混合組合은 butachlor와 bifenox, Sw 751, thiobencarb, naproanilide/thiobencarb, piperphos/dimethametryne, CG 113/napranilide 混合 等 40組合이였다.

3. 共力的 反應(synergism)을 보인 것은 13混合組合이였는데 이 중 共力的 効果가 5% 未滿인 混合組合은 ACN/MCPB/nitrofen과 napronilide, naproanilide/thiobencarb, chlormethoxynil 混合, thiobencarb와 chlormethoxynil, nitrofen 混合, butachlor와 S47/bifenox 組合이였고 共力的 効果가 6~10%였던 組合은 nitrofen과 chlormethoxynilide 混合, butachlor와 naproanilide, ACN/MCPB/nitrofen 混合組合이였으며, 共力的 効果가 11% 以上이였던 것은 chlormethoxynil과 butachlor, bifenox 混合, nitrofen과 ACN/MCPB/nitrofen 混合組合이였다.

4. diphenylether 系 除草劑인 oxyfluorfen과 carbamate 系 除草劑인 thiobencarb의 相互作用性은 共力的 効果가 認定되었으며 最大 相互作用指數는 約 2에 해당하였고, 殺草率이 90% 期待되는 最少藥量混合比率은 oxyfluorfen의 경우 0.012kg ai/ha 였고 thiobencarb의 경우는 0.45kg ai/ha였다.

引 用 文 獻

1. Colby. S.R. and G.F. Warren. 1963. Herbicide-Combination enhance Selectivity. Science 141: 362.
2. Fryer. J.D. and R.J. Makepeace. 1977. Weed Control handbook. Vol. 1. Principles, including plant growth regulaters. Sixth ed. Black well Scientfic Publications Oxford. London. Edinburgh Melbourne. 510p.
3. Gowing, D.P. 1960. Comments on tests of herbicide mixtures, Weeds 8;379-391.
4. Handbook of Agrochemical. 1982. Korean Agrochemical Association Seoul Korea. 342p.
5. Limpel. L.E. P.H. Schuldt and D. Lamont. 1962. Weed Control by dimethyl tetrachlorotere phthalate a lone and in Certain Combination, Proc. NE. Weed Control Conf. 16:48.
6. Methods in pesticide Science. 1981. Vol. 3. Soft Science. Inc. Tokyo. 499p.
7. Numata, M. 1971. Methodological problems in weed-ecological research, Biotrop Bull. 2:41-58.
8. Yeongnam Crop Experiment Station. 1981. Annual report for 1981 (Rice). Yeongnam Crop. Expt. sta, ORD, Milyang, Korea. 828p.