

벼 品種의 除草劑 Thiobencarb에 대한 耐性 檢定

申西浩* · 李榮萬*

Tolerance of Rice (*Oryza sativa* L.) Genotypes to Herbicide Thiobencarb

Shin, Seo Ho* and Lee, Young Man*

ABSTRACT

The rice(*Oryza sativa* L.) tolerance to herbicide thiobencarb was determined. At the concentration of thiobencarb 3.0kg ai/ha, Yamabiko, M73 (23)F.A, and wx 139-3-64-220-3-1 were the most tolerant among 643 rice genotypes tested. Thiobencarb reduced plant height until 14 days after treatment by 10% and 13% in tolerant and susceptible genotypes, respectively, but increased plant height in 21 days after treatment for both the genotypes, though partial stunting or dwarfing was observed during the early period until 14 days after treatment. Number of tillers per plant was greater in the plants treated by thiobencarb than in the control, showing that the tolerant genotypes had 2 to 3 tillers which were more than the susceptible ones. Regardless of the genotypes, shoot dry weight was increased by 30 to 50% in 35 days after thiobencarb treatment. The root dry weight increased by 50 to 100% in 35 days after the treatment.

Key words : Thiobencarb, Tolerance, Selection.

緒 言

최근에 와서 국내 쌀 生産은 국제 競爭力에 가장 큰 問題點으로 認識되는 高生産費와 勞動力의 문제 해결을 위하여 直播栽培법이 확산되고 있으나 여기에는 雜草防除라는 難제가 선결해야 할 과제이다. 移秧栽培에서는 벼와 雜草間에 時間的 差異가 있어서 除草劑 사용시 作物의 藥害 誘發은 크게 문제시 되지 않았으나, 直播 栽培에서는 벼와 雜草가 거의 같은 시기에 發芽하므로 移秧 栽培에서 處理하는 制초제를 그대로 사용한다면 藥害 發生의

소지가 있다. 이러한 약해유발을 방지하기 위하여 除草劑에 耐性인 品種을 育成하는 것도 한가지 방안이며, 이것은 低藥害의 직파재배 新 除草劑를 開發하는 것보다 더 효과적일 수 있다. 특히 除草劑 耐性 品種과 感受性 品種間에 發芽 직후의 除草劑에 의한 藥害가 어느 시기까지 유지되며, 이것이 生育에 어느 정도의 영향을 미치는지 아는 것은 直播栽培에서 除草劑 사용의 主要 指標가 될 것이다.

Thiobencarb(Benthiocarb, S-4-chlorobenzyl N,N-diethyl-thiocarbamate)는 벼 直播栽培에서 除草 效果가 有望시 되는 除草劑로^{9,10,12,14)} 현재 많이 사용되고 있다.

* 全南大學校 農科大學 Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea.

이 除草劑 사용할 때에 나타나는 약해는 本葉의 出現부터 展開 時期에 stunt, 筒狀葉, 倭性化, 下篇生長 등을 통한 莖葉部 伸長을 阻害하는데 이와같은 現象은 thiobencarb가 蛋白質 合成을 阻害하는 作用 機構와 關聯이 있는 것으로 알려져 있다⁸⁾. 즉, thiobencarb에 의한 식물체의 뿌리 伸張 阻害는 적고, 배측과 초엽, 잎의 伸張 阻害는 크게 나타나는 데 초엽에서는 anthocyanin의 生成이 적고, 잎은 濃綠化하고 低濃度에서는 第1葉의 coleoptile의 側面에서 出現 혹은 筒狀을 나타낸다.

Thiobencarb에 대한 연구는 1976년경부터 이 除草劑를 사용한 논중 극히 一部分에서 벼의 倭化症이 發生되었다고 보고된 바 있는데,¹⁵⁾ 그 原因은 thiobencarb는 好氣의 條件의 土壤中에서는 빨리 CO₂까지 分解되지만 특수한 土壤 條件下에서는 thiobencarb의 脫鹽素體(S-benzyl N,N-diethyl-thiocarbamate)가 生成되기 때문인 것으로 밝혀졌다³⁾.

Ashton과 Crafts¹⁾, Audus²⁾ 및 竹松¹⁶⁾는 thiocarbamate係 除草劑의 作用 特性이 生長點의 細胞 分裂 및 伸張을 妨害한다고 하였는데, Ashton과 Crafts는 thiocarbamate係 除草劑는 一般的으로 發芽 過程의 幼苗의 뿌리에 보다는 줄기에 더 큰 生育 抑制를 보이는 傾向이 있다고 하였다.

Eastin⁴⁾에 의하면 thiobencarb는 벼의 根部에서 쉽게 吸收된 후 식물체의 地上部로 移動된다고 하였는데, 대부분은 벼의 體內에서 急激하게 代謝됨으로써, 벼는 thiobencarb에 대하여 높은 選擇性を 나타내게 된다.⁸⁾

本 研究는 현재 벼 栽培에 사용되고 있는 除草劑중 피, 방동사니 등에 除草效果가 높아 벼 直播栽培시 效率인 除草效果를 얻을 것으로 유망되는 Thiobencarb에 대하여 기존 벼 品種 및 系統의 耐性を 檢定하고, 耐性品種과 感受性 品種間의 生育 程度差異를 糾明하고자 실시하였다.

材料 및 方法

1. 벼 品種의 耐性 檢定

除草劑 thiobencarb(Benthioencarb, 7% 입제)에 대한 벼 品種의 耐性を 檢定하기에 앞서 적정 약량 選定을 위해 1994년 3월 중순경 만금벼, 일품벼, 동진벼, 농안벼, 탐진벼, 아까바레 등 6品種을 0.2m² 사각 pot에 논흙을 충진하여 1품종1렬로 품종당 10粒씩 3반복으로 播種한 후 幼苗가 土壤 表面 2mm 정도로 伸長하였을 때 灌水후 除草劑를 0~7kg ai/ha의 8개 水準으로 處理하였다. 處理後 2週가 經過되었을 때 각 品種의 외부 形態的 反應을 조사하여 적정 檢定 약량을 결정하였다.

水稻 643 品種 및 系統을 1994년 8월 중순에 0.2m² 사각 pot에 논흙을 충진하여 pot당 30 品種씩 10粒을 1품종1렬로 播種하였다. 種子는 24시간 沈漬消毒한 후 洗滌하여 28℃ incubator에서 최아시켰다. 실험은 주간 온도 36℃, 야간 온도 20℃ 비닐 온실에서 수행하였다. 播種 후 幼苗가 토양면에서 2mm 정도로 신장되었을 때 관수후 앞에서 결정된 적정 검정 약량인 3kg ai/ha로 약제를 처리하고 매일 일정량의 물을 관수하였다. 處理後 2週일이 經過되었을 때 生存 個體數와 外部 形態反應을 조사하여 耐性 品種 및 系統을 選拔하였다.

위의 選拔實驗에서 耐性を 나타낸 9개 品種 및 系統을 4개의 感受性 品種과 함께 0, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5kg ai/ha의 처리 濃度로 위의 方法과 同一하게 실시하여 처리후 2週일에 草長, 葉數, 建物重을 調査하였다.

2. 耐性品種의 初期 生育變異

除草劑 thiobencarb에 耐性を 나타낸 Yamabiko, M73 (23)F.A, wx139-3-64-20-3-1과 感受性 品種으로써 영남벼를 0.2m², 깊이 20cm 사각 pot에 논흙을 충진하고 pot당 최아 종자를 20粒씩 4반복으로 1996년 4월 중순경에 파종한 후 비닐 온실 내에서 실시하였다.

幼苗가 土壤面 위로 2mm 정도로 伸長되었

을 때 灌水後 약제를 처리하였다. 처리후 1, 2, 3, 5, 7週에 걸쳐 pot당 2개체를 선정하여 초장, 분얼수와, 각 pot에서 2개체를 매 조사시 건물중(80℃에서 3일간 건조)을 줄기와 뿌리부분으로 나누어 조사하였다.

結果 및 考察

除草劑 thiobencarb 耐性 水稻 品種 選拔을 위한 적정 약제 처리 수준을 選定하기 위하여 약제 처리 농도 8수준에 대하여 6개 品種을 檢定한 結果 모든 品種에서 약제 처리 농도가 增加함에 따라 生存率은 減少하였으며, 5.0kg ai/ha 이상에서는 모든 품종의 전개체가 치사하였다. 1.0kg ai/ha는 생존율 70~90%, 2.0kg ai/ha는 50~80%, 3.0kg ai/ha는 40~70%였으나, 4.0kg ai/ha에서는 10~30%로 급격히 낮았다.

이와같이 1.0~3.0kg ai/ha에서는 모든 품종이 부분적으로 왜화현상의 생육저해를 나타냈지만, 비교적 무처리와 비슷한 생육을 보인 반면, 4.0kg ai/ha 이상에서는 모든 품종이 뚜렷한 생육 저해와 함께 발아생태에서 생육이 정지하는 것도 볼 수 있었다.

따라서 제초제 thiobencarb 내성 수도 품종 선발은 약제 처리농도 3.0kg ai/ha에서 효과적으로 선발할 수 있을 것으로 판단된다.

1. 벼 品種의 耐性 檢定.

이상의 結果에 따라 檢定 약량으로 選定된 3.0kg ai/ha 處理 濃度에 대한 水稻 643개 品種 및 系統에 대하여 耐性 程度를 檢討한 結果 각 品種에서 80% 이상의 生存率을 나타낸 것은 100개 품종으로 전체의 16%였으며, 30% 이하의 생존율은 160개로 24%로 나타났다.

耐性 品種 選拔의 基準은 播種한 전체 個體中에서 완전히 죽은 것을 제외한 모든 개체를 포함시켰으므로, 이중에는 생존은 하였지만 심하게 약해를 나타내어 극히 非正常的인 生育을 나타낸 개체들도 포함되어 있다. 따라서 8개체 이상 生存한 것중 全體의 均一하고 正常的인 生育을 보인 것을 耐性으로 하였을 때 전체 643品種 및 系統中 9개 品種을 다른 품종 보다 耐性이 높은 것으로 볼 수 있었다.

따라서 위의 檢定을 통하여 除草劑 thiobencarb 3.0kg ai/ha 處理 濃度에서 耐性을 나타낸 9개 品種의 耐性을 확인하기 위해 感受性 品種 4개를 追加하여 약제 처리 수준을 달리하여 耐性差異를 檢討한 結果는 표 1에서 초장의 처리/무처리 비율(%)로 나타내었다.

耐性으로 選정한 9품종 및 계통에서 Yamabiko, M₇₃ (23)F.A, wx139-3-64-20-3-1은 강한 내성을 나타내었는데, 특히 Yamabiko의 경우 2.0kg ai/ha에서 120%로 무처리 보다 오히려 초장의 증가

Table 1. Percent of control in plant height of rice varieties and line responded to several concentrations of thiobencarb.

Varieties	Concentration (kg ai/ha)	0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
		0	100	89	1.0	1.0	0
Tolerant	Pembe	100	89	1.0	1.0	0	0
	Cselzaz	100	97	13	55	0	0
	Thin hull 42	100	1.0	14	0	0	0
	Yamabiko	100	95	105	121	59	83
	M ₇₃ (23)F.A	100	68	67	39	58	15
	Hp 883-1-1-13-1	100	60	20	0	0	0
	wx 139-3-64-20-3-1	100	58	74	30	19	18
	Pungkwang	100	78	33	16	0	0
	Ishikari Shiroke	100	48	24	0	0	0
Susceptible	Jinjuol	100	41	7	0	0	0
	Namyongbyeo	100	21	0	0	0	0
	Yilpumbyeo	100	0	0	0	0	0
	Milyang 23	100	77	43	11	0	0

Table 2. Percent of control in shoot dry weight of rice varieties and lines responded to several concentrations of thiobencarb.

Varieties		Concentration (kg ai/ha)					
		0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Tolerant	Pembe	100	109	1.0	18	0	0
	Cselzaz	100	111	222	78	0	0
	Thin hull 42	100	1.0	2	0	0	0
	Yamabiko	100	135	154	169	85	116
	M ₇₃ (23)F.A	100	74	65	48	59	21
	Hp 883-1-1-1-13-1	100	79	242	0	0	0
	wx 139-3-64-20-3-1	100	64	104	43	14	25
	Pungkwang	100	125	50	25	0	0
	Ishikari Shiroke	100	70	30	0	0	0
Susceptible	Jinjuol	100	36	10	0	0	0
	Namyongbyeol	100	39	0	0	0	0
	Yilpumbyeol	100	0	0	0	0	0
	Milyang 23	100	77	48	27	0	0

Table 3. Percent of control in root dry weight of rice varieties and lines responded several to concentrations of thiobencarb.

Varieties		Concentration (kg ai/ha)					
		0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Tolerant	Pembe	100	129	1.0	14	0	0
	Cselzaz	100	100	44	60	0	0
	Thin hull 42	100	1.0	19	0	0	0
	Yamabiko	100	260	200	220	80	260
	M ₇₃ (23)F.A	100	50	67	50	67	17
	Hp 883-1-1-1-13-1	100	86	29	0	0	0
	wx 139-3-64-20-3-1	100	54	69	39	28	15
	Pungkwang	100	125	100	40	0	0
	Ishikari Shiroke	100	150	50	0	0	0
Susceptible	Jinjuol	100	40	30	0	0	0
	Namyongbyeol	100	38	0	0	0	0
	Yilpumbyeol	100	0	0	0	0	0
	Milyang 23	100	67	133	80	0	0

를 가져왔고, 3.0kg ai/ha에서도 83%를 보였으며, M₇₃ (23)F.A, wx 139-3-64-20-3-1의 경우도 다른 내성 품종들에 비하여 상대적으로 강한 내성을 나타냈다.

또한 播種한 個體중 6개체에 대한 建物重을 줄기 부분(표 2)과 뿌리 부분(표 3)으로 나누어 조사한 결과 Yamabiko, M₇₃ (23)F.A, wx 139-3-64-20-3-1은 초장에서와 같이 다른品種에 비하여 적은 減少率로 耐性을 나타내었다. 특히

Yamabiko는 무처리에 비해 2.0kg ai/ha 처리 농도에서 줄기의 건물중이 最高 169%의 增加를 가져왔으며, 뿌리 부분의 건물중은 약제 처리 농도 2.0kg ai/ha를 제외하고는 모두 200% 이상의 增加를 나타내었다. M₇₃ (23)F.A, wx 139-3-64-20-3-1에서도 줄기와 뿌리 부분 모두에서 낮은 減少를 나타내 다른 耐性品種들과 比較하였을 때 相對적으로 높은 耐性을 보이고 있음을 알 수 있었다.

Kimura⁷⁾와 Shin¹¹⁾들은 thiobencarb가 주로 發芽 過程中的 벼에 影響을 미치는데 耐性 品種과 感受性 品種間의 除草劑 處理 濃度間에 高濃度에서 더 많은 差異가 나타나고, gibberelin 유기 α -amylase의 生成成을 阻害하여 결국 벼의 矮化症을 誘發한다고 하였는데, thiobencarb에 대한 水稻 耐性 品種 選拔을 위한 이상의 檢定 結果에서 알 수 있듯이 초장의 生育 變異와 葉의 展開, 줄기 건물중에서 thiobencarb에 耐性을 나타낸 품종들과 감수성을 나타낸 품종간에는 약제 처리 농도의 增加에 따라 그 差異가 뚜렷하게 나타났으며, 특히 일부 품종에서는 왜화증을 나타냈다. 또한 뿌리 건물중에 있어서도 그 차이를 볼 수 있었다. 그러나 초장과 줄기 건물중의 변화에 대해 뿌리의 변화는 다소 적게 나타난 것으로 보아 이미 보고된 바와 같이^{1,2,5)} Thiobencarb는 발아시기에 처리하였을 때 유근보다는 유아부에 더 많은 영향을 미치는 것으로 사료된다.

초장, 줄기 건물중, 뿌리 건물중의 무처리 대비 감소 정도로 보아 이상과 같은 내성 품종 선발 검정을 통하여 thiobencarb에 내성 품종으로 Yamabiko, M₇₃ (23)F.A, wx 139-3-64-20-3-1을 최종적으로 선정할 수 있었다.

2. 耐性 品種의 初期 生育變異

Thiobencarb에 耐性을 나타낸 3개 品種과 感受性 1개 品種 및 系統에 대하여 약제 처리 1주일후에서 7주일까지 處理 濃度 增加에 따른 草張 生育 變異의 結果(표 4) 전체 品種들은 處理 1주일후에서 2주일에 걸쳐 모든 처리 농도에서 무처리에 비해 초장의 減少를 가져왔다. 耐性 品種과 感受性 品種間의 초장 변이에 있어서 初期 生育期에서는 내성 품종이 약제 처리 농도에 따라 87~77%, 감수성 품종들은 90~74%의 短縮律을 보였으며, 처리 2주일후에는 내성 품종들은 100~90%, 감수성 품종들은 93~87%의 단축율을 보여 耐性和 感受性

Table 4. Percent of control in plant height(cm) of tolerant and susceptible varieties and lines of rice as affected by several concentrations of thiobencarb.

Varieties	Concentration (kg ai/ha)	DAT				
		7	14	21	35	49
Yamabiko	0	14(100)	25(100)	31(100)	41(100)	65(100)
	1.0	12 (86)	23 (93)	32(101)	41(107)	60(103)
	1.5	12 (88)	23 (92)	32(103)	43(111)	65(100)
	2.0	10 (71)	21 (86)	32(102)	45(113)	66(102)
	2.5	10 (74)	22 (87)	32(101)	46(115)	67(104)
wx 139-3-64-20-3-1	0	11(100)	22(100)	29(100)	34(100)	61(100)
	1.0	12(101)	23(104)	32(108)	40(118)	57 (94)
	1.5	10 (91)	22(102)	32(109)	41(119)	58 (96)
	2.0	10 (89)	22(100)	32(108)	41(123)	59 (98)
	2.5	8 (73)	20 (90)	31(105)	41(125)	58 (96)
M ₇₃ (23)F.A	0	12(100)	23(100)	30(100)	38(100)	67(100)
	1.0	10 (87)	23 (99)	30 (99)	41(110)	68(102)
	1.5	9 (75)	21 (90)	30(100)	43(115)	68(102)
	2.0	9 (77)	23 (97)	32(105)	45(122)	70(105)
	2.5	9 (73)	21 (91)	33(106)	45(122)	69(103)
Youngnambyeo	0	14(100)	24(100)	30(100)	37(100)	71(100)
	1.0	13 (94)	22 (93)	31(104)	44(119)	71(101)
	1.5	12 (85)	22 (90)	30(100)	46(123)	72(103)
	2.0	11 (80)	22 (90)	30(101)	44(121)	71(102)
	2.5	10 (75)	22 (88)	31(104)	47(127)	73(105)

DAT : Days after treatment.

Figures in the parentheses are percentages to the control in each varieties.

品種間에 초장 생육의 差異가 나타났다. 한편 生育 段階가 어느 정도 進展된 약제 처리 3주 일 후에는 모든 품종들이 무처리에 비해 100% 이상의 초장 伸長을 보이면서 점차 藥害를 回復하는 것으로 나타났다. 處理 3주일후 耐性 品種의 경우 처리 농도에 따라 103~104%, 感受性 品種의 경우는 102%로 나타났다. 또한 처리후 5주, 7주에 있어서 내성과 감수성 품종 간에는 처리 농도의 증가에 따라 가장 월등한 초장의 신장을 나타내고 있었는데, 내성 품종은 5주; 120% 이상, 7주; 102%, 감수성 품종은 5주; 115%, 7주; 103%였고, 그 정도는 감수성 품종에 비해 내성 품종에서 더 큰 신장을 나타냈다. 또한 除草劑 thiobencarb는 作物의 本葉 出現때부터 展開시기에 萎縮과 矮生化를 일으킨다는 보고¹⁵⁾가 있는데, 本 研究에서는 약제 처리 2주까지 耐性和 感受性 品種間에 差異는 있지만 部分的인 萎縮과 矮生化를 觀察할 수 있었다.

Thiobencarb 濃度別 處理에서 草張 變異는 약제 처리 농도 2.0kg ai/ha까지는 처리 농도의 增加에 따라 초장이 오히려 伸長되다가 2.5kg ai/ha에서 다시 減少하는 傾向을 보였는데, 除草劑 thiobencarb가 初期 幼苗期에서는 약해를 나타내지만 이후 어느 정도 生育이 進展된 後에는 약해를 回復하게 되고, 특히 耐性 品種에서는 感受性에 비해 더 빠른 回復을 나타낸 것으로 사료된다.

分蘖數 變異에 대한 결과는 표 5와 같다. Talwar¹³⁾는 除草劑의 耐性 檢定은 벼의 다른 요소들보다는 有效分蘖數에 의하여 效果의 分析할 수 있다고 하였는데, 약제 처리 농도에 따른 耐性和 感受性 品種間 分蘖數는 처리농도 2.0~2.5kg ai/ha에서 감수성에 비해 내성을 나타낸 품종과 계통은 무처리와 1.0~1.5kg ai/ha에서 훨씬 많은 分蘖數를 가져왔다. 약제 처리 초기인 1~2주에는 전체적으로 처리 농도의 增加에 따라 部分的인 差異를 보였

Table 5. Percent of control in number of tillers per plant of tolerant and susceptible varieties and lines of rice as affected by several concentrations of thiobencarb.

Varieties	Concentration (kg ai/ha)	DAT				
		7	14	21	35	49
Yamabiko	0	2(100)	3(100)	6(100)	8(100)	14(100)
	1.0	2 (90)	3 (99)	7(106)	11(135)	16(113)
	1.5	2(119)	4(110)	8(127)	13(164)	16(116)
	2.0	1 (77)	3 (95)	6(104)	13(158)	16(116)
	2.5	1 (70)	3 (84)	6(102)	14(170)	17(121)
wx 139-3-64-20-3-1	0	2(100)	3(100)	5(100)	6(100)	10(100)
	1.0	1 (76)	4(109)	6(121)	10(149)	12(120)
	1.5	1 (63)	3(101)	5(106)	9(149)	12(125)
	2.0	1 (56)	3 (97)	5(101)	9(149)	13(134)
	2.5	1 (63)	3(105)	4 (76)	8(125)	12(124)
M ₇₃ (23)F.A	0	1(100)	3(100)	6(100)	7(100)	13(100)
	1.0	1 (71)	4(110)	7(109)	10(135)	12 (93)
	1.5	1 (63)	4(110)	7(117)	11(154)	14(102)
	2.0	1 (71)	4(106)	8(119)	14(185)	16(119)
	2.5	1 (63)	3 (89)	8(121)	16(204)	20(145)
Youngnambyeo	0	2(100)	4(100)	6(100)	6(100)	10(100)
	1.0	2 (88)	4(100)	7(123)	8(141)	11(109)
	1.5	1 (75)	4 (97)	6(114)	7(123)	11(105)
	2.0	1 (63)	3 (87)	6(102)	7(125)	11(112)
	2.5	1 (50)	3 (80)	6(109)	8(134)	13(129)

DAT : Days after treatment.

Figures in the parentheses are percentages to the control in each varieties.

는데 처리 3주후부터는 약제 처리 농도에 따라 내성 품종과 감수성 품종간에 차이를 보였다. 즉, 내성 품종들은 1.0~1.5kg ai/ha에서 3주; 6~7개, 5주; 7~12개, 7주; 12~14개, 감수성 품종들은 3주; 5~6개, 5주; 7개, 7주; 12개의 분얼수를 나타낸 반면, 2.0~2.5kg ai/ha에서는 내성이 3주; 6~7개, 5주; 12~14개, 7주; 14~17개, 감수성의 경우는 3주; 5개, 5주; 7개, 7주; 12~13개의 분蘖數를 보였다.

이와같이 藥劑 處理 濃度에 따라 耐性과 感受性間에는 差異가 나타났으며, 특히 處理 3주일후부터 내성과 감수성 품종간 分蘖數는 뚜렷한 差異를 나타내기 시작했는데 내성 품종의 경우는 高濃度 處理에서 無處理에 비해 더 많은 分蘖을 하는 것으로 나타났다.

이와같은 결과는 Shin¹¹⁾등이 thiobencarb 처리 시 草張과 分蘖數에 있어서 耐性 및 感受性 品種間 處理 濃度에 따라서는 差異가 크게 나타났다고 한 결과와 同一한 결과로 思料된다.

줄기 乾物重의 變異는(표 6) 除草劑 處理後 平均的인 2개체를 標本 抽出하여 건물중을 줄기부분과 뿌리부분으로 나누어 조사한 결과로 줄기 건물중은 약제 처리후 3주까지는 耐性과 感受性 品種 모두에서 藥劑 處理 濃度 增加에 따라 내성 품종은 無處理에 비해 1주; 100~75%, 2주; 95~80%, 3주; 110~90%, 감수성 품종은 1주; 100~90%, 2주; 102~80%, 3주; 110~90%로 오히려 감수성 품종들에 있어서 短縮率이 적게 나타났다. 한편, 약제 처리 5주와 7주에서 耐性 品種은 140~150%, 140~135%, 感受性 品種은 150%, 130~140%로 약제 처리 초기와 마찬가지로 감수성 품종이 적은 단축율을 보였다. 또한 處理 濃度의 增加와 生育의 進展에 따른 줄기 乾物重이 모든 品種들에 있어서 무처리에 비해 增加되는 結果를 가져왔는데 이와같은 결과는 草長의 生育 變異와 分蘖數의 變異가 줄기 건물중에 반영된 결과로 思料된다. 한편 耐性 品種에 비해 感受性 品種

Table 6. Perceny of control in shoot dry weight(g) of tolerant and susceptible varieties and lines of rice as affected by several concentrations of thiobencarb.

Genotype	Concentration (kg ai/ha)	DAT				
		7	14	21	35	49
Yamabiko	0	0.03(100)	0.18(100)	0.44(100)	2.4(100)	4.1(100)
	1.0	0.0 (98)	0.17 (97)	0.45(102)	3.1(131)	6.2(137)
	1.5	0.03(104)	0.17 (95)	0.47(106)	3.8(161)	6.3(139)
	2.0	0.04(100)	0.14 (78)	0.43 (98)	3.6(151)	6.4(141)
	2.5	0.02 (72)	0.12 (71)	0.44 (98)	4.2(176)	6.3(114)
wx 139-3-64-20-3-1	0	0.03(100)	0.16(100)	1.40(100)	2.0(100)	3.5(100)
	1.0	0.03(106)	0.16 (99)	0.50(116)	3.1(158)	5.2(147)
	1.5	0.03 (97)	0.13 (83)	0.50(115)	3.4(169)	4.5(128)
	2.0	0.02 (79)	0.12 (73)	0.30 (82)	3.1(159)	4.1(116)
	2.5	0.02 (76)	0.08 (49)	0.30 (73)	3.0(153)	4.4(126)
M ₇₃ (23)F.A	0	0.04(100)	0.20(100)	0.52(100)	2.4(100)	3.3(100)
	1.0	0.04(103)	0.20 (95)	0.53 (86)	3.4(145)	3.8 (97)
	1.5	0.03 (88)	0.20 (95)	0.43(102)	4.2(181)	4.5(114)
	2.0	0.04 (88)	0.18 (88)	0.42 (68)	3.8(218)	5.8(147)
	2.5	0.02 (78)	0.14 (78)	0.41 (77)	4.0(206)	4.0(161)
Youngnambyeo	0	0.04(100)	0.28(100)	0.70(100)	2.5(100)	3.1(100)
	1.0	0.04 (95)	0.28(102)	0.81(112)	3.4(135)	4.2(135)
	1.5	0.04 (90)	0.26 (93)	0.70 (97)	3.7(150)	4.1(133)
	2.0	0.04 (82)	0.23 (82)	0.58 (80)	3.7(147)	4.3(139)
	2.5	0.02 (78)	0.18 (64)	0.50 (70)	3.3(130)	4.0(131)

DAT : Days after treatment

Figures in the parentheses are percentages to the control in each varieties.

들이 더 많은 줄기 건물중의 증가를 가져왔는데 이것은 내성 품종에 비해 감수성 품종이稈張의 증가가 많았던 것으로 보아 相對的으로 높은 줄기 乾物重을 나타낸 것으로 思料된다.

뿌리 乾物重의 變異는(표 7)과 같이 줄기와 거의 동일한 결과를 나타내고 있는데, Thiobencarb 處理가 뿌리의 生育에 미치는 영향은 一般的으로 新草의 영향에 미친 영향보다는 훨씬 적고, 品種間에도 反應 差異가 크지 않다고 하였으며¹⁴⁾, 이것은 thiobencarb의 흡수가 뿌리보다는 胚軸이나 신초에서 많이 흡수된 thiobencarb는 植物體의 地上部로 移動되어 生長點에 集積되어 生長 抑制 作用을 나타내기 때문이라고 보고하였는데⁸⁾, 本 實驗에서 줄기 건물중과 달리 뿌리 건물중에 있어는 一般的으로 약제 처리 농도에 따라 耐性和 感受性 品種間에 差異가 없이 全體的으로 약제 처리 시간이 경

과함에 따라 增加하는 樣相을 나타냈는데, 이것은 除草劑 thiobencarb는 약제 처리시 莖葉部 伸長을 阻害할 뿐 뿌리 生育에는 별다른 영향을 미치지 않는다는 사실과 같다고 볼 수 있으며, thiobencarb가 어느 濃度 水準에서는 호르몬으로써 GA와 비슷한 作用을 한다고 하였을 때⁶⁾, 무처리보다는 약제 處理區에서는 어떤 방향으로든지 뿌리의 生育에 影響을 주었을 것으로 思料된다. 한편 뿌리 건물중에서 部分的으로 특이한 結果를 나타내고 있는데 이와 같은 결과는 표본 추출 과정에서 뿌리의 손실 등의 결과로 사료된다.

摘 要

1. 除草劑 thiobencarb에 대한 水稻 耐性 品種 選拔에서 藥劑 處理 濃度の 適定 水準은 3.0kg ai/ha가 가장 效果的인 耐性 選拔效果

Table 7. Percent of control in root dry weight(g) of tolerant and susceptible varieties and lines of rice as affected by several concentrations of thiobencarb.

Varieties	Concentration (kg ai/ha)	DAT				
		7	14	21	35	49
Yamabiko	0	0.02(100)	0.05(100)	0.15(100)	0.6(100)	1.2(100)
	1.0	0.02 (92)	.063(195)	0.17(114)	1.1(172)	2.5(209)
	1.5	0.01 (88)	0.06(190)	0.20(136)	1.3(207)	2.5(208)
	2.0	0.01 (63)	0.05(169)	0.16(109)	1.4(225)	2.3(191)
	2.5	0.01 (84)	0.05(158)	0.17(117)	1.8(279)	2.4(197)
wx 139-3-64-20-3-1	0	0.02(100)	0.08(100)	0.17(100)	0.9(100)	1.1(100)
	1.0	0.02 (71)	0.08(133)	0.20(117)	1.9(226)	1.8(154)
	1.5	0.01 (54)	0.07(111)	0.18(105)	2.3(242)	1.8(159)
	2.0	0.01 (47)	0.06(104)	0.13 (77)	2.3(244)	1.6(142)
	2.5	0.01 (34)	0.04 (72)	0.12 (70)	1.9(223)	1.4(127)
M ₇₃ (23)F.A	0	0.02(100)	0.04(100)	0.22(100)	1.7(100)	1.7(100)
	1.0	0.02 (79)	0.05(136)	0.26(122)	2.7(154)	2.0(115)
	1.5	0.01 (58)	0.06(138)	0.24(115)	3.6(214)	2.3(127)
	2.0	0.01 (73)	0.07(143)	0.22(104)	4.4(255)	3.5(189)
	2.5	0.01 (60)	0.05(114)	0.17(103)	3.2(210)	2.1(177)
Youngnambyeo	0	0.02(100)	0.06(100)	0.21(100)	0.8(100)	0.9(100)
	1.0	0.02 (97)	0.08(131)	0.31(121)	1.6(209)	1.8(127)
	1.5	0.02 (92)	0.08(130)	0.20 (97)	1.6(206)	1.3(148)
	2.0	0.01 (72)	0.05(104)	0.18 (83)	1.4(190)	1.4(164)
	2.5	0.01 (59)	0.05 (77)	0.17 (81)	1.3(177)	1.4(165)

DAT : Days after treatment.

Figures in the parentheses are percentages to the control in each varieties.

- 를 기대할 수 있었으며, 水稻 643개 品種 및 系統에 대한 耐性 檢定 結果 Yamabiko, M73 (23)F.A, wx139-3-64-20-3-1을 選拔하였다.
2. Thiobencarb 耐性 水稻 品種 選拔 過程에서 耐性 品種과 感受性 品種間에 藥劑에 대한 反應은 矮化現像에 있어서 뚜렷한 差異를 나타내고 있음을 알 수 있었으며, 동일 品種內의 個體間에 있어서도 약제에 대한 耐性은 다소의 差異가 있음을 알 수 있었다.
 3. 草長은 除草劑 處理 14日까지는 濃度 增加에 따라 無處理에 비해 耐性 品種은 10%, 感受性 品種은 13%의 減少를 보였고, 藥劑 處理 21日後부터는 處理濃度の 增加에 따라 耐性 및 感受性 品種 모두 無處理에 비해 增加하였다.
 4. 分蘖數는 藥劑 處理 21日後부터 處理濃度에 따라 耐性和 感受性 品種 모두에서 無處理보다 增加하였으며, 耐性 品種은 感受性 品種보다 2~3개 더 많은 增加를 나타냈다.
 5. 地上部 乾物重은 thiobencarb 處理 35日後부터 耐性和 感受性 品種 모두에서 無處理에 비해 30~50% 增加하였고, 地下部 乾物重은 耐性和 感受性 品種 모두에서 無處理에 비해 減少하였지만, 35日後부터는 50~100% 이상 增加하였다.

引用 文 獻

1. Ashton, F.M. and A.S. Crafts. 1981. Mode of Action of Herbicides(2nd ed) John Wiley and Sons, Inc. New York. 520 p.
2. Audus, L.J. 1976. Herbicides(physiology, biochemistry, ecology) Vol 1. Academic Press. : 311-323.
3. Bolton, P. and J.L. Harwood. 1976. Effect of thiocarbamate herbicides on fatty acid synthesis on potato. Phytochemistry. 15 : 1507-1509.
4. Eastin, E.F. 1975. Absorption and movement of benthocarb in rice. Proc. 28th Ann. Meet. South. Weed Sci. Soc. 305 p.
5. Frisen., H.A, J.D. Banting. and D.R. Walker.

1962. The effect of placement and concentration of 2,4-d on the selective control of wild oats in wheat corn. J. Plant Sci. 42 : 91-104.
6. Han, K.W. and J.C. Chun. 1989. Effect of herbicides on growth and mineral status of rice seedlings. Proc. III. 13th Asian-Pac. Weed Sci Soc. : 675-681.
7. Kimura, I, N. Ichizen and S. Matsunaka. 1971. Mode of action of herbicide benthocarb. Weed Res.(Japan) 12 : 54-5.
8. Nobumasa Ichizen. Morphological responses of plants to herbicides. Kor. J. Weed Sci. 2(2) 73-74.
9. Pyon, J.Y. and H. Y.Lee. 1989. Effect of fencloirim on reducing herbicidal injury of rice in subirrigated seedbed and direct-seeded condition. 12th APWSS Proc. III. 741-745.
10. Sabri Gamil Almed, A.E.W., H. Shibayama and H. Watanabe. 1989. Variance in the growth of plants of weed species in dry-seeded fields and their control. 12th APWSS Proc. II. 465-470.
11. Shin. D.H., K. Moody, F.J. Zapata and K.U. Kim. Effect of thiobencarb on various agronomic traits of rice(*Oryza sativa* L.) cultivar. Kor. J. Weed Sci. 10(3) : 171-178.
12. Smith, R.J., Jr. 1988. Weed control in water- and dry-seeded rice(*Oryza sativa* L.). Weed Technology vol. 2 : 242-250.
13. Talwar, S.N. 1976. Selection index for gram yield and its contributing characters in variental collection of rice(*Oryza sativa* L.). Indian Agnc. 20 : 35-37.
14. 이춘우·오세현·김창영. 1989. 간척지 벼 담수직파재배시 제초제 안전성에 관한 연구. 농시논문집 31(1) : 59-63.
15. 武市義雄·小山農. 1979. ベンチオカ-ブ 施用 水田における 水稻の わい化症の發生實態 日本雜草研究 24 : 247-253.
16. 竹松哲夫. 1982. 除草劑研究總監. 展友社. p.710.