

# 衛生環境向上を目指した抗菌・ 抗ウイルス加工剤「マルカサイド<sup>®</sup>」の開発

Development of Antimicrobial and Antiviral Agents “Marukacide<sup>®</sup>”  
toward Improving Hygienic Environments

浅見晴洋\*

新型コロナウイルスの出現が、急性呼吸器系感染症の世界的なパンデミックをもたらした。さらに、変異株の出現も相まって、日々ウイルスの脅威に晒される現状、身の回りの生活環境品への抗菌・抗ウイルス機能付与へのニーズが高まりを見せている。このような背景下、本稿にて大阪化成(株)が取り扱っている抗菌・抗ウイルス関連製品「マルカサイド<sup>®</sup>」を中心に、当社の抗菌・抗ウイルス関連分野への取り組みの一端について紹介する。

## 1. はじめに

2020年に新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）が確認されて以降、急性呼吸器疾患である感染症（COVID-19）が世界的に猛威を振るうパンデミックをもたらした<sup>1,2)</sup>。歴史的に見れば、2003年に流行した重症急性呼吸器症候群（SARS：Severe Acute Respiratory Syndrome）の原因となった病原体がSARSコロナウイルスであり、その後、2012年に中東呼吸器症候群（MERS：Middle East Respiratory Syndrome）として確認されたコロナウイルス性の感染症と、コロナウイルスに由来する呼吸器感染症が人類に対する大きな恐怖となってきている。ここ最近では、新たな変異株が多く発現してきており、WHO（World Health Organization）によると、懸念される変異（VOC：Variant of Concern）、注意すべき変異（VOI：Variant of Interest）にそれらを分類し、警鐘を鳴らしている<sup>3,4)</sup>。ワクチン接種による集団免疫の獲得、およびCOVID-19治療薬が

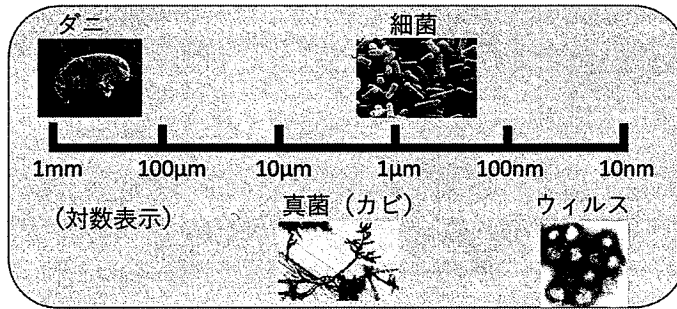
パンデミックを終わらせるゲームチェンジャーと考えられているが、今後も新たなタイプの登場が危惧されており、当面は、ウイルスの脅威に晒されることになるのであろう。

このような背景下、人々が暮らす生活空間に対する安全・安心・衛生に対する意識が向上し、身の回りの生活環境品への抗菌・抗ウイルス機能付与に対するニーズがより一層求められてきている。ここで、感染対策への一助になることを願い、一般的な抗菌・抗ウイルス剤の成分について概説し、大阪化成(株)が取り扱っている抗菌・抗ウイルス関連製品「マルカサイド<sup>®</sup>」を中心に、当社の抗菌・抗ウイルス関連分野への取り組みについて紹介する。

## 2. 細菌・カビ・ウイルスの比較

微生物とは、一般に、ヒトの肉眼では判別することができない微小な生命体のことを指し、細菌、真菌（カビ、酵母）、ウイルス<sup>(\*\*注)</sup>、微細藻類、原生動物などが含まれる。

\*Harumi Asami 大阪化成(株) 開発本部 取締役 開発本部長



	真菌 (カビ、酵母)	細菌	ウイルス
サイズ	>1µm	0.5~1.5µm	10~300nm
構成	単・多細胞で構成 ・細胞壁、細胞膜、細胞基質 (小器官)、核酸 主に、菌糸・胞子で形成される	単細胞 ・細胞壁、細胞膜、細胞基質、核酸	タンパク質と核酸で構成 (外膜を有するものあり)
増殖	発芽後、菌糸形成	2分裂	宿主細胞に感染後、細胞内で増殖
遺伝子 (核酸)	DNA	DNA/RNA 両方	DNA or RNA

図1 細菌・カビ・ウイルスの比較

(※注：ウイルスは、自己複製ができず代謝を宿主に依存するため、生物学的な分類では生物に含まれないが、ここでは、生態系を構成する一員としてウイルスも微生物の仲間としている)。図1に、細菌・カビ・ウイルスの比較図に示す。

真菌、いわゆるカビは、1 µm 以上のサイズで、単細胞、多細胞で構成される。主に、菌糸とよばれる糸状の細胞からなり、胞子によって増殖する。また、細菌は、0.5~1.5 µm サイズの単細胞生物であり、細胞壁、細胞膜、細胞基質、核酸から構成され、2分裂によって増殖する。一方、ウイルスは、約 10~300 nm と非常に小さく、主にタンパク質、外膜と核酸で構成されている。これは、他の微生物とは大きく異なり、細胞壁、細胞膜、細胞質、核等の構造を持たない。ウイルスは、自分自身で増殖することはできず、宿主細胞に感染後、細胞内で増殖するという特徴を有しており、これが生物と無生物の中間に位置するものであると言われる所以である。

ここでは、ウイルスの構造と種類について詳述する。図2に、各ウイルスの構造模式図と透過電子顕微鏡像を示すが、まず、ウイルスは、大き

く分けて2つのタイプ、エンベロープ型、ノンエンベロープ型に大別される。エンベロープ型は、核酸の周りにカプシドと呼ばれるタンパク質で覆われ、さらに、その外側にエンベロープと呼ばれる脂質膜で覆われた構造を取る。その脂質膜に、分子認識の機能を持つスパイクタンパク質が埋め込まれており、それを利用して、喉や気管の上皮細胞内に入り込む。エンベロープ型には、インフルエンザウイルス、コロナウイルス、はしかウイルスがあり、2020年になって世界的な流行(パンデミック)を引き起こしている新型コロナウイルスもこちらのタイプに属する。新型コロナウイルスは、インフルエンザウイルスと同じくゲノムをRNAの形でもつ「RNAウイルス」の一種であり、コロナウイルス科に属している。これらのウイルスは、エンベロープ、すなわち脂質の膜で覆われているため、アルコールや石鹸でよく手洗いすることが有効な予防手段になる。

一方、エンベロープをもたずに、カプシドが最も外側に位置するノンエンベロープ型は、脂質膜は持たず、核酸とカプシドからなり、代表例としては、ノロウイルス、ロタウイルス、アデノウイ

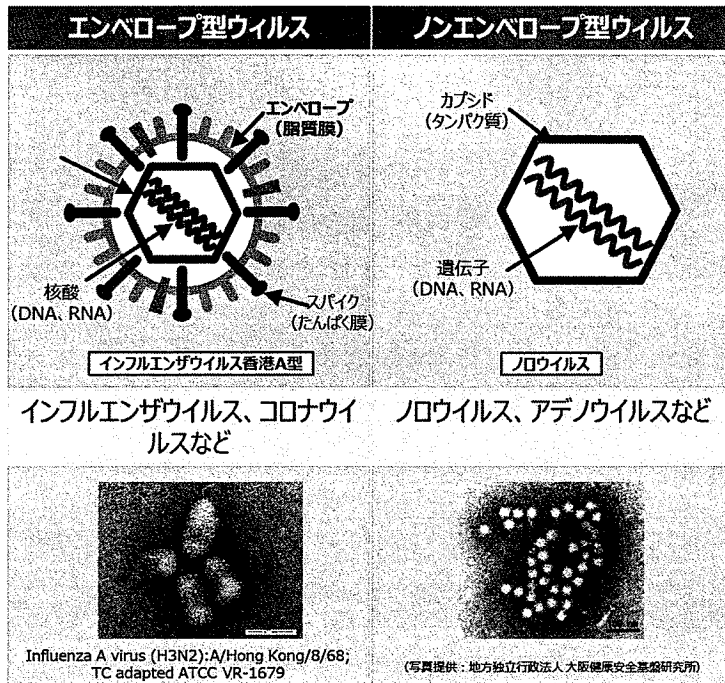


図2 エンベロープ型ウイルスとノンエンベロープ型ウイルスの構造模式図 (上段) と透過電子顕微鏡像 (下段)

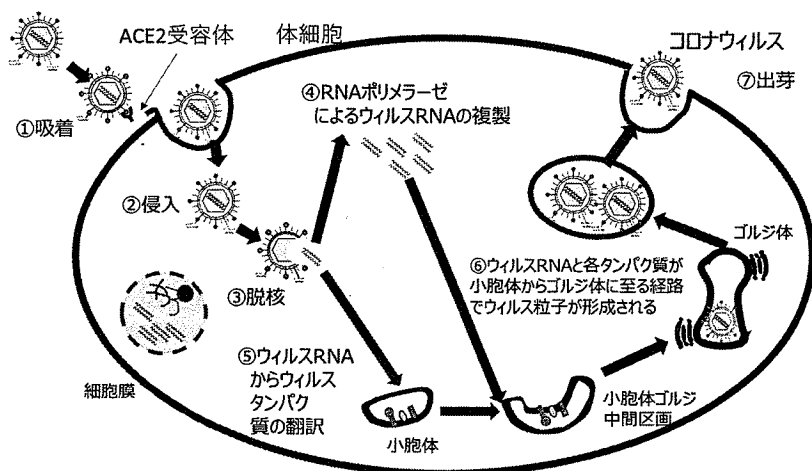


図3 新型コロナウイルスの複製過程

ルスなどが挙げられる。ノンエンベロープ型は、アルコールや石鹼では不活化できない。

図3に、RNAウイルスである新型コロナウイルスの複製過程の模式図を示す。まず、ウイルスは、宿主細胞表面に存在するACE2(ア

ンジオテンシン変換酵素2) 受容体に①結合、細胞内へ②侵入する。取り込まれたウイルスは、エンドソーム内でエンベロープが外れ、細胞質内へRNAが放出(③脱殻)、そのRNAは細胞質で④複製されると同時に、各種タンパク質(ヌクレオ

表1 主な抗菌・抗ウイルス剤の種類と作用機作（推定）

大分類	小分類	具体例	対象	作用機作
有機系	アルコール	エタノール イソプロパノール	細菌・真菌 ウイルス	細胞膜破壊 タンパク質変性
	フェノール	フェノール イソプロピルメチルフェノール	細菌・真菌	タンパク質変性, 細胞膜破壊 酵素活性阻害
	ピリジン系剤	ジンクピリチオン ナトリウムピリチオン	細菌・真菌	酵素活性阻害 酵素合成阻害
	塩素系剤	次亜塩素酸ナトリウム	細菌・真菌 ウイルス	細胞膜破壊, タンパク質変性 (-SH基の分解), DNA損傷
	カチオン系剤	トリエトキシシリルプロピルジメチルオクタデシルアンモニウムクロライド アルキルベンジルアンモニウムクロライド ジメチルジデシルアンモニウムクロライド ポリヘキサメチレンピグアナイド	細菌・真菌 ウイルス	細胞膜破壊 タンパク質変性
	ポリフェノール系剤	エピガロカテキンガレート タンニン	細菌・真菌 ウイルス	ウイルス表面 膜タンパク質への融合
無機系	金属	Ag CuI	細菌・真菌 ウイルス	タンパク質変性 酵素活性阻害
	酸化物	TiO <sub>2</sub> ZnO	細菌・真菌 ウイルス	酸化分解（光触媒）

カプシドタンパク質 (N), 膜タンパク質 (M), エンベロープタンパク質 (E), スパイクタンパク質 (S) が⑤翻訳される。各タンパク質のうち, Mタンパク質, Eタンパク質, Sタンパク質は小胞体上に集合する。一方, Nタンパク質はRNAと結合してヌクレオカプシドになり, これらヌクレオカプシドと各タンパク質が, 小胞体からゴルジ体に至る経路でウイルス粒子を⑥形成, 輸送小胞体膜をさらに纏い, ゴルジ体へ輸送される。ここで, 糖修飾され, 最終的に細胞膜融合を経て⑦出芽 (脱離) されると考えられている<sup>5-7)</sup>。

### 3. 主な抗菌・抗ウイルス剤の種類

抗菌・抗ウイルス性を有する主な化合物を表1に示す<sup>8-10)</sup>。一般に, 抗菌・抗ウイルス効果が確認されている化合物は, 有機系であれば, エタノール, イソプロピルアルコールなどのアルコール, フェノール, イソプロピルメチルフェノールなどのフェノール系化合物, ジンクピリチオン,

ナトリウムピリチオンなどのピリジン系化合物, 次亜塩素酸ナトリウムなどの塩素系化合物, トリエトキシシリルプロピルジメチルオクタデシルアンモニウムクロライド, アルキルベンジルアンモニウムクロライド, ジデシルジメチルアンモニウムクロライド, ポリヘキサメチレンピグアナイドなどの第4級アンモニウム塩系化合物, エピガロカテキンガレート, タンニンなどのポリフェノール系化合物が挙げられる。一方, 無機系の場合, Ag, CuIなどの金属, および金属化合物, TiO<sub>2</sub>, ZnOなどの光触媒酸化物などである。これらの中で, アルコール, 次亜塩素酸ナトリウム, フェノール系, および第4級アンモニウム塩系化合物は, 抗菌・抗ウイルススプレーとして用いられている。また, 第4級アンモニウム塩系化合物は, 繊維用抗菌・抗ウイルス加工剤としての多くの実績がある。一方, 無機系の場合, 樹脂への練り込み, コーティング剤として使用されている。

表2 大阪化成㈱の抗ウイルス加工剤一覧

製品	加工剤	適用繊維	主な用途
マルカサイド V-1	カチオン剤 (水系) ノーバインダー	ポリエステル	病院用白衣, カーテン シーツ, 衣料など
マルカサイド AV	カチオン剤 (水系) バインダー加工	ポリエステル, T/C 綿, 他	〃
マルカサイド VinaS	カチオン剤 (水系) エタノール	—	スプレー ウェットワイブ

#### 4. 抗菌・抗ウイルス剤

冒頭で触れたが、新型コロナウイルスのパンデミックとして世界の人々の記憶に深く刻まれることになった2020年以降、従来の抗菌加工製品に加えて、抗ウイルスに対するニーズ・重要性が高まりつつある状況である。ここで、大阪化成㈱が取り扱っている抗菌・抗ウイルス関連製品「マルカサイド®」の中から、繊維用抗ウイルス加工剤、一般雑貨品である抗ウイルススプレー用液剤製品、現在開発中である樹脂練り込み用抗ウイルスマスターバッチの現状について以下にご紹介する。

##### 4.1 繊維用抗ウイルス加工剤

大阪化成㈱の抗ウイルス加工剤一覧を表2に示す。当社の抗ウイルス加工剤は、第4級アンモニウム塩を有効成分とした水性剤であり、その特長は、一般に、無機系化合物と比較して即効性を有する点にある。繊維用抗ウイルス加工剤マルカサイド®V-1、およびマルカサイド®AVは、医療用白衣、病院用カーテン、あるいは一般衣料向けの抗ウイルス加工剤として多くの採用実績のある製品である。一方、マルカサイド®VinaSは、有効成分である第4級アンモニウム塩に加えて、エタノールを含有する水性剤であり、主に抗菌・抗ウイルススプレーやウェットシートなどへの展開を図るべく2021年3月に上市した。

ここで、マルカサイド®V-1、およびマルカサイド®AVを用いて加工した各種生地について、JIS L1922「-繊維製品の抗ウイルス性試験方法」

に基づく試験、洗濯条件は、繊維評価技術協議会 (SEK) の製品マーク制度において規定されている繊維製品の洗濯方法に準じて実施した結果を表3に示す<sup>11~13)</sup>。マルカサイド®V-1で加工されたポリエステルの場合、インフルエンザウイルス、ノロウイルス代替であるネコカリシウイルスいずれも、ブランクアッセイ法による抗ウイルス活性値が、家庭洗濯10回では3以上 (すなわち99.9%以上不活化)、工業洗濯50回でも4.2 (99.99%以上不活化)を示しており、高い抗ウイルス活性を示し、かつ洗濯耐久性に優れた加工剤であることが示された。一つの仮説として、第4級アンモニウム塩が、加工プロセスの過程で、その一部あるいはすべてが、繊維内・表面近傍に固定化 (吸着) されたことが洗濯耐久性向上の要因と推察している。

一方、マルカサイド®AVの場合、生地種として、ポリエステル/綿混紡、および綿の2種類について検討した。当該加工剤は、バインダーによる繊維表面への固定化が必要であるため、メラミン系バインダーを用いて加工を実施、綿については、バインダー有り無しでの2通りで実施している。ポリエステル/綿混紡、および綿生地においても、家庭洗濯10回後、インフルエンザウイルスに対する抗ウイルス活性値が3以上であり、いずれも高い抗ウイルス活性を示すことが確認された。

ここで、新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) に関する検討事例について紹介する。冒頭にも述べたが、新型コロナウイルスが猛威を振るっている中、医療関係者などの感染防御対策、医療現場

表3 マルカサイド®V-1, およびマルカサイド®AVにより加工した生地（洗濯後）の抗ウイルス試験結果。

加工剤	生地種	バインダー	洗濯条件 <sup>(1)</sup>	抗ウイルス活性値 <sup>(2)</sup>	
				インフルエンザウイルス	ネコカリシウイルス（ノロウイルス代替）
マルカサイド V-1	ポリエステル	無	家庭洗濯 10 回	有効 (>4.5)	有効 (3.2)
	ポリエステル	無	工業洗濯 50 回	有効 (4.2)	—
マルカサイド AV	ポリエステル/ 綿混紡	有	家庭洗濯 10 回	有効 (3.7)	—
	綿	有	家庭洗濯 10 回	有効 (4.0)	—
	綿	無	家庭洗濯 10 回	有効 (3.3)	—

(1) SEK マーク繊維製品の洗濯方法に準じて実施。家庭洗濯：40℃，工業洗濯：80℃

(2) JIS L1922「繊維製品の抗ウイルス性試験方法」に準じて実施<sup>12,13)</sup>。

抗ウイルス活性値は、以下の手順で計算する。

試験片および綿標準布を、それぞれウイルス液に25℃で2時間接触させる。2時間接触後の綿標準布のウイルス数（3検体の平均値）をVb、同じく2時間接触後の試験片のウイルス数（3検体の平均値）をVcとし、抗ウイルス活性値Mvは、以下の式で定義される。

$$\text{抗ウイルス活性値 } Mv = \log (Vb/Vc) = \log (Vb) - \log (Vc)$$

Log (Vb)：綿標準布の2時間接触後の感染価常用対数値（3検体の平均値）

Log (Vc)：試験片の2時間接触後の感染価常用対数値（3検体の平均値）

標準布と比較して、試験片の感染価常用対数値の差が3.0以上（99.9%不活化）を十分な効果ありとしている。

への貢献を目的として、学校法人北里研究所、三菱ケミカル(株)、大阪化成(株)の3者による新型コロナウイルスの不活化評価に関する共同研究を2020年6月より開始した。医療現場では、医療用防護服・ガウン、フェイスシールドなど、感染防御に必要なアイテムが不足していると聞く。少しでも医療従事者の感染防御対策に貢献するべく、マルカサイド®V-1、マルカサイド®AVで加工した不織布の新型コロナウイルス不活化効果試験を、北里研究所にて実施頂いた。50%組織培養感染価(TCID<sub>50</sub>)測定法による抗ウイルス試験の結果を図4に示す。不織布の生地種として、PP (Polypropylene), PP/PE (Polyethylene), PET (Polyester)/PP, レーヨン/PPの4種を用いた。いずれも生地種においても、新型コロナウイルスと10分接触後、ほぼ完全に不活化されることが確認された。

新型コロナウイルスは、インフルエンザウイルスと同様にエンベロープ型であり、有効成分である第4級アンモニウム塩系化合物のウイルス不活

化メカニズムは、Schrankらによると、第4級アンモニウム塩の窒素の正電荷によりエンベロープ（リン脂質2分子膜）を構造的に破壊することによって不活化されると言及しており、少なからず、分子の持つ正電荷、および/またはアルキル鎖によりエンベロープが破壊されると推察される<sup>9)</sup>。

#### 4.2 抗ウイルススプレー

表2に示したマルカサイド®VinaSは、主に抗菌・抗ウイルススプレーやウェットシートなどへの展開を図るべく開発された液剤製品である。有効成分である第4級アンモニウム塩に加えて、エタノールを含有する水性剤であり、ドアノブ、机、衣類等へスプレーすることで、菌・ウイルスを短時間で不活化させることが可能となっている。

ここで、新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)を用いた抗ウイルス試験の結果を表4に示す。ここでは、ウイルス液と試験液(マルカサイド®VinaS)の接触による不活化試験を実施した。

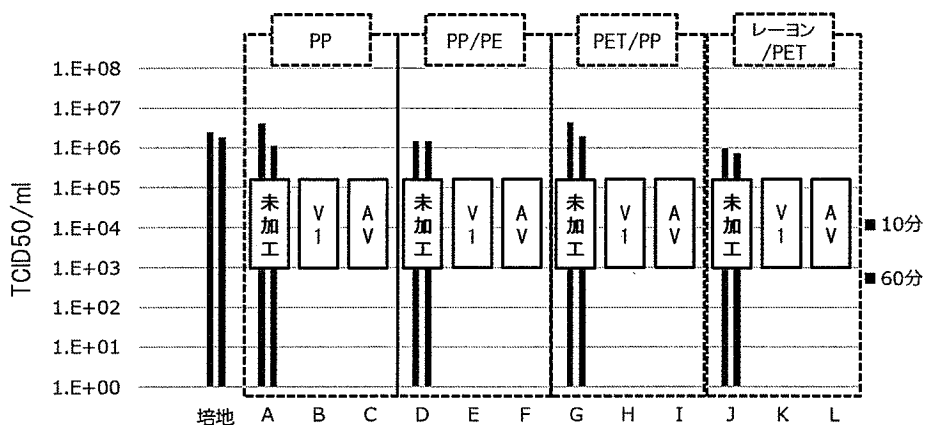


図4 マルカサイド®V-1, および AV で加工された不織布の新型コロナウイルスへの不活化効果。

PP : Polypropylene, PE : Polyethylene, PET : Polyester

A : 未加工 PP, B : マルカサイド®V-1 加工 PP, C : マルカサイド®AV 加工 PP

D : 未加工 PP/PE, E : マルカサイド®V-1 加工 PP/PE, F : マルカサイド®AV 加工 PP/PE

G : 未加工 PET/PP, H : マルカサイド®V-1 加工 PET/PP, I : マルカサイド®AV 加工 PET/PP

J : 未加工レーヨン/PET, K : マルカサイド®V-1 加工レーヨン/PET, L : マルカサイド®AV 加工レーヨン/PET

表4 マルカサイド®VinaS を用いた液・液接触による抗ウイルス試験結果

製品	抗ウイルス活性値	ウイルス不活性化率 (%)	抗ウイルス活性値	ウイルス不活性化率 (%)
	1分後	1分後	5分後	5分後
マルカサイド VinaS	>5.3	>99.999	>5.3	>99.999

液と液の接触による抗ウイルス試験は、JIS および ISO 規格がないため、世界規模の標準化団体である ASTM International (旧称 American Society for Testing and Materials : 米国試験材料協会) の規格である ASTM E 1052, 欧州標準化委員会 (仏 : Comité Européen de Normalisation, CEN) によって策定された欧州規格 (European Standard, EN) である EN14476 を参考にして試験を実施している<sup>14~15)</sup>。表4に示しているように、1分接触後で、抗ウイルス活性値>5.3, すなわちウイルス不活性化率99.999%以上であり、新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) に対して即効性を有することが確認された。

また、マルカサイド®VinaS の有効成分に使用している第4級アンモニウム塩は、高分子状であり、エタノールなどの溶媒とは異なり、揮発性は

ないため、摩擦等による脱落がない限り、効力が持続すると推察される。

#### 4.3 抗菌・抗ウイルス樹脂マスターバッチ

大阪化成(株)では、ポリプロピレンをベース樹脂とした抗菌、抗カビ、防ダニなどのマスターバッチ製品をラインアップしている。これらの製品は、従来、エアコンフィルターの防カビ、衣類カバーやカーペットの防虫・抗菌・防カビなどの用途に使用されてきている。今般、抗ウイルスニーズの高まりを受け、抗ウイルス樹脂マスターバッチの開発を実施した。樹脂マスターバッチに使用される抗ウイルス有効成分は、表2のマルカサイド®AVであり、ベース樹脂は、上記同様ポリプロピレンを用いている。

抗ウイルス試験は、抗ウイルス樹脂マスターバッチを用いてシート状サンプルを作製し、

表5 PP樹脂シートを用いた抗ウイルス試験結果

製品	インフルエンザウイルス		新型コロナウイルス	
	抗ウイルス活性値	ウイルス不活性化率 (%)	抗ウイルス活性値	ウイルス不活性化率 (%)
	24時間後		24時間後	
マルカサイドAVで処理されたPPシート	3.9	99.986	>3.7	>99.980

ISO21702規格「プラスチックおよびその他の非多孔質表面の抗ウイルス活性の測定」に準じて評価した。試験対象ウイルスは、インフルエンザウイルス、新型コロナウイルスを用いている。ISO21702規格の試験法は、プラスチックフィルム向け抗菌試験法であるISO22196、JIS Z2801（いわゆるフィルム密着法）をベースに、繊維製品の抗ウイルス試験法JIS L1922（ISO18184）を盛り込み開発された試験法である。抗ウイルス活性値は、表3の注釈(2)と同様に評価するが、繊維製品で用いるJIS L1922規格との主な相違は、試験対象ウイルスと試験サンプルとの接触時間が、JIS L1922では2時間接触であるのに対し、ISO21702規格では、24時間接触と異なる点である。加えて、抗ウイルス活性値の評価基準値は、ブランクと比較して、試験片の感染価常用対数値の差が2.0以上（99%不活化）を十分な効果ありとしている。

表5に、ISO21702に準じて実施した抗ウイルス試験の結果を示す。インフルエンザウイルス、新型コロナウイルスの感染価常用対数値は、それぞれ3.9（99.986%不活化）、>3.7（99.980%以上不活化）であり、いずれも有効との結果が得られた。

ここで紹介した抗ウイルス樹脂マスターバッチは、エアコンなどの一般雑貨、食器棚、洗面台などの水回り用途、カーシート・マット、カーペット、エアコンフィルターなどの車内装材用途など、身の回りの衛生環境向上に寄与されるものと期待している。

## 5. おわりに

新型コロナウイルスが確認された2020年当初は、普通の風邪と大差なく、ワクチンによる集団免疫が達成されれば、感染は終息するとの見方が一般的であった。ところが、マスク、手洗い、三密回避で、季節性インフルエンザは、例年の千分の一程度に抑えられているにも関わらず、COVID-19罹患者は、一向に減少する気配が見られず、寧ろ感染のピークが繰り返される毎に感染者数が増加の一步を辿る状況であった。基本再生産数を比較すると、インフルエンザでは1~2程度COVID-19では2程度と大差ないにも関わらず、新型コロナウイルスの感染力が高く見えるのは、従来のウイルスにはない特徴であるステルス性、つまり、無症状、発症前から感染力を有しているという特徴に起因し、極めて厄介なウイルスであることが本質のようである<sup>16,17)</sup>。さらに、RNA型ウイルスである新型コロナウイルスは、RNAをコピーする際、正しくない塩基配列が形成されると、エキソヌクレアーゼという酵素が働いて、誤ったヌクレオチドが除去され変異が校正されるという自己修復機能を有している<sup>18)</sup>。そのため、変異の確率は低いと考えられているが、現状、感染制御ができず、新規感染の増加により変異の確率が上がっているためなのか、次から次へと変異株が出現し、日々驚異に晒されている。ワクチンの普及による集団免疫の確立、抗体カクテル療法に代表されるような抗ウイルス薬、継続的な感染予防の実践により、遠くない未来に感染を封じ込められ、日常の生活が再び取り戻せることを切に願うばかりである。

本稿では、大阪化成(株)の抗菌・抗ウイルス剤を紹介した。身の回りの生活製品に抗菌・抗ウイルス処理を施すことは、感染防御の観点からも、有効なアプローチの一つであり、今後、その重要性が増していくと考えられ、医療現場のみならず、世の中に広く貢献されることを願っている。

## 文 献

- 1) 黒木登志夫, 新型コロナの科学 パンデミック, そして共生の未来へ, 中公新書 (2020)
- 2) C. Huang *et al.*, *Lancet*, **395**, 497 (2020)
- 3) <https://www.who.int/emergencies/emergency-health-kits/trauma-emergency-surgery-kit-who-tesk-2019/tracking-SARS-CoV-2-variants>
- 4) JAMA. Published online August 13, 2021. doi : 10. 1001/jama. 2021. 14181
- 5) S. Jiang *et al.*, *Trends in Immunology*, **41** (5), 355 (2020)
- 6) L. Alanagreh *et al.*, *Pathogen*, **9** (5), 331 (2020)
- 7) 宮坂昌之, 新型コロナ7つの謎 最新の免疫学から分かった病原体の正体, 講談社 (2020)
- 8) 高麗寛紀ほか, 最新の抗菌・防臭・空気質制御技術, p.47, テクノシステム (2019)
- 9) C. L. Schrank *et al.*, *ACS Infect. Dis.*, **6**, 1553 (2020)
- 10) A. Salleh *et al.*, *Nanomaterials*, **10**, 1566 (2020)
- 11) <http://www.sengikyo.or.jp/>
- 12) 射本康夫, 繊維学会誌, **74** (10), 481 (2018)
- 13) 室巻良彦, 繊維学会誌, **74** (9), 438 (2018)
- 14) Standard Test Method to Assess the Activity of Microbicides against Viruses in Suspension. <http://www.astm.org/cgi-bin/resolver.cgi?E1052>
- 15) EN14476 : Chemical disinfectants and antiseptics-Quantitative suspension test for the evaluation of virucidal activity in the medical area-Test method and requirements
- 16) 宮坂昌之, 新型コロナワクチン 本当の「真実」, 講談社現代新書 (2021)
- 17) N. Sethuraman, *The Journal of the American Medical Network*, **323** (22), 2249 (2020)
- 18) R. Sanjuán *et al.*, *Journal of Virology*, **84** (19), 9733 (2010)