

移秧畚에서 除草劑의 混合, 組合處理가 除草效果
및 벼 收量에 미치는 影響

金帝圭 · 具然忠 · 李鍾薰 *

Effects of Mixture and Systematic Application of Herbicides
on Weed Control and Yield in Transplanted Rice

J. K. Kim, Y. C. Ku and J. H. Lee*

ABSTRACT

A field experiment was conducted in 1981 at the Crop Experiment Station, Suweon, Korea, in machine transplanted paddy rice field, to study the effectiveness of single herbicide, mixture, and systematic application of herbicides on diversity of weed control spectrum. The rice variety planted was Taebaegbyeo, Indica x Japonica cross bred. Experimental field was dominated by *Echinochloa crusgalli*, *Eleocharis kuroguwai*, and *Scirpus hotarui*, and importance values based on dry weight of these weeds were 89%, 5%, and 3%, respectively.

The mixture or systematic treatments of herbicide were generally more effective than single herbicide applications on weed control.

Coefficients of similarity based on floristic composition after herbicide application between Perfluidone (5G) and Chloromethoxynil (7G), and between Perfluidone (5G) and Bifenox (7G), and between Perfluidone (5G) and three types of Butachlor (6G) were low, and these sets seemed to be a good mixture herbicide in paddy fields. While, Perfluidone (5G) had low coefficient of similarity with other single herbicides tested. The information on coefficient of similarity could be used as parameter for selecting herbicides to increase the efficiency of herbicidal performance.

Simpson's indices from Butachlor (3.5G)/SL-49 (7G), Butachlor (3.5G)/Pyrazolate (6G), and Perfluidone (5G) treatments were high, and these herbicide treatments tended to the weed community type simplified, while the indices from Perfluidone (5G) + Chloromethoxynil (7G), Butachlor (6G) fb Perfluidone (5G), and Butachlor (4G)/Naproanilide (6G) treatments were low, and these herbicide treatments caused to the community type diversified in terms of floristic composition.

*Key words: machine-transplanted rice, floristic similarity, Simpson's indices, herbicides, weed control spectrum.

緒 言

우리나라에서는 雜草防除을 위한 除草劑의 使用은 1958년에 2, 4-D가 試驗用으로 처음 供試된 以後

現在까지 20餘年の 歷史를 갖게 되었다. 1960年代에 是 微微하였던 除草劑의 使用이 産業構造의 工業化에 따른 農業勞動力 減少와 農村賃金 上昇으로 省力化가 切實히 要求되면서 1970年 以後 急增하여 1980年에 是 우리나라 全體 除草劑消費量이 實物量으로 47%

* 作物試驗場.

* Crop Experiment Station, ORD, Suweon 170, Korea.

튼에 이르게 되었고, 이 中 約 88%가 는 雜草 防除 用이었다.¹⁶⁾

現在 우리나라에서 使用되고 있는 除草劑 中 約 75%를 차지하고 있는 Butachlor¹⁶⁾를 비롯하여 많은 除草劑가 主로 一年生 雜草를 防除對象으로 하고 있기 때문에 이들 藥劑를 連用할 境遇 一年生草種이 줄어드는 反面 너도방동산이, 올방개, 가래 등 多年生 雜草의 發生이 增加되며^{6, 1, 9, 18)} 이에 따라 除草劑의 殺草效果가 떨어지고 있는 傾向이다. 이와 같이 除草劑의 種類에 따라서 雜草의 群落이 變하고 있는데 Auxin型의 除草劑는 草種을 多樣化시키는 反面 非選擇性除草劑는 草種을 單純化시킨다는 報告도 있다.²⁰⁾ 植生分布에 있어서 草種의 多樣化程度를 나타내는 方法이 여러가지 있으나 Brower와 Zar에 依하면 Simpson指數^{21, 3, 10)}가 가장 많이 利用되고 있다. 또한 最近 水稻栽培에 機械移秧이 普及되면서부터 慣行 手移秧을 할 때보다 雜草의 發生量이 많아지고 또 發生期間이 길어짐에 따라^{14, 7)} 單一除草劑보다는 殺草幅이 서로 다른 藥劑를 混合 또는 組合處理하거나 混合除草劑를 使用하므로써 除草劑의 殺草效果를 더욱 높일 수 있다.^{22, 13, 18)}

따라서 本 試驗은 除草劑의 殺草效果 增大를 위한 基礎研究로서 除草劑種類에 따른 草種의 多樣化^{21, 3, 10)}와 除草劑 處理區 間에 草種構成의 類似性程度^{12, 3, 10)}를 調査, 分析하여 除草劑를 混合 또는 組合處理하거나 混合除草劑를 만들 때 藥劑選擇에 必要한 情報를 얻고자 實施하였던 바 그 結果를 이에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本 試驗은 1981年 農村振興廳 作物試驗場 雀作園場에서 實施하였으며, 試驗畝의 土壤은 新興統으로서 排水가 良好한 壤土이고 作土層의 理化學的 性質은 表 1과 같다.

供試品種은 Indica×Japonica 遠緣交雜種인 太白벼(水原 287 號)를 使用하였고, 供試除草劑는 Butachlor impreg(6G)를 包含하여 14種을 利用하여 單一除草

劑 7處理, 混合除草劑 5處理, 그리고 組合處理 6處理의 3가지 Combination type과 無除草區와 手除草區를 包含하여 모두 20個 處理로 實施하였으며 使用藥劑, 使用藥量 및 處理時期 等은 表 2와 같다.

1981年 4月 20日에 1mm程度 催芽된 벼 種子를 散播用 育苗箱子(가로 60cm×세로 30cm×높이 3cm)에 箱子當 130g씩 播種하여 5月 28日에 國際 KP 400 4條式 移秧機를 使用하여 移秧距離 30×14cm, 株當 約 3箇씩 移秧하였다.

移秧時 苗素質은 比較的 健苗에 屬하였는데 草長 11.4cm, 葉數 3.2枚, 그리고 100個體當 平均乾物重이 5.6g이었다. 本畝施肥量은 分量으로 10 a當 N-P₂O₅-K₂O=15-9-11kg을 施用하였는데, 이 中 窒素는 基肥 50%, 分糞肥 30%, 그리고 穗肥 20%로 分施하였고, 磷酸과 加里는 全量을 基肥로 施用하였다. 試驗區配置는 亂塊法 3反復으로, 一區當 面積은 15m²(5m×3m)로 實施하였다.

雜草調査는 移秧後 45日에 0.25m²(0.5m×0.5m)의 Quadrat를 利用하여 一區當 2回 反復으로 雜草를 採取한 後 草種別 個體數, 生體重, 그리고 乾物重을 調査하여 1m²當으로 換算하였다.

草種의 優占度는 Importance value(I.V.)^{12, 10)}로 나타내었고 다음 方法에 依하여 計算하였다.

Importance value(%)

$$\frac{\text{Dry weight of each species in a community}}{\text{Dry weight of all species in a community}} \times 100$$

群落內 草種의 多樣化程度는 Simpson指數^{21, 3, 10)}로 表示하였고 아래의 公式으로 算出하였다.

$$\text{Simpson's index} = \sum(Y/N)^2$$

Y = I. V. of a given species

N = sum of the I. V.s for all species in the sample

處理間 草種構成의 相互比較는 草種構成 類似性係數(Coefficient of similarity)^{12, 3, 10)}를 利用하였으며 아래의 公式으로 算出하였다.

$$\text{Coefficient of similarity}(\%) = \frac{2w}{a+b} \times 100$$

w = sum of the lower I. V. of species shared by two communities

a = sum of the I. V.s of all species in the first community

b = sum of the I. V.s of all species in the second community

Table 1. Chemical properties of the experimental rice field.

PH(1:1) O.M.(%)	C.E.C (me/100g)	Ex. Cation(me/100g)			
		K	Ca	Mg	
5.3	2.10	7.65	0.12	2.78	0.75

Table 2. Herbicide treatments and methods.

No.	Treatment ^{a)}	Application	
		Rate(a. i. / 10a)	Time(DAT) ^{b)}
1	No weeding	--	--
2	Hand weeding(twice)	--	15 fb 25
3	Butachlor impreg(6G)	180g	5
4	Butachlor sand(6G)	180g	5
5	Butachlor extrude(6G)	180g	5
6	Pyrazolate(10G)	300g	5
7	Chloromethoxynil(7G)	280g	5
8	Perfluidone(5G)	150g	5
9	Bifenox(7G)	210g	5
10	Butachlor(3.5G)/Pyrazolate(6G)	105g / 180g	5
11	Butachlor(3G)/Chloromethoxynil(6G)	90g / 180g	5
12	Butachlor(3.5G)/SL-49(7G)	135g / 270g	5
13	Butachlor(4G)/Naproanilide(6G)	120g / 180g	5
14	Perfluidone(5G)+Chloromethoxynil(7G)	75g + 140g	5
15	Butachlor(6G) fb Bentazon(40E.C)	180g fb 160 cc	5 fb 25
16	Butachlor(6G) fb 2,4-D amine(40E.C)	180g fb 28 cc	5 fb 25
17	Butachlor(6G) fb Perfluidone(5G)	180g fb 150 g	5 fb 15
18	Benthiocarb(7G) fb Bentazon(40E.C)	280g fb 160 cc	5 fb 25
19	Chloromethoxynil(7G) fb Piperophos/Dimethametryne(5.5G)	280g fb 110 g	5 fb 15
20	Chloronitrofen(6G) fb Piperophos/Dimethametryne(5.5G)	180g fb 110 g	5 fb 15

a) / fb : followed by, G : Granule, E. C : Emulsifiable concentrate,
 / : The herbicides were formulated as a proprietary mixture,
 + : The herbicide was mixed just before application,
 Butachlor in combination treatments is "Butachlor impreg"
 b) / DAT : Days after transplanting.

또한, 處理間 平均値의 比較는 Duncan's multiple range test¹⁹⁾를 利用하였으며, 其他는 作物試驗場 機械移秧 벼 標準栽培法에 準하였다.

結果 및 考察

1. 除草劑處理別 藥害

除草劑處理에 따른 藥害程度를 表 7에서 보면, 單一除草劑處理에서는 Perfluidone(5G)處理, 混合除草劑處理에서는 Perfluidone(5G)+Chloromethoxynil(7G)을 包含한 4處理, 그리고 組合處理에서는 Butachlor(6G) fb 2,4-D amine(40E.C) 處理區에서 약간의 藥害가 있었다.

Perfluidone(5G) 單劑處理區에서는 生育初期에 벼

포기全體에서 열은 黃色을 띄고 草長이 多少 짧아지며 stunt現象을 나타내었으나 벼의 生育이 旺盛하여 稈에 따라 回復되었는데, 李¹¹⁾와 沈¹⁷⁾ 등도 Perfluidone(G)은 벼 草長의 伸長을 抑制한다고 報告한 바 있다. 2,4-D amine(40E.C)處理區에서는 벼의 分蘗角이 약간 벌어지는 傾向이었는데, 이는 2,4-D amine의 主成分이 生長調節의 機能을 지닌 phenoxy系의 auxin型 除草劑^{15,2)}로서 벼 分蘗盛期 直前인 移秧後 25日에 撤布하였기 때문으로 思料된다. 따라서 벼 生育中期에 2,4-D amine을 撤布할 때는 可能한 限 벼 포기는 避하고 雜草에만 葉面處理가 되도록 細心한 注意를 要한다. 混合除草劑處理에서는 生育初期에 全般的으로 약간의 藥害가 있었는데 이는 두 藥劑를 混合함에 따라 藥劑의 成分量이 많아졌으며 또 混

습에 따른 藥劑間의 理化學的인 어떤 作用에 起因되었을 것으로 보여진다. 따라서 混合除草劑의 藥害問題는 좀 더 研究 檢討되어야 할 것이다.

2. 除草劑處理別 殺草效果

本 試驗이 遂行된 圃場의 雜草群落型은 表 4, 5에서와 같이 피(*Echinochloa crusgalli*)-올방개(*Eleocharis kuroguwai*)-올챙고랭이(*Scirpus hotarui*)群落型으로서 이들의 優占度는 各各 89%, 5%, 3%였으며, 主로 一年生 禾本雜草인 피가 優占하였는데 除草劑를 處理하여 피가 어느程度 防除되었을 때는 大

部分의 藥劑處理區에서 올방개와 올챙고랭이가 問題雜草化되었다. 이와같이 試驗圃場의 雜草群落이 89%나 피가 優占된 것은 雜草를 造成하기 위하여 2年間 圃場을 無除草 狀態로 放任하였기 때문으로 생각된다.

除草劑處理에 따른 雜草個體數를 表 3에서 보면, Butachlor sand(5G), Butachlor extrude(6G) 處理區를 除外하고는 모든 除草劑處理區에서 雜草區와 統計的인 有意差가 없었으며, 雜草個體數가 적었던 處理는 Perfluidone(5G), Perfluidone(5G)+Chloromethoxynil(7G) 및 Butachlor(6G) fb Perfluidone(5

Table 3. Number of weeds at 45 days after transplanting as affected by herbicide treatments.

No.	Treatment	Weed number (no./m ²)										
		Annuals					Perennials					Total ^{b)}
		Ec ^{a)}	Sh	Mv	Others	Subtotal	Ek ^{a)}	Cs	Pd	Others	Subtotal	
1	No weeding	333	83	45	21	482	64	9	3	3	79	561 ^f
2	Hand weeding	1	10	28	19	58	46	-	-	1	47	105 ^{a,b,c}
3	Butachlor impreg	3	91	-	-	94	53	1	5	3	62	156 ^{a,b,c,d}
4	Butachlor sand	1	101	2	-	104	147	9	23	6	185	289 ^e
5	Butachlor extrude	1	169	14	1	185	50	6	16	8	80	265 ^{d,e}
6	Pyrazolate	36	-	-	3	39	98	-	-	4	102	141 ^{a,b,c,d,e}
7	Chloromethoxynil	26	127	-	5	158	26	13	14	3	56	214 ^{c,d,e}
8	Perfluidone	3	-	-	1	4	10	-	1	4	15	19 ^a
9	Bifenox	23	130	-	1	154	14	-	9	6	29	183 ^{b,c,d,e}
10	Butachlor/Pyrazolate	3	7	-	2	12	164	3	1	2	170	182 ^{b,c,d,e}
11	Butachlor/Chloromethoxynil	4	85	-	1	90	33	-	3	3	39	129 ^{a,b,c,d}
12	Butachlor/SL-49	1	1	-	1	3	53	-	1	5	59	62 ^{a,b,c}
13	Butachlor/Naproanilide	-	37	1	-	38	55	-	32	42	129	167 ^{a,b,c,d,e}
14	Perfluidone+Chloromethoxynil	13	4	-	2	19	18	-	6	4	28	47 ^{a,b}
15	Butachlor fb Bentazon(E.C.)	6	2	-	-	8	56	-	3	3	62	70 ^{a,b,c}
16	Butachlor fb 2,4-D amine(E.C.)	3	4	1	-	8	68	-	30	1	99	107 ^{a,b,c}
17	Butachlor fb Perfluidone	1	3	-	-	4	20	1	6	5	32	36 ^{a,b}
18	Benthiocarb fb Bentazon(E.C.)	5	-	-	-	5	51	-	6	5	62	67 ^{a,b,c}
19	Chloromethoxynil fb Pipero./Dime.	3	95	-	1	99	39	2	-	3	44	143 ^{a,b,c,d,e}
20	Chloronitrofen fb Pipero./Dime.	15	69	-	1	85	23	1	-	8	32	117 ^{a,b,c,d}

a) Ec : *Echinochloa crusgalli* Beauv. var. *oryzicola* Ohwi

Sh : *Scirpus hotarui* Ohwi

Mv : *Monochoria vaginalis* Presl.

Ek : *Eleocharis kuroguwai* Ohwi

Cs : *Cyperus serotinus* Rottb.

Pd : *Potamogeton distinctus* Benn.

b) Means within the column of total weed number followed by the same letter(s) are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

G) 處理區였다.

또한 除草劑處理에 따른 殺草效果를 表 4에서 보면, 全體 雜草乾物重에 있어서 雜草區와 비슷한 한

除草效果를 나타낸 處理는 單一除草劑處理 中에는 Perfluidone(5G), 混合除草劑處理에서는 Perfluidone(5G)+Chloromethoxynil(7G), Butachlor(3.5G) /

Table 4. Weight of weeds at 45 days after transplanting as affected by herbicide treatments.

No.	Treatment	Weed ^{a)} fresh weight (g/m ²)	Weed dry weight (g/m ²)										Control rate (%)	
			Annuals					Perennials						
			Ec ^{b)}	Sh	Mv	Others	Sub- total	EA ^{b)}	Cs	Pd	Others	Sub- total		Total ^{a)}
1	No weeding	4096.3 ^a	519.8	17.0	3.9	4.8	545.5	27.6	5.3	1.7	2.4	37.0	582.5 ^b	0
2	Hand weeding	168.7 ^a	0.1	1.0	3.8	0.4	5.3	11.2	-	-	1.4	12.6	17.9 ^a	97
3	Butachlor impreg	833.7 ^{cd}	21.2	58.1	-	-	79.3	50.6	0.5	3.0	1.0	55.1	134.4 ^e	77
4	Butachlor sand	877.3 ^d	6.3	31.6	4.7	-	42.6	53.1	5.6	15.5	7.0	81.2	123.8 ^f	79
5	Butachlor extrude	799.0 ^{cd}	8.3	62.8	1.8	0.3	73.2	31.7	5.5	8.4	1.8	47.2	120.4 ^{ef}	79
6	Pyrazolate	777.3 ^{cd}	36.2	-	-	7.8	44.0	54.3	-	-	10.7	65.0	109.0 ^{cd}	81
7	Chloromethoxynil	778.7 ^{cd}	59.9	20.6	-	8.0	88.5	5.6	9.8	8.1	1.4	24.9	113.4 ^{cd}	81
8	Perfluidone	283.0 ^{ab}	1.2	-	-	0.5	1.7	5.4	-	0.2	21.1	26.7	28.4 ^a	95
9	Bifenox	518.0 ^{abcd}	47.3	20.8	-	0.2	68.3	5.1	-	3.7	1.7	10.5	78.8 ^{abcd}	86
10	Butachlor/Pyrazolate	423.0 ^{abc}	1.1	1.9	-	3.2	6.2	41.1	0.9	0.2	5.2	47.4	53.6 ^{abcde}	91
11	Butachlor/Chloromethoxynil	247.3 ^{ab}	3.0	17.0	-	1.0	21.0	9.6	-	1.6	2.3	13.5	34.5 ^{ab}	94
12	Butachlor/SL-49	232.7 ^{ab}	2.3	0.2	-	0.2	2.7	25.0	-	0.1	4.1	29.2	31.9 ^a	95
13	Butachlor/Naproanilide	454.3 ^{abcd}	-	12.8	0.1	-	12.9	25.7	-	12.5	9.2	47.4	60.3 ^{abcde}	90
14	Perfluidone + Chloromethoxynil	204.7 ^a	5.5	1.4	-	2.6	9.5	9.3	-	3.2	4.8	17.3	26.8 ^a	95
15	Butachlor fb Bentazon(E.C)	261.0 ^{ab}	9.3	1.8	-	-	11.1	26.2	-	1.5	1.9	29.6	40.7 ^{abc}	93
16	Butachlor fb 2, 4-D amine(E.C)	508.7 ^{abcd}	10.4	4.9	-	-	15.3	34.8	-	17.6	0.9	53.3	68.6 ^{bcdef}	88
17	Butachlor fb Perfluidone	172.0 ^a	8.0	0.6	-	-	8.6	5.4	1.6	4.1	4.4	15.5	24.1 ^a	96
18	Benthiocarb fb Bentazon(E.C)	444.7 ^{abcd}	24.3	-	-	-	24.3	31.8	-	2.7	3.3	37.8	62.1 ^{abcde}	89
19	Chloromethoxynil fb Piperophos./Dime.	326.7 ^{ab}	9.2	15.4	-	1.2	25.8	17.8	0.9	-	2.9	21.6	47.4 ^{abcd}	92
20	Chloronitrofen fb Piperophos./Dime.	766.7 ^{bcd}	66.7	20.9	-	0.7	88.3	9.7	0.4	-	4.6	14.7	103.0 ^{bcde}	82

a) Means within a column followed by the same letter(s) are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

b) Ec : *Echinochloa crusgalli* Beauv. var. *oryzicola* Ohwi.

Sh : *Scirpus hotarui* Ohwi.

Mv : *Monochoria vaginalis* Presl.

Ek : *Eleocharis kuroguwai* Ohwi.

Cs : *Cyperus serotinus* Rottb.

Pd : *Potamogeton distinctus* Benn.

SL-49(7G), Butachlor(3G)/Chloromethoxynil (6G), 그리고 조합處理에서는 Butachlor(6G) fb Perfluidone(5G) 處理區였다. 除草劑處理에 따른 雜草乾物重에 있어서 손除草區와 比較하여 統計的인 有意差를 나타내지 않는 處理는 單劑處理 中에는 Perfluidone(5G)과 Bifenox(7G)였으며 其他 單劑處理는 손除草區에 미치지 못하였다. 또한 混合劑處理에서는 모든 處理區가 손除草區와 有意差가 없었으며, 組合處理 中에는 Chloronitrofen(6G) fb Piperophos./Dimethametryne(5.5G)處理區만이 손除草區에 따르지 못하였으며 餘他的 組合處理는 손除草區와 統計的인 有意差가 없었다(表 4).

除草劑의 Combination type別로 殺草效果를 보면(表 4), 單一除草劑處理 中에서 殺草效果가 가장 좋았던 處理는 Perfluidone(5G) 處理區로서 벼 生育初期에 약간의 藥害가 있었으나 물수세미(表 4에서 多

年生雜草 中 其他草雜의 乾物重 모두 : 21.1g)를 除外한 모든 草種에 대하여 殺草效果가 優秀하였던 反面 Butachlor(6G)의 3 가지 劑型들은 올방개에 對하여, 또 Pyrazolate(10G)와 Chloromethoxynil(7G)處理는 피에 대하여 殺草力이 떨어졌다.

한가지 除草劑 劑型內에서 서로 다른 두가지의 有效成分이 含有된 混合除草劑를 處理한 境遇에는 大體로 殺草力이 優秀하였는데 이 中 Perfluidone(5G) + Chloromethoxynil(7G), Butachlor(3.5G)/SL-49(7G) 그리고 Butachlor(3G)/Chloromethoxynil(6G) 處理에서 殺草效果가 더 좋았다. Butachlor(3.5G)/Pyrazolate(6G) 混合劑는 Butachlor(6G)나 Pyrazolate(10G) 單劑보다, 그리고 Butachlor(3G)/Chloromethoxynil(6G) 混合劑는 Butachlor(6G) 또는 Chloromethoxynil(7G) 單劑보다 殺草效果가 더 優秀하였다. 이와같이 混合劑處理가 單劑處理보다 大體로 殺草効

果가 좋았던 것은 單一除草劑 即 한가지 有効成分으로 된 除草劑는 그 殺草範圍가 좁은 傾向인 反面에 混合除草劑는 主된 防除對象草種이 서로 다른 2가지 以上の 有効成分을 한 製劑內에 混合하므로써 그 殺草效果가 各各의 單一製劑들을 使用할 때보다 相加的 이거나 또는 相乘的인 效果가 있으며 또 殺草範圍(weeding spectrum)가 擴大되기 때문인 것으로 推측된다.^{15, 4, 5)} 山根²²⁾, 南¹³⁾, 孫¹⁸⁾ 등도 單一보다 混合劑의 殺草效果 增大를 認定하였는데 이로 보아 殺草幅이 서로 다른 두가지 以上の 藥劑를 混合하여 使用하면 單一除草劑만을 使用하는 것보다 殺草效果面에서 더 優秀할 것으로 推測된다.

또한, 移秧後 5일에 初期除草劑를 處理한 다음 移秧後 15~25일에 다시 生育中期除草劑를 使用하는 이른바 除草劑를 組合處理한 境遇에는 大體로 初期除草劑를 한번 處理하였을 때보다 殺草效果가 더 좋았는데 Butachlor(6G) fb Perfluidone(5G) 處理는 모든 草種에 대하여 殺草效果가 優秀하였으며 Perfluidone(5G)를 移秧後 15일에 處理하였기 때문에 藥害도 나타나지 않았다. Chloronitrofen(6G) fb Pipephos/Dimethametryne(5.5G) 處理는 除草效果가 다른 組合處理보다 약간 떨어졌는데 이는 Chloronitrofen(6G)을 初期處理하였을 때 피를 충분히 防除하지 못하였기 때문으로 推測된다. 西川¹⁴⁾, 金⁷⁾, 南¹³⁾ 등이 報告한 바에 依하면 機械移秧畝에서는 어린 苗을 低溫期에 早植하게 되므로 벼의 初期生育期間이 길어짐에 따라 雜草의 發生期間이 길어지고 發生量도 많아지기 때문에 移秧前後에 初期除草劑와 生育中期에 粒劑나 莖葉處理 除草劑를 組合하여 處理하는 것이 바람직한 除草體系라고 하였는데, 本試驗의 結果도 이들의 報告와 같은 傾向이었다.

한편 除草劑處理에 따른 雜草生體重을 表 4에서 보면, 全體 殘草量에 있어서 雜草生體重은 乾物重과 비슷한 傾向을 나타내었다.

以上の 結果로 보아, 單一除草劑의 使用보다는 殺草幅이 서로 다른 두가지 以上の 有効成分을 混合한 混合除草劑를 使用하는 것이, 또 벼 移秧前後에 除草劑를 한번 使用하는 것보다는 移秧前後와 生育中期에 除草劑를 두번 組合處理하는 것이 除草效果面에서 더 優秀할 것으로 思料된다.

3. 除草劑處理에 따른 草種別 優占度와 Simpson 指數

植生分布에 있어서 優占度(Importance value: I.V.)

란 한 群落內에서 어떤 草種이 어느 程度 優占하고 있는 가를 나타내는 것으로, Moody¹²⁾는 優占草種을 決定하는데 있어서 4가지 方法을 紹介하였는데 優占草種의 決定方法에 따라 Importance value의 計算方法이 달랐다.⁹⁾

即 ① Clip quadrat 方法에서는

$$I.V. = \text{relative dry weight}$$

② Quadrat 方法에서는

$$I.V. = \text{relative density} + \text{relative frequency} + \text{relative frequency abundance}$$

③ Point quadrat 方法에서는

$$I.V. = \text{relative coverage} + \text{relative frequency}$$

④ Line intercept 方法에서는

$$I.V. = \text{relative density} + \text{relative dominance} + \text{relative frequency}$$

를 利用하였다.

그런데 本試驗에서는 雜草를 採取할 때 現在 가장 많이 利用되고 있는 Clip quadrat 方法을 使用하였기 때문에 草種別 優占度는 relative dry weight를 適用하였다.

또한, 群落內에서 草種의 多樣化程度를 나타내는 指數로서 Brower와 Zar³⁾는 Margalef's index, Menhinick's index, Simpson's index 등을 紹介하였는데 本試驗에서는 이 중 많이 利用되고 있는 Simpson's index^{21, 3, 10)}를 適用하였다. Simpson 指數는 0~1의 範圍로 表示되고 있는데 이 指數가 클수록 群落內 全體草種의 優占도가 한 두 草種에 의하여 優占化되었다는 것을 나타내고, 반대로 이 指數가 적을수록 群落內에는 特定 優占草種이 없이 여러가지 草種이 多樣하며 고르게 分布되어 있다는 것을 意味한다.

除草劑 處理에 따른 Simpson 指數와 草種別 優占度는 表 5와 같았으며, 各 除草劑處理에서 優占順序대로 草種을 나타내면 그림 1과 같이 3가지 類型으로 分類할 수 있다. A型은 群落內 上位 2種의 優占草種이 約 70% 以上の 優占도를 나타낸 類型으로서 Butachlor impreg(6G)를 包含하여 12處理가 있었으며 A型에 屬하는 藥劑들의 Simpson 指數는 대체로 0.27~0.47의 範圍였다. B型은 單一草種의 優占도가 큰 反面에 나머지 草種의 優占도는 微微하게 나타난 類型으로서 群落內 單一草種의 優占도가 70% 以上을 차지하였는데 B型에 속하는 藥劑는 Butachlor(3.5G)/SL-49(7G) Butachlor(3.5G)/Pyrazolate(6G) 및 Perfluidone(5G) 處理였으며 이들 藥劑의 Simpson 指數는 各各 0.6460, 0.6032, 0.5042로 모

Table 5. Simpson's indices and importance values of weed species as affected by herbicide treatments.

No.	Treatment	Simpson's indices	Importance value (%)							
			<i>Ec</i> ^{a)}	<i>Sh</i>	<i>Mc</i>	<i>Lj</i>	<i>Ek</i>	<i>Cs</i>	<i>Pd</i>	Others
1	No weeding	0.7958	89	3	1	—	5	1	—	1
2	Hand weeding	0.4491	1	6	21	1	63	—	—	8
3	Butachlor impreg	0.3554	16	43	—	1	38	—	2	—
4	Butachlor sand	0.2726	5	25	4	1	43	5	13	4
5	Butachlor extrude	0.3610	7	53	1	1	26	5	7	—
6	Pyrazolate	0.3676	33	—	—	3	50	—	—	14
7	Chloromethoxynil	0.3326	50	18	—	1	5	9	7	10
8	Perfluidone	0.5042	4	—	—	6	19	—	1	70
9	Bifenox	0.4462	58	26	—	2	6	—	5	3
10	Butachlor/Pyrazolate	0.6032	2	4	—	2	77	2	—	13
11	Butachlor/Chloromethoxynil	0.3294	9	49	—	7	27	—	5	3
12	Butachlor/SL-49	0.6460	7	1	—	13	79	—	—	—
13	Butachlor/Naproanilide	0.2868	—	21	—	4	43	—	21	11
14	Perfluidone + Chloromethoxynil	0.2056	20	5	—	9	35	—	12	19
15	Butachlor fb Bentazon(E.C)	0.4682	23	4	—	5	64	—	4	—
16	Butachlor fb 2, 4-D amine(E.C)	0.3552	15	7	—	1	51	—	26	—
17	Butachlor fb Perfluidone	0.2199	33	3	—	18	22	7	17	—
18	Butachlor fb Bentazon(E.C)	0.4266	39	—	—	5	52	—	4	—
19	Chloromethoxynil fb Piperon/Dime.	0.2878	19	32	—	6	38	2	—	3
20	Chloronitrofen fb Piperon/Dime.	0.4742	65	20	—	4	10	—	—	1

a) *Ec*: *Echinochloa crusgalli* Beauv. var. *oryzicola* Ohwi.

Sh: *Scirpus hotarui* Ohwi.

Mc: *Monochoria vaginalis* Presl.

Lj: *Leersia japonica* Makino.

Ek: *Eleocharis kuroguwai*.

Cs: *Cyperus serotinus* Rottb.

Pd: *Potamogeton distinctus* Benn.

는 藥劑 중에서 가장 높았다. 이러한 B型에 속하는 除草劑들을 繼續 使用할 경우 優占된 單一草種의 防除을 위한 除草劑의 選擇이 容易하나 그 藥劑에 대한 低抗性을 지닌 問題雜草가 大量 發生될 可能性이 있을 것으로 보여진다. C型은 特定한 優占草種이 없이 여러가지 雜草가 多樣하게 分布되어 있는 類型으로서 Perfluidone(5G) + Chloromethoxynil(7G), Butachlor(6G) fb Perfluidone(5G) 및 Butachlor(4G)/Naproanilide(6G) 處理였으며 이들 藥劑의 Simpson 指數는 各各 0.2056, 0.2199, 0.2868로 가장 낮았다. C型과 같은 類型的 除草劑는 殺草幅이 넓으므로 防除率이 높은 藥劑와 混合 또는 組合 處理하면 優秀한 防除效果를 나타낼 것으로 思料된다.

以上에서와 같이(表 5, 그림 1) Simpson 指數로 본 除草劑 處理에 의한 草種의 多樣化 程度는 Simpson 指數가 높은 Butachlor(3.5G)/SL-49(7G), Butachlor(3.5G)/Pyrazolate(6G) 및 Perfluidone(5G)과 같은 除草劑는 雜草群落을 單純化시키는 傾向이며, 反面에 Simpson 指數가 낮은 Perfluidone(5G) + Chloromethoxynil(7G), Butachlor(6G) fb Perfluidone(5G), 및 Butachlor(4G)/Naproanilide(6G)와 같은 除草劑는 草種의 多樣化를 가져오는 傾向이었다.

4. 除草劑處理區간의 草種構成類似性係數

植生分布에 있어서 群落間的 草種構成이 서로 어느

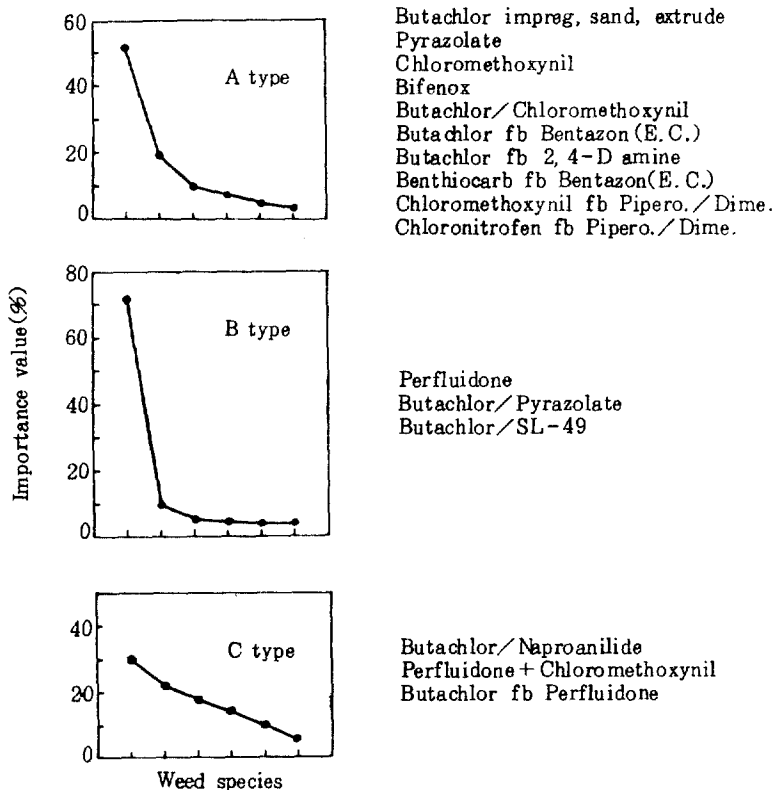


Fig. 2. Three types of importance values based on weed species order.

程度 비슷한가를 나타내는 방법으로서 Moody¹²⁾는 草種構成類似性係數(Coefficient of similarity)를 利用하였고, Brower와 zar⁹⁾는 Percent similarity, Morisita's index, Horn's index 등의 方法을 紹介하였는데 이 중 Coefficient of similarity와 Percent similarity는 同一한 方法이며, 本 試驗에서는 Coefficient of similarity^{12, 3, 10)}를 利用하였다. 草種構成

類似性係數는 0~100의 範圍로 나타내고 있는데, 類似性係數가 높을수록 群落間의 草種構成이 서로 비슷하다는 것을 나타내고 반대로 類似性係數가 낮을수록 群落間의 草種構成이 서로 다르다는 것을 意味한다. 單一除草劑處理區間의 草種構成類似性係數를 表 6에서 보면, 草種構成이 가장 비슷하였던 處理는 類似性係數가 높은 Butachlor(6G)의 3가지 劑型 및

Table 6. Coefficient of similarity(%) of the weeds growing among herbicides.

No.	Herbicide	Coefficient of similarity(%)						
		Herbicide						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Butachlor impreg(6G)	-						
2	Butachlor sand (6G)	72	-					
3	Butachlor extrude(6G)	79	71	-				
4	Pyrazolate(10G)	55	47	34	-			
5	Chloromethoxynil(7G)	42	41	43	42	-		
6	Perfluidone(5G)	25	25	25	35	13	-	
7	Bifenox(7G)	51	43	45	41	79	16	-

Bifenox(7G)와 Chloromethoxynil(7G)處理였으며, 반대로 草種構成이 크게 달랐던 處理는 類似性係數가 낮은 Perfluidone(5G)과 Chloromethoxynil(7G) 및 Butachlor(6G) 3가지 劑型이었으며, Perfluidone(5G)은 他 除草劑와의 類似性係數가 모두 낮은 傾向이었다. 이와같이 Butachlor(6G)의 3가지 劑型間에 類似性係數가 높았던 것은 이들 藥劑가 모두 amide系의 同一 有效成分을 含有한 藥劑였으며, 또 Bifenox(7G)와 Chloromethoxynil(7G) 處理間에 類似性係數가 높았던 것도 이들 두 藥劑가 모두 diphenylether系의 除草劑였기 때문으로 推測된다. 또한 Perfluidone(5G)과 다른 除草劑間의 類似性係數가 낮았던 것은 Perfluidone(5G) 處理區에서는 물수세미의 優占도가 70%로 아주 높았으나 다른 除草劑處理區에서는 물수세미가 없거나 그 優占도가 극히 낮았기

때문으로 思料된다.

이러한 草種構成類似性係數가 意味하는 것은 除草效果를 높이기 위하여 混合除草劑를 만들거나, 除草劑를 混合 또는 組合處理할 때 草種構成類似性係數가 낮은, 다시 말하면 草種構成이 서로 크게 다른 藥劑와 混合 또는 組合處理하면 殺草效果 및 殺草幅을 더욱 높일 수 있다는 것을 뜻한다. 이와같이 草種構成類似性係數는 除草劑를 混合 또는 組合處理할 때 藥劑選擇에 必要한 情報를 提供해 줄 수 있는데 반드시 雜草防除率이 높으면서 草種構成이 크게 달라야 할 것이다.

本試驗의 結果 중에서 草種構成類似性係數로 볼 때 除草效果를 가장 높일 수 있는 藥劑는 草種構成이 크게 달랐던 Perfluidone(5G)과 Chloromethoxynil(7G), Bifenox(7G) 및 Butachlor(6G)의 混合除

Table 7. Crop injury, plant characters and yield of rice as affected by herbicide treatments.

No.	Treatment	Crop ^b injury (0-9)	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of panicles per m ²	Yield in ^c brown rice (kg/10a)	Yield index
1	No weeding ^v	0	—	—	—	0 ^h	0
2	Hand weeding	0	62.7	22.8	343	613 ^{abc}	100
3	Butachlor impreg	1	64.4	23.6	321	505 ^{odef}	82
4	Butachlor sand	1	65.1	22.3	286	496 ^{def}	81
5	Butachlor extrude	1	63.7	23.8	303	479 ^{ef}	78
6	Pyrazolate	1	62.4	23.9	276	388 ^{fg}	63
7	Chloromethoxynil	1	62.3	23.2	294	355 ^g	58
8	Perfluidone	2	62.9	24.1	335	635 ^{ab}	104
9	Bifenox	1	61.9	22.9	340	567 ^{abcd}	92
10	Butachlor/Pyrazolate	1	61.8	22.1	287	547 ^{abcde}	89
11	Butachlor/Chloromethoxynil	2	64.3	23.6	341	628 ^{ab}	102
12	Butachlor/SL-49	2	62.2	23.9	323	557 ^{abcde}	91
13	Butachlor/Naproanilide	2	64.2	23.0	290	503 ^{def}	82
14	Perfluidone + Chloromethoxynil	2	64.4	23.1	349	600 ^{abcde}	98
15	Butachlor fb Bentazon (E. C.)	1	64.6	23.6	361	629 ^{ab}	103
16	Butachlor fb 2,4-D amine (E. C.)	2	61.8	24.2	285	555 ^{abcde}	91
17	Butachlor fb Perfluidone	1	64.7	23.8	368	658 ^a	107
18	Benthiocarb fb Bentazon (E. C.)	1	63.1	24.0	343	583 ^{abcde}	95
19	Chloromethoxynil fb Piperone./Dime.	1	65.1	23.0	324	514 ^{bcde}	84
20	Chloronitrofen fb Piperone./Dime.	1	65.4	23.7	319	553 ^{abcde}	90

a) Complete lodging

b) 0 : No injury, 9 : Complete kill

c) Means within the column of yield in brown rice followed by the same letter(s) are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

5. 벼 生育 및 收量

本 試驗 處理 中에 無除草區는 피가 茂盛하여 出穗 以前에 이미 벼가 완전히 倒伏되었기 때문에 벼의 生育 程度나 收量을 調査할 수 없었다.

除草劑處理에 다른 벼 生育과 收量을 表 7에서 보면, 稈長은 손除草區에 비하여 Butachlor sand(6G), Chloromethoxynil(7G) fb Piperophos/Dimethametryne(5.5G) 및 Chloronitrofen(6G) fb Piperopos/Dimethametryne(5.5G) 處理區에서 약간 길어지는 듯 하였으며, 單位面積當 穗數는 손除草區에 비하여 Butachlor(6G) fb Bentazon(40 E.C)과 Butachlor(6G) fb Perfluidone(5G) 處理區에서는 많은 편이었고 Pyrazolate(10G) 處理區에서 가장 적었다.

벼의 收量이 손除草區와 비슷하였던 處理는 單一 除草劑處理 中에서는 Perfluidone(5G), 混合除草劑 處理에서는 Butachlor(3G)/Chloromethoxynil(6G)과 Perfluidone(5G)+Chloromethoxynil(7G), 그리고 組合處理에서는 Butachlor(6G) fb Bentazon(40 E.C)과 Butachlor(6G) fb Perfluidone(5G) 處理 區였다. 또한 벼 收量이 손除草區와 統計的인 有意 差를 나타낸 다시 말해서 손除草區와 類似하지 못한 處理는 單劑處理 中에서는 Chloromethoxynil(7G)을 包含한 4處理, 混合劑處理에서는 Butachlor(4G)/Naproanilide(6G) 處理였으며, 組合處理에서는 없었다(表 7).

Table 8. Relationships between rice yield and weed number and weed weight.

Weed number & weight	Yield in brown rice	
	Correlation coefficient(r)	Linear regression equation(\hat{y})
Weed number	-0.7431**	$\hat{y}=647.2-0.843x$
Weed fresh weight	-0.8719**	$\hat{y}=620.8-0.157x$
Weed dry weight	-0.8713**	$\hat{y}=619.5-1.089x$

** significant at the 1% level.

한편, 벼 收量(玄米重)과 單位面積當 雜草의 個體 數, 生體重, 및 乾物重과의 相關關係를 表 8에서 보면 이들 사이에는 모두 높은 負의 相關이 있었는데, 收量에 대하여 雜草의 生體重 및 乾物重이 個體數보다 더 높은 相關關係를 나타내었으며, 雜草의 生體重과 乾物重은 收量에 대하여 거의 같은 相關을 보여 주었다.

本 試驗은 1981年 作物試驗場 畚作圃場에서 Indica × Japonica 遠綠交雜種인 太白벼(水原 287號)를 機械移秧하여 除草劑의 殺草效果 增大를 위한 基礎 研究로서 除草劑種類에 따른 草種의 多樣化와 草種 構成의 類似性程度를 調査, 分析하여 除草劑를 混合 또는 組合處理하거나 混合除草劑를 만들 때 藥劑 選擇에 必要한 情報를 얻고자 優占草種이 피, 올방개, 올챙고랭이이며 이들의 優占度가 各各 89%, 5%, 3%였던 試驗圃場에서 實施하였던 바 그 結果를 要約 하던 다음과 같다.

1. 藥害는 混合除草劑가 單一除草劑에 비하여 더 많은 傾向이었다.

2. 單一除草劑의 使用보다는 殺草 spectrum이 서로 다른 두가지의 有效成分을 混合한 混合除草劑를 使用하는 것이, 또 벼 移秧 前後에 除草劑를 한번 使用하는 것보다는 移秧前後와 生育中期에 除草劑를 두번 組合處理하는 것이 除草效果面에서 더 優秀하였다.

3. 除草劑處理에 의한 草種의 多樣化 程度는 Simpson 指數가 높은 Butachlor(3.5G)/SL-49(7G), Butachlor(3.5G)/Pyrazolate(6G) 및 Perfluidone(5G)과 같은 除草劑는 雜草群落을 單純化시키는 傾向이며, Simpson 指數가 낮은 Perfluidone(5G)+Chloromethoxynil(7G), Butachlor(6G) fb Perfluidone(5G), 및 Butachlor(4G)/Naproanilide(6G)와 같은 藥劑는 草種을 多樣化시키는 傾向이었다.

4. 草種構成類似性係數로 볼 때 除草效果를 가장 높일 수 있는 藥劑는 草種構成이 크게 달랐던 Perfluidone(5G)과 Chloromethoxynil(7G), Bifenox(7G) 및 Butachlor(6G)의 混合除草劑로 推定되며, Perfluidone(5G)은 他 藥劑와의 類似性係數가 大體로 낮은 傾向이었다.

5. 除草效果가 優秀하고 벼 收量(玄米重)이 손除草區와 비슷하였던 處理는 Perfluidone(5G), Butachlor(3G)/Chloromethoxynil(6G), Perfluidone(5G)+Chloromethoxynil(7G), Butachlor(6G) fb Bentazon(40 E.C) 및 Butachlor(6G) fb Perfluidone(5G) 處理였다.

引用 文 獻

1. 安壽奉·金昭年(1974) 除草劑連用에 의한 논雜

- 雜群落의 變化 調査. 作物試驗場 試驗研究報告書 (水稻): 486~494.
2. Ashton, F. M. and A. S. Crafts(1973) Mode of action of herbicides. Wiley-Interscience.
 3. Brower, J. E. and J. H. Zar(1977) Field and laboratory methods for General Ecology: 136~142.
 4. 千坂英雄(1973) 等効果線法による除草剤混用の相互作用の檢定一考元方と利用のしかた一. 雜草研究 15: 16~20.
 5. 千坂英雄(1975) 等効果線法による除草剤の相互作用檢定の實驗例. 雜草研究 19: 72~77.
 6. 笠原安夫(1962) 雜草の特性と雜草害. 作物大系 14-I: 1~88.
 7. 金帝圭・金東秀・李鍾薰・姜炳華(1979) 機械移秧畝에서 水稻와 雜草와의 競合時期에 關한 研究. 農事試驗研究報告 21(作物): 131~144.
 8. 金純哲・金帝圭・李壽寬(1980) 優占草種 決定方法에 關한 研究. 嶺南作物試驗場 試驗研究報告書(水稻): 475~480.
 9. 金純哲・許 燁・鄭奎鎔(1975) 畝雜草防除에 關한 研究. 農事試驗研究報告 17(作物): 25~35.
 10. Kim, S. C. and Keith Moody(1980) Types of weed community in transplanted lowland rice and relationship between yield and weed weight in weed communities. J. Korean Soc. Crop Sci. 25(3): 1~8.
 11. 李鍾薰・姜炳華(1978) 除草剤處理에 의한 土性別 畝 品種間 藥害反應試驗. 作物試驗場 試驗研究報告書(水稻): 431~443.
 12. Moody, Keith(1978) Weed vegetation analysis. Lecture presented to participants attending a 6 month cropping systems training program, Sep. 25, 1978~Mar. 16, 1979, held at the Int. Rice Res. Inst., Los Baños Laguna, Philippines. 139.
 13. 南年祐・朴錫洪・朴魯豐・李宗永・卞鍾英(1979) 水稻 機械移秧栽培에 있어서 雜草防除에 關한 研究. 農事試驗研究報告書 21(作物): 73~79.
 14. 西川廣榮・高林 實・工藤 純(1971) 水稻稚苗の機械化移植栽培における雜草防除. 第一報 除草體係確立のための素材研究. 雜草研究 11: 14~18.
 15. 農村振興廳(1979) 韓國의 논 雜草(天然色寫眞, 解說 및 그 防除). 89~102.
 16. 農藥工業協會(1981) 農藥年報.
 17. 沈利星・卞鍾英・朴錫洪(1979) 水稻 品種別 除草劑 藥害反應 試驗. 湖南作物試驗場 試驗研究報告書: 285~295.
 18. 孫 洋・金純哲・張映熙・李壽寬(1979) 除草劑連用이 논 雜草 群落變化에 미치는 影響. 嶺南作物試驗場 試驗研究報告書(水稻): 400~411.
 19. Steel, R. G. D. and J. H. Torrie(1960) Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. : 107~109.
 20. Tomkins, D. J. and W. F. Grant(1977) Effects of herbicides on species diversity of two plant communities. Ecology 58: 398~406.
 21. Whittaker, R. H. (1965) Dominance and diversity in land plant communities, Numerical relations of species express the importance of competition in community function and evolution. Science 147: 250~260.
 22. 山根國男・越生博次・高見武夫(1975) 水稻乾田直播栽培における propanil と benthocarb 混用處理の實用化. 雜草研究 19: 57~64.