

4. 許容上限摂取量

班状歯出現の飲料水濃度、慢性フッ化物暴露による骨硬化症発症患者のフッ化物摂取量などが知られており、これらの点を考慮すると許容上限摂取量の策定は可能と考えられるので、次年度以降検討する予定である。

5. 歯科領域でのフッ化物の安全性の検討

歯科領域でのフッ化物塗布、保育教育機関でのフッ化物口腔内洗浄、歯磨剤中のフッ化物などによる高濃度フッ化物暴露の有効性および安全性についての検討は、食事などによるフッ化物の摂取基準（所要量および許容上限摂取量）の策定と深く関わっている。したがって、今後、詳細にフッ化物暴露量と有効性、安全性との関係を検討する必要のある問題である。

6. 水道水フッ化物添加の検討

水道水へのフッ化物添加の有効性および安全性の検討は、歯牙形成期のみならず、すべての年齢層に対して検討する必要がある。成長後の齲歯予防効果、骨代謝等に対する影響も今後検討する問題であろう。

7. 年齢別所要量算定方法

性年齢別フッ化物摂取基準は以下の基準で策定されることが必要である。

7-1) 0～6カ月（新生児、離乳前）

母乳または調製粉乳で哺乳されている期間のフッ化物の所要量は母乳中のフッ

化物濃度と平均哺乳量から算出される。また、調製粉乳のフッ化物濃度は参考値となる。班状歯を生じた乳児の哺乳した乳のフッ化物含有量は、許容上限摂取量の根拠となる。

7-2) 6カ月以降

6カ月以降のフッ化物所要量は、食事でのフッ化物含有量測定値から求めた体重当たりのフッ化物摂取量と、第六次改定日本人の栄養所要量に記載されている性年齢別体重基準値から求められる。また、国民栄養調査成績の性年齢別食品群別摂取量と食品中のフッ化物濃度と、飲料水からのフッ化物の供給量からも求められる。この二つの成績は必ずしも一致しないと考えられるが、それらの成績はいずれも日本人のフッ化物摂取量を反映したものと考えることが出来るので、平均的な日本人のフッ化物摂取レベルとなる。

7-3) 妊婦、授乳婦への付加量

妊娠中のフッ化物要求量、母乳へのフッ化物移行量、および、平均的なフッ化物の生物学的有効性を勘案して、妊婦、授乳婦に対するフッ化物の付加量を策定することが今後の課題である。

D. 考察

今後の方向性として、日本人のフッ化物摂取基準を作成するに当たり、検討すべき事項は、すべての性年齢層でのフッ化物摂取量を推定する作業をすすめることであり、特定の性年齢別摂取量の推定のみでは不十分である。また、水道水のフッ化物濃度はフッ化物摂取量に影響を

およぼすと考えられるので、平均的な水道水のフッ化物濃度を算定する作業が必要である。なお、水系などにより飲料水のフッ化物濃度が異なることからそれらの情報もフッ化物化物応用の定量的検討に際しては必須であろう。

E. 結論

日本人のフッ化物摂取量が適切であるか否かに関する科学的な証拠を得るための作業過程を開発し、提案した。次年度以降の情報蓄積によって具体的に定量化した日本人の平均的フッ化物摂取量を推定し、これを摂取基準（所要量）とする作業が今後残されている。

厚生労働科学研究補助金（医療技術評価総合研究事業）
研究報告書

フッ化物の適正摂取量の推定

乳児用食品に基づく一日フッ化物摂取量の推定

分担研究者 高江洲義矩 東京歯科大学衛生学講座
協力研究者 古賀 寛 東京歯科大学衛生学講座

研究要旨：本研究は、齲蝕予防として実施されているフッ化物の有効性と安全性の基準設定に必要な基礎データを検討するために、わが国の市販乳児用食品のフッ化物分析値に基づいて乳児の一日平均フッ化物摂取量を推定した。水道水フッ化物濃度を 0.1ppm と仮定すると、乳児の一日平均フッ化物摂取量は、月齢 3～4 ヶ月では 0.166mg, 5～6 ヶ月では 0.202mg, 7～8 ヶ月では 0.266mg と評価された。これらの月齢における体重 1kg あたりの一日平均フッ化物摂取量は 0.023～0.029mg/kg の範囲にあり、乳幼児の一日フッ化物摂取基準を提唱した Ophaugらの許容量 0.05-0.07mg/kg の約 1/2 であった。以上の成績からわが国における乳児用食品摂取からの一日フッ化物摂取量は、外国のフッ化物非添加水道水地区における文献値と比べて同等かまたは低値にあることが推定される。わが国のフッ化物応用においては、本報告の資料にみられる一日フッ化物摂取量の基準値の科学的な設定が望まれる。

A. 研究目的

齲蝕予防としてのフッ化物応用は、成長発達期の小児に対する集団応用として著明な効果を有することが多くの疫学研究で検証されてきた。WHO（世界保健機関）は、1969年に齲蝕予防法としてのフッ化物応用を勧告¹⁾し、継続的なフッ化物応用を推奨^{2,3)}している。さらに最近のフッ化物応用の動向としては、小児のみならず成人・老人にいたる生涯を通じた齲蝕予防法に拡大・普及しつつある^{6,9)}。

口腔保健のためのフッ化物応用を実施するに当たっては、日常の飲料水およ

び食品などから経口的に摂取する一日フッ化物量 (daily fluoride intakes, DFIs)¹⁰⁾を確認しておくことが重要であり、これは生体における日常的フッ化物摂取の指標の基礎となるものである。欧米では、食品や飲料水から摂取される一日フッ化物摂取量については絶えず評価・検証がなされている^{29-32,40-48)}。

一方、わが国では1950年代からフッ化物研究者によるフッ化物摂取についての報告があり、成人を対象とした基準値が推定されてきた¹¹⁻¹⁶⁾。しかしながら、これまでの測定値は、研究者間での異なったフッ化物分析法の採用があり、直接

比較に難点があった。さらに近年、輸入食品や加工食品の増加および食品摂取様式や食生活習慣の変化がみられるので、食品中フッ化物分析や一日フッ化物摂取量を再評価する時機に至っている⁷⁾。

乳幼児期における一日フッ化物摂取量は、フッ化物応用によって永久歯エナメル質の萌出前成熟とその結晶性向上による齲蝕抵抗性付与と共に、フッ化物高濃度含有飲料水および各種のフッ化物によるものと推測される過剰摂取に起因する歯のフッ素症 (dental fluorosis) の発生を抑制するための基準設定などが指標となっている^{10,29,38)}。

それに関連して、米国では Recommended Dietary Allowances (RDAs)⁴⁾ が公表されていて、主な栄養素とミネラルと微量元素についての許容量が提示されている。フッ化物については、RDAs 第 10 版(1989 年)に、銅、マンガン、フッ化物、クロム、モリブデンが掲載されていて、RDAs の主要ミネラル(カルシウム、リン、マグネシウム、鉄、亜鉛、ヨウ化物、セレン) の他に Estimated Safe and Adequate Daily Dietary Intakes of Selected Vitamins and Minerals として採録されている。現在のところ適正域の上限値(Upper limited Level:UL)を超えないとする見解⁴⁾が強く望まれていて新しい基準づくりの検討が要望されている^{6,7)}。

我々は、齲蝕予防としてのフッ化物応用に深く関連する生体のフッ化物摂取量に着目し、その基礎データとしての乳児用食品のフッ化物分析値から乳児期

における一日フッ化物摂取量の推定を行っていくつかの知見を得たので報告する。

B. 研究方法

1. 乳児用食品

本研究では乳児用食品は市販調製粉乳および離乳食(ベビーフード)を分析試料とした。調製粉乳は国内メーカー5社の製品を各2種類、計10種類を使用した。離乳食品は、今村の離乳食品群の分類²²⁾に従い、分類I(穀類)、II(肉・魚類)、III(野菜)、IV(果汁)に該当する食品48品目を試料とした。離乳食品の内訳は、穀類11品目(フリーズドライ食品:5種、レトルト食品:6種)、肉・魚類(乳製品含む)20品目(フリーズドライ食品:13種、レトルト食品:7種)、野菜類11品目(フリーズドライ食品:5種、レトルト食品6種)、果汁と果物6品目である。前処理としてフリーズドライ食品は Cartorige mill (池田科学, 東京) で粉末にし、水分を含むレトルトタイプの食品は乳鉢でホモジナイズして実験に供した。

2. 実験装置と調製液

1) 微量拡散装置

食品からのフッ化物分離は、Hinoide^ら³⁴⁾の微量拡散装置を用いた(図1)。この微量拡散装置はテフロン製であり、耐熱・耐薬品性を有している。拡散容器はスクリュー式の蓋で密閉され気密性が極めて高くなるよう設計されている。さらに拡散容器本体の内室に取り外しができるテフロン製捕集容器(容量1.5ml)が設置してある。試料と分離拡

散溶液を外室に、フッ化物捕集液を内室の捕集容器にそれぞれ設定することで、試料からのフッ化物の分離・拡散・捕集の反応を閉鎖系で実行することができる。

2)フッ化物イオンの定量装置

分離回収されたフッ化物イオンは、イオンアナライザー (EA940, Orion Research, Ltd.) に複合型フッ化物イオン電極(96-06, Orion Research, Ltd.) を接続して定量した。

3)試薬と調製液

分離拡散溶液:食品からのフッ化物の分離拡散には、60%過塩素酸溶液(精密分析用, 和光純薬株)を蒸留水で5M過塩素酸溶液に希釈した。この5M過塩素酸溶液200mlに hexamethyldisiloxane (HMDS と略、信越化学, 東京)を10ml添加攪拌して HMDS-飽和-5M 過塩素酸溶液を調製した。

フッ化物捕集液:分離拡散されたフッ化物の捕集には0.1M水酸化ナトリウム(NaOH)溶液1mlを使用した。

フッ化物イオン標準液:フッ化物イオン濃度として、10ppm, 1ppm, 0.1ppmを調製し、測定ごとに0.05ppm および0.02ppmを準備した。

3.微量拡散法によるフッ化物分析(図2)

試料(フリーズドライ食品; 0.5g, レトルト食品; 2g)を微量拡散装置の外室に秤りとり。次に捕集容器を微量拡散装置の内室に置き、フッ化物捕集液(0.1M NaOH)1mlを滴下した。外室に分離拡散溶液(HMDS-飽和5M過塩素酸溶液)4mlを加え、直ちにスクリー付きの蓋をした。分離拡散溶液が試料

に均等に浸透するように水平に保持しつつ軽く回転させた。その後、恒温器(DS-43,大和科学, 東京)中で60℃にて所定時間反応させた。反応後、恒温器から取り出して、室温で放冷後、微量拡散装置から捕集容器のみを取り出して重量減少を蒸留水で補正した。捕集容器にTISAB III (Total Ionic Strength Adjusted Buffer, Orion Research, Ltd.)を0.1ml添加して、フッ化物イオン電極法で測定した。なお、ブランクは外室に試料のない分離拡散溶液のみの拡散容器を2個用意し試料と同様に操作した。測定ごとに上記2個のフッ化物イオン濃度の平均値をブランク値とし、さらに同一試料に対して3回の繰り返し測定とした。

4.水蒸気蒸留法によるフッ化物分析

食品試料(4-5g)を磁性るつばに秤りとり、フッ化物固定剤の水酸化カルシウム溶液を5ml添加し、80℃で乾燥させた。その後電気炉にて550℃で12時間以上灰化した。水蒸気蒸留は、湿性灰化溶液として60%過塩酸(精密分析用、和光純薬)100ml、蒸留温度 $140 \pm 2^\circ\text{C}$ 、蒸留速度30ml/10minの条件で行い、溜液200mlで蒸留の終点とした。溜液中のフッ化物はフッ化物イオン電極法で測定した。

5.乳児食品中のCa, Mg, Pの分析

乳児用食品中Ca, MgおよびPの分析は、試料(フリーズドライ食品:0.1g, レトルト食品:1g)をconc.HNO₃1mlとconc.HClO₄0.5mlで湿性灰化後、CaおよびMgは原子吸光法(508型, 日立)で測定し、PはChenらの分光光度分析

法(MPS-2000, 島津)によって定量した。

6. 乳児期における一日平均フッ化物摂取量の計算

乳児用食品の摂取について、フリーズドライ食品の場合は多くの製品利用記載には飲料水で5倍に調製して作るよう指示されている。また、わが国の水道水フッ化物イオン濃度は0.2ppm以下にあり、大部分が0.1ppm付近にあるので飲料水のフッ化物イオン濃度を0.1ppmと設定して摂取時のフッ化物濃度を算出した。次に、レトルト食品では調製を要しないので直接分析値の値を摂取時のフッ化物濃度とした。

乳児の月齢別の体重、総エネルギー摂取量および各食品の摂取量は、西村ら²³⁾のデータを基にして算出した。月齢に応じた各食品群の一日平均摂取量は、食品分類ごとの総エネルギー(kcal)を各乳児用食品群の平均エネルギー(kcal/g)で除した。したがって、月齢別一日平均フッ化物摂取量は次式の計算によった。

月齢別一日平均フッ化物摂取量(mg) = Σ 分類ごとの摂取時平均フッ化物濃度 × 分類毎の摂取量

これによって得られた一日平均フッ化物摂取量を月齢別の体重²²⁾で除して、体重1kgあたりの一日平均フッ化物摂取量を算出した。

C. 研究結果

1. 微量拡散法による乳児用食品中フッ化物分析

— 拡散時間と回収率の検討 —

微量拡散法 (60°C・12時間) による

フッ化物イオン標準添加回収試験はフッ化物イオン量0.2 μ gと2.0 μ gについて各々5回の繰り返し測定で行った。フッ化物イオン添加回収率(%)は、フッ化物イオン量の実測値-ブランク値)/フッ化物イオン添加量×100の式で計算した。フッ化物イオン添加量0.2 μ gと2 μ gの回収率は、それぞれ95.0±1.5%と98.2±3.4%を示した(表1)。ブランク値については、5回の繰り返し測定で0.026±0.008 μ g (n=5)と極微量であった。

乳児用食品中フッ化物分析を微量拡散法-フッ化物イオン電極法で測定するにあたって、4品目を試料として拡散時間の検討を行った(表2)。拡散温度は60°Cで一定とし、繰り返し測定は3回としたが、「しらすがゆ」のみは5回測定した。「しらすがゆ」のフッ化物測定値は、拡散2, 6, 12時間において2.67±0.10, 2.81±0.21 および 2.91±0.06 μ g/gと上昇していくが、拡散2時間においても12時間の分析値と比較して90%以上のフッ化物量を示した。12時間の拡散で「米がゆ」は0.21±0.01 μ g/gと低値を示し、「おかゆ」「牛肉野菜」はそれぞれ0.82±0.04 μ g/gと0.88±0.14 μ g/gの値を得た。6時間の拡散におけるフッ化物測定値は12時間の値と比較すると、「牛肉野菜」のみが64.7%であったが、その他の食品では85%以上の回収を示した。

2種類の離乳食中フッ化物濃度を①微量拡散法60°C・12時間-フッ化物イオン電極法, ②灰化-水蒸気蒸留法-フッ化物イオン電極法による2種の分析

法で比較した。各5回の繰り返し測定の結果、微量拡散法によるフッ化物は、「しらすかゆ」90.6%、「米かゆ」97.0%の回収率を示した(表3)。

乳児用食品を対象とするフッ化物分析について、微量拡散法でのフッ化物回収率が90%以上得られたこと、またブランク値が極低量を示し、少量で低濃度試料が迅速に測定可能であることが認められたので、乳児用食品のフッ化物分析は微量拡散法(60℃・12時間以上)ーフッ化物イオン電極法で行うこととした。

2. 調製粉乳中フッ化物濃度

市販の調製粉乳10種類のフッ化物濃度は、0.30~1.00 $\mu\text{g/g}$ (平均0.50 \pm 0.19 $\mu\text{g/g}$)の範囲にあり、製造元の指示に従って蒸留水で調製(13~14g/100ml)すると、乳児の摂取時フッ化物濃度は0.039~0.120 $\mu\text{g/ml}$ の値となった。本試料の中でフッ化物濃度の最も高値1.0 $\mu\text{g/g}$ を示した明治の調製粉乳は、カルシウム含量(6520 $\mu\text{g/g}$)が他の製品よりやや高値であるのが特徴的であった(表4)。

3. 乳児用食品中フッ化物濃度

離乳食の中で穀類に相当する「かゆ」に含まれるF,Ca,MgおよびP濃度を表5に示した。この「かゆ」などの穀類の中でフッ化物濃度が高値を示したのは、フリーズドライ食品においては「米かゆ」(No.6, 5.22 $\mu\text{g/g}$)と2種類の「しらすかゆ」(No.2:2.91 $\mu\text{g/g}$, No.7:2.35 $\mu\text{g/g}$)であり、とくにフッ化物濃度の最高値を示した「米かゆ」(No.6)は、他の製品よりカルシウム

(6990 $\mu\text{g/g}$)とリン(9150 $\mu\text{g/g}$)含量が著しく高値であった。その他のかゆなどの穀類は、0.6 $\mu\text{g/g}$ 以下のフッ化物分析値を示した。一方、レトルト食品のフッ化物濃度は、「しらすおじや」が0.44 $\mu\text{g/g}$ と高値を示し、しらすを含まない他のかゆなどの穀類は0.07 $\mu\text{g/g}$ 以下の極めて低い値を示した。レトルト食品の中でカルシウム濃度の低い試料や「しらす」などの海産物の添加されていない食品はフッ化物濃度が低値を示す傾向がみられた。

分類IIはタンパク質を主成分とした離乳食であり、肉・魚類および乳製品が分類されている(表6)。フリーズドライ食品のフッ化物濃度は0.19~0.88 $\mu\text{g/g}$ の範囲にあり、高濃度フッ化物食品は見当たらないが、カルシウム含量(405~1590 $\mu\text{g/g}$)は必ずしも低値ではなく、前記におけるかゆなどの穀類よりかなり高いカルシウム量を含む製品

(No.5,12)もみられた。レトルト食品の中ではフッ化物濃度は「牛肉」が0.18 $\mu\text{g/g}$ で最も高く、その他は0.02~0.08 $\mu\text{g/g}$ の範囲にあり、概ね低値であった。

野菜を主材料とした分類IIIに該当する離乳食品のF,Ca,MgおよびP濃度を表7に示した。野菜類のフリーズドライ食品のフッ化物濃度は0.22~0.62 $\mu\text{g/g}$ (n=5)の値であった。一方、レトルト食品は、米国産が多いのが特徴であり、そのフッ化物濃度は0.04~0.56 $\mu\text{g/g}$ (n=6)の範囲にあったが、同一メーカーの「混合野菜」を比較すると米国産(0.56 $\mu\text{g/g}$)の方が日本産

(0.056 $\mu\text{g/g}$) よりも約 10 倍高値を示していた。

市販の果汁と果物中のフッ化物濃度について、果物は 0.03~0.05 $\mu\text{g/g}$ (n=3) と低値であり、果汁は 0.14~0.18 $\mu\text{g/g}$ (n=3) の範囲にあった (表 8)。

4. 乳児用食品の食品群別のフッ化物濃度

表 9 には飲料水のフッ化物濃度を 0.1ppm と仮定した場合の食品群別における乳児の摂取するフッ化物濃度を示している。フリーズドライ食品の摂取時におけるフッ化物濃度およびエネルギー量は、5 倍量の飲料水で調製して摂食するものとして計算した。

調製粉乳の摂取時フッ化物濃度は 0.14~0.22 $\mu\text{g/g}$ (平均 0.17 $\mu\text{g/g}$) であった。一方、食品群別の摂取時フッ化物濃度について、穀類では 0.06~0.88 $\mu\text{g/g}$ (平均 0.30 $\mu\text{g/g}$) の範囲となり、肉・魚類については 0.02~0.23 $\mu\text{g/g}$ (平均 0.13 $\mu\text{g/g}$) を示した。さらに野菜は 0.04~0.60 $\mu\text{g/g}$ (平均 0.23 $\mu\text{g/g}$) の濃度範囲であり、果汁と果物においては 0.03~0.18 $\mu\text{g/g}$ (平均 0.10 $\mu\text{g/g}$) の値であった。離乳食の食品群別フッ化物濃度を比較すると穀類(平均 0.30 $\mu\text{g/g}$) が最も高値を示していた。

5. 市販乳児用食品摂取にもとづく一日平均フッ化物摂取量の推定

各食品群別の摂取時フッ化物濃度値から一日平均フッ化物摂取量を推定するにあたっては、乳児の月齢・体重および各食品群別のエネルギー摂取量から各食品群別の摂取量を換算した。この摂取量と食品分類別に摂取するフッ化物

濃度から、乳児の月齢における一日平均フッ化物摂取量を推定した (表 10)。乳児の一日平均フッ化物摂取量は、月齢 3~4 カ月では、0.166mg/day, 5~6 カ月で 0.202mg/day および 7~8 カ月においては 0.266mg/day とそれぞれ推定された。一日平均フッ化物摂取量の食品群別の比率をみると、月齢 3~4 ヶ月では 88.0% が調製粉乳に依存しているが、月齢を経るに従い調製粉乳からのフッ化物摂取は減少し、月齢 7~8 ヶ月には 44.1% まで低下・推移していた。一方、離乳食は月齢に従い摂取量が増加していき、その大部分は穀類摂取の増大によるものであり、月齢 7~8 ヶ月ではフッ化物摂取量の 51.1% に達し調製粉乳の 44.1% を超えていた。体重 1kg 当たりのフッ化物摂取量は、月齢 3~4 カ月で 0.023mg/kg, 5~6 カ月では 0.024mg/kg, 7~8 カ月で 0.029mg/kg と評価された。

D. 考 察

齶蝕予防法としてのフッ化物応用は、世界的には過去約 50 年にわたり、その有効性と安全性が検証されてきている^{3,9,10)}。WHO (世界保健機関) は、1969 年¹⁾、1970 年²⁾、1994 年³⁾ にフッ化物応用の勧告を公表して、現在、世界約 60 カ国で 3 億 2000 万人がフッ化物添加水道水を利用している⁴⁹⁾。しかしながら、フッ化物応用の定着とともに、一日に摂取されるフッ化物の基準量と生涯を通しての摂取基準などの確認が世界的な課題となっている⁴⁸⁾。米国の National Research Council の Food and Nutrition Board Commission on

Life Sciences は、Recommended Dietary Allowances (RDAs) としての栄養について、ビタミン A,D,E,K,B 群とともに、カルシウム、リン、マグネシウム、鉄、亜鉛、ヨード、セレンウムについて掲載され、さらに鉄に次いで成人の生体中に多いフッ化物についても Estimated Safe and Adequate Daily Dietary Intakes of Selected Vitamins and Minerals として採録されている⁴⁾。一方、わが国では科学技術庁資源調査会が関係省庁と協力して「日本食品標準成分表」を作成し公表してきているが、第6次栄養所要量⁵⁾においてもフッ化物の一日摂取量は採択されていない。今回の改定では、厚生省保健医療局地域保健・健康増進栄養課を中心としてフッ化物の検討が行われたようである。

現在、生涯を通した齲蝕予防としてのフッ化物応用の時代を迎えているが、一日フッ化物摂取量を推定することは、その有効性と安全性を評価するうえで必要不可欠な基礎的データとなる。生体必須微量元素としてのフッ化物は、歯の形成期において結晶生成と結晶の成熟に寄与する重要な役割があり、それについての膨大な研究報告がある。歯の結晶成熟のみならず、骨の結晶の安定性についてもフッ化物が寄与することが大きく、生涯を通した有用性が明らかにされつつあり、適量摂取(Adequate Intake, AI)^{6,7)}の設定の時期にきている。

わが国の食品中のフッ化物分析と摂取量の推定は、1950年代から現在までいくつかの報告がされている¹¹⁻¹⁶⁾。鮫島¹¹⁾は、献立表によって飲料水と食品か

らの一日フッ化物摂取量は、12歳児で1.3~2.2mg(飲料水フッ化物濃度：0.05~0.2ppm)と推定した。また齊藤¹²⁾は、日本人成年男子の日常摂取する食餌からの平均一日フッ化物摂取量が1.52~2.1mgと報告した。飯塚¹³⁾は成人の一日摂取するフッ化物量を0.48~2.64mgと推定した。角田ら¹²⁾は、食品中のフッ化物分析値を国民栄養調査の食品別全国平均摂取量を基にして、日本人一人一日当たりの食品からのフッ化物摂取量を1.01mgと算出した。一方、友松ら¹⁵⁾は、マーケットバスケット方式でのフッ化物摂取量評価では成人で平均1.75mgと報告している。しかしながら、現在では食品中フッ化物分析法が改善され、また食品の多様化や食生活の環境の変化などから食品中フッ化物分析や一日フッ化物摂取量を再評価することが課題となってきている。

乳幼児期における食品摂取における一日フッ化物摂取量は、永久歯の形成期における萌出前エナメル質成熟(pre-eruptive maturation)に寄与することと、飲料水の高濃度フッ化物の摂取や、その他の経路からの過剰摂取に起因すると推測されている歯のフッ素症の発現を抑制することで重要な指標とされるものである。この観点から、乳児用食品のフッ化物分析値から乳児の一日フッ化物摂取量の検討を行った。わが国において乳幼児用食品からの一日フッ化物摂取量は、西島ら¹⁹⁾およびChitaisonら²⁰⁾がわが国とブラジル、タイとの国際比較を行い報告している。食品のフッ化物分析法については、

Taves³⁷⁾ が食品の前処理として灰化と非灰化試料を微量拡散法によるフッ化物分析で比較して差はないことを報告しており、本研究で実施した灰化を経ない乳児用食品の HMDS-微量拡散法—フッ化物イオン電極によるフッ化物分析法は概ね妥当であると考えられる。

ところで市販調製粉乳は国内で入手できる国内 5 社の製品から各 2 種類ずつ計 10 種類と離乳食（ベビーフード）48 品目を分析試料としたが、母乳のフッ化物濃度は測定していない。本研究での調製粉乳 10 種のフッ化物濃度は、0.35～1.00 $\mu\text{g/g}$ （平均 0.50 $\mu\text{g/g}$ ）の範囲であったが、わが国においては渡辺ら¹⁷⁾ および富田ら¹⁸⁾ が既に報告している。渡辺ら¹⁷⁾ は、国内 5 社の粉乳中総フッ化物濃度を灰化—微量拡散法—フッ化物イオン電極法で測定し 0.22～0.40 $\mu\text{g/g}$ の値を得ている。富田ら¹⁸⁾ は、国内の 5 社の製品から 20 種類（6 種類は大豆ベース）の調製粉乳を選び、そのフッ化物濃度を①ガスクロマトグラフィによるフッ化物イオン検出と、②拡散法、③パイロハイドロリシス法および④イオン電極による直接測定の 4 種類の分析法で比較して、②と③の方法では調製粉乳中フッ化物濃度には有意な差は認められないことを示し、総フッ化物濃度として拡散法を用いてもよいと指摘した。さらに蒸留水で調製した総フッ化物濃度が 0.033～0.210 $\mu\text{g/ml}$ （ $n=20$ ）の範囲にあることを報告した。

一方、国外では、Howat ら³⁹⁾ は 6 種類の調製粉乳を脱イオン水で調製したフッ化物濃度を比較して 0.02～

0.08 $\mu\text{g/ml}$ の範囲にあることを示した。McKnight-Hanes ら²⁶⁾ は、同様に調製粉乳の脱イオン水による調製フッ化物濃度は 0.055～0.121 $\mu\text{g/ml}$ と報告した。DaBeka ら²⁵⁾ は脱脂粉乳粉末では 0.11～0.42 $\mu\text{g/g}$ のフッ化物分析値を示したが、Singer and Ophaug⁸⁾ は水道水非フッ化物添加地区（0.3ppmF 以下）での調製粉乳のフッ化物濃度が 0.08～0.31 $\mu\text{g/ml}$ の範囲にあると報告した。

本研究では、調製粉乳を蒸留水で調製したフッ化物濃度は 0.04～0.12 $\mu\text{g/ml}$ （平均 0.07 $\mu\text{g/ml}$ ）の値となり、渡辺ら¹⁷⁾ や富田ら¹⁸⁾ のデータの範囲内であった。さらに国外では Howat ら³⁹⁾ や McKnight-Hanes ら²⁶⁾ の値とほぼ近似した値であった。今回の調製粉乳中フッ化物分析結果から乳児の摂取する調製粉乳中フッ化物濃度は、非フッ化物添加水道水であるわが国では、概ね 0.1～0.2 $\mu\text{g/ml}$ の範囲で全国的規模でみると 0.3 $\mu\text{g/ml}$ 以内であると推定される。

一方、牛乳に関しては、Hattab and Wei²⁴⁾ は香港産を除いて輸入品で 0.01～0.07 $\mu\text{g/ml}$ （ $n=7$ ）と指摘した。さらに通常濃度では 0.1 $\mu\text{g/ml}$ 以下であるとの報告^{27,41)} もある。わが国において、既報⁷⁻¹¹⁾ では、0.14～0.22 $\mu\text{g/ml}$ の範囲を認めているが、副島（1994）¹²⁾ は 1.52 $\mu\text{g/ml}$ と高い濃度を報告している。我々の予備的調査では市販牛乳中フッ化物濃度は 0.04～0.06 $\mu\text{g/ml}$ （ $n=4$ ）を得ており、試料が異なるので直接比較はできないが、副島らの 1.52 $\mu\text{g/ml}$ は、一般の牛乳にしては著しく高濃度である。もしこのフッ化物高濃度牛乳をそのま

ま、3歳児の一日フッ化物摂取量推定の計算データとして利用しているとすれば、その推定値は高く見積られている可能性が高い。

市販離乳食（ベビーフード）については3社の製品から48品目をフッ化物分析の対象としたが、とくにフリーズドライ食品の中で高値を示した「米がゆ」（5.22 $\mu\text{g/g}$ ）は、米国で生産された製品であり、他の製品よりもカルシウム濃度（6990 $\mu\text{g/g}$ ）とリン濃度（9510 $\mu\text{g/g}$ ）が著しく高く、リン酸カルシウム添加によることが考えられる。2社の製品による「しらすがゆ」（2.91ppm, 2.35ppm）は、通常の「かゆ」より、魚介類の「しらす」の添加によって高値のフッ化物濃度を示している。日本人の食生活習慣では、この「しらす」に類する小魚は、カルシウム摂取源として乳幼児から学童に至る成長期に推奨されているが、同時にフッ化物摂取にも寄与している。

乳児期の一日平均フッ化物摂取量については、わが国では乳児の月齢6カ月について、西島¹⁹⁾ および Chalermpong²⁰⁾ は 0.087~0.238mg/day の範囲になると報告し、また木村ら²¹⁾ は、陰膳方式による食事のフッ化物分析値から1歳児では 0.10~0.57mg/day（平均 0.23mg/day）であることを示した。本研究のデータは、月齢5カ月~8カ月では 0.202~0.266mg/day を示し、上記の既報の値とほぼ同様であった。さらに海外での報告とも比較しても同等かそれ以下の値にあった⁴⁷⁾。

本研究から考察される課題としては、(1) 母乳中のフッ化物濃度と自家製の

離乳食中フッ化物濃度に関する標準値の確認、(2) わが国の乳児の食品摂取について広域ブロック別試料（データ）と母乳および調製乳からのフッ化物摂取量の確認、(3) 栄養所要摂取基準としての0~4歳までの食品摂食パターンと4歳以上の比較検討などが挙げられるが、とくに、(2) については、欧米諸国では、乳児から成人までの一日の食品摂取量に関するデータが既にあり、栄養素の一日摂取量の算出がよく行われていて基準値の設定が活用されているが、わが国での全国規模での統一したフォーマットによる調査を行うことが強く望まれる。

E. 結 論

本研究は、齶蝕予防を目的としたフッ化物応用の基礎資料として、生涯を通じたフッ化物応用の評価に有用なデータを提供することを考慮して、乳児の一日フッ化物摂取の分析と測定値の検討に着目したものである。研究試料としては市販乳児用食品とし、それらのフッ化物分析と測定値を検索し、乳児の月齢別の一日フッ化物摂取量を推定して次の結果を得た。

1. 乳児用食品中フッ化物分析は、試料を灰化を行わずにテフロン製微量拡散装置を用いて、HMDS・飽和5M 過塩素酸溶液による60 $^{\circ}\text{C}$ ・12時間以上の拡散条件で行った。本研究では試料からの回収率は90.6%以上であった。この方法は、本研究室で開発・検討されたものであり、微量でしかも低濃度フッ化物を分析

するのに迅速性と簡便性の特徴をもつフッ化物定量法である。

2. 本報告で用いたわが国で市販されている調製粉乳 10 種類のフッ化物含量については、粉乳では $0.30\sim 1.00\mu\text{g/g}$ (平均： $0.50\mu\text{g/g}$) の範囲にあった。この含量を基にして通常使用する水道水のフッ化物イオン濃度を $0.1\mu\text{g/ml}$ と設定した場合、乳児が摂取するフッ化物濃度は、 $0.14\sim 0.22\mu\text{g/g}$ (平均： $0.17\mu\text{g/g}$) の範囲となる。
3. 市販乳児用食品の離乳食 (ベビーフード) としての摂取時のフッ化物濃度は、穀類では平均 $0.30\mu\text{g/g}$ 、肉類と魚類では $0.13\mu\text{g/g}$ 、野菜類では $0.23\mu\text{g/g}$ 、果汁 (果物) は $0.1\mu\text{g/g}$ であった。離乳食のうちでフッ化物濃度が高値であった食品は、リン酸カルシウムの添加された米国産の「米がゆ」 ($5.22\mu\text{g/g}$) とかゆと小魚のしらすを混合した市販の「しらすがゆ」 ($2.91\mu\text{g/g}$) であった。
4. 乳児用食品摂取に基づいた一日平均フッ化物摂取量は、月齢 3~4 カ月の乳児では 0.166mg 、5~6 カ月では 0.202mg 、7~8 カ月では 0.266mg となることが推定される。これらの月齢における体重 1kg あたりの一日平均フッ化物摂取量は $0.023\sim 0.029\text{mg/kg}$ の範囲であり、Singer and Ophaug(1985)が提唱した許容量 $0.05\sim 0.07\text{mg/kg}$ よりかなり低値である。

本研究によって、わが国における乳児用食品中フッ化物分析値に基づく一日

フッ化物摂取量の推定値の基礎資料が得られたので、今後のフッ化物応用推進に基準データの一部として有用となることが示唆された。

F. 文献

- 1) World Health Organization: 第 22 回総会における上水道弗素化の決議及びその審議記録, 第 22 回 WHO 総会決議 WHA 22. 30, 1969.
- 2) World Health Organization: Fluoride and Human Health, World Health Organization Monograph Series, No. 59. Geneva, 1970.
- 3) World Health Organization: Fluoride and Oral Health, WHO Technical Reports No.846. ,Genova. , 1994.
- 4) Subcommittee on the tenth edition of the RDAs, Food and Nutrition Board Commission on Life Sciences National Research Council : Recommended Dietary Allowances 10th edition, p.235, National Academy Press, Washington, D.C. , 1989.
- 5) 厚生省保健医療局地域保健・健康増進栄養課: 第 6 次改定日本人の栄養所要量, pp.1~9, 医歯薬出版社, 東京, 1999.
- 6) Jones S. and Lennon M : Fluoridation, In Community Oral Health, edit. Pine C.M., 222-237, Reed Educational & Professional Publishing, Oxford,

- 1997.
- 7) Yates, A.A., Schlicker, S.A. and Sutor, C.W. : Dietary reference intakes : the new basis for recommendations for calcium and related nutrients, B vitamins, and choline, *Journal of the American Dietetic Association*, **98** : 699-706, 1998.
 - 8) Singer, L. and Ophaug, R. : Total fluoride intake of infants, *Pediatrics*, **63**:460-466, 1979.
 - 9) Horowitz, H.S. : Appropriate uses fluoride : consideration for the '90s summary, *J Public Health Dentistry*, **51**:60-63, 1991.
 - 10) Burt, B.A. : The changing patterns of systemic fluoride intake : *J Dent Res*, **71**(Spec Iss):1228 - 1237, 1992.
 - 11) 鮫島一夫:日本人フッ素摂取量に関する研究, *口衛会誌*, **8**:37-45, 1958.
 - 12) 斎藤博業:日本人成人男子の日常摂取する食餌のフッ素含有量に関する研究, *防衛衛生*, **7**: 313-325, 1960.
 - 13) 飯塚喜一:フッ素に関する衛生学的第2編 日本における人歯牙, 食品および上下水道中のフッ素量, *日衛誌*, **19** : 1-7, 1964.
 - 14) 角田文夫, 国田博子 : 動植物中フッ素について-自然と汚染-, 公害と対策, **9**: 613-619, 1973.
 - 15) 友松俊夫, 鈴木二郎, 中沢久美子, 木村康夫 : フッ素の衛生学的研究 (第3報) 各種食品中のフッ素含有量の分析および食餌からのフッ素摂取量の評価, *東京衛生年報*, **27**:174-178, 1976.
 - 16) 副島 孝 : 食品中のフッ素含有量に関する研究, *口衛会誌*, **44**:342-353, 1994.
 - 17) 渡辺 猛, 椿田直也, 宮城昌治, 岩本義史 : 食品中のフッ素に関する研究 第1報 乳児用調製粉乳中の総フッ素量の定量, *口衛会誌*, **38**: 387-392, 1989.
 - 18) 富田美佐子, 杉村たか子, 古山公英, 金子芳洋:乳児用調製粉乳中の総フッ素およびイオン型フッ素の測定, *口衛会誌*, **42**:316-323, 1992.
 - 19) Nishizima, M.T., Koga, H., Maki, Y. and Takaesu, Y. : A comparison of daily fluoride intakes from foods samples in Japan and Brazil, *Bull Tokyo Dent Coll*, **34** :43-50, 1993.
 - 20) Chitaisong, C., Koga, H., Maki, Y. and Takaesu, Y. : Estimation of fluoride intake in relation to F, Ca, Mg and P contents in infant foods. *Bull Tokyo Dent Coll*, **36** : 19-26, 1995.
 - 21) 木村年秀, 木下正良, 吉田雅智, 森田 学, 渡邊達夫, 山下文夫 : 保育園児のフッ素摂取量, *口衛会誌*, **46** : 468-469, 1996.
 - 22) 今村栄一編 : 離乳の基本, p.19, 医歯薬出版社, 東京, 1981.
 - 23) 西村輝子, 遠藤幸子 : 松江市における生後3カ月から17カ月までの乳幼児の食事について (第1報) : 小

- 児保健研究, 43 : 57-72, 1984.
- 24) Hattab, F.N. and Wei, S.H.Y. :
Dietary sources of fluoride for
infants and children in Hong
Kong, *Pediatric Dentistry*, 10, 13
-18, 1988.
- 25) Dabeka, R.W., McKenzie, A.D., Conacher, H.B. S. and
Kirkpatrick, D.C. : Determination
of fluoride in Canadian infant
foods and calculation of fluoride
intakes by infants, *Canadian
Journal of Public Health*, 73: 188
-191, 1982.
- 26) Mc Knight-Hanes, M.C.,
Leverett, D.H. , Adair, S.M. and
Shields, C.P. : Fluoride contents of
infant formulas: soy-based
formulas as a potential factor in
dental fluorosis, *Pediatric
Dentistry*, 10:189-194, 1988.
- 27) Tinanoff, N. and Mueller, B. :
Fluoride content in milk and
formula for infants, *Journal of
Dentistry for Children*, 45:53-
55, 1978.
- 28) Chowdhury, N.G. and
Shepherd, M.G. : Fluoride intake
of infants in New Zealand, *J Dent
Res*, 69:1828-1833, 1990.
- 29) Ophaug, R.H., Singer, L. and
Harland, B.F. : Dietary fluoride
intake of 6 month and 2 years old
children in four dietary regions of
the United States, *The American
Journal of Clinical Nutrition*, 42 :
701-707, 1985.
- 30) Ophaug, R.H. and Singer, L. :
Estimated fluoride intake
6-month-infants in four dietary
regions of United States, *The
American Journal of Clinical
Nutrition*, 33 : 324-327, 1980.
- 31) McClure, F.J., Mitchell, H.H., Hamilton, T.S. and Kinser, C.A. :
Balances of fluoride ingested
from various sources in food and
water by five young men, *Journal
of Industrial and Toxicology*,
27:159-170, 1945.
- 32) McClure, F.J., Fluoride in foods -
Survey of recent data - , *Public
Health Reports*, 64: 1061-1074,
1949.
- 33) 長島 暲, 田辺吉彦, 榎智嗣, 友利
隆俊, 高江洲義矩: 各種市販実験動
物用飼料の組成とそのフッ素含量,
口衛会誌, 39 : 2-8, 1989.
- 34) Hinoide, M., Koga, H., Inoue, K.,
Imai, S., Takaesu, Y. and Nishizama,
T. : Modified microdiffusion method of
fluoride analysis with a Teflon vessel,
J Dent Health, 42:239-245, 1992.
- 35) Taves, D.R. : Determination of
submicromolar concentrations of
fluoride in biological samples,
Talanta, 15:1015-1023, 1968.
- 36) Taves, D.R. : Separation of fluoride
by rapid diffusion using
hexamethyldisiloxane, *Talanta*,
15 :969-974, 1968.
- 37) Taves, D.R. : Dietary intake

- fluoride ashed (total fluoride) vs. unashed (inorganic fluoride) analysis of individual foods, *Br J Nutr*, **49**:295–301, 1983.
- 38) Ripa, L.W. : A critique of topical fluoridation methods (dentifrices, mouth-rinses, operator- and self-applied gels) in an era of decreased caries and increased fluorosis prevalence, *J Public Health Dentistry*, **51**:23–41, 1991.
- 39) Howat, A.P. and Nunn, J.H. : Fluoride level in milk formations, *Br Dent J*, **19**:276–278, 1981.
- 40) Infante, P.F. : Dietary fluoride intake from supplements and communal water supplies, *Am J Dis Child*, **129**: 835–837, 1975.
- 41) Johnson, Jr. J. and Bawden, J.W. : The fluoride content of infant formulas available in 1985, *Pediatric Dentistry*, **9**:33–37, 1987.
- 42) Heilman, J. R., Kiritsy, M.C. and Levy, S. M. : Fluoride concentrations of infant foods, *J Am Dent Assoc*, **128**: 857–863, 1997.
- 43) Silva, M. and Reynolds, E. C. : Fluoride content of infant formulae in Australia, *Aust Dent J*, **41** : 37–42 , 1996.
- 44) Levy, S. M., Kohout, F. J., Kiritsy, M. C., Heilman, J. R. and Wefel, J. S. : Infants' fluoride ingestion from water, supplements and dentifrice, *J Am Dent Assoc*, **126** : 1625–1632, 1995.
- 45) Van Winkle, S., Levy, S. M., Kiritsy, M. C., Heilman, J. R., Wefel, J. S. and Marshall, T. : Water and formula fluoride concentrations: significance for infants fed formula. *Pediatr Dent*, **17** : 305–310, 1995.
- 46) Levy S.M., Kohout FJ, Guha – Chowdhury N, Kiritsy MC, Heilman JR and Wefel, J.S. : Infants' fluoride intake from drinking water alone, and from water added to formula, beverages, and food, *J Dent Res*, **74** : 1399–1407, 1995.
- 47) Levy, S. M., Kiritsy, M.C. and Warren, J.J. : Sources of fluoride intake in children, *J Public Health Dent*, **55**:39–52, 1995.
- 48) Levy, S.M. : Review of fluoride exposures and ingestion, *Community Dent Oral Epidemiol*, **22** :173–180, 1994.
- 49) British Fluoridation Society : Optimal water fluoridation status worldwide, Liverpool, May, 1998.

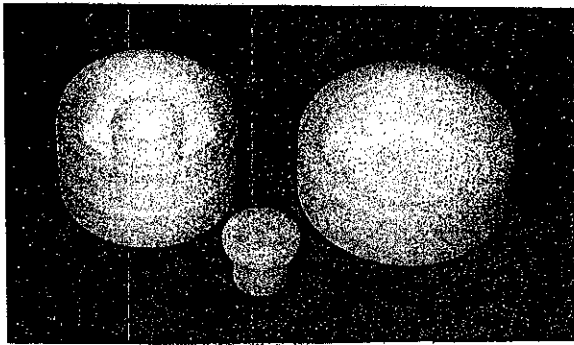


図1 微量拡散装置

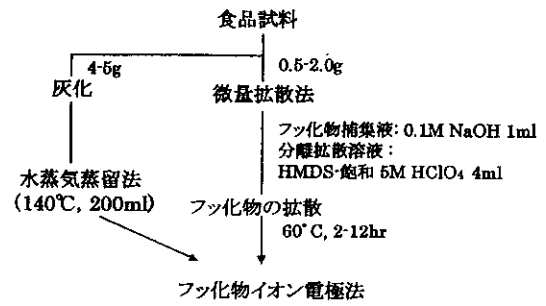


図2 乳児用食品のフッ化物分析法

表1 微量拡散法によるフッ化物イオン添加回収率

フッ化物イオン 添加量(μg)	フッ化物イオン回収量 μg	フッ化物イオン回収率 %
0.2	0.19 ± 0.003*	95.0 ± 1.5*
2.0	1.96 ± 0.068	98.2 ± 3.4

* mean±s.d. n=5

表2 乳児用食品中フッ化物分析の拡散条件の検討 (μg/g)

乳児用食品	試料(g)	拡散条件		
		60°C・2hr	60°C・6hr	60°C・12hr
おかゆ *	2	0.53 (0.01)	0.72 (0.04)	0.82 (0.04)
牛肉野菜 **	0.5	0.54 (0.06)	0.57 (0.04)	0.88 (0.14)
米がゆ **	0.5	0.14 (0.01)	0.18 (0.02)	0.21 (0.01)
しらすがゆ **	0.5	2.67 (0.10)	2.81 (0.21)	2.91 (0.06)

*: レトルト食品 ** : フリーズドライ食品
mean±s.d., n=3

表3 微量拡散法と水蒸気蒸留法による乳児用食品中フッ化物濃度の比較

乳児用食品	非灰化	灰化	非灰化/灰化×100 (%)
	微量拡散法	水蒸気蒸留法	
	μg/g		
しらすがゆ (和光堂)	2.91±0.06	3.21±0.24	90.6
米がゆ (ガーバー)	5.22±0.07	5.38±0.13	97.0

mean±s.d., n=5

表4 調製粉乳中F, Ca, Mg, P濃度

No.	調製粉乳		F	Ca	Mg	P
	商品名	製造				
1	F & P	明治	0.84	4090	472	1900
2	ステップ	明治	1.00	6520	625	2940
3	ネオミルク Ai	雪印	0.43	3950	465	1910
4	ネオミルク 強い子オリゴ	雪印	0.48	5240	502	3110
5	LF チルミル	森永	0.52	3240	480	1800
6	New-LF チルミル	森永	0.62	3210	494	2830
7	SMA S-26	ワイス	0.37	3490	461	2240
8	SMA follow 6	ワイス	0.50	6590	703	3990
9	レベンスフォロー	和光堂	0.30	3530	391	2110
10	レベンスf	和光堂	0.35	3500	395	3300

表5 乳児用食品(穀物)中 F, Ca, Mg, P 濃度

No.	穀類		F	Ca	Mg	P
	商品名	製造				
1	米がゆ *	和光堂	0.21	92	155	884
2	しらすがゆ *	和光堂	2.91	1300	406	2070
3	ライスかゆ *	明治乳業	0.50	1490	221	1210
4	おじや *	明治乳業	0.60	4520	334	1350
5	シリアル *	明治乳業	0.22	227	817	2420
6	米がゆ *	ガーバー	5.22	6990	554	9150
7	しらすがゆ *	ガーバー	2.35	937	469	2980
8	えびピラフ *	ガーバー	0.45	1050	326	3570
9	レバーおじや **	ガーバー	0.07	181	47	866
10	卵おじや **	ガーバー	0.06	87	36	712
11	しらすおじや **	ガーバー	0.44	147	50	466

* : フリーズドライ食品, ** : レトルト食品

表6 乳児用食品(肉・魚類)中 F, Ca, Mg, P 濃度

No.	肉・魚類		F	Ca	Mg	P
	商品名	製造				
1	牛肉野菜 *	明治乳業	0.88	4460	650	2430
2	レバー野菜 *	明治乳業	0.54	4790	909	3150
3	さかな野菜 *	明治乳業	0.60	4750	639	6710
4	ビーフシチュー *	和光堂	0.54	405	550	1700
5	ビーフシチュー *	ガーバー	0.19	8970	710	5060
6	ツナシチュー *	和光堂	0.29	1410	413	2480
7	紅鮭ドリア *	和光堂	0.37	1860	326	2370
8	チキンシチュー *	和光堂	0.19	1490	446	3200
9	チキンリゾット *	ガーバー	0.34	310	539	5700
10	マカロニグラタン *	和光堂	0.54	2480	465	2780
11	サーモンシチュー *	ガーバー	0.27	1900	715	7700
12	カレーと軟らかのシチュー *	ガーバー	0.26	15900	1370	8030
13	野菜入りレバー *	和光堂	0.75	1090	610	5050
14	牛肉 **	ガーバー	0.18	43	126	2240
15	豚もも肉 **	ガーバー	0.02	36	165	3040
16	チーズドリア **	ガーバー	0.07	301	43	656
17	ビーフステーキ **	ガーバー	0.05	66	88	2300
18	チキンステーキ **	ガーバー	0.08	547	139	2220
19	ビーフステーキ **	ガーバー	0.06	43	83	902
20	ラムステーキ **	ガーバー	0.07	499	75	954

* : フリーズドライ食品, ** : レトルト食品

表7 乳児用食品（野菜類）中 F, Ca, Mg, P 濃度

No.	野菜類		F	Ca	Mg	P
	商品名	製造				
1	かぼちゃ *	和光堂	0.42	1150	302	1826
2	野菜ミックス *	和光堂	0.22	443	616	1400
3	野菜マッシュ *	明治乳業	0.55	465	671	1300
4	野菜スープ *	和光堂	0.62	642	233	703
5	ゆめやとグリーンピース *	和光堂	0.33	1940	853	1850
6	にんじん (米国産) **	ガーバー	0.11	130	133	386
7	グリーンピース (米国産) **	ガーバー	0.47	122	103	658
8	かぼちゃ (米国産) **	ガーバー	0.04	270	133	346
9	ほうれん草 (米国産) **	ガーバー	0.12	993	384	1280
10	混合野菜 (米国産) **	ガーバー	0.56	138	89	666
11	混合野菜 (日本産) **	ガーバー	0.05	108	112	746

* フリーズドライ食品 ** レトルト食品

表8 果汁と果物中フッ化物濃度

No.	果汁・果物	製造	F(μg/g)
1	モモ *	ガーバー	0.04
2	リンゴ *	ガーバー	0.05
3	アプリコット *	ガーバー	0.03
4	リンゴジュース **	ガーバー	0.14
5	アップルフルーツジュース **	ガーバー	0.18
6	ミックスフルーツジュース **	ガーバー	0.15

* レトルト食品, ** フレッシュ

表9 乳児用食品の食品群別のフッ化物濃度*

分類	乳児用食品	摂取時のF濃度(μg/g)			N	I補キ - k cal/g
		Range	Mean			
乳汁	調製粉乳	0.14-0.22	0.17	10	0.67	
I	穀類	0.06-0.88	0.30	11	0.62	
II	肉・魚	0.02-0.23	0.13	20	0.76	
III	野菜	0.04-0.60	0.23	11	0.53	
IV	果汁	0.03-0.18	0.10	6	0.47	

* 水道水フッ化物濃度 0.1ppmに設定

表10 市販乳児用食品摂取に基づく一日平均フッ化物摂取量の推定

月齢 体重	食品	エネルギー 摂取量		一日平均フッ化物摂取量		
		kcal	g	mg/day	%	mg/kg body wt.
3-4ヵ月 7.31kg	調製粉乳	578	863	0.147	88.0	
	穀類	13	21	0.006		
	肉・魚類	12	16	0.003	6.6	
	野菜類	2	4	0.001		
	果汁	43	91	0.009	5.4	
	Total	647		0.166	100	0.023
5-6ヵ月 8.38kg	調製粉乳	481	718	0.122	55.4	
	穀類	109	178	0.053		
	肉・魚類	44	58	0.007	32.2	
	野菜類	12	23	0.005		
	果汁	33	70	0.010	7.4	
	水	...	50	0.005		
Total	678		0.202	100	0.024	
7-8ヵ月 9.17kg	調製粉乳	467	697	0.118	44.4	
	穀類	210	339	0.102		
	肉・魚類	166	218	0.028	51.1	
	野菜類	15	28	0.006		
	果汁	24	51	0.005	4.5	
	水	...	70	0.007		
Total	882		0.266	100	0.029	

フッ化物の適正摂取量の推定

3～5歳児の総フッ化物摂取量

分担研究者 高江洲 義矩 東京歯科大学衛生学講座
村上 多恵子 愛知学院大学口腔衛生学講座

日本におけるフッ化物適正摂取量：AI(Adequate Intake)を検討するためには、飲食物や歯磨剤からの1日あたりの総フッ化物摂取量を把握することが必要である。そこで、日常の食生活からのフッ化物摂取量を把握する目的で、三重県四日市市（<0.16ppm）の幼・保育園3～5歳児94名を対象に、1999年の夏・秋・冬の各1日、計3日間の飲食物すべてを陰膳法にて回収した。また、歯磨剤の使用についても調査した。1日に飲食した全摂取量は秤量し（g/day）、蒸留水を加えてブレンダーにて粉碎後、真空パックし分析まで-30℃で冷凍保存した。Taves(1968)によるHMDS-HCl微量拡散法を用いてフッ化物を回収し、イオン電極法にて測定した。フッ化物摂取量の分析はスミルノフの棄却検定で棄却された3歳男児1名を除外して3歳児29（14男児：15女児）、4歳児30（15：15）および5歳児34（19：15）の93名で行った。

3～5歳児における全飲食物の1日あたりの平均摂取量±標準偏差は1305±247 g（76.9±14.0 g/kg body weight/day）であった。フッ化物摂取量の平均±標準偏差は3歳児(29名)：0.296±0.193 mg/day（0.020±0.013 mg/kg body weight/day）、レンジ：0.115-0.832 mg/day（0.007-0.052 mg/kg body weight/day）、4歳児(30名)：0.275±0.186 mg/day（0.016±0.011 mg/kg body weight/day）、レンジ：0.113-0.824 mg/day、（0.007-0.048 mg/kg body weight/day）、5歳児(34名)：0.303±0.187 mg/day（0.016±0.011 mg/kg body weight/day）、レンジ0.136-1.013 mg/day（0.007-0.059 mg/kg body weight/day）であった。フッ化物配合歯磨剤を使用しているものの割合はそれぞれ、66.7%、70.0%および85.3%で、平均使用量は0.392 g、0.360gおよび0.464 gであった。飲食物からのフッ化物摂取量はアメリカ（Ophaugら、1985）、ハンガリー（Schmshulaら、1988）やニュージーランド（Chowdhuryら、1996）におけるフッ化物非添加地区の結果（0.21-0.22 mg/day）より高かった。一方歯磨剤の使用量は欧米諸国より少なかった。

A. 研究目的

齲蝕予防としてのフッ化物応用を推進するには、各年齢層別に1日あたりのフッ化物適正摂取量：AI(Adequate Intake)

と摂取許容量：UL(Tolerable Upper Intake Level)を提示¹⁾することは重要である。Rojas-Sanchesら²⁾は、USAにおける最近の研究で、歯のフッ素症の頻度