

PA12) 주유원 및 차량정비공의 미세먼지 및 포름알데하이드에 대한 노출 특성분석

Exposure of Auto-mechanic and Gas Station Workers to Fine

정의량·이병규

울산대학교 건설환경공학부

1. 서 론

현대 사회의 이동을 위해 자동차라는 수단을 발명함으로써 인간은 좀 더 편리하고 신속한 생활을 하면서 급속도로 발전하고 있다. 자동차라는 이동 수단은 인간을 위해 이로운 점도 많지만 대기 중으로 다양한 오염물질들을 배출하여 심각한 대기오염을 유발하기도 한다. 도시에 인구가 밀집하고 자동차 소유가 증가하고 도로와 거주지간의 거리도 점차 짧아지고 있어 자동차로부터 배출되는 오염물질에 노출이 증가하고 있다. 특히 자동차 관련 직업에 종사하고 있는 작업자들은 일반 사람들에 비해 더 자동차 배출 대기오염물질들에 노출될 것이다. 자동차에서 배출되는 미세먼지는 대기 중에서 다른 오염물질들과 복합적으로 반응하여 각종 호흡기 질환 및 시정거리를 감소시킨다. 또한 formaldehyde는 자동차관련 직업을 가진 작업자들의 흡연과 다양한 주변의 영향으로 호흡기계 점막을 자극하고 시신경 및 피부 등에 악영향을 미친다. 따라서 자동차에서 배출되는 다양한 오염물질 중에 입자 크기가 $2.5\mu\text{m}$ 인 $\text{PM}_{2.5}$ 와 포름알데하이드의 상관관계를 규명하고 작업자가 얼마나 위해성에 노출되어 있는지 연구하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 자동차 수리공과 주유원들의 근무시간동안 자동차의 공회전이나 주유, 수리과정 등에서 배출되는 대기오염물질의 농도를 측정하였다. 작업자의 노출특성을 연구하기 위해 봄과 여름 두 계절 동안 작업자의 호흡 영역 부근에서 개인의 공기 시료 포집을 실시하였다. 하루 중에 주 근무 시간인 아침 9시부터 일반적인 퇴근 시간이 오후 17시까지 연속 측정을 실시하였다. Personal Air Sampling 펌프에 $\text{PM}_{2.5}$ 시료가 포집이 되도록 사이클론을 장착 한 후, 2L/min의 유량으로 8시간 포집하였다. formaldehyde는 Sibata 소용량 펌프에 오존 스크러버가 장착된 DNPH 카트리지를 이용하여 0.5L/min의 유량으로 8시간 포집하였다. $\text{PM}_{2.5}$ 의 필터는 시료포집 전후에 항습된 데시케이터에서 24시간 이상 항량하고 무게 차이로 농도를 측정하였고 formaldehyde 시료 포집 전후 DNPH 카트리지는 냉장 보관하였고 가능하면 빠른 시일내에 고성능액체크로마토그래피(HPLC)를 이용하여 성분을 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 자동차 정비공과 차량 주유원의 봄철 및 여름철에 노출되고 있는 $\text{PM}_{2.5}$ 농도 분포를 나타내고 있다. 정비공 및 주유원 모두 여름철보다는 봄철에 매우 고농도의 $\text{PM}_{2.5}$ 에 노출되고 있음을 알 수 있다. 연구기간 동안 봄철의 차량 정비공의 $\text{PM}_{2.5}$ 에 대한 평균 농도는 약 $315\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 미국 EPA에서 규정한 대기기준 중 $\text{PM}_{2.5}$ 에 대한 기준치인 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24hr)의 9배의 농도에 해당 될 만큼 매우 높은 농도이다. 여름철 동안 봄철에 비하여 $\text{PM}_{2.5}$ 에 대한 노출 농도가 매우 감소되었지만 차량 정비공의 경우 여전히 노출 평균농도가 약 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 해당 될 정도로 높은 농도로 추정되었다. 또한 차량 주유원의 경우도 봄철 연구기간 동안 평균 $\text{PM}_{2.5}$ 에 대한 노출 농도가 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이나 될 정도로 역시 매우 높은 농도로 측정되었다. 그림 2에서는 봄철 및 여름철 연구기간동안 차량 정비공과 주유원의 $\text{PM}_{2.5}$ 에 대한 노출농도를 비교하고 있는데 두 계절 모두 차량 정비공의 노출 농도가 주유원의 노출농도보다 매우 높았다. 이는 연구 대상 차량 정비소의 구조가 T자 형태로 공기의 흐름이 원활하지 않고 주유소는 사방이 열려 있는 구조로 정비소에 비해 대기 확산이 잘 되는 것으로 보여진다. 또한 정비소는 수리 도중에 자동차의 공회전

이 갖고, 강력한 Air spray로 엔진위에 침착된 먼지를 제거하는 과정, 엔진오일을 교환하는 과정 등을 반복하므로, 이러한 작업과정에서 차량 정비공은 높은 농도의 미세먼지에 노출된 것으로 추정된다.

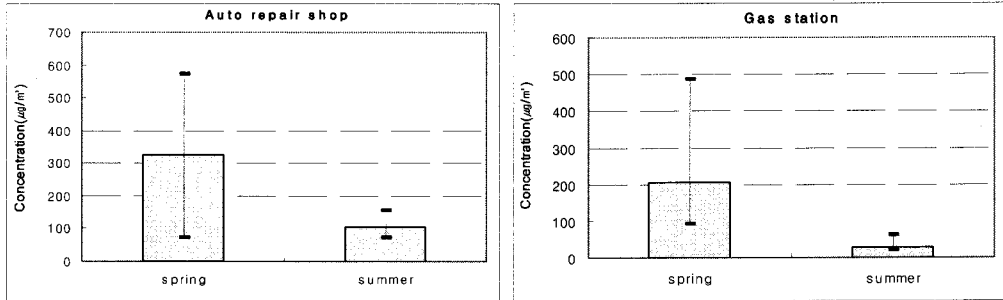


Fig. 1. Compare to exposure concentration of PM_{2.5} in Auto-repair shop and Gas Station by season.

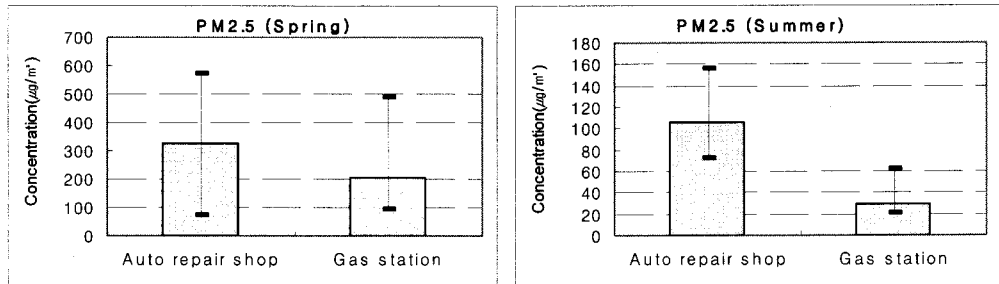


Fig. 2. Compare to exposure concentration of PM_{2.5} by Auto-repair shop and Gas Station.

그림 3은 연구대상 차량정비공과 주유원의 봄철 및 여름철 연구기간동안의 Formaldehyde노출 농도 분포로 나타내고 있다. 차량 정비공과 주유원 모두 봄철 보다는 여름철에 높은 농도의 Formaldehyde에 노출되고 있었다. 이는 봄철보다 여름철에 VOCs의 산화와 광화학적 과정에서 더 많은 Formaldehyde가 형성된 것으로 추정된다. 그림 4는 차량 정비공과 주유원의 Formaldehyde에 대하여 봄철과 여름철 각각의 노출 농도 분석결과를 비교하고 있다. 차량 정비공의 Formaldehyde에 대한 노출 농도가 주유원의 노출농도보다 훨씬 높았다. 이는 차량 정비공의 자동차 수리 및 오일 교환 과정에서 공회전 및 차량 이동 과정에서 자동차의 배기구에서 직접적으로 배출되는 Formaldehyde 농도에 더 많이 노출 될 수 있을 것으로 추정된다. 차량 정비공 및 주유원의 연구기간동안의 Formaldehyde 대한 평균 노출농도는 한국의 실내공기질에서 규정한 120µg/m³ 농도기준보다 훨씬 높은 농도에 노출되고 있다.

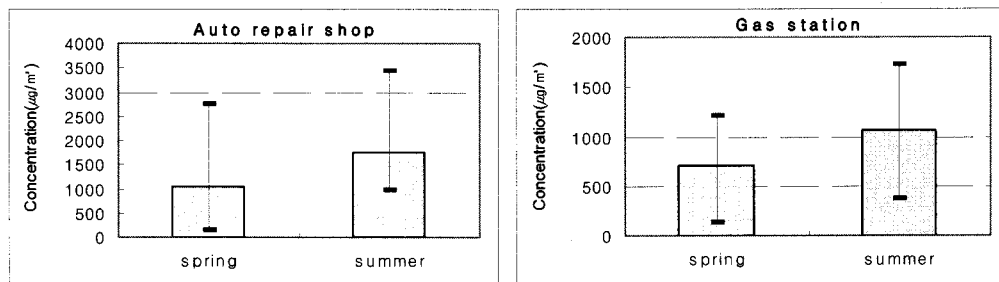


Fig. 3. Compare to HCHO concentration by season.

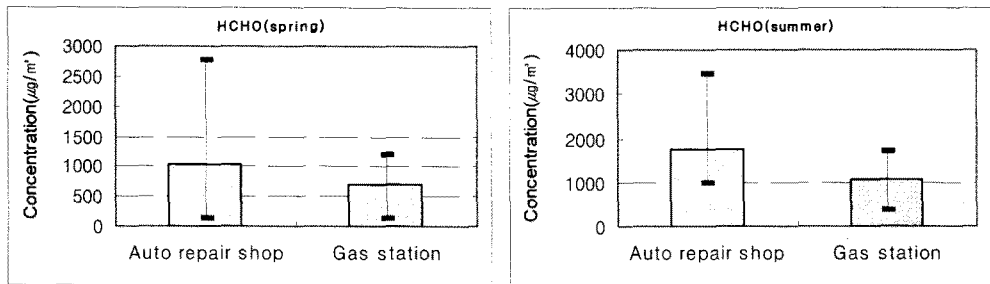


Fig. 4. Compare to HCHO concentration by Auto-repair shop and Gas Station.

참 고 문 헌

- 배귀남 등 (2007) Vehicle-related fine particulate air pollution in seoul, the 2007 Environmental Societies Joint Conference.
- 이병규 등 (1999) 차량 공회전시 배출되는 대기오염물질의 배출 특성, 한국환경과학회지, 8(1).
- 이병규 등 (2002) Risk analysis of volatile organic compounds through daily life cycle in the industrial city in korea, 2002 kluwer academic publishers.
- 이병규 등 (2005) Exposure of trucking company worker to particulate matter during the winter.
- 홍종호 등 (2003) 대기오염의 건강위해성 연구-PM2.5를 중심으로, 자원·환경경제연구, 12(3).
- Pailo artaxo (1999) Aerosol composition and source apportionment in santiago de chile.