

乾田直播栽培における除草方法と 雑草害との関係について

桑 野 正 信 ・ 佐 竹 治 男 ・ 小 山 弘

I は し が き

水稻栽培においては、最近特に労働生産性の向上が強く要望されてきた。その一環として機械化が比較的容易である直播栽培が試験研究の対象となっている。従来、直播栽培は雑草の防除に多くの労力を要し、栽培技術として成り立たなかったが、最近除草剤の急速な進歩により直播栽培で最も困難とされていた雑草防除についてもある程度解決される段階に達した。しかし、乾田直播栽培は移植栽培と異なり、乾田期間の雑草は発生期間が長く、また雑草の種類も多く、除草剤散布についても環境条件に支配されることが多く、その効果は十分とはいえない。また入水後の雑草防除についても、乾田期間の雑草のもちこみ、減水深が多いために除草剤による薬害等多くの問題がふくまれている。著者等は、従来行なわれた試験研究を参考にして乾田直播における一応の除草体系を定め、雑草防除の方法とこれにともなう残存雑草の多少がその後の水稻の生育収量におよぼす影響について検討した。試験は1963年・64年の2カ年にわたり行なった。兩年ともほぼ同様な成績を得たので、主とし

て64年の成績について報告する。

II 試 験 方 法

供試圃場は徳島県農業試験場の沖積層細砂壤土で腐植含量は2.5～3.0%の持ちはやや悪い乾田である。播種前土壌処理は麦刈取り後、動力耕耘機で2回耕耘砕土し、レーキで均平にした。既存雑草は整地後、手取り除草を行なって除いた。

供試品種はセトホナミで、耕種方法は整地後6月6日に条間25cm、株間18cmに1株7粒播種した。入水期は播種後1カ月目の7月6日水稻の本葉5～6葉期で、施肥量その他は当場標準耕種法に準じて行なった。

1区面積は13.3m²の3区制乱塊法によった。

試験区の構成は第1表のとおりで標準除草体系として播種後PCP水溶剤、入水前DCPA、湛水後機械除草とPCP粒剤、無効分けつ期2、4-Dとした。雑草量の多少については除草体系の差異によって生ずるものとし、薬害については、従来の試験の結果薬害を生じなかった除草剤を使って薬剤による水稻に対する影響は無いようにつとめた。

第1表 試験区の構成

試験区	播 種 後	乾 田 期	湛 水 期	生 育 中 期
	6月6日	6月21日	7月7日	7月29日
1 無処理除草	—	手 取 除 草	中 耕 除 草	中耕、手取除草
2 無処理放任	—	—	—	—
3 P, D, 機P, 2	PCP水溶剤 80g	DCPA 30g	中耕後PCP粒剤 75g	2, 4-D 4g
4 P, D, P, 2	—	—	PCP粒剤 75g	—
5 N, O, 機N, 2	NIP乳剤 25g	—	中耕後NIP粒剤 21g	—
6 N, O, N, 2	—	—	NIP粒剤 21g	—
7 N, O, 機N, O	—	—	中耕後NIP粒剤 21g	—
8 N, D, N, O	—	DCPA 30g	NIP粒剤 21g	—
9 A, O, 機N, 2	A-1114水和剤 7g	—	中耕後NIP粒剤 21g	2, 4-D 4g
10 A, O, N, 2	—	—	NIP粒剤 21g	—
11 A, O, 機N, O	—	—	中耕後NIP粒剤 21g	—
12 A, D, N, O	—	DCPA 30g	NIP粒剤 21g	—
13 O, D, N, 2	—	—	—	2, 4-D 4g
14 O, DD, O, 2	—	DCPA 30g + DCPA 30g	—	—

(注) 14区の乾田期は第1回6月17日、第2回6月29日散布

III 試験結果および考察

乾田直播においては除草剤散布当時の気象条件が、そ

の後の除草効果や薬害に影響することが大きい。殊に暖地の6月上、中旬の播種期については、梅雨期ともかきなり、除草剤散布の時期を失したり、また散布後に降雨

があったりして失敗することが多い。本試験においては除草剤散布当時の気象条件は第2表のごとく、除草剤散

布条件としては良好で試験遂行上支障はなかった。

第2表 散布当時の気象条件

						播種後 処 理								
月	日	6月 1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日	13日
平均気温 (n)		19.3	21.9	22.3	19.0	18.7	20.5	19.7	20.3	19.6	18.7	17.9	20.6	20.4
降 水 量 (mm)		—	34.6	0.0	—	—	—	—	—	2.1	—	—	0.0	8.4
				D 第1回				DCPA						
月	日	14日	15日	16日	17日	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日
平均気温 (n)		19.3	22.5	20.9	22.4	22.8	23.8	24.7	23.6	21.7	22.3	23.9	23.0	24.3
降 水 量 (mm)		7.8	0.1	0.0	—	—	20.6	0.4	0.0	0.1	2.2	5.3	13.1	4.1
			D 第2回									湛水後 処 理		
月	日	27日	28日	29日	30日	7月 1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日
平均気温 (n)		23.6	25.1	22.0	23.7	24.2	26.5	28.4	28.1	26.4	27.9	27.2	28.3	28.6
降 水 量 (mm)		18.7	0.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.4	42.9

1 除草効果について

本試験圃場の主要雑草は第3表のとおりである。

すなわち、乾田期間の生育初期ではアゼガヤ、ノミノフスマ、タデ、カヤツリグサ、ノビエ、メヒシバ、オヒシバ、スズメノテッポウ、タネツケバナ、ツメクサ等で優占雑草はアゼガヤ、ノミノフスマ、タデ等である。入水後の7月下旬の調査ではアゼガヤ、カヤツリグサ、タデ、ノミノフスマ、ノビエ、オヒシバ、スズメノテッポウ、コナギ、キカシグサ、アゼナ等であり、乾田期間からもちこまれたアゼガヤ、カヤツリグサ、タデ等が依然優占雑草となっているが、ノビエの発生も多くなり、水田雑草の発生がみられる。すなわち、乾田期間に発生し

た雑草のうちある草種は次第に減少し、水田雑草にかわる過渡期にあたっている。8月中旬の調査ではアゼガヤ、カヤツリグサ、ノビエ、アブノメ、トキンソウ、アゼナ、コナギ、ウリカワ、ヒルムシロ等で、乾田期間に多く発生した雑草のうち、アゼガヤ、カヤツリグサは依然優占雑草として残っているが、その他の雑草は殆んど消失して、これにかわりノビエや水田雑草であるアブノメ、アゼナ、コナギ、ウリカワ等にかわっている。

全期間を通じて残存した雑草はアゼガヤ、カヤツリグサ等で、ノミノフスマは乾田期間に発生が多く、湛水後には次第に消滅する。入水後に発生が多いのはノビエ、アブノメ、アゼナ、コナギ等の水田雑草である。

第3表 雑草調査 (風乾重m²当g)

3-1 乾田期間 (7月3日調査)

試験区	イネ科				非イネ科						合計	放任区 比率(%)
	アゼ ガヤ	ノビエ	その他	計	カヤツ リグサ	ノミノ フスマ	タデ	トキン ソウ	その他	計		
1 無処理除草	0.31		0.01	0.32	0.09	0.10	0.02		0.03	0.24	0.56	4.7
2 無処理放任	1.61	0.72	0.24	2.57	0.25	0.69	6.83		1.58	9.35	11.92	100.0
3 P, D, 機P, 2	0.01	0.06		0.07		0.00				0.00	0.07	0.6
4 P, D, P, 2	0.02	0.04	0.00	0.06		0.00	0.01			0.01	0.07	0.6
5 N, O, 機N, 2	0.02	0.20		0.22		1.30	0.04		0.09	1.43	1.65	13.8
6 N, O, N, 2	0.02	0.58		0.60	0.01	0.55	0.13		0.03	0.72	1.32	11.1
7 N, O, 機N, O	0.03	0.23		0.26		0.45	0.03		0.12	0.60	0.86	7.2
8 N, D, N, O		0.01		0.01		0.00			0.01	0.01	0.02	0.2
9 A, O, 機N, 2	0.83	0.14	0.04	1.01	0.11	0.07	0.47	0.01	0.13	0.79	1.80	15.1
10 A, O, N, 2	0.76	2.17	1.39	4.32	0.37	0.04	0.42		0.10	0.93	5.25	44.0
11 A, O, 機N, O	0.72	1.25	0.15	2.12	0.29	0.08	0.09	0.01	1.19	1.66	3.78	31.7
12 A, D, N, O	0.00	0.01	0.01	0.02		0.00			0.00	0.00	0.02	0.2
13 O, D, N, 2	0.04	0.05		0.09	0.00	0.00			0.00	0.00	0.09	0.8
14 O, DD, O, 2				0						0	0	0

(注) その他はメヒシバ、オヒシバ、スズメノテッポウ、タネツケバナ、ツメクサ、スベリヒユ等

3-2 2, 4-D 散布前 (7月24日調査)

試験区	イネ科				非イネ科						合計	放任区 比率(%)
	アゼ ガヤ	ノビエ	その他	計	カヤツ リグサ	ノミノ フスマ	タデ	トキン ソウ	その他	計		
1 無処理除草	9.53			9.53	1.85			0.02	0.19	2.06	11.59	3.0
2 無処理放任	187.00	36.67	15.27	238.94	21.85	0.35	104.93	0.55	16.28	143.96	382.90	100.0
3 P, D, 機P, 2	1.70	0.01	0.03	1.74	0.12				0.01	0.13	1.87	0.5
4 P, D, P, 2	5.88	9.87	0.01	15.76	0.02	0.04			0.11	0.17	15.93	4.2
5 N, O, 機N, 2	3.13	0.32		3.45		0.12		0.02	0.04	0.18	3.63	0.9
6 N, O, N, 2	9.77	5.03		14.80	0.50	0.45	1.82	0.44	0.30	3.51	18.31	4.8
7 N, O, 機N, 2	3.42	3.51	0.02	6.95	0.12		1.00	0.04	0.03	1.19	8.14	2.1
8 N, D, N, O	0.68	0.77		1.45	0.53				0.01	0.54	1.99	0.5
9 A, O, 機N, 2	17.77	0.40	0.65	18.82	0.34			0.04	0.01	0.39	19.21	5.0
10 A, O, N, 2	94.23	29.10	20.01	143.34	8.13	0.19	5.70	0.18	0.48	14.68	158.02	41.3
11 A, O, 機N, O	49.76	50.92	0.24	100.92	2.55		4.44	0.05	0.41	7.45	108.37	28.3
12 A, D, N, O	1.97	3.63	0.95	6.55	0.12				0.04	0.16	6.71	1.8
13 O, D, N, 2	18.71	2.06		20.77	0.28	0.00				0.28	21.05	5.5
14 O, DD, O, 2	0.02	0.02		0.04	0.00				0.00	0.00	0.04	0.0

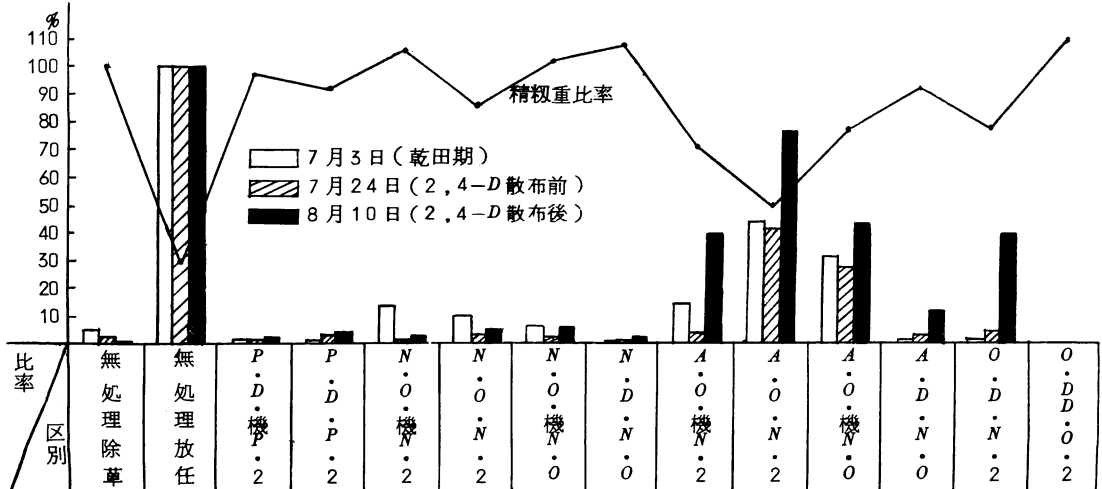
(注) その他はオヒシバ、スズメノテッポウ、コナギ、ヒデリコ、キカシグサ、アゼナ、チョウジタデ等である。

3-3 2, 4-D 散布後 (8月10日調査)

試 験 区	イ ネ 科				非 イ ネ 科							合 計	放任区 比率(%)
	ア ゼ ガ ヤ	ノ ビ エ	その他	計	カヤツ リグサ	キカシ グ サ	ア ブ メ	イ ヌ ガ ラ シ	タ デ	その他	計		
1 無 処 理 除 草	0.46			0.46	0.58	0.01	0.25			0.17	1.01	1.47	0.2
2 無 処 理 放 任	491.33	83.33		574.66	25.53			0.7	84.00	0.80	111.00	685.67	100.0
3 P, D, 機P, 2	6.38			6.38		0.00	0.03			0.04	0.07	6.45	0.9
4 P, D, P, 2	11.70	25.23		36.93	0.37					0.04	0.41	37.34	5.4
5 N, O, 機N, 2	17.23	6.27		23.50						0.10	0.10	23.60	3.4
6 N, O, N, 2	11.90	28.00		39.90	3.60	0.03				0.00	3.63	43.53	6.3
7 N, O, 機N, O	16.33	19.33	2.33	37.99	0.00	0.00	0.03		8.00	0.02	8.05	46.04	6.7
8 N, D, N, O	7.58	11.67	0.83	20.01	0.05	0.02	0.03			0.05	0.15	20.24	3.0
9 A, O, 機N, 2	245.83	17.33	1.33	264.49	3.12				7.87		10.99	275.48	40.2
10 A, O, N, 2	232.00	172.00	23.00	427.00	39.67			3.00			42.67	469.67	68.5
11 A, O, 機N, O	238.00	41.33	12.50	291.83	7.67	0.00	0.07	0.60		0.08	8.42	300.25	43.8
12 A, D, N, O	46.83	30.83		77.66	0.02	0.00		0.20		0.38	0.60	78.26	11.4
13 O, D, N, 2	251.33	27.33		278.66								278.66	40.6
14 O, DD, O, 2	0.20	0.50		0.70			0.01			0.01	0.02	0.72	0.1

(注) その他はアゼナ、コナギ、ウリカワ、ヒルムシロ、メヒシバ、オヒシバ等である。

第1図 風乾重の放任比率と収量



除草体系にともなう雑草に対する影響は第3-1表および第1図に示すように播種後の土壌処理ではNIP乳剤が最も効果が高く、ノミノフスマが残ったがイネ科雑草は殆んど発生しなかった。A-1114水和剤はNIP乳剤に比べると除草効果が劣り、イネ科雑草がかなり発生して生育初期にDCPAを併用しないと乾田期間の雑草を十分抑えることはできなかった。またPCP水溶剤もDCPAを併用しないと除草効果が十分でなかった。播種後処理を行わない場合DCPAの1回処理では除草効果が十分でないが、2回処理するとほぼ完全に除草ができた。

入水後のNIP粒剤およびPCP粒剤の散布は移植栽培に比べ除草効果が劣るようである。これは乾田期間の雑草がかなり大きくなっていること、および乾田直播のため移植水稻よりも水持ちが悪く、雑草の発生期間が長

くなることも影響している。このような条件の水田では入水後に機械除草を行なうことによって水持ちをよくし雑草に対する除草効果を高める。また本試験では湛水後に発生する広葉雑草は比較的少なかったため生育中期の2、4-D散布の効果は少なかった。

一般に第1回の播種後または第2回の入水前のいつれかの散布を省略した区の雑草量は多く、乾田直播の除草体系としては乾田期間の雑草防除が極めて重要性をもっている。また6月上旬～中旬播の乾田直播においては入水時が7月上旬になり、気温も上昇して夏季雑草の発生は極めて少なくなっている。したがって現在の除草剤を使って除草体系をたてる場合は乾田期間の雑草防除に主力をそそぎ、入水後の雑草防除については水管理に注意すれば除草剤の使用を減少することも可能であろう。

第4表 生育調査

試験区	7月4日		7月21日		7月29日		稈長(cm)	穂長(cm)	穂数本	出穂期(月日)	倒伏度
	草丈(cm)	茎数本	草丈(cm)	茎数本	草丈(cm)	茎数本					
1 無処理除草	27.6	15.4	55.1	28.2	64.8	24.8	85.5	19.5	14.5	9.2	少
2 無処理放任	26.7	13.7	59.4	19.2	72.6	16.2	87.6	17.7	9.2	"	甚
3 P, D, 機P, 2	26.4	12.3	52.8	30.1	62.4	25.4	85.2	19.4	14.6	"	少～中
4 P, D, P, 2	26.7	13.2	51.2	26.2	61.3	24.8	85.8	19.6	12.9	9.3	"
5 N, O, 機N, 2	26.8	13.6	56.0	24.9	68.2	20.0	90.3	20.0	14.4	9.1	中
6 N, O, N, 2	28.1	14.8	56.0	27.1	69.1	22.8	92.0	19.4	14.9	9.2	中～多
7 N, O, 機N, O	24.9	10.6	54.3	24.0	66.9	21.0	91.5	20.3	12.9	"	"
8 N, D, N, O	24.4	10.5	49.9	20.8	63.6	20.2	90.9	20.4	12.7	"	"
9 A, O, 機N, 2	27.1	13.4	53.7	24.1	63.1	19.7	88.3	19.3	12.3	9.3	中
10 A, O, N, 2	27.8	14.1	54.0	23.9	68.8	18.4	89.1	19.5	10.6	"	中～多
11 A, O, 機N, O	27.7	16.2	56.2	27.4	68.1	21.2	90.7	19.0	11.8	"	中
12 A, D, N, O	25.3	12.4	51.8	25.4	64.5	24.2	92.5	19.7	15.1	"	"
13 O, D, N, 2	23.8	10.2	53.8	20.9	66.7	22.7	94.4	19.6	14.4	9.4	多
14 O, DD, O, 2	27.2	12.7	55.0	26.7	68.7	24.9	92.8	20.7	18.6	9.3	中

2 水稻の生育におよぼす影響

除草剤の散布が水稻の生育におよぼす影響は直接には除草剤による薬害または生長の促進であり、間接には雑草発生程度の多少による生育抑制である。本試験においては除草剤による直接の薬害は、播種後処理のNIP乳剤で1～2葉期に葉鞘に褐色の斑点を生じ生育がやや抑制されたが、他の処理区では認められなかった。

草丈の伸長は除草剤処理区はいずれも初期生育が多少抑制されたが次第に回復し、除草剤散布による影響は少なかった。茎数においても初期には多少抑制される。しかし、生育中期になって残存雑草が大きくなることが水稻の草丈の伸長と分けて増加に決定的に影響している。すなわち、残存雑草の多かった区(2, 9, 10, 11, 13)は全般に茎数および穂数が少ない。また雑草量と倒伏との関係が深く、雑草の多い区ほど倒伏程度も大き

かった。

3 残存雑草量と収量

収量調査(精穀重)の結果は第5・6表に示すとおりで、無処理放任区は除草区に比して約70%の減収であり、乾田期間にA-1114水和剤の播種直後処理だけの9区、10区、11区およびDCPA1回散布の13区はいずれも1%水準の有意差が認められた。これは雑草量との関係が深いことがうかがわれる。

第5表 精穀重の分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
全体	41	14.3142		
処理	13	11.8364	0.9105	15.97**
ブロック	2	0.9947	0.4974	8.73
誤差	26	1.4831	0.0570	

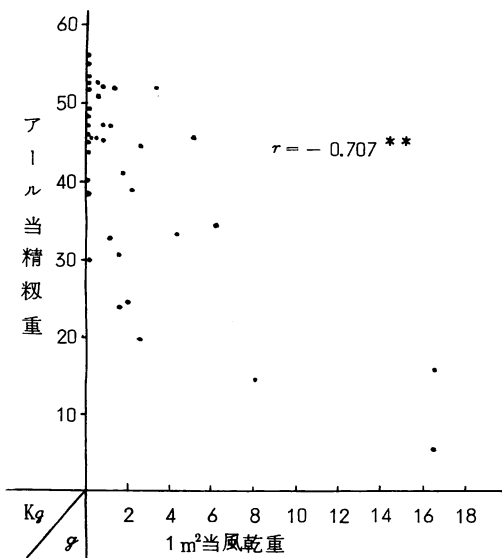
第6表 収量と有意差

試 験 区	精 粒 重 a 当 Kg	標準比率 %	無 処 理 区 除 草 対 意 有 意 性
1 無 処 理 除 草	48.44	100.0	
2 無 処 理 放 任	14.50	29.9	**
3 P, D, 機P, 2	47.06	97.2	
4 P, D, P, 2	43.96	90.8	
5 N, O, 機N, 2	50.74	104.7	
6 N, O, N, 2	42.36	87.4	
7 N, O, 機N, O	49.50	102.2	
8 N, D, N, O	51.66	106.6	
9 A, O, 機N, 2	34.56	71.3	**
10 A, O, N, 2	24.80	51.2	**
11 A, O, 機N, O	37.50	77.4	**
12 A, D, N, O	44.34	91.5	
13 O, D, N, 2	37.64	77.7	**
14 O, DD, O, 2	53.50	110.4	

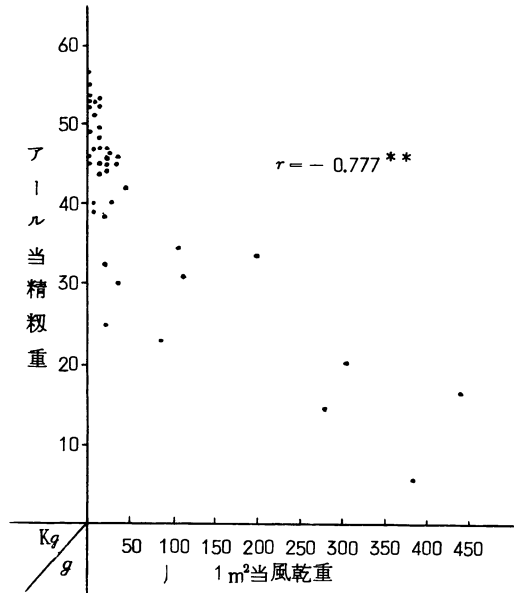
生育途中における残存雑草量と収量との関係は第2図—1, —2, —3に示すごとく乾田期間の残存雑草と収量との間には極めて高い相関が認められ、その後においては次第に相関は高くなっているが、それは乾田期間の雑草が大きくなったもので、入水後の発生雑草が少ないことは既に述べたとおりである。すなわち、本試験では入水後の雑草処理は同一でないが乾田期間の残存雑草量と収量との間に高い相関関係が認められることは、乾田期間の残存雑草は入水後の除草剤処理によって防除することが極めて困難なため、これらの雑草が入水後に繁茂して水稻の生育を害し、ひいては収量に影響をおよぼすものと考えられる。

第2図 雑草量と収量との相関

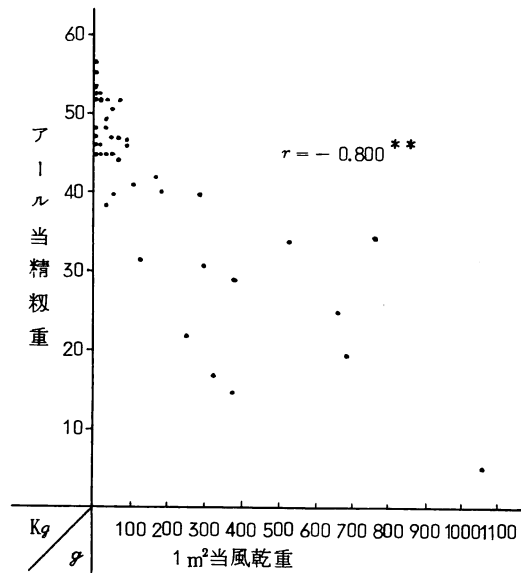
2-1 乾田期間(7月3日)



2-2 2, 4-D散布前(7月24日)



2-3 2, 4-D散布後(8月10日)



生育初期の発生雑草が水稻の生育収量におよぼす影響は一般に少ないが、省力栽培を目的とする乾田直播栽培で雑草防除も省力化して除草剤による一貫した除草体系として組み立てる場合には、手どりによる完全除草は不可能であり、ある程度残存雑草の許容量は認めざるを得ない。しかもこの場合の残存雑草は前述のごとく生長して水稻の生育収量におよぼす影響は極めて大きい。したがって乾田直播の除草体系を組み立てる場合、乾田期間の雑草が完全に防除できるような除草体系をとることが

大切であり、このためには現段階の除草剤では原則として *NIP* 乳剤あるいは *PCP* 水溶剤などの播種直後処理と、2～3葉期の *DCPA* 乳剤の併用が必要である。初期発生雑草が少なく *DCPA* を使用しない場合は *NIP* 乳剤が *PCP* 水溶剤より残効が長く有効である。また、播種直後処理が行えない場合は *DCPA* の2回散布が必要である。入水後はほぼ移植栽培に準じて行なえばよいが、乾田期間の残存雑草の多い場合または漏水の激しい水田では入水後に機械除草で中耕除草を行なった後に除草剤を散布することが効果的である。

IV 摘 要

- (1) 水稻乾田直播栽培における除草方法の差異にともなう残存雑草がその後の水稻の生育収量におよぼす影響について検討し、除草体系を組み立てる場合の資料を得るために試験を行なった。
- (2) 播種直後処理では *NIP* 乳剤が比較的除草効果が高く、生育初期に *DCPA* を使用しなくとも、入水後の適切な処理によってある程度防除できたが、*PCP* 水溶剤 *A-1114* 水和剤では *DCPA* を併用しないとその後の雑草を抑制することは困難である。
- (3) 水持ちのあまりよくない水田では入水後の除草剤散布は比較的效果が少なく、乾田期間の残存雑草は機械除

草が有効である。

(4) 6月上旬に播種する乾田直播における雑草の発生時期は大体乾田期間で、入水後の発生雑草は発生量が極めて少ない。すなわち、入水前の生育初期における雑草抑制効果が大きい。

(5) 残存雑草と収量との相関係数は、乾田期間 $r = -0.707$ 、2、4-*D* 散布前 $r = -0.777$ 、2、4-*D* 散布後 $r = -0.800$ で極めて高い相関関係が認められた。

参 考 文 献

- 1) 荒井正雄，川島良一
日作紀 25 (2) 1956
- 2) 荒井正雄
農業技術 17 (1) (4) 1962
- 3) 高橋周寿，武田昭七，山崎慎一
農及園 37 (1) 1962
- 4) 太田 孝，西郷昭三郎，平野 豊
雑草研究 3 1963
- 5) 笠原安夫
除草剤による耕地雑草防除の研究 1963
- 6) 渡部忠世，梅景 修，藤原紀幸
雑草研究 3 1963