

⑨ 直噴ガソリン車とディーゼル車から排出されるPM および未規制成分の排出特性について

環境研究領域 堀 重雄、渡辺敬太郎、大槻俊也、熊澤保子

1. はじめに

地域環境保全の観点から自動車から排出される粒子状物質(PM)の他、未規制成分である揮発性有機化合物(VOC)、多環芳香族炭化水素(PAH)に関心が払われている。VOC, PAHの中には、人体への発ガン性など健康影響が懸念される有害成分が存在し、VOCは光化学オキシダントおよび粒子状物質の二次生成粒子の原因物質とされその低減対策が進められている。

本報告では、使用燃料は異なるが、同じ直噴機関であるリーンバーンガソリン直噴車およびディーゼル車から排出されるPM、VOCおよび3環から6環のPAHの排出特性について比較し相違を明らかにする。また、排出特性に与える燃料の影響について実験を行い、VOC, PAHなどの未規制成分の排出要因について検討、考察した。

2. 実験方法

表1に実験車両の諸元を示す。A車はプレミアムガソリン仕様のリーンバーンガソリン直噴車でB車は弱酸化触媒を装着したディーゼル車である。両車両ともに、潤滑油に濃縮、蓄積された目的成分の排出への影響を除くため新品の潤滑油に交換して実験を行った。実験はシャシダイナモ上で、各々、JC08モードおよびJE05モード(Cold, Hot)実験を行い、排ガスを希釈トンネルに導入して、90mmのテフロンコーティングフィルタにPMを捕集し、PAH測定を行った。VOC各成分については、主として芳香族成分を対象とし、CVSから捕集した希釈サンプルおよび希釈空気ガスを捕集バッグに分取しGC-MSにより測定しそれらの差を求めた。表2に使用燃料の性状を示す。燃料成分がVOCおよびPM, PAHに及ぼす影響について検討するためA車では、市販のレギュラーガソリンに芳香族のトルエンを10%添加した燃料を用いた。また、B車では、主として炭素数が14, 15の

表1 実験車両の諸元

	A車	B車
気筒数	直列6気筒	直列6気筒
内径×行程(mm)	86.0×86.0	115×115
総排気量(cc)	2997	4777
圧縮比	11.3	18.5
燃料供給方式	直接噴射式	コモンレール方式
最高出力(kw/rpm)	162/5600	96/3000
最大トルク(Nm/rpm)	294/3600	333/1500
主な排気対策	EGR, 三元触媒 Nox 吸蔵触媒	EGR, 酸化触媒
規制年度	2000	2003
走行距離(km)	15000	32000

表2 使用燃料の性状

	Regular	Premium	Special	JIS-2
密度 25 g/cm ³	0.732	0.7567	0.77	0.8223
蒸留性状				
T10	47.5	52	253	202.5
T50	88.5	97.5	255	277
T90	172	146	263	337
蒸気圧 (J-法 37.8 kPa)	64	64.5		
オクタン価 (RON)	90.2	99.6		
セタン指数			82	55.9
硫黄分 ppm	8	4	0	4
PAH ppm				
Phe	13	17.4	1.09	14.4
Py	0.88	2.29	ND	2.09
BkF	0.0025	0.081	ND	0.003
BaP	0.14	1.12	ND	0.013
BghiP	0.42	0.94	ND	0.006

ND; Phe:0.007Py:0.005, BaP:0.0005, BghiP:0.002

特殊燃料(Special)および燃料中のピレンが排出されるピレンに及ぼす影響について検討するためSpecialにPAHであるピレンを400ppm添加した燃料を用いて実験を行った。

3. 実験結果および考察

3.1. VOC排出量の比較

図1にA車、B車の各種走行条件におけるVOC排出量を比較して示す。A車では、いずれの燃料条件においてもホット条件では、テールパイプに排出されたVOCの大部分が触媒により浄化されるためコールド条件と比較して排出量は大幅に低減する。また、コールド条件では、レギュラーガソリンにトルエンを10%添加した条件では、トルエン排出量が増加している。このことは、コールド時のトルエン排出に燃料中のトルエンが未燃のまま排出されていることを示唆している。また、同様に、プレミアムガソリンではレギュラーガソリンと比較してキシレン、エチルベンゼン排出量

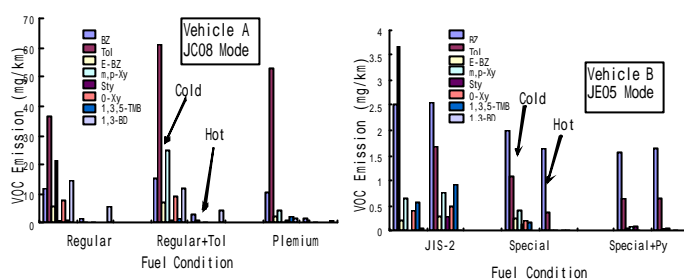
が低減しており、燃料組成分析の比較結果から排出成分は燃料性状の違いを反映していると考えられる。一方、B車では、軽油中に揮発性成分を含まないためコールド条件においても排出量はA車と比較して大幅に低く、A車のホット条件と同レベルである。したがって、自動車からのVOC排出の寄与としては、ガソリン車のコールドスタート時が大きいと言える。また、軽油と比較して芳香族成分を含まないSpecialで各VOC排出量が低減する傾向があり、添加したピレンから対象としたVOCは生成していないことがわかる。

3.2. PM 排出の比較

図2にPM排出量を比較した結果を示す。B車と比較してA車のPM排出量はおよそ半分のレベルであり、ガソリン車としては高い。レギュラーガソリンとトルエンを10%添加した場合に明確な相違はみられないが、プレミアムガソリンの場合は低減する傾向を示した。使用したプレミアムガソリンはレギュラーガソリンと比較してエチルベンゼン、キシレン含有量が大幅に低いいためPM生成が抑制されたとも考えられるが、さらに検討が必要である。一方、B車については、Specialにピレンを添加した条件でPM排出量が増加する傾向を示した。

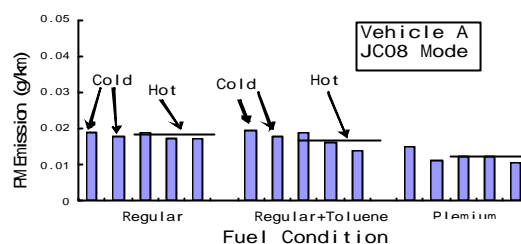
3.3. PAH 排出量の比較

図3にPAH排出量を比較した結果を示す。A車では、VOCと同様にホット条件では、コールド条件と比較していずれの燃料条件においてもBaP, BghiPの排出量は大幅に低減する。また、レギュラーガソリンにトルエンを添加することによりコールド条件におけるBaP, BghiPは増加する。プレミアムガソリンもトルエン含有量が多いため同様の傾向を示す。このことはトルエン起因によりBaP, BghiPが生成していることを示している。一方、B車は、A車と比較してコールド条件でBaP, BghiPの排出量は大幅に低い。このことは、VOCと同様、自動車からのBaP, BghiP排出の寄与はガソリン車のコールドスタート時が大きいといえる。また、Specialにピレンを添加した条件でピレン排出量が増加するが、これは、燃料中のピレンが未燃のまま排出されたものとする。SpecialとSpecialにピレンを添加した実験から燃料中のピレンの未燃排出割合を算出し、その値を使用して軽油使用時のピレン排出の由来を検討した。その結果、排出されるピレンのほとんどが燃料あるいはオイルの燃焼由来であるといえる。

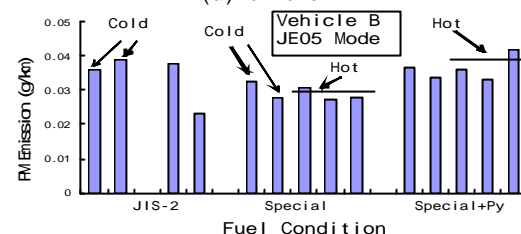


(a) Vehicle A (b) Vehicle B

図1 両車のVOC排出量の比較

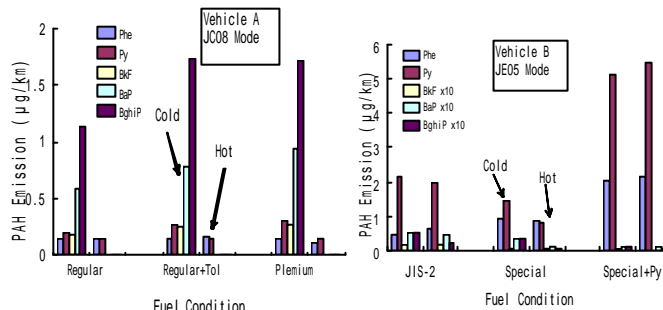


(a) Vehicle A



(b) Vehicle B

図2 両車のPM排出量の比較



(a) Vehicle A

(b) Vehicle B

図3 両車のPAH排出量の比較

4. まとめ

- (1) 今回対象としたVOCの大気環境への排出寄与は直噴ガソリン車のコールドスタート時が大きく、揮発性成分を含まないディーゼル車はわずかである。
- (2) 今回対象としたリーンバーン直噴ガソリン車のPM排出量は新短期規制の小型ディーゼルトラック車のおよそ半分のレベルであり、ガソリン車としては高い。
- (3) 人体影響が懸念されるBaPの排出寄与はVOCと同様直噴ガソリン車のコールドスタート時に大きい。
- (4) 本ディーゼル車から排出されるピレンのほとんどが燃料あるいはオイルの燃焼由来である。