

結核菌感染とN-95マスク —バイオハザード実験室での考え方—

結核研究所 抗酸菌レファレンス部

主任研究員 土井 教生

感染には経口感染、飛沫感染、空気感染等がありますが、結核菌は「空気感染」により感染します；結核のような空気感染による感染症の予防や対策は非常に困難です。飛沫に含まれていた水分を失い飛沫核の状態になった結核菌はとても軽く、落下速度がたいへん遅く、長時間空中を漂うこととなります。飛沫核を含んだ空気はヒトの呼吸に伴って気管内に運ばれ、肺内に侵入して結核の感染が成立し、発病に至る可能性があります。直接接触しても、ふつうは感染するわけではないので、手洗いやうがいをして結核の感染予防にはなりません。仮に誤って手指で結核菌を含むものに接触しても、消毒薬で洗い流してしまえば別段問題はありません。最も避けなくてはならない危険なことは、空気とともに結核菌（飛沫核）を鼻腔や口腔から吸い込むことです。つまり、結核菌の感染から個人の身を守る感染防護の装備のなかで、とりわけN-95マスクの果たす役割が重要ということになります。

N-95マスクに求められる実用上の要件は以下に要約した3点です。

- (1) N-95規格に合格した高品質な製品であること。
- (2) マスクと顔の間に隙間ができず、自然に顔にフィットすること。同時に、
- (3) 息苦しさや装着によるストレスが少ないこと。

〈バイオハザードP3実験室〉

私の研究室（新抗結核薬・化学療法プロジェクト）は、新しい抗酸菌治療薬の開発・次世代の結核化学療法に関するテーマを中心に研究を行っています。バイオハザード*実験室では、抗結核薬剤に対して耐性を獲得していて特に危険性の高い（超）多剤耐性結核菌、各種の非結核性抗酸菌をはじめ、病原性の強い結核菌株を試験管内で取り扱っています。同時に、結核菌を感染させた実験動物を、新薬の治療効果を研究する目的で多数飼育しており、結核研究所の中では最も感染危険度の高い実験室と言えます。

こうした研究目的に沿って、結核研究所の実験室では病原細菌を物理的に封じ込めることのできる機能と構造が完備された設備になっています。結核菌の場合、厳密な物理的封じ込めが必要なバイオハザードP3レベルが要求されます。感染動物もバイオハザード実験室内でP3レベル専用の感染動物飼育エリアが設けられ、そこで飼育されています。バイオハザードP3レベルの実験室は、病原菌で汚染された可能性がある実験室内の空気が外部に拡散しないよう、各実験室を段階的・系統的な陰圧条件下で保持する空調システムで厳密に管理されており、病原細菌および感染動物を扱う危険を伴う実験作業は安全キャビネットの中でのみ行うのが原則です。実験室内の空気は常時HEPAフィルターで濾過して排気され、外気に

放出されます。バイオハザードP3実験室は、予め登録を済ませ、特別なセキュリティーカードを発行された職員のみ入退室が可能な管理システムを採用しています。

このようなバイオハザードP3レベルの実験室内では、研究者自身が（空気）感染から身を守らなくてはならず、そのため質の高い感染防止のための装備がたいへん重要な日常の作業上の要件となります。防護服は原則として静電気防止タイプの「無塵衣」と呼ばれる特別な化学繊維で縫製された露出部分の無い「つなぎ」の防護服が基本となります。両足は履物の上から膝までであるブーツカバーを履き、両手は作業内容に合わせ、適した厚さとサイズのラテックスフリーの手術用手袋をはめ、鼻・口には高性能N-95マスクを装着します。

私達の研究業務の特性上、バイオハザードP3実験室内の作業はかなり長時間におよぶことが多いため、上記(3)は必須の要件です。

〈N-95マスク〉

私達は仕事柄いろいろなN-95マスクを試着してきましたが、現在は以下のものが業務上必要とする厳格な要件を良く満たしていると考えます。そのN-95マスクは「カップ型の形状」で、内側に顔にフィットさせる「立体形状の縁（メーカーでは“3次元立体接顔クッション”と呼んでいる）」さらに「締め紐の長さが調整できる構造」を備えています。マスク内側の縁の部分がマスクと鼻・口の周囲を自然に、しかもしっかりと密着させてくれます。この縁のお陰でフィルター部分に直接鼻や口が当たらず、かつ締め紐の長さをより最適な長さに調整できることで、息苦しさや圧迫感、装着によるストレスが大幅に軽減されています。マスク・フィッティング・テスターと呼ばれる測定器で漏れ率を測定すると、このN-95マスクは1%以下を記録し、十分な安全性を確認できました。

結核の特性から、結核菌の感染者全員が発病するわけではありませんが、結核患者を入院させる病院などでは、実験室のように空気を完全にコントロールできないので、医師、看護師、ケースワーカーの方達には高品質のN-95マスクの着用が原則です。手軽に使用されることが多かったサージカルマスクは、ほとんどの飛沫核がマスクと顔との隙間から空気とともに漏れ込んでくるため、実質的な感染防護の役割を果たすことができません。医療スタッフ一人一人が自分に適したN-95マスクを選んで、正しく装着し、結核菌の空気感染の危険から自分の身を守る日常の防護措置がたいへん重要となります。

*バイオハザード：病原体等を扱う実験施設での感染災害を指し、その防止対策のために危険度に応じた4段階の実験室基準がある。P3はP4に次いで危険な病原体の感染災害と取扱いに対応する設備の基準で、結核菌、炭疽菌、HIV、鳥インフルエンザウイルス等が対象となる。