

## 水稻用 農藥의 土壤微生物에 對한 影響

盧 正 久 · 白 王 蓮

韓國科學技術院 應用生化學研究室

(1981년 8월 22일 수리)

### Effects of Some Pesticides on Korean Paddy Soil Microorganisms

Jung-Koo Roh and Ok-Ryun Baik

Korea Advanced Institute of Science and Technology,  
Applied Biochemistry Laboratory, Seoul, Korea

#### Abstract

As the amount of pesticides consumption increases in agriculture, the side effects of pesticides on soil microorganisms have become an essential part in safety evaluation of pesticide for continued soil fertility. In order to establish the method of safety assessment of pesticides in Korea, a series of tests were carried out. Among the paddy pesticides Fujione (Isoprothiolane, fungicide), Ortran (Acephate, insecticide), and Machete (Butachlor, herbicide) were chosen and the effects of above three pesticides on Korean paddy soil microorganisms were studied. The measurements of pesticide effects on the cycling of carbon ( $\text{CO}_2$  production), nitrogen fixation ( $\text{C}_2\text{H}_2$  reduction), nitrification, and dehydrogenase activity were carried out. These measurements were complemented by evaluation of pesticide effects on viable microbial numbers. Although Fujione reduced the fungi numbers and inhibited nitrogen cycling activities somewhat, no significant adverse effects were shown by any of the tested pesticides in our study.

#### 緒 論

農藥의 使用은 農事에 있어서 대단히 重要な 部分을 차지하고 있으며 人口增加에 따른 食糧生産을 爲해 農藥의 使用量은 해마다 增加 趨勢에 있다. 또한 農事의 成敗를 左右하는 土壤의 肥沃度는 土壤微生物에 依り 支配되므로 農藥이 土壤微生物의 活性을 沮害해서는 안된다. 따라서 先進 여러나라에서는 農藥이 土壤微生物에 미치는 影響에 대해 많은 研究가 있었고<sup>1,2)</sup> 農藥의 登錄時 이

들의 資料가 要求되고 있으나<sup>3)</sup> 우리나라에서는 研究方法이 確立되어 있지 않으므로 外國의 資料를 參照하고 있는 實情이다. 그러므로 本研究는 農藥의 安全性 評價 技術을 國內에 土着化시킴으로써 우리나라의 土壤 및 氣候 條件에서 이루어진 研究 結果를 農藥의 安全性 評價에 適用하기 爲한 目的으로 遂行하였다.

研究 農藥으로는 水稻用 農藥으로써 우리나라에서 많이 쓰이는 殺菌劑인 후치왕(Fujione, Fudiolan, Isoprothiolane, diisopropyl 1,3-dithiolan-2-ylidenemalonate), 殺虫劑인 오르탄(Ortran,

Orthene, Acephate, O.S-dimethyl N-acetyl phosphor amido thioate)과 除草劑인 마세트(Machete, Butachlor, 2-chloro-2',6'-diethyl-N-butoxymethyl acetanilide)를 對象으로 하여 이들 農藥에 의한 ① 放線菌, 박테리아 및 곰팡이 數의 變化 ② CO<sub>2</sub> 發生量의 變化 ③ 窒素固定(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>還元) 能力과 ④ 窒酸化作用의 變化 ④ 脫水素酵素의 力價에 對한 影響을 살펴 보았다.

## 材料 및 方法

### 1. 材料

후치왕과 오르란의 原劑는 本 研究所 應用化學部에서 合成한 것을 使用하였고 純度は 각각 96%, 98%이었다. 마세트는 코락株式會社에서 純度 85%의 原劑를 供給받아 使用하였다. chitin, 2,3,5-triphenyl tetrazolium-Cl(TTC), 2,3,5-triphenyl tetrazolium formazan(TPF) 등은 Sigma Chemical Co. 製品이며 微生物 實驗에 쓰인 培地는 Difco Laboratory 製品을 使用하였다. 에틸렌, 아세틸렌은 Analabs, Inc.로부터 Argon은 Matheson company로부터 購入하였다. 其他 一般試藥은 Wako Pure Chemical Industry Ltd.의 一般試藥을 使用하였다.

### 2. 實驗方法

1) 土壤 및 農藥處理 : 土壤은 서울大學校 農科大學 實習農場의 논에서 數年間 후치왕, 오르란, 마세트를 使用하지 않은 群을 選擇하여 15cm 깊이로 採取한 후 moisture holding capacity(M. H.C)를 60% 前後로 風乾하여 2mm의 체를 通過시켜 使用하였으며 土壤의 保管은 土壤中の 微生物과 酵素活性의 低下를 最小한으로 하도록 하였다<sup>4)</sup>.

土壤의 性質은 壤土로써 粘土 9.7%, 微砂 25.8%, 細砂 42.5%, 粗砂 22.0%이며, 有機物炭素 1.4% pH 5.62(土壤 : 물 = 1 : 1)이었다. 好氣條件에는 M.H.C.를 60%로 調節하였고 嫌氣條件에는 滅菌한 蒸溜水를 1cm 깊이로 湛水하였다.

添加 農藥의 濃度は Atlas 등의 方法<sup>1)</sup>에 依해 計算하였으며 후치왕은 아세톤에 溶解시켜 fused quartz에 吸收시켜서 아세톤을 蒸發시킨후 一定濃度로 土壤에 添加하였고 오르란은 蒸溜水에, 마세트는 아세톤에 溶解시켜 위와 같은 方法으로 fused quartz에 吸收시킨후 土壤과 混合하여 使

用하였다. 후치왕은 0.3, 2.8, 28.0ppm에서 오르란은 0.5, 5.0, 50.0ppm에서 그리고 마세트는 1.7, 17.0, 170.0ppm에서 實驗하여 각각 濃度를 1x, 10x, 100x로 表示하였다. 農藥이 處理된 土壤을 一定 用器에 넣은 후 水分의 蒸發을 막고 空氣가 自由로 通過할 수 있도록 하기 위하여 0.01mm 두께의 polyvinylidene film으로 막아 保管하였다.

2) 土壤中の 生菌數 測定 : 微生物 菌體數에 對한 農藥의 影響을 보기 위하여 土壤에 農藥을 處理하고 25°C에서 20日間 保管한 後 土壤의 生菌數를 平板培養法으로 測定하였다. 土壤을 生理的 食鹽水에 懸濁液을 만들어 차례로 稀釋한 後 1ml를 페트리접시에 넣고 45°C의 寒天培地 15ml를 붓고 잘 섞어 굳힌 후 30°C에서 7日間 培養하여 colony數를 세었다. 放線菌은 chitin agar배지<sup>5)</sup>에서 培養하였고 박테리아는 modified soil extract agar배지에서 培養하였으며 放線菌의 成長을 막기 위하여 pentachloronitrobenzene(PCNB)을 50μg/ml의 濃度로 배지에 添加하였다<sup>6)</sup>. 한편 곰팡이는 Rose-Bengal streptomycin agar<sup>7)</sup>에서 培養하였다.

3) CO<sub>2</sub>發生量 測定 : 土壤微生物에 依해 生成되는 CO<sub>2</sub>量에 對한 農藥의 影響은 Biometer flask<sup>8)</sup>를 利用하여 測定하였다. Biometer flask에 乾物重量 50g의 土壤을 넣고 農藥을 處理한 後 發生되는 CO<sub>2</sub>의 量을 測定하였으며 0.1% cellulose powder(Avicell)를 土壤에 添加하여 植物體 分解에 미치는 農藥의 影響을 間接的으로 測定하였다. 發生되는 CO<sub>2</sub>는 0.1N KOH溶液 10ml에 吸收시킨 後 中和되지 않고 남아있는 KOH의 量을 0.05N HCl로 滴定함으로써 CO<sub>2</sub>의 量을 換算하였다. Biometer flask를 25°C에서 32日間 維持하며 72時間 간격으로 남은 KOH의 量을 滴定하였다.

4) 窒素固定量의 測定 : 土壤微生物의 窒素固定 能力에 對한 影響을 보기 위해 Hardy 등<sup>9)</sup>에 依한 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>-C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 方法을 使用하였다. 土壤 25g을 100ml serum bottle에 넣고 一定期間동안 農藥을 處理한 다음 glucose 500mg을 添加하여 red butyl rubber stopper로 막고 argon을 5分間 通過시킨 후 基質로써 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 5ml를 注入하였다. 25°C에서 48時間 維持시킨 後 gas tight syringe로 1ml를 뽑아 生成된 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>를 Varian Aerograph Model 3700 gas chromatograph로 分析하였다. Detector는 FID를 使用하였고 column은 Porapak R(50~80mesh)로

채운 6'×1/8"의 stainless steel column을 사용하였으며 column의 溫度는 30°C, detector 150°C, injection은 100°C에서 行하였다. Carrier gas는 N<sub>2</sub>를 20ml/min의 速度로 使用하였다. 嫌氣條件에서의 實驗은 역시 澁水狀態에서 하였다.

5) 窒酸化作用: Bartha등<sup>2)</sup>의 方法에 따라 實施하였다. 25g의 土壤을 250ml 삼각 플라스크에 넣고 農藥을 處理한 後 암모니아態의 窒素로 NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 200mg을 添加하여 25°C에서 32日間 維持시켰다. 生成된 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>을 抽出하여 phenol disulfonic acid方法<sup>10)</sup>에 依하여 測定하였다.

6) 土壤中 脫水素酵素의 活性: 土壤의 脫水素酵素(dehydrogenase)의 活性을 Atlas등<sup>1)</sup>의 方法에 依해 測定하였다. 農藥을 處理하여 一定期間 지난 土壤 5g을 試驗管에 넣고 蒸溜水 5ml을 넣은 後 10% 2,3,5-triphenyltetrazolium-Cl(TTC)溶液 0.5ml를 酵素의 基質로 添加하였다. 嫌氣條件에서는 農藥處理時 이미 澁水狀態이므로 TTC溶液만 넣었다. 空氣中の 電子受容體를 除去하기 위하여 red butyl rubber stopper로 試驗管을 막고 argon으로 flush한 後 30°C에서 48時間 反應시켰다. 生成된 2,3,5-triphenyltetrazolium formazan

(TPF)을 메칠알콜로 抽出하여 濾過한 後 濾液을 50ml로 맞추어 485mm에서 吸光度를 測定하였다. 脫水素酵素의 活性單位는  $\mu\text{l H}_2/\text{g soil}\cdot\text{day}$ 로 計算하였으며 1mg의 TPF가 生成되는데 150.35 $\mu\text{l}$ 의 H<sub>2</sub>가 必要하다<sup>1)</sup>.

結果 및 考察

1. 土壤中の 生菌數 測定

후치왕, 오르란, 마세트(1x, 10x)를 好氣土壤과 澁水土壤에 處理한 結果(Table 1) 殺菌劑인 후치왕은 放線菌에 對하여는 별 影響이 없었고 박테리아에 對하여 好氣 嫌氣條件에서 若干의 增加를 보였으나 곰팡이는 好氣條件에서 50% 以上の 減少를 보였고 澁水狀態에서도 20%의 減少를 보였다. 이는 殺菌劑가 non-target fungi에도 影響을 미친 結果이다. 殺虫劑인 오르란은 好氣條件에서는 control과 差異가 없었으나 澁水土壤에서는 放線菌과 박테리아의 減少를 가져왔고 곰팡이에 對하여는 菌體數의 增加를 가져왔다. 除草劑인 마세트는 微生物 全般에 對해 影響을 주지 않았다.

Table 1. Effects of different treatments on population of microorganisms in non-flooded and flooded paddy soil\*,\*\*

	Non-flooded			Flooded			
	Actino-mycetes	Bacteria	Fungi	Actino-mycetes	Bacteria	Fungi	
Control	4.1×10 <sup>6</sup>	4.3×10 <sup>5</sup>	2.0×10 <sup>4</sup>	3.7×10 <sup>6</sup>	10.5×10 <sup>5</sup>	1.7×10 <sup>4</sup>	
Fujione	1X 10X	4.2 3.8	4.4 4.7	1.0 0.9	3.7 3.7	11.9 12.5	1.3 1.4
Ortran	1X 10X	4.0 4.2	4.4 5.0	2.2 2.0	4.9 2.9	9.6 5.0	1.6 2.1
Machete	1X 10X	4.0 3.8	4.9 4.3	1.8 1.8	3.8 3.0	11.7 11.0	1.8 1.7

\* determined by soil dilution plate using selective media

\*\* numbers per one gram soil

2. Cellulose의 分解

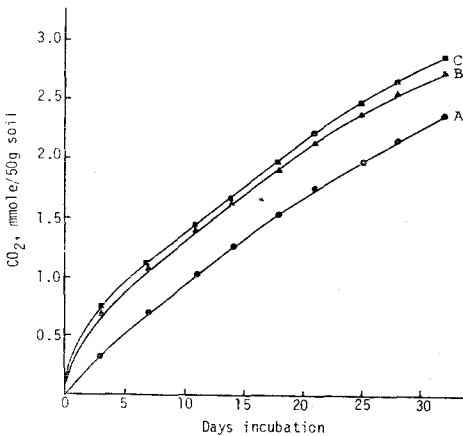
셀룰로스를 넣지 않은 土壤에서는 農藥을 添加했을때 control에 비해 若干의 CO<sub>2</sub>發生 增加를 보였다. 후치왕의 境遇 濃도가 1x일 때는 약 9%, 10x일 때는 약 18%의 CO<sub>2</sub>發產量이 增加했는데 이는 모두 農藥 處理 後 8日 以內에 增加한 것으로 (Fig. 1) 후치왕의 分解速度와 比較해 볼 때 후치

왕의 完全酸化에 依한 CO<sub>2</sub>發生이라기 보다는 低毒性 物質이 添加되었을 때 일어나는 微生物 呼吸量의 增加로 볼 수 있다. 즉 후치왕은 殺菌劑이므로 non-target fungi에 對하여 若干의 影響을 미치게 되어 呼吸의 增加를 가져온 것으로 생각된다. 오르란의 境遇는 control과 거의 差異가 나지 않았다(Fig. 2). 마세트를 處理한 土壤은 比較의 많은 量의 CO<sub>2</sub>가 發生되었는데 (Fig. 3) 處理 濃도가 높

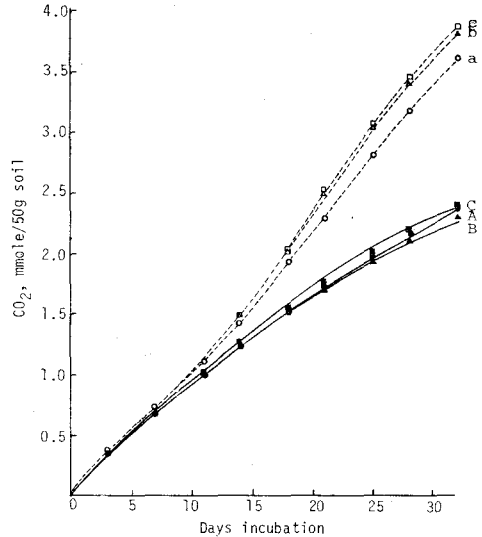
고 半減期가 약 10일 정도로 그 分解速度가 比較的 빠르므로<sup>11)</sup> 마세트 完全 酸化에 의한 CO<sub>2</sub>生成 및 毒物 物質 添加에 의한 呼吸量 增加가 合쳐진 結果이다.

셀룰로스를 添加했을 때는 control土壤의 境遇 셀룰로스 分解로 因해 약 36%의 CO<sub>2</sub>發生 增加를 보였다. CO<sub>2</sub>發生 速度의 增加가 10日 以後인 것으로 보아 cellulase誘導에 依한 것으로 보이며 셀룰로스와 農藥을 合쳐 添加했을 境遇에는 農藥 添加에 依한 CO<sub>2</sub>發生의 初期增加와 셀룰로스 分解에 依한 後期增加의 樣相을 보였다. 各 處理에 따른 32日間의 CO<sub>2</sub>發生量을 Table 2에 나타내었다.

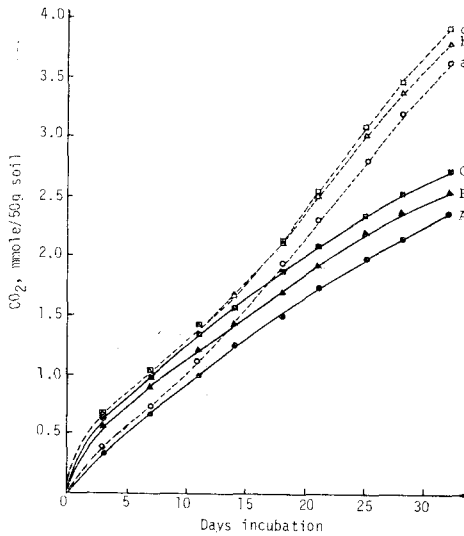
Bartha<sup>2)</sup>의 報告에 依하면 DDT 및 DDD等의 有機素劑들이 殘留期間은 길지만 微生物의 呼吸에 對한 阻害는 일으키지 않으며 carbamate, cyclodiene, phenylurea 等은 殘留期間이 길고 微生物 呼吸에 阻害를 나타낸다고 하였고 amide, anilide, triazine, 有機磷劑 等은 毒性을 나타내지만 微生物에 依해 分解가 된다고 報告하였다. 本 實驗 結果에 依하면 후치왕, 오르란, 마세트모두가 土壤微生物의 呼吸을 增加시켰고 阻害 現象은 보이지 않았는데 이는 處理 農藥의 濃度 差異 때문이라 생각된다. 즉 Bartha等의 實驗은 數百~數千 ppm의 濃度를 使用한 反面 本 實驗에서는 實際 圃場에서 使用하는 濃度를 處理했으므로 阻



**Fig. 1.** Cumulative CO<sub>2</sub> evolution from Fujione treated paddy soil (A) Control (B) Fujione(1X) (C) Fujione(10X) (a) Control with cellulose (b) Fujione(1X) with cellulose (c) Fujione(10X) with cellulose.



**Fig. 2.** Cumulative CO<sub>2</sub> evolution from Ortran treated paddy soil (A) Control (B) Ortran(1X) (C) Ortran(10X) (a) Control with cellulose (b) Ortran(1X) with cellulose (c) Ortran(10X) with Cell ulose.



**Fig. 3.** Cumulative CO<sub>2</sub> evolution from Machete treated paddy soil (A) Control (B) Machete(1X) (C) Machete(10X). 害 現象이 나타나지 않았다.

### 3. 遊離窒素의 固定

土壤에 存在하는 非共生 窒素固定菌에 對한 農藥의 影響을 살펴보았다. 非共生 窒素固定菌은 從屬營養菌株이므로 外部로부터 에너지源의 供給이 必要하여 土壤에 glucose를 添加한 後 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>의 還

**Table 2.** Effects of different treatments on respiration of soil microorganisms in cellulose supplemented and non supplemented paddy soil

	Moles of CO <sub>2</sub> produced during 32 days	
	Non supplemented	Cellulose supplemented
Control	2.33	3.65
Fujione, 1X	2.55	3.80
10X	2.75	3.90
Ortran, 1X	2.29	3.82
10X	2.40	3.89
Machete, 1X	2.73	—
10X	2.85	—

元能力을 測定하였다. Table 3에 나타난 바와 같이 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>가 好氣條件보다 湛水狀態에서 훨씬 많이 生成되었는데 이는 湛水狀態의 土壤이 酸化 還元 電位가 낮고 利用할 수 있는 有機物이 豊富하여 嫌氣性 從屬營養의 窒素固定菌에 좋은 條件이기 때문이다<sup>12)</sup>.

好氣條件에서 후치왕과 오르란은 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 生成에 별 影響이 없으며 마세트도 低濃度에서는 影響이 없으나 마세트 100x에서는 顯著한 沮害現象을 보였다. 湛水狀態에서 후치왕은 1x, 10x에서는 若干의 沮害를 보였으나 100x를 添加했을 때는 오히

러 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 還元 能力이 促進되어 5日 後에서 50% 以上이 增加하였다. 오르란은 全體적으로 control과 별 差異가 없었으나 마세트의 경우는 好氣條件과 反對 現象을 나타냈다. 즉 5日 後에는 濃度의 高低에 關係없이 100% 以上 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 還元 能力이 增加되었다. 農藥을 處理한 첫날(O day)에는 好氣條件에서 마세트(100x)가 nitrogenase力價에 甚한 沮害 現象을 보여 control의 10% 밖에 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>가 生成되지 않았으나 嫌氣條件에서는 오히려 2倍로 增加하였다.

Tu<sup>13)</sup>의 報告에 依하면 32가지 農藥에 對해 實驗한 結果 窒素固定菌의 菌體數에 影響을 미치지 않았으며 nitrogenase活性(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>還元力)에는 農藥處理 初期에 影響이 있더라도 6日 後에는 回復이 되거나 또는 control보다 더 增加되는 것으로 나타났다. 本 實驗에서도 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 還元에 對한 nitrogenase 活性이 初期에는 control과의 差異를 보이거나 10日 以後에는 回復되어 全體적으로 control보다 若干 增加된 樣相을 보였다. 이 事實로 미루어 보아 窒素固定 박테리아가 農藥 全般에 依해 甚한 沮害를 받지 않는다고 볼 수 있으나 今에서는 耕作 期間의 大部分이 湛水狀態이므로 藻類에 依해 固定되는 窒素의 量이 많으므로 藻類에 對한 農藥의 影響을 함께 考慮하여야 全體적인 窒素固定의 變化를 推測할 수 있다.

**Table 3.** Effects of different treatments on N<sub>2</sub>[C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>]-fixing activity in non-flooded and flooded paddy soil, μmoles C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> reduced/hr

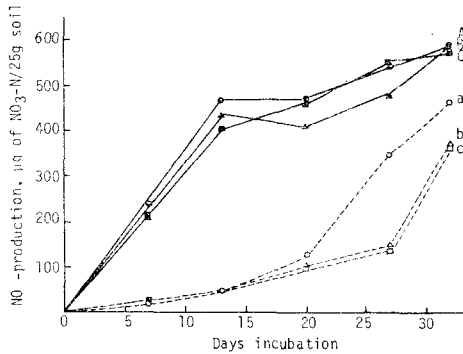
		Days after treatment							
		0		5		10		20	
		non-flooded	flooded	non-flooded	flooded	non-flooded	flooded	non-flooded	flooded
Control		0.57	0.61	0.70	1.50	0.07	1.02	0.06	0.48
Fujione,	1X	0.59	0.51	0.80	1.48	0.06	0.95	0.08	0.69
	10X	0.54	0.44	0.71	1.60	0.12	0.55	0.07	0.61
	100X	0.63	0.70	0.81	2.26	0.16	1.30	0.07	0.56
Ortran,	1X	0.66	—	0.60	1.20	0.08	0.98	0.07	0.58
	10X	0.72	0.59	0.64	1.25	0.13	1.00	0.05	0.62
	100X	0.71	0.64	0.63	1.35	0.05	0.92	0.01	0.60
Machete,	1X	0.64	0.51	0.97	2.01	0.07	1.03	0.07	0.60
	10X	0.43	0.62	0.51	2.19	0.06	1.20	0.06	0.60
	100X	0.06	1.08	0.28	1.80	0.01	1.08	0.01	0.56

**4. 窒素化作用**

好氣條件에서 후치왕은 窒酸化作用에 對해 거의

影響을 미치지 않았고 湛水條件에서는 初期에는 影響이 없다가 20日 以後에는 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>의 生成을 沮害하였다(Fig. 4). 이러한 結果는 후치왕의 代謝

中間物質이 窒酸化作用을 抑制하기 때문이라 생각되며 Bartha 등<sup>2)</sup>은 atrazine, parathion, sevin, swep 등의 農藥이 이러한 樣相을 보인다고 報告하였다.



**Fig. 4.** Effect of Fujione on nitrification by non-flooded and flooded paddy soil (A) Control (B) Fujione(1X) (C) Fujione (10X) under non-flooded condition, (a) Control (b) Fujione(1X) (c) Fujione (10X) under flooded condition.

5. 土壤中的 酵素 活性

土壤 酵素에 對한 實驗은 好氣條件과 湛水狀態에서 脫水素酵素(dehydrogenase)에 對하여 하였으며 農藥 處理 後 0, 12, 32日 後 그 力價를 測定하였다. 好氣條件에서는 dehydrogenase의 力價가 極히 低었으며 湛水土壤에서는 初期에 比해 數十倍가 增加하였다. 農藥 處理 直後에는 이미 誘導되어 있었던 脫水素酵素에 對해 農藥의 添加가 若干의 活性化를 가져왔으며 時日이 지남에 따라 好氣條件에서는 酵素力價가 떨어졌고 湛水狀態에서는 嫌氣條件이므로 酵素가 誘導되어 그 力價가 점점 增加되었다. Table 4에 나타난 바와같이 農藥의 添加가 全體의 脫水素酵素 力價의 相乘을 가져왔다.

이와 같이 農藥들이 土壤 環境 全體에 對하여 큰 影響이 없는 것으로 나타난 理由는 여러 가지 土壤微生物이 서로 補充作用을 했기 때문으로 생각되며 후치왕, 마세트, 오르탄 등의 農藥이 微生物의 呼吸, 窒素의 固定과 窒酸化 酵素의 活性에 對해 若干의 影響을 미치기는 했으나 全體의 큰 沮害를 나타내지 않았다는 것은 土壤微生物群에 對해 影響이 별로 없다는 것을 뜻한다. 實驗한 農藥濃度에서는 微生物의 增殖이 炭素, 窒素의 利用이나 酵素의 活性과 連關된 現象이므로 微生物

**Table 4.** Effects of different treatments on dehydrogenase activity in non-flooded and flooded paddy soil,  $\mu\text{l H}_2/\text{g}\cdot\text{day}$

	Days after treatment				
	0	12		32	
		nonflooded	flooded	nonflooded	flooded
Control	1.54	0.81	7.23	0.59	28.84
Fujione, 1X	1.67	0.81	8.63	<0.60	32.18
10X	1.53	0.77	8.59	<0.60	29.06
Ortran, 1X	1.40	0.86	7.77	<0.60	33.58
10X	1.85	0.86	7.32	<0.60	30.78
Machete 1X	1.80	0.81	8.90	<0.60	31.32
10X	1.85	0.81	8.05	<0.60	29.33

個體數에도 深刻한 影響이 없다는 것은 당연한 結果이다. 外國의 境遇 수많은 農藥에 對하여 研究가 이루어졌고 그들의 報告에 따르면<sup>13,14,15)</sup> 大部分이 큰 沮害現象을 나타내지 않거나 一時的으로 顯著한 影響을 미친다 하더라도 一般의 으로 빠른 時間內에 回復되는 것으로 밝혀졌다. 즉 요즈음 쓰이고 있는 大部分의 農藥이 土壤微生物에 對해 深刻한 影響을 미치지 않는다고 할 수 있으나 새로운 農藥이 開發되어 쓰일 때는 이러한 檢査를 거쳐야 할 것이며 農藥이 微生物 各各에 對하여 미치는 影響에 關한 研究와 더불어 農藥의 中間代謝 產物에 對한 研究가 앞으로 이루어져야 하겠다.

要 約

農藥의 使用量이 急激히 增加함에 따라 農藥이 自然環境에 미치는 影響을 살펴보고 農藥의 安全性 評價에 關한 研究方法을 鼎立하기 위하여 우리나라에서 많이 쓰이는 水稻用 農藥中 殺菌劑인 후치왕(Fujione, Isoprothiolane), 殺虫劑인 오르탄(Ortran, Acephate) 및 除茶劑인 마세트(Machete Butachlor)를 對象으로 이들 農藥이 우리나라 土壤 微生物에 미치는 影響에 對하여 살펴 보았다. 土壤 微生物 數의 變化를 測定하였고 微生物 活性에 對한 實驗으로 CO<sub>2</sub>生成量, 窒素固定能力, 窒酸化作用, 脫水素酵素의 力價 등을 測定한 結果 農藥 使用中 不注意에 依한 事故를 除外하고 一般的인 農藥 使用 條件下에서는 深刻한 影響은 없는

것으로 나타났다. 그러나 농약의 계속적 사용으로 인한 토양미생물 特히 遺傳변이와 이에 의한土壤環境의 變化등에 對하여 지속적인 연구가 필요하다.

參 考 文 獻

1. Atlas, R.M., Pramer, D. and Bartha, R.: Soil Biol. Biochem., 10 : 231(1978)
2. Bartha, R., Lanzilotta, R. R. and Pramer, D.: Appl. Microbiol. 15(1) : 67(1967)
3. U.S. Environmental Protection Agency: Federal Register, 40FR 26829-26831(1975)
4. Pramer, D. and Bartha, R.: Environmental Letters, 2(4) : 217(1972)
5. Lingappa, Y. and Lockwood, J.L.: Phytopathology, 52 : 317(1962)
6. Farley, J.D. and Lockwood, J.L.: Phytopathology, 58 : 714(1968)
7. Menzies, J.D.: In 'Methods of Soil Analysis, Part II,' Black, C.A., Evans, D.D., Ensminger, L.E., White, J.L. and Clark, F.E. (eds.), p.1052, American Society of

- Agronomy, Inc., Publisher, Madison, Wisconsin(1965)
8. Bartha, R. and Pramer, D.; Soil Sci., 100 (1) : 68(1965)
9. Hardy, R.W.F., Burns, R.C. and Helsten, R.D.: Soil Biol. Biochem., 5 : 47(1973)
10. Bremner, J.M.: In 'Methods of Soil Analysis, Part II,' Black, C.A., Evans, D.D., Ensminger, L.E., White, J.L. and Clark, F.E. (eds.), p.1179, American Society of Agronomy, Inc., Publisher, Madison, Wisconsin(1965)
11. Chen, Y.L. and Wu, T.C.: J. Pesticide Sci., 3 : 411(1978)
12. Durbin, K.J. and Watanabe, I.: Soil Biol. Biochem., 12 : 11(1980)
13. Tu, C.M.: Soil Biol. Biochem., 10 : 451(1978)
14. Tu, C.M. and Miles, J.R.W.: In 'Residue Reviews', vol. 64, Gunther, F.A. and Gunther, J.D. (eds.), p.17, Springer-Verlag, N.Y. (1976)
15. Bollen, W.G.: Ann. Rev. Microbiol., 15 : 69(1961)