

## 농약사용과 사망률과의 관계에 대한 코호트연구

연세대학교 의과대학 예방의학교실

오 희 철 · 남 정 모

연세대학교 보건대학원

이 선 희

= Abstract =

### A Cohort study on the relationship between pesticide use and mortality, and cancer mortality

Hee Chul Oh, Chung Mo Nam

*Department of Preventive Medicine and Public Health,  
Yonsei University, College of Medicine*

Sun Hee Lee

*Graduate School of Health Science and Management,  
Yonsei University*

The purpose of this study is to examine the relationship between pesticide use and mortality, and cancer mortality which are recognized as health hazards of pesticides. Data were analyzed from a cohort of 6,066 people aged fifty-five or over and who have been residing in the main island of Kangwha county. Death certificates, computerized citizenship registers searches, and household interview survey lead to get more than ninety-seven percents follow-up rate for the first five year observation period.

Important findings are as follows :

1. Age specific mortality rates of pesticide users are significantly lower than those of pesticides nonusers. The SMR of male is 0.80, and 0.58 for females respectively probably due to healthy worker effects. But, age specific cancer mortality rates are significantly higher than those of pesticide nonusers (SMR=1.59) in males. This finding is not observed in females (SMR=0.85), however.

2. Logistic regression analyses showed that self-reported health status, drinking, and smoking histories in male are significantly associated with total mortality rate. The histories of pesticide use are also calculated to be highly associated with cancer mortality as in univariate analyses in males. In female, self-reported health status, age of first delivery are found to be significantly related to total mortality rate. Only drinking history is calculated to be associated with cancer mortalities in females.

Data from further observation of 'Kangwha cohort' and indepth analyses of these are highly expected.

**Key word :** cohort study, pesticide use, mortality, cancer mortality

## I. 서 론

농약의 인체에 대한 영향은 주로 급성적인 영향을 중심으로 연구가 진행되어 왔으며 만성적인 영향에 대해서는 알려진 바가 적다. 이는 만성적인 영향을 평가하는 것이 오랜 기간과 많은 연구대상을 필요로 하는 등 연구에 어려움이 많기 때문인 것으로 보인다. 그러나 농약의 급성중독이 아주 심한 경우외에는 일시적으로 경미한 증상만 보이다가 소실되는데 반해 만성중독은 인체의 기능장애를 초래하기도 하고 치명적인 암과의 관련성도 보고되고 있기 때문에 결코 그 중요성이 간과될 수 없다 하겠다.

농약이 인체에 미치는 만성피해에 대한 연구를 대별해보면 암, 임신 및 태아에 미치는 영향, 지연성 신경독성 3가지로 나누어 볼 수 있다. 암의 경우 비교적 많은 연구가 이루어진 분야로 연령별 특수 사망률을 고려한 일부 연구들에 의하면 (Blair, 1979 ; Bond, 1983 ; Burmeister, 1982 ; Cantor, 1984 ; Fasal, 1968 ; Milham, 1982) 농약 노출정도와 백혈병, 다발성 골수종, 임파종간 유의한 관계가 있는 것으로 보고되었다. 농약중 특히 암과 관련성이 높은 것으로 알려진 농약은 phenoxy계 제초제인 데위암이나 연부조직육종, 임파종, 대장암과 밀접한 관계가 있는 것으로 알려지고 있으며 (Axelson, 1974) 그외에도 비소계통의 제초제와 폐암과의 관계 (Barthel, 1981 ; Blair, 1983), 유기염소계통의 제초제 (DDT, aldrin, chlordane, heptachlor)와 조혈기관계암 또는 재생불량성 빈혈과의 관계가 유의하다고 보고되었다 (Fasal, 1968). 임신 및 태아에 미치는 영향으로는 Seveso지역의 TCDD에 의한 광범위한 화학오염사고이후 자연유산이나 사산, 선천성 기형이 눈에 띄게 증가하였음을 보고한 바 있으며 (Bruzzi, 1983) dibromochloropropane (DBCP)과 남성불임 (Whorton, 1979)과의 관계, 조산, 사산과 유기염소계 농약과의 관련성 (Procianoy, 1981)이 연구되었다. 그외에도 유기인계제 농약에 의한 지연성 신경독성에 대한 연구들이 최근 들어 활발하게 연구되고 있다.

그러나 이러한 농약의 만성적 피해에 대한 연구들은 자료의 제약때문에 타당한 연구방법에 의한 연구설계보다는 사례분석이나 단면적 연구가 대부분이며 MacMahon (1988) 등에 의한 농약살포자코호트분석 등 소수의 연구만이 종적 관찰을 시도하였을 뿐이다. 우리나라의 경

우엔 주로 농약의 급성중독에 관한 연구들이 대부분이었으며 (김영환, 1975 ; 서석권 등, 1983 ; 임현술, 1982 ; 정종학 등, 1983 ; 차철환 등, 1985) 농약의 만성적 피해에 대한 연구는 전무한 실정이다. 그동안 외국에서 진행되어온 연구들 역시 많은 연구들이 진행되었음에도 불구하고 농약이 인체에 미치는 만성적인 영향을 명확하게 밝혀낸 연구들은 그다지 많지 않다. 따라서 향후 농약의 만성적 피해를 평가해내기 위해서는 기존에 사용된 연구 방법들의 장단점을 분석하고 이를 토대로 무엇보다도 적절한 역학적 연구방법을 선택하는 것이 중요하다 하겠다.

이에 이연구는 역학적 연구방법의 신빙성이 높은 코호트연구를 통하여 농약노출코호트와 농약비노출코호트 간 만성적 피해정도를 알아 보고자 하며 구체적인 연구 목적은 다음과 같다.

첫째, 농약의 인체에 대한 만성적 피해로서 농약살포 수준 및 중독여부에 따른 남녀간 일반사망률과 암사망률을 분석한다.

둘째, 다변량 분석을 통하여 농약살포요인, 농약중독과 일반사망 및 암사망과의 관계를 알아본다.

## II. 연구방법 및 자료

### 1. 연구자료

이 연구에 이용된 자료는 1985년 3월 연세의대 예방 의학교실에서 만들어 놓은 '강화 코호트'자료이다. '강화 코호트'란 1985년 2월 28일 현재 주민등록상 강화도 본도 10개읍면에 적을 둔 사람으로, 가입된 의료보장형태가 지역의료보험 또는 의료보호이면서 연령이 만 55세 이상인 사람중 건강에 관한 면접과 신체검사를 1985년 3월에 실시할 수 있었던 6,364명을 말한다. 강화 코호트 자료는 주로 암과 뇌졸중의 위험요인에 관한 사항을 수집하였으며 현재의 건강상태, 입원력을 포함한 과거병력, 음주와 흡연력, 장기복용약 유무, 신장, 체중, 혈압, 음식, 농약사용력 등에 관한 정보가 포함되어있다. 1985년 2월 현재 '강화코호트'대상자는 남자 3,938명으로 이중 72.1%인 2,838명, 그리고 여자는 5,440명중 64.8인 3,526명에 대한 자료수집을 하였다. 이들의 사망에 관한 정보는 일차로 읍면의 매화장부 등 사망에 관한 기록과, 전산입력 자료를 통한 전출자의 전화, 우편에 의한 확인과 필요한

경우 가정방문에 의한 면접, 이웃들에 의한 확인 등을 통하여 최대한 노력을 하였으며 입원 등 질병력에 관한 사항도 의료보험청구자료를 통해 수집, 정리하였다. 코호트설정후 현재까지 6년이 지났으며 1989년까지 5년동안의 사망과 질병력자료가 수집되었고 추적성공률은 6,224명으로 97.8%였다. '강화코호트'자료에서 성별, 연령별, 농약사용에 관한 사항, 그리고 사망에 관한 정보를 이용하여 남녀 각각 분석에 임하였으며 분석에 실제로 이용된 수는 2,741명, 여자 3,325명이었다(표 1).

## 2. 연구방법

농약사용으로 인한 만성적 건강피해가 있는지를 보기 위해 전체사망률, 그리고 흔히 만성피해의 결과로서 거론되고 있는 암에 의한 사망을 살펴 보았다. 이 연구에서는 농약살포경험이 있는 집단과 농약살포경험이 없는 집단간의 보통사망률과 암으로 인한 사망률을 비교 분석하였으며 이때 남자의 경우 농약살포경험이 있는 집단은 연간 농약살포횟수 정도에 따라 상위 30percentile을 고살포군, 하위 30percentile을 저살포군으로, 나머지는 중살포군으로 나누어 농약살포횟수 정도에 따라 보통사망률과 암으로 인한 사망률에 차이가 있는지를 알아보고자 하였다. 그러나 여성의 경우엔 사망수가 적어 농약살포횟수 정도에 따라 세분하지않고 농약살포경험군과 비경험군으로 비교하였다. 단 이 연구에서 암은 999질병분류 코드중 140~208까지로 정의하였다. 암의 발생과 진단에 관한 사항은 1982년부터 강화 전체군민을 대상으로 실시되고 있는 강화암등록사업체계내의 자료를 이용하였다(Kim, 1989). 관찰시작시점인 1985년 이전에 이미 암의 진단을 받은 6명은 암사망을 등의 계산에서 제외하였다.

사망률은 남녀에 따라 차이가 있을 수 있으므로 남녀를 각각 분리하여 분석하였으며 또한 사망에 가장 크게 영향을 미치는 연령을 교정하기 위하여 각년도에 해당되는 연령을 5세간격으로 나누었다. 사망률은 각년도의 사망자수의 합을 분자로 하였고 전년도 사망자를 제외한 연도별 인구수를 분모로 구분하여 농약살포에 관한 특성이 사망 및 암사망과 어떤 관계를 가지고 있는지 분석하였으며 분석방법은 EGRET통계패키지(SERC, 1985)를 사용하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였다.

## III. 연구결과

### 1. 조사대상자의 특성

농약살포경험자와 비경험자간의 사회인구학적 특성의 차이를 보면(표 2, 표 3) 남녀 모두 비경험군의 평균연령이 5세가량 높았다. 또한 경제적인 상태를 알아 보기 위하여 사용한 의료보험료의 경우 남자에서 비경험군이 경험군보다 통계적으로 유의하게 높았으며 결혼상태는 비경험군에서 사별한 경우가 많았다. 직업을 보면 살포경험군에서 남녀각각 94%, 89%가 농·어업에 종사하고 있었으며 강화군이 도서지역인 관계로 대부분이 농·어업을 병행하고 있었다. 남자인 경우 살포경험군에서 흡연과 음주를 더 많이 하였으며 여성인 경우에도 살포경험군의 음주경험이 더 높았다.

이상에서 농약살포경험군과 비경험군간의 사망률에서 가장 크게 영향을 미칠 것이라고 생각되는 평균연령에서 두군의 차이가 크므로 이후 분석에서는 연령을 5세간격으로 분류하여 분석하였다.

표 1. 1985년 현재 조사대상의 성, 연령분포와 1989년말 현재까지의 총사망수

단위 : 명(%)

연 령	남 자		여 자		합	
	인 구 수	총사망수	인 구 수	총사망수	인 구 수	총사망수
55-59	544( 19.8)	28( 4.5)	734( 22.1)	12( 2.6)	1,278( 21.1)	40( 3.7)
60-64	703( 25.6)	70( 11.3)	802( 24.1)	34( 7.4)	1,505( 24.8)	104( 9.6)
65-69	632( 23.1)	127( 20.5)	621( 18.7)	58( 12.7)	1,253( 20.6)	185( 17.2)
70-74	446( 16.3)	150( 24.1)	468( 14.1)	67( 14.6)	914( 15.1)	217( 20.1)
75-79	255( 9.3)	116( 18.7)	360( 10.8)	93( 20.3)	615( 10.1)	209( 19.4)
80-	161( 5.9)	130( 20.9)	340( 10.2)	194( 42.4)	501( 8.3)	324( 30.0)
계	2,741(100.0)	621(100.0)	3,325(100.0)	458(100.0)	6,066(100.0)	1,079(100.0)

표 2. 조사대상인구의 사회인구학적 특성 (남자)

특 성	농약살포경험유	농약살포경험무	계	세, 원, 명(%)
평균연령	64.9 ± 6.6	69.4 ± 8.0		14.6*
의료보험료	18,047 ± 29,782	23,099 ± 32,505		3.8*
<u>결혼상태</u>				
기 혼	1,603( 90.7)	760( 79.8)	2,363( 86.9)	
사 별	161( 9.1)	189( 19.9)	350( 12.9)	64.1*
별거·이혼	4( 0.2)	3( 0.3)	7( 0.3)	
계	1,768(100.0)	952(100.0)	2,720(100.0)	
<u>교육정도</u>				
국졸이하	1,537( 93.4)	783( 90.9)	2,320( 92.6)	
중·고등학교	98( 6.0)	67( 7.8)	165( 6.6)	16.3*
전문대이상	10( 0.6)	11( 1.3)	21( 0.8)	
계	1,645(100.0)	861(100.0)	2,506(100.0)	
<u>직업</u>				
농·어업	1,670( 94.3)	676( 70.8)	2,346( 86.1)	
상업	27( 1.5)	105( 11.0)	132( 4.8)	229.5*
공무원 회사원	18( 1.1)	41( 4.3)	59( 2.2)	
무직	13( 0.7)	55( 5.8)	68( 2.5)	
기타	43( 2.5)	78( 8.2)	121( 4.5)	
계	1,771(100.0)	955(100.0)	2,726(100.0)	
<u>담배</u>				
피운다	1,295( 73.2)	591( 68.8)	1,946( 71.5)	
피우다 끊었다	130( 7.3)	60( 6.3)	190( 7.0)	13.2*
피우지 않는다	344( 19.4)	242( 25.4)	586( 19.4)	
계	1,769(100.0)	953(100.0)	2,722(100.0)	
<u>술</u>				
마신다	1,177( 66.5)	512( 53.6)	1,689( 62.0)	
마시지 않는다	592( 33.5)	443( 46.4)	1,035( 38.0)	43.4*
계	1,769(100.0)	955(100.0)	2,724(100.0)	

\* : p<0.01

## 2. 농약살포 경험유무에 따른 비교

조사대상집단의 연령별 특수사망률을 볼 때 우리나라 전체사망률보다 조금 높으나 연령이 70세 이상의 고령군에서 조사대상집단의 사망률이 낮았다. 또한 남녀 모두 모든 연령층에서 농약살포경험군들의 사망률이 비경험군보다 낮았으며 남자의 경우 특히 농약살포횟수가 많을수록 낮았다(표 4, 표 5). 비경험군을 표준인구로 하여 연령교정을 한 경우 남녀모두에서 농약살포비경험

군에 비해 농약살포경험군의 표준화사망비가 통계학적으로 유의하게 낮았다.

암으로 인한 성별·연령별 특수사망률에 있어서는(표 6) 암에 의한 사망이 표본수가 적기 때문에 농약살포횟수정도에 따른 구분없이 농약살포경험 유무에 따라 비교하였다. 또한 이 표를 이용하여 농약살포비경험군을 연령교정의 표준인구로 한 표준화사망비를 구하였다. 남자인 경우 암으로 인한 표준화사망비가 1.59로 농약살포경험군이 비경험군보다 사망률이 유의하게 높았으며 여자

표 3. 조사대상인구의 사회인구학적 특성 (여자)

세, 원, 명(%)

특 성	농약살포경험유	농약살포경험무	계	t-값 또는 $\chi^2$ -값
평균연령	62.3 ± 6.4	67.4 ± 8.7		9.6**
의료보험료	18,044 ± 48,154	20,465 ± 35,802		1.1
<u>결혼상태</u>				
기 혼	365( 57.9)	1,222( 46.0)	1,587 (48.3)	
사 별	260( 41.3)	1,419( 53.6)	1,679 (51.1)	20.2**
별거·이혼	5( 0.8)	15( 0.6)	20 ( 0.6)	
계	630(100.0)	2,656(100.0)	3,286(100.0)	
<u>교육정도</u>				
국졸이하	569( 99.1)	2,344( 98.9)	2,913 (98.9)	
중·고등학교	5( 0.9)	23( 1.0)	28 ( 1.0)	0.8
전문대이상	0( 0.0)	3( 0.1)	3 ( 0.1)	
계	574(100.0)	2,370(100.0)	2,944(100.0)	
<u>직 업</u>				
농·어업	562( 89.1)	2,091( 78.4)	2,653 (80.5)	
상 업	14( 2.2)	115( 4.3)	129 ( 3.9)	43.5**
공무원 회사원	2( 0.3)	15( 0.6)	17 ( 0.5)	
무 직	39( 6.2)	393( 14.7)	432 (13.1)	
기 타	14( 2.2)	52( 2.0)	66 ( 2.0)	
계	631(100.0)	2,666(100.0)	3,297(100.0)	
<u>담 배</u>				
피운다	122( 19.3)	630( 23.6)	752 (22.8)	
피우다 끊었다	15( 2.4)	61( 2.3)	76 ( 2.3)	5.4
피우지 않는다	494( 78.3)	1,974( 74.1)	2,468 (74.9)	
계	631(100.0)	2,665(100.0)	3,296(100.0)	
<u>술</u>				
마신다	81( 12.9)	267( 10.0)	348 (10.6)	
마시지 않는다	548( 87.1)	2,398( 90.0)	2,946 (89.4)	4.1*
계	629(100.0)	2,665(100.0)	3,294(100.0)	

\*\* : p<0.01 \* : p<0.05

에서는 0.85로 농약살포경험군의 사망률이 낮았으나 통계학적으로 유의하지는 않았다. 농약살포경험군과 비경험군의 사인분류를 비교해 보면(표 7) 남자인 경우 암으로 인한 사망의 백분율이 농약살포경험군에서 28.4%로서 비경험군의 12.2%보다 높으며, 여자에서도 27.5%로서 비경험군의 10.5%보다 높았다.

### 3. 사망과 암사망에 대한 회귀분석

사망과 암사망에 대해 로지스틱 회귀분석을 한 결과

를 보면 남자의 경우(표 8) 전체사망에서는 연령에 비교한 건강상태가 나쁠수록 사망이 높았으며 흡연과 음주를 하는 군이 하지 않는 군에 비해 유의하게 사망이 높은 것으로 나왔다. 흡연, 음주나 연령비교한 건강상태를 통제된 상태에서 농약살포요인과 사망과의 관계를 살펴 보았을 때 농약살포경험이 있는 경우 오히려 사망이 낮은 것으로 나오고 있는데 이는 앞서 농약살포수준별로 살펴본 표준화사망비에서와 동일한 결과라고 할 수 있다. 반면 암사망의 경우엔 농약살포경험군이 비경험군에 비

표 4. 농약살포수준에 따른 남자의 연령별 특수 사망률(1985~1989)

단위 : 명

연령	농약살포경험 유									농약살포경험 무		
	고살포군 <sup>1)</sup>			중살포군 <sup>2)</sup>			저살포군 <sup>3)</sup>			인년	사망수	사망률*
	인년	사망수	사망률*	인년	사망수	사망률*	인년	사망수	사망률*			
55-59	314	6	19.1	635	16	25.2	245	1	4.1	290	5	17.2
60-64	640	12	18.8	1,126	28	24.9	527	9	17.1	752	21	27.9
65-69	579	17	29.4	1,130	38	33.6	596	21	35.2	954	51	53.5
70-74	287	19	66.2	675	38	56.3	482	32	66.4	905	61	67.4
75-	128	16	125.0	483	42	86.9	431	44	102.1	1,303	144	110.5
표준화사망비**	0.80			0.80			0.82					
(95% 신뢰구간)	(0.65, 0.98)			(0.70, 0.91)			(0.70, 0.96)					
계	1,948	70	35.9	4,049	162	40.0	2,281	107	46.9	4,204	282	67.1

\* : 연령구간별 5년평균 천인년당 사망률 = (5년간 연령구간별 총사망수 / 5년간 연령구간별 관찰 총인년수의 합) × 1,000

1) 고살포군 : 연간 농약살포횟수 11회이상

2) 중살포군 : 연간 농약살포횟수 6~10회이상

3) 저살포군 : 연간 농약살포횟수 1~5회이상

\*\* : 표준화 사망비는 다음과 같은 과정을 통하여 구하여졌다.

기대사망자수 = 각 연령구간별 기대사망자수의 합

연령구간별 기대사망자수 = (비경험군의 사망률 × 경험군의 인구수) / 1,000

표준화사망비 = 사망자수 / 기대사망자수

95% 신뢰구간 (A, B) : Rothman & Boice (1979)

$$A = \text{표준화사망비} \times \left(1 - \frac{1.645}{\sqrt{2 \text{ 실제사망수}}}\right)^2 \quad B = \text{표준화사망비} \times \left(\frac{\text{사망수}+1}{\text{사망수}}\right) \left(1 + \frac{1.645}{\sqrt{2 \text{ 사망수}+1}}\right)^2$$

표 5. 농약살포 경험유무에 따른 여자의 연령별 특수 사망률(1985~1989)

단위 : 명

연령	농약살포경험 유			농약살포경험 무		
	인년	사망수	사망률*	인년	사망수	사망률*
55-59	676	1	1.5	1,421	11	7.7
60-64	1,131	6	5.3	2,721	28	10.3
65-69	756	10	13.2	2,649	47	17.7
70-74	359	8	22.3	2,213	57	25.8
75-	217	8	36.9	3,531	276	78.2
표준화사망비**	0.58					
(95% 신뢰구간)	(0.43, 0.78)					
계	3,139	33	10.5	12,535	419	33.4

\* : 연령구간별 5년평균 천인년당 사망률 = (5년간 연령구간별 총사망수 / 5년간 연령구간별 연도별 관찰 총인년수의 합) × 1,000

\*\* : 표준화 사망비는 표 4와 같은 방법으로 구하였음.

해 유의하게 사망이 높은 것으로 나왔으며 비차비는 1.67이었다. 여자의 경우(표 9) 연령에 비교한 건강상태가 나쁠수록 사망이 높았으며 첫분만연령이 낮을수록 사망이 높았다. 사산, 유산 그리고 음주, 흡연 등 건강에

관련된 요인들을 통제한 후 농약살포경험력은 농약살포 경험군이 비경험군에 비해 유의하게 사망이 낮았다.

## IV. 고 찰

### 1. 연구자료 및 연구방법에 대한 고찰

농약의 만성적 피해에 대한 연구는 다수의 농약노출 인구를 대상으로 오랜기간의 관찰을 통해 농약사용과의 인과관계를 밝혀야 한다는 점에서 어려움이 있다. 이 연구는 강화지역 농촌주민 6,364명을 5년동안 추후관찰한 강화코호트자료를 분석대상으로 하였다. 연구방법으로 사용한 코호트연구는 한가지 위험요인과 관계되는 많은 건강상의 피해 또는 보호효과를 동시에 볼 수 있으며 각 위험요인에 의해 야기되는 건강상의 피해의 크기를 절대적인 지표로 계산해낼 수 있다는 점 그리고 원인-결과 관계의 시간적 선후관계가 분명하다는 고유의 장점이 있으며 이연구에서도 농약에 만성적으로 노출됨으로써 발생하는 위해를 암으로 인한 사망률 그리고 전체사망률 등과 기타의 관계를 통해 살펴볼 수 있었다. 그러

표 6. 농약살포경험 유무에 따른 암 사망률 (1985~1989)

연령	남				여			
	농약살포 유		농약살포 무		농약살포 유		농약살포 무	
	사망자수	사망률*	사망자수	사망률*	사망자수	사망률*	사망자수	사망률*
55-59	8	6.7	.	.	.	.	3	2.1
60-64	14	6.1	5	6.6	1	0.9	10	3.7
65-69	24	10.4	10	10.5	5	6.6	9	3.4
70-74	25	17.3	4	4.4	1	2.8	4	1.8
75-	18	17.3	13	10.0	1	4.6	9	2.5
표준화사망비 (95% 신뢰구간)	1.59 (1.32, 1.90)				0.85 (0.43, 1.55)			
계	89	10.8	32	7.6	8	2.5	35	2.8

\* : 연령구간별 5년평균 천인년당 사망률 = (5년간 연령구간별 총사망수 / 5년간 연령구간별 연도별 관찰 총인년수의 합) × 1,000

표 7. 농약살포경험별 사인 분류

국제질병분류 999

사 인	남		여		합
	농약살포 유(%)	농약살포 무(%)	농약살포 유(%)	농약살포 무(%)	
폐 결 핵	4( 1.0)	3( 0.9)	2( 3.9)	1( 0.2)	10( 0.8)
패 혈 증	1( 0.2)	0( 0.0)	0( 0.0)	0( 0.0)	1( 0.1)
암	113( 28.4)	40( 12.2)	14( 27.5)	54( 10.5)	221(17.2)
당 뇨	3( 0.8)	2( 0.6)	0( 0.0)	2( 0.4)	7( 0.5)
뇌 졸 중	38( 9.5)	26( 7.9)	8( 15.7)	32( 6.3)	104( 8.1)
심폐부전·심장병	3( 0.7)	4( 1.2)	0( 0.0)	7( 1.4)	14( 1.1)
폐염·천식	1( 0.2)	2( 0.6)	0( 0.0)	7( 1.4)	10( 0.8)
위장 및 간질환	7( 1.8)	1( 0.3)	1( 2.0)	4( 0.8)	13( 1.0)
신 부 전	1( 0.2)	9( 2.8)	0( 0.0)	6( 1.2)	16( 1.2)
기 타	19( 4.8)	8( 2.4)	1( 2.0)	4( 0.8)	32( 2.4)
사인미상	209( 52.4)	233( 71.1)	26( 50.9)	391( 77.0)	859( 66.8)
계	399(100.0)	328(100.0)	51(100.0)	508(100.0)	1,286(66.8)

나 제한점으로서 시간, 노력, 경비가 많이 드는 연구라는 것 이외에도 일정한 코호트를 선택하여 그중에서 발생하는 사건을 관찰하는 것에 의존하는 연구라는 점에서 코호트가 일반인구보다는 선택된 집단일 가능성이 있다. 즉 일정한 코호트가 일반인들보다 건강한 사람들로 구성되어 이들의 건강에 나타나는 질병발생, 특히 사망률 등이 일반인보다 오히려 낮은 현상을 보이는 '건강한 노동자 효과(healthy worker effect)'가 나타날 수 있다 (Fox, 1982; Lee, 1969; MRC Environmental Epidemiology

Unit, 1984; Shapiro, 1982). 이연구의 경우 일정기간동안 농약을 사용하며 농업에 종사하는 사람들로 구성된 농약노출코호트가 비노출코호트에 비해 농사와 같은 힘든 노동을 감당할 수 있는 건강한 사람으로 구성되어 사망률들이 비노출코호트에 비해 낮게 나오고 있다. 또한 코호트의 관찰기간이 5년밖에 되지 않아 코호트연구의 장점이 제대로 반영되지 못하였으며 사망이나 암사망에 대한 사례수가 많지 않았던 점도 문제로 지적될 수 있다. 또한 표 7에서 보는 바와 같이 남녀 모두에서 농

표 8. 사망에 대한 회귀분석 결과-남자

변 수	전체 남자 인구			암 사망자		
	회귀계수	(표준오차)	비차비	회귀계수	(표준오차)	비차비
연령	.103	(.685 × 10 <sup>-2</sup> )	1.11**	.243 × 10 <sup>-1</sup>	(.117 × 10 <sup>-1</sup> )	1.03*
연령비교						
건강상태	.589	(.696 × 10 <sup>-1</sup> )	1.80**	.112	(.121 )	1.12
흡연력						
(무=0)	.381	(.127 )	1.46**	.182	(.225 )	1.20
음주력						
(무=0)	.215	(.103 )	1.24*	.492 × 10 <sup>-1</sup>	(.183 )	1.05
농약살포력						
(무=0)	-.283	(.101 )	.75**	.515	(.199 )	1.67**

\*\* : p<0.01 \* : p<0.05

표 9. 사망에 대한 회귀분석 결과-여자

변 수	회귀계수	(표준오차)	비차비
농약살포경험(무=0)	-.325	(.179 )	.72*
연 령	.124	(.682×10 <sup>-2</sup> )	1.13***
연령비교 건강상태	.516	(.802×10 <sup>-1</sup> )	1.68***
출산자녀수	-.206×10 <sup>-1</sup>	(.223×10 <sup>-1</sup> )	.98
첫분만연령	-.819×10 <sup>-1</sup>	(.215×10 <sup>-1</sup> )	.92***
인공유산(무=0)	-.115	(.311 )	.89
사산·유산(무=0)	.151×10 <sup>-2</sup>	(.168 )	1.00
흡연력(무=0)	.492×10 <sup>-1</sup>	(.121 )	1.05
음주력(무=0)	.172	(.179 )	1.19

\*\*\* : p<0.01 \*\* : p<0.05 \* : p<0.1

약살포경험있는 군의 사인미상율이 농약살포경험이 없는 군에 비하여 낮은 것은 후자가 전자에 비해 고연령층이 많은 이유 때문이며 다변량분석에 연령이 포함되어 연령의 차이는 분석단계에서 통제하려는 노력을 하였다. 그 외에도 이연구가 농약의 만성적 피해만을 보기 위해 설계된 연구는 아니기 때문에 여성의 경우 농약노출군의 수가 비노출군의 수보다 월등히 적어 충분한 비교를 할 수 없었으며 특히 암의 종류별 사인분석을 시도할 수 없었다는 점, 일부 자료는 기억에 의존하여 얻어졌기 때문에 신빙성에 문제가 있었다는 점들이 제한점으로 작용할 수 있다.

## 2. 연구결과에 관한 고찰

이연구는 일부 농촌지역주민들을 대상으로 농약사용과 만성적 피해로서 사망이나 암과의 관계를 살펴보고자 하였다. 농약살포수준에 따른 사망률비교에 있어서 남녀 모두 농약살포경험군의 사망률이 비경험군에 비해 낮았으며 남자의 경우 농약살포횟수가 많을수록 낮게 나왔다. 이러한 예상과 상반된 결과는 '건강한 노동자 효과 (healthy worker effect)'에 의해 농약살포가 사망에 미치는 영향보다 건강상태가 더크게 작용하여 이러한 결과를 가져온 것으로 생각되며 이 결과는 기존의 연구결과와 일치한다 (Blair, 1979 ; Kiyohiko, 1979 ; MacMahon, 1988 ; Wang, 1979). 암사망의 경우엔 남자에서 농약살포비경험군을 표준인구로 한 농약살포경험군의 표준화사망비가 1.59로 유의하게 높았으며 이는 MacMahon 등 (1988)이 미국 전체인구를 표준인구로 농약살포자의 암에 대한 표준화 사망비를 구하였을 때 1.1이었던 연구결과보다도 높다 하겠다. 또한 여성의 경우 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않고 있으나 농약살포경험자를 농약살포자로 생각하였으므로 암으로 인한 표준화사망비가 과소평가되었을 것으로 생각되며 암으로 인한 사망자수가 적어 연구결과를 일반화시켜 해석하고자 할 때 주의가 요구된다. 일반사망과 암사망에 대한 다변량분석의 결과는 대체로 단일변량분석에서와 일치된 결과를 보여주고 있는데 일반사망에 비해 건강한 노동자효과가 상대적으로 적을 것으로 보이는 암사망에서 건강에 관한 다른 변수들을 통제할 후 농약살포력 유무가 유의한 관계를 보이는 연



구결과들은 중요한 바를 시사하고 있다. 따라서 이연구의 관찰기간이 5년밖에 되지 않기 때문에 좀더 오랜 관찰기간을 거쳐 많은 사망과 암사망의 사례를 대상으로 분석한다면 보다 정확한 연구가 될 것으로 기대된다.

## V. 결 론

경기도 강화군의 농촌주민 6,066명을 대상으로 5년동안 추후관찰한 코호트연구를 통하여 농약사용과 사망률의 관계를 알아 보고자 분석한 주요결과는 다음과 같다.

1) 농약살포수준에 따른 남녀 연령별 특수 사망률에 있어서는 남녀 모두 농약살포경험군이 농약살포비경험군에 비해 사망률이 낮았고 비경험군을 표준인구로 한 표준화사망비 역시 유의하게 0.80, 0.58로 낮았으며 이러한 결과는 건강한 노동자 효과가 작용하였기 때문으로 판단된다. 반면 암사망률에 있어서는 남자의 경우 1.59로 농약살포경험군의 사망률이 비경험군에 비해 유의하게 높았으며 여자의 경우엔 낮았으나 통계학적으로 유의하지는 않았다.

2) 일반사망과 암사망여부를 종속변수로 한 로지스틱 회귀분석에서는 남자의 경우 연령에 비교한 건강상태가 나쁠수록, 흡연과 음주를 할수록 사망이 높았으며 이러한 건강관련변수를 통제하였을 때 농약살포력은 유의하게 일반사망과는 음의 상관관계, 암사망과는 양의 상관관계가 있는 것으로 나왔다. 여자의 경우 일반사망에 있어서 연령비교한 건강상태가 나쁠수록, 첫분만연령이 낮을수록, 일반사망이 높았으며 이러한 건강관련변수를 통제하였을 때 역시 농약살포력과 일반사망과는 유의한 음의 상관관계가 있었다.

이상의 연구결과들을 정리해볼 때 농약사용과 그리고 암의 관계는 단정적으로 원인-결과라고 제시하기는 힘들나 관련성에 대한 향후 연구의 방향을 제시하는 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. 따라서 이연구는 많은 제약에도 불구하고 우리나라에서는 물론이고 외국에서도 시도하기 힘든 코호트연구방법을 통하여 농약의 만성적 피해를 역학적으로 분석해보고자 했다는 점에서 그 의의가 있으며 이연구를 토대로 이분야에 대한 많은 연구들이 이루어지기를 기대한다.

## 참 고 문 헌

- 박희원. 농약중독. 대한의학협회지 1982; 25(5):401-404
- 연세대학교 원주의과대학 보건과학대학 로타랙트 실태조사팀. 일부 농촌지역의 농약중독에 관한 실태조사. 세원의보, 1989
- 임현술. 일부 농촌지역에서의 농약에 의한 인체의 피해상황에 관한 조사연구. 예방의학회지 1982; 15(1):205-211
- 정종학, 조재연. 경북지방의 농약중독에 대한 역학적 조사. 농촌의학회지 1983; 8(1):28-33
- 정진기, 황의봉. 죽음의 농법, 농약공해의 현장. 신동아. 1981. 10
- 차만영, 차형훈, 염용태. 농약의 사용과정과 중독에 관한 사회학적 고찰. 농촌의학회지 1984; 9(1):18-26
- 차철환. 우리나라에서의 농약사용이 건강 및 환경에 미치는 문제. 보건협회지 1985; 11(1):3-13
- Axelsson O, Sundell L. *Herbicide exposure, mortality and tumor incidence. An epidemiological investigation on Swedish railroad workers. Work Environ Health* 1974; 11:21-28
- Barthel E. *Increased risk of lung cancer in pesticide-exposed male agricultural workers. J Toxicol Environ Health* 1981; 8:1027-1040
- Blair A, Grauman DJ, Lubin JH, Fraumeni JF. *Lung cancer and other causes of death among licensed pesticide applicators. J Natl Cancer Inst* 1983; 71:31-37
- Blair A, Thomas TL. *Leukemia among Nebraska farmers: A death certificate study. Am J Epidemiol* 1979; 110:264-273
- Bruzzi P. *Health impact of the accidental release of TCDD at Seveso. In Accidental Exposure to Dioxins: Human Health aspects. Coulston: Human Health aspects. Coulston F, Pocchiari F. New York, 1983, pp.215-228*
- Burmeister LF, Everett GD, Van Lier SF, Isacson P. *Selective cancer mortality and farm practices in Iowa. Am J Epidemiol* 1983; 118(1):72-77
- Burmeister LF, Van Lier SF, Isacson P. *Leukemia and farm practices in Iowa. Am J Epidemiol* 1982; 115:720-728
- Cantor KP, Blair A. *Farming and mortality from multiple myeloma: A case-control study with the use of death certificates. J Natl Cancer Inst* 1984; 72:251-255
- Cantor KP. *Farming and mortality from non-Hodkin's lymphoma: A case-control study. Int J Cancer* 1982; 29:239-247
- Connell DW, Miller GJ. *Chemistry and ecotoxicology of pollution. John Wiley & Sons, New York, 1984*
- Council on Scientific Affairs: *Cancer risk of pesticides in agricultural workers. JAMA* 1988; 260(19):959-966
- Fox AJ, Goldblatt PO. *Longitudinal study, Socio-demographic*

- Mortality Differentials*. London, Her Majesty's Stationary Office, 1982
- Gardner AL, Iverson RE. *The effects of aerially applied malathion on an urban population*. *Arch Environ Health* 1968; 16 : 823-826
- Goldsmith JR, Potashnik G, Israeli R. *Reproductive outcomes in families of DBCP exposed men*. *Arch Environ Health* 1984; 39 : 85-89
- Hardell L. *Relation of soft-tissue sarcoma, malignant lymphoma and colon cancer to phenoxy acids, chlorophenols and other agents*. *Scand J Work Environ Health* 1981; 7 : 119-130
- Kim IS, Suh I, Oh HC, Kim BS and Lee Y. *Incidence and survival of cancer in Kangwha county*. *Yonsei Medical Journal* 1989; 30 (3) : 256-268
- Lee AM, Fraumeni JF. *Arsenic and respiratory cancer in man: an occupational study*. *J Natl Cancer Inst* 1969; 42 : 1045-1052
- Lee-Feldstein A. *Arsenic and respiratory cancer in humans: follow-up of copper smelter employees in Montana*. *J Natl Cancer Inst* 1983; 70 : 601-610
- Lotti M, Becker CE, Aminoff MJ. *Organophosphate polyneuropathy: pathogenesis and prevention*. *Neurology* 1984; 34 : 658-662
- MacMahon B, Monson RR, Wang HH. *A second follow-up of mortality in a cohort of pesticide applicators*. *J Occup Med* 1988; 30 (5) : 429-432
- Milby TH, Whorton D. *Epidemiological assessment of occupationally related, chemically induced sperm count suppression*. *J Occup Med* 1980; 22 : 77-82
- Milham S. *Herbicides, occupation, and cancer*. *Lancet* 1982; 1 : 1464-1465
- MRC Environmental Epidemiology Unit. *Expected Numbers in Cohort Studies (MRC Scientific Report No. 6)* Southampton, Medical Research Council
- Namba T, Nolte CT, Jackrel J, et al. *Poisoning due to organophosphate insecticide: acute and chronic manifestations*. *Am J Med* 1971; 50 : 475-492
- O'Leary JA, Davies JE, Feldman M. *Spontaneous abortion and pesticide residues in DDT and DDE*. *Am J Obstet Gynecol* 1970; 108 : 1291-1292
- Priester WA, Mason TJ. *Human cancer mortality in relation to poultry population, by county, in 10 southeastern states*. *J Natl Cancer Inst* 1974; 53 : 45-49
- Procianoy RS, Schwartsman S. *Blood pesticide concentration in mothers and their newborn infants*. *Acta Paediatr Scand* 1982; 70 : 925-928
- Ragsdale NN, Menzer RE. *Carcinogenicity and pesticides*. American Chemical Society, 1989
- Rothman KJ, Boice JD. *Epidemiologic Analysis with a Programmable Calculator*. Washington DC, US Government Printing Office, 1979
- Shapiro S, Venet W, Strax P, Venet L, Roeser R. *Ten-to fourteen-year effect of screening on breast cancer mortality*. *J Natl Cancer Inst*. 1982; 69 : 349-355
- Sharp DS, Eskenazi B. *Delayed health hazards of pesticide exposure*. *Ann Rev Public Health* 1986; 7 : 441-471
- Statistics & Epidemiology Research Corporation. *EGRET, Reference Manual*, Washington, 1985
- US Environmental Protection Agency. *Report of assessment of a field investigation of six-year spontaneous abortion rates in three Oregon areas in relation to forest 2, 4, 5-T spray practices (Aalsea 2 Report)*, Washinton DC: US EPA, 1979
- Wang HH, MacMahon B. *Mortality of pesticide applicators*. *J Occup Med* 1979; 21 : 741-744
- Whorton D, Krauss RM, Marshall S. *Infertility in male pesticide workers*. *Lancet* 1977; 2 : 1259-1261
- Whorton D, Milby TH, Krauss RM, Stubbs HA. *Testicular function in DBCP exposed pesticide workers*. *J Occup Med* 1979; 21 : 161-166
- Wiklund K, et al. *Risk of cancer in pesticide applicators in Swedish agriculture*. *Br J Indust Med* 1989; 46 : 809-814