

PA3) 디젤자동차 배출물질 중 극미세먼지(PM_{2.5})의 배출원 구성물질 성분비 특성

강병욱*, 이학성¹, 조민식, 배귀남², 임철수³

충주대학교 환경공학부, ¹서원대학교 환경건설정보학과,

²한국과학기술연구원 환경기술연구단,

³국립환경과학원 교통환경연구소

1. 서 론

CMB(chemical mass balance) 수용모델은 환경대기 중 에어로졸의 배출원 기여도를 계산하는데 폭넓게 사용되고 있다(김관수 등, 2001; Park et al., 2001; 이학성 등, 2005). 각 배출원에서의 환경대기로의 배출량을 산정하기 위해서는 관심의 대상이 되는 각 배출원의 입자상 배출물질에 대한 화학적 구성성분 특성을 상세하게 파악되어야만 한다. 국내의 경우 도시지역에서 수용지점의 미세먼지에 영향을 미치는 주요 배출원으로는 자동차, 식물연소(biomass burning), 중국의 영향, 토양 및 도로먼지, 고정오염원 등 여러 가지를 들 수 있으며, 이와 같은 배출원 중에서 자동차의 기여도는 상대적으로 높은 것으로 알려져 있지만, 자동차 오염원 분류표(source profile)에 관한 자료는 연료 및 차종의 특성이 다양하고, 자동차 시료채취를 위한 기반시설을 갖추어져야 하는 등 국내에서 여러 가지 자료 구축의 어려움으로 인하여 현재까지 외국의 자료에 의존하고 있다. 따라서 우리나라의 극미세먼지(PM_{2.5})에 대하여 수용모델을 적용하기 위해서는 자동차에 대한 오염원 분류표 개발이 중요하다고 할 수 있다.

2. 재료 및 실험 방법

2.1. 자동차 시험장치

배출가스 측정은 차대동력계상에서 실시하였다. 측정장치는 차대동력계, 보조운전장치, 시료채취장치, 희석터널, 입자상물질 측정장치 등으로 구성되어 있다. 차대동력계는 자동차가 실제 도로를 주행할 때 정지, 가속, 정속, 감속 등을 반복하는 과정을 대표화한 실측주행모드를 사용하여 모사 주행할 수 있도록 자동차에 부하를 걸어주는 장치이다. 본 연구에서 디젤자동차에 의한 배출가스 중 극미세먼지를 측정할 시험모드로는 ECE-EUDC 모드를 이용하였다. ECE-EUDC모드는 4개의 기초도시주행모드로 구성된 도시주행모드와 추가도시주행모드로 구성되어 있으며, 전체적인 주행패턴은 그림 1과 같다. 배출가스 중 극미세먼지의 시료채취는 시험자동차가 차대동력계의 롤러 위에서 각 모드별로 주행할 때 배기관으로부터 배출되는 가스를 정용량시료채취장치(constant volume sampler)에서 일정량의 공기로 희석한 후, 시료채취장치로 시료를 채취하였다.

차량별 배출물질 화학특성 조사를 위한 시료채취는 2.5 μm 이하의 먼지를 포집할 수 있

는 싸이클론(PM_{2.5})과 필터 팩으로 구성된 시료채취장치 3 세트(원소, 이온, 탄소분석)를 이용하여 동시에 시료를 포집할 수 있도록 시료 채취 장치를 제작하여 사용하였다. 화학 분석을 위한 시료의 채취는 10 lpm의 유량으로 시험모드 전체 시간에 대하여 균일하게 시료를 채취하였다. 이온분석과 원소분석을 위한 시료는 테프론여과지(47 mm, Gelman사제)를 이용하였으며, 탄소분석을 위한 시료는 사전에 650℃에서 3시간 동안 구운 석영여과지를 사용하여 시료를 채취하였다.

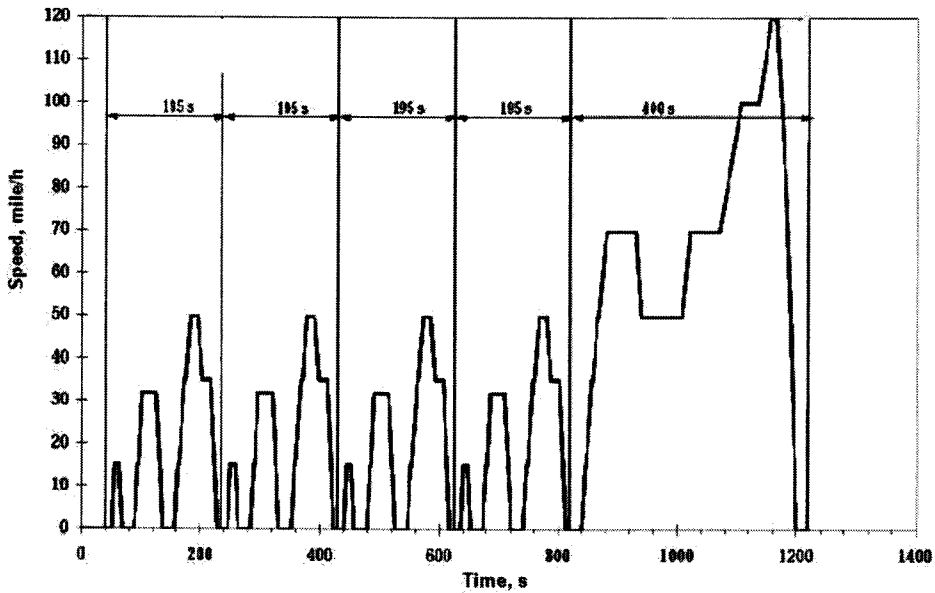


Fig. 1. Driving mode for ECE-EUDC.

2.2. 시료의 분석

자동차 배출물질의 화학적 특성을 파악하기 위한 분석항목은 배출물질 구성성분 특성을 고려하여 이온, 원소, 탄소성분을 대상으로 하였다. 원소성분을 분석하기 위해서는 Na로부터 U까지 동시분석이 가능한 XRF(X-ray fluorescence)방법을 이용하였으며, 시료의 분석은 미국 DRI(Desert Research Institute)에서 분석하였다. 탄소성분의 분석은 TOT(Thermal/Optical Transmittance)방법을 이용하여 유기탄소(organic carbon, OC)와 원소탄소(elemental carbon, EC)로 구분하여 미국 캘리포니아 대학에서 분석을 수행하였다. 이온성분의 분석은 이온크로마토그래피(DX-120, Dionex사제)를 이용하여 주요 양이온과 음이온에 대하여 분석이 이루어졌다.

3. 결과 및 고찰

디젤자동차 배출물질 성분비 조사를 위한 차종은 승합차, 소형화물차, 승용차 등을 포함하여 4가지 종류의 차량에 대하여 이루어졌으며, 화학적 특성조사를 통하여 검출한계 이상으로 분석된 항목은 원소 20개 항목, 이온 8개 항목, 탄소 2개 항목 등 총 30개 종류에

대한 성분구성비를 얻었다. 성분구성비는 $EC > OC > SO_4^{2-} > NO_3^- > S$ 등의 항목이 높은 구성비를 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 환경부 Eco-STAR project(무·저공해자동차사업단)의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 김관수, 황인조, 김동술, 2001, 수원지역 대기 중 PM-10 오염원의 정량평가를 위한 수용방법론의 개발, 한국대기환경학회지, 17(2), pp. 119-131.
- 이학성, 강충민, 강병욱, 이상권, 2005, 수용모델을 이용한 서울지역 미세먼자(PM2.5)에 영향을 미치는 배출원 특성에 관한 연구, 한국대기환경학회지, 21(3), pp. 329-341.
- Park, S.S., M.S. Bae and Y.J. Kim, 2001, Chemical Composition and source apportionment of PM2.5 particles in the Sihwa area, Korea, J. AWMA, 51(3), pp. 393-405.