

フィットが良いDS2マスク「ハイラック350」を応用した ハイラックNeo、ハイラックKIDS

中国北京市などでは、10月中旬に大気汚染の悪化を示す大気汚染指数 (AQI) が健康に影響をおよぼすレベルになったことが報道されました。昨年12月には、北京市でPM2.5への厳重な注意を求める赤色警告が出され、「大気汚染の深刻化によってがんによる死亡者が増加している傾向がある」ことが報道されました。これらの汚染が日本にも飛来し、健康に影響があるのではという指摘もあります。

1. PM2.5 (微小粒子状物質) について

PM2.5 (微小粒子状物質) の健康影響

人が呼吸をすると、空気とともに空気中に浮遊している微粒子も自然に吸入してしまいます。一般に、粒子径が $10\mu\text{m}$ より大きい微粒子は、吸入されてもその多くが「鼻腔」で除去され、粒子径が $5\mu\text{m}$ 付近の微粒子は「気管支」まで到達するものの、気管支の繊毛運動によって痰 (たん) とともに排出されます。

さらに粒子径が小さいPM2.5 ($2.5\mu\text{m}$ 以下) の領域の

微小粒子は、「肺胞」のガス交換部に沈着するといわれる吸入性粉じん (レスピラブル粒子) の領域の粒子径でもあります (図1)。人の健康への影響としては、ぜんそくや気管支炎などの呼吸器系疾患につながるほか、循環器系疾患などのリスクが高まると指摘されています。世界保健機関 (WHO) の専門組織である国際がん研究機関 (IARC) は、PM2.5による発がんリスクを、5段階の危険度の中で最高レベルに分類しています。

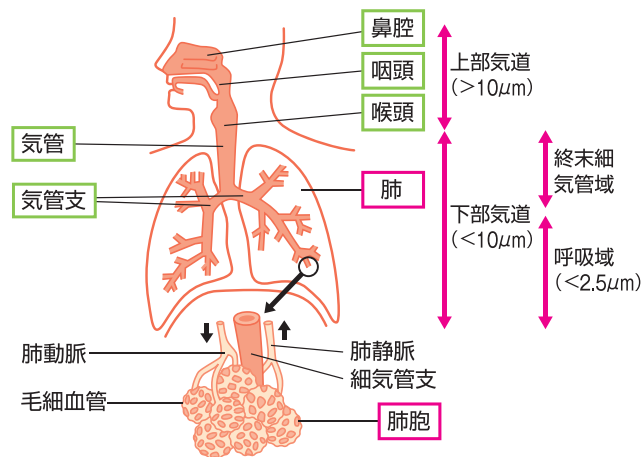
国内における健康影響

PM2.5の健康影響については、国内でも調査が行われています。

山梨大学大学院の大西一成先生*1によれば、日本に飛来してくる黄砂を経路ごとに分析すると、中国北京市の地域から飛来してくる黄砂は、中国大陸を経由せずに朝鮮半島から飛来してくるときよりも、フッ素、鉛、ニッケル、カドミウムなどが多く含まれていると指摘しています。さらに、PM2.5の濃度が上昇するときは、アレルギー症状を訴える人も増えると報告*2しています。

■ 図1 人の呼吸器と粒子の沈着領域の概念図

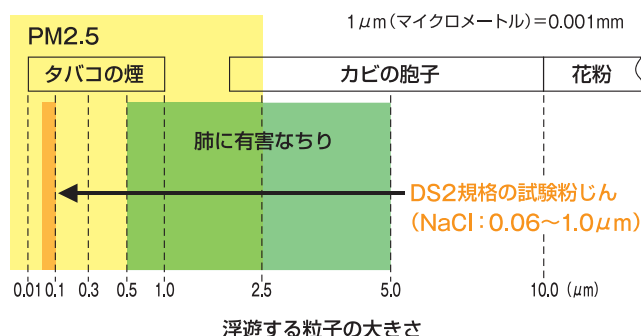
微小粒子状物質 (PM2.5) に関する情報 (環境省ホームページ) より



PM2.5は上部・下部の気道で沈着されずに呼吸域まで達するため多くの健康障害リスクが懸念される

PM2.5 (微小粒子状物質) とは

大気中には、さまざまな過程を経て生成された微粒子が浮遊しています。例えば、ボイラーや焼却炉、自動車、家庭用の暖房設備などからは「ばい煙」が排出され、コークス炉や鉱物堆積場などから、あるいは土壌や海洋、火山などの自然からも大気中に微粒子が飛散します。そのほか、自動車燃料の燃焼にともなって排出される硫酸化物 (SOx) や窒素酸化物 (NOx) などのガス状物質が、大気中で化学反応して二次生成されるものもあります。それらの微粒子はさまざまな大きさですが、 $2.5\mu\text{m}$ 以下の粒子径のものが微小粒子状物質「PM2.5」と総称されています。



2. マスクの役割とマスクのフィットについて

さらに粒子径が小さいPM2.5 (2.5 μ m以下) の領域の大気汚染物質や花粉、ハウスダストなどが原因になって、慢性咳嗽(がいそう=咳)や気管支喘息、慢性閉鎖性肺疾患などの症状に悩まされる方にとって、これからの時期は、アレルギー物質を吸入しないための対策としてマスクが欠かせないものになっています。

マスクは、使用する目的によって大きく二つに分類されるため、目的を理解して使用することが大事です。

①咳エチケットに使用されるサージカルマスク

サージカルマスクは、別名「外科用マスク」とも呼ばれ、もともとは、手術中に医療従事者の唾液が手術する部位にかからないことが目的とされているマスクです(写真1)。

日常生活では、このマスクが“咳エチケット”として使用されていますが、あくまでも感染している人が咳やくしゃみをする時に、周囲に飛沫が飛散するのを防ぐことが目的とされているマスクです。

●サージカルマスクの役割は吸入を防ぐことではない

2009年に新型インフルエンザ*3が世界的に流行しました。その当時、独立行政法人国民生活センターが、ウイルス対策をうたうマスクについて調査をしています。そして、調査対象の15種類すべてのマスクの「平均漏れ率」が40%以上だったため、フィルタの捕集効率が高くても顔とのすき間から「漏れ」があれば微粒子を完全に遮断できないと報告しています。

国際生活センターの調査報告は、サージカルマスクを

吸入防止の目的で使用すると、十分な効果につながらない可能性があることを示唆していると考えられます。

②有害物質や細菌などの吸入を防ぐDS2マスク

DS2マスクは、工場や建設現場の健康障害防止対策の一つとして、あるいは自然災害時の活動などで、有害な粉じんの吸入を防ぐ目的で使用されています(写真2)。このマスクは、厚生労働省が定めている使い捨て式防じんマスクの規格の一つであるDS2に合格しているマスクです。

DS2マスクと同等の性能として位置づけられているのが「N95マスク」です。これは、米国労働安全衛生研究所(NIOSH)が定めているマスクの規格の一つであるN95に合格しているマスクで、病院などの感染対策の一つとして結核菌などの吸入を防ぐために使用されています(写真3)。

●DS2マスク着用時も漏れがないか確認が必要

DS2マスクやN95マスクはともに、吸入を防ぐことを目的に着用するため「フィットする」ことが重要です。それには、顔の大きさや形に合うマスクを選ぶことが必要であり、正しく着用することが大事になります。

そのため大手工場や病院などでは、顔とマスクの間のすき間から漏れがないよう正しく着用するために、必ず「フィットチェック」が行われるなど、フィットの重要性が浸透しています。

*1 山梨大学大学院総合研究部医学域基礎医学系 特任准教授(環境省エコチル調査甲信ユニットセンター副センター長)

*2 2014年10月 第53回日本生気象学会「マスク着用・外出の有無による黄砂・大気汚染物質の健康影響評価」(小誌2014年12月号で紹介しています。)

*3 現在、国内では「インフルエンザ(H1N1)2009」の名称で季節性インフルエンザとして取り扱い、通常の季節性インフルエンザ対策に移行されている。



写真1 医療従事者が口から飛沫を飛ばさないために使用されるサージカルマスク(別名: 外科用マスク)



写真2 DS2マスクは有害物質の吸入を防ぐことで健康を守るマスク(陸上自衛隊HPより引用)



写真3 N95マスクは細菌などの吸入を防ぐことで健康を守るマスク(写真はフィットチェックを行っている様子)



写真4 ハイラック350
(DS2とN95両方に合格)

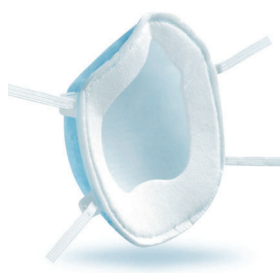


写真5 ハイラック350に備わっている
接顔部のリップ構造



写真6 検定合格品の防じんマスクは
後頭部にひもをかける

3. ハイラック350の吸入を防ぐ構造

使い捨て式防じんマスク「ハイラック350」(写真4)は、DS2とN95の両方の規格に合格しています。

このマスクは、PM2.5の微小粒子の粒子径(2.5 μ m以下)の領域のうち0.06～1.0 μ mの粒子径が中心領域となる試験粉じん(NaCl)と、通常時の人の呼吸量の約3倍にあたる85 ℓ /minという厳しい試験流量で粒子捕集効率が試験されています。また、マスクの内側には顔の形になじんでフィットしやすい「FFリップ」(写真5)があるため、ひもを短く調整することでこのFFリップが顔に引き寄せられ、しっかりとフィットした状態にすることができます。

ひもは、後頭部と首の後ろに2本かけて着用しますが、これは防じんマスクの規格の仕様です(写真6)。

4. 日常生活で着用しやすい

高性能・高フィットマスク

大気汚染物質やウイルス、菌などを吸入することを防ぐためには、マスクのフィットがとても重要になります。ハイラック350のように、高性能フィルタとFFリップを備え、ひもを後頭部に掛けて着用すればしっかりとフィットを得ることができます。しかし、「後頭部」にひもをかける着けかたは、女性にとっては髪形が乱れやすくなる面もあります。また、一般的に普及しているマスクは「耳」にひもをかけますが、ひもを耳にかけただけではしっかりとマスクを顔に引き寄せることが困難だったり、耳が痛くなったりすることがあります。

そのため弊社では、一般の方が着用しやすいよう、ハイラック350と同等のフィルタ性能とFFリップの構造を持ち、かつ日常生活でも着けやすい耳にひもをかけるマスクを開発・製造しています。

①大人用の「ハイラックNeoシリーズ」

ハイラックNeoシリーズは、男性向けの普通サイズのマスクがあるほか、女性向けとして想定しているマスク「ハ

イラックNeo 小顔サイズ」(写真7)があります。

●ハイラックNeoのフィルタ

このシリーズは、ハイラック350と同じフィルタ素材を採用しています。男性向けの普通サイズは、ハイラック350と同じ寸法のマスクで、フィルタ性能は防じんマスクの規格と同じ通気量で試験して、ハイラック350と同等の性能があります。一方で、女性向けとして想定している小顔サイズは、小さい顔の方にフィットするように設計しているほか、フィルタ性能は女性の呼吸量を参考にした通気流量の試験で、ハイラック350と同等の捕集性能があります。

●ハイラックNeoのフィット性能

このシリーズは、ハイラック350のリップ構造をそのまま利用するのではなく、耳にかけているひもを最適な長さに調節することでリップ構造が顔になじむよう、柔軟性や形状を改良した「FFリップ-u」(写真8)を備えています。

ハイラックNeoの普通サイズの漏れ率の結果(表1)と、小顔サイズの漏れ率の結果(表2)を示します。普通サイズの漏れ率は平均で0.86%、小顔サイズの漏れ率は平均で0.97%と、それぞれの漏れ率はわずかな値に抑えられています。

ハイラックNeoのひもは、耳にあたることで痛くなりくいよう、ハイラック350よりもソフトな素材に変更しています。

②子どもの健康を守る「ハイラックKIDSシリーズ」

ハイラックNeoシリーズに先駆けて、大人と比べて免疫力が低い子どもの健康を守るために、弊社では「ハイラックKIDS」(写真9)をはじめとするハイラックKIDSシリーズを開発・製造しています。

子ども用の高性能マスクを開発するにあたっては、大人用とは違って子ども用のマスクの「規格」が存在していないため、研究開発はマスクの寸法やフィルタの性能試験のための基準を求めるところからスタートしました。

●子どもの呼吸をサンプリングして呼吸量を解析

フィルタ性能については、子ども用マスクとして適切な条件で試験するために、研究開発の段階で子どもの呼

ハイラックNeo



写真7 ハイラックNeoシリーズ
(小顔サイズ)



写真8 ハイラックNeoのために
開発したFFリップ-u

表1 ハイラックNeoの漏れ率 (普通サイズ)

測定対象者	性別	鼻根おとがい距離 (mm)	口幅 (mm)	漏れ率 (%)
A	男	115	47	1.11
B	男	119	58	0.69
C	男	120	51	1.05
D	男	122	56	1.56
E	男	123	51	0.58
F	男	125	58	0.73
G	男	125	60	1.12
H	男	127	62	1.22
I	男	132	65	0.49
J	男	137	63	0.26
K	男	139	67	0.68
漏れ率平均				0.86
漏れ率最大				1.56
漏れ率最小				0.26

表2 ハイラックNeoの漏れ率 (小顔サイズ)

測定対象者	性別	鼻根おとがい距離 (mm)	口幅 (mm)	漏れ率 (%)
A	女	92	49	0.91
B	女	100	53	1.36
C	女	102	53	0.21
D	女	114	46	1.53
E	女	115	53	0.65
F	女	120	55	0.99
G	女	95	48	1.59
H	女	101	43	0.86
I	女	108	51	1.16
J	女	115	41	1.02
K	女	118	50	0.36
漏れ率平均				0.97
漏れ率最大				1.59
漏れ率最小				0.21

◎ 漏れ率の測定は、国家検定試験の条件に準じたかたちで鼻や唇、あごなどの寸法が異なる人を対象に行っています。また、鼻根おとがい距離とは、鼻の付け根の位置からあごの先までの距離のことです。

ハイラックKIDS



写真9 検定合格品のマスクを応用して開発されたハイラックKIDS
(6～12歳用)



図2 3Dスキャニングによる子
どもの頭部のデータ (小学生)

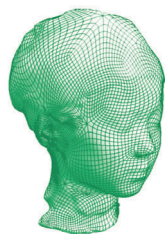
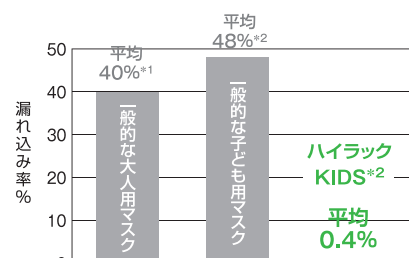


図3 ハイラックKIDSとサージカルマスク
の漏れ率の比較



*1 国民生活センター報道資料のデータを引用
*2 当社測定データによる



吸を様々な動きをしている状態でサンプリングし、それをデータ化して解析しています。ハイラックKIDSのフィルタ性能は子どもの呼吸量を参考にした通気流量で試験し、ハイラック350と同等のフィルタ性能があります。

●子どもの頭部を3Dスキャナで計測

子どもの顔は大人の顔と凹凸が異なることから、子どもの顔にフィットしやすいマスクを目指すために、3Dスキャナで「小学生の頭部」の形状をデータ化して設計に活かしています (図2)。そしてハイラックKIDSの漏れ率は、一般的な子ども用マスクと比べて大きく低減していることを確認しています (図3)。

5. 職場での健康とともに日常生活での健康を守るハイラックシリーズ

ハイラックシリーズは、有害物質が発生する作業現場で多くの方の健康を守るとともに、日常の生活では大人から子どもまで、重いアレルギー症状などを和らげることができるマスクです。大事なイベントやプロジェクトを控えている方、試験を控えている受験生、そして薬を飲んではいけないうつ病さんにもご使用いただけるマスクです。

ご家族のために、そしてPM2.5の時期に備えていただくためのマスクとしてぜひお役立てください。