

委員会報告

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

眞木 吉信<sup>12)</sup>, 荒川 浩久<sup>1)</sup>, 磯崎 篤則<sup>1)</sup>, 小林 清吾<sup>12)</sup>  
 飯島 洋一<sup>12)</sup>, 田浦 勝彦<sup>1)</sup>, 古賀 寛<sup>2)</sup>, 西牟田 守<sup>2)</sup>

口腔衛生会誌 58 : 548-551, 2008

日本人におけるフッ化物摂取基準案  
 作成にいたる経緯

日本歯科医学会医療問題検討委員会フッ化物検討部会は日本歯科医学会 斎藤 毅会長の要請を受け、平成10年1月22日、第一回の委員会を開催した。以来、平成11年10月8日までに9回の会議を開催し、「フッ化物応用についての総合的な見解」をまとめるために検討を重ねてきた。その結果、平成11年11月1日に答申を行い、国民の口腔保健向上のために、う蝕予防を目的としたフッ化物の応用を推奨するとともに、わが国におけるフッ素の適正摂取量を確定するための研究の推進を奨励することとなった。この答申に基づき、平成12年4月に厚生省（現厚生労働省）は「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」(略称：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, 東京歯科大学教授)を発足させることとなった。

厚生労働科学研究「フッ化物応用の  
 総合的研究」班によるフッ化物摂取基準の検討

厚生科学研究「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」班（主任研究者 高江洲義矩）は、日本歯科医学会の「フッ化物応用についての総合的な見解」(平成11年)の報告を受けて発足し、3年後に、厚生労働科学研究「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」班（主任研究者 高江洲義矩, 眞木吉信）に引き継がれた。さらに、3年間の研究として、「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評価に関する総合的研究」班（主任研究者 眞木吉信）において継続されている。

日本歯科医学会の「フッ化物応用についての総合的な見解」において、フッ化物応用の基礎となるフッ化物摂取基準を確定するための研究を推進することが提唱され、研究班における「フッ化物の栄養所要量と健康」グループに課せられたテーマは、わが国において健康増進のためのフッ化物応用を推奨していくために、乳児から成人、老人にいたる生涯を通したう蝕予防のためのフッ化物摂取の目安量（Adequate Intake; AI）および上限量（Tolerable Upper Limited Intake Level; UL）を策定することであった。

フッ化物の栄養学的評価は、近年の微量元素の摂取基準がアメリカから発信された栄養摂取概念をもとに展開されており、日本においても第6次栄養摂取基準改定から採用されている。初期の厚生労働科学研究においては、各年齢群別におけるフッ化物摂取量に関する知見を収集するとともに、乳児、幼児および児童のフッ化物摂取に関する調査と実験研究を行った。また、母乳および日本において市販されている主な調製粉乳のフッ化物濃度の分析を通して乳児のフッ化物摂取量を推定した。その後、幼児（3～5歳児）のフッ化物摂取量を陰膳食法による食事調査から求め、さらに浄水場の平均フッ化物濃度も考慮して0.16 ppmF未満の低フッ化物濃度飲料水地区でのフッ化物摂取量を実際に求めた。その結果、平均値0.28 mg/day（1～6歳児）、および0.29 mg/day（3～5歳児）、フッ化物配合歯磨剤を含めた総フッ化物摂取量でも0.35 mg/day、最大値でアメリカの上限値（UL）を超えることなく、目安量（AI）の2分の1程度であった。

また、わが国におけるフロリデーション（水道水フッ化物添加）を考慮した幼児（3～5歳）のフッ化物摂取量を試算すると、食事からのフッ化物摂取量がアメリカの

<sup>1)</sup>日本口腔衛生学会フッ化物応用委員会

<sup>2)</sup>厚生労働科学研究「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評価に関する総合的研究」(H18-医療一般-019)

設定の目安量 (AI) を満たし、上限量 (UL) を超えない摂取量となり、0.8 ppmF の飲料水において平均値 0.73 mg と推定され、最大値でも上限量 (UL: 1.7 mg/day) を超えることなく、3 歳児の目安量 (AI) 程度と評価された。

次に、飲料水フッ化物濃度が異なる 2 つの地域の小児における食事からのフッ化物摂取量を陰膳食法で検討したところ、飲料水フッ化物濃度 0.6 ppm 地域の中学生は低濃度 (0.1 ppmF 以下) 地域の生徒と比べう蝕経験歯数が有意に少なく、歯のフッ素症も審美的に問題となるレベルの発現はないことが示された。

食品中フッ化物分析については、まず、普遍的なフッ化物分析法である微量拡散-フッ化物イオン電極による食品中フッ化物分析法の信頼性と妥当性を検証した。この方法では、無機のフッ化物添加回収実験で 91% 以上の回収率が得られ、数種類の食品を複数の研究機関で比較しても有意な差は認められないので、本法は食品のフッ化物分析法として適切であることが示された。

食品中フッ化物分析値においては、海産物を中心として、魚類 32 品目 (可食部) のフッ化物濃度は、0.02~9.07  $\mu\text{g/g}$ 、変動係数 0.7~39.4% の範囲であった。そのなかでフッ化物濃度 1.0  $\mu\text{g/g}$  以上のものが、9 品目あった。さらに、マーケットバスケット方式によって国民栄養調査成績表 (平成 11 年度) の分類に準じた、66 品目を分析したフッ化物濃度では、米 0.14  $\mu\text{g/g}$ 、小麦粉 0.03  $\mu\text{g/g}$  と低値を示した。麺類 0.14  $\mu\text{g/g}$ 、砂糖 0.07  $\mu\text{g/g}$ 、乳製品 0.05  $\mu\text{g/g}$ 、魚介類 (魚の可食部) 0.14  $\mu\text{g/g}$ 、で魚介類が最も高い値を示した。肉や豆腐、野菜、果物、ジャガイモはおおむね 0.1  $\mu\text{g/g}$  以下の低値を示した。

これまでの日本における飲食物からのフッ化物摂取量の文献をレビューしたところ、飲食物からの 1 日あたりの総フッ化物摂取量は、成人では 0.89~5.4 mg/day と文献間のバラツキが大きい。1990 年以降の報告では、0.90~1.28 mg/day であった。また、乳児ではドライミルクと乳児用食品を摂取した場合 0.09~0.27 mg/day、幼児

では 0.23~0.38 mg/day であった。乳幼児における総摂取量はアメリカの設定基準 (Dietary Reference Intakes: DRI) が示した AI (目安量) の約 2 分の 1 であった。

以上の研究知見をまとめた結果が表 1、2 に示した「日本人におけるフッ化物摂取基準 (案)」である。

### 日本口腔衛生学会における「日本人におけるフッ化物摂取基準案」の検討と承認支援

日本口腔衛生学会では平成 19 年 3 月 1 日、厚生労働科学研究「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評価に関する総合的研究」(H 18-医療一般-019)、主任研究者 眞木吉信、東京歯科大学教授より、上記案の承認支援の依頼を受けて、フッ化物応用委員会において検討を重ね、その結果を全理事へ諮ったところ、この提案を支援するにいたった。

### 日本歯科医学会における「日本人におけるフッ化物摂取基準案」の推奨

アメリカやカナダに代表される北米やヨーロッパの先進諸国では、フッ化物が健康の保持、増進のための栄養素として認められ、摂取基準量が策定されている。一方、日本においても、前述したように日本歯科医学会の見解に基づき、フッ化物の摂取基準に関する研究が平成 12 年から厚生労働科学研究として実施されてきた。その研究成果として表 1、2 の「日本におけるフッ化物摂取基準 (案)」が作成された。この基準案は日本口腔衛生学会においても承認と支援を受けて学術的にも問題のない数字が提示されたと考えられる。日本歯科医学会としても、健康の推進と疾病のリスク低減の観点で、この摂取基準 (案) を推奨する立場から、厚生労働省の策定する「2010 年版日本人の食事摂取基準」に上記のフッ化物の摂取基準 (案) の収載を依頼している。

### 日本人におけるフッ化物摂取基準 (案)

生涯にわたる健康を維持・増進するうえで、フッ化物応用によるう蝕予防は基本的かつ不可欠であり、多くの疫学調査から実証されている<sup>12)</sup>。このようなフッ化物の摂取基準は、アメリカでは推定平均必要量 (EAR: estimated average requirement) の推定が困難なことから、各年齢層別の一日あたりのフッ化物の目安量 (AI: ade-

quate intake) と上限量 (UL: tolerable upper intake level) が提示されている<sup>3)</sup>。しかしながら、日本人の食事摂取基準では 2005 年版 (2005 年~2009 年使用) 現在においてもフッ化物の摂取基準は、いまだ設定されるにいたっていない<sup>1)</sup>。フッ化物はあらゆる食品に含有されているため、その摂取基準の設定が困難であり、日本ではその基礎資料も示されていなかった。日本人の基準値を策定するには、フッ化物摂取のう蝕予防効果と過剰摂取

表1 ライフステージにおけるフッ化物摂取基準

年齢	フッ化物 (mgF/日)					
	男			女		
	目安量 (mg)	上限量 (mg)	基準体重 (kg)	目安量 (mg)	上限量 (mg)	基準体重 (kg)
0-5 (月)	母乳栄養児 0.01	0.66	6.6	母乳栄養児 0.01	0.61	6.1
0-5 (月)	人工栄養児 0.33	0.66	6.6	人工栄養児 0.31	0.61	6.1
6-11 (月)	0.44	0.88	8.8	0.41	0.82	8.2
1-2 (歳)	0.60	1.19	11.9	0.55	1.10	11.0
3-5 (歳)	0.84	1.67	16.7	0.80	1.60	16.0
6-7 (歳)	1.15	2.30	23.0	1.08	2.16	21.6
8-9 (歳)	1.40	2.80	28.0	1.36	2.72	27.2
10-11 (歳)	1.78	6.0	35.5	1.79	6.0	35.7
12-14 (歳)	2.50	6.0	50.0	2.28	6.0	45.6
15-17 (歳)	2.92	6.0	58.3	2.50	6.0	50.0
18-29 (歳)	3.18	6.0	63.5	2.50	6.0	50.0
30歳以上	3.40	6.0	68.0	2.64	6.0	52.7

注1) 年齢層の区分は日本人の食事摂取基準 (2005年版) に依拠している。

注2) 母乳栄養児は母乳中フッ化物濃度が0.01ppm (中央値) であり、摂取量 1000ml として算出した。

表2 妊婦・授乳婦のフッ化物摂取基準 (mgF/日)

妊婦/授乳婦	目安量 (mg)	上限量 (mg)
妊婦	2.5	6.0
授乳婦	2.5	6.0

による危険性。すなわち、日本の小児における歯の審美的副作用 (adverse cosmetic effect) である「歯のフッ素症 (enamel fluorosis)」の発現とその基準値設定の基礎資料が必要となる。また、食品に嗜好飲料水や居住地の水水道水を含めた食事からのフッ化物摂取量と歯磨剤からの飲み込み量を合わせた総フッ化物摂取量の把握が必要である<sup>5-7)</sup>。

2000年4月に発足した厚生科学研究 (現厚生労働科学研究) は「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 高江洲義矩) から始まり、2003年度には「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」、2006年度には「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評価に関する総合的研究」(H18-医療-一般-019) (主任 眞木吉信) に改組され、口腔保健に関するフッ化物応用の総合的研究を実施している。フッ化物摂取基準の策定は歯科保健を推進するうえで必須であり、ライフステージごとに飲食物からのフッ化物摂取量と歯磨剤の口腔内残留

量も加味して、目安量 (AI) と摂取上限量 (UL) を設定した。

フッ化物摂取の目安量の基準は、疫学的調査から歯腐罹患率を有意に減少させる体重1kgあたり0.02から0.05 mg/kgである事実<sup>8,12)</sup>に基づいて、その高い値である0.05 mg/kgとした。また上限量 (UL) の基準は、LOAEL値を参照した<sup>3)</sup>。すなわち、MO (Deanの分類のmoderate) の発現頻度が飲料水中フッ化物濃度2 ppm未満の場合では5%未満であるという疫学的事実<sup>13)</sup>に基づいている。上限量の明確な計算過程は文献には示されていないが、推考すると次のような計算過程で求められていると考えられる。

1) 飲料水中フッ化物濃度の最大値を2 ppmとし、一日飲水量を1.5 lとする。

①飲料水からのフッ化物量:  $2 \text{ mg/l} \times 1.5 \text{ l} = 3 \text{ mg/day}$

②食事からのフッ化物摂取量: 0.25-0.3 mg/day

③フッ化物飲料水で調理した食事中フッ化物摂取量:  $0.3 \times 2 = 0.6 \text{ mg/day}$

①+③最大一日フッ化物摂取量 =  $3 + 0.6 = 3.6 \text{ mg/day}$

2) 飲料水中フッ化物濃度の最大値を2 ppmとし、一日飲水量を1.0 lとする。

①飲料水からのフッ化物量:  $2 \text{ mg/l} \times 1.0 \text{ l} = 2 \text{ mg/day}$

②食事からのフッ化物摂取量：0.25-0.3 mg/day

③フッ化物飲料水で調理した食事中フッ化物摂取量：0.25×2=0.5 mg/day

①+③最小一日フッ化物摂取量=0.5+2.0=2.5 mg/day

8~9歳児の体重を約30 kg<sup>1)</sup>と仮定すると、2)より、最小2.5/30=0.083 mg/kg/day、1)より、最大3.6/30=0.12 mg/kg/dayと計算される。すなわち、上限量の範囲は、0.083-0.12 mg/kg/dayとなる。そして、その平均値をとると0.1 mg/kg/dayとなる。どうして8~9歳児を基準としたかは、永久歯の発生の学的解釈から成熟期と密接に関連<sup>13)</sup>しているからである。したがって、上限量は0.1 mg/kg/dayと設定した。この上限量はフッ化物摂取による健康障害の発現ではなく歯の審美的副作用である<sup>3)</sup>。この体重あたりの目安量と上限量に各年齢層の日本人の基準体重<sup>4)</sup>を乗じて男女別に8~9歳までの摂取基準値を設定した(表1)。さらに「歯のフッ素症」のmoderateが進行する臨界副作用(critical adverse effect)の感受性年齢(susceptible age groups)は病理学的には8歳までである<sup>14)</sup>。したがって、日本人の食事摂取基準の年齢区分における10歳以上の上限量は、成人の体重を約60 kg<sup>4)</sup>と仮定して、0.1 mg/kg×60 kg=6 mg/dayと推定し、男女ともに6 mg/dayに統一した(表1)。

また、妊婦と授乳婦における目安量と上限量の範囲では、母乳にはフッ化物は移行しない事実<sup>15,16)</sup>、胎児への移行も制限されるという事実<sup>17,18)</sup>から15~29歳の目安量と上限量と同じ値に設定した(表2)。表1、2の目安量と上限量は、食品、飲料水、栄養補助食品およびフッ化物配合歯磨剤からの摂取量である。

## 文 献

- 1) McDonagh M, Whiting P, Bradly M et al: A systematic review of public water fluoridation. The University of York, York, 2000.
- 2) U. S. Department of Health and Human Services: Recommendations for using fluoride to prevent and control dental caries in the United State. MMWR (Morbidity and Mortality Weekly Report) Vol. 50, No. RR-14, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, 2001.
- 3) 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, pp. 288-313.
- 4) 厚生労働省健康局総務課生活習慣病対策調査係：日本人の食事摂取基準(2005年版)(概要)。医歯薬出版。東京。2005。1-14頁。
- 5) Murakami T, Narita N, Nakagaki H et al: Fluoride intake in Japanese children aged 3-5 years by the duplicate-diet technique. Caries Res 36: 386-390, 2002.
- 6) Nohno K, Sakuma S, Koga H et al: 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.
- 7) Tomori T, Koga H, Maki Y et al: Fluoride analysis of foods for infants and estimation of daily fluoride intake. Bull Tokyo Dent Coll 45: 19-23, 2004.
- 8) McClure FJ: Ingestion of fluoride and dental caries. Quantitative relations based on food and water requirements of children one to twelve years old. Am J Dis Child 66: 362-369, 1943.
- 9) Ophaug RH, Singer L, Harland BF: Estimated fluoride intake of average two-year-old children in four dietary regions of the United States. J Dent Res 59: 777-781, 1980.
- 10) Ophaug RH, Singer L, Harland BF: Dietary fluoride intake of 6-month and 2-year-old children in four dietary regions of the United States. Am J Clin Nutr 42: 701-707, 1985.
- 11) Dabeka RW, McKenzie AD, Conacher HBS et al: Determination of fluoride in Canadian infant foods and calculation of fluoride intakes by infants. Can J Pub Hlth 73: 188-191, 1982.
- 12) Featherstone JDB, Shields CP: A study of fluoride intake in New York State residents. Final report. New York State Health Department, Albany, NY, 1988.
- 13) Dean HD: The investigation of physiological effects by the epidemiological method. Fluorine and dental health. American Association for the Advancement of Science, Washington, D. C., 1942, pp. 23-31.
- 14) Fejerskov O, Thylstrup A, Larsen MJ: Clinical and structural features and possible pathogenic mechanisms of dental fluorosis. Scand J Dent Res 85: 579-587, 1977.
- 15) Ekstrand J, Boreus LO, de Chateau P: No evidence of transfer of fluoride from plasma to breast milk. Br Med J 283: 761-762, 1981.
- 16) Ekstrand J, Spak CJ, Falch J et al: Distribution of fluoride to human breast milk following intake of high doses of fluoride. Caries Res 18: 93-95, 1984.
- 17) Gupta S, Seth AK, Gupta A et al: Transplacental passage of fluorides. J Pediatr 123: 139-141, 1993.
- 18) Leverett DH, Adair SM, Vaughn BW et al: Randomized clinical trial of the effect of prenatal fluoride supplements in preventing dental caries. Caries Res 31: 174-179, 1997.