

경주, 포항, 울산지역 보건·환경성 질환 위해 인자

정종현·최봉욱*·문기내**·석성자***·김현규****·손병현*****†

서라벌대학 보건의료행정과, *부산대학교 사회환경시스템공학과, **경북과학기술대학 노인요양관리과
서라벌대학 임상병리과, *한국기초과학지원연구원 부산센터, *****한서대학교 환경공학과
(2010. 2. 10. 접수/2010. 2. 28. 수정/2010. 3. 31. 채택)

Risk Factors for Health and Environmental Disease in Gyeongju, Pohang, and Ulsan

Jong-Hyeon Jung · Bong-Wook Choi* · Ki-Nai Moon** · Seong-Ja Seok*** ·

Hyun-Gyu Kim**** · Byung-Hyun Shon*****†

Department of Health and Medical Administration, Sorabol College

**Department of Environmental Engineering, Busan National University*

***Department of Elderly Care Management, Gyongbuk Science University*

****Department of Clinical Pathology, Sorabol College*

*****Korea Basic Science Institute, Busan Center*

******Department of Environmental Engineering, Hanseo University*

(Received February 10, 2010/Revised February 28, 2010/Accepted March 31, 2010)

ABSTRACT

This study was undertaken in an attempt to provide scientific grounds in explaining the causes of environmental and respiratory diseases resulting from air pollutants in Gyeongju and its neighboring areas. In relation to heavy metals, lead (Pb) was 0.0135~0.1744 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and high in order of Pohang, Ulsan, and Gyeongju while nickel (Ni) was 0.0023~0.0115 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The concentrations of heavy metals in the investigated areas did not exceed the environmental standards or Guideline Value of Korea or other countries. However, it is considered necessary to apply intensive control to some heavy metals including cadmium (Cd) that show a relatively high level of hazard. Based on the responses to the survey, measured personal interest in environmental pollution and the basic knowledge of the causes of the respiratory diseases was higher in those with a family history of allergic reactions to metals and bronchial asthma. The incidence of allergic disease was higher in those who are currently in poor health state. In addition, the general knowledge of environmental pollutants was higher in those with higher educational level and those with a higher interest in environmental pollution. Personal interest in environmental pollution was higher in those with higher basic knowledge of environmental pollutants. Therefore, it is necessary to increase the awareness through better education and campaigns on environmental pollution.

Keywords: health and environmental disease, heavy metal, respiratory diseases, allergic rhinitis

I. 서 론

최근 지구 온난화와 기후변화로 인하여 세계 각지에 서는 이전에 경험하지 못한 급속한 기상변화를 겪고 있으며, 우리나라 또한 산업화 진행에 따른 화석연료 사용의 급증으로 인하여 다양한 형태의 지엽적인 환경문

제와 보건 및 환경적인 피해와 영향을 받고 있다. 이와 함께 황사 및 산성비 문제, 고농도 오존의 발생, 휘발성 유기화합물(VOCs), 특정대기유해물질(HAP), 다핵방향족탄화수소류(PAHs), 폴리염화비페닐류(PCBs), 다이옥신 등 환경호르몬 및 황산화물(SOx), 질소산화물(NOx) 및 기타 가스상 물질과 먼지 및 미량 중금속 등과 같은 다양한 환경오염물질이 대기 중으로 다량 방출되고 있어 대기질 개선을 위한 다방면의 노력과 여론 또한 증대되고 있는 실정이다.¹⁻⁸⁾ 미국에서는 Clean Air Act에 MACT(Maximum Achievable Control

†Corresponding author : Department of Environmental Engineering, Hanseo University
Tel: 82-41-660-1368, Fax: 82-41-660-1368
E-mail : bhshon@hanseo.ac.kr

Technology) 기준⁹⁾을 설정하여 유해성 대기오염물질에 대한 효율적 관리와 모니터링을 실시하고 있으며, 우리나라에서도 전국적인 대기측정망(NAMIS : National Ambient Monitoring Information System)과 대기환경 정책지원시스템(CAPSS : Clean Air Policy Support System) 등을 지속적으로 확충하고 있다.^{2,10,11)}

최근 수년간 다양한 환경오염물질로 인한 인체의 악영향으로 인하여 정부에서는 포항지역에서 2006년부터 2025년까지 향후 20년간 포항 철강산업단지 주변지역 주민을 대상으로 “지역주민 환경오염 노출수준 및 생태지표 모니터링” 사업을 시행하고 있다. 또한, 울산지역에서도 향후 20년간(2003~2022) 해당지역 주민들을 대상으로 “주민대상(코호트) 환경노출 및 생태지표 모니터링” 사업을 진행하고 있다. 특히 포항지역은 2010년까지 포항 철강산업단지 주민들의 건강상태와 환경오염도 및 노출상황 등에 대한 지속적인 모니터링을 바탕으로 관련자료 확보 및 기반을 마련하는데 중점을 두고 있는 실정이고, 이와 함께 울산지역 또한 주민들을 대상으로 한 환경노출 조사와 병행하여 코호트 및 생태지표 모니터링 실시되고 있으나, 이와 병행하여 장기적으로 보건환경·의학분야의 지표를 설정하고^{2,12-15)} 관련지역의 기초 자료를 확보하여 데이터베이스 하는 작업이 수반되어야 하며, 이전의 연구에서¹⁶⁾ 일부 수행된 바와 같이 대기중 환경오염물질 특성 평가에 관한 연구가 지속적으로 수행되어야 할 점이다.

따라서, 본 연구에서는 환경오염물질 특성조사 및 위해성 평가 기초연구의 일환으로 경주, 울산 및 포항지역 환경성 질환 및 호흡기계 질환에 영향을 미치는 대기오염물질 중 발암가능성이 있는 대기 중금속 납(Pb), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr⁶⁺), 구리(Cu), 니켈(Ni) 등에 대한 분석 자료를 바탕으로 보건환경적인 위해성을 평가하고자 하였으며, 경주, 울산 및 포항지역 주민들의 건강관리 및 보건학적 기초 자료를 확보하기 위하여 보건 및 환경영향에 대한 설문조사와 통계분석도 실시하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 조사 대상지역의 선정

본 연구에서는 경주, 울산 및 포항지역의 보건·환경위해성 기초 자료로 활용하기 위하여 대기 중금속 중 인체에 유해한 영향을 미치는 납, 카드뮴, 크롬, 구리, 니켈에 대하여 해당지역의 특성을 대표할 수 있도록 지리적 위치와 용도별 특성을 고려하여 Fig. 1과 같이 4개 지점을 선정하였고, 선정된 관측지점은 포항 철강관리공단(A, 포항시 남구 호동 627, TM 35.9782,

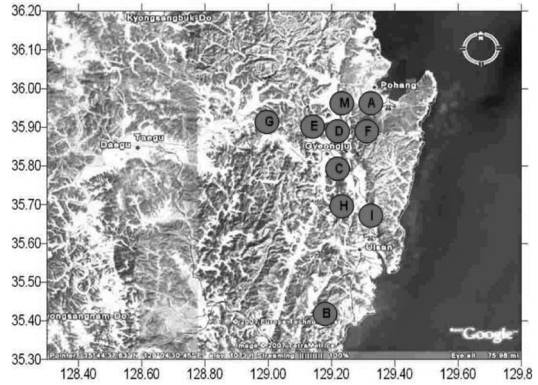


Fig. 1. Location of sampling sites in Gyeongju, Ulsan and Pohang.

129.37942), 울산 여천공단 자동차 검사소(B, 울산시 남구 여천동 896-1, TM 35.51932, 129.34462), 경주역광장(C, 경주시 성동동 40, TM 35.84442, 129.21772), 용강동 사거리(D, 경주시 용강동 956-3, TM 35.86762, 129.2236)이다. 포항과 울산지역은 공업지역을 선정하였으며, 경주지역은 상업지역(C지점)과 주거지역(D지점)으로 용도지역을 대표하도록 하였다. 이와 함께 본 연구에서는 경주시 환경보호과의 협조로 수행 및 제공된 용강공단(E), 천북공단(F), 안강 두류공단(G), 외동냉천공단(H), 외동 문산공단(I) 선정지점에서의 분석결과와 비교하였다.

2. 시료분석 및 조사방법

1) 시료채취 및 중금속 분석

대기중 중금속 측정은 석영섬유여지(Whatman QM-A, 8"×10", 0.43 μm, UK)와 PM₁₀ 입자 분리장치를 부착한 하이볼륨 에어샘플러(Andersen Model GV2360, USA)를 이용하였으며, 흡인유속을 약 1.0 m³/min으로 조정하여 24시간 시료를 흡인 포집하였다. Fig. 1에서는 시료 채취지점을 나타내었으며, 대기오염공정시험방법을 따라 강우가 없는 날을 선정하여 조사하였다. 대기 환경질 1차 조사는 2006년 12월 20일부터 실시하였고, 2차 조사는 2007년 1월 22일부터 실시하였다. 3차 조사는 2007년 5월 21일부터 실시하였고, 4차 조사는 2007년 9월 17일부터 실시하여 비교 및 분석하였다. PM₁₀의 질량농도를 측정하기 위하여 미세먼지가 포집된 여과지를 항온(20°C), 항습(50%) 조건하에서 건조기에서 최소 2일간 건조하고, 감도가 0.01 mg인 전자저울(Saritorious microbalance, Germany)로 먼지시료 채취 전·후의 무게를 칭량한 후의 중량차로서 미세먼지(PM₁₀)의 농도를 구하였다. 그리고 PM₁₀ 중의 미량 금

속 성분을 정량하기 위하여 대기오염공정시험방법중 환경대기중의 금속시험법을 준용하여 마이크로파산분해법을 사용하여 포집된 여지를 전처리하여 ICP-AES(Varian Liberty II)와 ICP-MS(Varian 820-MS)를 이용하여 Pb, Cd, Cr⁶⁺, Cu, Ni 등 5종을 정량하였고, 본 연구결과는 기상청¹⁷⁾의 계절별 주풍의 풍향(하절기의 남동풍과 동절기의 북서풍)과 상관하여 단순비교를 수행하여 주변지역의 중금속 배출원과 상관성을 추정하였고, Fig. 2와 Fig. 3에서는 울산 및 포항지역의 바람장미도를 나타내었으며 풍향 및 발생빈도를 비교·분석하였다.

2) 보건·환경영향 기초조사 및 설문조사

경주, 포항 및 울산 주변지역 주민들의 건강관리 및 보건학적 모니터링의 기초 자료로 활용하기 위하여 대

상지역 대기오염물질의 현황과 특성치를 이용한 보건 및 환경영향에 대한 기초조사와 설문조사를 실시하고, 이를 바탕으로 통계분석을 실시하였다. 의식조사를 위하여 경주, 포항 및 울산지역 거주 주민을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 본 연구에 적용된 설문내용으로 일반적 특성별 기초조사, 경주 및 주변지역 주민건강 설문조사, 환경오염에 대한 관심도 및 인식도 조사, 흡연, 음주, 호흡기질환 및 알레르기 질환, 안과질환, 가족질환과 식이습관 등에 대한 조사를 실시하였다.

(1) 조사대상 및 표본 추출

본 연구의 설문조사 대상지역은 경주시를 포함한 인근 울산시, 포항시로 나누었으며, 조사대상은 각 지역에 거주하는 지역주민을 대상으로 경주 500명, 울산 500명, 포항 500명으로 총 1500명을 대상으로 편의 추

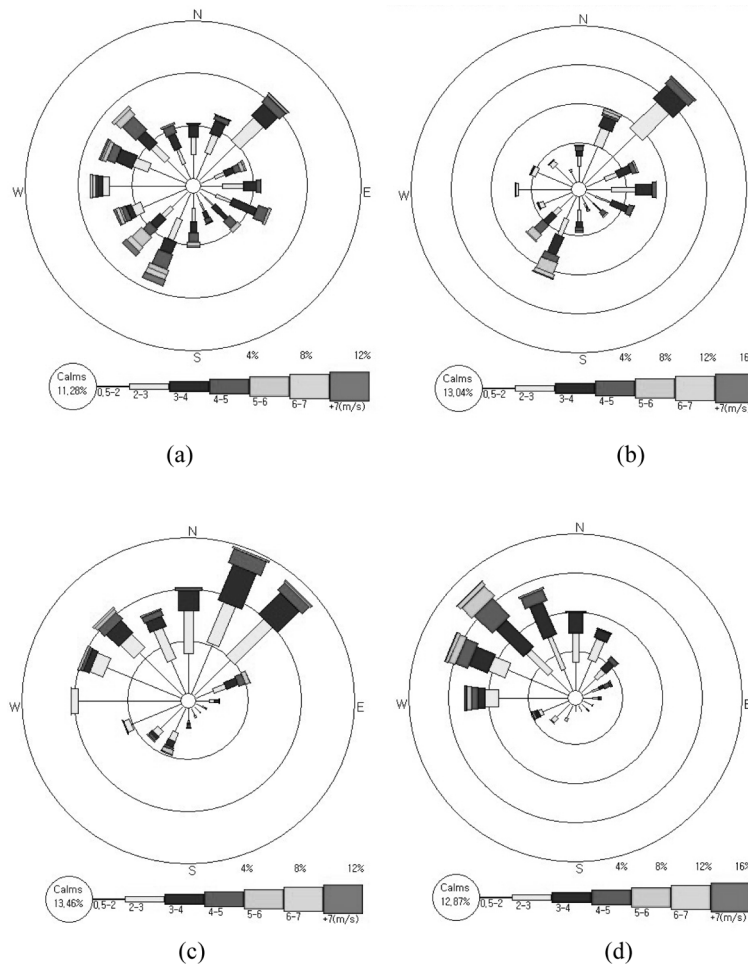


Fig. 2. The wind speed and frequency distribution of wind rose in Ulsan (a) spring, (b) summer, (c) fall, (d) winter.

출 선정하였다.

(2) 조사방법

조사방법은 지역단위로 구분하여 임의로 선정한 후 해당 지역주민을 직접 방문하여 조사대상자들에게 설문지를 배포하여 직접 설명하고 직접 기입토록한 후 수거하였다. 본 조사 전 50명의 지역주민을 대상으로 사전 조사하여 설문지를 수정 보완하였으며, 조사기간은 2007년 10월 8일부터 12월 7일까지 2개월간 조사를 실시하여 총 1500부의 설문을 실시하였다.

설문내용은 ‘지역주민 환경오염 노출수준 및 건강영향 모니터링(시화·반월)’, ‘지역주민 코호트 환경오염 노출수준 및 생체지표 모니터링(울산)’^{14,15)} 등 선행연구를 참고로 하여 주민 환경오염 노출 정도를 파악할 수 있는 문항으로 구성하였다. 문항의 구성은 건강관련 인식도(3문항), 환경오염에 대한 관심 및 인식도(20문항),

흡연관련 사항(8문항), 음주관련 사항(3문항), 호흡기 질환 증상 관련(20문항), 알레르기 관련 질환 증상(19문항), 안과질환 관련 증상(7문항), 가족질환 관련(9문항), 식이 습관 관련(9문항), 마지막으로 조사대상자의 일반적 특성(12문항)으로 총 110문항으로 구분하여 조사하였으나, 본 연구에서는 대기 중금속 항목과 관련된 일부 항목만을 기술하였다.

(3) 자료처리 및 분석방법

조사 수집된 설문지는 정리하여 활용하기에 부실하고 응답이 불성실한 자료(285부)는 폐기하고, 1215부(회수율 81%)를 코딩하여 분석 자료로 활용하였다. 자료 분석은 SPSS-PC Program 12.0 통계 프로그램을 이용하였으며, 분석방법은 경주, 포항 및 울산 인근지역 주민들의 호흡기질환, 알레르기성 피부질환, 안질환 발생에 영향을 미치는 관련요인과 환경오염물질에 대한 인식

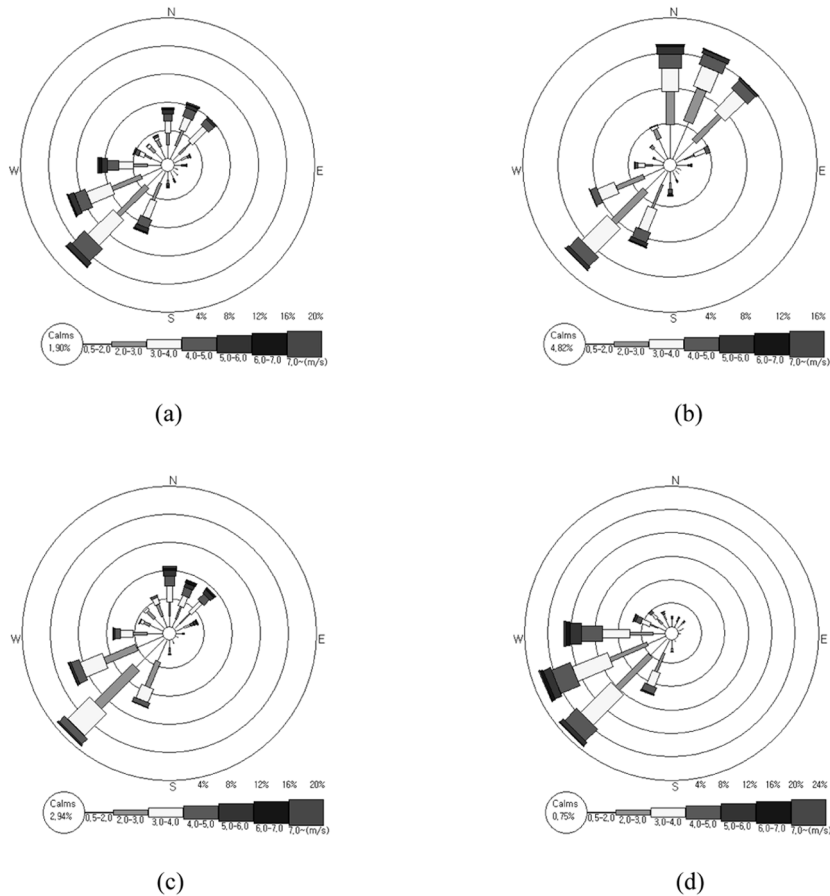


Fig. 3. The wind speed and frequency distribution of wind rose in Pohang (a) spring, (b) summer, (c) fall, (d) winter.

수준과 환경오염 관심도에 영향을 미치는 관련요인을 파악하기 위하여 Likert 5점 척도로 정량화하여 다중회귀분석을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 경주, 포항, 울산지역 대기 중금속

시료채취는 강우가 없는 날을 선정하여 조사하였고, 현장측정 조사 및 분석작업에 영향을 미치지 않았던 것으로 판단된다. 경주, 포항 및 울산 주변지역 관측지점에서 측정된 대기질 내 납(Pb), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr⁶⁺), 구리(Cu), 니켈(Ni) 등 중금속 농도를 측정된 결과를 평균하여 Table 1에 나타내었다. 경주, 포항 및 울산지역 오염물질 발생원 특성을 바탕으로 USEPA 발암등급 B이상의 4개 미량 중금속(Pb, Cd, Cr⁶⁺, Ni)에 대하여 10⁻⁵ 위해도를 적용한 WHO 권고기준을 G.V(Guideline

Value) 농도로 참고하였다.^{2,3)} 포항의 A지점, 울산의 B지점, 경주의 C, D지점에서 측정된 중금속 중 납(Pb)의 농도가 0.0135~0.1744 µg/m³으로 확인되었으며, Pb의 농도치가 포항, 울산, 경주 순으로 나타났고, 전체 평균농도는 대기환경기준(0.5 µg/m³) 이내로 조사되었다. Table 2에서는 경주시 환경보호과의 협조로 수행된 용강공단(E), 천북공단(F), 안강 두류공단(G), 외동 냉천공단(H), 외동 문산공단(I) 측정지점에서의 분석결과 Pb의 농도가 0.008~0.053 µg/m³으로 나타났으며, 전체 평균농도는 대기환경기준(0.5 µg/m³) 이내로 조사되었다. 미세먼지(PM₁₀) 중 Pb 성분은 다양한 배출원에 의하여 영향을 받을 수 있는데, 제철, 철강산업, 용광로, 화산폭발, 페인트의 연소와 석탄의 연소과정에서 발생할 수 있고 황산납을 사용하는 자동차 배터리, 페인트 안료 등이 배출원에 포함된다. 이전 연구에서^{2,4)} 울산지역 공업지역은 Fig. 2에서 나타낸 바와 같이 풍향 및

Table 1. Concentration of heavy metals in Gyeongju and its surrounding areas

Sampling Sites	Pollutants	Pb (µg/m ³)	Cd (µg/m ³)	Cr ⁶⁺ (µg/m ³)	Cu (µg/m ³)	Ni (µg/m ³)
Environmental Standard		0.5	-	-	-	-
Guideline Value (G.V)		-	0.005	0.11	1	1
Pohang A	1st	0.0856	0.0020	0.0059	0.0853	0.0035
	2nd	0.0938	0.0013	0.0172	0.0616	0.0085
	3rd	0.1085	0.0016	0.0109	0.0619	0.0082
	4th	0.0405	0.0008	0.0203	0.0566	0.0081
	Average	0.0821	0.0014	0.0136	0.0664	0.0071
Ulsan B	1st	0.1744	0.0057	0.0085	0.1228	0.0112
	2nd	0.0645	0.0013	0.0052	0.0469	0.0024
	3rd	0.0455	0.0009	0.0126	0.0642	0.0077
	4th	0.0068	0.0002	0.0043	0.0865	0.0015
	Average	0.0728	0.0020	0.0077	0.0801	0.0057
Gyeongju C	1st	0.0612	0.0017	0.0177	0.0332	0.0115
	2nd	0.0662	0.0016	0.0070	0.0477	0.0031
	3rd	0.0595	0.0019	0.0074	0.0661	0.0067
	4th	0.0204	0.0007	0.0075	0.0532	0.0033
	Average	0.0518	0.0015	0.0099	0.0501	0.0062
Gyeongju D	2nd	0.0698	0.0016	0.0065	0.0487	0.0033
	3rd	0.0135	0.0003	0.0056	0.0266	0.0023
	4th	0.0160	0.0003	0.0074	0.1302	0.0025
	Average	0.0331	0.0007	0.0065	0.0685	0.0027
Pohang average ¹⁾		0.0447	0.0012	0.0140	0.0617	0.0163
Ulsan average ¹⁾		0.0691	0.0027	0.0048	0.1508	0.0065

1) Annual Report of Ambient Air Quality in Korea, 2007, National Institute of Environmental Research
Date of Sampling at this study : 2006/12, 2007/01, 2007/05, 2007/09

Table 2. Concentration of heavy metals in Gyeongju and its surrounding areas

Sampling Sites	Pollutants	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cd ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cr ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gyeongju E	2nd	0.0380	N.D.	0.0260	0.0720	N.D.
	3rd	0.0280	0.0010	0.0020	0.0430	N.D.
	4th	0.0300	N.D.	N.D.	0.0290	N.D.
	Average	0.0320	0.0003	0.0093	0.0480	N.D.
Gyeongju F	2nd	0.0530	0.0010	0.0240	0.0390	0.0020
	3rd	0.0120	N.D.	N.D.	0.0210	0.0010
	4th	0.0080	N.D.	N.D.	0.0260	N.D.
	Average	0.0243	0.0003	0.0080	0.0287	0.0010
Gyeongju G	2nd	0.0310	N.D.	0.0090	0.0200	N.D.
	3rd	0.0110	N.D.	N.D.	0.0720	N.D.
	4th	0.0100	N.D.	N.D.	0.0110	N.D.
	Average	0.0173	N.D.	0.0030	0.0343	N.D.
Gyeongju H	2nd	0.0220	N.D.	0.0010	0.0150	N.D.
	3rd	0.0180	N.D.	N.D.	0.0290	N.D.
	4th	0.0200	N.D.	N.D.	0.0310	N.D.
	Average	0.0200	N.D.	0.0003	0.0250	N.D.
Gyeongju I	2nd	0.0410	0.0020	0.0020	0.0960	0.0050
	3rd	0.0160	N.D.	N.D.	0.0480	N.D.
	4th	0.0110	N.D.	N.D.	0.0210	N.D.
	Average	0.0227	0.0007	0.0007	0.0550	0.0017

발생빈도 등 바람의 영향을 받고 있는 지역으로 이전 연구결과^{2,4)} 확인되었으며, 특히 본 연구에서는 조사된 바와 같이 공업지역 및 인접한 주거지역인 덕신리에서는 Pb 농도가 평균 0.0690 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 다른 조사지점보다 높은 농도를 나타내었으나, 금번의 연구에서는 이보다 더 높게 검출되었다. 이는 여천동과 덕신리 등 울산·미포국가공업단지와 온산국가공업단지에서 발생하는 대기오염물질의 영향으로 중금속의 노출량이 큰 것으로 판단된다. 한편, Fig. 3에서 포항지역 바람장미도를 나타내어 풍향 및 발생빈도를 비교·분석하였다. 포항지역의 주풍향은 남서풍 내지 남남서풍이 가장 우세하게 나타났다.

포항의 A지점, 울산의 B지점, 경주의 C, D지점에서 측정된 중금속 중 Cd의 농도가 0.0003~0.0057 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 확인되었다. 납과 카드뮴의 경우에는 폐기물 소각, 니켈은 전기제품·반도체 등이 주 발생원으로 알려져 있고, Cd의 농도치가 1차 측정에서 GV를 초과하는 것으로 나타나. 위해수준을 초과하지는 않았으나 상대적으로 우선적인 관리의 필요성이 있는 것으로 나타났으며, 향후 중금속 중 Cd에 대한 대책을 강

구하여야 할 것으로 사료된다. 울산지역의 경우 본 연구팀 이전의 연구에서^{2,4)} Cd은 공업지역인 여천동지점에서 순간최대농도 0.0306 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 주된 영향이 북동풍과 북서풍, 남동풍 계열의 풍향분포를 나타내었으며, 울산지역의 최대 Cd 배출원으로는 남구 여천·용잠동 지역과 미포국가공업단지가 주된 영향을 미치는 것으로 조사되었다.²⁾ 경주의 E, F, G, H 및 I 지점에서 측정된 Cd은 대부분 검출되지 않았으며, 측정된 농도 또한 0.001~0.002 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 범위이었으며 GV(0.005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)을 하회하는 것으로 조사되었다. 포항의 A지점, 울산의 B지점, 경주의 C, D지점에서 측정된 중금속 중 Cr⁶⁺의 농도는 0.0052~0.0177 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 확인되었으며, 크롬의 경우 도금 또는 피혁산업과 관련이 있으며, 이전의 연구에서^{2,4)} 울산 여천동지점에서 순간 최대농도는 0.0102 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고, 본 연구에서 조사된 Cr⁶⁺의 농도치는 포항, 울산, 경주 순으로 나타났다. 경주의 E, F, G, H 및 I지점에서 측정된 Cr⁶⁺의 농도는 대기환경기준(0.11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 이내로 조사되었다. 포항의 A지점, 울산의 B지점, 경주의 C, D지점에서 측정된 중금속 중 Cu의 농도는 0.0266~0.1302 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 확인

되었으며, Cu의 농도치가 울산, 포항, 경주 순으로 나타났다. 경주의 E, F, G, H 및 I 지점에서 측정된 Cu의 농도가 0.011~0.096 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타났으며, 전체 평균농도는 GV(1.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 이내로 조사되었다. 포항의 A지점, 울산의 B지점, 경주의 C, D지점에서 측정된 중금속 중 Ni의 농도가 0.0023~0.0115 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 확인되었으며, 전체 평균농도는 GV(1.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 이내로 조사되었다.

2. 주민건강과 보건·환경영향

경주·포항·울산지역 주민의 건강과 보건학적 모니터링의 기초 자료로 활용하기 위하여 해당지역 주민들을 대상으로 보건 및 환경영향에 관한 설문조사를 실시하였으며,²⁾ 설문대상자에 대한 기초조사와 주민 건강조사, 환경오염 관심도 및 인식도 조사, 흡연, 음주, 호흡기질환, 알레르기 질환, 안과질환에 관한 설문을 바탕으로 환경성 질환과 대기오염물질과 상관관계를 살펴보았다.

1) 조사대상자의 일반적 특성

Table 3에서는 조사대상자의 일반적 특성을 확인하였으며, 특성별 분포를 보면 성별로는 ‘여자’가 61.3%로 ‘남자’의 38.7%보다 높았고, 연령별로는 ‘20대’가 40.2%로 가장 높았으며, ‘30대’ 22.1%, ‘40대’ 16.2%, ‘50대’ 11.0%, ‘10대’ 10.5% 순이었고, 거주지역별로는 ‘경주’ 거주자가 35.7%, ‘울산’ 35.5%, ‘포항’ 28.8% 순이었다. 결혼상태별로는 ‘미혼’이 51.6%, ‘기혼’ 48.4%였다.

Table 3. General characteristics of respondents in this study

Characteristics	Section	No.	Percentage
		(persons)	(%)
		1215	100.0
Gender	Male	470	38.7
	Female	745	61.3
Age	≤19	128	10.5
	20~29	488	40.2
	30~39	268	22.1
	40~49	197	16.2
	50≤	134	11.0
Location	Gyeongju	434	35.7
	Ulsan	431	35.5
	Pohang	350	28.8
Marriage state	Single	627	51.6
	Married	588	48.4

2) 호흡기질환 발생에 영향을 미치는 관련요인

호흡기질환 발생에 영향을 미치는 관련요인의 회귀분석에서 호흡기질환 발생(Y)을 종속변수로 하고 관련변수(x_i)를 독립변수로 하여 다중회귀분석을 수행한 결과를 Table 4에 나타내었다. 본 분석에 이용된 일반식은 아래와 같이 요약할 수 있다.

$$Y = a + \sum_{i=1} b_i x_i \quad (1)$$

여기서, Y는 종속변수, a는 상수, b는 각 독립변수의 기울기, x_i는 각 독립변수이다.

종속변수인 호흡기질환 발생(Y)에 대한 독립변수(x_i)의 관계는 Y=0.237+0.031(성별)-0.002(연령)-0.006(포항거주지역)+0.016(결혼상태)-0.013(교육수준)+0.013(학생<직업>)-0.024(교통수단<버스>)+0.006(생활수준)+0.026(현재 건강상태)-0.048(환경오염 관심도)+0.012(환경오염 수업 경험 유·무)+0.039(흡연 유·무)+0.013(폐결핵 가족력 유·무)+0.003(늑막염 가족력 유·무)+0.008(아토피성 질환 가족력 유·무)+0.058(알레르기성 비염 가족력 유·무)+0.067(기관지 천식 가족력 유·무)+0.068(폐암 가족력 유·무)이었다. 호흡기질환 발생에 영향을 미치는 가장 큰 요인은 학생<직업> ($\beta=0.150$)이었고, 그 다음으로는 환경오염 관심도($\beta=-0.086$), 현재 건강상태($\beta=0.084$), 알레르기성 비염 가족력 유·무($\beta=0.078$), 기관지 천식 가족력 유·무($\beta=0.074$), 폐암 가족력 유·무($\beta=0.065$), 흡연 유·무($\beta=0.065$) 순이었다.²⁾ 이들 변수인 학생<직업>, 환경오염 관심도, 현재 건강상태, 알레르기성 비염 가족력 유·무, 기관지 천식 가족력 유·무, 폐암 가족력 유·무, 흡연 유·무 등에서 유의성이 있었으며, 이들 모든 변수의 설명력(R²)은 16.6%이었다.

3) 알레르기성 피부질환 발생에 영향을 미치는 관련요인

Table 5에서는 알레르기성 피부질환 발생에 영향을 미치는 관련요인에 대하여 조사하였으며, 회귀분석에서 알레르기성 피부질환 발생(Y)을 종속변수로 하고 관련변수(x_i)를 독립변수로 하여 다중회귀분석을 수행하였다. 종속변수인 알레르기성 피부질환 발생(Y)에 대한 독립변수(x_i)의 관계는 Y=0.299-0.002(성별)-0.003(연령)+0.034(결혼상태)-0.014(교육수준)+0.008(학생<직업>)+0.009(교통수단<버스>)+0.023(생활수준)+0.031(현재 건강상태)-0.051(환경오염 관심도)+0.001(환경오염 수업 경험 유·무)+0.018(흡연 유·무)+0.042(아토피성 질환 가족력 유·무)-0.024(거주지역<포항>)이었

Table 4. Influencing factors on respiratory disease in this study

Classification	B	SE B	Beta	T
Gender	0.031	0.018	0.061	0.087
Age	-0.002	0.001	-0.079	0.104
Location (Pohang)	-0.006	0.017	-0.010	0.738
Marriage state	0.016	0.023	0.032	0.487
Scholastic ability	-0.013	0.007	-0.057	0.062
Job (Student)	0.077	0.023	0.150	0.001
Traffic instrument (Bus)	-0.024	0.017	-0.047	0.152
Living condition	0.006	0.015	0.011	0.697
Health condition	0.026	0.009	0.084	0.004
Concern degree of environmental pollution	-0.048	0.016	-0.086	0.003
Existence and nonexistence of environmental pollution instruction	0.012	0.017	0.020	0.479
Existence and nonexistence of smoking	0.039	0.020	0.065	0.049
Existence and nonexistence of phthisis (Family medical history)	0.013	0.035	0.011	0.702
Existence and nonexistence of pleurisy (Family medical history)	0.003	0.048	0.002	0.950
Existence and nonexistence of atopy dermatitis (Family medical history)	0.008	0.027	0.009	0.774
Existence and nonexistence of allergic coryza (Family medical history)	0.058	0.023	0.078	0.011
Existence and nonexistence of bronchial asthma (Family medical history)	0.067	0.027	0.074	0.011
Existence and nonexistence of lung cancer (Family medical history)	0.068	0.030	0.065	0.025
Constant	0.237	0.087		0.007
R ²		0.163		
F		5.832		
Significance		0.0000		

- Note :
1. Gender → male=1, female=0
 2. Age → real age
 3. Location → Pohang=1, others=0,
 4. Marriage state → married=1, single=0
 5. Scholastic ability → none=0, elementary school=6, middle school=9, high school=12, college=14
 6. Job → student=1, others=0
 7. Traffic instrument → bus=1, others=0
 8. Living condition → extremely poor =1, poor =2, normal=3, rich=4, millionaire=5
 9. Health condition → very unhealthy =1, unhealthy=2, normal=3, healthy=4, very healthy=5
 10. Concern degree of environmental pollution → totally not interested =1, not interested =2, normal=3, interested=4, very interested =5
 11. Existence and nonexistence of environmental pollution instruction → Yes=1, No=0
 12. Existence and nonexistence of smoking → Yes=1, No=0
 13. Existence and nonexistence of phthisis (Family medical history) → Yes=1, No=0
 14. Existence and nonexistence of pleurisy (Family medical history) → Yes=1, No=0
 15. Existence and nonexistence of atopy dermatitis (Family medical history) → Yes=1, No=0
 16. Existence and nonexistence of allergic coryza (Family medical history) → Yes=1, No=0
 17. Existence and nonexistence of bronchial asthma (Family medical history) → Yes=1, No=0
 18. Existence and nonexistence of lung cancer (Family medical history) → Yes=1, No=0

다. 알레르기성 피부질환 발생에 영향을 미치는 가장 큰 요인은 현재의 건강상태($\beta=0.101$)이었고, 그 다음으로는 환경오염의 관심도($\beta=-0.091$), 연령($\beta=-0.134$), 교육수

준($\beta=-0.061$) 순이었다.²⁾ 이들 변수인 현재 건강상태, 환경오염 관심도, 연령, 교육수준 등에서 유의성이 있었으며, 이들 모든 변수의 설명력(R^2)은 13.0%이었다.

Table 5. Influencing factors on allergic dermatitis in this study

Classification	B	SE B	Beta	T
Gender	-0.002	0.018	-0.004	0.899
Age	-0.003	0.001	-0.134	0.006
Marriage state	0.034	0.024	0.067	0.150
Scholastic ability	-0.014	0.007	-0.061	0.045
Job (Student)	0.008	0.023	0.015	0.741
Traffic instrument (Bus)	0.009	0.017	0.017	0.605
Living condition	0.023	0.015	0.045	0.115
Health condition	0.031	0.009	0.101	0.000
Concern degree of environmental pollution	-0.051	0.016	-0.091	0.002
Existence and nonexistence of environmental pollution instruction	0.001	0.017	0.002	0.952
Existence and nonexistence of smoking	0.018	0.020	0.030	0.372
Existence and nonexistence of atopy dermatitis (Family medical history)	0.042	0.025	0.048	0.098
Location (Pohang)	-0.024	0.017	-0.042	0.157
Constant	0.299	0.088		0.001
R ²		0.130		
F		6.241		
Significance		0.0000		

Table 6. Influencing factors on ophthalmology disease in this study

Classification	B	SE B	Beta	T
Gender	-0.105	0.020	-0.183	0.000
Age	0.002	0.001	0.104	0.032
Marriage state	0.032	0.026	0.058	0.211
Scholastic ability	-0.014	0.007	-0.057	0.062
Job (Student)	0.052	0.025	0.092	0.037
Traffic instrument (Bus)	-0.015	0.018	-0.026	0.0432
Living condition	0.015	0.016	0.027	0.351
Health condition	0.031	0.010	0.092	0.001
Concern degree of environmental pollution	-0.053	0.018	-0.086	0.003
Existence and nonexistence of environmental pollution instruction	-0.005	0.018	-0.008	0.790
Existence and nonexistence of smoking	0.017	0.022	0.026	0.441
Existence and nonexistence of atopy dermatitis (Family medical history)	0.049	0.028	0.051	0.079
Location (Pohang)	-0.009	0.018	-0.015	0.611
Constant	0.302	0.096		0.002
R ²		0.140		
F		6.715		
Significance		0.0000		

4) 안질환 발생에 영향을 미치는 관련요인
안질환 발생에 영향을 미치는 관련요인의 회귀분석에

서 안질환 발생(Y)을 종속변수로 하고 관련변수(x_i)를
독립변수로 하여 다중회귀분석을 한 결과를 Table 6에

나타내었다. 종속변수인 안질환 발생(Y)에 대한 독립변수(x_i)의 관계는 $Y=0.302-0.105(\text{성별})+0.002(\text{연령})+0.032(\text{결혼상태})-0.014(\text{교육수준})+0.052(\text{학생<직업>})-0.015(\text{교통수단<버스>})+0.015(\text{생활수준})+0.031(\text{현재건강상태})-0.053(\text{환경오염관심도})-0.005(\text{환경오염수업경험 유·무})+0.017(\text{흡연 유·무})+0.049(\text{아토피성 질환 가족력 유·무})-0.009(\text{거주지역<포항>})$ 이었다. 안질환 발생에 영향을 미치는 가장 큰 요인은 성별($\beta=0.183$)이었고, 그 다음으로는 현재의 건강상태($\beta=0.092$), 환경오염 관심도($\beta=-0.086$), 연령($\beta=0.104$), 학생<직업>($\beta=0.092$) 순이었다.²⁾ 이들 변수인 성별, 현재의 건강상태, 환경오염 관심도, 연령, 학생<직업> 등에서 유의성이 있었으며, 이들 모든 변수의 설명력(R^2)은 14.0%이었다.

5) 환경오염물질에 대한 인식수준에 영향을 미치는 관련요인

환경오염물질에 대한 인식수준에 영향을 미치는 관련

요인의 회귀분석에서 환경오염물질에 대한 인식수준(Y)을 종속변수로 하고 관련변수(x_i)를 독립변수로 하여 다중회귀분석을 한 결과를 Table 7에 나타내었다. Table 7에서 보는 바와 같이 종속변수인 환경오염물질에 대한 인식수준(Y)에 대한 독립변수(x_i)의 관계는 $Y=-0.134+0.105(\text{성별})+0.004(\text{연령})+0.099(\text{거주지역<포항>})-0.001(\text{결혼상태})-0.076(\text{교육수준})+0.078(\text{학생<직업>})+0.034(\text{교통수단<버스>})-0.070(\text{생활수준})+0.038(\text{현재 건강 상태})+0.901(\text{환경오염 관심도})-0.060(\text{환경오염 수업 경험 유무})-0.028(\text{흡연유무})-0.185(\text{폐결핵 가족력 유무})+0.109(\text{늑막염 가족력 유무})-0.051(\text{아토피성 피부질환 가족력 유무})-0.118(\text{알레르기성 비염 가족력 유무})+0.009(\text{기관지 천식 가족력 유무})+0.031(\text{폐암 가족력 유무})-0.076(\text{안질환 가족력 유무})$ 이었다. 환경오염물질에 대한 인식수준에 영향을 미치는 가장 큰 요인은 교육수준($\beta=-0.098$)과 환경오염 관심도($\beta=0.521$)이었고, 그 다음으로는 거주지역($\beta=0.057$), 성별($\beta=0.065$), 폐결핵 가족력 유무($\beta=-0.051$)순이었다.²⁾ 이들 변수인 교육수

Table 7. Influencing factors on environmental contaminant in this study

Classification	B	SE B	Beta	T
Gender	0.105	0.050	0.065	0.035
Age	0.004	0.003	0.045	0.284
Location (Pohang)	0.099	0.044	0.057	0.026
Marriage state	-0.001	0.062	0.000	0.990
Scholastic ability	-0.076	0.020	-0.098	0.000
Job (Student)	0.078	0.060	0.049	0.194
Traffic instrument (Bus)	0.034	0.045	0.021	0.448
Living condition	-0.070	0.039	-0.044	0.074
Health condition	0.038	0.024	0.040	0.109
Concern degree of environmental pollution	0.901	0.043	0.521	0.000
Experience of environmental instruction	-0.060	0.044	-0.033	0.174
Existence and nonexistence of smoking	-0.028	0.053	-0.015	0.595
Existence and nonexistence of phthisis (Family medical history)	-0.185	0.093	-0.051	0.047
Existence and nonexistence of pleurisy (Family medical history)	0.109	0.128	0.022	0.394
Existence and nonexistence of atopy dermatitis (Family medical history)	-0.051	0.071	-0.019	0.466
Existence and nonexistence of allergic coryza (Family medical history)	-0.118	0.061	-0.052	0.051
Existence and nonexistence of Bronchial Asthma (Family medical history)	0.009	0.071	0.003	0.895
Existence and nonexistence of Lung Cancer (Family medical history)	0.031	0.080	0.010	0.698
Existence and nonexistence of ophthalmology disease (Family medical history)	-0.076	0.071	-0.027	0.282
Constant	-0.134	0.260		0.000
R^2		0.322		
F		28.973		
Significance		0.0000		

준, 환경오염 관심도, 거주지역, 성별, 폐결핵 가족력 유무 등에서 유의성이 있었으며, 이들 모든 변수의 설명력(R²)은 32.2%였다. 이전의 연구에서¹⁸⁾공단주변 지역 주민들의 악취 등 환경오염물질 및 유해인자에 대한 인식수준이 공단지역 이외의 지역주민들보다 높았으며, 악취 및 환경오염물질 인식도 수준과 환경성 질환의 발생과도 밀접한 관련성이 있는 것으로 확인되었다.

6) 환경오염 관심도에 영향을 미치는 관련요인

환경오염 관심도에 영향을 미치는 관련요인의 회귀분석에서 환경오염 관심도(Y)을 종속변수로 하고 관련변수(xi)를 독립변수로 하여 다중회귀분석을 한 결과는 Table 8에 나타내었다. Table 8에서 보는 바와 같이 종속변수인 환경오염 관심도(Y)에 대한 독립변수(xi)의 관계는 Y=2.015+0.041(성별)+0.000(연령)-0.048(거주지역<포항>)-0.022(결혼상태)-0.010(교육수준)+0.060(학생<직업>)+0.044(교통수단<버스>)+0.032(생활수준)+

0.004(현재 건강 상태)-0.022(환경오염 수업 경험유무)+0.010(흡연유무)+0.029(폐결핵 가족력 유무)+0.008(늑막염 가족력 유무)-0.067(아토피성 피부질환 가족력 유무)+0.058(알레르기성 비염 가족력 유무)+0.006(기관지 천식 가족력 유무)+0.014(폐암 가족력 유무)-0.082(안질환 가족력 유무)+0.306(환경오염 유발물질 인식도)이었다. 환경오염 관심도에 영향을 미치는 가장 큰 요인은 환경오염 유발물질 인식도(β=0.530)이었고, 그 다음으로는 안질환 가족력 유무(β=-0.050)이었다.²⁾ 이들 변수인 환경오염 유발물질 인식도와 안질환 가족력 유무에서 유의성이 있었으며, 이들 모든 변수의 설명력(R²)은 31.0%이었다.

7) 관련요인에 대한 다중회귀분석 결과

먼저 조사대상자 중 환경오염문제에 대한 관심도가 3.82점으로 높아 대부분의 연령이 환경문제에 대하여 평소에도 관심이 있는 것으로 판단된다(p>0.001). 이에

Table 8. Concern on environmental pollution in this study

Classification	B	SE B	Beta	T
Gender	0.041	0.029	0.044	0.157
Age	0.000	0.002	0.003	0.950
Location(Pohang)	-0.048	0.026	-0.048	0.062
Marriage state	-0.022	0.036	-0.024	0.546
Scholastic ability	-0.010	0.012	-0.023	0.394
Job(Student)	0.060	0.035	0.065	0.088
Traffic instrument(Bus)	0.044	0.026	0.047	0.094
Living condition	0.032	0.023	0.035	0.155
Health condition	0.004	0.014	0.007	0.789
Experience of environmental study	-0.022	0.026	-0.021	0.398
Existence and nonexistence of smoking	0.010	0.031	0.010	0.735
Existence and nonexistence of phthisis (Family medical history)	0.029	0.054	0.014	0.587
Existence and nonexistence of pleurisy (Family medical history)	0.008	0.075	0.003	0.913
Existence and nonexistence of atopy dermatitis (Family medical history)	-0.067	0.041	-0.042	0.105
Existence and nonexistence of allergic coryza (Family medical history)	0.058	0.035	0.044	0.101
Existence and nonexistence of bronchial asthma (Family medical history)	0.006	0.041	0.003	0.892
Existence and nonexistence of lung cancer (Family medical history)	0.014	0.047	0.008	0.760
Existence and nonexistence of ophthalmology disease (Family medical history)	-0.082	0.041	-0.050	0.049
Recognition degree of environmental pollution	0.306	0.015	0.530	0.000
Constant	2.015	0.140		0.000
R ²		0.310		
F		27.441		
Significance		0.0000		

반하여 생활지역 오염 인식정도는 3.15점으로 관심도에 비하여 다소 낮은 수준이었다. 또한, 대기오염 및 환경오염의 호흡기질환 유발 인식정도에서는 연령별, 학력, 직업별로 유의성이 있었으며($p < 0.001$), 학력이 높을수록 환경오염물질이 호흡기 질환을 유발한다는 인식이 높았다. 이와 함께 호흡기질환 발생에 영향을 미치는 관련요인으로는 학생<직업>, 환경오염 관심도, 현재 건강상태, 알레르기성 비염 가족력 유·무, 기관지 천식 가족력 유·무, 폐암 가족력 유·무, 흡연 유·무 등에서 유의하게 영향을 미쳤으며, 알레르기성 피부질환 발생에 영향을 미치는 가장 큰 요인은 현재 건강상태이었고, 다음으로는 환경오염 관심도, 연령, 교육수준 순이었다. 이들 변수인 현재 건강상태, 환경오염 관심도, 연령, 교육수준 등에서 유의성이 있었고, 끝으로 안질환 발생에 영향을 미치는 관련요인은 성별, 현재 건강상태, 환경오염 관심도, 연령, 학생<직업> 등 이었다. 또한, 환경오염물질에 대한 인식수준에 영향을 미치는 가장 큰 요인은 교육수준과 환경오염에 대한 관심도이었고, 그 다음으로는 거주지역, 성별, 폐결핵 가족력 유·무 순이었다. 이들 변수인 교육수준, 환경오염 관심도, 거주지역, 성별, 폐결핵 가족력 유무 등에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다.²⁾ 마지막으로 환경오염 관심도에 영향을 미치는 가장 큰 요인은 환경오염 유발물질 인식도이었고, 그 다음으로는 안질환 가족력 유무이었다. 이들 변수인 환경오염 유발물질 인식도와 안질환 가족력 유무에서 유의성이 있었다.

IV. 결 론

본 연구에서는 경주, 포항, 울산지역의 대기오염물질로 인한 환경성 질환 및 호흡기계 질환 원인규명에 대한 기초 자료와 과학적인 근거자료를 제시하고자 하며, 이상의 연구로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 경주, 포항, 울산지역의 대기 중금속 농도 중에서 납(Pb)은 $0.0135\sim 0.1744 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 분석되었고 그 분포는 포항, 울산, 경주 순으로 나타났으며, 니켈(Ni)은 $0.0023\sim 0.0115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다. 경주 및 인근지역의 대기 중금속 농도가 국내·외 환경기준을 초과하지는 않았으나, 상대적으로 위해도지수가 다소 높은 카드뮴(Cd)은 GV값을 초과하는 경우가 나타나 배출원 관리가 필요할 것으로 판단된다.

2. 본 연구에서 조사된 대상자 대부분이 환경오염에 대한 관심도와 환경오염물질에 대한 인식, 호흡기 질환 유발 인식정도 수준이 전반적으로 높은 수준이었으나,

환경오염으로 인한 건강상의 장애 특히 호흡기계 질환을 많은 사람들이 호소하고 있는 것으로 나타났으며, 대기 중금속 예방을 위한 추가적인 대기오염자동측정소의 설치와 공업단지에 대한 집중적인 배출원 관리와 실질적인 유해물질 관리 및 저감방안이 필요한 시점으로 판단되며, 해당지역 주민에 대한 대기 중금속 발생이 인체에 미치는 건강상의 영향을 미치는 공통적인 요인이 환경오염에 대한 관심도로 나타나 지역주민에 대한 적극적인 교육 및 홍보활동이 선행되어야 할 시점으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 경북지역환경기술개발센터의 2009년 환경기술연구개발사업(09-2-40-41-9) 지원으로 일부 수행되었고, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Jung, J. H. : A study on reaction characteristic of SO_2/NO_x simultaneous removal for alkali absorbent/additive in FGD and waste incinerator process. Pusan National University, Ph.D Dissertation, 1999.
2. Jung, J. H. : Effects of air pollutants on the health/environmental risk assessment and weathering of stone cultural properties in Gyeongju and its vicinities. Daegu Haany University, Ph.D Dissertation, 2008.
3. Choi, B. W., Jung, J. H., Choi, W. J., Jeon, C. J. and Shon, B. H. : Distribution characteristics of ambient heavy metals based on the pollution source and their carcinogenic risk assessment in Ulsan, Korea. *Korean Journal of Environmental Health*, **32**(5), 522-531, 2006.
4. Choi, B. W., Jung, J. H., Choi, W. J., Shon, B. H. and Oh, K. J. : Characteristics of the distribution of high ambient air pollutants with sources and weather condition in Ulsan. *Korean Journal of Environmental Health*, **32**(4), 324-335, 2006.
5. Jung, W. S. : A study on the medium-range transport of air pollutants associated with regional-scale atmospheric circulation system. Ph.D Dissertation, Pusan National University, 2001.
6. Jung, J. H., Jung, M. H., Shon, B. H., Lee, K. J. and Seo, J. H. : Weathering and deterioration characteristics of the stone cultural properties in Bulguksa and its surroundings -Dabotap and Three Storied Stone Pagoda at Bulguksa-. *The Silla Munhwa*, **31**, 107-135, 2008.
7. Ryu, H. Y., Kim, M. C., Jung, J. H., Lee, G. W. and Chung, J. D. : A study on NO_x removal efficiency using SNCR process in the industrial waste incineration.

- tion plant. *Korean Journal of Environmental Health*, **31**(4), 332-339, 2005.
8. Jung, J. H., Shon, B. H., Jung, D. Y., Kim, H. G. and Lee, H. H. : Emission properties of hazardous air pollutants in solid waste incinerator. *Korean Journal of Environmental Health*, **29**(5), 17-26, 2003.
 9. Taking Toxics Out of the Air, 3-6, USEPA, 2000.
 10. Air pollution and health risk, USEPA 450/3-90-022, 1991.
 11. Lee, K. Y. and Lee, J. H. : A strategy to integrated emission trading system for greenhouse gas with that of air pollutants. *Korean Society for atmospheric Environment*, **21**(6), 561-571, 2005.
 12. NIER, Annual Cohort Report (Pohang), 2007.
 13. NIER, Annual Cohort Report (Pohang), 2008.
 14. NIER, Annual Cohort Report (Ulsan), 2006.
 15. NIER, Annual Cohort Report (Ulsan), 2007.
 16. Baek, S. O., Heo, Y. K. and Park, Y. H. : Characterization of concentrations of fine particulate matter in the atmosphere of Pohang Area. *Korean Society of Environmental Engineers*, **30**(3), 302-313, 2008.
 17. KMA, Monthly Weather Report, 1999~2008.
 18. Kim, B. B. : A study on recognition of community health effects causing odors occurring around around daesan complex industries area. Kongju National University, Master Dissertation, 2004.