

## 有機鹽素劑農藥의 作物에의 吸收殘留에 關한 研究

盧 晶 培

(Received January 14, 1974)

### Chung Bai Ro: Residue of Organochlorine Pesticides in Soils and Absorption in Crops.

**Abstract**—In order to study the residual amounts of absorbed organochlorine pesticides in vegetables, heptachlor and endrin were sprayed 2,4 and 6 kg per 10a., respectively, before sowing the seeds in the station. The experimental study is primarily concerned with the absorption in lettuce and garland chrysanthemum. The absorption of each pesticide into lettuce and garland chrysanthemum, and residual pesticides in soil by time have been analyzed by the gas chromatographic method, and the ratio of residual pesticides in vegetables and soil were estimated. Heptachlor, heptachlor epoxide and endrin in lettuce and garland chrysanthemum at the market in Seoul area have also analyzed and found extremely low level of pesticides in comparison with the level in above experimental vegetables as well as the same vegetables in Japan.

18世紀 後半부터 農作物 增收에 貢獻하기 始作하여 1938年 DDT가 瑞西에서, 1942年  $\gamma$ -BHC가 英國에서 開發된 後에 parathion等 맹렬한 毒性을 가진 有機磷製劑等 許多한 農藥이 出現하였다.<sup>1)</sup>

그러나 近年에 와서 食品, 食品添加物, 醫藥品等의 安全性을 檢討하든 中 環境汚染因子中에서의 有機鹽素劑를 비롯한 農藥의 人體에 미치는 毒性問題를 여러 角度에서 다루지 않을 수 없게 되었다.<sup>1-4)</sup>

大體로 農藥劑는 植物體內 및 土壤中에서 濕度, 溫度, 光線, 酸度 및 여러가지 微生物로 因하여 酸化, 還元 및 加水分解等을 일으켜 本體物質이 消失하게 되는데 有機鹽素系 農藥은 他製劑보다 蒸氣壓이 낮으므로 殘留性이 길고 化學的 要因中에서 重要한 光化學的 加水分解, 酸化因子等에 對한 安全性이 크고 物理的 要因으로 볼 수 있는 溶解性이 낮아, 雨水等에 쉽게 除去되기 어렵다.<sup>5)</sup>

From the Department of Hygiene, National Institute of Health, Seoul, Korea.

Edward<sup>6)</sup>의 報告에 따르면 土壤中에서 95% 消失하는데 필요한 期間이 DDT는 4~30年(平均 10年),  $\gamma$ -BHC는 3~10年(平均 6年半), dieldrin은 5~28年(平均 8年), heptachlor은 3~5年(平均 3年半) 등으로 되어 있다. 이들 有機鹽素劑는 主로 昆蟲類에 神經系 毒作用으로 害蟲防除에 多大한 効力을 갖고 있는 反面에 人體의 繼續的 攝取로 中樞神經障害, 脂肪層, 腦, 肝, 腎藏 等の 組織學的 變化等の 發生이 認定되고 있다.<sup>7,8)</sup>

本 研究는 이들 農藥劑中 代表的인 것으로 heptachlor (1, 4, 5, 6, 7, 8, 8-heptachlor-3 $\alpha$ , 4, 7 $\alpha$ -tetrahydro-4, 7-methanoindene) 및 endrin (1, 2, 3, 4, 10, 10-hexachloro-6, 7-epoxy-1, 4, 4 $\alpha$  5, 6, 7 8 $\alpha$ -octahydro-1, 4, 5, 8, -endo, endo-dimethanonaphthalene)을擇 하였다. Heptachlor은 現在 一部使用이 制限되고 있으나 아직도 大量 使用中에 있는 唯一한 有機鹽素劑이다. Heptachlor은 土壤中에서 化學的, 物理的 要因으로 쉽게 酸化, 還元 및 加水分解 等을 이르켜 漸次 段階的으로 低毒性인 各種 親水性 分解物質로 된다.<sup>9)</sup> 土壤中에서 heptachlor의 主要代謝過程을 보면 加水分解로 1-exohydroxychlordene이 되고 다시 微生物로 1-exohydroxy-2, 3-epoxychlordene이 된다. 一部는 微生物로 chlordene이 되고 나아가서는 chlordene epoxide가 된다. 또 一部는 heptachlor epoxide가 되고 이것은 chlordene을 거쳐 1-exohydroxychlordene, 1-exohydroxy-2, 3-epoxychlordene까지 된다.<sup>10)</sup> 그러나 農藥劑로서는 그 毒性 및 殘留性은 높은 것으로 되어 있으며<sup>11)</sup> 特히 土壤 및 生物體內에 들어간 heptachlor은 epoxy體가 되어 原體보다 4倍의 毒性을 가지게 된다.<sup>12)</sup> 한편으로는 發癌性物質로도 認定을 받고 있으며<sup>13)</sup> 이에 대하여서는 活發한 研究가 進行中에 있다. 또 heptachlor은 dieldrin, endrin과 같이 作物의 根部부터 葉으로 移行하므로써 DDT와 같이 撒布된 土壤表面부터의 蒸發性이 적으므로<sup>14)</sup> 密閉된 施設栽培形態에서의 實驗이 便利하기도 하다. Endrin은 aldrin 및 dieldrin 等の 3個의 drin系中에서 毒性이 最强이다.<sup>15)</sup> 이들 drin劑는 DDT, BHC보다 地上部 및 土壤中에서 驅除될 수 없는 害蟲에 對하여서 強力, 廣範圍한 殺蟲作用을 갖고 있어 使用量도 적고 作物에 對한 藥害는 적으나 土壤中 殘効性은 길다.<sup>16)</sup> Endrin은 現在 使用은 禁止되어 있으나 過去 大量撒布 實績이 있어 아직도 土壤中の 殘留量이 作物에 吸收移行되고 또 이를 攝取함으로써 人體에 危害를 招來할 수 있는 要因을 갖고 있다. 따라서 本 研究에서는 有機鹽素劑로서 heptachlor 및 endrin을擇하였다.

對象作物은 우리의 食生活에서 比較的 調理를 하지 않고 年中食卓의 一部를 차지하는 野菜類中에서 상추(lettuce) 및 쪽갓(garland chrysanthemum)을擇하였다.

實驗栽培方法은 近間 施設栽培의 大部分을 차지하는 vinyl house를 만들어서 施行하였으며 1973年 2月부터 4월에 걸쳐서 實驗栽培作物에 對하여 gas chromatograph ECD法으로 測定하였고, 1973年 3月부터 7月사이의 상추 및 쪽갓을 流通市場에서 購入하여 그 測定值를 比較檢討하여 知見을 얻었기에 報告하는 바이다.

## 實驗方法

**實驗栽培**—圃場區分은 栽培할 各 作物에 撒布할 藥劑의 濃度を 달리하기 위하여 非撒布區域 B 및 撒布區域 1, 2, 3 의 4 group 으로 區分하여 vinyl 로 覆蓋하였다. 藥劑撒布는 2.5% heptachlor (粉劑) 및 19.5% endrin (乳劑)을 각각 2月初旬에 다음과 같이 撒布하였다. Heptachlor 의 一般의 播溝施用有效量은 粉劑 2.5~4%, 10a 當 1~4 kg<sup>17)</sup> 이며 Endrin 은 1 acre當 1/3~1/2Lb (約 350~550g/ha)<sup>1)</sup>를 參酌하여 單位面積 撒布濃度の 階層이 이에 包含되도록 上記의 藥劑를 10a 當 group 1 은 2 kg, group 2 는 4kg, group 3 은 6 kg 로 하고물로서 500倍로 稀釋하여 撒布하였다. 對象作物은 상추 및 숙갓을 2月中旬에 直接播種하였다.

**試料採取**—土壤은 넓이 約 10×10cm, 길이 約 15cm 範圍<sup>18)</sup>의 것을 各 group 別로 第一次는 播種前에 採取하고 以後 作物採取時期와 同一하게 하였다. 作物은 發芽後 約 10日後부터 7日間隔으로 採取하였다.

**有機鹽素劑의 測定 : 試料의 前處理**—土壤은 適當量을 遮光下에 室溫에서 風乾한後 土 등을 除去하고 乳鉢에서 粉碎하여 20 mesh 를 통해 混合한 것으로서 100g 에 해당하는 量을 取하여 檢體로 하였다(平均水分量 約 72%). 作物은 約 200~300g 를 採取하여 blender 에서 磨碎混合하고 이의 100g 을 秤取하여 檢體로 하였다.

**檢液의 調製**<sup>19)</sup>. i) 土壤의 試驗溶液調製—抽出은 上記 土壤檢體 100g 을 秤取한 것을 blender 에 옮기고 물 70ml 를 加하여 30分間 放置한後 acetonitrile 150ml 를 加한 다음 5分間 混合抽出하고 이것을 Buchner funnel 을 통해 aspirator 로 濾過한 濾液을 1l separating funnel 에 넣고 上記 blender 및 Buchner funnel 을 acetonitrile 100ml 씩으로 2回 洗滌하여 洗液을 separating funnel 에 合하였다. 여기에 飽和食鹽水 10ml 및 水 500ml 를 넣고 15秒間 흔든後 다시 petroleum ether 100ml 를 加하여 30分間 振盪하였다. 이것을 5分間 靜置한 後 分離된 水層을 다른 separating funnel 에 옮기고 여기에 petroleum ether 100ml 로 다시 抽出하였다. 再抽出한 petroleum ether 層을 앞의 petroleum ether 層에 合하였다. 合한 petroleum ether 을 다시 水 100ml 로 2回 洗滌하고 水層을 버린다. petroleum ether 層을 500 ml 三角 flask 에 옮기고 無水 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(約 50g)을 加하여 1時間 放置하였다. 이것을 乾燥濾紙(Whatman No.2)로 濾過하여 濾液을 Kuderna-danish 濃縮器에 넣고 flask 를 petroleum ether 50ml 로 3回 洗滌하여 洗液을 Kuderna-danish 濃縮器에 合한 다음 이 液을 約 20ml 이 되도록 減壓濃縮하였다. 精製는 n-hexane 으로 현탁시킨 活性 florasil 을 內徑 22mm, 길이 30cm 인 glass chromatography column 에, 높이 10cm 가 되도록 充填시키고 그 上端에 높이 1 cm 가 되도록 無水 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 를 充積하고 上端에 n-hexane 이 少量 남아 있을때까지 流出시키고 上記 濃縮液을 加하여 上端에 少量이 남을 때까지 流出시킨後 ethyl ether·n-hexane 混液(6:94)을 200ml 流出시키고 다시 ethyl ether·n-hexane 混液(15:85)<sup>20)</sup>을 流出

시킨 液을 Kuderna-danish 濃縮器로 5 ml 가 되도록 濃縮한 다음 이 液을 GLC 用 試驗溶液으로 하였다.

ii) 作物의 試驗溶液調製—作物의 檢體 100g 을 bender 에 넣고 acetonitrile 150ml 를 加하여 5 分間 混合抽出하고 以下 土壤의 試驗溶液의 調製方法과 同一하게 操作하였다.

**ECD-GLC 分析**—有機鹽素劑의 同定은 gas chromatograph(Hitachi 063 electron capture detector Ni<sup>63</sup>)을 使用하여, column A 는 2m×3mm 의 glass column 에 2% QF-1 (80-100 mesh)를 充塡하여 carrier gas 인 N<sub>2</sub> 의 流量 30ml/min, column temp. 160°, detector temp. 250°, injection temp. 200°에서, column B 는 上記의 column 에 2% DEGS-0.5% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (80-100 mesh)를 充塡하여 N<sub>2</sub> 의 流量 250ml/min, column temp. 180°, detector temp. 250°, injection temp. 210°에서, column C 는 上記의 column 에 2% OV-17 (80-100mesh)을 充塡, N<sub>2</sub> 의 流量 30ml/min, column temp. 200°, detector temp. 200°, injection temp. 230°에서 行하였다. 農藥標準品은 Poly Science Corp. 製品인 heptachlor 74%, endrin 99%, heptachlor epoxide 98.9%를 使用하였다.

**回收率試驗**—土壤 및 作物에 標準物質 (heptachlor, heptachlor epoxide 및 endrin)을 一定量 添加하여 試驗하였다.

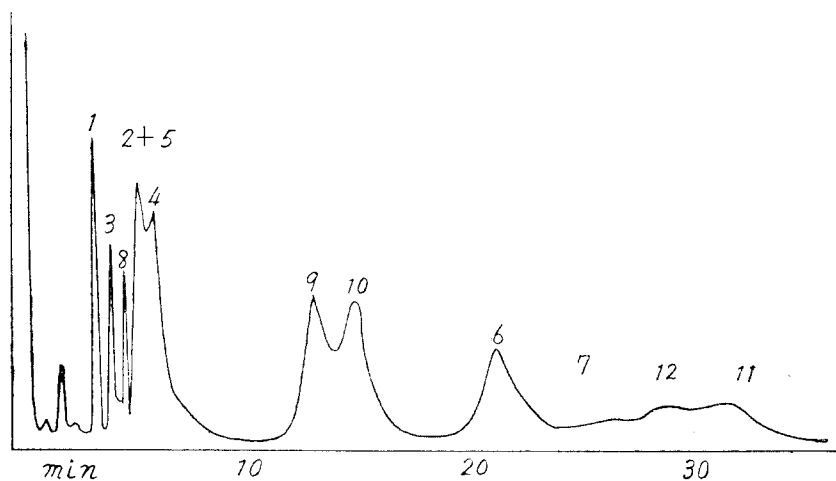
**定 量**—상추 및 썩갓을 group 別로 土壤에 撒布한 藥劑를 作物生體가 根部를 通하여 吸收移行한<sup>14)</sup> 殘留量을 發芽 10日부터 7日간격으로 7회에 걸쳐서 標高法에 依하여 計測하였다. 이때 heptachlor 은 一部分解하여 副生成하는 heptachlor epoxide 를 각각 計測하여 合算하였다. 土壤은 2月中旬의 播種直前과 作物採取와 같은 時期에 同一 group 內에서 任意로 5 個處에서 適當量씩 採取混合하여 上記 作物과 같은 方法으로 計測하였다.

**市中作物**—流通中에 있는 상추 및 썩갓을 서울市內 市場에서 3月, 5月, 7월에 購入하여 같은 方法으로 計測하였다.

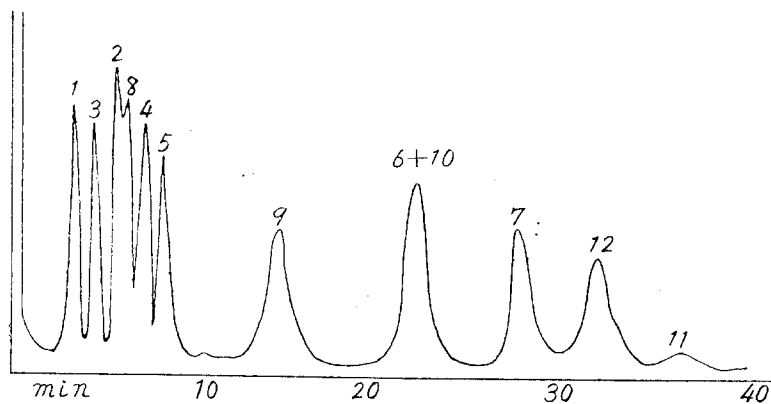
### 結果 및 考察

本 研究에 있어서는 殘留性 有機鹽素劑의 生菜에의 吸收, 發留量을 究明할 目的으로 상추 및 썩갓을 材料로 하여 heptachlor, heptachlor epoxide 및 endrin 의 三種의 農藥을 各各 10a 當 2 kg, 4 kg, 6 kg 의 濃度로 撒布하여 그 吸收量을 調査하였다. 各 農藥은 gas chromatograph 를 使用하고 column A(2% QF-1), column B(2% DEGS-0.5% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), column C(2% OV-17) 등 三種의 liquid base column 을 使用하여 測定하고 그 표준 pattern 을 Fig. 1, 2, 3에 각각 표시하였다.

土壤 및 作物에 heptachlor, heptachlor epoxide 는 各各 1.5μg 을, endrin 은 2.5μg 를 添加하여 回收率을 試驗한 結果는 Table I 과 같이 土壤에서 heptachlor 의 回收率은 平均 98.0%



**Fig. 1** — Electron capture gas-chromatograms of pesticides by 2% QF-1/Gas chrom Q  
 1.  $\alpha$ -BHC, 2.  $\beta$ -BHC, 3.  $\gamma$ -BHC, 4.  $\delta$ -BHC, 5. Aldrin, 6. Dieldrin, 7. Endrin,  
 8. Heptachlor, 9. Heptachlor epoxide, 10. DDE, 11. DDT, 12. DDD.



**Fig. 2** — Electron capture gas-chromatograms of pesticides by 2% DEGS-0.5%  $H_3PO_4$ /Gas chrom Q. The peak numbers and elucidation were the same as in Fig.1

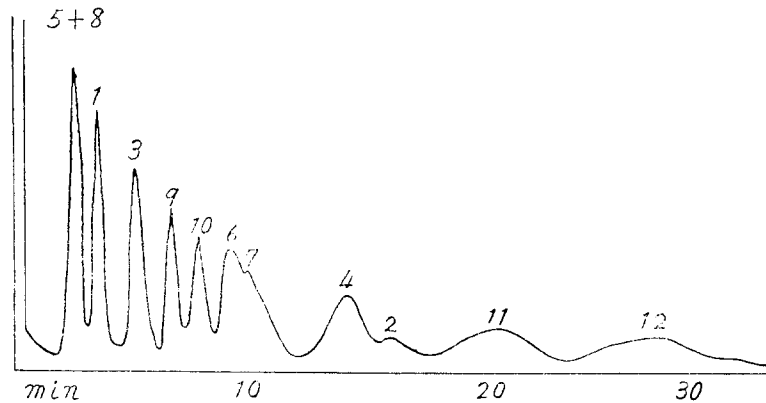


Fig. 3 —Electron capture gas-chromatograms of pesticides by 2% OV-17/Gas chrom Q The peak numbers and elucidation were the same as in Fig.1.

였고, heptachlor epoxide 는 平均 98.6%, endrin 은 平均 96.8%이었다. 作物에서 heptachlor 의 回收率은 平均 97.8%, heptachlor epoxide 는 平均 97.3%, endrin 은 平均 96.4 %와 같이 回收率 試驗結果로서 操作過程 및 方法은 大體로 良好하였다.

本 研究에서 栽培實驗한 상추 및 쑥갓을 group別 殘留量에 對한 消長을 分析檢討하여 보면 각각 Table II, III 과 같이 土壤에 撒布한 各 農藥의 濃度에 比例하여 吸收殘留量도 增加

Table I— Recovery from soils and vegetables.

Pesticide	Amount added ( $\mu\text{g}$ )	Recovery percent from	
		Soil	Vegetable
Heptachlor	1.5	98.0 $\pm$ 2.10	97.8 $\pm$ 3.89
Heptachlor epoxide	1.5	98.6 $\pm$ 1.44	97.3 $\pm$ 1.30
Endrin	2.5	96.8 $\pm$ 1.07	96.4 $\pm$ 0.74

하는 바 發芽後 10日부터 31日까지 大部分 점차 上昇하나 31日以後 成熟期 및 開花期에 들어서면서 殘留量은 減少傾向을 뚜렷하게 나타내고 있다. 成熟期 以後의 減少率을 檢討하던 非撒布區域인 group B는 本試驗 以前 數年間に 對한 農藥施歷을 알 수 없었으나 作物殘留量인  $1.10 \times 10^{-3} \sim 1.41 \times 10^{-3}$  ppm 은 이미 高速分解時期<sup>4)</sup>를 經過한 最終低速分解期에 들어가 완만한 殘留減少傾向을 보인 것으로 추측되며 group 1은 大體로 常用濃度<sup>6,7)</sup>에 該當하는 撒布 區域으로서 group 2, 3의 高濃度區域의 吸收殘留量보다 減少傾向이 比較的 크다는 것을 알 수 있다.

Heptachlor 및 endrin 을 撒布하였을때 vinyl house 에서 各作物의 成長成熟期 (可食適期)의 殘留量을 Table II, III 에서 보면, 상추에서 heptachlor 및 heptachlor epoxide 의 殘留量

은  $23.5 \times 10^{-3}$   $25.1 \times 10^{-3}$  ppm 이였으며 Endrin 은  $15.3 \times 10^{-3} \sim 16.5 \times 10^{-3}$  ppm 이였다. 썩갓에서 heptachlor 및 heptachlor epoxide 의 殘留量은  $25.0 \times 10^{-3} \sim 25.4 \times 10^{-3}$  ppm 이였으며 endrin 은  $15.5 \times 10^{-3} \sim 16.6 \times 10^{-3}$  ppm 이였다.

Table II — Pesticide residues in lettuce.

Period (days)	Heptachlor+Heptachlor epoxide				Endrin			
	B	1	2	3	B	1	2	3
10	1.22	15.5	19.8	22.7	1.01	13.7	23.0	23.9
17	1.29	17.3	25.0	26.0	1.07	14.3	24.3	26.5
24	1.37	17.5	25.3	26.5	1.13	15.0	24.7	27.5
31	1.41	17.2	25.1	26.3	1.16	16.5	24.4	26.9
38	1.40	16.8	24.5	25.7	1.11	16.0	24.0	26.5
45	1.38	16.5	23.5	24.5	1.10	15.3	23.8	25.8
52	1.35	16.3	22.9	24.0	1.08	14.8	23.5	24.7
Mean±S.D.	1.34±0.07	16.7±0.69	23.7±1.95	25.1±1.41	1.09±0.05	15.1±0.96	24.0±0.58	25.9±1.24

n=3, unit;  $10^{-3}$  ppm

Table III — Pesticide residues in garland chrysanthemum.

Period (days)	Heptachlor+Heptachlor epoxide				Endrin			
	B	1	2	3	B	1	2	3
10	1.10	14.3	20.3	20.9	1.13	15.0	29.8	35.9
17	1.17	15.3	21.9	27.3	1.23	16.3	31.7	38.5
24	1.19	15.5	23.8	28.3	1.39	17.0	35.4	42.2
31	1.23	16.9	25.4	30.9	1.43	16.5	35.9	43.0
38	1.29	16.1	25.2	28.6	1.42	16.6	36.6	42.5
45	1.20	16.0	25.0	27.0	1.33	15.5	35.5	42.3
52	1.18	15.5	24.3	26.3	1.27	15.0	35.0	41.0
Mean±S.E.	1.19±0.06	15.7±0.62	23.7±2.11	27.0±3.04	1.31±0.14	16.0±0.82	34.3±2.50	4.08±2.01

n=3, unit;  $10^{-3}$  ppm

Heptachlor 및 endrin 을 撒布하였을 때의 土壤의 殘留量은 Table IV 에서와 같이 各濃度의 差없이 減少하였다.

本實驗에서 施設栽培한 土壤 및 作物과의 吸收比率은 Table V 에서와 같이 heptachlor 및 heptachlor epoxide 에 있어서 상추는 3.3%, 썩갓은 3.4%이며, endrin 에 있어서 상추는 2.6%, 썩갓은 3.6%로 heptachlor 및 heptachlor epoxide 은 낮은 吸收를 나타내고 endrin은 높은 吸收를 나타냈다. 또 상추는 썩갓에 비하여 낮은 吸收를 나타냈다.

流通市場에서 採取한 野菜의 殘留量은 Table VI 에 表示한 바와 같이 heptachlor 및 heptachlor epoxide 는 상추에서 3월에  $4.5 \times 10^{-3}$  ppm, 5월에  $3.9 \times 10^{-3}$  ppm, 7월에  $0.3 \times 10^{-3}$

Table IV — Pesticide residues in soils.

Period (days)	Heptachlor+Heptachlor epoxide			Endrin		
	1	2	3	1	2	3
Pre-seeding	471.2	689.3	821.0	541.8	741.8	1250.0
10	470.4	688.5	820.0	541.2	741.0	1249.2
17	468.3	686.7	813.5	540.1	738.5	1247.3
24	465.7	683.5	810.9	537.5	735.0	1245.8
31	453.8	680.3	807.2	536.2	734.1	1244.2
38	450.3	675.3	805.7	535.3	733.2	1243.0
45	448.5	673.5	804.3	532.9	731.8	1241.3
52	445.3	672.2	803.2	532.1	730.2	1240.1
Mean±S.D	459.2±10.79	681.2±6.08	810.7±10.03	537.1±3.68	735.7±4.13	1245.1±3.42

n=3, unit;  $10^{-3}$ ppm

ppm 이 檢出되고 畝갯에서는 3 월에  $7.2 \times 10^{-3}$ ppm, 5 월에  $4.4 \times 10^{-3}$ ppm, 7 월에  $0.3 \times 10^{-3}$ ppm 이 檢出되었으며 상추, 畝갯 모두가 時期에 따라서 急速히 減少하고 있으며 endrin 은 상추에서 3 월에  $11.6 \times 10^{-3}$ ppm, 5 월에  $1.8 \times 10^{-3}$ ppm, 7 월  $0.3 \times 10^{-3}$ ppm 이 檢出되고 畝갯에서는 3 월에  $10.8 \times 10^{-3}$ ppm, 5 월에  $1.9 \times 10^{-3}$ ppm, 7 월에  $0.3 \times 10^{-3}$ ppm 이 檢出되었으며 時期에 따라서 急速히 減少하였다.

Vinyl house 에서 栽培한 것으로 추측되는 各市場(3 月項)에서 流通되는 作物에 對한 殘留量은 著者が 實驗栽培한 것에 비해 그 殘留量이 훨씬 떨어져지고 있으나 總 24 例 測定中 상추 및 畝갯에서 endrin 이  $26.5 \times 10^{-3}$ ppm 및  $43.3 \times 10^{-3}$ ppm 이 殘留한 것이 2 例가 있었다. 日本의 測定事例<sup>12)</sup>와 比較하면 日本의 경우 檢出率은 25.8%로서 本研究에서의 58.3% 보다 낮으나 最高值 및 平均値는 日本에서  $40 \times 10^{-3}$ ppm 및  $20 \times 10^{-3}$ ppm 이며 本研究結果 보다 훨씬 上廻함을 알 수 있다.

土壤에의 殘留가 持續되는 限 野菜等 食品에의 殘留는 恒時 考慮되어야 할 것으로 思料 된다.

Table V — Pesticide residues in soils and their translocation into vegetables.

Vegetables	Heptachlor+Heptachlor exoxide			Endrin		
	Soil(s)	Vegetable(v)	v/s (%)	Soil (s)	Vegetable (v)	v/s (%)
Lettuce	650.4±8.97	21.5±1.35	3.3±0.28	839.3±3.74	21.7±0.93	2.6±0.63
Garland chrysanthemum	650.4±8.97	21.8±1.92	3.4±0.10	839.3±3.74	30.4±1.78	3.6±0.91

n=3, unit;  $10^{-3}$  ppm



Table VI — Pesticide residues in commercial vegetables from market.

Vegetables	Heptachlor+Heptachlor epoxide			Endrin		
	March	May	July	March	May	July
Lettuce	4.5±6.38	3.9±4.83	0.3±0.65	11.6±11.71	1.8±2.33	0.3±0.55
Garland chrysanthemum	7.2±12.13	4.4±4.87	0.3±0.51	10.8±21.65	1.9±2.57	0.3±6.51

n=3, unit; 10<sup>-3</sup> ppm

## 結 論

残留性有機鹽素劑인 heptachlor 및 endrin 製劑를 代表的인 夏季生菜인 상추와 쑥갓의 栽培地에 土壤殺蟲劑로 撒布하였을 때에 生菜에 吸收되는 残留農藥量을 實驗的으로 調査하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 土壤 및 作物에 標準物質인 heptachlor와 heptachlor epoxide 을 各各 1.5 $\mu$ g 및 endrin 2.5 $\mu$ g 을 添加한 各 農藥의 回收率은 土壤 및 作物에서 各各 96.8~98.6%, 96.4~97.8% 였다.

2. Heptachlor 및 heptachlor epoxide 에 있어서 残留量은 상추에서는 發芽後 10日부터 24日까지는 增加하나 그 後 부터는 減少하였고, 쑥갓에서는 發芽後 10日부터 31日까지는 增加하나 그 後 부터는 減少하였다. endrin 에 있어서 상추에서는 發芽後 24日부터 31日까지는 增加하나 그 後 부터는 減少하였고, 쑥갓에서는 發芽後 10日부터 38日까지는 增加하나 그 後 부터는 減少하였다.

3. Heptachlor 를 撒布하여 栽培한 상추와 쑥갓은 土壤中の 残留量의 平均 3.3% 및 3.4% 가 各各 野菜에 移行되며, endrin 을 撒布時에는 平均 2.6% 및 3.6%가 各各 野菜에 移行되었다.

## 文 獻

1. 山本亮監修, 新農藥研究法, 南江堂, 東京, 1965, p-744.
2. WHO Tech. Rep. Ser., 1971, p-474
3. FAO/WHO Reports of the 5th Session of the Codex Committee on Pesticide Residues (1970)
4. E.P. Lichtenstein *et al.*, *J. Agr. Food Chem.*, 18, 100 (1970)
5. René Truhaut, *J. Food Hyg. Soc.*, 8, 167 (1967)
6. C.A. Edwards, *Residue Reviews*, 13, 83 (1966)
7. 平木潔, 食衛誌, 9, 6 (1968)
8. R.E. Patlle and H. Collumbine, *Brit. Med. J.*, 2, 913 (1956)
9. Evaluation of Some Pesticide Residues in Food WHO/Food Add/67, 1967, p-32.
10. C.R. Harris *et al.*, Degradation of Heptachlor epoxide and Heptachlor by a Mixed Culture of Soil

Microorganisms, Research Institute, C.D.A, London, 1972.

11. N. Gannon and G. C. Chcker, *J. Econ. Ent.*, 51, 3 (1958)
12. 若月俊一, 公害研究, 2, No.3 (1963)
13. 内山充, *Pharumashia*, 6, 778 (1970)
14. R.G. Nash and M.L. Beall. J.R., *Science*, 168, 1109 (1970)
15. 上田喜一, 食衛誌, 6, 101 (1965)
16. N. Gannon and J. H. Bigger, *J. Econ. Ent.*, 51, 1 (1958)
17. 山本亮, 農藥學, 南江堂, 東京, 1972, p-175
18. T. Nishimoto *et al.*, 食衛誌, 12, 56 (1971)
19. A.O.A.C., Official Methods of Analysis of A.O.A.C., 11th ed. 1970.
20. 鈴木學, 食衛誌, 14, 160 (1973)