

機械移秧畝과 손移秧畝間의 雜草發生生態 差異

金純哲·崔忠惇·李壽寬*

Weed Dynamics in Hand-and Machine- Transplanted Lowland Rice

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

ABSTRACT

The effect of transplanting method of rice seedlings on weed occurrence was investigated at the Yeongnam Crop Experiment Station in 1983. Rice was transplanted by hand and machine and eleven common herbicides were applied. The greatest weeds were harvested from the plot that rice was not transplanted and more weeds encountered at machine transplanted plot than hand transplanted plot. The degree of weed suppression by rice plant itself was 50% for machine transplating and 55% for hand transplanting, respectively. Simpson index and community dominance of weed species were the highest in hand transplanting and followed by machine transplanting and no rice plot in order. Rice grain yield was exponentially correlated with the amounts of weed occurrence and more yield loss exhibited at machine transplanting than hand transplanting in the same amount of weeds. In the herbicidal activity, most of herbicides performed better at hand transplanting than machine transplanting while the degree of difference between transplanting methods varied depend on herbicide used.

Key words: hand-transplanting, machine-transplanting, weed dynamics.

緒 言

1970年代 급속한 經濟成長에 따라 農村 勞動力의 都市流出로 1972年 農村人口는 全國民의 44%이였으나 1982년에는 25%로 減小하였고, 또한 農村 勞動力의 老齡化와 婦女化, 勞賃 上昇 등으로 勞動力 不足現象은 深刻하게 되었다.(MAF Korea,1983) 더우기 嶺南地域은 傳統的으로 쌀-보리, 밀(米-麥) 2毛作地帶가 많아 水稻收穫期와 麥類 播種期 水稻 移秧期와 麥類 收穫期에 集中的으로 勞動力이 要求되기 때문에 勞動力 不足現象은 1毛作地帶에 比하여 더욱 큰 問題點이 되고있다. 이와 같은 問題點을 解決하기위한 하나의 手段으로 우선 全體

水稻作 生産勞動力의 16%(Ham, 1982)를 차지하고 있는 移秧作業을 機械化 하기 爲하여 1977년부터 移秧機를 擴大普及하기 始作하여 1983년에는 約 170,000 ha가 機械移秧 되었고, 政府에서는 1987년까지 機械移秧 栽培面積을 水利安全畝面積의 約 80% 水準까지 擴大할 計劃에 있다.

水稻作 栽培에서 雜草防除를 爲해 投下되는 勞動力은 全體 勞動力의 約 11%에 이르며, 지금까지 butachlor, thiobencarb, nitrofen 등과 같은 優秀한 除草劑가 開發되어 農家に 普及되므로서 除草 勞力을 크게 輕감시켰다. 그러나 손이양과 機械移秧 栽培는 못자리 期間中の 生育環境과 移秧당시 苗生育量의 差異, 물管理, 뿌리절단有無 등 移秧당시 苗 生育 環境의 差異로 機械移秧畝에서는 除草劑에 의

* 嶺南 作物 試驗場.

* Yeongnam Crop Experiment Station, Milyang 605, Korea.

한 藥害가 發生하기 쉽다.

무엇보다도 지금까지 機械移秧畚 雜草防除에 관한 研究는 部分的으로 除草劑 選拔을 위주로한 研究가 단 편적으로 보고되었으나 (kim, 1983) 손 移秧畚에 比해서는 極히 미흡한 實情이다.

이 보고는 機械移秧과 손 移秧畚에서의 雜草發生 生態를 比較하고 主要 優良除草劑에 對한 除草效果 差異를 檢討하였다.

材料 및 方法

1983年 農村振興廳 嶺南作物試驗場 水稻試驗圃場에서 統一型 品種인 삼강벼를 供試하여 5月28日 손 移秧과 機械移秧을 하였다. 손 移秧 苗는 4月18日에 m^2 當 80 g 播種하여 保溫절충식 못자리로 管理하였으며, 機械移秧 育苗는 4月28日에 箱子當 130 g을 播種하여 保溫절충모판에서 育苗管理하였다. 栽植距離는 機械移秧은 $30 \times 14 cm$ 로 하고 손 移秧도 같은 栽植距離로 하였으며 株當 本數는 3本植으로 하였다. 施肥量은 窒素, 磷酸, 加里를 各各 ha 當 180, 130 kg 를 施用하였으며 磷酸과 加里는 全量기비로 使用하였다. 窒素는 50%를 基肥로, 전충施肥하고 分蘖肥는 移秧後 10日에 穗肥는 出穗前 25日에 各各 20%, 나머지 10%는 出穗期에 施用하였다. 試驗區配置는 亂塊法 3反復으로 實施하였으며 벼生育形質 및 收量形質에 關한 調查는 農村振興廳 農事試驗研究 調查基準 (1983)에 따랐으며, 雜草

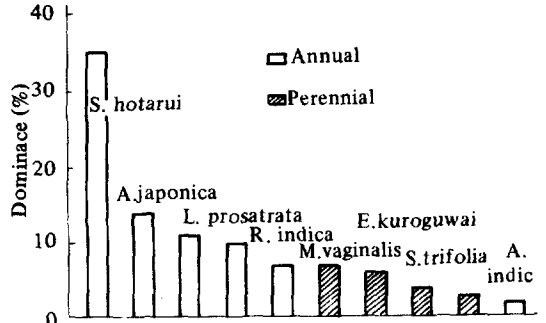


Fig. 1. Weed community type of experimental farm. YCES, 1983.

調查는 移秧後 40일과 벼 出穗期에 試驗區當 $0.1 m^2$ ($0.5 \times 0.2 m$) quadrat로 3回 採取하여 草種別로 分類한다음 乾燥機에서 乾燥後 m^2 當으로 환산하였다. 除草劑는 表1과 같이 現在 移秧畚에서 많이 使用되고 있는 butachlor, thiobencarb, bifenox, oxadiazon 등 11種을 移秧前 2日과 移秧後 5日에 추진時期와 (農藥協會 1983) 추진量에 맞춰 처리하였다. 한편 雜草發生 生態比較를 爲해 使用된 草種 多樣化지수와, 群落指數는 Simpson指數(1947)와 McNaughton(1968) 方法을 利用하였고 草種의 優點度 (SDR, Summed Dominance Ratio) 算出은 Numata(1971) 方法에 依해 本數와 乾重을 利用한 two-factor SDR을 利用하였다. 기타 벼生育 및 收量形質 調查는 農村振興廳 農事試驗研究調查 基準 (農振廳 1983)에 따랐다.

Table 1. Herbicide used and method of application. YCES, 1983.

Herbicide	Dosage (kg ai/ha)	Time of Application
1. ACN/MCPB/nitrofen (5/5/0.6G)	3.18	5 DAT
2. Bentazon (40 Liq)	1.6	25 DAT
3. Bifenox (7G)	2.1	5 DAT
4. Butachlor (33 E.C)	1.65	2 DBT
5. Butachlor (6G)	1.8	5 DAT
6. CG 113 (2G)	0.6	5 DAT
7. CG 113/oxadiazon (8/8 E.C)	0.8	2 DBT
8. Oxadiazon (12 E.C)	0.6	2 DBT
9. Perfluidone (5G)	1.0	5 DAT
10. Piperophos/dimethametryne (4.4/1.1G)	1.1	5 DAT
11. Thiobencarb (7G)	2.1	5 DAT

* DAT = Day after transplanting

DBT = Day before transplanting

G = Granule.

EC = Emulsifiable concentrate.

Liq = Liquid

結果 및 考察

試驗 圃場의 土壤은 덕평동으로 우리나라 全國은 土壤 平均値에 比해 磷酸含量이 월등히 높고 珪酸含量은 20 ppm 높으나 칼슘, 마그네슘,加里온은 낮은편에 속한다(表 2). 한편 圃場의 雜草發生 상태는 1年前부터 1年生 및 多年生 雜草의 種子와 地下莖을 採取하여 試驗圃場에 뿌려주고 벼를 심지 않은 상태로 雜草發生을 助長시켰던 關係로 雜草發

生量이 移秧後 40日 당시 m^2 當 8326本, 乾物量은 1643 g 이었고 草種도 10種以上 比較的 高르게 分布되었는데 主要優點草種과 優點度는 그림 1과 같다. 優點度코본 1年生과 多年生の 發生比率은 79 : 20 %였고, 가장 優點度가 높았던 雜草는 올챙고랭이로서 全體 發生量의 35 %이었고 다음은 사마귀풀, 여뀌바늘, 마디꽃, 물달개비가 各各 7-14 %의 發生比率을 보였고, 多年生 雜草中에서는 올방개, 너도방동산이, 울미, 벼풀이 各各 3 - 7 %의 發生比率을 보였다.

Table 2. Analysis of soils in the experimental area. YCES, 1983.

Classification	Soil series	PH (1:5)	OM ((%)	P ₂ O ₅ (ppm)	SiO ₂ (ppm)	Exch. Cation (meq/100g)		
						Ca	Mg	K
Experimental farm	Deogpyeong	5.3	2.94	152	87	3.20	0.97	0.13
National average (Hong, 1972)	-	5.5	2.60	60	67	4.50	1.80	0.23

雜草發生生態

移秧方法에 따른 雜草發生 生態를 移秧後 40日에 無除草區에서 調査하였다. 表 3에서 보는바와 벼를 재배하지 않은 區에서 같이 雜草發生量은 벼를 栽培하지 않은區에서 m^2 當 發生本數는 8326本, 乾物量은 1643 g 로 가장 많이 發生하였고, 그다음으로 機械移秧, 손移秧 순으로 손移秧區에서 가장적었다. 雜草發生量에 의한 防除效果를 移秧方法別로 보면 벼 栽培 自體에 의한 雜草發生 抑制效果는 機械移秧 栽培區는 약 50 %, 손移秧 栽培區는 약 55 %로서 손移秧 栽培區에서 약 5 % 더 높았다. 한편 草種의

多樣化와 雜草群落形內에서 優點度의 分布를 나타내는 Simpson 指數와 群落優點度 (Community dominance)를 보면 Simpson 指數는 손移秧區, 機械移秧區, 自然방임구 順으로 높게 나타났고, 群落優點도와 같은 傾向으로 나타났다. 이것을 바꾸어 말하면 雜草發生은 벼를 심지않고 自然狀態 그대로 방치해두면, 어느 特定 雜草에 傾向하여 優點하는 것이 아니고 優點度는 여러 草種에 依해 나누어 진다는것을 意味하고 機械移秧보다는 손移秧으로 바뀔에 따라 群落優點度는 점차 特定草種으로 치우쳐 特定草種이 優點化된다는 것으로 생각할 수 있다. 移秧方法別 草種構成을 보면 그림 2와 같이 손移秧畝에서

Table 3. Weed occurrence, simpson index and community dominance in different transplanting methods. YCES, 1983.

Transplanting method	Hand	Machine	No rice
Weed weight (g/m ²)	740.8	843.4	1,643.4
Weed number (no/m ²)	3,864	4,152	8,326
Control rate			
weight	55	49	0
number	54	50	0
Simpson index	0.321	0.232	0.182
Community dominance (%)	66	57	49

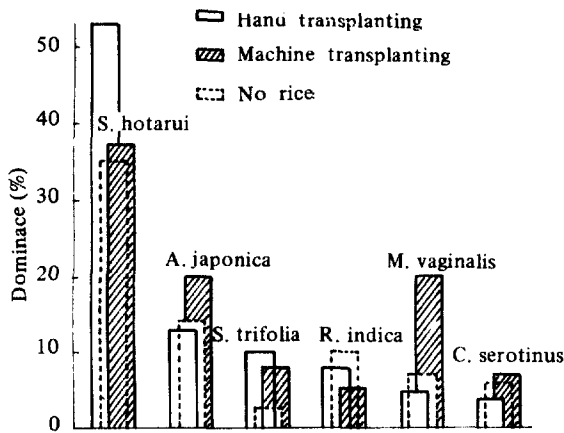


Fig. 2. Dominant species as affected by transplanting method. YCES, 1983.

는 방동산이 科 雜草인 울챙고랭이가 全體 發生 雜草量의 53%나 차지하여 손移植을 함으로써 울챙고랭이가 다른 雜草에 비해 相對的으로 增加되고 있음을 보여주고 있고, 機械移植에서는 廣雜草인 사마귀풀과 물달개비의 發生이 相對的으로 增加함을 보여준다. 따라서 손移植보다 機械移植에서 雜草發生量이 더 많고, 더 多樣化 되었는지를 생각할 필요가 있다. 우선, 못자리期間中の 生育環境 및 移植당시 苗生育 狀態와 本畚管理를 들 수 있다. 表 4에서 보는 바와 같이 이것은 못자리期間과 못자리期間中の 苗生育 環境이 다르기 때문이다. 一般 관행 못자리 方法인 保溫 절충 못자리 方法에 비해 機械移植은 제한된 箱子內에서 一般관행못자리보다 9 배나 많이 播種되는 극히 密播로 播種되고, 상토도 극히 제한되어 있기때문에 극도로 연약하게 자랄수

Table 4. Comparison of some characters affecting seedling vigour between conventional seedbed and seedling box.

Item	Hand Transplanting	Machine Transplanting
Seeding rate (g/m ²)	80	722
Fertilizer (g/m ²) N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	12-12-12	22-22-22
Root condition during transplanting	Un-clipped	Clipped
Planting depth (cm)	4.9	2.1
Water depth at transplanting (cm)	5-7	1-2
Height (cm)	26.9	19.7
Seedling age (day)	40	35
Leaf stage	5.9	4.9
Tiller number	0.4	0
Dry weight (g/100 seedling)	5.9	1.4
Leaf area (cm ²)	32.9	11.3

밖에 없게 된다. 따라서 移植당시 苗生育상태는 손移植 移植보다 機械移植은 葉齡도 1葉어리고 草長, 乾物重, 葉面積이 월등히 떨어진다. 그리고 本畚에서의 生育環境은 機械移植은 移植前에 뿌리를 잘 단한 상태로 알게 移植되고 물도 극히 얇게 대기 때문에 活着도 늦고, 除草劑에 對한 藥害도 일으킬 可能性이 커지고 雜草發生도 促進시키게 되는 原因이 된다. 한편 本畚生育期間中에 벼가 Canopy를 形成하여 투광을 차단하는 期間이 손移植栽培보다 機械移植栽培에서 훨씬 더 길어지게 된다.

한편 除草劑 處理에 의한 雜草發生 生態 調査 結

과를 보면 表 5에서와 같이 除草劑 種類에 따라 정도 的 差異는 있으나 대체로 機械移植은 손移植보다 雜草發生數도 많고 乾物量도 무거웠다. 한편 Simpson 指數와 群落優點度에서도 除草劑 種類에 따라 다소 差異는 있으나 대체로 손移植은 機械移植보다 Simpson 指數도 높고 群落優點도 높게 나타났다. 바꾸어 말하면 機械移植에서 發生되는 雜草가 손移植보다 더 多樣하고 優點도가 特定草種에 치우치는 정도가 손移植보다 낮다는 것을 意味한다. 使用된 除草劑中에서 機械移植과 손移植 畚間的 雜草發生量 差異가 比較的 적었던 除草劑는

Table 5. Weed occurrence, Simpson index and Community dominance as affected herbicide application. YCES, 1983.

Weeding regime	Hand Transplanting				Machine Transplanting				Difference			
	No. (m ²)	Dry wt (g/m ²)	Simpson index	Community dominance	No. (m ²)	Dry wt ((g/m ²))	Simpson index	Community dominance	No. ((m ²))	Dry wt (g/m ²)	Simpson index	Community dominance
ACN/MCPB/nitrofen	933	176	0.408	78	1028	197	0.376	72	95	21	-0.032	-6
Bentazon	721	109	0.476	93	1240	143	0.440	79	519	34	-0.036	-14
Bifenox	666	160	0.483	92	906	184	0.324	70	240	24	-0.159	-15
Butachlor (G)	994	175	0.406	82	1020	212	0.302	77	26	37	-0.104	-5
Butachlor (E.C)	900	180	0.391	89	1057	186	0.378	91	157	6	-0.013	2
CG 113	760	217	0.484	88	1147	234	0.277	71	387	17	-0.207	-7
CG 113/oxadiazon	887	141	0.471	86	860	151	0.463	82	-27	10	-0.008	-4
Oxadiazon	413	187	0.306	74	673	213	0.223	61	280	26	-0.083	-13
Perfluidone	793	145	0.347	83	1568	154	0.242	60	775	9	-0.105	-23
Piperophos/dimethametryne	934	173	0.541	87	1060	188	0.342	71	126	15	-0.199	-16
Thiobencarb	974	190	0.536	90	1721	236	0.384	87	747	46	-0.152	-3
Average	816	168	0.44	85	1116	191	0.34	75	302	22	-0.10	-9

雜草發生量과 벼收量

雜草發生量과 벼收量과의 關係는 移秧方法에 關係 없이 雜草乾物重 또는 雜草發生數 다같이 벼收量과 는 指數函數의인 關係를 보였다.(그림 3, 4)

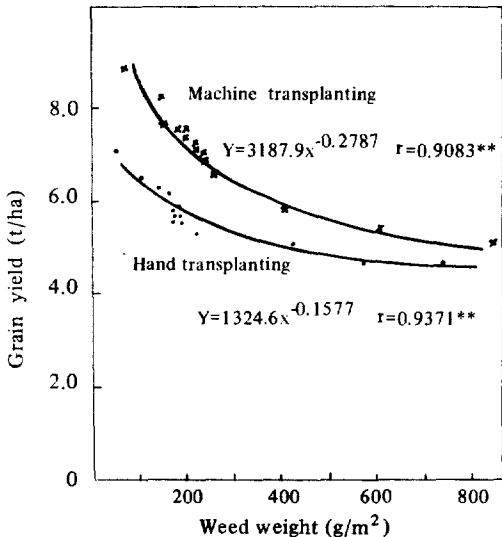


Fig. 3. The relationship between weed weight and grain yield in association with transplanting method. YCES, 1983.

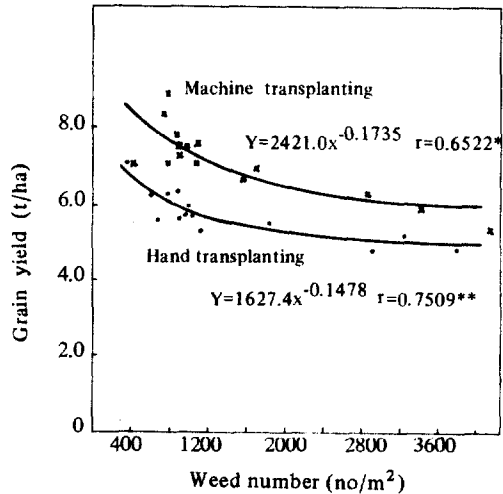


Fig. 4. The relationship between weed number and grain yield in association with transplanting method. YCES, 1983.

즉 벼收量은 雜草發生量이 增加함에 따라 급속도로 減小하나 雜草發生量이 每當 乾物量 300 g 또는 1,000本 以上부터는 收量減小정도가 완만해지는 關係를 나타내었다. 지금까지 보고된 雜草發生量과 벼收量과의 關係에 있어서는 직선적인 關係가 있다는

報告(孫等 1981 Kim, and-Moody 1980, Arai 1967)와指數函數의인關係가 있다는報告가 있다.(Kim 1979, Yamagishi et al 1978) 그러나 이들 보고들을綜合하여 보면 研究者에 따라 雜草調査 時期가 달라 正確히 말할 수는 없으나 대체로 m^2 당 雜草發生量이 乾物量으로 300-400 g까지는 직선적인關係가 成立되고 그以上일때는 曲線의인關係가 成立되는 것으로 보여진다. 앞에서 언급한 바와 같이 本 試驗이 遂行된 圃場이 1年間 雜草發生을 助長시켰던 關係로 雜草發生量이 一般 보통畝 보다 是 극단적으로 많은 畝에 속하였다. 이와같은 理由로해서 이 試驗에서는 指數函數의인關係를 보인 것으로 생각된다. 以上の 關係式에서 雜草發生量에 따른 벼收量減小정도를 산출한 結果는 表6 및 表7과 같다. 表6에서 보면 雜草發生量에 따른 벼收量減小정도는 손移秧畝보다 機械移秧畝에서 높았는데 雜

草發生量이 m^2 당 300 g일 경우 벼收量 減小정도는 손移秧區가 26% 機械移秧區가 32%이었다. 한편 雜草발생數와 벼收量과의 關係에 있어서도 비록 關係式 成立이 雜草重量보다는 다소 떨어지며 雜草重量과는 달리 같은 雜草發生數에 있어서는 機械移秧畝와 손移秧畝間의 減收量 差異가 크지 않았다(表7). 이것은 벼收量 減小는 雜草發生數보다는 單位面積當 雜草重量에 더 크게 影響을 받기 때문이며, 單位面積當 生産할 수 있는 總乾物重은(Carrying Capacity) 雜草發生數가 어느水準을 넘어서면 雜草發生數 增加에 따른 總乾物重 增加는 더 이상 없게 된다. 이와 같은 結果로 보아 移秧方法에 있어 機械移秧畝에서 손移秧과 같은 數의 雜草가 發生한다고 하더라도 雜草가 生育할 수 있는 環境條件이 손移秧畝 보다 是 좋기때문에 雜草乾物重이 더 무거워질 것으로 보여진다.

Table 6. Percentage of grain yield loss as affected by weed weight in association with transplanting method. YCES, 1983.

Transplanting method	Yield loss (%)											
	Weed weight (g/m ²)											
	10	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800
Hand	3	10	15	19	22	24	26	28	30	33	34	35
Machine	3	11	18	23	26	30	32	35	38	41	43	46

Table 7. Percentage of grain yield loss as affected by weed number in association with transplanting method. YCES, 1983.

Transplanting method	Yield loss (%)					
	Weed number (no/m ²)					
	50	100	500	1000	1500	4000
Hand	2	4	14	20	24	33
Machine	2	5	15	21	26	36

벼生育 및 收量

除草方法別 벼生育 및 收量差異를 表8에서 보면 벼出穗期는 機械移秧區가 손移秧區보다 약 7日늦고 株當 穗數는 機械移秧區가 1~3個 더 많았다. 그

러나 기타 生育 및 收量構成要素는 移秧方法間에 큰 差異가 없었으며, 벼收量은 機械移秧區가 全般적으로 손移秧區 보다 높았다. 한편 無除草區의 收量을 손除草區에 對한 收量指數로 볼때 放任區의 벼收量 減小는 機械移秧畝가 41%, 손移秧畝가 33%로 雜

草에 의한 減收率이 機械移秧畝이 7% 더 높게 나타났다. 除草劑 種類別로는 機械移秧畝과 손移秧畝 間的 雜草發生에 의한 收量減小差異는 뚜렷한 경향이 없었다.

Table 8. Agronomic traits, grain yield and yield components in association with weeding regime and transplanting method, YCES. 1983.

Weeding Regime	Transplanting method	Heading date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Panicle number (no/hill)	Spikelet number (no/panicle)	Filled grain ratio (%)	Grain yield (t/ha)	Yield index
ACN/MCPB/nitrofen	hand	8.8	77.2	21.4	12.1	108.3	92.1	5.71	81
	machine	8.15	77.7	22.2	15.5	102.9	91.7	7.48	85
Bentazon	hand	8.8	78.5	21.8	11.8	117.9	90.8	6.62	94
	machine	8.16	77.1	22.1	13.7	125.6	89.6	8.27	93
Bifenox	hand	8.8	79.9	21.6	12.5	109.0	92.1	6.21	88
	machine	8.15	78.3	22.1	15.4	110.0	87.9	7.49	85
Butachlor (G)	hand	8.8	76.9	22.4	12.8	101.6	91.0	5.90	83
	machine	8.16	78.1	21.8	14.3	109.9	91.2	7.25	82
Butachlor (E.C)	hand	8.8	77.8	27.2	13.5	104.8	89.8	5.95	84
	machine	8.16	78.4	22.0	13.9	119.0	89.5	7.53	85
CG 113	hand	8.9	76.2	22.5	11.7	107.9	92.1	5.38	76
	machine	8.15	79.8	22.4	14.2	118.6	87.6	7.04	80
GG113/oxadiazon	hand	8.9	77.7	22.2	12.5	112.9	91.3	6.32	89
	machine	8.16	77.7	22.5	14.0	118.0	91.7	7.71	87
Oxadiazon	hand	8.9	76.9	21.3	12.9	106.0	89.6	5.58	79
	machine	8.16	79.0	22.5	15.1	103.2	88.0	7.06	80
Perfluidone	hand	8.9	78.1	22.1	13.5	104.7	92.1	6.17	87
	machine	8.16	79.8	21.9	14.0	104.9	90.4	6.62	75
Piperophos/dimethametryne	hand	8.9	78.2	22.0	11.2	116.0	90.8	5.66	80
	machine	8.15	78.1	22.4	12.6	126.9	90.1	7.58	86
Thiobenocarb	hand	8.9	77.8	22.3	11.1	112.4	90.9	57.3	81
	machine	8.15	77.0	22.6	12.5	115.9	90.4	6.94	78
Hand weeding	hand	8.9	76.1	20.3	11.3	96.4	91.3	7.07	100
	machine	8.16	77.2	21.8	12.8	104.2	87.3	8.85	100
No weeding	hand	8.8	77.5	22.0	13.3	114.4	92.3	4.74	67
	machine	8.14	80.1	22.1	15.4	123.9	92.1	5.18	59

摘 要

機械移秧畝과 손移秧畝間的 雜草發生 生態差異를 究明하여 效果的인 防除體系를 確立하기 爲하여 移

秧畝에 많이 使用되고 있는 butachlor, thiobenocarb, oxadiazon 등 11種의 除草劑를 供試하여 1983年 嶺南作物 試驗場 水稻圃場中에서 1年生雜草와 多年生 雜草가 우점된 圃場에서 試驗한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 移秧方法(機械移秧, 손移秧)에 따른 雜草發生量은 벼를 栽培하지 않은 自然放任區가 相當 雜草數가 8326本 乾物重이, 1643g으로 가장 많았고 다음은 機械移秧區, 손移秧區 順이었으며 벼栽培에 의한 雜草發生 抑制效果는 機械移秧區가 50%, 손移秧區가 55%이었다.

2. Simpson指數와 群落優點度(Community dominance)는 손移秧區, 機械移秧區, 自然放任區 順으로 높았으며 손移秧을 함으로써 群落優點度는 점차 特定 草種 즉 울챙고랭이 쪽으로 치우치는 경향이 있었다.

3. 雜草發生量과 벼收量과의 關係는 指數函數의 關係를 보였으며, 相當 雜草乾物量이 300g일때 벼收量 減少率은 손移秧區가 26%, 機械移秧區가 32%였으며, 雜草發生數에 따른 벼收量減少는 機械移秧區와 손移秧區間에 別差異가 없었다.

4. 無除草 放任區에서 雜草發生에 의한 벼收量減少는 機械移秧畝이 41%, 손移秧畝이 33%로써 벼收量減少率이 機械移秧畝에서 7% 더 높았다.

5. 供試된 除草劑中에서 移秧方法間 雜草發生量 差異가 가장 적었던 除草劑는 butachlor(E.C)와 CG113/oxadiazon이었고 移秧方法間에 雜草發生에 의한 減收率은 除草劑 種類에 따라 다소 差異는 있으나 뚜렷한 경향은 없었다.

引用 文 獻

1. ACIA, 1983. Handbook of agrochemical. Agricultural Chemicals Industrial Association. 332 p.
2. Arai, M. 1967. Competition between rice plants and weeds. Asian Pac. Weed Contr. Inter. 1:37-41.
3. Ham, Y.S. 1982. Research prospects of labor Saving cultural practices for rice production through chemical weed control and mechaniza-

- tion. In 68-73 Res. Rep. Office Rural Devel. Suweon, Korea.
4. Kim, S.C. 1979. An ecological approach to controlling weeds in transplanted lowland rice. Unpublished Ph. D. thesis. Univ. Philipp. LosBaios, College, Philippines 286 p.
5. K. Moody. 1980. Types of weed Community in transplanted lowland rice and relationship between yield and weed weight in weed communities. Korean Soc. Crop Sci. 25(3): 1-8.
6. 1983. An integrated approach to controlling weeds in machine-transplanted lowland rice in Korea. Crop Prot. 2(1): 51-61.
7. MAF, Korea, 1983. Annual year book of agriculture and forestry statistics. Korea, Ministry of agriculture and fisheries. 373 p.
8. McNaughton, S.J. 1968. Structure and function in California grasslands. Ecology 49: 962-992.
9. Numata, M. 1971. Methodological problems in weed-ecological research. Biotropical Bull. 2:41-58.
10. O R D. 1983. Techniques for agricultural experiment. Office Rural Development, Suweon, Korea. 453 p.
11. Simpson, F. H. 1949. Measurement of diversity Nature 163:688.
12. Son, Y., S. C. Kim, S.K. Lee and R.K. Park. 1981. Study on the herbicide application on weed flora. Memorial papers sixtieth birthday H.O. Choi, 232-237.
13. Yamagishi, H., H. Morishima and H.I. Oka. 1978. An experiment on the interaction between cultivated rice and barnyard grass at different planting densities. Agro-ecosystems 4:449-458.