

[報告]

最新規制適合のガソリン車から 排出される揮発性有機化合物 (VOC) の調査

木下 輝昭 小谷野 眞司 山崎 実 酒井 裕香* 岡村 整
(* 現・成蹊大学)

1 はじめに

大気汚染を防止するため、発生源の一つである自動車の排出ガス規制は段階的に強化されてきた。

大気汚染物質の一つであり、自動車排出ガス中にも含まれる揮発性有機化合物(VOC)は、それ自体有害なものがあるだけでなく、窒素酸化物の光化学反応を促進して光化学オキシダントを生成したり、大気中で粒子化してPM2.5(粒径2.5μm以下の粒子状物質)を生成する原因物質の一つとされている。これまで、当研究所では、自動車排出ガス規制の効果を検証するため、使用過程にあるディーゼル車やガソリン車の排出ガス測定を行い、その実態を調査してきた。

今回、最新規制適合ガソリン車12台における規制物質(CO、NMHC及びNO_x)と揮発性有機化合物(VOC)の排出実態をまとめたので、その結果を報告する。

2 実験

(1) 調査車両

今回調査車両としたガソリン車12台(G-1車～G12車)の諸元を表1に示した。新短期規制適合車

が2台、新長期規制適合車が10台である。また、今回調査した車両は全て、規制値の75%低減レベルなどの低排出ガス車の認定を受けた車両である。

(2) 調査方法

当研究所の小型シャシダイナモメータ(以下、C/Dという)と自動車排出ガス計測システムを使い、実車を走行させ、その希釈排出ガスを測定した。試験モードは、法定試験である10・15モードと11モード、都内における自動車の走行状態をモデル化した東京都実走行パターンのうち、No.2(平均車速:8.4km/h)、No.5(平均車速:17.9km/h)No.8(平均車速:28.5km/h)、No.10(平均車速:44.44km/h)を用いた。

(3) 測定方法

ア 規制物質

CVS装置(定容量希釈試料採取装置:(株)堀場製作所製CVS-7400T)で、希釈排出ガス及び希釈空気をサンプリングし、排出ガス分析装置((株)堀場製作所製MEXA-9200LEF)を用いて、各成分の排出量を算出した。

表1 調査車両の主要諸元

	G-1車	G-2車	G-3車	G-4車	G-5車	G-6車
燃料	ガソリン	ガソリン	ガソリン	ガソリン	ガソリン	ガソリン
用途/形状	乗用/箱型	乗用/箱型	乗用/箱型	乗用/箱型	乗用/ステーションワゴン	貨物/バン
形式	DBA-L550S	DBA-KSP90	CBA-BL5	DBA-V36	DBA-RB2	LC-VPE25
エンジン形式	EF	1KR	EJ20	VQ25	K24A	KA20
総排気量(L)	0.659	0.996	1.994	2.495	2.354	1.998
最高出力	43kW/7600rpm	52kW/6000rpm	103kW/5600rpm	165kW/6800rpm	118kW/5500rpm	88kW/5200rpm
車両総重量(kg)	1040	1255	1615	1845	2055	3105
等価慣性重量(kg)	875	1000	1500	1750	1750	1750
排ガス対策	三元触媒	三元触媒	三元触媒	三元触媒	三元触媒	三元触媒
規制年度	平成17年基準排出ガス75%低減レベル	平成17年基準排出ガス75%低減レベル	平成17年基準排出ガス50%低減レベル	平成17年基準排出ガス75%低減レベル	平成17年基準排出ガス75%低減レベル	平成13年規制且つ平成12年基準排出ガス50%低減レベル

	G-7車	G-8車	G-9車	G-10車	G-11車	G-12車
燃料	ガソリン	ガソリン	ガソリン	ガソリン	ガソリン	ガソリン
用途/形状	乗用/箱型	貨物/バン	乗用/箱型	乗用/箱型	乗用/ステーションワゴン	乗用/箱型
形式	DBA-RN1	LE-TV1	DBA-ZC71S	DBA-CL7	DBA-LY3P	CBA-PY50
エンジン形式	EN07	EN07	K12B	K20A	L3	VQ35
総排気量(L)	0.658	0.658	1.242	1.998	2.260	3.498
最高出力	40kW/6400rpm	35kW/6400rpm	66kW/6000rpm	114kW/6000rpm	120kW/6500rpm	206kW/6200rpm
車両総重量(kg)	1080	1370	1275	1645	2270	1935
等価慣性重量(kg)	1000	1000	1000	1500	1940	1750
排ガス対策	三元触媒	三元触媒	三元触媒	三元触媒	三元触媒	三元触媒
規制年度	平成17年基準排出ガス75%低減レベル	平成14年規制且つ平成12年基準排出ガス50%低減レベル	平成17年基準排出ガス75%低減レベル	平成17年基準排出ガス75%低減レベル	平成17年基準排出ガス75%低減レベル	平成17年基準排出ガス50%低減レベル

イ 揮発性有機化合物 (VOC)

VOC 成分 (低沸点 5 成分除く) 及びアルデヒド類については、既報¹⁾の方法により、吸着剤を充填した捕集管に希釈排出ガス及び希釈空気 (ブランク用) を一定量通気して、試料を採取した。低沸点 5 成分は、CVS 装置で、サンプリングバッグに採取した希釈排出ガス及び希釈空気をテドラーバッグに移し、試料とした。各成分の測定は、既報³⁾、⁴⁾の条件で行った。

3 結果及び考察

(1) 法定試験における CO、THC (NMHC) 及び NO_x の排出実態

調査したガソリン車両 12 台の 10・15 モード及び 11 モードにおける CO、THC (新長期規制車両では NMHC) 及び NO_x の排出量を図 1~図 9 に示した。新長期規制適合車両については、コンバイン処理 (11 モード測定値×0.12+10・15 モード測定値×0.75) を施した数値である。グラフ内の実線は規制値を示している。また、今回調査した車両は全て低排出ガス車の認定を受けており、グラフ内の点線は、認定の基準値を示している。

まず、新長期規制適合車両 (G-1 車~G-5 車、G-7 車、G-9 車~G-12 車) を見てみると、CO、NMHC、NO_x の全てにおいて規制値を大きく下回っており、CO では 65~92%、NMHC では 47~91%、NO_x では 50~100%程度規制値に対して低減した値であった。

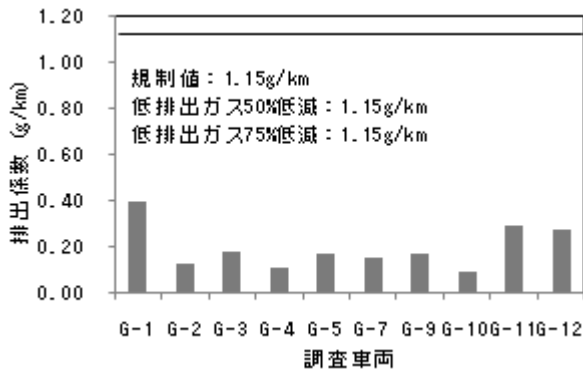


図 1 新長期規制車両 CO 排出量

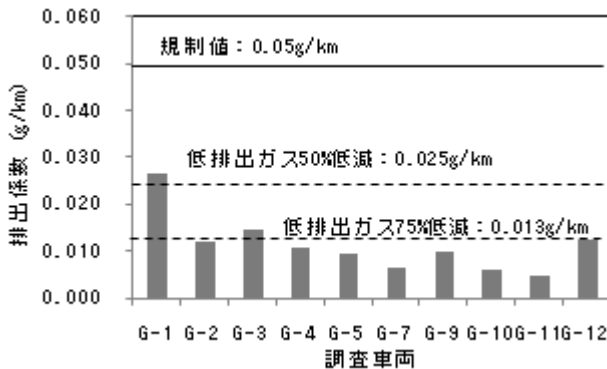


図 2 新長期規制車両 NMHC 排出量

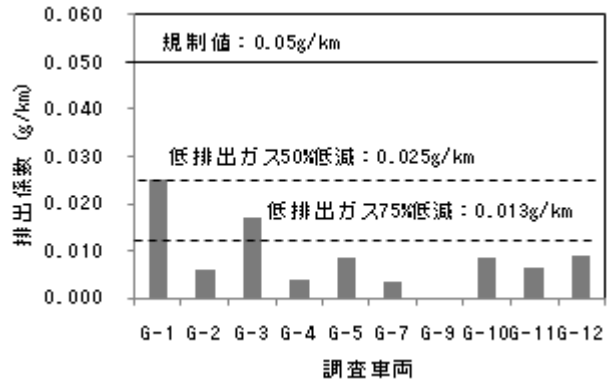


図 3 新長期規制車両 NO_x 排出量

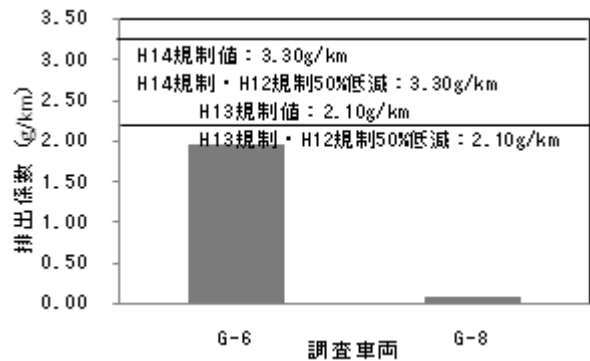


図 4 新短期規制車両 CO 排出量(10・15M)

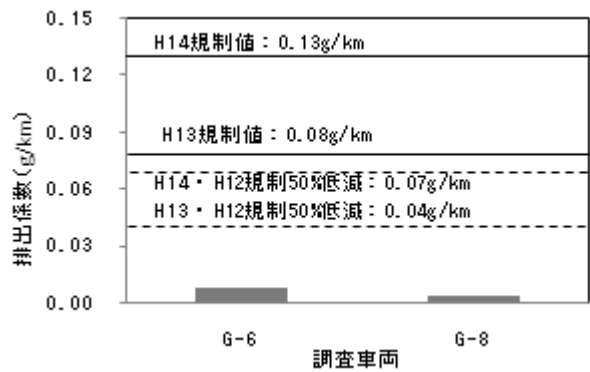


図 5 新短期規制車両 THC 排出量(10・15M)

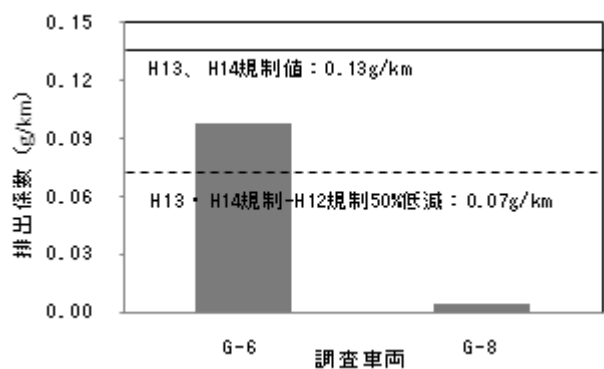


図 6 新短期規制車両 NO_x 排出量(10・15M)

ガス車認定の基準値と比較してみると、G-1 車の NMHC、NOx において基準値を超過していたものの、その他の車両では、すべて基準値以下であった。

新短期規制適合車両 (G-6 車、G-8 車) を見てみると、10・15 モード及び 11 モードの CO、THC 及び NOx のすべてにおいて規制値を下回っていた。低排出ガス車認定の基準値と比較すると、G-6 車の 10・15 モードと 11 モードの NOx において、基準値を超過していた。

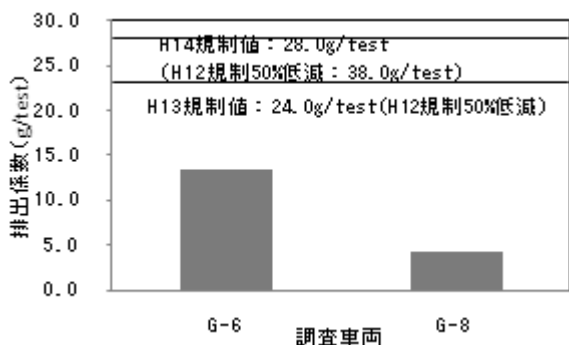


図 7 新短期規制車両 CO 排出量(11M)

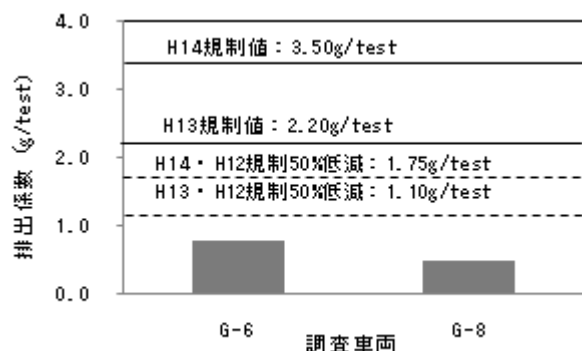


図 8 新短期規制車両 THC 排出量(11M)

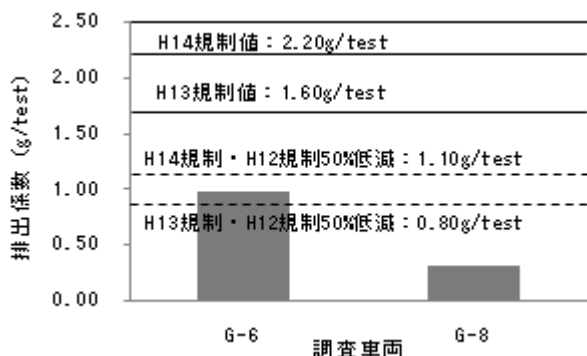


図 9 新短期規制車両 NOx 排出量(11M)

(2) 東京都実走行パターンにおける VOC の排出実態

調査車両 12 台について、東京都実走行パターン No.2、5、8、10 の各走行パターンにおける VOC 成分の排出量の総和を算出し、その平均値 (以下、VOC

排出係数という) を求めた。また、各車両の VOC 排出係数を、新短期規制適合車両 (G-6 車、G-8 車) と新長期規制適合車両 (G-1 車~G-5 車、G-7 車、G-9 ~G-12 車) に分けて、既報³⁾の長期規制適合車両 (8 台) の VOC 排出係数とともに図 10 に示した。新短期規制適合車両の VOC 排出係数は 0.60mg/km、新長期規制適合車両は 0.49mg/km で、両者にほとんど差はなかった。しかし、長期規制適合車両 (19.5mg/km) と比較すると、約 1/40~1/30 まで低減しており、排出ガス規制による効果が VOC 排出にも認められた。

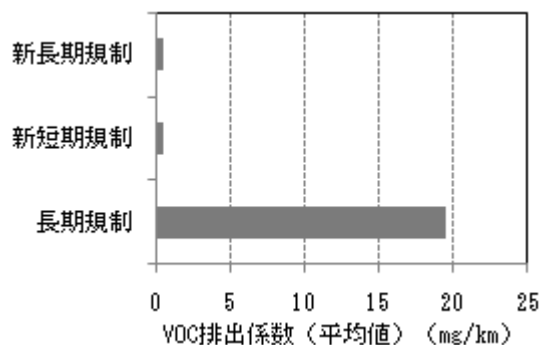


図 10 規制年次別の VOC 排出係数

次に、VOC 成分をアルデヒド類、アルケン類 (アセチレン含)、芳香族類、アルカン類 (直鎖及び側鎖・環状) に類別し、各車両における VOC 排出係数の内訳を図 11 に示した。全車両において、類別した VOC 成分のそれぞれの比率は、アルデヒド類が 0~42%、アルケン類が 3~34%、芳香族類が 2~44%、アルカン類が 16~77%で、ばらつきが非常に大きいものの、12 台中 9 台でアルカン類の比率が一番高く、ガソリン車両ではアルカン類の排出が高い傾向にあることが確認できた。さらに、各車両における VOC 排出比率の高い成分 (上位 5 成分) を表 2 に示した。結果をみると、エタンとホルムアルデヒドが、12 台中 9 台で上位成分となっており、続いてプロピレンが 12 台中 7 台で、2,3-ジメチルブタンが 12 台中 6 台で上位成分であった。既報⁴⁾では、ガソリン車における VOC の排出

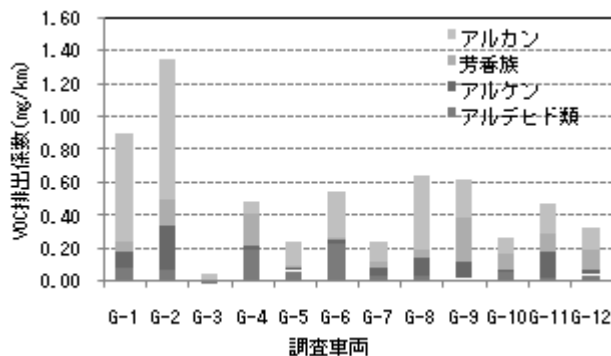


図 11 各車両の VOC 類別の排出係数

表 2 各車両の排出比率の高い VOC 成分

	G-1車		G-2車		G-3車		G-4車		G-5車		G-6車	
	成分名	比率	成分名	比率	成分名	比率	成分名	比率	成分名	比率	成分名	比率
1	エタン	41.4	エタン	23.2	エタン	36.8	ホルムアルデヒド	35.6	ホルムアルデヒド	27.3	ホルムアルデヒド	30.7
2	ホルムアルデヒド	7.8	プロピレン	16.3	ブタン	15.2	m,p-キシレン	17.0	2,3-ジメチルブタン	17.9	エタン	26.6
3	2,3-ジメチルブタン	7.6	2,3-ジメチルブタン	11.1	プロピレン	13.0	エチルベンゼン	5.6	ペンタン	8.3	アセトアルデヒド	10.8
4	プロピレン	7.3	ペンタン	5.7	プロパン	5.8	トルエン	4.6	エタン	7.8	ペンタン	5.8
5	プロパン	4.5	ホルムアルデヒド	4.9	ノナン	5.4	2-メチル-1,3-ブタジエン	3.7	2-メチルペンタン	6.0	2,3-ジメチルブタン	5.2
	G-7車		G-8車		G-9車		G-10車		G-11車		G-12車	
	成分名	比率	成分名	比率	成分名	比率	成分名	比率	成分名	比率	成分名	比率
1	エタン	17.4	ペンタン	14.5	プロピレン	14.7	ホルムアルデヒド	24.3	プロピレン	23.0	m,p-キシレン	14.4
2	ホルムアルデヒド	13.7	2-メチルペンタン	11.3	m,p-キシレン	12.7	m,p-キシレン	22.9	エタン	15.2	ホルムアルデヒド	11.1
3	プロピレン	9.1	プロピレン	9.3	トルエン	10.3	エタン	6.9	t-2-ブテン	8.2	ペンタン	9.0
4	t-2-ブテン	6.5	2,3-ジメチルブタン	8.3	ベンゼン	8.0	トルエン	6.1	m,p-キシレン	7.5	トルエン	7.2
5	m,p-キシレン	6.0	3-メチルペンタン	8.2	エタン	8.0	2,3-ジメチルブタン	5.7	ホルムアルデヒド	4.9	2-メチルペンタン	6.8

比率は、ヘプタン、イソブタン、トルエンが全体の 7 割近く占めるとしているが、今回の結果は、それとはまったく異なる結果であった。今回調査した車両のうち VOC 排出比率が高かった成分の中で、光化学大気汚染生成能が高いプロピレン、ホルムアルデヒドについて見てみると、今回調査した車両のプロピレンの排出係数は 0.00~0.22mg/km、ホルムアルデヒドの排出係数は 0.00~0.18mg/km であった。

既報⁴⁾では、ホルムアルデヒドが 0.03mg/km、プロピレンが 0.07mg/km で、今回調査した車両の中にはそれぞれの成分が増加している車両も見られ、光化学大気汚染への影響などの視点から、今後とも継続的な調査が必要であると考えられる。

4 おわりに

最新規制適合のガソリン車から排出される規制物質及び揮発性有機化合物 (VOC) の実態について新短期規制及び新長期規制ガソリン車 12 台の調査を行った。

規制物質については、すべて規制値を大幅に下回り、VOC についても、長期規制車両に比べて 1/40~1/30 と大きく減少しており、規制の効果が確認された。VOC の類別に見てみると、調査した 12 台のうち 9 台でアルカン類の排出比率が一番高く、各成分では、エタン、ホルムアルデヒド、プロピレン、2,3-ジメチルブタンが排出比率の上位成分であった。

排出ガス規制の強化により、最新規制適合のガソリン車排出ガス中の VOC の排出係数は大きく低減しているものの、その内訳は既報⁴⁾とは異なるものであった。今後は、ガソリン排出ガス中の VOC 内訳の変化による大気への影響も考慮に入れながら、調査車両の台数を増やしていく。

参考文献

- 1) 村上雅彦ら：自動車排出ガス中の炭化水素類の排出実態及びリスク評価試算、東京都環境科学研究所年報 2003、pp.97-104(2003)
- 2) 上野広行ら：自動車から排出される 1,3-ブタジエンについて、東京都環境科学研究所年報 2002、pp.161-173(2002)
- 3) 村上雅彦ら：自動車排出ガス中の揮発性有機化合物 (VOC) の排出実態、東京都環境科学研究所年報 2004、pp.49-56(2004)
- 4) 木下輝昭ら：最新規制適合の使用過程車から排出される揮発性有機化合物 (VOC) の実態 (年次報告)、東京都環境科学研究所年報 2006、pp.25-32(2006)