

解剖学的形態を維持した

根管形成・拡大

効率的で効果的なNiTiロータリーファイルの臨床応用

〔編著〕 牛窪敏博

〔著〕

齊藤伸和
黒瀬尚利

橋本正隆
矢野芳美

辰巳大貴
長谷川智哉

高井駿佑
渡邊浩章



これならわかる！ NiTiロータリーファイルの特徴

齊藤 伸和 Nobukazu Saito
大阪府・DUOデンタルクリニック

1988年にWaliaら¹⁾がNiTi（ニッケルチタン；Nickel-Titanium）合金製のファイル（以下NiTiファイル）の臨床応用を報告して以降、NiTiファイルは臨床の場で急速に普及し、現代の根管治療において必要不可欠なツールとなっている。なかでもモーター駆動型のNiTiロータリーファイルを用いた形成は、従来のステンレススチールファイルに比べて治療時間の短

縮、エラーの減少、成功率の向上など多くの優位性があることが知られている。一方、NiTi合金の機械的・物理的性質や、NiTiファイルのどのような特徴が根管形成に有利に働くかは、広く知られているとはいえない。そこで本稿では、NiTi合金の特徴、そしてNiTiファイルの改良の過程を追いながら、NiTiファイルの基本的な構造・原理について解説していく。

1 NiTi合金とはどのような金属か

1. NiTi合金の歴史

NiTi合金のもつ特徴は、アメリカ海軍兵器研究所の冶金学者であるBuehlerらによって発見された。Buehlerらは、潜水艦発射弾道ミサイルの先端部に使用する金属として12種類の合金を調べていた。1959年、温度の違う2本のNiTi合金の棒を意図的に床に落としたところ、室温に近いNiTi合金では“ドスン”という鈍い音が、熱せられたNiTi合金では鈴のような高い音が鳴り響いた。熱せられたNiTi合金を冷やし、床に落としたところ、今度は鈍い音がした。さらに、この冷えたNiTi合金を再度熱して床に落とすと、今度は鈴のような音が鳴り響いた（図1）。この顕著な音の変化から、NiTi合金は温度により性質が大きく変わることが発見された。

1961年、NiTi合金に関するもう一つの大きな発見があった。Buehlerの助手は、NiTi合金の耐疲労性を示すため、NiTi合金でできた厚さ0.25 mmの細長いストリップを折り曲げ、圧縮と引き伸ばしを繰り返しても壊れないことを研究所の会議で発表していた。その際、参加者の一人がストリップを熱したところ、折り曲がっていたストリップが伸びたのである。これにより、NiTi合金は温度変化により形状が変化する性質をもつことが明らかになった²⁾。

その後も多くの研究が行われ、形状記憶効果や超弾性、生体親和性、耐食性³⁾といった特徴をもつことが明らかになり、なかでも形状記憶効果と超弾性の2つの特性はNiTi合金の機械的挙動を説明するうえで重要な役割を担っている。

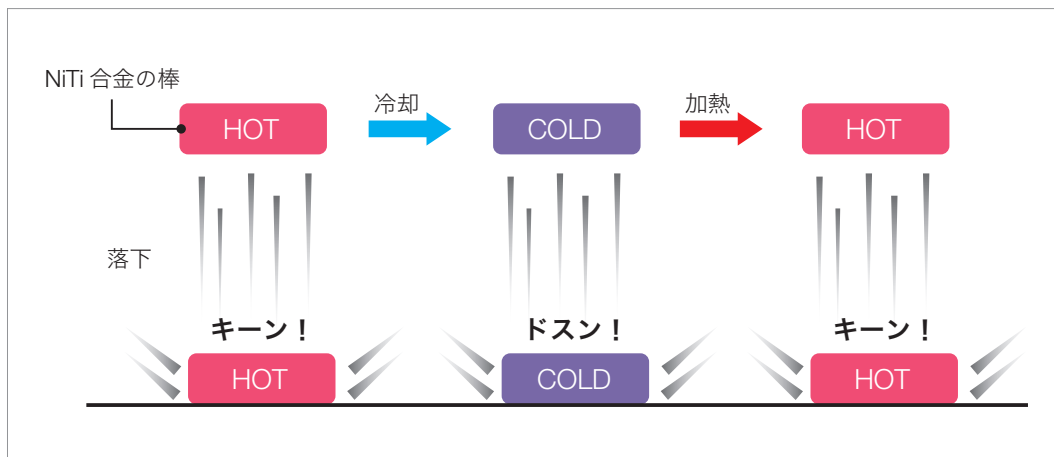


図1 温度によるNiTi合金の性質の変化
温度によって、床に落ちた際の音が大きく異なることが発見された



図2 水の相変態

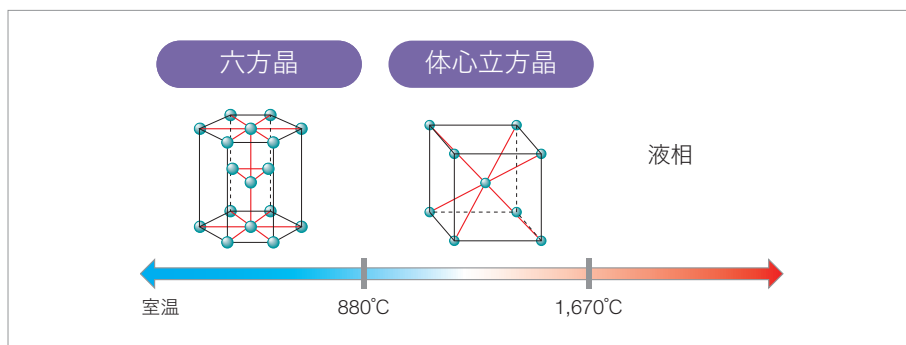


図3 純チタンの相変態

2. NiTi合金の特性

(1) NiTi合金の相変態

NiTi合金は、①高温相であるオーステナイト相、②低温相のマルテンサイト相、③2つの相の中間相であるR相の3つの相からなり、温度変化や外力が加わることで相変態する。NiTi合金の性質を知るうえで、この相変態について理解しなければならず、順を追って解説していく。

まず「相」とは物質の状態を意味し、固体は「固相」、

液体は「液相」、気体は「気相」、そして相が変化することを「相変態」という。水を例にあげると、氷（固相）が水（液相）になるのも、水が水蒸気（気相）になるのも相変態である（図2）。また物質によっては、固相のまま分子や原子の並び方が変わるにより相変態する場合もある。金属は通常、原子が3次元的に規則正しく配列した状態になっているが、温度や力によって配列の仕方、つまり結晶構造が変化する。例えば、純チタンは室温では六方晶であるが、880°Cで体心立方晶となる（図3）。この固相同士の相変態に

治療のしやすさと成功率が比例しない 前歯部

黒瀬 尚利 Naotoshi Kurose
兵庫県・黒瀬歯科クリニック

前歯と臼歯で根管治療に臨む姿勢や気持ちに差はないだろうか？ 前歯は臼歯と比較して、根管数は少なく、患者に大開口を指示することも少ないため、ややもすると気楽に捉えがちである。しかし、その成功率は決して高いとはいえず¹⁾、治療のやりやすさと成功率は比例していない。前歯といえども、無菌的処置を

始めとした現代歯内療法の基本コンセプトを遵守することは当然として、そのうえで解剖学的形態と器具等の特性を把握して根管治療に取り組まなければ、高い成功率を得ることはできない。

本稿では前歯にフォーカスし、症例等を通してその理解を深めていきたいと思う。

1 知っておくべき解剖学的特徴

NiTi ロータリーファイルの柔軟性が高いとはいえ、それを使用する前段階であるアクセス窩洞形成、ストレートラインアクセス、ネゴシエーションの基本原則を怠れば、NiTi ロータリーファイルがもつ特性を十分に活かすことはできない。湾曲のない根管はほとんどない²⁾ という報告もあることから、前歯であろうと各歯種の根管の解剖学的形態を熟知する重要性は決して低くなることはない。

1. 上顎中切歯

ほぼ100%が1根1根管である。髓室および根管は歯の外形に相似している³⁾ ので、アクセス窩洞は逆三角形となる (図1)。アクセスにおいては、切端からのアクセスが理想ではあるが、審美的観点からやや舌側方向からのアクセスにならざるをえない場合もある。そこで注意すべきは、歯の唇舌的傾斜 (インクリ

ネーション) や近遠心的傾斜 (アンギュレーション) を考慮して、アクセスを行うことである。ラバーダム防湿下では、なおさら歯軸がわかりにくくなり、やみくもにアクセスを行うと、唇側や近遠心側へのパーフォレーションを容易に起こしてしまう。

根管の形態は、円形から軽度の楕円形である。リングホルダー (口蓋側の歯冠側に存在する歯質の張り出し) の取り残しによって、ファイルの挿入方向が制限され、唇側へのレッジ、トランスポーターションやパーフォレーションを起こす可能性がある (図2)。

また、上顎中切歯は他の前歯と比較して、側枝の発生率が高いことが知られている⁵⁾。Kimら⁶⁾によると、側枝は根尖から3 mmまでの位置に93%存在すると報告している。しかし、いくら柔軟性の高いNiTi ロータリーファイルであっても、意図的に側枝を拡大することは不可能である。また、しばしば側枝に根管充填



図1 上顎前歯の外形
a: 切端側, **b**: 根尖側, **c**: セメントエナメル境より1 mm根尖側寄りの断面
 上顎前歯の歯冠外形は逆三角形, 歯根外形は楕円形であり, 解剖学的形態を理解することによって, 自ずとアクセス窩洞形態および根管形態が頭に浮かぶようになることが大切である

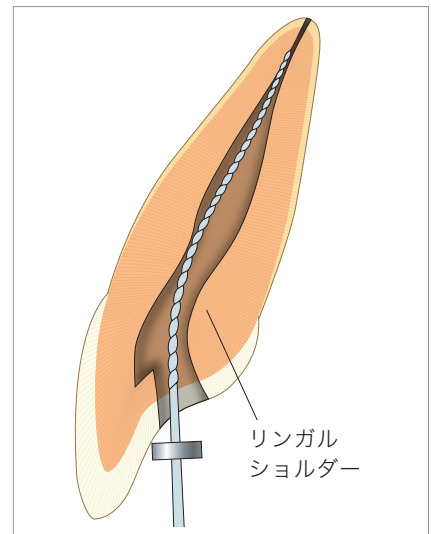
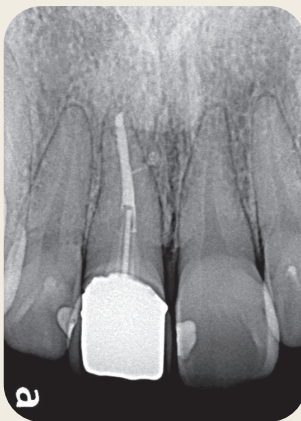


図2 リンガルショルダー (Hargreaves 2011⁴⁾ より)
 リンガルショルダーを除去せずに, ファイルを根尖まで挿入した場合, 根管の舌側壁にはほぼ触れておらず, 唇側へのレッジ, パーフォレーションの原因となりやすい. NiTiロータリーファイルで拡大形成を行う場合も, ストレートラインアクセスの確立は必須である

CASE 1 || 側枝



1-1 術前, 根尖側1/3の近心側に側枝が原因と思われる透過像が観察できる
1-2 根管充填直後, 側枝に根管充填材が充填されている
1-3 術後1年, 透過像の縮小を認める. 側枝に充填されているのは結果論であって意図的に充填したわけではないが, 側枝は拡大せずとも根尖病変を治癒に導ける一例である

すべきかが議論になるが, 主根管の細菌を可及的に減少させることによって, 側枝が原因と思われる根尖病変も治癒に導くことができると報告されている⁷⁾ (Case 1).

上顎中切歯は外傷の好発部位でもあり, 歯髄組織の

石灰化 (PCO : Pulp Canal Obliteration) が起こりやすい (図3). その正確な発症メカニズムは未だ明らかではないが⁸⁾, そのような場合においても上記原則を頭に入れておくことで, アクセス窩洞形成による歯質の過剰切削を回避することができる.

解剖学的構造への理解が必要な 大臼歯部

長谷川 智哉 Tomoya Hasegawa
朝日大学歯学部口腔機能修復学講座
歯科保存学分野歯内療法学

渡邊 浩章 Hiroaki Watanabe
千葉県・ココロ南行徳歯科クリニック

1 知っておくべき大臼歯の解剖学的特徴

1. 大臼歯の解剖学的髓腔構造

歯髄は硬組織に覆われているため、位置や形態を把握しにくい。したがって、十分な知識がなければ、過度な切削やパーフォレーションを引き起こす危険性が高く、うまくいったとしてもかなりの時間を費やす可能性がある。そのため、根管だけでなく、「解剖学的髓腔構造」をしっかりと理解して実践することで、術者にとってストレスのない治療を心がけたい (図1)。

(1) 歯髓腔形態と髓床底の解剖学的法則

まずは大臼歯の一般的な歯髓腔形態からみていく。歯髓腔形態は歯頸部の外形(根管を結んだ外形)に相似している。上顎大臼歯は近心頬側第2根管(MB2)が存在することを考慮すると台形または菱形(四角形)、下顎大臼歯は近遠心根が1根管性であったとしても扁平根管であるため、四角形であることが多い(図2)。歯髓腔形態はそのままアクセス窩洞の外形になるため、しっかりと覚えておきたい。

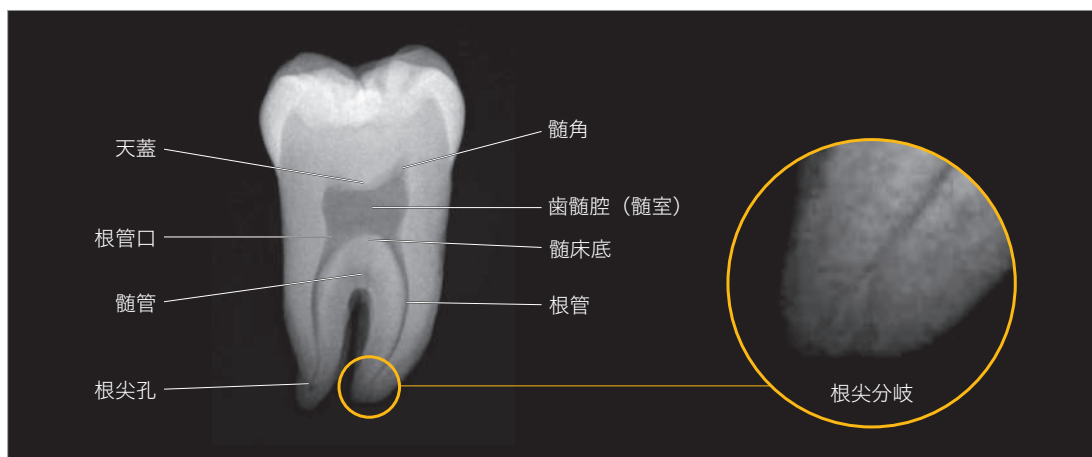


図1 大臼歯の解剖学的構造の部位と名称