

## 4. インフルエンザの予防とマスクの感染予防効果

小林 寅喆

### インフルエンザと感染予防

インフルエンザはインフルエンザウイルスによる感染症で、そのウイルスは A, B, C, D の 4 種類に分類され、主に冬に流行し A 型はパンデミックを引き起こすが、B 型では世界的流行は発生しにくいといわれる。A 型ウイルスはエンベロープ表面に赤血球凝集素ヘマグルチニン Hemagglutinin (HA) とノイラミナーゼ Neuraminidase (NA) の二種類の突起物があり、これらの抗原性の違いによって亜型分類される。HA 抗原には主に 16 種 (H1～H16)、NA 抗原には 9 種 (N1～N9) に分類され、ウイルスの抗原型は H と N の組合せで決まり (N3H2 など)、ヒトや哺乳類に感染するウイルス型は限られている。HA 抗原や NA 抗原が異なる亜型に変化しウイルスの変異が起こると、それまでヒトに感染したウイルスと異なる新しい株が出現し、ヒトにはこれに対する免疫がないので、世界的大流行 (パンデミック) を引き起こすことになる。過去にも何度かの大流行が起き、1918 年～1920 年に起こったスペイン型インフルエンザ (スペインかぜ) では、世界で約 4000 万人が死亡し、日本でも約 39 万人が死亡したと言われている。新しい例では、2009 年にも H1N1 による大流行が起こり、罹患者数は推定で 1 億人以上、死亡者数は 17,700 人以上と報告されている。B 型インフルエンザウイルスは構造的には A 型と同じであるが、変異はほとんど起こらず、ヒトが主な宿主で世界的大流行をおこすことはないと言われている。

インフルエンザの感染経路はインフルエンザに罹患したヒトから排出された飛沫を吸い込むことによる飛沫感染や、ウイルスが付着した部位からの接触感染によってヒトへ感染する。インフルエンザウイルスは体外においても比較的安定で、条件によっては 6～8 時間生存することが報告されている<sup>1)</sup>。従って、インフルエンザの予防策は感染経路の遮断である飛沫感染対策および接触感

染対策である。飛沫感染対策に用いられるマスクは本来、ウイルスを排出する可能性がある感染者が着用するものである。つまり会話や咳、くしゃみなどから発生する飛沫を外に出さないよう、マスクなどで被り限りなく飛散させないようにすることが目的である。また、口からの飛沫が手指に付くのを防ぐことから接触感染による拡大も防止につながる。

他方、インフルエンザの感染予防としてワクチン接種による予防効果が認められている。数ある感染症の中でもワクチンが利用できる疾患である。毎年流行する株が異なることがあるため、ワクチン株の選定については国際レベルで慎重に検討されている。原則として世界保健機関 (WHO) が推奨する株の中から、期待される有効性ならびにワクチンの供給可能性を踏まえたうえで有益性が最大となる 4 種類の製造株の選定が行われている。近年の流行状況を鑑みて、A 型より 2 株 (H1N1, H3N2) および B 型より 2 株 (ビクトリア系統, 山形系統) の計 4 株が選定されている。近年ワクチンの有効性について多くの議論がなされているが、その有効率は一般的な「何人に接種したら、そのうち何人に効いたか」との概念ではないので注意が必要である。「接種しなかった者と比較して、接種した者の発病率が相対的にどれだけ減少したか」で求められる。この差が大きいほど有効率は高くなる。言い換えれば「非接種群」が免疫をほとんど有してなく発病率が高ければワクチンの有効性は検証しやすくなり、一方、インフルエンザのように接種していない者でも一定の免疫がある場合は、有効性は評価しにくくなる。余談ではあるが、今回の特集でもある、現在世界的に流行が見られている新型コロナウイルス感染症でワクチンが開発され評価するにあたり、若年層では感染しても症状が軽いか、または無症候であると言われることから、その有効性を検証することは非常に難しいことが推測される。

## マスクとマスクの感染予防効果

### マスクの性質と使用目的

マスクとは各種繊維の織編物または不織布を素材として、口や鼻を覆う形状の生地本体である。マスクの目的は主に花粉、ほこりなどの粒子が口や鼻を通して侵入しないようにすること、咳やくしゃみ、会話などによって感染性微生物を含む飛沫の拡散を抑制することである。一般的には薬事法に該当しない衛生用製品である。前者のマスクは花粉やほこり対策または防寒、保湿対策などで日常的に用いられるいわゆるガーゼマスクとよばれるものである。このタイプは素材や形状も多様でフィルター性能と通気性のバランスに優れることから長時間にわたり使用することができる。しかし、主な素材がガーゼであることから網目は粗く病原体の通過を防止することはできない。また、水分をはじくこともできないことから湿った場合、その水分は浸透してしまう。従って、病原体による感染予防対策としては基本的には不適である。

一方、主に医療現場で用いられてきたサージカルマスクの基本構造は、外側の表面不織布、内側の口や鼻に触れる不織布と中間に挟んだフィルター機能を有する不織布の三層でできているのが一般的である。不織布は複数の原料を組み合わせて、厚みや隙間を自由に調整可能であり、素材の価格も比較的安く基本的には使い切りで使用することが前提となっている。文字通り織っていない布で、化学的作用により繊維や糸を織らずに接着、絡み合わせた薄いシート状の布である。このことから目は細かく粒子捕集性と通気性にも優れ、紙おむつや生理用品などに広く利用されている。

### マスクの感染予防効果

ガーゼマスクはその使用目的から感染予防効果はないことがわかるが、医療現場で用いられるサージカルマスクも不織布の性質上、直径 $5\mu\text{m}$ 以下の粒子は通過してしまうことから病原体の大きさ（細菌：約 $1\mu\text{m}$ 、ウイルス：約 $0.1\mu\text{m}$ ）を考えるとそれらの侵入を防ぐことは物理的に不可能である。ただし、飛沫感染を起こす病原体（マイコプラズマ、インフルエンザウイルス、新型コロナウイルスなど）は飛沫を介して感染することから、飛沫（ $5\mu\text{m}$ より大きい、図1）を防ぐことは可能である。つまり飛沫を直接浴びるような状況では、感染経路の遮断に有用である。また、耐水加工の施されたサージカルマスクは着用者が血液・体液由来の病原体に暴露されるリスクを軽減する目的も兼ね備えている。ただし、本来マスクの役割は先にも述べた通り、感染症状がある患者や無症候者において病原体を含む飛沫を排出することを防ぎ、外に拡散させないことが目的であることを理

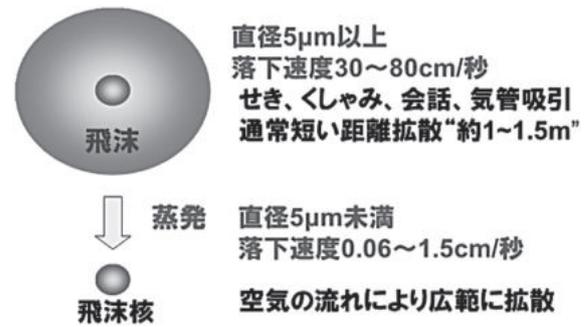


図1. 飛沫感染（飛沫）と空気感染（飛沫核）



図2. N95マスク着用時のシールチェック  
(文献2より引用)

解しておく必要がある。一方、空気（飛沫核）感染を引き起こす病原体に対する感染予防対策として特殊な医療用（N95）マスクを用いる。

### 空気感染対策と N95マスク

飛沫の水分が蒸発して飛沫核（ $5\mu\text{m}$ 以下、図1）となったものが感染を引き起こす病原体に水痘ウイルス、麻疹ウイルス、結核菌などがあげられる。これらは空気感染を引き起こすことから医療現場では医療従事者の感染予防策としてN95マスクを用いる。N95マスクとは $0.3\mu\text{m}$ の微粒子を95%以上遮断し、かつ着用している部分からの空気の漏れ率を10%以内に抑える機能を有するマスクのことである。ただし、N95マスクの使用に際しては正しく装着しないとその効果はほとんどないことから、適正装着に関していくつかのトレーニング（チェック）が必要となる<sup>2)</sup>。

### N95マスク装着時のシールチェックとフィットテスト

N95マスクの装着時には、まず、マスクと顔の密着性を確認するためにシール（フィット）チェック（図2）<sup>2)</sup>を行う。マスクを押さえながら息を吸ったり吐いたりしながら空気漏れを確認する。脇や鼻周辺から息が漏れやすいため、その場合はゴムバンドや鼻あてを再調整して確認を行う必要がある。フィットテストは定性的に確認する方法と定量的方法の2種類がある。定性的フィット



図3. N95マスク着用時の定性的フィットテスト  
(文献2より引用)



図4. N95マスク着用時の定量的フィットテスト  
(文献2より引用)

テスト (図3)<sup>2)</sup> はN95マスクを装着しシールチェックを行った後、フードをかぶりその内部でサッカリン (甘味) などを専用の噴射機でエアロゾルとして噴射し、臭い (甘味) を感じれば、漏れが生じていて正しく装着されていないと判定される。簡便で安価であるが、客観性に欠ける場合もある。定量的方法は専用の機器をマスク内部に通し、室内の粉じん量とマスク内部の粉じん量の割合を測定し漏れ率を定量的に評価する方法 (図4)<sup>2)</sup>

である。客観的な数値として評価できるものが高価な専用の装置が必要で準備が煩雑である。

最後に感染症予防のためのマスクは空気感染予防に用いられる N95マスクなどの特殊なものを除いて、不織布のサージカルマスクは医療現場で患者からの飛沫や感染性物質の暴露から身を守るため以外は、病原体を排出する可能性のあるヒトが外へ拡散しないように使用するものである。しかし、新型コロナウイルス感染症のパンデミックによって、室内におけるエアロゾルによる感染など様々な感染経路が想定され、マスク着用が感染対策に有用との報告<sup>3)</sup>もあり、当該感染症の感染防止対策の一つとして認識された<sup>4)</sup>。しかしながらウイルスの詳細が明らかになっていないために、その感染経路には不明な点が多く、混乱とともに過剰な対策が取られているのも現状と考える。今後、多くの研究によってその実態が明らかになることを期待する。

## 文 献

- 1) Harper, G. J. (1961) Airborne micro-organisms : survival tests with four viruses. *J. Hyg., Camb*, 59, 479-486.
- 2) 満田年宏 (監修). (2012) 医療従事者のための N95マスク適正使用ガイド.
- 3) Chu, Derek K., et al. (2020) Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19 : a systematic review and meta-analysis. *Lancet*, [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31142-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31142-9), cited 24 June, 2020.
- 4) World Health Organization (WHO) "Coronavirus disease (COVID-19) pandemic" : (<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>), cited 24 June, 2020.