

コロナ対策に「換気」の再徹底を カギはエアロゾル感染予防 閉め切った乗用車内の CO2 濃度は基準の 4~6 倍

2022/12/16 大西淳子=医学ジャーナリスト日経ビジネス

この冬、日本では新型コロナウイルス感染症とインフルエンザの同時流行に対する懸念が高まっています。全国各地で新型コロナウイルス感染症患者の数が増え、病床使用率も上昇しています。

ほとんどの人がマスクを着用し、手洗い、消毒を続けているにもかかわらず、なぜ感染の波が幾度となくやってくるのか。カギとなるのは、ウイルスの変異や国民のコロナに対する免疫の獲得状況に加え、「換気」の重要性です。これからの季節に向けて、「客観的なデータに基づく換気」がますます重要となっています。



エアロゾル感染予防には換気の徹底が不可欠です。(写真=PIXTA)

エアロゾル感染はマスクでは完全には防げない

新型コロナウイルス感染症の主たる感染経路は当初、飛沫感染と接触感染とされていました。日本では、多くの人の手が触れる場所の消毒や、施設入り口などでの手指消毒が日々行われてきました。しかし、実は 2020 年のうちから、接触感染は起きたとしてもごくまれではないか、と考える専門家が数多く存在していました。

接触感染よりも注意を払わなければならないのは、飛沫より小さな、直径 5 μ m 以下の粒子に含まれているウイルスによるエアロゾル感染です。エアロゾル感染を予防するために最も重要なのが換気です。飛沫感染に比べ、エアロゾル感染ではマスクの予防効果が下がるからです。

たとえば、スーパーコンピュータ富岳を利用したシミュレーション結果の報告(*1)では、粒径ごとのマスク透過率についての検討で、「両者(不織布マスクと布マスク)ともエアロゾル粒子は全体の約 40~50%程度が漏れる(マスクを通り抜ける)」としています。

エアロゾルは、鼻からの呼気にも含まれています。閉鎖された室内空間に長時間いる人たちが全員マスクを着け、一言も会話をしなくても、感染者が混じっていれば、空間に新型コロナウイルスを含むエアロゾルが漂い、これを吸い込んで感染する可能性があります。その部屋から退出できないのであれば、確実な換気以外に感染予防策はないといっても過言ではないでしょう。

対策分科会も「CO2 濃度 1000ppm 以下」の換気を呼びかけ

2022 年 7 月 14 日付けの新型コロナウイルス感染症対策分科会からの提言では、オミクロン株に対する対策としての換気の方法が具体的に示されています（*2）。

同分科会が提言したのは、室内に生じる空気のだよみを、「2 方向の窓開け」、「換気扇を回し反対側の窓を開ける」、「パーティションは空気の流れを妨げない角度に設置する」などの適切な換気によって解消し、室内の二酸化炭素（CO2）濃度をおおむね 1000ppm 以下に維持することです（空気中の CO2 濃度は ppm で表します。ppm は、100 万分のいくつなのかを示す単位で、1ppm は 0.0001%、1000ppm は 0.1%に相当します）。

この提言が示す「CO2 濃度 1000ppm 以下」であれば、新型コロナウイルスのエアロゾル感染を完全に予防できるのかどうかは分かりません。しかし、CO2 濃度が 1000ppm を超えていた屋内でエアロゾル感染が発生したと推定される状況は、複数報告されています（*3）。

海外に目を向けると、新型コロナウイルス感染症対策として、より低い基準値を提示している国もあります。たとえば、欧州空調換気設備協会（REHVA）が 2020 年 8 月に発表したガイドライン「REHVA COVID-19 guidance document」は、「室内に CO2 モニターを設置し、CO2 濃度が 800ppm なら警告レベル、1000ppm になれば速やかに換気する」ことを推奨しています。

海外でエアロゾル感染予防の基準として 800ppm を提示している理由は、「室内の CO2 濃度が 800ppm を超えると、自分が吸う空気の 1%は誰かが吐き出した空気となる。CO2 濃度が 4400ppm を超えれば、自分が吸う空気の 10%は誰かが吐き出した空気となる」というデータがあるからです（*4）。

日本における、CO2 濃度が 1000ppm 以下という基準は、1970 年に公布されたビル管理法（建築物における衛生的環境の確保に関する法律）に基づいて定められた「建築物環境衛生管理基準」に記載されています。これは、「空気環境の調整、給水及び排水の管理、清掃、ねずみ、昆虫等の防除その他環境衛生上良好な状態を維持するのに必要な措置について定める」もので、高い水準の快適な環境の実現を目的とした基準である、とされています。

定期的な換気は業務効率や成績アップにも有効

新型コロナウイルスのエアロゾル感染を予防するためには、換気によって室内の空気のだよみを解消し、指標となる室内の CO2 濃度を可能な限り低く維持することが大切です。この CO2 濃度は、実は、室内で仕事や勉強をする人の認知機能にも影響することが示されています。

日本の学校環境衛生基準では、教室内の CO2 濃度は 1500ppm 以下が望ましいとされてきました。海外では、教室内の CO2 濃度が子供たちの学業に及ぼす影響を調べる研究が複数行われています。そうした研究の結果をまとめた論文が、建築物の漏気換気および空調技術に関する国際的な情報センターである AIVC（*5）により公開されていました。

AIVC が提示している論文（*6）は、小学校の教室の CO2 濃度と生徒の能力や学業の成

果、および欠席との関係を調べた、複数の研究の結果を系統的に分析しています。主に4年生から6年生を対象として、さまざまな方法を用いて行われた研究の結果を合わせて分析すると、認知的な能力などを調べる心理テストの結果は、889ppmから2000ppmの範囲では、CO₂濃度が低いほど良好であることが示されました。また、CO₂濃度が2000ppmから1000ppmに低下すれば、学校の課題をこなすスピードが12%アップし、エラーは3%減少し、学年末の進級試験に合格する生徒が12%増え、100人あたり6人の成績が向上すると予想されました。

ハーバード大学などの研究者たちが2016年に報告した、オフィスワーカーへのCO₂濃度の影響を調べた研究(*7)でも、CO₂濃度が高くなると意思決定能力が低下することが分かっています。この研究では、室内のCO₂濃度が、オフィスに対する推奨レベルに近い945ppm、もしくは、高めではあるが決してまれではない(日本の学校の教室なら推奨範囲に該当する)1400ppmに設定し、管理職レベルの立場にある人の高次の意思決定の能力をコンピュータソフトウェアを用いて比較しました。その結果、CO₂が高く設定された部屋の参加者たちは、「複合思考力」、「情報を駆使する能力」、「目の前の状況に注意を払う能力」、「緊急事態下で戦略を練る能力」などが低下していました。

このほか、CO₂濃度が高くなると眠気を催すことを示す研究も複数あります。たとえば、日本で若い成人女性を対象に行われた研究は、2000ppm以上のCO₂が眠気を引き起こすことを示しています(*8)。

以上のようなデータは、新型コロナウイルス感染症対策としての換気は、生産性や業績、成績を向上させる可能性もあることを示唆しています。

内気循環で走行した車内のCO₂濃度はかなりの高水準に

さて、日常生活でよく足を踏み入れる空間のCO₂濃度はどのようになっているでしょうか。交通機関については、一部の事業者は、実験を行って適切な換気レベルを維持する方法について検討しています(*9)。学校教室についてもCO₂濃度を指標とする換気方法が提案されています(*10)。

一方、CO₂濃度が非常に上昇しやすい場所の典型となるのが乗用車の車内です。JAF(日本自動車連盟)が行ったテストの結果によると、窓を閉めて4人が乗車し、高速道路を内気循環で走行した車内のCO₂の濃度は、1時間後には4520ppmになっており、市街地を1時間走行すると6770ppmまで上昇していました(*11)。

CO₂濃度を目安に換気をする、CO₂濃度の高い場所を避けるといった行動をとれば、エアロゾル感染のリスクは下がります。東京都千代田区は、スマートフォン連動型のCO₂センサーを一般家庭向けに貸し出しています。区民から寄せられた測定結果では、「窓が閉まっている満員電車内」が約2000ppm、「アクリル板が設置された飲食店」で約1400ppmなどの例が公表されています。CO₂センサーは個人でも購入が可能です。粗悪品も出回っており、購入の際は注意が必要です。電気通信大学は、市販のCO₂センサーの精度検証を行って粗悪な製品の見分け方を公表しており、参考になります(*12)。

最近の変異株のほうがエアロゾル中のウイルス量が多い

新型コロナウイルスは常に変異を繰り返していますが、最近登場した変異株のほうがエアロゾルに含まれるウイルス量が多いことが米国の研究(*13)で示されています。

新型コロナウイルスに感染した93人について、呼気中の直径5 μ m以下のエアロゾルに含

まれるウイルスの量を測定したこの研究では、アルファ株感染者（4人）、デルタ株感染者（3人）、オミクロン株感染者（29人）の呼気のエアロゾルには、その他の株の感染者の呼気よりも多くのウイルス RNA が含まれていました。さらに、ワクチン接種後にデルタ株やオミクロン株に感染した患者のエアロゾルにも多くのウイルスが含まれていることが明らかになりました。この結果は、ワクチン接種率が十分高くなったとしても、エアロゾル感染を防ぐために換気が非常に重要であることを示しています。

寒さが一段と強まり、受験シーズン目前となったこの時期、室内や乗用車内でも暖かく着こんで積極的に換気をする必要があります。そうすることで、受験生本人と家族、そして年末年始に集う親族や友人の新型コロナウイルス感染のリスクは下がり、より安全に過ごすことができるでしょう。