

# 繊維用抗かび加工剤

古川 誠 FURUKAWA Makoto  
大和化学工業株式会社

## 1. はじめに

日本は高温多湿な環境であるが故に、古くからかびとは身近な関係であった。味噌や醤油、日本酒など、かびを利用した日本古来の発酵食品は日々の食生活で欠かせないものとなっている。また、欧米ではかびを利用したチーズが有名である。さらに、最初の抗生物質として知られるペニシリンはアオカビが産生する二次代謝産物を利用したもので、医療分野に化学療法という画期的な治療法をもたらした。一方、かびは生活の中で様々な被害をもたらしている。食品の腐敗、品質劣化、かびによる着色、かび独特の臭い、さらにはアレルギーの誘発や、かびの毒素による肺炎など健康にも被害を与える（表1）。

これらかび被害を防止するため、かびの特性・種類・抗かび剤について概説した上で、清潔・衛生・安心な暮らしを実現する手段として、繊維に利用可能な抗かび加工剤に注目し紹介する。

## 2. かびの生育条件（表2）

かび被害を防止するには、かびの特性を知ることは重要である。かびの生育には温度、湿度、栄養源、酸素の4つの要素が必要となる。

### 2.1 温度

かびの最も生育しやすい温度条件は20～30℃の範囲

表2 かびの生育温度・湿度

	生えにくい	よく生える	生える
温度	37℃以上、4℃以下	20～30℃	10～20℃
湿度	70%以下	90%以上	80～90%

である<sup>1)</sup>。我々の生活環境に生育するかびの多くはこの温度域が至適温度であり、現在の快適で気密性の高い温度環境はかびにとっては生育しやすい環境である。ただし、かびの中にはエアコンや冷蔵庫の中など低温で生育するかびも存在する。

### 2.2 湿度

かびの多くは湿った場所を好み、特に浴室や台所の水周りに発生し易い。また、梅雨時期の湿気が多い時にも室内環境の様々な場所で生育し、かび汚染を拡大させている。このように湿度はかびの生育に大きな影響を及ぼす。特に、湿度が80%を超えると生えやすくなる。逆に湿度が70%を下回ると生えにくくなる<sup>2)</sup>。

### 2.3 栄養素

かびの生育には糖分、澱粉、セルロースなどの炭素源やタンパク質、アミノ酸などの窒素源、マグネシウム、カリウムなどの無機成分が必要となる。特に有機物を多く含む製品はかびの生育が速く、汚染を拡大させる。繊維、合成樹脂、皮革などにおいても、微量の無機成分があれば生育することができる。

### 2.4 酸素

かびも人間同様、酸素が必要であり、酸素の存在なく

表1 かびの有効利用とかび被害

	内容
有効利用	味噌（蒸した大豆にコウジカビを混ぜて発酵させて造る） 醤油（大豆、小麦、塩を主原料としてコウジカビを混ぜて発酵させて造る） 鰹節（鰹の身を煮た後、乾燥させコウジカビを表面につけて脱水させる） 清酒（コウジカビで米の澱粉を糖化し、酵母で発酵させて造る） チーズ（牛など乳を酸により凝固させ脱水後、表面にかびをつけて熟成させて造る） 抗生物質（かびなどの微生物の二次代謝産物） 胃腸薬（コウジカビからジアスターゼを抽出し造る）
被害	品質劣化 変色 臭い 人体への影響（アレルギー、肺炎、皮膚炎、水虫など） 植物への影響（いもち病、うどん粉病など）

して生育不可能である。よって生育のためには酸素を必要とし、酸素がないと生育しない。

### 3. かびの種類

地球上に存在するかびの種類は少なく見積もっても5万種<sup>3)</sup>ともいわれているが、生活環境で見かけるかびは数10種類程度である。その中で特に繊維製品に生えやすいかびを中心に説明する<sup>4)</sup>。

#### 1) *Aspergillus* (コウジカビ)

分布	土壌, 植物, 空中, 繊維, 木材, 皮革, ハウスダスト
温度	中温性~高温性 (20~37℃)
湿度	耐乾性
有害性	植物病原性, アレルゲン, 毒素産生
その他	<i>A. niger</i> は JIS Z 2911 繊維製品の試験に用いる供試かび 多量の胞子を産生する

#### 2) *Penicillium* (アオカビ)

分布	土壌, 空中, 繊維, 紙, 皮革, ハウスダスト
温度	中温性 (20~30℃)
湿度	耐乾性
有害性	アレルゲン, 毒素産生
その他	<i>P. citrinum</i> は JIS Z 2911 繊維製品の試験に用いる供試かび 多量の胞子を産生する

#### 3) *Chaetomium* (ケタマカビ)

分布	土壌, 植物, 繊維, 紙, 木材
温度	中温性 (20~30℃)
湿度	好湿性
有害性	木材・繊維・紙の劣化, 毒素産生
その他	<i>C. globosum</i> は JIS Z 2911 繊維製品の試験に用いる供試かび セルロース分解性が強い

#### 4) *Myrothecium* (ミロテシウム)

分布	土壌, 植物, 繊維, 紙, 木材
温度	中温性 (20~30℃)
湿度	好湿性
有害性	汚染, 劣化, 腐敗, 植物病原性, 毒素産生
その他	<i>M. verrucaria</i> は JIS Z 2911 繊維製品の試験に用いる供試かび セルロース分解性

#### 5) *Cladosporium* (クロカビ)

分布	土壌, 植物, 空中, 繊維, 紙, 木材, 皮革, ハウスダスト
温度	中温性 (20~30℃)
湿度	好湿性
有害性	汚染, 劣化, 腐敗, 植物病原性, アレルゲン
その他	多量の胞子を産生する 自然での分布が広い

#### 6) *Alternaria* (ススカビ)

分布	土壌, 植物, 空中, 繊維, 木材, ハウスダスト
温度	中温性 (20~30℃)
湿度	好湿性
有害性	木材・紙・塗料の劣化や腐敗, 植物病原性, アレルゲン
その他	<i>Cladosporium</i> の分布する環境に多い 乾燥, 高温により死滅しやすい

## 4. 抗かび剤の種類

かび等の微生物による被害防止については歴史が古く、古代エジプトにおいてミイラの作成やミイラを収納する木棺にアスファルト、タールを使用したという報告がある<sup>5,6)</sup>。また、抗かび剤としての起源は、食品保存するための植物系香辛料（ヒノキ、トウガラシ、ローズマリーなどの精油）である<sup>7)</sup>。その後、研究が進み現在国内で使用されている抗菌抗かび剤原体は111種類<sup>8)</sup>となっており、医薬、農業、化粧品、食品添加物、一般工業用（繊維、紙・パルプ、合成樹脂、木材、塗料、接着剤、皮革）など用途によって異なる抗かび剤が使用されている。表3に国内における抗菌剤、抗かび剤原体の推定年間使用量<sup>9)</sup>をまとめた。

抗かび剤の使用は医療現場、食品工場、水処理、繊維や工業製品の品質保持など多岐にわたる。そのため抗かび剤の種類もアルコール系、フェノール系、ヨウ素系、ピリジン系、イミダゾール系、第四アンモニウム塩系など多くの系統に分かれている。表4に代表的な抗かび加

表3 抗菌抗かび剤原体の年間使用量

分野	年間使用量 (推定)
医薬・化粧品	50 t
食品保存用	500 t
繊維製品	200 t
プラスチック	50 t
紙・パルプ	100 t
木材	100 t
家庭用かび取り剤	500 t
農産物	50 t

表4 代表的な抗かび加工剤

系統	主な化合物	効果を示す微生物	用途
アルコール系	2-ブromo-2-ニトロプロパン-1,3-ジオール (一般名: プロノポール)	細菌, かび	シャンプー, 化粧品, 繊維, 消毒, スライムコントロール
フェノール系	イソプロピルメチルフェノール (一般名: IPMP)	細菌, かび	医薬品, 医薬部外品, 化粧品, 繊維, 除菌
ヨウ素系	3-ヨード-2-プロピニルブチルカーバメート (一般名: IPBC)	かび (細菌には効果弱)	化粧品, 医療環境, プラスチック
ピリジン系	ピス(2-ピリジルチオ-1-オキシド)亜鉛 (一般名: ZPT)	細菌, かび	シャンプー, 繊維, 皮革, プラスチック, 紙, 木材
	(2-ピリジルチオ-1-オキシド)ナトリウム (一般名: ソディウムピリチオン)	細菌, かび	化粧品, 繊維, ラテックス, 紙, 木材
イミダゾール系	メチル-2-ベンズイミダゾールカーバメート (一般名: カルベンダジン)	かび	繊維, 塗料, プラスチック, 木材
チアゾリン系	1,2-ベンズイソチアゾリン-3-オン (一般名: BIT)	細菌 (かびには効果弱)	水系エマルジョン, 塗料, 糊, ワックス
	2-メチル-4-イソチアゾリン-3-オン (一般名: MIT)	細菌 (かびには効果弱)	化粧品, 紙, 水系エマルジョン, 塗料, 糊
	5-クロロ-2-メチル-4-イソチアゾリン-3-オン (一般名: CMIT)	細菌, かび	紙, 水系エマルジョン, 塗料, 糊
第四アンモニウム塩系	ジデシルジメチルアンモニウムクロライド (一般名: DDAC)	細菌, かび	化粧品, 医療環境, 木材, プラスチック
ピグアナイド系	ポリヘキサメチレンピグアニジン塩酸塩 (一般名: PHMB)	細菌 (かびには効果弱)	環境殺菌, 洗剤

工剤の種類, 特徴, 用途を示す.

## 5. 大和化学工業(株)の繊維用抗かび加工剤

我々の生活に密接している繊維にかびが生育すると、かび臭やかびによる着色が発生し製品の品質が劣化する。また、かびが生育した繊維を使用することで皮膚炎やアレルギー疾患など人体に悪影響を及ぼす可能性もある。これらの現象を防ぐためにも抗かび加工が必要となる。当社では『人と地球の快適性を追求』をコンセプトに抗かび加工剤を展開しており、これまでに多くの繊維用抗かび加工剤を開発してきた。今回、その一部について説明する。図1に当社の抗かび加工剤『アモルデン』を使用した抗かび試験結果写真を示した。

### 5.1 アモルデン HS

性状	主成分 外観 pH(1%) イオン性	イミダゾール系化合物 淡褐色透明液体 5.5 ± 1.0 ノニオン
特長	水溶性である 毒性が低い ノニオンのため使用範囲が広い	
使用方法	1%~2%溶液をパディング処理	

### 5.2 アモルデン MCD

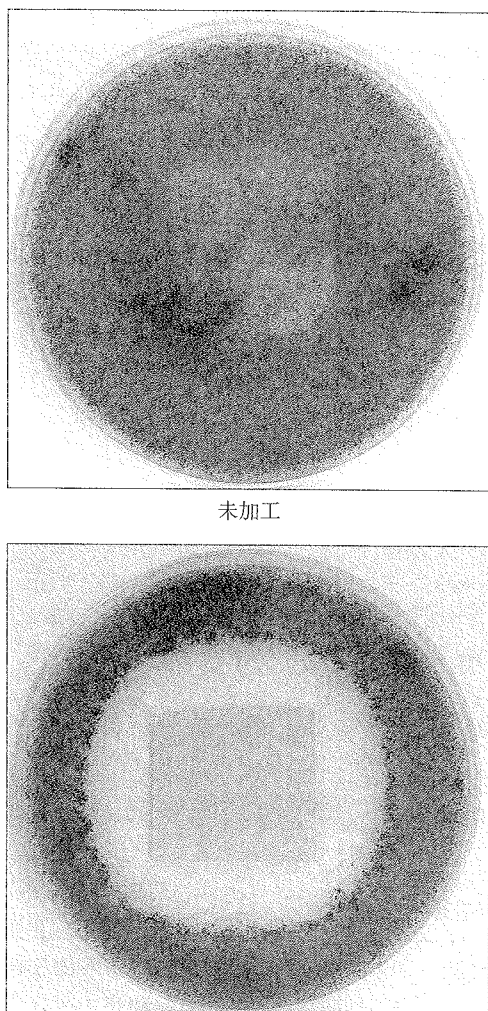
性状	主成分 外観 pH(1%) イオン性	イミダゾール系化合物 乳白色粘稠サスペンション 6.5 ± 1.0 アニオン
特長	スプレー等の用途に使用可能 毒性が低い 広範囲な pH レンジで使用可 熱に対して 150℃まで耐えられる	
使用方法	1%~2%溶液をパディング処理	

### 5.3 アモルデン NBP-8

性状	主成分 外観 pH(1%) イオン性	トリアゾール系化合物 白色粘稠サスペンション 8.0 ± 1.0 アニオン
特長	毒性が低い 広範囲な pH レンジで使用可 熱に対して 150℃まで耐えられる	
使用方法	1%~3%溶液をパディング処理	

### 5.4 抗かび加工 SEK マーク対応薬剤

抗かび加工 SEK マーク (2009年4月1日認証開始) は、(社)繊維評価技術協議会が世界初の抗かび性定量試験



当社の抗かび加工剤『アモルデン』使用  
 図1 抗かび試験例（試験方法：JIS Z 2911）

方法（ISO 20743 で国際的に認知された ATP 発光測定法を応用した新しい抗かび試験方法）を用いた新しい繊維製品の認証基準であり、当社でもこの基準に対応した薬剤開発を進めており、新規アモルデンとして上市している。

## 6. ATP 発光測定法

ATP（アデノシン三リン酸）は単細胞生物から多細胞生物まで生命活動が行われている所に存在する化学物質であり、ATP 発光測定法は微生物中に存在する ATP 量を発光法（Luminescence method）により測定する方法である。この方法を用いることで、従来の微生物試験方法と比べて微生物量を正確かつ迅速に評価することが可能になった<sup>10)</sup>。発光法はホタルの発光反応と同様に、ATP がルシフェラーゼ（酵素）、マグネシウム存在下で発光する反応を用いて発光検出装置で測定する。図2にルシフェラーゼの発光反応、図3に ATP 発光測定法について示す。

かびの評価試験において、かびの菌糸・胞子の ATP

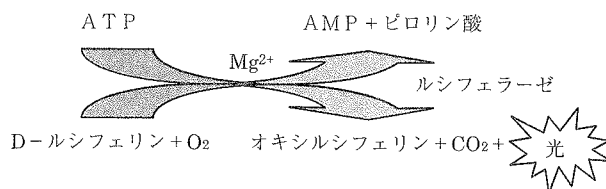


図2 ルシフェラーゼ発光反応

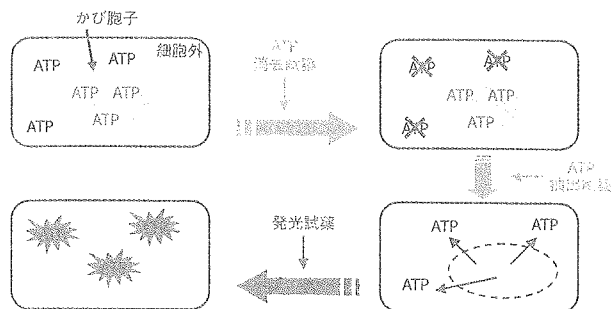


図3 ATP 発光測定法

を指標とする ATP 発光測定法を用いることで、コロニーを形成しないためこれまで定量的に試験することは困難であったかびを評価できるようになり、さらに試験期間を短縮することが可能となった。

## 7. 大和化学工業の抗かび性能評価

当社は微生物試験室（バイオセーフティーレベル・2）を所有しており、抗かび加工剤の開発や性能評価、ユーザーからの依頼による微生物性能評価を実施している。抗かび加工した繊維製品は外見からはその性能はわからないが、抗かび試験を行うことにより性能を見えるかたちで評価し、ユーザーに報告している。このように当社では抗かび加工剤の販売だけでなく性能評価もセットにして販売するというスタンスをとっており、ユーザーからも支持を得ている。また、性能評価試験についても新しい方法に対応しており、先ほど説明した抗かび加工 SEK マークの認証基準に必要な ATP 発光測定法による試験も実施可能である。

## 8. ま と め

抗かび剤を使用してもかびを絶滅させることは不可能であり、かびによる被害を最小限に食い止めるには、かびの特性を良く知り、かびが生育しない環境を作ることが最も重要である。抗かび剤はその手助けとなる程度使用し、人や地球環境のためにも全てを抗かび剤に頼ることがないように心がけてほしい。冒頭にも述べたような、かびがもたらした恩恵に感謝しながら、人類はどのようにかびと共存していくかが重要な課題となる。

また、図4に当社の抗かび加工剤を含めた機能性加工剤（抜粋）を示した。繊維加工薬剤選定の際、参考にし

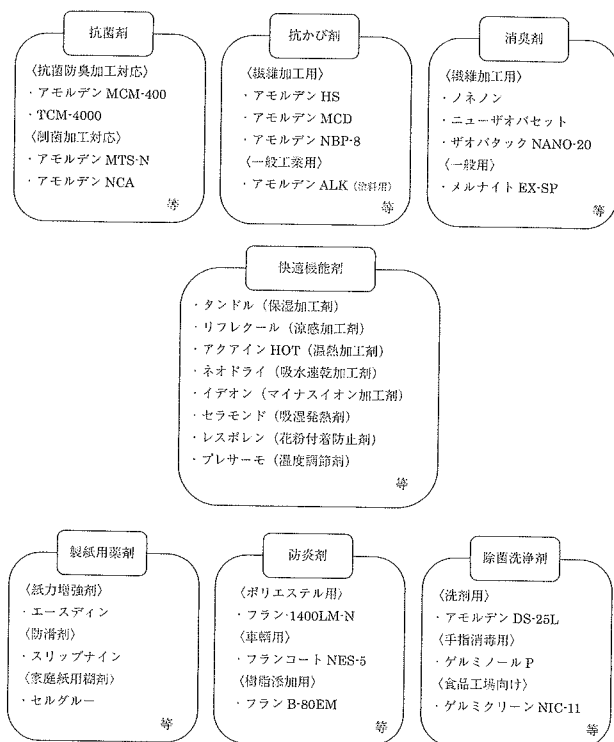


図4 大和化学工業の機能性加工剤

て頂ければ幸いです。

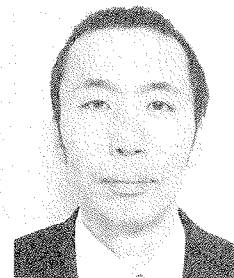
最後に、抗かび加工剤等の選定および使用に際しては、加工剤のMSDSをよく調査し、使用状況、素材などに適合した薬剤を選定することを推奨する。

### 参考文献

- 1) 高鳥浩介; 防菌防黴, 37, 357-366 (2009)
- 2) 高鳥浩介; 加工技術, 44, 414-423 (2009)
- 3) 春田三佐夫, 宇田川俊一; 生活と衛生微生物, 南山堂 (1985)
- 4) 高鳥浩介; かび検査マニュアルカラー図譜, テクノシステム (2002)
- 5) 高麗寛紀; 防菌防黴, 37, 821-828 (2009)
- 6) 小林智紀; 防菌防黴, 38, 455-463 (2010)
- 7) 高麗寛紀; 加工技術, 44, 541-546 (2009)
- 8) 日本防菌防黴学会; 防菌防黴剤事典, 防菌防黴, 26 (1998)
- 9) 高麗寛紀; 防菌防黴, 37, 883-891 (2009)
- 10) 斎藤渉; 加工技術, 44, 437-440 (2009)

### 古川 誠 (ふるかわ まこと)

2001年、宇都宮大学大学院農学研究所生物生産科学専攻修士課程修了、同年、大和化学工業(株)に入社、研究開発部に配属、微生物関連の試験、研究に従事。現在、研究開発統括部東京研究開発部係長。



## 研究会、研究委員会

本学会には次の研究会、研究委員会が設置されています。会員各位のご入会を歓迎します。詳細は事務局 (FAX. 06-6443-4694, E-mail: i-love-tmsj@nifty.com) まで。

織機研究会	委員長 喜成 年泰
テクテキスタイル研究会	委員長 赤井 智幸
不織布研究会	委員長 矢井田 修
コンポジテックス研究会	委員長 座古 勝
染色加工研究委員会	委員長 改森 道信
染織品と染織文化財研究会	委員長 中嶋 鉄利
繊維リサイクル技術研究会	委員長 木村 照夫
テキスタイル科学研究会	委員長 石倉 弘樹
海外資料研究委員会	委員長 米田 守宏
企業心理と消費者心理研究会	委員長 辻 幸恵
織構造解析プロジェクト研究会	委員長 座古 勝
ナノファイバー研究会	委員長 山下 義裕
e-テキスタイル研究会	委員長 森本 一成