

土壤中 Butachlor 와 Nitrofen 의 分解에 關한 研究

吳秉烈 · 鄭永浩 · 李秉武

農業技術研究所

(1981년 6월 26일 수리)

Studies on Degradation of Butachlor and Nitrofen in Different Soil Conditions

Byung-Youl Oh, Young-Ho Jeong and Byung-Moo Lee

Institute of Agricultural Sciences, ORD, Suweon, Korea

Abstract

The persistence of preemergence herbicides, butachlor [2-chloro-2,6-diethyl-N-(butoxymethyl) acetanilide] and nitrofen(2,4-dichlorophenyl-4-nitrophenyl ether), at 10 ppm level in different soil conditions amended with organic matter and lime was studied under flooded and field moisture capacity. The microbial breakdown played a major role in the dissipation of the herbicides in soil. Nitrofen degradation in flooded soil was greatly accelerated, while it was slowed down in field moisture capacity as compared with butachlor. Increased amendment of rice straw to the soil shortened the half-life of butachlor under flooded condition, however it prolonged that of butachlor when the amendment was exceeded over 1% on dry weight basis. Liming the soil stimulated decomposition of the herbicides in the soil systems, which appears to be pH independent.

緒 論

作物保護를 爲하여 使用되는 農藥은 使用形態와 無關하게 大部分이 土壤에 投下된다. 作物體에 附着된 農藥도 降雨에 依하여 離脫되어 終局에는 土壤으로 移動되며 特히 土壤에 處理되어 藥效를 나타내는 粒劑의 農藥은 撒布量의 大部分이 土壤에 落下됨으로서 土壤은 모든 農藥의 貯藏所인 同時에 分解場所가 된다.

土壤中에서 農藥의 行動은 複雜多樣하여 溫度^{26,28)}, 水分^{26,28)}, 光^{6,17)}, 土壤種類^{2,3,12,14,29)}와 條件^{21,22)}, 微生物²⁶⁾, 植生²⁷⁾ 등의 環境要因에 依하여 影響을 받는다. 또한 農藥의 種類^{26,28)} 使用

方法 및 撒布量¹³⁾, 撒布時期²⁰⁾ 등에 따라서도 行動樣狀이 相異함으로 各農藥에 對한 自然界에서 의 運命을 明確히 究明하는 것은 農藥使用에 依한 必要惡으로 隨伴되는 環境汚染에 對한 防止策의 一環으로서 重要한 研究課題로 登場하게 되었다.

土壤에 直接投與되어 除草效果를 나타내는 發芽前處理型의 除草劑는 土壤汚染面에서 關心의 對象으로 擡頭되고 있으며 最近 高度産業化에 隨伴되는 農村人力의 減少는 除草劑의 消費를 增加시켜 使用量은 成分量으로서 1974年 1,153M/T에서 1979年 2,709M/T으로 5年間 2倍以上의 增加趨勢를 보여 왔다. 水稻作이 主作物을 이루고 있는 우리나라의 경우는 殺菌劑나 殺虫劑와 마찬가지로

로 畚作除草劑의 使用比率이 높은 實情이며 (全體 除草劑 消費量의 81%) 그 中에서도 acetanilide 系의 butachlor 와 diphenyl ether 系의 nitrofen 이 畚作除草劑 消費量의 85%를 占有하고 있다.¹⁾

Beestman 과 Deming (1974)²⁾은 acetanilide 系 除草劑의 土壤中 分解試驗에서 分解速度가 propachlor, alachlor, butachlor 의 順으로 迅速하며 殺菌土壤에서의 分解는 緩慢하여 이들 除草劑의 土壤中 分解는 主로 微生物에 基因됨을 밝힌바 있으며 Chen 과 Wu (1978)³⁾도 非殺菌土壤에서는 殺菌土壤에서보다 butachlor 의 分解速度가 3 倍로 迅速하여 土壤中의 分解는 微生物에 依하여 惹起됨을 報告하였다.

한편 除草劑의 土壤中 分解는 水分條件에 따라 相異하여 Niki 等 (1976)⁴⁾은 diphenylether 系 除草劑는 湛水狀態가 乾狀態보다 分解가 迅速하며 이들의 分解는 微生物學的, 化學的作用에 依하여 일어남을 報告한바 있다.

이와 같이 除草劑의 土壤中 分解는 微生物에 依한 分解가 主要因으로 作用하고 또한 最近 土壤肥沃度增進의 手段으로서 微生物의 活動과 關係가 깊은 有機物의 施用과 石灰添加가 一般化되고 있으므로 이들 要因에 依한 土壤中 除草劑의 分解樣狀을 究明하고자 우리나라에서 第一 많이 使用되고 있는 butachlor 와 nitrofen 에 對하여 室內試驗으로 實施한 結果를 報告하고자 한다.

材料 및 方法

1. 土壤調製

本試驗에 供試된 土壤은 農村振興廳 作物試驗場 畚作圃場의 耕作層(表土 10cm)에서 採取하여 風乾시킨 後 32mesh 를 通過시킨 土壤을 使用하였다. 供試한 土壤은 砂壤土로서 粘土 15.5%, 微砂 20.9%, 모래 58.6% 이었고 pH (1:5) 5.4, 有機物含量은 0.93%이었다. 調製된 土壤은 廣口 瓶에 密封하여 4°C 에 保存하면서 使用하였다.

2. 有機物給源의 添加

有機物給源으로서는 볏짚(振興)과 收穫後 圃場에 殘存하게 되는 벼그루터기를 使用하였으며 볏짚은 熱風乾燥(60°C) 後 2mm 로 粉碎하였고 벼그루터기는 採取後 流水에서 附着된 土壤을 除去시키고 熱風乾燥後 粉碎하였다. 供試材料의 化學組成은 볏짚이 全窒素 0.815%, 全炭素 40.41%

로서 C/N 率이 49.58 이었고 벼그루터기는 全窒素 0.609%, 全炭素 31.3%로서 C/N 率이 51.43 이었다. 風乾土壤에 調製된 볏짚 및 벼그루터기를 1% (w/w) 水準으로 添加하여 ball mill 에서 2 時間 混合시킨 後 試驗管(直徑 3cm, 길이 20cm) 에 20g 씩 넣고 butachlor (純度 99.8%, Monsanto Co.)와 nitrofen (純度 99.5%, Rhom & Hass Co.)을 再蒸溜 ethyl acetate 에 溶解시켜 試驗管當 200μg 씩 處理하였다. 藥劑處理한 土壤은 試驗管內에서 窒素를 通過시키면서 混和시켜 ethyl acetate 를 揮散시킨 後 水分을 調節하였다.

3. 石灰의 添加

供試土壤의 中和量과 2 倍中和量에 相當하는 Ca(OH)₂ 를 添加한 後 均一하게 混合하여 試驗管에 20g 씩 넣고 除草劑標準品의 ethyl acetate 溶液을 主成分으로서 200μg 씩 添加하였다.

4. 殺菌處理

150°C 에서 1 時間동안 乾熱殺菌한 試驗管에 各 處理의 土壤을 20g 씩 넣고 棉全한 後 15 psi (121°C)에서 30分間 殺菌하였다. 殺菌操作은 2日 間隔으로 3回 實施하였으며 最終殺菌後 PDA 上에서 無菌狀態를 確認한 後 除草劑處理를 하였다.

5. 水分調節

水分調節은 殺菌蒸溜水를 使用하였으며 最大容水量의 60%인 乾狀態와 表土로부터 水位가 2cm 높이의 湛水條件인 濕狀態로 調節하였으며 試驗 期間中 이들의 水分維持는 7日에 1回씩 蒸發에 依하여 消失된 量을 添加하여 調節하였다.

6. 볏짚添加水準과 pH 調節

調製土壤에 2mm로 粉碎한 볏짚(振興)을 1, 3, 5 % (w/w) 水準으로 添加하고 ball mill 에서 1時間 混和시킨 다음 20g 씩 試驗管에 넣고 藥劑處理 後 0.4N H₂SO₄ 溶液과 Ca(OH)₂ 로서 土壤 pH 를 4, 6, 8 로 調節하고 湛水狀態를 維持하였다. 除草劑處理當時의 土壤 pH 調節에는 pH 4 가 調製土壤 20g 當 0.4N H₂SO₄ 1ml, pH 6 과 8 은 Ca(OH)₂ 를 土壤 2kg 當 各各 500mg 과 3g 을 添加함으로 調節이 可能하였다.

7. 除草劑殘留量分析

土壤中 除草劑의 殘留分析은 藥劑處理 後 15, 30, 60, 120日에 3 反復으로 實施하였고 回收率試驗을 土臺로 다음과 같이 分析하였다.

試驗管의 內容物을 300ml Erlenmyer flask 에 옮겨 殘留分析用 acetone 150ml 를 加하여 1時間

Table 1. Gas chromatographic conditions for residue analysis of herbicides.

Specification	Butachlor	Nitrofen
Instrument	TRACOR Model 550 equipped with ECD (⁶³ Ni)	
Column	Borosilicate (I.D. 4mm, Length 60cm)	
Packing material	5% OV-17 on Chromosorb W HP 80~100 mesh.	
Column temperature	210°C	230°C
Injector temperature	230°C	
Detector temperature	290°C	
Carrier gas (N ₂)	70ml/min	
Purge gas (N ₂)	30ml/min	
Chart speed	6mm/min	
Retention time	2.8min	3.4min

동안 振盪시켰다. 振盪液은 Büchner 濾斗上的 celite 層을 通하여 吸引濾過하고 殘查土壤을 acetone 100ml 로 再振盪濾過後 濾液을 混合하여 減壓濃縮機(Büchi Rotavapor R110)를 使用하며 40°C에서 acetone 을 溜去시켰다. 濃縮液은 250 ml의 分液濾斗에 轉移하여 飽和 NaCl 溶液 10ml 와 50ml의 殘留分析用 n-hexane 을 加하여 2回 抽出하고 n-hexane 層을 無水 Na₂SO₄ 로 脫水시킨 後 40°C에서 減壓濃縮시켰다.

濃縮液은 gas chromatograph 에 分析이 容易하도록 n-hexane 으로 稀釋하여 2.0μl 씩 注入 分析하였고 使用한 gas chromatograph 의 分析條件은 表 1 과 같다. butachlor 와 nitrofen 의 retention time 은 各各 2.8分, 3.4分이었으며 10ppm 處理土壤에서의 回收率은 各各 98%, 97% 이었다.

結果 및 考察

1. 有機物給源 및 水分條件에 따른 土壤中 除草劑分解

有機物給源의 種類와 土壤水分條件에 따른 土壤中的 butachlor 와 nitrofen 의 分解는 表 2 에 서와 같이 first order kinetic 에 準하였다. 이 結果는 他除草劑의 土壤中 分解^{2,3,4,12,13,16}에서와 같이 butachlor 와 nitrofen의 分解도 土壤條件과 關係없이 分解誘導期(Lag period)가 存在하지 않음을 나타냈다.

Butachlor 는 土壤條件의 變化에 따라 殘留期間

에 큰 差異가 없었으나 nitrofen은 澆水處理에 依한 嫌氣條件에서의 分解가 促進되었다. 이 結果는 CNP (2,4,6-trichloro-phenyl 4-nitrophenyl ether)의 土壤中 分解는 酸化, 還元의 狀態에 따라 相異하여 還元條件에서의 半減期는 酸化條件에 比하여 1/3 로 短縮된다는 Oyamada 等 (1979)²¹의 報告와 같은 傾向을 보였다. Diphenyl ether 系 除草劑는 分子內의 -NO₂ 基가 還元狀態에서 -NH₂ 基로 迅速히 還元되어 殺草力이 喪失되며 이와 같은 現象은 fluorodifen, chloroxuron, bifenox, chlomethoxynil 에서도 確認된바 있다.^{18,19}

澆水에 依한 nitrofen 의 分解는 有機物の 添加에 依하여 促進되어 無處理의 澆水狀態에서 半減期가 31.4 日인데 反하여 芻草添加는 26.2日, 버그루터기의 添加는 27.8日로 4~5日이 短縮되었다. 한편 버그루터기에 比하여 芻草이 nitrofen의 分解效果가 높았던 것은 試驗期間동안 有機物の 構造差異에 依하여 芻草이 微生物에 對한 電子供與體로서 優秀한 材料로 作用하여 還元狀態가 더욱 助長되었던데 起因하는 것으로 推定된다.

butachlor 의 分解에 對한 土壤水分條件 및 有機物添加의 效果는 nitrofen 에 比하여 輕微하였다. 即, 澆水狀態에 있어서 butachlor 의 半減期는 밭狀態에서 보다 3~6日이 短縮되었다. 이와 같이 土壤水分의 條件에 따라 butachlor 의 分解가 相異한 것은 土壤水中에 溶出되어 分解를 받게 되는 基質의 量에 差異가 있어 밭狀態에서는 土壤粒子나 有機物에의 吸着으로 因하여 分解가

Table 2. Degradation of butachlor and nitrofen in the soil as influenced by water, organic matter amendment and sterilization.

Water* content	Organic** matter	Viable soil		Sterilized soil			
		-r ($\times 10^3$, day ⁻¹)	K (days)	Half-life (days)	-r ($\times 10^3$, day ⁻¹)	K (days)	Half-life (days)
Butachlor							
60% MWHC	None	0.993	7.91	38.3	0.970	1.61	185.3
	Rice straw	0.998	8.83	34.3	0.969	1.72	181.0
	Rice stump	0.999	8.43	35.2	0.962	1.67	183.0
Flooded	None	0.995	8.43	35.7	0.966	1.95	158.6
	Rice straw	0.952	10.61	28.5	0.970	1.76	180.5
	Rice stump	0.969	10.12	30.5	0.958	1.43	210.1
Nitrofen							
60% MWHC	None	0.975	3.86	78.5	0.983	0.76	396.3
	Rice straw	0.986	4.03	75.4	0.979	0.71	426.0
	Rice stump	0.979	3.97	76.3	0.997	0.85	355.8
Flooded	None	0.972	9.60	31.4	0.944	0.86	350.9
	Rice straw	0.988	11.50	26.2	0.965	0.85	354.0
	Rice stump	0.986	10.81	27.8	0.990	0.83	364.1

* MWHC: Maximum water holding capacity

** pulverized organic matter passed through 2mm mesh was amended at the rate of 1% on dry weight basis.

Correlation coefficient(r), degradation rate constant(k), half-lives were produced by linear regression of log herbicide concentration (ppm) in soil with time.

遲延된것으로 보인다. 또한 有機物の 添加는 butachlor 의 半減期를 4~7日 短縮시켰고 澁水 狀態에서의 分解效果가 더욱 크게 나타났다. 一般의으로 土壤中 有機物含量과 微生物의 活力間에는 正比例의인 關係가 있고 農藥의 分解遲延效果가 있는 吸着과도 正의 相關關係에 있으므로 有機物の 添加에 依한 土壤中 農藥의 分解는 結果의 解析에 細心한 注意가 必要하다.²⁰⁾ 그러나 butachlor 에 對한 豫備試驗에서 供試土壤中에 0.08~0.8% (w/w)의 뵈질을 添加함으로써 澁水 條件下에서의 半減期가 無處理의 39日에서 23日까지 短縮되는 結果를 얻었고 本試驗에서도 1%의 添加水準에서 輕微하나 分解가 促進되는 것으로 미루어 1%의 뵈질添加水準에서도 吸着에 依한 分解抑制效果보다는 微生物의 活力增進에 依한 分解促進效果가 크게 作用한 것 같다. 有機物 給源의 種類에 따른 分解促進效果를 보면 뵈질 添加가 벼그루더기에 比하여 더욱 크게 나타났으며 이것은 材料間의 成分組成差異에 依하여 炭素와 窒素의 含量이 높은 뵈질添加에서 微生物의 活

力이 旺盛한데 基因되었던 것으로 생각된다.

한편 발狀態에서의 半減期는 nitrofen 이 75~78日인데 反하여 butachlor 는 34~38日로 殘留期間이 2倍程度 길었으며 微生物의 活動이 排除된 無菌狀態에서도 同一한 傾向을 보였다. 이 結果는 前述한 바와 같이 nitrofen 이 化學的 構造特性으로 보아 澁水狀態에서는 還元에 依한 amino 誘導體로의 轉換이 迅速하나 好氣的인 狀態에서는 安全하고 化學的 分解의 主된 經路라 할 수 있는 光分解速度를 보면 butachlor 는 紫外線(254 nm)에서의 半減期가 1.5時間⁹⁾이나 nitrofen 은 日光下에서 一週日後에도 處理量의 35%가 殘存¹⁷⁾하여 butachlor 는 nitrofen 에 比하여 光分解가 容易하고 물에 對한 溶解度面에서도 butachlor 는 23ppm (24°C)⁵⁾, nitrofen 은 1ppm(25°C)¹⁵⁾으로서 nitrofen 은 물에 難溶性化合物이며 土壤에 의 吸着이 강한 藥劑²⁵⁾이므로 非生物的 分解인 光, 蒸發에 의한 藥劑의 消失에 對하여 安全하므로 酸化狀態 또는 無菌狀態에서의 化學的 分解가 butachlor 에 比하여 緩慢하게 일어난 것으로 思

Table 3. Degradation of butachlor and nitrofen in the soil as influenced by water, lime amendment and sterilization.

Water* content	Level of** liming	Viable soil			Sterilized soil		
		-r ($\times 10^3$, day ⁻¹)	K	Half-life (days)	-r ($\times 10^3$, day ⁻¹)	K	Half-life (days)
Butachlor							
60% MWHC	None	0.993	7.85	38.3	0.993	1.63	185.4
	L-1	0.997	8.98	33.5	0.980	1.60	188.4
	L-2	0.993	8.84	34.1	0.997	1.75	172.0
Flooded	None	0.992	8.58	35.1	0.964	1.80	167.6
	L-1	0.996	9.15	32.9	0.981	1.66	181.0
	L-2	0.997	9.11	33.0	0.971	1.73	173.9
Nitrofen							
60% MWHC	None	0.962	3.82	78.9	0.986	0.78	386.5
	L-1	0.957	4.04	74.4	0.995	0.72	417.5
	L-2	0.948	5.82	51.7	0.997	0.80	378.4
Flooded	None	0.977	9.36	32.1	0.996	0.90	336.2
	L-1	0.976	10.53	28.6	0.982	0.88	340.9
	L-2	0.966	10.30	29.4	0.944	0.91	332.7

* MWHC: Maximum water holding capacity.

** L-1 and L-2: Equivalent and twice amounts of Ca(OH)₂ for neutralizing the soil.

Correlation coefficient(r), degradation rate constant(k), half-lives were produced by linear regression of log herbicide concentration in soil (ppm) with time.

慮된다.

土壤의 殺菌處理로 藥劑의 分解는 매우 緩慢하여 供試藥劑 모두 土壤中 分解가 主로 微生物에 依하여 惹起됨이 認定되었으며 有機物의 添加로 分解가 遲延된 것은 有機物에 依한 藥劑의 吸着이 光分解나 水蒸氣와의 共蒸溜를 抑制하였기 때문으로 생각된다.

2. 石灰施用水準과 土壤中 除草劑의 分解

土壤에 施用하는 石灰가 除草劑의 分解에 미치는 影響을 究明하고자 水分條件을 달리하고 中和量과 中和量 2倍量의 Ca(OH)₂ 를 添加한 土壤에서의 butachlor 와 nitrofen 의 分解樣相을 調査한 結果는 다음 表 3 와 같다.

水分條件에 따른 土壤中 除草劑의 分解는 有機物添加效果의 試驗에서와 같이 butachlor 는 澆水의 效果가 輕微한 反面 nitrofen 은 澆水處理로 半減期가 芽狀態에 比하여 約 1/2 로 短縮되었으며 2藥劑 모두 石灰施用에 依하여 分解가 多少促進되는 傾向을 보였다. 石灰施用에 依한 土壤中 除草劑의 分解促進效果는 無菌狀態에서 石灰施用

水準別 土壤殘留期間에 있어 一定한 傾向이 없었던 點으로 미루어 非殺菌土壤에서의 石灰添加效果는 單純한 土壤酸度의 變化와는 無關한 것으로 推定된다.

한편 石灰施用으로 除草劑의 土壤中 分解促進效果가 土壤 pH의 變化에 基因되는 것인지를 究

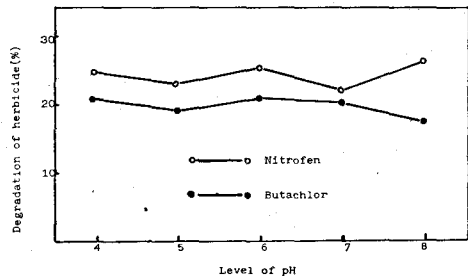


Fig. 1. Effect of pH on the degradation of herbicides in buffer solution. Residual amounts of the herbicides were determined 30 days after incubation in McIlvaine's citric acid-phosphate buffer at 10ppm level.

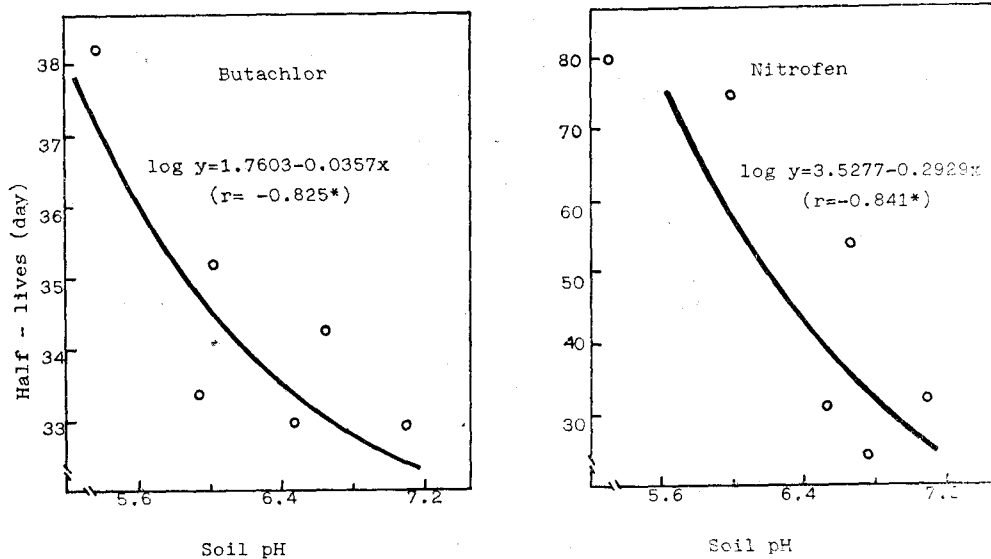


Fig. 2. Relationship between soil pH and half-lives of herbicides in the soil. Soil pH (1 : 5) was given 30 days after Ca(OH)₂ application to the soil.

명하기 위하여 McIlvaine's citric acid-phosphate buffer 溶液을 사용하여 pH 4, 5, 6, 7, 8에서 處理 60日後에 butachlor와 nitrofen의 分解率을 調査한 結果 (그림 1) 藥劑의 分解와 pH間에는 關係가 없음이 認定되었다.

Chen 等 (1979)²²⁾도 緩衝溶液을 利用하여 pH 1에서 pH 10까지의 相異한 酸度에서 butachlor의 經時的 分解를 調査하였으나 pH와 butachlor의 安定性間에는 關係가 없음을 報告한바 있다. 그러나 本試驗에 있어서 藥劑處理 60日後의 非殺菌 土壤의 pH와 除草劑 半減期間에는 負의 相關이 있어 butachlor와 nitrofen 모두 pH의 增加에 따라 半減期가 短縮되었다(그림 2).

한편 Corbin과 Upchurch (1967)⁹⁾는 生物檢定試驗으로 2,4-D의 除草力 喪失은 pH 5.3에서 最大임을 報告한 反面 Smith (1972)²⁴⁾는 pH 7~7.4에서 2,4-D의 分解가 가장 迅速함을 報告한 바 있다. 또한 Savage (1973)²³⁾는 250個 圃場의 土壤을 調査하여 土壤 pH가 낮은 境遇 nitralin과 trifluralin의 殘留量이 높음을 發見하여 nitralin은 pH 6.8보다 4.8에서 殘留期間이 길다고 하였으나 Eiker (1974)¹¹⁾가 bensulide, nitralin, trifluralin의 分解는 pH의 增加로 緩慢해진다고 報告한 事實과는 相反되는 結果이었다. 以上の 結果로 미루어 土壤 pH와 除草劑分解와의 關係는

同一藥劑의 境遇라 할지라도 使用한 土壤의 種類에 따라 相異한 分解樣相으로 나타나고 土壤 pH의 變化에 따른 土壤의 理化學的 性質과 微生物相의 差異가 土壤中 除草劑의 行動에 影響을 미치는 것으로 보이며 本試驗의 結果도 石灰施用에 依한 pH의 變化가 土壤微生物相에 變化를 일으켜 藥劑의 分解樣相이 相異하게 나타난 것으로 생각된다.

3. 有機物添加水準과 土壤 pH의 變化에 따른 除草劑分解

土壤中 除草劑의 分解와 關係가 있는 有機物 및 土壤 pH의 水準을 달리하여 湛水狀態에서의 butachlor와 nitrofen의 分解消長을 調査한 結果는 表 4와 같다.

butachlor는 有機物添加水準이 增加함에 따라 分解가 遲延되어 5%의 添加는 1%의 芻糞添加에 比하여 殘留期間이 2倍로 增加되어 有機物添加水準과 butachlor의 分解促進效果間에는 限界點이 存在하는 것으로 나타났다. 豫備試驗과 有機物給源別 試驗을 土臺로 考察할때 芻糞添加水準이 1% 以上을 超過하면 芻糞添加에 依한 分解促進效果보다는 有機物에 依한 藥劑의 吸着效果가 크게 作用하여 土壤微生物에의 分解가 阻害됨으로서 土壤中 殘留期間이 增加하는 傾向이었다.

試驗期間中の 土壤 pH와 除草劑의 殘留期間을

Table 4. Degradation of butachlor and nitrofen in the soil as influenced by levels of organic matter and pH.

Level* of OM (%)	pH**		Butachlor			Nitrofen		
	Initial	Final	-r ($\times 10^3$, day ⁻¹)	K	Half-life (days)	-r ($\times 10^2$, day ⁻¹)	K	Half-life (days)
1	4.0	6.4	0.922	13.10	23.0	0.990	2.64	11.4
	6.1	6.9	0.985	12.81	23.5	0.998	3.42	8.8
	7.9	7.2	0.972	14.79	20.3	0.986	3.91	7.7
3	4.1	6.3	0.913	11.08	27.2	0.999	3.82	7.9
	6.0	6.7	0.966	8.58	35.1	0.970	4.37	6.9
	8.1	6.8	0.988	12.62	23.8	0.939	4.83	6.2
5	4.1	6.0	0.922	5.68	52.9	0.975	4.13	7.3
	5.8	6.5	0.998	6.80	44.3	0.936	5.17	5.8
	8.2	6.6	0.997	7.08	42.5	0.946	5.24	5.7

* Pulverized rice straw passed through 2mm mesh was amended on the basis of dry weight of soil.

** Initial pH was adjusted with 0.4N H₂SO₄ and calcium hydroxide. Final pH was given 30 days after incubation.

Correlation coefficient(r), degradation rate constant(k), half-lives were produced by linear regression of log herbicide concentration in soil (ppm) with time.

보던 볏짚添加水準 3%까지는 pH 6.4~6.7에서 pH 4.0~6.3 또는 pH 6.8~7.2에서 보다 分解가 遲延되어 弱酸性에서 分解가 緩慢하고 酸性 또는 中性~弱알카리條件에서 分解가 促進되는 結果이었으나 5%의 볏짚添加에서는 土壤 pH의 增加에 따라 分解가 迅速하였다. 有機物의 添加水準과 pH 變化에 따른 butachlor의 分解樣相이 相異한 것은 土壤有機物의 種類에 따른 藥劑의 吸着程度¹⁰⁾가 pH에 影響을 받음으로서 土壤溶液中에 溶出되는 藥劑濃도에 差異가 있기 때문에 推定되며 이들의 相互關係를 究明하기 爲하여는 土壤有機物의 形態와 含量에 따른 pH 效果를 同時에 調査하여야 할 것이다.

以上の 結果로서 butachlor는 土壤中 有機物含量이 높은 境遇에는 使用量을 增加시켜 吸着에 의한 損失藥量 補正하여 土壤溶液中에 殺草藥量이 溶存될 수 있도록 維持함으로써 除草效果를 거둘 수 있을 것으로 思料된다.

한편 nitrofen은 有機物의 添加水準이 增加할 수록 土壤中 分解가 促進되어 1%水準에서는 半減期가 8~11일이었으나 5%水準에서는 6~7일로 2~4일이 短縮되었다. 土壤 pH의 影響도 butachlor와는 相異하게 一定한 傾向이 있어 酸

性에서는 中性에서 보다 分解가 遲延되는 傾向이 었다. 前術한 바와 같이 nitrofen의 分解는 生物的인 要因보다는 化學的인 要因(還元)에 依하여 非活性物質인 amino 體로의 轉換이 迅速함으로 湛水土壤에서 還元促進效果가 있는 볏짚의 添加水準이 增加함으로써 amino 體로의 變化가 促進되었을 것이며 nitrofen의 amino 誘導體는 chromatogram 上에서 nitrofen의 檢出量과는 負의 關係가 있어 殘留分析時 볏짚의 添加水準의 增加에 따라 amino 體로 推定되는 物質(retention time, 2.5分)의 檢出量이 增加함을 觀察할 수 있었다.

pH의 增加는 nitrofen의 分解를 促進시켰는데 이것은 土壤 pH의 變化가 有機物에 依한 nitrofen의 吸着에 影響을 미쳐 分解樣相이 相異한 것으로 보인다. 또한 有機物의 添加水準이 增加할 수록 pH 變化에 따른 nitrofen 半減期의 減少속이 좁아지는 傾向이 있었는데 이것은 有機物의 增施로 土壤 pH의 變化에 對한 緩衝能의 增大, 有機物增施에 依한 吸着量의 相異, 土壤의 酸化, 還元程度等の 緒要因이 相互作用하여 複合의으로 나타난 結果로 解析한다.

結論의으로 nitrofen은 有機物의 增施로 土壤

還元에 의한 分解促進 효과가 있으므로 土壤有機物含量을 考慮하여 還元이 甚하게 誘發되는 條件에서는 그 使用量을 增加시켜야 所期の 除草效果를 얻을 수 있을 것이다.

抄 錄

土壤條件에 따른 除草劑의 分解樣相을 究明하기 爲하여 有機物の 種類 및 添加水準, 石灰施用水準이 相異한 狀態에서 土壤水分含量의 變化가 發芽前處理型 除草劑인 butachlor 와 nitrofen 의 分解에 미치는 影響을 究明하기 爲하여 室內試驗으로 實施하였다. 그 결과 土壤의 殺菌處理는 butachlor 와 nitrofen 의 分解가 顯著히 遲延되어 土壤中 除草劑의 分解는 主로 微生物에 依하여 若起되었다으며, 土壤의 灌水處理는 밭狀態보다 除草劑의 分解促進 효과가 컸으며 특히 nitrofen 의 分解에 미치는 灌水의 效果는 顯著하였다. 밭狀態에서의 nitrofen 의 半減期는 butachlor 보다 2 倍程度 길었다. 벼짚의 添加는 벼그루더기에 比하여 土壤中 除草劑의 分解促進 효과가 높았으며 벼짚의 添加水準이 1% (w/w) 以上일 때는 土壤中 butachlor 의 分解는 遲延되었으나 nitrofen 의 分解는 促進되었다. 石灰施用은 土壤中 除草劑의 分解를 助長하였으나 pH 와의 直接的인 影響은 없었다.

參考文獻

1. 農藥年報, 1980 農藥工業協會
2. Ambernathy, J.R. 1972. Linuron, chlorbromuron, nitrofen, and fluorodifen adsorption and movement in twelve selected Illinois soils. Ph. D. Thesis; Univ. of Illinois.
3. Alton, J.D. and Stritzke, J.F.: Weed Sci. 21 : 556~560. (1973)
4. Amstron, D.E., Chesters, G. and Harris, R.F.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 31 : 61. (1967)
5. Beestman, G.R. and Deming, J.M.: Agronomy J. 66 : 308 (1974)
6. Chen, Y.L. and Chen, C.C.: J. Pesticide Sci. 3 : 143 (1978)
7. Chen, Y.L. and Chen, J.S.: J. Pesticide Sci. 4 : 43 (1979)
8. Chen, Y. L. and Wu, T.C.: J. Pesticide Sci. 3 : 411 (1978)
9. Corbin, F.T. and Upchurch, R.P.: Weed Sci. 15 : 370 (1967)
10. Dunigan, E.P. and McIntosh, T.H.: Weed Sci. 19 : 279 (1971)
11. Diker, W.M.: Diss. Abstr. Int. B. 34 : 4762 (1974)
12. Hance, R.J. and Mckone, C.E.: Pesticide Sci. 2 : 31 (1971)
13. Hance, R.J.: Pesticide Sci. 19 : 83 (1979)
14. Hensley, D.L., D.N.S. Beurman, and Carpenter, P.L.: Weed Res 18 : 287 (1978)
15. 除草劑解說(1): 離草研究 25·48 (1980)
16. McGlamery, M.D. and Slife, F.W.: Weeds 14 : 237 (1966)
17. Nakagawa, M. and Grosby, D.G.: J. Agri. Food Sci. 22 : 849 (1974)
18. Niki, Y. and Kuwatstka, S.: Soil Sci. Plant Nutr. 22 : 223 (1976)
19. Niki, Y. and Kuwatsuka, S.: Soil Sci. Plant Nutr. 22 : 233 (1976)
20. Osgerby, J.M.: Pesticide Sci. 4 : 247(1973)
21. Oyamada, M. and Kuwatsuka, S.J.: Pesticide Sci. 4 : 157 (1979)
22. Parr, J.F. and Smith, S.: Soil Sci. 117 : 52 (1976)
23. Sauage, K.E.: Weed Sci. 21 : 285 (1973)
24. Smith, A.E.: Soil Sci. 113 : 36 (1972)
25. 鐵塚昭三, 植物防疫 27 : 13(1973)
26. Smith, A.E. and Cullimore, D.R.: Weed Res. 15 : 59 (1975)
27. Suett, D.L.: Pesticide Sci. 2 : 105 (1971)
28. Usoroh, N.J. and Hance, R.J.: Weed Res. 14 : 19 (1974)
29. Walker, A.: Weed Res. 18 : 305 (1978)