

설문조사에 근거한 캠프 캐럴 인근 주민의 건강수준

민영선 · 임현술[†] · 이관 · 박선애* · 이덕희** · 주영수*** · 양원호**** · 김근배***** · 유승도*****

동국의대 예방의학교실, *경북과학대학 간호학과, **경북의대 예방의학교실,
한림의대 성심병원 직업환경의학과, *대구가톨릭대 산업보건학과,
*****국립환경과학원 환경보건연구과

Health Status Based on Questionnaire Survey Among Residents Around Camp Carroll, Gyeongsangbuk-do, Korea

Young-Sun Min, Hyun-Sul Lim[†], Kwan Lee, Sun Ae Park*, Duk-Hee Lee**,
Young-Su Ju***, Wonho Yang****, Geun-Bae Kim*****, and Seung Do Yu*****

Department of Preventive Medicine, Dongguk University College of Medicine

**Department of Nursing, Kyongbuk Science College*

***Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Kyungpook National University*

****Department of occupational and environmental medicine Hallym university sacred heart hospital*

*****Department of Occupational Health, Catholic University of Daegu*

******National Institute of Environmental Research, Environmental Health Research Division*

ABSTRACT

Objective: In May 2011, an interview with three United States Forces Korea veterans revealed that chemicals believed to be 'Agent Orange' were buried at Camp Carroll (situated in Waegwan, Chilgok-gun, Gyeongsangbuk-do, Korea) in 1978. Many hazardous chemicals, such as perchloroethylene (PCE), trichloroethylene (TCE), and organochlorines were subsequently found in a joint US-ROK environmental investigation, although dioxins or burial evidence related to 'Agent Orange' have been not uncovered. This study was carried out to investigate the relevance of hazardous chemical exposure and health effects of the residents around Camp Carroll.

Methods: The authors conducted a health questionnaire survey among residents around Camp Carroll regarding Waegwan groundwater ingestion, length of residence in Waegwan, and physician-diagnosed disease history (such as cancer, hypertension, diabetes and etc.). Logistic regression was performed to identify the associations between hazardous chemical exposure and physician-diagnosed diseases.

Results: Among the 5,320 residents, excluding those living outside the Waegwan area, 3,430 subjects age 30 and over were analyzed. Among females, upon correction of age, smoking history and Camp Carroll working history, a higher distribution in the Waegwan groundwater ingestion group was demonstrated for patients with physician-diagnosed cancer and hypertension. The odds ratios have a tendency to increase with increased length of Waegwan groundwater ingestion.

Conclusions: This study may be limited by not adopting a cohort study for the evaluation of factors that may confound environmental exposure. Yet it is meaningful that the correlation between Waegwan groundwater ingestion and chronic diseases were found through regression analysis in female; and further, this outcome may be used as a sampling basis for a secondary epidemiologic study.

Keywords: Agent Orange, environmental exposure, epidemiologic surveillance, questionnaires

[†]**Corresponding author:** Department of Preventive Medicine, Dongguk University College of Medicine, 123 Dongdae-ro, Gyeongju-si, Gyeongbuk-do, 780-714, Korea, Tel: +82-54-770-2401, FAX: +82-54-770-2438, E-mail: wisewine@dongguk.ac.kr
Received: 26 April 2013, Revised: 3 June 2013, Accepted: 7 August 2013

I. 서 론

2011년 5월 19일 퇴역 미군이 'Agent Orange'를 1978년경 경상북도 칠곡군 왜관읍에 위치한 미군 부대 '캠프 캐럴'에 매립했다는 인터뷰 보도 후 환경부, 민간 전문가, 시민단체, 미군 등으로 구성된 한미공동조사단이 구성되어 2011년 6월부터 고엽제 매립의혹 추정지역에 대해 토양, 지하수 등의 환경 시료를 채취하여 분석을 실시하였다. 매립 추정지역에 대한 지중투과레이더, 전기비저항검사, 마그네틱 탐사 등에서 드림통 매물흔적은 발견되지 않았지만, 과거 환경 평가 보고서에서 Perchloroethylene(PCE), Trichloroethylene(TCE), 유기염소계 농약인 Lindane 이 국내 먹는 물 기준을 초과한 것으로 나타났다.¹⁾ 이에 '캠프 캐럴 고엽제 진상규명 민간대책협의회'는 환경조사에 대한 전면 재조사, 다이옥신을 포함한 모든 화학물질의 오염에 대한 조사 및 주민건강 피해에 대한 역학조사를 실시할 것을 요구하였다.

이후 2011년 8월 5일 한미공동조사단의 중간결과 보고서에서 기지내부 지하수 조사 결과 고엽제 주요 오염물질인 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo- ρ -dioxin(2,3,7,8-TCDD, 다이옥신)는 정량한계 미만이었으며, 일부 관측점에서 다이옥신류가 극미량 검출된 것으로 보고하였다. 그 외 유기염소계 농약, TCE, PCE 등도 일부 검출되었으며 기지 외부 토양 및 하천퇴적물 오염조사 결과도 지하수 검사결과와 비슷한 결과를 보였다('12.12.29 최종보고서에서 고엽제 매립은 확인하지 못한 것으로 발표').²⁾

일련의 상황으로 지역주민의 불안 증가에 따라 정부, 민간단체, 학계 등이 유해물질 노출 및 노출로 인한 질병 관련성 파악을 위한 단계적 역학조사 필요성을 인식하였다. 1단계 연구로 노출 추정지역 인근 주민들의 유해요인 노출유무와 관련된 질병 규모를 파악하고, 1단계 결과를 통해 2단계 조사 표본대상자를 선정하여 건강검진 및 생체시료 분석 등을 실시하여 노출 관련성을 알아보고자 하였다. 또한 국가통계자료 분석을 병행하여 비교지역과의 차이점도 살펴보고자 하였다. 이에 2011년 8월 31일 민·관공동조사팀을 구성해 고엽제 매립 추정 지역 인근에 위치한 지역주민을 대상으로 단계적 건강영향 평가 중 1단계 조사로 '설문조사에 근거한 캠프 캐럴 인근 주민의 건강수준'을 실시하였다.

II. 자료 및 방법

1. 연구대상

캠프 캐럴 내 고엽제 매립 추정 지역에 인접한 칠곡군 왜관읍 석전1, 10리, 매원3리, 왜관9, 10, 11, 18리, 아곡리 등 8개리를 조사대상 지역으로 선정하였다. 그리고 2011년 8월 31일 당시 조사대상 지역에 1년 이상 거주한 전 주민 2,519세대, 6,589명을 조사대상자로 선정하였다.

조사지역 내 전체 대상자 2,519세대 6,589명 중 5,466명(82.9%)을 조사 완료하였다. 이중 중복조사자, 사망자, 조사지역 외 거주자 및 이주민, 1년 미만 거주자 등 분석에 포함하기 곤란한 146명을 제외한 총 5,320명(80.7%)을 1차 설문조사 최종 분석대상으로 선정하였다.

2. 연구방법

1) 설문조사

2011년 9월 23일부터 11월 30일까지 조사대상 지역주민을 대상으로 가구설문을 실시하였으며, 세대주 또는 세대주의 배우자를 통해 전 가구를 조사하였다. 부득이한 경우 가구 구성원 중 만 20세 이상의 가구를 통해 조사하였다. 조사원들이 조사대상 가구를 직접 방문하거나 마을회관 같은 특정 지역에 모이게 하여, 조사자가 문항과 보기를 불러주고 응답자가 대답하는 방식으로 진행하였다.

설문문항은 인적사항, 가족구성원, 직업력 등 일반적 사항과 유해요인 노출 평가를 위한 왜관지역 지하수(우물 포함) 섭취력, 거주력, 유해요인 노출에 의한 인체 영향평가를 위한 질병력을 포함하였다. 질병력은 고엽제 관련 질병을 위주로 지하수, 토양, 하천 등의 환경 검사결과에서 검출된 유기염소계 농약, TCE, PCE 등의 유해인자들도 일부 관련성이 있다고 알려진 암, 고혈압, 당뇨병, 파킨슨병, 다발성골수종, 아밀로이드증, 말초신경병증, 피부포피린증, 자식에서의 척추이분증 등 9개 질병과 호흡기 노출을 고려하여 천식을 포함하여 과거 의사 진단력을 조사하였다. 그 외 질병에 대하여는 기타 질병 문항에서 조사하였다.

설문 조사자는 학사 이상 또는 현재 대학교 재학생들로 구성하였으며 설문의 표준화를 위해 설문조사자 전원을 대상으로 설문 교육을 1회 이상 실시하였고, 설문 실시 후 연구진이 완료 설문지를 검토하여 잘못된 부분이나 누락된 부분을 모두 점검하여

재조사하였다. 설문 입력자는 간호학과 재학생들로 구성하였으며, 설문입력 교육을 1회 이상 실시하였고, 입력 후 연구진이 입력 오류를 점검하였다.

이 연구는 동국대학교경주병원 임상시험위원회 심의를 통과하였고(과제번호 경임 12-6, 심의일 2012년 2월 6일), 연구 참여자로부터 사전동의를 받아 시행하였다.

2) 1차 설문조사 신뢰도 평가

1차 설문조사에서 암 의사 진단력의 신뢰도를 확인하기 위하여 만 30세 이상 1차 및 2차 설문조사 및 건강검진을 모두 실시한 844명을 대상으로 암 설문응답의 과소과대평가를 확인하였다. 2차 설문조사 및 건강검진에서 검진 의사가 직접 암 진단병원, 치료방법 등을 확인하였기 때문에 2차 설문조사 및 건강검진 결과를 황금기준으로 하여, 1차 설문조사 암 의사 진단력의 과대 또는 과소 측정 여부를 확인하였다.

3) 노출평가

고엽제 매립 추정시기로부터 30년이 지난 시점에 조사를 시작하여 연도별 소화기 노출, 호흡기 노출 등 정확한 노출 분석이 불가능하여, 노출평가는 왜관 지하수 섭취기간과 왜관 거주기간으로 평가하였다. 왜관 지하수 섭취 및 왜관 거주기간에는 하루 섭취량, 섭취 빈도, 하루 왜관 거주시간 등은 고려하지 않았다.

4) 통계분석

1차 설문조사 분석의 모든 통계검정은 SPSS 18.0 for Windows(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였다. 연령(30-49세, 50-69세, 70세 이상)의 세 개의 분류로 나누어 사용하였음, 캠프 캐럴 근무 유무, 흡연, 왜관 지하수 섭취기간, 왜관 거주기간은 변수 사이의 상호작용 및 다중공선성을 확인하여 모두 범주화 처리하였다. 질병과의 관련성은 로짓 회귀분석을 사용하여 유의수준 α 가 0.05 미만일 경우($p < 0.05$) 유의하다고 판단하였다.

III. 연구결과

1. 일반적 특성

1차 설문조사 최종 분석대상은 총 5,320명 중 성별로는 남자가 2,606명(49.0%), 여자가 2,714명

Table 1. Distribution of subjects according to gender and age

Age (yrs)	Male (%)	Female (%)	Total (%)
~9	384 (14.7)	338 (12.5)	722 (13.6)
10~19	317 (12.2)	307 (11.3)	624 (11.7)
20~29	266 (10.2)	273 (10.1)	539 (10.1)
30~39	507 (19.5)	510 (18.8)	1,017 (19.1)
40~49	443 (17.0)	413 (15.2)	856 (16.1)
50~59	298 (11.4)	300 (11.1)	598 (11.2)
60~69	163 (6.3)	223 (8.2)	386 (7.3)
70~79	165 (6.3)	278 (10.2)	443 (8.3)
80 and over	63 (2.4)	72 (2.7)	135 (2.5)
Total	2,606 (49.0)	2,714 (51.0)	5,320 (100.0)

(51.0%)이었고, 연령별로는 30대가 1,017명(19.1%), 40대가 856명(16.1%), 9세 이하가 722명(13.6%) 등의 순이었다(Table 1).

설문조사 당시 현재 가정에서 사용하는 음용수에 대한 문항에서 지하수(우물 포함) 사용자는 113명(2.1%), 상수도 4,851명(91.2%), 지하수와 상수도 모두 사용자는 199명(3.7%), 기타(생수, 정수기 등) 146명(2.7%), 모름 또는 미상 11명(0.2%)이었다.

왜관 내 지하수 섭취기간별 분류에서 왜관 지하수 1년 미만 섭취군은 3명으로(각각 2개월, 4개월, 5개월 섭취) 한 번도 섭취한 적이 없다고 응답한 사람들과 같이 비섭취군으로 분류하였다. 비섭취군은 3,230명(60.8%)이었고, 섭취군 중에서는 30년 이상 섭취한 군이 577명(10.8%)으로 가장 많았다. 남자와 여자 모두 전체 분포와 유사하였다. 지하수 섭취 기록이 없는 사람은 7명으로 이들은 왜관 지하수 섭취관련 분석에서는 제외하였다.

왜관 거주기간에 따른 분포는 거주기간 9년 이하가 2,467명(46.4%)으로 제일 많았고, 거주 기간 30년 이상이 1,266명(23.8%) 순이었다. 왜관 거주기간과 왜관 지하수 섭취기간의 Pearson 상관계수는 0.78로 높은 양의 상관관계를 보였다. 왜관 지하수 섭취 유무에 따라 비섭취군에서는 거주기간 9년 이하가 2,147명(66.5%)으로 가장 많았고, 섭취군에서는 거주기간 30년 이상이 1,021명(49.0%)으로 가장 많았다. 흡연 유무에 따른 분포는 현재 흡연자 1,053명(19.8%), 과거 흡연자 318명(6.0%), 비흡연자 3,949명(74.2%)이었다(Table 2).

Table 2. General characteristics of subjects

Variable	Male	Female	Total
Length of ingestion (yrs)			
Non ingestion	1,574 (60.5)	1,656 (61.1)	3,230 (60.8)
1~4	193 (7.4)	182 (6.7)	375 (7.1)
5~9	164 (6.3)	162 (6.0)	326 (6.1)
10~14	149 (5.7)	165 (6.1)	314 (5.9)
15~19	102 (3.9)	103 (3.8)	205 (3.9)
20~24	81 (3.1)	88 (3.2)	169 (3.2)
25~29	62 (2.4)	55 (2.0)	117 (2.2)
30~	278 (10.7)	299 (11.0)	577 (10.8)
Unknown	3 (0.1)	4 (0.1)	7 (0.1)
Length of residence (yrs)			
~9	1,210 (46.4)	1,257 (46.3)	2,467 (46.4)
10~29	770 (29.5)	817 (30.1)	1,587 (29.8)
30~	626 (24.0)	640 (23.6)	1,266 (23.8)
Smoking			
Current smoker	991 (38.1)	61 (2.2)	1,053 (19.8)
Never smoker	1,324 (50.8)	2,625 (96.7)	3,949 (74.2)
Ex-smoker	290 (11.1)	28 (1.0)	318 (6.0)
Total	2,606 (49.0)	2,714 (51.0)	5,320 (100.0)

기타 캠프 캐럴 내 작업 경험자 243명(4.6%)이었고, 이중 남자 215명(남자의 8.3%), 여자 28명(여자의 1.0%)이었다. 베트남전 참전자는 남자 34명(남자의 1.3%)이었다.

2. 질병 의사 진단력 분석 결과

왜관 지하수 섭취 유무 미상 7명 포함한 전체 5,320명 중 설문에서 의사에게 진단받은 적이 있다고 응답한 질병 의사 진단율은 암이 97명(1.8%), 고혈압 490명(9.2%), 당뇨병 231명(4.3%) 등이었다. 왜관 지하수 섭취 유무에 따라 암은 비섭취군에서 25명(0.8%), 섭취군에서 72명(3.5%)이었다. 고혈압은 비섭취군에서 148명(4.6%), 섭취군에서 342명(16.4%)이었다. 당뇨병은 비섭취군에서 83명(2.6%), 섭취군에서 148명(7.1%)이었다. 천식은 비섭취군에서 31명(1.0%), 섭취군에서 69명(3.3%)이었다. 기타 질병들은 모두 1% 미만의 의사 진단율을 보였다(Table 3).

(1) 왜관 지하수 섭취에 따른 질병별 로짓 회귀분석 전체 최종분석 대상자 5,320명 중 왜관 지하수 섭취 여부 확인이 가능한 만 30세 이상 대상자 3,430명에 대하여 각 성별로 암, 고혈압, 당뇨병 등 3가지 만성 질병에 대한 로짓 회귀분석을 실시하였다. ‘모형 1’은 연령(만 30세 이상), 흡연, 캠프 캐럴 근무 경험 유무, 왜관 지하수 섭취를 보정한 모델로 암, 고혈압, 당뇨병 각각의 의사 진단율을 비교하였다. ‘모형 2’는 ‘모형 1’에서 왜관 지하수 섭취 변수 대신에 왜관 거주기간을 투입하여 각 질병별 의사 진단율을 비교하였다.

모형 1에 의한 남자 대상자의 암 분포에서 왜관 지하수 ‘비섭취군’에 비하여 ‘1~9년 이하 섭취군’ 및 ‘10

Table 3. Distribution physician-diagnosed cases according to groundwater ingestion in Waegwan

Disease	Non-ingestion (N=3,230)		Ingestion (N=2,083)		Total (N=5,320)	
	No. of physician-diagnosed cases	(%)	No. of physician-diagnosed cases	(%)	No. of physician-diagnosed cases	(%)
Cancer	25	(0.8)	72*	(3.5)	97	(1.8)
Hypertension	148	(4.6)	342*	(16.4)	490	(9.2)
Diabetes mellitus	83	(2.6)	148*	(7.1)	231	(4.3)
Asthma	31	(1.0)	69*	(3.3)	101	(1.9)
Parkinson’s disease	1	(0.1)	3	(0.1)	4	(0.1)
Peripheral neuropathy	1	(0.1)	5	(0.2)	6	(0.1)
Ischemic heart disease	4	(0.1)	21	(1.0)	25	(0.5)
Amyloidosis	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
Porphyria cutanea tarda	0	(0.0)	13	(0.6)	13	(0.2)
Spina bifida in offspring	1	(0.1)	2	(0.1)	3	(0.1)

*p<0.05 by chi-square test

Table 4. The results of statistical analysis by Model 1

Length of groundwater ingestion in Waegwan (yrs)	Subjects	No. of physician- diagnosed cases	OR (95% C.I.)
Cancer (Male)			
Non-ingestion	876	10 (1.1)	1.00
1~9	204	3 (1.5)	0.97 (0.26~3.65)
10 and over	556	24 (4.3)	1.70 (0.76~3.79)
Cancer (Female*)			
Non-ingestion	956	15 (1.6)	1.00
1~9	217	8 (3.7)	2.08 (0.86~5.01)
10 and over [†]	621	37 (6.0)	2.55 (1.33~4.89)
Hypertention (Male)			
Non-ingestion	876	77 (8.8)	1.00
1~9	204	24 (11.8)	1.07 (0.63~1.80)
10 and over	556	123 (22.1)	1.33 (0.93~1.89)
Hypertention (Female*)			
Non-ingestion	956	67 (7.0)	1.00
1~9 [†]	217	33 (15.2)	1.97 (1.22~3.18)
10 and over [†]	621	161 (25.9)	1.95 (1.39~2.73)
Diabetes Mellitus (Male)			
Non-ingestion	876	45 (5.1)	1.00
1~9	204	16 (7.8)	1.24 (0.67~2.29)
10 and over	556	60 (10.8)	1.09 (0.70~1.70)
Diabetes Mellitus (Female)			
Non-ingestion	956	36 (3.8)	1.00
1~9	217	8 (3.7)	0.78 (0.35~1.73)
10 and over	621	60 (9.7)	1.31 (0.82~2.08)

*p Trend<0.05, †p<0.05

adjusted by age, smoking, working history of Camp Carroll

년 이상 섭취군' 모두 유의한 차이는 없었다. 여자에서는 왜관 지하수 '비섭취군'에 비하여 '1~9년 이하 섭취군'은 유의한 차이가 없었다. '비섭취군'에 비하여 '10년 이상 섭취군'은 교차비 2.55(95% 신뢰구간; 1.334.89)으로 유의하게 높았으며 섭취기간이 증가할수록 유의하게 암환자 분포가 증가하였다($p<0.05$).

모형 1에 의한 남자 대상자의 고혈압 분포에서 왜관 지하수 '비섭취군'에 비하여 '1~9년 이하 섭취군' 및 '10년 이상 섭취군' 모두 유의한 차이는 없었다. 여자에서는 왜관 지하수 '비섭취군'에 비하여 '1~9년 이하 섭취군'은 교차비 1.97(95% 신뢰구간; 1.22~3.18), '비섭취군'에 비하여 '10년 이상 섭취군'은 교차비 1.95(95% 신뢰구간; 1.39~2.73)으로 유의

하게 높았으며 섭취기간이 증가할수록 유의하게 고혈압환자 분포가 증가하였다($p<0.05$).

모형 1에 의한 남자 대상자의 당뇨병 분포에서 왜관 지하수 '비섭취군', '1~9년 이하 섭취군', '10년 이상 섭취군' 모두 유의한 차이는 없었다. 여자에서는 왜관 지하수 '비섭취군', '1~9년 이하 섭취군', '10년 이상 섭취군' 모두 유의한 차이는 없었다 (Table 4).

(2) 왜관 거주기간에 따른 질병별 로짓 회귀분석

모형 2에 따른 각 질병별 분석에서 남자, 여자 모두 암과 고혈압에서 거주력이 길수록 의사 진단율이 높았고, 당뇨병은 유의한 차이가 없었다(Table 5).

Table 5. The results of statistical analysis by Model 2

Length of residence in Waegwan (yrs)	Subjects	No. of physician- diagnosed cases	OR (95% C.I.)
Cancer (Male*)			
~9	615	2 (0.3)	1.00
10~29	403	5 (1.2)	2.98 (0.57~15.59)
30 and over [†]	621	30 (4.8)	7.38 (1.69~32.27)
Cancer (Female*)			
~9	658	11 (1.7)	1.00
10~29	501	12 (2.4)	1.32 (0.57~3.05)
30 and over [†]	637	37 (5.8)	2.19 (1.06~4.56)
Hypertention (Male*)			
~9	615	41 (6.7)	1.00
10~29 [†]	403	51 (12.7)	1.61 (1.02~2.54)
30 and over [†]	621	132 (21.3)	1.64 (1.07~2.49)
Hypertention (Female*)			
~9	658	43 (6.5)	1.00
10~29 [†]	501	59 (11.8)	1.67 (1.08~2.60)
30 and over [†]	637	159 (25.0)	1.75 (1.18~2.60)
Diabetes Mellitus (Male)			
~9	615	23 (3.7)	1.00
10~29	403	30 (7.4)	1.64 (0.93~2.91)
30 and over	621	68 (11.0)	1.51 (0.88~2.59)
Diabetes Mellitus (Female)			
~9	658	18 (2.7)	1.00
10~29	501	23 (4.6)	1.47 (0.78~2.80)
30 and over	637	63 (9.9)	1.75 (0.99~3.10)

*p Trend<0.05, [†]p<0.05
adjusted by age, smoking, working history of Camp Carroll

(3) 1차 설문조사 신뢰도 평가

1차 설문조사와 2차 설문조사 및 건강검진을 모두 시행한 대상자들의 암 의사 진단율을 비교한 결과 1차 설문조사에서의 의사 진단율이 2차 설문조사 및 건강검진보다 낮아서 1차 설문조사의 의사 진단율이 과소평가 가능성이 있었다. 또한 과소평가의 정도도 비섭취군과 섭취군 사이에 차이가 있었다. 왜관 지하수 비섭취군의 경우 2차 설문조사 및 건강검진에서 암이 있다고 한 8명 중 4명이 1차 설문조사에서 암이 없다고 보고하여 1차 설문조사에서 암환자 수가 50.0%정도 과소 추정 가능성이 있었으며, 섭취군의 경우 2차 설문조사 및 건강검진에서 암이 있다고 한 응답자 52명 중 21명이 1차 설문조사에는 암이 없다고 응답하여 1차 설

문조사에서 암환자 수가 40.4%정도 과소 추정 가능성이 있었다(Table 6).

IV. 고 찰

경북 칠곡군 왜관읍 주민건강영향조사는 미군부대 캠프 캐럴 내 고엽제 매립 의혹에 따라 다이옥신에 대한 주민 건강영향 역학조사 요구로 실시되었다. 하지만 매립 의혹 보도 후 실시된 한미공동 환경 조사에서 고엽제 매립 흔적을 확인하지 못하였다. 다만 지하수 등에서 TCE, PCE, 유기염소계 농약 등이 검출됨에 따라 다이옥신 매립은 있었다는 가정하에 여러 유해물질의 복합적 오염에 따른 포괄적인 건강영향 평가를 실시하였다. 건강영향조사는 단계

Table 6. Reliability evaluation between first survey and secondary survey for cancer

Group*		Non-ingestion group			Ingestion group		
1. Male and Female		Cancer on 1st survey		Total	Cancer on 1st survey		Total
		No	Yes		No	Yes	
Cancer on 2nd survey	No	176 (97.8)	0 (0.0)	176 (95.7)	606 (96.7)	2 (6.1)	608 (92.1)
	Yes	4 (2.2)	4 (100.0)	8 (4.3)	21 (3.3)	31 (93.9)	52 (7.9)
Total		180 (97.8)	4 (2.2)	184 (100.0)	627 (95.0)	33 (5.0)	660 (100.0)
2. Male		Cancer on 1st survey		Total	Cancer on 1st survey		Total
		No	Yes		No	Yes	
Cancer on 2nd survey	No	72 (100.0)	0 (0.0)	72 (94.7)	268 (97.5)	1 (6.7)	269 (92.8)
	Yes	0 (0.0)	4 (100.0)	4 (5.3)	7 (2.5)	14 (93.3)	21 (7.2)
Total		72 (94.7)	4 (5.3)	76 (100)	275 (94.8)	15 (5.2)	290 (100.0)
3. Female		Cancer on 1st survey		Total	Cancer on 1st survey		Total
		No	Yes		No	Yes	
Cancer on 2nd survey	No	104 (96.3)	0 (0.0)	104 (96.3)	338 (96)	1 (5.6)	339 (91.6)
	Yes	4 (3.7)	0 (0.0)	4 (3.7)	14 (4.0)	17 (94.4)	31 (8.4)
Total		108 (100.0)	0 (0.0)	108 (100.0)	352 (95.1)	18 (4.9)	370 (100.0)

*according to Waegwan groundwater ingestion

적 평가로 계획되었으며 1단계 연구에서 설문조사를 통해 전체 지역주민의 노출 및 노출관련 건강 영향의 실태 및 노출과의 관련성을 파악하고 2단계 연구 시행에 노출력, 거주지역, 노출원과의 거리 등 대상자 선정에 위한 기초 자료로 활용하고자 하였다.

조사에서 대상자는 6천명이 넘는 대규모 모집단이었다. 표본 조사를 실시하는 것이 더 효과적일 수 있지만 실제 표본을 뽑더라도 참여율이 낮아지면 모집단을 대표할 수 없기 때문에 전수조사를 목표로 하였다. 전체 대상자의 80%가 넘는 대상자를 조사하였는데, 결과에는 제시하지 하지 않았지만 조사하지 못한 20%의 조사 미실시 사유분석에서 미거주, 병원 입원 거주자 등 실제 조사 대상자로 분류하기 힘든 대상자들이 많아 조사할 수 있는 대상자는 대부분 조사한 것으로 판단한다.³⁾

환경오염에 대한 연구는 코호트 연구나 환자-대조군 연구 시행이 영향 평가에 객관적 결과를 도출할 수 있어 다이옥신 관련 환경오염의 대표적인 사례인 이탈리아 세베소 사건, Love canal 사건, Woburn의 TCE 오염 등에서도 지속적인 코호트 환경역학 연구 또는 환자-대조군 연구를 통하여 여러 건강영향을 관찰하였다.^{4,6)} 그러나 이번 사건과 같이 정확한 인체 노출 유무와 노출 수준, 관련 질병 수준이 어떠

한지 모르는 상황에는 단면연구를 시행하여 그 수준을 파악하고 이를 토대로 이후에 객관적 결과를 도출할 수 있는 연구 적용이 필요하다고 판단하였다.

환경역학조사에서 중시되는 것이 노출 평가인데,^{7,11)} 이 연구에서 가장 우선적으로 해야 할 평가는 유해물질 노출 기간을 어떤 도구로 측정하는 것이었다. 노출평가는 군사기록을 통한 고엽제 사용 확인, 개인별 노출지표 산정, 다이옥신 동류물의 체내 농도 측정 등의 여러 방법이 있으나 어느 것도 확실한 방법이 되지는 못한다고 하였다.¹⁾ 고엽제는 불용성이지만 유기물이 있는 수계에서는 탈착되어 이동할 수 있는 것으로 보고되고 있어,¹²⁾ 이 사건의 경우 고엽제 매립에 의한 누출이 지하수의 노출경로를 따라 소화기 노출이 존재할 가능성이 있었기에 지하수 섭취력을 노출평가에 사용하였다. 또한 캠프 캐럴 인근에 거주한 것 자체만으로도 호흡기나 소화기 등을 통한 노출이 가능하다고 판단하였다. 그러나 이번 사건과 같이 여러 환경요인들이 동시에 노출되었고 시간이 오래 경과한 경우 자료 확보 문제로 노출인자 평가에 여러 가지 제한점이 있을 수 있다. 또한 노출-반응 관련성을 파악하기 위해서는 노출 수준의 분포를 다양하게 확보하는 것도 필요한데,^{7,11)} 이 연구는 최초노출 추정시점이 30여 년이 지나 직접적

인 노출 평가는 할 수 없었다. 이를 평가하기 위해서는 설문을 통해 왜관 지하수 섭취력과 왜관 거주력이라는 노출 대리지표를 조사할 수밖에 없었다. 이러한 대리지표는 정보 바이어스의 노출에 대한 분류 오류가 발생할 수 있고, 2단계 연구에서는 이를 보완하기 위해 생체시료를 측정하였지만 1단계 연구에서는 설문을 통한 조사여서 노출평가에 한계가 있다. 또한 다이옥신의 경우 식이에 의한 체내 누적도 평가해야 하지만 과거의 식이까지 정확하게 파악할 수 없어 1차 설문조사에서는 제외하였다.

다음으로 평가해야 할 사항은 질병의 발생 또는 유병수준이다. 이에 대한 건강영향 평가는 상기 언급한 여러 유해물질들이 일으킬 수 있는 대표적인 만성질환인 암, 고혈압, 당뇨병 등에 대하여 조사하였다. 그러나 이러한 질병은 환경요인 뿐 아니라 개인적 생활습관, 유전적 감수성(susceptibility) 및 동시에 노출된 다른 환경요인들에 의해서도 영향을 받으므로, 생활 습관 등을 보정하기 위하여 이 조사에서는 흡연, 베트남 참전, 캠프캐럴 부대 근무력 등을 조사하였다. 베트남 참전의 경우 그 수가 매우 적어 실제 보정에는 적용하지 못하였다. 또한, 유해요인에 의해 암 등의 질병이 발생하였다더라도 사망한 사람들은 조사하지 못해 왜관 지하수 섭취군 만성질환 발생자수의 과소추정 가능성이 있다.

조사 방식에 있어 가구설문을 적용하였는데, 이는 다른 가족들의 정보를 확보하는 측면에서 개별면접 설문보다는 정보 바이어스 등으로 정확도가 떨어지지만 6천명이 넘는 대상자를 단시간에 저비용으로 조사하기 위한 최선의 방식이었다. 가족의 노출력이나 질병력을 비교적 정확하게 파악할 수 있는 만 20세 이상의 성인만을 조사하여 가구설문의 제한점을 보완하고자 하였다.

1차 설문조사 분석결과 만 30세 이상에서 왜관 지하수 섭취기간이 길수록 높은 의사 진단율을 보인 질병은 남자에서는 없었고, 여자에서는 암, 고혈압이었다. 만 30세 이상에서 왜관 거주기간이 길수록 높은 의사 진단율을 보인 질병은 남자, 여자 모두 암, 고혈압이었다. 이렇게 왜관 지하수 섭취군이나 거주력이 긴 대상자에서 만성질환의 의사 진단율이 높았는데 이에 대하여는 여러 가지 가능성이 있다.

첫째, 실제 왜관 지하수 섭취에 의하여 발생이 높을 가능성이 있다. 실제 다이옥신류, 유기염소계 농약

류, TCE, PCE 등 유해화학물질들이 왜관 지하수 환경검사에서 검출되었고, 이러한 물질들은 암 등의 만성질환 발생 위험요인들이다. 다이옥신은 International Agency for Research on Cancer(IARC)에서 Group 1 발암물질로 분류하고 있으며 암은 모든 암이 관련성이 있는 것으로 알려져 있다.¹³⁾ TCE, PCE는 IARC Group 2A로 백혈병, 담도암, 간암, 식도암이 관련 있을 것으로 추정하고 있다.¹⁴⁻¹⁷⁾ 유기염소계 농약류는 세부 종류별로 IARC 2B, 3 또는 미분류 등 다양하며 관련 있는 암으로는 간암, 유방암이 있다.^{18,19)} 다만 유기염소계 농약류, TCE, PCE의 경우 고혈압, 당뇨병과의 관련성은 연구마다 결과가 다양하며 그 관련성을 명확하게 확정짓지는 못하였다.¹⁴⁻¹⁹⁾

둘째, 1차 설문조사에서 왜관 지하수 비섭취군의 질병 의사 진단율이 과소평가되었을 가능성이 있다. 앞서 가구설문조사가 개인면접설문조사보다 정확성이 떨어질 수 있다고 언급하였는데, 이를 평가하기 위해 2차 설문조사 및 건강검진에서 질병에 대하여 재차 질문하여 1차 설문조사의 신뢰도를 점검하였다. 2차 설문조사 및 건강검진을 황금기준으로 가정하였을 때 성별로 차이는 있었으나 전체적으로 비섭취군의 질병 의사 진단율이 섭취군보다 대부분의 질병에서 과소평가 경향성을 보였다. 즉 정보 바이어스 측면에서 1차 설문조사에서 비섭취군이 과소추정으로 섭취군의 위험도가 과대평가되었을 가능성이 있었다. 그러나 2차 설문조사 및 건강검진에 참여한 대상자(1차 설문조사 완료자의 약 20%)만 확인한 것이기 때문에 1차 설문조사 완료자 5,320명 전체를 추정하기에는 제한점이 있다.

셋째, 만성 질병이 있는 왜관 지하수 섭취군이 질병이 없거나 왜관 지하수 섭취력이 없는 집단보다 연구에 더 많이 참여하였을 가능성이 있다. 2011년 8월 기준으로 조사대상자 80%를 넘게 조사하여 그 가능성은 떨어지지만 나머지 20% 정도 대상자가 노출력과 관련된 어떤 특성 파악이 안 되었기 때문에 그 가능성을 배제할 수 없다.

넷째, 건강한 사람들이 조사대상지역으로 주로 이주해 왔을 가능성이 있다. 왜관 거주기간 9년 이하 대상자 분포를 살펴보면 왜관 지하수 비섭취군에서는 66.5%를 차지하고 있고, 섭취군에서는 15.4%를 차지하고 있다. 즉, 비섭취군의 대부분은 왜관 조사대상지역의 거주기간이 짧은 외부에서 이주해온 사

람들이다. 타지에서 이사를 올 경우 압과 같은 중환이 있을 경우 이주해 오기가 어려울 것으로 판단한다.

다섯째, 차별적 오분류의 가능성이 있다. 이 조사에서 노출력을 가늠하는 지표는 왜관 지하수 섭취 유무인데, 지역주민에서도 지하수의 유해요인 검출 사실이 잘 알려져 있기 때문에 지하수 섭취가 있는 사람은 본인 또는 가족의 과거 의사 진단력을 더 잘 기억했을 가능성이 있다.

여섯째, 노출과 질병의 선후관계를 알지 못하는 단면연구의 한계이다.²⁰⁾ 연구 설계 및 시작이 고엽제 매립 추정 시점인 1978년부터 이루어 졌다면 왜관 지하수 섭취기간이나 다른 노출경로에 대한 측정으로 관찰기간을 산출하고 질병 발생 유무를 비교하여 선후관계가 명확한 평가가 이뤄졌을 것이나, 매립 추정 시점으로부터 30여 년이 지나 조사를 시작하여 이러한 면을 평가하지 못한 한계가 있다.

이 연구에서 조사된 왜관 지하수 섭취력, 가구원 및 주소지, 노출원과의 거리 등을 통해 2단계 조사인 캠프 캐럴 인근 선별 주민에 대한 건강검진과 생체시료 조사 대상자 선정에 활용하였고, 건강검진결과 및 생체시료 측정결과와 노출력과의 상관관계를 파악하는데 기초자료로 사용하였다. 또한 2단계 선별 주민 설문조사와의 비교를 통하여 설문조사의 과소 또는 과다 측정될 수 있는 가능성도 파악할 수 있었다.

V. 결 론

2011년 5월 19일 퇴역 미군의 베트남 지역에서 사용한 'Agent Orange' 표시가 부착된 드럼통을 1978년경 캠프 캐럴에 매립했다는 인터뷰 보도 이후 지역주민의 불안 증가에 따라 유해물질 노출 및 노출로 인한 질병 관련성 파악을 위한 1단계 주민 역학 조사를 실시하였으며 그 결론은 다음과 같다.

전체 주민 대상 설문조사에서 여자 왜관 지하수 섭취군이 비섭취군보다 암, 고혈압 등 만성질환 의사 진단율이 높아 지하수 섭취에 의한 만성 질환 발생 증가 가능성이 있었다. 왜관 거주력이 긴 남자 및 여자에서 암, 고혈압의 의사 진단율이 높아 거주기간에 의한 만성 질환 발생 증가 가능성이 있었다. 그러나 왜관 지하수 비섭취군(비노출군)의 의사 진단율이 과소평가되어 교차비가 과대평가되었을 가능

성, 차별적 오분류, 단면연구 등 여러 가지 해석 및 제한점이 있으므로 결과 해석에 유의하여야 할 것이다. 이 연구는 고엽제 매립 의혹 및 환경조사에서 검출된 TCE, PCE, 유기염소계 농약 등 복합적 유해요인 노출에 따른 지역주민의 건강영향 관련성을 검토하였고, 왜관 지하수 섭취력, 가구원 및 주소지, 노출원과의 거리 등을 토대로 노출과 생체시료 관련성 등을 평가하기 위한 '캠프 캐럴 인근 선별 주민에 대한 건강검진' 대상자 선정의 기초자료를 마련하였다는데 의의가 있다.

감사의 글

이 연구는 환경부 국립환경과학원으로부터 지원받은 "경북 왜관지역 주민건강영향조사"의 연구결과 일부입니다.

참고문헌

1. Yang W, Hong G, Kim GB. Review of public health aspects of exposure to agent orange. *J Environ Health Sci*. 2012; 38(3): 175-183.
2. National Institute Of Environmental. The final announcement of ROK-US joint investigation result on the alleged burial of agent orange at Camp Carroll. Available: https://sgis.nier.go.kr/newsgis/do?C=BBS&A=60&board_uid=1142&bbsId=reportboard [accessed 29 December 2011]
3. Lim HS, Lee DH, Ju YS. A Study on Health Hazard Evaluation among Residents in Waegwan, Gyeongbuk, Final Report. Incheon: National Institute of Environmental Research; 2011. p. 444.
4. Warner N, Mocarrelli P, Samuels S, Needham L, Brambilla P, Eskenazi B. Dioxin exposure and cancer risk in the Seveso women's health study. *Environ Health Perspect*. 2011; 119(12): 1700-1705.
5. Costas K, Knorr RS, Condon SK. A case-control study of childhood leukemia in Woburn, Massachusetts: the relationship between leukemia incidence and exposure to public drinking water. *Sci Total Environ*. 2002; 300(1-3): 23-35.
6. Gensburg LJ, Pantea C, Kielb C, Fitzgerald E, Stark A, Kim N. Cancer incidence among former Love Canal residents. *Environ Health Perspect*. 2009; 117(8): 1265-1271.
7. O'Neill MS, McMichael AJ, Schwartz J, Wartenberg D. Poverty, environment, and health: the role

- of environmental epidemiology and environmental epidemiologists. *Epidemiology*. 2007; 18(6): 664-668.
8. Baker D, Nieuwenhuijsen MJ. *Environmental Epidemiology: Study Methods and Application*, 1st ed. New York: Oxford University Press; 2008. p.41-72
 9. Hertz-Picciotto. *Environmental Epidemiology*. In: Rothman KJ, Greenland S, Lash TL, editors. *Modern Epidemiology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008. p.598-619.
 10. Pekkanen J, Pearce N. *Environmental epidemiology: challenges and opportunities*. *Environ Health Perspect*. 2001; 109(1): 1-5.
 11. Soskoline CL, Butler CD, Ijsselmuiden C, London L, von Schirnding Y. *Toward a global agenda for research in environmental epidemiology*. *Epidemiology*. 2007; 18(1): 162-166.
 12. Joan ED. *Public Health Goal for TCDD (Dioxin) in Drinking Water*. California: Governor of the State of California Arnold Schwarzenegger; 2010. p.1-10
 13. Akhtar FZ, Garabrant DH, Ketchum NS, Michalek JE. Cancer in US Air Force veterans of the Vietnam War. *J Occup Environ Med*. 2004; 46(2): 123-36.
 14. Anders IS, Gunnar AJ. Cancer morbidity in Swedish dry-cleaners and laundry workers: historically prospective cohort study. *Int Arch Occup Environ Health*. 2011; 84(4): 435-443.
 15. Cheryl SS, Jennifer J. Trichloroethylene and cancer: systematic and quantitative review of epidemiologic evidence for identifying hazards. *Int J Environ Res Public Health*. 2011; 8(11): 4238-4271.
 16. Purdue MP, Bakke B, Stewart P. A case-control study of occupational exposure to trichloroethylene and non-hodgkin lymphoma. *Environ Health Perspect*. 2010; 119(2): 232-238.
 17. Ann A, Janice MW, Patricia AJ, Megan ER, Lisa GG, Michael RW, et al. Affinity for risky behaviors following prenatal and early childhood exposure to tetrachloroethylene (PCE)-contaminated drinking water: a retrospective cohort study. *Environ Health*. 2011; 10(2): 102-115.
 18. Arrebola JP, Cuellar M, Claire E, Quevedo M, Antelo SR, Mutch E, et al. Concentrations of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in human serum and adipose tissue from Bolivia. *Environ Res*. 2012; 112: 40-47.
 19. Boada LD, Zumbado M, Henríquez-Hernández LA, Almeida-González M, Alvarez-León EE, Serra-Majem L, et al. Complex organochlorine pesticide mixtures as determinant factor for breast cancer risk: a population-based case-control study in the Canary Islands (Spain). *Environ Health*. 2012; 11: 28-36.
 20. Gordis L. *Epidemiology*, 4th ed. Philadelphia: Saunders; 2008. p.167-200.