

# 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

村上 雅彦\* 横田 久司 古明地哲人 三好 康彦 坂西 丕昌  
(\*非常勤研究員)

## 要 旨

自動車からの炭化水素類の排出実態を明らかにするため、使用過程車（ディーゼル車7台、ガソリン車2台）からの炭化水素類の排出量を測定した。ディーゼル車の各有害大気汚染物質類（HAPS）排出量と全炭化水素（THC）排出量との間に相関が見られ、両者の比は概ね物質に固有であった。またディーゼル車、ガソリン車共にホルムアルデヒド排出量とアセトアルデヒド排出量の間の特異的に強い相関が見られた。

さらに排出されるリスクを定量的に評価するため、HAPS 及び粒子状成分（PM）の排出量に EPA の発ガンリスク値を掛けて重み付けし、排出時点でのリスク評価量及び各成分寄与率を求めた。ディーゼル車からのリスクはガソリン車の約500倍に相当し、そのリスクはディーゼル車では主に PM（95%）と1,3-ブタジエン（約4%）に、またガソリン車ではベンゼン（70~98%）とアルデヒド類（26~6%）に起因すること、さらにディーゼル車の排出リスクは、触媒式DPFシステムにより約1/5に低減されることを明らかにした。

**キーワード：** 自動車排出ガス、有害大気汚染物質、発ガン、リスク評価、DPF

## Characterization of Hydrocarbon Emission from Vehicles and Quantitative Evaluation of Risk Emitted from Vehicles

Masahiko Murakami\*, Hisashi Yokota, Tetsuhito Komeiji,  
Yasuhiko Miyoshi and Motomasa Sakanishi  
\*Associate researcher

### Summary

To characterize the emission of hydrocarbons from vehicles, the hydrocarbons in exhaust gas of 7 diesel and 2 gasoline vehicles were determined. Emission rate of each hazardous air pollutants (HAPS) and that of total hydrocarbon (THC) from the diesel vehicles were correlated respectively, and ratio of the emission rate between each HAPS to THC vary with the species. The emission of formaldehyde and acetaldehyde were strongly correlated in both diesel and gasoline vehicle.

The emission rates of HAPS and diesel particulate matter (PM) were calculated by EPA's cancer risk value to quantitatively evaluate the risk emission from vehicles. Estimated risk emitted from the diesel vehicle corresponded to ca. 500-fold of that from gasoline vehicle, and was mainly caused by PM (ca. 95%) and 1,3-butadiene (ca. 4%). The risk from gasoline vehicle was mainly caused by benzene (ca. 70-98%) and aldehydes (ca. 26-6%). By the use of the catalyzed diesel particulate filter (DPF), the risk emission from diesel vehicle was reduced to about ca. 20% of that without the DPF unit.

**Keywords:** vehicle exhaust gas, HAPS, PM, risk, cancer risk, DPF

1 はじめに

化学物質による環境負荷を低減するため、化学物質排出把握管理促進法（PRTR 法）が施行されている。これは多くの有害な化学物質の排出量や移動量を公表することで対象物質の自主的管理を促進し、環境保全上の支障を未然に防止することを目的としており、これらの環境中への排出量や移動量を発生源別に把握する必要がある。自動車排出ガス中には PRTR 対象となる化学物質（第一種指定化学物質）が含まれているが、その排出量は事業者等による届出を受けない「非点源排出量」であり、その把握には交通状況に関する統計資料と対象物質の排出実態に関するデータに基づく推計が必要となる。しかし自動車は移動発生源であり、車両の性能や状態及び使用状況は年々変化するためにその実態の把握は困難で、推計のために必要な排出実態が十分に解明されているとは言い難い。

そこで、自動車からの炭化水素類の排出実態を明らかにするため、使用過程車の排出ガス中の炭化水素類59種類及びアルデヒド類11種類を測定し、炭化水素類の排出パターンの解析を試みた。

また、排出される有害物質に対して早急に有効な低減対策を講じるためには、単なる排出量の把握に留まらずそこから生ずるポテンシャル・リスクを定量的に評価し、リスクが一定の基準より大きい物質やリスク順位の高い物質から重点的により精密な調査を実施して低減対策を検討・強化する、一種のトリアージ（trriage）が必要となる。そこで、測定したこれらの有害大気汚染物質及びディーゼル車の粒子状成分の排出を発ガン性リスクの観点から定量的に評価するため、カリフォルニア州 EPA（CARB）で公表されている発ガンリスク値（Cancer risk value）を用いた重み付けを行い、排気管排出時点でのリスク評価量及び各成分のリスクへの寄与率の算出を試みた。

2 調査方法

(1) 調査車種及び試験方法

ア 測定対象車種

今回測定した車両はディーゼル車7台、ガソリン車2台であった。主な車両諸元を表1に示す。

イ 試験方法

表1 測定対象車両の主要諸元

	車両記号	総排気量 (cc)	車両総重量(kg)	等価慣性重量(kg)	車種	規制年次
ガソリン車	G1	1468	1405	1250	乗用	H10年
	G2	1496	1490	1250	貨物	H9年
ディーゼル車	D1	2985	3055	2250	小型貨物	H10年
	D2	4570	4425	3370	普通貨物	H10年
	D3	8201	7980	6080	普通貨物	H10年
	D4	4899	5725	4670	普通貨物	H10年
	D5	3431	3500	3500	普通貨物	H6年*
	D6	9880	9350	11385	バス	H11年**
	D7	7127	7790	5665	普通貨物	H元年

\* 酸化触媒装着車 \*\*連続再生式DPF(酸化触媒付)装着車

シャシダイナモメータ上で実車を走行させ、その希釈排出ガスを測定した。走行パターンは都内における自動車の実際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、原則として代表的な No.2（平均車速8.12km/h）、No.5（平均車速18.18km/h）、No.8（平均車速28.79km/h）、及び No.10（平均車速46.39km/h）を用いた。また、等価慣性重量は1/2積載条件とした。燃料は原則として市販の通常軽油を用いたが、ディーゼル車の一部（D1,D2及びD3）で低硫黄軽油との比較を行った。また、連続再生式DPFユニット（コージェライトフィルター、Pt 酸化触媒）を装着したD6車についてユニットの有無についての比較を行った。

(2) 自動車排出ガスの試料採取及び測定

既報<sup>1)</sup>の方法により、吸着剤を充填した捕集管に希釈トンネルを用いて希釈空気希釈した自動車排出ガスの一定量を通気し、容器を用いずに捕集した。同時にブランク測定用として希釈空気中の各成分を同様の方法により採取した。

ア 炭化水素類

炭化水素類の採取には、スペルコ製 Carbopack B 190mg 及び Carboxene 1000 140mg を二段に充填した捕集管を用いた。希釈排出ガスを捕集管の Carbopack B 側から流速50ml/min で通気して捕集し、捕集管用オートサンプラー/加熱脱着装置（島津製作所製 TD1-TS）を装備した GC-MS（島津製作所製 QP-5050A）にて既報<sup>1)</sup>の条件で測定した。各成分の排出量は、測定した排出ガス中濃度の値から同様に測定した希釈空気中濃度（ブラン

ク)の値を差し引いて求めた。

全炭化水素 (THC) 排出量としては、自動車排気ガス測定装置で水素炎イオン化検出器 (FID) を用いて測定された値を用いた。

イ アルデヒド類

アルデヒド類は、2,4-ジニトロフェニルヒドラジン (DNPH) 含浸シリカゲルカートリッジ (Waters 製 Sep-Pak) に希釈排出ガスを 1L/min で通気して採取した。これをアセトニトリル 5ml で溶出し、そのうち10μl を高速液体クロマトグラフ (カラム: C<sub>18</sub>シリカゲル、溶離液: 水/アセトニトリル (60:40) 検出波長360nm) で測定した。標準溶液にはスペルコ製 T011/IP-6A アルデヒド/ケトン DNPH 混合標準溶液を適宜希釈して用いた。

3 結果

(1) 炭化水素類の排出実態

排ガス中の炭化水素類を捕集管にてサンプリングし、59種の化合物 (炭素数 4 ~ 10程度) について加熱脱着 GC/MS を用いて測定した。またアルデヒド類については DNPH 吸尿管にてサンプリングし、その内の11種の化合物 (炭素数 1 ~ 9程度) について HPLC を用いて測定した。一般に自動車からは殆ど排出されないハロゲン化炭化水素類及び沸点が高く主に粒子状成分中に含まれると考えられる多環芳香族化合物は、今回の測定対象物質から除外した。

今回測定した化合物中で自動車からの排出が報告されている PRTR 対象物質はアクロレイン、アセトアルデヒド、エチルベンゼン、キシレン、スチレン、1,3,5-トリメチルベンゼン、トルエン、1,3-ブタジエン、ベンズアルデヒド、ベンゼン、ホルムアルデヒドの計11種類である。これらはいずれも EPA の有害大気汚染物質 (HAPS) であり、これらのうち1,3-ブタジエン、ベンゼン、及びホルムアルデヒドは中央環境審議会における優先取り組み物質として指定されている。

ア HAPS の排出パターン (対 THC 比)

排出ガス中の各炭化水素類の排出量は、基本的には車両及び走行条件により異なる値を示すため、排出量そのものを直接比較することは困難である。そこで各化合物の排出パターンを調べるため、採取・測定した中から11種類の PRTR 対象物質について、それぞれの排出量と全炭化水素 (THC) 排出量の平均の比

をとり、既報<sup>2)</sup>と比較した。図 1 (a)にディーゼル車、(b)にガソリン車についての結果を示す。

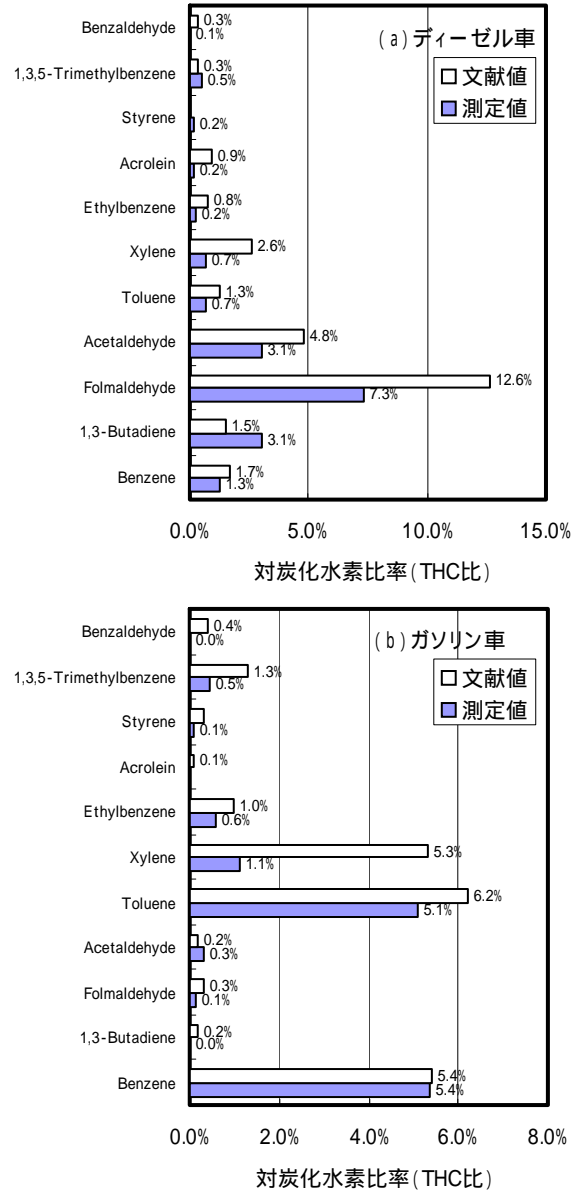


図 1 PRTR 対象物質の対炭化水素比率 (THC 比) (a) ディーゼル車, (b) ガソリン車

ディーゼル車、ガソリン車ともにグラフの形状は既報とほぼ類似しており、HAPS の相対的な排出パターンは既報とほぼ同様であった。したがって今回は測定台数が限られているものの、一般的な傾向を代表する結果が得られていると考えられる。

今回測定した各化合物の THC 比は、ディーゼル車における1,3-ブタジエンを除いて全体に既報値よりも低めの値となったが、これは今回測定した車両の年式・規制

年次が比較的新しいものに偏っており（平成元年、6年規制車各1台、平成10年規制車4台、及び平成11年規制車1台）排出対策が進んでいるためと思われる。これに対し、ディーゼル車における1,3-ブタジエンのTHC比は既報値よりも高めの値を示したが、これは不安定で分解しやすい1,3-ブタジエンを容器に捕集することなく吸収管でサンプリングすることにより分解による損失が抑えられ、主に容器に保存した試料の測定による以前の測定値よりも高い値となっているためと考えられる。

イ THC 排出量と HAPS 排出量の相関

泉川らは既報<sup>3)</sup>で THC と芳香族炭化水素類及び脂肪族炭化水素類の排出量との間に正の相関が見られることを報告している。そこで今回は自動車から排出される HAPS のうち、比較的排出量が多く発ガン性を持つ1,3-ブタジエン、ベンゼン、ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドを選び、その排出量と THC 排出量との相関を調べた。

まず各車両について平均車速の異なる四つの走行試験パターンで得られたデータにおける THC 排出量とそれぞれの化合物の排出量との関係を調べた。一例として、図2にD3車での結果を示す。ディーゼル車では、すべての車種について HAPS 各成分の排出量は THC 排出量の増加に伴って増加する傾向が見られた。特にベンゼンの排出量は THC 排出量に対してほぼ比例に近い関係となり、自動車に固有の傾きを示した。これに対し、ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド排出量は THC 排出量の増加につれて増加するものの、頭打ちを示す傾向が見られた（図2）。

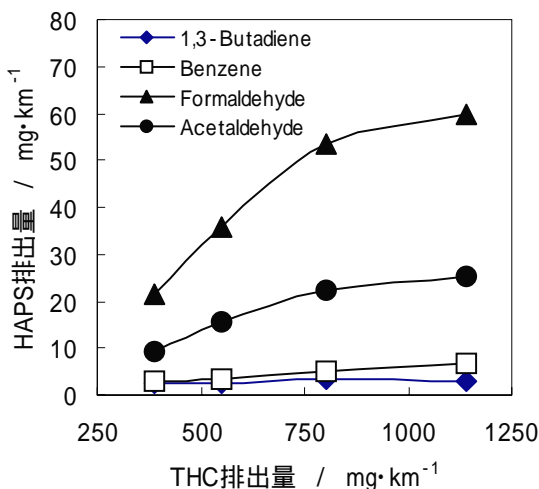


図2 D3車における THC 排出量と HAPS 排出量の関係

ガソリン車では THC 排出量と各化合物の排出量との間には明らかな相関は見られなかった。理由としては、ガソリン車ではエンジンから排出された炭化水素類が触媒によって分解されるため、エンジンでの燃焼により生成した時点での組成を反映しないこと、また排出量そのものが少なくなるため、測定上のばらつきを生じやすいことが考えられる。

ウ 全データでの傾向

次に車種・走行パターンによらず、今回測定された全てのデータにおける各化合物の排出量と THC 排出量の相関を調べた。ディーゼル車についての結果を図3(a)~(d)に示す。ディーゼル車についてのデータ (n=33) における THC 排出量とベンゼン及びアルデヒド類の排出量との間には相関係数0.5以上の正の相関が見られ、特にアルデヒド類の場合には相関係数0.8以上とかなり高い相関を示すことを見出した。

これに対し、1,3-ブタジエンの場合は相関係数0.22と、はっきりとした相関は見られなかった。ただし、1,3-ブタジエンは不安定で他の物質よりもサンプリングから測定までの保存状態や経過時間などの影響を受けやすいことから他の物質より大きなばらつきを生じている可能性もあり、サンプリング～測定に関してより一層の配慮が必要と思われる。

これらの結果は、ディーゼル車の場合、THC 量から主要な有害成分のおよその排出量を推定できることを示唆している。しかし、より精度の高い推定のためには、これらの HAPS 排出量の THC 比に対する規制年次や触媒の

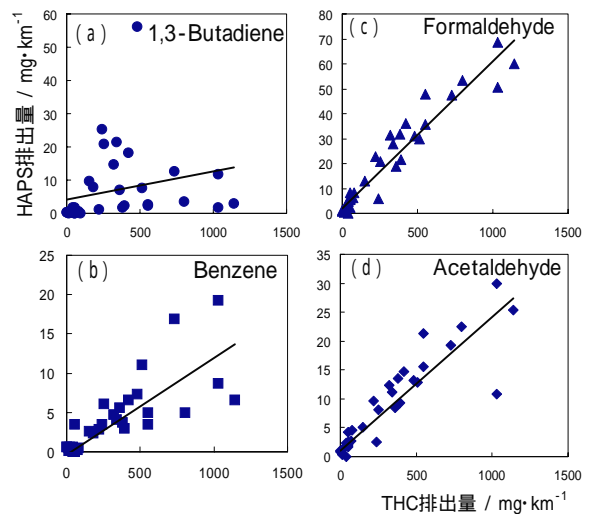


図3 ディーゼル車における THC 排出量と HAPS 排出量の相関

有無等の影響について検討する必要がある。

一方、ガソリン車のデータ (n=8) には、前述の車両別の場合と同様に、THC 排出量と各成分の排出量との間にはほとんど相関は見られなかった。

### エ ホルムアルデヒド排出量とアセトアルデヒド排出量の相関

上述の各 HAPS と THC の排出量の相関が示すように、各 HAPS の排出量も相互に相関する傾向が見られる。特にホルムアルデヒド排出量とアセトアルデヒド排出量の間には高い相関が見られた (図 4)。ディーゼル車のデ

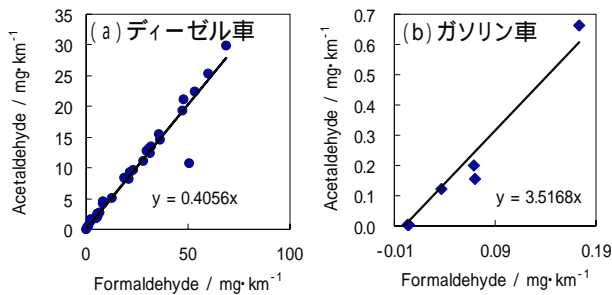


図4 ディーゼル車(a)及びガソリン車(b)でのホルムアルデヒドとアセトアルデヒドの排出量の相関

ータ (n=33) において、ホルムアルデヒド排出量に対するアセトアルデヒド排出量の相関係数は0.97、プロットの傾きは約0.41で、車種・走行パターンによらずホルムアルデヒドはアセトアルデヒドの概ね2.5倍排出されていることがわかった (図 4 (a))

また THC 排出量と各化合物の間にははっきりとした相関関係が見られなかったガソリン車の場合についても、ホルムアルデヒド排出量に対するアセトアルデヒド排出量には相関係数0.98と高い相関が見られた (図 4 (b))。プロットの傾きは約3.5で、ディーゼル車とは逆にアセトアルデヒドの方が概ね3.5倍ほど多く排出されていることがわかった。

### オ 触媒の効果

酸化触媒付連続再生式 DPF システム (触媒式 DPF) を装着したディーゼル車 (D6車) について装置の脱着を行い、装着の有無による炭化水素類の排出量及び THC 排出量の変化を調べ、酸化触媒の炭化水素類排出量への影響について検討した (表 2)。

表 2 炭化水素類排出量(mg·km<sup>-1</sup>)への触媒式 DPF システムの影響

化合物	装着前			装着後		
	No.2	No.5	No.8	No.2	No.5	No.8
Formaldehyde	99.8	63.0	44.8	8.4	-4.2	2.4
Acetaldehyde	37.4	23.4	16.3	3.4	-6.8	1.6
1,3-Butadiene	112.1	84.8	50.2	3.9	0.0	0.0
Benzene	21.1	11.8	8.7	1.7	-19.1	0.0
PM	1564	1105	868	301	223	134

THC 排出量はどの試験モードでもほぼ1/10~1/20となり、またアルデヒド類及びベンゼンなどの一部のデータに見られるように触媒を通過した排出ガス中の濃度がブランクとして同時に測定している大気 (希釈空気) 中の濃度より大幅に低くなる場合があるなど、酸化触媒は一般的に炭化水素類の排出量の低減に高い効果を示した。

### (2) 発ガンリスクによる重み付けに基づく評価

測定したHAPS排出量について、EPAの発ガンリスク値を重率としてリスクによる重み付けを行い、ディーゼル車及びガソリン車の各排気成分の排出時点におけるリスク量と各成分のリスクへの寄与率の評価を試みた。

カリフォルニアEPA (CARB) では、大気中の種々の有害成分の健康影響の程度を評価する値として、各成分の発ガンリスク、急性及び慢性非発ガンリスク値 (ユニットリスク) を公表している<sup>4)</sup>。非発ガンリスクは発症に必要な最低濃度 (閾値) で表され、また影響する部位及び症状が成分に固有であるため、異なる成分間相互でのリスクの量的比較はできない。これに対し、発ガン物質の影響は閾値を持たないため、発ガンリスク値 (Cancer risk value) は「70年間曝露において十万人中一人が発ガンする濃度 (µg·m<sup>-3</sup>) の逆数」で表され、「1 m<sup>3</sup>当たり 1 µgの発ガン物質の吸入により個人の全生涯 (70年間) にわたって継続的に曝露された場合の発ガン確率」を表している。したがってこの値が大きい物質ほどリスクが高いことを示しており、異なる成分間での影響 (リスク) の大きさを比較することができる。

今回測定した HAPS のうち、CARB による発ガンリスク値が公表されているのは、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、1,3-ブタジエン、ベンゼン及びディーゼル排気微粒子 (DEP) の5成分である (表 3)。そこで、測定した上記5成分の Km 当たりの排出量にこの発ガンリスク値を掛けてリスクによる重み付けを行い、排出リス

ク評価値（値の次元は単位の整理により“m<sup>2</sup>”となるが、面積としての意味は持たない）とした。

表3 自動車からの排出が報告されている物質のEPAによるリスク値\*

Chemical	Cancer Risk	Noncancer Effects	
	Inhalation (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	Acute Inhalation (µg/m <sup>3</sup> )	Chronic Inhalation (µg/m <sup>3</sup> )
ACETALDEHYDE	2.70E-06	-	9.00E+00
ACROLEIN	-	1.90E-01	2.00E-02
BENZENE	2.90E-05	1300	6.00E+01
1,3-BUTADIENE	1.70E-04	-	
ETHYL BENZENE	-		2.00E+03
FORMALDEHYDE	6.00E-06	9.40E+01	3.00E+00
n-HEXANE	-	-	7.00E+03
PARTICULATE EMISSIONS FROM DIESEL-FUELED ENGINES (PM)	3.00E-04	-	5.00E+00
STYRENE	-	2.10E+04	9.00E+02
TOLUENE	-	3.70E+04	3.00E+02
XYLENES (mixed isomers)	-	2.20E+04	7.00E+02
m-XYLENE	-	2.20E+04	7.00E+02
o-XYLENE	-	2.20E+04	7.00E+02
p-XYLENE	-	2.20E+04	7.00E+02

\* ) " CONSOLIDATED TABLE OF OEHH/ARB APPROVED RISK ASSESSMENT HEALTH VALUES "より抜粋

ア リスク評価値及び各成分の寄与率の算出

DPF及び酸化触媒を装着していないディーゼル車4台、酸化触媒のみ装着したディーゼル車1台、及びガソリン車2台について、東京都実走行試験パターン No.2、5、8、10で測定を行った場合の各車別平均リスク評価値及び各成分のリスク寄与率を表4に示す。

ディーゼル車ではリスクの大部分（約95%）は排出量も多くリスク値も高いPMに起因しており、特に炭化水素類の排出量が少ない小型のD1車ではリスクの99%以上がPMによるものであった。このことは、排出されるリスクの低減にはPMの排出抑制が最も重要であることを示唆している。また、ガス成分のリスクの約80%は1,3-ブタジエンに起因している。これはリスク全体の約4%に相当し、ディーゼル車ではPMについて高いリスク評価値となる。したがって、炭化水素類の中では1,3-

表4 各車種の(a)リスク評価値及び(b)各成分のリスク寄与率

(a)リスク評価値 / 10<sup>-4</sup>m<sup>2</sup>

化合物	ディーゼル車					ガソリン車	
	D1 (小型)	D2	D3	D4	D5 (酸化触媒)	G1 (GDI)	G2
Formaldehyde	0.29	1.5	2.6	2.2	0.07	0.06	<0.01
Acetaldehyde	0.64	0.27	0.49	0.43	0.02	0.02	0.01
1,3-Butadiene	0.52	0.03	4.8	2.5	0.03	0.02	-0.01
Benzene	0.02	1.5	1.3	1.3	0.09	0.19	0.18
PM	134	254	368	473	387	-	-
合計	135	285	377	479	387	0.28	0.18

(b)各成分リスク寄与率 / %

化合物	ディーゼル車					ガソリン車	
	D1 (小型)	D2	D3	D4	D5 (酸化触媒)	G1 (GDI)	G2
Formaldehyde	0.2	0.5	0.7	0.5	0.0	20.1	2.3
Acetaldehyde	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	5.6	3.5
1,3-Butadiene	0.4	9.5	1.3	0.5	0.0	7.0	-3.0
Benzene	0.0	0.5	0.3	0.3	0.0	67.3	97.2
PM	99.3	89.4	97.6	98.7	99.9	-	-

ブタジエンの排出量を低減することが最も重要である。酸化触媒のみを装着したD5車では、1,3-ブタジエンに起因するリスクはD1~4車の平均に対して約1/65となり、また排出リスクへのガス成分の寄与も全体の0.1%程度と大きく低減された。

ガソリン車では筒内噴射方式であるG1車の方が高いリスク値を示すものの、全リスク（各成分のリスク評価値の合計）は後処理装置を装着していないディーゼル車（D1~4車）のリスク値の平均の約1/1200~1/1800であり、1台当たりの発ガンリスクへの寄与はディーゼル車に比べてかなり小さい。また、ガソリン車ではリスクの大部分（約67~97%）は排出量の多いベンゼンに起因し、ディーゼル車のガス成分中で最もリスク寄与が大きかった1,3-ブタジエンはガソリン車では三元触媒による分解によって排出量がかなり低くなるため、リスクへの寄与はリスク全体の数%以下となることが判った。

なお、今回の測定ではガソリン車の台数は2台と非常に限られたものであり、エンジン形式などを含めた車種による特性についての考察には至らなかったが、今後測定を重ねて検討する必要がある。

イ リスク評価値への走行パターンの影響

各走行パターンごとの全車種平均リスク評価値を用い



て、リスク評価値への走行パターンの影響について検討した(図5)

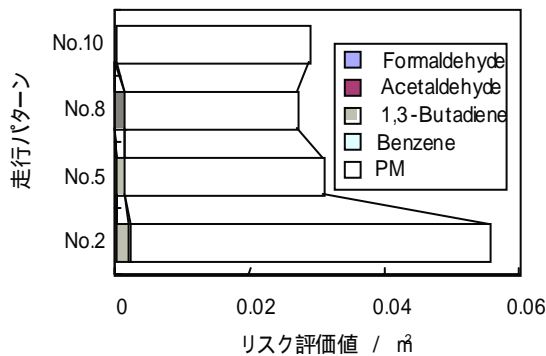


図5 走行パターンによるリスク評価値の変化

ディーゼル車の場合、一般に平均車速が低いほどPM及び炭化水素類の排出量は多くなるが、これに伴ってリスク評価値も平均車速が下がるにつれて高くなる傾向が見られた。No.10(平均車速 46.39km/h)からNo.5(平均車速 18.18km/h)の範囲ではリスク評価値に大きな変化は見られなかったが、No.2(平均車速 8.12km/h)ではリスク評価値は約1.8倍程度に増加している。これは、渋滞走行の状況では同じ車両からのリスクが倍増することを示しており、自動車排出ガスによるリスクの低減には有害物質排出量だけでなく、交通状態の改善が重要であることを示唆している。

また、各成分のリスク寄与率はNo.2~8まではPMが約95%、1,3-ブタジエンが4~5%とほぼ一定であったが、No.10ではガス成分の寄与は殆どなくなり、99%以上がPMに起因することが判った。

ウ 触媒式DPF装着によるリスク低減効果

触媒式DPFユニットを装着したディーゼル車(D6車)について、ユニットを取り外した場合と装着した場合におけるリスク評価値を比較し、リスク低減効果について考察した(表5)。

いずれの走行パターンにおいても、ディーゼル車の排出リスクの大部分を占めるPMはDPFの装着によりほぼ1/5の排出量となった。またガス成分では酸化触媒の装着によりアルデヒド類及びベンゼンの排出量はほぼ1/10に、またガス成分中で最もリスクに寄与する1,3-ブタジエンの排出量は約1/50に低減され、ガス成分の寄与は殆ど見られないレベル(合計1%以下)となった。

表5 リスク低減への触媒式DPFの効果

(a) リスク評価値 / 10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>

化合物	装着前			装着後		
	No.2	No.5	No.8	No.2	No.5	No.8
Formaldehyde	6.0	3.8	2.7	0.50	-0.25	0.14
Acetaldehyde	1.01	0.63	0.44	0.09	-0.18	0.04
1,3-Butadiene	191	144	85.4	6.6	0.0	0.0
Benzene	6.1	3.4	2.5	0.49	-5.5	0.01
PM	4690	3320	2600	903	669	402
合計	4900	3470	2700	911	663	402

(b) 各成分リスク寄与率 / %

化合物	装着前			装着後		
	No.2	No.5	No.8	No.2	No.5	No.8
Formaldehyde	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
Acetaldehyde	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1,3-Butadiene	3.9	4.2	3.2	0.7	0.0	0.0
Benzene	0.1	0.1	0.1	0.1	-0.8	0.0
PM	95.8	95.6	96.6	99.2	100	100

以上の結果、触媒式DPFの装着によりリスク評価値の合計はいずれの走行パターンにおいても概ね1/5に減少し、これらの対策がディーゼル車から排出されるリスクの低減に対して非常に有効であることがわかった。

4 おわりに

自動車からのPRTR対象物質の排出実態を調べた結果、ディーゼル車からの各HAPS排出量とTHC排出量は、物質により程度の差はあるが相関を示す傾向が見られた。1,3-ブタジエンに関しては、今回明らかな相関は見られなかったが、不安定な当該物質の分解による測定値の変動の影響も考えられ、今後試料の取り扱いや測定に留意してさらに検討を続ける必要がある。

また各HAPS排出量のTHC排出量に対する比は、厳密には車種や走行条件等に依存するが、概ね物質に固有で全体的にはある範囲に収まることから、これに基づく各HAPS排出量の推定が有効である。推定の精度を高めるためには、規制年度等による排出特性の違いを明らかにすることが必要である。

さらに自動車によるHAPSの排出をリスクの観点から

定量的に評価するため、HAPS 及び粒子状成分 (PM) の排出量に発ガンリスク値を掛けて重み付けし、排出時点でのリスク評価量及びリスクへの各成分の寄与率を求めた。

その結果、ディーゼル車からのリスクはガソリン車の約 500 倍に相当し、主に PM (95%) と 1,3-ブタジエン (約 4%) に起因することがわかった。そのため、リスクの低減にはこれらの排出を抑えることが最も有効であり、ディーゼル車の排出リスクは、触媒式 DPF システムにより約 1/5 に低減されることを明らかにした。またガソリン車ではベンゼン (67~97%) とアルデヒド類 (26~6%) に起因することがわかった。

リスクの観点からの HAPS 排出の定量的評価は、低減対策に対する明確な指針を与えると同時に、その効果に対する一般の理解を深める上でも有効である。今後は、最もリスクへの寄与が大きい PM の組成及び生体への影響をさらに解明し、そのリスク値をより厳密に評価する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 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.169-173
- 2) 環境省環境保健部環境安全課：地域別 PRTR 非点源排出量推計マニュアル
- 3) 泉川碩雄ら：自動車からの有害大気汚染物質の排出量，東京都環境科学研究所年報 1999，pp.159-168
- 4) U.S. EPA：CONSOLIDATED TABLE OF OEHA/ARB APPROVED RISK ASSESSMENT HEALTH VALUE