

## むし歯の予防法（総論） / 歯みがきによるむし歯予防効果（予防法）

### \* フッ化物利用（概論） / フッ化物洗口 / シーラント（予防法）

厚生労働省 e-ヘルスネット

むし歯を作る要因は、歯の質・細菌（むし歯原因菌）・食物（砂糖）の3つにまとめることができます。それぞれの要因に対応する形でむし歯予防法は、フッ化物応用とシーラント・歯みがきの励行・糖分を含む食品の摂取頻度の制限にまとめることができます。これらの予防法が、家庭で・地域で・保健サービスの現場で、バランスよく組み合わせられて行われることが必要です。

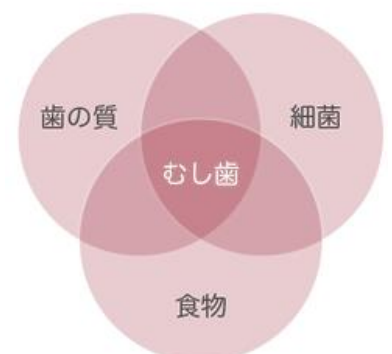
### むし歯の発生と原因

歯ではむし歯原因菌が砂糖を分解して非水溶性のグルカンを生成し、この非水溶性のグルカンが歯の表面に強固に付着します。その凝集体がプラークです。プラーク中のむし歯原因菌が糖類を分解して算出した酸によって、歯の表面では歯を構成しているカルシウムなどミネラル成分が溶け出る現象（脱灰）と、歯から溶け出したミネラルを再沈着させる修復現象（再石灰化）の繰り返しが絶えず生じています。この脱灰と再石灰化のバランスが崩れて脱灰が優勢になったときむし歯が発生します。

まとめると図に示したように、むし歯を作る要因は疫学的に「歯の質」「細菌（むし歯原因菌）」「食物（砂糖）」の3つにまとめることができます。それぞれの要因に対応する形で、むし歯予防法は「フッ化物応用とシーラント」「歯みがきの励行」「糖分を含む食品の摂取頻度の制限」にまとめることができます。これらの予防法が、家庭で・地域で・保健サービスの現場で、バランスよく組み合わせられて行われることが最も効果的です。

### むし歯の予防法

来から行われてきた「歯みがきの励行」「糖分を含む食品の摂取頻度の制限」という方法は、正しく実施されればある程度の効果は期待できるものと思われます。しかしこれらの方法は各個人の生活の中で、その意志と努力にゆだねられるものであり、現実的には広範囲の人々の理想的な実践を期待することは



困難です。実際に地域での実践例をみても広く住民を対象とする予防方法としては効果が不十分とされています。

一方でフッ化物の利用によるむし歯予防法は、再石灰化を促進し歯質のむし歯に対する抵抗性の強化を目的とした方法です。様々な疾患の予防法と同じく、疾病に対する身体の抵抗力を高める方法（宿主要因対策）として最も重要と考えられています。フッ化物を集団的に用いた場合、その方法は簡単で費用対効果に優れており多くの人々が参加できるなど、公衆衛生的な特性を備えています。公衆衛生的な手法でフッ化物を応用すれば高いむし歯予防効果が期待できます。

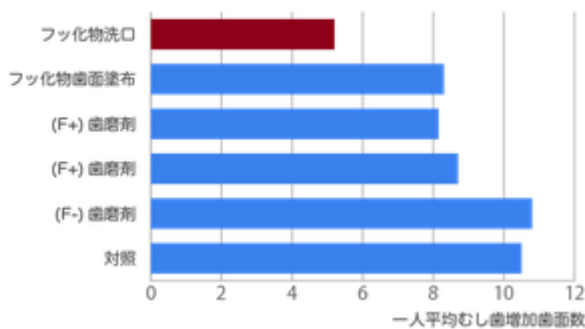
新潟大学大学院 医歯学総合研究科 予防歯学分野 葭原 明弘

## 歯みがきによるむし歯予防効果（予防法）

歯みがきは、歯面からプラークを機械的に除去することを目的とした予防法です。これにはセルフケアとプロフェッショナルケアがあります。セルフケアによってプラークを毎日完全に除去することは現実には不可能と考えられます。むし歯予防を成功させるには、セルフケアとともに他のむし歯予防法を組み合わせることが必要です。

## 歯みがきとむし歯予防効果

### 歯みがきとむし歯予防効果



歯みがきは、歯面からプラークを機械的に除去することを目的とした予防法です。これには各人が自宅などで日々行うもの（セルフケア）と歯科医師や歯科衛生士らの専門家によって診療室で行われるもの（プロフェッショナルケア）があります。

表 1: むし歯予防方法の予防効果の比較

今日ほとんどの人が歯を磨く習慣を身につけています。

しかし本人の努力では歯ブラシの届かないところからのむし歯の発生を防ぐことは困難です。すなわち奥歯の噛み合わせの溝のところや歯と歯の隙間に対してセルフケアによってプラークを毎日完全に除去することは現実には不可能と考えられます。

各種フッ化物の利用方法と歯みがきで予防効果の差をみたトーレル・エリクソンの報告を紹介します。10歳の子供を対象に2年間にわたり調査されたものです。【表1】に示したように、むし歯予防効果の一番高かったのはフッ化物洗口で、何も予防をしなかった対象と比べて予防率は49%となっています。またフッ化物歯面塗布の予防率は20%、フッ化物配合歯磨剤(F+)による歯みがきは18%および23%となっていますが、フッ化物を含まない歯みがき剤(F-)での歯みがきでは差は認められませんでした。

さらに歯科衛生士による頻回(2週間に1回)の専門的歯面清掃法によってむし歯や歯肉炎が著しく減少した調査もあります。

### 歯みがきの公衆衛生的なむし歯予防

小・中学校などでは、公衆衛生的な予防法として長年歯みがき指導が実施されてきました。筒井らは4つの小学校からの卒業生が進学する1中学校の1年生を対象に調査を行い、それぞれの小学校で行われてきた歯科保健対策を評価しました【表2】。

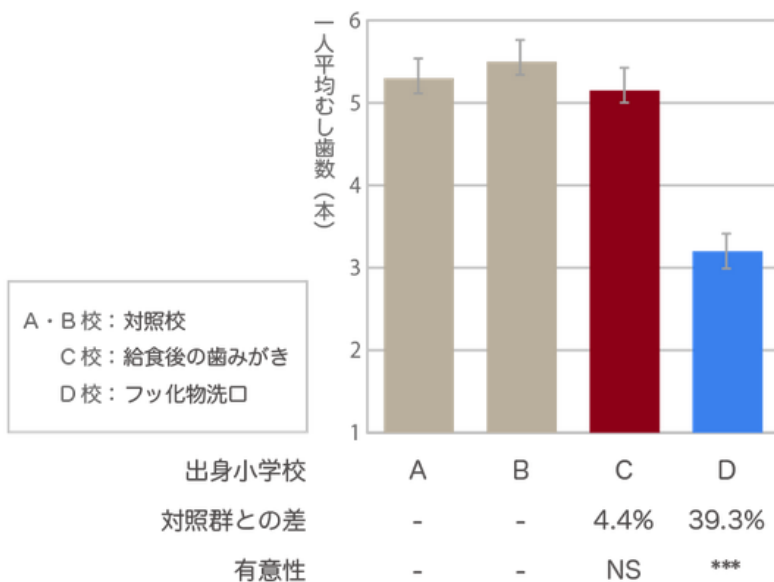


表 2: 学校歯科保健活動の評価

特にむし歯予防対策を校内で行わなかった学校(A, B)、毎給食後に歯みがきを励行した学校(C)、フッ化物洗口を行った学校(D)に分類し、一人平均むし歯数を比較しました。毎給食後に歯みがきを実施していたC群では前歯部にむし歯予防効果が認められまし

たが全体では明らかな効果はなく、フッ化物洗口を実施していたD群では前歯部・口腔全体ともに高い予防効果がみとめられました。さらに学校を実施現場としたある調査では、毎日15分程度の歯みがきでも奥歯も含めた全体のむし歯発症数で見ると有意な予防効果は得られませんでした。むし歯予防を成功させるには、単なる歯みがきだけではなく他のむし歯予防法を組み合わせることが必要です。

## フッ化物利用（概論）

フッ化物利用は、歯質のむし歯抵抗性（耐酸性の獲得・結晶性の向上・再石灰化の促進）を高めてむし歯を予防する方法です。全身応用（経口的に摂取されたフッ化物を歯の形成期にエナメル質に作用させる）と局所応用（フッ化物を直接歯面に作用させる）があります。有効性・安全性に関する証拠が確認されています。

フッ化物利用は、20世紀初め米国で発見された白濁模様や褐色の色素沈着がみられる歯（斑状歯、後に歯のフッ素症）の原因調査から、天然の飲料水中のフッ化物濃度と歯のフッ素症の発現およびむし歯罹患との関連性が解明され、歯のフッ素症の発現がなくむし歯の発生が最大限抑えられる「飲料水中フッ化物濃度約1ppm」が見いだされたことに端を発します。

この自然環境に学んだフッ化物応用が、水道水フッ化物濃度調整（WF：水道水フロリデーション）で、1945年に米国・カナダの4都市で開始されました。このWFの有効性・安全性が評価・確認される過程で、歯に直接フッ化物を作用させる局所応用の研究が始まりました。現在様々なフッ化物応用が世界120カ国で利用されています。半世紀以上にわたるフッ化物応用の有効性・安全性に関する研究結果に基づき専門機関であるWHO（世界保健機関）やFDI（世界歯科連盟）なども利用を推奨し、世界各国に実施を勧告しています。

## フッ化物とは

フッ素は化学的に合成されたものではなく、自然界に広く分布している元素です。土壌中に230ppm、海水中に1.3ppm含まれています。地球上のすべての動・植物にも、毎日飲む水や食べる海産物・肉・野菜・果物・お茶などほとんどの食品に微量ながら含まれています。私たちの身体（歯や骨、血液中や軟組織）にも存在しています。

フッ素元素の陰イオン(F<sup>-</sup>)の状態にあるものをフッ化物イオンまたはフッ化物といいます。厳密には、フッ化物イオンが含まれる化合物をフッ化物と呼びます。むし歯予防に用いられるフッ化ナトリウムもフッ化物で、水の中で薄い濃度で溶解している状態ではフッ化物イオンとして存在しています。

## フッ化物応用の種類

### 1. 全身応用

経口的に摂取され消化管で吸収されたフッ化物が、歯の形成期にエナメル質に取り込まれ、むし歯抵抗性の高い歯が形成されます。同時に萌出後の歯の表面にも直接フッ化物が作用します。WF・フッ化物錠剤・フッ化物添加食塩・フッ化物添加ミルクが含まれます。

### 2. 局所応用

萌出後の歯面に直接フッ化物を作用させる方法です。フッ化物歯面塗布・フッ化物洗口・フッ化物配合歯磨剤が含まれます。

## フッ化物応用のむし歯予防メカニズム

### 1. 脱灰抑制作用

エナメル質結晶内に取り込まれたフッ化物によって、エナメル質の一部が hidroksiapatit (HAP) よりも「溶解度」の低いフルオロapatit (FAP) やフッ化 hidroksiapatit (FHAP) として存在し、酸抵抗性をもちます。

### 2. 再石灰化促進作用

フッ化物が存在することで、脱灰エナメル質中のブルーシャイトなどリン酸カルシウムの反応性が高まり、HAP に転化し、さらに FHAP や FAP に変化していきます。この FHAP や FAP は、HAP やその他のリン酸カルシウムと比較して「溶解度積」が小さいので、Ca や P の濃度が比較的低い条件下でも析出しやすくなります。

### 3. プラーク（歯垢）細菌の酸産生の抑制

フッ化物がプラーク中に取り込まれると、細菌の代謝系酵素を阻害して酸産生を抑制します。同時に細胞膜の透過性を高めて細胞外にフッ化物を出してプラークのフッ化物濃度を高めます。細菌が糖を発酵させて酸を産生すると、プラーク中のフッ化物が脱灰に対して抑制的に働きます。

# フッ化物洗口

一定濃度のフッ化ナトリウム溶液(5-10ml)を用いて、1分間ブクブクうがいを行う方法で、永久歯のむし歯予防手段として有効です。第一大臼歯の萌出時期(就学前)にあわせて開始し中学生まで続けます。保育園・幼稚園・小中学校で集団実施されていますが、個人的に家庭で行う方法もあります。

## フッ化物洗口

フッ化物洗口(FMR)は、永久歯のむし歯予防を目的に一定の濃度のフッ化ナトリウムを含む溶液で1分間ぶくぶくうがいをする方法です。

## フッ化物洗口の実際

### 1. 洗口頻度と使用する薬剤の濃度

保育園・幼稚園・小中学校で集団として行う場合、週5回法と週1回法があります。週5回法では0.05%フッ化ナトリウム溶液(フッ化物イオン濃度225ppm)、週1回法では0.2%フッ化ナトリウム溶液(同900ppm)を用います。週5回法は主に保育・幼稚園で採用されています。

なお家庭では、市販の洗口剤(ミラノール®、オラブリス®:フッ化物イオン濃度250ppm)を用いて毎日行います。

### 2. 洗口液の量と洗口時間

1回の洗口液の量は、就学前の幼児では5~7ml、小学生以上では10mlです。洗口時間は1分間で、砂時計を見ながらあるいは音楽に合わせて行います。なお就学前の幼児では、真水による「ぶくぶくうがい」と吐き出しの練習をして、上手にできることを確認してから洗口液に切り替えます。

### 3. 洗口後の注意

洗口後30分間は飲食・うがいを控えます。保育園では午睡の前に、幼稚園や小中学校では授業の直前に実施されています。家庭では就寝前の歯磨きの後が適切です。

## フッ化物洗口の予防効果

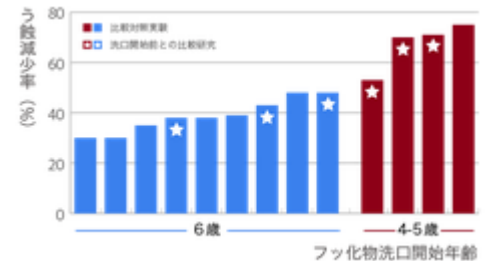
報告によれば、むし歯予防効果は約30~80%です。第一大臼歯の萌出時期に合わせた



開始と長期間継続することが効果を確かにするために必要です。またこの獲得した効果は洗口終了後も持続しています。また成人においても隣接面むし歯や根面むし歯の予防に効果的です。

### 1. 就学前からのフッ化物洗口の有効性

予防効果に関する論文を開始年齢によって分類すると、小学校入学後（6歳）の実施群の31～49%に対し、就学前4歳児から実施した群では、54%～77%と、就学前からの実施で高い予防効果を得ることができます。



フッ化物洗口の予防効果に関する論文分類

### 2. フッ化物洗口終了後の予防効果の持続

施設単位で行われるフッ化物洗口は、中学校卒業で終了します。終了後のむし歯有病状況を、洗口を経験しなかった群と比較すると、高校生では56%と83%、20歳では54%の予防効果が報告されています。歯は、成熟にともない、むし歯抵抗性を獲得します。未成熟な時期にむし歯罹患を免れたことが理由です。

### フッ化物洗口の安全性：1回の洗口での口腔内フッ化物残留量

保育園児の洗口後の口腔内残留率は約10%です。週5回法の場合約0.2mgのフッ化物が口腔内に残ります。この量はフッ化物錠剤の投与基準量の0.5mg/日（3-6歳児）の半分以下で、お茶をコップ1～1.5杯飲んだときに摂取するフッ化物の量に相当します。また就学前児（体重20kg）が1回分の洗口液を全量（7ml中のフッ化物量は1.6mg）誤って飲んだとしても、急性中毒の心配はありません。

### フッ化物洗口の普及状況

2012年度の調査（NPO法人日本むし歯予防フッ素推進会議・財団法人8020推進財団・WHO口腔保健協力センターの共同調査）では全国の約8,000施設で約89万人が実施しています。歯科医院での指導により家庭で実施している小児（園児～中学生）は約35万人と推計されています（2002年調査）。世界的にみると約1億人の小児がフッ化物洗口を実施しています。

## シーラント（予防法）

シーラントは、奥歯の溝を物理的に封鎖したりシーラント材の中に含まれるフッ化物により再石灰化作用を促進したりするむし歯予防法です。4年以上で約60%のむし歯予防効果が認められ、特にフッ化物応用との併用によってむし歯予防効果はさらに増加します。むし歯発症リスクの高い歯に行うと特に有効です。

### シーラントのむし歯予防効果と安全性

シーラントは、奥歯の溝をむし歯から予防する方法です【写真】。シーラントによるむし歯予防が今日のように効果をあげた背景にはシーラントの材質の改善が大きく寄与しています。



奥歯の溝をレジンといわれるプラスチックで物理的に封鎖することで口腔内の環境から遮断する方法、グラスアイオノマーといわれるセメントで奥歯の溝を物理的に封鎖することに加え、シーラント材の中に含まれるフッ化物が再石灰化作用を促進する方法などがあります。最近ではレジンとグラスアイオノマーの両方の性質を併せ持ったシーラント材も開発されています。

むし歯予防効果に関してはすでに多くの調査があります。4年以上で約60%のむし歯予防効果が認められ、特にフッ化物応用との併用によりむし歯予防効果はさらに増加すると報告されています。

なお一部のレジン系シーラント材に含まれるビスフェノールAの環境ホルモン様作用の危険性が1996年に指摘されました。しかしその後の研究によって当時危惧されたような危険性は、現在では調べうる限りないとされています。

### シーラントの適応基準と地域歯科保健活動への応用

シーラントをどのような歯に対して行うかは、むし歯発症リスクの判定と密接な関係があります。むし歯発症リスクの高い歯をシーラントの適応とすることは、シーラント処置歯数の絞り込みが可能となり、高いむし歯予防効果も維持できることから経済的にも合理的な方法と考えられます。

むし歯の発症リスクについては、主に個体の情報から判断する方法と、歯の情報から



判断する方法とに分類することができます。個体を対象とした判定基準には、過去のむし歯経験・生活習慣・唾液の性状・口腔細菌の状況などがあります。また歯を対象とした判定基準には奥歯の溝の形態・萌出状況などがあります。

地域歯科保健活動としてフッ化物応用とシーラントを組み合わせることで大きなむし歯予防成果を上げている地域もあります。つまり保育園や学校でフッ化物洗口を実施するとともに、よりむし歯になりやすいリスクの高い歯を持っている子供には予防勧奨をし、地域の歯科医療機関でシーラントを実施してもらうことを系統的に行っています。

新潟大学大学院 医歯学総合研究科 予防歯学分野 葭原 明弘