

公衛研ニュース

大阪府立公衆衛生研究所

No 32

平成18年11月

も く じ

- 化学物質による乗用車室内空気の汚染 1
- アメーバに潜むレジオネラ属菌 3



化学物質による 乗用車室内空気の汚染

シックハウス症候群や化学物質過敏症が近年社会的な問題となっていますが、室内空気中の化学物質がその発症原因の一つとされています。厚生労働省では、生活衛生上問題となる各化学物質の室内濃度指針値の策定を順次進め、現在、ホルムアルデヒドとトルエンやキシレンなどの揮発性有機化合物 (VOC) の合計13物質の指針値が設定されています。また、これとは別に室内空気中 VOC の総濃度 (T-VOC 濃度) の目標値も設けられています。指針値は、一般住宅のほか、学校、事務所、図書館、車両など、化学物質を製造・使用する工場等の産業現場を除く大部分の室内に適用されます。

乗用車の室内は現代のクルマ社会において、生活環境の一部として位置づけられます。新車購入直後や気温の高い時期、車内の特異な臭いを経験された方は多いのではないのでしょうか。しかし、その臭いの化学成分や濃度に関することは、これまでほとんど知られていません。私たちは、1台の新車を対象として納車後の車内空気中化学物質濃度の経年的な推移を調べるとともに、多種類の乗用車を対象として車内空気汚染の実態を調査したので紹介します。

1. 新車納車後の化学物質濃度の推移

化学物質濃度の経年的推移の調査では、1999年7月に新車として納車された1台の国産車を対象としました。納車後通常の使用下において定期的に車内空気を測定し、約3年間の化学物質濃度の推移を調べました。測定は、車内に持ち込んで使用している物品をあらかじめ全て車外に出し、窓、ドア、ベンチレーターを閉め、エンジンを停止した状態で行いました。その結果、納車翌日の車内空気中より合計162種の化学物質が検出され、そのうちホルムアルデヒドおよび153種のVOCを継続的に定量しました。各VOC合計濃度 (T-VOC₁₅₃濃度) の推移を図1に示しました。納車翌日におけるT-VOC₁₅₃は約14,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、厚生労働省目標値の35倍の濃度でした。

▼室内濃度指針値

一生涯その値以下の濃度の化学物質に曝露されたとしても、通常有害な健康影響がないであろうと判断される濃度

▼T-VOC 濃度の目標値

毒性学的な知見に基づいたものではなく、室内空気質の状態の目安として利用される濃度

暫定値：400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

▼中央値

例えば、101台の測定値を濃度順に並べた際、中央にある51番目の値

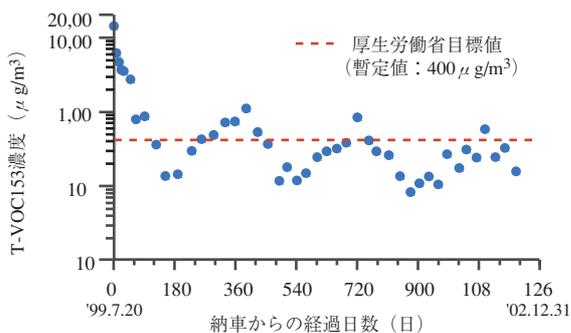


図1 車内空気中T-VOC₁₅₃濃度の推移

T-VOC₁₅₃濃度は納車後半年間で急速に減少しますが、冬季から夏季にかけて上昇し、1年後には納車翌日の濃度の約1/10になりました。2年日以降も冬季に低値、夏季に高値のパターンを繰り返し、納車3年後の夏季においてもT-VOC₁₅₃濃度は目標値を上回っていました。

この調査結果より、車内空気中には内装材から放散される多種類の化学物質が存在し、納車直後や車内温度の高い夏季では車内空気の汚染が著しいことが明らかとなりました。

2. 車内空気の汚染実態

2004年5～10月、夏季に新車として登録(2001年～2004年の6～9月)された後通常の使用環境にある全て異なる国産車種101台を対象として車内空気の汚染実態を調査しました。調査結果の一部を表1に示しました。車内空気中より合計275種の化学物質が検出され、そのうちホルムアルデヒドおよび241種のVOCを全対象車について定量しました。多種の脂肪族炭化水素類および芳香族炭化水素類のほか、ゴムやプラスチック製品が多用される車内に特徴的な物質も高濃度で検出されました。指針値の設定されている化学物質のうち定量した9物質の濃度の中央値は、いずれも指針値以下でした。

一方、定量されたVOCの合計濃度(T-VOC₂₄₁濃度)の中央値は約600 μg/m³(最高値:約4,000 μg/m³)であり、厚生労働省目標値の1.5倍でした。対象車の80%におけるT-VOC₂₄₁濃度が、この目標値を超えています。

測定結果を統計学的に解析したところ、車内空気汚染の差異には車格や内装材等の仕様の違いが大きく関

表1 101台の乗用車における車内空気中の化学物質濃度(μg/m³)

	中央値(最小～最大)	指針値*3
ホルムアルデヒド	19 (7.5～61)	100
テトラデカン	7.6 (1.2～47)	330
トルエン	33 (1.2～356)	260
エチルベンゼン	7.2 (2.2～59)	3,800
スチレン	2.6 (0.1～79)	220
キシレン	14 (4.6～89)	870
p-ジクロロベンゼン	4.8 (0.75～179)	240
フタル酸ジ-n-ブチル	0.27 (0.04～3.0)	220
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	0.12 (0.02～2.0)	120
T-VOC ₂₄₁ *1	601 (136～3968)	400*4
脂肪族炭化水素類(70)*2	258 (56～1977)	
芳香族炭化水素類(49)*2	112 (35～595)	
ハロゲン化物(8)*2	10 (3.1～195)	
テルペン類(12)*2	9.1 (1.3～502)	
エステル類(32)*2	16 (3.3～233)	
カルボニル化合物(10)*2	31 (12～383)	
その他(60)*2	123 (18～1239)	

*1 定量された全242物質のうちホルムアルデヒドを除く241種のVOC濃度の合計

*2 各化合物類()内数値は定量された物質数

*3 厚生労働省指針値

*4 暫定目標値

与し、皮革製シートが装備された車や新車価格の高い高級車において多くの化学物質の車内濃度が高値でした。また、日常の換気も長期的な車内空気質に影響をおよぼすことが示唆されました。

さらに、1台の新車において行った上記1.の調査結果をもとに、対象車のうち芳香剤使用や車内喫煙のない50台について、各車の納車1ヶ月後(車内温湿度を32℃・45%と仮定)における車内化学物質濃度を算出したところ、車内空気は厚生労働省T-VOC目標値の約5～6倍濃度の化学物質により汚染されていることが推定されました。

3. 低減化に向けた自動車産業界の取り組み

日本自動車工業会は、2005年2月、2007年度以降新車発売される乗用車について車内空気中化学物質濃度の低減化に取り組むことを発表しました。しかし、その主対象は指針値のある13物質であり、T-VOCへの対応は考慮されていません。

本調査結果より、現状の車内においては空気中の全化学物質の合計濃度にも着目しなければならないことが示唆されました。自動車、内装部品、素材等の各メーカーにおける揮発性有機化合物濃度の総量低減化への取り組みが期待されます。

生活環境部生活衛生課 吉田 俊明



アメーバに潜むレジオネラ属菌

2002年に宮崎県の大型入浴施設を感染源とするレジオネラ症が発生し、295名が感染(疑いを含む)うち7名が死亡するというわが国最大の集団感染事故が発生しました。レジオネラ症はレジオネラ属菌が原因で起こる感染症で、近年、入浴施設や大型クルーズ客船内の浴槽水を感染源とする集団感染などが発生し社会問題となっています。本誌では、レジオネラ属菌とその汚染の背景にあるアメーバについて紹介します。

1. レジオネラ属菌とは

レジオネラ属菌は $0.3 \sim 0.9 \times 2 \sim 20 \mu\text{m}$ の好気性グラム陰性桿菌(写真1)で、淡水や土壌中に広く生息しています。環境中では特に、循環式浴槽水、冷却塔水、加湿器、給湯水、噴水などの人工的な水環境から高率に検出されています。レジオネラ属菌は細菌検査用培地に含まれている脂肪酸により発育を阻害されるため、通常の培地では発育しません。この脂肪酸などの発育阻害物質を吸着除去するために活性炭末を添加したレジオネラ属菌用の培地を使用します。レジオネラ属菌は発育が非常に遅いため、環境水からの分離培養で独立集落を肉眼で確認するには5日以上培養が必要です。

2. レジオネラ症とその発生状況

レジオネラ症は、レジオネラ属菌に汚染されたエア

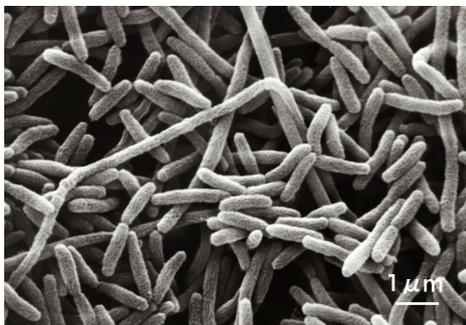


写真1 レジオネラニューモフィラの電顕像

2005年3月までに、レジオネラ属菌は50菌種が正式に命名されていますが、レジオネラ症の患者から分離される菌種の大部分はレジオネラニューモフィラ(*Legionella pneumophila*)です。

ロズル(水の微粒子)を吸い込むことにより発症します。レジオネラ症には、劇症型のレジオネラ肺炎と、自然治癒型の風邪症状に似たポンティアック熱の2つの病型があります。レジオネラ肺炎には特有の症状がないため、症状のみで他の肺炎と鑑別することは困難です。米国では成人市中肺炎のうち少なくとも10%はレジオネラ属菌が関与していると推計されています。レジオネラ症は健康な成人が発症することはまれで、高齢者や乳幼児、基礎疾患を有する人など免疫機能が低下している人に発症がみられます。ヒトからヒトへの感染はありません。レジオネラ症は「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律(感染症法)」の4類に分類され、診断したすべての医師に届け出が義務付けられています。レジオネラ症患者は、2002年から2004年の3年間で1年間に平均158例報告されていますが、2005年には280例、2006年はすでに303例(8/20現在)が報告され、患者報告数は年々増加傾向にあります。欧米では空調用冷却塔水からの感染報告が多く冷却塔稼働時期の夏に患者発生が多いのに対し、日本では浴槽水からの感染が多いのが特徴で季節性はみられません。また、特定の地域に患者が集中する傾向もみられません。

浴槽水を感染源とするレジオネラ症の集団感染事例が相次いで発生していることから、厚生労働省では2002年に入浴施設等におけるレジオネラ症防止対策の実施状況の緊急一斉点検を行いました。その調査結果では、16.7%の施設の浴槽水からレジオネラ属菌を検出しています。

3. レジオネラ属菌汚染の背景にあるアメーバ

入浴施設でさまざまなレジオネラ属菌対策が行われているにも関わらず、浴槽水中からレジオネラ属菌が検出されるのはなぜでしょうか? その理由として、レジオネラ属菌の宿主となるアメーバの存在が大きく関与しています。細胞内寄生性であるレジオネラ属菌は、環境水中でアメーバなどの原生動物に寄生して増殖します。アメーバ内で増殖したレジオネラ属菌は、

最終的にはアメーバを破壊し大量の菌を環境水中に放出して汚染を拡大させます(写真2)。また、放出されたレジオネラ属菌は新たな宿主に寄生して増殖するため、適切な衛生管理を行わなければ爆発的に増殖する恐れがあります。

レジオネラ属菌は浴槽水で通常使用する塩素濃度で死滅しますが、アメーバ内に寄生するレジオネラ属菌は外界から守られた状態にあるため、塩素などの薬剤は十分には効果を発揮することができません。さらに、宿主となるアメーバ自身は塩素などの消毒剤に強い耐性を持つため死滅しません。アメーバは浴槽環境中で、ぬめり(バイオフィーム)などに特に高率に存在しています。そのため、定期的な清掃、消毒によりバイオフィームを除去し、レジオネラ属菌汚染の背景にある宿主となるアメーバを浴槽水中に定着させないことがレジオネラ属菌対策を行う上でとても重要となっています。

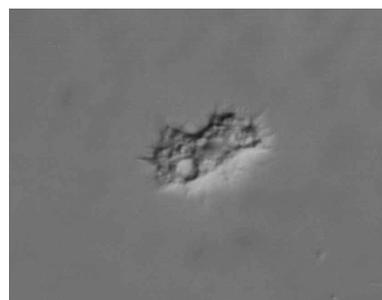
アメーバにはレジオネラ属菌だけでなく結核菌、病原性大腸菌O157、抗酸菌なども寄生して増殖することが報告されています。従って、アメーバを除去することは、浴槽環境を原因とする感染症の総合的な発生予防にも効果があるのです。

4. レジオネラ属菌の新しい検査法

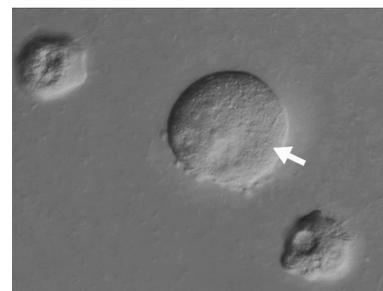
現在、レジオネラ属菌検査は培養法によって行われていますが、検査結果を得るまでに1週間~10日かかることから迅速な検査方法が求められています。当研究所では、遺伝子増幅を用いた迅速検査法であるLAMP法(Loop-mediated Isothermal Amplification)について浴槽水や冷却塔水を対象に検討を行っています。LAMP法は特異性が高く操作が簡便で半日で結果を得ることが可能です。ただし、一般的にLAMP法など遺伝子を標的とする検査では、培養法で検出できる生菌だけではなく死菌や遺伝子の断片が存在すると陽性となるため、培養法よりも陽性率が高くなります。

写真2

アカントアメーバ
(栄養体)
(*Acanthamoeba*)



レジオネラ属菌が寄生したアカントアメーバ



アメーバ内で増殖したレジオネラ属菌に埋め尽くされ膨らんでいます。やがてアメーバを破壊してレジオネラ属菌が大量に放出されます。

LAMP法は定性試験であるため菌数を算出することは出来ませんが、培養法と同等以上の感度が得られています。LAMP法の活用により、レジオネラ属菌検出時の衛生対策として消毒や清掃などを迅速に行うことが可能となります。また、集団感染発生時に感染源を早期に特定することは、レジオネラ症感染拡大防止にもつながります。

5. おわりに

大阪府では、公衆浴場及び旅館等の入浴施設の衛生水準確保向上のために、これら入浴施設の監視、指導を行い、レジオネラ症発生防止に努めています。

当研究所では、レジオネラ属菌やアメーバに関する研究や分布実態調査を行っています。また、衛生管理を目的とするレジオネラ属菌の依頼検査も行っています。

生活環境部環境水質課 枝川 亜希子

発行者 所長 織田 肇
編集 中野 仁、川津健太郎、木村明生
尾花裕孝、沢辺善之、松永一郎
事務局 井上 清、渋谷博昭(内線297)

大阪府立公衆衛生研究所
〒537-0025 大阪市東成区中道1-3-69
TEL 06-6972-1321 FAX 06-6972-2393
ホームページ <http://www.iph.pref.osaka.jp/>

♪ 本号及び既刊の公衛研ニュースは当所のホームページに掲載しています。♪