

# 含硫黃 農藥이 土壤中 Arylsulfatase의 活性에 미치는 影響

李相八 · 金章億 · 洪鍾旭

慶北大學校 農科大學 農化學科

## Effect of Sulfur-containing Pesticides on the Arylsulfatase Activity in Soil

Lee, Sang Pal · Kim, Jang Eok · Hong, Jong Uck

Dept. of Agricultural Chemistry, College of Agriculture  
Kyungpook National University

### Summary

This study was conducted to investigate the effect of sulfur containing pesticides, captan, edifenphos, EPN, acephate, asulam, bentazone on arylsulfatase activity in soil incubated at 30°C for 42 days with or without urea addition.

The results obtained were as follows:

When pesticides, captan, edifenphos, EPN, acephate, asulam, bentazone were treated in urea added and unadded soil, the activity of arylsulfatase was the highest at 7 days of incubation.

The arylsulfatase activity in urea added soil was kept higher as compared with that of the urea unadded soil.

When pesticides, captan, edifenphos, acephate, asulam, bentazone, were treated in urea added and unadded soil, the activity of arylsulfatase was inhibited at the entire experimental period.

By the treatment of EPN in urea added and unadded soil, the arylsulfatase activity was decreased at the early stage of treatment, but increased after 28 days of incubation

### 緒 論

農藥의 使用量은 農業의 集約化 및 科學化와 더불어 漸次的으로 增加되어 가고 있고 앞으로 계속 增加할 趨勢이다.

이와같이 農藥은 使用量이 增加됨에 따라서 目的하는 病害蟲 및 雜草를 防除한 後에도 그 一部는 自然環境中에 殘存하게 되어서 여러가지 生態化學的인 影響과 變化를 誘發하게 된다<sup>6,8,20)</sup>

自然界에서 撒布된 農藥은 結局에는 土壤에 集積하게 되므로 土壤環境中에서 農藥의 行動樣相을 究明하는 것은, 藥効에는 勿論 環境保全이란 側面에서도 반드시 研究가 되

어야 할 課題이다<sup>19)</sup>. 또한 土壤에 集積된 農藥이나 그 分解代謝產物들이 殘留되어서 直接 또는 間接的으로 土壤微生物의 增殖이나 成長에 影響을 미치게 되므로 土壤의 肥沃度에도 상당한 影響을 미치게 된다.

土壤內에서 微生物의 成長과 活性을 나타내는 指標로서는 여러가지 因子들이 利用되고 있는데 微生物의 成長을 評價하기 위해서는 菌數調查, total soil biomass의 測定 등을 들수 있으며 또한 微生物의 活性을 나타내는 指標로서는 microcalorimetry, 呼吸率, 土壤抽出物中 ATP 및 酵素活性의 測定 등이 利用되고 있다<sup>7)</sup>. 이들 가운데서 土壤酵素는 土壤의 肥沃度を 維持하는데 重要한 各

種 營養素의 生化學的인 轉換過程에 關與함으로서 土壤肥沃度の 潛在力을 나타낼수 있기 때문에 土壤生化學에서는 重要한 分野를 차지하고 있다.<sup>7,13)</sup>

土壤中에 存在하는 黃化合物의 轉換에 關與하는 酵素인 sulfatase는 有機態 黃 ester를 加水分解하는 酵素이다. Sulfatase가 加水分解하는 有機態 sulfate ester에 따라 arylsulfatase, alkylsulfatase, steroid sulfatase, glucosulfatase, chondrosulfatase, myrosulfatase 로 分類된다. 그중 arylsulfatase는 sulfuric acid의 phenolic ester를 加水分解하는 酵素로서 土壤內에서 黃의 代謝에 重要한 役割을 하는 酵素이다.

지금까지 土壤酵素들은 土壤內에 加해진 農藥<sup>2,9,14,15)</sup>, 肥料<sup>16)</sup>, 金屬<sup>11)</sup> 등에 의해서 活性이 상당히 影響을 받는 것으로 報告되어 왔다.

특히 洪<sup>9)</sup>과 金<sup>12)</sup>은 有機磷系와 含窒素 農藥이 土壤酵素의 活性에 미치는 研究에서 土壤에 使用된 몇가지 農藥中 一部는 土壤酵素의 活性을 增加시키고 農藥構成成分이 土壤 微生物의 營養源으로 利用될수 있다는 可能性을 示唆한 바 있고, Cook<sup>4)</sup> 등은 有機

磷系 農藥의 分解產物이 phosphorus source로, 含窒素 農藥인 amitrol과 S-triazine系가 nitrogen source로 利用되고 있다고 報告하였다.<sup>1,3,4,16)</sup>

지금까지 農藥이 土壤酵素의 活性에 미치는 影響에 대한 研究는 주로 有機磷系와 含窒素 農藥이 大部分이었으며 硫黃이 含有된 農藥과 土壤酵素中 arylsulfatase와의 關係를 研究한 報告는 거의 없는 실정이다.

따라서 本 研究에서는 含硫黃 農藥이 土壤內에 投與되었을 때 arylsulfatase의 活性에 미치는 影響을 究明하여 農藥中의 硫黃이 土壤內의 硫黃供給源으로서 利用될 可能性을 調査하였다.

## 材料 및 方法

### 實驗材料

#### 1. 供試農藥

本 實驗에 使用된 農藥의 一般名과 化學名은 Table1과 같다.

使用된 農藥은 標準品이었으며 이를 acetone 혹은 蒸溜水에 溶解하여 使用하였다.

Table 1. Common and chemical name of pesticides used for the experiment

Pesticide	Common name	Chemical name
Fungicide	Captan	1,2,3,6-tetrahydro-N-(trichloromethylthio)phthalimide
	Edifenphos	O-ethyl-S,S-diphehyl phosphorodithioate
Insecticide	EPN	O-ethyl O-p-nitrophenyl phenylphosphonothioate
	Acephate	O, S-dimethyl acethylphosphoramidothioate
Herbicide	Asulam	methyl-4-aminophenylsulphonylcarbamate
	Bentazone	3-isopropyl-(1H)-benzo-2,1,3,-thiadiazin-4-one 2,2-dioxide

#### 2. 供試土壤

本 實驗에 使用된 土壤은 慶北農村振興院 實驗園場中 最近 數年間 農藥이 使用되지 않았던 밭 土壤을 採取하여 風乾시킨 後 2mm篩를 通過시킨 細土를 供試土壤으로 하

였으며 이의 理化學的 特性은 崔等<sup>5)</sup>의 土壤學實驗書에 依하여 分析하였으며 그 結果는 Table2와 같다.

Table 2. Physico-chemical properties of the soil

Particle size distribution (%)			Soil texture	pH (1:5)	O.M (%)	T-N (%)	CEC** (me/100g)	Exchangeable cation(me/100g)		
Sand	Silt	Clay						Ca	Mg	K
57	18	25	S.C.L	6.23	1.81	0.14	9.14	7.74	2.02	0.17

\*O. M: Organic matter

\*\*CEC: Cation exchange capacity

實驗方法

1. 農藥處理

供試土壤試料 20g을 100ml瓶에 取하여 여기에 urea(Hayashi, GR)를 10mg/100g soil 水準으로 施用한 土壤과 施用하지 않은 土壤으로 區分하였다.

여기에 供試藥劑를 標準濃度, 標準濃度の 10倍, 100倍 水準으로 處理한 後 圃場容水量의 60%가 되게 蒸溜水로 濕潤시켜 parafilm으로 막고 30±1°C로 42日間 恒溫 培養하면서 培養 後 1,3,7,14,28 및 42日에 各 試料를 取하여 arylsulfatase活性을 調査 하였다.

2. 酵素活性의 測定

培養한 土壤1g을 秤量하여 0.1M의 醋酸緩衝溶液(pH5.8) 4ml와 基質로서 p-nitrophenyl sulfate (Aldrich chemical company) 1ml를 加하여 잘 混合한 後 37°C의 恒溫水槽에서 1時間동안 恒溫시켰다. 여기에 0.5M calcium chloride 溶液 1ml와 0.5M sodium

hydroxide 溶液 4ml를 加하여 酵素反應을 中止시키고 동시에 發色을 시켜서 잘 混合한 後 濾過하고 生成된 p-nitrophenol의 量을 400nm에서 吸光度를 測定하여 arylsulfatase의 活性으로 나타내었다. 酵素活性은 土壤1g이 1時間동안 生成하는 p-nitrophenol의  $\mu\text{g}$ 數로 나타내었으며 酵素活性의 沮害率은 다음 式과 같이 計算하였다.<sup>21, 22)</sup>

$$\% \text{ Inhibition} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

여기서

A: 對照區의 酵素活性

B: 農藥이 處理된 土壤의 酵素活性

結果 및 考察

1. 殺菌劑의 影響

尿素를 添加하지 않은 土壤과 尿素를 添加한 土壤에 殺菌劑 captan과 edifenphos를 處理하였을때 arylsulfatase의 活性을 調査한 結果는 Table 3,4와 같다.

Table 3. Effect of captan on arylsulfatase activity in urea unadded soil and added soil

Soil	Captan conc.	Incubation day					
		1	3	7	14	28	42
		..... % inhibition .....					
Urea unadded soil	normal	1.7	3.6	10.7	6.2	4.9	1.7
	10-fold	17.5	12.2	17.7	7.5	6.9	2.0
	100-fold	39.8	27.9	25.3	17.8	14.4	3.6
Urea added soil	normal	3.9	2.6	12.2	9.1	5.6	2.6
	10-fold	28.6	17.8	20.6	14.3	8.4	5.4
	100-fold	29.5	25.6	31.7	23.5	16.1	8.0

Soil arylsulfatase activity:  $\mu\text{g}$  p-nitrophenol released/g soil/1hr

尿素를 添加하지 않은 土壤에서의 酵素 活性의 變化는 培養7日째 酵素活性이 가장 높았으나 培養期間이 경과함에 따라

漸次 낮아져서 培養42日째 처음 水準으로 되었다.

Table 4. Effect of edifenphos on arylsulfatase activity in urea unadded and added soil

Soil	Edifenphos conc.	Incubation day					
		1	3	7	14	28	42
		..... % inhibition.....					
Urea unadded soil	normal	27.3	12.8	13.2	12.3	6.9	4.2
	10-fold	31.0	22.5	18.0	10.0	9.1	8.7
	100-fold	35.7	23.9	20.4	14.3	9.8	9.5
Urea added soil	normal	25.0	16.2	15.7	14.4	10.7	7.1
	10-fold	33.9	17.1	21.5	16.0	12.5	9.1
	100-fold	37.5	18.8	24.1	18.8	14.1	9.9

Soil arylsulfatase activity:  $\mu\text{g}$  p-nitrophenol released/g soil/1hr

Captan과 edifenphos 處理區의 酵素活性의 變化는 培養7日째 活性이 가장 높았으며 培養期間 전반에 걸쳐 酵素活性을 阻害하는 傾向을 나타냈다.

Captan 處理區에서는 培養1日째 標準濃度, 標準濃度の 10倍, 100倍水準에서 各各 1.7%, 17.5%, 39.8%의 阻害率을 培養42日째는 各各 1.7%, 2.0%, 3.6%의 阻害率을 나타냈다.

Edifenphos處理區에서는 培養1日째 標準濃度, 標準濃度の 10倍, 100倍水準에서 各各 23.7%, 31.0%, 35.7%의 阻害率을 培養7日째는 各各 13.2%, 18.0%, 20.4%의 阻害率을 培養42日째는 各各 4.2%, 8.7%, 9.5%의 阻害率을 나타냈다.

尿素를 添加한 土壤에서의 酵素活性變化는 尿素를 添加하지 않은 土壤과 비슷한 傾向을 보였으나 酵素活性은 尿素를 添加하지 않은 土壤보다 약간 높았으며 培養期間이 經過함에 따라 漸次 낮아져 培養42日째는 처음 水準으로 되었다.

이와같이 尿素를 添加한 土壤이 尿素를 添加하지 않은 土壤에서 보다 酵素活性이 多少 높게 나타난 것은 尿素가 土壤中の 微生物의 活性을 增大시킨다는 洪等<sup>10)</sup>의 研究結果와 一致하였다.

尿素를 添加한 土壤에 captan과 edifenphos를 處理하여 調査한 酵素活性의 變化를 보면 尿素만 處理한 土壤보다 酵素活性이 낮게 나타났으며 培養7日째 酵素活性이 가장 높았으나 培養期間 전반에 걸쳐 酵素活性을 阻害하였다.

Captan 處理區에서는 培養1日째 標準濃度, 標準濃度の 10倍, 100倍水準에서 各各 3.9%, 28.6%, 29.5%의 阻害率을 培養7日째는 各各 12.2%, 20.6%, 31.7%의 阻害率을 培養42日째는 2.6%, 5.4%, 8%의 阻害率을 나타냈다.

Edifenphos 處理區에서는 培養1日째 標準濃度, 標準濃度の 10倍, 100倍水準에서 各各 25.0%, 33.9%, 37.5%의 阻害率을 培養7日째는 各各 15.7%, 21.5%, 24.1%의 阻害率을 培養42日째는 各各 9.1%, 9.9%의 阻害率을 나타내었다.

Parr等<sup>17)</sup>은 有機磷系 農藥이 짧은 期間 동안의 土壤微生物에 미친 影響은 土壤酵素의 活性에서는 오랫동안 그 影響이 持續된다고 하였다.

Tabatabai<sup>21,22)</sup>等은 phosphate, sulfate와 cyanide는 土壤內的 arylsulfatase의 活性을 阻害하며 蒸氣殺菌 土壤이나  $\text{HgCl}_2$ 를 添加한 土壤에서는 arylsulfatase의 活性이 거의

나타나지 않았다고 하였다.

金<sup>12)</sup>은 土壤內의 L-glutaminase, protease, phosphatase의 活性을 殺菌劑인 captan, captafol이 阻害하며 殺菌劑의 處理로 土壤中의 總菌數는 處理1日째는 약간 減少되었으며 3日째 부터는 全般的으로 總菌數가 增加되는 것으로 報告하였는데 本實驗에서는 藥劑處理初期부터 42日까지 전반적으로 阻害傾向을 나타낸 것으로 보아 이는 土壤內의 總菌數에는 크게 影響을 미치지 않았지만 captan 및 edifenphos 處理가 arylsulfatase의 活性에 더욱 影響을 미치는 것이 아닌가 推定된다. 또한 captan 및 edifenphos는 밭 土壤中의 半減期가 2~6日 정도로서<sup>25)</sup> 多少 빨리 分解되어 藥劑處理後期에는 그 阻害率이 初期보다 줄

어는 것으로 생각된다.

또한, captan 및 edifenphos가 分解되어 나오는 分解產物을 arylsulfatase가 基質로 利用하지 못하였으므로 酵素活性이 藥劑處理 42日째까지 계속 阻害를 받지 않았는가 생각된다.

## 2. 殺蟲劑의 影響

尿素를 添加하지 않은 土壤과 尿素를 添加한 土壤에 殺蟲劑 EPN과 acephate를 處理하였을때 arylsulfatase의 活性을 調査한 結果는 Table 5, 6과 같았다.

EPN處理區의 酵素活性의 變化는 藥劑處理初期에는 酵素活性을 阻害하다가 培養28日째는 標準濃度, 10倍水準과 標準濃度 100倍水準에서 오히려 酵素活性을 促進하

Table 5. Effect of EPN on arylsulfatase activity in urea unadded and added soil

Soil	EPN conc.	Incubation day					
		1	3	7	14	28	42
		..... % inhibition .....					
Urea unadded soil	normal	5.8	5.4	3.7	3.4	0.4	-2.9
	10-fold	19.9	26.2	11.3	13.0	-6.6	-14.1
	100-fold	22.6	37.1	15.5	12.0	-8.9	-27.4
Urea added soil	normal	4.3	10.6	12.2	11.4	1.9	-2.7
	10-fold	11.2	18.6	19.2	13.4	-0.2	-8.1
	100-fold	12.7	26.2	18.7	4.3	-2.1	-24.9

Soil arylsulfatase activity:  $\mu\text{g}$  p-nitrophenol released/g soil/1hr

Table 6. Effect of acephate on arylsulfatase activity in urea unadded and added soil

Soil	Acephate conc.	Incubation day					
		1	3	7	14	28	42
		..... % inhibition .....					
Urea unadded soil	normal	6.6	4.1	8.6	2.2	6.7	1.7
	10-fold	11.1	12.3	12.2	16.1	9.2	4.1
	100-fold	19.6	22.8	21.8	21.4	11.8	7.9
Urea added soil	normal	3.1	8.9	8.9	9.9	8.1	2.7
	10-fold	24.3	20.7	20.7	14.2	10.5	5.3
	100-fold	28.3	21.8	21.8	23.0	13.1	8.1

Soil arylsulfatase activity:  $\mu\text{g}$  p-nitrophenol released/g soil/1hr

있고 培養42日째는 모든 處理區에서 酵素活性이 促進되었다. EPN處理區에서는 培養1日째 標準濃度, 標準濃度の 10倍, 100倍水準에서 各各 5.8%, 19.9%, 22.6%의 阻害率을 培養7日째는 各各 3.7%, 11.3%, 15.5%,의 阻害率을 나타냈고 培養28日째는 標準濃度の 100倍水準에서는 8.9%만큼 酵素活性을 促進하였으며, 培養42日째는 標準濃度, 標準濃度の 10倍, 100倍水準에서 各各 2.9%, 14.1%, 27.6% 酵素活性을 促進하였다.

Acephate 處理區에서는 培養1日째 標準濃度, 標準濃度の 10倍, 100倍水準에서 各各 6.6%, 11.1%, 19.6%의 阻害率을 培養7日째는 各各 8.6%, 12.2%, 21.4%의 阻害率을 그리고 培養42日째는 各各, 1.7%, 4.1%, 7.9%의 阻害率을 나타냈다.

尿素를 添加한 土壤에 acephate 處理區에서의 酵素活性을 培養1日째는 標準濃度, 標準濃度の 10倍, 100倍水準에서 各各 3.1%, 24.3%, 28.3%, 培養7日째는 各各 8.9%, 20.7%, 21.8%, 培養28日째는 各各 2.7%, 5.3%, 8.1%가 阻害되었다.

洪<sup>10)</sup>等은 農藥이 土壤微生物에 依해 吸收, 蓄積됨으로써 微生物의 物質代謝에 關與하여 carbohydrase의 活性을 促進시킨다고 하였으며 金<sup>12)</sup>은 L-glutaminase와 protease의

活性을 carbamate系 農藥인 isoprocارب와 carbaryl이 增加시킨다고 하였다.

EPN의 處理로 藥劑處理初期에는 酵素活性이 阻害되다가 藥劑處理28日째 부터 酵素活性이 多少 增加된 것은 EPN이 實驗室條件에서 半減期가 21~25日 정도로서<sup>12)</sup> 나타난 것을 볼때 EPN의 分子構造中  $\beta$ -에서 分解되어 나오는 S가 arylsulfatase의 基質로 利用되었기 때문으로 推定된다. 本 實驗 結果만으로는 確實하게 推定할수는 없지만 農藥의 分子構造中에 含有된 硫黃元素가 分解되어서 土壤內에서 肥料成分으로 利用될수 있다면 土壤에 施肥하는 硫黃肥料의 施肥量도 고려해 보아야 할것으로 생각된다.

Acephate는 EPN處理區와는 달리 培養期間 전반에 걸쳐 酵素活性을 阻害하였는데 이러한 結果는 金<sup>12)</sup>의 報告에서와 같이 農藥의 化學的인 作用基에 따라 arylsulfatase活性이 더욱 크게 影響을 받는 것이 아닌가 생각된다.

### 3. 除草劑의 影響

尿素를 添加하지 않은 土壤과 添加한 土壤에 除草劑 asulam과 bentazone을 處理하였을때 arylsulfatase의 活性을 調査한 結果는 Table 7, 8과 같았다.

Table 7. Effect of asulam on arylsulfatase activity in urea unadded and added soil

Soil	Asulam conc.	Incubation day					
		1	3	7	14	28	42
		----- % inhibition -----					
Urea unadded soil	normal	7.9	7.0	6.1	3.9	1.4	0.1
	10-fold	10.2	17.5	8.0	7.2	4.7	1.5
	100-fold	16.3	19.5	11.6	10.3	5.6	2.0
Urea added soil	normal	8.6	7.5	6.7	5.1	1.8	0.3
	10-fold	18.9	12.2	10.0	9.4	4.3	4.5
	100-fold	19.3	13.9	11.9	10.8	7.5	6.0

Soil arylsulfatase activity:  $\mu\text{g}$  p-nitrophenol released/g soil/1hr

Table 8. Effect of bentazone on arylsulfatase activity in urea unadded and added soil

Soil	Bentazone conc.	Incubation day					
		1	3	7	14	28	42
		..... % inhibition.....					
Urea unadded soil	normal	12.2	13.3	13.8	8.1	4.6	1.1
	10-fold	17.3	21.5	18.6	15.3	12.7	6.5
	100-fold	30.5	31.2	23.1	19.6	12.9	6.9
Urea added soil	normal	11.9	8.3	8.6	5.4	4.4	1.5
	10-fold	18.4	18.7	12.0	15.1	8.4	2.9
	100-fold	20.1	18.7	15.5	16.1	13.9	8.6

Soil arylsulfatase activity:  $\mu\text{g}$  p-nitrophenol released/g soil/1hr

尿素를 添加하지 않은 土壤에 asulam과 bentazone 處理時 酵素活性은 培養 7日째 活性이 높았으나 藥劑處理初期부터 培養 42日까지 전반적으로 阻害된 것으로 나타났다.

Asulam을 處理하였을 때의 酵素活性은 培養 1日째 標準濃度, 標準濃度の 10倍, 100倍水準에서 各各 7.9%, 10.2%, 16.3%의 阻害率을 培養 7日째는 各各 6.1%, 8.0%, 11.6%의 阻害率을, 培養 42日째는 各各 0.1%, 1.5%, 2.0%의 阻害率을 나타내었다.

尿素를 添加하지 않은 土壤에 bentazone을 處理하였을 때 酵素活性은 培養 1日째 標準濃度, 標準濃度の 10倍, 100倍水準에서 各各 12.2%, 17.3%, 30.5%의 阻害率을, 培養 7日째는 各各 13.8%, 18.6%, 23.1%의 阻害率을 培養 42日째는 各各 1.1%, 6.5%, 6.9%의 阻害率을 나타내었다.

尿素를 添加한 土壤에 asulam과 bentazone을 處理하였을 때 酵素活性은 尿素를 添加하지 않은 土壤과 마찬가지로 藥劑處理初期부터 阻害되었으며 이러한 傾向은 培養 42日까지 持續되었다.

尿素를 添加한 土壤에 asulam을 處理하였을 때 酵素活性은 培養 1日째 標準濃度, 標準濃度の 10倍, 100倍水準에서 各各 8.6%, 18.9%, 19.3%의 阻害率을, 培養 7日째는 各各 6.7%, 10.0%, 11.9%의 阻害率을 培養 42日째는 各各 1.1%, 6.5%, 6.9%의 阻害率을 나타내었다.

尿素를 添加한 土壤에 bentazone을 處理

하였을 때 酵素活性은 培養 1日째에 標準濃度, 標準濃度の 10倍水準에서 各各 11.9%, 18.4%, 20.1%의 阻害率을 培養 7日째는 各各 8.6%, 12.0%, 15.5%의 阻害率을 培養 42日째는 各各 1.5%, 2.9%, 8.6%의 阻害率을 나타내었다.

Asulam은 土壤內에서 微生物에 의해 分解가 상당히 빠른 것으로 알려져 있으며 20~30°C의 溫度和 土壤水分이 最大容水量의 50%이상 條件에서 半減期가 7日 정도로 報告<sup>23)</sup>되었다.

이러한 結果로 미루어 볼 때 本實驗에서 나타난 藥劑處理初期의 阻害현상이 後期에는 급속히 줄어든 것이 아닌가 생각된다. 또한 藥劑處理後期까지 酵素活性이 增加되지 않는 것으로 미루어 보아 이 藥劑의 分解產物이 酵素의 基質로서는 利用되지 못하고 있음을 알 수 있었다.

Bentazone은 土壤內에서 分解되어 分子構造中의 複素環이 分解되면서 3가지 化合物로 分解되는데<sup>24)</sup> 이때 나오는 分解產物들도 arylsulfatase의 活性을 增加시키지는 못하는 것으로 생각된다.

이상의 結果를 綜合적으로 考慮해볼 때 供試藥劑中 殺菌劑인 captan, edifenphos 殺蟲劑인 acephate 除草劑인 asulam, bentazone의 處理區에서는 實驗 全期間동안 土壤中 arylsulfatase의 活性을 阻害하는 것으로 나타났으며 殺蟲劑인 EPN의 경우는 處理 初期에는 酵素活性을 阻害하였으나 28

일 後부터 酵素活性을 增加시키는 것으로 나타나 EPN의 分解產物이 酵素의 基質로 利用되는 것이 아닌가 推定된다.

### 摘 要

農藥이 土壤環境中の 生化學的인 變化過程 中 酵素活性에 미치는 影響을 究明하기 위하여 土壤內에 尿素施肥의 有無에 따라 硫黃이 含有된 殺菌劑, 殺蟲劑, 除草劑를 處理하였을 때 土壤內의 arylsulfatase의 活性에 미치는 影響을 調査한 結果는 다음과 같다.

尿素有 添加하지 않은 土壤과 添加한 土壤 모두 培養 7日째 arylsulfatase의 活性이 가장 높았고 培養期間이 경과함에 따라 漸

次 낮아져 培養 42日째는 처음 水準으로 되었으며 尿素有 添加한 土壤에서는 尿素有 添加하지 않은 土壤보다 全般的으로 다소 높은 酵素活性을 나타내었다.

殺菌劑인 captan, edifenphos, 殺蟲劑인 acephate, 除草劑인 asulam, bentazone 處理區에서는 培養 7日째 arylsulfatase의 活性이 가장 높았으나 培養初期부터 培養 42日까지 全般的으로 酵素活性을 阻害하는 傾向을 나타내었으며 尿素有 添加한 土壤에서도 같은 傾向을 보였다.

殺蟲劑 EPN을 處理하였을 때는 尿素有 添加한 土壤이나 添加하지 않은 土壤 모두 培養初期에는 活性이 阻害되었으나 培養後期에는 오히려 活性이 促進되었다.

### 引 用 文 獻

1. Campacci, E. F., New, P. B. and Y. T. Tchan: 1977, Isolation of amitrole degrading bacteria, Nature, London, 266: 164-165.
2. Cervelli, S., Nannipieri, p., Giovannini, G. and A. Perna: 1977, Effect of soil on urease inhibition by substituted urea herbicides, Soil Biol. Biochem., 9:393-396.
3. Cook, A. M., Daughton, C. G. and M. Alexander: 1978, Phosphorus containing pesticide breakdown products: quantitative utilization as phosphorus sources by bacteria, Appl. Environ. Microbiol., 36: 668-672.
4. Cook, A. M. and R. Hutter: 1981, s-Triazines as nitrogen sources for bacteria, J. Agric. Food Chem., 29:1135-1142.
5. 崔炆, 金鼎濟, 申榮五: 土壤學實驗, 雪出版社, 大邱, 1985.
6. Endo, T., Kusaka, T., Tan, N. and M. Sakai: 1982, Effect of the insecticide cartap hydrochloride on soil microflora, J. Pestic. Sci., 7:1-7.
7. Frankenberger, W. T. and W. A. Dick: 1983, Relationships between enzyme activities and microbial growth and activity indices in soil, Soil Sci. Soc. Am. J., 47:945-951.
8. Helling, C. S., Kearney, P. C. and M. Alexander: 1971, Behavior of pesticides in soils, Advan. Agron. 23:147-240.
9. 洪鍾旭, 趙尙文: 1979, 含室素除草劑가 土壤環境에 미치는 影響에 관한 研究, 第一報, 含室素除草劑가 土壤中 urease에 미치는 影響, 韓國農化學會誌, 22: 217-220.
10. 洪鍾旭, 崔炆, 李千洙: 1970, 田作에서 殺蟲劑 및 除草劑가 土壤微生物의 活動 및 作物生育에 미치는 影響, 慶北大生產技術, 4:345-352.
11. Juma, N. G. and M. A. Tabatabai: 1977, Effects of trace elements on phosphatase activity in soils, Soil Sci. Soc. Am. J., 41: 343-346.
12. 金章億: 1986, 農藥이 土壤環境中 生化學的 變化에 미치는 影響, 慶北大學校 博士學位論文.



13. Kiss, M., Dragan-Bularda, M. and D. Radulescu: 1975, Biological significance of enzymes accumulated in soil, *Advan. Agron.*, 27:25-76.
14. Krezel, A. and M. Musial: 1969, The effect of herbicides on soil microflora, II. The effect of herbicides on enzymatic activity of the soil, *Acta. Microbiologica Polonica ser. B.*, 1:93-97.
15. Lethbridge, G. and R. G. Burns: 1976, Inhibition of soil urease by organophosphorus insecticides, *Soil Biol. Biochem.*, 8:99-102.
16. Lethbridge, G., Bull, A. T. and R. G. Burns: 1981, Effect of Pesticides on 1,3- $\beta$ -glucanase and urease activities in soil in the presence and absence of fertilisers, lime and organic material, *Pestic. Sci.*, 12:147-155.
17. Parr, J. E.: Effect of pesticides on microorganisms in soil and water, In pesticides in soil and water, Guenzi, W. D. (ed.), *Soil Sci. Soc. Am.*, Madison, Wisconsin, 1974, pp.315-337.
18. Rajagopal, B. S., Chendrayan, K., Reddy, B. R. and N. Sethunathan: 1983, Persistence of carbaryl in flooded soils and its degradation by soil enrichment cultures, *Plant and Soil*, 73:35-45.
19. 楢塚昭三: 1977, 土壌環境中における合成薬剤の挙動に関する勉強會, *日本農薬學會誌*, 2:583-588.
20. Sylvestre, G. S. and J. M. Fournier: 1979, Effects of Pesticides on the microflora, *Advan. Agron.*, 31:1-81.
21. Tabatabai, M. A and A. D. Bremner: 1970, Arylsulfatase activity of soils, *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 34:225-229.
22. Tabatabai, M. A. and A. D. Bremner: 1970, Factors affecting soil arylsulfatase activity, *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 34: 427-429.
23. 竹松哲夫: 1982, 除草剤研究總覽, 博友社 p.183.
24. 竹松哲夫: 1982, 除草剤研究總覽, 博友社, p.429.
25. Tomizawa, C.: 1975, *Environmental Quality and Safety Vol. 4*, ed. by Coulston, F. and Korte, p. 117. -