— 特 集 —

自動車車室内のにおい・空気質

車室内のにおい

原 慎一

近年、快適性に関する関心が高まっており、車室内の空気質に関しても要求が高まっている。車室内には、様々なにおいがあり、特に、車外からは排気ガス、車内では、タバコや食品、エアコンのにおいなどが不快の原因となっている。本報告では、これらのにおいの原因を述べるとともに、その対策について説明をする。

1. はじめに

近年、快適、健康指向の高まりから、空気環境の質的向上に対する要求が高まってきている。特に、においの中では、新車のにおいなど肯定的なものもあるといえるが、ほとんどは不快なもので、ユーザーの代表的な不満原因のひとつとなっており、それを改善する技術開発が進められている。

においは、様々な原因で発生しており、対策もひとつの手段で実施することは難しい。そこで、今回、車室内のにおいについて解説し、対策技術について報告する。

2. 車室内のにおい

車室内には、様々な空気質を汚染する物質が発生、進入している。車外からは、排気ガスや花粉、土埃などが進入し、車内においても、タバコ臭や、内装からの揮発性有機化合物（VOC：Volatile Organic Compound）などが発生し運転手や乗員の不快の原因となっている¹⁾。

1990年代以前では、車内のにおいといえばタバコ臭が代表で、それを除去するために空気清浄機などが開発されていたが、現在は、対象となるにおいの種類も増加してきている。

図-1に、車内のにおいをまとめた図を示す。図は分かりやすいようにFTA（Fault Tree Analysis）にてまとめた。

車外から進入する臭気としては、排気ガスが挙げられ、車内から発生するにおいとしては、タバコ臭以外に食品や動物からのにおい、内装からのVOCなどが挙げられる。また、エアコン自体からのにおいを発生しているケースが報告されており、この場合のにおいとしては、微生物によるものと、エアコン自体に付着した臭気が原因として挙げられる。それぞれのにおいについて、対象

となるものとその対策方法について説明する。

3. 車外からのにおい

車外からのにおいとしては、排気ガスが挙げられる。排気ガスは未燃焼や不完全燃焼の炭化水素成分、窒素や硫黄の酸化物などからなり、刺激のある臭気といえる。現在、排気ガスのにおいを低減する手段として、エアコンのフィルターと、排気ガスを検知するセンサによりエアコンを内気循環モードに制御する内外気自動制御が挙げられる。

3.1 エアコンフィルター

車内外のにおいを除去するという市場ニーズに対応する為、車両の内外気ともに清浄化できるように、フロントエアコンに、集塵、脱臭フィルターが組み込まれてきている（図-2）。フィルターは、一般に助手席の足元で、グローブボックスの背面に設置されており、グローブボックスなどを取り外して交換できる構造になっている。

自動車用のエアコンフィルターは、家庭用であれば室内を循環して集塵脱臭を行うものに対し、車両用は、特に排気ガスの場合、フィルターを通過したにおいが、そのまま、ドライバーや乗員に届くため、一度の通過で除去しなければならぬ難しさがある。したがって、ワンパス性能（一度の通過で除去する割合）が重要になっている。

フロントエアコンは、内気（リサークレーションモード）と外気（フレッシュモード）を切り替え可能であり、その下流にフィルターを設置すれば、車内、車外の汚染物質を除去可能である。外気からの排気ガスの除去や、車内で発生したにおいの除去などに使用される。

エアコンフィルターは、当初、集塵フィルターが主であったが、排ガス臭気などの除去を目的として脱臭機能を有する活性炭フィルターの需要が増加している。集塵

原 慎一（はら しんいち）

株式会社ヴァレオジャパン サーマルシステム開発部 〒360-0193 埼玉県熊谷市千代 39
TEL：048-539-3747

図-1 自動車室内のにおいの解析

図-2 フィルター

フィルターと脱臭フィルターの特徴を以下にまとめる。

3.2 集塵フィルター²⁾

集塵フィルターは一般的にポリエステルやポリプロピレンなどの不織布から作られている。集塵すべき成分は土埃などの大きな粒子と、排気ガスなどに含まれる微細な粒子が対象となる。そこで、高性能なものは、排気ガスに含まれるサブミクロンオーダーの微細な塵埃を除去するために、エレクトレット（帯電）繊維が採用されている。

エレクトレット繊維は、プラス、マイナスに帯電しているため、電荷を帯びた粒子を電気的な吸引力で捕捉するものである。サブミクロン単位の微粒子を効率良く除去するためには、繊維径を細くしたり、分極を大きくしたりする必要がある。

3.3 脱臭フィルター³⁾

脱臭フィルターとしては一般的に活性炭が用いられている。活性炭以外では、ゼオライトやシリカゲルなどの天然材料もあるが、もっとも活性炭が一般的である。活性炭には表面に細かな細孔が多数、存在しており、におい成分が吸着される。

先ほど説明したように、車両用エアコンフィルターは寿命とともに、ワンパス性能が重要である。脱臭フィルターの評価方法として、排気ガスの成分の代表として、トルエン、*n*-ブタン、二酸化窒素、二酸化硫黄などをワンパスで計測するものである。

図-3に脱臭機能を持ったエアコンフィルターの評価結果を示す。必要なワンパス除去性能をもとめるため、ワンパス性能の異なるフィルターを用意し、首都高速環状線で、においのモニター評価を実施した。ワンパス性能は排気ガスの代表成分としてトルエンを用いた。被験者は6名で、首都高速環状線にて、霞が関トンネル内外でのにおいの強度を6段階臭気強度表示法にて測定し、最高の臭気強度を評価した。

図-3 脱臭フィルターの効果

走行試験：首都高速環状線，トンネル：霞が関トンネル，モード：外気導入，臭気強度0：無臭，1：やっと感知できる弱いにおい，2：何のにおいかわかる，3：楽に感知できる，4：強いにおい，5：強烈なにおい

図-4 排気ガス検知内外気切り替え³⁾

フィルターなしの条件では，霞が関トンネル内で臭気強度は5弱（強烈なにおい），トンネル外でも平均3.3であったのに対し，脱臭フィルターを装着すると臭気強度は低下し，50%以上の脱臭率では，臭気強度2以下になっている。

3.4 ガスセンサによる内外気自動制御³⁾

トラックなどディーゼル車の排気ガスを，排気ガスセンサにより検知し，内外気切り替えをコントロールするガスセンサによる自動内外気切替制御がある。

この自動内外気切替制御システムは，欧州車から始まり，国内でも高級車から展開されている。図-4に示すように，排気ガスをすばやく検知するように，一般にセンサは車両の前部に装着される。

排気ガスセンサの材料は，対象となるガス成分によって，反応する材料が異なるため，ディーゼル排気ガスの代表成分である SO_x ， NO_x などの対応するもの，ガソリン排気ガスの代表成分である CO などに対応するものなど，複数のセンサを組み合わせているものが多い。

図-5 VOC測定実車チャンバー⁴⁾

4. 車内発生のおい

車内発生のおいとしては，タバコ臭以外に，内装材から発生する VOC，乗員の汗臭，食品などのおいが挙げられる。各臭気は内装材そのものから発生する場合と，内装材に付着して再放出されるものがあり，それぞれ対策が必要になっている。

VOC に関しては，一般社団法人日本自動車工業会にて指針が提案されており，各社が材料に対して，対策を行っている。ここでは，VOC 評価方法について説明する。

4.1 VOC⁴⁾

2000年代に入って，住宅やビルなどの，シックハウスの問題に端を発して，自動車内も VOC の環境への影響が指摘されてきた。厚生労働省より発行の VOC のガイドラインには車両も含まれており，車両としてもその実態の調査と改善が迫られている。

しかし，車両は住宅と使用環境が異なり，温度条件なども異なっていることが考えられるため，日本自動車工業会が中心となって，VOC の評価条件をまとめている。評価は図-5のような試験槽に車両を入れて，夏場の 60°C 以上の高温も鑑みて測定を行うものである。

図-6に車両における測定結果の一例を示す。VOC 測定項目としては，ホルムアルデヒド（図中 HCHO ），アセトアルデヒド（図中 CH_3CHO ），トルエン（図中 T），エチルベンゼン（図中 e-B），キシレン（図中 X），スチレン（図中 Sty.），パラジクロロベンゼン（PDB）， n -テトラデカン（ $n\text{-C}_{14}$ ）を取り上げた。

測定条件としては 40°C 密閉 4.5 時間放置後（前席および後席シートにて）とエアコン内気モードでの 15 分および 30 分経過後，そしてそれぞれのバックグラウンドレベルの濃度を測定するものである。

40°C 密閉時アルデヒドは指針値をわずかに超える（VOC 指針値 $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ に対し約 $300 \sim 400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の測

図-6 キャビン内の VOC 評価結果⁴⁾ 図-7 イオンによる付着臭脱臭試験
材料: 10×10 cm スエード

定例有り) 車両もあったが、それ以外については指針値以下であった。また、エアコン内気モード 30 分ではすべての成分で指針値をクリアした。

車室内の VOC は、材料開発を含め、今後も継続した改善が要求される。

4.2 イオン発生による付着臭の低減

内装材には、食品や汗、タバコなどのにおいが付着し、車内の独特なにおいの原因になっている。このにおいを除去するため、イオンを発生する技術が自動車用に展開されている。

これは、空気中の放電によってプラスとマイナスの特定種のイオンを生成し、その周囲を水分子で囲ったクラスター状として供給するもので、放出後、数秒～数十秒の寿命を維持するものである。²⁾

このイオンのクラスターが、内装材に付着した臭気を分解除去するもので、長時間暴露することで臭気を低減する。

図-7 に、イオンによる付着臭の低減に関する実験結果を示す。実験は、10 cm×10 cm の内装材シート（スエード）ににおいを付着させ実車相当のチャンパーにて送風、およびイオンを暴露して、そのシートを 3 L におい袋に入れ臭気強度を 6 段階強度法にて評価を行った。付着させる臭気サンプルは、下記条件にて作製した。

- ① タバコ臭: 1 m³ チャンパーにて 1 本燃焼させ、においを付着させる。
- ② 汗臭: 酢酸 0.1 mL を布に付着させる。
- ③ 食品臭: 油料理臭として、植物油を 200°C で 10 分加熱後、0.1 mL を布に付着させる。

また、供給するイオンは、プラス、マイナスイオンが各 10000 個/mL になるような条件で 1 時間の暴露を実施した。

実験結果から、付着臭は、送風のみと比較すると、イオンの暴露によってさらに低減できていることがわかる。

5. エアコンのにおい⁵⁾

エアコンからは、夏になると始動時に異臭を発生することがあり、その対策が行われている。異臭の原因のひとつとしてエアコン内の微生物、カビ、細菌の繁殖が挙げられる。

一般に、エアコン内は、夏季にはエバポレータの凝縮水で水が供給され、温度も 30°C と微生物にとって最適な環境であり、さらに車内外から栄養源となる有機物が供給されると繁殖する結果となる。

図-8 に車両用エアコン内の温湿度を計測した結果を示す。夏の夜間は、使用した車を停車しておくため、エアコン内の湿度は 90% 以上になり、微生物の繁殖に適

した環境となっていることがわかる。

エアコン内の微生物の繁殖状況を調査した結果を、図-9に示す。エアコンユニットの新品を車両に搭載し、定期的に取り外して、エアコン内の細菌数の変化を確認した。エアコン内では、図-10に示すように、エバポレータの表面、ケースの上部と下部、ライニング表面、ドレイン水の5箇所の細菌数を測定した。

3月に新品を設置し、計測を開始したところ、6月には表面では25 cm²あたり、エバポレータ表面以外では10000個を超える細菌数が計測され、8月にピークとなりその後、冬になるに従って低下するというサイクルが確認できた。凝縮水が排出される直後のドレイン水に対しても同様に、8月にピークが見られた。ただし、ドレイン水は冬季には発生しないため、冬季の調査は出来ない。

また、エアコンのにおいを6段階強度法で評価した車両を用いて、ドレイン水の細菌数の調査を行い、エアコンのにおいと関係性を求めた。図-11にその結果を示す。試験は、同一車両を用いて、計測日を変更して複数回実施した。横軸に細菌数、縦軸に臭気強度をとり、その関係性をみると、同一車両でも、臭気強度は常に一定ではなく、日時、環境などによって異なっており、その臭気評価時の、細菌数も変化していることがわかる。また、菌数が多いからといってにおいのしない車はあるが、臭気強度が2以上ある車両では、微生物が10000個/mL以上あることがわかった。したがって、エアコンのにおいを低減させるためには、エアコンユニット内の微生物を減少させる必要がある。

6. エアコン内の微生物低減技術

エアコンの微生物を低減させる手段として、エバポレータ表面は、抗カビ処理が一般的に行われているが、図-9、10で説明したように、エアコンのプラスチックのケースや、ライニング表面、ドレイン水などにも微生物は繁殖しており、においの原因となっている。そこで、エアコンユニット内部を抗菌する技術として、わさび成分を応用した製品が開発されている。わさびの抗菌効果は、生活経験の中で知られており、刺身などでも薬味以外に抗菌材として使われている。

わさび成分を、エアコン内に放出するものが開発されており、これは、エアコン内にわさびの主成分であるアリルイソチオシアネートを徐放させ、長期間にわたって抗菌するものである。

図-12にアリルイソチオシアネート材を使って、エアコンユニット内の細菌数を測定した結果を示す。8台の車両に抗菌剤を装着し使用、対象として2台の未使用車のエアコンユニットのドレイン水中の細菌数を測定した。アリルイソチオシアネートは、発生量として一時間当たり30 mg (30℃)の条件で放出するように、材料、ケースなどを構成したものを使用した。その結果、未使用車は図-9と同様に7月ごろに細菌数が増加し、1000000個のオーダーに上昇するのに対し、抗菌剤使用群は、初期に未使用群より多い細菌数だった車両でも、細菌数の低下が確認できた。

同時ににおいに関するモニター評価を実施したが、異臭は低減したとの評価結果であった。

このように、エアコン内の微生物がにおいに影響しており、その対策が効果的であることが分かった。

図-8 エアコンユニット内の温湿度⁵⁾

図-9 エアコンユニット内の細菌数調査結果⁵⁾

n=5 平均値, (単位) ドレイン水以外: 個/25cm², ドレイン水: 個/mL

—●— Drain water - - ■ - - Evaporator —▲— Case (lower)
 ...×... Case (Drain) - - * - - Lining

調査部位

実験方法

- ・滅菌水入りふき取り検査キットにより、表面をふき取り採取。
- ・ふき取り面積: 50 × 50mm

図-10 エアコンユニット内の微生物評価

図-12 揮発性抗菌剤による細菌数の効果 (車両)

(使用) —●— A —■— B —▲— C —×— D
 —*— E —●— F —+— G —— H

AC/ON時のにおいと臭気強度

図-11 ドレイン水細菌数とにおいの関係

10⁴~10⁵ 個/mL で臭気強度は高くなる傾向がある
 記号は同一車両を示し、複数回測定を行った

7. まとめ

自動車内においては、騒音、異音と並んで主観的な不快要因として常に改善を求められている。自動車は、ハイブリッドや電気自動車など、エンジンが不要になっていくため、騒音は改善が進むものと考えられ、残された課題として不快なおいがますますクローズアップされるものと考えられる。

においては、排気ガスなどの防止だけでなく、付着臭や微生物によるものなど複合的な要因となっており、今後も、継続した改善が必要である。

今後は、新たな触媒技術や、吸着技術などが開発されるとともに、香りなどを用いた改善技術の開発が進むものと考えられる。

キーワード : 空気質, におい, エアコン, 自動車, 微生物

参考文献

- 1) 原 慎一ほか：車室内における空気質の現状と計測事例，自動車技術会，20005012，(2000)。
- 2) 原田宏昭ほか：車室内の健康/快適材料技術，自動車技術，9735268，(1997)。
- 3) 自動車技術会車室内環境技術部門委員会編：(2006)，自動車室内環境 2005（総合技術レビュー），自動車技術会。
- 4) 鶴賀文子ほか：車室内 VOC 測定法に関する研究，自動車技術，20045753，(2004-10)
- 5) 原 慎一：自動車エアコン内の微生物調査，自動車技術会，20030523，(2003)

Odor in the Automotive Cabin

Shinichi HARA

Valeo Japan Thermal Asia Regional Operation R&D,
39, Sendai, Kumagaya-shi Saitama, 360-0193, Japan

Abstract Recently, concern about comfort in the automotive cabin is increasing, then air quality of vehicle compartment is very important for passenger. There are many pollution and odor in automotive cabin. In this report, I would like to describe the odor and some solution to reduce the odor.

Key words : Air quality, odor, air conditioner, vehicle, microbe