

濟州道の 밭土壤 및 채소류 중 有機鹽素系 農藥殘留

李 奎 承

濟州大學 農化學科
(1981년 7월 14일 수리)

Organochlorine Insecticide Residues of Field Soils and Vegetables in *Jeju* Island.

Kyu-Seung Lee

Department of Agricultural Chemistry, Jeju National University, Jeju, Korea

Abstract

Residues of some organochlorine insecticides α -BHC, γ -BHC, heptachlor and heptachlor epoxide of field soils and vegetables in *Jeju* island were investigated from october, 1979 to november, 1980. Residues in soil ranged in n.d-0.967 (aver.; 0.391) ppm for α -BHC, n.d-0.590 (aver.; 0.218) ppm for γ -BHC, n.d-0.819 (aver.; 0.163) ppm for heptachlor, and n.d.-0.256 (aver.; 0.034)ppm for heptachlor epoxide. Average residue levels in cabbage were 0.002ppm for α -BHC, 0.001ppm for γ -BHC, 0.002 ppm for heptachlor, and 0.001ppm for heptachlor epoxide. The levels of the same chemicals were 0.012ppm, 0.004ppm, 0.003ppm and 0.011ppm on carrot, and 0.014 ppm, 0.007ppm, 0.002ppm and trace on garlic, respectively.

緒 論

有機鹽素系 약제의 殘留性 때문에 농작물에의 사용이 제한되어 왔다. 그러나 이들중 BHC 제(1, 2, 3, 4, 5, 6-hexachloro cyclohexane)와 heptachlor 제(1, 4, 5, 6, 7, 8, 8-heptachloro-3, 4, 7, 7-tetrahydro-4, 7-methanoindene)는 DDT제나 drin 제에 비해 비교적 잔류성이 짧다고 한다¹⁾. 이들 약제의 1980년까지 국내사용량은 BHC월계로 약 10,000t, γ -BHC로 換算하여 약 1,500t이며 heptachlor제는 약 570t(a.i.)정도로 推定할 수 있다.^{2,3)} 그러나 제주도 내에서의 이들 약제사용량을 정확히 알 수는 없으나 제주도 농업의 형태로 미루어 보아 상당량이 사용되었을 것으로 생각된다. 특히

BHC제는 1971년 이후부터 채소작물에서의 撒布가 금지되었고, heptachlor제 역시 1979년 이후에는 생산이 중지 되었으므로 이들 두 약제는 모두 직접 농작물에 사용되지 않고 있다. 한편 이들 두 약제의 농작물에 대한 잔류량 조사는 여러차례 이루어졌으나⁴⁻¹²⁾, 토양중의 잔류는 제한된 환경에서의 조사¹²⁾만이 있을 뿐이다. 제주도내에서의 농약잔류 조사는 감귤^{14,15)}과 감귤원 토양¹⁶⁾에서만 이루어졌을 뿐 채소작물 및 채소 경작지에 대한 농약잔류 조사가 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구자는 제주도에서 비교적 오랫동안 사용하여 온 두 종류의 유기염소계 농약에 관해 제주도 내의 주요한 채소재배 지역을 대상으로 경작토 및 작물을 대상으로 이들 농약의 잔류 조사를 실시하여 그 결과를 발표하고자 한다.

材料 및 方法

1. 시 료

토양시료는 1979년 10-11월에 걸쳐 제주도 내의 주요 채소작물 재배지역에서 작토층을 10cm 깊이로 하여 한 포장에서 각 10점씩 대각선상으로 채취한 후, 풍건, 사별 혼합하여 분석 시료로 하였다.

채소시료로서는 배추는 1979년 11월과 1980년 2월에 토양시료를 채취한 포장에서 생산된 것을 대상으로 하였으며, 마늘은 1980년 6월, 그리고 당근은 11월에 생산된 것을 대상으로 하였다.

2. 시료분석

토양시료와 채소시료의 조제 및 보관은 농약잔류 분석법에 준하였으며 토양시료의 추출¹⁴⁾ 채소시료의 추출¹⁵⁾ 과정은 前報와 동일하다. 잔류농약의 분석은 ECD를 이용한 GLC법으로 수행하였으며 분석조건은 전보¹⁵⁾와 같다.

結果 및 考察

Table 1 에는 제주도내의 중요한 채소 재배지 밭토양중에 잔류하는 BHC제와 heptachlor제의 잔류수준을 실었다.

이들 지역의 주된 채소작물은 사제리와 동명리

Table 1. Residues of some organochlorine insecticides in field soil of Jeju

Sampling location	Sample No.	Residue		Level(ppm)	
		α -BHC	γ -BHC	Heptachlor	Heptachlor epoxide
Sagyeri	1	0.220	0.055	—	—
Andugmyum	2	0.715	0.380	0.047	—
Namjejugun	3	0.967	0.510	0.085	0.030
	4	0.516	0.128	0.170	0.041
	5	0.894	0.555	0.075	—
Aver.		0.662	0.326	0.075	0.014
Dongmyeongri	1	0.885	0.590	0.137	0.041
Hanlimeup	2	0.756	0.535	0.104	0.041
Bukjejugun	3	0.848	0.515	0.108	—
	4	0.798	0.560	0.132	0.010
	5	0.816	0.530	0.099	—
Aver.		0.821	0.546	0.116	0.018
Gwagjiri	1	0.142	0.033	0.016	0.005
Aiweoleup	2	0.145	0.042	0.020	0.003
Bukjejugun	3	0.610	0.395	0.060	0.003
	4	0.880	0.435	0.052	0.003
	5	0.843	0.500	0.113	0.006
Aver.		0.524	0.281	0.052	0.004
Shinchonri,	1	0.130	t	0.550	0.077
Jocheonmyun,	2	0.079	—	0.145	0.034
Bukjejugun	3	0.015	—	0.778	0.069
	4	0.044	0.018	0.149	0.036
	5	0.125	0.045	0.031	0.038
	6	0.445	0.295	0.750	0.150
	7	0.050	0.001	0.424	0.052

	8	0.069	0.033	0.097	—
	9	0.276	0.158	0.819	—
	10	0.015	0.006	0.006	0.001
	Aver.	0.125	0.056	0.376	0.074
Hamdugri,	1	0.215	0.133	0.113	0.031
Jocheonmyun,	2	—	—	0.057	0.015
Bukfejugen	3	0.119	0.035	0.066	0.023
	4	0.055	0.022	0.033	0.002
	5	0.049	0.022	0.130	0.031
	Aver.	0.088	0.042	0.080	0.020
	Total Average	0.391	0.218	0.163	0.034

t; less than 0.001ppm

—; not detected

Taale 2. Residues of some organochlorine insecticides in/on Chinese cabbage produced in *Jeju*

Sampling location	Sample No.	Residue		Level(ppm)	
		α -BHC	γ -BHC	Heptachlor	Heptachlor Epoxide
Sagyeri	1	0.002	t	—	—
Andugmyun	2	0.004	0.001	—	—
Namjejugun	3	0.003	0.001	t	t
	4	0.002	0.001	t	—
	5	0.003	0.001	—	—
	Aver.	0.003	0.001	—	—
Hamdujri	1	0.001	0.001	0.001	0.001
Jocheonmyun	2	0.001	t	0.002	0.002
Bukjejugun	3	0.001	t	t	t
	4	0.002	t	0.001	t
	5	0.001	t	0.001	0.001
	Aver.	0.001	t	0.001	0.001
Shinchonri	1	0.001	t	0.003	0.004
Jochunmyun	2	0.004	0.001	0.002	0.003
Bukjejugun	3	0.002	0.002	t	0.003
	4	0.002	0.001	0.002	0.001
	5	0.004	0.001	0.002	0.001
	6	0.001	t	0.003	0.001
	7	0.001	t	0.001	0.001
	8	0.001	t	0.003	0.001
	9	0.001	t	0.004	0.002
	10	0.003	0.001	0.004	0.004
	Aver.	0.002	0.001	0.002	0.002
	Total Average	0.002	0.001	0.002	0.001

Table 3. Residues of some organochlorine insecticides in/on carrot produced in Jeju

Sampling location	Sample No.	Residue		Level(ppm)	
		α -BHC	γ -BHC	Heptachlor	Heptachlor Epoxide
Hangwonri	1	0.022	0.009	0.001	0.022
Gujoaeup	2	0.009	t	0.023	0.045
Bukjejugun	3	0.003	0.001	0.002	0.006
	4	0.015	0.003	0.001	0.032
	5	0.017	0.005	0.003	0.002
	Aver.	0.013	0.004	0.006	0.021
Pyungdairi	1	0.008	t	0.001	0.002
Gujoaeup	2	0.023	0.009	0.003	0.009
Bukjejugun	3	0.024	0.009	0.004	0.008
	4	0.009	0.002	0.007	0.002
	5	0.009	0.004	0.002	0.023
	6	0.013	0.004	0.007	0.022
	7	0.006	0.002	0.002	0.001
	8	0.002	0.001	0.004	0.010
	Aver.	0.012	0.004	0.004	0.010
Sewhari	1	0.019	0.009	0.001	0.005
Gujoaeup	2	0.017	0.006	0.001	0.004
Bukjejugun	3	0.006	0.008	0.001	0.002
	4	0.018	0.005	0.001	0.002
	5	0.003	t	0.002	0.001
	6	0.010	0.002	0.001	0.007
	7	0.009	0.003	0.002	0.005
	Aver.	0.012	0.005	0.001	0.004
Total Average		0.012	0.004	0.003	0.011

는 마늘과 배추, 팥지리는 양파와 양배추, 그리고 신촌리와 함덕리는 배추라고 말할 수 있다. Table 1에서 볼 때, 동명리는 α -와 γ -BHC가 각각 0.821 ppm과 0.546ppm으로 함덕리에 비해 10배 이상 높은 것으로 나타났으며, heptachlor 및 heptachlor epoxide는 신촌리가 0.376ppm과 0.074ppm으로 팥지리에 비해 각각 7-19배 높은 것으로 나타났다. 이 결과에서 알 수 있는 것은 마늘 재배지가 훨씬 높은 BHC잔류수준을 보였다는 것이며, 배추재배 지역이 비교적 낮은 잔류수준을 나타냈다는 것이다. 한편 Trautmann등¹⁷⁾은 γ -BHC는 trace-0.005ppm, heptachlor는 trace-0.01ppm, 그리고 heptachlor epoxide는 trace-0.017ppm라는 보고

와 비교하여 볼 때 본 실험의 결과는 매우 높은 수준이었다.

Table 2에는 배추중의 BHC제와 heptachlor제의 잔류수준을 보여주고 있는데, 이들 배추시료는 토양시료와 동일한 포장에서 채취된 것을 다시 한 번 부기한다.

Table 2에서 보면 α -BHC의 잔류범위는 0.001-0.004ppm으로 평균 0.002ppm, γ -BHC는 trace-0.002ppm으로 평균 0.001ppm으로 BHC제 총 잔류량은 평균 0.003ppm이며, heptachlor제는 미검출 -0.004ppm으로 평균 0.002ppm, 그리고 heptachlor epoxide는 미검출 -0.004ppm으로 평균 0.001ppm 수준이었다. 또 지역적으로는 사계리

Table 4. Residues of some organochloro insecticides in/on garlic produced in Jeju

Sampling location	Sample No.	Residue		Level(ppm)	
		α -BHC	γ -BHC	Heptachlor	Heptachlor epoxide
Weolryungri	1	0.011	0.003	0.002	—
Hanilmeup	2	0.008	0.008	0.001	—
Bukjejugun	3	0.019	0.012	0.003	—
	4	0.022	0.013	0.001	0.002
	5	0.016	0.008	0.003	—
Aver.		0.015	0.009	0.002	t
Hwæsoonri	1	0.007	0.003	—	—
Andugmyun	2	0.018	0.008	0.001	—
Namjejugun	3	0.008	0.003	0.001	0.001
Aver.		0.011	0.005	0.001	t
Dongmyungri	1	0.009	0.003	0.005	0.002
Hanlimeup	2	0.016	0.011	0.003	—
Bukjejugun	3	0.021	0.006	0.001	—
	4	0.013	0.008	0.003	0.002
	5	0.003	0.002	—	—
Aver.		0.012	0.006	0.002	0.001
Gonairi	1	0.007	0.003	0.001	—
Awealeup	2	0.020	0.006	0.003	—
Bukjejugun	3	0.026	0.010	0.001	—
Aver.		0.018	0.006	0.002	—
Napeupri	1	0.011	0.005	0.007	0.001
Awealeup	2	0.013	0.007	0.002	0.001
Bukjejugun	3	0.023	0.012	0.006	—
	4	0.010	0.004	0.002	0.001
Aver.		0.014	0.007	0.004	0.001
Total Average		0.014	0.007	0.002	t

지역이 α -BHC의 잔류량이 많은 반면 heptachlor 제는 거의 검출할 수 없었으며, 신촌리지역이 대 상 약제 모두 높은 수준이었다. 그리고 토양층의 잔류량과 배추층의 잔류량은 대체로 비례하는 경 향이었으며, 특히 토양층의¹⁸⁾ α -와 γ -BHC는 배 추층의 잔류량과 고도의 有意性이 인정되었다.

한편 Table 2의 결과중 α -와 γ -BHC의 잔류량 은 박동⁵⁾의 결과보다 훨씬 낮은 수준이었으며 그 의의 여러 보고⁶⁻¹²⁾에 비하면 약 1/10-1/100의

아주 낮은 수준이었다. 그리고 heptachlor계와 heptachlor epoxide 역시 박동의 결과와 기타의 보고들⁶⁻¹²⁾에 비해 낮은 수준이었다. Table 3에 는 당근층의 농약잔류 수준을 보여주고 있다.

Table 3에서 보던 조사대상 약제 모두 배추에 비해 높은 잔류수준을 보였는데 평균적으로 α -BHC는 6배, γ -BHC는 4배, 그리고 heptachlor epoxide는 10배 이상이나 잔류하는 것으로 나타 났다. 이런 결과는 당근이 근채류이며 脂溶性인

carotenoid를 多量 함유하는 데에서 기인하는 것으로 생각되는데¹⁹⁾ 본 실험에서는 carotenoid함량과의 상관을 찾을 수 없었다.

지역적으로 BHC계의 차이는 없으나 행원리가 heptachlor와 heptachlor epoxide의 잔류량이 세 화리에 비해 각각 6배와 5배정도 높은 수준을 나타냈다. 한편 Table 3의 결과중 BHC계의 잔류량은 朴登⁵⁾의 결과나 宋登¹¹⁾의 보고보다는 다소 낮은 경향이였으며, heptachlor와 heptachlor epoxide 잔류량 역시 朴登⁴⁾의 결과나 宋登¹¹⁾의 결과에 비해 훨씬 낮은 수준이었다.

Table 4에는 마늘에 대한 유기염소계 농약 잔류량을 실고 있다.

Table 4에서 볼 때 마늘중의 α-BHC와 heptachlor의 잔류수준은 당근과 비슷하였으나 γ-BHC는 당근의 약 2배정도 잔류하였으며, heptachlor epoxide는 거의 잔류하지 않는 것으로 나타났고, 지역적인 차이도 거의 인정할 수 없었다.

본 실험의 결과로 미루어 볼 때, BHC제나 heptachlor제와 같은 유기염소계 농약은 제주도내의 경작토에 상당량 잔류하고 있으며, 또 이들 토양에서 재배된 농작물에도 많은 양이 잔류하는 것으로 나타났다. 그러나 이와 같은 잔류수준을 채소류에 대해 γ-BHC는 3.0ppm, heptachlor는 0.05 ppm(당근: 0.1ppm)으로 규정한 FAO/WHO의 잔류 허용량²⁰⁾이나 채소 전반에 걸쳐 BHC계는 0.2 ppm으로 규정한 일본의 잔류 허용량²¹⁾에 비하면 문제시 되지 않으나, 채소류 전반에 걸쳐 총 BHC를 0.1ppm, 총 heptachlor제를 0.02ppm으로 규정한 우리나라의 잔류허용량²²⁾이나 또 heptachlor와 heptachlor epoxide를 각각 0.01ppm으로 규정한 독일의 잔류허용량²³⁾에 비교하면 상당히 높은 수준이라고 할 수 있다.

抄 錄

제주도의 중요한 채소재배지의 토양과 농작물에 대한 BHC계 및 heptachlor제의 잔류수준을 1979. 10-1980. 11. 사이에 조사하였다. 토양중에서의 α-BHC는 n.d-0.967ppm(평균: 0.391ppm), γ-BHC는 n.d-0.590ppm(평균: 0.218ppm), heptachlor는 n.d-0.819ppm(평균: 0.163ppm), 그리고 heptachlor epoxide는 n.d-0.256ppm(평균: 0.034 ppm) 잔류하였으며 채소작물중 배추의 평균잔류량은 α-BHC 0.002ppm, γ-BHC 0.001ppm, heptachlor 0.002ppm, heptachlor epoxide, 0.001 ppm이며, 당근의 경우에는 γ-BHC 0.004ppm, α-BHC 0.012ppm, heptachlor 0.003ppm, heptachlor epoxide 0.011ppm이었으며 마늘에는 α-BHC 0.014ppm, γ-BHC 0.007ppm, heptachlor 0.002ppm 그리고 heptachlor epoxide는 trace로 나타났다.

參 考 文 獻

1. 環境廳 土壤農藥課: 土壤汚染 p.248 白亞書房 (1975)
2. 농수산부: 농림통계연보 1953~1974.
3. 農藥工業協會: 農藥年報(1980)
4. 朴昌奎, 兪在潤: 韓國農化學會誌, 15: 7(1972)
5. 朴昌奎, 李奎承, 兪在潤: 韓國農化學會誌, 17: 1(1974)
6. 朴성배, 이열, 김기동, 김학영, 송한호, 김을상: 국립보건의연구원보(1969)
7. 노정배, 송철, 김기경, 윤공덕, 권혁희, 이정수: 국립보건의연구원보, 7: 237(1970)
8. 盧晶培, 宋哲, 權赫姬, 金吉生, 申碩鈺, 李興在, 元敬豊, 朱昌稻: 국립보건의연구원보, 8: 261(1971)
9. 盧晶培, 宋哲, 權赫姬, 金吉生, 李興在, 元敬豊, 沈漢燮: 국립보건의연구원보, 9: 191(1972)
10. 盧晶培, 宋哲, 金吉生, 沈漢燮, 李興在, 元敬豊, 李哲遠: 국립보건의연구원보, 11: 161(1974)
11. 宋哲, 金吉生, 李興在, 李哲遠, 盧晶培: 국립보건의연구원보, 12: 141(1975)
12. 宋哲, 權佑昌, 李興在, 元敬豊, 李哲遠, 鄭英姬, 盧晶培: 국립보건의연구원보, 14: 273(1977)
13. 朴창규: 韓國農化學會誌, 18: 61(1975)
14. 한기학, 박영대, 금소승, 홍영철, 이규승: 농업기술연구소 연구보고서(작보편), p.144(1974)
15. 李奎承: 韓國農化學會誌, 23: 178(1980)
16. 李奎承: 韓國農化學會誌, 23: 184(1980)
17. Trautmann, W.L., Chesters, G. and Pionke, H.B.: Pest. Monitoring J., 2(1668)
18. 李奎承: 제주대학논문집, 제12집(자연과학편) 제출중.
19. Moza, P., Weisgerber, I. and Klein, W.: J. Agric. Food Chem., 24: 881(1976)
20. FAO/WHO: 1971 Evaluation of some Pesticides in Food.
21. 일본후생성: 1978.1.
22. 환경청고시 제81-5호(1981.3.16)
23. Pflanzen schutzgesetz der Bundesrepublik Deutschland: 1978.6.