

울산지역의 대기오염 환경의 차이가 거주자의 실내환경 평가 및 인식에 미치는 영향

The Influence of Air Pollution Level on Resident's Evaluation and Cognition for Indoor Environment in Ulsan

유복희*
Yoo, Bok-Hee

Abstract

The aim of this study was to evaluate the influence of air pollution level in industrial and residential district of Ulsan on resident's evaluation and cognition for indoor environment. The evaluation of air pollution materials (as SO₂, NO₂, O₃, CO, PM10) were investigated to understand the distributional characteristics in survey area, and air quality monitoring data from 2007 to 2009 were used. The data was applied in a realtime measurement of industrial and residential area respected to difference of the pollution level in Ulsan. The questionnaire of this survey for resident's cognition was to find out characteristics on perception of indoor environment and outdoor air quality recognition based on the distinct characteristics of the areas. The results of this study shows that resident's satisfaction at clean level outdoor air and indoor environment were different whether it was residential area or industrial area and outdoor air pollution level has direct influence on resident's satisfaction in indoor environment.

Keywords : Air Pollution, Indoor Environment, Resident's Cognition

주요어 : 대기오염, 실내환경, 거주자 인식

1. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

인간의 삶의 질 향상과 더불어 쾌적한 환경에서 살 권리가 새롭게 인식되고 있다. 쾌적한 환경에서 살 권리를 달성하기 위하여 시민의 역할도 변화하고 있는데, 환경오염의 신고 및 감시위주에서 자기가 살고 있는 환경의 수준 즉 대기질의 현재 상태를 알고 이를 개선하기 위한 행정기관에 대한 감시·감독자의 수준까지 이르고 있다. 이러한 현실에서 시민의 건강을 지키기 위한 대기질의 향상은 과거 어느 때보다도 더 큰 의미를 가지고 있다(최봉옥 외, 2004).

국내에서는 대기오염이 인체 건강영향에 미치는 연구가 꾸준히 진행되면서, 고농도의 대기오염에서뿐만이 아니라 대기오염 기준치 이하에서도 사망자 수가 증가, 호흡기 및 심혈관계 질환 환자의 증가 등을 초래한다는 연구들이 최근 수년간 일관성 있게 보고되고 있다(조용성 외, 2003; 김영환, 2008; 최상준, 2008; 이종태, 2008).

대기의 오염상태는 실내공기오염에 영향을 미치는 중요한 요인이 되며 계절, 생활행태, 주택형태, 지역환경 등에

따라 외부의 대기환경이 실내로 유입되는 양의 차이가 발생하게 되고 이는 실내공기오염에 영향을 미친다.

이와 관련한 대부분의 연구에서는 대기오염과 실내공기와의 관계를 주로 물리적 환경인자에 대한 정량적 평가를 통한 관계성 및 영향도 등을 규명하고 있다(W. Liu 외, 2006; C. Jia 외, 2008a; 김득수 외, 2008; C. Jia 외, 2008b).

김득수 등(2008)은 공간적 특성을 가진 지역을 대상으로 외기 및 내기에 대한 비교를 통해 영향도 또는 기여도를 분석하였다. C. Jis 외(2008b)은 외부의 대기환경은 계절적 그리고 지역적 효과가 관찰되었으나, 실내공기는 지역(도시와 공업지역)에서의 대기농도 변화에 기인한 효과는 제한적이라고 보고하였다. 또한 백성옥 외(1996)는 실내·외 공기중 VOC에 대한 개인피폭수준은 VOC 종류, 실내·외 거주환경 및 계절 등에 큰 영향을 받는다고 보고하고 있다.

이러한 연구들은 대부분 실내·외의 다양한 오염물질을 측정 등의 정량적 평가 및 분석에 의해 이루어지고 있으며, 실내·외의 영향을 기여하는 주요인자 등의 하나인 생활행태와 이러한 생활행태를 주도하고 개선할 수 있는 거주자의 의식에 대한 초점이 맞추어진 연구는 드물다.

따라서 본 연구는 일반적으로 대기오염의 차이를 가져올 것이라 가정할 수 있는 두 지역을 대상으로 대기오염의 차이가 거주자들의 실내환경에 대한 평가 및 인식에 미치는 영향을 파악하고자 한다.

*정희원(주거자, 교신저자), 울산대학교 생활과학대학 조교수, 학술박사이 논문은 2009년 울산지역환경기술개발센터의 연구개발사업의 일환으로 수행되었음.

2. 지역적 대기현황의 특성 고찰

대기오염물질을 발생시키는 원인은 매우 다양하다. 황사와 같이 바람에 의해 토양의 흩먼지가 날려 대기오염을 유발할 수도 있고, 산불이나 화산에 의해 먼지나 매연이 발생할 수도 있다. 그러나 오늘날 크게 문제가 되고 있는 것은 이러한 자연적 발생원으로 인한 대기오염보다는 대부분 인간의 활동에서 비롯되는 인위적 배출원이라 할 수 있다.

인위적 발생원은 점오염원(point source), 면오염원(area source), 선오염원(line source)으로 구분된다. 점오염원은 발전소, 도시폐기물 소각로, 대규모 공장 등과 같이 하나의 시설이 다량의 오염물질을 배출하는 것을 말하며, 면오염원은 주택과 같이 일정 지역안에 소규모 발생원이 다수 모여 해당 지역 내에 오염문제를 발생시키는 것이다. 선오염원의 대표적인 것은 자동차로 이는 도로를 중심으로 오염물질을 지속적으로 발생시켜 도로주변에 대기오염의 문제를 일으키게 된다(환경부, 환경백서, 2009).

일반적으로 점오염원은 높은 굴뚝에서 배출되는 것이기 때문에 그 영향 범위가 넓고, 면오염원과 선오염원은 배출구가 낮아 대기확산이 잘 이루어지지 않기 때문에 지표면에 직접적인 영향을 미치는 특성이 있다(울산광역시, 환경백서, 2009). 울산광역시(이하 울산시)의 경우 대기오염물질 중 점배출원의 대부분이 해안을 끼고 남구와 울주군 온산읍에 위치한 석유화학계열과 울주군 온산읍에 위치한 비철금속계열, 그리고 동구와 북구에 위치한 중공업계열로 구성되어 있다(최봉옥 외, 2004). 울산시의 점오염원은 2007년 12월 31일 현재 울산시에는 대기 배출업소 수는 총 858개소이며, 울산·미포국가산업단지 내에 276개, 온산국가산업단지 내에 140개, 매곡지방산업단지 9개소와 산업단지의 배출업소는 433개소가 있다(울산광역시, 환경백서, 2009). 또한 울산시는 지역 특성상, 산업단지 내부에 원료 및 제품을 수송하는 중·대형 외부 화물차량의 운행이 많아 선오염원에 의한 대기오염 발생량은 더 많을 것으로 예상하고 있다.

우리나라 자동차는 1965년 4만대에 불과했으나 2007년도에는 1,642만대를 초과하여 42년 만에 410배 이상 증가하였다. 특히 수송부분은 전국 대기오염물질 발생량의 50% 이상을 차지하고 있으며, 향후 승용차의 경우 지속적으로 증가할 것으로 추정되고 있어 자동차로 인한 환경오염 문제가 갈수록 심각해질 것으로 예상된다.

울산시의 경우도 2000년 209,803대에서 2007년도에 407,477대로 매년 꾸준히 자동차등록 대수가 증가하고 있다. 이러한 추세에 따라 도시의 주요 대기오염원이 가정, 발전, 산업부분에서 수송부분으로 점차 전환되고 있는 실정이다(울산광역시, 환경백서, 2009).

특히 울산은 아산로 및 산업로 등과 같은 지역 특성상의 원료와 제품을 수송한 산업단지 배후도로, 그리고 수암로, 삼산로, 문수로, 강변로, 강북로 등과 같이 근로자들의 출퇴근 도로가 다수 존재하고, 공업지역에 주거지역

과 상업지역이 인접해 있는 도시 구조상 특성으로 인하여 공단오염원과 자동차오염원이 중첩되어 인체에 위해를 가할 가능성이 증가할 것으로 예측된다(최봉옥 외, 2004).

인접한 주거지역으로의 대기질 확산에 영향을 줄 수 있는 울산의 공업지역의 입지적 위치를 살펴보면, 공업지역은 남동쪽 해안에 위치하여 해운 이용율이 최대가 될 수 있어 공단 입지적으로는 효율적이나, 주거지역이 너무 근접하여 위치하고 있어 공업지역에서 발생한 오염물질은 기상 상황에 따라 항상 주거지역으로 확산될 위험성이 클 것으로 예측되어 대기오염물질의 발생원 중심 관리가 필수적이라 할 수 있다.

최근 울산대학교병원 환경보건센터는 내륙 주거지역, 공단인근 주거지역, 연안 주거지역에 다니는 초등학교생들을 대상으로 한 건강검진에서 3개교간 아토피질환 유병률 차이는 외부 환경요인에 의한 증상의 심도가 유병률에 가장 큰 영향을 미치고, 유전적 소인과 실내환경 요인 순으로 영향을 미치는 것으로 보인다고 발표하였다.

II. 연구내용 및 방법

1. 대상지역 및 세대의 선정

대상지역을 선정하기 위하여 울산시 전 지역을 대상으로 오염원 종류 및 발생 정도에 따라 지역을 크게 공단인근 주거지역(이하 공업지역)과 일반내륙 주거지역(이하 주거지역)으로 구분하였다.¹⁾

공업지역의 경우 대규모 공장 및 공업단지(울산·미포 산업단지)가 인접한 곳을 선정하였으며, 주거지역은 일반 상업시설과 주거시설이 밀집한 지역으로, 주변에 산이 위치하고 전원도시로서의 개발이 이루어지고 있는 지역으로 공동주택이 밀집되어 있는 지역을 선정하였다<그림 1>.

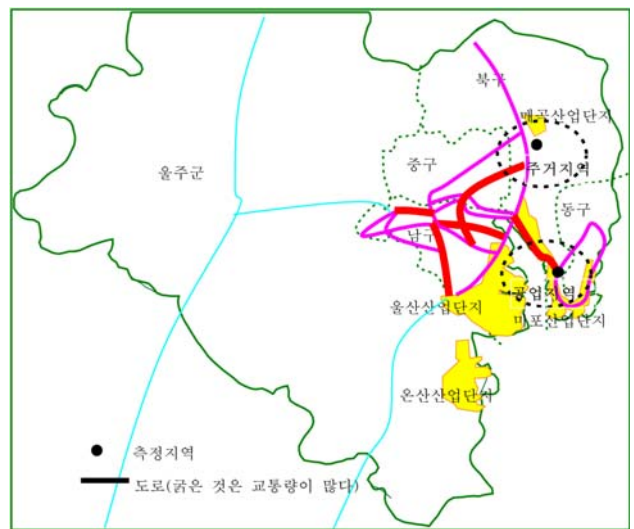


그림 1. 울산광역시 오염 발생원 및 연구대상 지역

1) 도시계획법상의 용도지역구분에 의하면 두 지역 모두 도시지역, 3종일반주거지역으로 구분된다.



그림 2. 공업지역 대상지의 입지



그림 4. 조사대상 지역의 대기측정망 분포 현황



그림 3. 주거지역 대상지의 입지

선정된 지역 내에서 조사 대상주택을 선정하였으며, 해당 지역안에서 조사 당시 가장 최근에 신축된 공동주택 단지를 대상으로, 단지의 반경 3 km 이내의 활용 가능한 대기오염 측정망이 설치된 주택지를 최종 선정하였다. 선정된 아파트는 ○○동 H아파트(공업지역), ○○동 P아파트(주거지역)로 조사대상 주택의 개요는 <표 1>과 같다.

표 1. 조사대상 주택의 개요

구분	준공	세대 수	주요 오염원
H아파트 공업지역	2007.06	1,443	공단 및 자동차 공장, 차량동행
P아파트 주거지역	2007.12	1,137	산업단지, 산으로 둘러싸임

2. 대기현황의 조사

대상지역의 대기현황을 파악하기 위해서 울산광역시 보건환경연구원에서 설치·운영 중인 대기측정망의 측정 데이터를 수집하여 2007년, 2008년, 2009년도의 주거지역과 공업지역의 대기현황을 비교·분석하였다. 분석대상 물질은 아황산가스(SO₂), 이산화질소(NO₂), 오존(O₃), 일산화탄소(CO), 미세먼지(PM10)의 5개 물질로 선정하였다.

울산시는 <그림 4>와 같이 주요 지점에 대기환경상태

를 상시 측정하기 위하여 14개소의 대기오염자동측정소를 설치·운영하고 있다. 공업지역의 측정망은 그림4에서 보는 바와 같이 대상주택과 가장 근접한 위치에 있는 측정망으로 ○○동(일반공업지역)에 설치된 측정망을, 주거지역에서는 ○○동(제2종 일반주거지역)에 설치된 측정망을 이용하였다.

대상물질의 농도는 각 측정지점에서의 날짜에 따른 시간별 평균값을 구하고 이를 이용하여 지역별 일일 평균값과 최종적으로 월별 평균값을 산출하여 분석에 이용하였다.

3. 거주자 생활환경 및 의식조사

거주자의 실내환경에 대한 의식조사는 예비조사와 본조사로 나누어 실시하였다. 예비조사는 공업지역의 5세대, 주거지역의 6세대를 대상으로 2009년 6월 18일~29일에 걸쳐 인터뷰 형식으로 실시하였다. 이를 바탕으로 설문지를 작성하고 본조사를 2009년 11월 11일~30일에 걸쳐 실시하였다. 주거지역 50세대, 공업지역 50세대로 총 100세대에 대하여 설문지를 통한 인터뷰 형식으로 조사되었다.

III. 결과 및 분석

1. 대기환경의 현황

조사대상 주택에서의 대기환경물질의 지역적 차이를 파악하기 위하여 2007~2009년도의 대기현황을 지역별로 t-test를 실시하고 그 차이를 검증하였다.

1) 아황산가스

아황산가스는 중유(B-C유), 석탄 등의 황을 함유한 연료를 연소하는 화력발전소, 자동차, 난방시설, 정유공장 등에서 주로 발생하는 대기오염물질로서 인체에는 점막을 자극하거나 폐기종, 폐염, 천식, 기관지염 등의 호흡기질환을 가져오는 특성을 가지고 있다.

2007, 2008, 2009년도의 아황산가스 농도 분포는 울산시 기준(연간 0.015 ppm)과 비교하여 2008년 3, 4월에 일

표 2. 대기오염 물질의 지역간 분포 차이 검증 결과표

구 분	아황산가스(ppm)		이산화질소(ppm)		오존(ppm)		일산화탄소(ppm)		PM10 (µg/m ³)		
	주거	공업	주거	공업	주거	공업	주거	공업	주거	공업	
2007년	평균	0.004	0.006	0.022	0.024	0.022	0.022	0.3	0.4	56	61
	t-value	-2.462		-2.472		0.163		-2.602		-1.194	
	유의수준	.032		.031		.873		.025		.258	
2008년	평균	0.006	0.011	0.022	0.025	0.029	0.022	0.3	0.4	56	55
	t-value	-1.506		-1.174		8.267		-1.773		.674	
	유의수준	.160		.265		0.000		.104		.514	
2009년	평균	0.007	0.006	0.021	0.019	0.030	0.024	0.3	0.4	47	55
	t-value	.906		.884		12.845		-2.345		-3.792	
	유의수준	.386		.397		0.000		0.041		.004	

시적으로 초과하는 경우가 나타났으나, 대체적으로 적합한 것으로 나타났다. 또한 전반적으로 공업지역이 주거지역보다 미세한 차이로 높게 나타났으며 이러한 차이는 t-test결과, 유의확률 0.1 이하 수준에서 2007년도에는 두 지역간 유의한 차이를 나타냈으나, 2008, 2009년에서 의미 있는 농도 차는 나타내지 않았다<표 2>.

2) 이산화질소

이산화질소는 보일러, 소각로, 자동차 연료 등의 화석연료가 고온의 연소시에 발생하는 대기오염물질로서, 코와 목을 자극하며 아황산가스와 마찬가지로 기관지염 및 폐염 등의 호흡기질환을 일으키며, 식물의 잎에 갈색 반점을 일으켜 성장을 저해한다. 또한 광화학 반응을 일으켜 오존과 광화학 스모그를 일으키는 주된 대기오염물질이다.

이산화질소의 연간 분포 현황은 2007, 2008, 2009년에 울산시 기준(연간 0.04 ppm)에 적합한 것으로 나타났다. 주거지역과 공업지역은 시기별로 미세한 발생량의 차이를 보이고 있으며, t-test결과에서는 2007년에는 통계적으로 의미 있는 차이를 보이며 공업지역이 다소 높게 나타났으나, 2008, 2009년에는 유의한 지역간 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 이산화질소는 개선이 이루어져 지역적 차이가 없어진 것을 알 수 있다<표 2>.

3) 오존

오존은 이산화질소가 강한 햇빛의 영향으로 대기중의 산소와 반응하여 발생하는 2차 대기오염물질이다. 오존은 눈을 자극하고 농작물의 잎에 적갈색 내지 흑색 반점을 일으켜 성장을 저해하며 고무 등을 부식시키는 물질이다.

주거지역과 공업지역의 대기 중 오존의 농도는 울산시 기준(8시간 0.06 ppm)에 적합한 것으로 나타났다. 분포 형태는 평균 일사량이 높은 4~6월에 높게 나타나는 것을 확인하였다. 2007년에는 주거지역과 공업지역의 대기 중 오존의 농도가 큰 편차를 나타내지 않았다. 그러나 2008, 2009년의 경우 주거지역의 오존 농도가 지속적으로 높게 나타난 것을 확인하였으며, 이는 t-test결과 통계적으로도 의미 있는 차이를 보이는 것으로 나타났다. 이소영 등(2006)은 울산의 농소(본연구의 측정대상) 지역이 주거지역임에도 불구하고 오존의 고농도 현상이 발생하는 것은

본 지점의 고농도 발생 매커니즘이 존재하는 것이 예상하고 대기질 수치모델은 활용하여 분석을 실시하였다. 분석결과 대기 오염물질이 수송과 지역적인 배출량의 영향이 결합되어 농도 상승이 크게 기여하였다고 보고하고 있는데, 울산 기상대의 바람 자료 분석결과, 해풍의 발달이 탁월했던 것으로 미루어 농소 지점 좌우에 남북으로 갈게 뺀 산지가 해풍이 빠져나가는 경로가 되어 대기오염물질의 수송로가 되었다고 보고하였다.

4) 일산화탄소

일산화탄소는 보일러와 자동차 등의 화석연료의 불완전 연소 및 폐기물의 소각시에 주로 발생하는 대기오염물질이다.

주거지역과 공업지역의 대기중에 일산화탄소 농도는 2007, 2008, 2009년 모두 울산 기준(8시간 7 ppm)과 비교하여 안정적으로 낮게 나타났다. 그러나 두 지역간의 일산화탄소 발생량에 대해 t-test를 실시한 결과, 2007, 2009년도의 공업지역이 주거지역보다 높은 농도차이를 나타냈으며, 이것은 유의확률 0.1 이하 수준에서 의미 있는 차이를 보이는 것으로 나타났다.

5) 미세먼지

미세먼지 농도는 주거지역과 공업지역에서 시기별로 발생량의 차이가 미세하게 나타났다. 2007년 3, 4, 5, 11월과 2008년 3, 5, 7, 12월, 2009년 2, 5, 6, 10월에 지역별 차이는 있으나, 울산 기준치(연간 60 µg/m³)를 초과하는 사례가 나타났다. 2007, 2008년에는 지역간 미세먼지 농도가 유사하였으나, 2009년에는 공업지역이 주거지역보다 더 높은 농도를 나타냈으며, 통계적으로도 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다.

2. 거주자 의식조사

1) 예비조사 결과

대상지역 거주자의 실내환경에 대한 의식조사를 위하여 예비조사를 실시하였다. 예비조사는 주거지역의 6세대와 공업지역의 5세대로 총 11세대를 대상으로 인터뷰를 실시하였으며, 예비조사의 주요 내용 및 결과는 다음과 같다.

(1) 거주자 만족도 및 건강상태

주거지역과 공업지역 거주자의 실내환경에 대한 만족도

는 대체로 ‘보통’ 이상의 분포를 보였으나, 주거지역에서 ‘불만족’ 사례가 나타났다. 이는 주거지역의 조사 당시 발생하였던 건축공사가 원인으로 조사되었다.

(2) 실내공기질 개선행위

주거지역 주택의 거주자는 공사로 인한 소음과 먼지로 인해 입주초기보다 환기시간을 단축시키고, 창호를 개방 하되 개방 면적을 줄이는 것으로 나타났다.

공업지역 주택에서는 환기시 공장먼지 및 도로먼지, 도로소음 및 공장소음으로 인해 창호를 개방하지 않는 거주자가(1/5세대) 있는 것으로 조사되었다.

환기외의 실내공기질 개선행위로는 공기청정기의 사용, 화초 가꾸기, 숯 놓기로 나타났으나, 주거지역과 공업지역의 거주자 모두 ‘화초 가꾸기’를 선호하는 것으로 나타났다.

(3) 외부환경에 대한 인식

주거지역 주택의 경우 주변의 공동주택 신축공사로 인한 공사먼지와 공사소음에 대한 인식이 높게 나타났으나, 외부환경에 대하여 ‘청정’하다는 인식을 강하게 가지고 있는 것으로 조사되었다.

공업지역의 조사대상 주택은 6차선 도로가에 위치해 있으며 자동차공장과 마주하고 있다. 거주자가 가장 큰 불편으로 생각하는 것은 공장소음과 차량의 통행으로 인한 도로소음인 것으로 조사되었다. 공업지역 주택의 경우 뒤에 산이 있음에도 청정한 외부환경에 대한 인식은 없으며, 주변환경이 오염되었다는 인식이 있는 것으로 조사되었다.

(4) 환기행태

주거지역과 공업지역 모두 1일에 환기를 실시하는 평균 건수는 1회로 나타났으며, 매일 환기를 시키는 주거지역의 거주자와는 달리, 공업지역의 거주자는 2/5세대가 매일 환기를 시키지 않는 것으로 나타났다. 원인은 밖에서 발생하는 소음과 먼지로 지적하였다. 이러한 지역적으로 다른 외부환경의 상황이 생활행위를 제한하고 있음을 확인하였다.

2) 본조사 결과

예비조사의 결과를 토대로 하여 생활 및 실내환경에 대한 거주자 의식조사를 실시하였다.

조사내용은 거주자의 일반적 사항, 실내환경 만족도 및 건강상태, 입주후 발생증상, 실내공기질 개선 행위, 외부환경에 대한 인식, 계절별 환기행위, 환기방해 요인 등에 관한 사항에 대하여 인터뷰를 통한 설문조사를 실시하였다. 주요 결과는 다음과 같다.

(1) 응답자의 일반적 특성

응답자의 연령은 공업지역은 40대가 52.0%, 주거지역은 30대가 54.0%로 가장 높게 나타났으며, 첫째 자녀의 연령이 초등학교 이하인 경우는 공업지역이 약 38.0%, 주거지역은 약 65.0%로 나타났다.

가족구성은 공업지역에서는 부부와 두 자녀로 구성된 4인 가족구성이 60.0%로 나타났으며, 주거지역에서는 부부와 한 자녀로 구성된 3인 가족이 52.0%로 가장 높게 나

타났다. 즉 주거지역의 거주자 연령층이 더 낮은 특성을 나타냈다.

두 지역에서의 주택 특성으로 주택의 규모는 82.6 m² 이상~105.8 m² 미만에 거주하는 세대가 전체 세대(100세대)의 49.5%로 가장 높게 나타났으며, 응답자의 거주 층수는 11-15층에서 거주하는 세대가 전체 세대의 40.4%로 가장 많은 분포를 나타냈다.

안방, 자녀방1, 자녀방2, 거실 중 1곳 이상 확장한 주택은 공업지역이 32.0%, 주거지역이 54.0%로 주거지역의 확장 건수는 더 높은 것으로 나타나, 실내공간의 확장으로 인한 오염 발생원이 더 많을 것으로 예측되었다.

(2) 실내환경에 대한 만족도 및 건강상태

실내환경에 대한 만족도는 두 지역 모두에서 ‘매우 불만족’의 응답은 없었으나, 공업지역에서 10.0%의 거주자가 ‘불만족’으로 응답하였다. 또한 ‘매우 만족’ 및 ‘만족’으로 응답한 경우가 공업지역에서는 36.0%, 주거지역에서 74.0%로 나타나, 주거지역 거주자의 만족도가 더 높은 것으로 나타났다. 또한 t-test결과에서도 두 지역간의 만족도는 유의확률 0.05수준에서 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다.

표 3. 실내환경에 대한 만족도

구분	공업지역	주거지역
매우 만족	1(2.0)	10(20.0)
만족	17(34.0)	27(54.0)
보통	27(54.0)	13(26.0)
불만족	5(10.0)	0(0.0)
매우 불만족	0(0.0)	0(0.0)
전체	50(100.0)	50(100.0)
평균	1.72	1.06
t-test(유의확률)	2.256(0.026)	

또한 건강상태는 두 지역에서 응답자 전원이 ‘보통’ 이상으로 응답하였으며, ‘매우 좋다’ 및 ‘좋다’ 이상의 응답은 공업지역에서 70.0%, 주거지역에서 66.0%로 나타났다. 이것은 t-test결과에서도 유의확률 0.05수준에서 두 지역간에 건강에 대한 인식은 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

(3) 입주후 발생 증상

입주후에 발생한 증상에 대하여 복수응답을 허용한 결과 공업지역에서는 86.0%, 주거지역에서는 84.0%의 거주자가 눈질환(눈의 충혈, 따가움, 가려움), 두통(두통, 현기증, 어지러움), 구토감(구토감/메스꺼움), 기침(기침/재채기), 피부자극, 의욕저하, 불면증의 7가지 증상 중에 한 가지 이상은 경험한 것으로 나타났다.

공업지역의 거주자는 눈질환(41.8%), 두통(30.2%), 피부자극(27.9%), 기침(26.0%), 불면증(25.6%), 구토감(11.6%)의 순으로 발생 빈도를 나타냈으며, 주거지역 거주자는 눈질환(38.1%), 불면증(23.8%), 피부자극(21.4%), 기침(11.9%), 두통(7.1%), 의욕저하(4.8%)의 순위를 보였다.

두 지역 모두에서 가장 많이 경험한 증상은 눈질환으로 동일하게 나타났으나, 그 이하의 순위에서 차이를 보이는 것을 확인할 수 있으며, ‘구토감’의 경우 공업지역의 거주자만 경험한 것으로 조사되었다. 이러한 특성이 실내 오염물질의 종류와 정도의 차이에 기인한 것인지 또는 개인의 차이 인지에 대한 차이인가에 대해서는 추후 연구를 통해 규명할 필요가 있을 것으로 판단된다.

입주 후 느낀 ‘새집 냄새’의 경우는 새집 냄새를 ‘입주 초기부터 못 느꼈다’는 응답이 공업지역에서 14.0%로 나타난 반면 주거지역에서는 40.0%로 높게 나타났다.

‘현재도 가끔 느낀다’는 응답은 주거지역이 2.0%, 공업지역이 16.0%로 공업지역이 높게 나타났으며, ‘입주 1년 후에 사라졌다’는 응답 또한 공업지역(29.0%)이 주거지역(4.0%)보다 높았다. 공업지역의 아파트는 2007년 6월 입주하고 주거지역의 아파트는 2007년 12월 입주했음을 고려하면, 조사당시에는 입주기간이 주거지역이 짧음에도 불구하고 공업지역 거주자에게서 이러한 새집냄새에 대한 인지가 오래 지속되는 것과 입주 초기 냄새인지의 정도 차이가 크게 나타나는 것은 실내의 건축자재등과 같은 오염원에서 발생하는 영향이외에 다른 환경 인지적 요인이 영향을 미쳤을 개연성도 존재하는 것으로 판단된다.

(4) 실내공기질 개선행위

예비조사를 통해 창문을 이용한 자연환기와 환풍기등을 이용한 기계환기, 공기청정기의 사용, 식물, 참숯의 이용이 공업지역과 주거지역 거주자들의 실내공기질 개선을 위한 공통행위임을 파악하여, 이를 중심으로 복수응답을 허용하여 조사를 진행하였다.

입주전 실내환경 개선을 위해 거주자가 행한 행위는 베이크아웃, 바이오마감, 참숯마감, 클린하우스(청소 대행)로 나타났으며, 공업지역에서 30.0%, 주거지역에서 20.0%로 나타나 공업지역의 거주자가 입주전 실내환경 개선행위가 더 활발했음이 파악되었다.

현재 생활중에 실내공기질 개선행위를 시행하는 가구는 조사대상 가구 중 주거지역에서는 전 가구가, 공업지역에서는 98.0%로 나타났다. 선호하는 행위는 창문을 이용한 자연환기가 80.8%로 가장 높게 나타났으며, 식물(40.4%), 참숯(24.2%), 공기청정기(20.2%), 환풍기(5.1%)를 사용하는 것으로 나타났다.

(5) 외부환경에 대한 인식

거주자들의 외부환경에 대한 인식은 두 지역에서 ‘산’을 가장 많이 인식하고 있는 것으로 나타났다. 공업지역의 경우 산(38.0%), 공장(22.0%), 공장 뒤에 흐르는 물(18.0%), 아파트(14.0%), 아파트와 접하고 있는 대형 도로(8%) 순으로 인식하는 것으로 나타났다.

주거지역의 경우 산(58.0%), 아파트(20.0%), 도로(18%), 공장(4%) 순으로 인식하고 있었으며, 아파트의 위치 특성에 의해 물에 대한 인식은 없는 것으로 나타났다. 공업지역과 주거지역에서 모두 산을 인식하고 있었으나, 지역적 특성에 따라 외부환경의 종류별 인식의 차이가 존재하는

것으로 나타났다.

(7) 계절별 환기행태

계절별 환기행태는 1일에 평균 환기를 실시하는 건수(이하 환기건수), 환기를 실시하는 시간(이하 환기시간), 환기방해요인(복수응답)로 구분하여 비교하였다.

① 1일 환기건수

계절별 1일 환기건수를 보면, 여름철에는 1일 2-3회의 환기를 실시하는 경우가 가장 많았는데, 공업지역이 58.0%, 주거지역이 44.0%로 나타났다. 겨울철의 경우에는 1일 1회의 환기를 시행하는 경우가 가장 많았는데 주거지역에서 70.0%, 공업지역에서 68.0%로 나타났으며, 두 지역별 1일 환기건수에 대한 차이는 통계적으로 유의확률 0.05수준에서 유의한 차이가 없는 것으로 확인되었다.

② 1일 환기시간

여름철 1일 평균 환기를 실시하는 시간이 1-2시간이라고 답한 경우가 가장 높게 나타났는데, 주거지역과 공업지역 모두에서 34.0%를 나타냈다. 또한 겨울철의 경우 30분에서 1시간 미만이라고 답한 경우가 가장 많게 나타났는데, 공업지역이 48.0%, 주거지역이 44.0%로 나타났다. 이러한 두 지역의 계절에 따른 1일 환기시간의 차이는 통계적으로 유의확률 0.05수준에서 의미가 없는 것으로 나타났다.

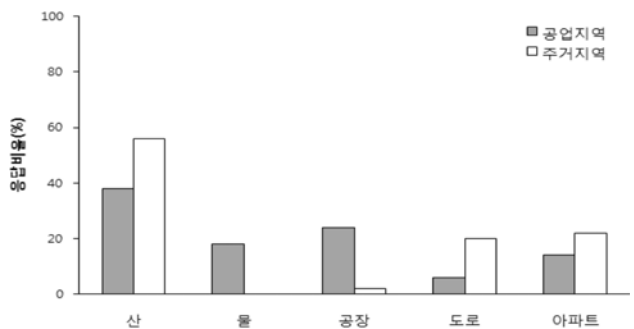


그림 5. 외부 환경에 대한 인식

(7) 환기방해 요인

예비조사를 통해 각 지역 거주자의 환기방해 요인으로 추출된 공사소음, 공사먼지, 도로소음, 도로먼지, 공장소음, 공장먼지, 냄새감, 벌레등의 8가지 요인을 바탕으로 조사를 진행하였다.

여름철 환기방해 요인으로는 공업지역에서는 도로소음(66.0%), 도로먼지(30.0%)를 대표적인 요인으로 꼽았으며, 그 외 공장소음과 공장먼지로 나타나 공업지역의 특성을 보여준다. 또한 주거지역에서는 지역적인 특성보다 주변의 공동주택단지 공사로 인한 공사먼지(60%), 도로먼지(40%), 공사소음(38%)이 높은 응답률을 보이고, 벌레(38%)와 냄새감(20%)이 환기방해 요인으로 나타났다. 이와 같은 경향의 두 지역 간 차이를 통계적으로 검증한 결과, 공사소음, 공사먼지, 도로소음, 공장소음, 공장 먼지, 벌레의 항목에서 유의확률 0.05수준에서 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다. 공사소음, 공사먼지, 벌레는 주거지

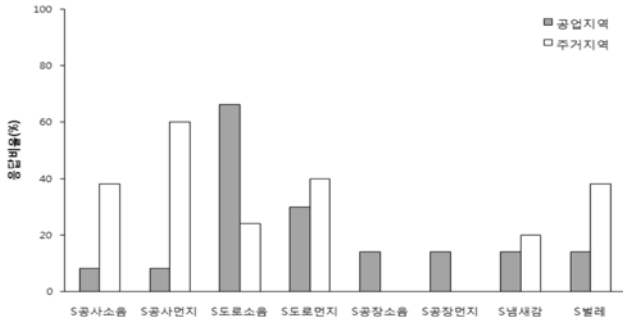


그림 6. 여름철 환기방해 요인

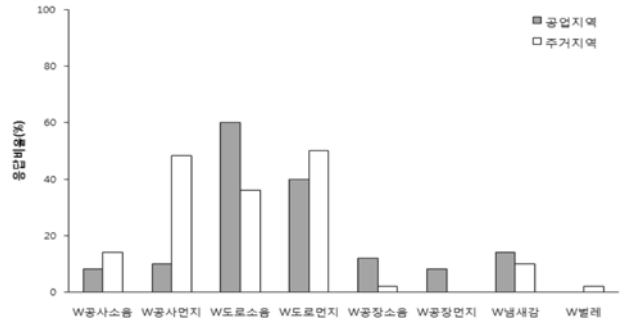


그림 7. 겨울철 환기방해 요인

역에서, 도로소음, 공장소음, 공장먼지는 공업지역에서 통계적으로 유의미하게 높게 나타났다.

한편, 겨울철 환기방해 요인은 공업지역에서 도로소음(60.0%)과 도로먼지(40.0%), 주거지역에서는 도로먼지(50.0%), 공사먼지(48.0%)로 나타났다. 이를 바탕으로 한 두 지역 간 차이는 유의확률 0.05수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보이는 항목은 공사먼지, 도로소음, 공장먼지인 것으로 나타났다. 공사먼지는 주거지역에서, 도로소음과 공장먼지는 공업지역에서 통계적으로 유의미하게 높게 나타났다.

즉, 주거지역의 특성은 공사먼지, 공사소음, 벌레 등 지역의 임시적 환경 특성에 기인하였으며, 공업지역의 특성은 도로소음, 공장소음, 공장먼지로 주로 고정적 환경에 기인한 것임을 알 수 있다.

IV. 결 론

본 연구는 지역적으로 대기오염 발생원의 차이가 구분되어지는 두 지역의 거주자를 대상으로 외부환경의 오염 상황에 대한 인식의 차이가 실내환경의 평가 및 만족에 미치는 영향을 평가하였다.

2007년도는 대상주택의 입주 시작 시기이며, 이 시기의 대기오염 물질 중에 아황산가스, 이산화질소, 일산화탄소가 의미 있게 공업지역의 높게 나타나고 있어 거주자의 인식에 영향을 미칠 수 있음을 파악하였다.

2008년 2009년 시간이 경과됨에 따라 주거지역의 농도가 높아져 아황산가스 및 이산화질소 가스는 두 지역 간의 의미 있는 차이를 보이고 있지 않으나, 일산화탄소는

표 4. 거주자 의식조사 주요 결과

구분	주거지역	공업지역	비고
응답자 일반적 특성	응답자 연령: 30대(54.0%) 첫째자녀 연령 초등생 이하: 64.0%	응답자 연령: 40대(52.0%) 첫째자녀 연령 초등생 이하: 38.0%	주거지역의 거주 연령층이 더 낮음.
주택의 물리적 특성	주택 내부 1곳 이상 확장: 54.0%	주택 내부 1곳 이상 확장: 32.0%	주거지역이 확장에 의한 오염 발생원이 더 많을 것으로 예측됨.
실내환경에 대한 만족도	'매우 만족' 및 '만족'의 응답: 74.0%	'매우 만족' 및 '만족'의 응답: 36.0%	지역간에 통계적으로 유의한 차이를 나타냄(p<0.05 수준).
건강상태	'매우 좋다' 및 '좋다'의 응답: 66.0%	'매우 좋다' 및 '좋다'의 응답: 70.0%	지역간에 통계적으로 유의한 차이 없음(p<0.05 수준).
입주후 발생 증상	1가지 이상 경험: 84.0% 눈질환>불면증>피부자극>기침>두통>의욕저하	1가지 이상 경험: 86.0% 눈질환>두통>피부자극>기침, 불면증>구토감	-두 지역 모두 '눈질환'의 경험이 높음. -공업지역에서만 '구토감'을 신고.
생활중의 실내공기질 개선행위	창문환기>식물>침속>공기청정기>환풍기 개선행위: 100.0%	창문환기>식물>침속>공기청정기>환풍기 개선행위: 98.0%	-창문을 통한 환기를 가장 선호함.
외부환경에 대한 인식	산>아파트>도로>공장	산>공장>물>아파트>도로	-전체적으로 '산'에 대한 인식 높음
1일 환기건수	여름: 2-3회: 58.0%	2-3회: 44.0%	-지역간에 통계적으로 유의한 차이 없음(p<0.05 수준).
	겨울: 1회: 70.0%	1회: 68.0%	-지역간에 통계적으로 유의한 차이 없음(p<0.05 수준).
1일 환기시간	여름: 1-2시간: 34.0%	1-2시간: 34.0%	-지역간에 통계적으로 유의한 차이 없음(p<0.05 수준).
	겨울: 30분-1시간: 48.0%	30분-1시간: 44.0%	-지역간에 통계적으로 유의한 차이 없음(p<0.05 수준).
환기방해 요인	여름: 공사먼지>도로먼지>공사소음, 벌레> 도로소음>냄새감	도로소음>도로먼지>공장소음, 벌레> 공사먼지, 냄새감>공사소음, 공사먼지	-공사소음, 공사먼지, 도로소음, 벌레, 공장소음, 공장먼지에서 지역별 통계적으로 유의한 차이 확인함(p<0.05 수준).
	겨울: 도로먼지>공사먼지>도로소음>공사소음 >냄새감>공장소음, 벌레	도로소음>도로먼지>냄새감>공장소음> 공사먼지>공사소음, 공장먼지	-공사먼지, 도로소음, 공장먼지에서 지역별 통계적으로 유의한 차이 확인함(p<0.05 수준).

여전히 공업지역이 더 높고 의미 있는 차이를 보이고 있다. 미세먼지와 오존은 지역별 농도차이가 나타났는데, 오존은 주거지역에서 더 높은 수치를 보이고 있으며, 미세먼지의 경우 공업지역이 통계적으로 의미 있는 높은 측정치를 나타내고 있다. 특히 이러한 먼지의 발생은 거주자에게 가시적인 인식을 통한 외부환경의 인식에 영향을 미쳤을 것으로 판단된다. 즉, 두 조사지역의 대기오염 현황은 공업지역의 경우가 거주자의 불만족을 높일 개연 요소가 더 많이 존재하는 것을 확인하였다.

이와 관련하여 거주자가 인식하고 있는 실내환경 및 외부환경과의 관계에서는 거주자의 외부환경에 대한 청정도의 인식에 차이가 두지역의 만족도에 차이를 보이는 것으로 나타나, 주거지역의 거주자가 실내환경에 대한 만족도에 통계적으로 유의하게 높은 만족도를 나타냈다.

주거지역의 거주자가 환기를 방해하는 요인으로 꼽은 것은 공사소음이나 공사먼지로 나타났는데, 이것은 일시적인 요인으로 공사가 완료되면 곧 제거될 사항에 대한 인지가 바탕이 되어 만족도에는 영향을 미치는 것으로 판단된다.

즉 거주자는 외부환경의 물리적 환경의 인식에 대해서도 뚜렷한 차이를 가지고 있으며, 이는 실내환경에 대한 만족감에도 영향을 미치는 것으로 판단된다.

이를 바탕으로 한 추후 연구에서는 대기오염이 상황이 실내환경의 실제적 오염농도에 미치는 영향에 대한 검토가 요구된다.

참 고 문 헌

1. 김득수·양고수·박비호(2008), 완주지역의 VOCs 배출특성에 따른 공업지역과 일반지역의 기여도 분석, 한국대기환경학회지, 24(5), 562-573.
2. 김영환(2008), 가족단위 환자대조군 연구 방법 및 면역학적 방법을 이용한 실내 및 대기오염에 의한 천식, 알러지 및 화학물질 증후군 인체건강영향 모니터링 체계 개발, 환경부 연구보고서.
3. 이소영·김유근·송상근(2006), 울산 농소 지점의 고농도 오존 발생 원인에 관한 연구, 한국환경과학회 가을 학술발표회지, 15(2), 64-65.
4. 울산광역시(2009), 환경백서.
5. 이종태(2008), 실내·외 환경에 있어서 미세먼지의 인체위해도 분석: 환경역학 연구에 기초한, 환경부 연구보고서.
6. 조용성·이종태·김윤신·김 호·하은희·박혜숙(2003), 전국 7개 대도시를 중심으로 대기오염물질과 일일사망발생의 상관성 분석(1998-2001), 한국대기환경학회 춘계학술대회 논문집, 59-61.
7. 최봉욱·강대신·김동민·이광원·박기형·주두현·구본곤·권세목·정수근·함유식(2004), 발생원 및 기상에 근거한 울산지역의 대기질 분포 특성 평가, 울산광역시, 보건환경연구원 연구보고서.
8. 최상준(2008), 대기오염과 실내 거주자의 활동도가 교실 내부의 입자 크기별 먼지 농도에 미치는 영향, 한국환경보건학회지, 34(2), 137-147.
9. 환경부(2009), 환경백서.
10. Jia, C., Batterman, S., & Godwin, C. (2008a), VOCs in industrial, urban and suburban neighborhoods, Part 1: Indoor and outdoor concentrations, variation, and risk drivers, Atmospheric Environment, 40, 2201-2214.
11. Jia, C., Batterman, S., & Godwin, C. (2008b), VOCs in industrial, urban and suburban neighborhoods, Part 2: Factors affecting indoor and outdoor concentrations, Atmospheric Environment, 42, 2101-2116.
12. Liu, W., Zhang, J., Zhang, L., Turpin, B.J., Weisel, C.P., Morandi, M.T., Stock, T.H., Colome, S., & Korn, L.R. (2006), Estimating contributions of indoor and outdoor sources to indoor carbonyl concentrations in three urban areas of the United States, Atmospheric Environment, 40, 2201-2214.
13. 울산광역시, 보건환경연구원 <http://uihe.ulsan.go.kr>
14. 울산대학교병원 환경보건센터(www.ulsanatopy.or.org)

접수일(2010. 4. 5)

수정일(1차: 2010. 5. 30)

게재확정일자(2010. 6. 19)