

FA5) 도로변의 PM3.5/NO₂ 농도비 및 구두수선대 근로자의 노출평가 PM3.5/NO₂ Concentration Ratio in Roadside and Exposure Assessment of Shoes Repairmen

양원호 · 배현주 · 김나리 · 정문호

서울대학교 보건대학원 환경보건학과

1. 서 론

세계 여러 나라에서는 구두를 닦거나 수선하는 직업에 종사하는 사람들이 있고 우리 나라 역시 그렇다. 그러나 우리 나라 구두기능 미화원들의 작업환경은 독특한 형태로서, 우리 나라는 1991년 8월부터 서울시내 도로변(人道)에 구두수선대라는 명칭으로 구두수선박스가 곳곳에 점유하고 있다. 본 연구는 도시지역 대기오염의 주 요인이 차량임을 고려하여 도로변 구두수선대 실내 및 실외의 PM3.5와 이산화질소(NO₂)를 측정하였고, PM3.5/NO₂ 농도비를 계산하였다. 그리고 차후에 NO₂ 측정만으로 PM3.5를 추정할 수 있도록 하여 구두수선대 근로자와 같은 도로변 근처에서 직업을 갖고 있는 사람들의 공기 오염물질의 노출평가 및 위해성평가를 할 수 있도록 하는 것이다.

2. 연구 방법

본 연구는 2000년 10월부터 2001년 5까지 서울의 C-1, C-2, D, Y구 등에 도로변에 소재한 구두수선대를 대상으로 32곳을 방문하여 일반사항 및 만족도 등을 직접 설문조사하고, 구두수선대 실내·실외의 PM3.5 및 NO₂농도를 실측하였다. 또한 도로변에서 인도(人道)를 지나 상가 실외에 NO₂ 농도를 동시에 실측하였다.

PM3.5는 시료채취 전 데시케이터에서 항량이 될 때까지 약 24시간 이상을 건조시킨 직경 37mm, pore size 5 μ m의 Polyvinyl Chloride 여과지(225-8-01, SKC, USA)를 공기포집기(high volume air sampler, Gilian, USA)에 연결하여 시료를 채취하였다. 이때 여과지는 PM3.5를 측정하기 위하여 알루미늄 싸이클론(SKC : cut-point 3.5)을 장착하였고, 시료는 2.5 l/min의 유량으로 6시간이상 채취하였다. 시료채취 후에도 여과지를 다시 24시간 동안 데시케이터에서 건조시킨 다음 여과지 무게를 미량저울(Microbalance, Satorious R200D)로 측정하여 여과지 전·후의 무게차를 이용한 중량법으로 호흡성 분진의 농도를 측정하였다. NO₂ 농도 측정은 수동식 시료채취기(passive sampler)를 이용하였다 (Toyo Roshi Kaisha, Ltd. Japan).

3. 결과 및 고찰

도로변 구두수선대 실내의 평균 NO₂ 농도는 58.4 \pm 17.0 ppb 이었으며, 실외는 58.1 \pm 23.2 ppb를 나타내었다. 구두수선대 실내/실외 NO₂ 농도비는 평균 1.1 \pm 0.4를 나타내어 실내 발생원이 존재하는 것으로 생각되며, 이것은 구두를 닦을 때 불광(火光)때문에 고온연소(thermal NO_x)로 인한 NO₂가 발생하는 것으로 생각할 수 있다. 구두수선대의 위치가 주로 도로변임을 고려할 때 실외의 NO₂ 발생원은 주로 차량에 의한 것으로 생각되며, 년간 NO₂ 대기환경기준이 50 ppb임을 고려할 때 구두수선대에서 근무하는 근로자는 고농도의 NO₂에 노출되고 있음을 알 수 있다.

도로변과 인도를 지나 상가의 거리는 평균 7.47 \pm 4.86 m를 나타내었고, 거리에 따른 NO₂ 농도의 변화는 통계적으로 유의하게 감소하였다 (Pearson r= 0.4773, p<0.05) (Fig. 1). 도로변에서 측정된 NO₂ 농도를 차량에서만 발생된 것으로 가정 할 때, 도로변의 NO₂는 광화학(photochemical) 반응으로 그리고 2차 미세먼지를 발생시킬 수 있기 때문에 감소한 것으로 생각할 수 있다.

Table 1. Measured indoor and outdoor NO₂ concentrations

	Indoor (n=31)	Outdoor (n=31)	Indoor/outdoor
Mean (ppb)	58.4	58.1	1.08
STD	17.0	23.2	0.35
Range (ppb)	29.9~94.1	22.1~96.3	0.35~2.26

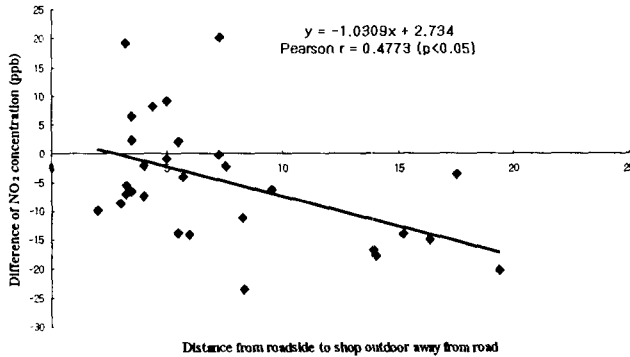


Fig. 1. Relationship between difference of NO₂ concentrations and distance.

그럼에도 인도를 지나 상가의 실외 NO₂의 평균농도가 54.9±21.7 ppb로 나타나 도로변의 근로자들이 NO₂ 뿐만 아니라 다른 공기 오염물질에도 상당히 고노출 상태에 있는 것으로 고려되었다.

PM3.5 측정에서는 펌프의 오작동 및 기상관계로 실내에서 28개, 실외에서 30개의 샘플이 수거되었다. 구두수선대 실내의 PM3.5의 평균 농도는 123.6±45.5 µg/m³이었고, 실외는 129.4±43.0 µg/m³를 나타내었다. 이 농

도는 박¹⁾이 서울 한성대 A동 옥상에서 측정한 PM10 농도와 비슷하고 PM2.5보다는 높은 결과를 나타내었다. 박이 측정한 장소가 옥상임을 고려할 때, 도로변은 높은 농도로 나타낸 것으로 생각할 수 있다.

한편, 김²⁾ 등이 한양대 옥상에서 측정한 PM10 농도는 평균 47.46 µg/m³, PM2.5 농도는 평균 25.12 µg/m³을 나타내어 큰 차이를 보였다. 이것은 측정장비, 측정시간, 포집유량 등의 차이 때문일 것으로 생각되며, 미세먼지의 유해성을 고려할 때 심도 깊은 연구가 필요할 것이다. 본 연구에서 PM3.5/NO₂ 농도비는 2.47±1.12를 나타내었다. 측정된 PM3.5 농도단위(µg/m³)와 NO₂ 농도단위(ppb)가 다르기 때문에 NO₂ 농도단위를 µg/m³로 환산하여 계산된 PM3.5/NO₂ 농도비는 1.17±0.59를 나타내어, Janssen³⁾ 등이 연구한 도로변 근처의 24곳의 초등학교 실외에서 측정한 PM2.5/NO₂ 평균 농도비 0.63보다 높았다. 이 차이는 공기역학적 직경이 다른 PM3.5(PM3.5)와 PM2.5 측정이었으며, 도로변인 구두수선대와 도로변에서 평균 200 m 정도 떨어진 초등학교는 NO₂의 광화학반응과 2차 미세먼지로서의 전환을 고려할 때 차이가 있음을 나타내고 있다고 볼 수 있으며, 다른 한편으로는 서울시는 버스 등의 디젤차량에 의한 미세입자의 농도가 상대적으로 높을 수 있음을 나타낸다.

참 고 문 헌

1. 박두용 (2001) 서울 일부지역에서 미세먼지 측정, 미세먼지 영향 및 저감방안 전문가 토론회, 국립환경연구원, 5-19
2. 김윤신, 이홍석, 조용성, 이상복, 장기석 (2001) 서울시 미세입자와 조대입자의 금속성분에 관한 연구, 한국환경위생학회 춘계학술대회 논문발표집, 25-27
3. Janssen, N.J., P.H. Vlet, F. Aarts, H. Harssema and B. Brunekreef (2000) Assessment of exposure to traffic related air pollution of children attending schools near motorways, Atmospheric Environment, 35, 3875-3884