

第2節：海産物を中心とした食品中フッ化物分析値を検索したものである。平成14年の8～12月に横浜市および横須賀市のデパートあるいはスーパーマーケットにて購入した魚類32品目を分析している。魚肉（可食部生）のフッ化物濃度は0.02～9.07 $\mu\text{g/g}$ 、変動係数は0.7～39.4%の範囲であった。その中でフッ化物濃度1.0 $\mu\text{g/g}$ 以上のものが32品目中9品目あった。魚肉に小骨が混在すると有意にフッ化物濃度が高くなる傾向がある。

第3節：market-basket方法による食品調査法によるフッ化物分析値とそれに基づいた3～6歳までのフッ化物摂取量を試算したものである。陰膳食法が調理済みの食事中フッ化物濃度を求めるのに対して、market-basket方法では調理前の個別食品それぞれを測定する。

食品は国民栄養調査成績表（平成11年度）の分類（穀類、肉類、魚介類、野菜類、果物、イモ類、乳製品、嗜好飲料水）に準じて1999年11月に千葉市において購入した66品目である。穀類の中で主食である米は、平均0.14ppm (Range 0.10-0.18 ppm)である。小麦粉は0.03ppmとやや低値を示した。麺類は平均0.14ppm (Range 0.10-0.21 ppm)、砂糖0.07ppm、乳製品は平均0.05ppm、魚介類（魚の可食部）平均0.44ppm (Range 0.08-1.96 ppm)と最も高い値群である。肉や豆腐は0.1ppm以下の低値であった。野菜、果物、ジャガイモは概ね0.1ppm以下を示していた。

3～6歳児のフッ化物摂取量は飲料水からの調理水は考慮していない場合には、3歳児（男）のフッ化物摂取量は0.248mg/day (0.0158 mg/day/kg)、5歳児では0.264mg/day (0.0143 mg/day/kg)、そして

6歳児においては0.293 mg/day/kg (0.138 mg/day/kg)と試算されると報告している。

資料1：友松ら（1976）が食品中フッ化物分析値を一覧にしてまとめたものである。フッ化物分離は水蒸気蒸留法なので牛乳などの低濃度フッ化物濃度はやや高めであるが、現在のところ同一分離法で最も数多くの分析値を網羅しており、参考になると思われる。

第6章 日本人における飲食物からのフッ化物摂取量に関する文献的考察

飲食物からの1日当たりの総フッ化物摂取量に関するわが国の文献によると、成人では0.89～5.4mgと文献間のレンジが大きい。しかしながら、1990年代の報告に限定すると0.90～1.28mgである。また、乳児ではドライミルクと乳児食品を摂取した場合0.09～0.27mg、幼児では0.23～0.38mg (0.02～0.03 mg/kg体重)であった。乳幼児における総摂取量は、米国、カナダの水道水フッ化物濃度調整が行われていない地域の摂取量とほぼ等しく、DRIが示した「AI」の約2分の1であったと結論している。

第7章 ヒューマンスタディによる成人のフッ化物代謝について低濃度フッ化物飲料水を使用した場合で評価したものである。フッ化物代謝（出納）研究によってフッ化物の平均推奨必要量（EAR）が定まるかどうかは西牟田らが検証しているが、カルシウムやナトリウム等と同等に評価できるかどうか多様な角度から検討する必要を認めた。

以上が「日本におけるフッ化物摂取量と健康」（冊子）内容の結果である。

(5) 歯のフッ素症および非フッ素性エナメル斑、う蝕などの口腔内写真を使った審美性評価研究—一般主婦による評価—

一般住民はフロリデーシヨンの審美的副作用としての「歯のフッ素症」をどの程度受容できるかという設問に対して、実際に「歯のフッ素症」の鑑別診断別の写真を提示することにより視覚判断によって受容可能性を問うた研究である。その結果、Mild以下の歯のフッ素症については、歯の色に関して「問題なし」と判定するものが大多数を占め、「問題あり、気になる」としたものが42名中5名みられた。Moderate(中等度)以上になると、「問題なし」としたものが少なくなり、「問題あるが、気になるものではない」「問題あり、気になる」が増加していた。Severe(重度)では、全員が「問題あり、気になる」と回答し、そのなかで24名が色について「気になる」としていた。

(6) 3-5歳児における陰膳食法によるフッ化物摂取量とその他ミネラル摂取量(Ca, Mg, K, Na, Fe, Zn, Mn, Cu)および食品群別摂取量の関連

年平均摂取量の年齢間はミネラルではNa, Zn, Mn、食品群では乳・乳製品、豆・豆製品、他の野菜について有意差が見られ、男女間については、ミネラルではZn、食品群では乳・乳製品に有意差を認めた。ミネラル間ではZnとF間を除いたすべてにSpearman $r=0.232$ (CaとF間)~ 0.901 (MgとK間)の有意な相関を認めた。また、食品群との関連においては肉、豆・豆製品、緑黄色野菜やその他の野菜などが多くのミネラルと有意な相関を示したが、魚介類はフッ化物と特異的に有意な相関($r=0.372$)を認めた。

(7) 換気式微量拡散法による食品中フッ化物濃度測定

食品や生体試料を対象に、前処置としての灰化を行わず生体利用に関連する無機のフッ化物のみを回収する新しい方法として、換気式微量拡散によるフッ化物分離法を開発した。装置の自動化を図り、その有用性を検討した。標準液(0.01、0.1、1.0ppmF⁻×40g)回収試験において回収率99.4、95.7、99.8%、CV値2.8、1.6、0.5%であった。また、2種の調製粉乳(A、B)、2種の牛乳(A、B)のF⁻濃度の測定を行った結果、それぞれ、1.41ppm、0.57ppm、0.013ppm、0.013ppmであった。

D. 考察

WHO(1970)はフッ化物が生体必須元素の一つであると主張している。その化学的な性状から生体内では硬組織(骨・歯)によく応答することが知られている。したがって、医学的には治療を目的として骨粗鬆症にも適用されているが、骨の石灰化組織はカルシウムやホルモン代謝の影響が大きく左右しているので、無機フッ化物の単独投与の影響はその背景でみていかなければならないであろう。フッ化物摂取基準策定においてもこのことが考慮されることは論をまたない。

(1) 日本におけるフッ化物摂取量と健康(冊子)

前書きで述べたように、フッ化物摂取基準策定において、1)マクロ的指標で齶蝕の疫学調査と、2)ミクロ的評価としてのフッ化物の分子生物学的検討が不可欠であった。本年度のプロジェクト1「フッ化物の栄養摂取量と健康」班研究では、前者として飲料水フッ化物濃度(摂取量)

と齲蝕の疫学調査からみたフッ化物の投与—反応関係を新しい Benchmark Dose Method (BMD 法) で評価したことが大きな研究収穫である。リスク (歯のフッ素症発現 10%) とベネフィット (齲蝕抑制効果 40—60%) を数学モデルで解析して、1.0ppmF を設定する根拠を示唆している。その際、その濃度もリスクコミュニケーションで決定される事項としている。つまり専門家 (歯科医療者) による一方向性の意思決定ではなく非専門家も共同して合意すべき課題であることが示されている。また歯のフッ素症の発現とレベル (症状) は、歯の細胞であるアメロブラストとフッ化物との応答を反映したものであり、年齢別によるフッ化物の細胞感受性が使用した関数モデルから推測されうる。

このように BMD 法はフッ化物の生体反応についてマクロ評価とミクロ評価を連結する考え方を同時に提示することができる。したがって、他の医療研究者でもフッ化物と歯のフッ素症の関係を理解できよう。

後者として、細胞レベルすなわち骨および歯芽細胞のフッ化物に対する広範な濃度レベルにおける影響 (細胞の増殖、分化、種々の酵素活性等) を DNA やタンパク質産生で検索する必要があった。2004—2006 年度の川瀬らのまとめ (冊子第 3 章 4 節) は、この設問に答えるために実施された。すなわち、フッ化物によるラット骨髄由来細胞の骨系細胞への分化誘導と遺伝子発現への影響に関する実験研究において遺伝子レベル (DNA) でフッ化物の影響を探索したものであった。この研究においてフッ化物が骨系細

胞の分化誘導に寄与していること、遺伝子発現において異種タンパクの発現が有意でないことを示唆していたことは、今後の他の動物の骨系細胞においても追試され、人への外挿した場合のメルクマークとなる可能性を示唆していると考えられる。さらに、田中報告 (冊子第 3 章 5 節) ではフッ化物の分子生物学的検討を行っている。

水道水フッ化物添加の影響は、添加されフッ化物が微量であり日常食品からのフッ化物摂取よりも低い濃度のこともある。したがって、世界的にみると総フッ化物濃度として 0.5—1.0 mg/L (WHO 推奨レベル) の範囲にある。骨組織におよぼす benefits (有益性) または risk (障害性) を継続的に検証する長期間にわたる疫学的な研究展開が望まれる。さらに筒井報告 (5) は、フッ化物の全身的応用に伴う審美的副作用としての歯のフッ素症の社会的受容の可能性を実際に「歯のフッ素症」の各レベルを一般市民に視覚的判定を尋ねている。歯のフッ素症という審美的副作用に対して心理的なリスク低減をいかに図るかという課題において、マイルド (軽微) までの呼称を変えることもひとつの案である。そのためにも飲料水フッ化物濃度と齲蝕罹患に関する疫学的調査研究において「歯のフッ素症」の診断基準が種々の基準採用によって、フッ化物由来の歯のフッ素症とエナメル白斑との区別が曖昧となって正確な比較と精査が困難になりつつあるので。国際共同によって「歯のフッ素症の鑑別診断基準」とその呼称を再考することも今後の課題である。

フッ化物摂取量の基礎データに関して

は、母乳中フッ化物濃度が偏りの少ない試料を用いての分析結果が示され、日本における乳児のフッ化物摂取基準のためのデータとなるであろう。

フッ化物の局所応用（フッ化物歯面塗布、フッ化物洗口、フッ化物配合歯磨剤など）において、洗口・塗布・歯磨き時にわずかながら嚥下されて体内に摂取されるフッ化物も考慮した「フッ化物の一日総摂取量」を現時点でのフッ化物定量分析法に基づいて明らかにすることが本研究班の使命の一つでもあった。

第4章1節から4節ならびに第5章1節から3節までにおいて「日本における年齢別のフッ化物摂取量」としてまとめている。そこでは、わが国における乳児から幼児、児童における一日フッ化物摂取量を推定することが要請に答えた研究である。これに関連してフッ化物の栄養学的な観点からの「フッ化物の許容上限摂取量」の策定には、米国学術会議で提唱された「歯のフッ素症発現防止のためのフッ化物摂取の上限基準値：UL (Tolerable Upper Intake Levels) 摂取許容量」と生涯を通した一日フッ化物適正摂取量 AI (Adequate Intake) がある。年齢群別の飲食物からのフッ化物摂取量については(1)乳児(母乳と調製粉乳)、(2)幼児(3歳～6歳：陰膳食法とMarket-basket方式)において試算した。さらに水道水フッ化物濃度を考慮したフッ化物摂取量の見積もりも推定した。しかしながら、今後の課題としては、食品分析の対象となる被験者の対象者数と地域分布を考慮した分析が必要である。また栄養素の観点からは日常食からのフッ化物摂取量の算定を容易にするために

は国民栄養調査成績における食品群別のフッ化物含有量のデータベース作成が急がれるが、息の長い研究として実施されることが望まれる。

齲蝕予防のための生涯を通した水道水フッ化物添加法または水道水フッ化物濃度調整法 water fluoridation は、1945年に米国ミシガン州ランド・ラピズ市において1.0 mg/Lで開始されて以来、世界的にみると現在約60か国3億6千万人以上の人々に普及している。WHOは上水道水のフッ化物濃度の世界的な上限値を1.5 mg/Lとし(わが国の厚生労働省の水質基準は0.8 mg/L)、齲蝕予防を目的とした上水道フッ化物濃度を0.5～1.0mg/Lを推奨している。

フッ化物の至適濃度(optimal fluoride concentration)の設定には、いくつかの要件がある。(1)飲料水の天然フッ化物濃度の確認、(2)その地域の気温と気温による飲水量(北緯または南緯の緯度)の確認、(3)日常の飲食物からの年齢層別一日フッ化物摂取量の確認、(4)地域フッ素症指数(Community Fluorosis Index: CFI)の確認などである。すなわち、適正フッ化物摂取量に基づいた至適フッ化物濃度の設定である。筒井報告(第2章1節)はそれらの指標を用いて日本異における疫学調査による齲蝕抑制効果を総括したものであり、至適フッ化物濃度設定のための資料となることが期待される。

しかしながら、わが国の上水道フッ化物濃度は0.8ppm以下に定められているのでその整合性をとるにはやはり、リスクコミュニケーションによる合意を得なければならないであろう。すなわち齲蝕

予防効果の程度とフッ化物濃度設定の兼ね合いの問題が浮上してくると考えられる。

これまでの研究班のフッ化物摂取量に関する研究は、「フッ化物の医学的評価」、「歯のフッ素症の鑑別診断基準」、「乳児から成人までのフッ化物摂取量の基礎資料作成」「食品別フッ化物濃度一覧作成」によって、フッ化物応用であるフッ化物洗口、フッ化物歯面塗布、フッ化物配合歯磨剤そして、水道水フッ化物添加による濃度設定について評価することであった。この課題に答えるために、第5章 食品中フッ化物分析値(2節と3節、および資料1)を収載したが、国民栄養調査に掲載できるほどの食品フッ化物含有量の調査数にはるかに達していない継続的な調査研究が望まれる。さらに他のフッ化物応用剤のフッ化物摂取に対する寄与を見込んで総フッ化物摂取量を評価したものが、「日本における摂取量と健康」第4章3節(村上報告)と第6章の佐久間報告であり、他製剤からのF量の見込んだ推定値が参考になる。

総じて、「日本における摂取量と健康」(冊子)は、(1)フッ化物を医学的観点、(2)疫学調査によるフッ化物による齲蝕抑制効果と歯のフッ素症、(3)フッ化物の栄養学的観点からまとめたものであるが、いまだ十分に考究されていない研究課題も残されており、生命科学的観点にたって今後も引き続き検討する必要がある。

(5) 歯のフッ素症および非フッ素性エナメル斑、う蝕などの口腔内写真を使った審美性評価研究—一般主婦による評価—

一般の主婦を対象とした「歯のフッ素症」診断鑑別別の視覚判断における受容は、専

門家の審美評価と同じ傾向を示した。一般の人々の評価と専門家の評価を総合すると、いずれも Moderate (中等度) 以上の歯のフッ素症は、審美的に問題があると判断しており、“症”という表現も妥当だと考える。しかしながら、Mild (軽微) 以下のものについては、歯のフッ素“症”という呼称をやめて“フッ素性軽度エナメル斑”等の新たな呼び名を検討すべきであろう。したがって、フッ化物摂取の UL を決める際にはこの点も考慮する必要がある。

(6) 3-5 歳児における陰膳食法によるフッ化物摂取量とその他ミネラル摂取量 (Ca, Mg, K, Na, Fe, Zn, Mn, Cu) および食品群別摂取量の関連

陰膳食法による日本における幼児の栄養素摂取量の報告はほとんどない。フッ化物の食事摂取基準を設定していくにあたり、微量元素の摂取状況や食品群の摂取状況と合わせて日本における幼児の食事の傾向を把握することは重要である。

(7) 換気式微量拡散法による食品中フッ化物濃度測定

閉鎖系の反応槽内で食品を攪拌しながら酸による拡散反応を、泡の発生をおさえながら継続して測定することができた。本方法の特徴は、①高い精度、②迅速測定、③反応経過を追った測定が可能、④汎用性である。今後さらに種々の食品を対象に、F⁻濃度を測定していく予定である。生体試料など低濃度、少量のサンプルに対して、精度を高めるために、フッ化物の濃度測定をイオン電極法からフローインジェクション法に変更するなどの検討を行う。また、本方法の特徴である、生体利用能の研究を行

うためには、一定時間後における微量拡散反応途中での回収率の高い再現性が不可欠であるので、これらの点も確認してゆく予定である。

以上のように本研究を総合的に考察し、論述してきたが、「日本におけるフッ化物の栄養摂取量と健康」は、冊子として刊行することができたが、この内容をさらに精緻にするためには、栄養学からみてフッ化物摂取基準における EAR（平均推奨必要量）を如何に解釈するかという課題が残されている。栄養学者の参画による討議と検討が望まれるところである。

E. 結論

平成 12 年～17 年度におけるフッ化物の栄養所要量と健康に関する研究成果にもとづいて「日本におけるフッ化物摂取量と健康」（フッ化物摂取基準策定資料）を冊子として作成した。本資料は、日本におけるフッ化物摂取基準策定において検討材料として利用されるものと期待される。さらにフッ化物摂取量と歯のフッ素症を新しい BMD 法で評価することができたことは、学際領域での研究者間におけるフッ化物応用の理解を促進するものと考えられる。

F. 文献

- 1) フッ化物の適正摂取量と水道水フッ化物添加の技術的安全性の検討班：「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」（H12-医療-003）、平成 12 年度研究報告書：9- 105 頁、2001 年 4 月。
- 2) フッ化物の適正摂取量と水道水フッ化物添加の技術的安全性の検討班班：「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」（H12-医療-003）、平成 13 年度研究報告書：7- 96 頁、2002 年 4 月。
- 3) フッ化物の適正摂取量と水道水フッ化物添加の技術的安全性の検討班：「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」（H12-医療-003）、平成 14 年度研究報告書：9- 102 頁、2003 年 4 月。
- 4) フッ化物の栄養所要量と健康班：「フッ化物応用による歯科疾患の予防技術評価に関する総合的研究」（H15-医療-020）、平成 15 年度研究報告書：9- 103 頁、2003 年 4 月。
- 5) フッ化物の栄養所要量と健康班：「フッ化物応用による歯科疾患の予防技術評価に関する総合的研究」（H15-医療-020）、平成 16 年度研究報告書：13- 95 頁、2003 年 4 月。
- 6) フッ化物の栄養所要量と健康班：「フッ化物応用による歯科疾患の予防技術評価に関する総合的研究」（H15-医療-020）、平成 17 年度研究報告書『フッ化物の栄養所要量と健康』2006 年 4 月。

F. 研究発表

研究発表

学会発表

1. Tanaka S.: A New York Academy of Sciences Meeting “Skeletal development and remodeling in health, disease & aging” (2005.5.18-21) New York: Session I, BONE CELL FORMATION ANS FATE “Regulation of the life and death of the osteoclast”
2. Tanaka S.: 2nd Asian Osteoporosis

- Forum (2005.9.3-4) Tokyo. Session 3: Bone & Other Disease States "Rheumatoid Arthritis and Bone"
3. Goshima M, Murakami T., Nakagaki H., Shibata T. and Nishimuta M.: Fe, Zn, Mn and Cu Intake in Japanese Pre-School Children. (53th JADR Congress, November 26-27, 2005. Okayama, Japan).
 4. Murakami T., Narita N., Nakagaki H., Shibata T., Goshima M., Robinson C.: Sucrose and Glucose Intake in Japanese Pre-School Children. *Caries Research*, 39: 292 2005. (52th ORCA Congress, July 6-8, 2005. Indianapolis, Ind., USA).
 5. 飯島洋一、古賀 寛、眞木吉信、高江洲義矩：Benchmark Dose法を用いた歯のフッ素症発現に関する解析、*口腔衛生学会雑誌* 55(4):322, 2005. (第54回日本口腔衛生学会総会・東京)
 6. 平田幸夫、荒川 浩久、川瀬俊夫、他：フッ化物効果の基礎的研究(その1) ラット骨髄由来間葉系細胞の骨芽細胞分化への影響、*口腔衛生学会雑誌* 55(4):354, 2005. (第54回日本口腔衛生学会総会・東京)
 7. 川瀬俊夫、荒川 浩久、平田幸夫、他：フッ化物効果の基礎的研究(その2) ラット骨髄由来間葉系細胞の遺伝子発現における影響、*口腔衛生学会雑誌* 55(4):355, 2005. (第54回日本口腔衛生学会総会・東京)
 8. 板井一好、西牟田守、児玉直子、吉武裕、坂田清美、岡山 明：一定レベルのフッ素食摂取時のフッ素の出納について、*日本公衆衛生雑誌* 52(8):998, 2005. (第64回日本公衆衛生学会総会・札幌)
 9. 田口千恵子、小林清吾、他：独自に開発した換気式微量拡散によるフッ化物定量法の測定精度、*日大口腔科学* 28:5-6、2002.
- 論文発表
1. Tanaka S. Intracellular signal transduction pathways: good therapeutic targets for joint destruction in rheumatoid arthritis. *Mod Rheumatology* 2005, 15:19-27.
 2. Tanaka S, Takahashi N, Nakamura K, Suda, T. Role of RANKL in physiological and pathological bone resorption and therapeutics targeting RANKL-RANK signaling system. *Immunological Review* 2005, 108:30-49.
 3. Tanaka S, Suzuki H, Yamauchi H, Nakamura I and Nakamura K. Signal transduction pathways of calcitonin/calcitonin receptor regulating cytoskeletal organization and bone-resorbing activity of osteoclasts. *Cellular and Molecular Biology* 2005 in press
 4. Tanaka S, Miyazaki T, Fukuda A, Akiyama T, Kadono Y, Wakeyama H, Kono S, Hoshikawa S, Nakamura M, Ohshima Y, Hikita A, Nakamura K. Molecular mechanism of the life and death of the osteoclast. *Ann N Y Acad Sci* in press.

協力研究者

飯島 洋一

長崎大学医歯薬学総合研究科助教授

板井 一好

岩手医科大学医学部衛生公衆衛生学
助教授

川瀬 俊夫

神奈川歯科大学歯科生体工学教授

佐久間汐子

新潟大学歯学部医歯学総合研究科講師

佐藤 勉

日本歯科大学衛生学助教授

筒井 昭仁

福岡歯科大学口腔保健学助教授

平田 幸夫

神奈川歯科大学社会歯科学教授

村上多恵子

愛知学院大学歯学部口腔衛生学講師

班員外研究協力者

米久保明得

明治乳業(株)栄養学研究所 部長

表1 「日本におけるフッ化物摂取量と健康」(冊子)の構成

<p>第1章 微量元素の栄養摂取量の考え方(西牟田守)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 微量元素の食事摂取基準(最低必要量、所容量) <ol style="list-style-type: none"> 1.1 食事による摂取量と補足量(総摂取量)と欠乏指標から EAR を算定する方法 1.2 出納法により EAR を算定する方法 2. 微量元素の食事摂取基準(目安量) 3. 微量元素の食事摂取基準(上限量) 4. フッ化物の食事摂取基準作成上の問題点
<p>第2章 フッ化物の齶蝕抑制効果と健康リスク評価</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1 疫学調査によるフッ化物の齶蝕抑制効果(筒井昭仁) <ol style="list-style-type: none"> 1 わが国におけるフッ化物摂取目安量 AI 2. フロリデーシヨンのリスク発現閾値 UL <p>まとめ</p> 2.2 フッ化物の健康リスク評価(飯島洋一) <ol style="list-style-type: none"> 1. フッ化物の有害性の同定 2. フッ化物の量と反応関係の評価 3. フッ化物の暴露評価 4. フッ化物のリスク判定 <p>まとめ</p> 2.3 歯のフッ素症発現に関する Benchmark Dose 法による評価(飯島洋一) <ol style="list-style-type: none"> 1. BMD 解析方法 2. BMD 解析結果 3. BMD 解析結果の解釈 <p>補録</p>
<p>第3章 フッ化物の医学的評価</p> <ol style="list-style-type: none"> 3.1 フッ化物の全身への影響ーシステムティックレビューを中心としてー(田中 栄) <ol style="list-style-type: none"> 1. フッ化物の骨折および骨発達に対する影響[1-16] 2. 癌発生、死亡との関係[17-27] 3. 骨肉腫、および骨関節悪性腫瘍発生との関係[21,28-35] 4. Down 症発生との関係 (http://www.biomedcentral.com)[36-42] <p>まとめ</p> 3.2 フッ化物の骨組織に対する影響(田中 栄) <ol style="list-style-type: none"> 1. フッ化物の急性毒性 2. フッ化物の骨組織への影響 3. 骨粗鬆症治療薬としてのフッ化物 4. 水道水フッ化物添加と骨折 <p>まとめ</p> 3.3 フッ化物の細胞レベルでの生体感受性評価(佐藤 勉) <ol style="list-style-type: none"> 1. フッ化物の生体に対する安全性 2. 細胞レベルでの評価方法 3. フッ化物の感受性評価 <p>まとめ</p> 3.4 フッ化物によるラット骨髄由来細胞の骨系細胞への分化誘導と遺伝子発現への影響(川瀬俊夫、平田幸夫) <ol style="list-style-type: none"> 1. DNA チップによる毒性試験 2. フッ化物による骨系細胞への分化誘導 3. 全遺伝子発現への影響 <p>まとめ</p> 3.5 フッ化物の骨組織に対する作用の分子生物学的研究(田中 栄) <ol style="list-style-type: none"> 1. フッ化物の骨芽細胞への作用機序仮説 2. フッ化物の骨細胞石灰化に対する作用ー評価方法ー 3. 評価結果 <p>まとめ</p>
<p>第4章 日本における年齢群別のフッ化物摂取量</p> <ol style="list-style-type: none"> 4.1 乳児のフッ化物摂取量ー母乳栄養と人工乳栄養からの推定ー(西牟田守・板井一好、古賀 寛) <ol style="list-style-type: none"> 1. 乳児のフッ化物摂取量の要素 2. 母乳のフッ化物濃度 3. 調製粉乳のフッ化物濃度 4. 離乳食のフッ化物濃度 5. 乳児の食事摂取量 6. 乳児の一日フッ化物摂取量 7. 考察 <p>まとめ</p>

表 1 続き

4.2	乳児のフッ化物摂取量 (村上多恵子、中垣晴男、西牟田守、古賀 寛)
	はじめに
	1. 日本の乳児におけるフッ化物摂取量
	2. 世界の幼児における食事からのフッ化物摂取量
	まとめ
4.3	フロリデーションによる幼児のフッ化物摂取量の試算 (村上多恵子、中垣晴男、西牟田守、古賀 寛)
	1. フロリデーションによる幼児のフッ化物摂取量の試算
	2. 調理によるフッ化物の損失
	3. 米国 DRIs を基準にしたフッ化物摂取量の評価と上水道至適フッ化物イオン濃度
	まとめ
4.4	飲料水中フッ化物濃度が異なる 2 地域の小児における食事からのフッ化物摂取量 (佐久間汐子)
	1. フッ化物摂取量調査地区および対象者
	2. 地域別、年齢別のフッ化物摂取量の比較
	3. フッ化物摂取量の妥当性と比較
第 5 章 食品中フッ化物分析値	
5.1	微量拡散による食品中フッ化物分析法の検証—コラボレーションスタディー— (古賀寛、村上多恵子、戸田直司、西牟田守)
	1. 微量拡散—F イオン電極法のコラボレーションスタディ (検証項目)
	2. 微量拡散容器の構造と原理 (表 1)
	3. 灰化を行わなかった微量拡散法による食品中 F 濃度の比較 (表 4)
	4. 灰化と灰化を行わなかった微量拡散法による食品中 F 濃度の比較 (表 5)
	5. フッ化物添加回収実験 (表 6)
	まとめ
5.2	食品中フッ化物分析 I—海産物のフッ化物分析— (戸田直司、荒川浩久)
	1. 分析試料および方法
	2. 魚肉のフッ化物含有量
	3. 考察
	まとめ
5.3	食品中フッ化物分析 II—market-basket 方式による調査— 3~6 歳児のフッ化物摂取量(DFI)の評価試案 (古賀 寛)
	1. 食品とフッ化物摂取量評価
	2. 食品のフッ化物濃度
	3. 3~6 歳児の食品からのフッ化物摂取量
	4. market-basket 方式と実際の総フッ化物摂取量
	5. 栄養学から見たフッ化物摂取の論点
	まとめ
資料 1 食品中フッ化物含有量 (友松ら、1976)	
第 6 章 日本人における飲食物からのフッ化物摂取量に関する文献的考察 (佐久間汐子)	
	1. 既調査報告の分類
	2. 食品中のフッ化物濃度
	3. 日本人のフッ化物摂取量飲食物からのフッ化物摂取量
	4. 考察
	まとめ
第 7 章 日本における成人のフッ化物代謝—低濃度フッ化物飲料水による評価— (古賀 寛、佐藤勉、西牟田守)	
	1. ヒューマンスタディによるフッ化物代謝
	2. 成人のフッ化物代謝
	3. 乳児のフッ化物代謝
	まとめ

厚生労働科学研究費補助金（医療技術総合評価研究事業）

分担研究報告書

Project-1(2) 地域自治体におけるフロリデーション事業の展開

—地域住民の学習活動—

分担研究者 小林清吾 日本大学松戸歯学部教授

主任研究者 眞木吉信 東京歯科大学衛生学教授

研究要旨：下仁田町におけるフロリデーションの実施を目指した住民学習活動の経緯を報告する。活動基盤となる保健政策として、平成16(2004)年3月、「下仁田町におけるフロリデーションの推進に関する提言」がある。学習活動媒体としてフッ化物添加モデル装置が開発され、本装置の稼働実績及びその作動精度が検討された。この装置は日本製部品で作製され、町保健センターに設置されている。現在、保健センター内での飲用体験とボトルでの提供をはじめとして、町内の歯科医院、薬局、整骨院などで飲用体験ができるようになってきている。調整フッ化物濃度を0.8ppmFに設定した場合、6回の調整稼働例で、平均0.81ppm(Fイオン電極法)、CV値0.99%であった。また、市販浄水器のフッ化物通過率を検討したところ、400 μ l通水後ではほぼ100%であった。保健推進員を中心とした学習活動として、平成16年以来、フッ化物とフロリデーションに関する学習会が年1、2回開かれている。平成17年春、日本大学松戸歯学部でのフロリデーション装置の視察研修を行った。また、保健推進員が主体となり住民が集う場を活用して手作りポスター等の掲示物を用いた住民学習活動が展開されてきた。さらに行政の発行する広報「しもにた」を通じて情報発信するとともに、リーフレット「みんなのためのむし歯予防方法：フロリデーション」を作成、全戸に配布し理解を深める活動を行った。保健推進員に対してフッ化物応用に関する基本的な知識の習得レベルを調査した。12の質問項目のうち、正答率80%以上の項目数は、一般女性の2項目に対し保健推進員では10項目であった。中でも、「質問：フロリデーションは安全だと思いますか」では、「はい」の回答が推進員では93%に達したが、一般女性では53.7%で、「わからない」の回答が29.9%であった。一般に比べ推進員の知識の習得が進んでおり、地域における住民学習活動のリーダーとして活躍することが期待される。また平成17年11月、町の健康祭でフロリデーション水の飲用を体験した住民(174名)に対し、飲用後の感想について質問紙調査を実施した。「質問：いつも飲んでいる水と比べて味はどうでしたか」では、「おいしい」または「変わらない」と回答した人が96%を占め、「質問：また飲みたいですか」では、「また飲みたい」または「どちらでもよい」が97%を占めた。フロリデーション水は味覚を初めとする感覚および心理的にも住民に好ましく受け入れられていた。

A. 研究目的

わが国の一地区で水道水フッ化物濃度調整（フロリデーション）の実施を実現することを目的とし、正しい理解に導くための住民学習活動を展開してきた。I. 歯科保健政策の立案、II. 学習媒体としてのフッ

化物添加モデル装置の活用、III. 保健推進員を中心とする住民学習活動、IV. 質問調査法による知識・意識の評価、これら4つの課題について活動の経緯を報告する。

B. 研究方法

対象地区は群馬県甘楽郡下仁田町。当町ではフッ化物利用を含めた長年の地域保健活動が行われ、小児においてう蝕予防の実績が高く現われており、フッ化物利用に関する理解も比較的高い地域である。

課題Ⅰ. について、町行政、専門団体、住民組織など関係団体の動きを追って今までの記録を整理し、下仁田町における歯科保健政策立案の経過をまとめた。

課題Ⅱ. について、フッ化物添加モデル装置を設計開発し、本装置の稼動精度を評価した。ポケット簡易水質計（スパンズ・ジルコニウム比色法）、およびF電極法により重ねてチェックした。なお、フッ化物添加モデル装置は町保健センター内の1階に設置され、1階（蛇口1箇所、ウォータークーラー1箇所）、2階（給食室蛇口1箇所、給水器）、3階（ウォータークーラー1箇所）でフロリデーション水が試飲できる。また、町内の2歯科医院、2薬局、1整骨院において、フロリデーション水の試飲ができることになっている。また、フッ化物添加装置で0.8ppmFに調整された貯水タンクの蛇口に新品のカートリッジを装着し、各浄水器によるフッ化物の通過率を調査した。すなわち、浄水器を通す前の0.8ppmFに対する通過後のF濃度との比較から、通過率（100%－除去率）を求め、以下の結果が得られた。今回用いた浄水器の濾材は、中空糸膜と活性炭（粒状、繊維状、銀添着）を組み合わせたものが5種：①エミネント、②アルカリ整水器Ⅱ、③ピクシィ・プロ、④カセッティ、⑤レギュラーカートリッジ、他に、活性炭、不織布と多孔質平膜の組み合わせが1種：活水王、あった。

課題Ⅲ. について、町の保健センター活動日誌、関連委員会記録、広報「しもにた」の記録、及び当研究班の記録をもとに、今日までの住民学習活動実績を整理した。

課題Ⅳ. について、フロリデーションに関する知識・意識を評価するため、平成15年度(31名)、17年度(56名)の推進員および16年度健康祭に参加した者（以下、一般女性）147名を対象に、フロリデーションに関する質問紙調査を行った。推進員対象の質問紙調査は、フッ化物応用に関する学習会の後で行われた。質問項目（表1）は、①フッ素は自然界に存在していると思いますか、②海水に存在していると思いますか、③食品の中に存在していると思いますか、④フッ素入り歯磨き剤を知っていますか、⑤フッ素洗口を知っていますか、⑥フロリデーションを知っていますか、⑦フッ素の予防法はむし歯予防効果があると思いますか、⑧高齢者の歯の健康に効果があると思いますか、⑨フロリデーションのフッ素濃度は次のどれですか、⑩フロリデーションは安全だと思いますか、⑪フロリデーションの一人あたりの費用は次のどれですか、⑫フッ素利用を認めている世界の専門団体のおおよその数は次のどれですか、の12項目である。項目①②③⑦⑧⑩は、「はい、いいえ、わからない」、④⑤⑥は「はい、いいえ」、⑨⑪⑫は該当する数字を選ぶ（3択）形とした。

また、平成17年11月に開催された下仁田健康祭に参加し、フロリデーション水を飲んだ後、自己記入式の質問紙調査に回答した174名（年齢10歳未満～80歳代）を対象とした。なお、健康祭の参加者は約400名（主催者発表）という。質問紙調査では、回答は全

て選択肢形式であり、質問内容は、①年齢（10歳刻み）、②性別、③フロリ水を飲みましたか（一杯・二杯以上）、④いつも飲んでいる水と比べて、味はどうでしたか（おいしい・変わらない・おいしくなかった）、⑤また、飲みたいですか（飲みたい・どちらでもよい・飲みたくない）、⑥保健センターにフロリ水を汲みに来ますか（汲みに来たい・汲みに来ない・わからない）の6項目である。

C. 結果及び考察

I 歯科保健政策立案の経緯

平成14(2002)年11月、下仁田町健康づくり推進協議会は「健康下仁田21計画」を策定した。平成15(2003)年11月4日、同町長より「フッ化物応用への学術支援要請」が日本口腔衛生学会に提出された。平成16(2004)年3月22日、健康しもにた21「8020」推進委員会より、「下仁田町におけるフロリデーションの推進」に関する提言が、下仁田町健康づくり推進協議会に提出された。当協議会は、町内で開業する歯科医師(3名)、医師(3名)、薬剤師(4名)、県・郡市歯科医師会(4名)、保健事務所長(1名)、保健センター職員(4名)、歯科大学(3名)で構成されている。さらに、平成17(2005)年2月8日、同町長は「水道水フッ化物調整に関する技術支援」を厚生労働省に要請し、平成17(2005)年2月15日(医政歯発第0215001号)、厚生労働科学研究班を通してその支援を受けることとなった。フロリデーション啓発のためのモデル装置が完成し、平成17(2005)年9月30日、「フロリデーションモデルを活用した啓発活動について」打合会がもたれた。平

成18(2006)年2月22日、下仁田町フロリデーション推進協議会は、「フロリデーションの普及をめざした啓発活動の推進に関する陳情書」を下仁田町議会の議長および下仁田町長宛に提出した。同じく2月23日、富岡甘楽歯科医師会は、「下仁田町保健センターへの歯科衛生士の配置についての要望書」を町長宛に提出した。陳情書については、下仁田町議会・社会常任委員会、平成18(2006)年3月10日開催、において委員5人の全員一致で趣旨採択となった。

II フッ化物添加モデル装置開発と作動精度

平成17(2005)年7月6日装置の設置が完了した。装置の各部品は日本製であり、総費用は約200万円であった。本システムはアップフロー飽和溶液注入装置を小型化したものであり、実際に地域でフロリデーションを行う際は、飽和溶液生成装置(サチュレーター)と連動させることになる。今回は極小規模のモデルであることから、添加に必要なフッ化物飽和溶液がわずかであるため、サチュレーターは別になっている。今回は蒸留水を用いてNaF飽和溶液を作成した。本来、飽和溶液の作製のために用いる水は、硬度が50ppm以上の場合、軟水化する必要があるとされている¹⁾。下仁田町水道水の硬度は52ppmで、境界レベルであるが、地域でのフロリデーションに際しては軟水化処理が必要となる。また、本装置開発の目的は、フロリデーションに対する正しい知識の普及と効果的な学習活動の媒体としてのものであり、一地域での活用が終えた時点で他地域に移動して活用できるように、装置全体はキャスター付台に設

置されている。装置全体はアクリル板で被われ、内部の観察ができるように、アクリル板は透明とした。

装置が日常的に稼働している一定期間において、0.8ppmをターゲットとして操作盤の条件を変えずに6回の調整作動を行ったところ、以下の結果となった。調整水をポケットフッ素計で測定：6回のサンプルはいずれも0.8ppmFであった。同じ調整水をFイオン電極において測定：平均±SDは0.81±0.008ppmFであった。ちなみに、原水である水道水（調整前水道水）をFイオン電極において測定した結果の平均±SDは、0.047±0.00038 ppmFであった。このことから、本装置は精度よくフッ化物を調整していることが確認できた。

装置の稼働は、通常週2回とした。調整作業は主に水道課経験のある保健センターの職員、保健師、町内在宅歯科衛生士（本研究班で雇用）が協力して行った。稼働のたびごとに、期日、NaF溶液の使用量、ショット数、調整水量、カウント数、F濃度を記録した。平成17(2005)年11月3日の健康祭を機会に、希望者にはペットボトルによる提供を開始した。センター内外における学習会、講演会などでもペットボトルでの提供を行っている。町内歯科医院3箇所、町内薬局3箇所、町内整骨院1か所でウォータークーラーが設置され飲用体験が可能となっている。歯科医院等への配布は在宅歯科衛生士の業務とした。今後、町内の人々が集合する場所、例えば、行政窓口、医院、金融窓口での飲用体験や各自宅での飲用者の増加のために各責任者への理解協力を求める必要があると思われる。

フッ化物添加装置で0.8ppmFに調整され

た水を浄水器に通したところ、以下の結果が得られた。10ℓ通水後の通過率は、低いもの（エミネント）で91.5%、その他は95%～116%の通過率を示した。中でもアルカリ製水器Ⅱでは、100%以上で、フッ化物が増加している結果となった。これは、浄水器に使用されている材質からのフッ化物の流出が考えられた。400ℓ濾過後の通過率は、ほぼ100%通過している。各浄水器の濾材交換目安はそれぞれ異なっているが、10ℓ/1日使用で約3ヶ月間（約1,500ℓ程度の使用）を目安としているものが多い。400ℓでほぼ100%通過していることから、日常的な条件で、フッ化物濃度に与える浄水器の影響はほとんどないものと考えられた。一方、これら浄水器はいずれも、残留塩素については効率よく除去されていた。

Ⅲ 住民学習活動の実績

フッ化物添加モデル装置が設置される以前より、住民が集まる機会、たとえば平成17年2月の下仁田町制50周年記念式典や「下仁田町健康祭」などの際にフロリデーション啓発活動が行われてきた。その際に、推進員は保健関係者と協働して、企画と運営に参画した。

- ① 企画会議への参加
- ② ポスターなど掲示物の作成
- ③ ポスターの展示と設営
- ④フロリデーション水の準備と試飲案内
- ⑤住民参加者へのフロリデーションの説明

推進員は来場者に対して、フッ化物添加モデル装置で作成されたフッ化物濃度調整水に関する説明並びに試飲の介助の役割を果たした。さらに、推進員が本会場のフッ化物の働き、フロリデーションに関するパ

ネルの作成にあたり、フロリデーションの恩恵、安全性、経済性などについて来場者への的確なフロリデーションに関する情報提供に貢献した。歯と口の健康づくりに有益なフッ化物とフロリデーションに関する学習とフロリデーションの実際を学んだ保健推進員が来場者にフロリデーションが子どもから高齢者に至るすべての住民の生涯にわたる歯の健康づくりに安全かつ恩恵をもたらすことを強調した。このようなフロリデーション学習プログラムによって、保健推進員の知識の獲得ならびに理解度の向上に止まらず、住民とフロリデーション情報を共有する新たなネットワークを確立できるものと考えられた。

平成17年7月の広報「しもにた」で、“フロリデーション水を飲みに保健センターへお出かけ下さい！”という記事が掲載された。次いで、11、12月と平成18年1月号の広報「しもにた」で、以下テーマにより3回シリーズで、啓発記事が掲載された。

特集『フッ素』について知ろう！！

一歯の健康づくりとフッ素

①フッ素はともだち、自然が教えてくれたフッ素の適正な濃度

②フッ素は歯と骨の健康にとって、なくてはならない栄養素

③みんなで上手にフッ素を利用してむし歯を予防しよう。

また、平成17年1月には、群馬県仁田町と（社）富岡甘楽歯科医師会発行、日本口

腔衛生学会監修によるパンフレット「フロリデーション：水道水フッ化物濃度調整」が町の全戸に配布された。フッ素は自然界のあらゆる物に含まれる元素であり、フッ素の利用は、60年の歴史をもつ世界の常識であり、フロリデーションの事実と現状について明記したものである。

IV 住民の知識・意識調査

表1に各年度の推進員および一般女性における質問紙調査の正答者数(率)を示す。正答率80%以上の項目は、一般女性では2項目(質問④⑦)に対し、推進員では10項目と基本的知識が習得されていることが示された。なお、推進員で80%に満たなかった質問⑨⑫は、いずれも数値の回答を求めるもので、一般女性では20%以下と極端に低い質問項目であった。フロリデーションの安全性に関する質問⑩では、推進員では両年度共に「はい」の回答が90%を越えたが、一般女性では「はい」は53.7%で、「いいえ」6.1%、「わからない」が29.9%であった。推進員の経験年数は短い人で1年、長い人で2年である。受講直後の結果とはいえ、一般女性との差は明らかで、地域のオピニオンリーダーとしての資質が期待される。推進員による住民への説明や指導の機会を設け、自らの知識を整理、統合する機会を増やすなど、地域に密着したオピニオンリーダーとして育成していくことが重要であろう。

表1. 保健推進員および一般女性に対する質問紙調査結果－正答者数(率)－

質問項目	保健推進員(女性)				健康祭(H16)参加女性 (n = 147)	
	平成15年度 (n = 31)		平成17年度 (n = 56)		正答者数	(%)
	正答者数	(%)	正答者数	(%)		
①	29	93.6	54	96.4	77	52.4
②	30	96.8	55	98.2	53	36.1
③	30	96.8	55	98.2	57	38.8
④	30	96.8	56	100.0	125	85.0
⑤	29	93.5	49	87.5	114	77.6
⑥	29	93.5	47	83.9	80	54.4
⑦	31	100.0	53	94.6	126	85.7
⑧	28	90.3	52	92.9	102	69.4
⑨	16	51.6	42	75.0	27	18.4
⑩	29	93.6	52	92.9	79	53.7
⑪	25	80.6	46	82.1	64	43.5
⑫	24	77.4	40	71.4	25	17.0

また、平成17年11月に開催された下仁田健康祭に参加し、フロリデーション水(以下、フロリ水)を飲んだ後、自己記入式の質問紙調査に回答した174名(年齢10歳未満～80歳代)の結果は以下のごとくであった。調査対象者の性別は、男性40名・女性120名・回答なし14名で、女性が約7割を占めた。年齢群構成では、70歳代の39名が最多で60歳代の32名、50歳代の29名が続き、50歳以上が約7割であった。質問:「2杯以上飲んだ」と回答した人は10名(5.7%)であった。「おいしい」を選択した人が104名で最も多く、「変わらない」を加えると96%に達した。「また飲みたい」が124名で最も多く、「どちらでもよい」45名を加えると97%に達した。「汲みに来たい」を選択した人は121名で約7割であった。以上より、フロリ水は味覚を初めとする感覚および心理的にも住民に好ましく受け入れられた。本調査の対象は50歳代以上が7割であることから、若者～壮年層の意見・

感想があまり得られていない。健康祭の後、歯科医院や薬局にも給水器が設置され、身近な場所でフロリ水を飲用することが可能になってきたので、全ての住民がフロリ水を体験していく中で、漠然とした不安が消え安心感に変わっていくことを期待したい。そして、住民にとって身近な存在である保健推進員が啓発活動の中心となり、正しい知識や情報の伝達に参与することが望まれる。本デモンストレーション・プログラムにおける学習活動の目的は、住民が自分たちの健康保持のため適正な保健行動を選択できるような判断力の育成である。

D. まとめ

下仁田町では、フロリデーションを目指した重要な政策決定と、これに基づく種々の住民学習とが実践されてきた。「フロリデーションの普及を目指した啓発活動の推進に関する陳情」が出され、議会内の委員会レベルで承認されたことは、フロリデー

ションに関する町の歯科保健プログラムが実現に向かって進行していることを示している。フッ化物添加モデル装置を活用した住民学習活動は、フロリデーションとは何かを理解する上で、具体的で分かりやすいものとなっていた。安全の科学が安心のレベルにつながるための媒体として有用性が高いと考えられた。このような保健推進員を中心とした学習活動は、フロリデーションに関する知識・意識の向上に確かな成果を挙げてきた。今後、一般住民を巻き込んだ学習活動が必要である。

謝辞：本地区におけるフロリデーションの実現を目指し、献身的なご努力を積み重ねてこられた、市川智且歯科医師はじめ地元の医師、歯科医師、薬剤師、歯科衛生士の皆様、鈴木いせ保健師、伊原よし江保健師をはじめとする下仁田町保健センター職員の皆様に深甚の感謝と敬意を表します。

F. 研究の背景となった参考文献

- 1) 眞木吉信：フッ化物応用の科学と実際，日本歯科医師会雑誌，56；1049-1064，2004.
- 2) 眞木吉信：厚生科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）研究報告書「フッ化物応用による歯科疾患の予防技術評価に関する総合的研究」91-95，2005.
- 3) 鈴木いせ，伊原よし江：医療の周辺から，

8020 達成への一歩は子どもから，フッ化物を用いた下仁田町のむし歯予防の取り組み，歯医者さんの待合室，2；48-56，クインテッセンス社，2006.

4) Green, L. W. and Kreuter M. W. : Health program planning: An educational and ecological approach, 4th edition, the McGraw-Hill Companies, Inc., 2005. (神馬征峰訳 (前半の一部) : 実践ヘルスプロモーション, 医学書院, 2005.)

G. 研究発表

1) 佐久間汐子，伊原よし江，小林清吾，田浦勝彦，八木稔，宮崎秀夫：健康しもにた 21「8020」推進学習会の活動評価－質問紙調査による－，口腔衛生会誌 55；497, 2005.

H. 知的所有権の取得状況

なし

協力研究者

八木 稔

新潟大学医歯学総合研究科助教授

佐久間汐子

新潟大学医歯学総合病院講師

班外協力研究者

田浦勝彦 東北大学医歯学総合病院講師

Project-2 フッ化物局所応用の予防技術検討と開発

初期う蝕診断とフッ化物の臨床疫学研究の展望

分担研究者 中垣 晴男 愛知学院大学歯学部口腔衛生学講座 教授

研究要旨：近年、う蝕という疾患とそれを取り巻く状況が大きく変化しつつある。欧米を中心にう蝕の有病は激減しており、それに伴う蝕の症状も軽症化し、う蝕の進行も緩徐化しているといわれている。その一方、潜在性う蝕(hidden caries)や歯根面う蝕が問題化してきている。う蝕は不可逆的に進行する蓄積性の疾患と考えられていたが、再石灰化の機構が明らかになるにつれて、この初期（早期）う蝕病変は進行を停止したり回復したりする動的なものと考えられるようになった。したがって、初期（早期）う蝕診断の場においては、エナメル質の表層下脱灰の状態、すなわち、う窩を形成していない状態である初期う蝕を診断し、進行を止めたり、再石灰化を促進することが大切になってきた。そこで、初期う蝕(C0, C1)に対して、う蝕活動性（リスク度）試験およびフッ化物臨床的応用により、保存修復を伴わない、う蝕管理指導システムの確立が必要である。

1.初期う蝕診断基準とフッ化物応用

表1はPitts(1997)¹⁾の図(図1)を利用してう蝕の診断域と管理法を示し、現状における日本の望ましいう蝕診断基準とその管理法を日本口腔衛生学会作業部会検討会(2000)がまとめたものである。

エナメル質表面に限局した小う窩が認められるう蝕(C1)やエナメル質にう窩がないか、白濁・白斑や着色が認められるう蝕(C0)を補助的初期う蝕診断法を利用した初期う蝕の診断と各種のフッ化物の応用法を用いて積極的予防管理をしていくことが大切である。

2.初期う蝕診断法の開発とその意義

初期(早期)う蝕診断を行う機器の開発研究についての近年の進歩が著しい。初期う蝕を早期に診断することは次のような意義がある。

- ①う蝕の白濁・白斑(white spot)とよばれる段階で診断(発見)し、フッ化物応用など適切な予防処置管理を行うことにより、進行を阻止、さらには再石灰化して、健康な歯面を確保すること。
- ②う蝕の臨床的な実質欠損を予防することにより、その後の費用がかかる処置をさけることにより、医療経済的(Cost-benefit)にメリットが大である。

③う蝕は不可逆(治らない)であるとしていた人々が自ら健康づくりに参加する機会ができる。

この分野はカリオロジー(う蝕学、Cariology)とよばれ、臨床家も関心が高くなってきている。現在のう蝕診断法は次のように大別される。

(1) 視診

- ①肉眼視診
- ②拡大視診
- ③歯間離開視診

(2) 触診

(3) 機器によるもの

①エックス線診断法(咬翼法、デジタル法、コンピュータ支援法)

②電気抵抗値測定法(ERM、ECM)

③超音波診断法

④赤外線カメラ法

⑤定量ファイバー光透過法(FOTI)

⑥ レーザー光蛍光法(DIAGUNOdent®)

⑦定量光誘導蛍光法(QLF)

3.第一大臼歯の咬合面における白濁・着色の年次推移

柘植(1999)²⁾は小学生第一大臼歯の咬合面を追跡した。その結果、学校保健におけるう蝕の要観察歯(CO)の判定の具体的指針を作るための基礎的研究として、1990(平成2)年度から1996(平成8)年度の間、岐阜県のN小学校に在籍した児童のうち、修復(充填)処置を受けていない173名の児童の第一大臼歯599歯の咬合面を口腔内カメラと反射鏡を用いて、半年もしくは1年間隔で撮影した。その写真より、小窩裂溝部を白濁の有無、着色の有

無、着色の範囲、歯垢付着の有無の4つの基準で分類し、年齢的推移を追跡した。その結果の概要と結論は次のようである。

(1)白濁は6歳で84.0~97.8%に認められ、8歳まで横ばいで推移し、9歳より減少した。

(2)白濁は8歳まで横ばいに推移し、9歳より11歳にかけて減少した。

(3)着色は6歳で26.0~42.0%に認められ、年齢とともに増加した。

(4)着色の程度別内訳は、6歳では薄茶色が大部分を占めたが、8歳以降、黒褐色、黒色の割合が増加し、11歳では黒色の割合が最も多くなった。

以上から、第一大臼歯の咬合面では、小学校低学年(6~8歳)で高頻度にみられる白濁と歯垢付着が、小学校高学年(9~11歳)では黒い着色の増加へと変化する。それはう蝕の進行ではなく、再石灰化の結果であろうと考えられ、この時期においては修復を急がず、予防管理を重視することが大切である。

4.GICからのフッ化物イオンのプラーク中へのリリースと離れた部位での再石灰化

山本(2005)³⁾は、in vivoにおける歯垢中のフッ化物やミネラル濃度の層別測定法を使用し、ガラスアイオノマーセメント中のフッ化物が歯垢内へも遊離され、その歯垢中に遊離したフッ化物がガラスアイオノマーセメントから離れた部位にある初期齲蝕病巣を起こしたエナメル質の再石灰化を促進するかを検討し以下のような結果を得た。

試験群、対照群の距離別のミネラル喪失

量 $\Delta Z(\text{vol}\% \cdot \mu\text{m})$ を比較すると試験群内において充填物からの距離に近い部位に優位にミネラル喪失量の減少が認められた。つまり充填物に近い部位でより多く再石灰化が進行している。

以上のことより、歯垢中のフッ化物の供給源は充填物(ガラスイオノマーセメント)であり、そこから遊離したフッ化物が、離れたところにある人工表層下脱会エナメル質の再石灰を促進し、その再石灰化量は充填物に近い程大きい。

5. 「初期う蝕管理料(案)」とフッ化物応用

以上より、初期う蝕診断、初期う蝕(CO, C1)は保存修復処置をしなくてう蝕活動性(リスク度)試験を用いて管理をしていくことにより、再石灰化を期待して歯の健康を維持していく管理システムが必要となる。以下は著者が考える初期う蝕管理指導システムの案である。

(1) う蝕管理指導料の新設(中垣案)⁴⁾

- ・ 初回初期う蝕診査検査料(200)
 - ・ 初期う蝕診査料(CO, C1)
 - ・ う蝕活動性試験(リスク度テスト)
- ・ 初期う蝕管理指導料(160)
 - ・ フッ化物処置、再石灰化療法、PTC
 - ・ 生活習慣指導
- ・ 根面う蝕管理指導料(160)
 - ・ フッ化物処置、再石灰化療法、PTC
 - ・ 生活習慣指導

(2) 「初期う蝕管理指導料」保険点数提案(中垣案)

- ・ C1、CO を修復処置をしないで、適切な予防管理指導をして、う蝕感受性の高い時期に対応する。
- ・ 永久歯萌出後

- ・ ~3年間: 年3回指導管理料(160)
- ・ 4~5年間: 年2回指導管理料(160)
- ・ 10%位の臨床量
- ・ 3年間で修復処置量(料)と同じ費用

6. 今後必要な臨床疫学研究

今後さらに次のような項目について検討していく必要がある。

- (1) 初期う蝕診断と管理指導に関する指針作成の研究
 - ・ 初期う蝕予防治療指針の作成
 - ・ 「初期う蝕指導管理料」案
- (2) う蝕活動性試験(リスク度測定)の指針・提言の研究
- (3) 修復物の長期追跡と費用効用分析
- (4) フッ化物徐放性修復物の長期調査
- (5) 歯の審美に関する基礎臨床研究
- (6) 歯科衛生士のう蝕予防処置法における役割分担研究

文献

- 1) Pitts N.B.: Diagnostic tools and measurements—impact on appropriate care. Community Dent Oral Epidemiol. 25(1):24-35. Review, 1997.
- 2) 柘植紳平: 学童の第1大白歯咬合面における白濁と着色の経年的推移. 口衛誌 49(3), 348-364, 1999.
- 3) Yamamoto K, Arai K, Fukazawa K, Fukui K, Nagamatsu K, Kato K, Nakagaki H, Robinson C: Effect of plaque fluoride released from a glass-ionomer cement on enamel. Caries Res, 39(2): 157-60, 2005.