

## ファイル操作の違いによる湾曲根管の根管形態

山田 眞義

### Configuration of the Curved Root Canal Prepared with Two Different Operations of Endodontic File

Masayoshi YAMADA

In preparation of the curved root canal, the curved part tends to be excessively reduced. The author recently developed a new technique in order to minimize the excessive reduction and compared with a conventional filing technique, the new technique is based on the pulling up operation using flexible nickel-titanium files.

A transparent root canal model of s type canal was designed and used.

The whole form, the cross section of the root canal model and root canal wall condition of natural teeth after canal preparation were compared between the two techniques.

The results obtained were as follows :

1. In root canal preparation using the conventional filing operation, position of the apical foramen tended to deviate from the original position.
2. In canal preparation using the pulling up operation, excessive reduction was scarcely recognized at the curved parts.
3. In canal preparation by filing operation, excessive reduction was observable at the curved parts.
4. It was found that the condition of the prepared root canal walls were found similar for the two technique.

Consequently, it was concluded that the newly developed pulling up operation technique facilitated root canal preparation without excessive reduction and deviation from original form.

Key words : difference of filing operation, curved root canal, root canal preparation

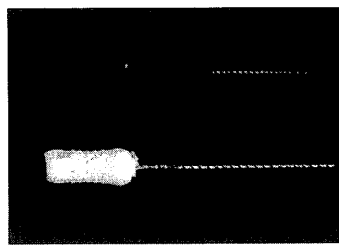
### 緒 言

抜髄あるいは感染根管治療において根管形成は避けられない治療過程である。根管形成に関して種々の特殊コントラ<sup>1,2)</sup>が考案され、ファイルもステンレス製からニッケルチタン製の柔軟性と弾力性に富んだ<sup>3-5)</sup>ものが使用されるようになり、そ

の刃部の形態も様々に<sup>1,2,6)</sup>改良されて湾曲根管の形成も比較的容易に行われるようになってきた。しかし、湾曲根管においては特殊コントラを使用するとコントラが回転あるいは反復回転駆動式のため根尖にジップを形成したり、根尖孔の位置を逸脱したりすることが多く、これは湾曲度が大きくなるほどこの程度も強く現われる<sup>1,2,7)</sup>。手用の

受付：平成16年3月31日，受理：平成16年4月12日  
奥羽大学歯学部歯科保存学講座歯内療法学分野  
(指導：天野義和教授)

Division of Endodontics, Department of Conservative  
Dentistry, Ohu University School of Dentistry  
(Director : Prof. Yoshikazu AMANO)



MACファイル



刃部拡大図



刃部横断面

図1 MACファイルの刃および刃の横断面形態

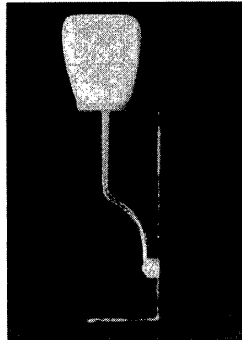


図2 透明根管 (形成前)

ステンレス製ファイルを用いて形成を行った場合でも、ファイリング操作によって根管の湾曲した内湾部が過剰に切削<sup>8,9)</sup>される傾向があり、ニッケルチタン製においても同様の傾向があると思われる。

そこで、湾曲根管の形成において根管の追従性に優れていると言われているニッケルチタン製のファイルを用いてジップや湾曲部の過剰切削が防げる根管形成法を試み、通常の根管形成法と比較してその根管の形態および根管壁の状態を観察した。

## 材料と方法

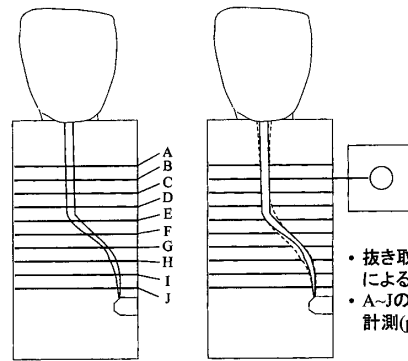
### 1. 材 料

#### 1) 根管形成器具

根管の形成に用いたファイルは手用のニッケルチタン製のマックファイル (NT) の長さ25mm、太さ#8~#50である (図1)。

#### 2) S字状透明根管

根管形成に用いたS字状透明根管は実際の天然歯のS字状根管を基にして試作した透明根管 (S3-OHC-10-NISSIN) である (図2)。なお、それぞれの根管形成には5ずつ用いた。



- 抜き取り操作またはファイリング操作による根管形成
- A~Jの水平断面積をNIH image1により計測(pixel/mm)

図3 観察位置

### 3) 天然歯

根管形成後の根管壁を通常のファイリング法とファイルを挿入後ゆっくりと抜き取る方法とを観察するために用いた天然歯は抜歯後直ちに生理的食塩水に浸漬されていた上顎小白歯 (単根管) である。

## 2. 方 法

### 1) 根管形成

根管の形成法は二方法とし、一つの方法は通常通りファイルを根管内に挿入後ファイリング操作を行う方法で、もう一つの方法はファイルを根管内に挿入後、ファイリング操作は行わずにファイルを反時計回りにゆっくり回転させながら根管から抜き取る方法である。

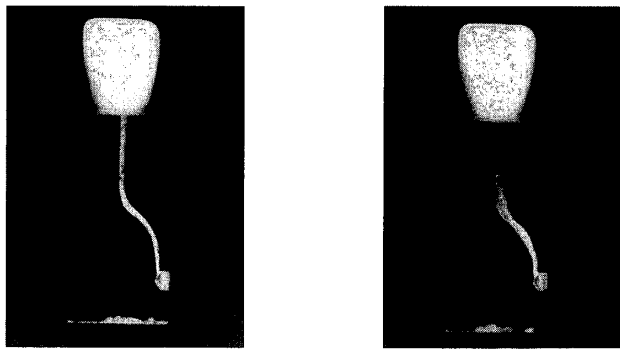
なお、根管形成を行う前にはS字状透明根管の天蓋をエンジンにラウンドバーを装着し除去して十分に髓室を拡大した後、ファイルのみ使用しアピカルシートは根尖孔の1.0mm上方に#50で形成した。また、天然歯においてはエアタービンにラウンドバーを装着し天蓋を除去し、髓室の歯髄を除去した後、同様の方法で根管形成を行った。なお、根管形成時の操作はファイリングでは5~6回、抜き取りでは3回の抵抗を感じなくなるまでとした。

### 2) 根管形態の観察

根管形成を終えた根管模型は根管口より3.0mm下方の部位より1.0mmごとに観察位置A~J (図3) を設けて低速切断機 (アイソメット ビューラー) で切断し、横断面の形態を観察した。

### 3) 横断面の面積

根管形成後の観察位置A~Jにおける横断面の



抜き取り操作

ファイリング操作

図4 透明根管（形成後）

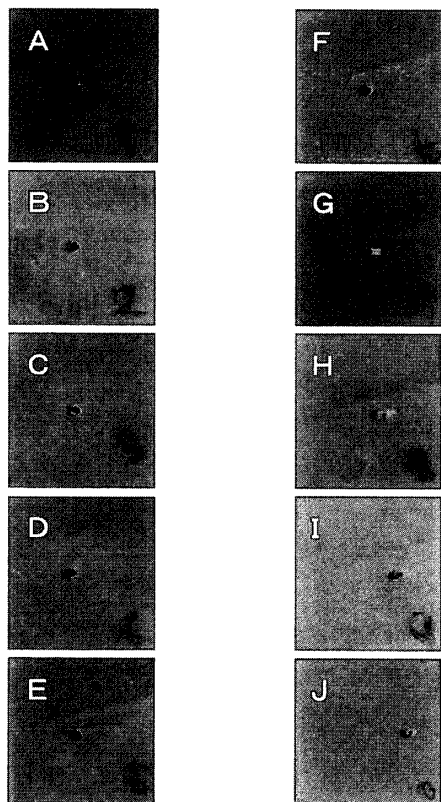


図5 根管形成前の横断面

面積はマッキントッシュの画像解析(NIH-image)により求めた。

4) 根管壁の観察

根管形成を終えた天然歯は歯の長軸方向に対して唇舌的にエアタービンで割線を刻んだ後分割し、10%次亜塩素酸ナトリウム溶液と3%過酸化水素水で根管内を十分に洗浄し、根管壁の状態を走査型電子顕微鏡(T-200 日本電子)にて観察した。

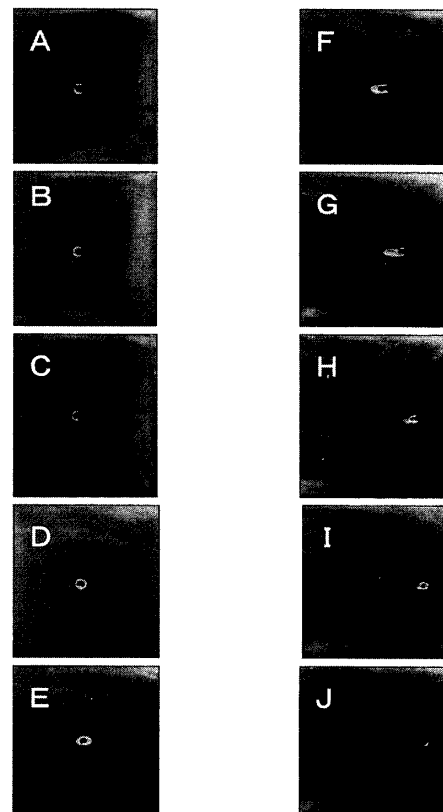


図6 根管形成後の横断面（抜き取り操作）

成 績

1. 根管の形態

1) 外形

根管形成後における抜き取り操作法による根管形成と通常ファイリング操作法による根管形成は図4に示すとおりである。

抜き取り操作法による形成では湾曲部の根管壁は根管口側の湾曲部で多少過剰に切削されているようにも思われるがほとんど原形の相似形であるのに対し、ファイリング操作による根管形態では根管口側の湾曲部が外湾部内湾部ともに過剰切削されており、根尖側の湾曲部においても同様に外湾部と内湾部の両方が過剰切削され、とくに内湾部の過剰切削が著しかった。

2) 横断面の形態

根管の形成前および形成後の観察位置A~Jは図5, 6, 7に示すとおりである。

ファイル操作後の横断面の形態を観察すると、A点においてはファイリング操作法で形成した方が抜き取り操作法で形成したものより形態は大き

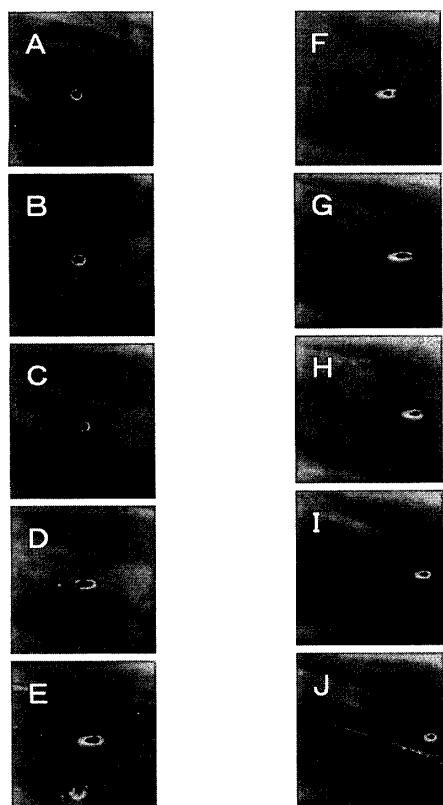


図7 根管形成後の横断面 (ファイリング操作)

く、形態は抜き取り操作法の方は円形に近いがファイリング操作法によるものはやや楕円形に近かった。

B点においてはファイリング操作法で形成した方は形態が抜き取り操作法によるものの2倍近く、楕円形に見えた。

C点においてはファイリング操作法で形成した方は抜き取り操作法によるものよりも2倍以上と思われ、形態もより近心方向へ広がり長方形を呈していた。

D点においてはファイリング操作法で形成した方はC点の形態をさらに大きくしたような形態を示していた。

E点においてはファイリング操作法、抜き取り操作法の両方とも湾曲部のため近心方向へ拡大が目立つがファイリング操作法によるものは形態が著しく大きくなっていった。

F点においてはファイリング操作法と抜き取り操作法によるものは同じ形態をしているが、ややファイリング操作法によるものの方が大きくなっ

ていた。

G点においてはファイリング操作で形成したものは、より近心へ大きく拡大され面積も抜き取り操作法で形成したものの2倍以上あった。

H点において形態はG点をやや小さくしたような感じであるがファイリング操作したものの方が抜き取り操作法をしたものの2倍近くあった。

I点においてはファイリング操作法で形成したものは抜き取り操作法で形成したものよりやや楕円形が強く形態も大きかった。

J点においてはファイリング操作法で形成したものは抜き取り操作法で形成したものより形態は2倍近くあり、より近心に寄っていた。

## 2. 横断面の面積

各観察点における横断面の面積は画像解析によるピクセル数で表した (図8)。

根管形成前の各観察位置の面積は表1に示した。また、抜き取り操作法とファイリング操作法による根管形成後のそれぞれの観察位置での面積は表2, 3に示すとおりで、各観察位置とも抜き取り操作法よりもファイリング操作法で形成した方がピクセル数は多くなっていた。抜き取り操作法とファイリング操作法の比較をグラフに表わしたのが図9 (\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.001$ )、抜き取り操作に対するファイリング操作の面積比率は図10に示すとおりで、根管の湾曲部と思われる位置 (C, D, EおよびG, H)において過剰切削がファイリング操作法による根管形成よりも有意に大きかった。

## 3. 根管壁の状態

天然歯を用いて根管形成を抜き取り操作法とファイリング操作法で行い、根管壁の状態を走査型電子顕微鏡にて観察したのが図11である。

抜き取り操作法で形成した根管壁にはファイルの刃による条痕らしい跡がわずかに認められるが壁面に粗雑な凹凸はなく比較的平坦であった。

ファイリング操作法で形成した根管壁もファイルの刃による条痕らしい跡がわずかに認められるが壁面に際立った凹凸はなく比較的平坦な状態を呈していることから抜き取り操作法とファイリング操作法では根管壁に差異は認められなかった。

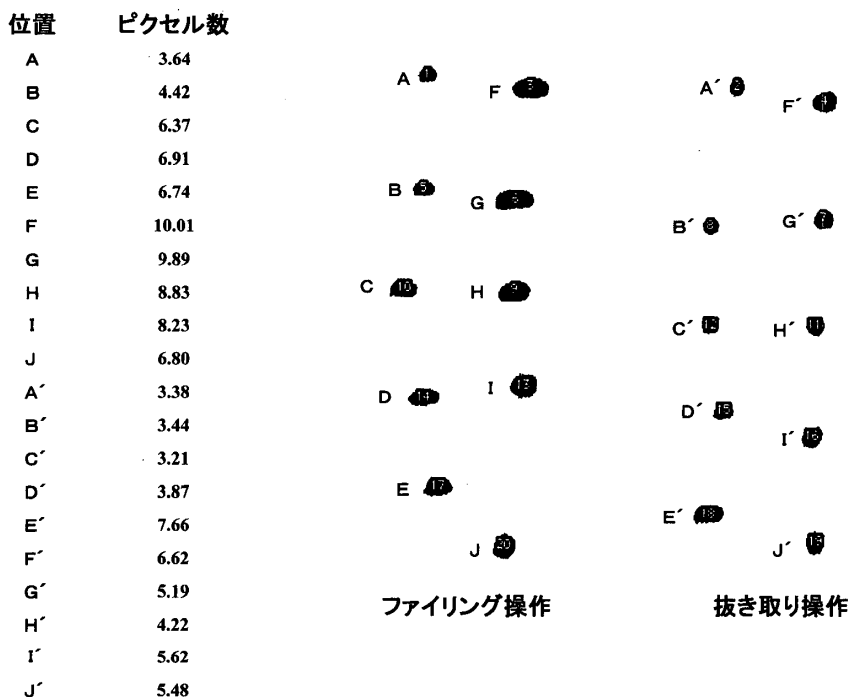


図8 ピクセル図

表1 形成前の根管面積

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	平均±標準偏差
A	1.91	1.91	1.30	1.91	1.69	1.74±0.27
B	1.48	1.70	1.11	1.48	1.69	1.49±0.24
C	1.30	1.27	0.98	1.30	1.13	1.19±0.14
D	1.30	1.30	1.11	1.48	1.30	1.30±0.13
E	1.27	1.67	1.11	1.70	1.11	1.37±0.29
F	1.11	1.11	0.95	1.11	1.30	1.12±0.12
G	1.48	1.70	1.11	1.48	1.11	1.38±0.26
H	1.27	1.91	1.11	1.86	1.43	1.52±0.36
I	1.11	1.67	0.95	1.27	1.06	1.21±0.28
J	1.06	1.12	0.83	1.11	0.89	1.00±0.13

単位 Pixel/mm

表2 抜き取り操作による根管面積

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	平均±標準偏差
A	3.05	3.33	3.27	3.83	5.10	3.72±0.74
B	3.43	3.61	3.07	3.30	4.33	3.55±0.43
C	3.01	3.04	3.70	2.98	5.10	3.57±0.81
D	2.84	3.35	3.90	3.58	5.59	3.85±0.94
E	3.52	5.10	4.67	5.25	5.53	4.81±0.70
F	3.75	5.56	4.76	5.82	7.66	5.51±1.29
G	3.01	3.53	3.78	4.13	4.27	3.74±0.45
H	3.05	2.72	2.64	3.24	4.44	3.22±0.65
I	1.87	2.47	3.04	3.38	4.04	2.96±0.75
J	1.80	1.81	2.67	2.84	3.58	2.54±0.67

単位 Pixel/mm

表3 ファイリング操作による根管面積

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	平均±標準偏差
A	4.40	4.33	4.82	4.79	5.85	4.84±0.54
B	4.80	4.65	5.68	6.48	6.34	5.59±0.76
C	5.86	6.22	7.63	7.60	8.46	7.15±0.97
D	6.26	7.86	7.74	8.29	9.78	7.99±1.13
E	5.69	7.89	7.00	7.17	9.75	7.50±1.33
F	5.03	5.19	5.53	5.42	6.88	5.61±0.66
G	4.49	5.13	5.45	6.48	7.34	5.78±1.01
H	4.07	4.04	5.68	5.45	6.68	5.18±1.01
I	2.70	3.35	4.36	3.90	4.67	3.80±0.71
J	2.51	2.72	3.41	2.95	4.36	3.19±0.66

単位 Pixel/mm

考 察

根管治療において最も長時間を必要とするのは根管形成であるが、根管形成が元の根管の形態から逸脱したり、あるいはアンダーカットを形成すると緊密な根管充填の妨げになったり二次感染を招来する<sup>10)</sup>。湾曲根管においてはとくにその可能性が強く、その程度は湾曲度が増すにつれて湾曲部の内湾部が過剰に切削されることは既に報告<sup>1,2,7,8,11,12)</sup>されている。

ニッケルチタンファイルの出現により、従来のステンレス製ファイルと異なり、弾力性と柔軟性

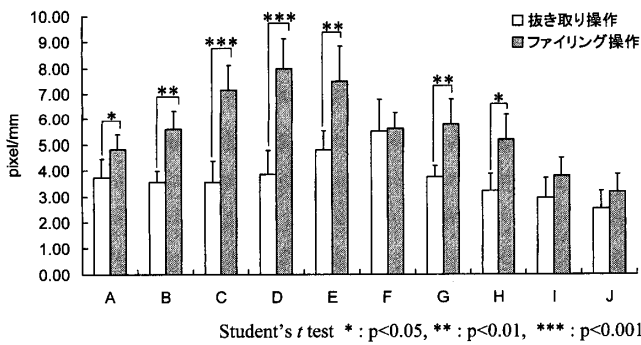


図9 抜き取り操作とファイリング操作の比較

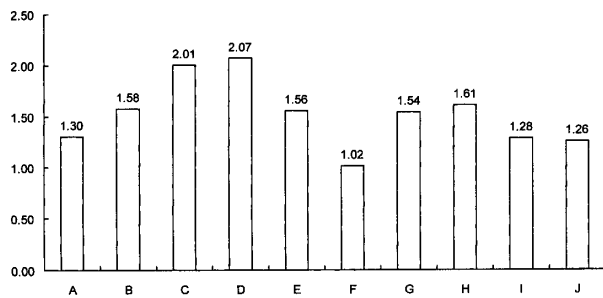
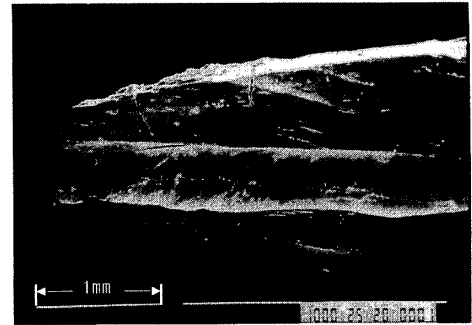
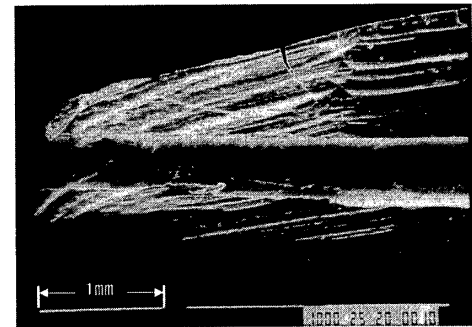


図10 抜き取り操作に対するファイリング操作の面積比率



抜き取り操作



ファイリング操作

図11 根管形成後のSEM像 (×35)

があり湾曲根管への追従性<sup>6,13-16</sup>)に富んでいると言われている。

そこで、ニッケルチタンファイルの弾力性と柔軟性を利用し湾曲根管の湾曲部を過剰に切削することなく形成を行う方法として、挿入時はファイルを回転させずただ挿入するだけにして根管の湾曲に沿わせ、挿入後は元へ戻ろうとする力の働きを防ぐ方法として、ゆっくりと反時計回りの方向へ回転抜き取る方法を試み、通常ファイリング操作による根管形成と比較した。

その結果は根管形成後の根管形態の外観と面積からも分かるように明らかに差異が生じ、抜き取り操作法で形成した根管は湾曲部の外湾部はもちろん内湾部にも過剰の切削はほとんど認められなかった。しかし、ファイリング操作法による形成では過剰切削が著しく認められた。

抜き取り操作法ではゆっくりと反時計回りにファイルを回転させて抜き取りを行ったために根管が湾曲しているにもかかわらず力が強く作用せず根管の形態に沿ったまま抜き取られ、また、根管壁を切削するための刃も反時計回りに回転させながら抜き取ったために刃が逆回転となり根管壁

に食い込まなかったものと思われる。すなわち、根管壁の切削は刃の角度が問題となり、刃のすくい角<sup>17-19</sup>)が正であれば切削効率は良くなるが、この場合は刃のすくい角が負となるために根管壁の切削量が少ないためと思われる。このすくい角に関しては根管形成時の根管壁の切削について柿沼<sup>12</sup>)も左利き用リーマー、ファイルの根管形成に関して同様の考えを述べている。

ファイリング操作法による根管形成ではファイルを根管口方向へ引き上げるためにファイルが元の直線形態へ戻ろうとする力が働き、その結果根管の湾曲部の内湾部と外湾部の根管壁にファイルの刃が接触し、さらにファイル本来の目的である根管壁の切削がファイリング操作によって行われるため圧が大きくなり湾曲部の根管壁が過剰に切削されるとと思われる。

しかし、滝澤ら<sup>15</sup>)はMacファイルを使用して1曲の湾曲根管形成を透明根管で行い、湾曲度が増すにつれて外湾部の切削が大きくなったと報告しているが、これは1曲の湾曲なのでファイルが元の形状に戻ろうとする力を考えれば当然ファイルの先端は外湾部の根管壁に接触し、この部分が多

く切削されると思われ、今回のS字状根管においても根尖部に同じ傾向が認められた。

したがってファイリング操作をする限り、ニッケルチタンファイルが元の一直線に戻ろうとする際に接触した根管壁はファイリング操作本来の目的である切削が行われるために湾曲根管において湾曲部の過剰切削は避けられないと思われるが、今回行った抜き取り操作法は応力を少なくし、すくい角を負にすることにより接触する湾曲部の根管壁の過剰切削を防ぐことができたと思われる。

根管の各観察点の横断面の面積において根管の湾曲した部分では抜き取り操作法ではファイリング操作法に比べて過剰切削が少ないのは先にも述べたとおり、反時計回りにファイルを抜き取り、元の形状に戻ろうとする力を抑えたためであると思われる。また、根管口付近の湾曲のない根管においても抜き取り操作法による形成の方が根管の横断面の面積が少ないのはファイリング操作本来の働きがなされず、すくい角が負となったために根管壁に刃が食い込まなかったためであると思われる。

根管壁の根管形成後の状態は緊密な根管充填を行う上でも大変重要である。根管壁が粗雑であれば根管充填材との間に死腔が生じ、根管充填の目的の1つでもある緊密な充填が行えず、根管口と根尖孔からの再感染を防止することができない。天然歯の根管形成において根管壁の状態に関してはリーマーやファイルの組み合わせやSファイルで根管を形成し、電子顕微鏡で観察した報告<sup>20~22)</sup>がある。今回は湾曲根管に対してニッケルチタンファイルのみで根管を形成し、形成方法を二方法で行い根管壁を比較したが、ファイリング操作を行った根管壁は壁面が平滑化されていたのは当然であるが、抜き取り操作を行った根管壁においても壁面は平滑化されていた。これはファイルを挿入する時に根管に沿ってファイルが滑走した壁を再び抜き取り操作によって反時計回りにゆっくりと回しながら取り出したため、負のすくい角により根管壁の切削量が少なかったと思われる。しかし、湾曲根管において抜き取り操作法は湾曲部の根管壁を過剰に切削することがないとはいえ、ファイリング操作に比べ数倍の時間を要するよう

に思われた。

以上の結果より、湾曲根管においてニッケルチタン製のファイルを用いて抜き取り操作法を用いれば元の根管形態と相似した根管形成が行えると思われる。

## 結 論

湾曲根管における湾曲部の根管壁の過剰切削を少なくする方法を見出すために、S字状湾曲透明根管においてニッケルチタン製のファイルを用いてファイリング操作法と抜き取り操作法で根管形成を行い比較した結果次の結論を得た。

1. ファイリング操作法で根管形成を行った根管では根尖孔の位置が逸脱する可能性があった。
2. 抜き取り操作法で根管形成をおこなった根管では湾曲部において過剰切削はほとんど認められなかった。
3. ファイリング操作法で根管形成をおこなった根管では湾曲部において過剰切削が著しく認められた。
4. 根管形成後の根管壁の状態は両者に差異は認められなかった。

以上の結果より、湾曲根管においてニッケルチタン製のファイルを用いて抜き取り操作法を用いれば根尖孔の位置を外れることも少なく、ジップやアンダーカットを形成する可能性が少ないことが判明した。

## 謝 辞

稿を終えるにあたり、終始御懇篤な御指導および御校閲を賜りました奥羽大学歯学部歯科保存学講座歯内療法学分野天野義和教授に深甚の謝意を申し上げます。また、御協力いただきました奥羽大学歯学部歯科保存学講座歯内療法学分野佐々木重夫助教授をはじめ同分野の諸先生方に深く感謝いたします。

本研究の要旨は、第113回日本歯科保存学会（平成12年11月16日 東京）および第33回奥羽大学歯学会（平成14年6月15日 郡山）にて発表した。

## 文 献

- 1) 小野隆樹, 森下浩江, 角田良子, 佐藤穂子ほか：各種の根管拡大器具における切削効率の比較—

- 操作時間と根管形態一. 日歯保存誌 **41**; 554-559 1998.
- 2) 橋本幸扶, 小野隆樹, 森下浩江, 角田良子ほか: ライトスピードによる根管形成一湾曲度の異なった透明根管模型について一. 日歯保存誌 **41**; 1165-1170 1998.
  - 3) Walia, H., Blrently, W. and Gerstein, H.: Aninitial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *J Endod* **14**; 346-350 1988.
  - 4) Camps, J. and Pertot, W. J.: Torsional and properties of canal master unstainless steel and nitinol instruments. *J Endod* **20**; 395-398 1994.
  - 5) 久保田 稔, 南 清隆, 寺田林太郎, 工藤義之: NiTi合金製根管治療器具 (Macファイル) の基礎的性状. 日歯保存誌 **38**; 645-653 1995.
  - 6) 大内章嗣: ニッケルチタン製根管治療器具の機械的性質に関する研究一特に回転駆動式根管チップのねじり試験および曲げ試験による評価一. 日歯保存誌 **43**; 23-32 2000.
  - 7) 渡邊宇一, 加藤広之, 山口信次, 磯野珠貴ほか: 根管の器械的拡大・形成に関する研究 (第1報) - 3種のエンジン駆動TiNi製根管拡大機具について一. 日歯保存誌 **41**; 410-422 1998.
  - 8) 中島光雄, 小林千尋, 興地隆史, 竹田淳志ほか: 各種手用器具による根管拡大について. 日歯保存誌 **33**; 829-837 1990.
  - 9) 山崎達見, 相馬英人, 山田 智, 野中修一ほか: リーマー, ファイルが根管形成に与える影響についての実験的研究一試作Kファイルの湾曲根管に対する切削性と偏位について一. 日歯保存誌 **26**; 934-943 1993.
  - 10) 砂田今男: 2 歯髄疾患. 歯内治療学 第一版 (福地芳則, 長田 保, 砂田今男編); 151 歯内療法出版 東京 1998.
  - 11) 天野義和, 高地豊文, 山田真義, 佐藤 克ほか: Sファイルの切削に関する研究 根尖の歯髄角度による根管形成の切削状態. 日歯保存誌 **36**; 1432-1440 1993.
  - 12) 柿沼 亨: 左利き用リーマー, ファイルの根管形成に関する研究一左利き術者による根管形成一. 日歯保存誌 **40**; 1165-1180 1997.
  - 13) Schfaer, E., Tepel, J. and Hoppe, W.: Properties of endodontics hand instruments used in rotary motion part2 instrumentation of curved canals. *J Endod* **21**; 493-497 1995.
  - 14) Coleman, C. L., Svec, T. A., Rieger, M. R., Suchina, J. A. *et al.*: Analysis of nickel-titanium versus stainless steel Instrumentation by means of direct digital imaging. *J Endod* **22**; 603-607 1996.
  - 15) 滝沢 久, 山崎泰志, 梁 洪淵, 長田玲子ほか: 狭窄湾曲根管におけるM A CファイルおよびN Tファイルの根管追従性に関する実験的検討. 日歯保存誌 **40**; 1140-1146 1997.
  - 16) 勝海一郎, 都築民幸, 阿川透久: チタン合金製根管拡大形成用器具の特徴一ステンレススチール製器具との比較一. 東京歯科医師会誌 **46**; 3-12 1998.
  - 17) 富岡健太郎, 中村悦三, 松村篤良: 歯科用高速切削工具II - タングステンカーバイドバー. 第1版; 54-58 歯内療法出版 東京 1980.
  - 18) 山中 彬: 9 窩洞形成用器材. 標準歯科理工学 第1版 (橋本弘一, 野口八九重, 高橋重雄編); 64 歯内療法出版 東京 1990.
  - 19) 天野義和, 田代俊男, 藤居 誠, 時崎邦明ほか: スマート・バー#1557の切削に関する研究. 日歯保存誌 **37**; 1504-1510 1994.
  - 20) 山口夏央, 佐藤 克, 天野義和, 小林健二ほか: 根管清掃剤による根管内の清掃効果に関する研究一Dentin conditionerの使用可能性について一. 明海歯学誌 **17**; 166-179 1988.
  - 21) 佐藤 克, 天野義和: ガッターパーチャポイントによる根管充填の封鎖性に関する研究一リーマーおよびファイルの組み合わせによる差異について一. 明海歯学誌 **18**; 390-410 1989.
  - 22) 天野義和, 高地豊文, 佐藤 克, 西 克昌ほか: Sファイルの切削に関する研究 操作時間と残留切削片. 日歯保存誌 **35**; 853-859 1992.
- 著者への連絡先: 山田真義, (〒963-8611) 郡山市富田町字三角堂31-1 奥羽大学歯学部歯科保存学講座歯内療法学分野
- Reprint requests: Masayoshi YAMADA, Division of Endodontics, Department of Conservative Dentistry, Ohu University School of Dentistry 31-1 Misumido, Tomita, Koriyama, 963-8611, Japan