

PA5) 소형디젤엔진에서 디젤유와 바이오디젤유의 알데히드 배출 Aldehydes Emissions from a Diesel Engine with Diesel and Biodiesel Fuels

박지연 · 박준호 · 조희주 · 안중현 · 임호진
 경북대학교 환경공학과

1. 서 론

디젤엔진 배기가스에는 매연(PM), NO_x, CO, THC와 같이 법적으로 규제하는 오염물질과 PAHs, 알데히드 등 법적인 규제는 없으나 인체에 유해한 물질이 다량 함유되어 있다. 많은 국가에서는 디젤엔진의 배출 기준을 강화하고 있는 추세이다. 이런 배출기준의 강화에 따라 정부기관, 배출저감장치 제조회사, 연료회사들은 디젤엔진의 배출을 감소시키기 위해 다양한 노력을 하고 있다. 연료의 화학적 특성은 디젤엔진의 오염물질의 생성과 배출에 직접적인 영향을 주기 때문에 청정하고 효율적인 대체연료를 개발하기 위한 노력이 계속되고 있다. 이중 유해성과 환경오염 문제가 상당히 적을 뿐만 아니라 경제성과 맞물려 세계적으로 주목받고 있는 대체연료 중 하나가 바이오디젤유이다. 바이오디젤유는 황과 방향족 화합물을 함유하고 있지 않기 때문에 디젤의 대체연료로서 아주 큰 장점이 될 수 있다. 그러나 바이오디젤유에는 산소 함량이 높기 때문에 디젤유에 비해 많은 양의 알데히드가 생성되어 배출되는 것으로 보도되고 있다(Shi et al., 2006; Turrio-Baldassarri et al., 2004). 이런 알데히드 중에는 발암성인 포름알데히드와 아크롤레인도 포함되어 있다. 본 연구에서는 디젤 배출가스 중에서 가장 문제가 되는 오염물질인 NO_x와 발암물질인 포름알데히드와 아크롤레인을 포함하여 호흡기에 자극성을 나타내는 개별 알데히드 화합물에 대한 배출특성을 규명하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 국내에 시판되고 있는 3개 회사의 디젤유(S1사, S2사, H사)와 2개 회사의 바이오디젤유(G사, M사)로 직접주입 Yanmar 소형 디젤엔진(YDG3700E, Yanmar, Japan)을 사용하였다. 그림 1은 샘플링 장치도이다. 매니폴드1에서 배기가스의 온도와 속도를 낮춰 시료채취에 필요한 배기가스 외에 나머지는 배출시킨다. 회석장치에서 대기 중 공기를 활성탄과 HEPA 필터를 통과시켜 정제시킨 다음 회석공기를 사용하여 회석된 배기가스는 매니폴드2를 통과하여 배기가스가 매니폴드 내에서 균일하게 퍼져 골고루 채취되도록 하였다. 3개의 임핀저에 2,4-dinitrophenylhydrazine(DNPH) 용액을 15mL씩 넣어 3단으로 연결하여 유량 0.1 L/min으로 알데히드 화합물을 채취하였다.

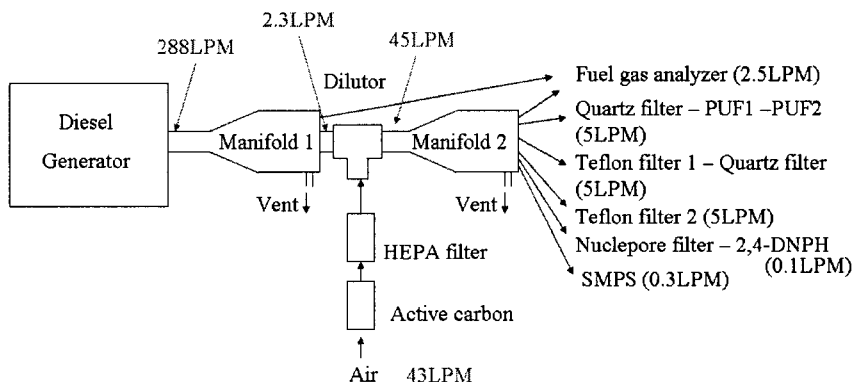


Fig. 1. Engine exhaust sampling system.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 디젤유와 바이오디젤유의 총 알데히드 농도를 나타낸 것이다. S1사 $2.20 \times 10^4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, S2사 $2.00 \times 10^4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, H사 $1.67 \times 10^4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, G사 $2.74 \times 10^4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, M사 $2.44 \times 10^4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 디젤유보다 바이오디젤유의 농도가 더 높게 나타났다. 이는 바이오디젤유에 산소 함량이 높아 연소과정 중 카르보닐 물질이 많이 생성되기 때문이다.

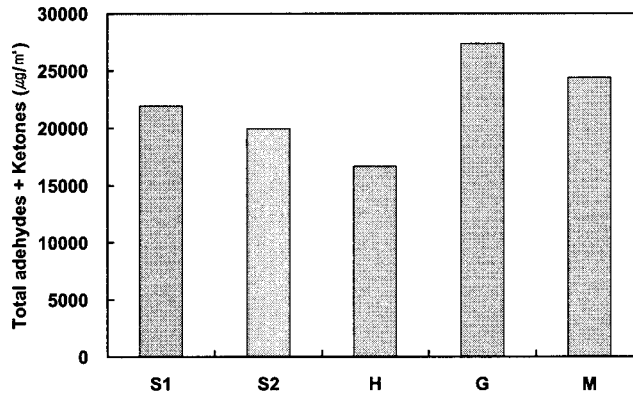


Fig. 2. Total concentrations of aldehydes and ketones in diesel engine exhaust.

디젤유와 바이오디젤유에서 formaldehyde의 농도가 전체 농도의 S1사, S2사, H사, G사, M사 각각 33.82, 45.22, 49.29, 57.94, 55.56%로 가장 높았다. 그 다음으로 acetaldehyde가 각각 23.17, 30.82, 28.79, 26.21, 25.99%, acetone이 각각 27.47, 16.31, 16.74, 5.41, 13.09%, propionaldehyde가 4.51, 5.48, 5.19, 4.93, 4.38%순으로 검출되었다.

Table 1. Concentrations of aldehydes and ketones in diesel engine exhaust.

	Diesel($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Biodiesel($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	S1	S2	H	G사	M사
Formaldehyde	7430.92	9022.27	8219.16	15874.25	13551.32
Acetaldehyde	5089.62	6148.30	4800.59	7179.59	6339.52
Acrolein	1478.27	ND	ND	638.49	236.45
Acetone	6034.15	3253.23	2790.72	1481.10	3192.28
Propionaldehyde	991.40	1093.74	865.22	1350.10	1069.24
Croton	225.79	ND	ND	437.09	ND
Butyraldehyde	719.68	433.43	ND	436.16	ND
Total	21969.82	19950.98	16675.69	27396.79	24388.80

참 고 문 헌

- John, M., E. Storey, John F. Thomas, Samuel A. Lewis, Sr., Thang Q. Dam, K. Dean Edwards, Gerald L. DeVault and Dominic J. Retrossa (2003) Particulate matter and aldehyde emissions from idling heavy-duty diesel trucks, Society of Automotive Engineers.
- Shi, X., Xiaobing Pang, Yujing Mu, Hong He, Shijin Shuai, Jianxin Wang, Hu Chen and Rulong Li (2006) Emission reduction potential of using ethanol-biodiesel-diesel fuel blend on a

heavy-duty diesel engine, Atmospheric Environment, 40, 2567-2574.

Turrio-Baldassarri, L., Chiara L. Battistella, Luigi Conti, Riccardo Crebelli, Barbara De Berardis, Anna Laura Iamiceli, Michele Gambino and Sabato Iannaccone (2004) Emission comparison of urban bus engine fueled with diesel oil and 'biodiesel' blend, Science of the Total Environment, 327, 147-162.