

—原 著—

低年令児におけるフッ素洗口時の 口腔内フッ素残留量について

小林 清 吾 大 沢 汐 子 筒 井 昭 仁
榎 田 中 外 境 脩 堀 井 欣 一

新潟大学歯学部予防歯学教室（主任：堀井欣一教授）

（昭和52年8月22日受付）

Fluoride Retention Following Sodium Fluoride Mouthrinses
in 3, 5 and 7 Years Old Children.

Seigo KOBAYASHI, Shihoko ŌSAWA, Akihito TSUTSUI,
Nakato ENOKIDA, Osamu SAKAI & Kinichi HORII

Department of preventive Dentistry, Niigata University School of Dentistry
(Director : Prof. Kinichi Horii)

緒 言

う蝕のり患は小児期に急増する傾向があり¹⁾，また病理学的研究からう蝕感染のはじまりは萌出間もない時にあると考えられており²⁾，その予防対策としては小児期に重点を置いたプログラムが不可欠である。

フッ素利用のう蝕予防法のひとつとして，歯が生えてからのフッ素局所応用，特に学校歯科サービスの中でフッ素洗口法が採用されている。フッ素洗口法について，Weisz (1960)³⁾によって初めて有意なう蝕予防効果が報告されて以来，先人の多くの基礎，臨床研究からより安全で効果的な実施条件が検討されてきている。そして，フッ素洗口法のう蝕予防効果は新しく生えてきた若い歯に対して大きく，古い歯には効果が少いとされている^{4~7)}。しかも，5～6才ころに生えはじめる第一大臼歯についてみると，6才児ですでに30%の者がう蝕にり患しており¹⁾，フッ素洗口をより効果的に行うためには就学前からの実施が

望まれる。

一方，低年令児の場合，洗口動作そのものの可能性や，洗口時に一部飲み込むフッ素が全身ルートから歯の石灰化や全身に及ぼす影響が問題となる。この問題に関する基礎データとして，フッ素洗口を行わせた時の口腔内に残留するフッ素量について学童や大人を対象に行ったものに，Hellström (1960)⁸⁾，笠倉 (1966)⁹⁾，Perkins (1972)¹⁰⁾，Birkeland (1973)¹¹⁾，可児ら (1977)¹²⁾，等の報告がある。また，特に就学前の児童を対象に行った調査には Ericsson ら (1969)¹³⁾ の報告があるが，我が国にはみられない。

今回，3才，5才，および小学2年の低年令児を対象に，低濃度フッ素溶液 (0.05% NaF) を用いて洗口した時の口腔内に残留するフッ素量を測定し，さらに同一人でくりかえし行った結果から個体差等について検討したので報告する。

研究対象及び方法

新潟県東頸城郡牧村で，保育園の3才児（3才

3カ月～3才8カ月), 5才児(5才8カ月～5才11カ月), および小学2年生(7才1カ月～7才11カ月)の各10名, うち男子15名, 女子15名, 合計30名を対象とした。なお, 当村の水道水中フッ素濃度は年間を通して0.1ppm以下である。また, 当地域においては, 昭和49年度より全村の保育園, 小学校, 中学校(計約800名)で, 地域う蝕予防対策の一環として1日1回のフッ素洗口法を実施している。3才に満たない保育園児でも, 歯みがきや水道水によるブクブクうがいの練習をしており, 3才以上で充分はき出しのコントロールができる者からフッ素溶液による洗口に参加している。したがって, 今回の対象者は少なくとも1カ月以上の洗口訓練を経ている。

フッ素洗口液の調整は次のように行った。蒸留水10ℓに特級NaF 5gを溶かし, 0.05%フッ化ナトリウム溶液とした。7mlをメスピペットで測り, 1人1回分とした。理論値として7ml中のフッ素量は1.58mgとなるが, 調合誤差から, 今回用いた洗口液では7回測定 of 平均値で1.65mgのフッ素が含まれていた。

洗口の方法は, いつものように先生の合図で1回分の洗口液を口にふくんで, 秒時計を見ながら頬を強く動かして行った。1分後, もとの50mlポリコップに洗口液を吐き出させた。いつもは, 洗口後バケツや手洗場に直接はき出しているので事前によく説明したが, 特別の練習は行わなかった。

はき出し液の回収方法, およびフッ素量の測定は次のように行った。50mlポリコップにはき出された洗口液を蒸留水で洗い流しながら100mlポリビンに移した。ここまでは各施設に出向いて行った。ポリビンに回収したはき出し液を研究室に持ち帰り, ポリビンから蒸留水で洗いながら200mlメスフラスコに移し, 正確に200mlになるまで蒸留水を加えた。この試料50mlをとり, pHを5.2に調整した同量のTISABを加え, フッ素イオン濃度を測定した。測定にはオリオン社製ポータブルイオンメーターとフッ素電極および比較電極を使用した。こうして得られたフッ素濃度のppm数に $\frac{200ml}{1000ml}$ を乗じて, はき出し液中全体のフッ素量

(mg)とした。

洗口前のもとの洗口液7cc中に含まれるフッ素量を, はき出し液の場合と同様に, 50mlポリコップ, 100mlポリビン, 200mlメスフラスコの順で移し, 稀釈後フッ素イオン濃度(A)を測定した。この値とはき出し液の場合のフッ素イオン濃度(B)との差から, 口腔内フッ素残留率を求めた。すなわち,

$$\text{残留率} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

となる。

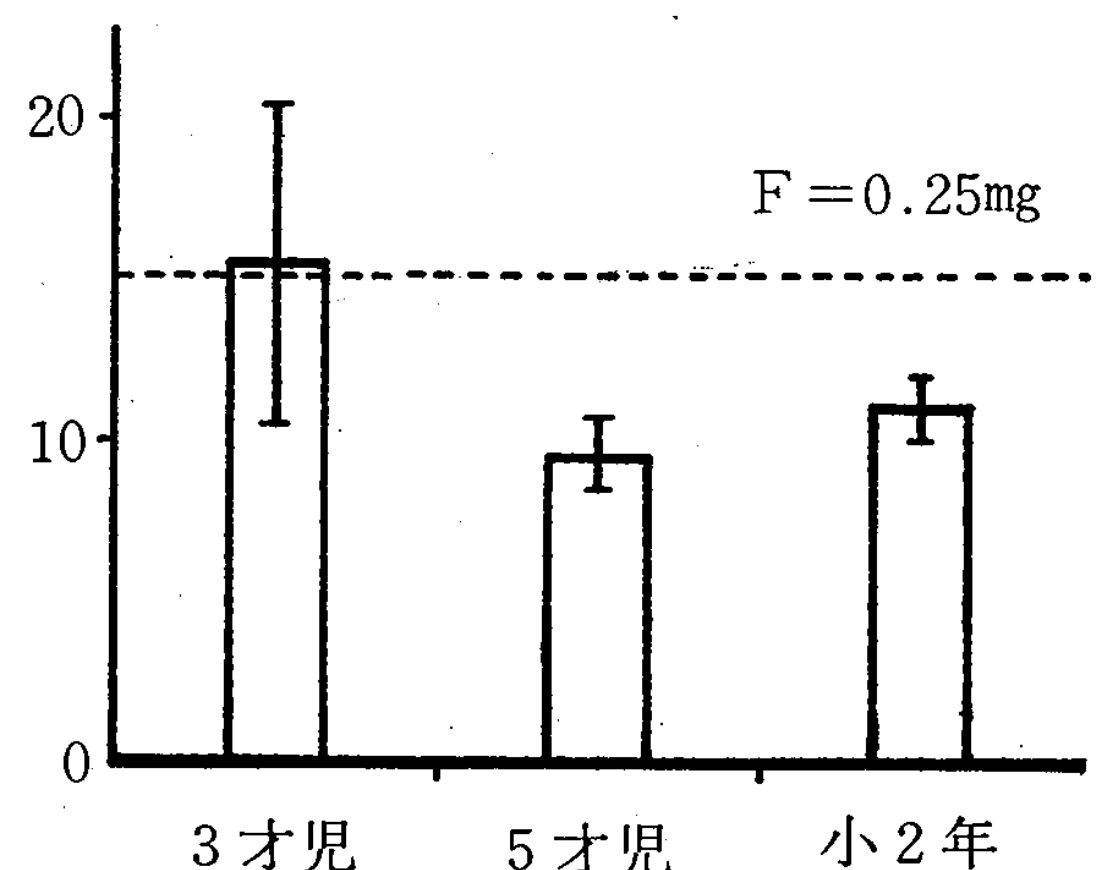
結 果

洗口液の口腔内フッ素残留率について, 調査開始後3回目で年令別に10人毎のデータを得, 平均値と標準誤差を表1, および図1に示した。3才児における残留率は $15.4 \pm 5.0\%$, 5才児は $9.6 \pm 1.1\%$, 小学2年生では $11.1 \pm 1.0\%$ であった。図1中の点線はフッ素量にして0.25mgのレベルを示

表1 フッ素洗口時における口腔内フッ素残留率
— 年 令 別 —

群	対象人数	平均値	標準誤差
3才児	10名	15.4%	5.21
5才児	10名	9.6%	1.18
小学2年生	10名	11.1%	1.04

残留率 %



平均値の差

(t検定)

いずれの間にも NS

図1 フッ素洗口時における口腔内フッ素残留率
— 年 令 別 —

している。各年齢群の平均残留率に相当するフッ素量は、3才児、 $0.25mg$ 、5才児、 $0.16mg$ 、小学2年生、 $0.18mg$ である。

年齢間で残留率の平均値を比べると、3才児で大きい傾向がみられるが、 t 検定によると有意な差は認められない。また、標準誤差を図中のグラフに細い棒で示してあるが、3才児では他の年齢群に比べ個体間のばらつきが大きいことがうかがえる。3才児と5才児との間の分散の差異を検定すると ($F_{9} = 19.6$)、1%以下の危険率で有意であった。

対象者の一部について、さらに1週間に2回ずつ約1カ月にわたって各人がそれぞれ8回、同様の測定を行いその結果を個人別にまとめたものを表2、および図2に示した。A～Eは3才児、F～Jは5才児、K～Mは小学2年生である。図2中に、フッ素量にして $0.5mg$ と $0.25mg$ のレベルを点線で示した。ほとんどの対象者の平均残留率は10%～15%である。最大値はBの34.3%、最小値はEの9.4%でいずれも3才児であった。

フッ素残留率の個体間における差異についてみると、分散分析によるF値は3才児で8.14、5才

児では2.74、小学2年生では4.12であり、それぞれ危険率1%、5%、5%で、いずれも個体間の平均値に有意な差が認められた。また、特に3才児では個体間のばらつきが大きいことがわかる。

表2 フッ素洗口時における口腔内フッ素残留率
— 個人別 —

対象者		検査回数	平均 値	標準誤差
3才	A	8 回	13.1%	1.80
	B	〃	34.3%	7.01
	C	〃	13.1%	2.99
	D	〃	10.7%	0.83
	E	〃	9.4%	0.77
5才	F	〃	10.3%	0.39
	G	〃	10.9%	0.91
	H	〃	9.7%	0.73
	I	〃	10.5%	0.52
	J	〃	13.4%	1.38
小学2年	K	〃	15.7%	1.86
	L	〃	11.8%	0.70
	M	〃	10.3%	1.41

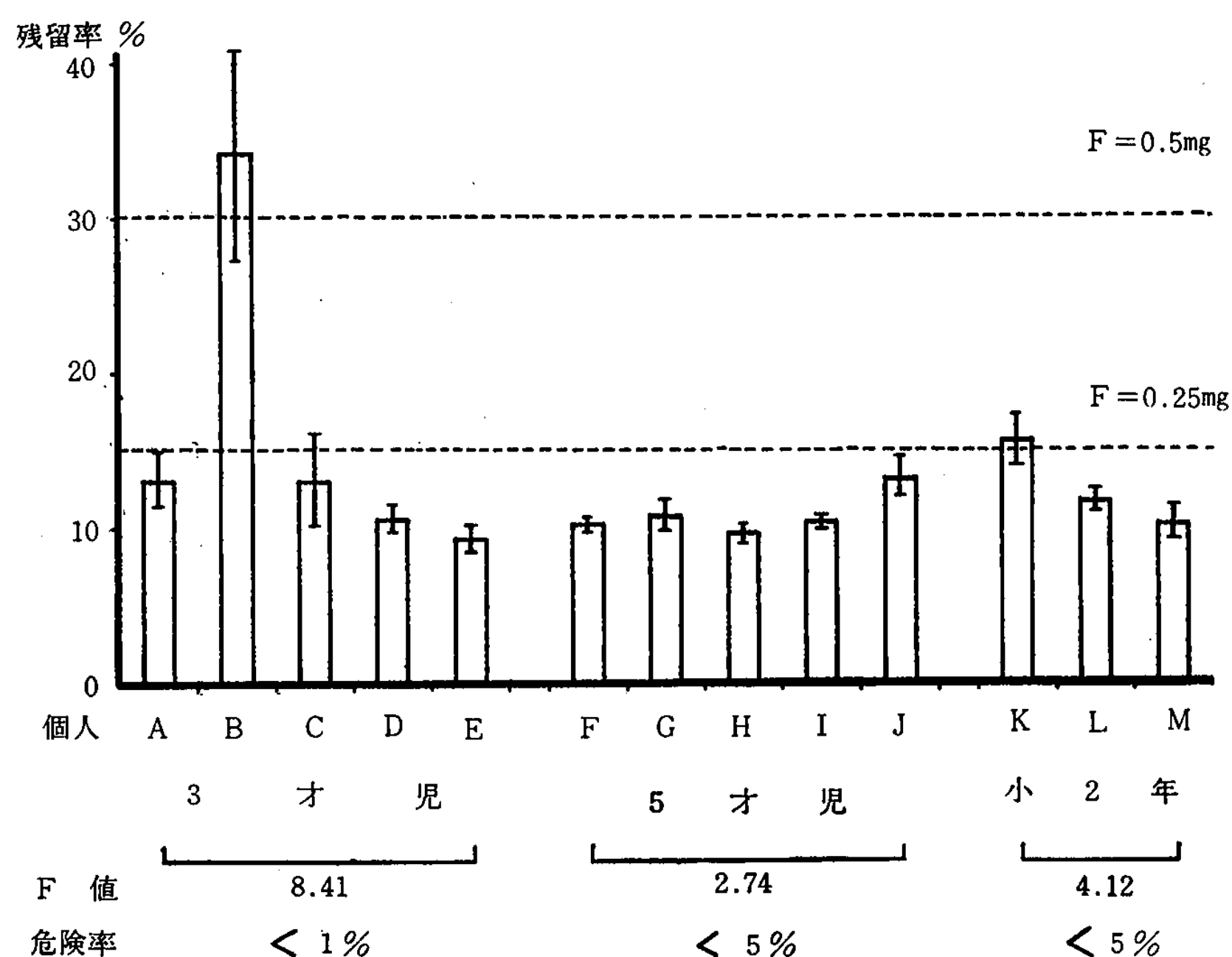


図2 フッ素洗口時における口腔内フッ素残留率
— 個人別 —

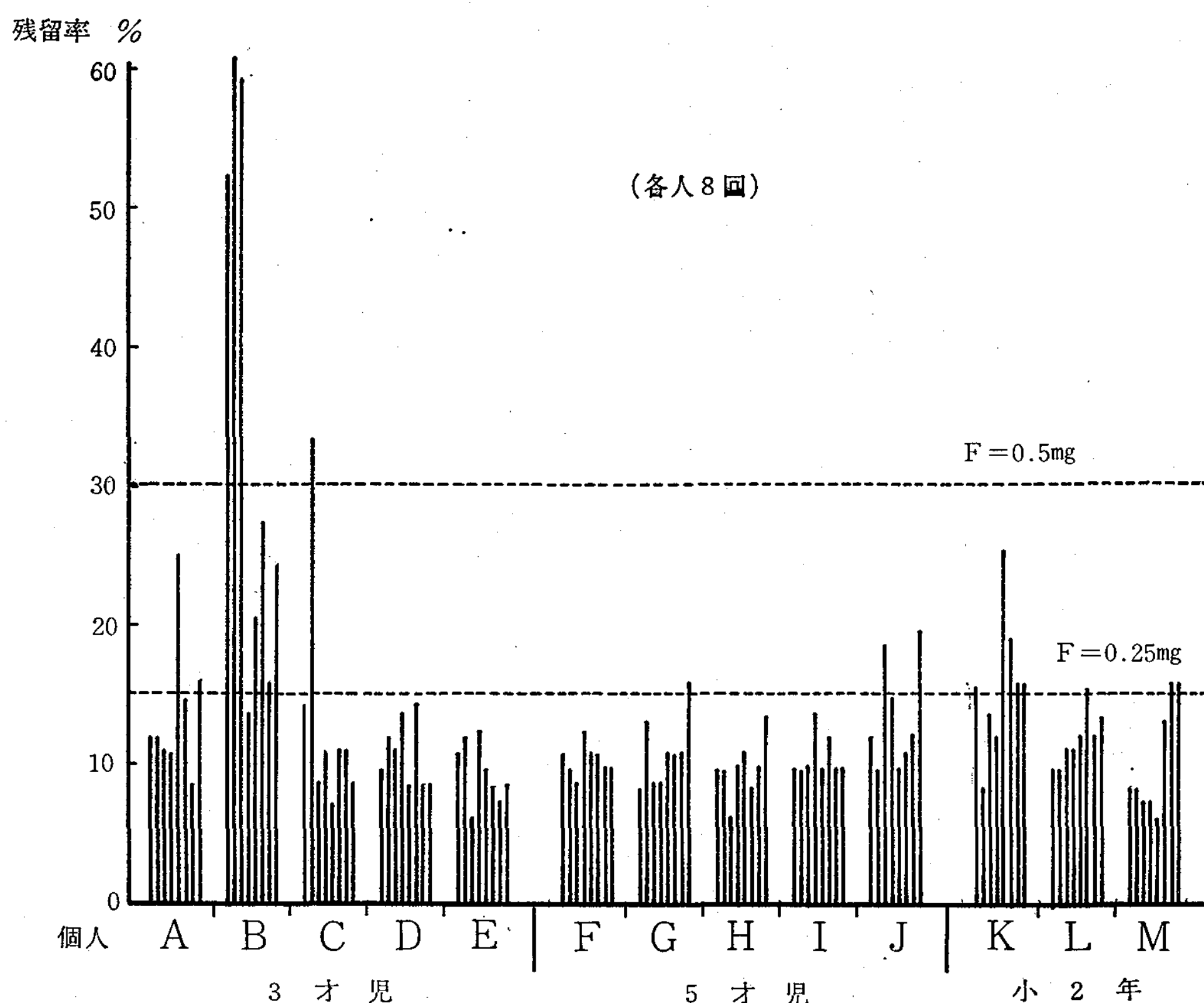


図3 フッ素洗口時における口腔内フッ素残留率
— 一個人, 検査回数別 —

図3は同じ対象者のデータで, 検査8回分の内容をそれぞれ示したものである。残留率の多くの測定値が15%以下である。3才児のBについては, 特に初めの3回は残留率約60%を示しているが, 4回目以降は30%以下になっている。その他の残留率15%以下の対象者の場合にも, 残留率の検査回数毎の変動は認められるが, 一定の傾向はみられない。

考 察

フッ素洗口時口腔内に残留するフッ素量は, 全身ルートからエナメル質石灰化に及ぼす影響や, 慢性作用の全身的安全性を考察するうえで重要な情報であろう。

今回の測定は, すでにう蝕予防プログラムに参加している児童を対象としているが, 洗口後50mlの小さなコップにはき出すやり方は, 低年令児の場合, やや困難をともなったかもしれない。口腔内フッ素残留率を算定した結果は, 3才児, $15.4 \pm 5.0\%$, 5才児, $9.6 \pm 1.1\%$, 小学2年生, $11.1 \pm 1.0\%$ であった。同様の洗口方法で3才～6才児

を対象に行った Ericsson らの報告¹³⁾によると, 残留率は3才児, $25.8 \pm 4.9\%$, 4才児, $24.4 \pm 2.4\%$, 5才児, $21.4 \pm 1.7\%$, 6才児, $22.0 \pm 1.5\%$ である。今回の結果に比べ大きな値を示しているが, Ericsson らの方法によれば, はき出し液そのものの容量と, はき出し液の一部を試料としたフッ素イオン濃度を測定し, これらからはき出し液中のフッ素量を求めている。はき出し液は泡の部分が多く容量を測定する際比較的大きな誤差がともなうものと考えられる。今回, 我々ははき出し液全量を200mlに希釈してフッ素イオン濃度を測定しているので, 誤差は比較的少ないと考えられる。可児ら¹²⁾は小学3年生を対象として, 500ppm フッ素濃度洗口液の場合, 男子, 6.2%, 女子, 8.5%の残留率を認めている。その他, 洗口液の口腔内フッ素残留量について多くの研究者の報告がある^{8~11)}。洗口液の濃度, pH, 1回分の量, 及び被検者の年令等異っているが, これらの残留率に関する成績をまとめてみると, 成人や学童では一定した年代差が認められておらず, 平均値で10~25%以下となっている。

残留率を年令間で比較すると、平均値では統計学的有意差が認められなかったが、分散の差異の検討から、5才児、小学2年生に比べ3才児では有意に個人差が大きいことが認められた(図1)。

また、同一人でくりかえし行った残留率の結果からも、個体差や、検査回数毎の変動が認められた。3才児の場合には、個人の平均残留率が、多い子供で34.3%、少ない子供で9.4%であり、分散値が高く個体間のばらつきが大きいことがわかる(図2)。検査回数ごとの変動を含めると60.7%~4.9%の巾があったが、個人差についてみる場合はくりかえし行ったものの平均値がより有意義であろう。特に残留率の大きい子供の場合には、検査回数の初めに大きく後半には小さくなっている(図3)。これは検査手順に慣れたことや、低年令児でもよく練習すればはき出し動作そのものがうまくなることに関係しているであろう。一方、5才児と小学2年生においては残留率の個体差や検査回数による変動も比較的少なく、個人の最大値でも15.7%であった(図2)。

以上のような残留率における年令別の考察から、3才児ではいねいな洗口指導が必要であるが、5才児以上では比較的管理が容易であるといえる。

う蝕予防のためフッ素を応用する場合の至適摂取量は、水道水フッ素化を実施した段階で摂取する量に準じて考慮されてよいだろう。アメリカ政府は、USP¹⁴⁾の中で、飲料水中にフッ素がほとんど無い場合、3才以上の子供は1日約2.2mgのフッ化ナトリウム、すなわち1mgのフッ素を摂取することが適当であると指示している。現在行なわれている0.05%NaF溶液、7mlで1日1分間洗口する方法では、残留率を15%として、フッ素摂取量は0.25mg以下となる。今回検査対象となった3才児の中で、残留率の最も大きい個人の平均値は0.5mgであり、全身作用の面からも充分安全レベル内にある。

また、誤って一回分の洗口液全量を飲み込んだ場合でも、1.6mgのフッ素量であるから、急性中毒量²⁵⁾の約1/100である。さらに、NIOSHによるいろいろな物質の毒性データに関する総覧¹⁵⁾の

中で、NaFのTDL₀は4mg/kgと示されている。(TDL₀とは吸入以外の経路で一定期間その物質を与えた時、ヒトに毒性を、あるいはヒトまたは動物に発がん、催奇形、突然変異、新生物発現の毒性を示すことが報告されている最低既知量である。)これらの情報からも、今回測定されたフッ素洗口時に飲み込むフッ素が全身的悪影響を与える可能性は全く考えられない。

なお、口腔内に残留したフッ素について、口腔粘膜からの吸収が問題にされることがあるが¹⁶⁾、実際の洗口法においては、吸収されるフッ素量と吸収速度の点で特別な危険性は考えられない。低濃度(0.05%)NaF溶液を用いたBirkeland¹¹⁾の報告によると、洗口時口腔内に残留したフッ素はほとんど胃や腸から吸収され、残りは最初の洗口液中の2.4%以下とされている。また、このうちの主な部分が歯や口腔内沈着物に付着、吸収されることから、口腔粘膜に吸収されるフッ素量はほとんど無視しうる量であると考えられている。そもそも、フッ素が口腔粘膜から吸収されて門脈系を通った場合と、胃や腸から吸収された場合とでフッ素の全身作用に差異があるとの根拠は考えられていない。

フッ素洗口法のう蝕予防効果は、厳密な盲検法による数多くの臨床成績^{5, 6, 17~22)}によっても確められており、また低濃度でも洗口頻度の多い方がより効果的であるとされている^{23, 24)}。そして、今回の調査から、低濃度フッ素溶液で1日1回行う洗口法は、3才児でも洗口動作の練習を充分行えば可能であり、5才以上ではその管理もいっそう容易であるといえる。特に萌出時期が就学前にある第一大臼歯のう蝕予防として、フッ素洗口は遅くとも5才頃から行うことが奨められる。

今回行った口腔内フッ素残留量の測定方法でデータ誤差が生ずる要因として、はき出し液の回収手順、食物残渣や唾液由来のフッ素、等検討したがほとんど無視できる要因であった。また、洗口液7ml中のフッ素量を検査日ごとに測定したが、その変動は平均値±2%以内であり、これはピペットエラーや測定機器、フッ素イオン標準液の調整等の誤差によると思われる。

結 論

0.05% NaF 溶液, 7 mlを1分間, 洗口した時の口腔内フッ素残留率は, 3才児で $15.4 \pm 5.0\%$, 5才児で $9.6 \pm 1.1\%$, 小学2年生では $11.1 \pm 1.0\%$ であった。フッ素量にしてそれぞれ0.25mg, 0.16mg, 0.18mgとなる。同一人で, 約1カ月にわたって同様の調査をくりかえし行ったところ, 個体差や検査回数ごとの変動が認められた。この変動は3才児で大きく, 5才児, 小学2年生では比較的安定していた。しかし, 残留フッ素量はいずれの年齢群でも充分安全な範囲内にあった。

*本論文の要旨は昭和51年8月, 第25回口腔衛生学会総会において発表した。

参 考 文 献

- 1) 厚生省医務局歯科衛生課: 昭和50年歯科疾患実態調査報告, 医歯薬出版, 東京, 1977.
- 2) 須賀昭一: 臨床う蝕と病理う蝕のちがい, 日本歯科評論, No.390; 108, 1975.
- 3) Weisz, W. S.: The reduction of dental caries through the use of a sodium fluoride mouthwash, JADA., 60: 438, 1960.
- 4) Horowitz, H. S., Creighton, W. E., and McClendon, B. J.: The effect on human dental caries of weekly oral rinsing with sodium fluoride Mouthwash, Archs. oral Biol., 16: 609, 1971.
- 5) Rugg-Gunn, A. J., et al.: Caries Prevention by Daily Fluoride Mouthrinsing, Brit. dent. J., 135: 353, 1973.
- 6) Heifetz, S. B., et al.: The effect on dental caries of weekly rinsing with a neutral sodiumfluoride or an acidulated phosphate-fluoride mouthwash, JADA., 87: 364, 1973.
- 7) 葭内顕史, 境脩, 堀井欣一: 学童におけるフッ素洗口法によるう蝕予防効果, 口衛誌, 25: 40, 1975.
- 8) Hellsröm, I.: Fluoride Retention Following sodium Fluoride Mouthwashing, Acta odont. scand., 18: 263, 1960.
- 9) 笠倉てる子: 学校給食に関する歯学的考察,

- 歯学, 54巻1号; 22, 1966.
- 10) Perkins, F. M.: Retention of Fluoride with Chewable Tablets and a Mouthrinse, J. Dent. Res., 51: 1346, 1972.
- 11) Birkeland, J. M.: Intra-and Interindividual observations on Fluoride Ion Activity and Retained Fluoride with sodium Fluoride Mouth Rinses, Caries Res., 7: 39, 1473.
- 12) 可児瑞夫ら: フッ化物洗口法に伴う洗口液中フッ素の口腔内残留量について, 口衛生誌, 26巻4号; 15, 1977.
- 13) Ericsson, Y., Britta, F.: Fluoride Retained from Mouthrinses and Dentifrices in Preschool children, Caries Res., 3: 290, 1969.
- 14) United States Pharmacopeia Convention, Inc.: The United States Pharmacopeia, U.S. A., 1975, p. 459.
- 15) アメリカ国立職業安全衛生研究所 (NIOSH): 化学物質毒性総覧, 日本メディカルセンター, 東京, 1976年.
- 16) 藤本尚, 奥田博久: カルシウム添加時の血液に対するフッ素の作用について, 医学雑誌, 95: 1120, 1975.
- 17) Aasenden, R., et al.: Effects of daily rinsing and ingestion of fluoride solution upon dental caries and enamel fluoride, Arch. Oral Biol., 17: 1705, 1972.
- 18) 奥寺元: フッ化物溶液洗口による学童の臨地実験, 口腔衛生学会雑誌, 24: 62, 1974.
- 19) 可児瑞夫: フッ素含有洗口液による洗口法のう蝕抑制効果について, 口衛誌, 23: 68, 1973.
- 20) Koch, G.: Caries increment in school children during and two years after end of supervised rinsing of the mouth with sodium fluoride solution, Odont. Revy., 18: 323, 1969.
- 21) Depaola, P. F., et al.: Effect of high concentration ammonium and sodium fluoride rinses on dental caries in school children, Community Dent. Oral Epidemiol., 5: 7, 1977.
- 22) Frank, S. N., et al.: The Topical Anticariogenic effects of Daily Rinsing with an Acidulated Phosphate Fluoride Solution, JADA., 85: 882, 1972.
- 23) Torell, P., Ericsson, Y.: Two-year clinical

Tests with different methods of local caries-preventive school children, Acta odont, scand., **23** ; 287, 1965.

24) 島田義弘 : 弗化ソーダの洗口頻度を月1回か

ら週1回に変更して得られたう蝕抑制効果, みちのく歯学会雑誌, **6** ; 1, 1975.

25) 飯塚喜一, 岡田昭五郎 : 弗化物とその応用, 医歯薬出版, 東京, 1973, 16頁.