

### 直播 벼의 除草劑 藥害 要因과 回復 研究

#### 3. 비료 3요소에 따른 약해 발생 특성

任日彬\* · 臼井健二\*\* · 趙守衍\*

### Factors and Recovery of Herbicide Phytotoxicity on Direct-seeded Rice

#### 3. Phytotoxicity of Herbicide by Three Elements of Fertilizer

Im Il-Bin\*, K. Usui\*\* and S.Y. Cho\*

#### ABSTRACT

This experiments were conducted to investigate the effects of fertilizer for herbicides phytotoxicity of rice(*Oryza sativa* L. *japonica* cv Dongjin).

The shoot and root growth of rice were inhibited more by pyrazosulfuron-ethyl or pyrazosulfuron-ethyl+molinate than bensulfuron methyl or bensulfuron methyl+dimepiperate application in nitrogen or nitrogen mixed solution. In phosphate or phosphate mixed solution, rice growth were inhibited more by bensulfuron methyl or bensulfuron methyl+dimepiperate than pyrazosulfuron-ethyl or pyrazosulfuron-ethyl+molinate application. In solution mixed with nitrogen and phosphate or fertilizer three elements, rice shoots were more inhibited by pyrazosulfuron-ethyl or pyrazosulfuron-ethyl+molinate treatments, roots were inhibited more relatively by bensulfuron methyl or bensulfuron methyl+dimepiperate treatments. In all fertilizer solutions, rice plant heights were reduced by dimepiperate and molinate applications, but root growth was reduced only by nitrogen and phosphate mixed solution. Rice growth in sulfonylurea or their mixed herbicide application were more inhibited in high nitrogen concentration and by phosphate exclusion than by nitrogen exclusion culture.

Key words : rice, herbicide, phytotoxicity, fertilizer

#### 서 언

벼의 직파재배는 노동력을 이양 재배에 비하여 20~30% 정도 절감할 수 있어서 점차 재

배 면적이 증가하고 있다. 그러나 재배 농가에서는 작업 시간이나 비용 절감면에서 이론치에 접근하지 못하고 있는 상황이며 이의 주요한 요인은 초기 임모의 불안정, 잡초방제 기술의 미흡 및 시비 기술을 비롯한 일반 재배 기술

\* 湖南農業試驗場, National Honam Agricultural Experiment Station, Iksan 570-080, Korea

\*\* 筑波大學, Institute of Applied Biochemistry, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki. 305, Japan

(’97. 11. 30 접수)

의 이해 부족 등이다. 또한 직파재배는 제초제의 사용을 전제로 한 생력 재배 기술이나 적용 포장의 잡초발생 생태를 잘 인지하지 못하거나 제초제의 사용 미숙 등으로 잡초방제가 미흡하거나 약해가 유발되는 경우가 있다. 제초제의 약해는 약제의 종류, 작물 품종 및 재배 조건, 토양 및 기상 환경 등에 의해 단독 또는 복합적으로 일어나고 있다.<sup>1,5,7,10,12,15,18)</sup> 특히 Walker 등<sup>16)</sup>은 약제의 흡착과 토양 pH와 부의 상관성이 있음에 따라 높은 pH에서 약해가 증가한다고 하였으며, Fredrickson 등<sup>2)</sup>도 유사한 보고를 하였다. 또한 온도에 따라서 제초제의 활성 차이가 있으며,<sup>4,8,17)</sup> Ohno 등<sup>9)</sup>은 bensulfuron methyl이 Kobayashi 등<sup>5)</sup>은 pyrazosulfuron-ethyl이 벼 품종간에 감수성의 차이가 있다고 하였으며, 任과 白井<sup>19)</sup>는 pyrazosulfuron-ethyl+molinat나 bensulfuron methyl+dimepiperate가 저온, 심수 등에서 벼에 약해가 크다고 하여 여러 환경 요인 등이 제초제의 약해와 연관성 있음을 시사해 주고 있다.

현재 우리 나라에 담수직파 재배에 등록되어 있는 제초제의 87%가 설포닐우레아계의 혼합제들이며 이들 설포닐우레아계 제초제들은 흡수 부위가 주로 뿌리 부분이며, 특히 표면 담수직파의 경우는 벼의 뿌리가 지상부에 노출되어 있는 경우가 많아 이들이 흡수될 경우 뿌리의 생육을 크게 억제시켜 초기에 약해가 유발될 가능성도 크다. 설포닐우레아계 제초제는 뿌리의 생장을 크게 억제시키며, 또한 저온, 천식, 저pH, 심수, 감수심 큰 토양 등에 따라서도 약해가 유발되며 영양조건에 따라서도 약해의 유발이 차이가 있음을 시사해 주고 있으며, 치오카바메이트계와 설포닐우레아계의 약해 정도가 근부와 지상부에 있어서 상반되게 발현되고 있어 혼합제의 약해 평가도 주의가 요구된다. 또한 직파 벼는 초기 질소 이용률이 떨어지며<sup>21)</sup> 산화는 기비 중요성이 적다고 하여<sup>22)</sup> 직파에서 초기 질소비료의 시비량을 줄이는 것이 유리하다는 것을 강조하고 있다. 또한 任과 白井<sup>19,20)</sup>는 영양이 충분한 조건에서 sulfonylurea 계 제초제 처리시 생육 저해율이 높았다고 하

였다. 특히 시비방법 등과 제초제 사용과의 관계로 인한 약해 유발에 대한 연구는 미진하며 담수직파시 관리 소홀로 인한 제초제 약해 발현시 대책도 부족한 편이다. 따라서 본 시험은 비료 3요소, 즉 질소, 인산, 칼리와 제초제의 반응과의 관계를 검토하여 벼 직파재배 및 안전한 잡초방제의 기초자료로 활용코자 실시하였다.

## 재료 및 방법

본 실험은 직파 벼의 생육에 있어서 비료 3요소 인과 몇 가지 제초제와의 상호 작용을 검토하기 위하여 일반계 품종인 동진벼 (*Oryza sativa* L. *japonica* var *dongjin*)를 공시하여 제초제 혼합 수용액의 표면에 1mm 정도 최아 종자를 파종하여 인위적으로 조절된 환경 조건하에서 실시하였으며, 온도는 주간 24℃(13시간), 야간 17℃(11시간), 광은 1.4~1.6Klux, 습도는 50~60%이었다.

제초제 및 농도는 bensulfuron methyl(2-[[[[[4,6-dimethoxypyrimidin-2-yl]amino]carbonyl] amino]sulfonyl]methyl]benzoate)  $2.5 \times 10^{-7}$ M, pyrazosulfuron-ethyl(ethyl 5-(3-4,6-dimethoxy pyrimidin-2-yl)ureidosulfonyl)-1-methylpyrazoe-4-carboxylate)  $1.5 \times 10^{-7}$ M, dimepiperate(S-1-methyl-1-phenylethyl, piperidine-1-carbothioate)  $2 \times 10^{-5}$ M, molinate(S-ethylhexahydro-1H-azepine-1-carbothioate)  $2 \times 10^{-5}$ M, bensulfuron methyl  $2.5 \times 10^{-7}$ M + dimepiperate  $2 \times 10^{-5}$ M, pyrazosulfuron-ethyl  $1.5 \times 10^{-7}$ M + molinate  $2 \times 10^{-5}$ M로 이들 농도는 일반적으로 추천된 농도이다. 수정액의 성분은 질소는  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 와  $\text{NaNO}_3$ 로 10ppm, 인산은  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 로 40ppm, 칼리는  $\text{KCl}$ 로 40ppm, 마그네슘은  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 로 10ppm, 칼슘은  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 로 40ppm, 철은  $\text{EDTA-Fe}$ 로 3.5ppm, 미량 요소는 망간  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 로 0.5ppm, 붕소  $\text{H}_3\text{BO}_3$ 로 0.05ppm, 몰리브덴( $\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 로 0.05ppm, 구리는  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 로 0.002ppm, 그리고 아연은  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 로 0.05ppm으로 조절하였으며, pH는 5.5~6.0으로 조절하였다. 제초제는 원제를 아세트

**Table 1.** Effect of several herbicides in each solution culture of nitrogen, phosphate and potassium on growth of direct-seeded rice.

Herbicides	Growth inhibition rate(%)											
	Plant height**			Root length			Shoot weight			Root weight		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
BSM*	14	4	0	75	68	69	12	-4	0	46	28	27
PSE	57	1	19	76	61	73	44	-5	3	62	19	39
DIM	18	19	0	-10	7	-3	2	-7	-3	-2	-5	-4
MOL	13	11	1	-7	8	3	-2	-4	-2	-9	-4	-2
BSM+DIM	16	22	3	72	54	63	6	-7	-2	40	15	11
PSE+MOL	63	11	25	69	28	70	45	-10	7	54	2	34

\* Abbreviations : BSM ; bensulfuron methyl( $2.5 \times 10^{-7}M$ ), PSE ; pyrazosulfuron-ethyl( $1.5 \times 10^{-7}M$ ),  
 DIM ; dimepiperate( $2 \times 10^{-5}M$ ), MOL ; molinate( $2 \times 10^{-5}M$ ),

\*\* Checking time : 11 days after seeding

**Table 2.** Effect of several herbicides in each solution culture of nitrogen+phosphate, phosphate+potassium and nitrogen+potassium on growth of direct-seeded rice.

Herbicides	Growth inhibition rate(%)											
	Plant height**			Root length			Shoot weight			Root weight		
	NP	PK	NK	NP	PK	NK	NP	PK	NK	NP	PK	NK
BSM*	22	17	35	76	78	70	22	5	31	56	57	43
PSE	30	6	67	69	63	78	22	1	54	44	37	53
DIM	27	32	39	19	-2	-7	15	-21	27	14	5	-8
MOL	34	33	59	31	-2	0	27	16	48	27	15	5
BSM+DIM	40	45	51	70	72	61	26	18	38	52	63	39
PSE+MOL	45	52	60	61	10	63	39	28	48	51	27	47

\* Abbreviations : BSM ; bensulfuron methyl( $2.5 \times 10^{-7}M$ ), PSE ; pyrazosulfuron-ethyl( $1.5 \times 10^{-7}M$ ),  
 DIM ; dimepiperate( $2 \times 10^{-5}M$ ), MOL ; molinate( $2 \times 10^{-5}M$ ),

\*\* Checking time : 11 days after seeding

을 사용하여 bensulfuron methyl과 pyrazosulfuron-ethyl은  $10^{-7}M$  그리고 dimepiperate와 molinate는  $10^{-5}M$  농도로 저장액을 만들어 처리시 희석하여 사용하였다.

1. 비료 3요소와 제초제 약해와의 관계 : 무 영양액에 질소 $\{(NH_4)_2SO_4 + NaNO_3\}$ 는 10ppm, 인산( $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ )과 칼리(KCl)는 40ppm으로 하여 비료 3요소 요인 실험을 하였다.
2. 질소농도와 제초제 약해와의 관계 : 위 영양액에서 질소농도를  $(NH_4)_2SO_4 + NaNO_3$ 로 1, 10 및 20ppm으로 조절하여 제초제를 처리하여 실험하였다.
3. 비료 3요소 결핍과 제초제 약해와의 관계 : 위 영양액에서 질소, 인산 및 칼리가 각각 결핍된 영양액에 제초제를 처리하여 실험하였다.

모든 실험은 3반복으로 실시하였으며, 처리 후 11일에 초장, 최장근장, 경엽 생체중 및 근 생체중을 조사하여 무처리를 대비하여 생장률을 환산하였다.

## 결 과

### 1. 비료 3요소와 제초제와의 관계

질소 용액에서 전체적으로 sulfonyleurea계 및 그 혼합제는 경엽부보다 근부의 생육을 억제하였으며 thiocarbamate계는 근부보다 경엽의 생육을 억제하는 경향이였다. 또한 경엽부, 근부 모두 pyrazosulfuron-ethyl 및 그 혼합제 처리에서 bensulfuron methyl 및 그 혼합제 처리에서 보다 생육이 억제되는 경향이였으며, pyrazosulfuron-

ethyl과 molinate의 혼합시는 경엽부의 생육억제에 있어서 상가 또는 상승적으로 작용하는 경향이였다. 인산 용액에서도 전체적으로 sulfonylurea계와 그 혼합제 처리는 근부를 보다 억제시켰으며, thiocarbamate계 처리는 초장 신장이 뿌리 신장보다 다소 억제되었으나 경엽중 및 근중은 큰 차이가 없었다. 또한 경엽부 및 근부 모두 bensulfuron methyl 및 그 혼합제 처리에서 pyrazosulfuron-ethyl 및 그 혼합제 처리에서 보다 생육이 억제되는 경향으로 질소 용액에서와 상반된 경향을 보였다. 특히 pyrazosulfuron-ethyl과 molinate 혼합시 생육 억제에 길항적 효과를 보였으며, 근부에서 더욱 뚜렷하였다. 그러나 bensulfuron methyl과 dimepiperate의 혼합 경우는 근부에서는 길항적, 경엽부에서는 상가적으로 작용하는 경향이였다. 칼리용액에서는 sulfonylurea계와 그 혼합제는 경엽부보다 근부의 생육이 억제되었으나, thiocarbamate계의 두 약제는 경엽부 및 근부의 생육이 무처리와 유사한 경향이였다. pyrazosulfuron 및 그 혼합제 처리에서 bensulfuron methyl 및 그 혼합제 처리에서보다 생육이 억제되는 경향이였으며, 특히 두 혼합제 모두 경엽부에서 상가 또는 상승적으로 작용하는 반면 근부는 길항적으로 작용하는 경향이였다. 질소와 인산 혼합액에서는 sulfonylurea계와 그 혼합제의 처리는 근부의 생육 억제가 경엽부보다 컸으며 thiocarbamate계에서는 초장의 억제율이 근장보다 컸으나 경엽중

이나 근중의 생장억제는 비슷하였다. bensulfuron methyl 및 그 혼합제의 처리에서 pyrazosulfuron-ethyl 및 그 혼합제 처리에서보다 근부의 생육이 억제되는 경향이였으나 경엽부의 생육은 반대의 경향을 보였다. bensulfuron methyl과 dimepiperate 및 pyrazosulfuron-ethyl과 molinate의 혼합의 경우 모두 길항적으로 작용하는 경향이였다. 특히 혼합의 경우 경엽부는 질소의 영향을 근부는 인산의 영향을 크게 받은 것으로 생각된다. 인산과 칼리용액 재배에서는 sulfonylurea계 제조제 처리에서는 근부 특히 근장을 thiocarbamate계 제조제 처리에서는 초장 신장이 현저히 억제되는 경향이였다. bensulfuron methyl 처리에서 pyrazosulfuron-ethyl 처리에서보다 경엽부 및 근부의 생육이 억제되는 경향이였으며, bensulfuron methyl과 dimepiperate 혼합 처리에서는 pyrazosulfuron-ethyl과 molinate의 혼합 처리에서보다 근부는 현저히 억제되었으나 경엽부는 반대의 경향이였다. 또한 bensulfuron methyl과 dimepiperate 혼합의 경우 근장을 제외하고는 상승적 작용을 하여 생육억제 정도가 컸으며, pyrazosulfuron-ethyl과 molinate의 혼합의 경우는 경엽부 생장에는 상승적, 근부에는 길항적 작용을 하는 경향이였다. 질소와 칼리의 혼합액에서는 Sulfonylurea계 및 그 혼합 제조제 처리에서는 근부와 경엽부의 생장이 크게 억제되었으며, thiocarbamate계 제조제 처리에서는 경엽부의 생장억제 정도가 컸다. py-

**Table 3.** Effect of several herbicides on growth of direct-seeded rice in solution culture with NPK.

Herbicides	Growth inhibition rate(%)			
	Plant height**	Root length	Shoot weight	Root weight
	NPK	NPK	NPK	NPK
BSM*	26	77	25	58
PSE	32	59	32	49
DIM	22	-61	-1	-12
MOL	34	-39	7	-15
BSM+DIM	34	64	14	51
PSE+MOL	50	25	31	31

\* Abbreviations : BSM ; bensulfuron methyl( $2.5 \times 10^{-7}$ M),  
DIM ; dimepiperate( $2 \times 10^{-5}$ M),

PSE ; pyrazosulfuron-ethyl( $1.5 \times 10^{-7}$ M),  
MOL ; molinate( $2 \times 10^{-5}$ M),

\*\* Checking time : 11 days after seeding

razosulfuron-ethyl 및 그 혼합제 처리에서 bensulfuron methyl 및 그 혼합제의 처리에서보다 생육억제율이 높았으며 특히 경엽부에서 그 차이가 컸다. Molinate 처리에서는 dimepiperate 처리에서보다 생육억제 정도가 큰 경향이였다. bensulfuron methyl과 dimepiperate 및 pyrazosulfuron-ethyl과 molinate 혼합 처리에서는 모두 벼 생육에 길항적으로 작용하였다. 질소, 인산 및 칼리의 혼합용액에서는 bensulfuron methyl 및 pyrazosulfuron-ethyl 처리에서 모두 근부의 약해가 컸으며, 경엽부는 pyrazosulfuron-ethyl 처리에서 bensulfuron methyl 처리보다, 근부는 bensulfuron methyl 처리에서 pyrazosulfuron-ethyl 처리에서보다 약해가 큰 경향이였다. dimepiperate 및 molinate 처리에서는 근부는 생육이 촉진되는 경향이였으나 초장을 억제하는 약해가 있었으며, 경엽부는 molinate 처리에서 dimepiperate

처리에서보다 약해가 큰 경향이였다. bensulfuron methyl+dimepiperate 및 pyrazosulfuron-ethyl+molininate의 혼합제 처리에서는 bensulfuron methyl 및 pyrazosulfuron-ethyl 단제 처리에서 보다는 약해가 적었으나, dimepiperate 및 molinate의 단제 처리보다는 약해가 컸다. 또한 pyrazosulfuron-ethyl+molininate의 처리에서 약해 경감효과가 bensulfuron methyl+dimepiperate 처리보다는 약해가 컸다. 또한 pyrazosulfuron-ethyl+molininate의 처리에서 약해 경감효과가 bensulfuron methyl+dimepiperate 처리보다 현저했다. 혼합처리의 효과에 있어서는 생육억제에 있어서 pyrazosulfuron-ethyl+molininate는 초장, 근장, 경엽생중 및 근중 모두 길항적효과 있었으며, bensulfuron methyl+dimepiperate 혼합시는 초장, 경엽 및 근중에서는 길항적 효과를 보였으나, 근장은 억제율이 가장 컸으며 상가적 효과를 보였다.

**Table 4.** Effect of nitrogen concentration on herbicides phytotoxicity of direct-seeded rice.

Treatment		Plant height**		Root length		Shoot weight		Root weight	
Herbicide	N concentration	cm	%	cm	%	mg/p	%	mg/p	%
control	ppm								
	1	10.9±0.1	100	7.9±0.1	100	47.1±0.3	100	23.2±0.8	100
	10	11.9±0.1	100	7.4±0.3	100	55.1±1.3	100	23.0±1.4	100
BSM*	1	10.7±0.3	98	2.1±0.1	27	48.0±2.9	102	15.2±1.1	66
	10	8.8±0.6	74	1.6±0.1	22	41.2±3.3	75	8.6±0.6	37
	20	10.0±0.6	70	1.7±0.2	20	52.8±1.9	72	9.7±1.0	27
PSE	1	5.2±0.4	48	1.8±0.2	23	30.0±0.6	64	7.0±0.6	30
	10	3.2±0.4	27	1.5±0	20	20.5±1.5	37	3.5±0.1	15
	20	3.7±0.3	26	1.5±0.1	18	23.2±1.6	32	3.4±0.4	10
DIM	1	9.0±0.5	83	9.4±0.5	119	45.4±1.8	96	26.3±0.2	113
	10	10.0±0.4	84	8.8±0.3	119	51.4±0.6	93	21.8±1.6	95
	20	11.1±0.4	78	9.2±0.6	110	63.8±2.1	87	37.4±2.6	106
MOL	1	8.2±0.4	75	9.2±0.2	117	46.7±1.6	99	26.6±3.1	115
	10	8.8±0.4	74	8.4±0.1	114	49.7±3.7	90	22.3±1.1	97
	20	9.9±0.4	70	9.4±0.5	112	63.9±1.9	87	34.4±2.9	97
BSM+DIM	1	8.0±0.4	73	2.4±0.3	30	47.6±4.1	99	16.5±0.4	71
	10	7.5±0	63	1.6±0.1	22	42.1±0.5	76	8.7±0.5	38
	20	9.3±0.5	65	2.0±0.1	24	54.6±1.6	74	11.8±1.1	33
PSE+MOL	1	5.9±0.2	54	2.8±0.3	35	33.9±0.5	72	9.6±0.5	41
	10	3.6±0.4	30	2.0±0.2	27	25.0±1.1	45	5.7±0.2	25
	20	3.4±0.1	24	1.8±0	21	26.8±0.4	37	5.2±0.5	15

\* Abbreviations : BSM ; bensulfuron methyl( $2.5 \times 10^{-7}$ M), PSE ; pyrazosulfuron-ethyl( $1.5 \times 10^{-7}$ M), DIM ; dimepiperate( $2 \times 10^{-5}$ M), MOL ; molinate( $2 \times 10^{-5}$ M),

\*\* Checking time : 11 days after seeding

## 2. 질소농도와 제초제 약해와의 관계

영양액에 질소만의 농도를 1, 10, 20ppm으로 조절하여 제초제를 처리한 결과 Sulfonylurea계 및 그 혼합제초제 처리에서 질소농도가 높을수록 생육억제율이 높은 경향이었으며, 특히 전 농도 모두 pyrazosulfuron-ethyl의 처리에서 bensulfuron methyl의 처리에서보다 생육억제율이 높았다. 따라서 sulfonylurea 제초제는 질소농도에 민감하게 작용하는 것으로 판단되며 특히 pyrazosulfuron-ethyl은 정도가 bensulfuron methyl 보다 큰 것으로 생각되었다. thiocarbamate계인 질소농도에 따라서 성장률에 큰 변화는 없는 경향이였다. bensulfuron methyl과 dimepiperate의 혼합처리의 경우 질소농도 1ppm의 근장에는 상승적, 경엽부 및 근중 및 20ppm에서는 길항적 작용을 보였으며, pyrazosulfuron-ethyl과 molinate의 혼합처리에서는 질소 전체 농도에서 길항적 작용을 나타내는 경향이였다.

## 3. 비료 요소 결핍과 제초제 약해와의 관계

비료 3요소가 각각 결핍된 영양액에 제초제를 처리하여 직파 벼의 초기 생육에 미치는 영향을 검토한 결과 sulfonylurea계 및 그의 혼합제처리는 경엽부 및 근부 모두 인산 결핍시 생육억제정도가 가장 컸으며, 질소결핍에서 대체로 생육억제 정도가 낮은 경향이였다. 따라서 비료 3요소 중 sulfonylurea계 제초제는 질소 및 인산의 존재여하에 따라서 생육에 미치

는 영향이 큰 것으로 사료되었다. dimepiperate 처리에서는 인산결핍시 경엽부의 생장이 억제되는 경향이였다. 또한 bensulfuron methyl과 dimepiperate 혼합처리에서는 칼리 결핍시 근부 생육이되는 모두 길항적 효과를 나타냈으며, pyrazosulfuron-ethyl과 molinate 혼합처리에서는 전체 처리에서 대체로 길항적작용을 보인 경향이였다.

## 고 찰

벼의 직파재배는 초기 질소 이용율이 낮으며 또한 영양조건이 충분한 상태에서 제초제의 약해도 높은 것으로 보고되고 있어 비료사용과 제초제 살포에 대한 재배적 측면에서 재고해 볼 필요가 있다. 가능하면 비료, 제초제 모두 사용하지 않는 것이 최상이나 아직까지의 재배법으로는 기대한 수확물을 얻기 위해서는 이들을 사용할 수밖에 없으며, 현재로서는 이 두 요인을 어떻게 사용하는 것이 최상일 것인가를 생각해 볼 필요가 있다. 이런 견지에서 본 시험을 실시한 결과 비료3요소 요인 시험에서 질소의 존재 하에서는 sulfonylurea계 제초제의 벼에 대한 생육억제 작용이 가중되었으며, 인산의 존재 하에서는 생육 억제가 경감되는 경향이였다. 이는 sulfonylurea계 제초제는 비료요인과 깊은 관계가 있음을 시사해주는 결과이고 이의 관계는 지금까지 벼에서

Table 5. Effect of several herbicide on growth of direct-seeded rice in nutrient culture without each fertilizer element.

Herbicides	Growth inhibition rate(%)											
	Plant height**			Root length			Shoot weight			Root weight		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
BSM*	14	33	11	68	81	78	5	30	10	57	75	58
PSE	37	77	63	83	85	85	14	61	54	64	89	81
DIM	17	25	15	9	-11	-12	1	12	2	9	10	-20
MOL	20	26	36	3	-3	-21	-4	9	18	1	9	10
BSM+DIM	15	34	23	65	76	78	-3	19	10	40	68	59
PSE+MOL	32	75	69	74	85	81	4	54	50	52	86	76

\* Abbreviations : BSM ; bensulfuron methyl( $2.5 \times 10^{-7}M$ ), DIM ; dimepiperate( $2 \times 10^{-5}M$ ),

PSE ; pyrazosulfuron-ethyl( $1.5 \times 10^{-7}M$ ), MOL ; molinate( $2 \times 10^{-5}M$ ),

\*\* Checking time : 11 days after seeding

는 별로 검토된 바 없으며 밑에서 sulfonylurea 계인 chlorsulfuron 처리시 질소 공급이 많을수록 생육이 억제되며, 인산의 공급은 증진된다는 보고<sup>24)</sup>와 매우 유사한 경향이다. 특히 질소 용액에서는 pyrazosulfuron-ethyl의 처리가, 인산 용액에서는 bensulfuron methyl의 처리가 생육 억제 정도보다 큰 경향은 pyrazosulfuron-ethyl이 질소와 인산에 대한 반응이 컸기 때문에 사료되어, sulfonylurea계 제초제들에서도 비료에 대한 반응이 상이함을 시사해 주는 것이다. 질소 농도가 높을수록 sulfonylurea계 제초제의 처리 생육억제율이 큰 것은 더욱더 질소와 관계가 깊다는 것을 알 수 있으며 chlorsulfuron 처리시 질소 공급이 많을수록 밑 생육을 억제시킨다는 보고<sup>24)</sup>와도 유사한 경향이었으며, 특히 Pyrazosulfuron-ethyl 처리시 억제정도가 큰 것도 질소와의 상호작용이 큰 때문으로 사료된다. 비료요인 결핍도 sulfonylurea계 처리시 질소 결핍 시보다 인산 결핍 시는 생육억제 정도가 큰 경향이였다. 이를 종합해 보면 sulfonylurea계 제초제는 질소 시용이 많을수록 또는 인산이 결핍될 경우 벼에 대한 생육의 억제 정도가 크며 또한 질소시용이 적고 인산이 충분한 조건에서 벼의 생육 억제가 적은 것으로 판단되었다. 특히 bensulfuron methyl 보다 pyrazosulfuron-ethyl의 경우 질소, 인산에 대한 영향을 크게 받는 것으로 사료되어 보다 심도있는 연구가 필요하다고 생각된다.

## 적 요

직파 벼에서 몇가지 제초제의 약해에 대한 비료 3요소의 영향을 검토하기 위하여 일반계 품종인 동진벼(*Oryza sativa* L. *japonica* cv dongjin)를 공시하여 시험한 결과는 다음과 같다.

비료 3요소와 각 요소 혼합용액에서 제초제 처리에 의한 벼의 생육 억제 반응은 질소 및 질소 + 칼리 용액에서는 pyrazosulfuron-ethyl과 pyrazosulfuron-ethyl + molinate 처리에서 bensulfuron methyl과 bensulfuron methyl + dimepiperate 처리에서보다 전체적으로 경엽 및 근부의 생육 억

제 정도가 컸다. 인산 및 인산 + 칼리용액에서는 bensulfuron methyl 및 bensulfuron methyl + dimepiperate 처리에서 pyrazosulfuron-ethyl 및 pyrazosulfuron-ethyl + molinate 처리보다 생육의 억제 정도가 큰 편이였다. 또한 질소 + 인산 및 질소 + 인산 + 칼리용액에서는 경엽부는 pyrazosulfuron-ethyl 및 pyrazosulfuron-ethyl + molinate 처리에서 뿌리 부분은 bensulfuron methyl 및 bensulfuron methyl + dimepiperate 처리에서 생장 억제가 상대적으로 큰 경향이였다. thiocarbamate 계인 dimepiperate과 molinate의 처리는 전체 비료 용액에서 초장 신장을 억제시켰으며 근부는 질소 + 인산용액에서 생육이 가장 억제되었으나 대체로 억제정도는 경엽부보다 낮았다. pyrazosulfuron-ethyl과 bensulfuron methyl 및 그의 혼합 처리에서는 질소농도가 높을수록 생육 억제정도가 컸으며, 비료 3요소 중 인산 결핍시 생육 억제정도가 가장 큰 경향이였다.

## 인 용 문 헌

1. Elenicotoula S., I.G. Eleftherohorinos, A.A. Gagianas and A.G. Sticas. 1993. Phytotoxicity and persistence of chlorsulfuron, metsulfuron-methyl, triasulfuron, and tribenuron-methyl in three soils. Weed Research 33 : 355-367.
2. Fredrickson, D.R. and P.J. Shea. 1986. Effect of soil pH on degradation, movement, and plant uptake of chlorsulfuron. Weed Science. 34 : 328-332.
3. Groves, K.E. and R.K. Foster. 1985. A corn (*Zea mays* L.) bioassay technique for measuring chlorsulfuron levels in three Saskatchewan soils. Weed Science. 33 : 825-828.
4. Ichizen, N., T. Takeuchi, H. Omokawa, M. Konnai and T. Takematu. 1991. Effect of soil type water depth, water leakage and temperature on activity of plowable and granular formulations of herbicides. Weed Research, (Japan) 336(4) : 338-342.
5. Kobayashi K., Y. Yogo and H. Sugiyama.

1995. Differential growth response of rice cultivars to pyrazosulfuron-ethyl. *Weed Research, Japan*. 40(2) : 104-109.
6. Matsumoto H., S. Nishi and K. Ishizuka. 1991. Action of thiocarbamate herbicide dimepiperate on plant metabolism. *Weed Research, Japan* 36(3) 257-265.
7. McLay, L.D. and A.D. Robson. 1992. The effects of chlorsulfuron and Diclofop-methyl on the uptake and utilization of zinc by wheat. *Anst. J. Agric. Res.* 43 : 59-65.
8. Nodaa, K., K. Ibaraki and K. Ozawa. 1965. Variation of activity of herbicides as influenced by air temperature. *Weed Research, Japan* 4 : 127-131.
9. Ohno, A., J.Y. Pyon. K. Ishizuka and H. Matsumoto 1991. Selective mode of action of bensulfuron methyl among rice cultivars. *Weed Research, Japan* 36 : 27-35.
10. Phatak, S.C. and G.R. Stepheson. 1973. Influence of light and temperature on metribuzin phytotoxicity to tomato. *Canadian Journal Plant Science* 53 : 843-847.
11. 白井雄太・若山健二・鈴木廣一. 1992. ヒラゾスルフロンエチル混合剤に関する研究, エスプロカルブとの混合. *雑草研究(別)* : 46-47.
12. Suzuki Ko. T. Nawamaki and S. Watanabe. 1994. The effect of environmental factors on the herbicidal activity of pyrazosulfuron-ethyl under paddy conditions, *Weed Research, Japan*. 39 : 46-51.
13. Takeda S., D.L. Erbes, P.B. Swetser, J.V. Hay and T. Yuyama. 1986. Mode of action and selective active of DPX-F5384 between rice and weed, *Weed Research, Japan* 31(2) : 157-163.
14. Tanaka M, K. Konno, and K. Ikeda, 1985, Herbicidal properties of dimepiperate. *Proceeding 10th Apwss Conference*. 133-143.
15. Teasdale, J.R. and R.W. thimijan. 1983. Influence of light and temperature on bentazon phytotoxicity to cucumber(*Cucumis sativus*). *Weed Science* 31 : 232-235.
16. Walker, A., E.G. Cotterill and S.J. Welch. 1989. Adsorption and degradation of chlorsulfuron and metsulfuron-methyl in soils from different depths. *Weed Research* 29 : 281-287.
17. 世古晴美・山根國男・越生博次・田判満一. 1975. 水稻 湛水直播栽培におけるモリネート混合剤の適用性 兵庫農業試験場報告. 第24號 : 7-11.
18. Yuyana. T., R.C. Ackerson and S. Takeda. 1987. Uptake and distribution of bensulfuron methyl (DPX. F5384) in rice. *Weed Research, Japan* 32(3) : 173-179.
19. 任日彬・白井健二. 1996. 直播벼의 除草劑 藥害 要因과 回復에 관한 研究. 1. 藥害 變動要因. *韓國雜草學會誌* 17(1) : 24-30.
20. 任日彬・白井健二. 1996. 直播벼의 除草劑 藥害 要因과 回復에 관한 研究. 2. 榮養 條件에 따른 藥害 *韓國雜草學會誌* 17(1) : 24-30.
21. 狩野幹夫・酒井一・塩幡昭光. 1986. 水稻の湛水土中 直播栽培に関する研究. 제2보 直播稻の生理・生態的特性 *京城 農試. 研報* 26 : 61-89.
22. 椛木信幸・金忠男・慾勝司. 1990. 散播直播水稻の生理生態的 特性の解明. 2. 品種特性について. *日作記* 59(월) : 80-81.
23. Chlorsulfuron and diclofop-methyl on nutrient uptake by wheat, *Aust. J. Agric. Res.* 44 : 1757-66.
24. Osborne, L.D. and A.D Robson. 1993. What is the significance of herbicide-nutrient interaction on Wheat?, *plant and soil* 155/156 : 529-532.