

1A3) 자동차정비원과 주유원의 PM_{2.5} 및 포름알데히드에 대한 작업장 노출농도 특성의 계절비교 연구

Occupational Exposure Concentration of Auto Mechanic and Gas Station Workers to PM_{2.5} and Formaldehyde for Four Seasons

변승혁·이병규

울산대학교 건설환경공학부

1. 서론

자동차는 대기오염의 이동오염원으로서 운행 중 미세먼지, 중금속, 포름알데히드 및 기타 휘발성 유기화합물(VOCs)을 배출하여 도심에 심각한 대기오염을 유발한다. 도시의 높은 농도의 미세먼지는 사망률 상승과의 연관성이 있는 것으로 밝혀진 연구결과가 발표되었으며, 입자직경 2.5 μm 이하의 PM_{2.5}는 호흡기관내에 침착률이 높고 폐포까지 쉽게 도달하여 염증을 유발하는 등의 다양한 호흡기질환을 일으킨다. (Pope, C Arden et al., 2002) 포름알데히드는 유독성물질로써 알레르기를 일으키고 암을 유발하는 물질로 알려져 있다. 실내 공간에서 포름알데히드에 장기간 노출되면 두통, 호흡곤란 및 천식을 일으키거나 그 증상을 악화시킨다(WHO, 2006). 몇몇 중금속은 암의 발병률을 높이고 돌연변이를 유발하며, 각 종 질병의 근원으로 알려져 HAP(Hazardous Air Pollutant)로 규정되어 정부당국에 지정·관리되어지고 있다(보전법시행규칙, 환경부). 이에 본 연구는 자동차 관련 직업에 종사하고 있는 정비원 및 주유원들이 일반인들에 비해 높은 농도의 대기오염물질에 노출되어 있을 가능성에 착안, 정비소와 주유소에서 PM_{2.5}, 포름알데히드와 중금속에 대한 작업자의 노출농도를 분석하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 자동차정비소와 주유소에서 근무하는 작업자들의 PM_{2.5}와 aldehyde에 대한 개인 노출정도를 비교·분석하였다. 시료포집은 각각 울산광역시 무거동의 한 자동차정비소와 주유소에서 작업자의 주요 근무시간인 오전 9시부터 오후 5시까지 8시간 동안 채집되었으며, 강우가 없는 기간에 계절별 및 측정 장소별 6차례씩 sampling이 이루어 졌다. 공기 중 PM_{2.5}의 농도를 측정하기 위해 직경 25mm, 공경 0.8 μm 크기의 여과지를 사이클론이 연결된 필터 holder에 고정시킨 후, 개인용 시료 포집 펌프에 연결하여 작업 중인 근로자의 호흡 위치에서 시료를 포집하였다. 공기포집 유량은 2.0 ℓ /min으로 하루에 총 960 ℓ 의 공기가 포집되었다. 또한, PM_{2.5}가 포집된 필터는 질산·염산혼합액에 의한 초음파추출법으로 전처리 후 ICP-AES (Inductively Coupled Plasma with Atomic Emission Spectroscopy)를 이용하여 필터 내 중금속농도를 분석하였다. Aldehydes의 농도 측정을 위한 시료포집에는 Ozone scrubber가 연결된 2,4-DNPH cartridge와 개인용 시료 포집펌프가 사용되었다. 시료포집유량은 0.5 ℓ /min으로 총 240 ℓ 의 공기가 포집되었으며, 알데히드 성분의 농도를 분석하기 위하여 HPLC(High Performance Liquid Chromatography, Varian 230, USA)가 사용되었다.

3. 결과 및 고찰

그림 1과 그림 2는 PM_{2.5}에 대한 자동차정비원과 주유원들의 계절별 평균 노출농도를 보여주고 있다. 봄철동안 PM_{2.5}의 노출농도가 다른 계절에 비해 월등히 높았다. 특히 차량정비원의 봄철 평균노출농도는 326 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 WHO의 24시간 대기환경기준인 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 10배 이상 높은 값이다. 그림 3과 그림 4는 각 근무자들의 포름알데히드에 대한 계절별 평균 노출농도를 보여주고 있다. 여름철 포름알데히드의 농도가 다른 계절에 비해 월등히 높았다. 차량정비원의 여름철 평균 노출농도는 1,255ppb으로 WHO의 실내기준 80ppb나 미국 냉난방공조학회의 30분 평균 목표가이드라인 농도인 100ppb보다 월등히 높은 값

이다. 중금속 노출농도는 표 1, 2에서와 같이 울산의 도시대기 연평균농도보다 월등히 높았다. 토양기원 중금속들(Fe, Al, Si, Mg, Na)의 농도가 교통기원 중금속들(Cu, Pb, Zn)의 농도보다 비교적 높은 값을 나타냈다.

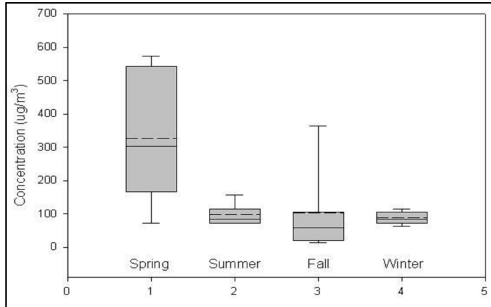


Fig. 1. Exposure concentrations of PM_{2.5} of auto mechanic.

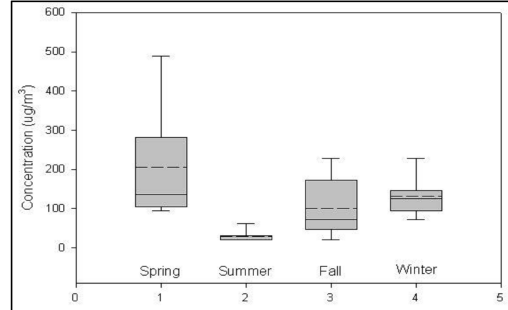


Fig. 2. Exposure concentrations of PM_{2.5} of gas station workers.

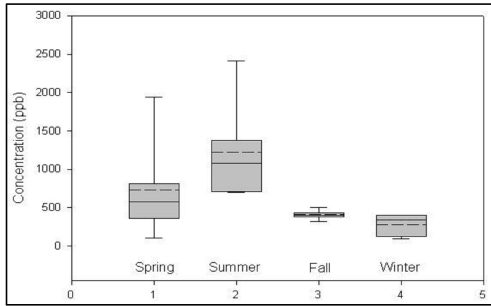


Fig. 3. Exposure concentrations of formaldehyde of auto mechanic.

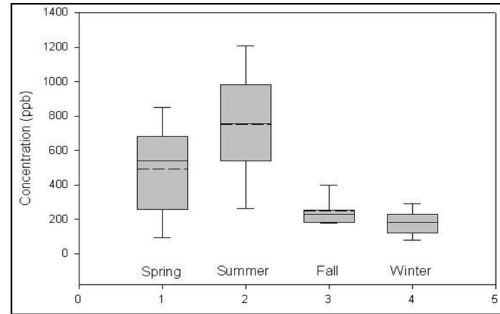


Fig. 4. Exposure concentrations of formaldehyde of gas station workers.

Table 1. Worker's average exposure conc. to heavy metals in the auto repair shop. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Metal	Cu	Pb	Ni	Fe	Al	Si
Spring	0.73	1.30	ND	6.75	47.32	11.27
Summer	0.94	6.79	1.15	4.22	3.89	12.10
Fall	ND	ND	ND	4.27	44.83	107.1
Winter	ND	1.28	ND	4.74	44.71	83.70
Ambient Avg.	0.133	0.055	0.006	1.152	-	-

Table 2. Worker's average exposure conc. to heavy metals in the gas station. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Metal	Cu	Pb	Ni	Fe	Al	Si
Spring	0.52	1.22	ND	5.56	6.23	13.73
Summer	ND	2.03	1.98	0.61	3.26	10.47
Fall	ND	1.46	ND	4.58	42.31	74.03
Winter	ND	1.35	ND	2.76	15.76	49.27
Ambient Avg.	0.133	0.055	0.006	1.152	-	-

참 고 문 헌

- Pope, C Arden et al. (2002) Cancer, cardiopulmonary mortality and long-term exposure to fine particulate air pollution, J. Amer. Med. Assoc. 287, 1132-1141.
- WHO (2006) IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans-volume 88 (formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tert-butoxypropan-2-ol).