

2. 各論 1)

建築分野における新型コロナ 対応の最新動向

田辺 新一 早稲田大学 創造理工学部建築学科 教授



※講演時の資料は、http://www.ibec.or.jp/GBF/doc/symp_12th_24.pdfにてご覧頂けます。

新型コロナウイルスは、「SARS-CoV-2」が学術的な名前である。よく「COVID-19」と言われているのは、このウイルスによる感染症のことを指している。ウイルスの大きさは $0.12\mu\text{m}$ 位で、呼吸器系の粘液中に含まれているが、この中にどれだけ含まれているかは正確に分かっていない。ちなみにインフルエンザの場合1回の咳で約 $10^4\sim 10^5$ 乗のウイルスが出るといわれている。

日本政府は3月9日「3密」を発表した。非常に重要なのは、換気が悪いということが明記されたことである。我々建築環境工学分野の研究者たちがどういふ換気をすれば感染リスクを低減できるかを考えるようになった。これは、「西浦・押谷論文」という2月28日 medRxiv に掲載された論文が根拠になっている。クラスターを分析したところ、多くの二次感染者を生み出す事例において、密封され、換気が不十分な環境で二次感染者が特徴的に多いということが把握され3密が発出された。これは世界でも非常に早い知見の公表であった。

感染経路には、主に飛沫感染、空気感染、接触感染の3つのルートがある。飛沫感染に関しては、咳や会話で出た大きな飛沫が重力沈降するので2m程度離れば大丈夫であり、これがソーシャルディスタンスの理由である。飛沫が重力沈降した表面に触れたとき、手に付着しただけでは感染しないが、その手で口、鼻、目の粘膜に触ると感染する。これが接触感染で、手指衛生は非常に重要である。問題なのは、小さな飛沫や飛沫が蒸発して飛沫核となり、空気により運ばれ空気感染をするかどうかである。結核や麻疹は遠く離れた人にも空気感染する。飛沫・接触感染には換気は必ずしも有効ではない。3密で換気が影響するという事は空気感染（エアロゾル感

染）の一種が起こっているということである。換気を励行するよう発表されたが、どれくらいの換気が必要なのかのエビデンスはまだない。3月30日厚生労働省は一人当たり $30\text{ m}^3/\text{h}$ の換気が行われていれば、必ずしも悪い換気とはいえないとしている。WHOのこれまでの公式見解は、気管挿管する場合など特殊な場合以外はエアロゾルを介した感染は起きないといっていた。そのため、換気への注意喚起を行っていなかった。そこで、3月末から室内環境や機械系の世界中の研究者や医師が集まり、5月27日学術雑誌へ論文を掲載した。私自身もそのグループの一員である。また、7月6日同じグループが専門家239名のサインを添えて公開書簡を雑誌「Clinical Infectious Diseases」に掲載した。その結果、7月9日WHOは密集した空間で換気が悪い場合には、空気感染、エアロゾル感染の可能性のあることを初めて示唆した。

B（下気道深部）L（咽頭）O（口腔を含む上気道）から、会話と咳により飛沫と飛沫核がどのように飛ぶかについて綿密に測定した結果が公表されている。粒径が $5\sim 20\mu\text{m}$ の飛沫は1.5m落下するのに数分から数時間かかる。その間に蒸発もするとさらに小さくなり浮遊し続けることになる。このエアロゾルに換気は非常に効果があるとSARS感染流行の頃からいわれてきた。また、10年ほど順天堂大学・堀先生と共同で感染症対策の研究を行ってきた。その中の一例に咳マシンとサーマルマネキンを使用して飛沫の挙動を調べたものがある。大きな飛沫は1~2m離れるとほとんど直接届かない。また、相対湿度が高いほうが多く付着するが、30%では50%と比較すると少ない。これは、飛沫が蒸発して小さくなり空間中に漂うことを示している。

マスクは、5 μ mを超える飛沫の抑制には非常に大きな効果があるが、5 μ m以下はマスクのフィルターは限定的である。4月3日東洋経済紙に掲載された村上先生の記事によれば、マスクのフィルター効果は限定的だが、自身が吐き出す息（空気）に含まれる大きな飛沫の拡散防止には非常に効果があると御自身の解析から説明している。また、マスクを着用することで口、鼻、目の粘膜に触る回数を減らす事にも効果があると考えられている。感染者がマスクをすることは大切である。

空気感染の事例としてよく挙げられるものに広州中華料理レストランがある。この店内は広く、換気設備も複数台設置されていたが、実際はほとんど運転されていなかったことがわかっている。感染者から2mを超えた客が感染をしている。これはエアロゾルが拡散したことを示している。従業員は感染していないこと、このエリア以外のテーブルでは感染者がいなかったことから、非常に長距離の空気感染の可能性は少ないと考えられている。このときの室内換気量は厚生労働省が述べている一人当たり30 m^3/h に対して3 m^3/h しかなかった。いわゆる3密の状態での感染だと考えられる。

また、韓国コールセンターの集団感染事例では、コールセンターフロアで広く感染している一方、他のオフィスフロアでは感染者が非常に少なかった。この事例でも換気が疑われている。

さらに、便と尿からもウイルスが出ることが分かってきたと、権威ある医学雑誌に掲載された。中国グループの研究によると、患者の53%が便でRNAの陽性を示していた。また、ドイツの研究グループから、尿と便の両方のサンプルからウイルスが検出されたことを報告している。客船ダイヤモンドプリンセス号でも、トイレ、浴室の床からウイルスが発見されていることから、災害避難所など密集して利用される場所では、トイレなどの表面の衛生や飛沫、飛沫核の防止が非常に重要であると言える。

唾液にもウイルスが含まれていることが発表されており、唾液によるPCR検査も行われていることはご承知の通りである。マスクを外して飛沫や飛沫核が飛ぶ食事や会話、カラオケなどはかなり危険性が高いので避けるべきと言われている所以である。

飛沫、飛沫核による感染対策のうち、小さくなって漂う「エアロゾル」に対しては、一部の空気清浄

器が非常に効果的である。ヨーロッパの研究者は空調時の空気循環を推奨していないが、実は、中性能のフィルターでかなりの程度ウイルスが捕集出来ることが分かっている。米国では、この中にUVを入れて空気浄化することまで行われている。前述したように日本では3月30日厚労省が換気に関する見解を出しており、換気の悪い密封空間を改善するため、具体的に一人当たり30 m^3/h （建築物衛生法を満たす程度）確保されていれば換気の悪い空間には当たらないと述べている。しかし、感染を防ぐための必要換気量は分かっていない。換気に関して「30 m^3/h の誤解」というのがあるが、正しくは「定格時の風量」を守って頂くのが重要である。

フィルターに関しては、HEPAフィルターが除去率99.97%と高い性能を有しており、主に病院等で使用されている。また、日本の中央式空調のフィルターには中性能のフィルターが採用されていることが多い。これは除去率85%程度の性能だが、何度も繰り返し換気を循環すれば空気浄化は可能である。

日本ではまだまだあまり使用例がないが、UVGI（紫外線による殺菌）をダクトの中に入れて除菌する方法も今後注目されてくると思われる。

感染上、飛沫と接触が最も重要な避けるべきことである。どのように接触感染がおこるかということで、どれだけ顔を触るかの実験を行っている。一方で、NIHの論文によれば、表面に付いたものは結構活性が持続し、段ボールで1日程度、銅で4時間、プラスチックで3日間という結果が公表されている。また、模擬電車空間における乗車状態での感染状況を実験したところ、顔面を接触する回数を調べたところ、1時間に10～40回であった。

感染に関して、まだまだ分からないことが多くあるが、以上に述べた3つの感染ルート「飛沫」「接触」「エアロゾル」感染は無視できないが、さらにクラスター発生時の詳細な環境データも不十分なので、是非日本でも科学的な見地から多くのデータが公開されることを望むところである。

建築学会にCOVIT-19の活動サイトがあり、これまでの色々な知見等が掲載されているので、空気調和・衛生工学会または建築学会のリンクを参考にされたい。

(当日の講演から収録)