

WaveOne Gold

セオリー の テクニック 理論と臨床

進化したNiTiファイルによる効率的かつ予知性の高い
歯内療法の実際

◆ 著 阿部 修・浅井知宏・八幡祥生



HYORON



2

WaveOne Gold 前後で大きく変わった金属材料としての NiTi ファイル

八幡祥生

はじめに

WaveOne Gold（以下 WOG）が日本の市場に供されてから10年が経った。現在、歯内療法分野では、製品サイクルが長いものと短いものが極端に二分されている。これは、製品サイクルの短い分野においては、技術の進化が起こっているとも考えられ、昨今の歯内療法を取り巻く環境の変化を表しているようにも感じる。例えば、研究や技術開発が盛んなバイオセラミック系シーラー、コーンビームCT、手術用顕微鏡などは、毎年どこからか新製品が出ている。他方、ラバーダムクランプやKファイル、ガッタパーチャポイントなどは、数十年前と比較してもそれほど大きな変化はない。

この製品サイクルの観点から NiTi ファイルを捉えると、数年前までは多くの新たなコンセプトを謳う製品が市場に供され、賑わっていた。その中で10年間、第一線で使用され続けているのが WOG となる。ここ数年の NiTi ファイル市場は新製品開発も一段落した感があり、ジェネリックファイルと称されるような、価格を販売戦略の柱とする製品群が増えてきている。開発が一段落する中で、10年最前線にいる WOG には、やはり時代を先取りした多くの利点を備えており、WOG 登場の前後で NiTi ファイルのトレンドは大きく変わった。

本稿では、WOG が10年最前線で臨床使用されている理由について、特に金属材料学を切り口にまとめていく。

WaveOne Gold 登場期に生じた金属・材料力学の変革

- ・熱処理
- ・レシプロケーティングモーション
- ・断面形態（三角形から長方形へ）

図1 NiTi ファイルの材料開発と WOG.

I. 金属・材料力学の変革期に満を持して登場した WOG

WOG が臨床に供された2015年よりも少し前、2010年付近はその後の NiTi ファイルが変わる大きな変革がほぼ同時期に複数生じた（図1）。それらの1つが、熱処理による NiTi ファイルに使用される合金そのものの特性を変化させる取り組みである。もう1つがレシプロケーティングモーションであり、正回転と逆回転を組み合わせた専用のモーターによる駆動方法の実装である。また断面形態のトレンドも、三角形を主体としたファイルから長方形が主流となってきた。これらはすべて WOG に採用されており、その集大成的な意味合いを持つ。

以下では、熱処理、レシプロケーティングモーション、断面形態について、金属・材料力学的な変革とその意味を詳述する。

1. 熱処理：さらなる柔軟性、湾曲根管への追従性を求める

そもそも Walia ら¹⁾ が最初に NiTi 合金から作製したKファイルの機械的性質を報告し、ステンレススチール合金に比較して弾性率が低いことから、柔

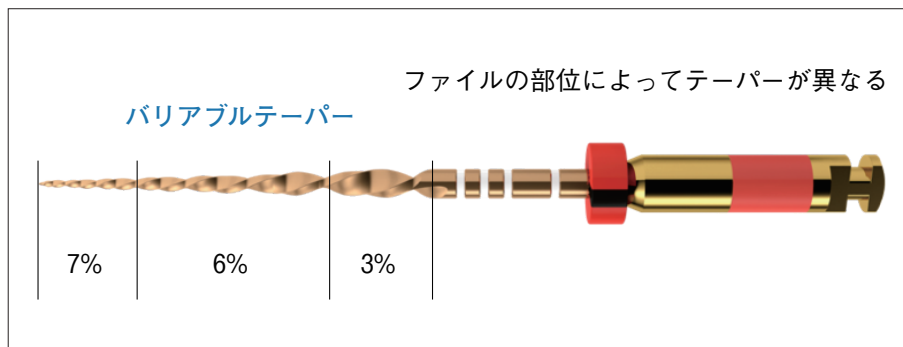


図26 バリエブルテーパー。

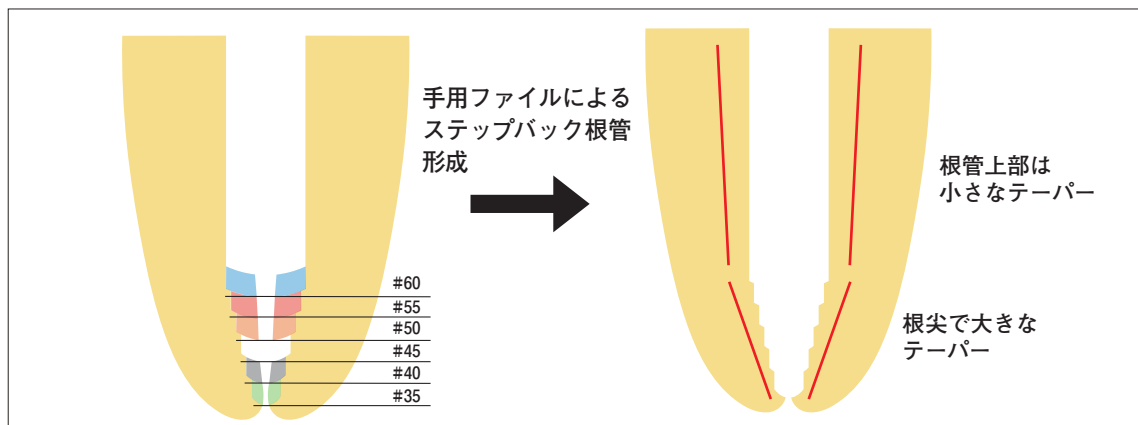


図27 複数の手用ファイルによるステップバック根管形成。

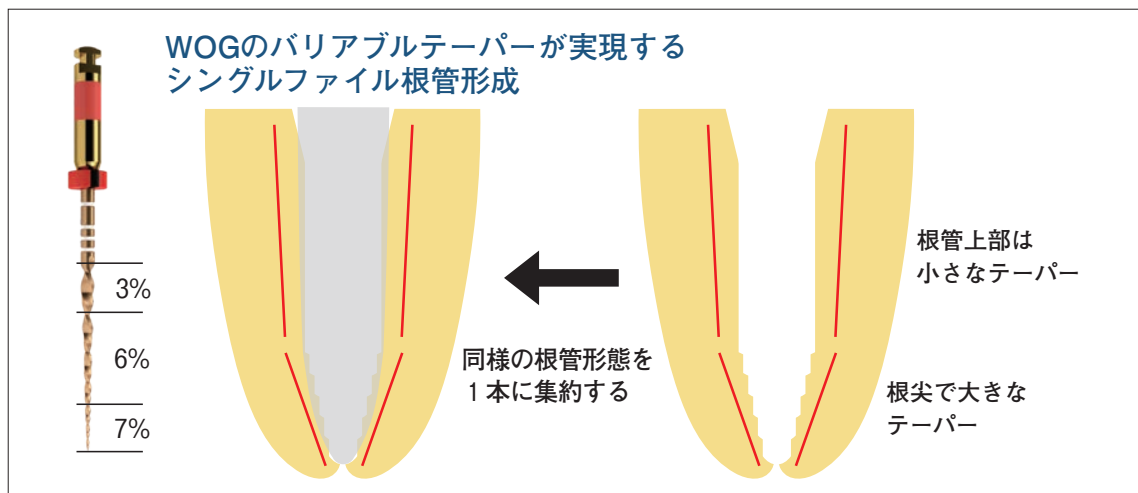


図28 WOG のバリエブルテーパーによるシングルファイル根管形成。

1. バリエブルテーパーが可能にするシングルファイルシステム

WOG が1本で根管形成を可能にする、もう1つの大きな理由がバリエブルテーパーを採用していることである (図26)。つまり1本のファイルの中に、先端、ファイル中央などの場所によって異なるテーパーが組み込まれている。このバリエブルテーパーが可能としたことは、いわゆるステップバック形成のような、複数のファイルで実践してきた

根管形成の形態 (図27) そのものを1本のファイルに集約する試みであり (図28)、たとえば WOG の Primary で作業長まで根管形成すると、根管は、#35を最終拡大号数としたステップバック形成とほぼ同じ形に形成される (図29)。すなわち、WOG は術者やスタッフの作業は単純化しながらも、治療対象となる歯に対しては、これまでと同等以上の根管形成を達成できるシステムといえる。

2

WaveOne Gold を安全に効率よく 使いこなす方法

浅井知宏

I. WaveOne Gold の根管形成の コンセプト

一般的な NiTi ファイルはクラウンダウンテクニックを採用しており、根管上部はテーパーの大きいファイルから形成を行い、先端号数とテーパーを小さくして、作業長で設定したサイズのファイルで最終根管形成を行うため、複数本のファイルが必ず必要となる。

WaveOne Gold（以下 WOG）は、シングルファイルシステムをコンセプトとしており、ファイル1本で効率的・安全に根管形成が完了するように設計されている。そのため、作業長に到達するまでファイルを挿入していくフルワーキングレングステクニックにて根管形成を行うスタイルとなっている。しかし、よりの確に安全に根管形成を行うにあたり、いくつかのルールを遵守しなければならない。

WOG による根管形成は、Primary（赤色）のファイルのみですべて完了するのが基本的な考え方になっており、このファイルだけで80%の症例において根管形成が完了すると言われている（図1）。しかし、根管形態や作業の効率化・安全性を考慮すると無理に1本のファイルで終わらせようとせず、その症例に合ったファイルを適宜追加して使用することを勧める。

II. WOG を使用する際のポイント

NiTi ファイルは、効率よく安全に根管形成を行うことができる。しかし、WOGに限らずどのファイルシステムもその特徴を理解し、適切に使用し

なければ理想的な根管形成には至らない。まずは、WOGで根管治療をする際に必ず遵守しなければならないポイントをいくつか挙げる。

1. ストレートラインアクセス

髓室開拓後、根管口が明示された根管に対して手用ファイルにて根管探索を行った際に、根尖孔までファイルが到達せず、根管中央付近までしか入らないケースに遭遇することがよくある。特に臼歯部、複根管において多く認められる。これは、根管上部の外湾部の象牙質が張り出し、根管が細くなり、湾曲根管の形態になっているためである。この張り出し部分を「サービカルデルタ」「エンド三角」という（図2）。この部分を選択的に漏斗状に拡大し、湾曲部を直線化することをストレートラインアクセスという（図3）。

適切にストレートラインアクセスを形成することで、咬合平面に対してより垂直にファイルが入るようになり、その先の根尖側の根管下部に対して上部根管形態の規制にとらわれずアプローチが可能となり、不正形態、歯根破折のリスクを回避し、安全で効率的な根管治療を行うことが可能となる。さらに根管洗浄効果の向上、根管充填の容易化に繋がる。特に根尖側根管が湾曲している場合、ストレートラインアクセスを行わずに根尖側にアプローチすることは、根管全体の湾曲が大きくなるため失敗に陥るリスクが高いため、まずは根管上部外湾部を意識して形成することを心がける（アンチカーバーチャ・テクニック）。

近年の潮流として Minimally Invasive Endodontics（低侵襲歯内療法）というコンセプトが提唱され、可能な限り歯質を保存することで破折抵抗性の向上



図1 WOG Primary.

Primary は、「主要な、初期、第一次」という意味であり、大概の症例においてこのファイル 1 本ですべての根管形成を完了するように設計されている。



図2 下顎大白歯におけるサービカルデルタ・エンド三角（青色部）。

根管上部の外湾部の象牙質が張り出しており、根管が湾曲し細くなっているため、根管形成する際は、ファイル負担がかかりやすく、ファイルの破折・不正形態を惹起させてしまう原因となる。



図3 ストレートラインアクセス。

a：根管治療前の下顎右側大白歯の断面。

b：髓室開拡を行った状態。

c：サービカルデルタが張り出しているため、10号のK ファイルを遠心側に傾けて入れないと近心根管に挿入できない。

d：ProTaper Ultimate SX によりサービカルデルタ（根管上部外湾側）の除去を行う（アンチカーバーチャーテクニック）。

e：サービカルデルタの除去を行ったことで、根管の湾曲が緩やかになり K ファイルの遠心側への傾きがなくなり、過剰な切削は避けつつ、根尖側へのアプローチがスムーズに行えるようストレートラインアクセスが確立された。

を図る考え方がある。過剰なストレートラインアクセスによって歯頸部の象牙質が菲薄となり、歯根の破折抵抗性を減弱させてしまうことがあったが、WOG などのマルテンサイト相優位の NiTi ファイルにより湾曲根管への追従性とファイルの破折抵抗性が増したことで、根管上部の過剰な切削を減らすことが可能となった。しかし、極端な Minimally Invasive Endodontics は感染源の取り残しや不正形態、ファイルの破折のリスクが高くなることを念頭におくべきである。

WOG システムでは、ストレートラインアクセスを形成するにはシングルファイルシステムにより基本的には Primary を用いる。しかし、操作性・効率性を考慮すると他のファイルを使用したほうが

よい場合がある。特に大白歯の根管治療の際には、ファイルが長いと近心根の根管口へのアプローチの際に引っかかってしまい、うまく形成できない場合がある。そのときは、ファイルシステムは異なるが、WOG システムと同様のマルテンサイト相優位の NiTi ファイルである ProTaper Gold SX または ProTaper Ultimate SX（図4・図5）を使用することをお勧めする。これらはファイルの長さが短く、根管口にアプローチしやすく、テーパーも大きいので効率よく根管上部の拡大ができる。駆動の動作は ProTaper に準ずるのでレシプロケーティングモーションではなく、正回転での根管形成になるので注意が必要である。

また、手用ファイルの手順で用いられるゲーツグ

5

SmartLite Pro EndoActivator による根管洗浄の活性化 : Irrigant Activation Techniques (IATs)

阿部 修

I. SmartLite Pro EndoActivator とは

SmartLite Pro EndoActivator (以下 SLPEA : デンツプライシロナ, 図1) は, 2023年にわが国で認可された根管洗浄用装置であり, 洗浄液の活性化技術 (Irrigant Activation Techniques : IATs) としては, 音波振動を利用する Sonic Irrigation (SI) に分類される. 日本では最近認可を受けた新しい装置という印象であるが, その前モデルである Endoactivator (以下 EA : 図2) の開発は実に

20年前の2005年まで遡る. 当時, 米国の歯内療法専門医である Clifford J. Ruddle 氏によって開発され, 2008年にはスイスのメルファー社 (当時名称) が販売を開始した. その後は現在 (2025年5月末現在) までに200を超える研究 (根管洗浄効果および根管貼薬剤除去作用等のさまざまな内容において) が報告され, 主に米国を中心に大学歯学部や歯内療法専門医によって幅広く応用されている^{1~6)}.

筆者は約10年前に渡米して Ruddle 氏より直接 EA について学び, それ以降はすべての歯内療法症例に応用してきた. 日本における EA の発売は長く切望されていたにもかかわらず実現しなかったが,



図1 SmartLite Pro EndoActivator (デンツプライシロナ). 音波振動による根管洗浄装置である.



図2 Endoactivator (旧メルファー : 現デンツプライシロナ). 2005年に開発された SLPEA の旧モデル. これまでに200本を超える研究論文が報告されており, 米国を中心に世界中の大学や専門医が応用している.

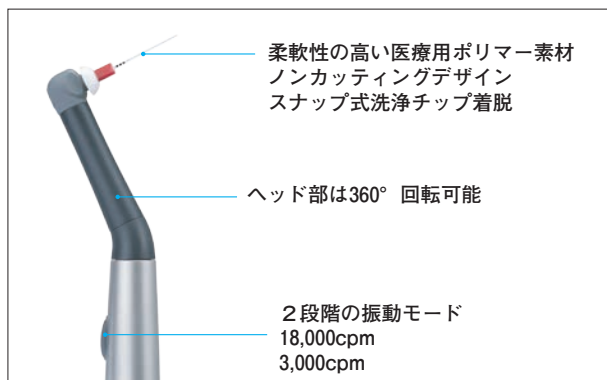


図3 SLPEA の特徴.

- ・チップは医療用ポリマー素材のため, 根管壁を傷つけることがなく, レッジやトランスポートーション等のリスクがない.
- ・チップはスナップ式であり, 容易に着脱可能である.
- ・洗浄モードは2段階あり, 根管洗浄モード (18,000cpm) と MTA 充填等の低モード (3,000cpm) を使い分けることができる (CPM は 1 分当たりのサイクル数. Hz は 1 秒当たりのサイクル数. $\text{Hz} = \text{CPM} / 60$)

低位分岐と根尖部狭窄を有する 湾曲根管症例

阿部 修

患 者：21 歳，女性。

主 訴：左上奥歯が痛い，眠れない。

現病歴：約 9 カ月前から時折，冷温水痛があり様子をみていたが，昨日から強い咬合時痛と自発痛が発現している。

現 症：5：自発痛（+），打診痛（+），咬合時痛（+），冷温刺激（-），サイナストラクト（-），動揺度 0 度，歯周ポケット（-：全周 2 mm 以内），根尖病変（-），エックス線写真（図 1）

既往歴：約 1 年前にう蝕治療を受けたとのこと。

診 断：5 歯髄壊死 / 症候性根尖性歯周炎（Pulp necrosis/Symptomatic apical periodontitis）

治 療：

根尖部は湾曲し，上顎洞との近接が認められたことから，湾曲した根管治療におけるリスク等を説明し，同意の下に非外科的歯内療法（初回感染根管処置）を実施した。旧充填物を除去せずに咬合面からアクセスを行った。その際には歯冠部の感染源（特に充填物と髄腔側歯質との境界部分）を注意深く除去後，10 号ステンレススチール製ハンドファイルにより根管を探索した。上顎第二小臼歯であるが，歯髄腔は頰側根管と口蓋側根管に分かれて 2 根管存在した。

10 号のステンレススチール製ハンドファイルを使用して穿通および EMR による作業長の測定を行い，グライドパス形成用 NiTi ロータリーファイル WaveOne Gold Glider（以下，WOG Glider：デンツプライシロナ）にてグライドパスを形成した。根管内は細く狭窄傾向であったため，WOG は Small（#20/.07）から応用し，最終的な根管形成は頰側および口蓋側根管ともに Primary（#25/.07）とした。

治療中は症例 1 と同様の根管洗浄と再帰ファイリング，そして根管形成後にも同様に Endoactivator による IAT を実施した。根管充填は AH プラスとガッタコア（デンツプライシロナ）によるコアキャリアー法にて実施した。

治療の経過と考察：

根管充填後のデンタルエックス線写真から，根尖部に側枝と根尖分岐が存在していたことが判明した。それらの存在は治療中に認識できなかったが，頻回な根管洗浄と根管形成後の IAT によって高い洗浄効果が得られたことにより，そうした細い根管への充填が可能となったと考えている。術後 8 年が経過しているが，症状や根尖病変の再発はなく安定した状態が維持されている。



図 1 初診時デンタルエックス線写真。

5 近心隣接面から咬合面にかけて歯髄腔に近接した CR 充填が認められた。歯根は長く，中央から根尖にかけて上顎洞を避けるように近心方向に湾曲している。



図1 初診時の口腔内写真（a）およびエックス線画像（b）。

a：2級のCR修復をしており、う蝕は認められなかった。

b：近心、遠心根管は湾曲しており、根管狭窄している。すべての根尖部に骨透過像が認められた。



図2 根管長測定時のエックス線画像。

すべての根管にファイルを挿入して根管長を確認。根管上部のサービカルデルタの拡大をできるだけ避け、低侵襲での根管形成を試みているため、MB1、MB2、DB根はエックス線画像上で湾曲が強い。



図3 メインポイント試適時。

a：口腔内写真（ミラー像）。b：エックス線画像（正方）。c：エックス線画像（偏近心）。

口蓋根のみ Medium、他は Primary のガッタパーチャポイントを作業長でのタグバック感が得られるところまで挿入。湾曲根管に作業長までメインポイントが入っていることを確認。

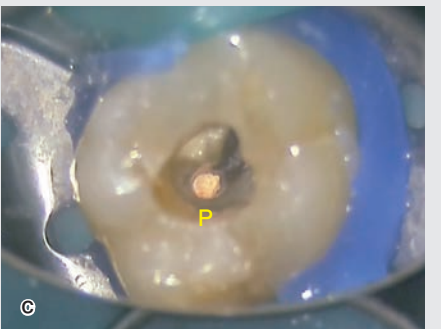
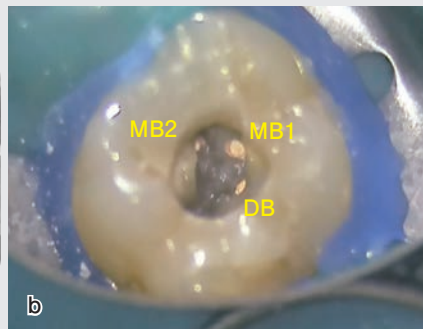


図4 根管充填直後。

a：エックス線画像。シーラーの溢出が多少認められるが緊密な根管充填がされており、Pericervical Dentin を保存した根管形成ができていることがわかる。

b・c：口腔内写真。以前修復されたCRの範囲内にて髄室開拡を行った（Resto AC）。b：MB1（右上）/MB2（左上）/DB（右下）。c：P 根管の根管口直下まで根管充填されており、窩洞が小さいため、同一方向からすべて見ることはできない。



図5 根管充填後1年6カ月のエックス線画像。根尖部骨透過像は減少しており、経過良好であった。



図2 クラウン除去後の口腔内写真。
遠心頬側の歯肉縁下う蝕が感染源と考えられた。



図3 う蝕除去後、CRによる隔壁を形成。



図4 ガッタパーチャポイント除去用 NiTi
ロータリーファイルを使用し、再根管治療を
開始した。



図5 ファイリング操作を中心とした根管形成
を実施し、Medium (#35/.06) そして
Large (#45/05) まで形成した。



図6 根管形成後。
感染源が除去され、症状も消失している。



図7 根管充填時のデンタルエックス線写真。
緊密な充填がなされた。シーラーの溢出が認められるが
術後の症状は全くなかった。

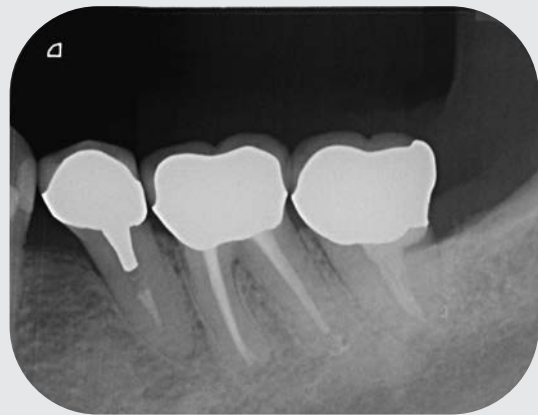


図8 5年経過時のデンタルエックス線写真。
溢出したシーラーは吸収傾向であった。



図9 10年経過時デンタルエックス線写真。
病変や症状の再発なく 10 年という長期的な安定が得ら
れていることは、WOG の再根管治療に対する有効性を
示す一例であると考えられる。