

## 車室内における化学物質の実態調査

### Occurrence of volatile and semi-volatile organic compounds in vehicle cabin

○畑山 瑠莉香<sup>1)</sup> (学生会員)、徳村 雅弘<sup>2)</sup> (正会員)、達 晃一<sup>3)</sup> (正会員)、益永 茂樹<sup>2)</sup> (非会員)

1) 横浜国立大学大学院環境情報学府、2) 横浜国立大学大学院環境情報研究院、  
3) (株)いすゞ中央研究所

○Rurika HATAYAMA<sup>\*</sup>, Masahiro TOKUMURA<sup>\*\*</sup>, Kouichi TATSU<sup>\*\*\*\*</sup>, Shigeki MASUNAGA<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup> Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

<sup>\*\*</sup> Faculty of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

<sup>\*\*\*\*</sup> Isuzu Advanced Engineering Center, Ltd.

**Abstract:** Plastics, rubbers, and polyurethane foams are used as car components, such as panels and sheets, and emit volatile organic compounds (VOCs). Semi-volatile Organic Compounds (SVOCs), such as plasticizers and fire retardants, are also released from those plastic components. VOCs and SVOCs have been of concern due to their health effects. In this study, VOCs and SVOCs were measured in-the-car air. The results indicated that concentrations of some VOCs exceeded their indoor concentration guideline values in a new car. On the other hand, methanol and ethanol were detected at high concentration in some old cars. As for SVOCs, phthalate esters such as Bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) and Dibutyl phthalate (DBP) were detected at as high as 9.1 and 6.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectively in the new car.

キーワード：揮発性有機化合物、準揮発性有機化合物、自動車

## 1. 緒言

現代で人々が自動車内で過ごす時間が増加し、車内は生活環境の重要な一部となっている。一方、自動車内にはパネルやシートなどの部材としてプラスチック、ゴム、ポリウレタンなどが使用されており、これらの部材からトルエンなどの揮発性有機化合物 (VOC) が放散することが問題となっている。また、プラスチック部材には可塑剤や難燃剤などの準揮発性有機化合物 (SVOC) も含まれ、その放散も近年懸念され始めた。自動車内は一般住宅と比較して、内装品等に対する空間容積の割合が小さく、日射により高温になりやすいという特徴を持つため、VOC や SVOC の濃度は一般住宅に比べ、高くなることが予想される。しかし、自動車内の化学物質濃度に関する研究報告は少なく、さらなる調査が必要とされている。

本研究では、自動車内の VOC と SVOC を測定

し、汚染の実態の調査を行った。また、新車と古車における違いについても調べた。

## 2. 実験方法

### 2.1 測定対象車

VOC 濃度の測定では、納入後 11 年経過した日本製の 7 人乗りの乗用車 1 台 (Car 1) と、9 年経過した日本製の 7 人乗りの乗用車 2 台 (Car 2, 3) を調査した。3 台の車種は全て異なる。

SVOC 濃度の測定では、新車で日本製の 7 人乗り乗用車 1 台 (Car 4) を調査した。

### 2.2 車室内の VOC 濃度の測定

車室内空気を、エアポンプを用いてテドラバックに 1 L/min の流量で 2 L 捕集し、吸着剤捕集-加熱脱着装置付きガスクロマトグラフに導入し、VOC 濃度を分析した。また、未同定の VOC の存

在を調べるため、総揮発性有機化合物 (TVOC) 濃度を TVOC モニターにより測定した。

### 2.3 車室内の SVOC 濃度の測定

エアポンプで車室内空気を流量 9 L/min で捕集カートリッジに 500 L 通気した。捕集後、カートリッジ内の充填剤を取り出し、ジクロロメタンを 2 mL で 10 分間超音波抽出を行った。抽出液をガスクロマトグラフ質量分析計で分析した。

### 3. 結果および考察

車室内 VOC 濃度の測定結果を Table 1 に示す。古車 (Car 1~3) からトルエンが 11–56  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  で検出された。参考として、新車の車室内 VOC 濃度の文献値も併記したが、225  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  と高い濃度が検出されている。トルエンは樹脂などの溶剤として汎用されるため、新車では部材に残留したトルエンが放散により高濃度となったが、古車では揮発が進んだことにより低濃度となったと考えられる。また、塗料や接着剤などに使用されるキシレンでも、古車の 3–12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  に対し新車で 4003  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  と、非常に高濃度が報告され、キシレンの室内濃度指針値 870  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超過していた。室内濃度指針値のある他の VOC でも新車で超過するものがあったが、古車ではいずれも指針値以下であった。他方、古車ではメタノールやエタノールが高濃度で検出された。TVOC の測定値は Car 2 で 743  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  と、TVOC 暫定目標値 400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超過した。このことから、今回の測定できていない多様な VOC が車室内に存在することが示唆された。

SVOC の測定結果 (Car 4) と文献値 (新車と古車) を Table 2 に示す。Car 4 でフタル酸エステル類の DEHP と DBP がそれぞれ 9.1、6.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  と高濃度で検出された。DEHP は生産量も多く、自動車部材としての使用も多いためだと考えられる。また、DBP は蒸気圧が DEHP の約 300 倍と揮発性が高く、放散も多くなり高濃度になったと考えられる。

リン系難燃剤は Car 4 では検出されなかったが、9 年使用した古車で TCPP が 260、190  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  と高濃度で検出されている。この要因として、9 年以内に使用するリン系難燃剤の種類や濃度が大きく

変わったか、あるいは、現在使用されているリン系難燃剤は放散量を低減させるために分子量が大きいものを使用しているが、時が経つにつれ加水分解し、その分解産物として TCPP が生成した可能性なども挙げられる。

### 謝辞

本研究の実施とデータの取りまとめに当たっては、日本電子株式会社の星野邦広様にご協力いただきました。記して深甚なる謝意を表します。

Table 1 Concentrations of VOCs in car cabins.

|                     | Concentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] |       |       |                       |
|---------------------|--|-------|-------|-----------------------|
|                     | Car 1                                      | Car 2 | Car 3 | New car <sup>1)</sup> |
| Toluene             | 11   | 56    | 11    | 225                   |
| Methanol            | nd   | 912   | 413   |                       |
| Ethanol             | 1555                                       | 579   | 35    |                       |
| Acetone             | 36   | nd    | 31    |                       |
| 2-Methylpentane     | 2  | 2     | 5     | 81                    |
| Methylethyleketone  | 3  | 28    | 5     | 5                     |
| 3-Methylpentane     | nd   | 11    | 6     | 10                    |
| Cyclohexane         | 2  | 22    | 6     | 14                    |
| n-Heptane           | 3  | 84    | nd    |                       |
| Ethylbenzene        | 2  | 9     | 2     | 361                   |
| Xylene              | 4  | 12    | 3     | 4003                  |
| Styrene             | 1  | 1     | 2     | 74                    |
| $\alpha$ -Pinene    | 2  | 5     | 1     | 3                     |
| p-Dichlorobenzene   | nd   | 23    | nd    | 22                    |
| Limonene            | 1  | 4     | nd    | 6                     |
| Tetrachloroethylene | nd   | 151   | 13    |                       |

nd = Not detected      Blank space = No date

1) 吉田ら, 室内環境学会誌, vol.3, No.2, 52-55, (2000).

Table 2 Concentrations of SVOCs in car cabins.

|      | Concentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] |                       |                               |                               |   |
|------|--|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|
|      | Car 4                                      | New car <sup>2)</sup> | 1-Year <sup>2)</sup> -old car | 9-Year <sup>2)</sup> -old car | 9-Year <sup>2)</sup> -old car, occupied |
| D6   | 26.3                                       | nd                    | nd                            | nd                            | nd                                      |
| BHT  | 50.8                                       | nd                    | nd                            | nd                            | nd                                      |
| TBP  | nd   | 14                    | 2.5                           | 10                            | 8.2                                     |
| TCEP | nd   | 4.3                   | 9.4                           | nd                            | 7.4                                     |
| TPP  | nd   | 0.68                  | 0.9                           | 0.36                          | 0.79                                    |
| TCPP |  | 23                    | nd                            | 260                           | 190                                     |
| DEP  | 3.9  | nd                    | nd                            | nd                            | nd                                      |
| DBP  | 6.3  | nd                    | nd                            | nd                            | nd                                      |
| DEHP | 9.1  | nd                    | nd                            | nd                            | nd                                      |
| DBA  | nd   | nd                    | nd                            | nd                            | nd                                      |
| DOA  | 0.8  | nd                    | nd                            | nd                            | nd                                      |

nd = Not detected      Blank space = No data

2) P.C. Hartmann et al., *Chemosphere*, 57, 781-787, (2004).

BHT : Dibutyl hydroxytoluene      DEP : Diethyl phthalate  
 TBP : Tributyl phosphane      DBP : Dibutyl phthalate  
 TCEP : Tris(2-carboxyethyl)phosphine      DEHP : Bis(2-ethylhexyl)phthalate  
 TPP : Triphenyl phosphine      DBA : Dibenzylidene acetone  
 TCPP : Tris(2-chloro-isopropyl)phosphate      DOA : Dioctyl adipate