

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®」 の開発

大阪化成株式会社 開発本部 浅見 晴洋

電話：06-6474-3625

E-mail：asami.harumi@mb.tkcc.co.jp

URL：<http://www.osaka-kasei.co.jp/>

【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⁽¹⁾。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た。ここ最近では、新たな変異株の出現により、感染拡大と収束を繰り返しているのが現状であり、ワクチン接種率の向上、ブースター接種等による感染制御が試みられている。新型コロナウイルスが変異を繰り返すことによる弱毒化、感染力の低下が予想されてはいるものの、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。本講演では、感染対策への一助として、大阪化成株式会社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®」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。

【大阪化成社のコア技術・主力製品】

当社は、コア技術として、菌・ウイルス・カビ・ダニ・虫の生物評価技術をベースに製品開発をおこなっており、主に、手洗い用殺菌剤用原料、繊維用抗菌抗カビ加工剤・抗ウイルス加工剤、防ダニ加工剤、害虫忌避剤、動物用医薬品である殺菌消毒剤などを製品として展開している（図1）。主力製品のひとつである殺菌剤原料のイソプロピルメチルフェノール（IPMP）は、主に手洗い石鹸の殺菌剤、歯磨き粉、液体歯磨き用などに使用されている。また、繊維用抗菌抗カビ加工剤であるマルカサイド YP-DP は、優れた選択耐久性を有しており、病院用白衣、病院用カーテン、シーツ、スポーツ・アパレル衣料等の抗菌加工として使用されている。一方、抗ウイルス加工剤については、マルカサイド V-1、マルカサイド AV がラインアップされてお



図1. 大阪化成社のコア技術と主力製品

り、主に病院用白衣、カーテン等に用途に展開されている。新たに、ドアノブやテーブルなどへの抗ウイルススプレーやウェットシート用に使用される液剤であるマルカサイド VinaS が開発された。次項以降、抗菌・抗ウイルス加工剤製品について個々にご紹介する。

【繊維用抗菌加工剤】

繊維への抗菌加工は、1990年代のメチシリン耐性黄色ブドウ球菌（MRSA）による院内での感染（院内感染）を端緒として、病院用の白衣、ユニホーム、布団カバーなどへ適用されるようになり、近年はインナーウェアやスポーツウェア、靴下、寝装関連などの一般の衣料品にも使用されている。当初、病院特有のリネン洗濯（苛性ソーダ等の存在下で80℃洗濯）に対して耐久性のある抗菌加工剤が存在しなかったが、分散染料のポリエステル繊維（PET）への吸尽・ベイクン染色技術⁽²⁾を応用することで、洗濯耐久性を有する繊維用抗菌加工剤マルカサイド YP-DP（以降 YP-DP）の開発に成功した。YP-DPの有効成分（有機窒素硫黄化合物）は、上記加工技術により、繊維表面、および繊維内部に固定化されるため、洗濯耐久性が発現していると推察される（図2. 上段）。

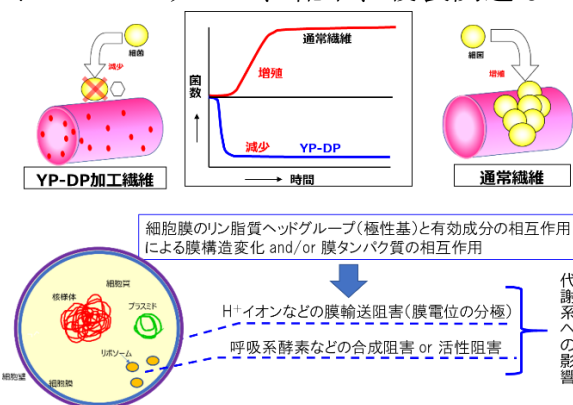


図2. マルカサイド YP-DP 加工生地での抗真菌性発現推定メカニズム

YP-DPの抗菌・抗真菌発現のメカニズムについては、一つの仮説ではあるが、図2. 下段に示すように、細胞膜のリン脂質ヘッドグループ（極性基）と有効成分の相互作用による膜構造変化、及び／または、膜タンパク質の相互作用をドライビングフォースとして、H⁺イオンの膜輸送阻害（膜電位の分極）や呼吸系酵素の合成阻害（活性阻害）などの代謝系へ影響を及ぼすと推察されており、作用点が多岐に渡るため、多様な菌・真菌（カビ）へ効力を発揮すると考えられている。

【繊維用抗ウイルス加工剤】

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。

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1に示す⁽³⁾、⁽⁴⁾、⁽⁵⁾。ここで評価した抗ウイルス活性値は、プラークアッセイ法により感染価を測定し、その結果を用いて以下の手順で計算する。試験片および標準布を、それぞれウイルス液に25℃で2時間接触させ、2時間接触後の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。

$$\text{抗ウイルス活性値 } M_v = \log(V_b/V_c) = \log(V_b) - \log(V_c)$$

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。

マルカサイド®V-1 で加工されたポリエステル (PET) 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、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%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唆された。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 (吸尽) 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している。ポリエステル (PET) /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。

上記、ポリエステル (PET) について、新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) デルタ株に対する不活化効果を検討した。マルカサイド®V-1、マルカサイド®AV いずれも家庭洗濯 10 回で抗ウイルス活性値 3.8 以上 (すなわち 99.98%以上不活化) と高い抗ウイルス活性を示した (表 1)。中国武漢で確認されたいわゆる従来株への抗ウイルス不活化効果についても、デルタ株への効果と同等レベルであることも確認済みである。

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 (脂質 2 分子膜で覆われている構造) に属する。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 (脂質 2 分子膜) を構造的に破壊することと言及している⁽⁶⁾。ギリシャ文字で呼称されている変異株は、主にスパイクタンパク質のアミノ酸配列の違いを示しており、これが感染性や病原性に影響を及ぼしているとされている⁽⁷⁾・⁽⁸⁾。第 4 級アンモニウム塩のウイルス不活化メカニズムがエンベロープの構造的破壊であることを鑑みると、マルカサイド®V-1、マルカサイド®AV いずれも変異株に対して有効に働くのではないかと推察される。

【抗ウイルス樹脂マスターバッチ】

今般、抗ウイルスニーズの高まりを受け、日用品や車内装材へ適用される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 1 のマルカサイド®AV であり、ベース樹脂は、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 1. 抗ウイルス加工剤 マルカサイドV-1、マルカサイドAVで処理された繊維の抗ウイルス活性の評価

加工剤	生地種	バインダー	洗濯条件 ⁽¹⁾	抗ウイルス活性値(log値) ⁽²⁾		
				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)	新型コロナウイルス デルタ株
マルカサイド V-1	PET ⁽³⁾	無	家庭洗濯10回	有効(>4.5)	有効(3.2)	有効(>3.8)
	PET	無	工業洗濯50回	有効(4.2)	—	—
マルカサイド AV	PET	有	家庭洗濯10回	有効(4.0)	—	有効(>3.8)
	PET/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。
(3) ホリスアール

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。抗ウイルス活性値は、前項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 時間接触であること、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。

図 3 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、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。

【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、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。本講演では、大阪化成株式会社の抗菌・抗ウイルス加工剤を紹介した。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。

【参考文献】

- (1) C. Huang et al., *Lancet*, **395**, 497 (2020)
- (2) 中條 孝, 染色入門シリーズ II ポリエステル繊維の染色 (日本染色新聞社) p. 45-77
- (3) <http://www.sengikyo.or.jp/>
- (4) 射本康夫, 繊維学会誌, 74(10), 481(2018)
- (5) 室巻良彦, 繊維学会誌, 74(9), 438(2018)
- (6) C. L. Schrank et al., *ACS Infect. Dis.*, **6**, 1553 (2020)
- (7) J. Lan et al., *Nature* **581**, 215(2020)
- (8) A. S. Lauring et al., *JAMA* **326**, 880(2021)

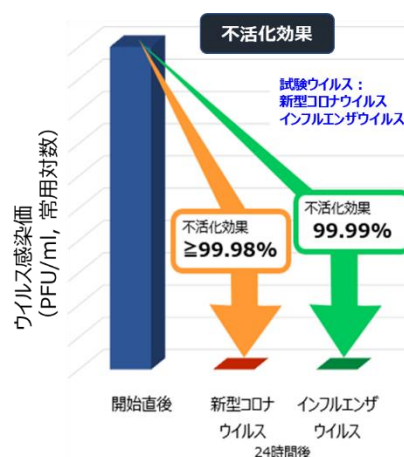


図 3. 抗ウイルス樹脂シートのウイルス不活化効果