



# 抗菌・除菌フィルタの要素・評価技術

## Key Underlying Technologies and Evaluation Techniques for Anti-bacterial/Bacteria Removing Filters

余語 敏文 Toshifumi Yogo

「食の安全と安心」に関心が高まる中、食品機械・装置に対して安全で衛生的な対応がより強く求められている。食品・飲料などに直接触れる圧縮空気の異物・細菌混入防止を目的として開発した抗菌・除菌フィルタの特長や要素技術および評価技術について紹介する。

Amid increased interest in food safety and reliability, the demand for safety and sanitation in food processing equipment is rising steadily. To meet this demand, CKD has developed anti-bacterial/bacteria removing filters aimed at preventing foreign particles and bacteria from contaminating compressed air that comes in direct contact with food and beverage. This paper presents the features of these filters and the key underlying technologies and evaluation techniques used in their development.

### 1 はじめに

「食の安全と安心」に関心が高まる中、食品機械・装置に対して安全かつ衛生的な対応がより強く求められている。食品生産では包装・充填・圧送・洗浄・乾燥・攪拌工程で圧縮空気の用途がある。例えば、食品を包装する際、圧縮空気で包装材を開封したり、食品の充填時にブローしたり、圧縮空気で食品材料を攪拌する用途において異物の混入防止、細菌対策等の要求が高まっている。当社では細菌の増殖を抑制する「抗菌」と、菌の数を減らし清浄度を高める「除菌」技術に注目している。そこで、当社は長年培ってきた工作機械等を対象とする工業用フィルタのろ過技術と抗菌・除菌材料の要素技術を融合し、食品業界の要求に対応するためのSFC/SFSシリーズ「抗菌・除菌フィルタ」を開発した。本稿ではこの抗菌・除菌フィルタの特長や要素技術および評価技術について紹介する。

### 2 細菌について

細菌はその形により球菌、桿菌およびらせん菌に大きく分けられている。(Fig. 1) 球菌の大きさは直径0.5~1 $\mu$ m (1mm= 1,000 $\mu$ m)であり、その配列や集合状態から単球菌、双球菌、連鎖球菌などと呼ばれる。桿菌は棒状の細菌で、普通は幅0.5~1 $\mu$ m×長さ2~4 $\mu$ mであるが、中には比較的短い形の短桿菌や幅に比較して長さの大きい長桿菌もある。一般に細菌の大きさは0.3 $\mu$ m以上と言われている。

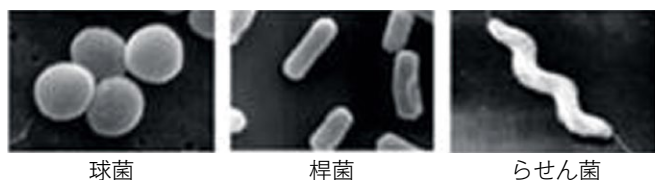


Fig. 1 細菌の分類

### 3 抗菌・除菌とは

抗菌は日本工業規格JIS Z 2801で、「製品の表面における細菌の増殖を抑制する状態」と定義されている。また、洗剤・石けん公正取引協議会が定義する除菌とは、「物理的、化学的または生物学的作用などにより、対象物から増殖可能な細菌の数(生菌数)を、有効数減少させること」と定義されている。いずれも清浄度を高めることであり、細菌がなくなるということではないこと、ろ過度以下のウイルス等は除去できないことに注意が必要である。

### 4 抗菌・除菌フィルタに求められる性能と要素技術

抗菌除菌フィルタに要求される性能と指定事項を以下のTable 1に示す。

Table 1 要求される性能と指定事項

必要な性能	要求値	要素技術	評価試験
エレメント濾材の抗菌性能	殺菌活性値0以上	抗菌剤を添加したフィルタ濾材の開発と評価技術	JIS L 1902「繊維製品の抗菌性試験方法及び抗菌効果」
ろ過性能	99.99%以上	フィルタエレメントの設計と製造技術	JIS B8392-4「個体粒子含有量の試験方法」
細菌捕捉性能	LRV8以上	フィルタエレメントの製造技術と評価技術	JIS K 3835「精密ろ過膜エレメント及びモジュールの細菌捕捉性能試験方法」
食品衛生法に適合した合成樹脂材料とゴム材料の採用	食品衛生法に適合	流体通路部樹脂材料とゴム材料の選定と評価	食品、添加物等の規格基準として昭和34年度厚生省告示第370号の材質試験と溶出試験
食品機械用潤滑剤の採用	NSF H1グリース	使用グリースの選定	アメリカ国立科学財団NSFが認証するH1グリース
抗菌加工品(合成樹脂)の抗菌性能	抗菌活性値0以上	無機抗菌剤練り込み技術と評価技術	JIS Z2801抗菌加工製品 抗菌性試験方法・抗菌効果

### 5 当社の抗菌・除菌フィルタ技術

当社の抗菌・除菌フィルタは3タイプの抗菌・除菌フィルタで構成している。各フィルタの特長を紹介する。(Fig. 2)



Fig. 2 抗菌・除菌フィルタ

5-1 抗菌5μmプレフィルタ

抗菌プレフィルタはルーバディフレクタのサイクロン効果により水分及び個体粒子を分離する当社独自の構造を取っている。

最適形状を求め、解析ソフトを使用し、物質に働く遠心力で異物を除去できる流路を見極めた。その結果、異物の多くはエアの流れで除去でき、フィルタの長寿命化を実現している。(Fig. 3)

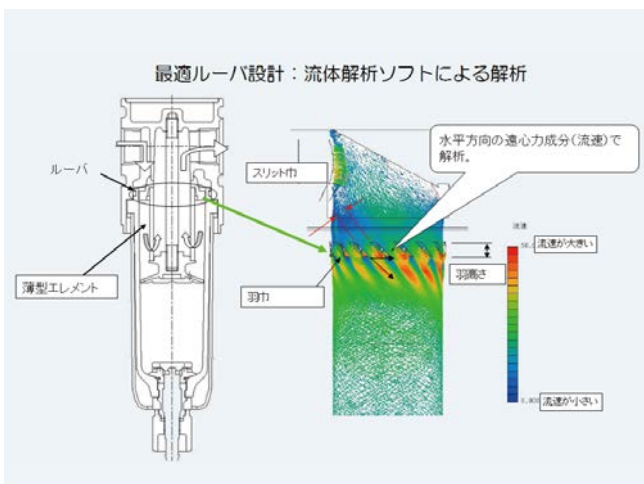


Fig. 3 抗菌5μmプレフィルタ

ルーバ構造だけでは分離できない細菌においては、抗菌フィルタを使用し、異物除去と合わせ、抗菌効果により増殖を抑制することで2次側への流出を減らし、2次側フィルタの寿命を延ばしている。フィルタエレメント(Fig. 4)のろ材には銀系無機抗菌剤とスギ花粉・ヒノキ花粉・ダニ等吸着除去する2つの機能をハイブリッドしたオリジナル繊維を採用している。銀系無機抗菌剤は従来の一般的な銀系粒子に対してナノサイズの微粒子を採用し、一般的な抗菌剤に対して1000倍の表面積を実現し抗菌効果を高めている。



Fig. 4 抗菌5μmプレフィルタエレメント

5-1-1 抗菌剤について

無機系、有機系に大別される。無機系抗菌剤は銀を用いたものが多く、安全性が高い。他に銅、亜鉛、酸化チタンを用いたものもある。細菌・カビ・酵母の広範囲で効果を発揮し、有機溶媒等による溶出はなく長期にわたり抗菌性を発現する。また、耐熱性に優れ、プラスチックに練りこむことが可能である。有機系抗菌剤は即効性はあるが水、熱等により蒸発・分解を生じやすく、効果が低下する。

当社では銀イオンを使用している。上記の微粒子を使いフィルタ繊維に均一に添着させることで、抗菌効果の均一性を持たせることができた。溶出した銀イオンが細菌の内部に侵入し、細菌が栄養を取り入れる酵素の働きを停止させ死滅させると考えられている。(Fig. 5)



Fig. 5 酵素障害説

5-1-2 抗菌能力

JIS L 1902「繊維製品の抗菌性試験方法及び抗菌効果」10定量試験 10.1菌液吸収法により、黄色ブドウ球菌と肺炎かん菌で抗菌力試験を行った結果、殺菌活性値3の優れた抗菌性能を有している。試験機関は一般財団法人日本食品分析センターへ依頼した。

この試験は抗菌繊維の18時間培養後の生菌数と標準布の試験菌接種直後の生菌数とを測定し、次の計算式で求める。殺菌活性値=Ma-Mc Ma:標準布の試験菌接種直後の生菌数の常用対数值、Mc:検体の18時間培養後の生菌数の常用対数值。殺菌活性値がゼロより大きければ抗菌(制菌)効果があると定義されている。試験結果を(Fig. 6)に、培養後の生菌数測定平板を(Fig. 7)に示した。

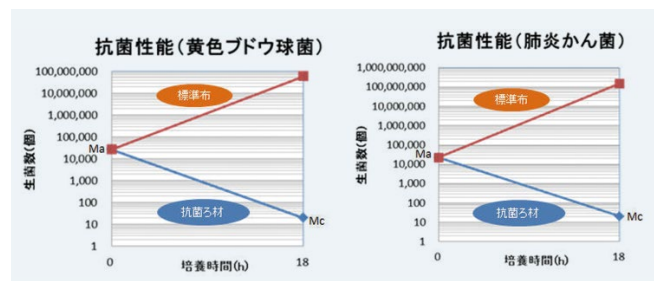


Fig. 6 抗菌力試験結果

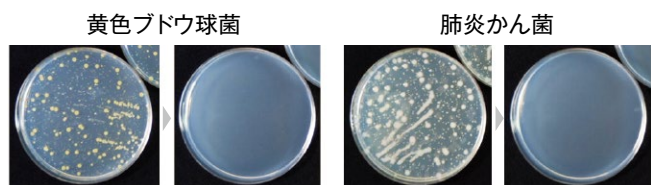


Fig. 7 培養後の生菌数測定平板 (右側)



## 5-2 抗菌高性能フィルタ

抗菌5 $\mu\text{m}$ プレフィルタに対し、更なる過度を高くすることを目的に、ろ材には有機系の抗菌剤に比べ安全性、持続性、耐熱性等に優れた銀系無機抗菌剤による抗菌加工を行ったグラスファイバー入りPET不織布 (Fig. 8) を採用した。さえぎり・慣性・拡散・重力沈降・静電気の5つの捕集機構が総合的に作用して捕捉するコアレスニングフィルタである。抗菌高性能フィルタエレメント (Fig. 9) はプラスチック製網状部材とろ材と一緒に渦巻状に巻回された当社特許構造及び製造方法で製作されている。(Fig. 10) これにより、生産効率の問題を解決できた。

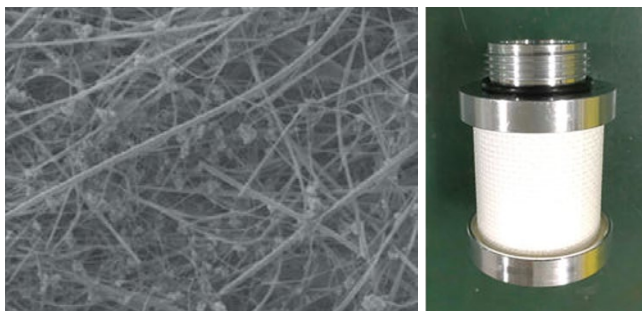


Fig. 8 抗菌不織布



Fig. 9 抗菌高性能フィルタエレメント

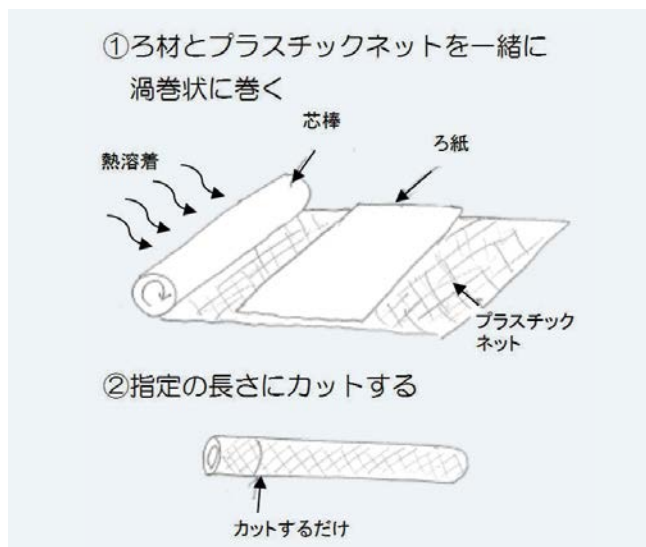


Fig. 10 エレメント構造

### 5-2-1 ろ過性能

JIS B 8392-4「個体粒子含有量の試験方法」に準拠して当社でろ過性能試験を実施し、当社独自構造のエレメントにて、0.1 $\mu\text{m}$ ろ過効率99.99%以上(実力値)、細菌サイズの0.3 $\mu\text{m}$ 以上については100%(実力値)の優れたろ過性能を実現した。

### 5-3 除菌フィルタ

除菌フィルタエレメント (Fig. 11) はストロー状の繊維の壁面に特殊な超微細孔がある中空糸膜 (Fig. 12) で精密濾過を行う。



Fig. 11 除菌フィルタエレメント

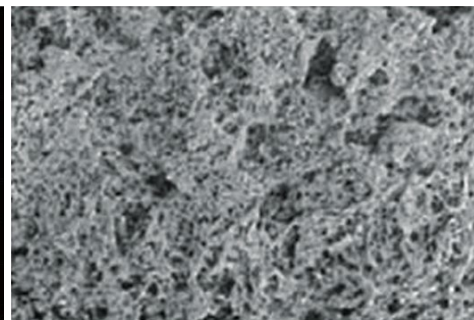


Fig. 12 中空糸膜

### 5-3-1 ろ過性能

JIS B 8392-4「個体粒子含有量の試験方法」に準拠して当社でろ過性能試験を実施し、0.01 $\mu\text{m}$ ろ過効率99.99%の優れたろ過性能を実現した。

### 5-3-2 除菌性能

JIS K 3835「精密ろ過膜エレメント及びモジュールの細菌捕捉性能試験方法」に準拠した除菌性能試験を行った結果、LRV8以上の優れた細菌捕捉性能を有している。試験機関は日本微生物クリニック株式会社へ依頼した。

この試験の供試菌は *Brevundimonas diminuta* ATCC19146 (Fig. 13) 菌数  $8.5 \times 10^8$  の細菌をIN側から流し込み除菌フィルタのOUT側へろ液中漏出菌数 (Fig. 14) を測定し、次の計算式で求める。LRV 値 =  $\log_{10}$  原水中の総菌数 / ろ液中漏出菌数 (0のとき1代入)  $\log_{10} 8.5 \times 10^8 / 1 \geq 8.93$



Fig. 13 供試菌

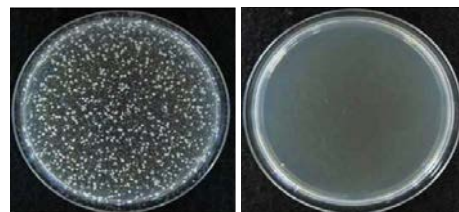


Fig. 14 チャレンジ菌数 (左) と漏出菌数 (右)

## 6 菌・カビの測定技術

JIS B 8392-7 圧縮空気—第7部: 微生物汚染物質含有量の試験方法で測定する方法である。この試験は圧縮空気中に存在する固体粒子からコロニーを形成できる微生物 (例えば細菌やカビ) を区別する試験方法である。サンプリング培養及び微生物粒子数量の決定手段である。エアースンプラーで微生物を捕捉する原理は、空気源から供給された圧縮空気は湿った寒天培地の表面に向かって狭いスリットあるいはホールを通して加速される。このとき空気分子は偏向させられるが微生物は慣性によって寒天培地の表面に衝突する。適切に培養された微生物はコロニーに増殖し一つの微生物が一つのコロニーを発生させるという仮定のもとで計数される。

## 7 おわりに

今後、抗菌・除菌技術はさまざまな業界での需要が見込まれると考えている。医薬品・化粧品製造での異物や細菌混入防止等要求仕様を調査し、抗菌・除菌フィルタのシリーズ展開を図り、安全面での貢献を狙う。

### 執筆者プロフィール

---



余語 敏文 Toshifumi Yogo

コンポーネント本部  
FAシステムBU 第1技術部  
Engineering Department No. 1  
FA System Business Unit  
Components Business Division

### ■ 出典 ■

JIS B 8392-4 圧縮空気—第4部:固体粒子含有量の試験方法  
JIS B 8392-7 圧縮空気—第7部:微生物汚染物質含有量の試験方法  
JIS K 3835 精密ろ過膜エレメント及びモジュールの細菌捕捉性能試験方法  
JIS L 1902 繊維製品の抗菌性試験方法及び抗菌効果  
JIS Z 2801 抗菌加工製品—抗菌性試験方法・抗菌効果  
抗菌力試験結果 一般財団法人日本食品分析センター第15037764001-0101号  
細菌捕捉性試験結果 日本微生物クリニック株式会社試験成績書発行番号 CJ2014.10-1  
細菌の分類 Kusuri-jouhou.com微生物学