

## PB21) 자동차배출 VOCs의 연료영향에 관한 연구

### The Fuel Effect for VOCs exhausted from vehicle

류정호 · 엄명도 · 임철수 · 유영숙 · 선우영<sup>1)</sup>

국립환경연구원 자동차공해연구소, 건국대학교 환경공학과<sup>1)</sup>

#### 1. 서 론

자동차로 인한 대기오염은 규제물질 뿐만 아니라 많은 미량유해물질들에 크게 기여하고 있다. 이러한 자동차 배출가스들은 1차 대기오염물질로 배출되기도 하지만 그중 탄화수소나 질소산화물 등은 대기중 광산화반응을 거쳐 2차 오염물질 생성에 관여하여 더 심화된 대기질 저하에 기인하고 있다. 이처럼 자동차에서 배출되는 탄화수소류에 포함되어 있는 VOCs는 이러한 2차 오염물질로 생성되는 성분중 오존에 긴밀히 관여하여 인체 등에 미치는 영향이 크기 때문에 VOCs 저감을 위한 여러 가지 방안들이 고려되고 있다. 이러한 저감 방안들 중 자동차에 사용되는 연료조성을 강화시켜 배출가스를 저감시키는 방안이 미국, 유럽, 일본 등 선진 외국들을 중심으로 연구·검토되어 왔다. 특히 이들 국가에서는 자동차 기술과 연료성분이 배출가스에 미치는 영향을 조사하기 위해 Auto-oil 프로그램을 수행하여 많은 결과들을 도출하였다. 본 연구에서는 아직 국내에서는 거의 실행되지 않은 연료조성 변화에 의한 배출가스 특히, VOCs와 오존생성에 미치는 영향을 분석코자 하였다.

#### 2. 연구 방법

연료조성 변화가 VOCs 및 오존생성에 미치는 영향을 분석하기위해 휘발유 자동차를 대상으로 국내 연료규제 항목들 중 VOCs 배출과 관련이 많은 50% 유출온도, 증기압, 방향족, 올레핀 등에 대한 함량을 변화시켜 측정하였다. 시험차량은 현재 국내에서 많이 사용되고 있는 휘발유 소형차와 중형차를 대상으로 하였으며, 시험모드는 차대동력계상에서 국내 승용차 배출가스 인증시험모드인 CVS-75모드로 운전하였다. VOCs 분석을 위한 시료는 CVS(constant volume sampler)를 통하여 회석된 배기관 가스를 테들러 bag을 통하여 일부 채취하였고, 자동 열탈착 시료주입장치(ATD 400)가 부착된 GC/FID로 분석하였으며, PLOT칼럼과 BP-1칼럼을 사용하였다. 오존생성능(OFP ; Ozone forming potential)의 평가는 Carter(1994)에 의해 개발된 MIR(maximum incremental reactivity)값을 사용하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

그림 1은 소형차와 중형차에 사용된 시험연료와 배출 VOCs, 그리고 오존생성능을 비교한 것이다. 비교대상 VOCs 성분들은 연료중 함유된 VOCs 성분들을 중심으로 비교하였다. 그림에서 보듯이 VOCs 성분별로 보면 연료중에는 toluene이 가장 높게 함유되어 있으며, 사용된 연료 및 배출 VOCs의 경향은 매우 유사하였다. 이는 미연소된 연료가 상당부분 기인한 것으로 사료되며, 오존생성능은 MIR 값의 감소에 의한 영향으로 배출 VOCs 특성과는 다른 조성비를 나타내었다.

휘발유 연료성분에 의한 배출 VOCs 및 오존생성능의 영향을 실험한 결과, 50% 유출온도에 대해 소형차의 경우 94℃에서 83℃로 낮췄을 때 HC는 21.6%, VOCs는 2.3% 감소하였으며, OFP 역시 7.8% 감소되어 일정 부분 영향을 미치는 것으로 나타났다. 중형차에 대해서도 92℃에서 82℃로 낮췄을 때 HC와 VOCs는 각각 16.8%, 9.8%가 감소되어 OFP가 21.6% 저감되는 것으로 나타났다. 증기압 변화에 따른 영향을 분석한 결과, 소형차의 경우 연료증기압을 64kPa에서 54kPa로 낮췄을 때 HC와 VOCs는 22%, 39%가 감소되었으며, OFP 역시 59.5%가 저감되어 증기압에 의한 영향이 매우 큰 것으로 나타났으며, 중형차의 경우 연료증기압을 70kPa에서 62kPa로 낮췄을 때 HC와 VOCs는 각각 27.6%와 41.2%로 나타났고, OFP도 20.6% 감소되었다. 그림 2는 연료중 방향족 함량의 변화에 의한 VOCs 개별물질별 배출변화를 나타낸 것인데 소형차의 경우, 35부피%에서 26부피%로 감소하였을 때 VOCs는 24.5%가 저감되었으며, OFP도 14.6%가 저감되어 상당한 효과가 있는 것으로 분석되었으며, 중형차에서도 방향족 함

량을 28%에서 23%로 감소시 VOCs는 9.8%, OFP는 21.6%로 저감되어 연료기준 강화시 이에 대한 고려가 충분하여야 할 것이다.

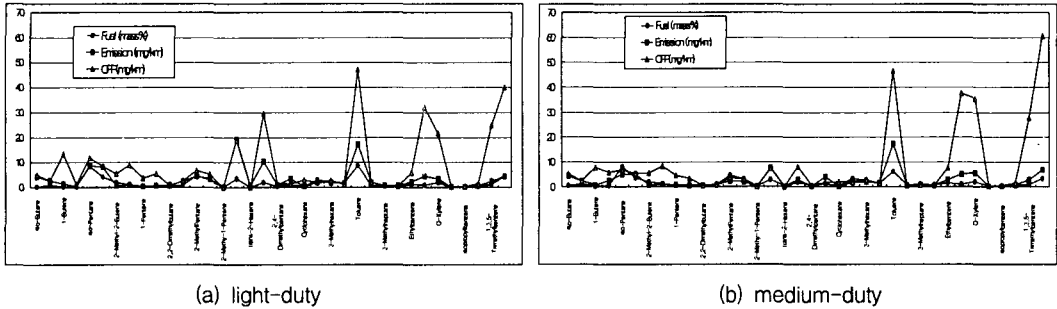


Fig. 1. Characteristics of fuel, tailpipe VOCs and OFP for light-duty and medium-duty gasoline vehicles.

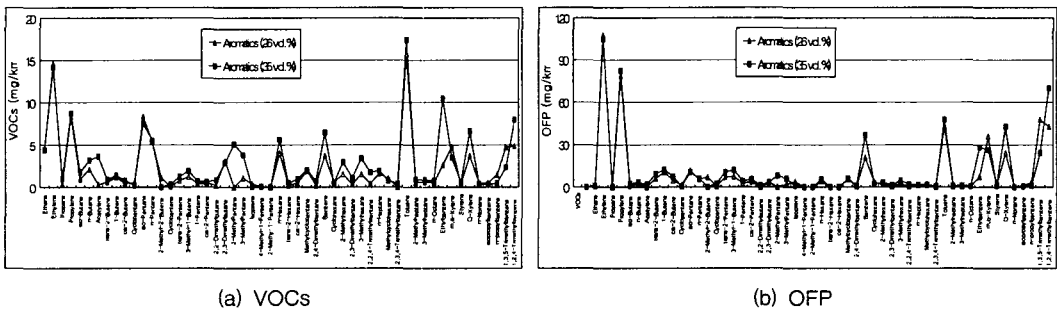


Fig. 2. Characteristics of VOCs emissions and OFP for changes of aromatics composition ratio.

### 참고 문헌

W.P.L. Carter(1994) Development of ozone reactivity scales for volatile organic compounds, AWMA, vol. 44. 881-899p.

B. L. Duffy et al.(1999) Speciated hydrocarbon profiles and calculated reactivities of exhaust and evaporative emissions from 82in-use light-duty Australian vehicle, Atmospheric environment, 33, 291-301.

M. Kröll, G. Decker, A. Postulka, B Georgi(1993) Influence of fuel composition on NMOG emissions and ozone forming potential, SAE 932676.

Frank Black,(1998) Alternative fuel motor vehicle tailpipe and evaporative emissions composition and ozone potential, AWMA, 48. 578~591.

Auto-oil Air quality improvement research program(1997), final report.

JCAP 推進室(2001) JCAP 技術報告書.

W. Thomas, Kirchstetter, Brett C. Singer, Robert A. Harley(1999) Impact of California reformulated gasoline on motor vehicle emissions. 2. Volatile organic compound speciation and reactivity, ES&T 33, 329-336.