

벼 乾畚哇立直播栽培에서 效果的인 除草劑 使用法

李錫淳* · 金純哲**

Effective Herbicide Application on Dry Seeded Paddy Rice

Lee, Suk Soon* and Soon Chul Kim**

ABSTRACT

Several rice herbicides were evaluated to determine the herbicidal efficacy on dry seeded paddy rice. The time of herbicide application was within 1 day after seeding (DAS), 18 DAS, and 40 DAS. Under the upland conditions 30 DAS (before permanent flooding) dominant weed species were *Echinochloa* sp., *Digitaria* sp., *Leptochloa* sp., weedy rice and other several annual broadleaved weeds belonging to *Cruciferae*, but after flooding *Echinochloa* sp., *Aeschynomene* sp., *Eleocharis kuroguwai*, *Cyperus sorotinus*, *Ludwigia prostrata*, *Aneilema japonica* were dominant. Early application (1 DAS) of thiobencarb, pyrazolate/butachlor, or chlomethoxyfen/butachlor resulted in very good herbicidal efficacy only during the first 30 days, but not thereafter. Application of propanil + butachlor on 18 DAS did not control the late occurring weeds effectively. Application of bentazone/quinchlorac on 40 DAS successfully suppressed weed growth throughout the remaining rice growing season and showed similar grain yield as hand weeded plot. Weed growth reduced the plant height, panicle number, 1000-grain weight, percent ripened grains, and grain yield of rice by 7, 82, 19, 55 and 87% respectively. There was a positive linear relationship between weed weight and lodging index of rice.

Key words : dry seeded paddy rice, herbicide

緒 言

우리 나라에서 벼 直播栽培은 移秧栽培보다 먼저 시작된 것으로 보이며, 朝鮮初期에는 물을 얻기 쉬운 지역에서는 水播(湛水直播)를, 그외 지역에서는 乾播(乾畚直播)를 하였으며, 移秧할 때는 많은 물이 필요하므로 관개시설이 충분하지 못하였던 당시에는 수량의 안정성을 국법으로 이앙을 금하였다. 그러나 직파는 잡초발생이 많아 4-5회 제초하여야 하지만 이앙재배는 2-3회만 제초하면 되므로 관개시설이 비교적 좋은 영남지역과 강원도 일부지역에서는 제초가 쉬운 이앙재배가 시도되었다. 그후 관개시설이 개선되고, 이앙재배는 잡초방제노력의 절감 이외에 벼-보리의 2모작에 의한 토지이용율의 향

상, 유전적으로 불량한 모를 제거할수 있어 건묘육성에 의한 수량성 증대, 종자량의 감소, 파종후 조수의 피해감소 등이 인정되어 영·정도 시대에는 전국적으로 7-8할은 이앙재배를 하였다.¹⁾

그래서 우리 나라에서는 주로 이앙재배기술이 발달되어 왔고, 현재 세계의 58개 벼재배국⁵⁾ 중에서도 가장 높은 수량성을 가지는 국가로 발전하였다. 그러나 급속한 경제발전과 세계의 농산물 수입자유화의 압력은 벼 재배에서도 생산비를 가장 적게 소요되는 직파재배에 관한 연구가 필요하게 되었다. 현재 직파재배방법이 가장 발달한 나라는 미국으로서 1920년대부터 직파재배를 시작하여 지금은 湛水直播와 乾畚直播를 위한 기술체제가 잘 발달되었으며, 대형기계를 이용하여 ha당 소용농작업시간이 20-30시간으로 단축되었

* 嶺南大學校 農畜產大學 College of Agri. and Animal Sci., Yeungnam University Kyongsan 712-749, Korea

** 嶺南作物試驗場 Yeongnam Crop Experiment Station, RDA, Milyang, Geongnam 627-130, Korea

이 논문은 1990년도 文敎部 支援 學術振興財團의 自由公募課題 學術研究助成費에 依하여 研究 되었음

고, 수량성은 ha당 6톤 이상의 매우 높은 수준을 유지하고 있다.^{13,14)} 그러나 우리 나라와 일본은 아직 주로 기계이앙을 하며, 수량성은 높지만 소요노동시간은 일본 480시간, 한국 650시간으로^{9,10,11)} 미국에 비하여 작업능력이 현저히 떨어지고, 벼의 생산비도 훨씬 높으므로 농산물의 수입개방화에 대처하기 위해서는 생산비를 줄일 수 있는 직파재배에 관한 연구가 필요하다.

직파재배에서는 입묘율의 저하, 잡초와 도복발생이 가장 문제된다. 그 중 잡초발생을 보면 벼 재배지에서는 60과 50속 350여 종이 보고되고 있으나 벼수량에 심각하게 영향을 미치는 잡초는 15여 종이고, 이들의 피해는 벼 재배양식과 발생량에 따라 다르다. 세계적으로 벼 직파재배에서 공통적으로 발생하는 중요 잡초는 자귀풀(*Sesbania* sp. 혹은 *Aeschynomene* sp.), 금방동산이(*Cyperus microiria*), 피(*Echinochloa* sp.), 드렁새(*Leptochloa* sp.), 赤米(*Oryza sativa* sp. *spontanea*) 등이 보고되었다.^{1,2,3,6,15)} 그리고 직파재배에서 잡초에 의한 수량감소율을 보면 피는 약 70%, 드렁새는 35%, 자귀풀은 17-19%로써 피에 의한 피해가 가장 크며, 벼와 생리·생태적 특성이 비슷한 잡초성 벼인 赤米는 특히 건담직파에서 방제가 매우 어려운 잡초로 보고 되고 있다.¹⁴⁾

건담재배는 직파재배중에서도 노동력을 가장 많이 절감시킬 수 있으나 토양수분에 따라 입묘율이 불안정한 결점이 있다. 그래서 본 시험에서는 골에 관수하여 토양수분을 조절하므로써 입묘

율을 향상시킬 수 있는 건담휴림직파재배를 할 때 가장 문제되는 제초체계를 확립하기 위한 기초자료를 얻기 위하여 제초제 처리시기와 제초제의 종류가 제초효과 및 벼의 생육과 수량에 미치는 영향을 검토하였다.

材料 및 方法

본 시험은 1990년 5월 10일 영남대학교 수도시험답에서 마른 종자상태의 八公벼를 보리파종기를 이용하여 畦立細條播 하였다. 파종된 종자량은 ha당 60kg이었고 파폭간의 거리는 25cm로 하여 휴림내 6열로 파종하였다. 시비량은 질소, 인산, 칼리류 10a당 각각 15kg, 10kg, 10kg을 사용하였는데 인산과 칼리는 로타리 정지직전 살포하여 全量基肥로 사용하였고, 基肥, 5葉期 分肥, 7葉肥, 穗肥, 實肥를 각각 20, 30, 20, 20, 10%로 分施하였다. 물관리도 트럭타에 의한 파종작업이 끝난후 고랑에만 상면의 80-90%수준으로 1회 관수하였고, 그후 40일간은 추가 관수하지 않고 발상대로 유지하다가 파종 40일 후부터 상시 담수상태로 유지하였다.

본 시험에 사용된 제초제 종류, 처리시기, 제형 및 성분함량은 표 1과 같다. 파종후 초기처리제로는 pyrazolate, butachlor, thiobencarb, chlornitrofen과 같이 작용성이 각각 다른 단제 4종과 pyrazolate/butachlor와 chlomethoxynil/butachlor의 혼합제 2종은 파종복토후 전면에 고루 뿌린후 고랑에 관수하여 휴림상면이 자연포화

Table 1. Application time and kind of herbicides.

Application time (DAS) ¹⁾	Herbicide	Dosage for 10a
1	Pyrazolate(10G) ²⁾	3kg
1	Butachlor(6G)	3kg
1	Thiobencarb(G)	3kg
1	Chlornitrofen(9G)	3kg
1	Pyrazolate(6G)/Butachlor(3.5G)	3kg
1	Chlomethoxyfen(6G)/Butachlor(3G)	3kg
18	Propanil(35EC)	300ml
18	2,4-D(40L)	50ml
18	Bentazone(40L)	400ml
18	Propanil(35EC) + butachlor(33EC)	300 + 400ml
40	Bentazone(40L)	400ml
40	Bentazone(40L)/Quinchlorac(10WP)	300g

¹⁾ Days after seeding

²⁾ G = % granule, EC = % emulsifiable concentrate, L = % liquid, WP = wetttable powder

상태가 유지되도록 하였고, 중기처리는 出芽 직후인 파종후 18일에 단제로서 propanil, 2,4-D, bentazone의 유제 및 액제와 혼합액제로서 propail+butachlor을 분무기로 경엽처리하였다. 후기처리는 파종후 40일째, 즉 常時灌水 직전에 단제로서 bentazone액제와 혼합수화제로서 bentazone/quinchlorac을 경엽처리하였고, 손제초구는 파종후 15, 35, 50일에 제초하였다.

시험구 배치는 난괴법 4반복이었으며, 잡초발생상태는 파종후 30일 발상 상태에서 조사하였다. 약해조사는 초기처리제의 경우 모의 피해증상과 생육상태로 판단하였고, 중기 및 후기 처리제는 벼 생육억제 정도를 조사하였다. 벼 생육, 수량 및 수량구성요소는 농촌진흥청의 조사기준을 따랐다.¹²⁾

結果 및 考察

1. 雜草發生 生態

파종후 30일과 출수기에 제초제를 처리하지 않은 시험구에서 조사한 주요한 잡초의 우점도를 보면 표 2에서 보는 바와 같다. 파종후 30일인 발상 상태에서는 피가 가장 우점하였고, 바랭이, 드렁새, 赤米, 강아지풀과 같은 발잡초가 대부분이었다. 그리고 냉이류와 같은 일년생 광엽 발잡초가 24%나 차지하였는데 이들은 상시 담수후에는 서서히 없어져 출수기에는 일반 이앙답에서 많이 발생하는 피, 올방개, 자귀풀 등이 우점하였다.

한편 제초제 처리구에서 파종후 30일과 벼 출수기에 조사한 약해와 잡초발생량을 보면 표 3과 같다. 파종후 1일에 처리되었던 초기처리제 중에

서 butachlor는 벼에 대하여 약간의 생육장해를 입혔으나 제초제 15일을 전후하여 정상으로 회복되었고, 다른 제초제 처리는 약해증상이 전혀 없거나 있어도 극히 경미하였다. 한편 파종후 18일에 처리한 제초제 중 2,4-D가 벼의 생육을 약간 억제 하였고, propanil, bentazone, propanil+butachlor처리는 벼의 생육장해 현상이 없었다.

잡초발생 억제효과를 보면 파종후 30일에는 생육초기 처리제 중에서 pyrazolate 단제처리의 방제효과가 83%로서 제초효과가 낮았으나 다른 제초제는 87-93%의 방제효과를 보여 초기 발상기간 중에는 매우 만족할 만한 제초효과를 나타내었다. 그러나 출수기에는 피, 올방개, 자귀풀 등이 발생하여 방제효과는 14-49%로서 제초제를 초기에 1회 처리하여 생육후기까지 만족할 만한 제초효과를 얻을 수 없었다.

생육중기용 제초제는 propanil+butachlor의 혼합제 처리만 파종후 30일에 94%의 방제효과를 보였을 뿐 나머지 단독 처리는 40-68%의 낮은 방제효과를 나타내었다. 그리고 출수기에는 초기 처리 제초제에서와 같이 피, 올방개, 자귀풀 등이 많아 방제효과는 16-62%로서 초기처리 제초제보다는 방제효과가 다소 높았으나 1회처리로서는 생육후기까지 만족할 만한 제초효과를 얻을 수 없었다.

후기처리제는 파종후 30일에는 아직 제초제가 처리되지 않았던 관계로 잡초방제효과가 없었다. 그러나 벼 출수기 잡초조사에서는 bentazone/quinchlorac 처리구는 90%이상의 잡초방제 효과를 보여 출수기에 1회처리로서는 제초효과가 가장 좋았으나 bentazone 처리는 피를 방제할 수

Table 2. Degree of dominance of important weeds 30 days after seeding (DAS) and at heading stage of a rice variety, Palgongbyeo.

Weed species	30 DAS	Heading stage
<i>Echinochloa</i> sp.	47	63
<i>Digitaria</i> sp.	7	2
<i>Leptochloa</i> sp.	6	3
<i>Setaria</i> sp.	6	1
Weedy rice	5	1
<i>Aeschynomene</i> sp.	5	9
<i>Eleocharis kuroguwai</i>	-	17
<i>Cyperus serotinus</i>	-	1
<i>Aneilema japonica</i>	-	0.5
<i>Ludwigia prostrata</i>	-	0.5
<i>Monochoria vaginalis</i>	-	0.5
Others	24	1.5

Table 3. Weed weight 30 days after seeding and at heading stage of rice and degree of dominance of major weed species.

Time of herbicide application (DAS) ¹⁾	Herbicide	Phytotoxicity (1-9)	30 DAS			Heading stage			<i>Echinochloa</i>	<i>Eleocharis</i>	<i>Sesbania</i>	Others
			Weight (g/m ²)	Suppression rate (%)	Weight (g/m ²)	Suppression rate (%)						
1	Pyrazolate (10G) ²⁾ 3kg ³⁾	1	6.5 bc ⁴⁾	83	812 g	14	76	23	0	1		
1	Butachlor (6G) 3kg	3	2.8 ab	93	731 fg	23	42	37	5	16		
1	Thiobencarb (7G) 3kg	2	4.3 abc	89	794 g	16	37	46	9	8		
1	Chlornitrofen (9G) 3kg	2	4.5 abc	88	775 g	18	48	40	7	5		
1	Pyrazolate/ Butachlor (6/3.5G) 3kg	1	3.6 ab	90	655 ef	31	53	39	0	8		
1	Chlormethoxyfen/ Butachlor (6/30G) 3kg	2	4.7 abc	87	483 c	49	40	50	6	4		
18	Propanil (35EC) 300ml	1	119. d	68	799 g	16	27	56	10	7		
18	2,4-D (40L) 50ml	3	17.4 e	53	586 de	38	53	37	6	4		
18	Bentazone (40L) 400ml	1	22.5 f	40	527 cd	44	79	17	3	1		
18	Propanil + Butachlor (35+33EC) 300+400ml	1	2.2 a	94	362 b	62	37	46	7	10		
40	Bentazone (40L) 400ml	1	39.4 h	0	464 c	51	83	15	2	0		
40	Bentazone/Quinchlorao (40/10WP) 300g	1	34.6 g	7	72 a	92	13	21	5	61		
-	Hand weeding	-	8.3 c	78	85 a	91	17	51	0	32		
-	No weeding	-	37.4 gh	0	946 h	0	63	17	9	11		

¹⁾ Days after seeding

²⁾ G = % granule, EC = % emulsifiable concentrate, WP = % wettable power, L = % liquid

³⁾ Dosage for 10a (1000m²).

⁴⁾ Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

없어 방제효과가 50%에 불과하였다.

한편 제초제별로 보면 pyrazolate와 bentazone 처리구는 피의 발생이 상대적으로 많았고, 초기에 피의 방제 효과가 높았던 초기처리제와 중기처리제인 propanil구는 올방개의 발생이 비교적 많았다. 이상의 결과로 보아 파종에서 출수까지 약 100일이 소요되는데 1회의 제초제 처리로는 100일간 약효가 지속되기는 어려운 것으로 보이며, 초기 40일간의 발상태기간과 후기 60일간의 담수상태기간으로 나누어 발상태기간에는 파종직후 thiobencarb, pyrazolate/butachlor, 또는 chlomethoxyfen/butachlor를 처리하고, 후기에는 bentazone/quinchlorac을 처리하는 체계처리가 벼 건담적과재배에 바람직한 잡초방제체계가 될 것으로 보인다.

2. 벼生育 및 收量

제초제 처리가 벼의 입모수, 수량 및 수량구성 요소에 미치는 영향을 보면 표 4와 같이 파종후 출아까지는 약 15일이 소요되었는데 立苗數는 m^2 당 118-128개로 비교적 균일하게 출아하였고, 제초제 처리구간에 立苗數는 차이가 없었다. 벼 출수기는 잡초가 벼를 완전히 덮었던 무제초구만 손제초구나 다른 제초제 처리구보다 2일 지연되었을 뿐 나머지 제초제처리간에는 차이가 없었다.

稈長은 대체로 3개군으로 나타났는데 손 제초구와 출수기에 잡초발생이 적었던 bentazone/quinchlorac 처리구에서 간장이 81cm로 정상적인 성장을 하였고, 처음부터 잡초발생이 많았던 무제초구는 75cm로 간장이 약 6cm 단축되었으며, 그밖의 제초제 처리구는 이들의 중간치를 보여주었다.

한편 잡초와의 경쟁에서 가장 크게 영향을 받는 m^2 당 이삭수는 손 제초구와 bentazone/quinchlorac 처리구의 360-370개에 비해 다른 모든 처리구에서 이삭수가 크게 감소하였는데 무제초구에서는 66개에 불과하였다.

수량구성요소 중에서 환경의 영향을 가장 적게 받는 천립중과^{4,5)} 등숙율도 간장과 같이 3개군으로 나타났는데 손제초구와 bentazone/quinchlorac 처리구에서 가장 높았고, 무제초구에서 가장 낮았으며, 나머지 처리는 그 중간이었다. 무제초구에서 천립중과 등숙율이 심한 감소는 특히 출

수기 이후에 벼가 잡초에 의해 햇빛이 차단된데 그 원인이 있는 것으로 생각된다.

수량은 손 제초구와 bentazone/quinchlorac 처리구만이 500kg 이상의 수량을 나타냈으며, 그 외 처리구에서는 잡초발생에 의한 수량감소가 현저하였다. 그 중에서도 chlomethoxyfen/butachlor 처리구와 propanil+butachlor 처리구에서는 손제초구의 60%이상의 수량성을 나타내었고, 그 외 제초제 처리구는 40-58%, 무제초구에서는 13%의 수량성을 보였다. 손제초구와 bentazone/quinchlorac 처리구에서 수량이 500kg이상으로 수량성이 이양재배와 같은 수준인 것은 잡초발생이 문제되지 않으면 직파재배와 이양재배 사이에는 근본적으로 수량차이는 없다고 보고한 다른 연구자들과 비슷한 결과를 보여 주었다.^{1,2,3)}

잡초발생량과 벼 수량과의 관계를 그림 1에서 보면 파종후 30일의 잡초발생량과 벼 수량은 관계가 없었으나 출수기에는 잡초발생량이 많을수록 벼 수량은 직선적으로 감소하여 생육초기보다 후기에 잡초방제가 더욱 필요한 것을 보여 주었다. 그리고 벼 수량이 약 50% 감소되는 출수기의 잡초발생량은 m^2 당 600-700g 정도임을 알 수 있다. 또 본 시험에서 3회 제초한 손 제초구와 bentazone/quinchlorac 처리구간에 수량 차이가 없는 것으로 보아 발상태기간 40일간의 잡초가 발생하더라도 벼와 잡초가 어려운 경합이 심하지 않은 시기이므로 후기에 잡초가 방제되면 벼 수량에는 큰 영향을 미치지 않았다. 그러나 초기 40일간 잡초를 방지할 경우 그 이후 잡초방제가 매우 어려우므로 앞서 언급한 바와같이 초기처리와 후기처리의 체계처리가 필요할 것으로 생각된다.

잡초발생량과 벼 도복저항성의 관계를 그림 2에서 보면 출수기의 잡초발생량이 증가할수록 상위 3 및 4절간의 도복지수가 증가되어 도복저항성을 감소시킨다. 본 시험에서는 다른 시험구에서는 도복이 발생하지 않았으나 잡초발생이 많았던 문계추구에서는 벼가 도복하였으며, 일반적으로 잡초시험에서 잡초가 많이 발생하면 가벼운 강우나 바람에도 쉽게 도복된다.

이상과 같이 본 시험에서는 미국의 건담적과재배에서는 전혀 실시되고 있지 않은 파종직후 제초제 처리의 가능성을 비롯한 중기 및 후기용 제

Table 4. Rice yield and yield component as affected by herbicide application.

Time of herbicide application (DAS) ¹⁾	Herbicide	Seeding stand (No./m ²)	Heading date	Culm length (cm)	Tiller number (No./m ²)	1000-grain weight (g)	Percent ripened grains	Yield (Polished rice)	Index
1	Pyrazolate (10G) ²⁾ 3kg ³⁾	126 a ⁴⁾	Aug. 20	79.0 bc	210 e	20.0 c	78.3 e	238 bc	46
1	Butachlor (6G) 3kg	118 a	"	77.0 b	199 de	19.6 c	74.7 cde	286 efg	55
1	Thiobencarb (7G) 3kg	128 a	"	79.0 b	202 de	19.0 bc	73.7 cd	243 bcd	47
1	Chlornitrofen (9G) 3kg	123 a	"	77.3 b	200 de	19.6 c	75.3 de	247 b-e	48
1	Pyrazolate/ Butachlor (6/3.5G) 3kg	125 a	"	77.0 b	212 e	19.6 c	72.7 cd	301 fgh	58
1	Chlormethoxyfen/ Butachlor (6/3G) 3kg	118 a	"	77.0 b	207 de	19.4 bc	78.0 e	322 gh	62
18	Propanil (35EC) 300ml	123 a	"	77.3 b	188 de	19.3 bc	76.0 de	218 b	42
18	2, 4-D (40L) 50ml	126 a	"	76.7 ab	184 d	19.6 c	73.3 cd	266 c-f	51
18	Bentazone (40L) 400ml	125	"	77.0 b	129 b	18.6 b	68.3 b	236 bc	46
18	Propanil + Butachlor (35 + 33EC) 300 + 400ml	122	"	78.7 b	184 d	19.4 bc	75.0 cde	337 h	65
40	Bentazone (40L) 400ml	126	"	77.0 b	157 c	19.0 bc	71.0 bc	280 def	54
40	Bentazone/Quinchlorac (40/10WP) 300g	124	"	81.3 d	367 f	21.3 d	84.0 f	528 i	102
15, 35, 50	Hand weeding	125	"	81.0 cd	360 f	21.6 d	85.7 f	517 i	100
-	No weeding	125	Aug. 22	74.7 a	66 a	17.4 a	38.7 a	67 a	13

¹⁾ Days after seeding

²⁾ G = % granule, EC = % emulsifiable concentrate, WP = % wettable power, L = % liquid

³⁾ Dosage for 10a (10000m²)

⁴⁾ Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

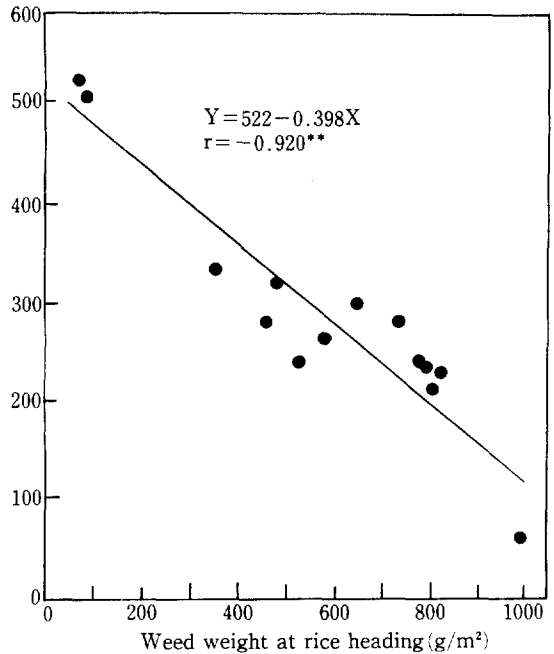
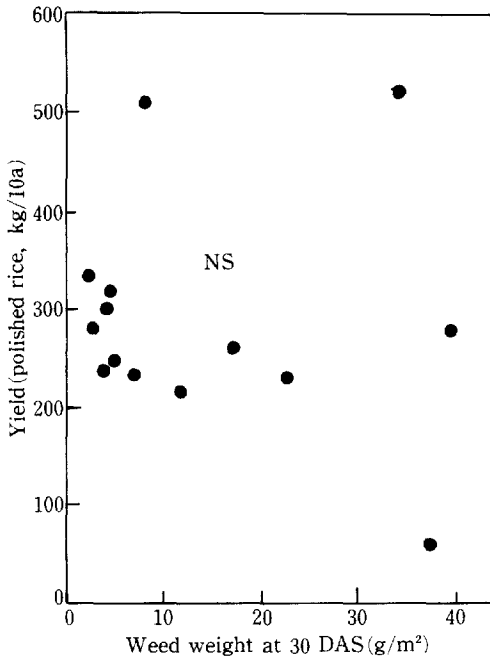


Fig. 1. Relationship between weed weight 30 days after seeding (DAS) and at heading stage of rice and yield.

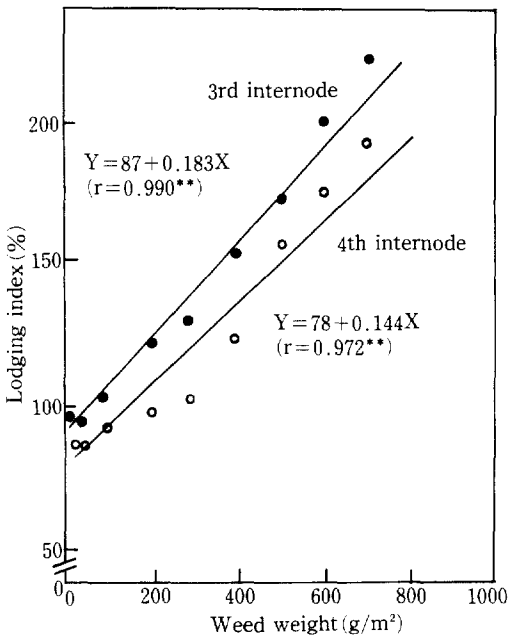


Fig. 2. Relationship between weight and lodging index of rice.

초제의 효과를 검토하였으나 앞으로는 건담직파를 계속할 경우 생길 수 있는 문제초종의 변화와 동일 제초제의 장기연용효과에 대한 지속적인 검

토가 있어야 할 것으로 생각된다.

摘 要

벼 건담직파에 효과적인 제초방법을 구명하기 위하여 이앙재배를 하여온 논에 시판중인 수도용 제초제를 초기(파종후 1일), 중기(파종 18일), 후기(파종 40일)의 3개 시기에 처리하여 제초제의 약해, 제초효과, 벼 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 건담직파재배를 하므로써 발상태인 초기 30일 간은 파, 바랭이, 드렁새, 강아지풀, 赤米, 냉이류 등과 같이 발잡초가 발생하였으나 상시담수 이후에는 발잡초의 생육은 억제되었고, 대신 자귀풀, 올방개, 너도방동산이, 여뀌바늘, 사마귀풀과 같은 논잡초의 발생이 증가되었다.

2. 공시한 제초제 어느것도 벼 立苗數에는 영향을 미치지 않았으나 잡초방제 효과는 현저한 차이를 보였다. 초기 발상태 30일간 제초효과가 좋고 벼의 약해가 거의 없었던 것은 thiobencarb, pyrazoate/butachlor 및 chlomethoxyfen/butachlor의 파종직후 처리와 propanil+butachlor의 파종 18일후 처리이었다. 그러나 벼 출수기의 제초효과가 우수하였던 bentazone/quinchlorac의

파종후 40일 처리구만 손제초의 90%이상 제초효과를 보였을 뿐 나머지는 제초효과가 매우 낮았다.

3. 출수기의 잡초발생은 간장, 수수, 천립중, 등숙비율, 수량을 크게 감소시켰고, 생육초기부터 잡초와 경합이 심했던 무제초구에서 이들 형질의 감소정도는 각각 7, 82, 19, 55, 87%로서 수수와 수량이 가장 많이 감소하였다.

4. 파종후 30일의 잡초발생량은 벼 수량과 관계가 없었으나 벼 출수기의 잡초발생량과 벼 수량과는 부의 상관이 있었으며, 벼 수량이 50% 감소되는 잡초 건물중은 m² 당 600-700g이었다.

5. 출수기의 잡초발생량이 많을수록 벼 상위 3 및 4위 절간의 도복지수가 직선적으로 증가하였다.

引用文獻

1. 富久保男. 1988. 岡山縣における水稻乾田直播栽培と雜草防除. 日本直調 22(7) : 26-33.
2. 富久保男. 1989. 水稻不耕起直播栽培における麥わら被覆の除草效果. 日本植調 23(1) : 13-18.
3. 大叢一雄. 1988. 水稻湛水直播栽培 雜草防除. 日本植調 22(8) : 2-9.
4. Harper, J.L. 1977. Population biology of plants. Academic press. London 892p.
5. International Rice Research Institute. 1988. World rice statistics 1987. IRRI, Los Banos,

Philippines. 257p.

6. 竹内安智. 1989. アメリカにおける雜草防除の現状と動向(2). 日本植調. 22(12) : 2-7.
7. 金容燮. 1990. 朝鮮後期 農業史 研究(II)-農業과 農業論의 變動- 日潮閣. 486p.
8. Kim, S.C. and Keith Moody. 1989. Adaptation strategy in dry matter and seed production of rice and weed species. Korean J. Weed Sci. 9(3) : 183-200.
9. 金剛權, 任正男, 郭龍鎬, 金石東. 1990. 農畜産物の輸入開放에 따른 對應技術開發. 農業科學 심포지움 11 : 25-50.
10. 農林水産部. 1990. 農林水産 統計年度. 487p.
11. 農村振興廳. 1990. 韓國의 農業主要指針標. 農業經營資料 62號. 農振廳.
12. 農村振興廳. 農事試驗研究調查基準. 農振廳. 453p.
13. Rutger, J.N. and W.R. Grant. 1980. Energy use in rice production. p 93-98. In Handbook of Energy Utilization in Agriculture. David Pementel. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida. 475p.
14. Seaman, D. E. 1983. Farmers weed control technology for water-seeded rice in North America p. 167-177 in Weed Control in Rice. IRRI, Los Banos, Philippines.
15. Smith, R.J., Jr. 1983. Weeds of major economic importance in rice and yield losses due to weed competition p. 19-36 in Weed Control in Rice. IRRI, Los Banos, Philippines.