

## 안심연료단지 주변지역 주민의 호흡기계질환에 대한 설문조사 및 건강검진 결과 분석

이관·임현술\*·김민기·민영선·이영현<sup>1</sup>·김성우<sup>2</sup>·  
최혜숙<sup>1</sup>·안연순·사공준<sup>3</sup>·유승도<sup>4</sup>·김근배<sup>4</sup>·윤미라<sup>4</sup>

동국대학교 의과대학 예방의학교실, <sup>1</sup>내과학교실, <sup>2</sup>영상의학교실,  
<sup>3</sup>영남대학교 의과대학 예방의학교실, <sup>4</sup>국립환경과학원

## A Study on the Results of Questionnaire Survey and Health Examination for Respiratory Disease among Residents in Briquette Fuel Complex in Ansim, Daegu

Kwan Lee · Hyun-Sul Lim\* · Min-Gi Kim · Young-Sun Min · Young-Hyun Lee<sup>1</sup> · Sung-Woo Kim<sup>2</sup> ·  
Hye-Sook Choi<sup>1</sup> · Yeon-Soon Ahn · Joon Sakong<sup>3</sup> · Seung-do Yu<sup>4</sup> · Geun-Bae Kim<sup>4</sup> · Mi-Ra Yoon<sup>4</sup>

*Department of Preventive Medicine, <sup>1</sup>Department of Internal Medicine,*

*<sup>2</sup>Department of Radiology, Dongguk University College of Medicine*

*<sup>3</sup>Department of Preventive Medicine, Youngnam University College of Medicine*

*<sup>4</sup>National Institute of Environmental Research*

### ABSTRACT

**Objectives:** This study was conducted to better understand the relationship between health effects and exposure to dusts from a briquette fuel complex in Ansim, Daegu, Korea.

**Methods:** The subjects of this study consisted of 2,980 persons over 40 years old who had lived 20 years or more around a briquette fuel complex in Daegu. We conducted a questionnaire survey, and chest radiography was performed. In addition, chest computed tomography(CT) (335 cases) and pulmonary function test(PFT) (658 cases) were done. Pneumoconiosis was diagnosed if one of three radiologists determined(or suspected) pneumoconiosis. We also conducted in-depth interviews for pneumoconiosis cases. We defined the exposed group as subjects residing within a 500 meter radius from the walls of the briquette fuel complex, and the others were defined as the control group.

**Results:** Subjects in the exposed and control groups are respectively 715(24%) and 2,265 cases(76%). Major respiratory symptoms in the exposed group such as sputum, dyspnea, chest tightness and wheezing were significantly higher than in the control group. By chest radiography, 173 cases of pneumoconiosis or suspicious pneumoconiosis were detected. By PFT, 62 cases(29.5%) of chronic obstructive pulmonary disease(COPD) among 210 asymptomatic subjects were detected. Finally, by chest CT we concluded 28 cases to be pneumoconiosis, and eight cases among them proved to be pneumoconiosis by environmental exposure.

**Conclusions:** Through this study, we concluded that health outcomes such as respiratory symptoms, pneumoconiosis, and COPD were caused by continuous exposure to dusts from the briquette fuel complex. Policies to reduce environmental exposure are needed, and cases of environmental disease should be intensively followed up by the government.

**Key words:** Briquette factory, pneumoconiosis, questionnaire, respiratory symptoms

\*Corresponding author: Hyun-Sul Lim, Tel: 054-770-2401, E-mail: wisewine@dongguk.ac.kr

Department of Preventive Medicine, Dongguk University College of Medicine, 123 Dongdae-ro, Gyeongju-si, Gyeongbuk-do, 38066

Received: August 31, 2015, Revised: September 17, 2015, Accepted: September 22, 2015

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial

License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## I. 서 론

대구광역시 동구 안심지역 연료단지는 1971년부터 대구시 및 인근지역의 연탄공장이 이주하여 연료단지를 형성하였다. 연료단지로 인한 지속적인 비산먼지가 발생하여 인근 주민의 민원제기와 대구광역시, 동구청, 비산먼지대책위원회와 해당지역 산업체 간의 갈등이 지속되었다. 2012년 9월 대구 안심지역 비산먼지 대책위원회가 건강영향조사 청원을 제출하였고, 환경부와 지자체는 주민건강영향조사 청원 수용을 결정하여 안심 지역 주민에 대하여 역학조사를 실시하였다.

연탄공장의 경우 우리나라에서 대부분 철로와 인접한 대도시 주거지역 내에 위치하여 저탄장이 노천에 설치되어 있으므로, 바람에 의한 분진의 확산이 손쉽게 이루어질 수 있다. 건강한 성인뿐만 아니라 공해에 취약한 노약자 및 폐질환이 있는 주민에게 불가피하게 노출된다면 탄분진 오염에 의한 연탄공장 주변의 호흡기계질환의 발생은 충분히 예견될 수 있는 상황이다. 국내에서 연탄공장 주변 분진 피해와 관련하여 1989년 서울 상봉동 소재 OO연탄공장 인근 주민인 박OO씨가 법원이 인정한 최초의 공해병으로 알려져 있다(Jang et al., 1987). 이후 이 지역 주민을 대상으로 한 조사에서 진폐증(의사환자 포함) 및 환경성 진폐증 6명을 추가로 발견한 바 있다

(Cheong et al., 1988). 또한 시멘트와 관련하여 시멘트분진에 폭로된 지역주민에서의 천식 발생(Cheong et al., 1992)과 시멘트공장 주변지역에서 직업력과 관련이 없는 3명의 진폐증이 발견되기도 하였다(Leem et al., 2010).

대기환경의 경우 최근 안심연료단지 주변 지역의 미세먼지 연평균 및 동절기 측정농도가 기준치를 초과하고 있고 다른 지역에 비하여 높은 수준을 보이고 있다(NIER, 2013). 현재 연탄 생산량은 90년대의 1/4 수준, 공장 수는 6개에서 3개로 감소하였다(Daegu Metropolitan City, 2013). 연탄 생산량의 변화 추이 및 작업장 관리형태 등을 고려할 때 과거 이 지역의 대기오염과 주민 노출수준은 현재보다 훨씬 심각하였을 것으로 추정된다.

이 연구는 환경오염 노출 실태와 건강영향 간의 관련성을 파악하는 일련의 과정 중에 설문조사 및 건강검진을 통하여 지역 주민의 호흡기계질환을 파악하고자 시행하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상자

2012년 현재 대구광역시 동구 안심 1~4동에 20년 이상 거주하고 있는 40세 이상 주민은 8,057명으로 이 중 안심연료단지 구역 1.0 km 이내 해당 통에 거

Table 1. The distribution of subjects by general characteristics

Factors		Exposed group		Control group		P-value
		No. of cases	%	No. of cases	%	
Sex	Male	296	41.4	955	42.2	0.718*
	Female	419	58.6	1,310	57.8	
Age(yrs)	40-49	29	4.1	135	6.0	0.069†
	50-59	127	17.8	451	19.9	
	60-69	258	36.1	750	33.1	
	≥70	301	42.1	929	41.0	
Residence period (yrs)	20-29	267	37.3	930	41.1	0.009†
	30-39	381	53.3	1,187	52.4	
	≥40	67	9.4	145	6.4	
Smoking history	None	458	64.1	1,391	61.4	0.204*
	Yes	257	35.9	874	38.6	
Occupational history	None	643	89.9	2,088	92.2	0.057*
	Yes	72	10.1	177	7.8	
Total		715	100.0	2,265	100.0	

\* by Chi-square test

† by Chi-square for trend

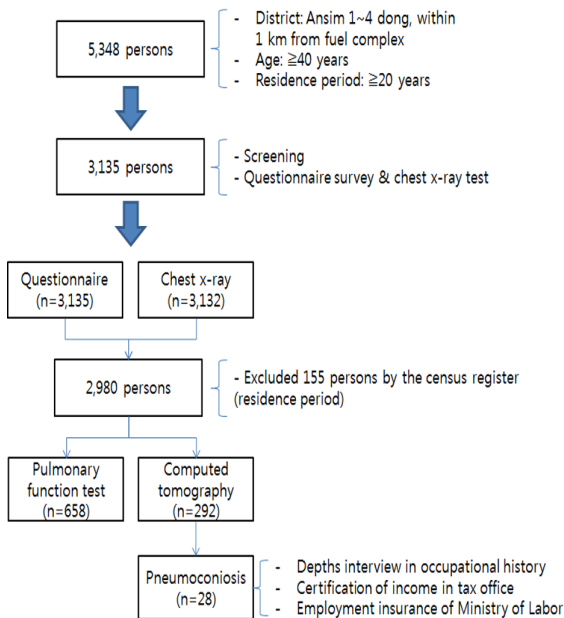


Figure 1. Flow chart of this study

주하는 5,348명을 대상으로 하였다. 연료단지 외벽을 기준으로 1.0 km 거리까지 조사지역으로 포함하였고, 경계에 걸치는 통도 해당 통 전체 주민을 대상으로 선정하였다.

노출군과 대조군의 범위 설정은 기존 연구 결과(Cheong & Lim, 1992; Bowker et al., 2007; Chalvatzaki et al., 2012)와 성별, 연령별, 흡연력, 직업력 등 환경노출 이외의 요인 차이가 없는 연료단지로부터 500 m 미만을 노출군, 500 m 이상을 대조군으로 정의하였다(Table 1). 1차 검사에서 총 3,135명이 참가하였고, 이중 거주 기간을 재조사하여 20년 이상 거주한 2,980명을 최종 연구 대상으로 하였다(Figure 1). 이 연구는 임상시험심의위원회의 승인(경임 13-26)을 받았으며, 모든 연구 대상자는 사전 동의 후 연구에 참여하였다.

## 2. 설문조사

설문지는 인구·사회경제적 특성, 노출특성, 질병력, 증상, 생활습관, 환경보건에 대한 인식 등의 항목으로 구성하였으며, 특히 호흡기계질환(급, 만성)을 파악하는 것에 초점을 맞추었다. 또한 설문항목을 타 조사와 비교성이 높도록 구성하기 위하여 기존 개발된 환경보건 통합설문지를 이용, 면접조사 방법에 맞

게 구성하였다(Kim et al., 2007). 설문조사는 직접 면담식 설문조사로 실시하였으며, 설문조사 요원 50명을 사전에 교육, 조사자에 의한 편견을 최소화 하였다. 설문조사는 대상자의 접근성을 고려하여 2013년 6월 17일부터 28일까지, 순차적으로 3곳의 장소에서 수행하였다. 해당 통별로 장소 및 기간을 정하고, 설문조사 참여를 위해 3주전 대상자에게 홍보물을 우편 발송하였다. 또한 지역 주요지에 주민건강영향조사 홍보 현수막을 게시하였고, 3차례의 해당 통반장 모임을 통하여 홍보하였다. 조사 시 해당 지역 통장을 1일 도우미로 활용하였으며 반상회 및 지역 언론 매체도 활용하였다. 설문조사에서 호흡곤란 호소자 및 기침과 가래를 1년에 3개월 이상, 2년 이상 지속하는 만성기관지염 호소자를 호흡기계 증상 호소자로 정의하였다.

## 3. 흉부방사선 검사

흉부방사선 검사는 대상자 전원에 대해 실시하였고, 이동식 검진차량 2대를 이용하였다. 흉부방사선 검사는 특수건강검진 기준에 부합하는 DR(Digital radiography)로 촬영 후 PACS(Picture archiving and communication system)에 저장하여 판독 전용 모니터를 통해 판독하였다(Wang & Li, 2014). 흉부방사선 검사 결과 판독은 3개의 대학병원급 기관에 소속된 영상의학과 전문의 각 1인이 교차 판독하였다. 이상 소견에 대한 협의를 위해 3개 기관 전문가 회의를 하였고, 폐렴 또는 결핵에 대한 신속한 대처를 위해 검사일 판독을 원칙으로 하였다. 2차 건강검진 대상자를 선정하기 위해 대상 질병 및 검사 항목에 대하여 호흡기내과 전문가와 협의하였고 진폐증의 진단은 ILO의 표준분류(ILO, 2011)에 따라 판독하였다.

1차 흉부방사선 검사 결과 진폐증(의심 포함), 폐결절, 폐종양, 간질성폐렴, 무기폐 등의 335명을 대상으로 흉부컴퓨터단층촬영 검사를 실시하였다. 흉부컴퓨터단층촬영은 A종합병원 건강검진센터에서 16 채널 컴퓨터단층촬영 장치(MX 16 EVO, Siemens Medical Systems, Erlangen, Germany)를 사용하였다.

## 4. 폐기능 검사

1차 설문조사에서 환경성 호흡기계질환이 의심되는 경우 폐기능 검사를 실시하였다.

폐기능 검사는 안심지역 현장 및 A종합병원 건강검진센터에서 실시하였다. 설문조사에서 호흡기 증상(숨참, 숨쉬기 힘들, 숨쉬기 답답함, 숨을 헐떡임 등) 호소자 및 만성기관지염 호소자(기침과 가래를 1년에 3개월 이상, 2년 이상 지속) 448명과 증상을 호소하지 않았지만 흉부컴퓨터단층촬영 대상자 210명을 대상으로 하였다.

검사는 특수건강검진 정도관리 이수자인 임상병리사 3명이 시행하였으며, 폐기능 검사 결과 환경오염 노출과 질병과의 역학적 특성을 파악하기 위해 호흡기계질환 이상자를 폐쇄성 환기 장애와 혼합성 환기 장애, 즉 만성폐쇄성폐질환(COPD, 일초율<70% 미만)으로 정의하였다.

## 5. 심층 조사

2차 건강검진 결과 진단이 된 진폐증 28명에 대해 심층 인터뷰를 실시하였다. 사전 전화연락으로 일정을 사전에 공지한 후 인터뷰를 진행하였다. 일부 미연락자, 신상명세 불명자는 비산먼지대책위 및 현지주민센터에 협조를 요청하였다. 거주력, 직업력, 흡연력, 유해인자 및 노출력 등을 재확인 하였다. 또한 진폐환자의 직업력 확인을 위해 세무서(83년~현재, 근로소득증명원), 노동부(93년~2012년 고용보험 내역) 자료를 활용하였다.

## 6. 통계

모든 자료는 엑셀에 전산 입력하였다. 통계는 PASW 20.0(IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였다. 노출군과 대조군의 일반적 특성, 질병력, 호흡기계 증상 호소율, 환경노출에 대한 주관적 인식 정도, 만성폐쇄성폐질환 분율 등의 범주형 자료에 대해 Chi-square test, Chi-square for trend test, Fisher's exact test를 시행하였다. 모든 검사에서 유의수준은 0.05 미만일 경우 유의하다고 판단하였다.

# III. 연구 결과

## 1. 일반적 특성

성별로는 노출군에서 남자가 296명(41.4%), 여자가 419명(58.6%), 대조군에서 남자가 955명(42.2%),

여자가 1,310명(57.8%)으로 유의한 차이는 없었다. 연령별로는 노출군과 대조군 모두 70세 이상이 가장 많았으며, 노출군과 대조군의 유의한 차이는 없었다. 거주기간별로는 노출군과 대조군 모두 30-39년이 가장 많았고, 노출군에서 거주기간이 유의하게 높았다. 흡연력 분포는 노출군과 대조군에서 각각 257명(35.9%), 874명(38.6%)로 유의한 차이는 없었다. 직업력 분포는 노출군과 대조군에서 각각 72명(10.1%), 177명(7.8%)로 노출군에서 높았으나, 유의한 차이는 없었다(Table 1).

## 2. 노출군과 대조군의 호흡기계 질병력 및 증상 호소율

설문조사에서 만성질환력 중 진폐증과 호흡기계 관련 증상 중 가래, 호흡곤란, 가슴 조임, 천명 증상 등 호소율은 노출군이 대조군보다 유의하게 높았다. 호흡곤란 또는 만성기관지염의 호소율은 전체 20.4%로 노출군이 23.6%로 대조군의 19.4%보다 유의하게 높았다( $p<0.05$ , Table 2).

## 3. 흉부방사선 검사 결과

2,980명을 대상으로 실시한 흉부방사선 검사 결과 노출군 520명(72.7%), 대조군 1,652명(72.9%), 총 2,172명(72.9%)은 정상으로 판정되었고, 진폐 의심자는 노출군 43명(6.0%), 대조군 130명(5.7%), 총 173명, 폐결절, 폐종양, 간질성폐렴, 무기폐 등은 노출군 49명(6.9%), 대조군 117명(5.2%), 총 166명으로 2차 정밀 검사(흉부컴퓨터단층촬영) 대상자는 총 335명이었다. 또 기타 473명이 폐결핵, 심비대, 석회화 등의 소견을 보였다(Table 3).

## 4. 흉부컴퓨터단층촬영 검사 결과

흉부컴퓨터단층촬영 검사는 진폐(의)증 173명 중 155명(91.7%)에 대해 완료하였고, 폐결절(F2), 폐종양(F3), 간질성폐렴(F7), 무기폐(F8) 166명 중 141명(84.9%)에 대해 완료하여, 총 335명 중 292명(87.2%)에 대해 완료하였다. 흉부컴퓨터단층촬영 검사 결과 기타 비활동성결핵 80명(27.4%), 대동맥경화 68명(23.3%), 무기폐 65명(22.3%), 폐기종 58명(19.9%), 석회화 폐결절 53명(18.2%), 폐결절 38명(13.0%), 진폐증 28명(9.6%), 폐암 18명(6.2%) 등의 순이었다(Table 4).

**Table 2.** The prevalence of past medical history and complaint rate related to major respiratory symptoms

Items		Exposed group (n=715)		Control group (n=2,265)		P-value*
		No. of cases	%	No. of cases	%	
Past history of chronic disease	Chronic bronchitis	31	4.3	74	3.3	0.180
	Emphysema	6	0.8	9	0.4	0.171
	Bronchiectasis	2	0.3	20	0.9	0.100 <sup>†</sup>
	Asthma	74	10.3	184	8.1	0.067
	Pneumoconiosis	3	0.4	1	0.0	0.032 <sup>†</sup>
	Tuberculosis	54	7.5	192	8.5	0.426
	Interstitial pneumonia	7	1.0	18	0.8	0.641
	Cancers of lung, trachea and bronchus	7	1.0	14	0.6	0.316
	Other cancers	46	6.4	146	6.4	0.982
	Upper respiratory infection	70	9.8	171	7.5	0.057
Past history of acute disease	Bronchitis	4	0.6	13	0.6	1.000
	Pneumonia	0	0.0	5	0.2	0.346
	Eye problems <sup>‡</sup>	7	1.0	22	1.0	0.989
	Skin problems <sup>‡</sup>	11	1.5	41	1.8	0.625
Major respiratory symptoms	Cough	150	21.0	441	19.5	0.378
	Sputum	198	27.7	544	24.0	0.048
	Dyspnea	150	21.0	359	15.9	0.002
	Chest tightness	112	15.7	289	12.8	0.049
	Wheezing	96	13.4	226	10.0	0.010
Complaints of chronic bronchitis or dyspnea		169	23.6	440	19.4	0.015

\* by Chi-square test

<sup>†</sup> by Fisher's exact test

<sup>‡</sup> symptoms related to irritation such as inflammation, pain, pruritus etc.

**Table 3.** The distribution of results by chest radiography

Classification	No. of cases	Definition
Normal	2,172	1. Two of three radiologist were determined to be normal. 2. Except that one of three radiologist were determined to be P/Ps, F2, or F3.
P/Ps	173*	One of three radiologist were determined to be P/Ps.
F2,3,7,8	166*	1. One of three radiologist were determined to be F2, F3. 2. Two of three radiologist were determined to be F7, F8.
Others	473	1. Two of three radiologist were determined to be same. 2. Others were determined by criteria of main hospital radiologist
Total	2,980	

\* subjects for complete medical examination

P; pneumoconiosis, Ps; suspected pneumoconiosis, F2; nodule, F3; suspected lung cancer, F7; interstitial pneumonitis, F8; atelectasis

## 5. 폐기능 검사 결과

폐기능 검사 수검자는 총 658명으로 호흡곤란 호소자 609명 중 448명(73.6%), 호흡곤란을 호소하지

않은 사람이 251명 중 210명(83.7%)이었다. 호흡곤란 호소자 448명을 대상으로 실시한 폐기능 검사에 서는 폐쇄성 환기 장애 105명(23.4%), 제한성 환기

**Table 4.** Result of computed tomography

Classification	No. of cases(N=292)	Positive rate(%)
Normal	34	11.6
Inactive tuberculosis	80	27.4
Aortic atherosclerosis	68	23.3
Atelectasis	65	22.3
Emphysema	58	19.9
Calcification nodule	53	18.2
Pulmonary nodule	38	13.0
Pneumoconiosis	28	9.6
Bronchiectasis	21	7.2
Lung cancer(included suspected cases)	18	6.2
Anthraxis	16	5.5
Cardiomegaly	6	2.1
Interstitial pneumonitis	3	1.0
Bronchitis	2	0.7
Pulmonary fibrosis	2	0.7
Others	4	1.2

**Table 5.** The characteristics of chronic obstructive pulmonary disease by factors(N=210)

Factors		Chronic obstructive pulmonary disease(+)		Chronic obstructive pulmonary disease(-)	
		No. of cases	%	No. of cases	%
Sex	Male	19	30.6	88	59.5
	Female	43	69.4*	60	40.5
Age(yrs)	40-49	0	0.0	9	6.1
	50-59	1	1.6	18	12.2
	60-69	10	16.1	45	30.4
	≥70	51	82.3†	76	51.4
	20-29	18	29.0	53	35.8
Residence period (yrs)	30-39	40	64.5	83	56.1
	≥40	4	6.5	12	8.1
Smoking history	None	18	29.0	90	60.8
	Yes	44	71.0*	58	39.2
Occupational history	None	48	77.4	131	88.5
	Yes	14	22.6†	17	11.5
Group	Exposed group	22	35.5	38	25.7
	Control group	40	64.5	110	74.3
Total		62	100.0	148	100.0

\*p&lt;0.01 by Chi-square test

†p&lt;0.01 by Chi-square for trend

‡p&lt;0.05 by Chi-square test

장애 70명(15.6%), 혼합성 환기 장애 34명(7.6%) 등이었고, 호흡곤란을 호소하지 않은 210명의 경우 폐쇄성 환기 장애 50명(23.8%), 제한성 환기 장애 21명(10.0%), 혼합성 환기 장애 12명(5.7%) 등이었다.

전체적으로 환기성 장애의 비율은 44.4%이었으며, 호흡곤란 호소자와 무증상자 간의 유의한 차이는 없었다. 폐기능 대상자 658명 중 호흡곤란을 호소한 448명을 제외한 210명을 대상으로 시행한 폐기능 검사 결과 환기성 장애 비율은 39.5%이었으며, 만성폐쇄성폐질환 비율은 29.5%이었다.

만성폐쇄성폐질환 비율은 남자, 연령이 증가할수록, 흡연력 및 직업력이 있는 경우 등에서 그렇지 않은 경우보다 유의하게 높았다. 그러나 500 m를 기준으로 노출군에서 대조군보다 만성폐쇄성폐질환 비율이 높았으나 유의한 차이는 없었다(Table 5).

## 6. 질환자 심층 인터뷰 결과

2차 건강검진 결과 도출된 진폐증 28명에 대한 심층 인터뷰 결과는 아래와 같다(Table 6). 표의 2, 8, 11, 14, 16, 19, 21, 25 등 8명의 사례는 직업적 노출

**Table 6.** Characteristics of pneumoconiosis by occupational history

No	Sex	Age (yrs)	Residence period (yrs)	Occupational history			Distance from fuel complex (Km)	Tenure
				Questionnaire	Tax office (certification of income)	Ministry of labor (employment insurance)		
1	M	74	41	Briquette factory	Briquette factory	-	0.4	30
2*	F	95	41	Farming	-	-	0.5	50
3	M	71	28	Mining	Mining	Iron-concrete	1.1	4
4	M	70	41	Briquette factory	Briquette factory	Briquette factory	0.3	30
5	M	58	39	Mining	Construction factory	Construction factory	1.0	3
6	M	62	33	Briquette factory	Briquette factory	Briquette factory	0.9	8
7	M	82	41	Sale of briquette	-	-	0.9	5
8	F	93	20	Farming/housework	-	-	0.7	40
9	M	79	41	Construction factory	Construction factory	Construction factory	0.6	15
10	M	75	41	Briquette factory	Briquette factory	Construction factory	0.6	38
11	M	69	30	Sale of tire	-	-	0.4	25
12	M	71	41	Civilian worker	-	Construction factory	0.4	31
13	M	72	41	Mining	-	-	0.6	3
14	F	72	41	Farming	-	-	0.4	42
15	M	66	34	Briquette factory	Briquette factory	Briquette factory	0.6	18
16	M	70	22	Civilian worker	-	-	0.8	26
17	M	66	40	Construction factory	Construction factory	Construction factory	0.5	40
18	M	69	37	Briquette factory	-	-	0.5	5
19	M	80	23	Farming/guard	-	-	1.1	27
20	M	71	41	Civilian worker	-	Construction factory	0.6	30
21	F	81	40	Farming	-	-	0.7	44
22	M	72	41	Briquette factory	-	-	0.4	30
23	M	77	24	Mining	-	-	0.3	2
24	M	66	41	Textile company	Construction factory	Construction factory	0.4	23
25	F	72	22	Farming	-	-	0.3	35
26	M	70	38	Construction factory	Manufacturing of cement	Manufacturing of cement	0.3	33
27	M	71	41	Briquette factory	-	-	1.1	8
28	M	72	41	Briquette factory	Briquette factory	Briquette factory	0.7	26

\*case with lung cancer

이 없어 환경성 진폐증으로 판단하였고, 1, 4, 10, 15, 22, 28 등 6명의 사례는 연탄공장에 20년 이상 근무하여 직업성 진폐증으로 판단하였다. 환경성 진폐증으로 판단한 8명의 사례는 모두 20년 이상 거주하였으며, 농사를 직업으로 하는 경우가 6명, 상업, 사무직이 각각 1명이었다. 또한 8명의 사례는 연료단지로부터 0.3 ~ 1.1 km에 분포하고 있었다.

#### IV. 고 찰

이 연구에서 주로 다룬 내용은 지역사회에서 발생한 환경오염 노출과 건강과의 관련성을 파악하는 연구 과정 중 직업적 노출을 제외한 건강영향의 확인 및 이를 통한 환경오염 노출과의 관련성이다. 이런 의미에서 진폐증은 건강영향의 확인인 동시에 환경오염노출과의 관련성을 지지하는 증거로 타당할 것이다. 왜냐하면 진폐증은 특정 분진에 장기간 노출없이 발생하는 수 없는 질병이기 때문에(Choi, 1996; Ogawa et al., 2003; Choi et al., 2010) 진폐증이 발생하였다는 사실은 분진에 노출되었다는 것이고, 더구나 특별한 직업력이 없이 진폐증이 발생하였다면 환경오염 노출 물질에 의한 것으로 판단되기 때문이다(Jang et al., 1987; Cheong et al., 1988; Leem et al., 2010).

국내외적으로 환경과 관련된 민원제기는 사회경제적 요인에서 비롯되는 경우가 흔하다(Falk, 1989). 그러나 이번 조사와 마찬가지로 우리나라는 환경문제에 있어 주민이 제기한 환경문제에 대해서 환경보건법(MoE, 2013)에 따라 심의하고, 역학조사를 실시하고 있는 만큼 특정 지역 또는 집단의 이해관계를 위한 것이라고는 보기 어렵다.

연탄 분진 노출에 대해 1980년대 중반 연탄제조 사업장의 총분진 농도가 평균 16.1-26.1 mg/m<sup>3</sup>, 호흡성 분진 농도 5.9-10.2 mg/m<sup>3</sup>이었다(Lee et al., 1985). 이후 1990년대 초반 연탄제조 사업장의 실내 작업장 분진측정 결과 총분진량은 3.8-10.9 mg/m<sup>3</sup>, 호흡성분진 0.6-1.0 mg/m<sup>3</sup>으로 과거에 비해 감소하였고, 허용기준보다 낮았다(Shin et al., 1992). 근래에 오면서 연탄 사용량 자체가 급격히 감소하여 연탄공장 내 총분진의 농도 감소와 더불어 주변지역으로의 분진 배출도 감소하였을 것이다. 따라서 연료단지 주변지

역 주민들이 분진에 노출되는 기회는 과거보다 감소하였을 것으로 추정하지만, 현재의 노출 수준이 낮다고 하여 분진 노출을 과소평가 하지 않아야 한다.

이번 연구에서는 선택 바이아스에 의한 영향을 최소화하고, 방법론적으로 용량-반응 관계를 관찰할 수 있도록 다른 지역에서 대조군을 선정하지 않았다. 과거 환경관련 역학 연구에서 조사지역 이외의 다른 지역에서 대조군을 선정하는 것에 대한 논란이 지속적으로 있었다. 노출군과 사회 경제학적으로 유사한 집단을 선정하는 것이 어렵기 때문이다. 대규모의 전수조사 또는 잘 설계된 무작위추출을 통하여 해결 가능하지만, 환경 피해에 대한 관심, 또는 건강에 대한 관심이 높을수록 참여율이 달라지는 선택 바이아스를 극복하기 어렵다(Min et al., 2013). 이 연구에서는 지역별로 3곳을 선정하여 설문조사 및 건강검진을 실시하여 제한적이지만 지역별 참여의 불균형을 해소하고자 노력하였다.

설문조사에서 호흡기계증상 호소율은 노출군이 대조군보다 유의하게 높았다. 실제 500 m를 기준으로 노출군인 연료단지 인접지역 주민에서 환경오염 노출에 의해 호흡기계증상 호소율이 높을 수 있다. 또한 호흡기계증상 호소율이 설문조사에 의한 주관적인 증상을 측정했기 때문에 연료단지와 인접하여 거주하는 주민에서 그렇지 않은 주민보다 환경오염과 건강영향에 대한 관심이 높아 자발적으로 더 많이 참여하였거나, 증상을 더 많이 호소하였을 가능성도 있다. 그러나 노출군과 대조군의 성별, 연령별, 흡연력 등의 일반적 특성이 유사한 상태에서 호흡기계증상 호소율이 연령이 증가할수록, 흡연력이 있는 경우에 높은 것은 만성폐쇄성폐질환의 특징과 유사하다고 볼 수 있어, 주관적 검사라 할지라도 지역에서 호흡기계 질환의 역학적 특성을 파악할 수 있는 기초자료로 활용이 가능하다.

만성폐쇄성폐질환의 경우 폐기능 검사에서 확인된 만성폐쇄성폐질환 분율은 30.5%으로 국내 평균 또는 다른 연구보다 높았다(MoHW, 2014). 이 연구에서는 조사대상자 전체를 대상으로 폐기능 검사를 실시하지 않았고, 설문조사에서 호흡기계증상 호소자를 많이 포함하였기 때문에 연료단지 주변지역 주민의 만성폐쇄성폐질환을 대표할 수 없다. 조사 대상자 전체 중에서는 6.7%로 국내 다른 조사와 비교하여도 낮기



때문에(Kim, 2000), 과소평가 되었을 가능성이 있다.

환경오염 물질에 대한 노출, 특히 실리카 결정체에 노출은 만성폐쇄성폐질환의 위험요인으로 알려져 있지만(Cullinan, 2012), 만성폐쇄성폐질환의 가장 강력한 위험요인은 흡연이다(Kohansal et al., 2009; Vestbo et al., 2013). 국내 코호트 연구에서도 공장 주변이나 장작 또는 연탄 분진 등 환경 요인이 만성 폐쇄성폐질환 발생에 영향을 미치지만, 여전히 흡연은 강력한 위험요인으로 보고 있다(Hong et al., 2014). 또한 흡연 기간이 길수록 호흡기계증상 호소율이 높고, 만성폐쇄성폐질환에 이환되기 쉽다(Liu et al., 2015). 이 연구에서도 호흡기계증상을 호소하지 않은 210명을 대상으로 시행한 폐기능 검사에서 만성폐쇄성폐질환 분율은 흡연군이 43.1%로 비흡연군 16.7%보다 유의하게 높아 기존 연구결과와 동일하였다.

이 연구에서 노출군과 대조군 간에 흡연율의 차이는 없었다. 전수로 조사하였을 경우에는 호흡기계증상 호소율의 경우 노출군이 대조군보다 높았지만, 일부 대상자에 대한 만성폐쇄성폐질환 분율의 경우 노출군이 대조군에 비해 높았지만, 통계적 유의성을 관찰할 수 없었다. 그래서 이 연구에서 만성폐쇄성폐질환의 노출군과 대조군의 유의한 차이는 없었지만, 적어도 지역 주민의 만성폐쇄성폐질환은 흡연의 영향과 함께 환경적 요인, 즉 연탄분진이 유발하였거나, 적어도 악화시켰을 가능성이 높다.

이 연구에서는 환경오염 노출의 영향으로 발생한 폐암에 대해서는 환경오염 노출에 의한 건강영향의 결과로서 고려하지 않았다. 폐암은 흡연이라는 주요 인자가 존재하고, 진폐증 환자에서 이후 발생하는 것으로 알려져 있기 때문이다(Shin et al., 2002; Lee & Kim, 2010; Rim, 2013). 그래서 폐암의 경우 환경오염 노출에 의한 진폐증에서 동반된다면 환경오염 노출과 관련성이 있다고 판단할 수 있다. 심층면접에서 발견한 환경성 진폐증 1예의 경우 폐암이 동반된 소견을 보이고 있어 이 사례에서 발생한 폐암은 환경오염 노출과 밀접한 관련이 있을 것으로 생각한다.

이 연구에서 환경성 진폐증 사례의 거주기간이 최소 20년 이상에서 볼 수 있듯이, 과거 노출 기간이 짧게는 5년, 길게는 수십 년이 소요된다. 35년간의 탄분진에 노출되었을 경우 진폐증(category 1 이상)

이 발생할 가능성은  $1.62 \text{ mg/m}^3$ 에서 약 4.2%로 조사된 연구(Naidoo et al., 2004)에서 보듯이 진폐증은 과거의 노출에 의한 것이다. 석탄에 의한 진폐증에서 병변의 정도는 과거 분진 노출량과 폐에 침착된 석탄 분진의 농도와 비례한다. 분진에 노출된 기간이 길수록 분진흡입량도 비례하여 증가한다. 연령이 증가할수록 특히 40세 이상이 되면 폐기능의 생리적 저하와 기도에서 분진 흡입에 대한 방어 작용의 감퇴 등의 경향이 심화(Sharma & Goodwin, 2006)되므로 진폐증 발생을 촉진할 수 있다. 환경성 진폐증 사례 중 고연령자가 다수 포함된 이유로 설명이 가능할 것이다. 환경성 진폐증 8예의 직업력 파악에서 심층면접, 소득금액증명, 고용보험 이력 등 가능한 국가자료는 모두 이용하였지만 자료의 미비 또는 불완전성의 문제로 인하여 환경성 진폐증으로 판단하는데 제한이 있을 것으로 생각한다.

## V. 결 론

이 연구에서 안심연료단지 주변지역 주민에서 직업과 관련이 없는 환경성 진폐증 8예를 발견하였다. 또한 호흡기계증상 호소율이 특정 거리 안쪽이 바깥쪽보다 높은 역학적 특성을 관찰할 수 있었다. 만성폐쇄성폐질환의 경우 노출군과 대조군의 차이, 또는 거리별 차이를 관찰할 수 없었으나 기존 지식에 비추어 장기간 연탄 분진에 노출된 것과 연령 및 개인적 인자들에 의하여 만성폐쇄성폐질환을 발생 및 악화시키는데 기여하였을 것이라 생각한다.

연구결과를 통하여 안심연료단지 주변지역 주민에서 발생한 호흡기계질환은 과거 연료단지 건설 이후 지속적으로 분진에 노출되어 발생하였을 가능성이 높다고 판단한다. 정부와 지자체는 환경오염 노출을 감소시킬 수 있는 대책 수립이 필요하다.

## 감사의 글

이 연구는 국립환경과학원의 2013년도 지원사업 [대구 안심연료단지 주변지역 주민건강영향조사, No. 2014-11-1480523-001587-01]으로 수행되었고, 일부 연구비를 지원하여 주신 대구광역시청 및 대구광역시 동구청에 감사드립니다.

## References

- Bowker GE, Baldauf R, Isakov V, Khlystov A, Petersen W. The effects of roadside structures on the transport and dispersion of ultrafine particles from highways. *Atmospheric Environment* 2007;41(37):8128-8139.
- Chalvatzaki E, Aleksandropoulou V, Glytsos T, Lazaridis M. The effect of dust emissions from open storage piles to particle ambient concentration and human exposure. *Waste Manag* 2012;32(12): 2456-2468.
- Cheong HK, Kim JS, Choi BS, Kim CB, Cho SI et al. A study on the health status of the inhabitants exposed to cement dust. *Korean J Epidemiol* 1992;14(1):24-34.
- Cheong HK, Lim HS. A study on the health status of inhabitants around a briquet factory. *Dongguk Journal* 1992;11:649-669.
- Cheong HK, Lim HS, Cho JJ, Byeon JJ, Ahn YT et al. Development of pneumoconiosis among inhabitants around a briquet factory. *Korean J Epidemiol* 1988;10(1):102-108.
- Choi BS. Development of coalworkers' pneumoconiosis in Korea: risk factors and incidence density. *Korean J Occup Environ Med* 1996;8(1):137-152.
- Choi BS, Park SY, Lee JO. Current status of pneumoconiosis patients in Korea. *J Korean Med Sci* 2010;25(Suppl):S13-S9.
- Cullinan P. Occupation and chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Br Med Bull* 2012;104:143-161.
- Daegu Metropolitan City. Daegu Statistical Yearbook-Production of briquette. Daegu, Daegu City hall, 2013
- Falk H. Industrial/chemical disasters: medical care, public health and epidemiology in the acute phase. In: Bourdeau P, Green G, ed. *Methods for assessing and reducing injury from chemical accidents*. Hoboken: Wiley-Blackwell; 1989, p. 105-114.
- Hong Y, Lim MN, Kim WJ, Rhee CK, Yoo KH et al. Influence of environmental exposures on patients with chronic obstructive pulmonary disease in Korea. *Tuberc Respir Dis* 2014;76(5):226-232.
- ILO. Guidelines for the use of the ilo international classification of radiographs of pneumoconioses. Geneva, International Labour Office, 2011.
- Jang KS, Kim HJ, Ahn DI, Rhu NS, Cho DI, Kim JW. A case of anthracosis developed in neighbors of briquette factory. *Tuberc Respir Dis* 1987;34(3): 250-253.
- Kim DI. A evaluation of chronic obstructive pulmonary disease among residents near cement factories. *Monthly Industrial Health* 2000;370:46-54.
- Kim DS, Wee SS, Yu SD, Park CH, Chung YH. Research on the Integrated Management System of Environmental Health Information. *Kor J Env Hlth* 2007;33(4):235-241.
- Kohansal R, Martinez-Cambor P, Agustí A, Buist AS, Mannino DM et al. The natural history of chronic airflow obstruction revisited: an analysis of the Framingham offspring cohort. *Am J Respir Crit Care Med* 2009;180(1):3-10.
- Ministry of Health and Welfare(MoHW). Korea Health Statistics 2013 : National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VI-1). Sejong, South Korea, Ministry of Health and Welfare, 2014
- Lee HE, Kim HR. Occupational respiratory cancer in Korea. *J Korean Med Sci* 2010;25(suppl):S94-S98.
- Lee CG, Kim KJ, Cha CW. A study on the prevalence of pneumoconiosis and of ventilatory function for workers in briquet factory. *Korea University medical journal* 1985;22(1):165-172
- Leem JH, Cho JH, Lee EC, Kim JH, Lee DH et al. Clusters of pneumoconiosis among residents near cement factories. *Korean J Occup Environ Med* 2010;22(2):140-145.
- Liu Y, Pleasants RA, Croft JB, Wheaton AG, Heidari K et al. Smoking duration, respiratory symptoms, and COPD in adults aged  $\geq 45$  years with a smoking history. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2015;10:1409-1016.
- Min YS, Lim HS, Lee K, Park SA, Lee DH et al. Health Status Based on Questionnaire Survey Among Residents Around Camp Carroll, Gyeongsangbuk-do, Korea. *J Environ Health Sci* 2013;39(4):312-321.
- Ministry of Environment(MoE). Environmental Health Act. 2013
- Naidoo RN, Robins TG, Solomon A, White N, Franzblau A. Radiographic outcomes among South African coal miners. *Int Arch Occup Environ Health* 2004;77(7):471-481.
- National Institute of Environmental Research(NIER). Monthly Report of Air Quality, January 2013.
- Ogawa S, Imai H, Ikeda M. A 40-year follow-up of whetstone cutters on silicosis. *Ind Health* 2003; 41(2):69-76.
- Rim KT. Occupational cancers with chemical exposure and their prevention in Korea: a literature review. *Asian Pac J Cancer Prev* 2013;14(6):3379-3391.
- Sharma G, Goodwin J. Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. *Clin Interv Aging* 2006;1(3):253-260.

- Shin DY, Oh JR, Kang GU. A study on airborne coal dust concentration at each work site in coal briquet factory. Kor J Env Hlth Soc 1992;18(1):6-11.
- Shin YC, Choi BS, Lee BK, Yi GY, Lee JT et al. Exposure assessment of air contaminants by type of mines in Korea - focused on carcinogenic substances. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2002;12(2):95-105.
- Vestbo J, Hurd SS, Agustí AG, Jones PW, Vogelmeier C et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. Am J Respir Crit Care Med 2013;187(4):347-365.
- Wang H, Li T. A systematic review of digital radiography for the screening and recognition of pneumoconiosis. Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi. 2014;32(5):327-334.