

紫外線殺菌のすすめ

除染用洗浄器“F r e s s y”(フレッシュ)の殺菌効果について

1. 紫外線とは

一般に紫外線は目可視光(約380nm 紫色~780nm 赤色)より波長が短い光線で見えないため、紫外線ランプの光は、『青白く見える可視光』と『紫外線』を混ぜた状態で用いています。日本では1950年代に厚生省が理髪店で紫外線消毒器の設備を義務づけたのをきっかけに一般に知れ渡りましたが、当時は殺菌線の出力が弱く、殺菌に長い照射時間が必要だったため普及は限られていました。

最近では、高殺菌能力を持つキセノンランプの強力な光を、パルス発光により瞬時に効率よく照射する新しい光殺菌が出現したため、従来の低圧水銀ランプなどによる紫外線殺菌や加熱殺菌さらにEOG殺菌などにはない様々な効果を発揮し、その高レベルな表面殺菌力は食品分野にも適していることから、現在最も注目されています。

歯科医療で普及している紫外線臨床応用には、樹脂の光硬化型で波長が450nm前後で用いられており、**紫外線殺菌には254nmの波長を使用**します。

その殺菌力は、直射日光にも含まれている波長350nmの紫外線の約1,600倍にも達しますが、薬品処理と違って残留性がないため二次処理が不要です。また有害なオゾンも発生しないため安全性・環境負荷の軽減に寄与できます。

2. 紫外線殺菌の原理

殺菌とは「菌を全滅させること」のように思い込みがちですが、実際の対策では「菌を減らす方法」と「菌を増殖させない方法」の組み合わせを考えるほうが具体的です。紫外線による殺菌の原理は、水中でも空気中でも基本は変わりません。対象を「ウイルスと細菌」に分けると、細菌は細胞を持ち、ウイルスは細胞を持ちません。

細菌は細胞分裂で増殖し、ウイルスは感染して増殖します。紫外線による殺菌はそれら対象菌のDNAの持つ情報を分解することによって行われます。

また、紫外線殺菌に必要な紫外線の量は、菌ごとに公表されています。

Lukieshの実験によれば盛夏、晴天、正午の太陽光でシャーレ中の大腸菌浮遊液を直射したところ、99.99%の殺菌に**64分間**を要しています。これを同じ大腸菌に対して99.99%以上の殺菌率を得るために**殺菌灯は60秒(1分)**を要するに過ぎません。

殺菌線量(J/ m²)は殺菌線照度と照射時間の積で与えられますので、殺菌線量(J/ m²)、殺菌線照度(W/ m²)、照射時間(sec)との関係は次のようになります。

$$\begin{aligned} \text{殺菌線量(J/ m}^2\text{)} &= \text{殺菌線照度(W/ m}^2\text{)} \times \text{照射時間(sec)} \\ \text{殺菌線照度(W/ m}^2\text{)} &= \text{殺菌線量(J/ m}^2\text{)} \div \text{照射時間(sec)} \\ \text{照射時間(sec)} &= \text{殺菌線量(J/ m}^2\text{)} \div \text{殺菌線照度(W/ m}^2\text{)} \end{aligned}$$

3. 紫外線殺菌の長所と短所

長所

- 1) 菌に耐抗性を作らない
- 2) 対象物にほとんど変化を与えない
- 3) **残留物や環境ダメージがない**
- 4) 処理時間が短い

短所

- 1) 残留効果がない
- 2) **対象が照射面に限られる**
- 3) 光をさえぎると効果がない

4. 紫外線殺菌装置について

紫外線殺菌を目的とした装置は、平成17年4月の薬事法改正で、医療機器の区分からなくなっています。紫外線殺菌装置では、「大腸菌を対象とした際の殺菌能力」と「一般菌を対象とした際の殺菌能力」の2種類の性能目安を掲げることが多く、概して「大腸菌を対象とした殺菌能力」の2倍の紫外線照射能力が「一般菌を対象とした際の殺菌能力」になります。「大腸菌」は、本来生物の体内に居るもので、それが体の外で発見されるのは衛生管理ができていないことの非常に分かりやすい証拠となるため指標菌として採用されています。

紫外線によって対象物の付着菌を殺菌することはできますが、立体物の内表面や裏側には紫外線が届かないため殺菌効果にバラツキが生じる可能性があります。そのため、器具の改良、改善が必要となりました。

除染用洗浄器“Fressy”（フレッシー）のコンセプトは、内積に対し、照射量を最大化にすることと内面形状と鏡面仕上げにすることで、装置内に影を作らない設計となっています。

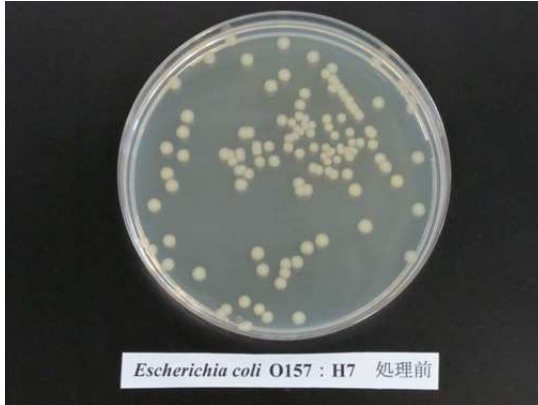
5. 除染用洗浄器“Fressy”（フレッシー）の殺菌効果試験

本装置の殺菌効果の試験（24-YK10384）は、株式会社ファルコライフサイエンス（京都市左京区）に依頼しました。

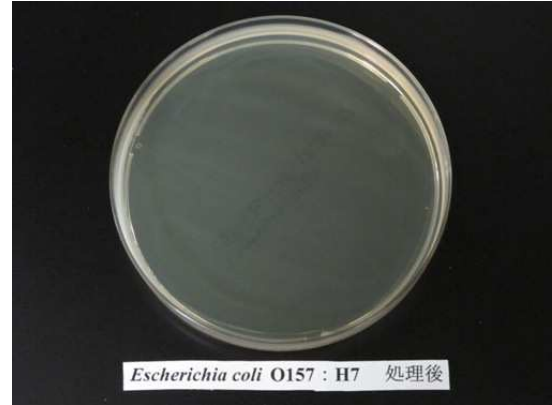
試験結果

生菌数		(単位：CFU)		
	処理時間	培地1	培地2	平均値
O157 菌	処理前	1 2 3	1 1 0	1 1 7
	5分後	0	0	0
サルモネラ菌	処理前	2 4 3	2 9 8	2 7 1
	5分後	0	0	0
ミュータンス菌	処理前	1 9 0	1 8 7	1 8 9
	5分後	0	0	0
カンジタ菌	処理前	5 1	3 5	4 3
	5分後	0	0	0
黒カビ	処理前	8 9	8 7	8 8
	5分後	0	0	0
青カビ	処理前	2 9	1 7	2 3
	5分後	0	0	0

写真



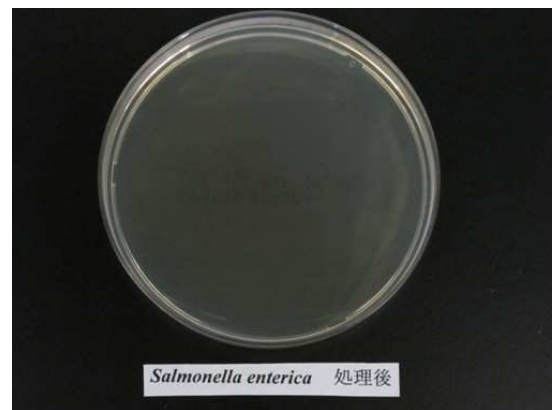
O157 菌 処理前



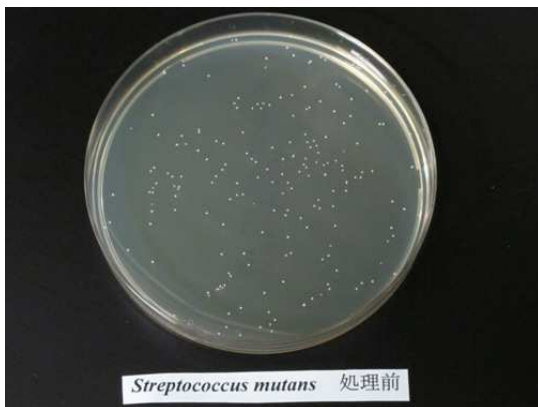
O157 菌 処理後



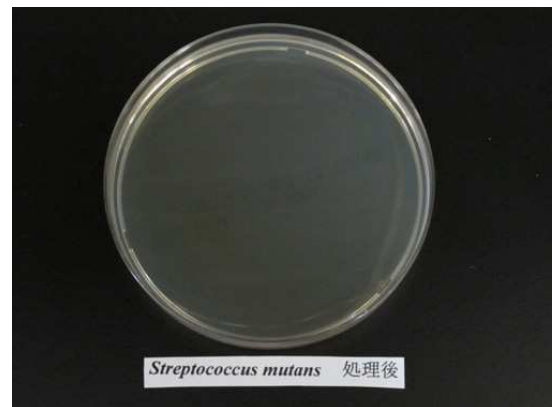
サルモネラ菌 処理前



サルモネラ菌 処理後



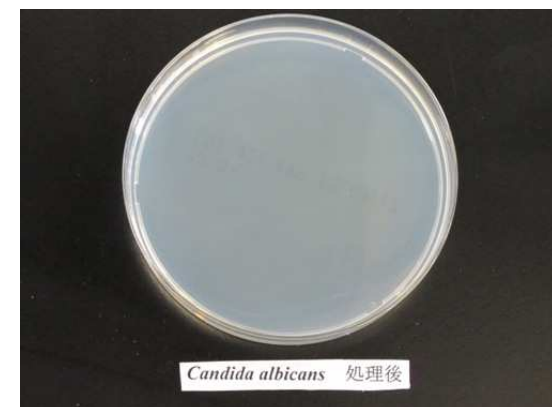
ミュータンス菌 処理前



ミュータンス菌 処理後



カンジタ菌 処理前

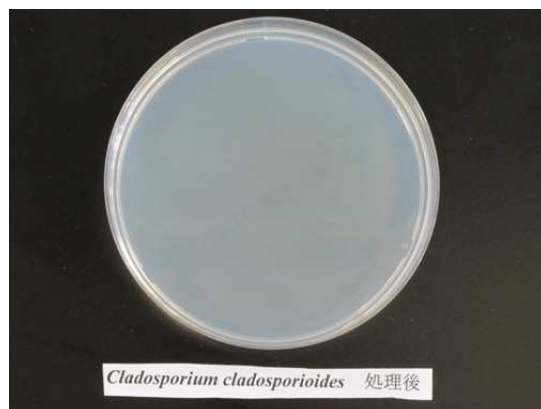


カンジタ菌 処理後



Cladosporium cladosporioides 処理前

黒カビ 処理前



Cladosporium cladosporioides 処理後

黒カビ 処理後



Penicillium chrysogenum 処理前

青カビ 処理前



Penicillium chrysogenum 処理後

青カビ 処理後

6. まとめ

紫外線による殺菌はすべての菌類に対して有効ですが、菌の種類(大きさ、形状他)や環境などにより紫外線に対する菌の感受性は大幅に違ってきます。

紫外線照射による菌類の生存率は、一般に次の式により求めることができます。

$$S = P/P_0 = e^{-Et/Q}$$

S	菌類の生存率
P ₀	紫外線照射前の菌数
P	紫外線照射後の菌数
E	有効な紫外線照度(mW/cm ²)
t	照射時間(秒)
Q	生存率 S を 1/e=36.8%とするために必要な紫外線照射線量

紫外線殺菌で重要なことは影をつくらないことで、照射度と照射時間が適切であれば消毒も可能となります。

ウイルスの場合も同様に公式に当てはめれば有効な紫外線照射度を求めることができます。

除染用洗浄器”Fressy” (フレッシー) の殺菌力は、照射時間5分ということを考えると、非常に有効な消毒法といえます。

ビールス (ウイルス)	紫外線照射秒数 (sec)
タバコモザイクウイルス	440,000
インフルエンザウイルス	3,400

監修；日本歯科大学 山口佳男
 検査機関；株式会社ファルコライフサイエンス
 資料作成；アルゴファイルジャパン株式会社