

PA2) 일부 공단지역내 이산화질소 농도 및 건강영향평가 Level and Health Risk Assessment of Nitrogen Dioxide in an Industrial Area

전용택 · 이치원 · 조혜미 · 이종대 · 양원호 · 손부순
순천향대학교 환경보건학과

1. 서 론

1970년대를 전후하여 급격히 증가된 공업단지의 조성에 상응하지 못한 대기오염관리로 인해 환경오염이 인근 주민의 생활과 건강에 위협을 주게 되었으며, 이에 대한 관심이 고조되어 환경문제가 국가적인 차원에서의 문제로 대두되고 있다(환경부, 1998). G 산업단지 지역은 전국에서 연평균 O_3 의 농도가 가장 높게 나타날 뿐만 아니라 매년 1시간 평균 기준인 0.1ppm을 초과하는 경우가 있어(한국과학기술연구원, 1996) 1999년 12월 “대기환경규제지역”으로 지정되어서 VOCs와 NO_x 의 엄격한 배출억제와 방지 시설이 요구되고 있는 실정이다(환경부고시 제99-191호).

이산화질소의 개인노출농도는 실외농도보다 실내 농도가 더 높게 관련되며, 가스레인지, 히터, 흡연 등이 이산화질소의 개인 노출농도를 결정하는 중요한 발생원이라고 보고하고 있다. 대부분의 사람들은 80% 이상을 실내에서 생활하기 때문에 공기오염과 연관된 개인노출 연구에서는 고정 대기오염 측정망의 오염물질 농도가 개인노출을 평가하는데 충분히 설명할 수 없는 경우가 많다. 공기오염물질의 개인노출 측정에는 호흡기 근처의 측정과 실제 사람에게 호흡되는 정도, 오염물질 노출방법, 농도, 실외시간 동안의 측정 등 많은 기술적 문제들이 있다. 그럼에도 불구하고 위해성 평가에서 필수적으로 요구되는 것이 노출 평가이며, 정확한 노출량을 측정하기 위해 개인 시료채취가 필수적이다(Nielson et al., 1997).

따라서, 본 연구의 목적은 대표적인 공업단지인 G 산업단지 지역의 주택을 대상으로 실내·외 이산화질소의 농도 및 직장, 개인의 이산화질소 노출 농도를 조사하고, 건강위해성 평가를 실시하여 이산화질소에 의해서 발생할 수 있는 인체 영향에 대한 건강위해성평가를 실시함으로써 공단 주변지역의 대기오염관리를 위한 기초 자료로 제공하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 2006년 8월부터 2006년 9월까지 광양시 공단지역 내 거주하는 주민(공단에서 5km 이내)과 공단지역 외부에 거주하는 주민(공단에서 15km 이상)을 대상으로 이산화질소의 농도를 측정하였다. 측정 지점은 측정자 개인, 거주지의 실내 및 실외, 직장으로 Passive sampler를 5일 이상 노출 시킨 후 수거 하였다. 또한, 측정자를 대상으로 시간활동표(time-activity table)를 이용하여 1시간 간격으로 표시(V)하도록 하였다. 시간활동표에서 실내, 실외, 차량으로 구분하여 조사하였다. 시간단위가 1시간 단위이기 때문에 측정자가 1시간동안 두 장소 이상의 장소에 있었다면 두 장소 이상 표시하도록 하였다. 이산화질소(NO_2) 측정기구는 Badge Type의 수동식 시료채취기를 사용하였다.

NO_2 농도분석은 실리카겔, 활성탄, Purafil filter(과망간산 칼륨, 활성 알루미늄과 활성탄으로 합성된 물질)를 연속으로 연결하여 대기 중 공기를 챔버(chamber)로 유입시켜 대기 오염물질이 없는 상태에서 분석을 실시하고, photo-spectrometer(Shimadzu UV-1201)를 이용하여 정량분석을 하였다.

3. 결과 및 고찰

공단 지역과 비교 지역에 거주하는 주민을 대상으로 실내·외 이산화질소 농도, 직장에서의 이산화질소 농도 및 개인노출농도를 다음 표 1에 나타내었다.

공단 지역의 실내·외 이산화질소의 농도는 34.65 ± 11.95 ppb, 38.51 ± 3.26 ppb로 나타났고, 실내/실외 농도비는 0.99로 나타났고, 개인노출농도는 18.80 ± 5.71 ppb로 나타났고, 비교 지역의 실내·외 이산화질소의 농도는 23.66 ± 7.19 ppb, 18.22 ± 4.06 ppb로 나타났고 실내/실외의 농도비는 1.33로 나타났고, 개인노출농도는 27.27 ± 18.93 ppb로 나타났고.

노출지역과 비교지역의 농도를 비교한 결과 실내, 실외, 개인노출 모두 유의하게 노출지역에 거주하는

거주자가 이산화질소에 더 많이 노출되는 것으로 나타났다.

Table 1. Level of NO₂ in study and control area.

(Unit: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Measurement Point	Nitrogen dioxide concentration		t	p-value
	Study Area(n=45)	Control Area(n=20)		
Indoor	34.65 ± 11.95	23.66 ± 7.19	2.14	0.036
Outdoor	34.83 ± 11.78	18.22 ± 4.06	4.496	0.000
Personal	35.38 ± 10.74	27.27 ± 18.93	8.375	0.000
I/O	0.99	1.33		

표 2는 연구지역과 비교지역의 개인 이산화질소 노출 농도에 의한 비발암 위해도지수를 남성과 여성으로 구분하여 나타내었다.

단일평가치 분석 결과 연구지역에서 남성의 경우 9.5×10^{-1} , 여성의 경우에도 위해도 지수가 7.2×10^{-1} 으로 비발암 오염물질에 의한 인체 유해영향의 유무를 판단하는 기준인 “1”을 초과하지 않았다. 비교 지역에서 단일평가치 분석 결과 위해도 지수가 남성의 경우 6.7×10^{-1} , 여성의 경우 5.5×10^{-1} 로 나타나 비교 지역 역시 기준치인 “1”을 초과하지 않았다.

확률론적 위해성 평가를 실시한 몬테카를로 분석(Monte-Carlo analysis) 결과 연구지역의 평균 위해도는 남성의 경우 5.9×10^{-1} , 여성의 경우 4.8×10^{-1} 으로 나타나 기준치를 초과하지 않는 것으로 나타났고, 비교 지역 위해도 지수는 남성의 경우 4.6×10^{-1} , 여성의 경우 3.7×10^{-1} 으로 나타나서 역시 “1”을 초과하지 않는 것으로 나타났다

Table 2. Hazard index of non-carcinogen NO₂ in personal.

Pollutant	Site	Sex	Fixed point	Monte-Carlo							
				Mean	Max	Min	Percentiles				
							25	50	75	90	95
Nitrogen dioxide	study area	male	9.5E-1	5.9E-01	2.0E+01	1.8E-03	2.6E-01	4.4E-01	7.2E-01	1.2E+00	1.5E+00
		female	7.2E-1	4.8E-01	1.2E+01	8.3E-04	2.1E-01	3.6E-01	5.8E-01	9.2E-01	1.2E+00
	Control area	male	6.7E-01	4.6E-01	1.7E+01	4.5E-04	1.5E-01	2.9E-01	4.7E-01	9.7E-01	1.4E+00
		female	5.5E-01	3.7E-01	1.6E+01	4.2E-05	1.2E-01	2.3E-01	3.8E-01	7.8E-01	1.1E+00

본 연구 결과에서 나타난 위해성 분포는 각각의 노출변수의 가정에 의한 불확실성이 존재하고 있으며, 장기간 동안의 농도를 측정된 것이 아니기 때문에 위해성평가의 결과가 과소 또는 과대평가 되었을 가능성을 무시할 수 없다. 그러나, 추후 본 연구와 관련된 연구에서 보다 체계적이고 신뢰성 있는 이산화질소 농도분포를 측정하고 현재 우리나라 실정에 맞는 노출변수들을 위해성평가에 적용한다면, 실제 공단 지역 거주자의 이산화질소에 의한 위해도를 산출 할 수 있을 것이다.

참고 문헌

- 한국과학기술연구원 (1996) 여천-동광양 지역의 광화학 오존 상승 원인 조사 연구.
- 환경부 (1998) 대기오염물질의 위해성 평가 및 관리 기술.
- 환경부 (1998) 1998년도 서울시 환경 백서, 53-95.
- Nielsen, O.R., H. Skov, C. Lohse, B.L. Thomas, and J.H. Olsen (1997) Front-door Concentrations and Personal Exposure of Danish Children to Nitrogen Dioxide. Environmental health Perspectives, 105(9), 964-970.