

主要 菜蔬用 除草劑의 土壤中에서의 殘效와 後作物에 미치는 影響

第1報 越冬作物에 處理한 除草劑의 殘效와 後作物에의 影響

梁桓承 · 文永熙 · 崔殷碩 · 張玟洙 · 李鎮夏*

Residual Activity and Effect of Soil Applied Herbicides on Succeeding Crops in Vegetable Field

1. Residual Activity and Effect of Applied Herbicides on Succeeding Crops in Winter Crops

Ryang, H.S., Y.H. Moon., E.S. Choi, M.S. Jang, and J.H. Lee*

ABSTRACT

Residual period and carry-over effect of some herbicides were determined using a bioassay method in five winter crops (chinese cabbage, radish, spinach, onion and garlic). The effects were measured at regular time intervals after applying different rates of the herbicides. There were no great differences in residual period and carry-over injury between the soils and kinds of crops used. However, the residual period varied with the herbicides studied and the carry-over injury was rate of the herbicide application, sampling depth of soil, and kind and seeding date of the test plant. When the residual herbicides were applied, the carry-over injury could be minimized by selecting tolerant crops, delaying seeding of the crops after application of the herbicides, and regulating the cultivation depth. Herbicides which showed no residual effect by the end of the cropping period (200-240 days for winter crops) and no carry-over effect were alachlor, trifluralin, ethalfluralin and prometryn. When pendimethalin, metolachlor, linuron and methabenthiuron were applied at the recommended rate or less, there was no carry-over injury at harvesting time. With doubling the recommended rate, however, the carry-over effect was found in sensitive crops. Napropamide applied in winter crops at rate of 150-300g a.i./10a brought about carry-over injury for such Gramineae as Italian ryegrass, direct-seeded rice and barley, whereas the injury was not found in lowland-transplanted rice, Cruciferae, Cucurbitaceae and Solanaceae. Long residual herbicide nitratin applied at the rate of 75g a.i./10a caused the carry-over injury for Italian ryegrass, direct-seeded rice, baley and lowland-transplanted rice at 275 days in winter crops. In addition, a slight injury occurred in sesame, perilla and spinach, However, there was no injury for Cruciferae, Cucurbitaceae and Solanaceae.

Key words : Residual period of herbicides in soil, carry-over effect of some herbicides, winter vegetable crops.

緒 言

土壤表面 또는 土壤中에 살포된 除草劑의 一部는 大氣中에 蒸發, 揮散되거나 太陽光線에 의하여 光化學的으로 分解되나 대부분은 土壤粒子에

吸着되어 水溶液이나 水懸濁液의 狀態로 또는 氣體로서 土壤中에 擴散되면서 뿌리에 吸收되기도 하고 地下로 溶脫되기도 하나 대개 土壤의 作土層에 남아 微生物의 作用 등에 의하여 分解 消失된다.^{1,2,3,4,6,47,77)}

그런데 土壤에 處理된 除草劑가 어느기간동안

* 全北大學校 農科大學 College of Ariculture, Chonbuk National University, chonju 560-756, Korea.
本論文은 1989年度 3월부터 1990年 2월까지 2년간에 걸쳐 한국과학재단(일반과제)支援에 의하여 遂行된 研究의 一部임 (KOSEF 891-1502-037-2)

殘效가 持續되고, 殘留하게 되느냐 하는 問題는 除草效果 및 後作物의 栽培에 直接的으로 影響을 미치게 되므로 除草劑의 合理的이고도 安全한 使用을 위해서 뿐만 아니라 土壤 및 栽培作物體中の 殘留와 關聯되어 環境衛生的인 側面에서도 매우 重要한 課題이다. 4,12,13,23,25,29,31,43,52,66,72,77)

따라서 歐美에서는 除草劑의 土壤中 行動特性인 吸着, 移動, 殘留 등에 관한 研究가 매우 많고^{14,17,18,29,30,36,37,48,52,54,80,81)} 近來에는 除草劑의 土壤中 移動이나 殘留에 대해서 simulation model에 의한 評價法이 활발히 시도되고 있다.^{8,9,35,82)}

그런데 前作物栽培時 圃場에 처리한 除草劑의 後作物의 生育에 미치는 影響등 研究報告는 벼류, 옥수수, 사탕무, 사탕수수, 목화, 콩 등의 主宗作物에 處理한 除草劑들이 1-2年 후에도 有效成分이 土壤에 殘留하여 後作物인 菜蔬 및 기타作物에 藥害를 나타낸 事例가 間或 報告되고 있으나,^{2,6,10,16,17,19,22,34,40,42,44,45,46,58)} 歐美에서도 零細作物(Minor crop)인 菜蔬에 使用하는 除草劑는 種類도 적고 研究도 활발하지 못하기 때문에 1) 除草劑의 殘效와 後作物에 미치는 影響의 研究報告는 많지 않으며 양과발의 methazol,⁸⁰⁾ 오이발의 ntralin,^{11,15)} 당근발의 linuron,²²⁾ 토마토발의 napropamide,⁶⁰⁾ 감자발의 metribuzin,²⁶⁾ 고구마발의alachlor²⁹⁾ 등의 報告가 있다.

우리나라와 栽培樣式, 氣象등이 類似한 日本에서는 主宗作物이 水稻인 관계로 拔除草劑의 殘效 및 後작에 미치는 影響에 대한 研究가 활발치 못하였으나⁷⁶⁾ 近來에는 이에 대한 研究가 進行中인데, 즉 菜蔬발에 trifluralin, ntralin, pendimethalin 및 alachlor 등을 夏作物에 처리시에는 140일이면 殘效가 消失되나 冬作物의 경우에는 200일 후에도 雜草의 발생을 抑制할 수 있는 濃度가 檢出되며 특히 處理藥量이 높을수록 殘留量도 높다고 하였다.⁷⁵⁾ 또 양과발에 使用된 除草劑는 trifluralin, ntralin, pendimethalin 등이 있는데^{15,38)} 이들 dinitroaniline계 除草劑는 殘效가 길고 특히 禾本科에 作用이 강한 것으로 알려져 있다.²⁰⁾

林등은²⁷⁾ 시금치발에 쓰여진 除草劑 5種中 lenacil, simazine등은 殘效가 길고 後作物인 십자화과, 오이과, 벼과 등에 影響이 있으므로 殘效가 짧은 alachlor가 널리 쓰여지고 있다고 하였다.

駒宮은⁴²⁾ 보리 大豆作에 처리한 pendimethalin (80, 160ga.i./10a)은 200일 후까지 殘留하였으며 倍量區는 이탈리아라이그라스의 生育을 60% 抑制하고 1.36ppm까지 殘留하였으나 alachlor + linuron(160+50, 320+130)은 藥劑處理 30일 후에 이탈리아라이그라스의 生育에 影響이 없었고, 120일 후에는 0.01-0.55ug/ml만 檢出되었다고 한다.

鈴木등은⁷⁶⁾ atrazin의 消長과 後作物에의 影響을 報告 하였고, 內村등은⁷⁹⁾ 앞으로의 拔雜草防除에서 問題點의 하나로 處理除草劑의 後作物에 미치는 影響에 대한 檢討를 主張한 바 있다.

우리나라에서의 이에 관련된 研究는 著者 등이 행한 몇편의 報告^{52,63,66,69,70)}를 제외하고는 매우 稀少한데 최근 除草劑의 種類가 다양해지고 또 밭에서의 使用 面積도 擴大되면서 종종 前作物에 使用한 除草劑의 殘留로 인한 後作物의 藥害發生 등으로 物議를 일으키고 있는데 특히 最近에는 논에 처리한 quinclorac合劑가 이듬해 토마토, 상치, 당근등 菜蔬作物에 藥害를 誘發하여 問題視 되고 있다.⁵³⁾

그런데 除草劑의 土壤의 殘留에 관계되는 因子는 매우 다양하여 1) 藥劑의 理化學的 特性,^{23,77)} 撒布藥量,^{5,17,60,61)} 撒布時期 및 方法,^{26,32,75)} 撒布前歷,^{17,22,56,83)} 製劑形態^{41,59,83)} 2) 土壤因子로 土壤의 種類(有機物含量, 粘土含量, 粘土礦物의 種類, pH, C.E.C),^{5,7,8,10,24,26,33,49,54,64,68,70,84)} 土壤微生物의 種類 및 量,^{23,31,46,71)} 등이 관계되고 3) 環境因子로 溫度,^{11,21,83)} 水分狀態(降雨, 灌溉, 湛水, 또는 발상태),^{39,59,78)} 溶脫의 大小^{17,63)}등 이며 그외에 作物의 種類 및 耕作方法(無耕耘, 耕耘深度 및 畝수 등)^{16,58)}이 複合的으로 관계되어 있다.

따라서 土性, 栽培樣式, 氣象條件 등이 다른 외국에서 얻어진 結果를 그대로 우리나라에 適用할 수 없는 경우도 허다하므로 獨創的인 研究가 絶실하게 必要하다.

이와같은 現況에 입각하여 著者등은 우리나라 菜蔬발에 쓰여지고 있거나 또는 適用이 가능시되는 主要 除草劑들을 越冬作物(시금치, 양과, 마늘, 가을배추, 무)에 土性別로 處理하고 각 作期가 끝날 時期를 전후하여 生物檢定에 의해 殘效를 檢定했고 아울러 作期 終了後 耕耘 整地하여 그 시기에 맞는 後作物 8종을 播種하여 生育에 미치

는 영향을 검토하여 殘留期間과 後作物 종류별 영향을 평가하고자 하였다. 아울러 대표적으로 잔효가 긴 除草劑 2종 (nitralin 및 napropamide)에 대해서는 이들의 土壤중에서의 檢定植物 抑制에 대한 有效濃度를 구하기 위하여 無菌 M.S培地에서 藥量水準에 따른 檢定植物別로 생육억제를 求하였다. 또한 이상의 bioassay에 의한 土壤중 잔류량간의 상호관계를 追究하고자⁸¹⁾ 作期終了 前後 殘效와 後作物에 대한 영향을 조사한 시기마다 土壤을 sampling하여 GC에 의해 化學分析을 실시하였던 바 여기에서 얻어진 結果를 報告하는 바이다.

本稿에서는 제1報로서 越冬作物 5種의 作物에 처리한 除草劑들의 殘效와 後作物에 미치는 影響에 대한 研究結果에 대하여 報告한다.

材料 및 方法

1. 供試圃場

全州市 德津洞所在 全北大學校 農科大學 附屬 農場 및 全州市 松川洞所在 一般農家圃場.

Table 1. The physicochemical properties of soils used.

Sampling place	Soil texture	Particle size distribution (%)			pH H ₂ O (1:5)	O.M ¹⁾ (%)	C.E.C ²⁾ (me/100g)
		Sand	Silt	Clay			
Chonju	C	31.3	27.2	42.5	6.1	2.73	23.6
"	CL	35.6	34.6	29.8	4.8	2.16	19.8

¹⁾ O.M : Organic matter

²⁾ : Cation Exchange Capacity.

Table 2. Outline of field test for investigation on carry-over injury.

Crop	Soil texture	treatment	Application date	Harvesting date	Seeding date of residual testing plant	Seeding date of succeeding crop
Chinese-cabbage	C	Alachlor others 4	89. 9. 23	89.11.13	-	90.3.23(181)
Radish	CL	Alachlor others 4	89. 9. 4	89.11.25	-	90.3.23(200)
Spinach	CL	Napropamide others 6	89.10.13	90. 4. 15	90.3.12(150) 90.4.11(180)	-
Onion	CL	Napropamide others 4	89.11. 1	90. 6. 6	90.3.31(150)	90.6.22(233)
	C	"	89.10.31	90. 6. 6	90.5.20(200)	90.6.26(233)
Garlic	CL	Napropamide others 8	89.11. 1	90. 6. 6	90.3.31(150)	90.6.22(233)
	C	"	89.10.12	90. 6. 29	90.3.11(150)	90.7.14(275)

* DAT : Days After Treatment.

2. 供試土壤의 理化學的 成分分析은 A.L. Page⁹⁾法에 準하여 實施하였던바 그 結果는 表 1과 같다.

3. 供試除草劑

가. Dinitroaniline계 ; nitralin pendimethlin, trifluralin, ethalfluralin.

나. Acid amide계 ; napropamide, alachlor, metolachlor.

다. Urea계 ; methabenzthiazuron, linuron.

라. Triazin계 ; prometryn.

4. 供試作物별 栽培日時, 處理除草劑數, 收穫日字, 殘效性 및 後作物에 미치는 影響 調査를 위한 圃場實驗의 概要는 表 2와 같다.

5. 耕種 및 實驗方法의 概要

表 2에 表示된과 같이 9月上旬부터 11月上旬사이에 그 시기에 맞는 菜蔬作物을 播種(또는 移植)하고 除草劑의 所定藥量(2藥量水準)을 處理하

고, 一般慣行栽培法에 준하여 각 作物을 栽培하고 收穫하였다.

가. 殘效性調査는 藥劑處理後 해당作物의 作期가 끝나는 시기를 전후하여 적당한 간격을 두고, 土壤을 土壤채토기(core)로 7cm깊이까지 採取하여 風乾碎土후 罨트에 一定量을 담은후 檢定植物로서 각 藥劑에 感受性이 銳敏한 雜草 또는 이탈리아안라이그라스(이하 I.R.로 표시), 태백무 및 기타 作物을 播種후 生育시킨뒤 生育抑制率을 調査하였다.

나. 後作物에 미치는 影響調査는 供試作物을 收穫한후 供試圃場을 15cm깊이로 耕耘整地後 3-8종의 後作物을 播種(또는 移植)하고 生育시킨뒤, 無處理區에 對比하여 生育抑制率을 調査하였다.

結果 및 考察

1. 가을무 및 배추밭에 처리한 除草劑가 이듬해 봄의 後作物에 미치는 影響

89년 9월 4일과 23일에 土性이 다른 2개의 圃場에 무와 배추를 播種하고 除草劑5종을 藥量別로 처리한 다음, 이듬해 3월 23일 後作物 4종

을 播種하여 그 生育에 미치는 影響을 調査한 結果는 表 3과 같다.

表 3에서 보는바와 같이 化분과인 I.R과 벼에 대하여 nitralin 150, 300g區는 2土壤에서 다같이 檢定植物의 生育을 抑制시켜 無處理區에 對比 유의차가 있었다. napropamide의 150g區는 I.R, 벼, 모두에 대하여 2土壤 모두 유의차가 없었으나, 300g區의 植土조건에서는 I.R의 生育을 抑制시켜 無處理區에 대비 유의차가 있었다. 그러나 그 이외 ethalfluralin, trifluralin, alachlor區 등은 藥量, 土性에 관계없이 I.R 및 벼의 生育에 대하여 影響이 없었다. 後作物이 무, 오이인 경우에는 供試除草劑 모두 藥量, 土性에 관계없이 生育抑制가 거의 없어 無處理區에 대비 유의차가 없었다. 이와같이 作物의 종류에 따라 後作物藥害에 차이가 있는 것은 napropamide 및 dinitroaniline계는 化분과에 대하여 作用이 강한 것이 여러 研究家에 의하여 알려져 있다.^{23,50,67,77)}

또, 호로과나 십자화과에 대해서는 作用이 약한것으로 알려져 있는 관계로^{23,28,57,67)} 感受性의 차이로인한 I.R이나 보리에는 藥害가 발생하나 오이 및 무에는 影響이 없는것으로 思慮된다.

Table 3. Effect of applied herbicides on succeeding crops in radish and chinese cabbage field soil at 181 days after treatment (1989year).

Treatment	Application rate (ga. i./10a)	Fresh weight (g/plot)							
		Clay soil				Clay loam soil			
		I. R ¹⁾	Rice	Radish	Cucumber	I. R	Rice	Radish	Cucumber
Control	-	11.0a ²⁾	12.5a	41.3a	15.6ab	9.0ab	9.8ab	38.0abcd	15.0a
Ethalfluralin	105	11.2a	12.4a	40.5a	15.6ab	8.7ab	9.8ab	40.0ab	14.5a
	210	10.6a	12.0ab	40.0a	15.4ab	8.7ab	9.9ab	35.9d	14.0a
Trifluralin	89	10.7a	12.5a	41.0a	15.9a	8.9ab	9.7abc	39.5abc	14.7a
	178	10.5a	12.1ab	40.6a	14.5b	8.4ab	8.9bc	37.0cd	14.0a
Nitralin	150	7.9bc	10.7bc	40.0a	14.4b	6.3c	8.6cd	37.4bcd	14.0a
	300	7.2c	9.4c	40.0a	14.4b	5.5c	7.8d	36.0d	13.9a
Napropamide	150	10.6a	11.9ab	41.0a	15.3ab	8.7ab	10.0a	36.9cd	14.9a
	300	8.9b	11.3ab	40.1a	15.3ab	8.0b	9.0abc	36.3d	14.2a
Alachlor	52.4	11.1a	12.6a	41.5a	15.6ab	9.1a	9.9ab	40.3a	15.0a
	104.8	10.9a	12.2ab	41.0a	15.3ab	8.9ab	9.6abc	39.8ab	14.4a

¹⁾ I. R. ; Italian ryegrass

²⁾ Means within a column followed by the same letter are not different at the 5% level of significance by DMRT.

Table 4. Residual activity of applied herbicides in spinach field soil at 150 and 180 days after treatment.

Treatment	Application rate (ga.i./10a)	Crop ¹⁾ injury (0-10)	Fresh weight (g/pot)			
			I. R ²⁾		Radish	
			157 DAS ³⁾	150 DAT ⁴⁾	180 DAT	150 DAT
Control	-		9.2a ⁵⁾	7.6a	10.6a	7.3a
Linuron	37.5	2.0	7.9b	6.8abcd	9.3abc	6.8abc
	75.0	6.0	6.6bcd	6.0abd	8.7bc	6.6abc
Ethalfluralin	52.5	3.0	7.9b	7.0abc	9.3abc	6.6abc
	105.0	4.0	7.1bcd	6.7abcd	8.7bc	6.4abc
Pendimethalin	47.6	3.0	6.3cde	5.7cde	8.2bc	6.6abc
	95.1	7.0	5.8de	5.5de	7.7cd	6.1abc
Nitralin	75.0	4.0	3.7f	5.0ef	7.5d	6.0abc
	150.0	5.0	2.9f	3.0g	6.4de	5.9bc
Trifluralin	44.5	1.0	7.5bc	7.2ab	9.3abc	6.9ab
	89.0	2.0	7.1bcd	6.8abcd	9.2abc	6.6abc
Napropamide	150.0	6.0	3.7f	3.8fg	5.8ef	5.5c
	300.0	8.0	2.5f	3.2g	4.4f	4.1d
Alachlor	87.4	0.5	9.6a	7.1ab	9.6ab	7.0ab
	174.8	1.0	7.5bc	6.8abcd	9.5ab	6.7abc
Metolachlor	80.0	0.5	5.9de	4.2fg	8.4bc	6.1abc
	160.0	1.0	5.0e	4.1fg	8.0bc	5.7bc

¹⁾ Crop injury : 0(no injury)-10(completely killed).

²⁾ I. R : Italian ryegrass.

³⁾ DAS : Days After Seeding.

⁴⁾ DAT : Days After Treatment.

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

Alachlor는 다른 藥劑에 비하여 殘效기간이 짧기 때문에 耐性作物이 아닌 後作 오이에도 影響이 없는 것으로 사려된다.

2. 시금치밭에 處理한 除草劑의 殘效

시금치는 철분등의 무기성분과 vit. B 및 C를 많이 함유하여 綠黄色의 保健菜蔬로서 겨울과 초봄에 폭넓은 需要가 있는 중요한 菜蔬인데도 栽培면적이 넓지 못하는 零細菜蔬作物(Minor crop)이므로, 우리나라에서는 아직 專用除草劑로 등록된 品目이 없다.⁵¹⁾

日本에서는²⁷⁾ 시금치밭 土壤處理用으로 alachlor, simazine, lenacil, asulam등이, 歐美에서는⁵⁷⁾ asulam, chlorpropham, IPC등이 사용되고 있다. 따라서 우리나라에서 他作物에 이미 고시

된 除草劑중 시금치에 適用이 가능한 除草劑를 선발하기 위하여 시금치 播種후 linuron외 7藥劑를 2藥量水準으로 처리하였던바 시금치에 適用이 가능시된 除草劑는 alachlor 87.3g와 metolachlor 80g 및 trifluralin 44.5g뿐이었고 그 이외의 linuron, ethalfluralin, pendimethalin, nitralin, napropamide區등은 藥害가 심하여 適用이 不可能한 結果를 나타냈다. (表 4)

시금치밭에 8종의 除草劑를 처리하고 150일과 180일후에 採取한 土壤에 I.R과 무를 檢定植物로 播種하여 殘效檢定을 실시한 結果는 表 4와 같다. 150일후 結果에서는 檢定植物이 I.R의 경우 無處理區에 대비 生育에 유의차가 없는 藥劑處理區는 alachlor 87.4g區뿐이었고, 그 이외의 모든 藥劑處理區는 生育抑制가 심하여 殘效가 남아 있

음을 보였다. 檢定植物이 무인 경우는 無處理區에 대비 生育에 유의차가 없는 區는 linuron 37. g, ethalfluralin 52.5g, trifluralin 44.5g alachlor 87.4g 및 174.8g區였다. 藥劑處理 180일후의 殘效檢定結果는 150일후 結果보다는 檢定植物의 生育抑制가 크게 감소되었으며, 또 檢定植物의 종류에 따라서 生育抑制에 크게 차이가 있었다. 즉, I.R에 대하여서는 linuron 75g, ethalfluralin, trifluralin, alachlor區 등은 無處理區에 대비 生育에 유의차가 없었으나, napropamide, pendimethalin, metolachlor區 등은 상당한 生育抑制현상을 나타내 유의차가 있었다. 그러나 檢定植物이 무인 경우는 napropamide 150g, 300g, nitratin 150g, metolachlor 160g區만이 生育抑制가 있어 無處理區에 대비 유의차가 있었고, 그 이외의 區는 유의차가 없었다.

따라서 본연구에 供試한 除草劑중 適用이 가능시되는 alachlor, metolachlor, trifluralin등의 除草劑라 하더라도 殘效期間이 비교적 짧은 alachlor, trifluralin등을 제외한 다른 藥劑는 시금치작기 종류직후 바로 화분과등 感受性作物의 栽培는 고려할바가 있다.

林등은²⁷⁾ 日本에 시금치밭에 등록된 除草劑는 5종인데 그 중 lenacil 및 simazine등은 殘效가 길고 後作物에도 影響이 있으므로 殘效가 짧은 alachlor등이 勸奨되고 있다고 하였다.

3. 양파밭에 處理한 除草劑의 殘效와 後作物에 미치는 影響

우리나라에서 양파밭에 土壤處理로 告示된 除草劑는 alachlor, methabenzthiazuron (M. B. T), linuron, pendimethalin, nitratin등이다.⁵¹⁾

위의 除草劑외에 양파에 適用이 가능한 除草劑를 선별하기 위하여 88년 가을에 豫備實驗으로 dinitroaniline계 除草劑 및 acid amider계 除草劑 몇種을 推薦量과 倍量の 두 濃度水準으로 처리하여 適用可能與否와 殘效性을 검토한 結果⁶⁵⁾ 供試除草劑 대부분이 藥害가 심하였고 특히 倍量區에서의 藥害程度는 더 심하였으며 殘效期間도 길었다. 그런데, 담리작 우점잡초인 독새방제는 供試除草劑 대부분이 推薦量의 1/2藥量에서도 防除效果가 우수하였으므로 89년도 實驗에서는 藥量을 대폭 낮추어 alachlor외 6種除草劑를 供試

하여 實驗을 실시한 結果 napropamide만은 藥害가 심하여 適用可望이 없었으나, 그이외의 alachlor, methabenzthiazuron, nitratin, pendimethalin 및 ethalfluralin등은 適用이 가능시되었다. (表 5)

가. 殘效實驗

藥劑處理 150일과 200일후 殘效檢定을 두종류의 土壤에서 실시한 結果는 表 5와 같다.

150일후 殘效檢定結果 無處理區에 대비 두檢定植物 모두 (I.R, 무) 2土壤에서 공히 生育抑制가 없으며 無處理에 대비 유의차가 없었던 區는 alachlor 109.3g, methabenzthiazuron 推薦量 (I. R는 배량區에서만 유의차가 있음) 뿐이고 그외의 napropamide, nitratin, pendimethalin, ethalfluralin區 등은 生育이 억제되어 無處理區에 대비 유의차가 있었다. 藥劑處理 200일후의 結果를 보면 150일후에 비하여 全處理區 모두 檢定植物의 種類, 土性에 따라 차이는 있으나 공통적으로 生育抑制가 크게 경감되었다.

檢定植物이 I.R인 경우 植土條件에서는 nitratin 75g, 150g區와 napropamide 150g區만은 生育抑制가 있었으나 그 이외의 藥劑處理區는 無處理區에 대비 유의차가 없었고 植壤土條件에서 nitratin 75g, 150g, napropamide 75g區는 無處理區에 對比 유의차가 있었고 그 이외의 처리區는 유의차가 없었다. 무인 경우는 土性에 관계없이 供試除草劑 모두 生育抑制가 없었다.

나. 後作物實驗

양파수확후인 藥劑處理 233일후 土壤을 경운 정지하고 8종의 後作物을 播種하여 그 生育에 미치는 影響을 調査한 結果는 表 6과 같다.

表 6에서 볼수 있듯이 동일除草劑에 대하여서도 藥量 또는 後作物의 종류 따라서 藥劑에 대한 生育影響이 다르게 나타나고 있으며 일괄적으로 볼때 그 藥劑에 대하여 특히 感受性作物만이 生育抑制를 받고 있으나 그 이외의 대부분의 後作物은 生育抑制가 거의 없는 結果였다.

(1) 植壤土에서의 後作物實驗

I.R, 벼, 참깨 및 들깨 生育에 影響을 미쳐 無處理區에 대비 유의차를 나타낸 區는 nitratin 75 g, 150g區였다. 그외 무, 참외, 고추, 콩은 供試 6種 除草劑 모든 無處理區에 대비 유의차가 없었다.

Table 5. Residual activity of applied herbicides in onion field soil at 150 and 200 days after treatment.

Treatment	Application rate (ga./10a)	Crop ¹⁾ injury (0-10)	Fresh weight (g/pot)											
			Clay soil						Clay loam soil					
			I. R ²⁾			Radish			I. R			Radish		
			150 DAT ³⁾	200 DAT	90 DAT ³⁾	150 DAT	200 DAT	150 DAT	200 DAT	150 DAT	200 DAT	150 DAT	200 DAT	150 DAT
Control	-	-	7.8a	9.1ab	7.8a	7.8a	9.4a	7.5a	9.9a	6.4a				
Methabenz- thiazuron	105.0	1.0	8.2a	9.3a	8.3a	8.3abc	7.5a	8.7ab	6.2a					
Ethalfuralin	210.0	2.0	7.4a	8.5abc	7.1a	7.8abc	6.9a	8.4bc	6.0a					
	52.5	1.0	7.6a	8.2abc	7.4a	7.1bcd	7.5a	8.1bc	5.7a					
	70.0	2.0	7.0ab	7.1cde	7.7a	7.1bcd	6.9a	7.9bc	5.5a					
Pendimethalin	47.6	1.0	7.4a	7.8bcd	8.2a	6.7cd	6.9a	7.9bc	6.0a					
	95.1	2.0	7.2a	7.3cde	8.1a	5.5de	6.6a	7.4bcd	5.6a					
Nitralin	75.0	2.0	3.9c	6.4def	7.6a	3.9efg	5.0b	7.0cd	6.0a					
	150.0	3.0	2.5c	5.0f	7.6a	2.7g	3.5c	6.0d	5.8a					
Napropamide	37.5	4.0	-	-	-	4.7ef	5.8ab	7.4bcd	5.4a					
	75.0	5.0	7.2a	7.0cde	7.3a	3.5fg	4.7bc	7.0cd	5.3a					
	150.0	6.0	6.0b	6.0ef	7.0a	-	-	-	-					
Alachlor	109.3	1.0	7.9a	8.2abc	7.4a	8.6ab	7.3a	8.5abc	5.8a					

¹⁾ Crop injury : 0 (no injury)-10 (completely killed).

²⁾ I. R : Italian ryegrass.

³⁾ DAT : Days After Transplanting.

⁴⁾ DAT : Days After Treatment.

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

Table 6. Effect of applied herbicides on succeeding crop in onion field soil at 233days after treatment.

Treatment	Application rate (ga. i/10a)	Fresh weight (g/5plants)															
		I. R ¹⁾		Rice		Radish		Sesame		Perilla		Melon		R. P ²⁾		Soybean	
		C ³⁾	CL ⁴⁾	C	CL	C	CL	C	CL	C	CL	C	CL	C	CL	C	CL
Control	-	17.5ab ⁵⁾	18.8ab	18.5ab	21.7ab	12.0ab	15.5a	12.0ab	17.0ab	9.6a	10.3a	11.3a	13.5ab	13.6a	13.5a	20.8ab	30.3a
Methabenz- thiazuron	105.0	17.3ab	18.9ab	19.1a	21.7ab	12.2a	15.5a	12.3a	16.5ab	9.6a	10.5a	10.8a	14.1ab	13.6a	14.1a	21.5ab	32.2a
Ethalfuralin	210.0	16.7ab	18.6ab	18.7ab	20.5ab	11.0bc	14.5a	11.7ab	15.5b	9.5a	10.0a	10.9a	13.7ab	12.7ab	13.5a	20.5ab	29.5a
	52.5	17.6a	19.1a	18.5ab	21.7ab	12.3a	15.0a	11.7ab	17.8a	9.6a	10.3a	10.8a	14.0ab	13.7a	14.4a	22.0a	29.7a
	70.0	16.8ab	19.0ab	18.0ab	20.3b	12.3a	14.5a	11.8ab	16.5ab	9.0a	9.4ab	11.3a	13.3ab	13.4a	12.9a	19.8b	28.5a
Pendimethalin	47.6	16.3ab	18.9ab	17.7b	21.7ab	11.5ab	15.3a	12.3a	17.8a	9.1a	10.3a	10.4a	13.0ab	13.3a	13.7a	20.8ab	29.9a
	95.1	15.8abc	18.0b	17.7b	21.0ab	10.9b	15.0a	11.3b	16.8ab	8.5ab	10.0a	10.3a	13.2ab	13.2a	12.6a	20.2ab	30.3a
Nitralin	75.0	14.4c	12.2c	15.9c	16.2c	11.8ab	15.1a	9.3c	14.0c	7.5bc	8.5b	10.6a	14.0ab	13.2a	14.4a	20.0ab	30.8a
	150.0	12.3d	11.3c	14.8c	15.9c	11.7ab	14.9a	9.0c	9.1d	7.0c	7.0c	10.4a	12.5b	12.2b	13.5a	20.7ab	28.7a
Napropamide	37.5	-	18.8ab	-	21.8a	-	15.1a	-	16.7ab	-	10.0a	-	13.8ab	-	14.4a	-	31.0a
	75.0	17.6a	18.5ab	18.4ab	20.8ab	11.6ab	14.7a	12.0ab	16.0b	9.2a	9.4ab	10.4a	12.9ab	13.3a	13.2a	21.3ab	29.0a
	150.0	15.9abc	-	18.4ab	-	11.5ab	-	11.1b	-	9.1a	-	10.3a	-	12.9ab	-	21.0ab	-
Alachlor	109.3	17.6a	18.9ab	18.0ab	21.8a	12.0ab	15.3a	11.8ab	16.5ab	8.7a	10.5a	10.7a	14.7a	12.7ab	14.0a	21.6ab	31.8a

¹⁾ I. R : Italian ryegrass ²⁾ R. P : Red pepper ³⁾ C : Clay soil ⁴⁾ CL : Clay loam soil

⁵⁾ Means within a column followed by the letter are not different at the 5% level of significance by DMRT.

(2) 埴土에서의 後作物實驗

I.R, 直播벼, 참깨, 들깨의 생육에 影響을 미쳐 無處理區에 대비 유의차를 나타낸區는 nitralin 75g, 150g區였으며 고추生育에 影響을 미쳐 無處理區에 대비 유의차를 나타낸區는 nitralin 150g區 뿐이었다. 그의 무, 참외, 콩은 供試 6종除草劑 모두 無處理區에 대비 유의차가 없었다.

이상의 結果로 藥劑處理 200일후까지 殘效가 문제된 除草劑는 napropamide와 nitralin의 두除草劑였으나 233일후 경운정지후 문제가된 除草劑는 nitralin區 뿐이며 본제는 I.R, 直播벼를 비롯하여 참깨, 들깨, 고추(150g區만)등의 生育에 影響이 있었고, 무, 콩, 참외등에 대한 生育에는 影響이 없었다.

W. Bond등⁸⁰⁾에 의하면 methazol은 양과選擇性除草劑인데 추파작에 처리한 除草劑는 겨울기간에는 거의 소실없이 0-5cm층이 대부분이 집결하고, 봄 栽培시 藥劑處理후 수확기에 이르러서의 methazol의 活性은 最少량의 25-70%가 잔존한다고 하였다.

土肥등은¹⁵⁾ 양과除草劑로 trifluralin, pendimethalin, nitralin등이 쓰여지고 있음을 보고 하였으나 그 殘效가 後作物에 미치는 影響 등에 대해서는 언급이 없다.

杉山등에⁷⁵⁾ 의하면 冬作菜蔬밭에 trifluralin, nitralin, pendimethalin등을 처리후 200일후에도 雜草의 발생을 抑制할 수 있는 濃度가 檢出된다고 하였는바 본연구 내용과는 유사경향이라 할 수 있다.

4. 마늘밭에 處理한 除草劑의 殘效와 後作物에 미치는 影響

가. 殘效實驗結果

마늘播種후 methabenzthiazuron의 8종의 除草劑를 처리한후 150일과 200일후에 殘效檢定을 실시한 結果는 表 7과 같다.

表 7에서 볼 수 있듯이 2土壤 모두 無處理區에 있어서 生育狀態를 보면 埴土에서의 生育狀態가 埴壤土보다는 양호 하였다.

除草劑처리 150일후 I.R에 대한 影響을 보면 埴土에서는 alachlor區를 제외한 全處理區가 유의차가 있었고 埴壤土에서는 alachlor 87.5g, prometryn 100g 및 linuron 75g區만이 無處理區

에 대비 유의차가 없었고 그 이외의 處理區에서는 生育抑制가 있어 殘效가 크게 남아 있음을 나타냈다.

藥劑處理 200일후의 殘效調查結果를 보면 全處理區가 生育抑制도가 크게 輕減되고 있음을 알 수 있다.

2土壤에서 모두 I.R 生育을 억제하여 유의차를 나타낸區는 pendimethalin 95.1g(埴壤土조건), nitralin, 및 napropamide區 였고, methabenzthiazuron, ethalfluralin, alachlor 및 prometryn區 등은 유의차가 없었다.

무에 대해서는 2土壤에서의 供試除草劑 모두 無處理區에 대비 生育에대한 유의차가 없었다.

나. 後作物實驗結果

土性이 다른 2圃場에 9종의 除草劑를 처리한후 埴土圃場은 275일후에, 埴壤土圃場은 233일후에 8종의 作物을 播種하여 그 生育에 미치는 影響을 調查한 結果는 表 8과 같다.

(1) 埴壤土(233DAT)에서의 後作物實驗

I.R生育에 影響을 미쳐 無處理區에 대비 유의차를 나타낸 區는 pendimethalin 95.1g, nitralin 75g, 150g 및 napropamide 75g, 150g區 이었으며, 直播벼 生育에 影響을 미쳐 유의차를 나타낸 區는 nitralin 75g, 150g, napropamide 150g區 였다. 참깨와 들깨生育에 影響을 미쳐 유의차를 나타낸 區는 nitralin 75g, 150g區 였다. 무, 참외, 고추는 供試9종除草劑 모두 無處理區에 對比 유의차가 없었다. 콩의 生育에 影響을 미쳐 유의차를 나타낸 區는 nitralin 150g區 뿐이었다.

(2) 埴土(275DAT)에서의 後作物實驗

I.R의 生育에 影響을 미쳐 無處理區에 대비 유의차를 나타낸 區는 nitralin 75, 150g, napropamide 150g區 였고, 벼生育에 影響을 미쳐 유의차를 나타낸 區는 nitralin 150g, napropamide 150g區 였다. 그의 무, 참깨, 들깨, 참외, 고추, 콩등은 供試9종除草劑 모두 無處理區에 대비 유의차가 없었다.

이와같이 埴壤土圃場에 비하여 埴土圃場이 전반적으로 後作物에 대하여 다소 生育抑制가 가벼웠는데 이는 埴土의 경우, 粘土 및 有機物含量이 埴壤土보다 다소 높아서 藥劑吸着力이 보다 강한 원인도 그 하나의 요인이 될수도 있겠으나 보다 큰요인은 작업사정상 埴土는 藥劑處理 275일후에 後作物을 播種한데 반하여 埴壤土圃場에는 이보

Table 7. Residual activity of applied herbicides in garlic field soils at 200 days after treatment.

Treatment	Application rate (ga. i. /10a)	Fresh weight(g/pot)					
		Clay soil			Clay loam soil		
		I. R ¹⁾		Radish	I. R		Radish
	150 DAT ²⁾	200 DAT	200 DAT	150 DAT	200 DAT	200 DAT	
Control	-	11.8a ³⁾	12.3bc	7.5ab	8.3a	9.0ab	7.3ab
Methabenzthiazuron	210	9.3cde	12.5b	7.5ab	6.3cde	9.4a	7.3ab
	420	8.9cde	11.1bcd	6.6ab	5.8de	8.3bcd	6.8ab
Linuron	75	10.0bcd	15.0a	7.2ab	7.1abcd	9.4a	7.4ab
	150	8.8cde	10.0bcd	6.1b	6.3cde	8.3bcd	7.2ab
Ethalfuralin	52.5	9.3cde	12.3bc	7.5ab	-	-	-
	105	8.9cde	12.4bc	7.4ab	6.3cde	8.8abc	7.6a
Pendimethalin	47.6	8.9cde	11.9bcd	7.0ab	-	-	-
	95.1	8.3e	10.0bcd	6.0b	5.9de	7.9cd	7.3ab
Nitralin	75	5.3g	5.9e	6.9ab	3.8f	5.3e	6.3b
	150	3.3h	5.7e	6.7ab	3.2f	4.4e	6.3b
Trifluralin	44.5	9.6bcd	12.3bc	8.0a	-	-	-
	89	9.4bcd	9.7cd	6.6ab	6.2cde	7.0cd	7.4ab
Napropamide	75	6.9f	10.5bcd	6.9ab	5.2e	7.7d	7.0ab
	150	4.7g	9.5d	6.6ab	3.4f	4.9e	6.3b
Alachlor	87.4	10.9ab	11.9bcd	7.2ab	7.7ab	8.4abcd	7.7a
	174.8	10.4abc	11.2bcd	6.2b	7.0bcd	9.4a	7.4ab
Prometryn	100	10.0bcd	11.6bcd	6.6ab	7.3abc	9.3ab	7.7a
	200	9.3cde	10.8bcd	6.6ab	6.5bcd	8.8abc	7.4ab

¹⁾ I. R. : Itaian ryegrass.

²⁾ DAT : Days After Treatment.

³⁾ Means within a column followed by the same letter are not different at the 5% level of significance by DMRT.

다도 40여일 앞서서 後作物을 播種한 차이가 있어서 동일 後作物에 대하여도 生育抑制率에 차이가 난것으로 추정된다.

(3) 湛水下 移秧벼에 대한 影響

越冬作物栽培後 後作物中 直播벼에 대하여 nitralin 등 수중의 除草劑등이 生育沮害를 나타냈기 때문에 移秧벼에 대한 影響을 調査하기 위하여 마늘 後作土壤을 罫트에 채워 정지한후 湛水下에서 3.0엽의 동진벼묘를 이식하고, 後의 生育에 미치는 影響을 調査한 結果는 表 9와 같다.

表 9에서 보는바와 같이 methabenzthiazuron, linuron, alachlor, prometryn區 등은 초기부터 藥害가 거의 없었으나 dinitroaniline 계의 nitralin, pendimethalin, ethalfuralin 및 amide 계의 napropamide區 등은 0.5-2.5범위의 藥害를

나타냈다. 그러나 後 大部分의 處理區는 經時적으로 회복되어 移秧 40일후까지는 회복되어 주당 生體重에 있어 nitralin區만을 제외한 餘他處理區는 無處理區와 대비 유의차가 없었다.

이와같이 nitralin區만은 湛水下 移秧벼에 대한 藥害도 컸던바, K.E. savage(1978)에³⁹⁾ 의하면 dinitroaniline계 除草劑의 土壤中 殘留는 湛水下에서는 trifluralin, fluchloralin, porfluralin, pendimethalin의 消失率은 높았으나 dinitroamine, butralin은 湛水의 影響을 받지 않는다고 하였던바 nitralin은 發狀態條件에서의 殘留期間도 길고 湛水狀態에서도 分解에 影響을 미치지 않기 때문에 移秧 40일후까지도 殘留影響이 작용하여 벼에 대한 藥害回復이 되지 않았던 것으로 사려된바 앞으로 재추구가 要望된다.

Table 8. Effect of applied herbicides on succeeding crop in garlic field soil at 233(Clay loam soil) and 275(Clay soil)days after treatment.

Treatment	Application rate (ga.i./10a)	Fresh weight (g/5plants)															
		I. R ¹⁾		Rice		Radish		Sesame		Perilla		Melon		R. P ²⁾		Soybean	
		C ³⁾	CL ⁴⁾	C	CL	C	CL	C	CL	C	CL	C	CL	C	CL	C	CL
Control	-	16.9bcd ³⁾	22.4ab	19.3abcd	20.6ab	10.7a	17.1ab	17.6abc	14.5abc	7.0ab	13.0a	13.0abc	12.1ab	7.2abcde	9.7a	24.8abc	31.0abc
Methabenz- thiazuron	210.0	16.4bcde	22.4ab	19.3abcd	20.6ab	10.2a	16.9ab	16.7abc	14.3abc	6.3ab	12.7a	13.0abc	12.0ab	6.8bcde	10.0a	24.8abc	31.0abc
Linuron	420.0	16.7bcd	21.0b	19.9a	20.0ab	10.9a	15.8b	16.7abc	13.5cde	6.6ab	11.9a	14.0a	10.5b	7.0abcde	9.3a	26.3ab	30.1bc
	75.0	15.9cde	21.9ab	19.1abcd	21.2a	10.0a	16.7ab	16.5bc	15.0a	6.8ab	12.0a	13.1abc	12.1ab	6.3de	9.2a	23.2bc	31.0abc
	150.0	15.7de	21.0b	18.1bcde	21.6a	9.6a	15.9b	16.9bc	14.6abc	6.0b	11.9a	12.5bc	12.1ab	6.1e	9.0a	23.2bc	32.0ab
Ethalfuralin	52.5	16.7bcd	-	18.3abcde	-	10.3a	-	17.2abc	-	6.0b	-	13.2abc	-	6.8bcde	-	24.5abc	-
	105.0	16.9bcd	22.1ab	17.7bcde	20.6ab	10.1a	17.1ab	18.7a	13.5cde	6.0b	11.7a	13.8a	12.1ab	7.6abc	9.3a	25.5ab	31.0abc
Pendimethalin	47.6	16.4bcde	-	19.7ab	-	10.4a	-	18.0ab	-	6.4ab	-	12.8abc	-	7.5abcd	-	25.5ab	-
	95.1	16.6bcd	19.1c	19.5abc	19.1bc	10.1a	16.6ab	15.8c	13.9abcd	6.6ab	12.0a	12.5bc	12.9a	7.3abcde	9.0a	26.8a	31.0abc
Nitralin	75.0	15.2e	15.6d	18.2de	18.1c	10.6a	16.0b	17.6abc	13.1de	6.2ab	9.4b	13.1abc	12.1ab	8.1a	9.9a	23.2bc	30.1bc
	150.0	12.3g	12.8e	17.3e	14.9d	11.0a	15.9b	15.8c	12.5e	6.5ab	6.6c	13.9a	10.9b	6.3de	10.0a	21.7c	26.9d
Trifluralin	44.5	16.1cde	-	19.3abcd	-	10.7a	-	18.0ab	-	6.0b	-	13.1abc	-	6.7bcde	-	26.1ab	-
	89.0	15.7de	21.9ab	19.9a	21.6a	10.8a	16.7ab	17.2abc	14.8ab	6.0b	11.4a	12.8abc	12.1ab	6.8bcde	9.3a	25.8ab	31.4abc
Napropamide	75.0	16.1cde	19.1c	18.5abcde	19.3bc	10.7a	17.1ab	17.1abc	14.6abc	6.7ab	12.4a	13.6ab	11.5ab	7.2abcde	10.0a	27.6a	31.6ab
	150.0	13.8f	17.9c	17.3e	18.1c	10.1a	17.3a	18.8a	14.7ab	6.3ab	12.9a	13.5abc	11.3ab	7.9ab	9.2a	24.8abc	32.8a
Alachlor	87.4	17.1bc	23.3a	18.7abcde	21.2a	10.3a	17.2a	18.0ab	14.5abc	6.0b	12.4a	13.6ab	12.1ab	6.8bcde	10.0a	24.3abc	29.4c
	174.8	17.6ab	22.6ab	18.5abcde	20.6ab	10.5a	16.4ab	18.0ab	14.6abc	6.0b	11.4a	12.6bc	10.5b	6.6cde	9.2a	27.2a	30.1bc
Prometryn	100.0	18.3a	21.9ab	19.1abcd	19.5bc	11.1a	17.1ab	16.4bc	13.9abcd	7.2a	12.6a	13.2abc	11.5ab	6.6cde	8.4a	26.8a	30.4bc
	200.0	15.9cde	22.4ab	17.9cde	19.1bc	10.1a	16.6ab	15.7c	13.6bcde	6.1b	12.2a	12.1c	11.1b	7.2bcde	8.5a	23.0bc	31.0abc

¹⁾ I. R : Italian ryegrass ²⁾ R. P : Red pepper ³⁾ C : Clay soil ⁴⁾ CL : Clay loam soil

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

Table 9. Effect of applied herbicides on succeeding transplanting rice in garlic field soil at 275 days after treatment.

Treatment	Application rate (ga. i./10a)	Crop injury (0-10) ¹⁾ 15 DAT ²⁾	Plant height (cm) 40 DAT	Tiller number (No./hill) 40 DAT	Fresh weight (g/4hills) 40 DAT
Control	-	-	65.9bcd ³⁾	12.1bcd	155.3ab
Methabenz-thiazuron	210	0	69.3abc	10.9cdef	149.7ab
	420	0	65.2bcd	11.9bcd	147.5ab
Linuron	75	0	68.7abc	12.5abcd	163.0ab
	150	0	66.6abcd	12.6abc	158.4ab
Ethalfluralin	52.5	0.5	65.4bcd	11.3bcde	154.0ab
	105	0.5	65.2bcd	11.9bcd	149.1ab
Pendimethalin	47.6	0.5	65.3bcd	10.9cdef	142.9ab
	95.1	1.0	65.2bcd	10.5def	136.7b
Nitralin	75	2.0	59.3e	9.6ef	108.7c
	150	2.5	61.3de	9.1f	104.1c
Trifluralin	44.5	0	66.6abcd	14.4a	166.1ab
	89	0	65.9bcd	14.2a	167.7a
Napropamide	75	0.5	63.3cde	12.0bcd	148.2ab
	150	1.0	59.4e	10.8cdef	146.8ab
Alachlor	87.4	0	71.8a	12.0bcd	161.5ab
	174.8	0	70.5ab	12.2bcd	156.8ab
Prometryn	100	0	67.2abcd	12.8abc	160.0ab
	200	0	68.6abc	13.0ab	164.6ab

¹⁾ Crop injury : 0 (no injury-10 (completely killed)).

²⁾ DAT : Days After Transplanting.

³⁾ Means within a column followed by the same letter are not different at the 5% level of significance by DMRT.

綜合考察

越冬作物 5種을 2년에 걸쳐 一般慣行法에 준하여 播種(또는 移植)후 총10種의 主要菜蔬用除草劑를 2藥量水準으로 處理한후 各作物의 작기가 끝날 시기에 土壤을 코어(core)로 7cm깊이 되게 採取하여 2-4種의 檢定植物을 播種하여 殘效檢定을 실시하고, 이어서 作物收穫後 圃場을 15cm깊이로 耕耘整地後 그 시기에 맞는 作物을 播種하여 後作物에 미치는 影響을 調査한 結果를 綜合적으로 考察한다.

一般的인 共通點으로서는 栽培作物에는 관계없

이 除草劑의 種類에 따라서 殘效期間의 長短에는 큰 차이가 있고, 同一藥劑라도 處理時期에 따라서 殘效期間에는 큰 차이가 있었다. 또 供試除草劑에 대한 檢定植物의 感受性 差異에 따라서 農藥殘留 (carry-over)로 인한 後作物의 生育抑制程度에는 큰 차이가 있었다.

또 推薦藥量處理보다 倍量處理가 될때에 殘效期間은 길어지고 後作物에 대한 影響도 컸다. 또 동일시기에 殘效를 檢定하더라도 土壤의 採取深度에 따라서 檢定植物의 生育抑制程度에 차이를 나타냈다. 또한 本 研究에서 供試한 土壤의 種類나 栽培作物의 種類에 따른 殘效期間의 차이는 크지 않았다. 一般으로 가을에 處理한 越冬作物의 경

우는 藥劑處理150일 (3月下旬頃) 후에 殘效檢定을 실시하면 대부분의 除草劑가 殘效가 남아 檢定植物의 生育을 크게 억제하였으나, 200일(5月中旬 해당) 후에는 檢定植物의 生育抑制을 크게 감소시키고 倍量處理의 경우도 感受性이 특히 강한 作物 이외에는 生育抑制이 거의 없었다.

이와같은 傾向은 다른 研究家에 의하여도 밝혀진 바로 즉, 杉山등에⁷⁵⁾ 의하면 菜蔬밭에 trifluralin, nitralin, pendimethalin, alachlor + linuron 등을 處理시 夏作에서는 處理 140일후면 殘效가 消失되나, 冬作의 경우는 200일후에도 雜草의 發生을 抑制할 수 있는 濃度가 檢出된다고 하였으며 處理藥量이 많을수록 殘留量도 많다고 하였다.

W. BOND(1976) 등은⁸⁰⁾ 양과밭에 處理한 methazol의 殘效는 低溫과 乾燥條件인 때는 藥劑 소실이 없이 0-5cm층에 대부분 집결한다 하였고, 또 E. E. Schweiz에^{18,19)} 의하면 사탕무에 處理한 ethofumesate을 11월에 處理할때 溫室條件에서는 175일후에 殘效가 全無狀態가 되나 圃場에서는 210일후에도 殘效가 있다 하였고 11월의 處理는 3월의 處理보다 배이상으로 殘效期間이 길다고 하였는바 이상의 研究報告는 著者의 研究에서 얻어진 結果와 일치하였다.

이와같이 同一藥劑 및 同一土壤條件에서도 夏作物에 處理한 除草劑의 殘效 期間보다도 越冬作物에 處理한 除草劑의 殘效期間이 길어지는 이유는 전술 한바와같이 除草劑의 分解는 光分解, 揮散, 溶脫, 化學的分解 등 여러가지 要因들이 있으나 그 대부분은 土壤에 吸着되어 土壤微生物에 의한 分解로 알려져 있다.^{23,46,47,67,77)} 그런데 겨울 기간 동안은 低溫과 乾燥로 微生物의 活動 또는 作物의 生長도 거의 멈추어진 狀態로 있다가 3月下旬 이후부터 氣溫의 증가와 더불어 微生物活動 또는 植物의 新진대사도 활발히 進行되기 때문에 藥劑處理 150일후 (3月下旬)까지는 殘效가 거의 그대로 지속 되다가 處理 200일후 (5月中旬)부터는 殘效가 크게 감소될 것으로 판단된다. 이에 반하여 夏作物인 경우에는 栽培期間中 降雨도 자자하여 溶脫流亡이 심하고 또 氣溫이 높은 여름을 끼고 있기때문에 作期終了까지는 處理除草劑 대부분이 分解되어 殘效도 없어지고 後作에 대한 影響도 거의 없는 것으로 判斷된다.

이상 同一藥劑라도 작기에 따라 殘效期間에 차

이는 있었으나 藥劑別 특성 즉 殘效期間의 長短, 各植物에 대한 感受性등에는 共通點이 있었기때문에 본 研究에 供試한 化合物系統에 따른 藥劑別로 殘效 및 後作物에 미치는 影響에 대하여 언급코자한다

1. dinitroaniline계 除草劑

本 研究에서 供試한 nitralin, pendimethalin, ethalfluralin, trifluralin 등은 禾本科인 I.R, 보리, 벼, 바랭이 등에 대한 작용이 강하였고 다음이 시금치였으며, 호로과나 십자화과등에 대한 작용은 약한 편이었다. 그중 trifluralin, ethalfluralin 등은 殘效期間이 비교적 짧았으나 가장 긴것은 nitralin이고 다음이 pendimethalin 이었는데 nitralin은 冬作物인 시금치, 양파, 마늘등에 上記藥劑들을 處理시에는 150후일까지는 供試 除草劑 거의 대부분이 殘效가 인정되었고, 處理 200일후에는 trifluralin, ethlfluralin 등은 殘效가 없어진 상태이나, nitralin과 pendimethalin 등은 무에는 影響이 없었으나 IR 등 禾本科 植物에는 影響이 있었다. 處理 233일후에 圃場을 耕耘整地하고 8種의 作物을 播種하여 그 影響을 보면, trifluralin은 供試作物 모두에 影響이 없었고, ethalfluralin, pendimethalin, nitralin 등도 공통적으로 무, 참외, 고추, 콩등에는 거의 生育抑制이 없었다.

그러나 nitralin은 75및 150g區에서 모두 IR, 벼, 참깨, 들깨, 콩등의 生育에 pendimethalin은 IR의 生育에 약간 影響을 주었다.

上記 4種除草劑를 處理후 275일후에 土壤을 pot에 옮기고 湛水下에 機械 移秧苗를 移植하고 그 生育에 미치는 影響을 調査한바 그중 nitralin만은 初期藥害도 상당히 있었고 회복도 되지않아 이왕 40일후까지도 無處理區에 대비 유의차가 있었다.

즉, 供試4種 除草劑중 nitralin이 殘效가 특히 길고 禾本科에 작용이 컸는데, 이것은 C. H. Miller등이¹¹⁾ 전작으로 오이를 栽培시 nitralin을 處理하고 다음해에 메커리를 심었을때 심한 藥害가 난다는 報告와도 합치된다.

Trifluralin은 殘效가 길어 後作物에 影響이 있다는 報告가 있으나^{5,58)} 本 研究에서 문제가 되지 않았던 것은 전술한 바와같이 土壤混和處理를 하지않고 土壤表面處理를 한 관계도 있고 江森 등

이²⁰⁾ 無菌 MS 培地에서 濃度에 따른 바랭이의 抑制度를 調査한 結果 同一 dinitroaniline계인 nitralin과 pendimethalin은 각각 바랭이 根長을 0.005ppm에서 100%억제시키는데 반해 trifluralin은 土壤중에서 바랭이의 100%억제의 有效濃度가 5.0ppm으로 현격하게 높다하였던 바, 이 때문에 後作物에 대한 生育抑制度가 낮은것이 아닌가 사려된다.

2. Acid amide계 除草劑

本 研究에서는 alachlor, metolachlor, napropamide의 3種이 供試되었던바 이 계열 역시 禾本科에 대한 작용이 크고 십자화과등에 대한 작용은 적은것으로 알려져 있다.^{48,67,77)}

이들 除草劑들에 대한 殘效 및 後作物影響을 調査한 結果 alachlor는 作物種類를 막론하고 작기내에 대부분이 분해되기 때문에 殘效도 거의없고 後作物에도 影響이 없는 유일한 除草劑였다.

Metolachlor는 시금치에 供試하였던바 작기종료시까지도 殘效가 남았고 특히 倍量區에서는 禾本科植物에 대한 억제가 있었다. 그러나 圃場을 耕耘整地한후 심은 後作物에 대한 影響은 거의 없었다.

Alachlor가 後作物에 影響이 적은것에 대하여는 다른 研究家에 의하여도 報告되고 있다.²⁹⁾ 또한 metolachlor가 alachlor보다도 殘效가 긴것도 다른 研究家에 의해 보고된 바있다.⁵⁹⁾ Napropamide는 越冬作物의 거의 모든 作物에 供試되었는데 전술한 nitralin과 더불어 殘效가 가장 길었다.

冬作인 경우는 處理 200일후에도 IR, 벼 등의 禾本科作物과 시금치 등의 生育에는 影響이 컸으며 處理233-275일후 圃場을 耕耘, 整地하고 後作物을 심은 結果 무, 참깨, 들깨, 참외, 콩등에는 안전하였으나 IR, 직파벼는 倍量處理區에서 약간의 生育抑制가 있었다. 그러나 湛水下 移植벼에 대한 影響은 nitralin과는 달리 거의 影響이 없었다. Napropamide가 後作物중 禾本科作物에 대하여 藥害를 낸다는 것은 R.R. Romanwsk등에⁶¹⁾ 의해 報告된바 있다. 또 白川등에^{73,74)} 의하면 피를 檢定植物로 할때 논상태에서 50ga.i./10a處理시는 50%生育抑制기간이 80일, 200ga.i./10a 處理시는 100일이상 殘效가 지속된다 하였고, napropamide+simetryne 合劑를 논에 處理

하고 後作物 栽培時 處理藥量이 높을때는 보리등 作物에 藥害가 발생된다고 한것등은 本研究結果와 유사하다 할 수 있다.

3. urea계 除草劑

本 研究에서는 linuron과 methabenzthiazuron (MBT)이 供試되었는데 이들은 禾本科보다는 廣葉인 무, 시금치, 콩 등에 대한 작용이 보다 더 강하였다.^{67,77)}

Linuron은 시금치와 마늘에, MBT는 양파와 마늘에 供試되었는데 推薦量이하 處理가 될때에는 處理180-200후까지에는 거의 殘效가 인정되지 않았다.

4. triazine계 除草劑

本 研究에서는 prometryn이 供試되었는데 이들은 禾本科 보다는 廣葉에 대한 작용이 큰것으로 알려져있다.^{50,67,77)}

冬作인 마늘밭에 prometryn處理후 150일이 경과한 土壤에서의 殘效實驗結果 埴壤土에서 推薦量(100g)處理區는 IR의 生育에 影響이 없었으나 倍量處理區는 影響이 있었고, 埴土條件에서는 藥量에 관계없이 無處理區대비 유의차가 없었다. 그러나 處理 200일후 調査시에는 土性에 관계없이 後作物 生育에 影響이 없는 殘效가 짧은 除草劑의 하나였다.

藥劑處理 223日후에 後作物 8種을 播種하고 그 生育에 미치는 影響을 調査한바 두 土壤 모두 참깨의 生育에만 약간의 影響이 있었고 다른 作物에는 안전하였다. 또한 處理275일후 湛水下 移秧 벼 生育에 미치는 影響도 없었다.

Prometryn은 triazin계중 土壤殘留性이 적고 연용에 의한 後작에의 影響이 없는 除草劑로 알려져 있다.⁵⁰⁾

이상의 研究結果를 종합해볼 때 栽培作物의 種類에 관계없이 供試藥劑別로 殘效期間의 長短은 分別이 되었고 全作物에 處理한 각 除草劑의 殘留에 의하여 藥害를 받는 後作物과 안전한 作物의 구별이 되어졌다.

결론적으로 供試 10種 除草劑 중에서 殘效가 가장 길고 또 禾本科에 대한 작용이 매우 민감하여 後작에 대한 우려가 가장 높은 除草劑는 nitralin 이었고, 그 다음은 napropamide였다.

Napropamide는 推薦量以下로 撒布하거나 越

冬作物인 경우 處理230일후이면 거의 問題가 없었으나 nitratin은 越冬作物에 藥劑處理 275일후의 土壤에 灌水後 移秧벼를 栽培한 경우에도 生育에 影響이 있었고, 그의 시금치, 참깨, 들깨등에 대하여도 다소의 影響이 있었다.

Pendimethalin, metolachlor, methabenzthiazuron등도 殘效期間이 긴편이나 推薦量以內로만 사용할 때에는 큰문제가 없다고 본다. Alachlor, prometrye, trifluralin등은 비교적 殘效가 짧아 작기가 특별히 짧은 作物이 아닌 이상 作期後에는 거의 問題가 되지 않았다.

따라서 殘效가 긴 除草劑들의 後作에 대한 影響을 피하기 위해서는 過量撒布가 되지않게함과 동시에 해당 藥劑에 感受性이 높은 作物을 필수적으로 파악하여 그 작물만은 栽培를 피해야 되겠고, 또 殘效가 우려되는 藥劑에 대해서는 收穫이 끝난 直後 後作物栽培에 들어가지 말고 일정기간 經過한후 後作物을 재배하게 될때 藥害는 크게 輕減시킬 수 있다고 본다.

또한 耕耘深度에 따라서 後作物의 藥害는 차이가 생기므로 殘效가 우려되는 除草劑인 경우에는 深耕을 하도록 유의할 필요가 있다.

耕耘深度에 따라 藥害에 차이가 생기는 이유는 J. Miller 등이³³⁾ 報告한바와 같이 除草劑의 種類에 따라서 土壤中の 集積部位는 다르나 土壤處理型 除草劑의 대부분은 表層인 작도층에 집적된 관계라 생각된다.

Robert G. Harizer 등은⁵⁸⁾ trifluralin處理후 다음해 봄에 옥수수에 대한 殘留農藥으로 인한 藥害(carry-over injury)는 耕耘을 함으로써 土壤中の trifluralin濃度는 減少된다고 하였고, E.E. Schweizer(1977)¹⁹⁾등은 Sugarbeet에 處理한 ethofumesate를 處理하고 11개월후 봄보리 및 봄밀을 작부할 경우 淺耕(디스트경)을 할 경우에는 藥害가 발생하나 深耕(푸라우경)을 행하면 後作物에 藥害를 내지 않는다고 하였다.

따라서 殘效가 긴 除草劑라 하더라도 後作物栽培 직전에 深耕과 정밀한 整地등을 함으로써 藥劑濃度가 稀釋되어 藥害는 輕減될 것으로 생각된다.

摘 要

主要 菜蔬用 除草劑의 殘效期間과 後作物에 미

치는 影響을 調査코자 越冬作物5種(가을배추, 무, 시금치, 양파, 마늘)을 圃場에 播種하고 各作物에 適用이 가능시된 除草劑를 藥量別로 處理한후 生物檢定에 의하여 경시적으로 調査하였다.

1. 處理된 除草劑의 殘效期間과 後作物에 대한 藥害有無(carry-over injury)는 供試土壤의 種類나 栽培作物의 種類간에는 큰 차이가 없었다.

그러나 除草劑의 處理藥量, 土壤의 採取深度, 檢定植物의 種類 및 播種日字(經過日數) 등에 따라 차이가 있었고, 除草劑별 殘效期間의 長短의 구별도 뚜렷하였다.

그러나 殘效性除草劑라도 後作物의 種類(感受性作物 피함), 藥劑處理後 後作物의 播種日字 연장, 耕耘深度 등의 조절로 後作物藥害는 최소화할 수 있었다.

2. 越冬作物에 처리된 除草劑中 그 作期가 종료시 (冬作 200-240일)까지 殘效가 거의 남지 않아 後作物에 安全한 除草劑는 alachlor, trifluralin, prometry 등이었다.

3. Pendimethalin, metolachlor, linuron, methabenzthiazuron 등은 推薦藥量까지는 作期終了와 동시에 안전하나 倍量處理가 될 때에는 그 藥劑에 感受性作物의 生育에는 影響이 있었다.

4. Napropamide는 冬作에 處理시 150-300g a.i./10a 藥量 處理時에는 작기 終了後에도 後作物중 禾本科인 IR, 직파벼, 보리등에는 影響이 있었으나 灌水下 移秧벼에 대한 影響은 없었고, 십자화과, 호로과, 가지과作物 등에도 影響이 없었다.

5. 대표적으로 殘效가 긴 nitratin은 冬作에서는 275日後에도 禾本科인 IR, 벼, 보리, 灌水下 移秧벼에는 75g a.i./10a藥量에서도 生育抑制가 있었고, 그의외 참깨, 들깨, 시금치 등의 生育에도 약간의 影響이 있었으나 십자화과, 호로과, 가지과 등에 대한 影響은 적었다.

引 用 文 獻

1. Green Field, A.J. 1989. Problems of herbicide registration and use on horticulture crops. Brighton crop protection conference -Weed pp. 1015-1020.
2. Smith, Allen E and Andrew I. Hsiar. 1985.

- Transformation and Persistence of chlorosulfuron in Prairie Field soils. *Weed Sci.* 33(4) : 555-557.
3. Page, A.L. 1982. *Methods of soil Analysis*, Am Soc. of Agro, Inc Madison. pp.373-378.
 4. Carter, Andree.D. 1989. The use of soil survey information to ases the risk of surface and ground water polution from pesticides Brighton crop protection conference-Weed- : 1157-1164.
 5. Rahman, A. 1977. Persistence of terbacil and trifluralin under different soil and climatic conditions. *Weed Res.* 17(2) : 145-152.
 6. Libik, A.W. and R.R. Romanowski. 1976. Soil persistence of Atrazine and cyanazine. *Weed Sci.* 24(6) : 627-629.
 7. Walker, A. and Julie A. Thompson 1977. The degradation of simazine linuron and Propyamide in different soils. *Weed Res.* 17(6) : 399-406.
 8. Walker, A. 1978. Simulation of the persistence of eight soil applied herbicides. *Weed Res.* 18(5) : 305-313.
 9. Walker, A. 1987. Evaluation of simulation model for prediction of herbicide movement and persistence in soil. *Weed Res.* 27(2) : 143-152.
 10. Ronald, C.Brent. E. Talbert. John D. Mattice, Terry.L. Lavy and Roberrrt. E.Frans. 1986. Residual fluometron levels in three Arkansas soil under continuous cotton (*Gossypium hirsutum*) production *Weed Sci.* 34(1) : 122-130.
 11. Miller, C.H. T.J. Monaco and T.J. Sheets. 1976. Studies on nitralin residues in soils *Weed Sci.* 24(3) : 288-291.
 12. Kaufman, D.D. 1977. Pesticide in soil and Water, ed. by W.D. Guenzi, soil Sci, Am p. 133.
 13. Kaufman, D.D. and D.F. Edwards. 1983. Pesticide chemistry. Vol4, ed. by J. Miyamoto and P.C. Kerney, Pergamon Press. p.177.
 14. Fredrickson, David. and Patrick. J. Shea. 1986. Effect, of soil pH on the degradation Movement and plant up-take of chlorosulfuron *Weed Sci.* 34(2) : 328-332.
 15. 土肥誌. 1988.タマネギ作 雑草防除現状と問題点. 雑草研究 33(4) : 223-234.
 16. Buhler, Douglas D. 1988. Factors influencing fluorochloriclone activity in no-till corn (*Zea mays*). *Weed Sci.* 36(2) : 207-214.
 17. Clay D.V. and K.Q. Stoi, . 1973. The persistence and penetration of large doses of simazine in uncropped soil. *Weed Res.* 3(1) : 42-50.
 18. Schweizer, E.E. 1976. Persistence and movement of ethofumesate in soil. *Weed Res.* 16(1) : 37-42.
 19. Schweizer, E.E. 1977. Response of spring cereal crops to soil residues of ethofumesate. *Weed Res.* 17(5) : 339-346.
 20. 江森京・杉山浩. 1985. 除草剤の無菌培地における雑草種子の消毒について(II)除草剤濃度と雑草生育沮害. 雑草研究 31(別) : 39-40.
 21. Solbakett, E. H., Hole O. Lode and T.A. Pedersen. 1982. Trifluralin persistence under two different soil and climatic conditions *Weed Res.* 22(6) : 319-328.
 22. Fryer, J.D., P.D. Smith and R.J. Hance. 1980. Field experiments to imvestigate long-term effects of repeated application of MCPA, triallate simazine and linuron, crop performance and residues 1969-78. *Weed Res.* 20 : 103-110.
 23. Glenn, C.,Klingman Floyd, M. Ashton. 1982. *Weed Science Principles & Practices* Johon Wiley & Sons inc.
 24. Jacques, G.L. and R.G. Harvey. 1979. Persistence of dinitroaniline herbicides in soil. *Weed Sci.* 27(6) : 660-664.
 25. 後勝眞康・加勝誠哉. 1980. 残留農薬の分析法. ソフトサイエンス社. 東京.
 26. Webster, G.R.B. and G.J. Reime. 1976. Field degradation of the herbicide metribuzin and its degradation products in a manitoba sandy loam soil. *Weed Res.* 16(3) : 191-196.
 27. 林三徳. 1988. ホウレンソウ作雑草防除の現状と問題点 雑草研究 33(3) : 161-166.
 28. Weed Science Society of America. 1983. *Herbicide Handbook* (STL ed.)
 29. Herman, N.D., T.J. Monaco and T.J. Sheets. 1983. Weed control with alachlor and residues in sweet potato (*Ipomoea batatas*) and soil. *Weed Sci.* 31 : 576-571.
 30. Elefihorhorrinos, I.G. 1987. Phytotoxicity and Persistence of chlorosulfuron as affected by activated charcoal. *Weed Research* 27(6) : 443-452.

31. James.S. Ladlie, William.F. Meggit and Donald Penner. 1976. Effect of soil pH on microbial degradation adsorption and mobility of metribuzine. *Weed Sci.* 24(5) : 477-481.
32. Janusz Ostrowaki and R.J. Hance. 1973. The influence of the method of application of prometon to the soil on its toxicity to white mustard (*Sinapis alba* L.) *Weed Sci.* 13 : 355-358.
33. Miller, J. H., P.E. Keeley, R.J. Ihnllen and C. H. Carter. 1978. Persistence and movement of ten herbicide in soil. *Weed Sci.* 26(1) : 20-26.
34. Williams, J.H. and D.J. Eagle. 1979. Persistence of dichlobenil in sandy soil and effect of residues on plant growth. *Weed Rec.* 19(5) : 315-319.
35. Hutson, J.L., R.J. Wagent. 1989. Predicting the fate of herbicides in the soil enviroment. Brighton Crop Protection Conference -Weed-3 : 1111-1120.
36. Kennedy, J.M. and R.E. Talbert. 1977. Comparative persistence of dinitroaniline type herbicides on the soil surface. *Weed Sci.* 25(5) : 373-381.
37. Kausalha Thirunarayanan, Robert L. Zimdahl and Darry E. Smika. 1985. Chlorosulfuron adsorption and degradation in soil. *Weed Sci* 33(4) : 558-563.
38. 川崎重治. 1988. タマネギ作雑草防除現状と問題点 雑草研究 33(4) : 223-234.
39. Savage, K.E. 1978. Persistence of several dinitroaniline herbicides as affected by soil moisture. *Weed Sci.* 26(5) : 471-475.
40. Savage, K.E. and T.N. Jordan. 1980. Persistence of three dinitroaniline herbicides on the soil surface. *Weed Sci.* 28(1) : 105-109.
41. 近内誠登. 1972. DCPA (propanil) の除草作用特性および各種共力剤検索に関する基礎的研究. 宇大農学部學術報告特輯(28).
42. 駒宮一雄・小林勝一部・杉山浩. 1989 麥大豆作に施用した除草剤の土壤中濃度と生理活性 雑草研究 34(別) : 177-178.
43. 慶北大農業科学技術研究所. 1986. 農薬安全使用 세미나 報告書. pp.1-159.
44. Peterson, Mark, A. and W. Eugene Arnold. 1986. Response of rotational crops to soil residues of chlorosulfuron. *Weed Sci.* 34(1) : 131-136.
45. Michael P. Braverman, Terry L. Lavy and Clyde J. Barnes. 1986. The degradation and bioactivity of metolachlor in the soil. *Weed Sci.* 134(3) : 479-484.
46. 鎌塚昭三. 1978. 土壤環境中における農薬の残留, 分解. 微生物生態研究会編(微生物の生態 5. 環境汚染をめぐって). 學會出版センター pp. 65-83.
47. 鎌塚昭三. 1983. 土壤中における農薬の挙動. 農薬デザインと開発指針ソフトサイエンス社. pp. 1082-1105.
48. Michael P. Braverman, Terry L. Lavy and Ronald E. Talbart. 1985. Effect of metolachlor residues on rice (*Oryza sativa*). *Weed Sci.* 33(6) : 819-824.
49. Tena, M., M. Magallanes and R. Garrido. 1982. Soil Persistence of selected sugar-beet herbicides and their combination with lenacil. *Weed Res.* 22(5) : 245-249.
50. 日本植物調節剤 研究協會. 1987. 改訂最新除草剤解説 植調編集印刷事務所 : 521~901.
51. 農薬工業協會. 1990. 農薬使用指針書. 438~487.
52. 農村振興廳農薬研究所. 1989. 作物生産と 農薬の安全使用. 農村振興廳심포지엄 6. 資料 : pp.1-90.
53. 農村振興廳農薬研究所. 1990. 除草剤 分科委員會資料.
54. Owalkes, A and J.A. Thompson. 1977. The degradation of simazine, linuron and propyzamide in different soils. *Weed Res.* 17 : 399-405.
55. Petter, E.J and J.B. Weber. 1985. Adsorption, mobility and efficacy of alachlor and metolachlor as influenced by soil properties. *Weed Sci.* 33 : 874-881.
56. Hardey, R. Gordon 1987. Herbicide dissipation from soils with different herbicide use histories. *Weed Sci.* 35(4) : 583-590.
57. Richard, T. Meister. 1986. FARM CHEMICALS HANDBOOK : C3-C254
58. Robert, G. Hartzier, Richard, S. Fawcett, and Michael D.K. Owen 1983. Effect of tillage on trifluralin residue carry-over injury to corn (*Zea mays*) *Weed Sci.* 37(4) : 609-615.
59. Robert, L. Zimdahl and Susan K. Clark. 1982. Degradation of three acetanilide herbicide. *Weed Sci.* 30(5) : 545-547.

60. Romanowski, R. R. and A. W. Libik, 1978. Soil persistence of isopropalin, nitralin and trifluralin. *Weed Sci.* 26(3) : 258-261.
61. Romanowski, R. R. and A. Barowy. 1979. Soil persistence of napropamide. *Weed Sci.* 27(2) : 146-150.
62. 梁桓承·文永熙·金洛應·李鎮夏. 1987. 폴리에틸렌 멀칭栽培時 農藥의 土壤 및 作物體中 殘留에 관한 研究. 第1報. 土壤環境相에 미치는 폴리에틸렌 被覆의 影響. 韓雜草誌 7(3) : 229-305.
63. 梁桓承. 1977. 土壤中에 있어서 除草劑의 行動 特性에 관한 研究 III. 殘效持續性. 學術院論文 16 : 231-259.
64. 梁桓承·李碩榮. 1978. 土壤中에 있어서 除草劑의 藥害變動, 移動 및 殘效持續性. 韓國作物學會誌 23(3) : 31-46.
65. 梁桓承外4名. 1990. 主要菜蔬用除草劑의 土壤中에 서 殘效와 後作物에 미치는 影響. 第2報 양과밭에 적용 가능 除草劑. 韓國雜草誌 10卷(別)1호 : 42-43.
66. 梁桓承·文永熙·金洛應. 1988. 폴리에틸렌 멀칭栽培時 農藥의 土壤 및 作物體中 殘留에 관한 研究. 第4報. 除草劑 Alachlor, Pendimethalin, Diphenamide의 殘留性. 韓國環境農學會誌 7(1) : 14-20.
67. 梁桓承·具滋玉·下鍾雄. 1988. 新制雜草防除學, 鄉文社 : 129~199.
68. Ryang, H.S. et al. 1988. Effect of some soil properties on degradation of herbicide pretilachlor in soil. *J. Korean Agric. Chemi Soc.* 31(1) : 470-474.
69. Ryang, H.S. and Y.H. Moon, 1989. Effect of soil environmental condition on degradation rate of herbicide butachlor in the soil under flooded condition. *Weed Sci. Soc. of America*, Dallas No. 242 : 142.
70. 梁桓承·文永熙·崔然喆·崔殷碩. 1990. dithiopyr (Mon-7200)의 除草 作用特性에 관한 研究. 3. 土壤中에 있어서 dithiopyr의 移動과 殘效. 韓國雜草學會誌 10(1) : 37-40.
71. 佐藤姚子·佐藤守·鈴木降之. 1990. 土壤細菌による 除草劑ペンダイメタリン의 分解. 雜草研究 35(1) : 61-67.
72. 徐胤洙. 1985. 土壤 및 農産物 汚染. 韓國環境農學會誌 4(2) : 126-138.
73. 白川憲夫·富岡博實. 1975. 除草劑 2-(α -naphthoxy)-N, N, -diethyl propionamide (R-7465)에 관한 研究. 第1報とくに基礎作用特性について. 雜草研究 20 : 71-78.
74. 白川憲夫·富岡憲夫. 1975. 除草劑 2-(α -naphthoxy)-N, N, -diethyl propionamide (R-7465)에 관한 研究. 第2報とくにシメトリンとの混用效果について. 雜草研究 20(2) : 78-82.
75. 杉山浩·江森京·佐藤姚子. 1987. 野菜畑における 土壤處理型除草의 效果と土壤中濃度의 變化. 雜草研究 32(2) : 104-111.
76. 鈴木宏一·高橋正宏·河村雄司. 1982. アトラジンの消長と後作物への影響. 雜草研究 27(別)99~100
77. 竹松哲夫. 1985. 除草劑研究總覽. 博友社 : 79-710
78. Takeshi Yuyama, Robert C. Ack Erson, Shuhji Takeda, Yoshihisa Watanabe. 1987. Soil and water relationship on the bensulfuron methyl (DPX-F5384) under the paddy field condition. *Weed Research Japan* 32(4) : 282-291.
79. 內村力. 1989. 暖地における雜草防除上の諸問題畑作 第9回雜草學會シンポジウム講演要旨. 日本雜草學會. pp.19-28.
80. Bond, W and H.A. Roberts. 1976. Persistence of methazole activity in soil. *Weed Reserch* 16(1) : 23-26.
81. Iwazik, W. and H. Egli. 1989. Comparison of bioassay and chemical anyalysis for trisuluron quatification in soil samples. Brighton Crop Protection Coference-Weed-Vol 3 : 1145-1150.
82. Pestemer, W. und B. Auspurg. 1987. prognose-modell zur erfassung des Ruck standsverhaltens von Metribuzin und Methabenzthiazuron im Boden und deren Auswirkungen auf folgekultur en. *Weed Res.* 27(4) : 275-286.
83. 山田忠男·中村拓·坂本眞一·松中昭一. 1979. 除草劑の連用水田土壤におけるペンチオカーブ殘留の地域間差. 雜草研究 24(1) : 18-22.
84. Moon, Young-hee., Sang-yong Ma, Ik-sun Jang and Hwan seug Ryan. 1988. Effect of some soil properties on degradation of herbicide pretilachlor in soil. *The Korean Agricultural Chemistry Society* 31 : 200-204.