

Oxyfluorfen과 Chlormethoxynil의 選擇作用性

李在煥 · 卞鍾英 · 李主烈*

Selective Mechanism of Oxyfluorfen and Chlormethoxynil in Crops and Weed Species

Lee, J.H., J.Y. Pyon, and J.Y. Lee*

ABSTRACT

The germination and the nutrient culture tests in the growth chamber and pot experiment under two types of soil conditions were conducted to determine the selectivity of oxyfluorfen and chlormethoxynil in crops and weeds and for characterization of selective mode of action, the absorption study was also conducted with different absorption methods and application time using ¹⁴C-oxyfluorfen. Oxyfluorfen showed more growth inhibitory effects than chlormethoxynil. In the nutrient culture test, rice growth was greatly inhibited at 2-leaf stage than at 4-leaf stage, and the shoot parts were more inhibited than the root parts. By preemergence application of both herbicides, higher growth inhibition was observed in sandy loam soil than in clay loam soil. Absorption and translocation of ¹⁴C-oxyfluorfen were higher by foliar application than by root treatment, and selectivity of crops and weed species may be explained partly by the amount of absorption.

Key words : Oxyfluorfen, chlormethoxynil, selectivity, absorption, translocation.

緒 言

우리나라 논에서는 過去에 주로 一年生 雜草에 有效한 除草劑가 주로 使用되어 왔기 때문에 多年生 雜草가 蔓延되어 問題化되고 있는 實情이며, 近來에는 一回處理로 一年生 雜草와 多年生 雜草를 同時에 防除할 수 있는 混合除草劑, 소위 一發處理 除草劑의 開發 및 研究가 많이 이루어지고 있으며 現在 여러 種

類의 除草劑가 利用되고 있다. 따라서 過去에 使用된 一年生雜草用 除草劑는 普及이 적어지는 傾向이었으나 混合劑의 파트너로서 다시 關心의 對象이 되고 있다.

우리나라에서는 Nitrofen이 1970年代에 水稻用 除草劑로 들어와 使用되었으나 벼의 藥害와 毒性的 問題가 提起되어 生産이 中止되었 으며 그 以後에 Chlormitrofen, Chlormethoxynil, Bifenox 등과 같은 比較的 安全性이 높은 除草劑로 代替되어 使用되고 있는 實情이다. 특히

* 忠南大學校 農科大學(Dept. of Agronomy, Chungnam National University, Taejon 305-764, Korea)

Nitrofen보다 生物活性이 10배나 큰 Oxyfluorfen 이 美國 Rohm & Hass社에서 開發되었으며, 이 는 ortho 置換形으로 光活性을 나타내며 發生前 土壤處理 또는 發生後 莖葉處理로 廣葉 및 禾本科雜草 大部分에 대해 강한 殺草力을 가지는 接觸型 除草劑¹⁸⁾이지만 低濃度 處理에서는 어느 정도 選擇作用性을 가지고 있다. 따라서 柳¹⁹⁾ 등은 벼 移秧前 土壤混和 處理劑로 紹介하였고, Prasan과 Price¹³⁾는 벼의 發生前 處理劑로서 實用化 展望이 밝다고 報告하였다. 國內에서는 具⁵⁾ 등이 Oxyfluorfen 10-40g/ha 處理로서 벼에서의 利用 可能性을 報告하였다. Chlormethoxynil은 日本 石原産業에 의하여 開發된 雜草發生前 除草劑로 벤젠環에 메톡실기(-OCH₃)를 갖고 있어서 植物體 幼芽部로부터 吸收되어 一年生雜草인 피를 비롯한 방동사니, 廣葉雜草 및 多年生雜草인 울미를 短期間에 枯死시키는 것으로 알려진 藥劑이다.

한편 Oxyfluorfen과 Chlormethoxynil의 選擇作用性 研究를 살펴보면, 벼와 피간의 研究를 中心으로 報告되고 있어 其他 作物과 雜草間의 研究는 거의 이루어지지 않은 實情이다. 具⁴⁾ 등은 ¹⁴C-oxyfluorfen의 벼 品種間 吸收 및 移行을 調査하였으며 또한 金⁸⁾은 Oxyfluorfen 및 Oxadiazon의 選擇作用性 原因들 가운데 하나가 植物體가 가지고 있는 膜過酸化能力의 差異에도 있음을 報告하였다. 그리고 ¹⁴C 同位元素를 利用한 草種間 選擇作用性의 研究들도 報告^{2,6,9,12,15,16)} 되어 있는 것을 볼 수 있는데 鈍感한 反應을 보이는 草種보다 敏感한 反應을 보이는 草種이 吸收를 많이 하지만 吸收部分에서의 移行은 모든 草種에서 거의되지 않는 것으로 알려지고 있다.

따라서 본 研究는 Oxyfluorfen과 Chlormethoxynil을 供試하여 發芽實驗, 水耕栽培實驗, 發芽前 土壤處理實驗을 通하여 作物인 벼, 옥수수와 雜草인 피, 참소리쟁이, 바랭이를 對象으로 作物과 雜草間 選擇作用性 程度를 밝히고, 同位元素 ¹⁴C-oxyfluorfen을 利用한 吸收實驗을 通하여 處理部位別 吸收程度와 作物과 雜草間의 選擇程度를 살펴봄으로써 Oxyfluorfen과 Chlor

-methoxynil을 利用한 雜草防除法을 確立하는데 必要한 基礎資料를 提供하고자 遂行되었다.

材料 및 方法

본 實驗의 供試除草劑는 Oxyfluorfen(70% Tech.)과 Chlormethoxynil(96.8% Tech.)을 使用하였으며 吸收實驗을 위한 放射性 同位元素는 ¹⁴C-oxyfluorfen을 使用하였다. 한편 作物은 벼 (*Oryza sativa* L. cv. Chuchung)와 옥수수(*Zea mays* L. cv. Decalb)를 供試하였으며, 雜草는 논 雜草인 강피(*Echinochloa crusgalli* var. *oryzicola* Ohwi.), 발雜草인 참소리쟁이(*Rumex japonicus* Houtt.)와 바랭이(*Digitaria sanguinalis* Scop.)를 使用하였다.

1. 發芽實驗

發芽 및 出芽段階에서 Oxyfluorfen과 Chlormethoxynil이 갖는 活性差異를 比較하기 위해 供試된 作物과 雜草를 濾紙가 깔린 紗례에 50粒씩 넣고 發芽實驗을 하였다. 播種後 供試除草劑를 10⁻⁷, 10⁻⁶, 10⁻⁵, 5×10⁻⁵, 10⁻⁴M의 濃度로 調節하여 Growth chamber(30/25°C, 14/10h, day/night, 濕度 80%)에서 10日間 發芽, 生長시킨 다음 作物과 雜草의 初期生長을 測定하기 위해 種子를 除去한 後 根部和 줄기를 따로 分離하여 乾物重을 調査하였다.

2. 水耕栽培實驗

生育段階別 反應差異를 보기 위해 作物과 雜草를 Kasugai 營養液으로 각각 2葉期와 4葉期로 生育시킨 後 各 處理當 3個體를 選別하여 利用하였다. 所定濃度(10⁻⁷, 10⁻⁶, 10⁻⁵, 5×10⁻⁵, 10⁻⁴M)의 Oxyfluorfen과 Chlormethoxynil 溶液을 200ml병에 넣은 다음 植物體의 基部를 스폰지로 싸서 根部만을 잠기도록 하였는데 이때 酸素를 供給하기 위하여 開放된 小形 비닐봉을 容器에 넣어 固定시켰다. 除草劑의 溶液은 2日마다 交替하면서 Growth chamber (30/25°C, 14/10h, day/night, 濕度 80%)에 10日間 둔 다음 試料를 取한 後, Dry oven(80°C,

Table 1. Physicochemical properties of the soils used in the experiment.

Soil texture	Composition(%)			pH H ₂ O(1:5)	C.E.C (me/100g)	Organic matter (%)
	Sand	Silt	Clay			
Clay Loam	40	33	27	6.2	7.5	3.0
Sandy Loam	62	28	10	6.5	6.0	1.5

48h)에 乾燥시켜 地上部와 地下部로 나누어 乾物重을 測定하였다.

3. 發芽前 土壤處理實驗

發芽前 土壤處理에서의 供試土壤과 植物間의 反應關係를 살펴보기 위한 實驗으로서 直徑 9.5cm, 높이 9cm인 pot에 供試된 作物과 雜草를 각각 50粒씩 播種하고 24時間 지난 뒤 10^{-6} , 5×10^{-6} , 10^{-5} , 5×10^{-5} , 10^{-4} M 濃度の Oxyfluorfen과 Chlormethoxynil의 溶液을 CO₂ gas의 壓力을 利用한 小型 噴霧器로 100L/10a 水準으로 土壤全面에 高루 撒布하였다. 이를 20日間 環境調節室 (30/25℃, 14/10h, day/night, 濕度 80%)에서 生長시킨 다음 地上部를 Dry oven (80℃, 48 hr)에 乾燥시킨 後 乾物重을 測定하였으며 乾物重의 測定값(g/pot)을 다음 式에 適用하여 生長阻害率을 計算하였다.

$$\text{生長阻害率} = 100 - \left[\frac{\text{處理區生長量}}{\text{對照區生長量}} \times 100 \right]$$

實驗은 完全任意配置法 3反復으로 遂行하였으며 供試土壤의 物理化學的 特性을 調査한 結果는 表 1과 같다.

4. ¹⁴C-oxyfluorfen의 吸收

作物과 雜草에서 Oxyfluorfen 吸收를 調査하기 위하여 供試植物을 Kasugai 溶液下에서 2葉期까지 生長시킨 다음, 이를 根部와 葉面部分으로 部位를 다르게 하여 暗條件인 Growth chamber(25/20℃, 14/10h, 濕度 80%)에서 10^{-6} M 濃도로 만들어진 ¹⁴C-oxyfluorfen 溶液에 處理하였다.

根部處理의 境遇 벼, 옥수수, 피에서는 根部 + 줄기(0cm), 根部 + 줄기(2cm), 根部 + 줄기(4cm) 등 溶液에 잠기는 部位를 3部分으로 다

르게 하였으며, 참소리쟁이와 바랭이는 根部 + 줄기(0cm)의 한 部位만 處理하여 각각 6, 12, 24時間 吸收시켰다. 葉面處理에서는 吸收하는 동안 뿌리 部分이 마르지않게 하기 위해 물을 묻힌 가지를 뿌리部分에 싸고 호일을 가늘게 접어 植物體의 基部를 묶어 비이커에 지지하게 한 後, 葉面部分만 溶液에 잠기도록 하여 각각 1, 2, 3 時間 吸收시켰으며 吸收시킨 것을 1% Acetone 溶液으로 씻은 다음 蒸溜水로 다시 씻어 表面에 묻어 있는 放射性物質을 除去하였다. 그 다음 tissue paper로 水分除去 後에 地上部와 根部로 分離하여 Dry oven (80℃, 48 hr)에서 乾燥시켜 각각 乾物重을 測定한 다음 Sample oxidizer (Packard-Tricarb 306)로 酸化시키어 ¹⁴CO₂ 狀態로 vial에 捕集하여 Liquid scintillation counter (Packard-Tricarb 1600)로 radioactivity를 測定하였다.

結果 및 考察

1. 發芽實驗

Oxyfluorfen과 Chlormethoxynil이 發芽 및 初期 生育過程에서의 反應과 活性差異를 알아본 結果, Oxyfluorfen을 處理했을 때에 Chlormethoxynil 處理時보다 供試植物 모두 生長抑制가 많이 나타난 것을 볼 수 있다.

Oxyfluorfen 處理의 경우, 벼에서의 草長과 根長은 10^{-5} M 以上の 濃度에서 抑制되기 시작하였으며, 옥수수는 高濃度인 10^{-4} M에서만 阻害되었고, 피에서는 10^{-6} M부터 生長이 阻害되어 10^{-5} M부터 枯死되었으며, 참소리쟁이와 바랭이는 10^{-6} M부터 枯死되었다(表 2). 따라서 벼, 옥수수 및 피는 鈍感한 傾向을 나타내고 있으며 雜草인 참소리쟁이와 바랭이는 敏感한 反應을 나타내었다. Chlormethoxynil 處理에서

Table 2. Effect of oxyfluorfen on dry weight of crops and weeds 10 days after germination.

Conc. (M)	Os		Zm		Ec		Rj		Ds	
	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root
	(mg/plant)									
Control	4.0a ^z	5.4a	38.7a	28.4a	1.2a	0.6a	0.6a	0.3a	0.3a	0.2a
10 ⁻⁷	3.7a	5.0b	38.2a	27.8a	1.1ab	0.4b	0.4b	0.2b	0.2b	0.1b
10 ⁻⁶	3.1b	4.4b	37.4a	27.5a	1.0b	0.4b	0 c	0 c	0 c	0 c
10 ⁻⁵	2.0c	3.2c	36.7a	25.3a	0 c	0 c	0 c	0 c	0 c	0 c
5 × 10 ⁻⁵	1.9c	2.8cd	34.1ab	22.7b	0 c	0 c	0 c	0 c	0 c	0 c
10 ⁻⁴	1.6d	2.6d	31.3b	21.3b	0 c	0 c	0 c	0 c	0 c	0 c

Os: *Oryza sativa* Zm: *Zea mays* Ec: *Echinochloa crusgalli*
Rj: *Rumex japonicus* Ds: *Digitaria sanguinalis*

^zMeans within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by the Duncan's multiple range test.

Table 3. Effect of chlormethoxynil on dry weight of crops and weeds 10 days after germination.

Conc. (M)	Os		Zm		Ec		Rj		Ds	
	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root
	(mg/plant)									
Control	4.0a ^z	5.4a	38.7a	28.4a	1.2a	0.6a	0.6a	0.3a	0.3 a	0.2 a
10 ⁻⁷	3.8ab	5.2ab	38.4a	28.0a	1.1a	0.5a	0.5b	0.1bc	0.3 a	0.2 a
10 ⁻⁶	3.4ab	4.9ab	37.8a	27.7a	1.1a	0.5a	0 c	0 c	0.2 b	0.1bc
10 ⁻⁵	3.2ab	4.7bc	37.5a	26.9a	1.0ab	0.3b	0 c	0 c	0.2 b	0.07c
5 × 10 ⁻⁵	3.0b	4.7bc	36.4ab	24.4b	0.7bc	0.3b	0 c	0 c	0.03c	0.02d
10 ⁻⁴	3.0b	4.5c	34.1b	24.2b	0.5c	0.1c	0 c	0 c	0 c	0 d

Os: *Oryza sativa* Zm: *Zea mays* Ec: *Echinochloa crusgalli*
Rj: *Rumex japonicus* Ds: *Digitaria sanguinalis*

^zMeans within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by the Duncan's multiple range test.

도 供試植物 모두 Oxyfluorfen과 비슷한 傾向을 보였으나 Oxyfluorfen 處理에서 보다는 全草種에 걸쳐서 鈍感한 反應으로 나타내었다(表 3).

2. 水耕栽培實驗

水耕栽培를 통한 作物과 雜草間 反應差異를 살펴본 結果, 2葉期處理의 境遇, 벼와 옥수수는 全濃度에 걸쳐 生長阻害가 나타나지 않았으나 其他草種은 濃度增加에 따라 抑制傾向이 뚜렷하였다. Oxyfluorfen 處理에서 피와 바랭이는 10⁻⁶M보다 높은 濃度에서 많은 生長阻害가 나

타났으며, 참소리쟁이는 10⁻⁷M부터 生長이 抑制되기 시작하여 10⁻⁶M에서부터 枯死되었다(表 4).

Chlormethoxynil 處理에서는 벼와 옥수수는 影響을 받지 않았으나 피와 바랭이는 10⁻⁵M부터 生長이 抑制되는 傾向이었으며, 참소리쟁이는 10⁻⁶M부터 抑制되었고 Oxyfluorfen 處理時처럼 枯死되지는 않았다(表 5).

한편 4葉期處理의 境遇, 2葉期處理에서와 마찬가지로 벼와 옥수수는 全濃度에 걸쳐 生長阻害가 나타나지 않은 것을 볼 수 있었으며 Oxyfluorfen 處理에서 피, 바랭이는 10⁻⁶M부터

Table 4. Dry weight of crops and weeds at 2-leaf stage as affected by oxyfluorfen under nutrient solution culture.

Conc. (M)	Os		Zm		Ec		Rj		Ds	
	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root
	(mg/3 plants)									
Control	27.0a ^z	15.0a	230.0a	150.7a	16.8a	5.7a	6.3a	1.3a	14.7a	6.0a
10 ⁻⁷	26.3a	14.0a	229.3a	150.3a	12.7b	1.9b	4.3a	1.0b	9.3b	3.7b
10 ⁻⁶	24.0a	13.3a	224.3a	148.7a	9.0c	0.7c	0 b	0 c	7.3bc	2.3c
10 ⁻⁵	23.0a	13.3a	219.1a	140.0a	8.3c	0.7c	0 b	0 c	5.0c	2.0cd
5 × 10 ⁻⁵	23.0a	13.0a	215.7a	136.5a	7.0c	0.4d	0 b	0 c	3.0d	1.0de
10 ⁻⁴	22.7a	12.3a	215.3a	134.3a	7.0c	0.4d	0 b	0 c	0e	0 e

Os: *Oryza sativa* Zm: *Zea mays* Ec: *Echinochloa crusgalli*

Rj: *Rumex japonicus* Ds: *Digitaria sanguinalis*

^zMeans within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by the Duncan's multiple range test.

Table 5. Dry weight of crops and weeds at 2-leaf stage as affected by chlormethoxynil under nutrient solution culture.

Conc. (M)	Os		Zm		Ec		Rj		Ds	
	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root
	(mg/3 plants)									
Control	27.0a ^z	15.0a	230.0a	150.7a	16.7a	5.7a	6.3a	1.3a	14.7a	6.0a
10 ⁻⁷	26.5a	14.3a	229.7a	150.6a	15.0b	4.1b	4.0b	1.1b	11.5b	4.7b
10 ⁻⁶	25.4a	14.0a	226.5a	149.0a	13.3b	3.2b	3.1bc	0.9c	9.4bc	3.2c
10 ⁻⁵	24.1a	14.0a	222.7a	145.1a	11.6bc	1.2c	2.2c	0.9c	6.2c	2.6cd
5 × 10 ⁻⁵	24.0a	13.7a	220.6a	142.8a	9.5c	1.2c	2.1c	0.8c	5.8c	2.4d
10 ⁻⁴	23.3a	13.7a	220.1a	140.6a	9.2c	1.1c	0.6d	0.3d	5.1cd	2.3d

Os: *Oryza sativa* Zm: *Zea mays* Ec: *Echinochloa crusgalli*

Rj: *Rumex japonicus* Ds: *Digitaria sanguinalis*

^zMeans within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by the Duncan's multiple range test.

Table 6. Dry weight of crops and weeds at 4-leaf stage as affected by oxyfluorfen under nutrient solution culture.

Conc. (M)	Os		Zm		Ec		Rj		Ds	
	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root
	(mg/3 plants)									
Control	81.0a ^z	29.7a	264.7a	181.0a	25.7a	7.3a	31.7a	11.7a	26.7a	10.0a
10 ⁻⁷	80.0a	28.7a	260.1a	179.3a	16.3b	2.7b	25.7b	9.7b	19.7b	4.7b
10 ⁻⁶	78.3a	28.0a	256.7a	175.6a	14.7bc	1.8c	22.0bc	8.0bc	16.7bc	3.2c
10 ⁻⁵	78.3a	27.7a	252.7a	171.2a	14.1bc	1.5c	17.3c	5.0cd	15.7c	3.0cd
5 × 10 ⁻⁵	78.0a	25.7a	252.0a	167.9a	13.3c	1.5c	14.7cd	4.0d	13.5c	2.5cd
10 ⁻⁴	77.0a	25.3a	250.9a	165.3a	13.0c	1.2d	13.0d	3.7d	11.0d	1.7d

Os: *Oryza sativa* Zm: *Zea mays* Ec: *Echinochloa crusgalli*

Rj: *Rumex japonicus* Ds: *Digitaria sanguinalis*

^zMeans within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by the Duncan's multiple range test.

Table 7. Dry weight of crops and weeds at 4-leaf stage as affected by chlormethoxynil under nutrient solution culture.

Conc. (M)	Os		Zm		Ec		Rj		Ds	
	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root
	(mg/3 plants)									
Control	81.0a ^z	29.7a	264.7a	181.0a	25.7a	7.3a	31.7a	11.7a	26.7a	10.0a
10 ⁻⁷	80.2a	29.1a	261.2a	179.6a	22.5b	6.1b	29.6ab	10.3ab	24.2b	8.2b
10 ⁻⁶	79.1a	28.3a	258.1a	176.3a	22.2b	5.5b	27.2ab	9.0bc	23.5bc	6.8bc
10 ⁻⁵	79.0a	28.1a	255.2a	174.8a	18.6bc	3.2c	24.5bc	8.1bc	22.6bc	6.3c
5 × 10 ⁻⁵	78.4a	27.2a	253.6a	169.9a	15.4c	3.0c	20.8c	7.5c	22.1bc	5.8c
10 ⁻⁴	78.1a	26.6a	252.1a	168.7a	15.0c	2.7c	17.6d	5.2d	21.0c	5.3cd

Os: *Oryza sativa* Zm: *Zea mays* Ec: *Echinochloa crusgalli*
 Rj: *Rumex japonicus* Ds: *Digitaria sanguinalis*

*Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by the Duncan's multiple range test.

생장이 減少되기 시작하여 10⁻⁴M에서는 현저하게 減少되었으며, 소리쟁이에서는 10⁻⁵M부터 생장이 抑制되었으나 피, 바랭이보다는 적게 抑制되었다(表 6).

Chlormethoxynil 處理에서 보면 피, 바랭이는 10⁻⁵M, 소리쟁이에서는 10⁻⁶M부터 생장이 抑制되었다(表 7). 이와같이 生育期별로 나누어서 處理를 한 것을 綜合考察하여 보면 어린시기인 2葉期에서의 處理가 4葉期에서의 處理보다 生長抑制가 더 심하였으며, 2, 4葉期 모두 뿌리

의 생장이 地上部의 生長보다 抑制傾向이 심하였다. 草種間 感受性 差異를 보면 참소리쟁이에서 가장 敏感한 反應을 보여 發芽實驗과 유사한 傾向을 보였다.

3. 發芽前 土壤處理實驗

土壤特性을 달리한 두가지 供試土壤을 利用하여 發芽前에 土壤處理하였을 때 反應差異를 살펴본 結果는 表 8, 9와 같다. 供試植物間 反應은 發芽實驗, 水耕栽培實驗과 비슷한 경향이

Table 8. Effect of oxyfluorfen on dry weight of shoot for crops and weeds 20 days after treatment under two soil conditions.

Soil texture	Conc. (M)	Os		Zm		Ec		Rj		Ds	
		Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root
		(g/pot)									
Clay Loam	Control	0.45	-	2.82	-	0.17	-	0.18	-	0.19	-
	10 ⁻⁶	0.44 (2.2)		2.79 (1.1)		0.15 (11.8)		0.15 (16.7)		0.16 (15.8)	
	5 × 10 ⁻⁶	0.42 (6.7)		2.77 (1.8)		0.14 (17.6)		0.13 (27.8)		0.15 (21.1)	
	10 ⁻⁵	0.41 (8.9)		2.76 (2.2)		0.12 (29.4)		0.12 (33.4)		0.13 (31.6)	
	5 × 10 ⁻⁵	0.39 (13.4)		2.76 (2.2)		0.09 (47.1)		0.07 (61.1)		0.08 (57.9)	
	10 ⁻⁴	0.37 (17.8)		2.74 (2.8)		0.08 (52.9)		0 (100.0)		0 (100.0)	
Sandy Loam	Control	0.42	-	2.76	-	0.12	-	0.13	-	0.13	-
	10 ⁻⁶	0.39 (7.2)		2.71 (1.8)		0.10 (16.7)		0.10 (23.1)		0.10 (23.1)	
	5 × 10 ⁻⁶	0.38 (9.5)		2.66 (3.6)		0.09 (25.0)		0.07 (46.2)		0.08 (38.5)	
	10 ⁻⁵	0.36 (14.3)		2.65 (4.0)		0.08 (33.3)		0.05 (61.5)		0.06 (53.8)	
	5 × 10 ⁻⁵	0.34 (19.1)		2.59 (6.2)		0.05 (58.3)		0 (100.0)		0 (100.0)	
	10 ⁻⁴	0.34 (19.1)		2.52 (8.7)		0.03 (75.0)		0 (100.0)		0 (100.0)	

Os: *Oryza sativa* Zm: *Zea mays* Ec: *Echinochloa crusgalli*
 Rj: *Rumex japonicus* Ds: *Digitaria sanguinalis*
 Parenthesis: % inhibition

Table 9. Effect of chlormethoxynil dry weight of shoot for crops and weeds 20 days after treatment under two soil conditions.

Soil texture	Conc. (M)	(g/pot)									
		Os		Zm		Ec		Rj		Ds	
Clay Loam	Control	0.45	-	2.82	-	0.17	-	0.18	-	0.19	-
	10 ⁻⁶	0.44	(2.2)	2.80	(0.7)	0.16	(5.9)	0.16	(11.2)	0.17	(10.5)
	5 × 10 ⁻⁶	0.43	(4.4)	2.80	(0.7)	0.16	(5.9)	0.15	(16.7)	0.16	(15.8)
	10 ⁻⁵	0.42	(6.7)	2.79	(1.1)	0.14	(17.7)	0.14	(22.3)	0.15	(21.1)
	5 × 10 ⁻⁵	0.42	(6.7)	2.77	(1.8)	0.13	(23.5)	0.11	(38.9)	0.14	(26.3)
	10 ⁻⁴	0.40	(11.1)	2.76	(2.2)	0.12	(29.4)	0.11	(38.9)	0.12	(36.8)
Sandy Loam	Control	0.42	-	2.76	-	0.12	-	0.13	-	0.13	-
	10 ⁻⁶	0.40	(4.8)	2.73	(1.1)	0.11	(8.3)	0.11	(15.4)	0.11	(15.4)
	5 × 10 ⁻⁶	0.40	(4.8)	2.69	(2.5)	0.11	(8.3)	0.10	(23.1)	0.11	(15.4)
	10 ⁻⁵	0.38	(9.5)	2.67	(3.3)	0.09	(5.0)	0.08	(38.5)	0.09	(30.8)
	5 × 10 ⁻⁵	0.37	(11.9)	2.63	(4.7)	0.08	(33.3)	0.07	(46.2)	0.08	(38.5)
	10 ⁻⁴	0.35	(16.7)	2.60	(5.8)	0.07	(41.7)	0.06	(53.9)	0.07	(46.2)

Os: *Oryza sativa*

Zm: *Zea mays*

Ec: *Echinochloa crusgalli*

Rj: *Rumex japonicus*

Ds: *Digitaria sanguinalis*

Parenthesis: % inhibition

Table 10. Distribution of ¹⁴C activity in crops and weeds as affected by ¹⁴C-oxyfluorfen treatments at different sites of absorption.

Site of absorption	Application time(hr)	¹⁴ C-distribution (dpm/mg)									
		Os		Zm		Ec		Rj		Ds	
		Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root
Root + Shoot (0cm)	6	36.2b	1679.3b	35.7a	1752.4a	37.8b	1695.1b	115.3c	2295.1c	78.1c	2424.1b
	12	38.3b	1700.5b	36.5a	1767.2a	47.2b	1982.5a	189.3b	2545.2b	175.2b	2503.4b
	24	57.2a	1952.4a	38.5a	1856.3a	74.8a	2126.6a	285.4a	2852.6a	249.5a	2721.9a
Root + Shoot (2cm)	6	41.8b	1876.8b	39.2b	1800.8a	45.3b	1842.6c	-	-	-	-
	12	42.6b	1904.4b	40.1b	1861.5a	50.1b	1982.3b	-	-	-	-
	24	57.2a	2102.3a	50.2a	1890.2a	90.1a	2148.2a	-	-	-	-
Root + Shoot (4cm)	6	45.3b	1824.5b	44.2b	1869.4a	50.6b	1945.1b	-	-	-	-
	12	50.4b	1958.7ab	46.5b	1908.9a	58.8b	2056.5ab	-	-	-	-
	24	65.8a	2155.1a	54.8a	1950.6a	98.4a	2191.3a	-	-	-	-

Os: *Oryza sativa*

Zm: *Zea mays*

Ec: *Echinochloa crusgalli*

Rj: *Rumex japonicus*

Ds: *Digitaria sanguinalis*

Means within a column followed by the same letter are not significantaly different at the 5% level by the Duncan's multiple range.

있으며 雜草가 作物보다 敏感한 反應을 나타내었다. 雜草間에 있어서도 참소리쟁이가 敏感하였고, 강피는 鈍感하였다.

供試除草劑間 反應을 살펴보면 Oxyfluorfen이 Chlormethoxynil보다 全草種에 걸쳐 敏感한 反應을 나타내었으며, 供試土壤間 反應은 有機物과 C.E.C. 및 粘土成分이 낮은 砂壤土에서 生育抑制 現狀이 뚜렷하였다. 이것은 Diphenyl ether系 化合物의 土壤分解 및 消失過程의 研究^{1,16,17)}에서처럼 有機物, 粘土含量이 낮은 土壤에서 吸着이 잘안됨에 따라 有效成分의 不活性化가 낮아진 것이기 때문^{10,11)}이라 思料된다.

4. ¹⁴C-oxyfluorfen의 吸收

1) 根部吸收

供試植物 모두 時間이 經過함에 따라 ¹⁴C-oxyfluorfen 吸收量은 增加하였으며, 根部 + 줄기(2cm), 根部 + 줄기(4cm)에서는 根部 + 줄기(0cm)만 浸漬했을 때의 處理보다 ¹⁴C-oxyfluorfen의 吸收量이 많았는데 이것은 줄기부를 통하

여서도 吸收되었기 때문에 思料된다. 草種間 吸收의 境遇 옥수수, 벼, 피에 비해 참소리쟁이와 바랭이는 時間이 지남에 따라 더 많이 吸收되었으며(表 10), Lee 等의 研究⁹⁾와 비슷한 傾向을 나타내었다.

이와같이 얻어진 結果로 볼 때 移行率은 全般的으로 매우 낮았으나, 벼와 피는 24時間 浸漬했을 때가 6, 12時間 동안 浸漬했을 때 보다 移行率이 높아지는 傾向으로 보아 時間이 지남에 따라 移行量이 다소 增加되는 傾向이었다. 옥수수는 根部 + 줄기(0cm)의 處理時에는 處理時間別 移行率이 같아 時間이 經過하여도 移行差異가 없었으나, 根部 + 줄기(2cm), 根部 + 줄기(4cm)에서는 處理時間이 12, 24時間으로 增加함에 따라 移行率이 높아지는 傾向이었다. 특히 感受性인 참소리쟁이와 바랭이는 時間이 經過함에 따라 移行率이 다른 草種에 비해 높게 나타나 移行된 量도 增加함을 알 수 있었다(表 11).

Table 11. Translocation rate(%) of ¹⁴C derived from ¹⁴C-oxyfluorfen(10⁻⁶M) from the roots to the shoots in crops and weeds.

Site of absorption	Species	Exposure time (hour)		
		6	12	24
Root + Shoot (0cm)	Os	2.1	2.2	2.8
	Zm	2.0	2.0	2.0
	Ec	2.2	2.3	3.4
	Rj	4.8	6.9	9.1
Root + Shoot (2cm)	Ds	3.1	6.5	8.4
	Os	2.2	2.2	2.7
	Zm	2.1	2.1	2.6
Root + Shoot (4cm)	Ec	2.4	2.5	4.0
	Os	2.4	2.5	2.9
	Zm	2.3	2.4	2.7
	Ec	2.5	2.8	4.3

Os: *Oryza sativa*

Zm: *Zea mays*

Ec: *Echinochloa crusgalli*

Rj: *Rumex japonicus*

Ds: *Digitaria sanguinalis*

Table 12. Distribution of ^{14}C -activity in crops and weeds as affected by ^{14}C -oxyfluorfen foliar application.

Application time (hr)	^{14}C -distribution (dpm/mg)									
	Os		Zm		Ec		Rj		Ds	
	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root
1	412.1b	4.7b	242.4c	2.6a	412.5c	6.0b	798.6b	15.8b	747.3c	13.2b
2	500.2ab	5.8b	309.2b	3.1a	795.2b	13.8a	913.2a	24.7a	873.6b	20.4a
3	564.7a	7.9a	393.2a	3.9a	986.7a	17.2a	995.4a	30.8a	985.3a	24.8a

Os: *Oryza sativa* Zm: *Zea mays* Ec: *Echinochloa crusgalli*
 Rj: *Rumex japonicus* Ds: *Digitaria sanguinalis*

Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by the Duncan's multiple range test.

Table 13. Translocation rate (%) of ^{14}C derived from ^{14}C -oxyfluorfen(10^{-6}M) from the shoots to the roots in crops and weeds.

Species	Exposure time (hour)		
	1	2	3
<i>Oryza sativa</i>	1.1	1.1	1.4
<i>Zea mays</i>	1.0	1.0	1.0
<i>Echinochloa crusgalli</i>	1.4	1.7	1.7
<i>Rumex japonicus</i>	1.9	2.6	3.0
<i>Digitaria sanguinalis</i>	1.7	2.3	2.5

2) 葉面吸收

供試植物 모두 時間이 지남에 따라 ^{14}C -oxyfluorfen의 吸收量은 增加하였으며(表 12), 뿌리部位로의 移行率은, 3時間 處理時에 옥수수는 移行量이 매우 낮았으며, 벼에서도 移行이 적게 되었다. 反面 雜草에서는 피, 참소리쟁이, 바랭이 모두 2時間부터 移行이 增加되었으며 이들 가운데 참소리쟁이가 가장 많은 傾向이었다(表 12, 13).

以上の 吸收實驗 結果를 綜合考察하여 보면, 部位別 時間別로 吸收하는 量을 볼 때에 吸收는 잘 되지만, 地上部와 地下部로 移動되어지는 量은 적게 나타나서 移行이 잘 안되는 것이라 思料된다. 한편 葉面處理가 根部處理時보다 移行率이 높은 結果를 나타내어, 移行이 잘 되는 것으로 思料되며, 다른 研究者들의 研究結果^{6,9,12)}와 類似한 傾向을 보였다.

結局, 全草種이 吸收는 잘 되나 雜草인 피,

참소리쟁이, 바랭이는 作物인 벼, 옥수수보다 移行이 다소 잘되어 殺草力이 커진 것이라 思料되며, 雜草에서도 移行이 약간 잘된 참소리쟁이와 바랭이에서 生長抑制가 많고 殺草力이 強하게 나타난 것으로 생각된다.

摘 要

作物과 雜草에서 Oxyfluorfen과 Chlormethoxynil에 대한 選擇性과 殺草力을 比較하고자 發芽實驗, 水耕栽培實驗, 두가지 土壤에서의 發芽前 土壤處理實驗을 實施하였으며, 處理部位와 時間을 다르게 하였을 때의 草種間 吸收 및 移行을 조사하고자 ^{14}C -oxyfluorfen을 利用한 吸收移行實驗을 實施하였다.

1. 發芽實驗, 水耕栽培實驗, 發芽前 土壤處理實驗을 통하여 볼 때 벼, 옥수수에서는 供試 除草劑 濃度가 增加되면서 약간 生長이 抑

- 제되는 傾向을 나타냈으나 感受性 草種인 참소리쟁이, 바랭이에서는 濃度가 높아짐에 따라 殺草力이 增大되어 生長抑制가 심하였으며 全般的으로 Oxyfluorfen處理는 Chlor-methoxynil處理보다 生長抑制가 심하였다.
2. 發芽期間동안의 生育抑制 效果를 나타낸 것을 보면 發芽過程 때보다 發芽後 生育過程에서 많은 것으로 思料되며, 벼와 옥수수에서 가장 鈍感한 反應을, 피에서는 비교적 鈍感한 反應을, 참소리쟁이와 바랭이에서는 가장 敏感한 反應을 나타내었다.
 3. 水耕栽培實驗 結果, 2葉期에서의 處理가 4葉期에서의 處理보다 生長抑制가 더 심하게 나타났으며 地上部보다 地下部가 많은 生長抑制를 나타내었다.
 4. 發芽前 土壤處理實驗 結果, 有機物, C.E.C. 및 粘土成分이 적은 砂壤土에서 生長抑制가 심하였으며 草種間에는 참소리쟁이와 바랭이에서 많이 나타났다.
 5. ¹⁴C-oxyfluorfen의 吸收는 作物과 雜草에서 모두 잘 되었으나 이행은 모든 草種에서 거의 되지 않는 傾向이었으나 時間이 經過함에 따라 感受性 草種인 참소리쟁이와 바랭이에서 吸收量이 많아졌으며 作物과 雜草間 選擇性은 주로 吸收된 量에 따라 결정된다고 생각한다.

引用 文 獻

1. Chen, Y. L. 1983. Behavior and fate of pesticides in paddy ecosystems. *Pesti. Chem. : Human Welf. the Environ.* 3 : 339-344.
2. Fadayomi, O. and G. F. Warren. 1976. The light requirement for herbicidal activity diphenyl ethers. *Weed Sci.* 24 : 598-600.
3. Fadayomi, O. and G. F. Warren. 1977. Uptake location of nitrofen and oxyfluorfen. *Weed Sci.* 25 : 111-114.
4. 具滋玉 · K. Ishizuka · 卞鍾英. 1988. Oxyfluorfen 處理에 따른 耐性選拔 品種의 吸收 및 移行 差異. *韓雜草誌.* 8 : 37-44.
5. 具滋玉 · 鞠龍仁 · 金東均. 1989. 移秧沓에서의 Oxyfluorfen 分施體系 研究. *韓雜草誌* 9 (別) : 97-99.
6. Ishizuka, K., H. Matsumoto, and H. Hyakutake. 1987. Herbicidal activity and molecular fate of chlormethoxynil in the light and dark. *Proc. 11th APWSS Conf.* : 109-115.
7. 金東均 · 李政明 · 具滋玉 · 李 權. 1986. Oxyfluorfen의 土壤中 不活性化에 關與하는 數種要因의 比較研究. *韓雜草誌.* 6(2) : 146-153.
8. 金鎮石. 1992. 디페닐 에테르系 化合物의 殺草類型別 作用機作과 選擇性에 關한 研究. 忠南大學校 博士學位 論文.
9. Lee, J. J., H. Matumoto., J. Y. Pyon, and K. Ishizuka. 1991. Mechanism of selectivity of diphenyl ether herbicides oxyfluorfen and chlormethoxynil in several plants. *Weed Res. Japan.* 36(2) : 162-170.
10. McCall, H. G., R. W. Bovey., M. G. McCully, and M. G. Merkle. 1972. Adsorption and desorption pichloram, trifluralin and paraquat by ionic and nonionic exchange resin. *Weed Sci.* 20 : 250-255.
11. Michael, P. B., J. A. Dusky., S. J. Locascio, and A. G. Hornsby. 1990. Sorption and degradation of thiobencarb in three Florida soils. *Weed Sci.* 38(6) : 583-588.
12. Niki, Y., S. Kuwatuka, and I. Yokomichi. 1976. Absorption, translocation and metabolism of chlormethoxynil (X-52) in plants. *Agr. Biol. Chem.* 40(4) : 683-690.
13. Prasan, V. and C. E. Price. 1987. Weed control in rice-soybean. *Proc. 11th APWSS Conf.* : 555-563.
14. Pritchard, M. K., G. F. Warren, and R. A. Dalley. 1980. Site of action of oxyfluorfen. *Weed Sci.* 28 : 640-645.
15. Vanstone, D. E. 1978. Physiological aspects of the mode of action of nitrofluorfen and oxyfluorfen. *Dissertation Abstracts Interna-*

- tional. B. 38(7) : 2974.
16. Vanstone, D. E. and E. H. Stobbe. 1978. Root uptake, translocation, and metabolism of nitrofen and oxfluorfen by fababeans and green foxtail. Weed Sci. 26 : 389-392.
 17. Vanstone, D. E. and E. H. Stobbe. 1979. Light requirement of the diphenyl ether herbicide oxyfluorfen. Weed Sci. 27(1) : 88-91.
 18. Yih, R. Y. and C. Swithenbank. 1975. New potential diphenyl ether herbicides. J. Agric. Food Chem. 23 : 592-593.
 19. 柳芳和. 1980. 除草劑 解説(1) Oxyfluorfen. 雜草研究(日本) 25(1) : 48-62.