

# 原 著

## 強酸性電解水の矯正歯科領域への応用に関する研究 ——矯正用材料および器具に対する腐食作用の検討——

北浦英樹 岩沼健児\* 吉田憲弘 井口修一郎 小林和英  
長崎大学歯学部歯科矯正学, \*小児歯科学講座

Hideki KITAURA, Kenji IWANUMA\*, Norihiro YOSHIDA, Shuichirou IGUCHI  
and Kazuhide KOBAYASI

Department of Orthodontics, \*Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Nagasaki University

キーワード：強酸性電解水、矯正用材料、矯正用器具、腐食、滅菌消毒

強酸性電解水（強酸性水）は、強い殺菌作用をもち、操作も簡便で安価であるため、歯科領域で広く応用されるようになってきた。そこで本研究では、強酸性水の矯正領域での応用を検討する目的で、矯正用材料および器具に対する腐食作用および使用法の検討を行った。

1. 矯正用器具を強酸性水と反応させ、表面を滅菌綿棒で一定面積ふき取り培地に入れ、培養試験を行った。その結果、10秒間作用させるだけで殺菌効果はみられた。

2. 強酸性水の矯正用材料に対する影響を検討した。矯正治療時に使用されるワイヤー類、ブラケット、金属類に強酸性水を経時的に作用させ、走査型電子顕微鏡像で観察した結果、プラスチックを除いて腐食の影響はなかった。

3. ピン アンド リガチャー カッター（ピンカッター）について腐食の有無を観察した。10秒間作用で乾燥した場合には腐食は認められなかった。しかし、10秒間作用で乾燥しなかった場合は腐食がみられた。また、1時間作用および10秒間作用を360回繰り返した場合に腐食である表面の黒化がわずかに認められた。

4. ピンカッターをオートクレーブで滅菌を10回繰り返し、これと強酸性水と10秒間反応させ10秒間乾燥のパターンを10回繰り返したものと比較したところオートクレーブでの滅菌では、腐食が認められたが、強酸性水では、認められなかった。

これらの結果より、強酸性水の矯正用材料に対する腐食作用は少なく、また矯正用器具に対しての使用法としては、短時間作用させ乾燥して使用すると腐食が少なくてすむことが示唆された。

（日矯歯誌 56(3)：141～148, 1997）

### Application of strongly acid electrolytic water to orthodontics ——Corrosive action on orthodontic materials and instruments——

Recently, strongly acid electrolytic water (SAEW) has been widely applied in the dental field due to its marked bactericidal action, high operability, and low cost. To evaluate the applicability of SAEW in the orthodontic field, we evaluated its corrosive action on orthodontic materials and instruments.

1. Orthodontic instruments were reacted with SAEW. A certain area of the instrument surface was wiped using sterilized swabs and incubated in medium. Bactericidal effects were observed even after reaction for 10 seconds.

2. The effects of SAEW on the orthodontic material were evaluated. Wires, brackets and metals used for orthodontic treatment were reacted with SAEW, and the changes were observed by scanning electron microscopy. No corrosion was in any material except the brass wire.

3. The state of corrosion in pin and ligature cutters (pin cutter) was evaluated. No corrosion was observed after reaction for 10 seconds followed by drying. However, corrosion was observed after reaction for 10 seconds without drying. After a reaction for 1 hour or a reaction repeated 360 times for 10 seconds, slightly blackening of the surface indicating corrosion was observed.

4. Pin cutters were sterilized in an autoclave 10 times or treated by 10-second reaction with SAEW

followed by 10-second drying 10 times. Corrosion was observed after autoclave sterilization but not after reaction with SAEW.

These results suggest that the corrosive action of

SAEW on orthodontic material is less and reaction of orthodontic instruments with SAEW for a short time followed by drying may be useful.

(J. Jpn. Orthod. Soc. 56(3) : 141~148, 1997)

## 結 言

近年、HIV や肝炎ウイルス感染者の増加が、社会問題となっており、歯科領域でも器具などの確実な滅菌、消毒が重要視されている。通常、矯正用器具は、オートクレーブで十分な滅菌が期待できる。しかし、ピンカッターなどのワイヤーの切断に使用する器具の刃部は、焼き鈍されたり、刃部に腐食が生じるなどの問題が残っている。

そこで、著者らは、上水に食塩を添加して電気分解することで酸性の電解水を作り出す強酸性水生成装置(OXILYZER, 三浦電子製, 秋田)から得られた強酸性水を矯正領域で用いることを考えた。この酸性の電解水は、一般細菌から HIV に対してまで、強い殺菌作用および不活化作用をもっていることが報告されている<sup>1-6)</sup>。さらに、生体への影響も少なく<sup>7,8)</sup>操作も簡便で安価で大量に得られる。従来、歯科領域では、器具の滅菌・消毒、スケーリング・ルートプレーニング時の注水、歯周ポケット内の洗浄および歯内治療時の根管洗浄あるいは手洗い<sup>9,10)</sup>などに広く応用されている。また、ブラッシングと強酸性水での洗口を併用することで良好なプラークコントロールの可能性が示唆されている<sup>11)</sup>。

一方、矯正臨床時オートクレーブでの矯正器具などの金属類の滅菌の際におこる焼き鈍しなどは、かわりに強酸性水を使用することで解決できる。しかしながら強酸性ということでは腐食を生じる可能性が考えられる。また、口腔内に用いた場合、矯正材料に腐食が生じるようであれば使用できない。

そこで、この強酸性水を使用した場合の矯正用器具に対する殺菌効果および矯正用材料と器具への腐食の影響およびその使用法などの検討を行った。

## 材料および方法

### I. 矯正用器具に対する殺菌効果

本研究で用いた強酸性水は、強酸性水生成装置(OXILYZER, 三浦電子製, 秋田)から精製されたもので pH 2.5 前後、酸化還元電位 1100 mV 以上、残留塩素濃度 10 ppm 以上のものを使用した。pH は、pH メーター (pH メーター F-7AD 型, 堀場社製, 京都) で測定し、酸化還元電位は、ORP 計 (Expandable ion analyzer EA940, ORION 社製, ボストン) で測定し確認した。また、残留塩素濃度は、オルトトリジン法で測定し確認した。

強酸性水を入れたタッパーに臨床に使用後の未滅菌のピンカッター アンド リガチャー カッター (以下: ピンカッター) を 1 本ずつ入れて常温で 10 秒間, 1 分間, 1 時間作用させ、その表面を滅菌綿棒で一定面積 (約 1 cm<sup>2</sup>) ふき取り BHI (Brain Heart Infusion) 液体培地に入れ 37°C で 48 時間, 静置培養して、その濁度を観察した。また、コントロールとして上水と作用させたものおよび未作用のものを同様に用いた。また、それぞれ 2 回ずつ試験を行った。

### II. 矯正用材料への腐食の影響

矯正用材料について、強酸性水の腐食の影響を検討した。実験材料については、矯正装置として口腔内で多用するものを市販材料から選んだ。ニッケルチタンワイヤー、エルジロイワイヤー、ステンレスワイヤー、サンブラ線、ブラケット、バンド、プラスワイヤーおよび比較のため炭素鋼製のカッターナイフの刃を試料とした。

各試料を適当な大きさ (ワイヤー類およびサンブラ線は約 2 cm, バンドは約 1×0.5 cm, カッターナイフの刃は約 2×1 cm) に切断し、またブラケットは切断せずにそれぞれ 1 個ずつを強酸性水に入れ、37°C で 30 r.p.m. で振盪しながら作用させた。作用時間は 10 秒間, 1 分間および 1 時間とした。作用後、試料を水洗したのち、エアーで 10 秒間乾燥し、瞬間接着剤を用いて試料と試料台を接着した。そして、銀ペーストを端部に塗布しアースを確保したのち、走査型電子顕微鏡 (日立 S-520, 日立製, 東京: 以下 SEM) を用いて 1000 倍で試料の観察を行った。観察は、試料片のほぼ中央部で行った。また、同様の実験および観察を 3 回行った。

### III. 矯正用器具への腐食の影響

矯正用器具のうち、特に刃部がさびやすい炭素鋼製のピンカッターについて腐食の影響を調べた。10 秒間および 1 時間作用させ、その変化を経時的 (直後, 1 時間後) に観察した。また、10 秒間作用させたものは、エアーで 10 秒間乾燥したものと強酸性水が付着したままのものをそれぞれ観察した。また、10 秒間作用させエアーで 10 秒間乾燥のパターンを 360 回繰り返し、その表面の状態を肉眼的に観察した。実験には、それぞれ 1 本ずつ使用した。また、同様の実験および観察を 2 回行った。

### IV. オートクレーブとの腐食の比較

ピンカッターを滅菌パックに入れ、オートクレーブ

器(高圧蒸気滅菌器 MLS 2400 型, SANYO, 東京)で 121°C, 30 分間滅菌し, 冷却後 1 時間乾燥機で乾燥するというパターンを 10 回繰り返した。これと強酸性水と 10 秒間作用させエアードで 10 秒間乾燥のパターンを 10 回繰り返したものと未作用のものと表面の状態を肉眼的に比較した。実験には, それぞれ 1 本ずつ使用した。また, 同様の実験および観察を 2 回行った。

## 結 果

### I. 矯正用器具に対する殺菌効果

BHI 液体培地での培養試験の結果, 強酸性水で 10 秒間, 1 分間および 1 時間作用したもののすべて菌の増殖は認められなかった。逆にコントロールの上水と作用したものおよび未作用のものには菌の増殖による混濁が認められた(表 1)。また, 繰り返し行った同実験でも同様の結果が得られた。

### II. 矯正用材料への腐食の影響

各種矯正用材料について経時的に強酸性水を作用させたときの表面の変化を SEM 像で示す(図 1)。試料 1~6 については特に大きな変化は認められなかった。プラスワイヤー(試料 7)については 1 時間作用した場合(7-d)に, 金属の粒界の欠損の度合いがかなり大きくなった。また, 炭素鋼(試料 8)もわずかながら欠損の度合いが大きくなった(8-d)。3 回行った実験すべて同様の像が, 認められた。

### III. 矯正用器具への腐食の影響

Fe に対しての腐食が起こると表面が黒化あるいは赤褐色に変化するのでピンカッターの腐食は, 表面の黒化あるいは赤褐色に変化することを観察することで評価できる。ピンカッターを強酸性水に 10 秒作用させエアードで乾燥したものには, 表面の変化は, 認められなかった。(図 2-1)。1 時間作用させたものには, 表面にわずかな黒化がみられた(図 2-2)。また, 乾燥したものでは, 作用直後と 1 時間後を比較しても変化はなかった(図 2-1, 2, 4)。しかし, 10 秒間作用させ乾燥しなかった場合は, 1 時間後には, 赤褐色および黒色の混在した著しい変化が認められた。(図 2-3)。また, 10 秒間作用を 360 回作用させたものも黒化がわずかに認められた(図 2-4)。繰り返し行った同実験でも同様の結果が得られた。

### IV. オートクレーブとの比較

ピンカッターの刃部について, オートクレーブを 10 回繰り返したのものには黒化が点在して認められた(図 3-C)。しかし, 強酸性水に 10 秒間作用を 10 回繰り返したのものには, 未作用のもの(図 3-A)と比較して変化は認められなかった(図 3-B)。また, 繰り返し行った同実験でも同様の結果が得られた。

表 1 上水および強酸性水による殺菌効果の培養試験

作用時間 項目	未作用	10 秒	1 分	1 時間
上 水	+	+	+	+
強酸性水	+	-	-	-

(+) 培地に菌の増殖あり

(-) 培地に菌の増殖なし

## 考 察

### I. 矯正用器具に対する殺菌効果について

強酸性水は, 上水へ食塩水を添加して電気分解することによって得られる pH 2.7 以下の酸性の水である。その殺菌効果については, 先人の報告より明らかにされており, 殺菌効果を利用してさまざまな分野で研究, 応用がなされている<sup>12,13)</sup>。服部<sup>14)</sup>によれば微生物の最も生活しやすい環境である生活圏は約 pH3.0~10.0, 酸化還元電位, 約+900~-400 mV であるという。このため, pH2.7 以下で酸化還元電位+1000 mV 以上の環境下では, 微生物は死滅すると報告している。さらには強酸性水には, 塩素ガス(HClO, Cl<sub>2</sub>)が存在している<sup>15)</sup>。これらの塩素ガスが微生物に作用し, 表層のアミノ基を急激に酸化し, 微生物を死滅させると考えられている。強酸性水の微生物に対する殺菌作用について, 清水ら<sup>1)</sup>は, HIV に対して, また安倍ら<sup>2)</sup>は, HBV に対して, 瞬時に不活化できること, また, 岩沢ら<sup>4)</sup>, 奥田ら<sup>5)</sup>は, 一般細菌に対して, 瞬間的に殺菌作用を示すことを報告している。これらの報告から, この強酸性水は, 殺菌力が強く, 即効性があり抗菌スペクトルが広いことが示されている。本研究で使用した強酸性水の実験直前の性質は, pH2.5 前後, 酸化還元電位 1100 mV 以上, 残留塩素濃度 10 ppm 以上あり, 他の報告と同様に十分に殺菌力はあると考えられる。岩澤ら<sup>4)</sup>によれば, 抗酸菌を除いて多くの微生物は, 作用時間 5 秒間以下で殺菌できることを示しており, 本実験にあたり 10 秒間を最小単位とし, これが妥当であるかどうか実際に矯正器具に対する滅菌の効果をみたとこ, 10 秒間で滅菌できた。

### II. 矯正用材料への腐食の影響について

強酸性水を矯正用材料の滅菌・消毒, あるいは矯正治療中に口腔内に使用する場合が考えられる。この場合, 特に強酸性水による腐食作用が矯正材料に影響を与えるようであれば使用できない。そこで, 腐食の影響を調べるために, 強酸性水に矯正治療時に使用されるワイヤー類, ブラケット, 金属類を 10 秒間, 1 分間, 1 時間作用させ, SEM 像を観察した。

その結果, プラスワイヤーに 1 時間作用させた場合にだけ, 腐食が認められた。腐食の測定や評価には,

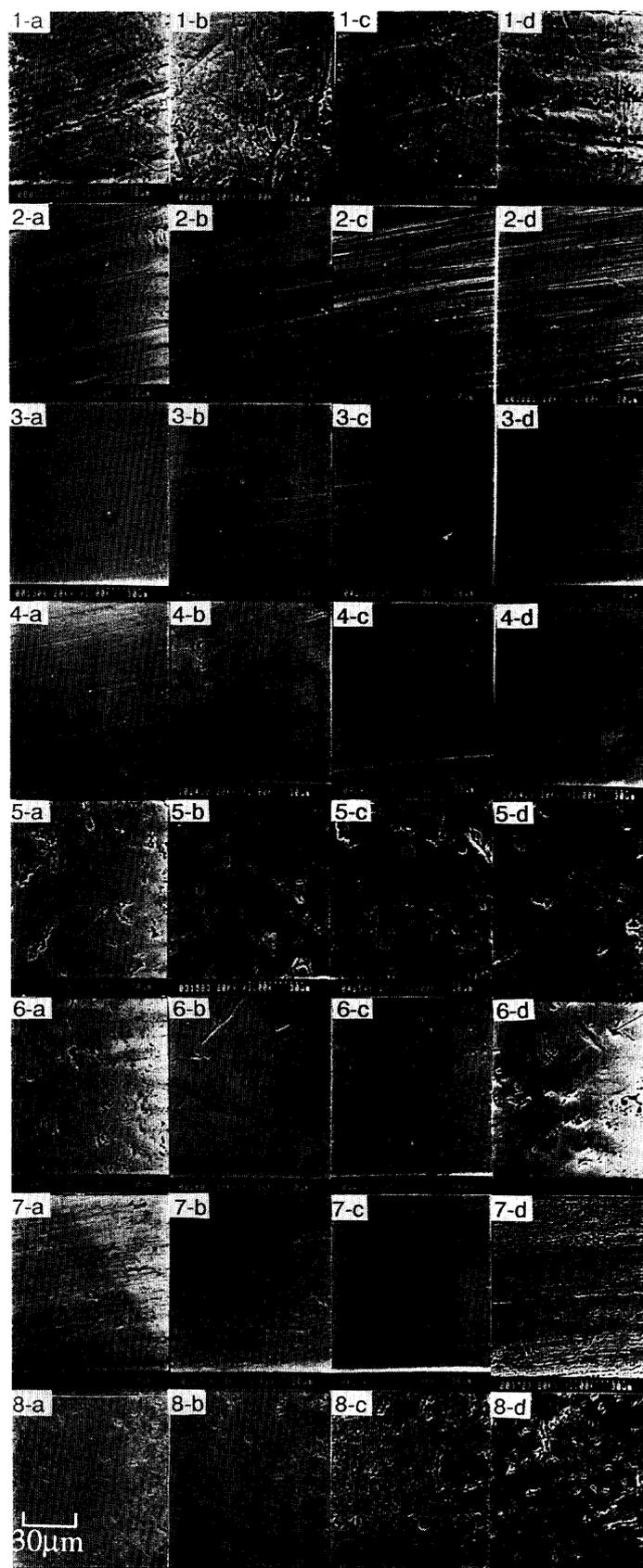


図 1 各種矯正用材料に経時的に強酸性水を作用させた時の走査型電子顕微鏡像  
 1; NiTi 2; エルジロイワイヤー 3; ステンレスワイヤー 4; サンプラ線  
 5; ブラケット 6; バンド 7; プラスワイヤー 8; 炭素鋼を示している。また、  
 アルファベット小文字は、a; 未処理のもの b; 強酸性水を10秒作用させたもの  
 c; 1分作用させたもの d; 1時間作用させたものを示している。

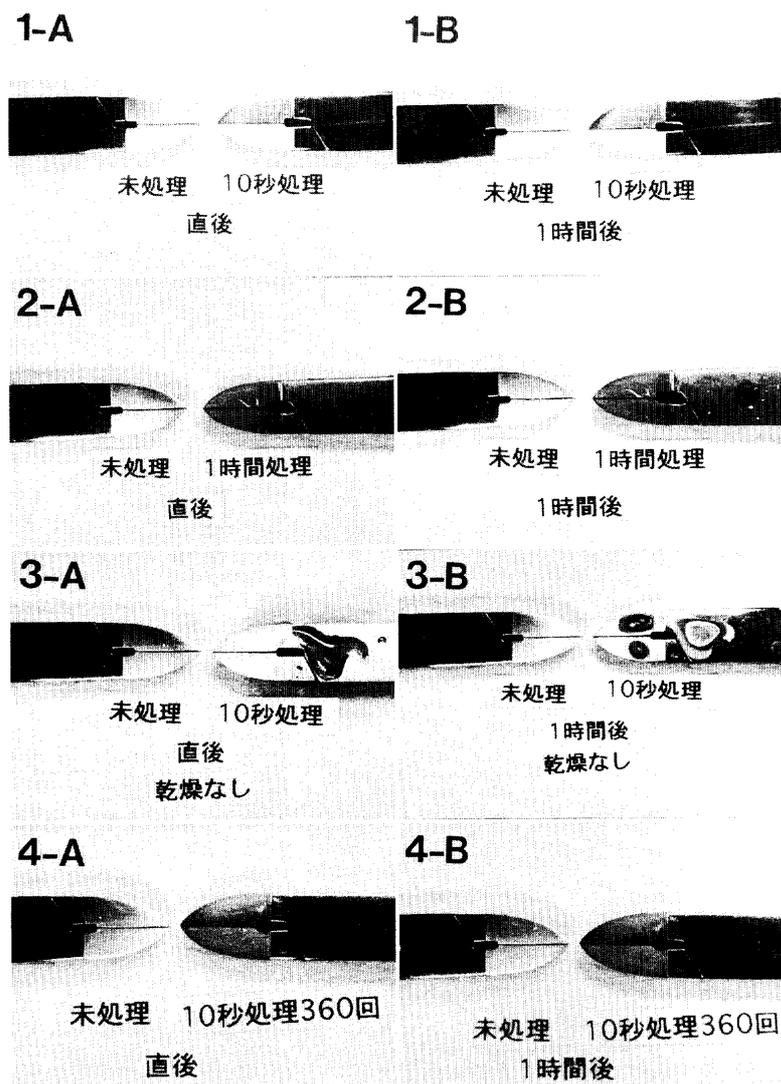


図 2 1-A：強酸性水と 10 秒作用させすぐにエアードライしたものの直後のピンカッター  
 1-B：強酸性水と 10 秒作用させすぐにエアードライしたものの 1 時間後のピンカッター  
 2-A：強酸性水と 1 時間作用させすぐにエアードライしたものの直後のピンカッター  
 2-B：強酸性水と 1 時間作用させすぐにエアードライしたものの 1 時間後のピンカッター  
 3-A：強酸性水と 10 秒作用させ乾燥なしの直後のピンカッター  
 3-B：強酸性水と 10 秒作用させ乾燥なしの 1 時間後のピンカッター  
 4-A：強酸性水と 10 秒作用と乾燥を 360 回繰り返した直後のピンカッター  
 4-B：強酸性水と 10 秒作用と乾燥を 360 回繰り返した 1 時間後のピンカッター

強酸性水に 10 秒作用させ乾燥したものには、腐食は認められなかった。1 時間作用させたものには、表面にわずかに腐食と思われる黒化がみられた。また、作用直後と 1 時間後を比較しても変化はなかった。しかし、10 秒作用させ乾燥しなかった場合は、1 時間後には、強酸性水が残っている部位に著しい腐食がみられた。また、10 秒作用を 360 回作用させたものも腐食と思われる黒化がわずかに認められた。

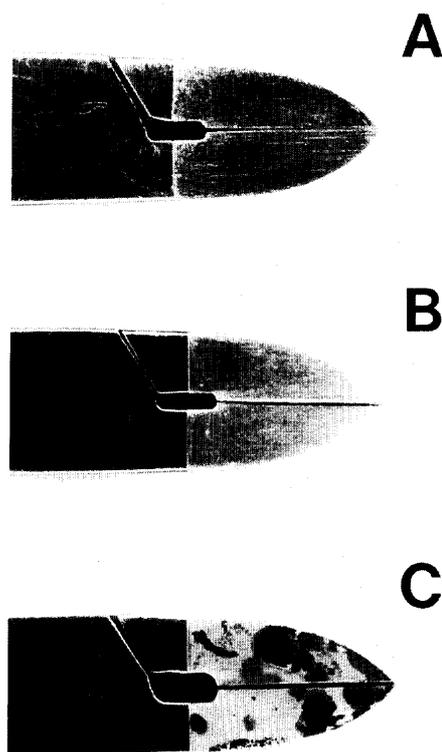


図3 ピンカッターの強酸性水とオートクレーブでの滅菌後の比較  
 A: 未作用のピンカッター  
 B: 強酸性水と10秒作用と乾燥を10回繰り返したピンカッター  
 C: オートクレーブでの滅菌と乾燥を10回繰り返したピンカッター  
 オートクレーブを10回繰り返したものには腐食と思われる黒化が刃部に点在して認められたが強酸性水に10秒作用を10回繰り返したものには、腐食は認められなかった。

多数の方法があり、重量測定などの物理的測定法<sup>16)</sup>、溶液分析などの化学的分析法<sup>17)</sup>、SEM, ESCA (Electron Spectroscopy for Chemical Analysis) などの表面分析法<sup>18,19)</sup>、分極抵抗法や電位走査法などによる電気化学的測定法<sup>20,21)</sup>などに分類される。本研究では、SEMを用いた表面分析法を用いた。ここで、金属の腐食におけるSEM像と腐食の関係について述べる。多くの場合、金属は、結晶の集合体になっている。金属の腐食は、その構成元素によりその度合いが異なる。ただ、共通しているのは、物理・化学的強度が弱い部分から腐食が起こるということである。一番弱い部分というのは、個々の結晶の境界である。個々の結晶内では、元素が規則正しく並んでいるが、結晶の端の部分では、突然配列が切れている。つまり、結晶内の元素の力の釣り合いが、結晶の中心部では比較的安定しているのに対し、結晶の端部では不安定になっている。したがっ

て、結晶の端部では比較的簡単に金属元素が剥がれやすく、言い換えれば溶出しやすい。結晶の集合体の場合は、結晶粒の境目、つまり粒界の部分が弱いこととなる。SEM像では、この粒界を確認できるので、この粒界の欠損の大きさと腐食の度合いが判断できる<sup>22-24)</sup>。そこで、本研究の観察では、粒界の欠損の度合いで腐食を判断した。その結果、プラスチック以外は、ほとんどの矯正用金属材料で強酸性水の影響は認められなかった。

合金の腐食は、構成元素の原子間力の差、空孔の存在などの合金内部の状態と、酸化による腐食性膜の形成の有無によって決まる<sup>25)</sup>。今回使用した腐食が認められなかった矯正用材料は、CrやTiを含むものでこれらの添加元素により不動態化され酸化過程で生成される酸化物の薄い強固な皮膜である不動態被膜に覆われることで耐食性が増すため<sup>25)</sup>腐食が進行しなかったと考えられる。一方、プラスチックは、黄銅と呼ばれるCuとZnの合金、また炭素鋼はFeとCの合金でCrやTiなどの合金と比較して不動態被膜が安定性に欠けているので、不動態被膜ができたものの、合金表面から被膜が剥がれ、その結果腐食が止まらず連続して起こる状態になっている<sup>25)</sup>ので、結果的に腐食が進行したと考えられる。

矯正臨床においてプラスチックは、セパレーターあるいはフックとして口腔内で用いられている。しかし、金属アレルギーの問題で、プラスチックの主成分であるZn, Cuもアレルギーとなる可能性もあることから腐食によってZn, Cuが溶出する事は、金属アレルギーを引き起こす可能性もある<sup>26)</sup>。そういう理由から口腔内での強酸性水との同時使用については、十分な検討が必要である。本実験では、系を単純にし、SEM像だけという簡易な方法で判断したところ、プラスチックをのぞいて個々の材料については、腐食の影響はなかった。しかし、実際の口腔内で用いる場合は、温度や電解質の有無、多種金属の装着などのいろいろな要素を考慮しなくてはならない。このようにさまざまな条件においても強酸性水の安全性について検討していく必要があると考える。

### III. 矯正用器具への腐食の影響について

強酸性水は、食塩水を隔膜を介して電気分解し陽極側に生じる水である。この場合、陽極で酸化反応が起こる<sup>27)</sup>。次の式A  $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$ と式B  $2H_2O \rightarrow 4H^+ + O_2 + 4e^-$ の2つの反応が考えられている<sup>27)</sup>。このことより陽極側の水は、式Aの反応による塩素の発生と水への溶解、式Bの反応による $H^+$ 濃度の上昇と酸素の溶存がそれぞれおこると考えられている<sup>27)</sup>。また、発生した塩素は、酸性下では、式C  $Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HClO + H^+ + Cl^-$ で平衡状態で存在していると考えられている<sup>27)</sup>。強酸性水による腐食の原因としては、このような原理でpHが酸性で溶存酸素があることまた、

塩素が含まれていることなどが考えられる。金属を溶液中に浸漬すると式 1  $M \rightarrow M^{x+} + \chi e^{-}$  のように金属イオンとして溶け出す。このとき、酸化剤がなければ、金属中の電子濃度がしだいに増加し、飽和して式 1 の右辺への反応は進まなくなる<sup>25)</sup>。しかし、水溶液中の  $H^{+}$  イオンおよび溶存酸素が酸化剤として働くと、式 2  $H^{+} + \chi e^{-} \rightarrow \chi/2 H_2$  の反応により金属中から電子を奪うため式 3  $M + \chi H^{+} \rightarrow M^{x+} + \chi/2 H_2$  の反応により、溶液中に金属が溶けだし、腐食が進行する<sup>25)</sup>。また、ハロゲンイオンの存在下においては、金属は、不動態化しにくくまた不動態皮膜が不安定である<sup>25)</sup> ことなどが原因で強酸性水は、腐食をもたらすと考えられる。

本実験で用いたピンカッターの主成分は、炭素鋼で、Fe が主成分であり、腐食反応が起こると水酸化第一鉄  $Fe(OH)_2$  あるいは、水化した酸化第一鉄  $FeO \cdot nH_2O$  となる。ここで FeO は、黒色を呈する。  $Fe(OH)_2$  あるいは FeO は、さらに溶液中の溶存酸素により酸化され水酸化第二鉄  $Fe(OH)_3$  あるいは水化した酸化第二鉄  $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$  にかわる。水化した  $Fe_2O_3$  は橙色ないし赤褐色を呈しており、いわゆる赤錆となる。この際、酸素が不足している場合は FeO と  $Fe_2O_3$  の間に黒色の水化した四三酸化鉄  $Fe_3O_4 \cdot nH_2O$  を形成することが多い<sup>22,23)</sup>。このように Fe に腐食が起こると黒化あるいは赤褐色化が観察される。

強酸性水を炭素鋼製のピンカッターに使用したところ、10 秒間作用させた場合には変化はみられなかった。しかし、1 時間作用の場合には、腐食である黒化がわずかに認められた(図 2-1, 2)。また、炭素鋼を強酸性水に作用させ、SEM 像で腐食の有無をみた結果、1 時間作用の場合にわずかに腐食の像が確認された。しかし、10 秒間および 1 分間と短時間作用の場合には腐食と思われる像は認められなかった(図 1-8)。10 秒間作用させた場合でも乾燥させず、強酸性水が付着したまま放置したところ、腐食である赤褐色および黒色の混在した著しい変化が認められた(図 2-3)。このように強酸性水などの溶液の存在下で空气中に放置した場合空气中の酸素をとりこんでしまうため強酸性水のみにもふれている場合よりも腐食が激しく進行する。この時の赤褐色に変化したのは、水化した  $Fe_2O_3$  が生成されたためだと思われる。また、10 秒間作用のような短い時間の作用でも、回数が増えると腐食が進むのではないかという疑問が生じる。そこで実際に 10 秒間作用を 360 回繰り返したところ、1 時間作用したものと同様に腐食である黒化がわずかに認められた(図 2-4)。短時間でも回数を多く重ねると、わずかながら腐食は起きる。そういうわけで回数をかさねると腐食はおきてくるが強酸性水を用いて矯正用のピンカッター等の消毒・滅菌を行う場合は、短時間作用させ、完全に乾燥して使用すると腐食が少なくてすむ。本研究のように、エアーで乾燥させる方法は、完全な滅菌操作では

なく、エアー中の細菌に関しては、考慮に入れていない。しかし、患者から患者への細菌あるいはウイルス等の移入は、防ぐことができると考える。また、エアーで乾燥の方法では、プライヤー等の接合部の乾燥は、完全にできない場合がある。このようなことから考えると接合部に腐食が生じると予測される。このような問題点もあることから強酸性水の作用法および乾燥の方法は、まだ研究の余地がある。

#### IV. オートクレーブとの比較について

歯科用器具のオートクレーブに伴う腐食の影響に関する報告は、McLundie<sup>28)</sup>が、オートクレーブ後のタングステンカーバイドバーの腐食による切削効率低下の報告をはじめ、Bertolotti ら<sup>29)</sup>の炭素鋼製の歯科用器具のオートクレーブによる劣化の報告などがある。通常、オートクレーブでの滅菌は、確実な滅菌を期待できるが、ピンカッターなどの炭素鋼製の器具に使用した場合、その刃部に腐食が生じることが予想される。本研究では、肉眼的な観察による変色の状態で腐食の有無を判断した。従来より歯科用金属のオートクレーブに対する耐食性試験では、オートクレーブ後の変化を肉眼的な観察による変色や腐食の状態で判断する場合が一般的である<sup>24,28,29)</sup>。本研究では、ピンカッターをオートクレーブで滅菌を繰り返すと腐食である黒化が生じた(図 3-C)。しかし、同回数の強酸性水での滅菌では、腐食は生じなかった(図 3-B)。強酸性水による腐食の原因としては、pH が酸性で溶存酸素があることまた、塩素が含まれていることなどであるが、オートクレーブによる腐食は、高温下で水が付着し、その水に酸素が溶け溶存酸素となることが腐食の原因となっていると考える。また、高温であることから反応の促進が生じ腐食が進行する。同回数の作用で強酸性水よりも腐食が生じたのは、水分が付いている時間が長いからであろうと考える。これらのことからオートクレーブによる滅菌より、強酸性水で滅菌の方が腐食を少なくできる。また、オートクレーブでの滅菌時間は、完全に終わるまで 1 時間以上かかるが、強酸性水は、10 秒間程度の短い時間で、迅速な滅菌ができることから器具の使い回しが可能で、器具の数を減らせると考える。

本研究にあたりご協力いただきました長崎大学歯学部口腔細菌の皆様に深く感謝いたします。

なお、本稿の要旨は、第 54 回日本矯正歯科学会大会(1995 年 10 月、札幌市)において発表した。

#### 文 献

- 1) 清水義信, 古澤利武: 電解による酸化電位水の殺ウイルス, 殺細菌および殺真菌の作用, 歯科ジャーナル 37: 1055-1060, 1993.
- 2) 安倍 敏, 宮 豊, 奥田禮一: 酸化電位水の HB

- ウィルスに対する不活化作用, 日歯保誌 37:1616-1623, 1994.
- 3) 安倍 敏, 岩松洋子, 奥田禮一:酸化電位水の MRSA および緑膿菌に対する殺菌作用, 日歯保誌 37:34, 1994.
  - 4) 岩沢篤郎, 中村良子:アクア酸化水の抗微生物効果 I—エンテロウィルス, 抗酸菌, 真菌に対する作用—, 臨床と微生物 20:469-473, 1993.
  - 5) 奥田禮一, 笹崎弘己, 兼平正史, 他:形態変化から観た酸化電位水の殺菌効果, 日歯保誌 37:755-765, 1994.
  - 6) 酒井敏博, 芝 彦, 万代倫嗣, 他:OXILYZER による電解水の歯科領域への応用, 第 1 報 使用条件について, 補綴誌 37:920-927, 1993.
  - 7) 今田中伸哉, 山崎寛治, 白石啓二, 他:超酸化水の安全性試験 (第 1 報) ラットにおける単回, 28 日間反復経口投与毒性試験, 応用薬理 48:159-171, 1994.
  - 8) 武吉正博, 飯田憲二, 水口隆一郎, 他:超酸化水の安全性試験 (第 2 報) ウサギにおける眼刺激性および 5 日皮膚累積刺激試験, 応用薬理 48:173-177, 1994.
  - 9) 柏田聰明:歯科医院における超酸性水の臨床応用の可能性を探る (1), 歯界展望 85:131-143, 1995.
  - 10) 柏田聰明:歯科医院における超酸性水の臨床応用の可能性を探る (2), 歯界展望 85:395-404, 1995.
  - 11) 根岸 淳, 栗野 篤, 加藤 熙:治療時の使用 ① うがいに使ったときの効果は?, 奥田禮一, 柏田聰明編;酸化電位水の Q&A, 東京, 1995, デンタルダイヤモンド社, 16-18.
  - 12) 芝 紀代子, 芝 彦:アクア酸化水 (強酸性電解水) の医療への応用, Medical Technology 22:693-694, 1994.
  - 13) 田中啓介:不思議な水「酸化水」不思議なブーム, AERA 23:64-65, 1994.
  - 14) 服部 勉:微生物生態入門, 東京, 1978, 東京大学出版会, 107-110.
  - 15) 日根文夫:電気化学反応操作と電解槽工学, 東京, 1989, 化学同人, 274.
  - 16) 長谷川二郎:市販歯科用銅合金の理工学的検討, 歯理工誌 1:8-17, 1960.
  - 17) 市野瀬志津子:歯科用金銀パラジウム合金の各種溶液中での腐食, 歯材器 11:149-168, 1992.
  - 18) 廣橋 賢:消毒液による歯科用切削器具の腐食挙動, 日歯保誌 38:1584-1598, 1995.
  - 19) 遠藤一彦, 荒木吉馬, 大野弘機, 松田浩一:口腔内から撤去した歯科用合金の変色表面の ESCA による解析 (第一報) Ag-In 合金, 歯材器 7:184-191, 1988.
  - 20) 遠藤一彦, 平野 進, 平沢 忠:分極抵抗法による歯科用合金の腐食速度導出の可能性, 歯材器 6:296-304, 1987.
  - 21) Mueller, H.J.: Corrosion determination techniques applied to endodontic instruments-irrigating solution systems, J Endodon 8:246-252, 1982.
  - 22) Uhlig, H.H.:岡本 剛, 松田誠吾, 松島 巖, 訳:腐食反応とその制御, 第 2 版, 東京, 1974, 産業図書, 6-117.
  - 23) 伊藤伍郎:腐食科学と防食技術, 第 8 版, 東京, 1969, コロナ社, 8-163.
  - 24) Casper, R. L., Moore D. J. and Eick, J. D.:佐藤温重訳:消毒剤によるニッケル・クロム合金の腐食, The Quintessence 10:151-155, 1991.
  - 25) 村上陽太郎, 亀井 清, 山根壽己, 長村光造:金属材料学, 第 1 版, 東京, 1994, 朝倉書店, 170-178.
  - 26) 中山秀夫:金属アレルギーの発症機序, 井上昌幸, 中山秀夫編;歯科と金属アレルギー, 東京, 1993, デンタルダイヤモンド社, 22-27.
  - 27) 田上 篤:どのように作用し, 反応するのですか?, 奥田禮一, 柏田聰明編;酸化電位水の Q&A, 東京, 1995, デンタルダイヤモンド社, 45-46.
  - 28) McLundie, A. C.:The effects of various methods of sterilization and disinfection on tungsten-carbide burs, Br Dent J 137:49-55, 1974.
  - 29) Bertolotti, R. L. and Hurst, V.:Inhibition of corrosion during autoclave sterilization of carbon steel dental instrument, J Am Dent Assoc, 97:628-632, 1978.

主 任:小林和英 教授 1996年11月20日受付

連絡先:北浦英樹  
長崎大学歯学部歯科矯正学講座  
〒852 長崎市坂本1-7-1