

G T L 軽油使用時の排出ガス等の実態

環境研究領域

阪本 高志

堀 重雄

佐藤 辰二

山田裕之

野田 明

1. はじめに

近年の大気汚染の状況は依然深刻な状況にあり、その対策が求められている。また、石油資源の需要供給が共にひっ迫し新しい代替燃料の普及が求められている。その方法の一つとして前年度はバイオディーゼル燃料について報告した^{1) 2)}。今年度は、天然ガスからFisher-Tropsch法により合成されるG T L 燃料に着目した。この方法は、原料を天然ガスに限ることなく、バイオマス等からも合成可能であるため地球温暖化対策としても有用と考える。さらに、S分を含まないため各種の排気対策が適用できる上、芳香族成分を含まないためスス生成を抑制することが期待される。しかし、こうした燃料を用いた時の排出ガス低減効果や車両に与える影響については必ずしも明らかでないため、幅広い普及を図るためにはあらかじめこれらの影響を明らかにしておく必要がある。本調査では代替燃料として購入可能なG T L 燃料を使用した際の排気規制成分、未規制成分について、シャシーダイナモメータ上で、使用過程のディーゼル自動車3台を用いて試験し影響を把握したので、その結果を報告する。

2. 実験方法

2.1. 供試燃料および供試車両

G T L (gas to liquid)とはガス状態の原料から液体の生成物を得る総称的な名称であり、メタノール、DME (ジメチルエーテル)、高級アルコール、F T (Fisher-Tropsch) 油等が存在する³⁾。ただし、既販車両に適用可能で、購入可能なG T L ディーゼル燃料は、F T 油から得られた直鎖状炭化水素からワックスを除き一部を異性化してセタン価を調整した燃料(以下、G T L 軽油と記す)のみである。今回はG T L 軽油と軽油(S分10ppm以下)を0、5、20、50、100%(G T L 軽油体積割合(V/V))で混合した5種類の燃料を対象とした。軽油とG T L 軽油の性状等をTable 1に示す。

Table 1 供試燃料性状

試験項目	単位	10ppm軽油	G T L 軽油
密度(@15)	g/cm ³	0.8278	0.7850
動粘度(@30)	mm ² /s	4.010	4.441
引火点(PMCC法)		74.5	96.5
流動点		-12.5	-2.5
C F P P		-5	-1
蒸留試験(常圧)			
初留点		176.5	208.5
5%留出		201.0	237.0
10% "		214.0	244.0
20% "		245.0	257.5
30% "		264.0	270.5
40% "		275.5	282.5
50% "		286.5	295.0
60% "		296.5	306.5
70% "		306.5	317.5
80% "		319.0	327.5
90% "		336.0	341.0
95% "		352.5	351.5
97% "		360.0	358.0
終点		360.0	358.0
全留出量	ml	98.5	98.5
残油量	ml	1.0	1.0
減失量	ml	0.5	0.5
硫黄分:電量滴定法	ppm	7	< 1
10% 残油残留炭素分	mass%	< 0.01	< 0.01
セタン指数		59.7	89.9
セタン価		60.7	78.4(1*)
総発熱量	kJ/kg	45,860	
真発熱量	kJ/kg	42,990	
H F R R	μm	374	388

(1*)セタン価が高く、直接の測定が難しいので、標準試料(セタン価15)を混合して実測し、得られた結果から試料のセタン価を計算により算出した。

Table 2 供試車両諸元

諸元	A車	B車	C車
空車質量(kg)	2325	2320	2150
変速機	MT	MT	MT
燃焼方式	直噴	直噴	直噴
総排気量(dm) ³	4.021	4.777	4.009
燃料供給方式	分配型噴射ポンプ	コモンレール	コモンレール
主な排気対策	EGR w/c (酸化触媒型DPF)	EGR (酸化触媒強)	EGR (酸化触媒弱)
過給器	無	無	有り
規制年	H10	H15	H15
備考	長期	新短期	新短期

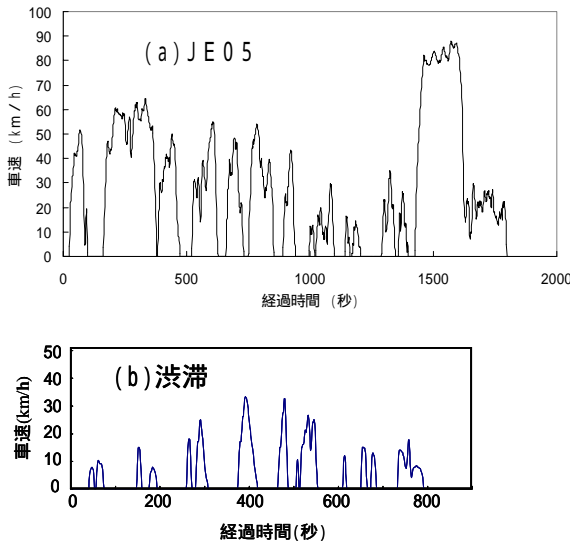


Fig. 1 供試運転 モード(a)JE05、(b)渋滞

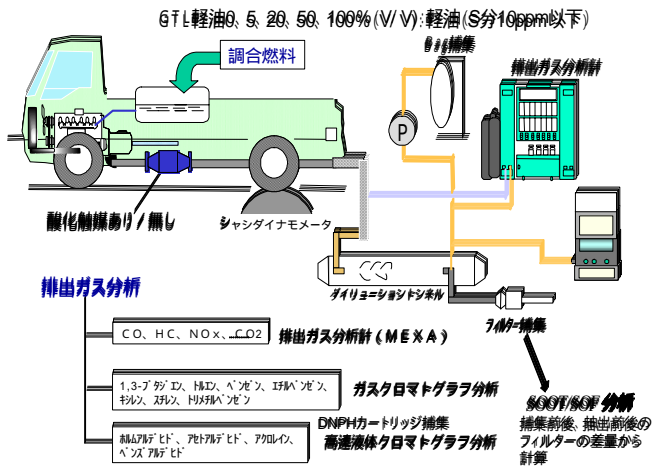
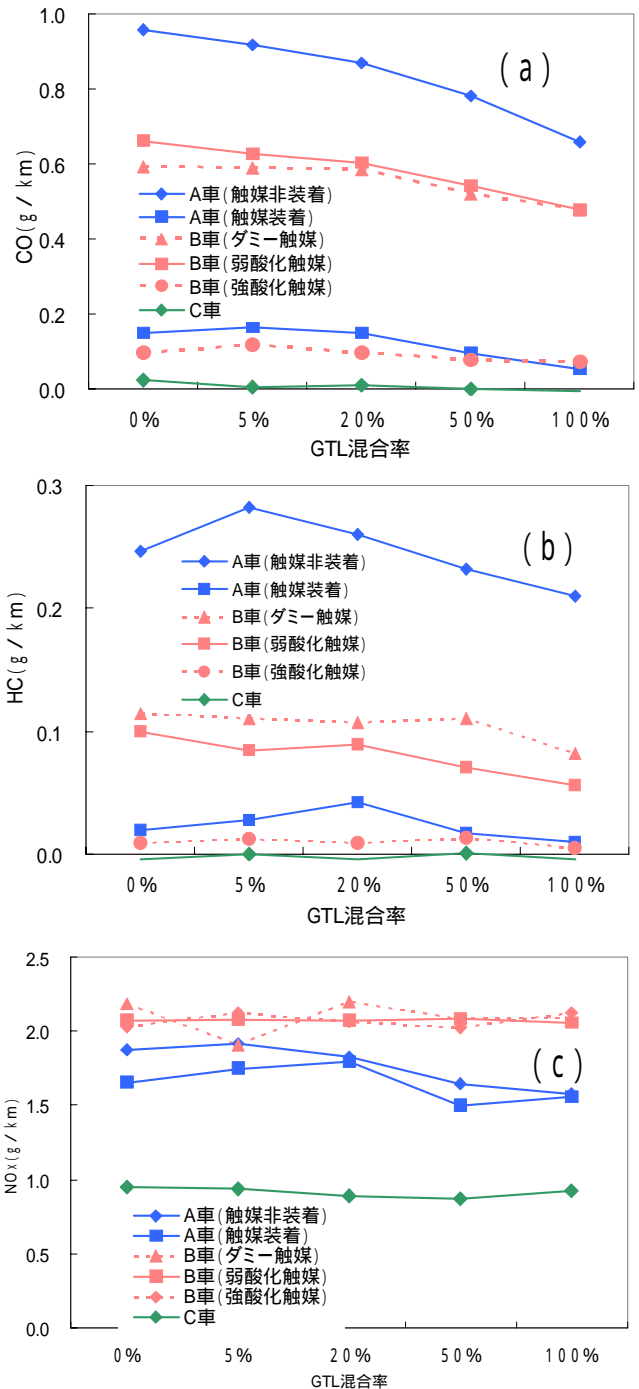


Fig. 2 実験装置の概要ならびに計測項目
 供試車両はディーゼルトラックで、諸元を Table 2 に示す。A 車は H10 年式の長期排出ガス規制適合車で EGR 装置を備えている。市販の後付け用 DPF 装置 (酸化触媒方式) を装着した実験も行った。B 車は H15 年式、新短期規制適合車でコモンレール式の噴射系を持ち EGR 装置および S 分 500ppm 軽油に適応した酸化触媒 (弱酸化触媒) を装着している。貴金属を担持していないダミー触媒ならびに酸化力を強めた触媒 (強酸化触媒) を装着しての比較実験も行った。C 車は H15 年式、新短期規制適合車でコモンレール式の噴射系を持ち、ターボ過給、EGR 装置、さらに連続再生式の DPF を備えている。試験に用いた過渡運転モードは Fig. 1 に示す (a) JE05 モードと (b) 渋滞モードである。負荷は半積載の条件とした。また、定常運転での計測も行ったが、過渡運転モードを主に報告する。

2.2. 計測項目ならびに計測方法

Fig. 2 に実験装置の概要ならびに計測項目および計測方法を示す。CO、THC、NO_x、CO₂、粒子状物質 (PM) ならびに、PRTR で自動車から排出されるとしているアルデヒド類および揮発性有機化合物 (VOC) の排出量を計測した。Fig. 2 に示すように試験車から排出されたガスは全量をダイリュージョントンネルに導入し、均一希釈された排出ガスの一部を



定流量で

Fig. 3 JE05 モードホットスタート運転時の

(a) CO、(b) HC、(c) NO_xの排出状況採取し分析を行った。PM量は捕集前後のフィルター質量の差から計測し、捕集後のフィルターを高速溶媒抽出し、抽出前後のフィルター質量の差から有機溶媒可溶成分(SOF)量を計測した。また、PM量とSOF量の差をISOF量とした。使用燃料のS含有率が低いためISOFはほとんど煤(SOOT)である。アルデヒド類は希釈排気中から2,4-DNPH含浸カートリッジにアルデヒドのヒドラゾンとして捕捉し、溶媒抽出後、高速液体クロマトグラフィー(HPLC-UV/-MS)により分離定量を行った。VOCはバッグ捕集後直ちに自動ガスクロマトグラフに導入し、FIDもしくはMSにより検出・定量を行った。特定の成分に関してはMSの方が選択性に優れているため共存する成分の影響を受けず定量性に優れていた。

3. 結果および考察

3.1. CO、THC、NO_xの排出特性

各車のCO、THC、NO_xの排出状況について、JE05ホットスタート運転時をFig. 3 a,b,cに示す。A車、B車ではGTL軽油混合率が増加すると排気管のCO濃度は減少する。さらに、酸化力の強い触媒装置を装着すると大幅に低減される。しかし、B車で触媒の酸化力が弱いとCO排出量が増大した。これはHCや

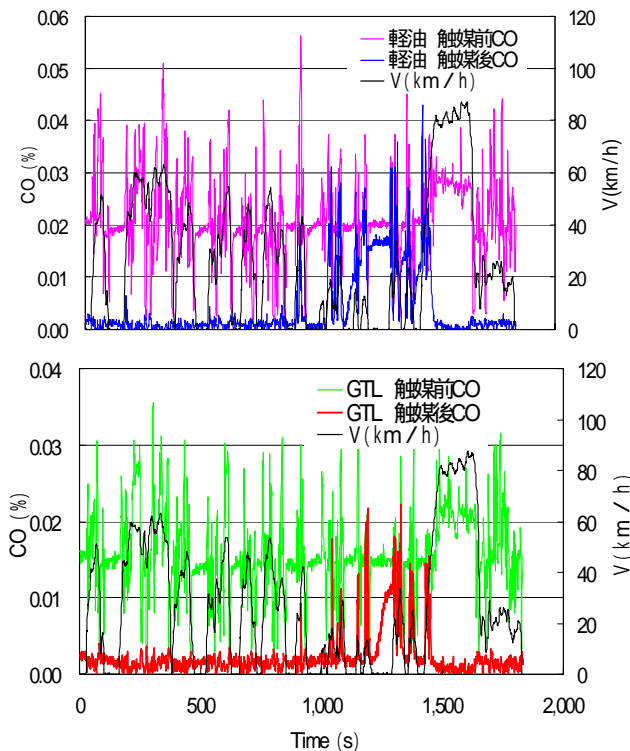


Fig.4 JE05モードホットスタート運転時のCO

の触媒前後濃度

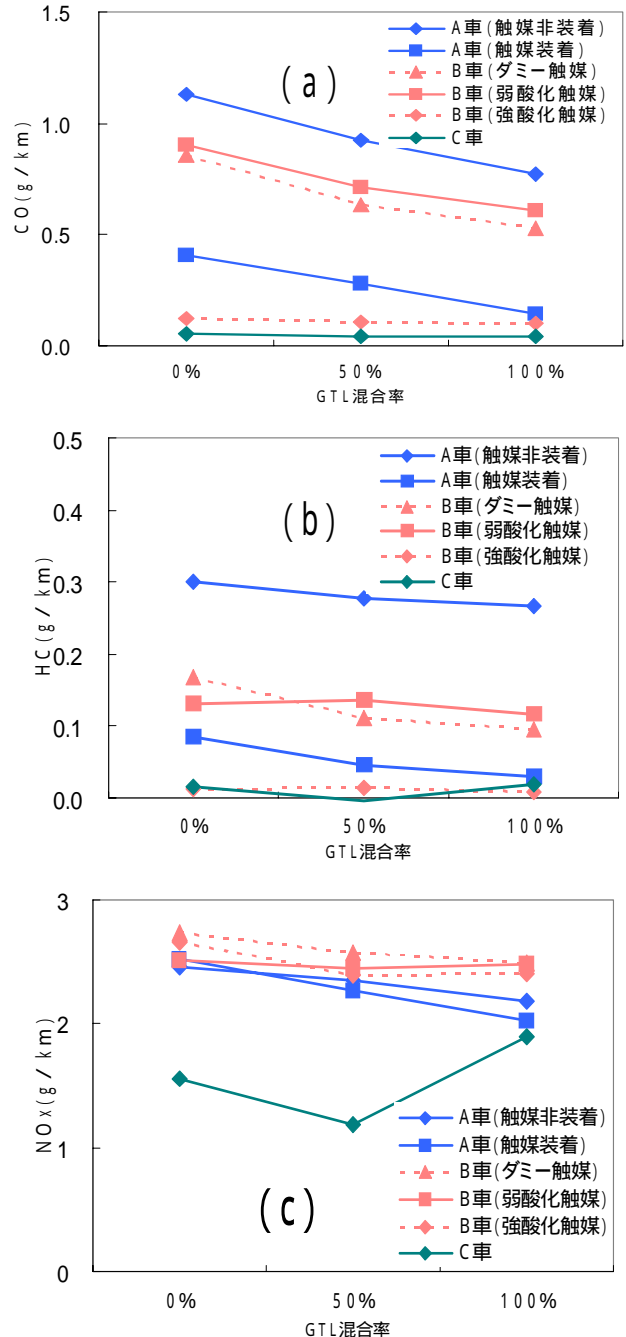


Fig. 5 JE05モードコールドスタート運転時の (a) CO、(b) HC、(c) NO_xの排出状況

SOF分の酸化分解の途中で触媒表面上の利用できる酸素が足りなくなり、CO生成までしか反応が進まず生じた現象と考える。軽油とGTL軽油の場合についてA車によるJE05ホットスタート運転時の触媒前後のCO濃度をFig. 4に示す。触媒前CO濃度は軽油の方が少し高いことが見て取れる。また、触媒後の濃度は1000~1450秒の低速域で濃度が高く、しかもGTL軽油よりも軽油の方がCO濃度が高く触媒による

浄化がより利きにくいことを示している。A車によるJE05 ホットスタート運転時のHC 排出量は触媒無し
の時にはG T L 軽油混合率5 %で最大を示し、触媒装
着時には2 0 %で最大を示したが、それ以上混合率が
増加すると排出量は減少した。B車のHC はエンジン

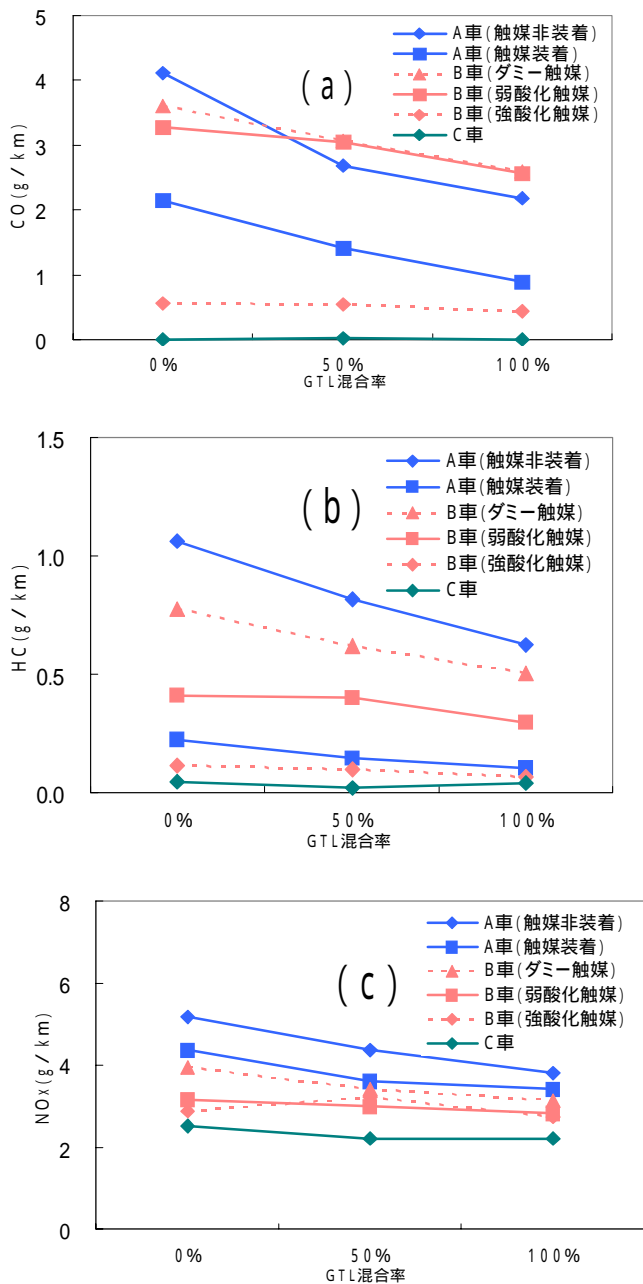


Fig . 6 渋滞モード運転時の(a)CO、(b)HC、
(c)NO_x の排出状況

ではG T L 軽油混合率5 0 %まで暫減しているが、1
0 0 %で顕著に減少している。ただし、これらの成分
は適切な酸化能力を持つ触媒で十分低減可能である。
このことは、B車の強酸化触媒装着時やC車の排出状
況を見れば明らかである。NO_x については各車種と
もG T L 軽油混合率が高くなると若干低減するよう

であるがあまり明確ではない。次に、各車の JE05 コ
ールドスタート運転時の CO、THC、NO_x の排出状
況を Fig. 5 a,b,c に示す。各成分ともホットスタート
時と比べて排出量は若干増加しているが、その排出傾
向はよく似ている。ただし、B車のHC では弱酸化触
媒装着時にG T L 軽油を混合すると増大する場合が
あった。各車の渋滞モード運転時のCO、THC、NO_x
の排出状況を Fig. 6 a,b,c に示す。モードの平均車
速が低いので、距離あたりの排出量は大きくなるが、各
成分の排出挙動に関しては上記の結果と同じである。

3 . 2 . P Mの排出特性

A車のJE05 ホットスタート運転時のP M排出状況を

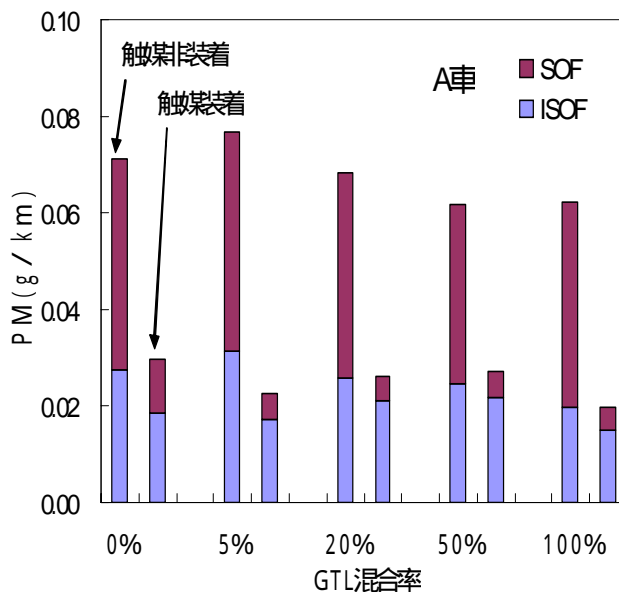


Fig. 7 J E 0 5 モードホットスタート運転時のP
Mの排出状況

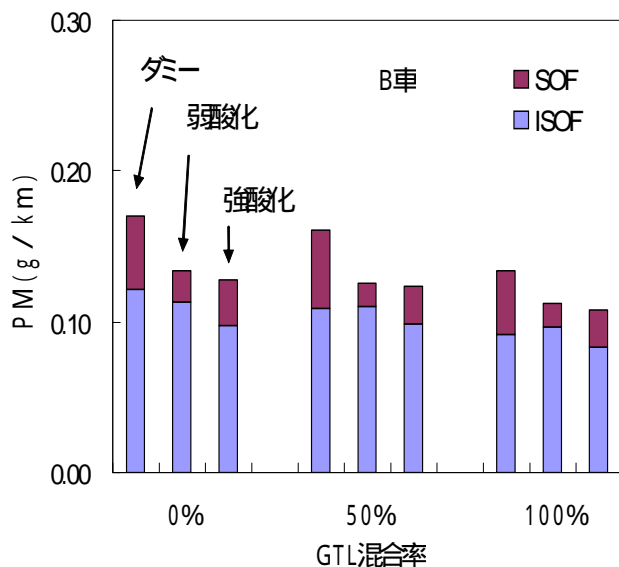


Fig . 8 渋滞モード運転時のP Mの排出状況(B車)

Fig. 7に示す。GTL軽油混合率5%の時にPMならびにSOOT排出量が増加したがそれ以上混合すると両方とも減少した。これは、GTL軽油がSOOTの前駆物質である芳香族成分を含まないことが大きな理由と考える。触媒装着によりSOFが大幅に減少している。また、SOOTも若干減少している。酸化触媒型DPFの効果とも考えられる。

B車の渋滞運転時のPM排出状況をFig. 8に示す。GTL混合率を増加させるとダミー触媒、弱酸化触媒、強酸化触媒装着時ともSOOTが低減している。

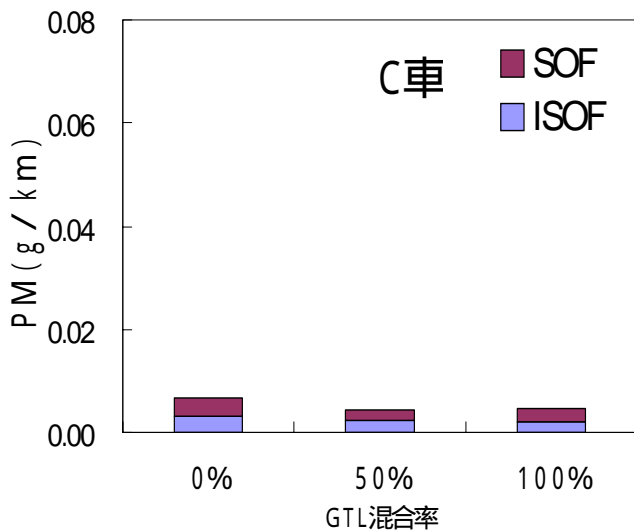


Fig. 9 JE05モードコールドスタート運転時のPMの排出状況 (C車)

ダミー触媒装着時に対して酸化触媒装着時はSOF分が低減している。

次にC車のJE05コールドスタート運転時のPM排出状況をFig. 9に示す。C車は連続再生式のDPFを装着しているため、PM排出量は大幅に少ない。この場合もGTL混合率を増加させると、PM排出量は若干低減している。

3.3. アルデヒド類の排出特性

A車のJE05ホットスタート運転時のアルデヒド類の排出状況をFig. 10に示す。GTL混合率を増加すると各アルデヒドとも排出量は低減する。また、酸化触媒装着により各アルデヒドの排出量は低減した。

ただし、B車のJE05ホットスタート運転時のアルデヒド類の排出状況をFig. 11に示す。弱酸化触媒装着時にはアセトアルデヒドの排出量が増大するが、その増加量がGTL混合率を増加すると減少した。また、B車の弱酸化触媒装着時やC車からのアルデヒド類の排出量は少ない。

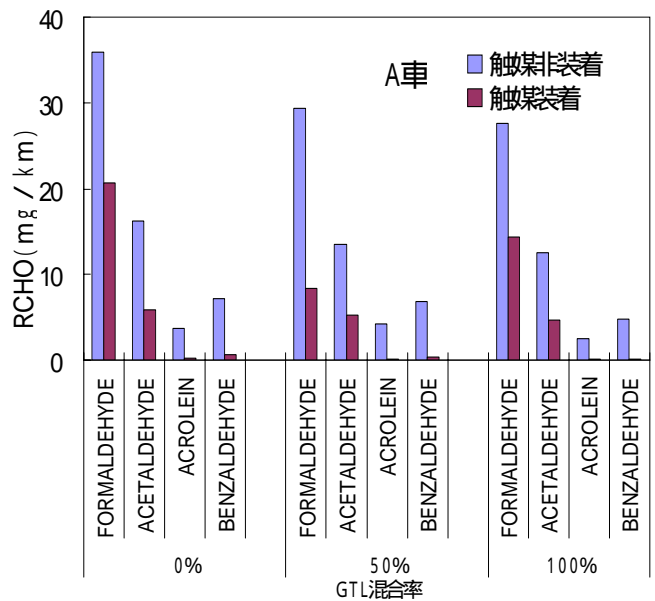


Fig. 10. JE05モードホットスタート運転時のアルデヒド類の排出状況 (A車)

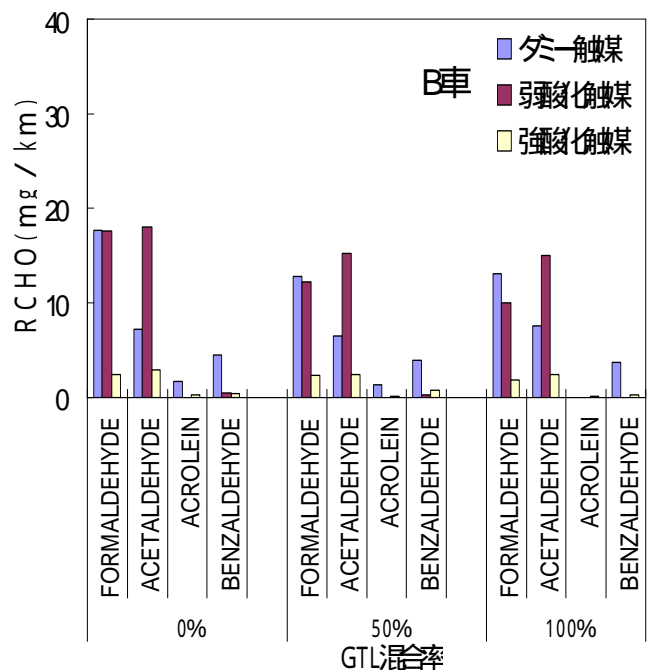


Fig. 11. JE05モードホットスタート運転時のアルデヒド類の排出状況 (B車)

3.4. VOCの排出特性

A車のJE05ホットスタート運転時のVOC類の排出状況をFig. 12に示す。GTL混合率を増加すると1,3-ブタジエンは増加したが、ベンゼンは減少した。また、触媒装着により反応性の高い1,3-ブタジエンは大幅に減少した。B車のJE05ホットスタート運転時のVOC類の排出状況をFig. 13に示す。GTL混合率を増加すると

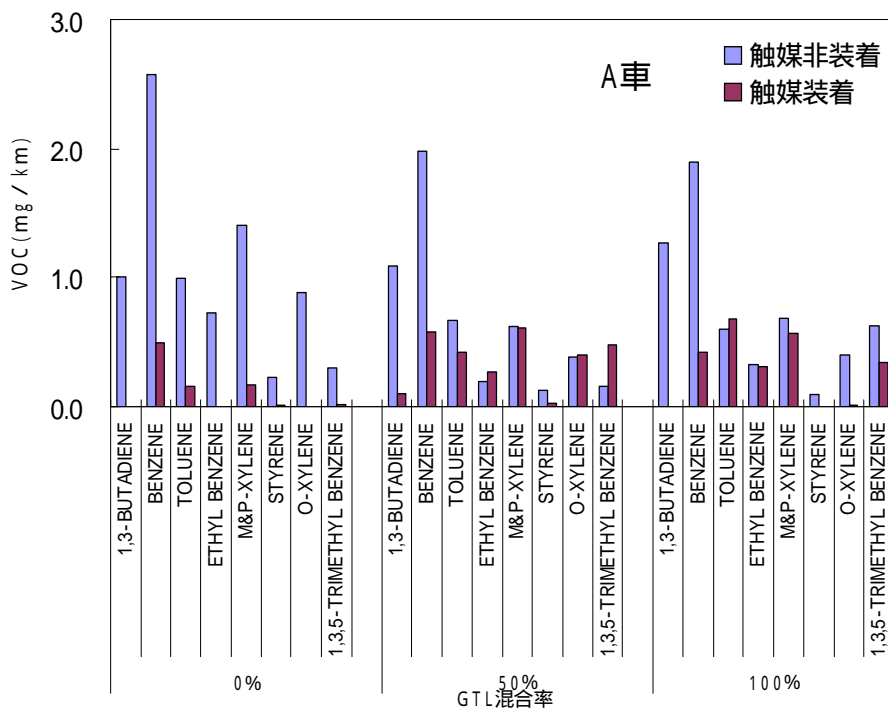


Fig.12 J E 0 5 モードホットスタート運転時のVOCの排出状況(A車)

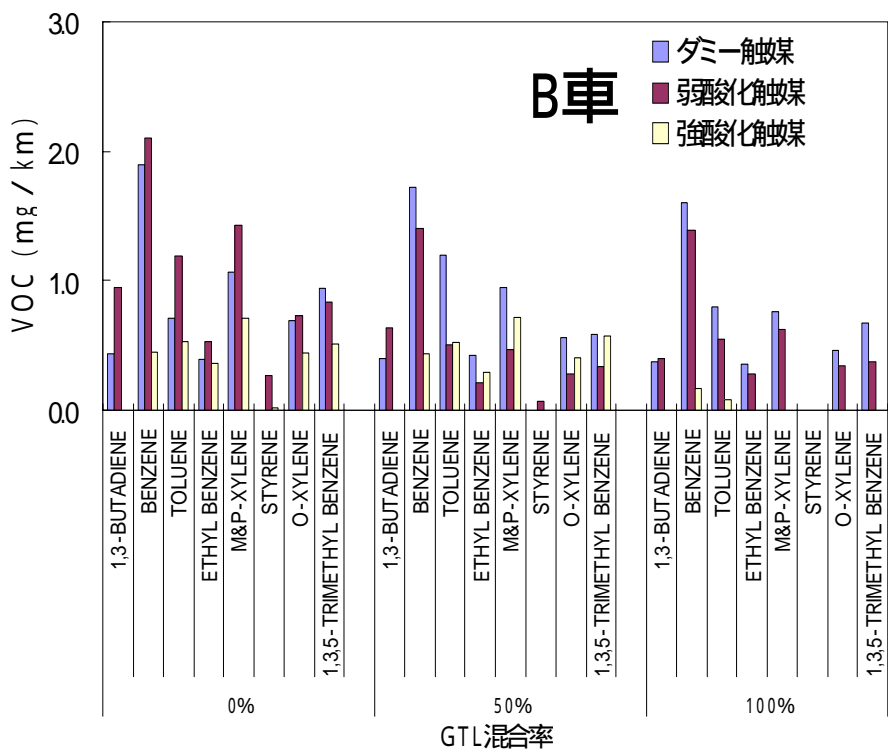


Fig.13 J E 0 5 モードホットスタート運転時のVOCの排出状況(B車)

1,3-ブタジエン、ベンゼンは共に減少した。弱酸化触媒装着時には軽油では触媒で1,3-ブタジエンが大幅に増加したが、GTL混合率を増加すると、その増加

率が減少した。また、強酸化触媒装着時にはこれらが大幅に低減した。

4. まとめ

GTL軽油(F T油から得られた直鎖状炭化水素からワックス分を除き一部をメチル化(異性化)してセタン指数を調整し、ディーゼル車に適用可能とした燃料)を使用した場合の排出ガス試験の結果により、以下のような総合的知見を得た。

1. 既存のディーゼル車にGTL軽油を使用した場合にCO、HC、PMが低減する。さらに、アルデヒド類やVOC類も減少した。この結果から、使用過程のディーゼル車にそのままGTL軽油を使用しても大気汚染の改善に効果が得られるといえる。

2. GTL軽油を使う場合でも、排気系に酸化能力の高い触媒装置やCDPF装置を装備することが望ましい。

5. 参考文献

- 1) 阪本、他「バイオディーゼル燃料(BDF)使用時における排出ガス等への影響調査(第1報)-各種混合率でBDFを使用した場合の排出ガス特性およびその影響要因について-」平成16年度交通安全環境研究所講演概要、p33-38(04)
- 2) 阪本、他「バイオディーゼル燃料(BDF)使用時の排出ガス等への影響」自動車技術会秋季

学術講演会要旨集 No.117-05 20055855

- 3) 日本化学会編 化学便覧 応用化学編 第6版 p115(03)