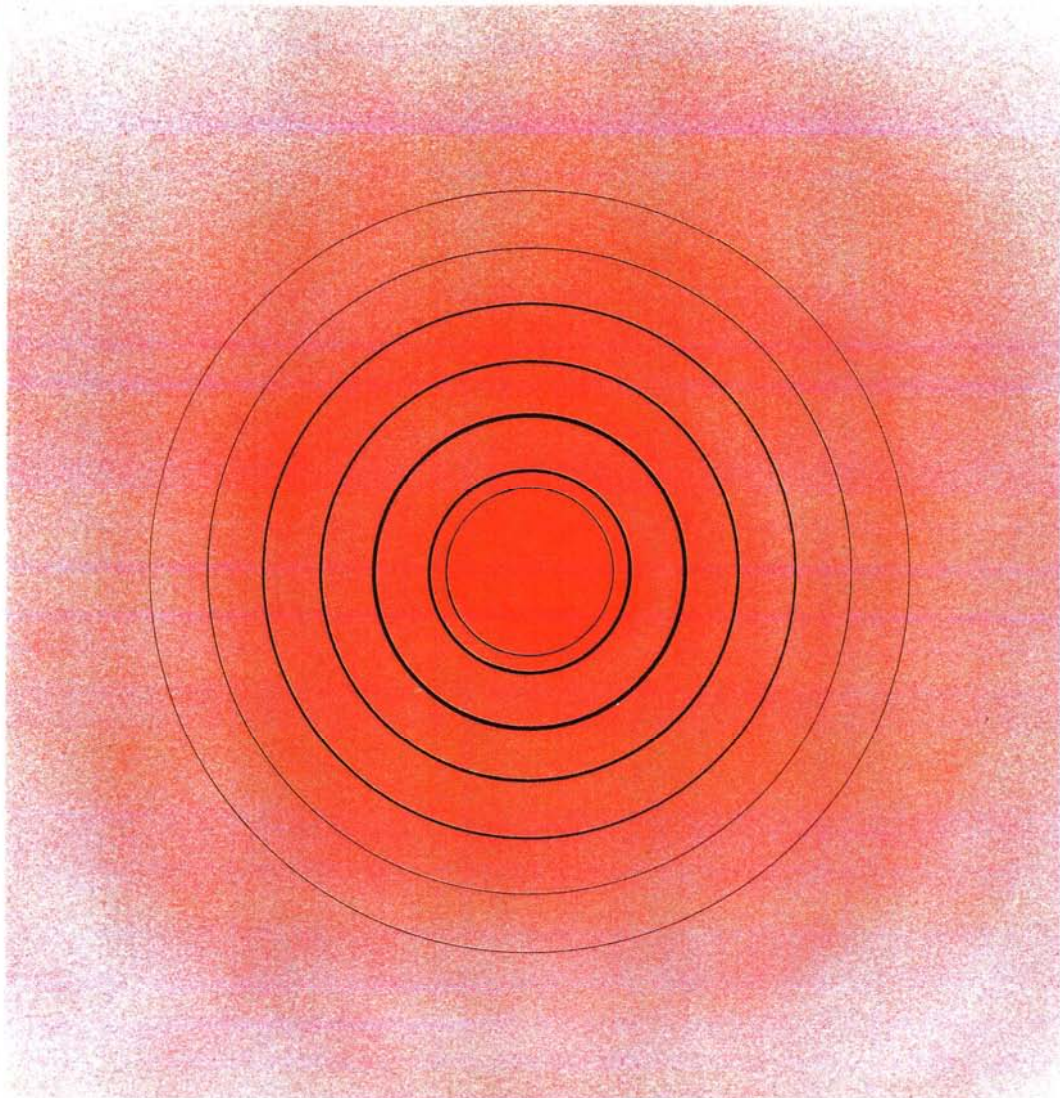


# 環境感染

Vol. 15, No. 1, 2000



日本環境感染学会  
JAPANESE SOCIETY OF ENVIRONMENTAL INFECTIONS

## 歯ブラシ殺菌乾燥器の有用性

末柄信夫（帝京大学医学部微生物学講座） 他

### 要旨

歯ブラシの殺菌・乾燥のために開発された歯ブラシ殺菌乾燥器（商品名クリアブラシ）の殺菌乾燥効果について、2種類（疎毛および密毛タイプ）の歯ブラシを用いて検討した。試験菌 $10^5 \sim 10^6$ cfu（コロニー形成単位）を含む歯ブラシ（疎毛タイプ）を本殺菌乾燥器が発生する熱風-紫外線に曝露した場合、*Streptococcus mutans*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*(O-157)およびMRSA（メチシリン耐性黄色ブドウ球菌）は1分間で $>99.5\%$ が死滅し、*Candida albicans*は5分間で $99.8\%$ が死滅した。密毛タイプ歯ブラシの場合は、死滅に要する時間が著しく長く60分の曝露で $95.8\%$ であった。*Candida albicans*で汚染した疎毛および密毛タイプの歯ブラシを6時間室温放置したときの死滅率はそれぞれ $75\%$ および $36\%$ であり、死滅率と水分残量との間に逆の相関がみられた。歯磨き使用後の口腔細菌による汚染歯ブラシ（疎毛タイプ）での熱風-紫外線曝露による殺菌率は5分間曝露で $100\%$ であった。また、菌汚染歯ブラシを水分を保持したまま $35^\circ\text{C}$ に放置すると汚染菌が著増したが、本殺菌乾燥器による曝露によって汚染菌の $100\%$ が死滅した。以上の成績から、汚染歯ブラシを殺菌するためには、疎毛タイプ歯ブラシでは紫外線照射のみで短時間でよく、密毛タイプではさらに熱風曝露が必要であったが、本器は歯ブラシ殺菌乾燥にきわめて高い有用性をもつものと考えられる。

### はじめに

口腔内には多種多様な微生物がいわゆる口腔内常在フローラを形成しており<sup>12,13)</sup>、歯肉炎を含む歯周炎<sup>1,2,3,11)</sup>、齲蝕<sup>1,5)</sup>などの口腔疾患の発症に多くの細菌、真菌およびウイルスが密接に関わっている。また、口腔内常在菌は呼吸器疾患起因菌<sup>19)</sup>にもなりうること、口腔内の状態が全身状態に影響を及ぼしうることなどを考えると、口腔ケアのきわめて重要な役割が理解される。口腔ケアは、とりわけ歯ブラシを用いた歯磨きによる口腔（歯肉、舌表面、口腔粘膜）の日常的なケアの意義は大きい。しかし、歯磨き後の歯ブラシの汚染除去<sup>8)</sup>についてはほとんど配慮されておらず、汚染歯ブラシが水分を含んだまま放置されることが多く、疾患関連細菌の繁殖・汚染源になりやすい。

Suzukiら<sup>8)</sup>は、汚染歯ブラシを洗浄したときの洗浄効果について検討し、汚染菌を有効に洗浄（ $10^1$ 分の1に減少）するためには流水中での1分間以上の洗浄が必要であることを報告している。また、小児（3~12歳）では歯ブラシ洗浄にかかる平均時間はわずか5秒間で、洗浄後の歯ブラシ1本あたり平均 $4.8 \times 10^7$ cfuの細菌が残存していたという報告<sup>30)</sup>もある。

本研究では、歯磨き後の汚染歯ブラシにかかわる、このような問題を解決するために開発された殺菌乾燥器の殺菌乾燥効果について、齲蝕原性*Streptococcus mutans*、呼吸器感染などの起因菌*Pseudomonas aeruginosa*、食中毒、腸炎、皮膚炎などの原因菌*Staphylococcus aureus*（MRSA）、腸管出血性大腸炎起因菌*Escherichia coli*（O-157）、および口腔内常在菌であり口腔カンジダ症起因菌*Candida albicans*を実験対象菌として検討した。本殺菌乾燥器は、熱風発生装置と紫外線殺菌灯を組み合わせた自動殺菌乾燥器で、歯磨き後の汚染歯ブラシを殺菌と同時に乾燥するためのものである。

## 考察

本殺菌乾燥器は歯みがきの後の汚染歯ブラシを殺菌と同時に乾燥する自動歯ブラシ殺菌乾燥器である。口腔常在フローラ構成菌や外来病原菌などいくつかの供試菌に対する本殺菌乾燥器の効果を検討した。歯みがき使用後の歯ブラシの汚染除去には注意が払われておらず、汚染状態のまま放置されていることが多いと思われる<sup>8,20)</sup>。口腔ケアに当たっては多種類の歯ブラシが使用されている<sup>7)</sup>。歯肉炎や口内炎などの口腔疾患の有無、介護を必要とする場合、幼児などで歯ブラシの形ややわらかさおよび材質などが重要である。本実験では、2タイプの通常の歯ブラシを使用した。1つはナイロンなどプラスチック製の毛(ブラシ)が基盤がみえる程度に植毛されているタイプ(疎毛タイプ)で、他は豚毛などの自然毛が密に植毛されているタイプ(密毛タイプ)である。まず、疎毛タイプ歯ブラシを用いて、熱風/UV曝露による供試菌の殺菌効果と歯ブラシの乾燥効果について、また、その殺菌効果はおもにUVか熱風のいずれによるものなのかを検討した。

齶蝕原性*S. mutans*、呼吸器感染などの起因菌*P. aeruginosa*、食中毒、腸炎、皮膚炎などの原因菌*S. aureus*(MRSA)、腸管出血性大腸炎起因菌*E. coli* O157で汚染された疎毛タイプ歯ブラシを熱風と同時にUVに曝露(熱風/UV曝露と表す)すると、4菌種いずれも1分間の曝露によって>99.5%、2分間の曝露で>99.9%の汚染菌が殺菌され(図2)、本殺菌器はきわめて殺菌効果の高いことがわかった。次に、このような高い殺菌効率、*E. coli* O157汚染歯ブラシをUV単独曝露、熱風単独曝露および熱風/UV曝露を比較することによって、疎毛タイプ歯ブラシではおもにUV曝露によることがわかった。熱風単独曝露の場合は、曝露5分間までは殺菌率0%で、曝露20分間でも殺菌率98.9%であり(図3)、十分な殺菌効果は得られなかった。疎毛タイプ歯ブラシはUVおよび熱風がブラシの深部まで到達しやすいことによって高い殺菌率が得られたと考えられるのに対して、密毛タイプ歯ブラシでは反対に、低い殺菌率が予想された。口腔常在真菌であり口腔カンジダ症起因菌である*C. albicans*を用いて両タイプにおける熱風/UV曝露による殺菌率を比較した。疎毛タイプ歯ブラシでの殺菌率は、*C. albicans*は*P. aeruginosa*、*S. aureus*(MRSA)、*E. coli* O157など細菌よりもUV曝露に耐性ではある<sup>17)</sup>が、10分間曝露で>99.9%(図4-A)であったのに対して、密毛タイプ歯ブラシでの殺菌率は10分間で60.0%、60分間で94.2%であり(図4-B)、不十分であった。すなわち、密毛タイプでは、UVがブラシ深部まで到達しにくいことその他に、歯ブラシの水分残留量を両タイプの歯ブラシで比較すると、密毛タイプのほうが水分残留量が多いので(図4)、熱風による加熱効果も低いことによって低殺菌率になると考えられる。

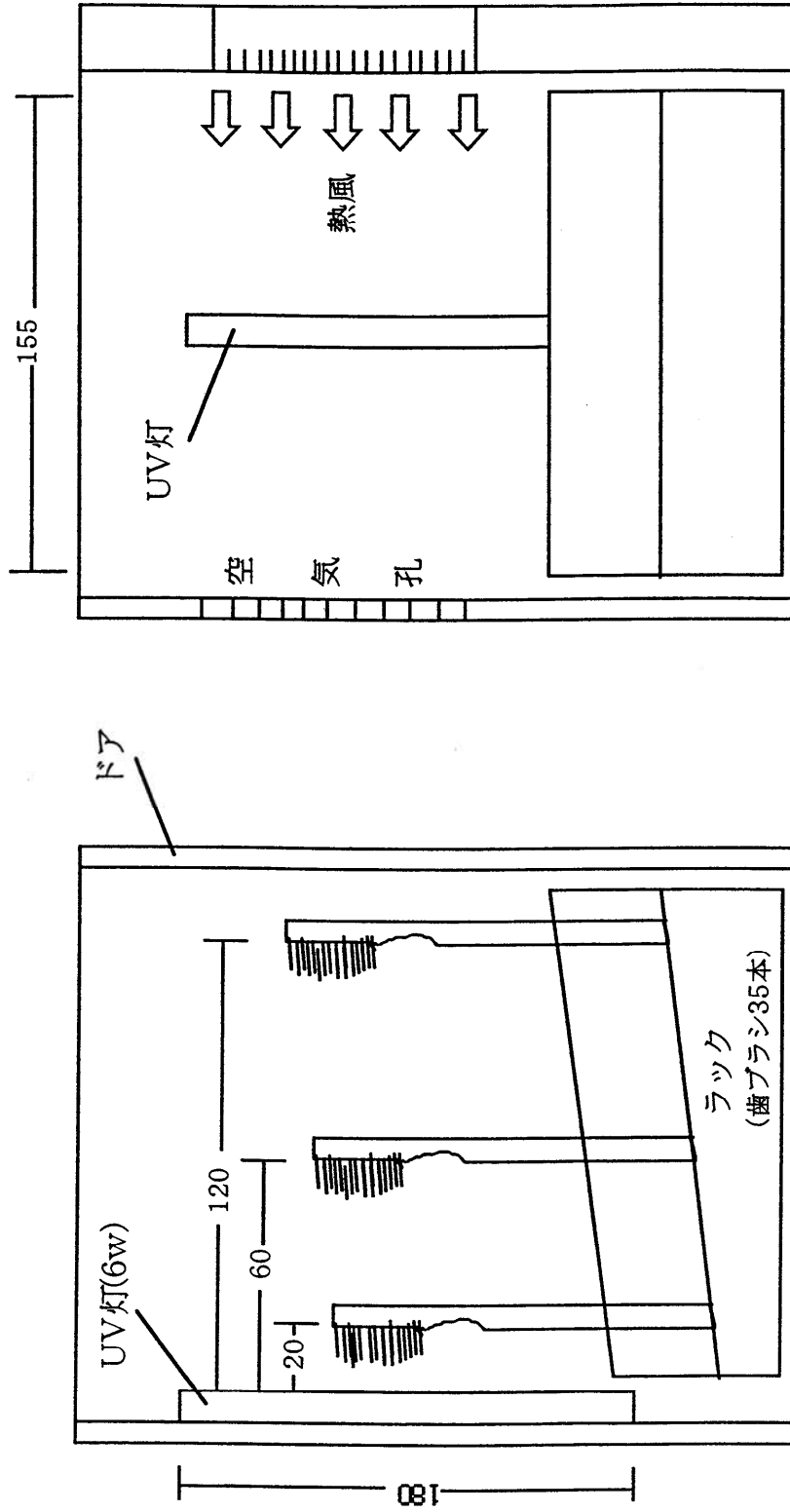
通常の歯みがきにおいては、使用した汚染歯ブラシを洗浄が不完全<sup>8)</sup>で、水分を含んだまま放置されること、あるいは狭い密閉空間に置かれることが多い。本研究では次に、疎毛タイプおよび密毛タイプ歯ブラシを用いて、室内に放置した場合の付着した汚染菌(口腔内に常在する*C. albicans*)の死滅と歯ブラシの水分残留量の変化を調べた(図5)。疎毛タイプでは、放置3時間で水分残留量がほぼ0になったが死滅率は57.3%、また、6時間後の死滅率は74.3%であった。すなわち、汚染菌の約25%が生残しており、これはきわめて多数である。一方、密毛タイプでは、予想されるごとく、水分残留量は放置6時間後においても約8%、死滅率は約36%で、疎毛タイプ歯ブラシよりもきわめて多数の汚染生菌が残存した。この実験では、汚染歯ブラシを空気流動のある室内に放置したが、密閉空間に汚染歯ブラシを放置した場合は、さらに多数の残存生菌があると予想される。このように、汚染歯ブラシを室温放置した場合は、汚染菌の死滅率はきわめて低いことが判明した。次に歯みがき後の口腔内常在菌で汚染された歯ブラシを使って本器の殺菌効果を調べたところ、5分間の熱風/UV曝露によって>99.9%の殺菌率が得られた。歯みがき歯ブラシから回収した菌液を好氣的培養および嫌氣的培養して求めた殺菌率には大きな違いはなかった。すなわち、嫌氣性菌培養用非選択培地であるGAM平板に回収菌液を塗布し嫌氣培養を行ったので、*Bacteroides*属、*Prevotella*属、*Fusobacterium*属などの口腔内常在嫌氣性菌に対する殺菌効果もあるものと思われた。しかしながら、栄養素が十分であっても、温湿度などの条件が好適であっても偏性嫌氣性菌は空気中では発育しないかまたは死滅するのであるから、口腔内の偏性嫌氣性菌は、汚染歯ブラ

シを放置したときの劣悪化の原因菌としての重要性は低いものと考えられる。

UV照射による殺菌効果は広く知られている。Chang et al.<sup>14)</sup>は殺菌紫外線 (UV-C) の各種類の微生物に対する殺菌効果を比較し、*E. coli*, *Salmonella Typhi*, *S. aureus* など細菌に対する殺菌効果は高いが、ウイルス、孢子等に対しても強い殺菌効果があることを報告している。また、Degiorgi et al.<sup>15)</sup>は、UV-Cよりも長波長で殺菌作用のはるかに低いUV-B照射によっても*P. aeruginosa* や *E. coli* などの細菌が死滅することを示している。同様に、UV-Bによって *Malassezia*, *C. albicans* などの真菌, *S. aureus*, *S. epidermidis* が死滅するという報告もある<sup>16)</sup>。本器に採用されているUV灯とはほぼ同出力のUV灯によるUV曝露によって、*P. aeruginosa*, *E. coli*, *S. aureus*, *S. epidermidis* などの細菌や真菌に対するきわめて高い殺菌効率が示されている<sup>17)</sup>。

歯みがき後の歯ブラシの汚れをそのままに、あるいは、洗浄不十分で多量の水分を含んだままで放置すると、汚染菌の増加が予測される。本実験では、使用歯ブラシ放置のモデル実験として一つの悪条件を設定した。供試菌*E. coli* O157で汚染された歯ブラシをラップで被覆して乾燥を妨げて、35℃にて放置したところ、汚染菌が増殖し易い条件に設定してあるとはいえ、歯ブラシの菌数は3~6時間放置後、予想されたようにきわめて高菌数になった。特に夏季、歯ブラシがほぼ同じような汚染状態で放置され、汚染歯ブラシがさらに高菌数になることも少なくないと思われる。

本器は小サイズのUV灯 (6W) と熱源とを組み合わせ、簡便に短時間で汚染歯ブラシを殺菌乾燥を目的として開発された。本実験成績が示すように、口腔内常在菌および外来汚染菌に対して、しかも高菌数のそれらの菌種に対して、短時間できわめて高い殺菌効果を示し、操作がきわめて簡便で、安全でもある。また、本器は殺菌乾燥後の歯ブラシの保管庫にもなるものである。すなわち、歯みがき後の汚染歯ブラシの管理にきわめて高い有用性をもつものと期待される。



側面図(左)

正面図

図1 歯ブラシ殺菌乾燥器 ラックに立てた使用後の濡れた歯ブラシがUVと同時に熱風に曝露される。UV灯は網式金属のカバーで保護され、金属製ラックは出し入れできる。歯ブラシ汚染菌が空気孔から飛散することはない。導電コードおよび作動スイッチは省略した。サイズはmm.

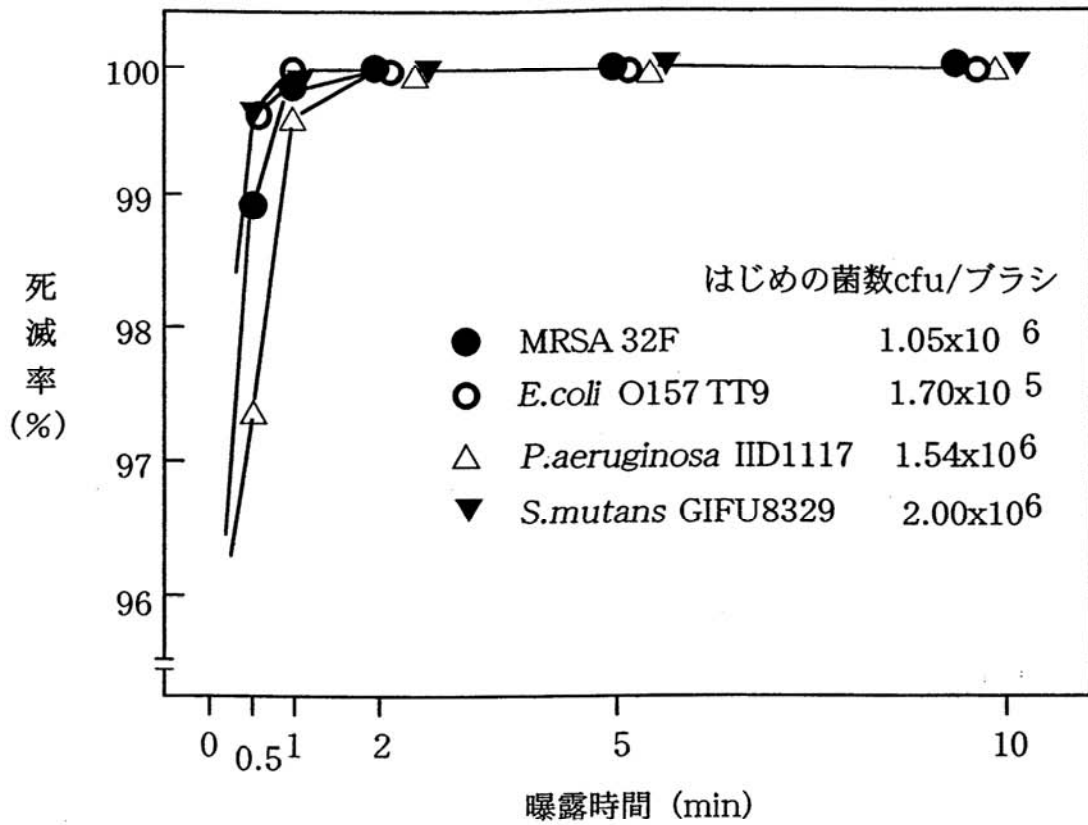


図2 歯ブラシ汚染4菌種のUV/熱風による死滅率

汚染歯ブラシ(疎毛タイプ, 菌液0.2ml/ブラシ)を熱風/UVに曝露した。各値は2測定の平均値。

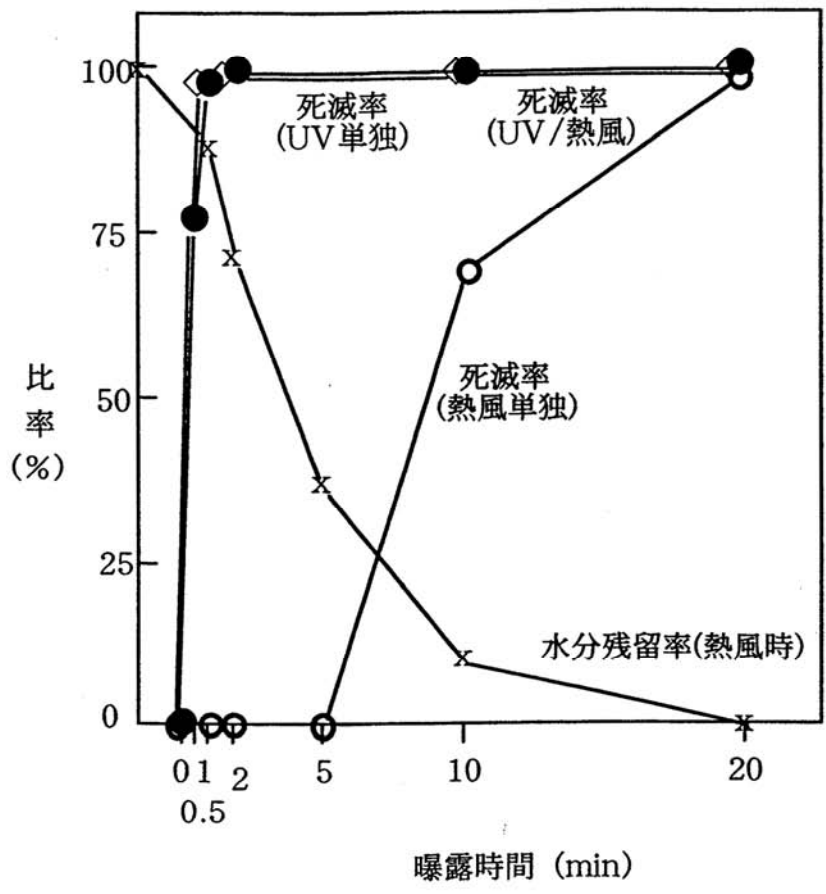


図3 汚染菌ブラシ(疎毛タイプ)のUV, 熱風, UV/熱風による汚染菌の死滅率と水分残留率の変化

*E.coli* O157 TT9で汚染した疎毛タイプ歯ブラシ( $1.8 \times 10^6$ cfu/0.2ml/ブラシ)をUV単独, 熱風単独, および熱風/UVに曝露した。各値は2測定の平均値。

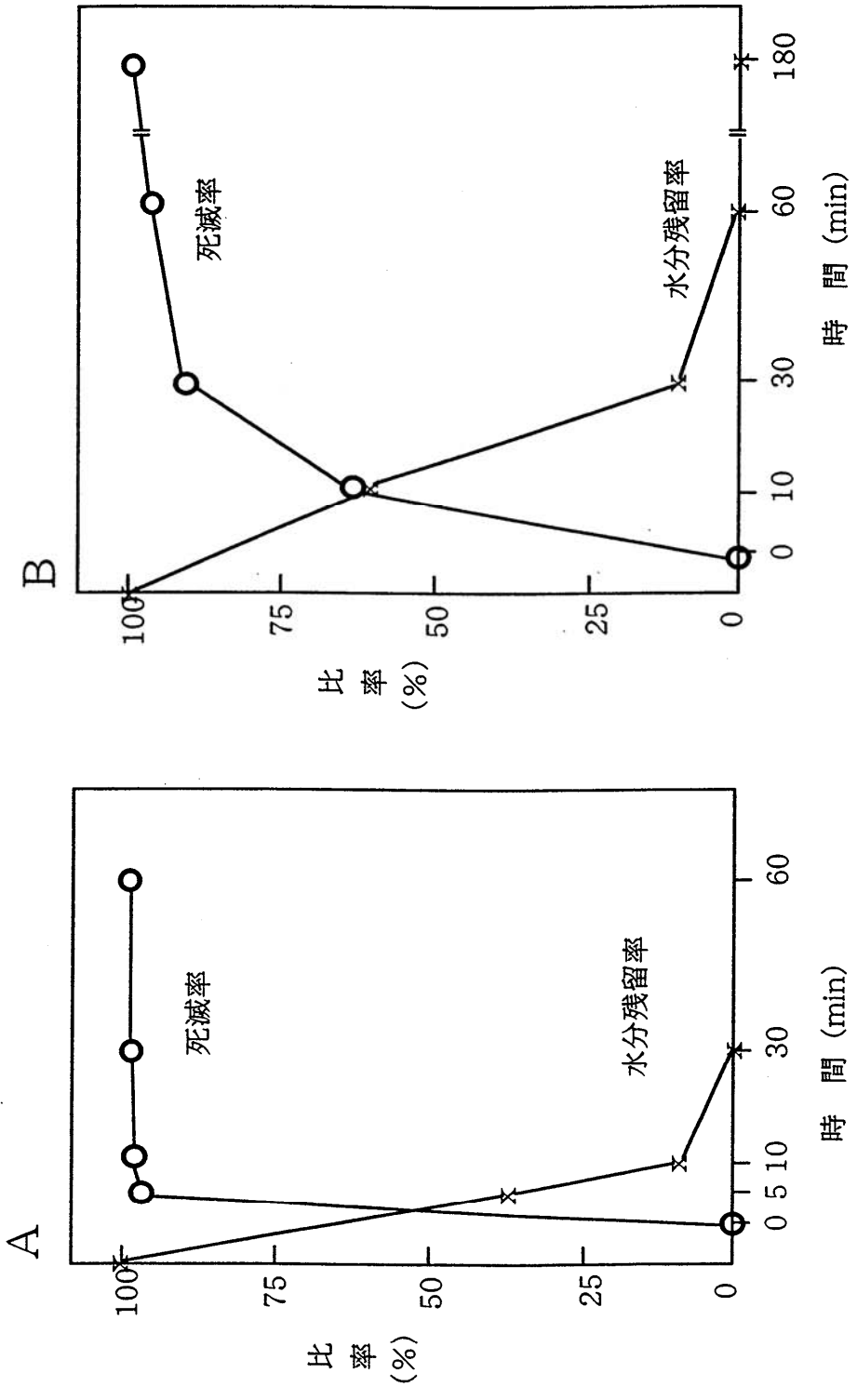


図4 疎毛タイプおよび密毛タイプ歯ブラシにおける熱風/UVによる汚染菌の死滅率と水分残留率の変化

疎毛タイプ (A) および密毛タイプ (B) 菌ブラス (それぞれC.albicans TIMM1768 3.4x10<sup>6</sup>cfu/0.2ml/ブラスおよび7.8x10<sup>7</sup>cfu/0.94ml/ブラスで汚染)を熱風/UVに曝露した。各値は2測定の平均値。



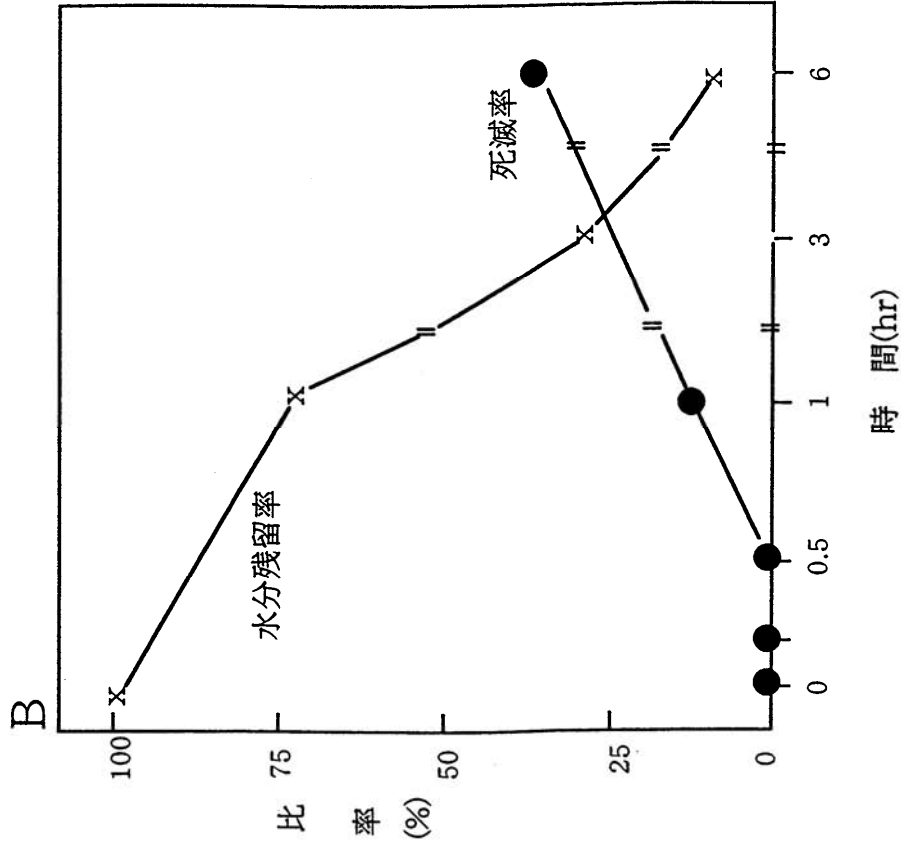
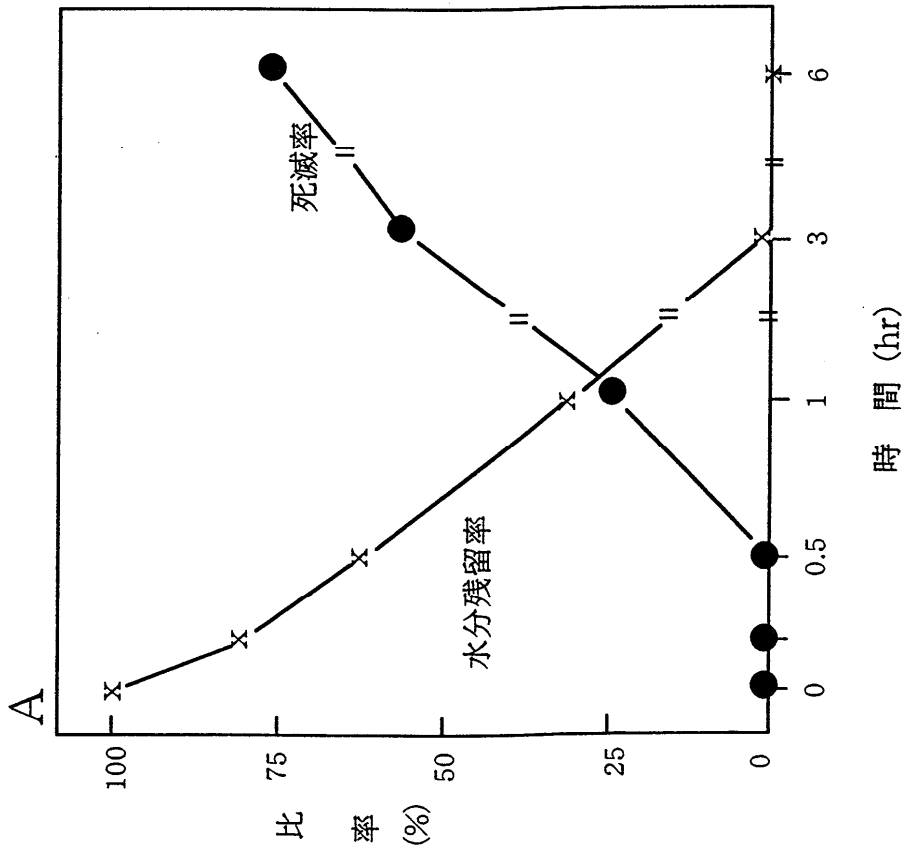


図5 疎毛タイプおよび密毛タイプ歯ブラシの室温放置における汚染菌の死滅率と水分残留率の変化

疎毛タイプ (A) および密毛タイプ (B) 歯ブラシ (それぞれ  $C.albicans$  TIMM1768  $3.4 \times 10^6$  cfu/0.2ml/ブラシ および  $7.8 \times 10^7$  cfu/0.94ml/ブラシで汚染)を室温(25℃)に放置した. 各値は2測定の平均値.

表1 熱風/UV曝露 (A) および室温放置 (B) における  
歯ブラシの水分量の変動

A

曝露時間 (分)	水分残留率 (%)	
	疎毛タイプ	密毛タイプ
0	100.0	100.0
1	87.9	94.1
2	74.0	87.9
3	60.4	82.2
5	37.8	71.3
10	10.5	49.9
20	0.0	19.0
30		4.5
40		0.0

B

放置時間 (分)	水分残留率 (%)	
	疎毛タイプ	密毛タイプ
0	100.0	100.0
15	82.0	
30	62.2	
60	31.3	75.2
180	1.6	26.9
360		8.2