

厚生労働科学研究費補助金  
医療技術評価総合研究事業

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研究  
(H12-医療-003)

平成 14 年度総括研究報告書

主任研究者 高江洲義矩

平成 15 年 4 月

## 序

本報告書は、平成14年度厚生労働科学研究「歯科疾患の予防技術・治療評価に関するフッ化物応用の総合的研究(H12-医療-003)」の総括研究報告書であります。フッ化物応用は、WHO（世界保健機関）をはじめ世界的な保健政策に位置づけられ実施されています。う蝕（むし歯）予防を目的とした疾病予防方法の一つであり、わが国において、このフッ化物応用研究課題を系統的小よびシステムティックに追求することができましたのは、本研究補助金による医療技術評価総合研究事業によるところが大であり、主任研究者として全研究員ならびに関係者にかわって謝意を表します。

平成12年度～平成14年度までの本研究課題は、歯科領域を中心としたフッ化物応用の総合的研究として継続されてきました。3カ年間にわたる研究範囲は、(1) う蝕予防を目的としたフッ化物応用にかかわる全身的背景としての食品からの天然フッ化物の摂取量の確認、とくに栄養所要量（Recommended Dietary Allowance, RDA）としてのフッ化物摂取の意義、(2) 日本以外で世界的な普及で実施されている水道水フッロリデーション（水道水フッ化物添加）が、近年わが国の地方自治体からの要請等があり、それに応えるための技術的・学術的検討、とくにわが国における適正フッ化物濃度基準（optimal concentration of fluoride）の確認と水道工学的装置等の検討、(3) フッ化物応用および天然フッ化物の摂取にかかわる全身的な影響、とくに骨粗鬆症とその他の全身性疾患および障害との関連性の確認、(4) フッ化物摂取に起因する歯のフッ素症の鑑別診断の再検討、(5) フッ化物局所応用（フッ化物洗口、フッ化物歯面局所塗布、フッ化物配合歯磨剤など）の作用機序の確認とガイドラインおよびマニュアルの作成、(6) 徐放性フッ化物歯科治療保存修復材の評価、(7) フッ化物応用に関する EBM および保健政策等の検討と新しい知見に基づくフッ化物応用展開の可能性についての検討となっております。

わが国の保健政策の一環として「健康日本21」、「健康増進法」による健康づくり運動が展開されております。健康増進（ヘルス・プロモーション）は、地域保健の観点からも支援なくしては展開されない実態があります。ここでいう支援とは、新しい時代における公衆衛生施策と環境整備であり、フッ化物応用は生命科学を基盤としたその具体的な手段の一つであります。

ここに、平成14年度の報告書をまとめることができましたことに、多くの関係各位に心から感謝を申し上げます。

平成15年4月 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  
フッ化物応用の総合的研究（H12-医療-003）」  
主任研究者 高江洲 義矩  
（東京歯科大学名誉教授）

厚生労働科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）

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研究  
(H12-医療-003)

平成 14 年度研究班

主任研究者

高江洲義矩 東京歯科大学 名誉教授

分担研究者

田中 栄	東京大学医学部附属病院整形外科	助手
西牟田 守	国立健康栄養研究所栄養所要量研究部	室長
中垣 晴男	愛知学院大学歯学部口腔衛生学	教授
川口 陽子	東京医科歯科大学大学院健康推進歯学	教授
安藤 雄一	国立保健医療科学院口腔保健部	室長
眞木 吉信	東京歯科大学衛生学	教授
古賀 寛	東京歯科大学衛生学	助手

厚生労働科学研究  
フッ化物応用の総合的研究班事務局

東京歯科大学衛生学講座

教授 眞木 吉信

助手 古賀 寛

261-8502 千葉市美浜区真砂 1-2-2

Tel 043-270-3746, Fax 043-270-3748

厚生科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）  
 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研究  
 平成 14 年度研究者一覧

主任研究者	高江洲義矩	東京歯科大学	名誉教授
Project-1.	フッ化物の適正摂取量（AI）と水道水フッ化物添加の技術的安全性の検討		
主任研究者	高江洲義矩	東京歯科大学	名誉教授
分担研究者	田中 栄	東京大学医学部附属病院整形外科	助手
	西牟田 守	国立健康・栄養研究所栄養素所要量研究部	室長
	古賀 寛	東京歯科大学衛生学	助手
協力研究者	小林 清吾	日本大学松戸歯学部衛生学	教授
	中村 修一	九州歯科大学生理学	助教授
	筒井 昭仁	福岡歯科大学口腔保健学	助教授
	佐藤 勉	日本歯科大学衛生学	助教授
	佐久間汐子	新潟大学歯学部附属病院口腔保健科	講師
	村上多恵子	愛知学院大学歯学部口腔衛生学	講師
	今井 敏夫	日本歯科大学衛生学	講師
	戸田 真司	神奈川歯科大学口腔衛生学	助手
Project-2.	フッ化物局所応用の予防技術検討と開発		
分担研究者	中垣 晴男	愛知学院大学歯学部口腔衛生学	教授
	眞木 吉信	東京歯科大学衛生学	教授
協力研究者	可児 徳子	朝日大学歯学部社会口腔保健学	教授
	荒川 浩久	神奈川歯科大学口腔衛生学	教授
	千田 彰	愛知学院大学歯学部歯科保存学第 I	教授
	松田 浩一	北海道医療大学歯学部歯科保存学第 II	教授
	飯島 洋一	長崎大学大学院医歯薬総合研究科	助教授
	稲葉 大輔	岩手医科大学歯学部予防歯科学	助教授
	須崎 明	愛知学院大学歯学部歯科保存学第 I	講師
	八木 稔	新潟大学大学院医歯学総合研究科	助手
	永井 康彦	北海道医療大学歯学部歯科保存学第 II	助手
	林崎 順子	愛知学院大学口腔衛生学	助手
Project-3.	フッ化物応用の保健情報と社会経済的評価		
分担研究者	川口 陽子	東京医科歯科大学大学院健康推進歯学分野	教授
	安藤 雄一	国立保健医療科学院口腔保健部	室長
協力研究者	境 脩	福岡歯科大学	名誉教授
	渡邊 達夫	岡山大学大学院医歯学総合研究科	教授
	宮崎 秀夫	新潟大学大学院口腔健康科学	教授
	鶴本 明久	鶴見大学歯学部予防歯科学	教授
	平田 幸夫	神奈川歯科大学口腔衛生学	助教授
	山本 龍生	岡山大学大学院歯学部附属病院予防歯科	講師
	豊島 義博	第一生命相互会社日比谷診療所	主任
	深井 穂博	国立保健医療科学院	客員研究員
Project-4.	フッ化物応用に関する保健福祉行政		
	中村 宗達	静岡県東部健康福祉センター	技監
	梶浦 靖二	島根県健康福祉部健康推進課	課長補佐
	藤山 快恵	静岡県西部健康福祉センター	歯科衛生士
	石川 清子	埼玉県入間東福祉保健総合センター	歯科衛生士
顧問	山本 正治	新潟大学医学部長	教授
	堀井 欣一	新潟大学歯学部	名誉教授
	斎藤 寛	長崎大学医学部	学長

厚生労働科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）  
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研究  
（H12－医療－003）平成14年度総括研究報告書

－ 目 次 －

I. 総括研究報告	
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	1
高江洲 義矩	
II. 分担研究報告	
1. フッ化物応用の基準確立	9
高江洲 義矩	
2. フッ化物の医学的評価（フッ化物製剤と骨粗鬆症）	19
田中 栄	
3. フッ化物の栄養学的評価	28
食事献立に基づいた成人のフッ化物出納	
西牟田 守、古賀 寛	
4. 3歳・6歳児までの一日フッ化物摂取量(DFI <sub>s</sub> )の評価試案	37
古賀 寛	
5. フッ化物局所応用の予防技術の検討と開発	49
中垣 晴男、眞木 吉信	
6. 初期う蝕の診断、予防管理とフッ化物応用： 視診で健全な第一大臼歯咬合面のDIAGNOdent®値	57
中垣 晴男	
7. フッ化物応用の保健情報と社会経済的評価	61
安藤 雄一、川口 陽子	
8. 歯科保健関連製品のテレビCMを通して提供された健康情報に関する分析	68
川口 陽子	
9. フロリデーション(水道水フッ化物添加)に関する システムテックレビューの検討	73
安藤 雄一	
III. 研究成果の一覧	91

厚生労働科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）  
総括研究報告書

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

主任研究者 高江洲義矩 東京歯科大学名誉教授

研究要旨：本研究事業は 歯科疾患の予防技術・治療評価に関するフッ化物応用について総合的に評価することを目的としており、3年目となる平成14年度は、これまで実験成績と疫学調査に関する4つのProjectで研究を遂行した。Project-1：フッ化物の適正摂取量の推定と水道水フッ化物添加法の技術的安全性について、(1)フッ化物の適正摂取量、栄養学的評価、医学的評価、(2)米国CDCの水道水フッ化物添加技術マニュアルの翻訳や装置のモデル開発。Project-2：フッ化物局所応用の予防技術の検討・開発ではフッ化物局所応用に関する実験・調査研究の4テーマとフッ化物局所応用に関するマニュアル作成を行い、とくに「う蝕予防のためのフッ化物洗口実施マニュアル」を刊行することができた。Project-3：フッ化物応用の保健情報と社会経済的評価における研究はフッ化物応用の保健情報源（マスメディア、論文・総説の比較検討、フッ化物応用の政策目標の設定など）に関する6つの課題で実施された。Project-4：フッ化物応用の保健福祉行政では、地域保健としてフッ化物応用を計画・策定・実施する過程における行政歯科専門職の役割の重要性からフッ化物応用研修による認知変容を評価した。結論として、フッ化物局所応用の実施マニュアルが改定・更新され、またわが国におけるフッ化物の栄養所要量策定のための基礎資料が提供されるとともに、上限摂取量（UL）の検討時期を迎えているので、生命科学の視点による総合的評価に基づいたフッ化物応用とその普及がさらに進展するものと期待される。

分担研究者

西牟田 守	国立健康栄養研究所栄養所要量研究部室長
田中 栄	東京大学医学部附属病院整形外科助手
中垣 晴男	愛知学院大学歯学部口腔衛生学教授
眞木 吉信	東京歯科大学衛生学教授
川口 陽子	東京医科歯科大学大学院健康推進歯学分野教授
安藤 雄一	国立保健医療科学院口腔保健部室長
古賀 寛	東京歯科大学衛生学助手

## A. 研究目的

本研究事業は 歯科疾患の予防技術・治療評価に関するフッ化物応用について総合的に評価することを目的としており、①フッ化物の適正摂取量の推定と水道水フッ化物添加法の安全性の検討、②フッ化物局所応用の予防技術の検討と開発に関する研究、③フッ化物応用の保健情報と社会経済的評価、の 3 分野からなり、基礎と臨床にかかわるそれぞれの分野の研究を比較・調整しながら 3 年の期間で実施するものであった。3 年目となる本年度はより目標達成可能な課題を設定して、実験・疫学および調査の 4 つの Project で研究を実施した。

Project-1 はフッ化物の全身的な応用法の導入を意図しており、フッ化物の適正摂取量(AI)の推定と水道水フロリデーシヨンの技術的安全性の検討を行うことを目的とした。これにはフッ化物の医学的評価と栄養学的評価も含むものとした。Project-2 はフッ化物局所応用の予防技術・開発（フッ化物局所応用法マニュアル作成）とフッ化物配合修復材料の開発と評価、ならびにライフステージに応じたフッ化物の応用プログラムの作成を目的とした。Project-3 はフッ化物応用の保健情報と社会経済的評価を中心に、フッ化物応用の普及と導入のモデル構築を追究した。Project-4 は都道府県および市町村行政に関わるグループによって、フッ化物応用を基にした保健政策の推進について考察することを目的とした。

## B. 研究方法

研究課題の設定：フッ化物応用の総合

的研究の観点から大きく 4 分野に分けて研究課題を設定しそれぞれ分担を決めた。前年度は 9-project で細分化したのでそれらを統合して 4 分野で取り組むこととした。各 Project の研究遂行のための実施方法は次の通りである。

Project-1：フッ化物の適正摂取量の推定と水道水フロリデーシヨンの技術的安全性の検討、(1)フッ化物摂取量の評価研究では、幼児を対象として陰膳食法により二つの地域（フッ化物中等度地区と非フッ化物地区）で別個に詳細に分析評価することにした。他方、Market-basket 方式による幼児のフッ化物摂取も同時に進めた。成人のフッ化物出納を国立栄養研究所にて実施評価した。さらに、食品中フッ化物濃度測定を実施し、微量拡散によるフッ化物定量法を新たに開発した。(2)水道水フロリデーシヨンの技術的安全性評価：フッ化物の全身的応用に関連して子宮ガンに関する論文への反証とフッ化物の骨粗鬆症への有効性のレビュー評価を 2 機関で分担した。(3)歯のフッ素症の審美性評価と水道水フロリデーシヨ装置の特性に関する模擬実験を行った。

Project-2：フッ化物局所応用の予防技術・開発ではフッ化物の局所応用に関する実験・調査研究 4 テーマとフッ化物局所応用の方法に関するマニュアル作成について研究活動を行った。実験・調査研究の方法については、(1)初期う蝕の診断を Diagno-Dent（レーザー光蛍光法）を用いて実施し、予防管理とフッ化物応用に関する検討を行った。(2)フッ化物配合修復材 Ariston AT の作用機序と効果を評価した。(3)フッ化物配合う蝕予防填塞

材からのエナメル質へのフッ化物の取り込みを検討した。(4)オーバーデンチャーの残根支台歯を有する成人・老年者へのフッ化物バーニッシュの定期的な塗布による1年後の歯根面齲蝕予防効果を評価した。(5)フッ化物歯面塗布フォーム剤(発泡剤)の開発と実用化の検討を行った。フッ化物局所応用の方法に関するマニュアル作成については、(1)厚生労働省の計画した「フッ化物洗口ガイドライン」の解説書としての「フッ化物洗口実施マニュアル」とライフステージを通じたフッ化物応用プログラムの試案を含む「フッ化物臨床応用のサイエンス」の出版を計画した。(2)フッ化物配合歯磨剤とフッ化物徐放性修復材のガイドブック作成のためにそのアウトラインを決定した。(3)さらにフッ化物局所塗布法とフッ化物配合歯磨剤の応用マニュアル作成の概要を検討した。

Project-3：フッ化物応用の保健情報と社会経済的評価、(1)う蝕減少とフッ化物配合歯磨剤の市場占有率については二次資料を有効利用した。(2)またフッ化物応用の保健情報収集・解析にはマスメディア情報から頻度分析を行った。(3)フッ化物配合歯磨剤使用者の割合と1回の使用量については対象者約9000名の膨大な数を解析した。(4)フッ化物応用の合意形成の調査は全てアンケートの配布と自記式方によって検討した。(5)システムチック・レビューについては、全て既存の資料を利用して比較解析した。(6)フッ化物応用の保健情報源として、本研究班のホームページを立ち上げるために、内容検討委員会を組織した。

Project-4：フッ化物応用に関する保健福祉政策の決定において、歯科専門職の枠組み理解に葛藤が認められたので、歯科専門職へのフッ化物応用研修を実施し、その前後における認識の変容をアンケート調査した。

### C.研究結果

本研究事業の3年目となる本年度は、より目標達成可能な課題を設定して、実験および疫学調査の4つのProjectで研究を遂行した。研究結果は以下の通りである。

Project-1：フッ化物の適正摂取量の研究では、幼児(3歳~6歳)の飲食物からのフッ化物摂取量を陰膳食法とMarket-basket方式で評価して嗜好飲料水や水道水フッ化物濃度の寄与率を理論的に推定した。一方、天然飲料水のフッ化物中等濃度地区(0.5-0.6ppm)でのフッ化物摂取量の検討結果から米国における適正摂取量の約50%であることが実証された。また栄養所要量にかかわる食品群別フッ化物含有量のデータベース作成のための分析値を一部の食品群で測定するとともに新たなフッ化物定量法も開発された。フッ化物の栄養学的評価に関して成人の食事献立によるフッ化物摂取量とフッ化物バランスを評価した。フッ化物の医学的評価ではフッ化物と骨粗鬆症に関するEBMによるシステムティックレビューを実施し、NaF治療剤では椎骨BMD増加を認めたが骨折との関連は認められないという結論が得られた。また米国CDCの水道水フッ化物添加技術マニュアルを翻訳して現在編集中である。水道水

フロリデーション装置のモデルを開発してその有用性を実験的に検証した。

Project-2：フッ化物局所応用の予防技術・開発ではフッ化物の局所応用に関する実験・調査研究4テーマとフッ化物局所応用の方法に関するマニュアル作成について研究活動を行った。実験・調査研究のテーマと内容については、①初期う蝕の診断、予防管理とフッ化物応用に関する研究では、視診で健全と診断された大白歯の上下顎と咬合面（近心小窩、中央小窩、遠心小窩）において、レーザー光蛍光法値に差が認められた。②フッ化物配合修復材の作用機序と効果については、修復部分環境の pH を調整するという機能をもつ修復材 Ariston<sup>AT</sup>を用いると、ボンディング層直下の幅約 2.5 $\mu$ m の象牙質は EDTA 溶液によっても脱灰されず、さらに他の部位よりも高い硬度を示すことがわかった。③フッ化物配合齲蝕予防充填材からのエナメル質へのフッ素の取り込みに関する研究結果は、充填材からのフッ化物の易溶出性に依存するよりも、フッ化物の徐放性とその濃度レベルがより重要であることを示唆している。④成人・老年者へのフッ化物バーニッシュの応用効果を、オーバーデンチャー（義歯）の支台歯の予後として 1 年後に評価すると、フッ化物バーニッシュの応用群には修復処置や抜歯の症例は皆無であったが、コントロール群の 5 歯は抜歯の経過をたどった。⑤フッ化物歯面塗布フォームの開発については、フッ化物濃度の調整を含めて、次年度へ継続することとなった。フッ化物局所応用の方法に関するマニュアル等の作成については、

①フッ化物歯面塗布の技法に関する検討、②フッ化物配合歯磨剤の応用マニュアル、③フッ化物徐放性修復材料ガイドブックおよび④ライフステージに対応したフッ化物応用プログラムの 4 項目に分割した検討と作業を行った。また、今年度はライフステージに応じたフッ化物応用プログラムの一部や平成 12 年度からの研究成果をまとめた、フッ化物応用ガイドブック「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」を出版した（2003.12.10）。さらに、平成 15 年 1 月 14 日に厚生労働省より通達された「フッ化物洗口ガイドライン」の解説書として、「う蝕予防のためのフッ化物洗口実施マニュアル」も刊行された（2003.3.20）。

Project-3：フッ化物応用の保健情報と社会経済的評価における研究は 6 つの課題で実施された。1)わが国のフッ化物配合歯磨剤使用状況からみたフッ化物摂取量に関する研究、2)小児う蝕とフッ化物配合歯磨剤の市場占有率の関係に関する研究、3)歯科保健関連製品のテレビ CM を通して提供された健康情報に関する分析、4)フロリデーション実施に至る過程分析に関する文献的考察、5)フッ化物洗口プログラム普及のための構造モデル—MIDORI モデルによる分析—、6)フロリデーションに関するシステムティックレビューの検討である。以上の研究結果より、①わが国の乳幼児におけるフッ化物配合歯磨剤の使用量は欧米に比べると少ないこと、②フッ化物配合歯磨剤は国レベルのう蝕減少に強く寄与している可能性があること、③マスメディアにおける

フッ化物に関する情報の伝えられ方が不十分であること、④水道水フロリデーションに関するシステムティックレビューの内容は個々にみると違いが大きいこと、⑤フッ化物洗口が「健康日本 21」地方計画に位置づけられたプロセスを振り返ると歯科医師会の関与が非常に重要であること、⑥米国における水道水フロリデーション実施に至るプロセスの分析はわが国でも参考になることが結果として示された。また、これらの研究結果を保健情報として発信・普及するためのホームページを立ち上げることができた。

Project-4：フッ化物応用の保健福祉政策に関する研究は、地域保健としてフッ化物応用を計画・策定して実施する過程において行政に勤務する歯科専門職の役割は極めて重要である。平成 13 年度報告では行政歯科専門職の多くはフッ化物を用いたう蝕予防を積極的に推進しているが、一方でセルフ・ケアを重視する傾向にもあった。このため今年度は行政歯科専門職を対象とした研修を行いその認知変容を評価した結果、水道水フロリデーションに対する考え方・取組みの意志が明確に向上されることが判った。行政歯科専門職が本来業務として公衆衛生的なフッ化物応用に積極的に取り組むようにするために、フッ化物応用研修は有効な手段であり、公衆衛生研修コースを設けるなど研修の機会を増やすことは、水道水フロリデーション等の推進に効果的であると結論できた。

#### D. 考察

本研究はフッ化物応用の総合的評価の

観点から①フッ化物の適正摂取量の推定と水道水フッ化物添加の安全性の検討、②フッ化物局所応用の予防技術の検討と開発に関する研究、③フッ化物応用の保健情報と社会経済的評価、大きく 3 つの研究課題からなり、基礎と臨床にかかわるそれぞれの分野のテーマを比較・調整しながら実施されたものである。平成 14 年度において 4 つの Project のそれぞれの研究成果の有用性や今後の課題について考察してみる。

#### 1：フッ化物の適正摂取量の推定と水道水フッ化物添加法の安全性の検討

わが国におけるフッ化物の適正摂取量(栄養所要量)の評価について、幼児から児童を対象としたフッ化物摂取量が水道水フッ化物添加を考慮して試算されたので、当該年齢群(2~12 歳)のフッ化物摂取量の有効性(う蝕予防効果域)と安全性(歯のフッ素症の発現域)を生命科学的に総合評価する資料として保健専門家に提供されるであろう。また食品中フッ化物含有量測定によるデータベース作成が整理されるとともに、さらにフッ化物の代謝実験ではフッ化物の生体吸収率は極めて高いことが学術的に再確認された。この結果はまた栄養所要量の基礎的な検討資料となるものである。水道水フロリデーション 1ppm 地区における歯のフッ素症の診断(エナメル班について)を専門家と非専門家での比較評価では両者にほとんど差は認められなかった。また米国 CDC 水道水フロリデーションマニュアル(翻訳)は水道技術者や企業技術者に必携として提供され、現場での一層の活用が期待される。

今後の研究課題としては、フッ化物応用の疫学的解析と歯質の表層におけるフッ化物の作用機序をさらに補完するためにも、フッ化物の骨や歯の形成期における本質的役割について分子細胞生物学的手法を用いて解析する必要がある、骨芽細胞や歯胚を用いたフッ化物研究が一層望まれる。

## 2. フッ化物の予防技術の検討・開発

厚生労働省の「フッ化物洗口ガイドライン」の解説書として刊行された「う蝕予防のためのフッ化物洗口実施マニュアル」は歯科医院を通じたセルフ・ケア（ホームケア）や学校・職域におけるコミュニティ・ケアを推進していく上で配慮すべき項目を種々の事例を交えて説明しており、すべての保健専門職にとって有効に利用されるであろう。またガイドブック「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」は、歯質の脱灰、脱灰抑制および再石灰化のメカニズムを「歯質における結晶周囲のフッ化物の存在」が基本であるという最新の知見を基にして解説したものであり、臨床における新たなう蝕診断の考え方とその技術および予防法の科学的理解と応用に寄与するものと考えられる。さらにライフステージに応じたフッ化物応用プログラムが提案することが可能となった。他のフッ化物局所応用に関してはフッ化物配合歯磨剤の最新の科学的知見をもとに解説されている。またフッ化物配合製剤の歯質に対するう蝕予防効果の *ex vivo* での世界的標準にそった性能評価法の実践が提案されたので、フッ化物製剤評価法としても広く活用されると考える。

## 3. フッ化物応用の保健情報と社会経済的評価

フッ化物応用の保健情報に関しては、①わが国のフッ化物配合歯磨剤使用状況からみたフッ化物摂取量に関する研究、②小児う蝕とフッ化物配合歯磨剤の市場占有率の関係に関する研究、③歯科保健関連製品のテレビCMを通して提供された健康情報に関する分析、④水道水フッロリデーション実施に至る過程分析に関する文献的考察、⑤フッ化物洗口プログラム普及のための構造モデル—MIDIRIモデルによる分析—、⑥水道水フッロリデーションに関するシステムティックレビューを検討したが、わが国では齶蝕予防におけるフッ化物応用情報の頻度が少なく積極的に情報提供と発信を行うことが重要である。フッ化物配合歯磨剤の市場占有率の向上はう蝕減少に寄与することが因果論的にも証明された意義は大きい。またフッ化物応用の合意形成には関係者の検討委員会の設置が必須であることが理解されたので、歯科保健政策策定の枠組みづくりの参照となるであろう。さらにフッ化物応用に関する国民や保健専門職への保健情報源として本研究班のホームページ（<http://www.ffrg.org/index.html>）を立ち上げて、エビデンスと事実性に基づいた信頼と信用のある保健情報の提供が期待される場所である。フッ化物応用の保健情報については、保健情報媒体や歯科保健（医療）供給者と国民の歯科保健ニーズとその情報ニーズなど様々な認知階層レベルにおける保健情報の質（quality）と適切性（adequate）をどのよう

に担保されなければならないかが、フッ化物応用の理解と普及のキーポイントである。

#### 4. フッ化物応用の保健福祉行政

行政に勤務する「歯科専門職」の多くは、フッ化物を用いたう蝕予防対策を積極的に推進している。特に近年はセルフ・ケア(ホームケア)も重視する傾向にあるが、フッ化物応用についての研修によって歯科専門職の公衆衛生的施策への認識変容に実効性を持ち得ることが示され、保健福祉行政におけるフッ化物応用の研修体制を強化・整備することが望まれる。

本年度の研究を推進するために、第1回研究班会議を平成14年5月29日に開催した。研究員の構成は主任(1名)、分担研究者(7名)、協力研究者(30名)そして顧問(3名)の総数41名である。その後、第2回班会議(7月24日)までに分担研究者ならびに協力研究者に研究課題案の提出を募り、継続課題と新規課題を設定した。第3回班会議(12月18日)での中間発表を経て、第4回班会議(平成15年2月28日)で各報告書を作成した。そして平成15年3月22日(土)には3カ年にわたる研究班の成果報告会「21世紀におけるフッ化物応用の展開」(内訳:講演3、シンポジウム3、ワークショップ2、報告1、総計20演題)を開催した。参加人数は185名であった。このように計4回の研究班会議と1回の研究報告会を開催して実質的に当該年度の研究班活動を締め括った。

#### E, 結論

本研究の平成14年度における研究展開

は、Project-1: フッ化物の適正摂取量の推定と水道水フッ化物添加法の技術的安全性の検討、Project-2: フッ化物局所応用の予防技術・開発、Project-3: フッ化物応用の保健情報と社会経済的評価、Project-4: フッ化物応用の保健福祉行政について4つの研究を推進した。

結論として、わが国の日常的な食品摂取からのフッ化物摂取量の推定が確立されてきたことから、フッ化物の栄養所要量における基準値の検討が待たれるところである。

う蝕予防におけるフッ化物応用によるメカニズムは、これまでにかなり明らかにされてきたが、新しい時代における研究課題として歯の形成や骨の発育と維持におけるフッ化物の役割(有効性と安全性)を分子細胞生物学の観点から解明することが求められている。また、フッ化物応用においては、フッ化物利用の組み合わせについての安全性と有効性を明らかにしていくことも今後の課題である。さらに成人・老人期におけるフッ化物応用の有効性の検証は、8020運動に示されるようにフッ化物応用による天然歯列の維持が寿命の延長とともに期待されるので、ライフステージに応じた歯科保健プログラム作成が望まれる。

フッ化物応用の保健情報と社会経済的評価については、EBMの概念に基づく科学的な因果関係の分析がなされ、地域行政に対する保健政策の立案に寄与すると同時に、保健教育の新たな展開が望まれるところである。

これらの結果から総括されることは、フッ化物応用に関する保健情報源の信頼

と信用を高めていくことと、そのためのエビデンスと事実性に基づいた保健情報の質を確保することが求められる。

今後各種のメディアを通して、質の高い保健情報を広く国民を対象として展開していくことと、さらに国民および地域住民によるインフォームド・チョイス（納得による選択）のための各種情報を提供していくことが課題である。

## F. 研究発表

### 学会発表

1. 平田幸夫、藤山快恵、石川清子、川口陽子、高江洲義矩：都道府県及び都道府県歯科医師会発行した「齲蝕予防に関するマニュアル」の分析、口腔衛生会誌 52(4):338 - 339、2002（第51回日本口腔衛生学会総会、大阪、2002年9月13-14日）。
2. 山本龍生、渡邊達夫、川口陽子、高江洲義矩：各国の公的機関が発するフッ化物情報に関する研究、口腔衛生会誌 52(4):312 - 313、2002（第51回日本口腔衛生学会総会、大阪、2002年9月13-14日）。
3. 田村道子、阿部 智、金山 晶、品田佳世子、川口陽子、高江洲義矩：フッ化物応用に関する歯科専門家の考え—フォーカスグループ・インタビューによる情報収集—、口腔衛生会誌 52(4):316 - 317、2002（第51回日本口腔衛生学会総会、大阪、2002年9月13-14日）

厚生科学研究費補助金（医療技術評価総合研究事業）  
分担研究報告書

フッ化物応用の基準確立

分担研究者 高江洲義矩 東京歯科大学 名誉教授

研究要旨：平成 14 年度における Project-1 の研究課題は「フッ化物の適正摂取量の推定」と「フッ化物の医学的評価」、「フッ化物の栄養学的評価」および水道水フッ化物添加法に関する研究である。分担研究者と協力研究者は 10 グループに分かれて、主題目としてはこれらを「フッ化物応用の基準確立」とした。それぞれの研究報告は、(1) フッ化物応用の医学的評価—フッ化物と骨粗鬆症—、(2) 水道水フッ化物添加と子宮ガン死亡率に関する論文への反証、(3) フッ化物応用の栄養学的評価：食事献立に基づいた成人のフッ化物出納評価 (4) 日本の 3～5 歳児におけるフッ化物摂取量（陰膳食法による測定値）への茶飲料を中心とした飲料および食品群別摂取量（食事調査値）の影響、(5) 飲料水中フッ化物濃度が低濃度および中等度（約 0.6ppm）地域に在住の小児における食事からのフッ化物摂取量（陰膳食法による）、(6) 3 歳～6 歳までの一日フッ化物摂取量の暫定的試算（Market-basket 方式による評価）、(7) 食品中のフッ化物含有量の検討、(8) 換気式微量拡散法による食品中フッ化物濃度測定、(9) フロリデーション経験者と未経験者の口腔内写真を使った歯のフッ素症の発現状況の比較検討、(10) フロリデーション装置におけるサチュレーターの精度に関する研究であり、10 ヶ月間の研究成果をまとめて、「フッ化物応用の基準確立」の基礎的資料を得ることができた。

A. 研究目的

本研究は、Project-1 として、「フッ化物の適正摂取量の推定」と「全身の健康とフッ化物応用」および「フッ化物応用の栄養学的評価」についての報告内容である。フッ化物 (fluoride) は天然に遍く存在する微量元素としてのフッ素 (fluorine) の栄養素としての形態であるが、齲蝕予防方法としてのフッ化物応用は、半世紀

以上にわたって世界的に普及している予防手段の一方法である。そして、フッ化物応用の普及と共に、永久歯の歯の形成期に飲料水および食品から摂取されるフッ化物に加えて、齲蝕予防手段として用いられるフッ化物が生体へ取り込まれることによる影響について生命科学および疫学的手法での究明が進展してきている。つまり、歯の形成期に過剰のフッ化

物が摂取されると、歯のフッ素症 dental fluorosis の発現がみられることから、公衆衛生的な施策としては「できるだけ歯のフッ素症の発現を抑えて、かつ最大の齲蝕予防効果を発揮する」ことが、基本的な重要な課題となっている。

このような使命に呼応して、本研究はわが国にけるフッ化物分析法を再検討し、それに基づいたフッ化物摂取の実態を調査解析し、さらに、厚生労働省の「日本人の栄養所要量—食事摂取基準—」における推奨栄養所要量（recommended dietary allowance：RDA）に関する適正摂取量（Adequate Intake：AI）に「フッ化物」設定のための基礎データを得ることが目的である。そして、それらの成果に基づいたわが国における水道水フッ化物添加法および水道水フッ化物濃度調整法の実施に伴う生命科学的基盤を確立することにある。

## B. 研究方法

本研究班は、次ぎのそれぞれの研究課題を分担して行われた。

フッ化物応用の全身的評価としては、次の2課題の研究である。

### (1) フッ化物と骨粗鬆症

フッ化物を含め、さまざまな骨粗鬆症治療薬（3系統の薬剤）の文献検索を実施した。特にEBM（evidence based medicine）の立場から価値が高いと思われる文献、および最近のsystematic reviewを中心として検討を行った。

### (2) 水道水フッ化物添加と子宮ガン死亡率に関する論文への反証

水道水フッ化物添加とガンとの関連があるというToyama論文を再検討するた

めに、沖縄県の水道水フッ化物添加の市町村への導入と普及に関する情報を、添加中止13年後の調査結果と年間から収集して、市町村の飲料水フッ化物濃度の変遷を調査することによる濃度分類して、検討材料とした。

フッ化物の栄養学的評価としては、1課題である。

### (3) 食事献立に基づいた成人のフッ化物出納評価

成人12名を対象としてフッ化物バランスを実験食と尿および糞便中フッ化物の代謝により評価した。

次の(4)から(8)は、フッ化物摂取に関する研究報告である。

### (4) 日本の3～5歳児におけるフッ化物摂取量（陰膳食法による測定値）への茶飲料を中心とした飲料および食品群別摂取量（食事調査値）の影響

3～5歳までの幼児94名を対象として、同一年における春、夏、秋3季節の陰膳食のフッ化物摂取と食品群別摂取量および茶飲料の総フッ化物摂取に対する影響を統計学的に検索した。

### (5) 飲料水中フッ化物濃度が低濃度および中等度（約0.6ppm）地域に在住の小児における食事からのフッ化物摂取量（陰膳食法による）

飲料水フッ化物濃度が異なる2地域の小児を対象として一日の飲食物を陰膳食法により収集し、飲食物に由来するフッ化物摂取量を概算した。

### (6) 3歳～6歳までの一日フッ化物摂取量の暫定的試算（Market-basket方式による評価）

平成6年国民栄養調査成績表に準じてMarket-basket方式によって収集した食

品（66種類）のフッ化物分析値に基づいて3歳～6歳までの一日フッ化物摂取量を暫定的に試算した。

#### (7) 食品中のフッ化物含有量の検討

食品からのフッ化物摂取量を確定する上で各食品群のフッ化物濃度を検索することが求められている。今回、魚介類32品目のフッ化物濃度分析を試みた。

#### (8) 喚起式微量拡散法による食品中フッ化物濃度測定

食品や生体試料中のフッ化物定量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て、フッ化物回収率、牛乳の定量を試みその有用性を検討した。

#### (9) フロリデーシオン経験者と未経験者の口腔内写真を使った歯のフッ素症の発現状況の比較検討

沖縄におけるフロリデーシオン経験者41名、フロリデーシオン未経験者39名の前歯部スライド・フィルムを材料に、歯のフッ素症発現状況、フロリデーシオン経験者、未経験者の判定、歯の審美評価を行った。

#### (10) フロリデーシオン装置におけるサチュレーターの精度に関する研究

100名規模のフッ化物添加装置におけるフッ化物濃度を安定的に供給するサチュレーターの精度について検討した。

### C. 研究成果

#### (1) フッ化物応用の医学的評価

##### ーフッ化物と骨粗鬆症ー

現在骨粗鬆症治療法として、ビスフォスフォネートを中心に据えた治療法がグローバルスタンダードとして確立されようとしている。その他にホルモン療法およびフッ化物製剤がある。ビスフォスフォネー

ト系薬剤（3種類）は破骨細胞機能を抑制することによって骨吸収を抑制する。まずエチドロネートは腰椎BMDを増加させるとともに脊椎骨折を減少させる。またアンドロネートは3年間の臨床研究では新たな骨折の発生を有意に抑制した。リセドロネートはRCT研究では3年間経過において椎体骨折、非椎体骨折頻度が30・40%程減少した。ホルモン補充療法は60年以上の治療実績がある。新たなRCTで持続的なestrogen-progesteron投与によって大腿骨頸部を含むすべての部位で骨折率の低下が見られたこと（HR 0.66; CI 0.45-0.98）、そして大腸癌のリスクの低下が認められたことである（HR 0.63; CI 0.43-0.92）。最後にフッ化物投与については、1990年代に入り、5つのRCTがNaF治療に対して行われた。これらは異なった剤型のNaFを用いている（plain NaF, enteric-coated NaF, Na-monofluorophosphate, slow-release fluoride）が、いずれの研究においても椎体のBMDは年間6-8%の増加を認めるにもかかわらず、椎体骨折の有意な減少は認められなかった。

#### (2) 水道水フッ化物添加と子宮ガン死亡率に関する論文への反証

沖縄県の市（本島および離島を含む）と町村（本島のみ）に分けて自治体ごとに水道水フッ化物添加の開始年、中止年、上水道の普及率（1971および73年）、水道水中のフッ化物濃度をみると、その内訳には幅がある。水道水フッ化物添加の開始年は、早い自治体では1959年に、遅い自治体では1970年に開始されている。中止の時期も同様に1966年から1972年にかけて中止されている。

上水道の普及率は、1971年には不明を除いて3.4%（勝連）から95.8%（北谷）の幅があり、また、1973年には0%（金武ほか6町村）から100%（嘉手納）の幅があり、1971年から1973年の2年間で普及がみられ、例えば、南風原では、69ポイント（28.0から97.0%へ）と最も急な普及がみられた。

水道水フッ化物添加経験のある自治体の水道水中のフッ化物濃度は、15自治体、沖縄・美里、沖縄コザおよび那覇の一部が0.7-1.0ppm、また、別の那覇の一部が0.3-0.6ppmと見込まれたが、糸満、大里、および南風原については、フッ化物添加されない水との混合水であり、フッ化物濃度がどの程度であるか不明であった。

### （3）フッ化物応用の栄養学的評価：食事献立に基づいた成人のフッ化物出納評価

フッ化物の栄養学的評価として大学生12人のフッ化物出納を実施した。実験食、尿、糞便中フッ化物のバランスを評価した。実験食として調理された4種類の食事献立に基づいた成人のフッ化物摂取量は0.293-1.372mgの範囲であった。実験食による一日あたりの吸収率は92%（SD2%）、見かけの体内保有率は19.8%であった。

### （4）日本の3~5歳児におけるフッ化物摂取量（陰膳食法による測定値）への茶飲料を中心とした飲料および食品群別摂取量（食事調査値）の影響

本年度は茶系飲料を中心にして、各飲料の摂取量、各飲料からのフッ化物摂取量の推定、および各飲食物摂取とフッ化物摂取量の関連を確認する目的で本分析

を行った。食事調査より各食品群および各飲料の摂取量を求めた。また、陰膳法により収集した総飲食物から、微量拡散法を用いてフッ化物を回収して求めたフッ化物摂取量と、各食品群や各飲料の摂取量を比較した。各飲料のフッ化物濃度と摂取量から飲料からのフッ化物摂取量を推定した。また、緑茶とウーロン茶摂取量からのフッ化物摂取量の予測式（重回帰式）を求めた。統計分析はspss11.0を用いた。季節平均での各飲料の総摂取量は平均548g（standard deviation 101g）：茶系飲料313g（緑茶；73±95g、ウーロン茶；23±92g、紅茶；4±13g、混合茶；29±75g、麦茶；184±136g）、牛乳136g（101g）、乳・乳酸菌飲料32g（43g）、その他飲料54g（57g）と飲用した水道水13g（32g）であった。飲食物からのフッ化物摂取量（mg/1日）は魚介類、豆・豆製品、緑黄色野菜、穀物、砂糖、油脂や嗜好飲料・菓子などの摂取量と有意な正の相関があった。また、緑茶やウーロン茶と正の相関（Spearman  $\gamma = 0.406$ ,  $p = 0.000$ ； $\gamma = 0.274$ ,  $p = 0.000$ ）、麦茶と負の相関（ $\gamma = -0.243$ ,  $p = 0.000$ ）があった。緑茶やウーロン茶から推定したフッ化物摂取量と飲食物から実測したフッ化物摂取量の重回帰分析は、重相関係数  $R = 0.73$ 、調整済み決定係数  $R^2 = 0.53$  であった。麦茶も含めた茶系飲料からのフッ化物の摂取は平均0.08mg（水道水0.07ppmF、緑茶0.54ppmFで試算）~0.12mg（水道0.13ppmF、緑茶0.84ppmF）でそれぞれ1日総摂取量の24%~33%、牛乳から0.01mg（3%）、他飲料から0.00~0.01mg（1~2%）、および歯磨剤から0.06mg（16%）であった。

(5) 飲料水中フッ化物濃度が低濃度および中等度(約 0.6ppm) 地域に在住の小児における食事からのフッ化物摂取量(陰膳食法による)

小児における総フッ化物摂取量は、低濃度地域の1歳未満児を除くと、年齢群順に中等度地域では 0.35, 0.53, 0.86 mg, 低濃度地域では 0.21, 0.27, 0.33 mg と加齢に伴い増加した。また、体重当たりのフッ化物摂取量は、中等度地域で 0.024~0.027 mg/kg, 低濃度地域では 0.009~0.014mg/kg であった。

4~8歳, 9~12歳の年齢群については、摂取源別摂取量, 総摂取量および体重あたりの摂取量を地域間で比較した。摂取源別摂取量は、全ての摂取源において中等度地域の方が低濃度地域よりも多かったが、4~8歳群では、主食と飲み物で、9~12歳群では主食と副食で地域間に統計学的に有意な差が認められた。また、総フッ化物摂取量, 体重当たりのフッ化物摂取量は両年齢群ともに中等度地域で有意に高かった。

4~8歳, 9~12歳の年齢群における平均飲水量は両年齢群ともに地域間に統計学的有意差は認められなかった。白米飯のフッ化物濃度については水道水給水源ごとに3群に分類したところ白米飯のフッ化物濃度は、水道水のフッ化物濃度を反映し 0.05, 0.14, 0.39 ppm と増加し、各群の間に有意差が認められた。

(6) 3歳~6歳までの一日フッ化物摂取量の暫定的試算(Market-basket方式による評価)

食品66サンプル(duplicate study)のフッ化物濃度の各食品群をみると穀類の中で主食である米は、平均.14

ppm (Range 0.10-0.18 ppm)である。小麦粉は 0.03 ppm とやや低値を示した。うどん、そばなどの麺類は平均 0.14ppm (Range 0.10-0.21ppm)であり、砂糖は 0.07ppm であった。乳製品は牛乳やヨーグルトであるが、いずれも平均 0.05 ppm であった。これらの乳製品は従来の値と比較してやや低い値であった。タンパク摂取源である魚介類では魚の可食部に限ると平均 0.44 ppm (Range 0.08-1.96 ppm) と最も高い値群であり、その中でもとくに貝のフッ化物濃度が高い。従来の報告においても海産物のフッ化物濃度は高い傾向にあることを支持するものである。他方で、肉や豆腐は 0.1ppm 以下を示して低値であったが、大豆(生)は 1.29 ppm と高値を示した。野菜、果物、ジャガイモは平均でそれぞれ 0.06 ppm、0.07 ppm および 0.02 ppm と概ね 0.1 ppm 以下であった。嗜好飲料水はウーロン茶、緑茶、ジュース類やスポーツドリンクなど8種類である。それらの濃度範囲は 0.91-1.83 ppm, 平均値 0.45 ppm であった。ウーロン茶や緑茶はやや高く、ジュース類やスポーツドリンクは低濃度であった。

水道水フッ化物濃度の影響を評価しないで食品からの一日フッ化物摂取量は、3歳 0.248 mg/day、5歳 0.264 mg/day および6歳 0.293 mg/day と評価された。そして体重あたりでは 0.0136~0.0156 mg を示した。本研究の試算値は、米国学術会議が提唱したフッ化物の適正摂取量(AI:1-3歳 0.7 mg/day、4-8歳 1 mg/day)の約35%であり低値を示していた。

(7) 食品中のフッ化物含有量の検討

前処理としての灰化の有無と拡散における振盪時間の違いによる魚肉のフッ化物含有量の変化を調査した。灰化を行った群ではフッ化物含有量が 0.46~0.57  $\mu$

g/g、変異係数が 5.4~9.5 %の範囲であった。一方、灰化を行わなかった群ではフッ化物含有量が 0.54~0.57  $\mu\text{g/g}$ 、変動係数が 2.4~7.3 %の範囲であった。

灰化の有無と振盪時間を要因とした二元配置分散分析の結果では両者に有意差は認められなかった。

魚肉のフッ化物含有量は、魚肉中のフッ化物含有量に灰化の有無や振盪時間が影響していないことが示されたため、灰化は行わず、振盪時間 3 時間の条件を採用して分析した。32 品目魚肉のフッ化物含有量の測定結果は 0.02~9.07  $\mu\text{g/g}$ 、変動係数は 0.7~39.4%の範囲であった。その中でフッ化物含有量 1.0  $\mu\text{g/g}$  以上のものが 32 品目中 9 品目あった。また小骨の有無を要因とした  $t$ -検定の結果では、両者に有意差が認められ ( $P < 0.001$ )、魚肉にわずかでも小骨が混入すると有意にフッ化物濃度が上昇することが確認された。

#### (8) 喚起式微量拡散法による食品中フッ化物濃度測定

10ppm  $\text{F}^-$ の標準液の回収率は 97.1% ( $\text{SD}=2.3\%$ ) と高く、CV 値は 2.4%であった。牛乳中の  $\text{F}^-$ 濃度は 0.0194ppm, CV 値 1.7%であった。一般には測定しにくいと考えられている性状の食品にもかかわらず CV 値が比較的小さい。牛乳に標準液を添加した回収率は 113.5%, CV 値 1.2%であった。

牛乳 (10ml) を 3 時間拡散して捕集した平均の  $\text{F}^-$ 濃度は 0.021 $\mu\text{g}$  であった。この全体の  $\text{F}^-$ 量に対して、各 1 時間毎で捕集された  $\text{F}^-$ 量の割合を算出すると、1 時間で 91.0% ( $\text{SD}=3.7\%$ )、2 時間で 6.3% ( $\text{SD}=2.9\%$ )、3 時間で 2.7% ( $\text{SD}=2.1\%$ ) であった。次にプラスチック拡

散容器での牛乳中の  $\text{F}^-$ 濃度は、0.0143ppm ( $\text{SD}=0.0036\text{ppm}$ )、CV 値 24.9%であった。前記結果と比較して低い傾向にある。この濃度が試料の最終濃度であるとは言えず、拡散時間を延長すると、濃度は高まると考えられる。CV 値をみると 24.9%と高い結果となった。これは、この方法では拡散容器の容量から試料の量が限定され、最終サンプルの濃度が低濃度であるため特に影響を受けやすく、CV 値への影響も大きくなったと考えられる。

#### (9) フロリデーション経験者と未経験者の口腔内写真を使った歯のフッ素症の発現状況の比較検討

歯のフッ素症の発現状況はフロリデーション経験、未経験で差がなく、いずれにおいても審美的に問題とされる Moderate 以上のフッ素症の発現はなかった。歯科医師によるフロリデーション経験、未経験の分類では、敏感度が 22.0%と低く、経験群を正しく判定できないことがわかった。また、一般の人による歯の審美評価においても、問題ありや気になると評価した割合には両群間で差がなかった。フッ素症の症状である歯の色についても同じく差がなかった。

#### (10) フロリデーション装置におけるサチュレーターの精度に関する研究

サチュレーターの概略については、フロリデーション装置の規模からアップフロータイプを選択した。フッ化物の追加調整装置にはフッ化ナトリウムを利用するサチュレーター方式を取り入れた。サチュレーターは、水槽 (材質: 透明塩ビ、200 mm $\times$ 150 mm $\times$ 400 mm)、レベルセンサー (水位調節センサー)、飽和溶液引き抜

きポンプ（ペリスタポンプ： $\mu$ ポンプ）、スパージャー（給水用：底面のチューブには微細な穴があいており、水が流出する）からなる。水槽本体にフッ化ナトリウム（粉末）と水道水を注入すると、フッ化ナトリウムの溶解と沈殿がおき、水槽内部は2層に分かれる。ペリスタポンプにより、引き抜く容量は、主となる流水速度、調整前水道水のF濃度、設定F濃度により決定される。水位調節センサーにより、引き抜かれた飽和溶液の量に応じて水は追加注入される。適正フッ化物濃度レベル（0.8ppm）に調整するためには、0.87ml/分がポンプで引き抜かれることが必要となる。今回用いたペリスタポンプにより十分可能である。飽和溶液濃度については水槽本体が完全に2層に分かれるまで静置する。フッ化ナトリウムの沈殿量を10cmとした状態での飽和溶液のF濃度は、4.11%NaFであった。注入ポンプを稼動して溶液が引き抜かれ適宜注水されている状態でのフッ化物濃度は、4.06%NaFである。フッ化ナトリウムの沈殿量を4.5cmとした場合のフッ化物濃度は4.00%であった。CDCマニュアルによるとフッ化ナトリウムの溶解度は、水温により影響を受けるが、今回の水温は21~23度であり、水温20.0度で4.05%、25.0度で4.10%であるので本装置で制御できる範囲にあった。

#### D. 考察

1. フッ化物は生体必須元素の一つであるが、その化学的な性状から生体内では硬組織（骨・歯）によく反応する。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ため、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。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0.7~1.2 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。

2. フッ化物の栄養学的評価は、現在、世界的な規模で進められている。すなわち、歯科疾患（齲蝕）の予防に用いられているフッ化物濃度レベル（0.7~1.2 mg/L）は、日常の食品からも摂取される微量のフッ化物に加えて、生涯を通してどのような有益性があるかということについて栄養学的な検証の対象となっている。

12-14年度の研究課題ではフッ化物応用で水道水フッ化物添加や食塩へのフッ化物添加が実施されている世界的な傾向に対して、わが国の食品からのフッ化物摂取状況を把握しておかなければならない課題がある。さらに、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。その結果としてフッ化物定量法の信頼性と妥当性を検証するとともに、わが国における乳児から幼児、児童