

⑮ 廃食用油由来バイオディーゼル燃料の各種後処理装置搭載重量車への適用性について

環境研究領域 ※水嶋 教文 川野 大輔 鈴木 央一 石井 素 後藤 雄一

1. はじめに

地球温暖化防止、資源の有効利用の観点から、バイオディーゼル燃料(BDF)が注目されている。日本国内では、平成 21 年 2 月に施行された改正揮発油品確法により、軽油への BDF 混合割合が 5%以下に規制されているが、自治体や地域で回収された廃食用油を原料とする BDF は、地産地消および税制上の理由から 100%(ニート)あるいは試験目的の特例措置として 5%以上の高濃度でディーゼル自動車に利用されている。

一方、近年のディーゼル自動車は排出ガス規制の強化に伴い、エンジン燃焼の最適化と併せて多種多様な後処理装置の構成となっており、極めて低い排出ガスレベルを達成している。しかしながら、このような車両は軽油での運転を前提としているため、BDF を高濃度でディーゼル自動車に適用した場合、軽油での運転時と比較して排出ガス性能の悪化が懸念される。

そこで本研究では、種々の後処理システム(エンジンシステム)を搭載したディーゼル重量車に対して、廃食用油由来 BDF を使用した際の排出ガス特性を調査し、その適用性について検討したので報告する。

2. 実験方法

試験車両には、後処理装置に酸化触媒(DOC)のみを搭載した車両(車両 A、B)、DOC とディーゼルパーティキュレートフィルタ(DPF)を搭載した車両(車両 C、D、E)、酸化触媒と尿素 SCR を搭載した車両(車両 F)を使用した。これらの車両の諸元を表 1 に示す。

試験燃料には廃食用油由来 BDF と軽油を用い(表 2)、これらを混合した B0(軽油のみ)、B5(BDF 5%混合)、B20(BDF20%混合)、B100(BDF のみ)燃料を使用することで、BDF の混合割合が各種エンジンシステムの排出ガス性能へ及ぼす影響を評価した。

評価は、シャシダイナモメータを用いて重量車排出ガス試験モードの JE05 モード排出ガス試験を実施することで行った。また、一部の考察においてはエンジンベンチでの試験結果を用いている。

3. 実験結果および考察

各車両における JE05 モード走行時の NOx および

表 1 試験車両諸元

車両	A	B	C
車両タイプ	塵芥車	バス	塵芥車
最大積載量 or 乗車定員	2000 kg	78 人	2000 kg
車両総重量	6365 kg	14360 kg	6445 kg
全長	5340 mm	10920 mm	4310 mm
全幅	1850 mm	2500 mm	1840 mm
全高	2290 mm	2930 mm	2310 mm
エンジン タイプ	直噴ターボ ディーゼル	直噴ターボ ディーゼル	直噴ターボ ディーゼル
総排気量	4.89 L	7.79 L	4.89 L
最大出力	103 kW /2700 rpm	191 kW /2700 rpm	110 kW /2700 rpm
最大トルク	412 Nm /1600 rpm	745 Nm /1400 rpm	441 Nm /1600 rpm
変速機	4 速 AT	5 速 AT	4 速 AT
後処理装置	DOC	DOC	DOC, DPF
排出ガス規制	新短期規制 (2003)	新短期規制 (2003)	新長期規制 (2005)

車両	D	E	F
車両タイプ	バス	トラック	バス
最大積載量 or 乗車定員	74 人	3000 kg	75 人
車両総重量	14410 kg	6260 kg	15545 kg
全長	10290 mm	6510 mm	10990 mm
全幅	2490 mm	2185 mm	2490 mm
全高	3180 mm	3045 mm	2990 mm
エンジン タイプ	直噴ターボ ディーゼル	直噴ターボ ディーゼル	直噴ターボ ディーゼル
総排気量	7.79 L	4.01 L	9.20 L
最大出力	191 kW /2400 rpm	100 kW /2500 rpm	220 kW /2200 rpm
最大トルク	761 Nm /1450-2200 rpm	392 Nm /1600 rpm	1324 Nm /1400 rpm
変速機	5 速 AT	6 速 AT	5 速 AT
後処理装置	DOC, DPF	DOC, DPF	DOC, 尿素 SCR
排出ガス規制	新長期規制 (2005)	新長期規制 (2005)	新長期規制 (2005)

表 2 試験燃料性状

燃料	軽油	廃食用油由来 BDF	
密度 (15°C) g/cm ³	0.8260	0.8852	
動粘度 (40°C) mm ² /s	2.458	4.540	
引火点 °C	70.5	180.5	
セタン価	54.5	62.0	
蒸留性状	初留点	179.5	284.0
	10%蒸留点	212.5	354.5
	50%蒸留点	258.0	356.0
	90%蒸留点	321.0	361.5
	終点	348.0	398.5
CHO wt.%	C	86.3	77.0
	H	13.6	12.0
	O	<0.1	10.5
流動点 °C	-15.0	-2.5	
硫黄分 ppm	5	3	

PM 排出率(テールパイプ)の結果を図1に示す。車両AおよびBに関しては、新短期排出ガス規制適合車であるため、他の車両と比較するとB0運転時においてもNOxおよびPM排出量が多い。しかし、PM排出率に関してはBDF混合割合を増加させることで著しく減少した。これはBDFの含酸素性によるすす排出量の低減効果およびDOCによるSOFの排出抑制効果によるものと考えられる。NOx排出率に関しては、BDF混合割合によらずほぼ同等となった。

車両C~Eに関してはDPFを搭載しているため、PM排出率が十分に低く抑えられており、BDF混合割合の増加によるすす低減効果が明確ではない。一方、車両Fでは尿素SCRシステムを搭載しているものの、DPFによるPMの捕集は行っていないため、BDF混合割合の増加によるPM排出量の低減効果が顕著に現れた。

車両C~FにおけるNOx排出傾向は車両A、Bとは異なり、BDF混合割合の増加に伴い明らかに増大し、車両D~FのB100では新長期排出ガス規制値を超える結果となった。特に、車両C~Eでは後処理装置によるNOxの浄化を行っておらず、軽油に最適化された精密なエンジンの燃焼制御によりNOxを抑制しているため、BDFを使用したことで燃焼特性が変化し、エンジンアウトでNOxが増大したものと推測できる。

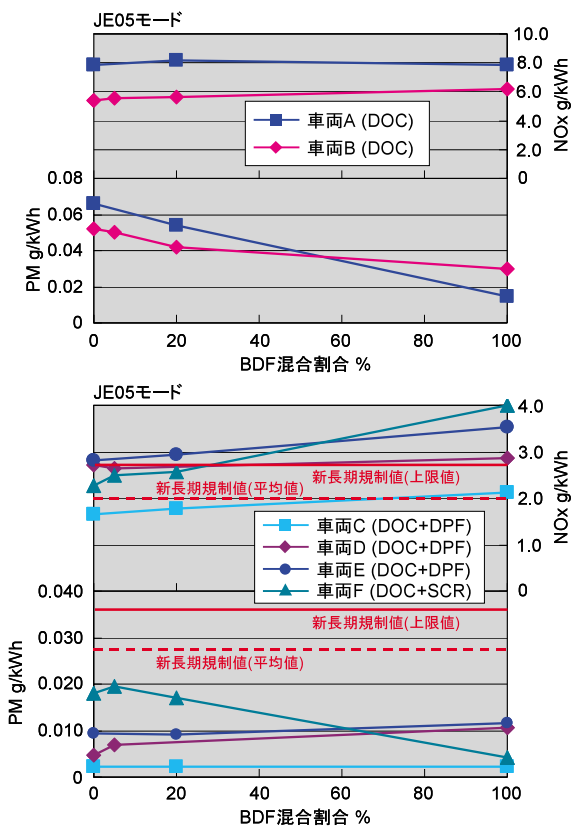


図1 BDF混合割合に対するNOxおよびPM排出率

一方、NOx浄化のために尿素SCRシステムを搭載した車両Fにおいては、NOx増大の要因が他の車両とは異なる。図2に、他のエンジン試験装置で試験した際の尿素SCR触媒前後におけるNOx排出率とNOx浄化率を示す。この結果から、尿素SCR搭載エンジンシステムにおけるBDF混合割合増加時のNOx排出量の増大要因は、エンジンアウトでのNOx増大の他、尿素SCRのNOx浄化率低下も一因であるといえる。これは、SCR前段のDOCにおいて、NOからNO₂への酸化力が低下したことが原因であると考えられる。詳細に関しては文献⁽¹⁾を参照されたい。

4. まとめ

BDFをディーゼル重量車に適用した際の排出ガス特性は、搭載するエンジンシステムにより異なる傾向を示す。したがって、BDF使用時の排出ガス特性の悪化を抑制するためには、エンジンシステムごとに適した対策が必要である。一方で、地球温暖化対策と地域環境保全の調和性についても今後の検討課題である。

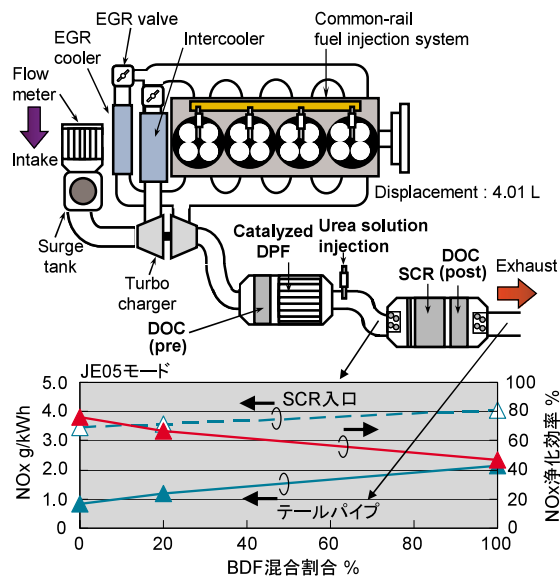


図2 BDF混合割合に対する尿素SCRシステム前後のNOx排出量およびNOx浄化率

謝辞

本研究の遂行にあたり、京都市より試験車両と試験燃料の提供を受けた。また、排出ガス試験の際には、酒井克治、小林啓樹、渡辺敬太郎諸氏の多大なるご協力があったことをここに記し、謝意を表する。

参考文献

- (1)水嶋 教文ほか, “バイオディーゼル燃料が尿素SCRシステムのNOx浄化特性に及ぼす影響”, 自動車技術会学術講演会前刷集, No.118-09, (2009)