

鉄道一般

車両

施設

電気

運転・輸送

防災

環境

人間科学

浮上式鉄道

車内のおいを調べる

車内快適性の向上において、においてはデザインや温熱環境などとともに考慮しておかなければならない要素です。車内ではさまざまなにおいを感じるがありますが、その発生源を明らかにし、においの全体像を把握することは、快適な車内の維持管理に役立ちます。ここでは、においを調べる方法や、車内のおいを調べる必要性と、最近の取り組み事例として、「新車臭」の調査について紹介します。



潮木 知良
Tomoyoshi Ushioji
人間科学研究部
生物工学研究室
主任研究員
[専門分野] 化学工学

においを調べる方法

「におい」は人が嗅覚として感じる感覚的なものであるため、においの調査では、主に人の嗅覚による「官能評価」が用いられます。官能評価では、においの強さを評価する6段階臭気強度表示法や三点比較式臭袋法をはじめ、においの快適度を評価する9段階快不快度表示法など、人の感覚を数値化する評価方法が定められています(☞参照)。

また、鉄道総研が考案した「駅においチェックシート」では、駅空間のおいを評価するためにあらかじめ選定した31語の評価語に対し、それぞれあてはまり度を選択することにより、

その空間のおいの印象を視覚化することができます¹⁾。このように、官能評価では空間全体のおいそのものを評価することにより、におい対策の必要性の判断や、においの印象から発原因を推測します。例えば、トイレのおいなど、発生源が明らかなおいに対してどの程度感じられるかを調べる場合や、におい対策を行った後に効果を検証する場合などに利用されます。

しかし、一般的に車内で感じられるにおいでは、複数の発生源から発生したにおいが混合し、薄く広がっている場合が多く、官能評価では、どこからにおいが発生しているのかはつきりし

☞ 6段階臭気強度表示法

においの強さを「無臭」から「強烈なおい」までの6段階に区分し、主観的に評価します。

☞ 三点比較式臭袋法

においを入れた袋1個と無臭空気を入れた袋2個の計3個の袋の中から、においを入れた袋を選択することにより、においの有無を判定します。これを、においを希釈しながらにおいの有無を判定できなくなるまで繰り返し行い、その希釈倍率からにおいの強さ(臭気濃度)を算出します。

☞ 9段階快不快度表示法

においの快適度を「極端に快」から「極端に不快」までの9段階に区分し、主観的に評価します。

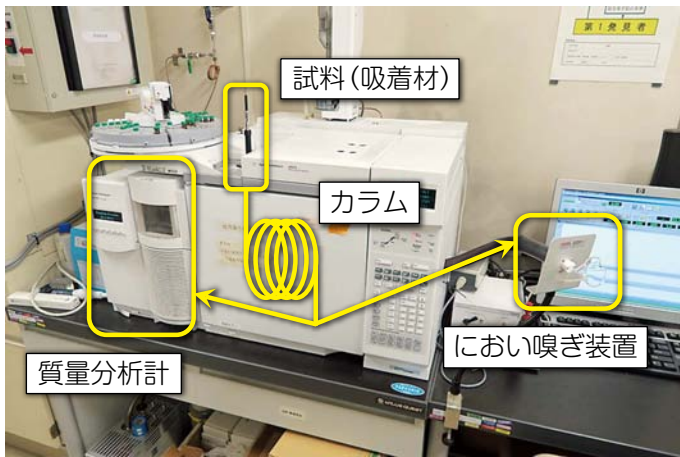


図1 GC/MS-O装置

ないため、においの発生原因を調べることは難しくなります。このような場合には「機器分析」が用いられます。においの根源は空気中のさまざまな化学物質が混合したものであるため、機器分析では、においを化学物質と捉え、GC/MS装置(☞参照)などの分析機器を用いて空間中に存在する揮発性物質を物質ごとに分離し、どのような物質がどの程度存在しているかを調べます。これにより、空間中に存在する物質の種類から発生源を推測することが可能になります。

ただし、機器分析では検出された各々の物質ににおいがあるかどうかを直接的に知ることはできません。そこで、GC/MS装置に、分離した物質の一部を外に取り出し、においの有無を人の鼻で嗅いで確認することができる装置を加えた「GC/MS-O装置(図1)」を用いることにより、検出された物質の中からにおいを持つ物質を絞り込むことができます。しかし、GC/MS-O装置の操作には熟練が必要であるほか、

においの感知に個人差があるという問題があります。

そのため、においの調査では、調査の目的やにおいの状況にあわせて最適な方法を選択もしくは組み合わせることが重要です。

車内のにおいを調べる必要性

車内の居住空間としての快適性の向上において、においは、デザインや温熱環境などとともに考慮しておかなければならない要素です。車内では、空調や内装材など車両の設備に由来するにおいをはじめ、コーヒーやお弁当などのにおい、香水のにおい、最近は少なくなりましたがタバコのにおいなど、さまざまなにおいを感じることがあります。また、これらのにおいには嗜好性があり、人によって快適に感じる場合と不快に感じる場合があります。そのため、公共性の高い鉄道では、どのようなにおいであるかに関わらず、においによる刺激をできるだけ少なくすることが求められます。しかし、にお

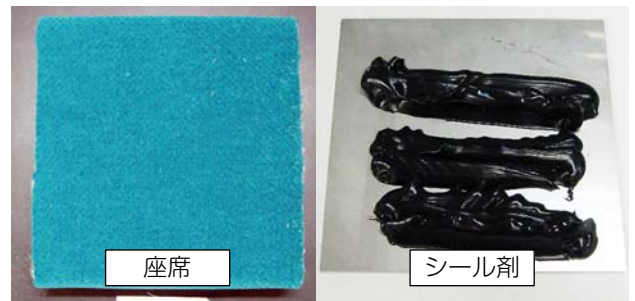


図2 試験片の例

いを減らすことは、芳香剤などを使って不快なにおいを感じにくくすることとは異なり、においの発生そのものを抑えなければなりません。そのためには、どこからどのようなにおいが発生しているかを明らかにし、においの全体像を把握することが必要です。

最近の研究成果

最近取り組んだ車内のにおいに関する研究事例として、新製時の車内で感じられる特有なにおいである「新車臭」を調べた結果について紹介します。

新車臭は、車両の製造過程で使用される内装材や接着剤などに由来するにおいであると考えられますが、その具体的な発生要因については明らかにされていませんでした。そこで、東急車輛製造株式会社(現株式会社総合車両製作所)との共同研究により、東京急行電鉄株式会社の協力を得て、車内の内装に使用されている内装材、シール材、接着剤、電線などから放出される揮発性物質と、製造中の車両の車内空間に存在する揮発性物質を調べ、新車臭の全体像を把握することを試みました。

(1) 個々の内装材などから放出される揮発性物質

車内で使用されている内装材などを試験片(図2)に加工し、各々の試験片から放出される揮発性物質を調べました。試験では、図3に示す試験装置のチャンパーに個々の試験片を入れ、活性炭を通した無臭空気チャンパー内の空気を置換した後、個々の試験片

☞ GC/MS装置(ガスクロマトグラフ/質量分析装置)

ガスクロマトグラフは、物質の種類によって分離管(カラム)を通過する速度が異なる性質を利用したもので、カラムに複数の揮発性物質が混合した試料を通過させることにより、成分ごとに分離することができます。その後、分離された各物質について質量分析を行い、カラムの通過に要した時間と質量分析の結果から、その物質が何であるかを推定します。

から放出される揮発性物質を吸着材 (SPME ファイバー)²⁾ で採取し、吸着材に吸着された揮発性物質をGC/MS装置で分析しました。その結果、表1に示すように、試験片ごとに特徴的な揮発性物質が放出されていることがわかりました。

(2) 製造中の車両の車内空間に存在する揮発性物質

車両の製造工程を、内装材などの使用状況から図4に示す5段階に区分し、各工程の施工後の車内に吸着材を設置し、車内空間に存在する揮発性物質を採取しました。その後、吸着材に吸着された揮発性物質をGC/MS装置で分析し、検出された物質ごとに、検出のシグナル強度が最も強かった工程を100として、各工程のシグナル強度との比で表した「検出の強さの相対比」で比較しました。

その結果、工程2において、シール剤や接着剤に含まれ、有機溶剤のような強い刺激臭のあるエチルベンゼンやキシレンが特徴的に検出されましたが、その次の工程以降では減少傾向を示しました。したがって、このような物質は施工を行った時点で一時的に放出されるものの、車両の完成時の新車臭に関与するものではないと思われました(図5)。

一方、工程3で検出されたベンジルアルコールや、工程4で検出されたアセトフェノンは、施工から車両の完成時まで放出が続いていることがわかり、このような物質が新車臭の要因であると推測されました(図6)。

(3) 新車臭の発生源の推定

次に、(2)で明らかになった物質の発生源について検討しました。

・ベンジルアルコール

ベンジルアルコールは、工程3以降で検出されていることと、表1から床詰め物が発生源であると推測されました。

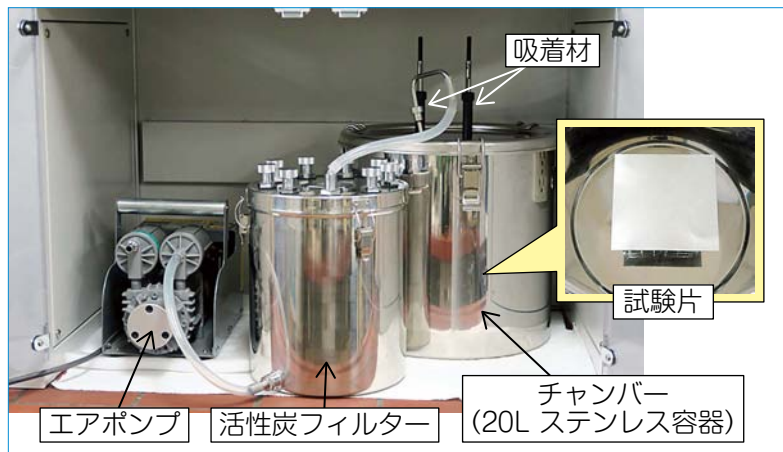


図3 試験装置

表1 内装材などから検出された特徴的な揮発性物質

| 種類 | 部位, 用途 | 特徴的な揮発性物質 |
|-------------|---------------|--|
| 部材 | 座席 (座面) | 2-エチル-1-ヘキサノール |
| | 床詰め物 | ベンジルアルコール |
| | 床敷物 | 2-エチル-1-ヘキサノール, ジエチレングリコールモノメチルエーテル, フェノール |
| | 断熱材 | 2-エチル-1-ヘキサノール |
| | 天井風道 | スチレン |
| | 内張り板 | (なし) |
| | ソデ仕切 | フェノール |
| | 窓キセ | (なし) |
| | 結露防止材 | ドデカン, トリデカン |
| カモイ | (なし) | |
| シール剤 接着剤 | 屋根・床の止水用シール | トリメチルベンゼン |
| | 天井・妻部止水用シール | シクロヘキサノン |
| | 結露防止材用シール | エチルベンゼン, キシレン |
| | 側引戸ガラス周囲用シール | ウンデカン, キシレン |
| | 妻部・戸袋用断熱防振シール | エチルベンゼン, キシレン |
| | 結露防止材用接着剤 | エチルベンゼン, キシレン |
| | 内張り板・天井用接着剤 | tert-ブチルフェノール |
| | 床敷物用接着剤 | 4-メチル-2,6-ジ-tert-ブチルフェノール |
| 天井・妻部用接着剤 | エチルベンゼン, キシレン | |
| 電線 | | アセトフェノン, 2-フェニル-2-プロパノール |

この物質には花蜜のような甘い香りがあり、化粧品や石けんなどの香料としても使用されるほか、緩やかに揮発する性質があることから、施工後も継続的に放出されていると考えられます。

・アセトフェノン

アセトフェノンは、工程4以降で検出されていることと、表1から電線が発生源であると推測されました。この物質には独特な爽快感のある香りがあり、

石けんやシャンプーなどの香料としても使用されています。また、この物質は、被覆材を製造する際の副産物であり、被覆材内に残留していることから、施工後も被覆材から徐々に放出されていると考えられます。

また、これらの物質のにおいは、実際に新車臭として感じられるに近いものでした。

(4) まとめ



工程1

構体組み立て



工程2

内部骨組塗装施工
アンダーシール施工
側面断熱材取り付け



工程3

床詰め物施工
床敷物取り付け
天井断熱材取り付け



工程4

ガラス取り付け
室内配管施工
天井配線取り付け



工程5

内張り板取り付け
設備品取り付け
(完成)

図4 車両の製造工程の区分

以上の結果から、新車臭の主な要因は、床詰め物と電線の被覆材から放出された揮発性物質であることが明らかになりました。これらについて、においを持つ揮発性物質の発生が少ないものを選択することにより、新車臭を低減

することが可能になると考えられます。

おわりに

車内においては、長期の営業使用の中で、刻々と変化していきます。その原因は劣化、汚れ、カビなどの生物に

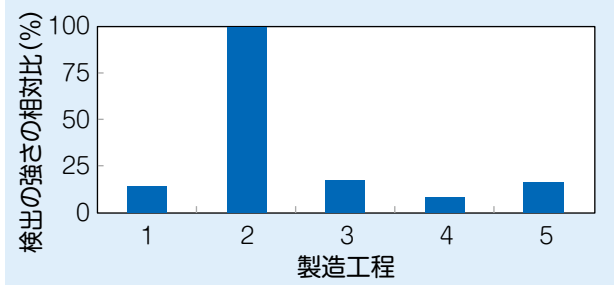


図5 エチルベンゼンの検出の強さの相対比

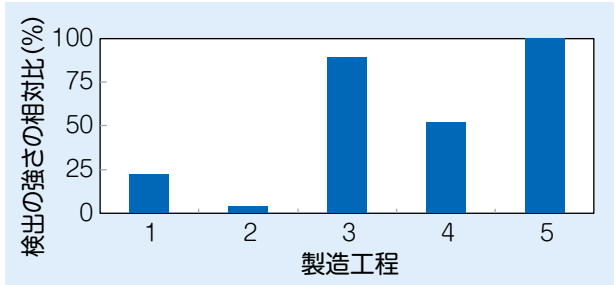


図6 ベンジルアルコールの検出の強さの相対比



図6 ベンジルアルコール、アセトフェノンの検出の強さの相対比

よる影響のほか、新製時からもともと存在した物質の一部が残留するなど、多岐にわたることが想定されます。今回紹介した新車臭は、車内においては言わば出発点にあたるものであり、今後は、これをベースとしてより複雑化するにおいの変化を明らかにし、車内の快適性の長期的な維持管理に役立てていきたいと考えています。[RRR]

文献

- 1) 京谷, 川崎, 潮木: 駅空間のにおいを調べる, RRR, Vol.68, No.10, pp.14-17, 2011
- 2) 京谷, 川崎, 潮木, 早川: 駅構内等のおいに関する揮発性物質分析手法, 鉄道総研報告, Vol.23, No.7, pp.29-32, 2009