う蝕予防の実際

フッ化物局所応用実施マニュアル

日本口腔衛生学会フッ化物応用委員会　編

社会保険研究所

刊行によせて

日本におけるフッ化物応用は、歯科医療機関におけるフッ化物歯面塗布や学校等における集団でのフッ化物洗口、家庭におけるフッ化物配合歯磨剤の使用を中心に広く実施されています。

国では、平成23年8月に公布・施行された「歯科口腔保健の推進に関する法律」に基づき、平成24年7月に国や地方公共団体の施策を総合的に推進するための方針、目標等を示した基本的事項を策定しました。その中で、生活習慣の改善や社会環境の整備によって我が国全体として実現されるべき最終的な目標として、「口腔の健康の保持・増進に関する健康格差の縮小」が掲げられており、その実現には、歯科疾患の予防等の目標・計画の達成が必要とされています。歯科疾患の予防における計画では、乳幼児期から高齢期に至るまでのすべてのライフステージにおいて、う蝕予防方法の普及として「フッ化物の応用」が示されています。

あわせて、「二十一世紀における第二次国民健康づくり運動（健康日本21（第二次））」においても歯科保健の分野がとりあげられ、2022年までの目標値が掲げられています。これらの目標値達成のためには、EBM（Evidence Based Medicine）が確立しているフッ化物応用が不可欠といえます。

また、公的医療保険においては、重症化予防の観点から、フッ化物洗口の指導やエナメル質初期う蝕に対する再石灰化促進療法としてのフッ化物歯面塗布など、フッ化物応用が診療報酬で評価されています。

この「フッ化物局所応用実施マニュアル」は、う蝕予防方法の具体的指針として、地域保健や医療機関など様々な分野で、より理解しやすいようにまとめられたものです。

今後、地域や医療機関でフッ化物応用の普及に際し、このマニュアルが、大いに参考として活用されることを願うものです。

厚生労働省医政局歯科保健課
田口　円裕

目 次

刊行によせて ……3
序　ーこれからのう蝕予防の指針となる「フッ化物局所応用」ー ……8

第１章　フッ化物応用の基礎知識

1 フッ化物の一般性状と用語 ……10
1．フッ化物（フッ素）とは ……10
2．「フッ素」と「フッ化物」の用語 ……10
3．人間生態系におけるフッ化物 ……10

2 フッ化物のう蝕予防メカニズム ……11
3 日本のフッ化物応用の現状 ……11
4 フッ化物応用の種類と特徴 ……13
1．フッ化物歯面塗布 ……13
2．フッ化物洗口 ……13
3．フッ化物配合歯磨剤 ……14

5 フッ化物応用　Q＆A ……14
1．一般的知識 ……14
2．安全性 ……17

第２章　フッ化物歯面塗布

1 フッ化物歯面塗布の概要 ……20
2 フッ化物歯面塗布の効果 ……21
1．う蝕予防効果 ……21
2．う蝕予防以外の効果 ……25

3 フッ化物歯面塗布の術式 ……27
1．フッ化物の効果的な塗布時期と対象歯 ……27
2．フッ化物歯面塗布の術式 ……27

4 フッ化物歯面塗布の集団応用 ……34
1．各個法 ……34
2．チーム法 ……34
3．その他のフッ化物局所応用法 ……35

5 保健指導や誤飲の際の注意点 ……36
1．保健指導の注意点 ……36
2．フッ化物歯面塗布剤を誤飲した場合の症状と救急処置 ……36

6 関連事項 ……37
1．フッ化物歯面塗布と他のフッ化物局所応用との組み合わせ ……37
2．インフォームド・コンセント ……37

7 フッ化物歯面塗布　Q＆A ……38

第３章　フッ化物洗口

1 フッ化物洗口の概要 ……44
1．フッ化物洗口の意義 ……44
2．フッ化物洗口の対象者・種類・実施方法等 ……45
3．フッ化物洗口の作用機序と効果 ……48

2 フッ化物洗口の実際 ……53
1．フッ化物局所応用におけるフッ化物洗口 ……53
2．実施上の留意事項 ……57

3 フッ化物洗口に関する書式例とガイドライン ……61
1．フッ化物洗口をすすめるにあたって必要な書式例 ……61
2．フッ化物洗口ガイドライン ……65

4 フッ化物洗口　Q＆A ……68

第４章　フッ化物配合歯磨剤

1 フッ化物配合歯磨剤の特徴と種類 ……78

2 フッ化物配合歯磨剤の効果的な使い方 ……82

1．推奨される効果的な使用方法 ……82
2．フッ化物配合歯磨剤の年齢別応用法 ……83
3．一般的な注意事項 ……84
4．ダブルブラッシング法の奨め ……85

3 フッ化物配合歯磨剤の有効で安全な使用方法に関するエビデンス ……86

4 フッ化物配合歯磨剤によるう蝕予防機序 ……95

1．う蝕予防機序 ……95
2．フッ化物配合歯磨剤使用後の口腔内フッ化物保持に影響する因子 ……98

5 フッ化物配合歯磨剤によるう蝕予防効果 ……102

1．フッ化物配合歯磨剤による歯冠部う蝕予防効果 ……102
2．フッ化物配合歯磨剤による歯根面う蝕に対する予防効果 ……105

6 フッ化物配合歯磨剤と歯のフッ素症との関連 ……109

1．歯のフッ素症の増加とフッ化物配合歯磨剤の使用 ……109
2．安全性に関する研究 ……110

7 今日におけるフッ化物配合歯磨剤の意義と課題 ……113

8 フッ化物配合歯磨剤　Q＆A ……117

第５章　歯科診療報酬におけるフッ化物応用の取扱い
―フッ化物歯面塗布の実施とフッ化物洗口の指導―

1 はじめに ……126

2 0～12歳の患者におけるう蝕多発傾向者利用の流れ ……126

3 年齢にかかわらないう蝕多発傾向者非利用の流れ ……128

4 う蝕部への薬剤塗布（参考） ……130

参考 歯科診療報酬点数表（抄）〔平成29年4月現在〕 ……130

第６章　ライフステージに応じたフッ化物応用

1 はじめに ……144

2 ライフステージに応じたフッ化物応用のポイント ……145

1．０～２歳 ……145
2．３～５歳 ……145
3．６～14歳 ……145
4．15歳～成人期 ……145
5．妊娠期 ……146
6．壮年期～高齢期 ……146

資料編　フッ化物局所応用実施資料集

1 フッ化物歯面塗布資料 ……150

1．フッ化物歯面塗布の技法 ……150
2．乳歯に対するう蝕抑制効果（塗布剤別） ……152
3．乳歯に対するう蝕抑制効果（地域歯科保健事業） ……154
4．DMFTに対するう蝕予防効果（５歳から実施） ……154
5．DMFTに対する歯面別う蝕予防効果（小学校１年生から実施） ……155
6．DMFTに対する歯面別う蝕予防効果（小学校３年生から実施） ……155

2 フッ化物配合歯磨剤資料 ……157

1．フッ化物配合歯磨剤の効果的な使い方“イエテボリ・テクニック” ……157
2．フッ化物を配合する薬用歯みがき類の使用上の注意について ……158

3 日本人におけるフッ化物摂取基準の試案 ……161

索引 ……164

執筆者一覧

序

－これからのう蝕予防の指針となる「フッ化物局所応用」－

日本人の疾病構造は第二次世界大戦後、結核などの感染症疾患や急性疾患から、いわゆる生活習慣にその原因があるとされる慢性疾患の「生活習慣病」へと変容したことから、少子高齢化が進み人口構成が大きく変化した。このような疾病構造と社会環境のめまぐるしい変化と、疾病予防を重視する健康観の変遷を受けて、地域においては住民参加型の健康教育や保健指導によって「健康づくり」を推進していこうという新しい流れが生じ、一般の生活者は自らの健康づくりのために役に立つ有効な手段を自ら求めようとする時代となった。

歯科医学の中で、歴史的に最も長い疫学研究の背景を有し、しかも生命科学で実証されている疾病予防法がフッ化物の応用である。う蝕予防のためのフッ化物応用は、水道水や食品への添加のような全身応用と、歯科診療所でのフッ化物歯面塗布や家庭でのフッ化物配合歯磨剤、学校におけるフッ化物洗口などの局所応用に分類され、いずれの方法も臨床的に大きな予防効果をあげていることは周知の事実である。

1999年に日本歯科医学会から「フッ化物応用に関する見解」が示され、フッ化物応用の積極的な普及と推進のために、2000年には厚生労働科学研究「歯科疾患の予防技術・治療評価に関するフッ化物の総合的な研究」班（主任；高江洲義矩）が発足した。この「フッ化物応用の総合的な研究」班は、日本口腔衛生学会のフッ化物応用委員会と合同で、また時には役割を分担しながら、エビデンスに基づいた確実なフッ化物応用方法の提示や世界的に見た最新情報の提供などを目的に、現在も継続されている。この研究班では、地域を対象とした水道水フロリデーションの試みとフッ化物の年齢に応じた摂取基準づくりなどフッ化物の全身的な応用から、局所応用の指針であるう蝕予防のための「フッ化物洗口実施マニュアル（2003年）」、「フッ化物配合歯磨剤応用マニュアル（2006年）」、「フッ化物歯面塗布実施マニュアル（2007年）」という3部作の出版（社会保険研究所）まで多岐にわたる活動を展開してきた。これらのマニュアルは、フッ化物の効果的で安全な応用法を示した最も新しい出版物であり、従来の手法とは全く異なる部分も少なくない。また、グラスアイオノマーセメントやコンポジットレジンなど新しいフッ化物徐放性修復材の評価やフッ化物のリチャージ機能についても検討を行ってきた。

2011年には「歯科口腔保健の推進に関する法律」が公布・施行となり、う蝕予防に対するフッ化物局所応用が具体的に位置づけられた。また、2012年には母子健康手帳の1歳6ヵ月児および3歳児を対象とした「保護者の記録」の改訂により、「歯にフッ化物（フッ素）の塗布やフッ素入り歯磨きの使用をしていますか」という質問項目が載せられるようになった。さらに、2013年8月には週1回法900ppmのフッ化物洗口剤の医薬品としての承認（適用外使用）が得られ、2015年3月には毎日法225ppmのフッ化物洗口剤が、要指導・一般用医薬品「スイッチOTC薬」として認可され、処方せんや指示書なしで誰でも薬局で購入できるようになった。そして2017年3月には、フッ化物イオン濃度の上限を1,500ppmとする高濃度フッ化物配合歯磨剤の医薬部外品としての市販が、厚生労働省により新たに認められたところである。

本書は、このようなフッ化物を取り巻く環境の新たな展開と研究の成果を踏まえ、フッ化物応用委員会で編集した2冊の書籍「口腔保健のためのフッ化物応用ガイドブック」（1994年）と「フッ化物応用と健康」（1998年）を新たに書き直した「フッ化物応用の科学」（2010年）を底本として、前述したフッ化物局所応用マニュアル3部作を一冊の書籍にまとめたものである。また、フッ化物に関する学術用語についても数度の委員会を通して統一をはかり、各章末のQ&Aにも、新たに解説を加えた回答を作成していただいた。したがって、単にフッ化物局所応用に関する最新の情報や応用方法に解説を加えたものではなく、今後のう蝕予防方法の具体的な指針となる書籍となっている。臨床、教育そして地域保健の現場において本書の有意義な活用を期待している。

Fluoride

第1章

フッ化物応用の基礎知識

1 フッ化物の一般性状と用語

1．フッ化物（フッ素）とは

フッ素（原子番号9、原子量19.00、Fluorine、F）は塩素（Cl）、臭素（Br）、ヨウ素（I）とともにハロゲン元素に属す。フッ素は、陰イオンあるいは負に帯電しているすべてのイオンのうち、科学的に最も反応が高い。したがって、天然にはほとんどフッ化物（Fluoride）として存在し、主として蛍石（CaF_2）、氷晶石（Na_3AlF_6）、あるいはフルオロアパタイト［$Ca_{10}(PO_4)_6F_2$］として存在する。

フッ素は化学的にも生理的にも他のハロゲン元素と比べて動態が異なる。たとえば、フッ化銀は水に可溶性であるが、他のハロゲン化銀は不溶性である。また、塩素、臭素、ヨウ素は骨に微量しか含まれないが、フッ素は速やかに沈着する。一方、甲状腺はヨウ素を容易に蓄積するが、フッ素はそれほど取り込まない。

歯や骨の主成分はヒドロキシアパタイト［$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$］であるが、フッ化物イオン（Fluoride-ion、F^-）が作用すると、OH^-とF^-が置換してフルオロアパタイトを生成し、ヒドロキシアパタイトよりも耐酸性が増強される。

2．「フッ素」と「フッ化物」の用語

「フッ素」という用語は、わが国では歯科保健分野も含めて広く一般的に用いられているが、化学物質などの名称を検討する国際純正・応用化学国際連合（IUPAC：International Union of Pure and Applied Chemistry、1957）は、フッ素を元素名として使用する場合は「フッ素（Fluorine）」、無機のフッ素化合物に対しては「フッ化物（Fluoride）」と命名した。わが国でもこの科学命名法に基づいて統一されてきている[1)]。

3．人間生態系におけるフッ化物

フッ素は生体必須微量元素である。人間の体内には、カルシウム、カリウム、ナトリウム、マグネシウム、鉄に次いで、含有量が多い。成人の場合は、約2.6gが体内に存在している。

これら生体必須微量元素および常量元素は、人間の体にとって、摂取が多すぎても、少なすぎても障害が起こる。つまり、量－反応関係または量－効果関係がある。このことは、生体にとって必須微量元素の重要な認識点である。

フッ化物は天然に広く分布しているので、日常の飲料水（上水道、簡易水道水、井戸水）、お茶などから摂取されている。また、食品由来のフッ化物も多く、特に海産物中には高濃度のフッ化物が含まれている。しかし、食品中のフッ化物の体内吸収率は低く、40～60%程度である。また、う蝕予防を目的として、人為的にフッ化物を上水道に添加する方法、あるいはフッ化物洗口や歯面塗布、フッ化物配合歯磨剤の使用などでも、わずかな量のフッ化物が体内に吸収されている。したがって、生態系の中で、フッ化物が生体に入ってくる場合を考察してみると、①天然由来のフッ化物、②人為的なフッ化物の摂取の２つの経路が考えられる。

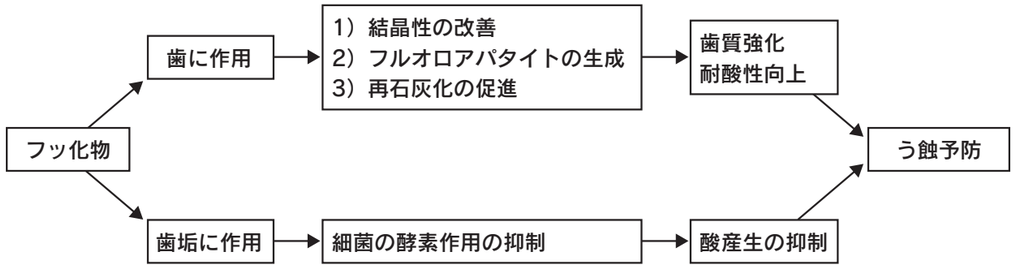
文献

1）平山健三、溝口歌子、山本有一編：化合物命名法、南江堂、東京、1960.

2 フッ化物のう蝕予防メカニズム

フッ化物の抗う蝕作用は、図1に示した2つの性質によるものである。第一は、歯のエナメル質を構成するヒドロキシアパタイト（HA）の結晶性の改善が主であり、さらにフルオロアパタイト（FA）の生成、再石灰化促進の作用により歯質を強化し、耐酸性を向上させる。第二は、口腔内の環境因子に与える影響で、主に歯垢中の細菌の解糖系に対する抗酵素作用により、酸産生を抑制することである。

■ 図1：フッ化物のう蝕予防メカニズム ■



3 日本のフッ化物応用の現状

口腔保健におけるフッ化物の応用は、ここ数十年に及ぶ膨大な研究に支えられて、う蝕予防における基本的な施策として確固たる地位を築いてきた。その理由は、確実で大きなう蝕予防効果が保証されているばかりでなく、天然フッ素地域で得られた自然の知恵を応用した水道水フロリデーションや、自然食品中に含まれるフッ化物の日常的な摂取経験から見た安全性の保証、高い「費用対効果率」に代表される経済効果などが挙げられる。そして、これらの特徴によって支えられる優れた特性によって、広く地域住民を対象にした応用が可能である点が強調されている。更に近年では、ホームケアとしてのフッ化物配合歯磨剤の普及が著しく、歯科診療所等における局所応用とともに、より高いレベルのう蝕予防が実現可能となっている。

う蝕予防のためのフッ化物の応用については、図2に示したように、今日に至るまで先進国をはじめ世界のほとんどの国において普及のための懸命な努力が続けられている[1)]。その結果、種々のフッ化物応用が広範な地域において進められ、多くの国や地域のレベルにおいて、既に有意なう蝕有病者率の減少が報告されている。

■ 図2：世界におけるフッ化物応用の利用人口 ■

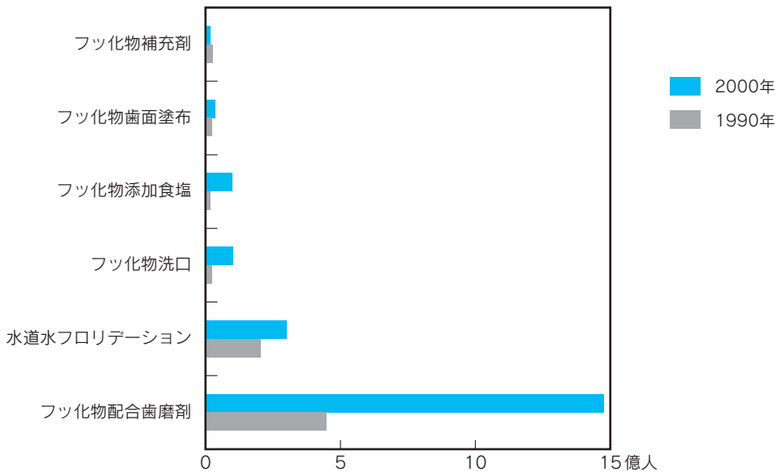


表1は日本におけるフッ化物応用の現状を示したものである。わが国においては水道水フロリデーションを始めとした全身的な応用は全く実施されておらず、局所応用もフッ化物配合歯磨剤の普及率が2015年に91%[2] となったほかは、フッ化物歯面塗布は2011年に63.6%[3]、フッ化物洗口は2016年にはようやく10.4%[4] の普及率となった。しかしながら、ヘルスプロモーションでいう「健康づくり」のための公共政策の実施や予防環境の整備といった観点からは、フッ化物応用の推進状況は十分とはいえないのが現状である。

現在でも世界的に見てまだかなり高いう蝕有病状況にあるわが国では、ヘルスプロモーションの観点から口腔保健の推進のために、歯科保健医療の担当者によるフッ化物応用の正しい情報提供と患者および地域住民の積極的な参加による全身的ならびに局所的なフッ化物応用を基本とした「歯の健康づくりプラン」を立て、「ライフステージに応じたフッ化物応用プログラム」を実施していく時期に来ていると思われる。

■ 表1：日本におけるフッ化物応用の現状 ■

全身応用		局所応用	
・水道水フロリデーション	NO （日本での実施経験あり）	・フッ化物溶液・ゲル	YES （63.6% 2011）
・フッ化物添加食塩	NO	・フッ化物フォーム	YES （2種類）
・フッ化物添加ミルク	NO （日本での実施経験あり）	・フッ化物配合バーニッシュ	YES （2種類）
・フッ化物錠剤	NO	・徐放性フッ化物	NO
・フッ化物液剤	NO	・フッ化物洗口	YES （10.4% 2016）
・その他のフッ化物添加食品	YES （ガム）	・フッ化物配合歯磨剤	YES （91% 2015）

（眞木 2017）

文献

1）Rugg-Gunn A；Preventing the Preventable – the enigma of dental caries. Brit Dent J 191；478-488，2001.
2）ライオン歯科研究所2016
3）日本口腔衛生学会編：平成23年歯科疾患実態調査報告，口腔保健協会，東京，2013.
4）日本フッ化物むし歯予防協会通信　No.59，NPO法人日本フッ化物むし歯予防研究会，新潟市，2017.

4 フッ化物応用の種類と特徴

フッ化物応用によるう蝕予防方法は、局所応用と全身応用の2つに分けられる。現在の日本においては、全身応用（水道水フロリデーション、フッ化物サプリメント、フッ化物添加食品）は普及していないので、ここでは表2に示した3つの局所応用法の特徴を述べる。

■ 表2：フッ化物局所応用によるう蝕予防法一覧 ■

方法	用いられるフッ化物	フッ化物イオン濃度（フッ素濃度）	抑制率
1．フッ化物歯面塗布法	NaF 2%フッ化ナトリウム溶液 酸性フッ素リン酸溶液 第１法 第２法 SnF_2 8%フッ化スズ溶液 4%フッ化スズ溶液	9,000ppm 12,300ppm 9,000ppm 19,400ppm 9,700ppm	20 ～ 40%（永久歯） 20 ～ 50%（永久歯） 20 ～ 50%（永久歯）
2．フッ化物洗口法	NaF：0.05%（毎日法） 0.1%（毎日法） 0.2%（週1回法）	225ppm 450ppm 900ppm	20 ～ 50%（永久歯）
3．フッ化物配合歯磨剤	フッ化ナトリウム（NaF） フッ化スズ（SnF_2） モノフルオロリン酸ナトリウム（Na_2PO_3F）	1,500ppm	15 ～ 30%

1．フッ化物歯面塗布

フッ化物歯面塗布は、萌出後の歯のエナメル質表面に直接フッ化物を作用させることによって、う蝕抵抗性を与える方法である。年数回の実施でう蝕予防効果があることから、小児自身にとっては負担の軽いフッ化物応用方法であるともいえる。

わが国では、歯科医師や歯科衛生士のような専門職が行うう蝕予防手段として位置づけられているため、歯科医院、保健所や市町村保健センターを中心として、個人的に応用されることが多くなっている。公衆衛生的手段としては、多くの費用や人手を必要とし、実施対象が制限されるという欠点がある。

2．フッ化物洗口

フッ化物洗口は、毎日または週1回の頻度で、萌出後の歯の表面にフッ化物イオンを作用させることをねらいとした局所応用である。また、洗口の動作は本人が主体的に行うもので、代表的な自己応用法（セルフケア）であり、家庭で個人的に行うこともできるし、学校などの施設単位で集団的に実施することもできる。

この方法の特徴としては、①方法が簡単で歯科医療従事者の関わる部分が非常に小さいこと、②安価で確かなう蝕予防効果が得られること、③局所応用の中では費用対効果に最も優れていることが挙げられる。

しかし、この方法の適応は4歳以上なので、乳歯に対するう蝕予防方法としては不十分であり、主に萌出直後の永久歯のう蝕予防手段と考えるべきである。十分なう蝕予防効果を得るには、永久歯萌出期の数年以上にわたって継続的に実施することが重要であり、家庭で個人的に実施するよりも、幼稚園や学校など集団の場で実施することで、より好ましい結果が得られている。

フッ化物洗口の公式な見解としては、2003（平成15）年に厚生労働省が、厚生労働科学研究によって取りまとめた「フッ化物洗口実施要領」に基づき、医政局長・健康局長連名の通知として「フッ化物洗口ガイドライン」を発表した。その後、2013年には週1回法900ppmのフッ化物洗口剤が医薬品として認められ、2015年にはOTC化されてフッ化物洗口液も市販されるようになった。

3．フッ化物配合歯磨剤

フッ化物配合歯磨剤は家庭や職場でのセルフケアによるう蝕予防手段として、欧米の先進諸国では1970～1980年代にかけて急速に普及し、小児う蝕の急激な減少をもたらしたことで高く評価されている。その結果、わが国においても歯磨剤自体に対する考え方がこれまでの「歯みがきの補助剤」から「積極的な予防剤」へと変化してきている[1)]。欧米各国でのフッ化物配合歯磨剤市場占有率（シェア）は90%以上で、それらの国々でのう蝕減少への貢献度はきわめて高いといえる。わが国では、1980年代中期では市場占有率が10%と低迷していたが、後半にかけては30%を超すまでに増加し、2010年には90%に達した。また、小児に限っていえば、90%以上の者がフッ化物配合歯磨剤を使用しているという調査結果があり、わが国でも永久歯う蝕の急激な減少へと結びつく気配を感じさせている。

文献

1）眞木吉信，松井恭平編：保健生態学，第2版p.173，医歯薬出版，東京，2017.

5 フッ化物応用　Q & A

1．一般的知識

Q1　むし歯予防に使用するフッ化物（フッ素）とは何ですか？

A1　フッ素はヒトの身体を構成する元素であるとともに、周辺のいたるところ（動植物、大気、降水、河川水、海水、土壌など）に存在し、地球の地殻の全元素（92元素）中13番目に多く存在しています。ヒトの身体の中には、カルシウムと同じく、歯や骨の構成成分として含まれています。身体全体の平均では、42.8ppm（μg/g）、つまり体重1kg当たり42.8mgのフッ化物が含まれていることになります。また、すべての飲食物に、自然に必ず含まれていて、日常的に摂取しています。また、フッ素はあらゆる元素のなかで最も電気陰性度と反応性が強いため、自然界では遊離の元素としてではなく、そのほとんどが安定な無機の化合物（フッ化物）として存在しています。むし歯予防に用いるフッ化物は、産業活動の結果生じる有機系のフッ化物とは異なり、自然界に存在する蛍石や氷晶石から精製したフッ化ナトリウム（NaF）などの無機のフッ化物を使用しています。

Q2　フッ化物はどうしてむし歯を予防してくれるのですか？

A2　フッ化物がむし歯予防に有効な理由は大きくは次の3つです。

a．エナメル質結晶の安定化作用

歯の表面はエナメル質という水晶より硬い組織で覆われています。その結晶はハイドロキシアパタイトですが、欠陥部分があります。フッ化物はエナメル質に作用して欠陥部分を修復したり、酸に溶けにくいフルオロアパタイトという結晶を生成したりします。結果的にエナメル質の酸に対する抵抗性を増強します。

b．再石灰化促進作用

むし歯は、エナメル質に付着したプラーク（歯垢）の中でつくられた酸が、エナメル質中のカルシウムやリンを溶解（脱灰）することで始まります。初期のむし歯はエナメル質の表層より少し下側から始まるため、ある時期までは表層が残り、一見するとむし歯ではなく白い斑点が生じたように見えます。ところが、その下ではむし歯が進行して空洞が大きくなり、食事などの外圧によって最表層が陥没して穴があくのです。しかし、表層のエナメル質が残っている初期のむし歯のときは、唾液などが作用して、脱灰したカルシウムやリンを元に戻す作用（再石灰化）が期待できます。フッ化物応用によるフッ化物が歯の周囲の唾液などに存在していると、この再石灰化が促進されます。

c．プラーク細菌に対する抗菌作用

フッ化物は、プラーク中に生息しているむし歯原因菌の酵素の働きを阻害したり、酸を産生する能力を抑制してむし歯を予防します。

Q3　フッ化物によるむし歯予防はいつごろから始まったのですか？

A3　水道水フロリデーションの歴史が最も古く、1945年からヒトに応用され続けています。フッ化物歯面塗布、フッ化物洗口、フッ化物配合歯磨剤という局所応用もその数年後から開始されていますので、すでに70年以上が経過したといえます。

ところが、歯科界がフッ化物に注目したのはさらに古く、1900年代初頭にイタリアのナポリ付近で斑状歯と呼ばれる歯が集団的に発見されたのがきっかけでした。それから間もなくして、アメリカのコロラドスプリングスでも、歯科医師であるMckayが、集団的に斑状歯が認められることに気づいて調査をしました。その結果、飲料水に含まれるフッ化物が原因で斑状歯が発症することがわかり、その当時は、むしろフッ化物は歯にとって有害なものとみなされていました。

ところが、斑状歯はむし歯にかかりにくいことも判明し、適量であれば歯にとって有益であることがわかりました。その後のさまざまな調査や研究から、フッ化物によるむし歯予防効果が確認され、1940年代にはアメリカとカナダにおいて水道水フロリデーションが開始され、その効果と安全性が証明され、WHO（世界保健機関）では、1969年に加盟国にフッ化物応用の推進勧告を発信しました。現在では、世界中の多くの国と地域において、さまざまな種類のフッ化物応用が実践され、むし歯予防に貢献しています。

Q4　フッ化物によるむし歯予防手段にはどのようなものがありますか？

A4　大きく分けると2つあります。1つは、水道水フロリデーション、フッ化物添加食塩、フッ化物添加ミルク、フッ化物補充剤（錠剤や液剤）という手段で、フッ化物を摂取する全身的応用法です。もう1つは、フッ化物歯面塗布、フッ化物洗口、フッ化物配合歯磨剤という手段で、フッ化物を歯・口腔に直接適用する局所的応用法です。これらを実施場所に応じて組み合わせて応用します。

ほかに、むし歯予防を実施する場所で分ける方法もあります。この場合は、地域（集団）、歯科診療所（保健所なども含む）、家庭の3つになります。地域などで集団的に応用する場合には、水道水フロリデーションやフッ化物洗口が適しています。歯科診療所では、歯科医師や歯科衛生士

という専門家自らが行うフッ化物歯面塗布が適しています。家庭では、集団でのフッ化物洗口が応用されていない場合の個人応用としてのフッ化物洗口や、最も手軽で普及しているフッ化物配合歯磨剤を用いた歯口清掃などが適しています。ほかに、日本では売られていませんが、日常の食事で使用する食塩やミルクへのフッ化物添加やフッ化物補充剤としてのフッ化物錠剤なども諸外国では利用されています。

Q５　むし歯はそれほど重大な病気ではないのに、なぜフッ化物を使うのですか？

Ａ５　子どもたちを中心にむし歯は減っていますが、成人期以降では、ほとんどの人がかかっていて、莫大な治療出費を余儀なくされているのがむし歯です。学校保健統計の報告では小学生で最も多い疾患は現在でもむし歯です。したがって、社会的に対処すべき疾患であり、フッ化物を利用することによって効果的に減らすことが可能です。むし歯そのものによって生命が脅かされることはほとんどありませんが、むし歯で歯に穴があくと、自然に治ることはなく、その影響は一生涯続きます。とくに、食生活や生活の質（Quality of Life；QOL）に影響を与えます。歯の抜ける原因のほとんどがむし歯と歯周病ですから、むし歯を予防できれば、むし歯が原因で歯を失うことも予防できるのです。

そこで80歳になっても20本以上の歯を残そうという8020運動を展開しています。自分の歯が多数残っている人ほど、全身の病気が少なく、活動的で自立度の高い老後を送ることができることもわかっています。それに、むし歯が予防できれば、むし歯の痛みやむし歯による審美的・心理的苦痛からも解放されるのです。

このような観点から、むし歯は治療よりも予防が優先される病気といえます。むし歯の予防手段は多数ありますが、現在までの研究成果によって、確実な予防効果が証明されたのは、フッ化物応用と歯の小窩裂溝に合成樹脂を充填するシーラント処置です。日本では、以前から行われてきた歯みがきの励行と砂糖摂取のコントロールについてのキャンペーンによって、これらについては世界でも誇れるほど優秀な国民になりました。しかしながら、日本のフッ化物応用の普及程度は、世界に大きく遅れをとっています。今わが国で優先すべきは、歯の対策としてのフッ化物応用です。

Q６　フッ化物という薬に頼らずに、歯みがきと甘味制限でむし歯は予防できますか？

Ａ６　むし歯予防の基本は、歯みがき、甘味制限、フッ化物応用です。歯みがきはむし歯の原因である歯垢を除去するために行い、甘味制限は歯垢の形成や歯垢のなかでつくられる酸の量を抑えるものであり、フッ化物は歯垢が付着していても溶けにくい歯と歯の周囲環境をつくるために利用します。残念なことに、このなかで100％のむし歯予防効果を発揮するものは１つもありません。したがって、これらは並行して実施すべきものです。「歯みがきをしていたのにむし歯になってしまった」という話はよく聞かれますが、歯ブラシが物理的に届かない狭い場所のむし歯予防には歯みがきでは限界があります。

また、科学の世界に絶対という言葉はありえませんし、フッ化物以外のこれらの基本手段も絶対安全とはいえません。歯ブラシの使用により長期的には歯が磨耗し、乱暴に使うと歯ぐきの退縮の原因にもなりますが、それを恐れて歯ブラシを使用しなければ、それ以上の害が生じます。甘味制限にも栄養的、心理的にはマイナス面もありますが、むし歯予防のための甘味制限は行わないほうがよいという人はいないはずです。フッ化物についても同じです。できるだけ欠点を出さずに長所を引き出す上手な使い方が研究され、実践されています。フッ化物利用は70年以上の

歴史をもつ確立された予防手段です。現在の保健医療は、効果や安全性に関してできるだけ根拠の高い手段を利用しています。これをEBM（Evidence based medicine）といいますが、EBMの観点から、推奨されるむし歯予防手段はフッ化物利用とシーラント処置なのです。

２．安全性

Q１　一般的に、安全性や危険性はどのように判断したらよいのでしょうか？

Ａ１　絶対に安全であるという物質は存在しないことをまず認識してください。塩は人間にとって必要な栄養素ですが、摂り過ぎれば高血圧の原因になりますし、ビタミンにも急性と慢性の毒性があります。ビタミンAの急性障害は悪心・おう吐、腹痛、頭痛、めまい、意識障害、慢性の障害は食欲不振、体重減少、不眠、興奮、めまい、脱毛、皮膚の落屑です。妊婦によるビタミンAの過剰摂取は胎児に奇形をもたらします。骨や歯の石灰化に欠かせないビタミンDは、毎日0.25～1.25mgの摂取で高カルシウム血症、腎障害、軟組織の石灰化障害などの中毒を起こします。ところが、通常の食生活ではこのような物質による危険性は現実のものとはなりません。

フッ化物応用についても同じです。過去70年以上も実施され続けてきたフッ化物応用において、急性および慢性の障害が現実のものとなったことはありません。フッ化物応用について危険性が指摘されているのは、現実では考えられないほど大量に摂取した場合のものです。

一般的に毒作用として注意しなければならないのは、①急性中毒（一度に大量に摂取した場合）、②慢性中毒（急性中毒は起こさないが、頻回に長期間摂取した場合）、③遅延毒性（現在の摂取は少ないが、過去の摂取の影響が遅れて発現する場合）、④催奇形性（とくに妊婦の摂取による胎児への影響）、⑤発がん性、⑥アレルギー作用、⑦相乗効果（他物質の摂取により障害が増幅される場合）です。フッ化物応用について今までに指摘された危険性はすべて論破されています。

Q２　フッ化物利用の反対論には学問的にどんな誤りがあるのでしょうか？

Ａ２　日本にも外国にも、フッ化物利用に反対する人々が存在していることは事実です。宗教的、政治的、感情的理由で反対運動に参加している場合が多いようで、むし歯の問題をさほど重視していないため、真剣にフッ化物応用やむし歯予防について考えていないように思われます。さらに、自分自身で研究するわけではなく、他人の研究結果の一部分だけを抜き出して結論をくつがえしているという問題点があります。

以下に、フッ化物利用の反対論の学問的な問題点をまとめます。

①フッ化物応用は安全であると結論づけた研究から一部のデータを取り出して、再度集計し直して危険であると結論づける。

②フッ化物応用は危険であるという結論を導き出すために、不正確な調査や実験結果を根拠にする。

③公害、毒、薬害、がん、化学物質、エイズ、汚染など、恐ろしいイメージの言葉を使って一般の恐怖心をあおる。

④過去に否定された内容の危険性を繰り返し主張し、いまだに賛否両論が拮抗しているかのように見せかける。

⑤フッ化物の摂取量を無視して濃度だけで危険性を指摘する。たとえば、水道水フロリデーションのフッ化物イオン濃度は1ppmなのに、フッ化物洗口は250ppmと250倍も高いから危険であると主張する。実際には、水道水は摂取するものであるのに対し、フッ化物洗口は口に

含んで吐き出すものなので、摂取量は少なくなる。

⑥因果関係を無視して、危険であると一方的に結論づける。たとえば、生えてからの歯に高濃度のフッ化物を何回も塗布するとフッ素症歯になると主張するが、フッ素症歯になるのは歯がつくられている時期に限定した過剰のフッ化物摂取が原因であるため、実際にはフッ素症歯にならない。

⑦研究には偶然誤差や背景要因の差で、真の影響と異なる結果が出ることがある。そのため、複数の研究を総合して効果を評価する「システマティックレビュー」や、その「メタアナリシス」が必要である。複数の研究を総合して評価するとフッ化物の悪影響は否定されるが、ごく少数の外れ値の結果だけを取り上げるという誤りがみられる。

Q３　フッ化物は健康に有益であるという見解と有害であるという見解がありますが、日本政府の見解はどうなのでしょうか?

Ａ３　これと同じ質問が、昭和59年12月21日付けで当時の国会議員から国会に提出された「フッ素の安全性に関する質問主意書」の中にあります。これに対する回答が当時の中曽根康弘内閣総理大臣の答弁書に記載されています。

それによれば、「フッ素は、種々の元素と結合し自然界に広く存在する物質であり、適量では人体に必要な栄養素であるといわれているが、大量に環境中に放出された場合、大気汚染による植物等の被害や水質汚濁による魚への被害が生ずるため、環境への排出について規制している。なお、むし歯予防のために使用されるフッ化物については、微量であるので影響はないものと考える」とあります。

Q４　体内に入ったフッ化物イオンはどうなるのですか？

Ａ４　口から摂取されたフッ化物は食道を通って胃に入ります。食品などの固形物に含まれるフッ化物は吸収されないものが多く、腸を通って糞便として排泄されます。それに対して水溶性のものは吸収率が高いことが知られています。吸収は主に胃・小腸で行われ、歯や骨などの組織に沈着するもの以外は、ほとんどが尿として排泄されます。成人の場合、摂取されたフッ化物の約90%は糞尿を中心に、残りは汗や唾液などから体外に排泄されます。

吸収されたフッ化物は、血液を介して体内の硬組織（骨・歯など）や軟組織に移行しますが、軟組織にはほとんど沈着しません。また、いったん骨などに沈着したフッ化物は永久的に蓄積するのではなく、生体にとって不要な部分は尿中に排泄されてしまいます。しかし、成長中の骨や形成期の歯をもつ小児などの場合は、発育過程でフッ化物を必要とするため、血液を介して吸収されたフッ化物の40%ぐらいが生体に利用されます。

Fluoride

第2章

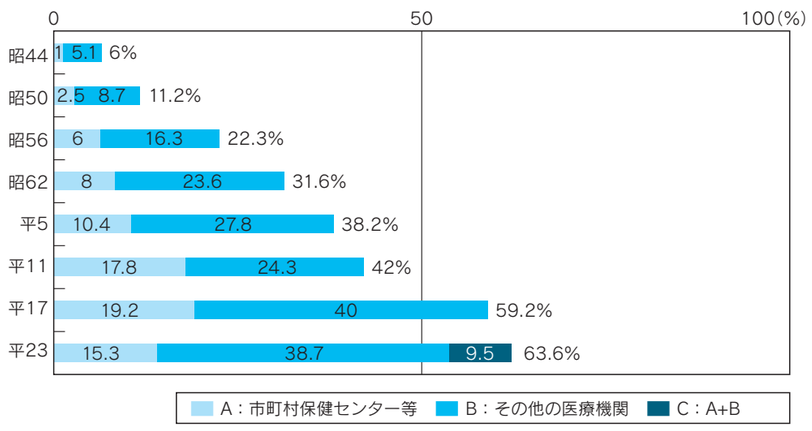
フッ化物歯面塗布

1 フッ化物歯面塗布の概要

フッ化物歯面塗布によるう蝕予防の有効性は、CheyneやBibbyにより、1942年に初めて報告された。その後、Knutsonらの一連の研究[1)~7)]によって、2%フッ化ナトリウム溶液による歯面塗布法が確立された。しかし、1週間に1～2回の塗布間隔で2週間以内に4回塗布して1単位となることから、多数回の塗布を必要とした。1950年代になるとMuhlerら[8)~14)]は、煩雑な連続塗布の必要のない8%フッ化第一スズ溶液による歯面塗布を発表した。しかし、歯面に着色を生じたり、味が悪かったり、保存性に劣るためその都度調製しなければならないという欠点があった。そこで、1960年代になると、Brudevoldら[15)~17)]によってリン酸酸性フッ化ナトリウム溶液（APF）の塗布法が開発、確立され、現在も普及している。

わが国では、1949年に厚生・文部両省から「弗化ソーダ局所塗布実施要領」[18)]が、さらに1966年に厚生省医務局歯科衛生課から「弗化物歯面局所塗布実施要領」[19)]が発信され、フッ化物歯面塗布の普及が図られている。厚生労働省の歯科疾患実態調査によると、フッ化物歯面塗布を経験した者の割合は毎回増加している（図1）。また、平成24年度の改訂によって、母子健康手帳に初めて「う蝕予防に有効な手段であるフッ化物（フッ素）の利用」について記載された。具体的には、1歳6ヵ月の頃の保護者の記載欄に、「歯にフッ化物（フッ素）の塗布やフッ素入り歯みがきの使用をしていますか。　はい　いいえ」とある。「はい」が左側に配置されていることは、1歳6ヵ月の頃からフッ化物歯面塗布を受けることが望ましいことを示すもので、今後ますますの普及が期待される。

■ 図1：フッ化物歯面塗布経験者の推移（1～15歳未満、%）■



※端数処理によりA～Cの合計と総数の数値とは異なる
（歯科疾患実態調査結果）

フッ化物歯面塗布は、個人を対象に歯科医院や保健所等で実施する専門的な予防処置として位置づけられている。一方では、幼児歯科健診後の事後措置や歯と口の健康週間の行事として、あるいは幼稚園や小学校などの施設で集団塗布が行われている。このような場合は、歯・口の健康教育や歯科保健指導を併せて行うとより効果的である。

文献

1) Knutson, J. W. and Armstrong, W. D. : The effect of topically applied sodium fluoride on dental caries experience. Pub Health Rep., 58 : 1701-15, 1943.
2) Knutson, J. W. and Armstrong, W. D. : Pub. Health Rep., 60 : 1085, 1945.
3) Knutson, J. W. and Armstrong, W. D. : Pub. Health Rep., 61 : 1683, 1946.
4) Knutson, J. W., Armstrong, W. D., and Feldman, F. M. : The effect of topically applied sodium fluoride on dental caries experience: Report Ⅳ: Report of findings with two, four and six applications of sodium fluoride ; Pub. Health Rep., 62 : 1477, 1947.
5) Galagan, D. J. and Knutson, J. W. : The effect of topically applied sodium fluoride on dental caries experience ; Report Ⅴ: Report of findings with two, four and six applications of sodium fluoride ; Pub. Health Rep., 62 : 1477, 1947.
6) Galagan, D. J. and Knutson, J. W. : Pub. Health Rep 63 : 1215, 1948.
7) Knutson, J. W. and Scholz, G. C. : Pub. Health Rep., 64 : 1403, 1949.
8) Muhler, J. C. and Van Huysen, G. : J. Dent. Res., 26 : 119, 1947.
9) Muhler, J. C., Boyd, T. M., and Van Huysen, G. : Effect of fluorides and other compounds on the solubility of enamel, dentin and tricalcium phosphate in dilute acids ; J. dent. Res., 29 : 182, 1950.
10) Muhler, J. C. and Day, H. G. : Effect of stannous fluoride, stannous chloride and sodium fluoride on the incidence of dental lesions in rats fed a caries-producing diet ; J. A. D. A., 41 : 528, 1950.
11) Howell, C. L., Gish, C. W., Smiley, R. D., and Muhler, J. C. : Effect of topically applied stannous fluoride in dental caries experience in children ; J. A. D. A., 50 : 14, 1955.
12) Muhler, J. C. : J. Am. Dent. Assoc., 54 : 352, 1957.
13) Mercer,. HV. and Muhler, J. C. : Comparison of a single application of stannous fluoride with a single applications of stannous fluoride. J. Dent. Child., 28 : 84-86, 1961.
14) Muhler, J. C., Stookey, G. K., J. Dent. Child., 32 : 154. 1965.
15) Brudevold, F., Savory, A., Gardner, D. E., Spinelli, M., and Speirs, R. : A study of acidul ted fluoride solutions ; I. In vitro effects on enamel ; Arch. oral Biol., 8 : 167, 1963.
16) Wellock, W. D. and Brudevold, F. : A syudy of acidulated solutions. Ⅱ. The caries inhibiting effect of single annual topical applications of an acidic fluoride and phosphate solution. a two-year experience. Arch Oral Biol., 8 : 179-82, 1963.
17) Pameijer, J. H. N., Brudevold, F., and Hunt, E. E., Jr. : A study of acidulated fluoride solutions ; Ⅲ. The cariostatic effect of repeated topical sodium fluoride applications with and without phosphate ; A pilot study ; .Arch. Oral Biol., 8 : 183, 1963.
18) 厚生省公衆衛生局，文部省初等中等教育局：弗化ソーダ局所塗布実施要領，東京，1949.
19) 厚生省医務局歯科衛生課，弗化物歯面局所塗布実施要領，東京，1966.

2 フッ化物歯面塗布の効果

1．う蝕予防効果

う蝕予防におけるフッ化物の効果は、その濃度と適用の頻度によって異なる。通常は、低濃度フッ化物の頻回応用によってより大きな効果がもたらされるが、高濃度のフッ化物による年数回の専門的な歯面塗布は、これとは異なる作用機序によってう蝕予防効果を得ることができる。

1）日本と世界の過去の研究成果

（1）日本におけるフッ化物歯面塗布の塗布製剤による効果の評価

綿球法にて乳歯を対象に、フッ化物歯面塗布製剤として、2%フッ化ナトリウム、リン酸酸性フッ化ナトリウム、2%フッ化第一スズ、4%フッ化第一スズおよび8%フッ化第一スズをそれぞれ適用した5つの群、および精製水を用いた対照群を設定したいくつかの調査[1)~3)]によれば、フッ化物歯面塗布の乳歯

に対するう蝕予防効果は、34～55%（オッズ比；0.45～0.66）であり、いずれの塗布製剤も対照群に対して統計学的に有意なう蝕予防効果を示した[4]（表1）。

そのなかで、最も高い予防効果が示されたのは4%フッ化第一スズであった。しかし、同じフッ化第一スズでありながら、より低濃度のもの（4%フッ化第一スズ）が、高濃度のもの（8%フッ化第一スズ）より効果的であったという説明が困難であり、この分析結果をもって、これら5種類の塗布製剤の効果の違いを論ずることはできない。塗布製剤によるう蝕予防効果はほとんど同じであるといってよい。

一方、フッ化物歯面塗布法にはさまざまな技法や製剤が用いられているが、なかでも、ほとんどわが国で行われているイオン導入法の利益についてはよくわかっておらず、イオン導入を用いることによる効果の追加は確認されていない[5]。イオン導入法を用いることの妥当性を主張するには、根拠のある疫学データが必要である。

■ 表1：フッ化物歯面塗布の乳歯に対する塗布製剤別のう蝕予防効果 ■

塗布製剤	オッズ比*	95%信頼区間*
2%フッ化ナトリウム	0.66	0.56～0.77
リン酸酸性フッ化ナトリウム溶液	0.55	0.47～0.66
2%フッ化第一スズ	0.50	0.42～0.60
4%フッ化第一スズ	0.45	0.40～0.50
8%フッ化第一スズ	0.63	0.54～0.73

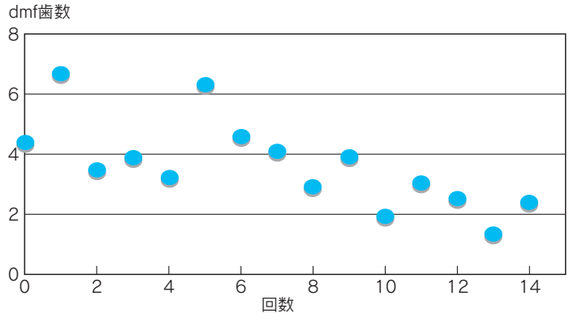
＊う蝕有病について、対照群のオッズ比を1としたときの塗布製剤のオッズ比の値とその95%信頼区間を示す。

（2）乳歯う蝕予防対策として、地域歯科保健に組み込まれて適用された場合のフッ化物歯面塗布の効果の程度

乳歯う蝕予防対策として、地域歯科保健に組み込まれたフッ化物歯面塗布に関連するデータ[6)～11)]から、フッ化物歯面塗布を行っていない群と、その事業において最も多く塗布を受けた群とを統合的な分析によって比較したとき、フッ化物歯面塗布は52～77%（オッズ比；0.23～0.48）のう蝕予防効果を示しており、統計学的に有意であった。また、フッ化物歯面塗布回数が多くなるほど、う蝕有病状況が改善されるという報告[6]がある（図2）。

このように、地域歯科保健の乳歯う蝕予防対策としてフッ化物歯面塗布が組み込まれた例では、明らかなう蝕予防効果がみられている。しかしながら、地域歯科保健事業におけるう蝕予防効果を判定する場合、参加者とその関係者の意志や態度、および歯科保健指導などフッ化物歯面塗布以外の介入的な方法による予防効果が付加される可能性がある。そのため、う蝕の減少はフッ化物歯面塗布の成果によるものだけではないといえるが、地域歯科保健事業にフッ化物歯面塗布を組み込むことによって、う蝕予防効果がみられることは明らかである。

■ 図2　フッ化物歯面塗布の回数と一人平均dmf歯数[6] ■



（3）世界的な視野からみたフッ化物歯面塗布の効果

1940年から1970年に行われた臨床試験により、専門的なフッ化物応用が子どものう蝕経験を効果的に減少させることが示されている。フッ化物歯面塗布のフッ化物製剤としては、中性フッ化ナトリウム（NaF）、フッ化第一スズ（SnF_2）、およびリン酸酸性フッ化ナトリウム（APF）が用いられてきた。そのう蝕予防効果は、NaF；29%、SnF_2；32%、APF；28%であり、製剤による差は大きくはない[12]（表2）。

フッ化物歯面塗布は、乳歯と永久歯のどちらにも効果的であるとされている。よって、すべての年齢の人々が対象者といえる。フッ化物歯面塗布は、歯が萌出した直後から行われるとう蝕予防効果が高いので、歯の萌出が認められたらすぐに実施するほうがよい。また、フッ化物歯面塗布のう蝕予防効果を高めるには、1回の塗布にとどまることなく、臨床ベースであれ地域ベースであれ、歯が萌出した直後から定期的で継続的に応用できるようなシステムを構築することが望ましい。

■ 表2：NaF、SnF_2、APFを用いた歯面塗布の研究におけるフッ化物イオン濃度、適用頻度、および有効性 ■

特性	NaF	SnF_2	APF
フッ化物イオン濃度	9,000ppmF	19,400ppmF	12,300ppmF
適用頻度	2週間以内に4回	年1～2回	年1～2回
有効性（効果）	29%	32%	28%

（4）歯面清掃の必要性の有無

従来からフッ化物歯面塗布直前に歯面清掃が行われてきた。しかしながら、フッ化物歯面塗布前の歯面清掃の有無は、う蝕予防効果に影響を与えないとする研究報告が散見されるようになった[13)～16)]。このことが一般化して、あらゆる面で歯面清掃は不要であるとするのは適切な解釈ではない。ガイドライン[17]には、う蝕予防のためには「歯面清掃は不必要」と記載されているのであって、歯肉炎予防にとっても不必要と述べているわけではないことに留意すべきである。

2）最近のシステマティックレビュー

6～15歳の児童にフッ化物ゲルを塗布した永久歯に対するう蝕抑制効果について、1970～92年の間に公表されたメタアナリシスの結果、フッ化物ゲルによるう蝕発症は、対照群に比べて22%（95%信頼区間；18～25%）抑制されたという。これは、永久歯に対するフッ化物歯面塗布の効果を示したものである。このとき、フッ化物歯面塗布の適用期間を1年として、1歯面のう蝕を予防するためにフッ化物歯面塗布の適用が必要とされる人数（NNT；Number Needed to Treatの略）は、年間の平均増加DMF歯面数0.25の集団の場合18人、および年間の平均増加DMF歯面数1.5の集団の場合3人と算定された。一方この永久歯のう蝕予防に関するメタアナリシスでは、費用効果の面からすれば、たとえ中等度のう蝕発生がみられる児童の集団に対しても、フッ化物歯面塗布を適用すべきかどうか確定できないとされている[18]。

また、Cochrane review（2002年）によれば、25の研究のうち専門家によるフッ化物歯面塗布に関する14の研究データをメタアナリシスしたところ、フッ化物ゲルによる永久歯のう蝕予防効果は、28%（95%信頼区間；19～37%）であり、有効性が高いことが示された[19]。このときのNNTは、年間の平均増加DMF歯面数2.2の集団の場合2人（95%信頼区間；1～3人）、および年間の平均増加DMF歯面数0.2の集団の場合24人（95%信頼区間；18～36人）と算定されている。さらに、2015年のCochrane reviewでも、フッ化物ゲルによる永久歯のう蝕予防効果は、2002年に実施した結果と同様であった。またフッ化物ゲルによる乳歯のう蝕予防効果は、3つの研究データ（被験者総数は1,254名）をメタアナリシスしたところ、20%（95%信頼区間；1～38%）であり、質は低いが効果のあることが示された[20]。

このように、フッ化物歯面塗布はう蝕予防に有効であるが、フッ化物歯面塗布よりも費用効果に優れたフッ化物応用が広く行われている現在では、う蝕有病程度が低い状態にある地域や児童の集団に対して、

追加的にフッ化物歯面塗布を応用しようという場合には、その費用や便宜性の面から十分な検討が必要である[21]。

専門的に応用されるフッ化物歯面塗布に使用されている塗布剤はAPFゲルであり、年齢9～14歳、研究期間は3年以内の短期研究に基づいていること、この間のDMFSあるいはDMFTの増加が2～2.5の地域でなされた論文3編の結論を統合した結果という限定した状況であることを認識しておく必要がある。各ライフステージでのフッ化物応用まで拡大して解釈すべきではない。

3）他のフッ化物局所応用との組み合わせ効果

他のフッ化物局所応用との組み合わせ効果についてもCochrane review（2002年）によって評価されている[22]。諸外国では、う蝕予防を目的としてフッ化物バーニッシュ塗布がなされているが、日本ではこの製剤は知覚過敏処置剤として承認されている。しかしながら、歯科医師の裁量でフッ化物バーニッシュを塗布剤として使用することが可能であるため、諸外国の使用実績を紹介する。まず、単独使用の報告による9の論文を統合評価し、被験者総数は2,709名、7研究をメタアナリシスしている。D（M）FSの予防効果の推定値は46%（95%信頼区間；30～63%）、d（e/m）fsの効果は33%（95%信頼区間；19～48%）であり、ゲルより高い予防効果を示している。フッ化物バーニッシュは年に2～3回の頻度で専門的に塗布した場合、乳歯、永久歯両方にう蝕予防効果がある。

組み合わせ効果においては詳細な区分はなされていないが、フッ化物洗口、フッ化物ゲル、フッ化物バーニッシュのいずれかと、フッ化物配合歯磨剤の組み合わせはD（M）FS（9編の4,026名の統合）を指標とした場合、う蝕予防効果は10%（95%信頼区間；2～17%）であった。フッ化物ゲル単独の効果と比較してフッ化物ゲルとフッ化物洗口法の組み合わせは、DMFSを指標とした場合、う蝕予防効果は23%（95%信頼区間；4～43%）であった。

Cochrane reviewにおける他のフッ化物塗布との組み合わせ効果については、何と何を比較するかによって、付加効果が認められないという報告から、前述のように効果が確認されるものまで詳細な解析がなされている。解釈するのに注意が必要な点は、単独での予防効果が高いものとの組み合わせ効果を比較する場合は統計的な有意差に至らないことがある。これらは各種フッ化物単独の効果を否定するものではなく、指摘したような背景が結果に影響を与えているに過ぎない。フッ化物単独の効果についてはCochrane reviewがされているので、それらを参照していただきたい[21)～28]。

フッ化物の組み合わせ予防によって、さらに付加的な効果が得られたという報告が多くある。今日、多様なフッ化物応用が存在するため、現実にはいくつかの組み合わせによってフッ化物応用がなされている。フッ化物歯面塗布についても、付加的で最大限のう蝕予防効果を達成するために、各種のフッ化物応用を組み合わせて利用すべきである[29]。最近の総括的な報告によれば、フッ化物ゲルによる歯面塗布だけに比べて、フッ化物ゲル歯面塗布とフッ化物洗口とを組み合わせた利用は、新たに発生したDMF歯面数の差が23%（95%信頼区間；4～43%、p＝0.02）であり、統計的に有意な効果を示している。また、フッ化物配合歯磨剤を単独で用いるよりも、フッ化物ゲル歯面塗布などフッ化物局所応用を加えたほうが、それほど大きくはないが、よりう蝕の減少に効果があるとされている[30]。

わが国において、乳歯のう蝕予防のために、1歳から3歳まで6ヵ月ごとのリン酸酸性フッ化ナトリウムゲル（9,000ppmF）によるフッ化物歯面塗布を4回受けた小児のうち、これにフッ化物配合歯磨剤（900ppmF）との複合応用を3歳まで1日1回行った小児は、複合応用を行わなかった小児に比べて、就学時健康診断におけるう蝕有病率（それぞれ、32.8%と55.2%）に22.4ポイントの統計的に有意な差があり、平均df歯数（それぞれ、0.85と2.41）に64.7%の有意な差がみられている。この未就学児のdf歯数を目的変数としてステップワイズ重回帰分析を行ったところ、「1～3歳の期間中にフッ化物配合歯磨剤を使用しなかったこと」が唯一の有意な説明変数として採用されたという。そこで、水道水フロリデーションなど全身的なフッ化物応用が利用されていない日本の現状では、乳歯のう蝕予防におけるフッ化物の局所応用として、フッ化物歯面塗布を基本にフッ化物配合歯磨剤の使用を複合応用させることが望ましいとされている[31]。

また、フッ化物歯面塗布を行う場合、4歳以上の児であれば、フッ化物洗口との組み合わせを勧めるべきである。フッ化物の組み合わせ応用は、臨床における専門的なフッ化物歯面塗布や個人的なフッ化物配合歯磨剤の利用にとどまらず、それらを地域におけるフッ化物応用（水道水フロリデーション、地域保健センターなどにおけるフッ化物歯面塗布事業、および園・学校ベースのフッ化物洗口プログラムなど）との組み合わせを展開できれば、より大きなう蝕予防効果が期待できる。

2．う蝕予防以外の効果

1）知覚過敏

フッ化物を用いて知覚過敏を減少させる処置は、1940年代から行われていた。そうした用途に使われるフッ化物製剤としては、フッ化ナトリウム、リン酸酸性フッ化ナトリウム、フッ化第一スズが挙げられている。また、非常に高濃度のフッ化物製剤を用いて知覚過敏が減少したとする報告がある。こうした報告のなかには、対照群と処置群の比較がないものや、フッ化物の処置方法（たとえば、イオン導入）やフッ化物製剤に含まれるフッ化物以外の成分（たとえば、スズイオン、歯磨剤中の他の成分など）による効果が推測されるものがあった。

フッ化物が知覚過敏の減少に効果があるとする報告は存在するが、現行のフッ化物歯面塗布が知覚過敏にどの程度有効であるかについては、さらに根拠のあるデータが必要である[32]。

2）歯周組織への影響

フッ化物が口腔内細菌の生態に影響を与えることはよく知られている。いくつかの実験では、局所的なフッ化物（とくにフッ化第一スズ）が歯肉炎に関連する細菌を減少させると報告されている[33]。このように、フッ化第一スズによるフッ化物歯面塗布は歯周組織を改善するかもしれないが、さらに根拠となるデータが必要である。

3）フッ化物徐放性修復物とリチャージ（再蓄積）

シリケートセメントやグラスアイオノマーセメントのような修復物はフッ化物を徐放する。このフッ化物の徐放については、限定的ではあるが、その修復物の施された歯の二次う蝕を含む抗う蝕作用が期待されている[34), 35]。

一方でフッ化物徐放性修復物には、さまざまなフッ化物製剤から供給されるフッ化物をリチャージ（再蓄積）する能力もある。たとえ、その修復物が含有していた当初のフッ化物が徐放されて、そのフッ化物量が減少しても、新たにフッ化物が供給されれば、それがリチャージされ、フッ化物の徐放がくり返し行われることになる。フッ化物歯面塗布剤は、そうしたフッ化物の供給源の１つであるといえよう[36]。

文献

1）稲葉惣一，清野精文，金子重夫，丹羽博子，高橋満子，丹羽輝男：各種の弗化物溶液を歯面に応用した場合の乳歯う蝕予防効果（1），口腔衛生会誌，21；60，1971.

2）金　孝，大野　博，稲葉惣一，清水善幸，吉田太一，井上雅義，丹羽輝男：各種の弗化物溶液を歯面に応用した場合の乳歯う蝕予防効果（第2報），口腔衛生会誌，22；98，1972.

3）宮本房治：弗化物溶液塗布による乳歯う蝕予防効果に関する研究，歯学，63；67-78，1975.

4）八木　稔：フッ化物の予防技術・開発 ―フッ化物歯面塗布の評価―，厚生科学研究費補助金（医療技術評価総合的研究事業）歯科疾患の予防技術・治療評価に関するフッ化物応用の総合的評価，平成12年度研究報告書，145-165，2001.

5）木次英五，吾妻英夫，藤巻範雄，境　脩，堀井欣一：集団用フッ素イオン導入装置（フロリアート）によるう蝕予防効果，新潟歯学会誌，7；112-118，1977.

6）西田康文，八木　稔，小林秀人，八木文子：ある地域ベースの乳歯う蝕予防プログラムに関する評価－プリシード／プロシードモデルを用いて－，口腔衛生会誌，49；329-340，1999.
7）清田義和，佐久間汐子，岸　洋志，須藤明子，小林清吾，宮崎秀夫：フッ化物ゲル歯面塗布法（歯ブラシ・ゲル法）の乳歯う蝕予防効果，口腔衛生会誌，47；307-312，1997.
8）中野文男，鈴木昭子，三谷のし子：三才児弗化物塗布の効果について，口腔衛生会誌，23；192-193，1974.
9）藤沢好成，安陪和子，上林美保子，中田美佐子：保健所クリニックにおけるフッ素塗布の予防効果，歯界展望，45；934-938，1975.
10）安陪和子，丸山　創：大阪府八尾保健所におけるフッ素塗布のう蝕予防効果について，歯界展望，60；149-155，1982.
11）小泉信雄：地域母子歯科保健事業のう蝕抑制効果に関する研究 第1報 1歳6カ月開始群における効果，口腔衛生会誌，37；402-403，1987.
12）Ripa LW：An evaluation of the use of professional（operator-applied）topical fluorides, J. Dent. Res. 69：786-796, 1990.
13）Johnson DW & Lews DW：Three-year randomized trial of professionally applied topical fluoride gel comparing annual and biannual applications with/without prior prophylaxis, Caries Res, 29：331-336, 1995.
14）Milton Houpt, Samuel Koenigsberg, Zai Shey：The Effect of Prior Toothcleaning on the Efficacy of Topical Fluoride Treatment. Two-year results. Clinical Preventive Dentistry, Vol. 5, 8-10, 1983.
15）LW Ripa, GS Leske, Alice Sposato, A Varma：Effect of Prior Toothcleaning on on Bi-Annual Professional Acidulated Phosphate Fluoride Topical Fluoride Gel-Tray Treatments. Results after Three Years.　Caries Res, Vol. 18, 457-464, 1984.
16）David W. Johnston, Donald W. Lewis：Three -Years Randomized Trial of Professionally Applied Topical Fluoride Gel Comparing Annual and Biannual applications with/without Prior Prophylaxis. Caries Res, Vol. 29, 331-331, 1995.
17）R Hawkins, D Locker, J Noble, Series editor EJ Kay：Prevention. Part 7：Professionally applied topical fluorides for caries prevention. British Dental J, Vol. 195, 313-317, 2003.
18）van Rijkom HM, Truin GJ, van't Hof MA：A Meta-Analysis of Clinical & Studies on the Caries-Inhibiting Effect of Fluoride Gel treatment, Caries Res, 32：83-92, 1998.
19）Marihno VCC, Higgins JPT, Logan S, Sheiham A：Fluoride gels for preventing dental caries in children and adolescents(Cochrane revie). In：The Cochrane Librar, Issue 2, 2002. Oxford：Update Software
20）Marinho VCC, Worthington HV, Walsh T, Chong LY：Fluoride gels for preventing dental caries in children and adolescents(Cochrane revie). In：The Cochrane Librar, Issue 6, 2015. Oxford：Update Software
21）Weintraub JA：Fluoride gel application reduce caries incidence, Evidence-Based Dentistry, 3：64-65, 2002.
22）VCC Marinho, JPT Higgins, A Sheiham, S Logan：Combinations of topical fluoride (toothpastes, mouthrinses,　gels, varnishes) versus single topical fluoride for preventing dental caries in children and adolescents, Cochrane Database of Systematic Reviews Issue1, 2007.
23）Fluoride mouthrinses for preventing dental caries in children and adolescents VCC Marinho, JPT Higgins, S Logan, A Sheiham Year：2003.
24）Fluoride toothpastes for preventing dental caries in children and adolescents VCC Marinho, JPT Higgins, S Logan, A Sheiham Year：2003.
25）One topical fluoride (toothpastes, or mouthrinses, or gels, or varnishes) versus another for preventing dental caries in children and adolescents VCC Marinho, JPT Higgins, A Sheiham, S Logan Year：2004.
26）Topical fluoride (toothpastes, mouthrinses, gels or varnishes) for preventing dental caries in children and adolescents VCC Marinho, JPT Higgins, S Logan, A Sheiham Year：2003.
27）Fluoride gels for preventing dental caries in children and adolescents VCC Marinho, JPT Higgins, S Logan, A Sheiham Year：2002.
28）Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents VCC Marinho, JPT Higgins, S Logan, A Sheiham Year：2002.
29）Horowitz HS, Ismail AI：Topical fluorides in caries prevention In Fluoride in dentistry, Second edition, Chapter 17, Edited by Feijerskov O, Ekstrand J and Burt BA
30）Tavender E：Topical fluorides provide additional benefit when used with fluoride toothpaste, Evidence-Based Dentistry, 5：38, 2004.

31）佐久間汐子，清田義和，中林智美，高徳幸男，石上和男，宮崎秀夫：乳歯う蝕に対するフッ化物歯面塗布とフッ化物配合歯磨剤の複合応用，口腔衛生会誌，55：567-573，2005.
32）Newbrun E：根面う蝕と歯根部象牙質知覚過敏へのフッ化物の影響，フッ化物の臨床応用（可児瑞夫/監訳，第8章），101-111，医歯薬出版，東京，1988.
33）Newmann MG, Perry DA, Carranza Jr. FA, Mazza JE：歯周疾患の治療におけるフッ化物，フッ化物の臨床応用（可児瑞夫/監訳，第7章），90-100，医歯薬出版，東京，1988.
34）小松久憲：フッ素の修復材料への応用と効果，デンタルダイヤモンド，24（11）：35-38，1998.
35）千田彰編著：The GIC 新世代材料－グラスアイオノマーの臨床－，デンタルダイヤモンド社，東京，1997.
36）千田彰，中垣晴男：フッ化物徐放性修復材料・装置とその他のフッ化物製剤，ガイドブック21世紀の歯科医師と歯科衛生士のためのフッ化物臨床応用のサイエンス（監修：高江洲義矩，第5章），57-60，永末書店，京都，2002.

3　フッ化物歯面塗布の術式

1．フッ化物の効果的な塗布時期と対象歯

フッ化物歯面塗布は、萌出直後の歯に対して行うのが最も効果的である。う蝕に最も罹患しやすいのは歯が萌出してから2～3年の間であるといわれているため[1]、萌出直後からフッ化物歯面塗布を実施するとよい。この理由は、萌出して間もない歯は反応性が高く、フッ化物塗布による歯の表層へのフッ化物の取り込みが大きいからである[2)～4)]。

このためには、個々の歯が萌出するたびに塗布を行うことが望ましく、また、何度も繰り返して塗布することによって効果が持続する。したがって、表3に示す歯の萌出時期に合わせて、乳前歯が萌出する1歳ころから第二大臼歯の萌出が完了する13歳ころまでの間、6ヵ月ごとに口腔内に萌出しているすべての歯にフッ化物塗布を行うことが奨められる。

■ 表3：歯面塗布の時期と主対象歯 ■

年齢	塗布の主対象歯
1歳児	乳前歯
2～4歳児	乳臼歯
5～7歳児	第一大臼歯、永久歯前歯
8～9歳児	永久歯前歯、第一小臼歯
10～11歳児	第一小臼歯、犬歯
12～13歳児	第二大臼歯、第二小臼歯

2．フッ化物歯面塗布の術式

＜フッ化物歯面塗布の薬剤＞

現在、フッ化物歯面塗布用として数種類の溶液、ゲルおよびフォームが用いられている。フッ化第一スズ溶液（4%、8%）は日本では市販されていない。これらの薬剤はフッ化物イオン濃度が高い医療用の医薬品なので、厳重に管理しなければならない。また、自分で調剤するよりも、製品を購入して用いるほうが安心で安全である。

（1）2%フッ化ナトリウム溶液（Sodium Fluoride Solution, NaF）

1943年にKnutsonら[5)]によって開発された歯面塗布液である。フッ化ナトリウム（NaF）2gを、

100mlの蒸留水に溶解させて調製する。この溶液は無味、無臭、無色の液体で、ポリエチレン容器に入れ冷所に保存すれば、かなり長期間使用することができる。

しかし、1週間に1～2回の塗布間隔で、連続4回塗布して初めて1単位となることから、塗布回数が多くなるという欠点がある。

(2) リン酸酸性フッ化ナトリウム溶液（酸性フッ素リン酸溶液、Acidulated Phosphate Fluoride Solution, APF溶液）

1963年にBrudevoldら[6] により開発された歯面塗布剤である。2%フッ化ナトリウム溶液を正リン酸で酸性にしたもので、以下のように第Ⅰ法と第Ⅱ法がある。日本で承認されて市販されているのは第Ⅱ法のフッ化物イオン濃度0.9%（9,000ppm）の製品である。

第Ⅰ法：フッ化物イオン濃度1.23%	0.1Mリン酸、pH2.8～3.0
フッ化ナトリウム	2.0g
85%正リン酸	1.15g（0.68ml）
46%フッ化水素酸	0.72g
蒸留水	100ml

第Ⅱ法：フッ化物イオン濃度0.90%、	0.15Mリン酸、pH3.4～3.6
フッ化ナトリウム	2.0g
85%正リン酸	1.73g（1.02ml）
蒸留水	100ml

この溶液は安定しており、ポリエチレン容器に入れて冷所に保存すればかなりの期間使用することができる。通常年1～2回塗布を実施する。

(3) リン酸酸性フッ化ナトリウムゲル（APFゲル）

リン酸酸性フッ化物溶液の、第Ⅱ法の処方のものをゲル状にしたものである。直接日光に当たると変色することもあるので、遮光して保存する必要がある。なお、常温で約1年放置してもpHに変化はない。

フッ化物ゲルの利点および欠点を表4に示す[7)～11)]。

■ 表4：フッ化物ゲルの利点・欠点 ■

利点	欠点
・塗布しやすい ・歯面への停滞性がよく、乾燥しないので繰り返し塗布する必要がない ・適当なトレーを用いれば、上下顎同時に塗布できるため時間の節約になる ・塗布状況が明瞭である	＊抵抗の少ないほうに移動するため隣接面に入り込みにくく、トレー辺縁から流れ出し嚥下しやすい ・歯面に停滞するため、塗布後ゲルを拭う操作が必要である ・溶液に比べ高価である ＊長期間の保存で粘性が低下する（とくに低pHの場合）

＊チキソトロピー性ゲルの開発によりこれらの欠点は改善された。

(4) フッ化物フォーム（泡）

中性の2%フッ化ナトリウムフォームとリン酸酸性フッ化ナトリウムフォームがある。溶液やゲルと同じく、中性のものは2週間に3～4回塗布して初めて1単位となり、これを1年に1～2回行うことに留意しなければならない。酸性のものは1回の塗布で1単位になる。

現在、小児のフッ化物歯面塗布に米国でよく用いられているのがフッ化物フォームである。トレー法によるフッ化物フォームの予防効果と安全性は、乳幼児期の子どもに対しては、他の製剤をしのぐものである。フッ化物フォームには次のような特徴がある。

①フォーム（泡）タイプなのでトレー法を用いた上顎・下顎の歯面塗布に適している。

②フォーム（泡）が、歯面だけでなく歯間部・隣接面にも入り込みやすく、歯列全体に行き渡る。

③中性タイプの製剤であれば、チタン金属やポーセレンを用いた補綴物や矯正装置された患者およびチタン・インプラントのある患者にも使用できる。

④応用時に泡がはじけるため、トレーから漏出して誤飲する心配が少ない。また、誤飲したとしても安全性が高い。

(5) 4%、8%フッ化第一スズ溶液（Stannous Fluoride Solution, SnF_2）

1950年にMuhlerら[12)] により開発された歯面塗布液である。この溶液は不安定であり、長時間放置すると白色沈殿を生じ、効力が失われるので使用できない。したがって、使用の都度調製し、1時間以内に使用しなければならない。また、この溶液は酸性でpH2.8付近であるが、渋味と収斂性がある。歯肉や粘膜に付着すると白斑を生じたり、塗布後日時が経過すると歯面に褐色の着色を生じることがある。通常、年1～2回塗布を実施する。

＜フッ化物歯面塗布の術式＞

フッ化物歯面塗布は、歯科医師または歯科衛生士が歯に直接高濃度のフッ化物を塗布する方法である。歯科診療設備のある場所では、特別な器械・器具などを準備する必要はないが、設備のない、たとえば検診場や学校などでは実施の方法を工夫しなければならない。

フッ化物塗布には、綿球や綿棒に薬剤をつけて塗布を行う一般法とトレーを用いるトレー法およびイオン導入法がある。いずれにしても、受療者は座位の姿勢で、ややうつむき加減にさせ、フッ化物の誤飲を防止することに留意する。

(1) 一般法（綿球・綿棒塗布法）

一般法は綿球や綿棒による塗布法であり、次の順序で実施する（表5、写真1）。防湿を考慮すると、上下の歯を一度に塗布することは困難であるため、3分画（上顎1、下顎2分画）あるいは4分画（上顎2、下顎2分画）して②～⑤の操作を繰り返す。

①歯面清掃

歯面清掃の目的は、歯面にフッ化物を十分に作用させるために歯垢を除去することである。専門的にラバーカップやポリッシングブラシに研磨性の低い研磨材をつけて機械的に清掃する。受療者自身が歯ブラシで清掃してもよい。

②防湿

防湿を行う目的は、唾液によって薬剤が薄められたり、ほかの歯や口腔の部分に薬剤が流出するのを防ぐためである。通常、コットンロールを用いて歯面を唾液から隔離（防湿）して、排唾管を装着する。

③歯面乾燥

エアーシリンジで歯面を乾燥させる。適切な簡易防湿器を併用すると便利である。

④フッ化物溶液、ゲルの塗布

総計で2ml以下のフッ化物溶液またはゲルを、少しずつ小綿球または綿棒につけて、3～4分間歯面が湿潤状態を保つようにする。溶液の場合は、歯面が乾燥したら再度塗布する。この際、小窩裂溝や

隣接面では軽く圧接するようにして、フッ化物溶液が歯面の隅々まで浸潤するようにする。ゲルの場合は、歯面全体に塗布したら3～4分間そのままの状態を保つ。繰り返し塗布する必要はないが、余剰のゲルを大綿球やガーゼで拭き取る。

⑤防湿の除去

各分画の塗布が終了したら、一度排唾させるかバキュームで唾液と残余する余剰の薬剤を除去し、ロールワッテと簡易防湿器や排唾管などを取り除く。

⑥塗布後の注意

a　フッ化物塗布後30分間は、唾液を吐かせる程度にとどめ、飲食や洗口（うがい）をさせないようにする。

b　フッ化物応用の効果と限界を説明し、日常の口腔ケアを継続するように指導する。

c　次回の塗布日を決める。

■ 表5：一般法（綿球・綿棒塗布法）■

	薬液	ゲル
1．歯面清掃	歯垢や歯面の付着物を可及的に除去する	左に同じ
2．防湿	コットンロールまたはラバーダムで対象歯を孤立させる	左に同じ
3．歯面乾燥	圧搾空気で歯面を乾燥させる	左に同じ
4．塗布	2ml以内のフッ化物溶液を容器に分注し、小綿球または綿棒を十分浸し、3～4分間湿潤状態を保つように繰り返し塗り付ける	ディスポーザブルシリンジなどを用いて2ml以内のフッ化物ゲルを容器に分注する。小綿球または綿棒で歯面全体に塗布したことを確認して3分間開口した状態を保つ。この間、可能ならば排唾管を使用する
5．防湿の除去	口腔内に残った余剰の薬液を乾いた綿球でぬぐい、ロール綿を取り除く。排唾管またはラバーダムを使用した場合はこれらを取り除く	歯面の余剰ゲルを拭き取り、ロール綿またはラバーダムを取り除く
6．塗布後の注意	1．塗布後30分間は、唾液を吐かせる程度にとどめ、飲食や洗口（うがい）をさせないようにする 2．フッ化物応用の効果と限界を説明し、日常の口腔ケアの重要性を指導する 3．次回のリコールを決める	左に同じ

■ 写真1．フッ化物ゲル一般法による塗布 ■

（2）トレー法

トレー法には既製のディスポーザブルトレーまたは各個トレーを用いる方法がある。薬剤の形状は溶液、ゲルおよびフォーム（泡）があるが、現在では溶液の塗布に適したトレーがないため、溶液のトレー塗布法は奨められない。

＜溶液・ゲル＞

この方法は次の①～⑦の順序で実施される（表6、写真2）。

①歯面清掃（（1）一般法（綿球・綿棒塗布法）の①参照）

②トレーの適合

対象者の歯列に適合するトレーを選ぶ。溶液の場合は、トレー内面にスペーサーや綿、あるいは吸湿紙をセットする。

③トレーへの薬液・ゲルの準備

溶液の場合は、スペーサーや綿・吸湿紙に2ml以下の薬液を染み込ませる。

ゲルの場合はスペーサー等を使用しないことが多く、2mlを目安に準備するには、ディスポーザブルシリンジを用いることが推奨される。

④歯面乾燥（（1）一般法（綿球・綿棒塗布法）の③参照）

⑤トレーの装着

トレーを口腔内に挿入し、歯列に圧接して3～4分間保持する。上下顎のトレーを装着したら軽く咬ませて、頬を軽く押してフッ化物を歯面に接触させる。トレーの装着中は、誤飲を避けるために排唾管を装着することが望まれる。

⑥トレーの除去

ゲルの場合はトレー除去後に余剰の薬剤を拭き取る。その後、1回排唾させるかバキュームでフッ化物と唾液とを除去する。

⑦塗布後の注意

塗布後の注意は一般法の⑥に準じる。

3.薬剤出納簿

フッ化物洗口薬剤出納簿

平成　　年度

施設名

1回

月	日	受　入　量	受渡者印	使　用　量	残　量	取扱者印	備　考

2．フッ化物洗口ガイドライン

医政発第0114002号
健発第0114006号
平成15年1月14日

各都道府県知事　殿

厚生労働省医政局長
厚生労働省健康局長

フッ化物洗口ガイドラインについて

健康日本21における歯科保健目標を達成するために有効な手段として、フッ化物の応用は重要である。

我が国における有効かつ安全なフッ化物応用法を確立するために、平成12年から厚生労働科学研究事業として、フッ化物の効果的な応用法と安全性の確保についての検討が行われたところであるが、この度、本研究事業において、「フッ化物洗口実施要領」を取りまとめたところである。

ついては、この研究事業の結果に基づき、8020運動の推進や国民に対する歯科保健情報の提供の観点から、従来のフッ化物歯面塗布法に加え、より効果的なフッ化物洗口法の普及を図るため、「フッ化物洗口ガイドライン」を別紙の通り定めたので、貴職におかれては、本ガイドラインの趣旨を踏まえ、貴管下保健所設置市、特別区、関係団体等に対して周知方お願いいたしたい。

1．はじめに

フッ化物応用によるう蝕予防の有効性と安全性は、すでに国内外の多くの研究により示されており、口腔保健向上のためフッ化物の応用は、重要な役割を果たしている。

わが国においては、世界保健機関（WHO）等の勧告に従って、歯科診療施設等で行うフッ化物歯面塗布法、学校等での公衆衛生的応用法や家庭で行う自己応用法であるフッ化物洗口法というフッ化物応用によるう蝕予防が行われてきた。特に、1970年代からフッ化物洗口を実施している学校施設での児童生徒のう蝕予防に顕著な効果の実績を示し、各自治体の歯科保健施策の一環として、その普及がなされてきた。

そのメカニズムに関しても、近年、臨床的う蝕の前駆状態である歯の表面の脱灰に対して、フッ化物イオンが再石灰化を促進する有用な手段であることが明らかになっており、う蝕予防におけるフッ化物の役割が改めて注目されている。

こうした中、平成11年に日本歯科医学会が「フッ化物応用についての総合的な見解」をまとめたことを受け、平成12年度から開始した厚生労働科学研究において、わが国におけるフッ化物の効果的な応用法と安全性の確保についての研究（「歯科疾患の予防技術・治療評価に関するフッ化物応用の総合的研究」）が行われ

③液体歯磨剤（スプレータイプ）

フッ化物イオン濃度が100ppmと低いので、吐き出しができない低年齢児への応用に適している。

文献

1）http://www.lion-dent-health.or.jp/library/statistical3a.htm#1
2）地域における健康日本21実践の手引き，（財）健康・体力づくり事業財団，東京，2000.
3）平田幸夫：歯磨き習慣に関するアンケート調査報告書（学齢期におけるフッ化物配合歯磨剤の使用状況），（財）8020推進財団，東京，2005.
4）Rugg-Gunn A：Preventing the preventable-the enigma of dental caries. Brit Dent J 191：478-488，2001.
5）Jensen ME and Kohout F：The effect of a fluoridated dentifrice on root and coronal caries in older adult population. JADA，117：829-832，1988.

2 フッ化物配合歯磨剤の効果的な使い方

わが国の歯みがき習慣の定着率は95%を上回り、他の先進国と比較しても決して見劣りしないが、う蝕予防の観点からすると、欧米諸国の12歳児のDMFT指数で比較してもいまだに高い値である。この要因としては、フッ化物配合歯磨剤の普及の遅れが挙げられるが、もう1つ、フッ化物配合歯磨剤の効果的な使い方の指導がなかったことも否定できない。

フッ化物配合歯磨剤は、自分の歯をもつすべての年齢のすべてのう蝕リスクの人々に利用されるべきホームケア（セルフケア）用品である。ところが、利用方法は個々人で異なり、それによって有効性と安全性への影響が変化することになる。したがって、歯科専門家をはじめとする保健関係者は、フッ化物配合歯磨剤の適正な利用方法をアドバイスすべきである[1]。ここでは、フッ化物配合歯磨剤の有効性と安全性を高めることを目的に、科学的な観点から推奨される使用方法を提示する。

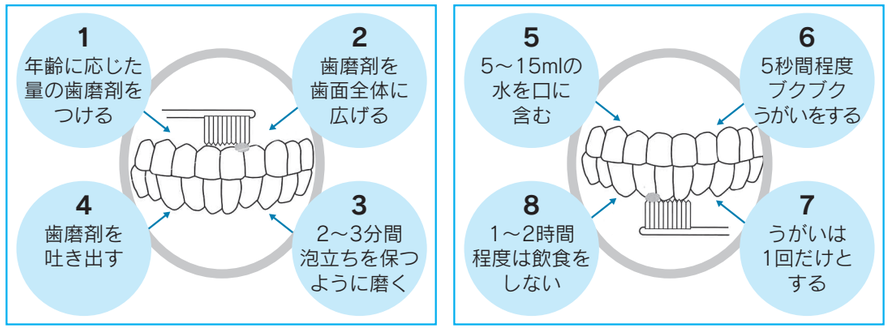
1．推奨される効果的な使用方法

フッ化物配合歯磨剤のう蝕予防メカニズムは、歯みがき終了後に歯面、歯垢、粘膜および唾液などの口腔環境に保持されたフッ化物イオンによる再石灰化と酸産生抑制効果であるといわれている。しかしながら、その応用効果は使用するフッ化物の応用量、作用時間、洗口回数ならびに方法などによって大きく左右されることが予測される[2]。推奨される効果的なフッ化物配合歯磨剤の使用方法を以下に示す（図3）。

①歯ブラシに表3に示した年齢に応じた歯磨剤をつける
②みがく前に歯磨剤を歯面全体に広げる
③2～3分間歯磨剤による泡立ちを保つような歯みがきをする（とくに歯みがき方法にはこだわらない）
④歯磨剤を吐き出す
⑤5～15mlの水を口に含む
⑥5秒間程度ブクブクうがいをする（うがいは1回のみ）
⑦うがいは1回のみとし、吐き出した後はうがいをしない
⑧その後1～2時間程度は飲食をしないことが望ましい

さらに、フッ化物配合歯磨剤を用いたブラッシング回数は、1日2～3回と頻度が高いことが望ましい。

■ 図3：推奨される効果的なフッ化物配合歯磨剤の使用方法 ■



■ 表3：フッ化物配合歯磨剤の年齢別応用法（文献3）を改変 ■

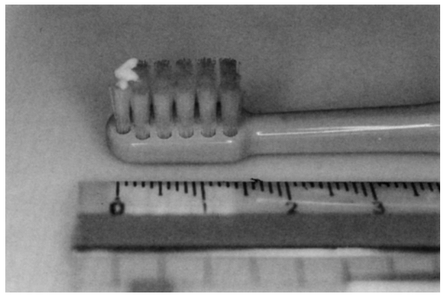
年齢	使用量	歯磨剤のF濃度	洗口その他の注意事項
6ヵ月（歯の萌出）～2歳	切った爪程度の少量（図4）	500ppm（泡状歯磨剤であれば1,000ppm）	仕上げみがき時に保護者が行う
3～5歳	5mm以下（図5）	500ppm（泡状またはMFP歯磨剤であれば1,000ppm）	就寝前が効果的 歯みがき後5～10mlの水で1回のみ洗口
6～14歳	1cm程度	1,000ppm	就寝前が効果的 歯みがき後10～15mlの水で1回のみ洗口
15歳以上	2cm程度	1,000～1,500ppm	就寝前が効果的 歯みがき後10～15mlの水で1回のみ洗口

※使用量はペースト状の歯磨剤を想定したものである

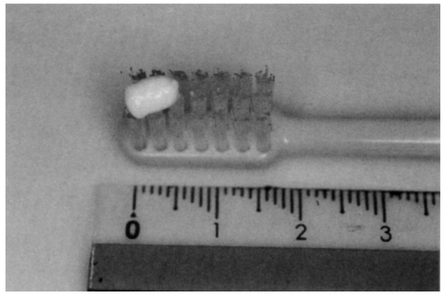
2．フッ化物配合歯磨剤の年齢別応用法

これまで報告された知見に基づく年齢別応用法の詳細については表3に示した。6ヵ月（歯の萌出）から2歳までの応用について、WHOや米国では推奨していないが、スウェーデンではこれまでの生後6ヵ月からのフッ化物錠剤の服用に代えて、500ppmのフッ化物配合歯磨剤の使用を推奨し始めたところである。全身的応用のまったくないわが国においても、歯の萌出直後からの低濃度（500ppm、ただし100ppmなど500ppm未満の濃度のフッ化物配合歯磨剤にはう蝕の予防効果が認められていない）フッ化物配合歯磨剤の応用が積極的に推奨されるべきであろう。

■ 図4：歯の萌出直後から2歳の子どもの歯ブラシに対するペースト状歯磨剤の量



■ 図5：3歳～5歳の子どもの歯ブラシに対するペースト状歯磨剤の量



Q4 わが国で販売されるフッ化物配合歯磨剤の割合はどのくらいですか？

A4 1948年、わが国では世界的にも早い段階でフッ化ナトリウム配合歯磨剤の販売が開始され、その後フッ化第一スズやモノフルオロリン酸ナトリウムが配合された歯磨剤も発売されました。しかし、1986年、わが国のフッ化物配合歯磨剤の市場占有率は10%程度しかありませんでしたが、諸外国ではフッ化物配合歯磨剤が急速に普及して1970年代後期には市場占有率が90%に達していました。その後、わが国では日本口腔衛生学会の働きかけや各社の企業努力もありフッ化物配合歯磨剤市場占有率は1999年に77%、2004年に88%、2015年には91%に達し、ようやく世界の先進国レベルに近づきました。また、文部科学省では生涯にわたる健康の保持増進能力育成の1つとしてフッ化物配合歯磨剤を選択できるようにすることを学校教育で実施していることから、今後さらに普及することが期待されます。

Q5 フッ化物配合歯磨剤は毎回使用した方がよいですか？

A5 う蝕予防に用いられるフッ化物応用法のなかで、フッ化物配合歯磨剤は低濃度の局所応用法に分類されます。この方法ではより長時間、口腔内にフッ化物を保持することがう蝕予防のためにとても重要です。フッ化物配合歯磨剤を使用したブラッシング中がもっとも唾液中フッ化物イオン濃度が高く、ブラッシング直後の洗口や唾液の流出により時間の経過に伴って唾液中フッ化物イオン濃度は減少します。そのためフッ化物配合歯磨剤は、より使用回数を増やした方が歯面にフッ化物が供給される機会が増えることになるためう蝕予防に有効です。また、就寝中は唾液の流出量が減少するため口腔内に長時間フッ化物が保持されやすくなることから、就寝前にフッ化物配合歯磨剤を使用すればさらに効果的です。

Q6 1回にどのくらいの量を使用したらよいですか？

A6 これまで報告された知見に基づく年齢別応用法の詳細について表14に示しました。6ヵ月（歯の萌出）から2歳までの応用について、WHOや米国では推奨していませんが、スウェーデンではこれまでの生後6ヵ月からのフッ化物錠剤の服用に代えて、500ppmのフッ化物配合歯磨剤の使用を推奨し始めたところです。全身応用のまったくないわが国でも、歯の萌出直後からの低濃度（500ppm、ただし100ppmなど500ppm未満の濃度のフッ化物配合歯磨剤にはう蝕予防効果が認められていない）フッ化物配合歯磨剤の応用が積極的に推奨されるべきです。

■ 表14：フッ化物配合歯磨剤の年齢別応用量とフッ化物イオン濃度（フッ素濃度）■

年齢	使用量	フッ素濃度	洗口その他の注意事項
6ヵ月（歯の萌出）～2歳	切った爪程度の少量	500ppm（泡状歯磨剤であれば1,000ppm）	仕上げみがき時に保護者が行う
3～5歳	5mm程度	500ppm（泡状またはMFP歯磨剤であれば1,000ppm）	就寝前が効果的 歯みがき後5～10mlの水で1回のみ洗口
6～14歳	1cm程度	1,000ppm	就寝前が効果的 歯みがき後10～15mlの水で1回のみ洗口
15歳以上	2cm程度	1,000～1,500ppm	就寝前が効果的 歯みがき後10～15mlの水で1回のみ洗口

Q7 歯みがき後に何回くらいうがいをすればよいですか？

A7 フッ化物配合歯磨剤を用いたう蝕予防では、ブラッシング後の口腔内にう蝕予防に必要なフッ化物イオン濃度をより長時間持続させることが大切です。フッ化物配合歯磨剤使用後の口腔内フッ化物イオン濃度は歯磨剤の濃度や使用量、ブラッシング後の洗口回数や洗口水量、唾液の流出量や飲食の有無などに影響されます。フッ化物配合歯磨剤を用いた後の洗口は、年齢によって若干異なりますが、5～15mlの水で1回のみが最も効果的です。

Q8 何歳から使用できますか？

A8 乳歯の萌出直後すなわち生後6ヵ月～1年から使用して下さい。

この時期は寝かせみがき（保護者による仕上げみがき）が多く飲み込み量が多くなることからフッ化物イオン濃度500ppmの歯磨剤が推奨されています。子どもの切った爪程度の量を目安に使用して、歯みがき後に残った歯磨剤は拭き取るようにしましょう。この時、歯磨剤の泡立ちが気になるようでしたら発泡性の少ないジェル状やフォーム状の歯磨剤もありますので実状に合わせて選択します。そして、3歳以降うがいができるようになったら1回洗口させると良いでしょう。フッ化物イオン濃度500ppmの歯磨剤0.5gには0.25mgのフッ化物が配合されていますが、子どもの切った爪程度の量とは0.5gより少量ですので実際に含まれるフッ化物量もさらに少なくなります。1歳6ヵ月児の平均体重は10kg程度でフッ化物の急性中毒量は2mg/kgですから、1回の使用量を誤ってすべて飲み込んだとしても急性中毒の心配はありません。

エナメル質は象牙質やセメント質より無機質成分が多く人体で最も硬い組織ですが、う蝕に対する歯質抵抗性はエナメル質の結晶構造と成分に影響されます。この無機質の大部分を占めるヒドロキシアパタイトは格子不整が多い結晶で化学的置換が起こりやすい不安定な状態です。う蝕による脱灰はこの格子不整部分から発生することが多いため、格子不整の量はう蝕発生に影響を及ぼします。そこに適量のフッ化物が作用するとヒドロキシアパタイトの一部のOH^-がF^-と置換して格子不整を修復することができ、化学的に安定な溶解性の低いフルオロアパタイトになります。そのため、歯が萌出したら早い時期にフッ化物を使用することがう蝕予防に効果的です。

Q9 妊娠中ですが使用できますか?

A9 妊娠中でもフッ化物配合歯磨剤は使用できます。

1940年代に開始されたう蝕予防のためのフッ化物応用は、現在では局所応用や全身応用とともにさまざまな方法で実施されています。局所応用法としては1942年にBibbyがフッ化物歯面塗布を実施し、全身応用法としては1945年に米国ミシガン州のグランド・ラピッズにおいて水道水フロリデーションが開始されていますので、う蝕予防のためのフッ化物応用はすでに70年以上の歴史があります。わが国では1948年にフッ化物ナトリウム配合歯磨剤の販売が開始され、その後フッ化第一スズやモノフルオロリン酸ナトリウムが配合された歯磨剤も発売され使用されています。水道水フロリデーションを実施している地域には妊娠中の方も住んでいますが胎児に対する悪影響、死産や新生児の死亡率が増加するなどの報告はありません。歯の形成期に過量のフッ化物を摂取すると歯のフッ素症が現れることがありますが、乳歯にはほとんど発症することはありません。これは乳歯の形成が行われている胎児期は胎盤を通じて母親から栄養を摂取していますが、胎盤が胎児に移行するフッ化物量を制限するためです。また、妊娠中はう蝕の発生リスクが増加しますのでフッ化物の全身応用が実施されていないわが国の状況を考慮すれば、フッ化物の局所

4 う蝕部への薬物塗布（参考）

表4にう蝕部へのフッ化ジアンミン銀（サホライド）塗布の診療報酬における取扱いを示す。3歯まで46点、4歯以上は56点の算定になる。

■ 表4：参考：う蝕部への薬物塗布処置 ■

う蝕に対して充填処置を行わずに、軟化象牙質を除去してフッ化ジアンミン銀（サホライド）を塗布した場合、1口腔1回につき、以下の歯数にもとづいて算定する。
傷病名はCとし、3歯まで**46点**、4歯以上**56点**を算定する。

参考 歯科診療報酬点数表（抄）〔平成29年4月現在〕

・以下、左欄には歯科点数表告示（診療報酬の算定方法：平成20年3月5日　厚生労働省告示第59号）を掲載し、右欄には点数表告示に対応する通知や事務連絡（疑義解釈）等を、発簡番号を併記し掲載した。なお、診療報酬の算定方法の一部改正に伴う実施上の留意事項について（平成28年3月4日　保医発0304第3号）は留の記号により表示。
・右段について、厚生労働省保険局医療課「事務連絡」による主な疑義解釈資料については、項目の頭に■印を付して掲載した（下線部分は読み替えを行っている）。なお、項目の頭に○印を付したものは編注であり、発簡番号は掲載していない。

第2章　特掲診療料

第１部　医学管理等

区分

B000-4 歯科疾患管理料　100点

（歯科疾患管理料）

(1) 歯科疾患管理料とは、継続的管理を必要とする歯科疾患を有する患者（歯の欠損症のみを有する患者を除く。）に対して、口腔を一単位（以下「1口腔単位」という。）としてとらえ、患者との協働により行う口腔管理に加えて、病状が改善した疾患等の再発防止及び重症化予防を評価したものをいい、患者等の同意を得た上で管理計画を作成し、その内容について説明した場合に算定する。診療録には、説明した内容の要点を記載する。 留

(2)「注1」に規定する管理計画は、患者の歯科疾患と関連性のある生活習慣の状況及び患者の基本状況（全身の状態、基礎疾患の有無、服薬状況、喫煙状況等）、生活習慣の改善目標、口腔内の状態（プラーク及び歯石の付着状況、歯及び歯肉の状態等（口腔内の状態の改善状況を含む。））、必要に応じて実施した検査結果等の要点、歯科疾患と全身の健康との関係、治療方針の概要等、歯科疾患の継続的管理を行う上で必要となる情報をいい、当該患者の歯科疾患の管理に当たって、必要な事項等を診療録に記載する。 留

(3) 1回目の管理計画は、初診日の属する月から起算して2月以内に作成し、患者等に対して、その内容について説明を行う。なお、歯周病に罹患している患者の管理計画は、歯周病検査を実施し、その結果を踏まえた治療方針等を含んだものとする。ただし、1回目に患者の主訴に関する管理を開始し、2回目以降に歯周病やその他の疾患も含めた管理を行う場合は、新たな検査結果や管理計画の変更点を患者等に対して説明する。この場合において、当該月より改めて1口腔単位での管理を開始する。 留

(4) (2) 及び (3) に関わらず、初診時に歯周病の急性症状を呈する患者であって、急性症状寛解後に継続的管理が必要な場合は、1回目の歯科疾患管理料算定時に管理計画書を作成し、患者等に対して、その内容を説明する。なお、歯周病検査は、急性症状寛解後の2回目の歯科疾患管理料算定時までに実施し、当該検査結果を含めて、患者等に対して、その内容を説明する。ただし、急性症状が寛解せず2回目の歯科疾患管理料算定時までに歯周病検査が実施できない場合は、症状の要点を診療録に記載する。 留

(5)「注2」に規定する2回目以降の当該管理を行う際に、管理計画に変更があった場合は、変更の内容を診療録に記載する。 留

注1　1回目の歯科疾患管理料は、継続的な歯科疾患の管理が必要な患者に対し、患者又はその家族等（以下この区分番号において「患者等」という。）の同意を得て管理計画を作成し、その内容について説明を行った場合に、初診日の属する月から起算して2月以内1回を限度として算定する。

2　2回目以降の歯科疾患管理料は、1回目の歯科疾患管理料を算定した患者に対して、注1の規定による管理計画に基づく継続的な管理を行っている場合であって、歯科疾患の管理及び療養上必要な指導を行ったときに、1回目の歯科疾患管理料を算定した日の属する月の翌月以降月1回を限度として算定する。

3　区分番号Ｂ000-6に掲げる周術期口腔機能管理料（Ⅰ）、区分番号B000-7に掲げる周術期口腔機能管理料（Ⅱ）、区分番号B000-8に掲げる周術期口腔機能管理料（Ⅲ）、区分番号B002に掲げる歯科特定疾患療養管理料、区分番号C001-3に掲げる歯科疾患在宅療養管理料、区分番号C001-5に掲げる在宅患者訪問口腔リハビリテーション指導管理料又は区分番号

(6) 区分番号B000-6に掲げる周術期口腔機能管理料（Ⅰ）、区分番号B000-7に掲げる周術期口腔機能管理料（Ⅱ）、区分番号B000-8に掲げる周術期口腔機能管理料（Ⅲ）、区分番号B002に掲げる歯科特定疾患療養管理料、区分番号C001-3に掲げる歯科疾患在宅療養管理料、区分番号C001-5に掲げる在宅患者訪問口腔リハビリテーション指導管理料又は区分番号N002に掲げる歯科矯正管理料を算定した患者は、「注1」及び「注2」の規定にかかわらず、周術期口腔機能管理料等を算定した日の属する月の翌月以降から歯科疾患管理料を算定できる。この場合において、