

2008.

- 2) 眞木吉信、他：う蝕予防のための日本人におけるフッ化物摂取基準（案）の作成、口腔衛生学会雑誌 58（5）；548－551, 2008.

3) Institute of Medicine : Dietary reference intakes for Calcium, Phosphate, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride, pp.51-70, National Academy Press, Washington, D.C, 1997.

4) Institute of Medicine : Dietary reference intakes for Calcium, Phosphate, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride, pp.288-312, National Academy Press, Washington, D.C, 1997.

#### G. 学術論文

##### 論文

- 1) 眞木吉信、他：う蝕予防のための日本人におけるフッ化物摂取基準（案）の作成、口腔衛生学会雑誌 58（5）；548－551, 2008..

#### 学会発表

- 1) 古賀 寛、山岸敦、高柳敦史、前田晃嗣、松久保 隆：セルフ・ケアにおけるフッ化物の有効性研究 11－二剤と単剤フッ化物配合歯磨剤の歯質フッ化物残留性の比較一、口腔衛生学会雑誌 58(4);436、2008.
- 2) Koga H, Sugihara N, and Matsukubo T. : Estimation of preventing caries regarding to fluoride remaining after into uptake dentition with 200, 1000, and 5000 ppm fluoride solutions, The fourth Sino-Japanese Conference on Stomatology ,第4 届中日口腔医学大会、113,2008.
- 3) Koga H., Ukiya T., Kagami N., Motegi E, Imai M., Sakurai M., Suyama Y., Sugihara N, and Matsukubo T.: Relationship between oral condition and general health in school children in Ichikawa city, The fourth Sino-Japanese Conference on Stomatology ,第4 届中日口腔医学大会、114-115,2008.

厚生労働科学研究費補助金（循環器等生活習慣病対策総合研究事業）  
分担研究報告書

研究課題1：日本人のフッ化物摂取基準

フッ化物総摂取量の把握  
—特定保健用食品の影響について—

協力研究者 飯島洋一 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科口腔保健学 准教授  
分担研究者 眞木吉信 東京歯科大学歯学講座 教授

研究要旨：日本におけるデータから推定されるフッ化物の総摂取量（最大摂取見込み量）は、天然にフッ化物濃度調整されている地域に居住する主に4歳の幼児で考えた場合、総摂取量は＝フッ化物濃度調整されている、あるいは、いない飲料水＋その他の飲料＋食事＋フッ化物配合歯磨剤＋フッ化洗口＋特定保健用食品・緑茶フッ化物配合ガム摂取の6種を合計した場合、いずれのケースともに類似の値を示し、1.3-1.4 mg/dayの範囲であった。Whitford<sup>1,2)</sup>（1996）の加算方式の基本は、0.7-1.0ppmのフッ化物濃度を調整された飲料水を含む食品由来の摂取を0.5mg/dayを基礎に、フッ化物として1000ppmのフッ化物配合歯磨剤を用いた歯磨きを2回/1日の頻度で残留率を25%、0.05% NaF洗口を2回/1日の頻度で残留率を25%、さらにフッ化物錠剤0.5mg/dayを摂取する場合を最大摂取のケースとしている。その他ケースの場合は、主要な経路である飲料水を含む食品由来の摂取を0.5mg/dayを基礎に、フッ化物配合歯磨剤の使用頻度を1回/1日、0.05% NaF洗口の使用頻度を1回/1日、残留率を25%とし、フッ化物錠剤を0.25mg/dayとして計算した。この場合の総摂取量（最大摂取見込み量）は2.0mg/day、その他の場合は1.25mg/dayになると試算している。日本のデータによる同じ方式での総摂取量評価でも、Whitford方式の最大摂取見込み量の約70%、その他ケースの場合に近似した値であった。天然の場合を除いて、フッ化物濃度調整されていない飲料水、フッ化物錠剤が処方されないわが国においても、総フッ化物摂取量が近似したその理由は、魚介類に加えて身近にお茶やウーロン茶のペットボトル飲料が多飲され、フッ化物配合歯磨剤等が欧米なみに普遍的・日常的に使用可能な状況になってきた背景が考えられる。日本ではフッ化物錠剤はないが、特定保健用食品・緑茶フッ化物配合ガム摂取の可能性がある。今回、全要因の加算方式によるフッ化物の総摂取量に対しては約10%程度の寄与効果であった。短期間で口腔内に溶出する北欧や欧州タイプのNaF由来のガムではなく（日本ではNaFを食品に添加することは許可されていない）、天然の緑茶フッ化物配合ガムであるので完全に全量溶出し、摂取することには通常はならない。

研究背景

これまでの厚生労働科学研究（H18-医療一般-019）でフッ化物に関するHealth Risk Assessment Approachを実施してきたところ

である<sup>1,2)</sup>。そのアプローチの一環として特にDose-response assessmentにおいては、米国における疫学調査を基に有害事象のマーカーとなる軽度（Dean分類のVMやM）相当の



歯のフッ素症発現<sup>2)</sup>、あるいは日本の疫学データをういた歯のフッ素症発現と飲料水中のフッ化物濃度との関連については具体的に検討してきた<sup>3)</sup>。その結果は、フッ化物の主要な摂取経路である飲料水ならびに食品由来の基礎となった当時の飲料水中フッ化物濃度 0.7-1.1 mg/liter の範囲内であり、体重を考慮した一般化された値 0.05mg/Kg/day に変更はない。この値が基礎になり日本人におけるフッ化物摂取基準の作成(案)が試みられている<sup>4)</sup>。また、策定済みのフッ化物摂取基準<sup>5)</sup>の作成には、推定平均必要量(EAR)、推奨量(RDA)、目安量(AI)、目標量(DG)、上限量(UL)が定義され、ミネラルとしてはマグネシウム、カルシウム、リンの3種、微量元素にはクロム、モリブデン、マンガン、鉄、銅、亜鉛、セレン、ヨウ素の8種が、電解質としてナトリウム、カリウムの2種、計13種が含まれている。フッ化物摂取基準(案)として作成した量は、目安量(AI)と上限量(UL)、2つの量について算出している。策定済みのミネラルや微量元素で目安量と上限量だけが示されているには、リンとマンガンの2種である。

推奨量(RDA)が求まらない場合の代用としての目安量(AI)(したがって両者の確実性の度合いは推奨量>目安量となる)の算出根拠は  $RDA = EAR + 2 \text{ SDEAR}$  と定義されている<sup>6, 7)</sup>。このことの意味は、集団の摂取量の平均的摂取量に変動を考慮して標準偏差を2倍した値を加えることで求まることが示されている。このことは、集団の分布型が正規分布を仮定できる場合、集団の97-98%が摂取することになる量に相当する。より正確には1.96倍で集団の2.5%の人たちが、2.33倍では1%の人たちが高いフッ化物摂取群を示すことがあることを表わしている。そのことが問題なのではなく、フッ化物が摂取基準として認可されるためには、そのことが把握されていなければならない。平均的摂取量だけではなく集団を構成する個々人の変動を十分に考慮しなければならない。

今日、日本人におけるフッ化物摂取基準

(案)作成を一段と困難にしている要因は、フッ化物の主要な摂取経路である飲料水ならびに食品由来に変更はないが、フッ化物利用の広範な拡大による個々人のフッ化物曝露可能性の最大値を考慮しなければならないようになってきたことである。これまでも一過性の付加曝露量は拡大傾向にあることを指摘してきた<sup>1)</sup>が、特定保健用食品に緑茶フッ化物配合のガムが市販され、身近にお茶やウーロン茶のペットボトル飲料水が飲用され、フッ化物配合歯磨剤等が普遍的・日常的に使用されることは、主要な摂取経路だけでなく可能性のある身近な摂取経路について具体的に検討する必要を意味する。

#### A. 研究目的

本研究の目的は、フッ化物の摂取経路に関し、従来の主要な摂取経路ならびに副次的な摂取経路の可能性を列挙し、可能性のある身近な摂取経路由来の全体像を、すなわちフッ化物総摂取量を把握することである。また、そのうち特定保健用食品の寄与効果についても考察することである。

#### B. 研究方法

最近の Health Risk Assessment Approach に関する手法を用いた論文で指摘されているフッ化物の摂取経路について特徴を列挙する。そのうち、主要な摂取経路については日本の食事ならびに飲料水由来の摂取量を検討した研究のなかで十分な例数のある研究を基礎に(例数が少ない場合、推定値の幅が大きくなり結果的に推定精度が悪くなることを避けるため)、副次的な摂取経路を加味したフッ化物総摂取量を推定する。その前提条件はフッ化物総摂取量が正規分布を仮定できるとし、集団のうちで摂取量が多い群2.5%あるいは1.0%に区分されることになる個人の総摂取量を推定することである。

採択された Health Risk Assessment Approach の論文に関しては Erdal と Buchana (2005)<sup>7)</sup>の報告であり、主要な摂

摂取経路については Murakami ら (2002)<sup>8)</sup> の報告と Nohno ら (2006)<sup>9)</sup> である。前者は分析地区の飲料水中フッ化物濃度 0.1ppm 未満の報告であり、後者は平均 0.56 ppm (範囲 0.51-0.64) の地区に由来している。副次的な摂取経路については、少なくとも幼児期のフッ化物配合歯磨剤やフッ化物洗口剤由来の口腔内残留量を推定できる報告とし、採択条件を満たしたのは Sakuma (2004.)<sup>10)</sup> の報告であった。総摂取量を推定するために使用するこれら報告は、最近の日本人の分析報告に準拠した、ほぼ 10 例以上の例数であることから、推定精度は悪くないことが期待される。

推定されたフッ化物総摂取量の表現法に関しては、いい例示がある。Whitford<sup>11)</sup> (1996) は、その著書の中で米国における生活環境化での平均的な推定摂取量を当時のフッ化物応用の状況を考慮して、すべての要因について加算方式で表わしている。比較の意味でも同一の表現法を採用することにした。

### C. 研究結果

#### 1. 主要な摂取経路と副次的な摂取経路の可能性

Erdal と Buchana (2005)<sup>7)</sup> が検討したフッ化物の摂取経路は、1. 飲料水 2. 1 以外の飲料 3. 調整粉ミルク 4. 牛乳 5. 食事 6. 土 7. フッ化物サプリメント 8. フッ化物配合歯磨剤の計 8 経路であった。これら、8 経路をフッ化物濃度調整された地域であるか、ないか、乳児か幼児か年齢によって、その可能性を組み合わせることで総摂取量を推定する。例えばフッ化物濃度調整されている地域に居住する 3-5 歳の幼児の場合、総摂取量 3-5 歳は=フッ化物濃度調整された飲料水 + その他の飲料 + 牛乳 + 食事 + 土 + フッ化物配合歯磨剤の 6 種を合計して求める。一方、フッ化物濃度調整されていない地域に居住する 3-5 歳の幼児の場合、総摂取量 3-5 歳は=その他の飲料 + 牛乳 + 食事 + 土 + フッ化物サプリメント + フッ化物配合歯磨剤の 6 種

を合計して求める。また、歯科由来の副次的な摂取経路の可能性としてフッ化物配合歯磨剤を検討している。採択論文の Health Risk Assessment Approach の特徴は、地殻中に普遍的に実在するフッ化物を摂取経路の 1 つとして検討していることである。さらに、可能性のあるフッ化物摂取経路について平均的な摂取をした場合の量 (central tendency exposure; 平均的な摂取傾向量) と、考えられる最大の摂取をした場合の量 (reasonable maximum exposure; 最大摂取見込み量) の、両方を同時に考慮している点である (表 1)。

#### 2. 日本におけるデータから推定されるフッ化物の総摂取量 (最大摂取見込み量)

わが国におけるフッ化物の総摂取量 (最大摂取見込み量) を考える際、フッ化物サプリメントの関与は、国内で販売されている商品がないので考慮する必要がない。代わりに、特定保健用食品に緑茶フッ化物配合のガムが市販されていることを考慮しなければならない (図 1)。

その他の経路は基本的に同じく検討しておく必要がある。特に、飲料として身近にお茶やウーロン茶のペットボトル飲料が飲用され、フッ化物配合歯磨剤等が欧米なみに普遍的・日常的に使用可能な状況になったことから必要である。Murakami ら (2002)<sup>8)</sup> の報告はその点が考慮されている (表 2)。0.1ppm 前後の地域での総摂取量 3 歳は=飲料水 + その他の飲料 (牛乳・お茶を含む) + 食事 + フッ化物配合歯磨剤の 4 種を合計して求めてある。3 歳児のデータは  $0.35 \pm 0.22 \text{ mg/day}$ 、このデータを基に最大摂取見込み量を計算すると、高いフッ化物摂取群を示す集団の 2.5% の人たちは、 $0.78 \text{ mg/day}$ 、1.0% の人たちは、 $0.86 \text{ mg/day}$  となる (図 2、3)。フッ化物応用に由来するフッ化物摂取量に反映される可能性は、フッ化物洗口法による口腔内残留量である。Sakuma (2004.)<sup>10)</sup> の報告からその点ができる。4-5 歳児の対象者総数は 769 名と多く精度高く推定が可能で



ある。4歳児、260名の口腔内残留量のMean  $\pm$  SDは  $0.19 \pm 0.09$  mg F/dayであった。同様にこのデータから最大摂取見込み量を推定すると、フッ化物の高い残留量を示す集団の2.5%の人たちは、 $0.37$ mg/day以上、1.0%の人たちは、 $0.40$ mg/day以上となる(図4、5)。この論文には、4-5歳児の対象者総数は769名の口腔内残留量別の度数分布相当の図が掲載されている(図6)。正規分布様ではあるが、右に長く尾を引く分布の特徴が理解される。そのことに関し、本文中に  $0.5-1.2$ mg/day量をしめしたのは、6名であったとの記載が認められる。6名/769の百分率は約0.8%である。対象者総数についてはMean  $\pm$  SDが掲載されていないので、上述の4歳児の推定値  $0.40$ mg/day以上の高い残留量を示す人の内訳は、集団の1%であった。両者の類似性は決して偶然ではない。

飲料水中のフッ化物濃度、平均  $0.56$  ppm(範囲  $0.51-0.64$ )の地区に由来する2-5歳児9名(ただし2歳児は1名、ほぼ3-5歳)総摂取量(最大摂取見込み量)は、総摂取量2-5歳児=飲料水 + その他の飲料(牛乳・お茶を含む) + 食事の3種を合計して求めてある。2-5歳児のデータは  $0.0252 \pm 0.0064$  mg/Kg/day(単位は体重当たりであることに注意が必要)、このデータを基に換算体重を  $17$  kgとしてこれまでと同じ単で算出すると、ほぼ  $0.43 \pm 0.11$  mg/dayとなる。最大摂取見込み量を計算すると高いフッ化物摂取群を示す集団の2.5%の人たちは  $0.65$ mg/day、1.0%の人たちは、 $0.69$ mg/dayとなる。各要因について4歳児を中心に2.5%、1.0%群の値を掲載した(表3)。この表にはMurakamiらが用いたフッ化物配合歯磨剤の値についても合わせて掲載してある。

### 3. フッ化物摂取量と特定保健用食品・緑茶フッ化物配合ガムの寄与

これまでに認可されている特定保健用食品のうちフッ化物総摂取量に影響する品目は、キシリリッシュプラスエフとしての板ガムであ

る。このガム1枚重量  $2.5$ g当たり、フッ化物含有量は  $33\mu\text{g}$  ( $13.2\mu\text{gF/g}$ )、1日摂取目安量は1日に4回である。したがって表示に準じて摂取した場合、 $33 \times 4 = 132\mu\text{g} = 0.13$ mgとなる。配合した緑茶由来のフッ化物がすべて唾液溶出するとしての最大摂取見込み量である。北欧や欧州を中心に市販されている海外のフッ化物配合ガム<sup>1,2)</sup>の場合はNaF由来で  $0.25$ mgであるが、約その半分である。以下に紹介する全要因の加算方式によるフッ化物の総摂取量の約10%程度の寄与効果となる。

4. 全要因加算方式によるフッ化物総摂取量 Whitford<sup>1)</sup> (1996)の方法に準じて、すべての要因について加算方式(飲料水 + その他の飲料 + 食事 + フッ化物配合歯磨剤 + フッ化洗口 + 特定保健用食品・緑茶フッ化物配合ガム摂取の6種合計)でフッ化物の総摂取量(最大摂取見込み量)を求めた。表3を図示したのが図7である(図7)。いずれのケースともほぼ似たような値を示し、 $1.3-1.4$  mg/dayであった。

### D. 考察および結論

総フッ化物摂取量の定義が必要である。各論文が個々のケースで考えられるフッ化物摂取量を平均的に求めてみても全体像を反映していない。また、平均値だけでは食事摂取基準の目安量も算出されない。個々の摂取量に正規性が仮定されれば、標準偏差の1.96倍あるいは2.33倍を加味した値が重要となる。この点の考え方を整理する必要がある。検討したフッ化物の摂取経路は、1. 飲料水 2. 1以外の飲料 3. 調整粉ミルク 4. 牛乳 5. 食事 6. 土 7. フッ化物サプリメント 8. フッ化物配合歯磨剤の計8経路であった。Health Risk Assessment Approachを考慮した総フッ化物摂取量の定義の特徴は、他には類をみない日常習慣的になるとは考えにくく土壌由来のフッ化物摂取の可能性をも検討したことである。と同時に、平均的摂取傾向とReasonable Maximum Exposureを把握して

いることである。これらの配慮はこれまでに、散見されなかった視点である。例えば、幼児の摂取可能性として土の場合はフッ化物含有量を 430mg/Kg とし、平均的な摂取傾向量として 0.1g/日を、最大摂取見込み量として 0.4g/日を推定の際の値として用いている。土を食する可能性は事故的な意味合いが濃い状況であり、この可能性を除いて考慮することに異論は無いと思える。「まずい」という体験が摂取可能性を、あったとしても 1 回に限定させることになると思われる。頻度が懸念される場合は、フッ化物関連の健康教育のなかで保護者に伝えることで解決が図られる。現段階では頻度が多くなく可能性を除いているが今後むしろ配慮していかなければならないのは、図 1 にあるように臨床における専門的な定期的フッ化物応用に由来するフッ化物摂取量である。

日本におけるデータから推定されるフッ化物の総摂取量（最大摂取見込み量）は、天然にフッ化物濃度調整されている地域に居住する主に 4 歳の幼児で考えた場合、総摂取量は＝フッ化物濃度調整されている、あるいは、いない飲料水＋その他の飲料＋食事＋フッ化物配合歯磨剤＋フッ化洗口＋特定保健用食品・緑茶フッ化物配合ガム摂取の 6 種を合計した場合、いずれのケースともに類似の値を示し、1.3-1.4 mg/day の範囲であった。Whitford<sup>11)</sup> (1996) の加算方式の基本は、0.7-1.0ppm のフッ化物濃度を調整された飲料水を含む食品由来の摂取を 0.5mg/day を基礎に、フッ化物として 1000ppm のフッ化物配合歯磨剤を用いた歯磨きを 2 回/1 日の頻度で残留率を 25%、0.05% NaF 洗口を 2 回/1 日の頻度で残留率を 25%、さらにフッ化物錠剤 0.5mg/day を摂取する場合を最大摂取のケースとしている。その他ケースの場合は、主要な経路である飲料水を含む食品由来の摂取を 0.5mg/day を基礎に、フッ化物配合歯磨剤の使用頻度を 1 回/1 日、0.05% NaF 洗口の使用頻度を 1 回/1 日、残留率を 25% とし、フッ化物錠剤を 0.25mg/day とし計算した。

この場合の総摂取量（最大摂取見込み量）は 2.0mg/day、その他の場合は 1.25mg/day になると試算している。日本のデータによる同じ方式での総摂取量評価でも、Whitford 方式の最大摂取見込み量の約 70%、その他ケースの場合に近似した値であった。天然の場合を除いて、フッ化物濃度調整されていない飲料水、フッ化物錠剤が処方されないわが国においても、総フッ化物摂取量が近似したその理由は、魚介類に加えて身近にお茶やウーロン茶のペットボトル飲料が多飲され、フッ化物配合歯磨剤等が欧米なみに普遍的・日常的に使用可能な状況になってきた背景が考えられる。日本ではフッ化物錠剤はないが、特定保健用食品・緑茶フッ化物配合ガム摂取の可能性がある。今回、全要因の加算方式によるフッ化物の総摂取量に対しては約 10% 程度の寄与効果であった。短期間で口腔内に溶出する北欧や欧州タイプの NaF 由来のガムではなく（日本では NaF を食品に添加することは許可されていない）、天然の緑茶フッ化物配合ガムであるので完全に全量溶出し、摂取することには通常はならない。

フッ化物総摂取量を把握する際、今回は前提条件として正規分布を仮定できるとして集団のうちで摂取量が多くなる 2.5% 以下あるいは 1.0% 以下の個人の総摂取量を推定した。分布の特徴が、平均値と中央値に近い値を示していること、かつ最頻値を示す短い級間に平均値と中央値が含まれることから判断して、このデータは正規分布を仮定しても決して低くならないことが伺える。多数例での確認が是非必要となる研究領域である。仮に正規性が担保されなくとも、その際はノンパラメトリックアプローチで 99 パーセントイル値からフッ化物総摂取量を把握すればいい。100 人規模の学校で 1 人いるか、1000 人規模の学校で 10 人前後には、摂取量が多くなる受益者がいることに対する配慮が必要である。今後さらにフッ化物応用の多様性が拡大されていくことが考えられる。利用頻度ならびにフッ化物濃度を加味したフッ化物総摂取



量の正確な把握がされる必要がある。

#### E. 文献

1. 飯島洋一：フッ化物の健康リスク評価：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，平成 18 年度厚生労働科学研究「日本におけるフッ化物摂取と健康」フッ化物応用研究会編，pp.16-19, 2007.
2. 飯島洋一：歯のフッ素症発現に関する Benchmark Dose 法による評価：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，平成 18 年度厚生労働科学研究「日本におけるフッ化物摂取と健康」フッ化物応用研究会編，pp. 20-35, 2007.
3. 飯島洋一：Benchmark Dose 法と Precautionary Principal の原則による日本の至適フッ素濃度の試算、厚生労働科学研究 課題名：フッ化物応用による歯科疾患予防プログラムの構築と社会経済的指標評価に関する総合的研究（H18-医療一般-019）43-52, 2007.
4. 眞木吉信，荒川浩久，磯崎篤則，小林清吾，飯島洋一，田浦勝彦，古賀寛，西牟田守：う蝕予防のための日本人におけるフッ化物摂取基準(案)の作成，口腔衛生学会雑誌 58(5)：548-551, 2008.
5. 厚生労働省策定：日本人の食事摂取基準（2005 年版），pp.XIV、第一出版編集部編、東京、2005.
6. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine: Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride, National Academy Press, Washington, D.C, 1997, 288-313.
7. Erdal S, Buchanan SN: A quantitative look at fluorosis, fluoride exposure, and intake in children using a health risk assessment approach, Environ Health Perspect, 113:111-117, 2005.
8. T Murakami, N Narita, H, Nakagaki, T Shibata, C Robinson: Fluoride intake in Japanese children aged 3-5 years by the duplicate-diet technique, Caries Res, 36, 386-390, 2002.
9. Sakuma S, Ikeda S, Miyazaki H, Kobayashi S: Fluoride mouth rinsing proficiency of Japanese preschool-aged children, Int Dent J. Jun;54(3):126-130, 2004.
10. Nohno, S, Sakuma, H, Koga, M, Nishimuta, M, Yagi, H, Miyazaki: Fluoride Intake from Food and Liquid in Japanese Children Living in Two Areas with Different Fluoride Concentrations in the Water Supply, Caries Res, 40:487-493, 2006.
11. Whitford GM: The Metabolism and toxicity of Fluoride by, Vol. 16 Monographs in Oral Science Editor: Howard Myers, Karger, Basel, pp 5-9, 1996.
12. Imfeld T: Chewing gum-facts and fiction: a review of gum-chewing and oral health, Crit Rev Oral Biol Med. 10(3):405-419, 1999.

表1 平均的な摂取傾向量(CTE)と最大摂取見込み量(RME)を同時に考慮しているHealth Risk Assessment Approach

Exposure pathway	Fluoride concentration	CTE intake rate <sup>a</sup>	RME intake rate
A. Drinking water <sup>b</sup>	1 mg/L	< 1 year old: 0.24 L/day 1-10 years old: 0.4 L/day (U.S. EPA 2002) 11-17 years old: 0.5 L/day 18 years old: 0.6 L/day	< 1 year old: 0.88 L/day 1-10 years old: 0.9 L/day (U.S. EPA 2002) 11-17 years old: 1.1 L/day 18 years old: 1.2 L/day
B. Beverages <sup>c</sup>	0.76 mg/L (Pang et al. 1992)	< 1 year old: 19 g/day 1-10 years old: 25 g/day (U.S. EPA 2002) 11-17 years old: 28 g/day 18 years old: 31 g/day	< 1 year old: 73 g/day 1-10 years old: 93 g/day (U.S. EPA 2002) 11-17 years old: 104 g/day 18 years old: 114 g/day
C. Infant formula	0.01 mg/kg (U.S. EPA 2001)	< 1 year old: 41 g/day 1-10 years old: 41 g/day (U.S. EPA 2002) 11-17 years old: 41 g/day 18 years old: 41 g/day	< 1 year old: 16.2 g/day 1-10 years old: 16.2 g/day (U.S. EPA 2002) 11-17 years old: 16.2 g/day 18 years old: 16.2 g/day
D. Cow's milk <sup>d</sup>	0.041 mg/kg (Dietrich and McKenzie 1967)	< 1 year old: 41 g/day 1-10 years old: 41 g/day (U.S. EPA 2002) 11-17 years old: 41 g/day 18 years old: 41 g/day	< 1 year old: 16.2 g/day 1-10 years old: 16.2 g/day (U.S. EPA 2002) 11-17 years old: 16.2 g/day 18 years old: 16.2 g/day
E. Food <sup>e</sup>	< 1 year old: 1.262 mg/kg 1-10 years old: 0.296 mg/kg 11-17 years old: 0.296 mg/kg 18 years old: 0.296 mg/kg	< 1 year old: 250 g/day 1-10 years old: 250 g/day (U.S. EPA 2002) 11-17 years old: 250 g/day 18 years old: 250 g/day	< 1 year old: 102 g/day 1-10 years old: 102 g/day (U.S. EPA 2002) 11-17 years old: 102 g/day 18 years old: 102 g/day
F. Soil <sup>f</sup>	430 mg/kg (ATSDR 2001)	< 1 year old: 0.1 g/day 1-10 years old: 0.1 g/day (U.S. EPA 2002) 11-17 years old: 0.1 g/day 18 years old: 0.1 g/day	< 1 year old: 0.1 g/day 1-10 years old: 0.1 g/day (U.S. EPA 2002) 11-17 years old: 0.1 g/day 18 years old: 0.1 g/day
G. Fluoride supplements	0.01 mg/kg (ATSDR 2001)	< 1 year old: 0.1 g/day 1-10 years old: 0.1 g/day (U.S. EPA 2002) 11-17 years old: 0.1 g/day 18 years old: 0.1 g/day	< 1 year old: 0.1 g/day 1-10 years old: 0.1 g/day (U.S. EPA 2002) 11-17 years old: 0.1 g/day 18 years old: 0.1 g/day
H. Toothpaste	1,000 mg/kg (ATSDR 2001)	< 1 year old: 0.1 g/day 1-10 years old: 0.1 g/day (U.S. EPA 2002) 11-17 years old: 0.1 g/day 18 years old: 0.1 g/day	< 1 year old: 0.1 g/day 1-10 years old: 0.1 g/day (U.S. EPA 2002) 11-17 years old: 0.1 g/day 18 years old: 0.1 g/day

<sup>a</sup>Recommended mean intake rate as a combined estimate for males and females was used in all cases in the CTE scenario. <sup>b</sup>For drinking water and food consumption, 10th percentile of recommended intake rate was used in the RME scenario. <sup>c</sup>For consumption of beverages and food, 90th percentile of recommended intake rate was used in the RME scenario. <sup>d</sup>For consumption of beverages and food, 90th percentile of recommended intake rate was used in the RME scenario. <sup>e</sup>For consumption of food, 90th percentile of recommended intake rate was used in the RME scenario. <sup>f</sup>For consumption of soil, 90th percentile of recommended intake rate was used in the RME scenario.

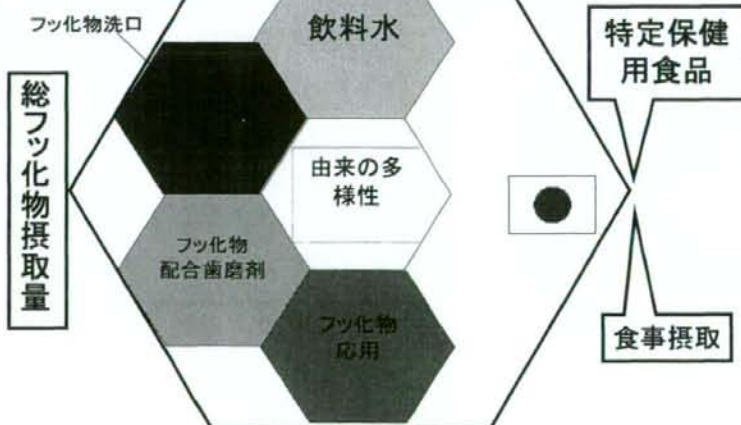


図1 わが国におけるフッ化物の総摂取量(最大摂取見込み量)の各要因



表2 0.1ppm前後の地域での総摂取量3-5歳は＝飲料水＋その他の飲料(牛乳・お茶を含む)＋食事＋フッ化物配合歯磨剤の4種合計

Age <sup>a</sup> years	Subjects	F, mg/day				F, mg/kg BW			
		mean	SD	range	95% CI	mean	SD	range	95% CI
3	29	0.35	0.22	0.13-1.00	0.27-0.43	0.024 <sup>*</sup>	0.014	0.010-0.062	0.019-0.030
4	30	0.33	0.19	0.13-0.86	0.26-0.40	0.019	0.011	0.007-0.020	0.015-0.023
5	24	0.39	0.18	0.15-1.01	0.32-0.45	0.019	0.011	0.010-0.019	0.016-0.023
All	83	0.35	0.19	0.13-1.01	0.31-0.39	0.021	0.012	0.007-0.062	0.016-0.023

Values within brackets are not significantly different ( $p > 0.05$ ) as determined by one-way ANOVA.  
<sup>a</sup> As of the beginning of the preschool year (April 2, 1999).

The higher levels of fluoride intake may also be a reflection of the rapid increase in beverage consumption of non-sugar tea containing high fluoride, such as green tea and oolong tea in Japan.

R-2 T Murakami, N Narita; H Nakagaki; T Shibata; C Robinson:  
 Fluoride intake in Japanese children aged 3-5 years by the  
 duplicate-diet technique, Caries Res, 36, 386-390, 2002.

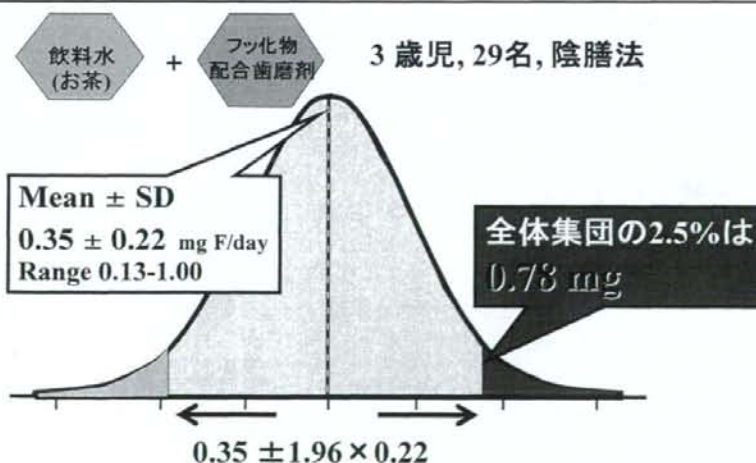
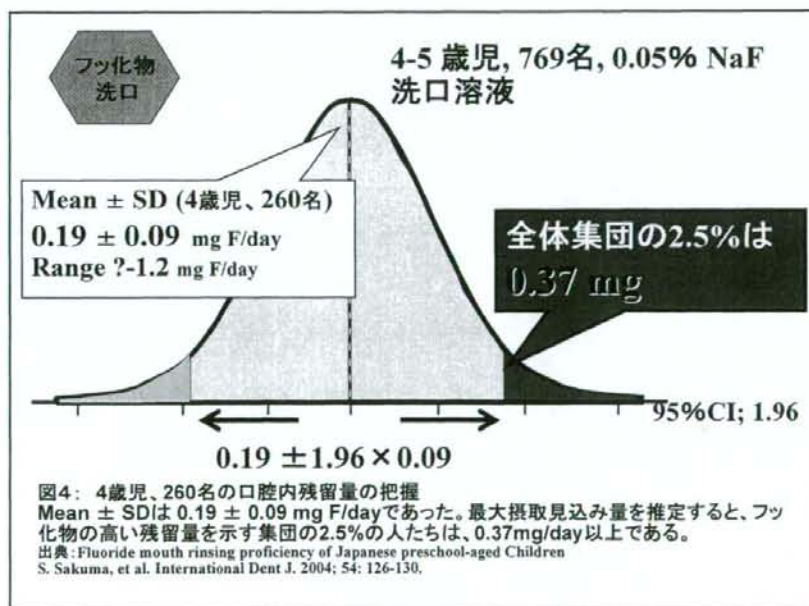
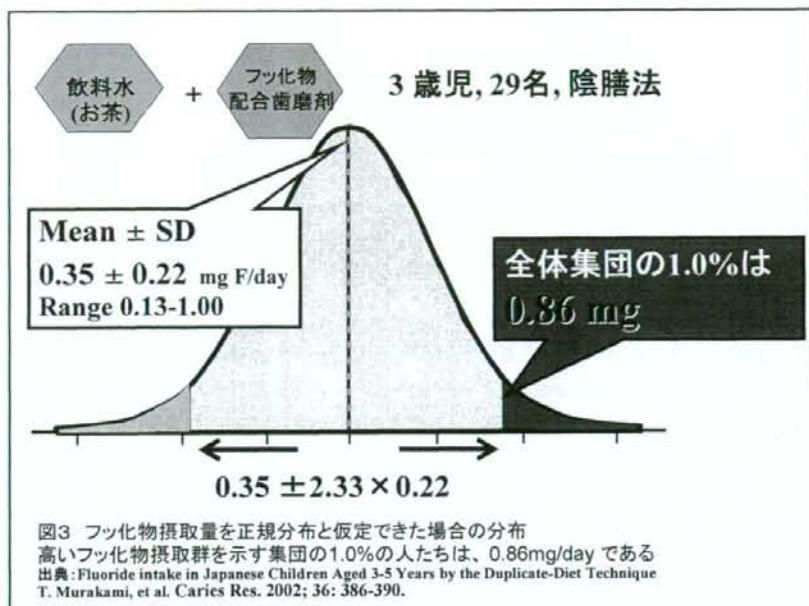


図2 フッ化物摂取量を正規分布と仮定できた場合の分布  
 高いフッ化物摂取群を示す集団の2.5%の人は、0.78mg/dayである  
 出典: Fluoride intake in Japanese Children Aged 3-5 Years by the Duplicate-Diet Technique  
 T. Murakami, et al. Caries Res. 2002; 36: 386-390.





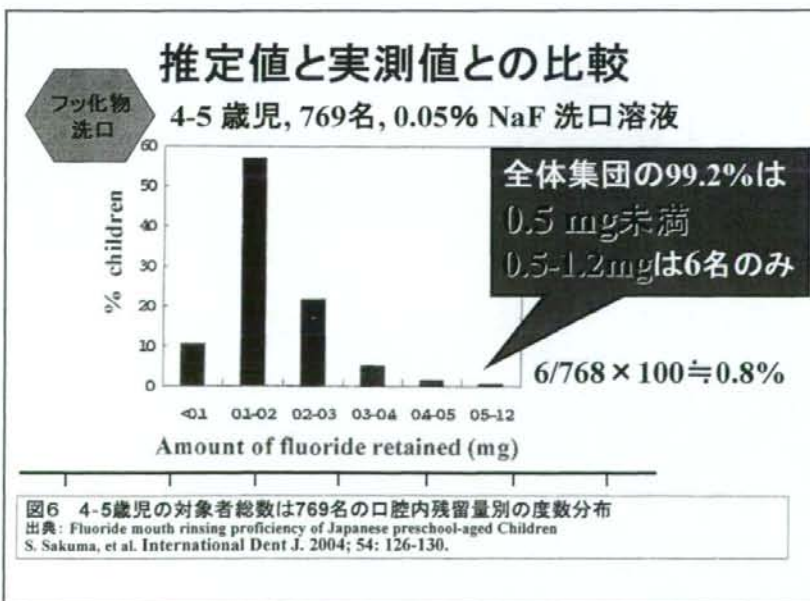
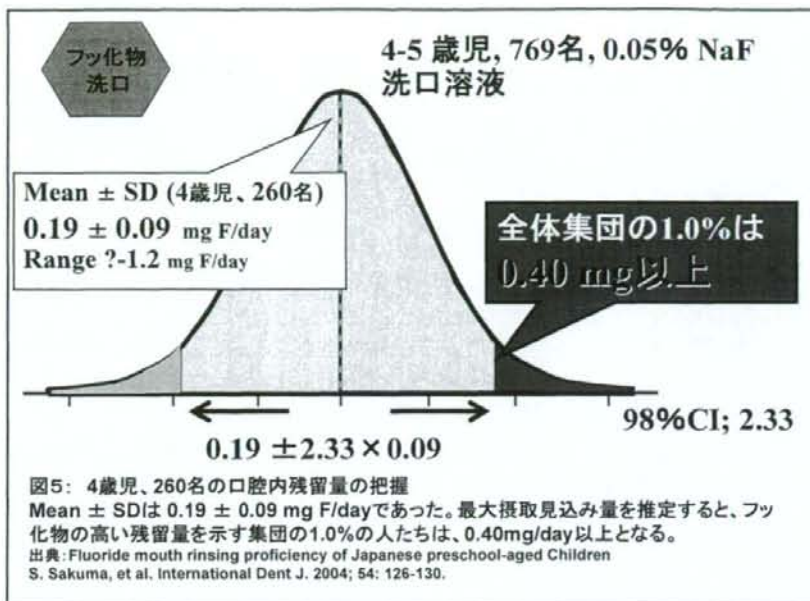


表3 各要因(1-6)について4歳児を中心に2.5%、1.0%群の総フッ化物摂取量の値  
この表にはMurakamiらが用いたフッ化物配合歯磨剤の値についても合わせて掲載

Exposure pathway	Fluoride concentration	Mean±SD Intake (No, years)	High-end intake 2.5%	High-end intake 1.0%
1 Drinking Water	<0.1 ppm	0.33±0.19 (30, 4ys)*	<b>0.70</b>	<b>0.77</b>
2 Beverage	or			
3 Food	0.56 ppm	0.43±0.11 (9, 2-5ys)**	<b>0.65</b>	<b>0.69</b>
4 Toothpaste	1000 ppm	0.086±0.05 (30, 4ys)***	<b>0.18</b>	<b>0.20</b>
5 Mouthrinse	250 ppm	0.19±0.09 (260, 4ys)	<b>0.37</b>	<b>0.40</b>
6 FOSHU****	33µg F/piece	132µg F/4 pieces	<b>0.13</b>	<b>0.13</b>

\*Estimated from the sum of 1-4

\*\*Calculated as 17kg of body weight and sum of 1-3

\*\*\*23.9% ingestion of used toothpaste

\*\*\*\*FOSHU; food for specified health use

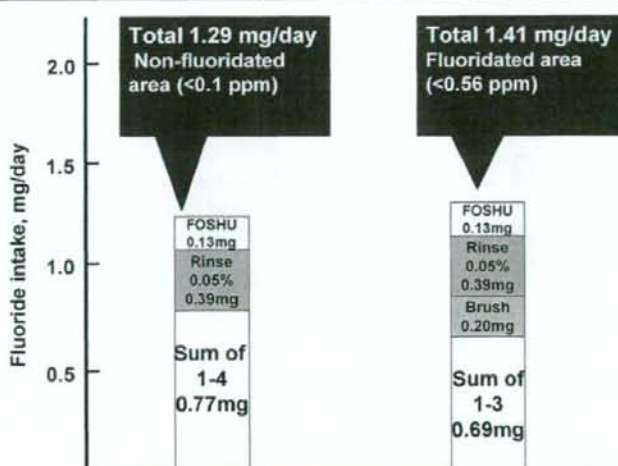


図7 Whitfordの方法に準拠した、すべての要因の加算方式による総摂取量

フッ化物濃度調整されている、あるいは、いない飲料水 + その他の飲料 + 食事 + フッ化物配合歯磨剤 + フッ化洗口 + 特定保健用食品・緑茶フッ化物配合ガム摂取の6種を合計した場合、いずれのケースとも類似の値を示し、1.3-1.4 mg/dayの範囲であった。



研究課題 1. 日本人のフッ化物摂取基準

地域自治体におけるフロリデーション事業の展開

分担研究者 小林 清吾 日本大学松戸歯学部 教授  
協力研究者 磯崎 篤則 朝日大学歯学部 教授

研究要旨：(Ⅰ) ①群馬県下仁田町（人口約 10,000）、②埼玉県吉川市（人口約 65,000）において、フロリデーションの実現をめざした活動支援を展開した。①下仁田町においては、町議会において住民学習活動を行うことの承認が得られており、歯科医師会を中心とする住民組織：「下仁田フロリデーション推進会議」を母体として進められた。平成 17 年 9 月に設置された学習媒体：フロリデーション・モデル装置を活用し、講演会、展示会、種々パンフレットの作成と配付、飲用体験学習、料理実習などを通して行われた。また、下仁田町と隣接し、歯科医師会が同一である富岡市、甘楽町でのフロリデーション事業展開の芽を育む活動を支援した。②吉川市においては、市行政、市歯科医師会が行うフロリデーションについて正しい情報を市民に提供し、多くの市民がフロリデーションを認知することを重視する活動が展開された。(Ⅱ) 継続実施してきたフロリデーション装置の中核部分を担うサチュレーターの新機について、機能の改良を重ねてきた。容量 9.3 リットルのモデル装置を作成し、1 時間 3 リットル以上の NaF 飽和溶液を生成でき、最終回収溶液の NaF 濃度は 3.94～3.97% で、実践に対応できる精度が得られた。長期継続についての課題が残されているものの 10 万人規模の人口に対しては 200 リットル容量規模の装置で賄える見積もられた。

A. 研究目的

地域でのフロリデーションの実施が可能となるように、種々の学術的、技術的支援を行うことを目的として展開した。本研究においては、昨年度からの継続として、(Ⅰ) 住民学習活動の支援と、(Ⅱ) 新型サチュレーターの開発を行った。フロリデーション実施にあたっては、住民の合意形成が大きな鍵となっている。住民が、情報を得、正しい科学に基づいて合意する過程には、

安全性の確立に加え、安心感が求められる。これらの橋渡しの工夫が必要である。また、昨年度報告した新型サチュレーターは、既存の装置に比較しはるかに急速にフッ化ナトリウム飽和溶液を生成できた。今年度は、さらに容量をあげ、その機能が対応し、より高い精度で調整できることを目的に行った。

## B. 研究方法

### (I) 住民学習活動

①下仁田町において、過去報告の住民学習活動の継続展開である。また、下仁田町に限らず、隣接する富岡甘楽地区においても活動の場を広げた。啓発用資料を作成し、学習活動に用いた。1) フロリデーション・モデル装置の活用調査を行った。フロリデーション水が飲用できる施設（下仁田町保健センター、町内の歯科医院、薬局、整骨医院、商店）での10日間の飲用状況を使用コップの数調査、飲用者による調査票への自己記入方式により行った。2) 住民のフロリデーションに関する意識評価のために自己記入質問調査を行った。対象は、平成20年6月開催の歯の健康フェア2008来場者とした。質問紙調査の回答は全て選択肢形式であった。質問項目は、a 住居地区、b 性別、c 年代、d フロリデーションについて知っていましたか、e フロリデーション水を飲みましたか、(飲んだ人へ) アいつも飲んでいる水と比べて、味はどうでしたか。イまた、飲んでみたいですか。⑥あなたのお宅の水道水からフロリデーション水がでるとしたらどうですかの8項目である。

②吉川市において、吉川市が行う住民啓発資料支援。住民の認知度調査協力。フロリデーションの認知状況を自己記入質問調査により行った。対象は、平成20年11月開催の吉川市民まつり来場者。質問項目は、a 水道水フロリデーション（水道水フッ素むし歯予防）という言葉を知っていますか。（知っている人のみ）b それはどこでお知りになりましたか（複数回答）c 水道水フロリデーションはどんなことだと理解していますか（複数回答）d 吉川市で水道水フロ

リデーションを実施することになった場合どう思いますか（複数回答）の4項目である。

### (II) 新型サチュレーターの開発

実際のサチュレーターの容量を200リットルと想定し、1/20サイズのモデルを試作した。1. 装置の容量は9.3リットルとし、外形、材質は既報<sup>1)</sup>に準じた。新規に以下について改良を加えた。1)[攪拌槽]、[循環槽]、[静置槽]の3槽とした。2)回転翼は主翼と副翼の組合せで2組設置した。3)攪拌槽上部に注水リングを設置した。4)攪拌槽移送路空間、静置槽に下向き内外側誘導カバー、循環槽上部に上向き誘導カバーを設置した。5)移送路底部に整流コイルリングを、攪拌槽底部に回転路付き底蓋を設置した。2. 精度評価；NaF粒子純度97.8%（小野田化学工業）を用いた。水道水（水温25℃）を軟水器にて処理し（硬度1ppm以下）、36リットルまでNaF溶液を生成する経過を追った。3リットル生成毎に採水し試料とし、F濃度はF複合電極（9609型、Orion社）にて測定した。測定に際し、回収液は1,000倍希釈とし、校正のF標準液は10ppmFと100ppmを用いた。

## C. 研究結果

### (I) 住民学習活動

①下仁田町、甘楽町、富岡市において、啓発チラシ「Do you Know Fluoridation?」（A3版二つ折り）（監修：厚生労働科学研究所「フッ化物応用の総合的研究班」発行：（社）富岡甘楽歯科医師会）が、40,000枚作成された。下仁田町保健推進員や広報とともに各個配布される。

1) フロリデーション水の飲用調査結果：



装置稼働は2/Wのペースであった。保健センター内での料理実習、検診などの機会を利用しての提供27回、646名。ウォータークーラー利用、ペットボトル利用もあった。町内の3歯科医院、3薬局、1整骨医院、1こんにやく店、1憩い処（民間経営）に歯科衛生士がデリバリーを継続して行った。

2) 住民のフロリデーションに関する意識度評価について、回答者は、99名であった。a 住居地区は、富岡市が75名（76%）、甘楽町11名（11%）、下仁田が2名（2%）、南牧村1名（1%）、その他10名（10%）であった。b 男性18名、女性81名であった。c 年代は10歳代から80歳代までであり、30歳代が53名（54%）と多かった。d フロリデーションの認知度は、知っていた55名（56%）、知らなかった42名（42%）であった。e フロリデーション水を飲んだ人は、98名（99%）、1名（1%）のみが飲んでいなかった。飲んだ98名への質問において、アいつも飲んでる水との比較では、変わらない58名（59%）が多く、続いておいしかった37名（38%）であった。おいしくないと答えたものが3名（3%）であった。イまた飲みたいかについては、72名（74%）が飲みたい、22名（22%）がどちらでもよいであった。ウ自宅水道水でフロリデーション水が飲めるようになったらとの質問には、うれしい87名（88%）、わからない10名（10%）、否定1名（1%）であった。

② 市のホームページにて「水道水フッ素むし歯予防」情報掲載、広報よしかわでの情報提供が行われた。フロリデーション認知度調査の回答者数は510名であった。フロリデーションという言葉を知ったことがある239名（47%）、聞いたことがない

271名（53%）であった。聞いたことがある239名に質問b～dを行った結果は次のようであった。b 聞いた場所は、歯科医院が89名、ついで吉川市広報62名と多く保健センターのポスター、聞いた場所は不明が24名となった。ホームページは15名であった。c フロリデーションはどんなことだと理解しているかについては、むし歯予防に効果があるは、156名、むし歯予防に役立つように水道水のフッ素濃度を調整する方法96名、安全性の高いむし歯予防方法49名であった。d フロリデーションを実施することになった場合、どう思うかについては、賛成167名、早期実施希望50名、市民が安全性・有効性の理解のための情報提供48名であった。安全性ばかりでなく、留意する事柄の情報提供についても29名が希望していた。

## （Ⅱ）新型サチュレーターの開発

装置設計5点について、1) 全体の槽構成を単純化できた。2) 攪拌槽での上昇流、下降流を衝突させることになり、溶液の攪拌が活発化した。3) 攪拌槽水面より上部内面に生じる結晶化を防ぐこととなった。4) 溶液が静置空間の下部を流れる（ダウンフロー）仕組みとなった。5) 整流コイルリングは、未溶解粒子を攪拌槽に留置させる。回転路付き底蓋は、NaF粒子が底蓋の回転路に沿って渦を巻き上昇することにつながり、また、循環槽から攪拌槽へNaFの再取込みを強化し、逆に攪拌槽から循環槽への噴出を防止させることとなった。

精度評価について、生成速度は、3リットル/hであった。生成溶液のNaF濃度は、生成量15リットル以降でほぼ安定し3.83

～3.93%であった。これらは使用 NaF の限界飽和濃度 4.00%に対して、96.0～98.0%の達成率であった。

#### D. 考察

下仁田町において、フロリデーション装置を用いた学習活動は、かなり浸透してきた。今年度は、隣接する富岡甘楽地区内に情報提供の場を拡大した。平成 12 年 8 月 31 日に社団法人富岡甘楽歯科医師会は、甘楽町議会に対し、「上水道への適量のフッ化物添加を求める請願書」を提出した経緯があり、住民、議員に対する情報提供、研修もなされていた。議会は、時期尚早とのことから実施には至っていない。富岡市においては、市長の交代もあり、フッ化物応用全般に対しても市長、市健康福祉部に対し、情報提供を行っている状況にある。今年度は、例年行われている富岡甘楽歯科医師会主催の歯の健康フェアにおいてフロリデーションに関する意識評価を行った。回答者の約 6 割がフロリデーションを知っており、約 9 割が自宅水道水からフロリデーションされた水が給水されたら、うれしいとの回答であった。今回の調査においても、下仁田での前回調査<sup>2)</sup>と同様、住民は、味覚感覚および心理的にも好ましく受け入れていると考えられた。今後も、フロリデーションの飲用体験を継続する必要があるものと考えられる。また、新たに作成されたチラシを利用し情報提供とその効果の評価を行い、更なる次の展開を検討する予定である。

吉川市においても市民まつりにおいて、試飲とフロリデーションに関する認知度調査を行った。吉川市においては、5 割弱で

フロリデーションという言葉を知っていた。市行政は住民の半数以上の認知を目標にホームページ、市広報などで情報提供を行ってきたが、市民まつりでの結果は、目標値に至らなかった。情報源としては、歯科医院との回答が多く、今後も吉川市歯科医師会との協力のもと進めることが重要であると考えられた。また、ついで市の広報であったとの回答も多く、市の情報提供として広報の利用は有効であると考えられた。市のホームページから情報源とする回答は、上記に比較して少なかった。ホームページはネット社会の普及により有効な手段ではあるが、今回の調査においては情報提供の場として、優先順位が高い方法ではないものと考えられた。フロリデーションを知っている者のうち約 7 割がフロリデーション実施を賛成と回答した。行政の目標値認知度 50%以上に向けて、地元歯科医師会、住民組織団体（フッ素利用をすすめる女性の会）などとの連携を図りながら進める予定である。

新型サチュレーターについて、容量を拡大し、試作装置の開発を継続した。今回の改良により分離、循環機能が高まり、攪拌槽以外に沈降した NaF 粒子を攪拌槽に戻し再利用する効率化、長期稼働に対応できる可能性が高まった。本装置は、既報<sup>1)</sup>の 25 倍から 30 倍に高速化が可能となった。今回の結果から、本装置は期待されるレベルを維持できると考えられた。今後、水温、硬度の影響についても検討する予定である。

#### E. 文献

- 1) 田口千恵子, 山内里央, 小林清吾他: 新型フッ化ナトリウム・サチュレーターの

開発, 口腔衛生会誌 57 (4):466, 2007.

- 2) 小林清吾, 佐久間汐子ら: フロリデーションに関する住民学習活動-3-強い歯を育む住民学習活動の実績, 厚生労働科研「フッ化物応用の総合的研究」報告書; 113-121, 2006.

学術論文  
なし

#### 学会発表

- 1) 田口千恵子, 山内里央, 小林清吾他: 新型フッ化ナトリウム・サチュレーターの改良および有効性について, 口腔衛生会誌 58 (4): 433, 2008.
- 2) Chieko Taguchi, Akihiro Takase, Rio Yamauchi, Seigo Kobayashi: A newly

developed sodium fluoride saturator to water fluoridation, The 8<sup>th</sup> International Conference of The Asian Academy of Preventive Dentistry:187, 2008.

#### 知的所有権の取得状況

申請中: 特願 2008-218765 (平成 20 年 8 月 27 日)

(班外研究者 田浦勝彦 東北大学 講師, 佐久間汐子 新潟大学 講師, 八木 稔 新潟大学 助教授, 田口千恵子 日本大学 松戸歯学部 助手)



厚生労働省科学研究補助金（循環器等生活習慣病対策総合研究事業）  
分担研究報告書

研究課題 1：日本人のフッ化物食摂取基準

3～5歳児における陰膳法によるミネラル摂取量（Ca、Mg、K、Na、Fe、Zn、Mn、Cu、PとF）および糖量、と食品群別摂取量およびう蝕との関連

協力研究者 村上 多恵子 愛知学院大学歯学部口腔衛生学講座 講師  
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：目的：①日本における幼児の飲食物からのF摂取量と他ミネラル摂取量（Ca、Mg、k、Na、Fe、Zn、Mn、Cu、P）との関連、②F摂取量と食品群別摂取量の関連、③ミネラル摂取および糖摂取量とう蝕の関連を把握することを目的とした。方法：今回の測定分析対象は、3～5歳児の各年齢群30（男：15 女：15）計90名とした。陰膳法により、1999年の夏、秋から2000年の冬の各1日、計3日間の全飲食物を回収し冷凍保存した試料<sup>1)</sup>を硝酸（関東：UGR）と過酸化水素水（和光・原子吸光測定用）を用いて湿式灰化を行った後、0.5M硝酸で50mlにメスアップしたものを希釈して、原子吸光法を用いてミネラル（Ca、Mg、k、Na、Fe、Zn、MnとCu）濃度を定量した。フッ化物については微量拡散法とイオン電極法により測定した既報の値<sup>1)</sup>を用いた。Pについては比色法<sup>2)</sup>を用いた。グルコース量はシュガーアナライザーによる測定値、シュクロースは食事調査値を使用した。統計処理はSPSS 12.0Jを用いた。正規性の検定には、Shapiro-Wilkの検定を用いた。年齢間の差については、Kruskal Wallis検定を、男女差についてはMann-Whitney検定、また、相関についてはSpearmanの順位相関係数の各ノンパラメトリック検定を用いた。結果：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とP、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い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。う蝕歯の数は、3歳および4歳児では糖量と有意な正の相関を、5歳児では、P、Mg、KやF摂取量と負の相関を示した。考察：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の幼児の食事の傾向を把握することは重要である。結論：日本の3～5歳児における飲食物からのミネラル摂取量（Ca、Mg、k、Na、Fe、Zn、Mn、Cu、PとF）は、亜鉛とフッ化物間を除くすべての間に有意な相関を認めた。また、食品群においては肉、豆・豆製品、緑黄色野菜やその他の野菜などが多い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（ $r=0.372$ ）を示した。う蝕歯の数は糖の摂取量と正の相関をフッ化物摂取量とは負の相関を示した。

## A. 研究目的

従来の栄養所要量は、集団を対象にして、栄養素欠乏症の解消を指標としてきたが、第6次改定日本人の栄養所要量では、食事摂取基準 (Dietary Reference Intakes: DRIs) として、推定平均必要量 (estimated average requirement: EAR)、推奨量 (recommended dietary allowance: RDA 平均必要量が推定される場合)、目安量 (adequate intake: AI 平均必要量の推定が困難な場合)、上限量 (tolerable upper intake level: UL) の4つの考え方が導入された (健康・栄養情報研究会, 2000)<sup>3)</sup>。さらに、日本人の食事摂取規準 (2005年版)<sup>4)</sup>では、生活習慣病の1次予防を専ら目的として、日本人の当面の目標量 (tentative dietary goal for preventing life-style related diseases: DG) も設定された。しかし、フッ化物の食事摂取基準 (DRIs) は、まだ設定されていない。

米国では、フッ化物の食事摂取基準 (DRIs) は、EAR (estimated average requirement) の推定が困難なことから、各年齢層別の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) を提示している (Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary reference Intakes, 1997)<sup>5)</sup>。

日本の食事摂取基準の策定においても、フッ化物応用のう蝕予防に対する有効性と過剰摂取による安全性すなわち小児における歯のフッ素症の発現とその基準値設定の基礎資料が不可欠である。また基準値の設定には食品に嗜好飲料水や居住

地域の水道水を含めた食事からフッ化物摂取量、および歯磨剤等からの飲み込みをあわせた総フッ化物摂取量の把握が必要で、Y市における測定結果を報告してきた<sup>5,6)</sup>。また、水道水フッ化物濃度によるフッ化物摂取量の試算もおこなってきた<sup>7)</sup>。

この3年では、フッ化物の食事摂取基準策定の基礎資料として、さらにその他ミネラル (Ca, Mg, K, Na, Fe, Zn, Mn, Cu と P) 摂取量について測定し、フッ化物摂取量とミネラル間および食品群の関連について検討する事を目的とした。また、食事からのフッ化物摂取量や他のミネラル摂取量およびグルコースやシュクロース摂取量、とう蝕の関連を明確化することを目的にした。フッ化物摂取量についても再掲する。

## B. 研究方法

この3年の測定分析対象は、陰膳法により、1999年の夏、秋から2000年の冬の各1日、計3日間の全飲食物を回収し冷凍保存した94名の試料<sup>1)</sup>より5歳児男子4名を無作為に除外した各年齢群30 (男:15 女:15) 計90名とした。conc. 硝酸 (関東:UGR) と過酸化水素水 (和光・原子吸光測定用) を用いて湿式灰化を行った後、0.5M硝酸で50mlにメスアップしたものを希釈して、原子吸光法を用いてミネラル (Ca, Mg, k, Na, Fe, Zn, Mn と Cu) 濃度を定量した。Pについては比色法<sup>2)</sup>を用いた。グルコース量はシュガーアナライザーによる測定値、シュクロースは食事調査値を使用した。フッ化物については既に測定した同サンプル結果を用いた。



統計処理はSPSS 12.0Jを用い、有意確率 $p < 0.05$ で検定を行なった。正規性の検定には、Shapiro-Wilkの検定を用いた。正規分布をしないものがあるため、年齢間の差については、Kruskal Wallis検定を、男女差についてはMann-Whitney検定、また、相関についてはSpearmanの順位相関係数の各ノンパラメトリック検定を用いた。

### C. 研究結果

季節平均摂取量は、表1に示すとおりであった。年齢間について、ミネラルではNa、ZnとMn、食品群では乳・乳製品、豆・豆製品と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とP、食品群では乳・乳製品に有意差を認めた。ミネラルの一日摂取量ではZnとF間を除いたすべてにSpearman  $r = 0.232$  (CaとF間)  $\sim 0.901$  (MgとK間)の有意な相関を認めた(表2)。ミネラルと食品群間の関係においては、Ca: ①乳・乳製品( $r = 0.686$ )、②緑黄色野菜(0.314)、③その他の野菜(0.219)、④果物(0.217)、Mg: ①豆・豆製品(0.542)、②緑黄色野菜(0.489)、③果物(0.374)、④乳・乳製品(0.353)、⑤その他の野菜(0.345)、⑥肉(0.307)、⑦穀物(0.233)、⑧きのこ・海藻類(0.221)、K: ①緑黄色野菜(0.498)、②乳・乳製品(0.488)、③果物(0.454)、④豆・豆製品(0.395)、④その他の野菜(0.395)、⑥肉(0.357)、⑦芋(0.209)、Na: ①その他の野菜(0.550)、②肉(0.543)、③穀物(0.494)、④緑黄色野菜(0.416)、⑤豆・豆製品(0.315)、⑥油脂(0.252)、Fe: ①肉(0.488)、②豆・豆製品(0.371)、

③その他の野菜(0.310)、④乳・乳製品(0.232)、⑤緑黄色野菜(0.228)、Zn: ①乳・乳製品(0.393)、②肉(0.322)、③その他の野菜(0.284)、④穀物(0.278)、⑤豆・豆製品(0.242)、Mn: ①豆・豆製品(0.448)、②穀物(0.354)、③緑黄色野菜(0.337)、④その他の野菜(0.295)、⑤肉(0.227)、Cu: ①豆・豆製品(0.362)、②穀物(0.341)、③肉(0.320)、④その他の野菜(0.271)、⑤芋(0.236)、⑥緑黄色野菜(0.217)、P: ①乳・乳製品( $r = 0.470$ )、②豆・豆製品(0.408)、③緑黄色野菜(0.389)、④肉類(0.322)、⑤果物(0.266)、⑥他の野菜(0.250)、F: ①豆・豆製品(0.384)、②魚介類(0.372)、③緑黄色野菜(0.234)と各々に有意な相関を認めた(表3)。う蝕歯の数は糖摂取量と正の相関をフッ化物摂取量とは負の相関を示した(表4)。

### D. 考察

飲食物からのフッ化物摂取量は、おもに、飲料の摂取量とそのフッ化物濃度、食品の摂取量とそのフッ化物濃度および、調理に使用する水の量とそのフッ化物濃度に拠る。

季節平均での各飲料の総摂取量は調査対象94名すべての調査<sup>6)</sup>では、平均548g (standard deviation 162g): 茶系飲料313g (緑茶;  $73 \pm 95$ g、ウーロン茶;  $23 \pm 92$ g、紅茶;  $4 \pm 13$ g、混合茶;  $29 \pm 75$ g、麦茶;  $184 \pm 136$ g)、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、飲食物からのフッ化物摂取量(mg/1日)は魚介類、豆・豆製品、緑黄色野菜などの摂取量と有意な正の相