

Heptachlor 土壤殘留가 Hop의 生育에 미치는 影響

第1報 Heptachlor에 의한 Hop 被害樣相

朴景烈*·李東右**·朴昌奎***·韓大成****

(1982년 11월 15일 접수)

Studies on the Effect of Heptachlor Residues in Soil on the Growth of Hop

I. Phytotoxic Symptom of Heptachlor Residues in Hop

Kyeong Yeol Park*, Dong Woo Ree**, Chang Kyu Park*** and Dae Sung Han****

Abstract

These studies were carried out to investigate the damage of root rot of hop by heptachlor residues in soil at nine farm fields and pot experiment for two years from 1980 to 1981.

1) Pot experiment results indicated that root rot of hop occurred in farm field were caused by heptachlor phytotoxicity.

2) The damage of root rot of the hop was found by heptachlor residues in soil. Hop root in the low concentration of heptachlor was turned to brown mottle, and then rotted. In high concentration, the hop root was decreased in number, blocked in growth, and resulted to greyish change with death.

3) Hop vine damaged by heptachlor was hardened and broken with ease.

4) Heptachlor epoxide which was inferred to be the main cause of hop root rot gave the damage to hop at 0.009 ppm residues in soil.

5) The phytotoxicity of heptachlor was proved to last for 10 years or more in this study.

序 論

Hop(*Humulus lupulus*)는 桑科에 屬하는 雌雄異株의 宿根性 永年生 植物로 藥用, 纖維, 飼料 및 탄닌製造 等에도 쓰이나 主로 麥酒釀造의 重要한 原料로 使用된다.^(1,2)

우리나라에서는 1938年 威南 惠山津에서 처음 試驗

栽培되었고, 1956년에 全北 長水郡, 1958年 江原道 平昌郡에 栽培가 始作되어⁽²⁾ 1970年代에 이르러서야 비로소 安定된 栽培를 하게 되었으며 그후 每年 栽培面積의 增加 趨勢를 보여 1981年 現在 382 ha로⁽³⁾ 江原道에 主産地를 이루고 있으며 高所得作目으로 대단히 有望視되고 있다.

그러나 面積이 增加되는 過程에서 많은 新規 栽培農家들이 植栽 1~2年後 生育不良으로 廢園을 하게 되었

* 江原道 農村振興院 (Kangweon Provincial Office of Rural Development, Chuncheon 200, Korea)

** 京畿道 農村振興院 (Kyenggi Provincial Office of Rural Development, Hwaseong-Gun 170, Korea)

*** 서울대학교 農科大學 (College of Agriculture, Seoul National University, Suwon 170, Korea)

**** 강원대학교 農科大學 (College of Agriculture, Kangweon National University, Chuncheon 200, Korea)

는데 廢園面積이 1980年現在 32 ha로 全體面積에 對하여 10%나 되었다. Hop는 造園費가 많이 들기 때문에 廢園이 되면 栽培農家에게 經濟的으로 打擊이 크며 今後 栽培面積을 擴大하는데 있어 深刻한 問題가 아닐수 없다.

生育不良의 原因으로서는 根腐에 의한 被害로서 日本에서는 1973年 heptachlor에 의한 藥害라고 報告한 바 있으나^(4,5) 우리나라에서는 아직 이에 대한 調査가 없는 實情이다.

그러므로 本 研究에서는 農家圃場의 被害 實態를 聽問, 現地 調査, heptachlor 藥害 試驗을 통하여 相互 比較 檢討하므로써 우리나라에 있어서 hop 根腐로 廢園된 原因이 hoptachlor殘留에 의한 被害인가를 究明하기 위하여 本 試驗을 實施하였던바 몇가지 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本 試驗은 hop栽培農家の 現地 圃場調査와 pot試驗에 의한 heptachlor의 水準別 藥害 試驗으로 實施되었다.

1. 現地 圃場 調査

農家圃場의 heptachlor 被害 樣相을 把握하기 爲하여 洪川郡, 橫城郡, 春城郡 等 3個郡의 被害農家에 對하여 1次로 1980년에 聽取調査를 하였고, 2次로 1981年 4月 1次 調査郡 中에서 hop의 生育이 不良하여 廢園

되었거나 廢園에 直面한 9個 筆地를 任意選定하여 生育 및 根腐現象을 調査하고 土壤中 heptachlor 殘留量을 FDA의 PAM法⁽⁶⁾에 따라 抽出 精製하여 GLC로 分析하였다.

2. Heptachlor 藥害 試驗

Heptachlor殘留性에 의한 藥害를 究明하고자 1980年 부터 1981年까지 江原道 農村振興院에서 우리나라 hop의 代表的 品種中 하나인 信州早生을 供試하여 pot 試驗으로 實施하였다. 供試土壤은 heptachlor汚染地를 避하여, 地下 1 m 以下에서 採取 使用하였으며 供試藥劑는 heptachlor-D(2.5%) 殺虫劑를 使用하였다.

處理는 heptachlor 0 ppm, 0.031 ppm, 0.31 ppm, 3.1 ppm, 31.0 ppm의 5水準으로 하여 1980年 5月 11日에 0.9×0.9×0.5 m 無底 pot의 0.2 m 表土에 供試藥劑를 混合 施用하고 地下莖苗를 植栽, 慣行 栽培法에 準하여 管理하였다.

生育調査는 1980年 12月 hop根의 藥害 症狀과 1981年 9月 地下部 生長量, 同年 12月에는 根 發育狀態 等을 調査하였다. 土壤中 heptachlor殘留量은 各 濃度別 施用 部位인 表土 20 cm 內에서 試料를 採取하여 現地 調査의 農家圃場 土壤分析法과 같은 方法으로 分析하였다.

結果 및 考察

1. 農家圃場에서의 Hop 被害 症狀

調査對象 9個 農家の hop圃場 條件은 表 1에서와 같

Table 1. Detailed survey of some farmer's hop field

Sample No.	Sampling district	Farm manager	Soil series	Heptachlor application			Cultivated crop
				year	kg/10a/yr	method	
1	Hoeongseong-Gun Hoeongseong	S.C. Lee	Samgag	1965~71	3	broadcast	tobacco
2	Hoeongseong-Gun Hoeongseong	J.G. Lim	Seungju	1965~68	4	broadcast	tobacco
3	Hongcheon-Gun Hwacheon	J.W. Roo	Jungdong	1969~71	1	coating with corn	corn
4	Hongcheon-Gun Hwacheon	S.G. Hwang	Gopyeong	1971	3	broadcast	red-pepper
5	Hongcheon-Gun Hwacheon	J.B. Huh	Gwacheon	1973	unknown	broadcast	red-pepper
6	Hongcheon-Gun Hwacheon	Crown Co.	Jungdong	1966	unknown	broadcast	red-pepper
7	Hongcheon-Gun Ducheon	J.H. Lee	Yonggye	1965	2	broadcast	tobacco
8	Hongcheon-Gun Ducheon	J.N. Ryu.	Seogto	1969	2	broadcast	tobacco
9	Chunseong-Gun Sinbuk	O.R.D.	Jigog	1968~70	4	broadcast	corn

이 土壤은 多樣하였으나 모두 砂土 또는 砂壤土로서 排水가 良好하여 地下水에 依한 根腐 發生은 없었으며, 位置도 hop生育에 適合한 곳에 分布되어 있었다. Hop 造園 以前에 담배, 고추, 옥수수를 栽培할때 土壤害虫을 驅除하기 위하여 heptachlor을 全面 또는 種子 粉衣 施用하였던 圃場으로써 施用年度는 大部分 10年以上이 經過되었었다.

그런데 hop의 生育不振이나 根腐現象은 同一圃場이라 하더라도 過去에 heptachlor를 施用하였던 部分에서만 發生되는 點이 特異하였다. Hop前作物로 담배, 고추, 옥수수를 栽培하면서도 heptachlor를 施用치 않았던 他 農家圃場에서는 上記 症狀이 發生하지 않는 點으로 보아 前作物의 施肥나 其他 要因에 關係된 被害는 아닌 것으로 思料되었었다.

이들 圃場에서 發生된 hop의 被害樣相은 表 2와 그림 1에서와 같이 2가지 類型으로 分類할 수 있었다. 즉 hop根이 灰褐色으로 變하며 生育이 阻害되어 地上部는 물론 根까지 枯死되어 當年 또는 이듬해에 廢園되는 경우(圃場 No. 2, 9. 그림 1-1)와 根에 不定形의 黑褐色 斑點이 發現되었다가 時間이 經過함에 따라 根腐現象으로 發展되며 줄기는 正常的인 것보다 硬化되어 잘 부러지는 경우로 1~2年間 不振한 生育을 하다가 每年 越冬期가 끝나 그루정리 時期에 보면 蘆頭部分까지 完全히 腐敗되어 더 이상 生育할 수 없거나 蘆頭만 남아 그 蘆頭에서 發生된 萌芽로 因하여 新根이

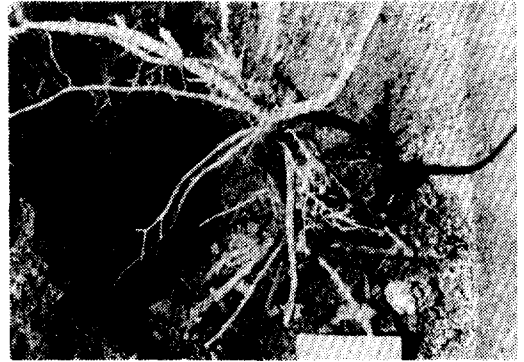


Fig. 1. Aspects of the damage of root rot on hop at the farm field

Table 2. Phytotoxic symptoms observed in the farmers hop field

Sample No.	Planting year	Information of farm manager					Degree of phytotoxicity (1~5)
		MB	GB	RR	Bl	ViH	
1	1978~79	◎		◎		○	5 (abolition)
2	1978~80		◎		○	○	4
3	1978	◎	○	◎		○	5 (abolition)
4	1974~78	◎		◎		○	3
5	1978	◎		◎		○	5 (abolition)
6	1976	◎		◎		○	5
7	1976	○		○		○	2
8	1976	◎		◎		○	4
9	1980	◎	◎	○	◎	○	5 (abolition)

*MB: mottle of black-brown in root *◎: heavy GB: roots were turned greyish brown ○: light RR: root rot Bl: blight ViH: vines were turned hardening

形成되므로 겨우 再生되어 貧弱한 生育이 反覆되는 경우(圃場 No. 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. 그림 1-2)로 區分할 수 있었다.

聽取調査에 의한 heptachlor 施用量과 hop의 被害程度와의 關係를 보면 1번圃場은 例外이지만 heptachlor 4 kg/10 a을 3~4年 施用하였다고한 2번과 9번圃場的 hop根은 灰褐色으로 變하며 枯死되었고 施用量이나 回数가 적었던 7번 圃場에서는 hop根에 黑褐色 斑點 및 根腐現象이 적었으며, 3 kg/10 a程度 施用後 3~8年 經過後 造園하였던 1, 4번 圃場에서는 根腐가 甚하였던 것으로 나타났는데 이는 喜多方 Hop研究所⁽⁴⁾에서 報告한 heptachlor에 依한 hop根의 被害症狀과 약간의 差異는 있으나 類似한 樣相이었다.

Hop圃場的 土壤中 heptachlor 殘留量은 表 3에서와 같이 heptachlor은 0.001~0.007 ppm이고 heptachlor epoxide는 0.009~0.06 ppm의 範圍에 있어 heptachlor 殘留量보다 heptachlor epoxide 殘留量이 높은 것으로 나타났었다.

Hop의 被害症狀과 heptachlor의 土壤中 殘留量과의 關係는 施用量이 많았거나 施用後 經過年數가 짧을수록 被害가 크고 殘留量이 많은 반면, 施用量이 적거나

Table 3. Heptachlor residues in the hop field soil

No.	Farm manager	Residues (ppm)		Total
		Heptachlor	Heptachlor epoxide	
1	S.C. Lee	0.004	0.01	0.014
2	J.G. Lim	—	—	—
3	J.W. Roo	0.001	0.01	0.011
4	S.G. Hwang	0.003	0.01	0.013
5	J.B. Huh	—	—	—
6	Crown Co.	0.007	0.009	0.016
7	J.H. Lee	0.002	0.01	0.012
8	J.N. Ryu	0.001	0.03	0.031
9	O.R.D.	0.004	0.06	0.064

經過年數가 길수록 殘留量도 적고 被害도 적었다. 즉, 9번圃場과 같이 施用量이 많고 經過年數가 짧아 殘留量이 많았기 때문에 被害가甚하였던 것은 聽取調查와 一致되었거나 1~4번圃場과 같이 被害程度와 heptachlor 施用量이 잘 一致되지 않았던 圃場들에서는 殘留量과 被害症狀이 一致되는 것으로 보아 施用量이나 施用時期가 不正確하였던 것으로 생각된다.

한편 被害의 主物質에 대해서는 heptachlor인지 또는 heptachlor epoxide인지에 對하여 不分明하나 表 3에서와 같이 被害程度와 關係가 큰 것은 heptachlor보다 heptachlor epoxide인 것으로 나타났다. 즉, 4, 7번圃場에서는 heptachlor殘留量이 0.001~0.002 ppm이고 heptachlor epoxide 殘留量은 0.01 ppm임에 比하여 8번圃場은 heptachlor殘留量은 같거나 적으면서도 heptachlor epoxide殘留量은 0.03 ppm으로 많았는데 그 殘留程度가甚하게 나타난 것이 一例라 하겠다. 또한 heptachlor epoxide의 被害濃度를 보면 本 調査에서는 0.009 ppm에서도 被害가 나타났고, 喜多方 Hop研究所⁽⁴⁾ 報告에 따르면 0.0034 ppm에서는 藥害가 없었는데 0.0086 ppm에서는 斑點이 나타났다고 하여 heptachlor epoxide被害 濃度는 0.009 ppm範圍가 아닌가 생

각되었다.

2. Heptachlor 藥害 試驗

heptachlor濃度에 따른 hop뿌리의 發達 및 藥害 症狀은 그림 2에서와 같이 無處理(0 ppm)에 比하여 heptachlor濃度가 높을수록 hop뿌리의 發達이 顯著하게 不良하였으며 hop根皮에 黑褐色 斑點도 增加되는 傾向이었다.

健全株(0 ppm)에서는 뿌리의 색깔이 黃色으로 뿌리 表皮가 매끄러우며 根數도 많이 發生되는데 比하여 0.031 ppm區에서는 根數는 無處理區와 大差없으나 葉은 黑褐色 斑點이 一部 發生되었으며 0.31 ppm區는 無處理에 比하여 根數도 減少되었을 뿐만아니라 黑褐色의 斑點이 多數 發生되었고, 3.1 ppm區에서는 植栽當年부터 根數가 顯著히 減少되어 2~3個에 지나지 않았음은 물론 根皮가 거칠며 黑褐色 斑點이 크고 겹차 灰褐色으로 변하였으며 植栽 2年後에는 蘆頭를 除外한 모든 根이 枯死되었다. 그리고 31 ppm區는 植栽當年에, 地下莖에서 出芽된 줄기와 根이 貧弱한 生育을 하다가 生育中期 또는 當年 越冬前에 모든 뿌리가 完全히 灰褐色으로 변하면서 枯死되었다.

이와 같은 結果로 볼때 heptachlor施用濃度가 낮은 0.31 ppm程度의 水準까지는 黑褐色 斑點으로 根腐現象이 생기며, 施用濃度가 3.1 ppm以上에서는 黑褐色의 斑點이 나타나기도 하지만 根이 灰褐色으로 변하며 根 肥大 生育이 抑制되어 枯死되는 것으로 밝혀졌다. 植栽 2年次의 生育은 表 4에서와 같이 heptachlor濃度가 높아짐에 따라 蔓長과 側枝數가 減少되었고 줄기의 硬化度와 根皮 斑點 및 根腐現象이甚하여졌다.

한편 heptachlor施用濃度에 따른 heptachlor殘留量을 分析한 結果 表 5에서와 같이 無處理區에서는 heptachlor 0.001 ppm, heptachlor epoxide 0.003 ppm이었으며 heptachlor施用濃度가 높아짐에 따라 heptachlor 및 heptachlor epoxide殘留量도 增加되었다.

以上の 結果를 綜合해 보면 hop根腐 現象으로 廢園된 原因은 農家圃場 調査와 本 pot試驗 結果가 같은 것으로 보아 前作物 栽培時 施用하였던 heptachlor의

Table 4. Growth of hop by different level of heptachlor application

Concentration (ppm)	Length of main vine (cm)	No. of branches	Diameter of vine (cm)	Wt. of cone/hill(g)	Hardening	Rotten
					of vine	of root
					(1~5 ranking)	
0	625	40.5	1.1	1,195	1	1
0.031	588	38.5	0.9	1,355	2	3
0.31	477	32.0	0.9	1,141	3	4
3.1	440	30.0	0.9	838	3	4
31.0	Lethal					

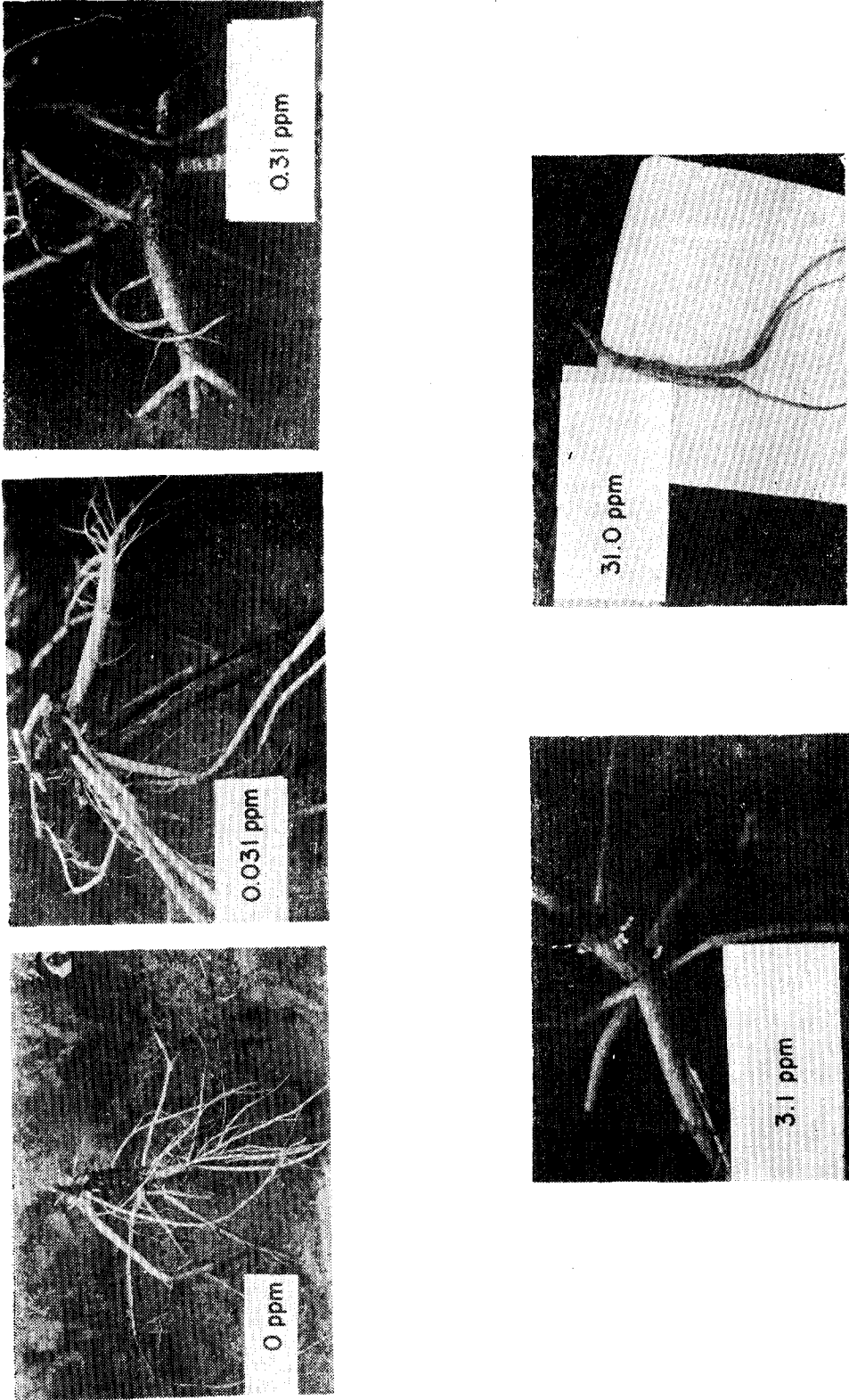


Fig. 2. Typical symptoms of rot on hop root by different level of heptachlor application

Table 5. Residues in soil and aspects of phytotoxicity according to different level of heptachlor application in hop

Concentration (ppm)	Residues (ppm)		Root rot (1~5 ranking)	
	Heptachlor	Heptachlor epoxide	1980	1981
0	0.001	0.003	Sound	Sound.
0.031	0.002	0.02	1	2
3.1	0.007	0.05	4	5

* Treatment date: 1980. 5. 11

**Analysis date of heptachlor residues in soil: 1982. 5. 14

殘留毒性에 의한被害로立證되었다.

한편被害를 주는主物質에 대해서는本 pot試驗의無處理에서檢出된土壤中 heptachlor殘留量은 heptachlor 0.001 ppm, heptachlor epoxide 0.003 ppm으로부리의被害가 없었음에反하여 3번, 8번과 같은農家圃場에서는土壤中 殘留量이 heptachlor은本 pot試驗의無處理 殘留量과 같은 0.001 ppm인데反하여 heptachlor殘留量은 0.01 ppm 또는 0.03 ppm으로 pot試驗無處理區보다多量檢出되었을뿐만 아니라根腐現象이 나타난點으로볼때 heptachlor의 殘留毒性에 의한被害라기 보다는 heptachlor epoxide殘留毒性에起因되는 것으로 思料된다.

한편 heptachlor epoxide의被害濃度は本試驗에서被害發生農家圃場中 最下位の heptachlor epoxide殘留量과日本の成績으로 미루어부아 0.009 ppm 程度에서도被害가發生된다고 하겠다.

要 約

Hop根腐로 인한廢園의原因이 heptachlor殘留毒性에 의한被害인가를究明하기 위하여 1980년부터 1981년까지 3個地域 9個農家被害圃場의現場調査와 heptachlor藥害試驗을實施하였던바 그結果를要約하면 다음과 같다.

1) 農家圃場에서發生된 hop根腐樣相과 heptachlor藥害試驗에서 나타난根腐樣相이一致되어 hop根腐에 의한廢園의原因은 heptachlor 殘留毒性의被害임이立證되었다.

2) 根腐樣相은 heptachlor의土壤殘留量이 적은 곳에서는褐色斑點으로始作되어腐敗되고, 殘留量이 많은 곳에서는根數가 적고肥大가 되지 않으며褐變하면서枯死되었다.

3) 被害蔓의生育狀態는蔓長이 짧아지고側枝數가減少되며蔓의柔軟性이 없어 쉽게切斷되었다.

4) Hop根腐被害의主物質은 heptachlor epoxide로推定되었으며, 土壤中 殘留濃度가 0.009 ppm에서도被害가甚하였다.

5) heptachlor被害는施用後 10년이經過되어도 나타났다.

參 考 文 獻

- Burgess, A. H. (1964): *Hops-Botany, Cultivation and Utilization*. Leonard Hill (Grampian Press, Ltd.), London and Interscience Publishers, Inc., p. 300.
- 林雄圭 (1976): 호프-植物·栽培와 利用一, 日新社, 서울, p. 247.
- 農水産部 (1982): 農政手帖
- KIRIN喜多方 Hop研究所 (1972): 試驗研究報告書.
- KIRIN喜多方 Hop研究所 (1973): 試驗研究報告書.
- Anonymous (1969): *Pesticide Analytical Manual, Vol. I. Methods which detect multiple residues*, US Department of Health, Education, and Welfare, Food and Drug Administration.