

벼에서 Dithiopyr의 藥害發生 機構*

姜光植 · 卞鍾英**

Mechanism of Phytotoxicity of Dithiopyr in Rice*

Kang, K.S. and J.Y. Pyon**

ABSTRACT

Factors affecting phytotoxicity of dithiopyr in rice such as transplanting depth, seedling age, soil texture were examined and mechanism of phytotoxicity in rice was also determined by absorption study of ¹⁴C-dithiopyr in rice seedlings under above conditions.

Rice injury was occurred in shallow transplanting depth, young rice seedlings and sandy soil conditions. Higher amount of dithiopyr was absorbed in rice at shallow transplanting depth and sandy soil conditions which may related to phytotoxicity of dithiopyr.

Key words : phytotoxicity, mechanism, dithiopyr, seedling age, transplanting depth, soil texture, rice

緒 言

우리나라 논에서 피는 가장 많이 發生된 雜草로서 벼의 收量을 크게 감소시키고 있다. 한편 Butachlor, pretilachlor, benthocarb 및 chlomethoxynil 등은 현재까지 피를 비롯한 一年生雜草를 防除하기 위하여 널리 사용되고 있으나 殘效性이 다소 짧은 短點이 있다.

피리딘系 除草劑로서 合成된 Dithiopyr(S,S-dimethyl 2-(difluoromethyl)-6-(trifluoromethyl)-3,5-pyridinedicarbothiate)는 논에서 매우 낮은 濃度 즉 0.06kg/ha 수준에서 피를 비롯한 一年生雜草를 防除할 수 있으며 그 殘效性도 매우 길어 移秧後 70일까지도 殺草效果를 나타낸다고 한다^{3,9)}. 그러나 多年生雜草에는 殺草效

果를 나타내지 않기 때문에 多年生雜草와 混生된 群落에서는 單劑로 사용하지 않고 多年生雜草에 유효한 Bensulfuron-methyl이나 Pyrazosulfuron-ethyl 등과 혼합하여 實用化하려는 研究가 이루어지고 있는 實情이다^{2,4,11)}. Fujiyama 등²⁾은 Dithiopyr의 特性에 대하여 研究한 바 있으며 Sulfonylurea 除草劑와의 混合劑로서의 殺草性 및 벼의 安全性에 대하여 研究하였다. Rahn 등¹⁰⁾은 Dithiopyr의 理化學的 特性에 대하여 研究하였으며 Ryang 등⁹⁾은 Dithiopyr의 藥害要因에 대하여 研究하였다.

Dithiopyr의 作用機作은 잘 알려져있지 않지만, Molin 등^{12,13)}에 의하면 Dithiopyr는 細胞分裂 前中期過程을 정지시켜 分裂細胞에서 紡錘體 微小管(Spindle microtubule)을 감소시킴으로써 Tubulin 重合 調節을 변화시킨다. Lehen과

* 이 논문은 1990년도 교육부 지원 학술진흥재단의 지방대학육성 학술연구 조성비에 의하여 이루어진 연구의 일부임.

** 충남대학교 농과대학 (College of Agriculture, Chungnam National University, Taejon 305-764, Korea)

<1994. 3. 21 접수>

Vaughan⁵⁾은 Dithiopyr가 微小管을 불안정하게 하여 작은 微小管만 생성되게 한다고 제안하였다. 또한 Armbuster 等¹⁾도 Dithiopyr의 作用機作은 微小管의 重合 및 安定性 변화라고 하였다. 한편 ¹⁴C-dithiopyr를 이용한 吸收 및 移行 實驗을 통한 벼와 雜草間 選擇性機作을 밝히고자 한 研究는 Kretzmer 等⁶⁾에 의하여 시도되었을 뿐이며 또한 藥害要因別 ¹⁴C-dithiopyr의 分布狀態를 調査하여 藥害機作을 밝힌 研究는 거의 이루어지고 있지 않은 實情이다.

따라서 本 研究는 移秧深度, 벼의 葉齡 및 土性이 벼의 Dithiopyr 藥害에 미치는 影響을 조사하며 ¹⁴C-dithiopyr를 이용하여 벼에서 藥害要因別 Dithiopyr의 吸收量을 調査하여 藥害發生 機構를 밝히고자 遂行되었다.

材料 및 方法

1. 벼에서 Dithiopyr의 藥害 發生 要因

가. 벼의 移秧深度에 따른 Dithiopyr의 藥害

벼의 移秧深度에 따른 Dithiopyr의 藥害發生 정도를 檢定하기 위하여 Pot 實驗을 遂行하였다. 供試 벼 品種은 통일계인 삼강벼와 일반계인 추청벼를 사용하였으며 土壤은 砂壤土를 供試하였다. 벼는 과종후 43일묘(추청은 5.8葉期, 37.8 cm, 삼강은 6.3葉期, 26.5cm)를 0, 1, 3cm의 깊이로 移秧하였고 移秧 5일후에 Dithiopyr 0.06, 0.12g ai/pot을 處理하였다. 移秧 40일후에 草長, 分蘗數를 調査한 다음 收穫하여 乾物重을 測定하였다.

나. 벼의 葉齡에 따른 Dithiopyr의 藥害

벼의 葉齡에 따른 Dithiopyr의 藥害發生을 檢定하기 위하여 Pot 實驗을 遂行하였다. 供試 벼 品種은 삼강벼와 추청벼를 사용하였으며 土壤은 砂壤土를 供試하였다. 벼는 2, 3, 4葉期 苗를 Pot에 移秧하였으며 移秧 5일후에 Dithiopyr 0.06, 0.12g ai /pot 기준으로 處理하였다. 벼의 藥害 정도를 檢定하기 위하여 移秧 40일후에 草長, 分蘗數, 地上部 및 地下部の 乾物重을 調査하였다.

다. 土壤의 種類에 따른 Dithiopyr의 藥害

土壤의 種類에 따른 Dithiopyr의 藥害發生을 檢定하기 위하여 Pot 實驗을 遂行하였다. 供試

벼 品種은 삼강벼와 추청벼를 사용하였으며 土壤은 壤土, 砂壤土, 砂質土를 供試하였다. 벼는 과종 후 43일묘(추청은 5.8葉期, 37.8cm; 삼강은 6.3葉期, 26.5cm)를 3cm 깊이로 移秧하였으며 移秧 5일후에 Dithiopyr 0.06, 0.12g ai/pot 기준으로 處理하였다. 벼의 藥害 程度를 檢定하기 위하여 移秧 40일후에 草長, 分蘗數, 地上部の 乾物重을 調査하였다.

2. 벼에서 Dithiopyr의 藥害 發生 機構

가. 移秧深度에 따른 ¹⁴C-dithiopyr의 吸收

本 實驗은 ¹⁴C-dithiopyr를 사용하여 벼에서 移秧深度에 따른 吸收量을 測定하여 벼의 藥害機構를 밝히고자 遂行되었다. 供試 벼 品種은 추청벼를 사용하였으며 土壤은 砂壤土를 供試하였다. 土壤을 건조시켜 용기에 담고 ¹⁴C-dithiopyr의 용액(5×10^{-7} M)을 넣은 후 0, 1, 3cm 깊이로 移秧하여 1, 3, 5일후에 수확하여 줄기와 뿌리로 분리하여 건조한 후, 乾物重을 調査한 다음, Sample Oxidizer(Packard-Tricarb 306)로 燃燒시켜 Liquid Scintillation Counter(Packard-Tricarb 2000)로 Radio activity를 測定하였다.

나. 벼의 葉齡에 따른 ¹⁴C-dithiopyr의 吸收

本 實驗은 ¹⁴C-Dithiopyr를 사용하여 벼의 葉齡에 따른 吸收量을 測定하여 벼의 藥害機構를 밝히고자 遂行되었다. 供試 벼 品種은 추청벼를 사용하였으며 土壤은 砂壤土를 供試하였다. 土壤을 건조시켜 용기에 담고 ¹⁴C-dithiopyr의 용액(5×10^{-7} M)을 넣은 후 2, 3, 4葉期の 벼를 3cm 깊이로 移秧하여 1, 2, 3일후에 수확하여 줄기와 뿌리로 분리하여 건조한 후, 乾物重을 調査한 다음, 試料를 Sample Oxidizer로 燃燒시켜 Liquid Scintillation Counter로 Radio activity를 測定하였다.

다. 土壤의 種類에 따른 ¹⁴C-dithiopyr의 吸收

本 實驗은 ¹⁴C-Dithiopyr를 사용하여 土壤의 種類에 따른 吸收量을 測定하여 벼의 藥害機構를 밝히고자 遂行되었다. 供試 벼 品種은 추청벼를 사용하였으며 土壤은 壤土, 砂壤土, 砂質土를 供試하였다(Table 1). 土壤을 건조시켜 용기에 담고 ¹⁴C-dithiopyr의 용액(5×10^{-7} M)을 넣은 후, 3葉期の 벼를 3cm 깊이로 移秧하여 1, 2, 3

Table 1. Physicochemical properties of soils used.

Soil texture	Composition(%)			pH H ₂ O(1:5)	C. E. C. (me/100g)	Organic matter (%)
	Sand	Silt	Clay			
Loam	50	28	22	5.5	11.6	2.1
Sandy loam	58	29	13	5.8	9.7	1.5
Sand	79	12	9	6.7	7.5	0.7

일후에 수확하여 줄기와 뿌리로 분리하여 건조한 후, 乾物重을 調査한 다음, 試料를 Sample Oxidizer로 燃燒시켜 Liquid Scintillation Counter로 Radio activity를 測定하였다.

結果 및 考察

1. 벼에서 Dithiopyr의 藥害 發生 要因

가. 벼의 移秧深度에 따른 Dithiopyr의 藥害

Dithiopyr 처리에서 移秧深度에 따른 벼의 生長抑制는 移秧深度가 얇을수록 두 품종 모두 벼의 生長억제가 매우 심한 경향이었으나 移秧深度가 깊어짐에 따라 벼의 生長이 양호하였으며 移秧深度가 1, 3cm 경우는 生長의 抑制現象이 적은 傾向이었다(Table 2). 특히 移秧深度 0cm에서는 dithiopyr 0.06, 0.12g ai/pot에서 生長의 抑制가 더 심하였으며 삼강보다는 충청벼에서 生長抑制가 심한 경향이였다. 이와같은 결과는 Fujiyama 等³⁾이 1cm보다 깊게 移秧하면 벼에 대해서 안전하며 특히 줄기 基部가 땅속에 묻히면 除草劑에 대해 안전하다는 내용과 일치하는 것으로 農家에서 실제로 사용할 때는 안전한 것

으로 생각되나 뜬묘가 생길 경우에는 藥害의 발생 가능성이 있을 것으로 思料된다.

나. 벼의 葉齡에 따른 Dithiopyr의 藥害

벼의 葉齡에 따른 Dithiopyr의 藥害程度는 2葉期에서는 처리농도가 높아짐에 따라 生長이 沮害되어 乾物重이 더 감소되며 특히 뿌리의 경우 그 傾向은 더욱 심하였다(Table 3). 그러나 3, 4葉期에서는 Dithiopyr 처리에 따른 生長억제는 거의 없었다. 따라서 農家에서 3葉期 이상의 묘를 移秧하면 藥害없이 사용될 수 있으리라 생각된다. 品種間 藥害程度는 삼강벼보다 일반계인 충청벼에서 더 심한 傾向이었다.

다. 土壤의 種類에 따른 벼의 Dithiopyr 藥害

土壤의 種類에 따른 Dithiopyr의 벼에 대한 藥害 정도는 큰 差異를 인정할 수 없었으나 砂質土壤에서 0.12g ai/pot 藥害處理할 때 벼의 生長이 沮害되어 草長과 乾物重이 감소하는 경향이였으며 벼의 分蘖數에서는 土壤의 種類와 藥劑 處理濃度에 따른 差異가 매우 적었다(Table 4). 그러나 砂壤土와 壤土에서는 Dithiopyr處理에 따른 벼의 生長 差異가 거의 없었다. 벼의 品種間 藥害程度는 삼강벼에 비하여 충청벼에서 生長沮害

Table 2. Effect of planting depths on early growth of rice plants(cv Samgang and cv Chchung) in dithiopyr application.

Trans-planting depth (cm)	Dithiopyr application rate (g/pot)	cv Samgang				cv Chchung			
		Plant height (cm)	Tiller number (No)	Dry weight		Plant height (cm)	Tiller number (No)	Dry weight	
				Shoot (mg)	Root (mg)			Shoot (mg)	Root (mg)
0	0	32.5	2.0	288	117	45.5	3.0	412	165
	0.06	27.0	2.0	230	83	36.5	2.0	325	134
	0.12	25.5	2.0	231	78	34.5	2.0	349	99
1	0	31.5	2.5	304	127	49.0	3.0	505	189
	0.06	30.5	2.5	314	118	48.5	2.5	495	181
	0.12	30.0	2.5	307	117	49.5	3.0	493	179
3	0	33.5	3.0	339	145	49.5	3.0	503	186
	0.06	32.5	2.5	346	141	48.5	3.0	497	182
	0.12	32.0	2.5	341	138	47.8	3.0	494	180

Table 3. Effect of seedling age on early growth of rice plants(cv Samgang and cv Chuchung) in dithiopyr application.

Rice seedling age (leaf stage)	Dithiopyr application rate (g ai/pot)	cv Samgang				cv Chuchung			
		Plant height (cm)	Tiller number (No)	Dry weight		Plant height (cm)	Tiller number (No)	Dry weight	
				Shoot (mg)	Root (mg)			Shoot (mg)	Root (mg)
2	0	18.5	2.0	150	36	31.0	2.0	225	64
	0.06	17.5	2.0	138	38	30.6	2.0	218	59
	0.12	18.0	2.0	148	32	30.3	2.0	213	57
3	0	24.5	2.0	210	41	34.5	2.5	258	72
	0.06	24.3	2.0	208	44	35.0	2.0	255	70
	0.12	23.7	2.0	202	39	34.7	2.0	251	68
4	0	33.0	3.0	407	87	42.0	2.5	394	121
	0.06	31.9	2.5	396	76	42.3	2.5	399	124
	0.12	31.7	2.5	394	79	41.7	2.5	388	129

Table 4. Effect of soil texture on early growth of rice plants(cv. Samgang and cv Chuchung) in dithiopyr application.

Soil texture	Dithiopyr application rate (g ai/pot)	cv Samgang			cv Chuchung		
		Plant height (cm)	Tiller number (No)	Dry weight (mg)	Plant height (cm)	Tiller number (No)	Dry weight (mg)
Loam	0	63.9	11.5	9.02	73.2	12.7	9.13
	0.06	67.1	12.0	9.13	72.8	13.0	9.10
	0.12	67.7	10.8	9.08	71.8	13.0	9.09
Sandyloam	0	66.4	11.0	8.04	70.2	13.0	8.47
	0.06	66.5	10.5	8.14	69.7	12.7	8.41
	0.12	65.8	10.5	7.91	68.9	12.3	8.39
Sand	0	62.0	10.7	7.56	65.8	13.0	7.35
	0.06	60.7	11.0	7.60	64.0	12.0	7.29
	0.12	59.2	10.3	7.26	63.4	12.3	7.15

가 더 큰 경향이였다.

2. 벼에서 Dithiopyr의 藥害發生 機構

가. 벼의 移秧深度에 따른 ¹⁴C-dithiopyr의 吸收
 벼의 ¹⁴C-dithiopyr 吸收量은 시간이 경과함에 따라 증가하는 傾向을 보였으며 특히 0cm에서는 吸收量이 가장 많았다(Fig. 1). 그러나 벼의 移秧深度가 1, 3cm로 깊어짐에 따라 벼의 ¹⁴C-dithiopyr 吸收量은 감소하는 傾向이였다. 0cm에서는 藥害處理후 1일에 뿌리에서의 吸收量은 현저히 많았으며 시간이 경과함에 따라 약간씩 증가하는 傾向을 보였다. 그러나 3cm에서는 吸收量이 현저히 감소되는 傾向을 나타냈다. 移秧深度 3cm에서는 1일후에 藥害 吸收量이 거의 없었으며 3, 5일후에도 吸收量은 매우 적었다. 移

¹⁴C-activity (dpm/mg dry weight))

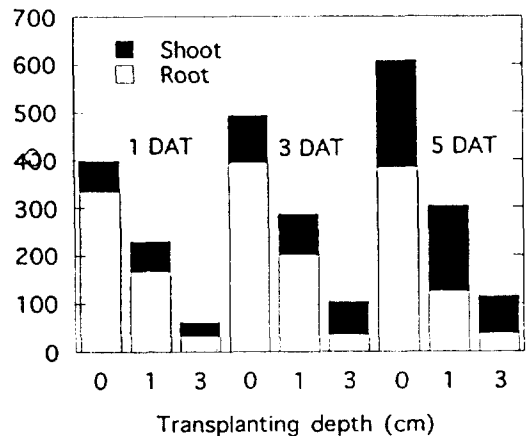


Fig. 1. Absorption of ¹⁴C-dithiopyr in rice seedlings as affected by different transplanting depths.

秧深度 3cm에서 뿌리의 존재량이 상당히 낮은 것은 Dithiopyr의 토양 흡착력이 강하여 토양표면에 대부분 흡착되어 벼 뿌리가 있는 부분까지 거의 이동되지 않기 때문으로 생각된다. 따라서 벼는 정상적인 3cm 깊이로 移秧되면 藥害가 없고 안전하지만 아주 얇게 移秧되거나 뜬묘가 생긴 경우에는 安全性이 다소 低下될 가능성이 있을 것으로 思料되었다.

14C-activity (dpm/mg dry weight)

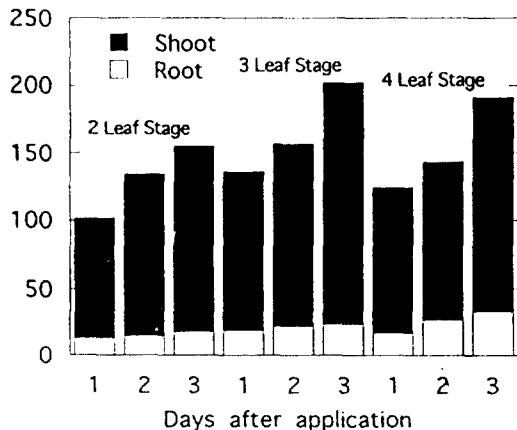


Fig. 2. Absorption of ¹⁴C-dithiopyr in rice seedlings as affected by different seedling ages.

나. 벼의 葉齡에 따른 ¹⁴C-dithiopyr의 吸收

벼의 ¹⁴C-dithiopyr 吸收量은 吸收時間이 경과함에 따라 증가하는 傾向을 보였으며 2葉期 보다 3, 4葉期에서 吸收量이 많은 傾向이었다 (Fig. 2). 2葉期の 뿌리에서 1일간 吸收에는 12.8dpm으로 비교적 많은 量이 吸收되었으나 吸收時間이 2, 3일 경과하면서 吸收量은 약간씩 증가하였다. 3葉期에서 뿌리의 吸收量은 1일후에 상당히 많은 量을 吸收한 반면, 2, 3일후에는 吸收量이 서서히 증가하였다. 4葉期の 뿌리에서는 1일에 많은 量을 吸收하였으며 吸收시간이 2, 3일 경과함에 따라 그 吸收量의 증가도 2, 3葉期에 비해 현저하게 증가하는 傾向을 나타내었다. 대부분의 除草劑는 어린 苗일수록 藥害의 우려가 있으나 葉齡에 따른 藥害의 感受性은 위와 같은 결과로 보아 吸收된 量의 差異에 基因하는 것이 아니고 어린 苗일수록 除草劑에 대한 생리적인 저항성이 약하기 때문으로 생각되며 2葉期 이상

14C-activity (dpm/mg dry weight)

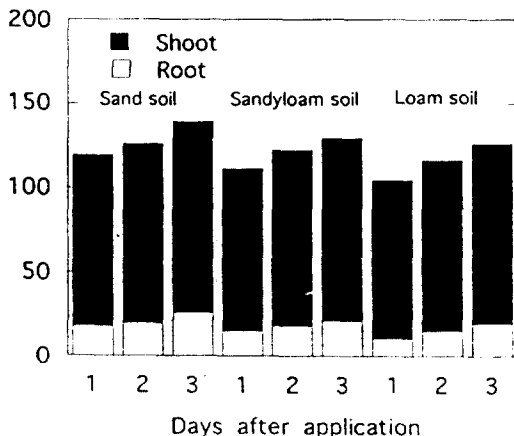


Fig. 3. Absorption of ¹⁴C-dithiopyr in rice seedlings as affected by different soil types.

의 苗로 移秧되면 藥害가 없을 것으로 思料되었다. 다. 土壤의 種類에 따른 벼의 ¹⁴C-dithiopyr 吸收

벼의 ¹⁴C-dithiopyr 吸收量은 시간이 경과함에 따라 증가하는 傾向을 나타냈으며 土性별로 보면 砂質土(砂壤土) > 壤土의 순으로 Dithiopyr 吸收量이 많은 傾向을 나타냈다 (Fig. 3). 砂土와 砂壤土에서는 壤土에 비하여 Dithiopyr의 土壤 吸着量이 적기 때문에 土壤水에 많은 양의 Dithiopyr가 용출되어 벼와 피는 더 많은 量을 일시에 吸收하게 되며 벼의 生長阻害가 더 크게 나타나는 것으로 생각된다. 이와 같은 결과는 土性간의 吸收量의 差異가 有機物, 粘土含量, 양이온 置換容量 등의 差異에서 오는 吸着能力의 差異에 기인하는 것으로 思料된다. 그러므로 Dithiopyr는 土壤 吸着力이 강하여 벼에서는 安全性이 높은 것으로 생각되었다.

摘 要

水耕栽培와 포트실험을 통하여 벼에서 移秧深度, 苗齡 및 土性에 따른 Dithiopyr의 藥害程度를 檢定하였으며 벼에서 上記 要因에 따른 벼의 ¹⁴C-dithiopyr 吸收量을 測定하여 벼의 Dithiopyr 藥害發生 機構를 究明하였다.

1. 벼는 移秧深度가 얇고 葉齡이 어릴수록, 그리

고 壤土나 砂壤土에 비하여 砂質土壤에서 藥害程度가 더 심한 傾向이었다.

2. Dithiopyr의 吸收量은 벼의 移秧深度 2, 3cm 보다 0cm에서 그리고 葉齡 2葉期보다 3, 4葉期에서 더 많았다. 그리고 砂質土壤은 砂壤土나 壤土에 비하여 吸收量이 많은 傾向이었다.
3. 따라서 砂質土壤과 移秧深度가 같거나 뜬묘가 생긴 경우(0cm)에는 벼의 Dithiopyr 吸收量이 많기 때문에 벼의 藥害發生이 높은 것으로 思料되었다.

引用 文 獻

1. Armbruster, B.L., W.T. Molin and M. W. Bugg. 1991. Effects of the herbicide dithiopyr on cell division in wheat root tips. *Pesticide Biochem. and Physiol.* 39(2) : 110-120.
2. Fuziyama, M., M. Kasai and S. Yamane. 1987. Activity of Mon-7200 mixture with sulfonylurea herbicide in transplant rice. Abstract. 11th APWSS. Conf.
3. Fuziyama, M., M. Kasai and S. Yamanae. 1987. Herbicidal properties of Mon-7200, highly active herbicide for transplant rice. Abstract. 11th APWSS. Conf.
4. 허상만·윤철수·김창봉. 1989. 水稻雜草 防除에 있어서 Mon-7200 混合劑의 反應. 韓國雜草學會誌 9(별)1.
5. Lehnen, L.P. Jr. and K.C. Vaughan. 1991. Immunofluorescence and electron

microscopic investigations of the effects of dithiopyr on onion root tips. *Pesticide Biochem. and Physiol.* 40(1) : 58-67.

6. Kretzmer, K.A., K.D. Jolly, W.T. Molin and M.W. Bugg. 1987. Uptake, movement and activity of Mon-7200 in rice and barnyardgrass. Abstract. 28th WSSA Meeting.
7. Molin, W.T., B.L. Armbruster, C.A. Proter and M.W. Bugg. 1987. Inhibition of microtubule polymerization by Mon-7200. Abstract. 28th WSSA Meeting.
8. Molin, W.T., T.C. Lee and M.W. Bugg. 1987. Purification of a protein which binds Mon-7200. Abstract. 28th WSSA Meeting.
9. Parrish, S.K. and S. Yamane. 1987. Mon-7200 : A new highly active transplant rice herbicide. Abstract. 28th WSSA Meeting.
10. Rahn, P.R., S.K. Parrish and M.W. Bugg. 1987. Behavior of Mon-7200 under simulated rice paddy conditions. Abstract. 28th WSSA Meeting.
11. Ryang, H.S., Y.C. Choi, J.S. Kim and C.B. Kim. 1989. Herbicidal properties of dithiopyr. Abstract. 12th APWSS Conf.
12. Sugawara, Y.T. Kikuoka, A. Mouri, T. Nishihara and F. Wakasa. 1989. Mon-7200 : A rice herbicide mixture candidate for wide application window treatment. Abstract. 12th APWSS Conf.