

시중에서 취득한 일반적 디젤유에 대한

특수 radiation 처리에 따른 질량분석결과 요약

한국과학기술연구원 이상엽

본 내용은 일반 주유소에서 취득한 디젤유에 대해 특수한 radiation 처리를 한 후, control 그룹과의 화학물질 조성 비교를 위해 KIST 내 특성분석센터에 의뢰하여 취득한 질량분석 결과에 대한 비교 및 고찰이다.

디젤연소물, 특히 질소산화물(NOx) 및 입자생성 물질(Particulate Matter, PM)의 감량은 시급한 문제이다. 디젤유는 크게 aromatics, naphthene, n-,iso-paraffin 계로 구성되며 원산지, 정제방법 등에 따라 구성비율에 차이가 존재한다.

디젤유 배기가스의 PM 형성은 밀도, 정제온도, 디젤유에 포함된 황성분, (multi-ring) 방향족 물질의 양 등이고 밀접하게 관련되어 있다고 알려져 있다. 하지만, 아키하마 등은 2002 년도 연구결과에서 단순한 황성분 및 (multi-ring) 방향족 물질의 양 보다는 엔진 실린더내에서 특정한 구조의 파라핀계 화학물질의 열분해 화학반응에 따른 PM 생성 가능성이 더 크다는 사실을 확인하였다. 이들의 연구에 따르면 PM 배출은 연료의 화학적 반응에 크게 지배되며 특히, 연료의 파라핀계 구성중 branched 또는 ring 구조의 탄소화합물이 PM 배출에 크게 기여한다고 보고하였다.

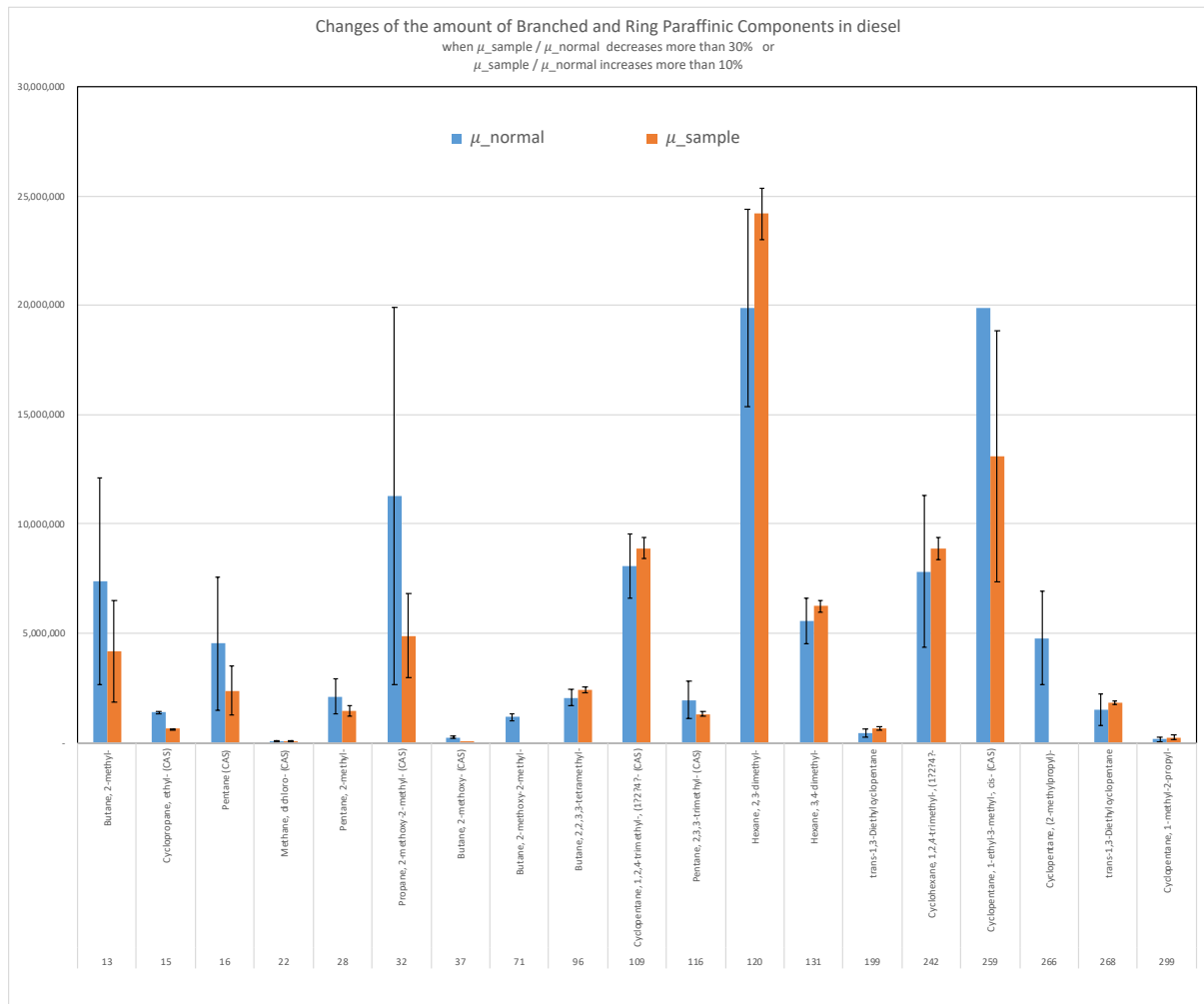
일반적으로 디젤유 연소과정에서 생성되는 acetylene, C₃H₄ isomers (methylacetylene and propadiene), 1,3-butadiene, benzene 및 toluene 과 같은 PAH (Polycyclic aromatic hydrocarbons)은 PM 형성의 precursor 로 여겨진다. Acetylene, C₃H₄ isomer (methylacetylene 및 propadiene) 및 1,3-butadiene 은 aromatic ring 형성에 기여하며, benzene 과 toluene 은 polycyclic 성장 반응을 촉발한다. 따라서, 연소전 디젤유에 포함된 PAH 의 양 보다는 연소과정에서 PAH 를 생성 시키는 화학성분의 양을 판가름 하는 것이 더 중요한 과제이다.

아키하마 등의 연구결과에 따르면 Iso- 및 cyclohexanes 과 같이 더 많은 branch 구조를 갖는 benzene 과 toluene 을 생성하며 2-methylpentane 보다 더 많은 branc 구조를 갖는 2, 2-dimethylbutane 또한, 더 많은 양의 benzene 과 toluene 을 생성한다. 즉 branched 및 cyclic paraffin 계열의 화학성분이 더 많은 양의 PM 형성을 초래하며 iso-paraffin 계열 중 더 많은 branch 를 갖는 화학물질이 더 많은 PM 을 형성한다.

본 실험에서는 radiation 처리된 디젤유(sample)와 정상 디젤유(normal)에 존재하는 branched 및 ring 구조의 paraffin 계 화학물질의 변화에 대해 비교해 보았다. 아래 그림 1 은 두 시료에 대해 1~4 회에 걸친 질량분석 결과에 대한 평균값 (μ_{sample} 및 μ_{normal})과 표준편차 (2σ)를 막대그래프로 표시한 결과이다. branched 및 ring 구조의 paraffin 계 화학물질 μ_{sample} 이 μ_{normal} 에 비해 30% 이상의 감소를 보인 경우와 10% 이상의 증가를 보인 경우만을 대상으로 하였다.

71 번 Butane, 2-methoxy-2-methyl- 및 266 번 Cyclopentane, (2-methylpropyl)-은 예외적으로 100%의 감소를 보였으며 199 번 trans-1,3-Diethylcyclopentane(48% 증가)와 299 번 Cyclopentane, 1-methyl-2-propyl-(64% 증가)을 제외한 모든 분석물에서 31~73%의 감소를 보인다.

디젤유 자체가 매우 다양한 분자들이 혼합된 혼합 물질인 까닭도 있겠지만 일부 물질들 특히, 정상 디젤유의 표준편차가 매우 큰 편이어서 추가적인 실험이 요구되기는 하지만 본 실험에서 사용한 radiation 이 branched 및 ring 구조의 paraffin 계 화학물질들의 감소를 이끄는 부분은 분명히 존재해 보인다.



참고문헌

[1] Kazuhiro Akihama, Yoshiki Takatori, Kiyomi Nakakita, *Effect of Hydrocarbon Molecular Structure on Diesel Exhaust Emissions*, Special Issue Challenges in Realizing Clean High-Performance Diesel Engines, R&D Review of Toyota CRDL Vol. 37 No. 3