

最新 Air Abrasive Technic を用いた 無痛治療のシステム化について

その1 基礎編

Systematization for Painless Therapy with Newly Developed Air Abrasive Technic

吉田直人

東邦歯科診療所

連絡先：〒980-77 宮城県仙台市青葉区大町1-1-18

Naoto Yoshida

Toho Dental Clinical

Address: 1-1-18 Ohmachi, Aoba-ku, Sendai, Miyagi 980-77

キーワード：Air Abrasive Technic, 無痛治療, Micro Prep

はじめに

日常の歯科治療での歯牙の切削には、主にエアータービンやエンジンドリルによる回転切削具が使用されているため、切削時の加圧、振動、発熱、騒音、疼痛、臭気等の不快現象が避けられず、とくに作動時のタービンによるキーンという金属音やエンジンの低速切削によるガリガリという骨伝動様の振動が痛みを連想させるため、患者が歯科治療を嫌う要因になっていることは周知するところである。

また、近年先進国において歯科における医原性疾患や院内感染が社会問題になり、ドイツのシーメンス社はエアータービンの回転数による歯牙への種々な影響についての膨大な実験と研究の結果、十数年前からヨーロッパ向けユニットの標準装備にはマイクロモーターを2器、エアータービンは1器にし、エアータービンはもっぱら充填物や補綴物の除

去用に使用されているのが実状である。現在、欧米では歯牙切削具としてはマイクロモーターが主になっていることから歯牙にダメージを与えない、できるだけ生体にやさしい切削装置の開発に努力している姿勢がうかがえる。

わが国においても、エアータービンによる歯牙切削時の硬組織および歯髄に及ぼす影響に関する基礎研究の結果、その為害性が多くの論文で報告され、歯髄保護の立場からエアータービンによる歯牙切削がとりわけ開業医の間から見直されるようになってきた。

Air Abrasive Technic について

このような趨勢をふまえ、最近エアータービンも回転数をマイクロモーターなみの25万RPMに抑制し、注水量も70ml/minまで可能な、しかも回転速度にムラがなく歯髄の損傷を最小限に抑えるような機種が開発はされ



図1 筆者が使用している噴射切削装置の Micro Prep と専用バキューム。

ているが、タービンのような回転切削装置は原理上ドリルの回転によって切削するため、歯牙に直接接触させなければ削除は不可能で、前述したような加圧、振動、発熱、切削音を完全には防止できず、細心の注意を払わないと歯牙の切削量も多くなり、回転数、加圧による発熱で健康象牙質および歯髄に障害を与えやすい性状にあることは否めない。

それでは、過去に回転切削以外の方法で歯の硬組織を切削する方法は考えられなかったのか、当然疑問をもつわけだが、R.B. Black は1945年に Kinetic Energy を応用した Air Abrasive Technic (噴射切削装置) を、Nelson らによってエアータービンが開発される十年も前に考案し、S.S. White 社が歯科臨床用として Airdent を製作している。そして、噴射切削は切削時の疼痛、さらには回転切削に認められる加圧、振動、発熱、切削音等の不快事項が少ないことが1953年に Morrison らによって報告されている¹⁾。

しかし、当時の技術では粉末と圧縮空気の微妙な調整が困難で操作性にも問題があり、

歯牙の切削装置としては不完全であったことや噴射切削による多量の酸化アルミナ粉末の飛散も重大な欠点となり、その後高速エンジン、ウォータータービン、オイルタービン、エアータービン等の開発が進み実用化されたことから、開発が中止されたままでいた。しかし近年ハイテク技術の進歩に伴って噴射切削の利点を活かせるような新装置が、1991年米国 American Dental Leser 社から K C P 2000 として、1994年には米国 Sunrise Technologies 社から Micro Prep が最先端技術を駆使し開発された。

Air Abrasive Technic は超微細な酸化アルミナ粒子 ($Al_2O_3 50\mu m$) を圧縮空気によってノズルから噴出させ、そのジェット噴射によって歯牙の切削、加工、処理や窩洞形成を迅速かつ的確に行うシステムで、その原理は Einstein の方程式 $E = 1/2 MV^2$ に基づく Kinetic Energy を応用したもので、Mは質量、Vは粒子速度を示し、粒子の速度が増加すればエネルギー E は増大するしくみになっている²⁾。臨床においては Al_2O_3 の微粒子を高圧の空気をういて歯面に高いカインेटリックエネルギーで衝突させることにより、瞬時のうちに硬組織を散在させるため、タービンやレーザーのように高温になることなく、注水も不必要で術式も簡単である。そのため、本法は歯髄に及ぼす影響がきわめて少ないことが病理組織学の基礎研究で報告されているように、酸化アルミナ粒子による噴射切削は健康歯質の損傷を最小限に抑えながら、無麻酔下で歯質を除去できる歯の切削にはもっとも人にやさしいテクニックだと思われる。

本稿で筆者がご紹介する Sunrise Technologies 社の Micro Prep (図1) は、噴射切削の性状から歯冠形成のような歯牙切削のすべてをカバーする機能はもち備えていないものの、期待以上の性能があり術者の発想によっては

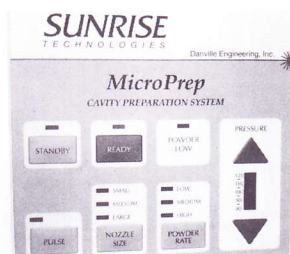


図2 本機は気圧、ノズル口のサイズ、粒子の噴出率、パルスモードが調節可能。

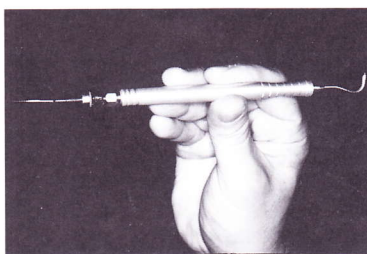


図3 噴射切削に使用するハンドピースとノズル。

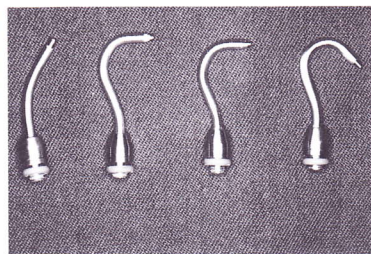


図4 ノズルの噴出口径、彎曲度はそれぞれ3種類。

図5図6

図5 ノズルの先端。
図6 本機に使用される50 μ mの酸化アルミナ粒子。

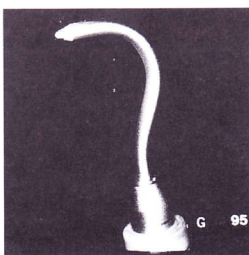


図7 噴射切削による酸化アルミナ粒子の飛散を防止するために、専用バキュームのほかに口腔外バキュームを併用。

臨床の応用範囲が広がる可能性が十分ある。本器は気圧の範囲が広く連続的に作動が可能で、3種のノズルサイズ、3種の粒子噴出率、パルスモード等の機能を備えており、噴出の微細なコントロールが可能となり形成の範囲を自由に変化できるため(図2)、健康歯質の損傷を最小限に抑えながら、小窩裂溝、アングルの1級、5級窩洞等の充填に適したカリエスはもちろんのこと、歯根面齲蝕や齲蝕による象牙質の病変組織を効率よく無麻酔下で処理できる。そのため、エアータービンの使用した時の不快音、摩擦熱、切削音や振動の発生もなく、患者に不安や恐怖心を与えることが少ないため、障害者、小児患者、循環器障害や心疾患などの有病者、麻酔に対するアレルギーをもった患者等の治療に有効である。

最新 Air Abrasive Technic の特性

このように、Air Abrasive Technic は健康歯牙のダメージを最小限に抑えることに加え、患者の痛みや不快感も軽減されることから歯科医師と患者双方のストレスをなくし、信頼関係がより強まるものと思われる。筆者が Micro Prep を使用してまだ2年弱の短い期間ではあるが、噴射切削法が50年ぶりに最先端技術を活用してリバイバルしたことはレーザーとともに歯科治療のエポックの到来になると確信するもので、患者からの評判もよくこれからの医院経営の戦略的な装置とも思われるので、読者諸兄に少しでも参考になればと思い症例を供覧する。

ここで、本法の特性をまとめると、
①歯牙に直接接触させる必要がない

[SEM 像による観察*]

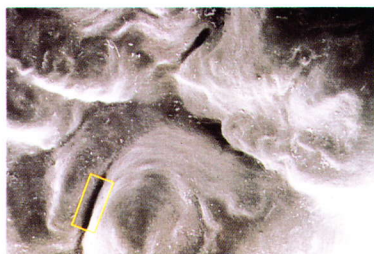


図8 長方形の囲みのような小さい窩洞に噴射切削で形成した SEM 像。

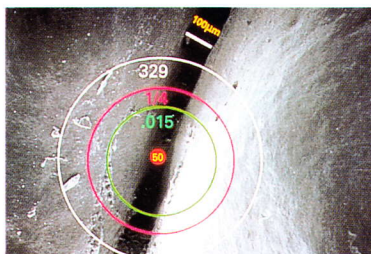


図9 100 μ m の列溝の噴射切削法と回転切削法の比較。Micro Prep は緑色の円、最小のバーによる形成は黄色の最外の円。



図10 最小サイズ015 (375 μ m) のノズルで2回(2秒間)往復させ切削させた SEM 像。幅の広い場所でも400 μ m でノズル口より25 μ m 増加しているのみである。

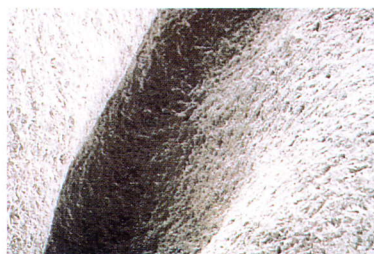


図11 噴射切削による窩洞の SEM 像。カリエス部のみが完全に除去されている。

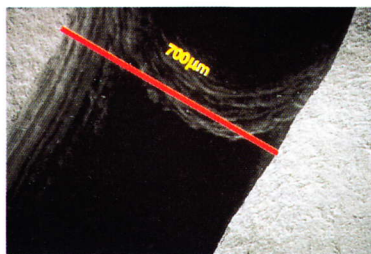


図12 最小バーで回転切削した SEM 像。幅、深さとも大きく、バーの直径より100 μ m 以上広がっている。



図13 バーによる窩洞形成の断面 SEM 像。切削歯面全体の表面にチップやマイクロクラックが認められる。



図14 噴射切削による窩洞の断面 SEM 像。表面は平滑でマイクロクラックやチップは認められない。

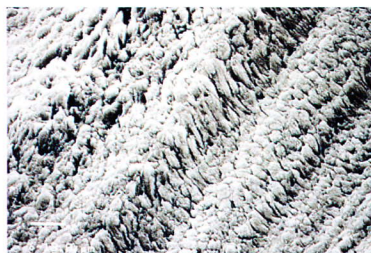


図15 バーによって形成した窩洞をエッチングした象牙質表面の SEM 像。



図16 噴射切削によって形成した窩洞をエッチングした象牙質表面の SEM 像。



図17 図18

図17 バーで形成した象牙質の断面の SEM 像。スミア層と象牙細管には切削片がつまっている。

図18 噴射切削で形成した象牙質の断面の SEM 像。スミア層や象牙細管には切削片が認められず、露出している細管口が認められる。

[窩洞形成の実際(図19～図43)]

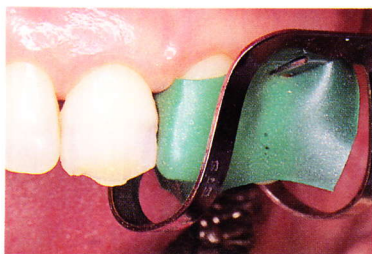


図19 1]. 隣接歯保護のため簡易ラバーダムで隔壁.

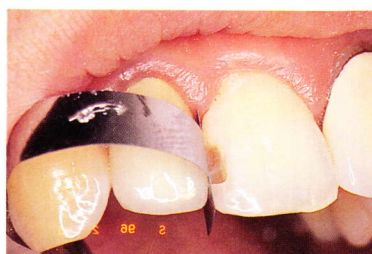


図20 1]. 場合によってはメタルストリップスや、あるいはセルロイドストリップスを使用してもよい.



図21 21]1. 根面カリエスの形成時に隣接歯および歯肉保護のため、ラバーダムを装着する場合もある.

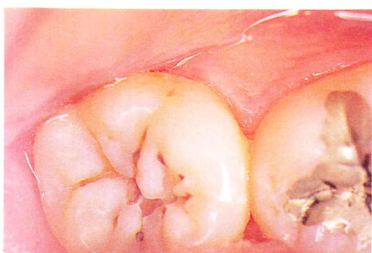


図22 8]. 小さく、狭い窩洞の噴射切削は、健康なエナメル質を残した状態でカリエス部のみを窩洞形成.

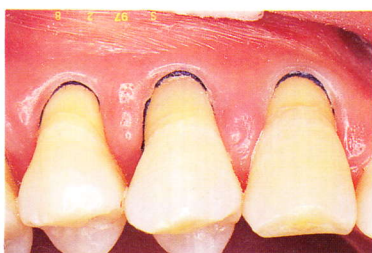


図23 543]. 噴射切削による歯頸部平滑面カリエスの浅い窩洞形成.



図24 3]. 噴射切削による広範かつ複雑なカリエスの窩洞形成.

- ②切削器の不快感や切削音が生じない
 - ③切削行程で歯牙を加圧しない
 - ④摩擦熱がほとんどないため温度上昇が僅少である
 - ⑤切削による振動がない
 - ⑥熱が発生しないので注水の必要がない
 - ⑦切削による歯髄被害が少ない
 - ⑧切削による臭気が発生しない
 - ⑨以上の性状から通常の治療は無麻酔で処置可能である
- などが挙げられるが、1級、5級窩洞、根面

カリエス等の症例によっては複数の歯をエアータービンよりも短時間に効率よく形成できる。なお、欠点としては、軸面形成には困難につき歯冠形成は不可能であることが挙げられる。また明確な点角、線角の形成には熟練を要するためブラックの2級窩洞は推奨できない点や噴射切削による粒子の治療室内への飛散防止のため口腔外バキュームが必要である。さらに歯頸部カリエスや象牙質カリエスの場合、エアータービンよりも切削能力が優れているので、ハンドピースのコントロールにはある程度の慣れが必要で十分注意を要する。

すべての先進医療機器にいえることだが、本機を臨床に応用する場合にも単なる歯を削る装置にすぎないものとして安易に導入するのではなく、正しい基礎知識をもって正しい使い方をすることがもっともたいせつである

※図8～18のSEM写真はテキサス大学ヒューストン医療センター歯科保存修復学 Ebb. A. Berry, III教授のご厚意により提供いただいたものである。



図 25 54. 歯肉縁下に及ぶ根面カリエスを噴射切削で形成。歯肉の損傷は僅少。



図 26 11 CR 充填の二次カリエス。噴射切削で CR を除去し、窩洞形成した状態。齲蝕象牙質は完全に除去されている。

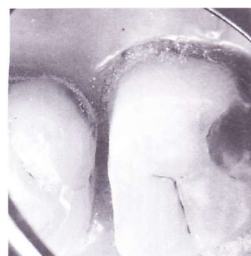


図 27 6 遠心隣接歯頸部カリエスのミラー像。通法では作業困難な治療だが、彎曲したノズルを使用すれば簡単に齲窩を処理できる。



図 28 5 遠心隣接面カリエスの X 線像。

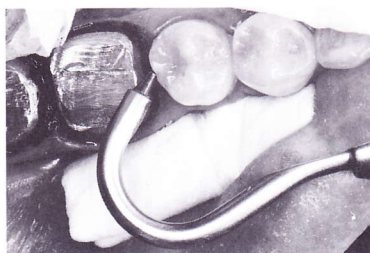


図 29 5. 彎曲ノズルを使用すれば、咬合面の削除なく窩洞形成は可能。



図 30 5 噴射切削後の窩洞。

と考える。

窩洞形成の実際

ここで、本機の (Micro Prep) の使用説明ならび症例の報告に入る前に筆者がこの 2 年間臨床に活用した応用例を列記する。

- ①プラーク除去、歯面掃除、ステイン除去
- ②歯肉縁上歯石除去
- ③フィッシャーシーラント時の歯面処理
- ④充填に適したカリエス全般の窩洞形成
- ⑤小窩裂溝齲蝕などの初期カリエス、小さなカリエスの窩洞形成
- ⑥形成困難な隣接面、歯頸部カリエス
- ⑦トンネルプレパレーション
- ⑧タービン、エンジンでは困難な軟化象牙質 (病変組織) の除去
- ⑨クラウン内および歯頸部カリエスの除去

- ⑩金属以外の充填物の除去
- ⑪セメント等の歯面付着物の除去
- ⑫硬質レジン、メタルボンドの補修時の保持形態の付与
- ⑬ポーセレンフルベークを除去せずに歯内療法が可能
- ⑭セメントのぬれをよくするためのクラウン、修復物の内面処理
- ⑮急性化膿性歯髄炎の穿孔
- ⑯ポストの除去

装置及び使用法

本機 (図 1) は、酸化アルミナの粉末粒子 ($\text{Al}_2\text{O}_3 50\mu\text{m}$, 図 6) を高圧の空気によってノズルの先端から噴出させ、歯面の処理や窩洞形成を行うものである。本体の空気圧は 80~120PSi まで連続コントロールでき、3 種の粒子噴出率、3 種のノズルサイズ

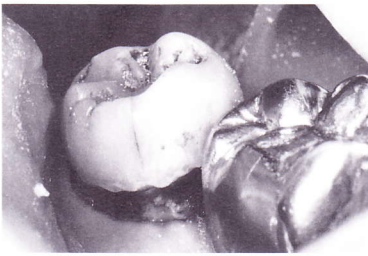


図31 8| 歯肉線下に至る輪状齲蝕もノズルを回転させれば齲蝕象牙質は容易に削除可能。

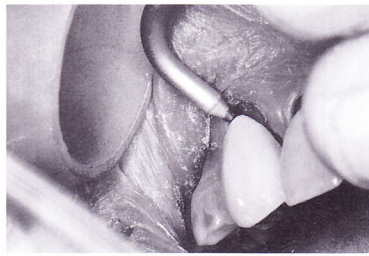


図32 3| 前装冠内歯頸部齲蝕に対しノズルの先口を冠内面に挿入し、齲蝕象牙質を削去。



図33 3| 冠内および歯頸部カリエスの削去後の形態。

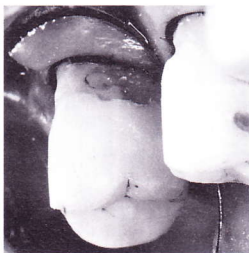


図34 7| 遠心隣接根面カリエスの切削後、通法では作業困難だがアングルのついたノズルを使用すれば容易である。



図35 21| 1. 図21の処置後、歯根面に及ぶ広範性のカリエスを噴射切削した後。

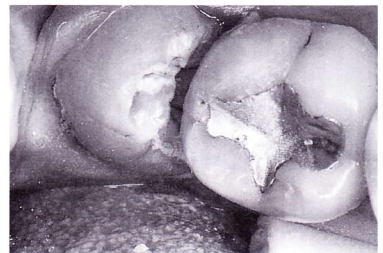


図36 8| 近心に傾斜した半埋伏歯カリエス、削除の範囲を不必要に拡大せず、カリエス部のみ削去。

(015, 019, 026 inch, 図4)の選択スイッチ(図2)とパルスモードがあり、コンプレッサが組み込まれている。また、分離式吸引による乾燥空気システムになっており音も静かである。

本体からはフレキシブルチューブが連結され、先端にハンドピースがついており、ネジ込み式のノズルが装着できるようになっている(図3)。

また本体の作動はフードスイッチによって行われ、安全機構として一定時間作動させないときにはReadyからStandbyに切りかわり噴射防止システムになっている。

歯牙の切削にあたっては、ノズルの先端を歯牙に直接接触させることなく、1～5mmの距離の範囲内で症例に応じて調整しながら噴射を行い切削する。この際、 Al_2O_3 粉末や

切削片等は専用の口腔内あるいは口腔外バキューム装置で吸引する。

SEM像による観察

窩縁部は丸味で移行、外形は滑らかな曲線状を呈し、窩縁部から窩壁部また窩底部への移行も丸味を帯びている(図8, 9, 10)

エアータービンのダイヤモンドバーによる回転切削の窩洞と比較すると、噴射切削による窩洞面(図11)は平滑で窩縁部も丸味で移行している。一方、回転切削による窩洞(図12)は窩縁部は直角に移行し、窩縁部も凸凹で粗く、振動によるエナメル質のクラックが認められる。

また噴射切削においては切削時に摩擦熱が生じないため、スメア層の形成がみられない

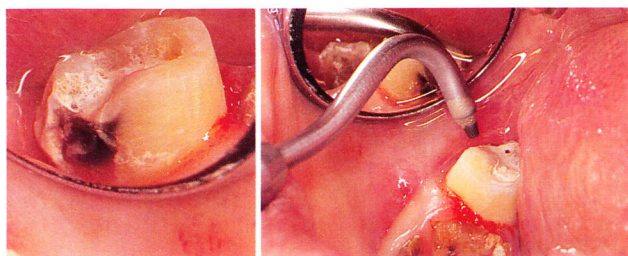


図 37 図 38

図 37 8]. 治療作業が困難な遠心隣接歯肉縁下カリエスのデンタルミラー像。

図 38 8]. 湾曲の強いノズルを使用すると作業が容易。

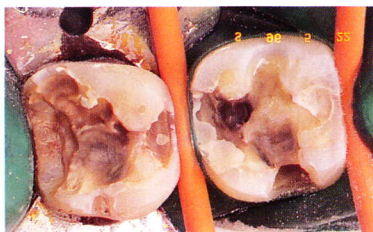


図 39 図 40

図 39 76] メタル・アンレー下二次カリエスの X 線像。

図 40 76] メタル除去後、セメントおよび齶蝕象牙質を噴射削去像。一層の健康象牙質を残して、髄角付近まで齶蝕が進行している。

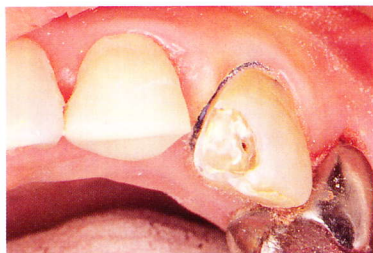
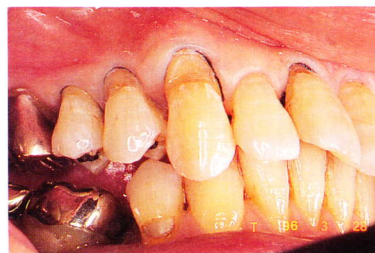


図 41 5431] のような連続した多数の歯頸部カリエスを短時間に同時形成時など便利である。

図 42 3 急性化膿性歯髄炎の穿孔。瞬時の痛みですむ。

図 43 1] 陶材前装冠の破損修理のため小さいリテンションを複数形成。

といわれ、レジンと歯質との接着力は高められると思われる³。

噴射切削の実際

図 19～43 にわたり、さまざまな症例にお

ける無麻酔下での窩洞形成の実際を示した。今回は Micro Prep の噴射切削による窩洞の状態を提示し、次回からは終末処置にいたる症例を報告していきたい。

参考文献

1. Morrison, AH, and Berman, L : Evaluation of the Aident unit : Preliminary report, JADA, 46, 1953.
2. Black, RB : Application and revaluation of air abrasive technic, JADA, 50, 1955.
3. Bowen, RL, Eich, JD, Henderson DA and, Andresen, DW : Smear layer, Removal and, bonding considerations. Open Dent Suppl, 30～34, 1984.