

## 自動車からのアンモニアの排出量調査

鷲山享志, 中澤誠, 鈴木正明  
(大気環境部)

## Note

Study on NH<sub>3</sub> Emission from Motor Vehicle

Takashi SAGIYAMA, Makoto NAKAZAWA, Masaaki SUZUKI  
(Air Quality Division)

キーワード：アンモニア，自動車排気ガス

## 1. はじめに

アンモニア (NH<sub>3</sub>) は、大気中に放出された硫黄酸化物や窒素酸化物の大部分を中和する物質として注目されているが、一旦降雨などにより土壤に吸着されると、亜硝酸や硝酸に変化する。一方、大気中で NH<sub>3</sub> の一部は他のガス物質等と反応して、浮遊粒子状物質であるアンモニウム塩になる。浮遊粒子状物質は、人の気道や肺胞に沈着し、呼吸器疾患の増加を引き起こすおそれがあること、また、都市域においては、環境基準を上回っている地点も多いことから多くの関心が持たれている。

NH<sub>3</sub> は畜舎や屎尿処理場、脱硝装置等から排出されているが、自動車からも排出されていることが報告<sup>1) 2) 3)</sup> されている。特に都市域については、過密

状態にある自動車から排出される NH<sub>3</sub> が多いことが予想されるが、調査数が少なく排出実態がよく分かっていない。そこで、自動車から排出される NH<sub>3</sub> 量の実態を把握するため、シャシダイナモメーターを用いて各種車両の排出ガス調査を行った結果、若干の知見が得られたので報告する。

## 2. 方法

## 2.1 調査車両

調査対象とした車両は、ガソリン乗用車16台、ガソリン貨物車8台、ディーゼル車6台、メタノール車4台及びLPG車1台の合計35台である。調査車両の主要諸元を表1から表4に示す。

表1 調査車両諸元 (ガソリン乗用車)

整理番号	型式	車両重量 (kg)	車両総重量(kg)	総排気量 (cc)	排出ガス対策	走行距離 (km)
GA-1	E-Y31	1360	1635	1988	三元触媒	10
GA-2	E-JHG50	1950	2225	4494	三元触媒, EGR	36
GA-3	E-DA5	1080	1355	1590	三元触媒	17800
GA-4	E-GX71	1280	1555	1988	三元触媒	54246
GA-5	E-EU13	1180	1455	1838	三元触媒	20870
GA-6	E-HR32	1260	1535	1998	三元触媒	25500
GA-7	E-AE100	1000	1275	1498	三元触媒	22000
GA-8	E-GX81	1360	1635	1988	三元触媒	10477
GA-9	E-P10	1140	1415	1838	三元触媒	26329
GA-10	E-SV32	1270	1545	1998	三元触媒	37760
GA-11	E-F13A	1490	1765	2497	三元触媒	39282
GA-12	E-EG3	960	1235	1343	三元触媒, EGR	73
GA-13	E-EU13	1180	1455	1838	三元触媒	12533
GA-14	E-AE100	1000	1275	1498	三元触媒	48708
GA-15	E-GX81	1360	1635	1980	三元触媒	50981
GA-16	E-JZS141	1560	1835	2490	三元触媒	15160

表2 調査車両諸元 (ガソリン貨物車)

整理番号	型式	車両重量(kg)	車両総重量(kg)	総排気量(cc)	排出ガス対策	走行距離(km)	車種
GB-1	L-TX67V	1130	1640(1655)	1770	EGR, 酸化触媒	94530	貨客車
GB-2	T-YX67V	1190	1700(1715)	1810	EGR, 酸化触媒	36935	貨客車
GB-3	J-CPGE23	1370	2535(2550)	1980	EGR	49928	貨客車
GB-4	R-VFY10	980	1490(1505)	1497	三元触媒	23000	貨客車
GB-5	T-RZH112V	1500	2665(2680)	1998	三元触媒	67988	貨客車
GB-6	R-EE107V	980	1490(1505)	1456	三元触媒, 空気導入	40440	貨客車
GB-7	Z-YY52	1450	3115	1998	三元触媒, EGR, 空気導入	7498	トラック
GB-8	Z-YY52	1450	3115	1998	三元触媒, EGR, 空気導入	16800	トラック

表3 調査車両諸元 (ディーゼル車)

整理番号	型式	燃焼室形式	車両重量(kg)	車両総重量(kg)	総排気量(cc)	排出ガス対策	走行距離(km)	車種
D-1	Q-KUGC22	渦室式	1500	1940	1950	EGR	22827	乗用
D-2	KAD41	渦室式	1440	3105	1950	なし	14271	トラック
D-3	U-FE335E	渦室式	2560	4890	3636	なし	5568	トラック
D-4	U-NKR63ED	直接噴射式	2020	4185	3567	なし	22368	トラック
D-5	KC-NHR69EA	渦室式	2100	3210	3059	なし	6161	トラック
D-6	U-SG2H41	直接噴射式	2140	4305	4210	なし	47095	トラック

表4 調査車両諸元 (メタノール車、LPG車)

整理番号	型式	燃焼室形式	車両重量(kg)	車両総重量(kg)	総排気量(cc)	排出ガス対策	走行距離(km)	燃料	車種
M-1	L-P12V 改	—	1310	2325(2240)	1597	三元, EGR	34600	メタノール	貨客車
M-2	U-NKR63LR 改	直接噴射式	2730	4840	3260	酸化触媒	5739	メタノール	トラック
M-3	U-FE335E	直接噴射式	2740	5960	3567	酸化触媒, EGR	490	メタノール	トラック
M-4	不明	—	1320	1595	2500	三元触媒	10729	M85	乗用
L-1	GB-YY211改	—	1650	3315	1990	三元触媒	1440	LPG	トラック

注 燃料中M85はメタノール85%、ガソリン15%の混合燃料

なお、表4においてM-1車はオートサイクルメタノール車、M-2、M-3車はディーゼルエンジンメタノール車、M-4車はオートサイクルメタノール車(燃料は、ガソリン15%、メタノール85%の混合燃料使用)である。

また、現在ガソリン自動車の排ガス処理システムとしては、三元触媒装置が多く採用されているが、使用過程車の中には酸化触媒車両等を装着している車両もあることから、三元触媒車両を中心に三元触媒車両以外の車両も一部調査した。

## 2.2 排出ガスの採取

「TRAIAS-23-1991 ガソリン自動車アイドリング及び10・15モード排出ガス試験方法」等に準じて、試験車両をシャシダイナモメータ上で走行させ、その時の排出ガスをCVS法により採取した。NH<sub>3</sub>については、直列に接続した2個の吸収瓶にそれぞれ0.5%ホウ酸溶液を40ml入れ、1ℓ/minの吸引速度で排ガス

を約30ℓ採取した。

また、ガソリン車等については、10・15モード、ディーゼル車等についてはM15モードで測定した。なお、トラックについては、半積載条件で測定した。

## 2.3 測定項目及び分析方法

- (1)NH<sub>3</sub> (アンモニア) : インドフェノール吸光度法
- (2)NO<sub>x</sub> (窒素酸化物) : 化学発光法
- (3)HC (炭化水素) : 水素炎イオン化検出法
- (4)CO (一酸化炭素) : 非分散赤外線吸収法
- (5)CO<sub>2</sub> (二酸化炭素) : 非分散赤外線吸収法

## 2.4 主たる使用機器

- (1)シャシダイナモメータ : 明電舎、直流、1ローラ型
- (2)CVS装置 : 堀場製作所 CVS-9300T
- (3)自動車排出ガス分析計 (NO<sub>x</sub>, HC, CO, CO<sub>2</sub>) : 堀場製作所 MEXA-9400D

3.1 ガソリン乗用車及びガソリン貨物車のNH<sub>3</sub>排出量

## 3. 結果及び考察

ガソリン乗用車及びガソリン貨物車のNH<sub>3</sub>排出量調査結果を表5、表6に示す。

表5 調査結果 (ガソリン乗用車)

整理番号	NO <sub>x</sub> g/ km	HC g/ km	CO <sub>2</sub> g/ km	CO g/ km	NH <sub>3</sub> mg/ km	走行モード
GA-1	0.099	0.045	273	0.293	4.7	10・15mode
GA-2	0.270	0.087	377	0.095	8.0	10・15mode
GA-3	0.175	0.214	164	2.31	6.9	10・15mode
GA-4	0.317	0.197	220	0.913	6.1	10・15mode
GA-5	0.141	0.069	203	0.829	32.9	10・15mode
GA-6	0.125	0.115	225	0.752	25.5	10・15mode
GA-7	0.019	0.063	200	0.752	78.7	10・15mode
GA-8	0.128	0.045	208	0.020	10.1	10・15mode
GA-9	0.238	0.062	188	0.855	43.0	10・15mode
GA-10	0.154	0.030	187	0.582	23.3	10・15mode
GA-11	1.12	0.142	231	0.422	4.3	10・15mode
GA-12	0.037	0.032	155	0.446	36.4	10・15mode
GA-13	0.204	0.064	206	0.564	14.1	10・15mode
GA-14	0.184	0.122	168	0.738	9.0	10・15mode
GA-15	0.876	0.095	277	0.299	6.7	10・15mode
GA-16	0.033	0.063	332	0.776	48.8	10・15mode
平均	0.257	0.090	226	0.665	22.4	
最大	1.12	0.214	377	2.31	78.7	
最小	0.019	0.030	155	0.020	4.3	

表6 調査結果 (ガソリン貨物車)

整理番号	NO <sub>x</sub> g/km	HC g/km	CO <sub>2</sub> g/km	CO g/km	NH <sub>3</sub> mg/km	走行モード
GB-1	1.52	1.69	216	12.3	2.4	10・15mode
GB-2	0.558	0.356	234	3.0	1.6	10・15mode
GB-3	3.32	2.51	226	17.0	6.3	10・15mode
GB-4	0.244	0.057	195	1.3	53.1	10・15mode
GB-5	1.40	1.03	213	8.0	67.0	10・15mode
GB-6	0.260	0.069	150	2.4	25.6	10・15mode
GB-7	0.039	0.090	310	6.5	140	10・15mode
GB-8	0.084	0.070	291	4.7	6.4	10・15mode
平均	0.927	0.733	229	6.9	37.8	
最大	3.32	2.51	310	17.0	140	
最小	0.039	0.057	150	1.3	1.6	

ガソリン乗用車16台のNH<sub>3</sub>排出量は平均22.4mg/km、最大78.7mg/km、最小4.3mg/kmであり、また、ガソリン貨物車8台のNH<sub>3</sub>排出量は平均37.8mg/km、最大140mg/km、最小1.6mg/kmであった。

このように、ガソリン乗用車及び貨物車のNH<sub>3</sub>排出量は車両によってその値は大きく相違していたが、平均値で見ると乗用車よりも貨物車の排出量がやや大きかった。

排出ガス処理方式の違いによるNH<sub>3</sub>排出量の相

違をみると、ガソリン貨物車では三元触媒を装着した車両3台(GB-4車、GB-5車、GB-6車)の平均は48.6mg/km、酸化触媒を装着した車両2台(GB-1車、GB-2車)の平均は2.0mg/km、触媒が装着されていない車両(GB-3車)は6.3mg/kmであり、三元触媒装着車両からの排出量が最も多かった。

また、ガソリン乗用車16台は全て三元触媒装着車両であるが、そのNH<sub>3</sub>排出量は前述したように平均22.4mg/kmで、これはガソリン貨物車の酸化触媒装着

車及び触媒非装着車よりも大きい。従って、これらのことから三元触媒装着車は、酸化触媒あるいは触媒非装着者に比べてNH<sub>3</sub>排出量が平均して大きいということがいえる。

なお、堀ら<sup>2)</sup>は三元触媒によってNH<sub>3</sub>が生成されることを報告しており、本実験において三元触媒装着車のNH<sub>3</sub>排出量が大きかったことは、三元触媒によってNH<sub>3</sub>が生成していることが原因と考えられる。

三元触媒におけるNH<sub>3</sub>の生成は、空燃比によって影響され、理論空燃比よりも過濃側の状態で生成されることが報告されている<sup>2)</sup>。一方、三元触媒によるNO<sub>x</sub>、CO、HC成分の処理効率も空燃比に影響され、空燃比が過濃側の状態ではNO<sub>x</sub>の処理効率が大きく、NO<sub>x</sub>排出量は少ないが、希薄側の状態ではCO、HCの処理効率が大きくCO、HC排出量は少ないことが知られている。そこで、NH<sub>3</sub>の排出量が、排ガス規制の対象物質となっているNO<sub>x</sub>、CO、HC排出量と、どのような相関関係があるのかをみるために、表5に示したガソリン乗用車16台の10・15モード走行時におけるNH<sub>3</sub>排出量とNO<sub>x</sub>、CO及びHC排出量との関係について調べた。しかし、NH<sub>3</sub>排出量はNO<sub>x</sub>、CO、及びHC排出量の

いずれとも相関が認められなかった。これは同一の走行状態でも、空燃比制御の状態が個々の車両によって異なっていることや、NH<sub>3</sub>の生成には空燃比以外の要因も影響していることが原因と考えられる。

貨物車の積載条件の違いによるNH<sub>3</sub>排出量の相違をGB-8車について測定した結果、空積載条件では2.4mg/km、半積載条件では6.4mg/kmであり、積載量の増加によってNH<sub>3</sub>排出量も増加した。これは、エンジン負荷の増大によって空燃比が理論空燃比よりも過濃側に制御されたため、三元触媒におけるNH<sub>3</sub>の生成が増加したものと推測される。

### 3.2 ディーゼル車からのNH<sub>3</sub>の排出量

ディーゼル車のNH<sub>3</sub>排出量調査結果を表7に示す。ディーゼル車6台のNH<sub>3</sub>排出量は平均12.8mg/km、最大33.4mg/km、最低0.0mg/kmであった。ガソリン車の試験走行モードは10・15モードを用いているのに対し、ディーゼル車ではM15モードを用いているため、それぞれのNH<sub>3</sub>排出量は単純には比較はできないが、ディーゼル車の排出量は、ガソリン車の三元触媒装着車よりは小さく、ガソリン車の酸化触媒装着車や触媒非装着車よりは大きいレベルであった。

表7 調査結果 (ディーゼル車)

整理番号	NO <sub>x</sub> g/ km	HC g/ km	CO <sub>2</sub> g/ km	CO g/ km	NH <sub>3</sub> mg/ km	走行モード
D-1	0.69	0.142	280	0.82	11.4	M15mode
D-2	1.08	0.397	259	1.48	5.2	M15mode
D-3	4.04	0.096	538	0.70	33.4	M15mode
D-4	2.76	0.487	336	1.78	24.0	M15mode
D-5	1.29	0.125	379	1.01	2.6	M15mode
D-6	2.72	0.523	289	1.43	0.0	M15mode
平均	2.10	0.295	347	1.20	12.8	
最大	4.04	0.523	538	1.78	33.4	
最小	0.69	0.096	259	0.70	0.0	

### 3.3 メタノール車からのNH<sub>3</sub>の排出量

メタノール車のNH<sub>3</sub>排出量調査結果を表8に示す。メタノール車4台のNH<sub>3</sub>排出量は平均7.1mg/km、最大16.8mg/km、最低0.9mg/kmであった。

### 3.4 LPG車からのNH<sub>3</sub>の排出量

LPG車のNH<sub>3</sub>排出量調査結果を表8に示す。

LPG車(1台)のNH<sub>3</sub>排出量は、47.4mg/kmであった。これは、ガソリン車の三元触媒装着車両と同程度であった。

## 4. まとめ

自動車から排出されるNH<sub>3</sub>量の実態を把握するため、各種車両の排出ガス調査を行った結果、次のことがわかった。

(1)ガソリン乗用車のNH<sub>3</sub>排出量は平均22.4mg/kmであり、また、ガソリン貨物車のNH<sub>3</sub>排出量はこれよりもやや大きく平均37.8mg/kmであった。

(2)ガソリン車のうち三元触媒装着車からのNH<sub>3</sub>排出量は、酸化触媒装着車あるいは触媒非装着車よりも大きかった。

(3)ディーゼル車のNH<sub>3</sub>排出量は、平均12.8mg/kmであった。

(4)メタノール車のNH<sub>3</sub>排出量は、平均7.1mg/km

であった。

(5) LPG車のNH<sub>3</sub>排出量は、ガソリン車の三元触媒装着車両と同程度であった。

2) 堀重雄他、阿部次雄、佐藤辰二：運輸省交通安全公害研究所報告、15～28(1989)

3) 小池章介、鈴木央一、小高松男：自動車技術会学術講演会前刷集956、153～156(1995)

#### 参考文献

1) 舟島正直、飯田靖雄、福岡三郎、林登、梅原秀夫、鈴木正二：東京都公害研究所年報、28～31(1985)

表8 調査結果 (メタノール車、LPG車)

整理番号	NO <sub>x</sub> g/ km	HC g/ km	CO <sub>2</sub> g/ km	CO g/ km	NH <sub>3</sub> mg/ km	走行モード
M-1	0.227	0.211	250	4.18	9.5	10mode
M-2	1.72	0.137	644	0.083	16.8	M15mode
M-3	1.43	0.138	539	0.043	0.9	M15mode
M-4	0.051	0.014	243	23.3	1.3	M15mode
L-1	0.031	0.077	276	1.86	47.4	10・15mode
平均	0.691	0.115	390	5.89	15.2	
最大	1.72	0.211	644	23.3	47.4	
最小	0.031	0.014	243	0.043	0.9	