

## 4D5) 자동차 배기가스 중 미세먼지의 탄소성분에 관한 연구

### A Study of the Carbon Components of PM<sub>10</sub> in Vehicle's Exhaust Gas

김종범 · 김신도 · 김창환 · 이민주 · 황의현<sup>1)</sup> · 박진수<sup>2)</sup>

서울시립대학교 환경공학부, <sup>1)</sup>경북도립대학 토목과, <sup>2)</sup>국립환경과학원 기후대기연구부

#### 1. 서론

1964년 국산 자동차가 보급되기 시작하면서 국내 자동차 수는 꾸준히 증가하고 있는 실정이다. 1970년 126,660대 였던 등록대수가 2007년 16,428,177대로 1970년 대비 12,970%나 증가 하였다. 1대당 인구수도 총대수 대비 1998년 4.5명에서 2007년 3.0명으로 감소하였다(통계청, 2008). 이러한 급속적인 자동차수 증가는 대도시의 교통혼잡과 더불어 많은 환경오염을 야기시키고 있다. 특히 대기오염에 많은 영향을 미치고 있는 것으로 알려져 있고, 도로이동오염원이 차지하는 대기오염기여율은 규제물질을 대상으로 전국 평균 약 50%를 차지하며 특히 수도권 지역에서는 대기오염 규제물질 중 미세먼지에 대한 기여율이 매우 높은 것으로 나타났다. 대기 중 미세먼지를 저감하기 위해 구성성분 규명 등 많은 노력을 기울여 왔지만 꾸준한 차량의 증가와 이동량의 증가에 따라 수송부면에서의 저감효과는 미비한 실정이다. 현재 조사된 바에 의하면 자동차 배가스에서는 PM, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, PAHs, HC, CO<sub>2</sub>, 알데히드류 등이 배출되고 있는 것으로 나타났고, 자동차 배가스 성분 중 PM, PAHs나 HC는 자동차에 의한 대기배출 기여도가 매우 큰 것으로 조사되었으며 그 중 자동차 배가스에서 발생하는 미세먼지에 대한 탄소성분의 비중이 매우 높은 것으로 보고되고 있다.

탄소성분은 자동차 오염원에 있어 중요한 성분으로서 배가스의 미세먼지에 대한 탄소성분의 배출특성을 파악하는 것은 자동차에 의한 대기오염도를 줄이기 위해 매우 중요하다고 하겠다. 이에 이번 연구에서는 자동차의 종류(연료별)에 따라 배출되는 배가스의 미세먼지 중 대기배출 기여도 추정에 중요한 정보를 제공하는 탄소성분에 대해서 연구하였다.

#### 2. 연구 방법

발생원으로 부터의 미세먼지를 측정하기 위한 시료채취 장치는 그림 1과 같이 제작하였다. 노즐은 배기구에서 배출되는 가스의 속도에 맞추어 보정하여 선정하였고, 노즐입구 부분에 온도센서를 설치하여 배출가스의 온도를 측정하였으며, 프로브의 후단에 필터백을 설치하여 미세먼지를 포집하였다. 측정시 동압, 정압과 온도를 측정하여, 등속흡인이 되도록 펌프의 채취유량을 조절할 수 있게 하였다. 분석 항목으로는 미세먼지의 탄소성분 중 OC1, OC2, OC3, OC4와 CC, PC, EC를 분리하여 분석하였다.

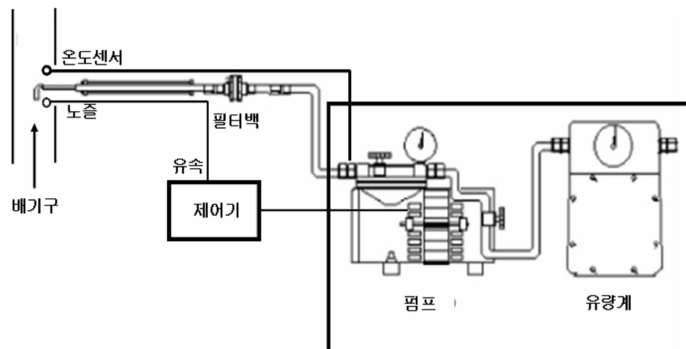


Fig. 1. Sampling unit of Vehicle's exhaust gas.

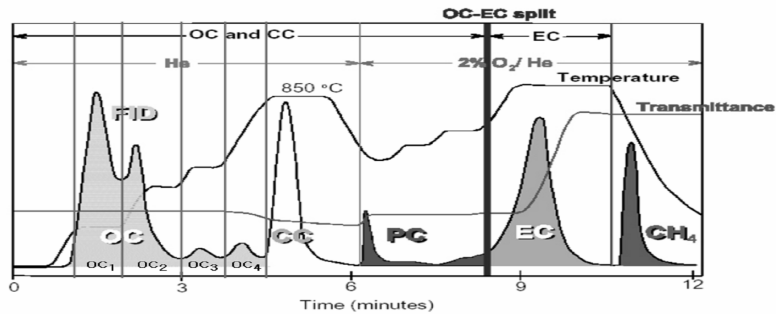


Fig. 2. Analysis Method of Thermal-Optical transmittance.

Table 1. Temperature and time protocol of the NIOSH 5040.

|                 | Temp.     | Time    | Component | Temp.     | Time  | Component |
|-----------------|-----------|---------|-----------|-----------|-------|-----------|
| Analysis method | ~250°C    | 30 sec  | OC1       | 500~650°C | 1 min | PC        |
|                 | 250~500°C | 30 sec  | OC2       | 650~750°C | 1 min | EC        |
|                 | 500~650°C | 1 min   | OC3       | 750~850°C | 1 min |           |
|                 | 650~850°C | 1.5 min | OC4       | 850~940°C | 2 min |           |
|                 | 850~500°C | 2.5 min | CC        |           |       |           |

최근에는 온도조건을 다양하게 조정할 수 있는 열-광학적 투과도법(thermal-optical transmittance method, TOT)이 유기탄소와 원소탄소의 분석에 널리 사용되고 있다(김신도 등, 2008). TOT법은 두 가지의 처리과정으로 구성되어 있는데 첫 번째 단계는 헬륨만을 공급해 주는 상태에서 250, 500, 650, 850°C로 온도가 상승하면서 OC와 CC가 분석되고 두 번째 단계에서는 2%의 산소와 98%의 헬륨 혼합물이 공급되는 상태에서 승온되면서 PC와 EC가 분석된다(NIOSH Method 5040 protocol). 본 연구에서는 온도에 따라 OC를 OC1, OC2, OC3, OC4, CC와 PC 6단계로 세분화시켜 분석을 실시하였다.

### 3. 결과 및 고찰

현재 우리나라에서 자동차 배기가스에 포함되어 있는 탄소성분에 대한 실질적인 연구는 미비한 실정이고 모델링을 사용하여 오염원의 확인과 상대적인 기여도 추정만을 하고 있는 실정이다(이형우 등, 2008). 외국에서는 지역별 기여도와 오염원 확인을 위한 실질적인 많은 연구가 수행되고 있고, 본 연구의 유기탄소의 성분별 분류가 기여도와 오염원을 확인하는데 크게 기여할 것으로 기대된다.

### 참고 문헌

- 김신도, 이민주, 김창환, 김중호, 황의현 (2008) 계절별 미세분진(PM<sub>2.5</sub>)속의 탄소성분 특성, 한국대기환경학회 춘계학술대회 논문집, 323-324.
- 이형우, 이태정, 양성수, 김동술 (2008) PMF모델을 이용한 용인·수원 경계지역에서 PM<sub>10</sub> 오염원의 확인과 상대적 기여도의 추정, 한국대기환경학회지, 24(4), 439-454.
- 통계청 (2008) 자동차 관리현황.
- NIOSH Method 5040 protocol.