

試験報告書

～ 極低水量における Dr. Nano Mini for Dental の性能評価試験 ～

令和4年1月25日
株式会社ゼータサイエンス
主任研究員 田中 正彦

I. 試験背景

新設計により開発された「Dr. Nano Mini for Dental」（以下、「Mini」）について、性能評価試験を、水道水との比較により実施したので、以下に結果を報告する。

一般的な蛇口の水量は毎分 8-12L であるが、歯科ユニットの水量は全体でも毎分 2L、各ハンドピースはシリンジで毎分 100mL、タービン・エンジンで毎分 20mL と極低水量である。そこで今回は毎分 20mL と過去の試験の中でも最も低い水量を採用した。

II. 比較試験

Mini の性能を評価するにあたり、次の条件で水道水との比較試験を行った。

試験条件:

日時:	令和4年1月21日(金)10:00~12:00
場所:	当社研究所(東京都板橋区)
試験環境:	気温 21°C、湿度 54%、水温 15°C、無風環境下
試験検体:	デンプンの粘度を高め、強粘着・強接着とするために、納豆ペースト 45%に、加熱糊化デンプン 55%を混和して擬似バイオフィルムを作成し、観察しやすいよう食紅で赤に着色。 長さ 10mm ビニールチューブ(内径 8mm)の中に 2g ずつ均等に塗布し(図 1)、24 時間乾燥したもの(図 2)
試験方法:	流路を 2 回路作り、片方に Mini を装着し、もう片方は何も付けず(水道水のまま)、共に 20mL/分になるように水量を調整した(図 3)。 Mini により生成されるナノバブル水を試験対象とし、水道水をコントロール(比較対照)とした。 それぞれの先に検体をセットし、時間経過によって、擬似バイオフィルムの剥離状況を観察した(図 4)



図 1 : ペースト 2g を均等に塗布



図 2 : 24 時間乾燥後の検体



図 3 : 2 回路とも毎分 20mL に調整
(水漏れ程度のわずかな水量)



図 4 : 試験環境
(下が Mini をセットした回路、上が水道水)




観察結果：

Miniは注水後1分よりバイオフィルムの細かい破砕を発現し、着実にこの堆積バイオフィルムを細かく破砕し、約13分ですべてのバイオフィルムの除去に至った。一方、水道水は、13分時点では、まだ60～70%程度のバイオフィルム残存、20分でも残存は約50%で、全てのバイオフィルム除去には至らなかった（表1）。

表1：時系列観測結果

観察時間	Mini（下）	水道水（上）	写真
3分後	バイオフィルムを中央から寸断	動き見られず	
5分後	バイオフィルム下部約40%の剥離	バイオフィルムの細かい破砕が観察される	
6分後	バイオフィルム上部も剥離。バイオフィルム全体が当初位置からチューブ下方に移動した。剥離・浮遊の効果を明確に現している。	変化は見られず	

表 1：時系列観測結果（続き）

観察時間	Mini（下）	水道水（上）	写真
10 分後	バイオフィルムが全て破碎され、細かい破片となる。	バイオフィルムそのものの剥離・浮遊が始まる。	
13 分後	すべてのバイオフィルムの除去が完了	まだ 60～70% 程度のバイオフィルム残存。	
20 分後		残存は約 50% 試験終了	

III. 考察

今まで Mini と水道水との比較試験は同様のプロトコルで、水量を変えて数回行っており、いずれも Mini の優位性が確認されている。但し、従来は毎分 100mL、50mL での試験であった。これは Mini には内部抵抗があるため、Mini と抵抗のない水道水とを同水量に調整することが難しいためであった。

今回は試験装置を改良して、歯科医療現場の実態に合わせた毎分 20mL の極低水量にすることに成功した。そして極低水量での比較試験を行ったが、改めて Mini の、水道水と比べて明らかなバイオフィルム剥離能が確認された。

Dr. Nano がナノバブル水を生成する原理はキャビテーションである。キャビテーションとは、液体の圧力を急速に減圧して、飽和蒸気圧より低くなると、溶けていた気体（空気）が溶けきれなくなり、バブルとして発生するメカニズムである。そのため、高流量の方が、スクリーネジに当たった時に発生する圧力差が大きくなり、その分バブルが多く析出する。今回 Mini は、毎分 20mL の極低水量で水道水と比べて明らかなバイオフィルム剥離能が確認されたことから、Mini は毎分 100mL、50mL ではより多くのナノバブル水を生成し、より効率的にバイオフィルムを剥離能すると考えられる。

またナノバブル水で全てのバイオフィルムを除去できる意味は除菌において重要である。バイオフィルムは一部が剥離された状態では、バイオフィルムの下に残った生菌が短時間でバイオフィルムを再生してしまうからである。比較対象の水道水では 20 分後でも 50% のバイオフィルムが残っていたが、この状態で休診時間や休日に水が流れなくなると、その間にバイオフィルムが再生されてしまう可能性が高い。すなわち、診療時間中に流れる水道水だけは、一度付着したバイオフィルムを除去することは相当難しいと推察される。