

## — 綜 説 —

## フッ素とう蝕予防

堀井欣一

新潟大学歯学部予防歯科学教室（主任：堀井欣一教授）

（昭和 55 年 11 月 25 日受付）

## Fluorides and Dental Caries Prevention

Kin-ichi HORII

*Department of Preventive Dentistry, Niigata University School of Dentistry**(Director: Prof. Kin-ichi Horii)*

## はじめに

実際に行われているう蝕予防法には、古くから普及している歯垢清掃“歯みがき”に加え、甘味制限、合成樹脂による小窩裂溝の封鎖、フッ化物による歯質強化などがあげられる。歯みがきは完全に歯垢を除去できるよう実施すれば、理論的には十分う蝕発生を抑えることができる筈である。しかし、ここ30年来、う蝕の罹患状況は上昇の一途をたどっている<sup>1)</sup>。その他の方法でも、その実施に関しそれぞれ一長一短があり、十分な効果をあげるには、相当の努力を必要とする。

地域社会においてう蝕予防効果を十分に発揮するには、その地域全般に行きわたって実施できる方法でなければならない。そのためには、実施方法が容易であること、安全性と効果が確実であり、かつ経済的な方法であることなどが条件となる。これらの条件に最も適しているのは、先人の経験からみて、フッ化物の利用法、とくに水道水フッ素化 (fluoridation)、フッ素洗口法が最も適していると考えられる。しかし、疫学における疾病予防の原則からみて、歯みがき、甘味制限などの予防法も平行して行われるべきである。

う蝕は細菌性疫患といわれるが、他の細菌性疫患と異り、不可逆性の硬組織破壊性という特異性をもつ。さらに、文明病、国民病ともいわれるよ

うに、わが国においてもほとんどの国民が患している高罹患率を示す疾患である。疫学的にこの疾患の発生をみると、子供の病気の観がある。すなわち、乳歯はいうに及ばず、永久歯においても年齢別の罹患率は小学校高学年で90%を越え、年間 DMFT, DMFS の発生数も、この年齢から中学生に多く、高校生以上の年齢では減少するのである (図1)<sup>1,2)</sup>。

以上のようなう蝕発生の疫学的事実から、この疾患の予防対策は15歳 (中学生) 以下の子供達に、とくに強力的に実施する必要があると考えられる。

ここでは、フッ素の生体、環境との関連、および、う蝕予防のためのフッ素応用に関し、地域社会に利用可能な水道水フッ素化とフッ素洗口法を中心にしてのべてみたい。

## フッ素について

フッ素は原子番号9、原子量19のハロゲン族に属する反応性の強い元素で、天然には単体で存在することはない。主としてホタル石 (CaF<sub>2</sub>)、水晶石 (Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>)、燐灰石 (CaF<sub>2</sub>・Ca(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) などとして産出される。この元素は、濃度の差はあるが、地球上いたる所に認められ、クラーク数からみて平均 300 ppm の濃度で存在することになる。

自然水中には微量ではあるが含まれ、その濃度

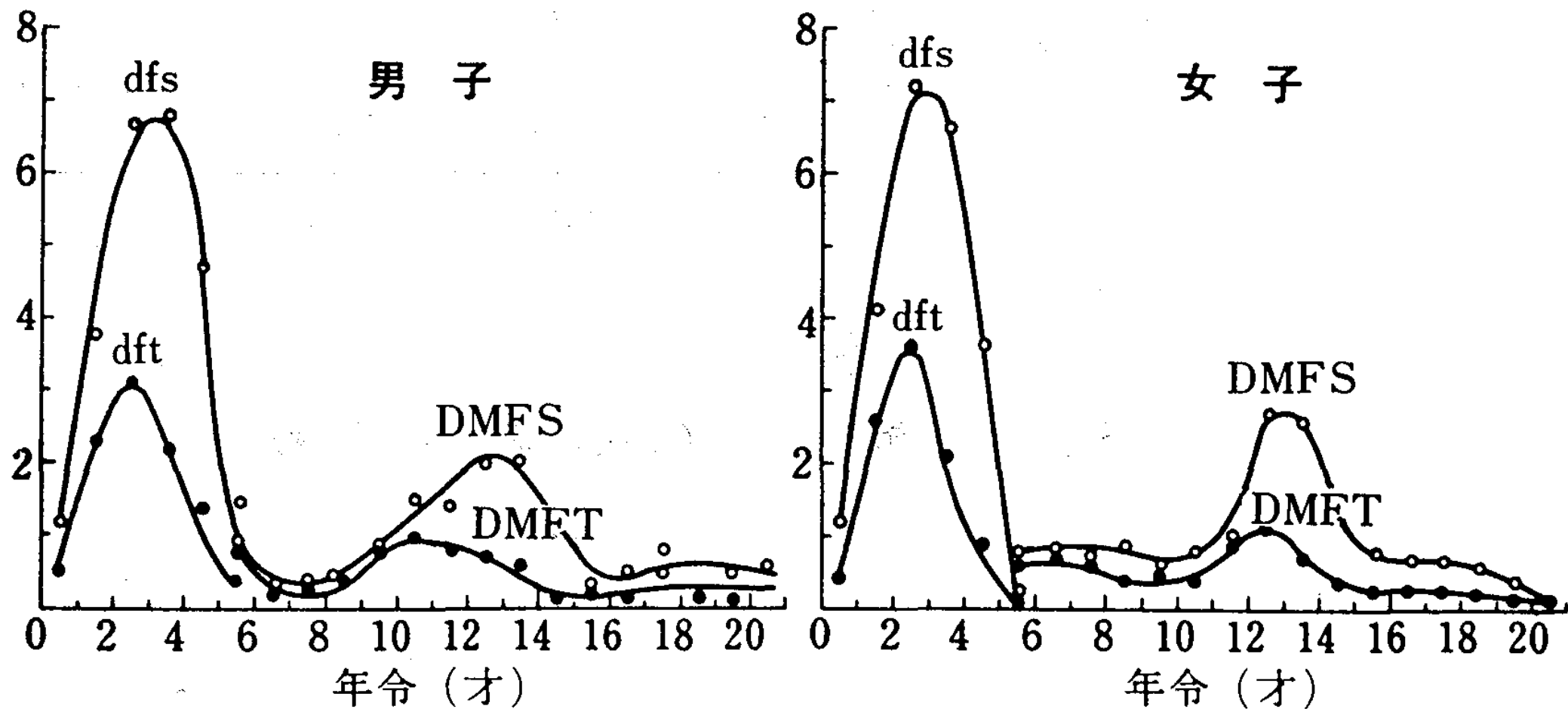


図1 ウ蝕発生の昂進期(1人平均ウ蝕新生数を示す)(飯塚)

は源泉の土質に左右される。通常は 0.1 ppm 以下であるが、地質にフッ素の多い地域では 2 ppm 以上になり、“歯牙フッ素症”の原因となる。自然水中の異常に高いフッ素濃度として米国ではある地域で 16 ppm, アフリカで 95 ppm との報告がある<sup>3)</sup>。また、海水中には 1.3~1.4 ppm のフッ素が存在する<sup>3)</sup>。

以上のように、フッ素は自然界にあまねく存在するので、地球上のすべての動植物にも微量は含まれ、とくに海産物には多い<sup>2,4)</sup>。

これらの食品、および飲料水から、人はフッ素を摂取し、その量は 1 人 1 日 1~3 mg といわれる<sup>4)</sup>。茶は多くのフッ素を含有するので、外国においても紅茶を多く飲む人は 1 日に 7~8 mg のフッ素を摂取するとの報告がある<sup>3)</sup>。

人の血清中フッ素濃度は低く、高江洲<sup>5)</sup>は  $0.16 \pm 0.043$  ppm と報告している。Singer ら<sup>6)</sup>は飲料水中フッ素濃度が 0.15, 2.5 および 5.4 ppm の地域の人々の血清フッ素を測定し、それぞれの平均値が 0.14, 0.16, 0.26 ppm であったと述べている。この事から、飲料水のフッ素濃度が高くなっても血清中濃度はそれ程高くなるものではないらしい。なお、Singer ら<sup>7)</sup>はその後、低フッ素地域の人々の血清フッ素濃度を厳密に測定した結果として、 $0.07 \pm 0.006$  ppm の値を報じている。軟組織におけるフッ素濃度は表 1 のように、腎を除き飲料水中フッ素量には影響されない。

摂取フッ素量により大きく影響を受けるのは硬組織である。通常のフッ素摂取量の場合、骨では、

表 1 ヒト軟組織中のフッ素量(乾燥重量に対する ppm)(Smith ら, 1960)

組 織	飲料水中のフッ素濃度	
	0~1.0 ppm	1.0~4.0 ppm
心	$2.29 \pm 0.796^*$	$2.78 \pm 1.364^*$
肝	$2.34 \pm 0.972$	$2.27 \pm 1.109$
肺	$5.12 \pm 3.104$	$6.18 \pm 3.106$
腎	$3.26 \pm 0.968$	$8.49 \pm 6.63$
脾	$4.91 \pm 4.143$	$3.58 \pm 1.324$
大動脈	$41.0 \pm 50.27$	$25.1 \pm 19.54$

\* 標準偏差

生長期にあっては 200~300 ppm (灰中) であるがそれ以後増齡的に多くなり、60 歳頃には 1000 ppm 前後に達する。フッ素摂取量が多いとそれに応じて骨中フッ素量も多くなる。飲料水中フッ素量と骨中フッ素量には正の相関があるとの報告がある。

経口的に摂取されたフッ素は腸管から吸収されるが、1 回投与の場合、20 分後に血中濃度が最高に達し、1~1.5 時間後には元の濃度に逆る。これは、腎からの排泄が早いので 24 時間で投与量の 90% が尿中に出されるという。この現象は腎クリアランスが大きいことによるものであるが、フッ素の血中からの排泄が大であることは中毒学上有利であり、急性中毒では、フッ素に曝露後 4 時間で生死が決まるといわれる<sup>8)</sup>。

排泄を免れたフッ素は、主として骨に蓄積される。この量は大人と子供では異なり、大人は投与量

表 2 フッ素の主たる生体への影響

作用	量		期間	備考
	mg F	ppm F		
致死	2,500~5,000		1回量	2~4時間で死亡(ヒト)
腎障害		100(水)	数カ月	細尿管拡張, 壊死(動物)
貧血		100(食物)	数カ月	凝固時間も延長(動物)
妊娠		60(食物)	数カ月	不妊(動物)
甲状腺障害		50(水, 食物)	数年	(動物)
体重減少		40(食物)	5年	(動物)
骨フッ素症 (cripling fluorosis)	20~80 mg/日		数年	ヒトの職業病 外骨症, 骨化骨過剰, 関節痛, 組織石灰化
骨粗鬆症の治療	20~100 mg/日		数カ月~数年	ヒトの治療, ときには心窩部痛, 骨痛がみられる
骨硬化症		8(水)	数年~	10%に発生(ヒト)
化骨正常	5 mg/日	4(水)	数年	(ヒト)
斑状歯発生		2~8(水)	生後8年間	(ヒト)
骨粗鬆症の減少		3~8(水)	数年	(ヒト)
大動脈石灰化減少		3~6(水)	数年	(ヒト)
齲歯症減少		0.4~1.5(水)	生涯	(ヒト)
ヒトへの影響なし		0.2~1.2(食物)	生涯	(ヒト)
フッ化物の臭覚認知閾値	0.1 mg/m <sup>3</sup>	(大気)		(ヒト)
植物への影響なし		0.001(大気)		最も感受性の高い植物の限界

の10%以下であるのに対し, 子供は30~40%が骨に蓄積される。この差は骨格系の生長期か否かの差による, と飯塚はのべている<sup>2)</sup>。

経口的に摂取したフッ素は, すべて消化管から吸収され体内に取り入れられるわけではない。NaFのように水に溶解しやすい形であっても10~15%は糞中に排泄される。また, 血中に入ったフッ素のある部分は汗の中に含まれ体外に排泄される<sup>4)</sup>。

大気中のフッ素は産業公害として問題になっているが<sup>4)</sup>, 産業その他の汚染源のない地方では, 大気中フッ素濃度は極めて低く, ほとんど検出されない。冬期暖房に石炭を多く使用する地域では気候の状態により0.8 µg/m<sup>3</sup>(約1 ppb)に達することがあるといわれる。しかし, この濃度で呼吸器に入るフッ素を全部吸収したとしても, 1日量0.016 mgでしかないので, 空気からの摂取量は1日のフッ素総摂取量にはほとんど影響を与えない。

フッ化物の人体への影響が明らかにされたのは

1931年 Churchill が, 次いで1933年 Smith らが, 歯牙フッ素症(斑状歯)の原因は飲料水中のフッ素であることを報じ, また同じ頃 Møller らが労働環境中のフッ素による骨硬化症について報告したことに始まる。以来, フッ素と人の健康に関する研究が進展し, 適量のフッ素によるう蝕予防効果が確認され, このう蝕予防の目的で, 水道水へのフッ素添加, あるいはその他の方法でフッ化物の利用が行われるようになった<sup>9,10)</sup>。

フッ素の生体への影響について, 主なものを表2にまとめた。

人の致死量は2.5~5 gといわれる。この場合, 自殺の目的か, 誤って大量のフッ素を摂取した時であるが, 血中フッ素濃度は5~15 ppmにも達するといわれる<sup>11)</sup>。また, 急性中毒は, 2 mg/kg 体重が最小発症量といわれる。

人における慢性中毒は, 骨硬化症(骨フッ素症)と歯牙フッ素症である。骨硬化症は1日20 mg以上, あるいは7~8 ppm以上の高フッ素飲料水に数年~10年以上の長期間曝露され多量のフッ素を

表 3 水道水フッ素化を行っている国々

国名	使用人口 (千人)	国名	使用人口 (千人)	国名	使用人口 (千人)
<b>アジア</b>		<b>南アメリカ</b>		<b>ヨーロッパ</b>	
香港	3,909	アルゼンチン	500	ポルトガル	10
イスラエル	?	ブラジル	7,500	チェコスロバキア	3,000
クウェート	?	チリ	4,500	フィンランド	64
マレーシア	6,000	コロンビア	8,000	ドイツ民主共和国	1,300
フィリピン	3,000	ガイアナ	10	ハンガリー	70
シンガポール	2,278	パラグアイ	350	アイルランド	1,766
中華人民共和国	?	ペルー	?	ポーランド	2,200
<b>北アメリカ</b>		ベネズエラ	4,451	ルーマニア	110
カナダ	8,383	<b>オセアニア</b>		スイス	200
キューバ	10	オーストラリア	6,447	イギリス	3,000
エルサルバドル	110	フィジー	90	ソビエト連邦共和国	38,840
グアテマラ	600	ニュージーランド	1,671	<b>アフリカ</b>	
メキシコ	2,450	パプアニューギニア	102	エジプト	?
パナマ	510			ザンビア	75
プエルトリコ	2,000				
アメリカ合衆国	94,627				

(FDI, 1977)

摂取し続けた時に発症する。また、歯牙フッ素症は、1.5~2 ppm の飲料水を、歯牙形成期、すなわち胎生7週から、生後7~8歳の間に長期間曝露されると発生するものである。飲料水中フッ素濃度が高いほど重症例が多発する。

大人において、飲料水中フッ素濃度 3~6 ppm の地域で、骨粗鬆症、大動脈石灰化が少いことから、フッ素が骨粗鬆症の治療に使用される。また、最近、フッ素は必須微量元素のリストに含められている<sup>3,12-15</sup>。

#### フッ素によるう蝕予防法とその効果

う蝕予防に用いるフッ素の利用方法は、大別して2つに分けられる。1つは、主として歯牙形成期に作用させる全身的应用であり、もう1つは歯牙萌出後、歯面に作用させる局所应用である。前者には、水道水フッ素化、飲食物へのフッ素添加(塩、ミルクなど)、錠剤や薬液として投与、などがある。後者では、フッ素液歯面塗布、フッ素液による洗口(フッ素洗口法)、歯磨剤へのフッ素添加が実用化されている。

#### A. フッ素の全身的应用

#### 1. 上水道フッ素化

米国において、mottled enamel,あるいは endemic mottled teeth, Colorado stain などと呼ばれた歯牙疾患が発見された当時、すでにその地域ではう蝕の発生が少いことが認められていた。この疾患が飲料水中フッ素と関係があることが判明した以後、米国公衆衛生局の H. T. Dean<sup>16)</sup>は、ほとんど米国全域にわたる膨大な疫学調査を実施し、飲料水中のフッ素濃度とう蝕抑制との関係を導き出した。さらに綿密な疫学調査から、Dean<sup>17,18)</sup>は、歯牙への影響がなく、う蝕抑制に効果的な飲料水中フッ素濃度は 1 ppm 前後であることを示した。

1945年にいたり、米国 Michigan 州 Grand Rapids, New York 州 Newburgh, Illinois 州 Evanston, カナダ Ontario 州 Brantford で上水道フッ素化(1 ppm)によるう蝕抑制効果の研究が開始された。1960年頃、これらの成果が報告されると、各国で上水道フッ素化を開始し、1977年の FDI の報告によれば、40カ国、2億1千万人の人々がフッ素添加の水道水を利用している(表3)。



表 4 世界における水道水フッ素化のう蝕予防率

う蝕予防率 (%)	報告論文数	
	deft (5歳児)	DMFT (15歳児)
20~30	1	1
30~40	7	4
40~50	17	10
50~60	13	23
60~70	6	12
70~80	4	6
80~90		2

わが国においては、1952年から13年間京都市山科地区で0.6 ppmの水道水フッ素化、1967年から1972年まで三重県三重郡朝日町でも同様のフッ素化が実施されたが、給水量の拡大その他の理由で中止されている。また、沖縄において、米国駐留時水道水フッ素化を行っていたがわが国への返還と同時に中止された。

水道水フッ素化によるう蝕予防効果に関しては、最近 Murray<sup>19)</sup> が貴重な報告を行っている。表4は米国をはじめ19カ国、118編の水道水フッ素化に関する疫学調査論文で報告されたう蝕予防効果を調べ、予防率の分布をまとめたものである。5歳児における乳歯では40~50%、15歳児における永久歯では50~60%のう蝕予防率であった、とする論文が最も高頻度であったことが示されている。このことから、水道水フッ素化によってう蝕の発生率はほぼ半減すると考えられる。

この効果は子供達だけでなく、大人になっても継続するものと思われる。天然高フッ素地区の米国 Colorad Springs (1.2 ppm) では44歳までの調査対象者において、低フッ素地区の同年齢の人に比較し、う蝕歯数が60%少いことが認められている<sup>20)</sup>。

## 2. その他の全身応用<sup>21,22)</sup>

フッ素化食塩：塩の1人1日の平均消費量は約10gであることから200~280 ppmの含有量でフッ素添加した塩を使用している所がある。スイスでは、う蝕予防と甲状腺腫予防のため1kg中200mgのNaFと10mgのヨードカリを含む食塩が市販されている。この食塩を用いた8~9歳子供

達の5年間のう蝕予防効果は22%であり、上水道フッ素化の効果より低いと報告されている。

ミルクへのフッ素添加：学校給食でのミルクへのフッ素添加が試みられ、80%の効果があつたと報告されているが、研究例が少く、一般化はしていない。

錠剤、薬液として投与：フッ素の単独の錠剤、あるいはビタミン-フッ素錠として投与し、その効果を報じた論文は多い。妊娠中の母親にも投与される。NaFとして、2歳以下0.5mg、2歳以上1mgを投与した例では、5年間でdeftが50~60%低下したとの報告がある。また、フッ素単独よりもビタミン-フッ素錠の方が効果が高いといわれる。

## B. フッ素の局所応用

### 1. フッ素歯面塗布法

フッ化物の歯面塗布によりう蝕予防が可能な事を報じたのはCheyneとBibbyである。Cheyneは1940年12月より4~6歳の子供に500 ppm KF年間数回塗布を行ったところ、deftの発生が半減したと報じた。また同じ頃、Bibbyは10~13歳の子供に4カ月に1回0.1% NaFを塗布し、対照に比べ30~40%のDMFSの減少を認め<sup>21,22)</sup>た。その後、フッ素歯面塗布については多くの報告がある。

この方法はわが国でも早くから用いられた方法であるが、初期は2% NaFを清掃乾燥させた歯面に塗布する法であった。現在では、歯面清掃後2%酸性フッ素リン酸溶液(Fでは0.9%)が用いられ、トレーによる方法も加っている。年間1~2回実施する。

1949年、厚生、文部両省から「弗化ソーダ局所塗布実施要領」と題する塗布方法の指針が示され、さらに1966年5月、厚生省医務局歯科衛生課から「弗化物歯面局所塗布実施要領」が発行されて、この予防法の普及に努めてきた。フッ素歯面塗布によるう蝕予防効果は30~40%とされている(表5)。

### 2. フッ素洗口法

フッ素液によるう蝕予防効果を最初に報告したのはWeiseである。1947年から10年間、0.25%

表 5 酸性弗素磷酸溶液による齲蝕予防効果

報告者	塗布方法	対象	人数	塗布開始後の期間	予防効果	
					DMFT	DMFS
Wellock & Brudevold	APF 溶液 (第1法) 年1回塗布 (M)	8~11 歳	115	1年 2年	55 % 67	71 % 70
Pameuer ら	APF 溶液 (第2法) 右側4回塗布 (M) (2% NaF 片側4回塗布を対照)	4~10 歳	77	3~ 15ヵ月		51
Horowitz	APF 溶液 (第1法) 年1回塗布 (M)	小学校5~6年生	214	1年	17.0	22.4
			187	2年	25.7	33.0
			167	3年	26.0	28.0
	205 191 162		1年	28.3	27.1	
			2年	32.9	35.9	
			3年	38.1	41.3	
APF ゲル (第1法) 年1回塗布 (トレー法)	209	1年	11.9	13.7		
	196	2年	12.2	21.6		
	182	3年	15.5	24.4		
Wellock ら	APF 溶液 (第1法) 年1回 (M)	小学校3~5年生	220	1年	44	46
			195	2年	44	52
	8% SnF <sub>2</sub> 1回 (M)		211	1年	-9	0
Cartwright ら	APF 溶液 (第1法) 年1回 (M)	6~19 歳	対照群 も含め て合計	1年	30	
	2年			47		
	8% SnF <sub>2</sub> 年1回 (M)			1年	8	
				2年	34	
Averill ら	2% NaF 年2回 (M)	8~10 歳	112		DFT 23.2	DFS 26.1
	4% SnF <sub>2</sub> 年2回 (M)		110	2年	12.4	16.5
	APF 溶液 (第2法) 年2回 (M)		102		22.8	20.9

APF 溶液：酸性弗素磷酸溶液，SnF<sub>2</sub>：弗化第一錫溶液，NaF：弗化ナトリウム溶液，  
(M) は Muhler の方法による塗布

NaF 液で朝晩1日2回洗口させ、開始時5~6歳児で80%以上の予防効果を報告している<sup>22)</sup>。

私達の研究室においても、1970年よりこの方法を field work に採用し、保育所、小、中学校における研究成果を、さらに地域歯科医療に応用している。

洗口方法は、週1回の場合、0.2% NaF 5~10 mlを1分間、週5~6回では0.05% NaF で1

分間洗口する方法である。この方法は、簡便であることから、小児の永久歯う蝕予防法として最も効果を期待できる手段と考えられる。

図2は、弥彦小学校において、昭和46年から5年間、週1回の洗口を実施した結果の1つである<sup>23)</sup>。洗口開始時既に萌出していた歯(古い歯)と、その後萌出した歯(新しい歯)の新生 DMFS を比較すると、前者では対照群に比べ12.3%の減

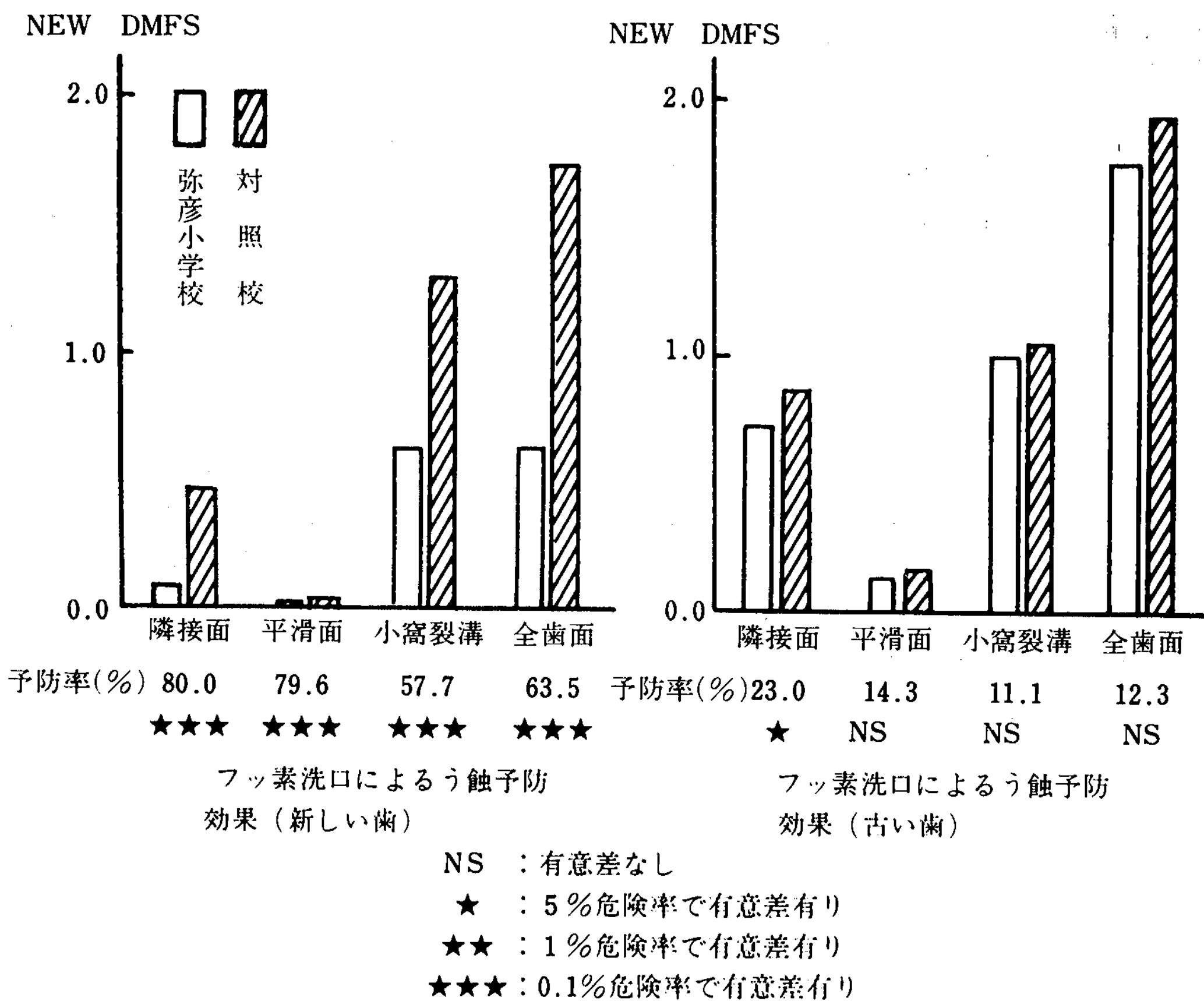


図2 弥彦地区および巻地区におけるフッ素洗口によるう蝕予防効果 (葭内ら, 1975)

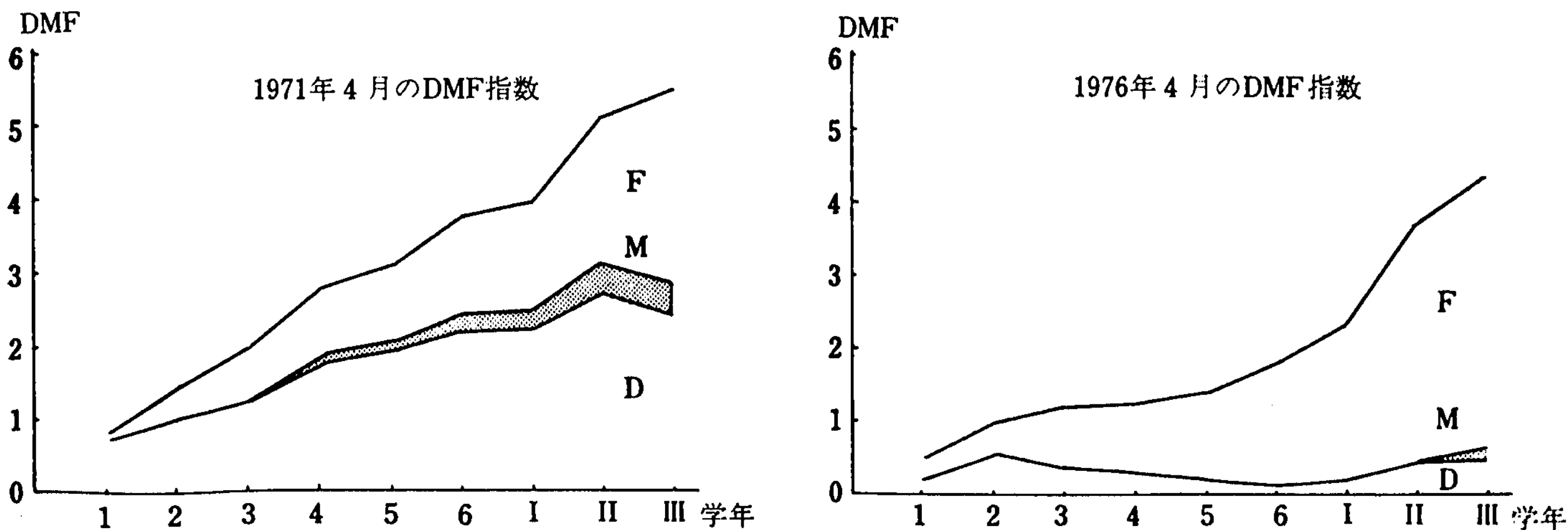


図3 学校歯科管理による DMF 指数の変化 (木次, 1978)

少で有意差がみられなかったけれども、後者、新しい歯では63.5%のう蝕予防効果を認めた。このことから、萌出間もない歯、あるいは未萌出の時から洗口を行えば、効果が大きいことが分った。

図3は長野県佐久市の小、中学生に対し、う蝕治療の管理と0.05% NaFで週5日洗口を実施した結果である<sup>24)</sup>。開始時の1971年の各学年 DMFT index は全国平均並のり患状況であったが、5年

後の1976年では小学校6年生以下で著明な減少を示している。とくに重要なことは、小学校3~4年生でみられた喪失歯(M)がみられなくなったことである。

しかし、小学校に入学してからフッ素洗口を開始したのでは、第1大旧歯がすでに半数の子供達に萌出しているため、小学校1年生の DMF index, う蝕り患者率を減少させることはできない。

図4, 図5は、保育園の4歳児からフッ素洗口

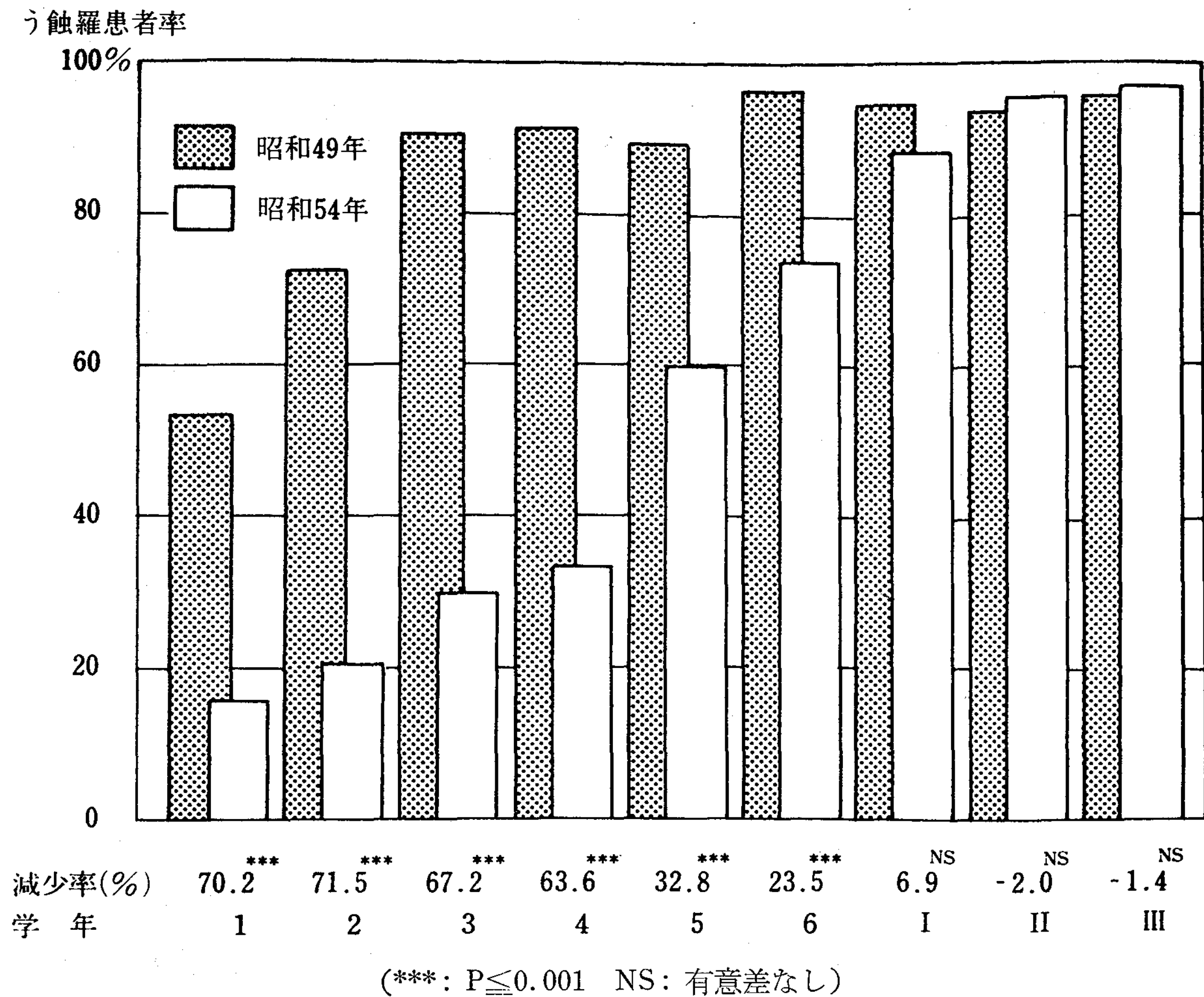


図4 昭和49年と昭和54年の永久歯う蝕罹患者率によるう蝕予防効果

を実施した例である<sup>25)</sup>。東頸城郡牧村ではほとんどの4～5歳児が村営保育園に通園している。図4はフッ素洗口を開始した昭和49年と5年後の昭和54年の小学生と中学生のう蝕罹患者率を比較したものである。小学校4年生以下で、64～71%の減少がみられ、1年生でも70%、すなわち1/3以下に減少している。図5に示すDMFT indexにおいても、4年生以下で80%前後の減少率、すなわち1/5に減ったのである。なお、この地区においてもう蝕の治療管理を小、中学校について実施している。

現在、新潟県下全小学校814校中193校、約25%が、フッ素洗口を行っている<sup>26)</sup>。開始時期、継続年数もまちまちであるが、資料のえられた78校について分析した所、長期間実施校については、私達の研究結果とほぼ同様の結果をえた。

永久歯のう蝕予防効果に関する1970年以降の最近10年間に発表されたフッ素洗口についての論文

を整理し表6にまとめた。

### 3. フッ素添加歯磨剤<sup>22)</sup>

フッ素がう蝕予防に有効であることが明らかになりはじめた1945年頃から、これを歯磨剤に加え、予防効果の研究が行われ出した。まず、NaFを用いて実験を行ったが効果は認められなかったという。ついでSnF<sub>2</sub> (0.4%)について試みられ、20～40%のう蝕予防効果が報告されている。しかし、この弗化第1錫の場合、長期間使用すると歯に茶色の着色がみられることがある。1961年、EricssonがNaF、SnF<sub>2</sub>とNa<sub>2</sub>PO<sub>3</sub>F (sodium monofluorophosphate)の3種のフッ化物について、種々の基礎剤とフッ素の結合を調べ、Na<sub>2</sub>PO<sub>3</sub>Fが他の2種に比べ多くの基礎剤との反応性が少なく、とくにCaCO<sub>3</sub>との反応性が低いことを示した。以来、このフッ素化合物添加歯磨剤のう蝕予防効果について多くの研究があり、その効果は20～40%と報告されている。今日では商品とし



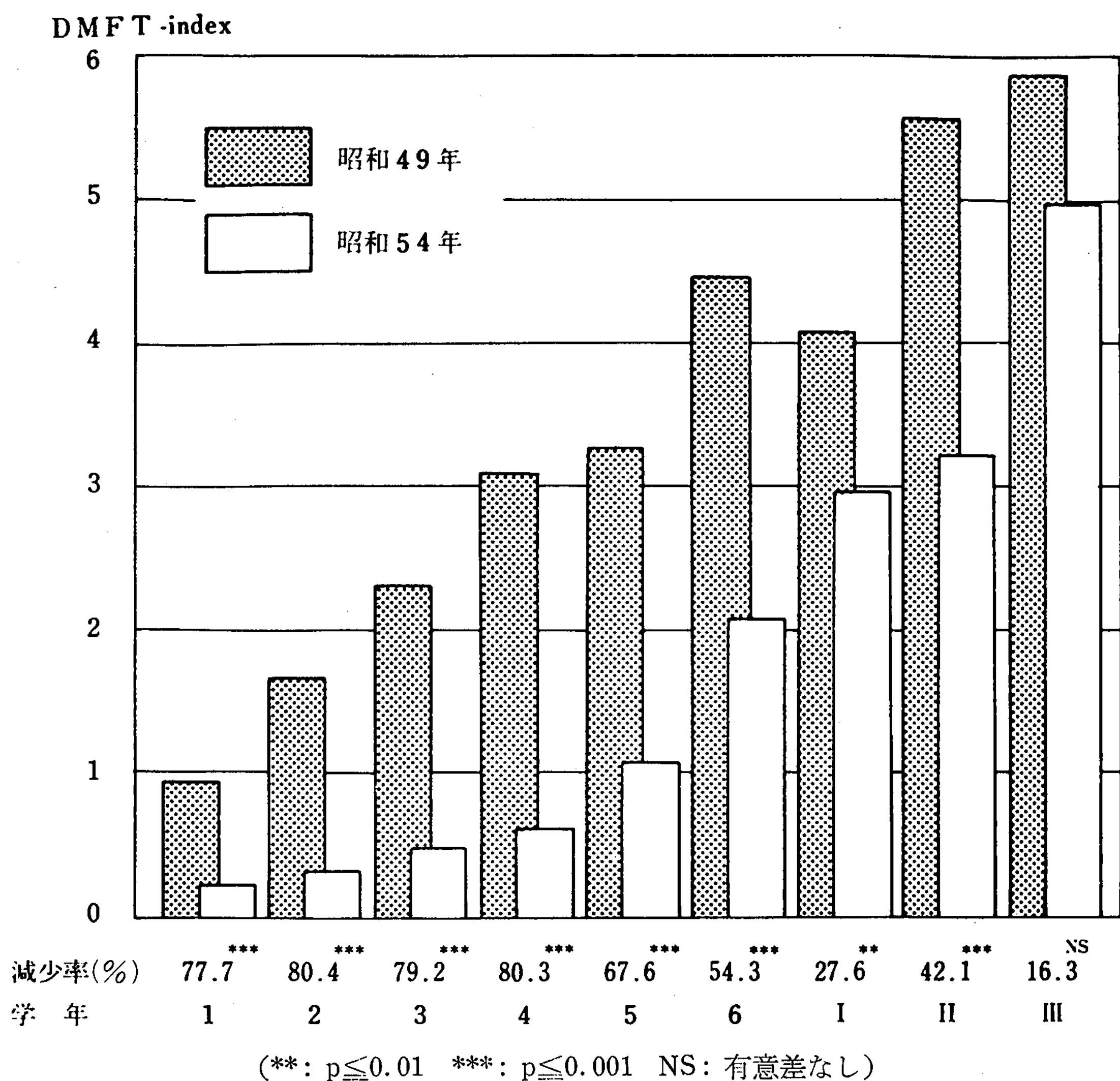


図5 昭和49年と昭和54年の DMFT-index によるう蝕予防効果

て市販され、多数の人々に利用されている。

### おわりに

水道水フッ素化や他のフッ化物の応用によるう蝕予防に対して、人の健康問題に寄与する内外の専門機関によって一致した利用の奨励がなされていることは、それ自身重要な事実であるとともに、う蝕撲滅が人類の大きな課題であることを意味している。

フッ化物の利用について、1969年 WHO は第22回総会において、水道水フッ素化の決議を行い加盟各国に対する次の勧告文を採択した。

「水、その他の源泉からのフッ化物摂取量が公衆衛生上立証された最適水準に達していない場合は水道供給事業にフッ素添加を導入する可能性を検討し、実行可能な場合にはこれを導入するこ

と、および水道供給事業のフッ素化が実行不可能な場合には歯科衛生の保護のためフッ化物使用の他の方法を検討することを加盟各国に勧告する」

さらに、1975年第28回 WHO 総会では、先の勧告内容が再決議された<sup>27)</sup>。

1951年以来、水道水フッ素化を奨励、推進してきた国際歯科連盟 (FDI)、欧州う蝕研究学会 (ORCA)、英国王立医学協会などもう蝕予防のためのフッ化物利用の有効性、安全性から、最良の手段であることを認め、公衆衛生的手段として、行政当局にこれらの方法を推薦している。

このような状況の下で、前述のように、水道水フッ素化は世界40カ国で採用され、フッ素洗口法も近年とくに普及が著しい。スウェーデンでは義務教育年齢の90%がフッ素洗口を実施し、ノルウェーでは未就学児はフッ素錠、学童は洗口法が一

表 6 フッ素洗口法のう蝕予防効果——コントロールされた比較対照試験

報告者	年度	濃 度 (ppm)		頻 度	研究期間 (月)	対 象 者		予 防 率 (%) (DMFS)	
						開 始 時 齢 年	人 数		
							コ ン ト ロ ー ル		テ ス ト
Horowitz	1971	900	1/週	20	6	135	129	16 *	
Horowitz	1971	900	1/週	20	11	112	117	44 *	
Moreira	1972	450	3/週	24	7	50	50	47	
Moreira	1972	450	1/週	24	7	50	50	25	
Moreira	1972	450	1/2週	24	7	50	50	23	
Aasenden	1972	200	1/日	36	8—11	139	114	27 *	
Aasenden	1972	APF 200	1/日	36	8—11	139	109	30 *	
Brandt	1972	900	2/週	21	11—12	128	130	43 *	
Frankl	1972	APF 200	1/日	24	14	253	246	25 *	
Heifetz	1973	3,000	1/週	24	10—12	154	126	38 *	
Heifetz	1973	APF 3,000	1/週	24	10—12	154	133	27 *	
Rugg-Gunn	1973	225	1/日	34	11—12	212	222	36 *	
Radike	1973	200	1/日	36	8—11	139	114	27 *	
Radike	1973	APF 200	1/日	36	8—11	139	109	30 *	
島 田	1973	45	1/週	66	6—11	637		DMFT ♂ 44 ♀ 22	
可 児	1973	APF 500	1/日	36	10	106	95	DMFT 28 *	
境	1972	900	1/週	24	6—9	459	392	新しい歯 40~65	
Gallagher	1974	1,800	1/週	24	10—11	395	414	33 *	
葭 内	1975	900	1/週	60	6—9	459	392	古い歯 12 新しい歯 64	
Packer	1975	APF 200	1/日	28	9	97	80	27 *	
Packer	1975	APF 1,000	1/週	28	9	97	108	41 *	
Laswell	1975	AFP 200	1/日	28	9	117	106	23 *	
Laswell	1975	APF 1,000	1/週	28	9	117	120	46 *	
Finn	1975	APF 100	2/日	26	8—13	161	150	18 *	
Finn	1975	APF 200	2/日	26	8—13	161	142	29 *	
Ashley	1977	APF 100	1/日	24	12	243	245	14 *	
DePaola	1977	APF 1,000	1/日	24	10—12	158	158	47 *	
DePaola	1977	NH <sub>4</sub> F 1,000	1/日	24	10—12	158	159	54 *	
木 次	1978	250	1/日	48	6—11	1,047	872	DMFT 63	

APF: 酸性リン酸 NaF 溶液. 他は NH<sub>4</sub>F を除いて中性 NaF 溶液 \* プラセーボによる盲検法

般化しているといわれる。また、アジアの諸国においては、WHO 西太平洋事務局の援助のもとに、水道水フッ素化とともに洗口法の普及が図られている。

わが国においては、先の WHO 勧告採択に参加したのであるが、現在水道水フッ素化を行っている上水道施設はない。厚生省が普及に努めてい

るフッ素塗布では、年々向上しているが昭和50年歯科疾患実態調査の結果で、それを受けた子供達の数は4~10歳の年齢で10~15%であった。

フッ素洗口法は、多数の地域で、ある所では試験的に、ある所では市町村、あるいは県行政レベルで公衆衛生的なう蝕予防対策として取り入れられており、今後の伸展が期待されている。

## 文 献

- 1) 口腔衛生学会編： 歯科衛生の動向. 医歯薬出版, 東京, 1978.
- 2) 飯塚喜一： 口腔衛生学. 永末書店, 京都, 1972.
- 3) The Royal College of Physicians of London: Fluoride, Teeth and Health. Pitman Medical, London, 1976. (堀井欣一訳: フッ素と歯と健康. 学建書院, 東京, 1977.)
- 4) 堀井欣一： フッ素と環境. 歯界展望, **50**: 1047-1057, 1977.
- 5) 高江洲義矩： Alizarin Complexon によるフッ素の微量および超微量定量法とその応用. 口腔衛生会誌, **16**: 1-24, 1966.
- 6) Singer, L. and Armstrong, W.D.: Regulation of human plasma fluoride concentration. J. Appl. Physiol., **15**: 508, 1960.
- 7) Singer, L. and Armstrong, W. D.: Total fluoride content of human serum. Arch. Oral Biol., **14**: 1343, 1969.
- 8) 和田 攻： フッ素<1>, 中外医薬, **29**: 133-136, フッ素<2>, **29**: 201-204, フッ素<3>, **29**: 240-243, 1976.
- 9) World Health Organization: Fluoride and Human Health. World Health Organization, Geneva, 1970.
- 10) 堀井欣一, 境 脩, 小林清吾, 滝口 徹： 歯科領域におけるフッ素利用. 日本歯科評論, **458**: 133-160, 1980.
- 11) Eagers, R. Y.: Toxic Properties of Inorganic Fluorine Compounds. Elsevier Publishing Co. Ltd., Barking (England), 1969.
- 12) U. S. Federal Register: Superintendent of document. 20713, No. 148, Aug. 2nd, 1973, Government Printing Office, Washington D. C. (FDA Regulation 125.1).
- 13) World Health Organization: Technical Report No. 582. World Health Organization, Geneva, 1973.
- 14) FAO and WHO: Handbook on Human Nutritional Requirement. World Health Organization, Geneva, 1974.
- 15) 藤原元典, 渡辺巖一編： 総合衛生公衆衛生学. p. 371, 南江堂, 東京, 1978.
- 16) Dean, H. T., et al.: Further studies on the minimal threshold of chronic endemic dental fluorosis. Pub. Health Rep., **52**: 1249-1264, 1937.
- 17) Dean, H. T. et al.: Domestic water and dental caries. Pub. Health Rep., **56**: 761-792, 1941.
- 18) Dean, H. T. et al.: Domestic water and dental caries. Pub. Health Rep., **57**: 1155-1179, 1942.
- 19) Murry, J. J. and Rugg-Gunn, A. J.: A review of the effectiveness of artificial water fluoridation throughout the world. Abstracts of Papers Presented at the 26th ORCA Congress: 170, 1980.
- 20) Russell, A. L. and Elvove, E.: Domestic water and dental caries. VII A study of the fluoride and dental caries relationship in an adult population. Pub. Health Rep., **66**: 1389-1401, 1951.
- 21) Bernier, J. L. and Mnhler, J. C.: Improving dental practice through preventive measures. C. V. Mosby, Saint Louis (U. S. A.), 1970. (森岡俊夫 訳: 臨床予防歯科学. 医歯薬出版, 東京, 1972.)
- 22) 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.
- 23) 境 脩： フッ素と歯科衛生. 日本歯科評論, No. **427**: 91-103, 1978.
- 24) 木次英五： 小, 中学生永久歯う蝕の集団管理. 口腔衛生会誌, **28**: 244-265, 1978.
- 25) 小林清吾, 他： 小児のう蝕対策と地域歯科医療. 日本歯科評論, **447**: 161-172, 1980.
- 26) 田村卓也, 他： 新潟県におけるフッ素洗口法によるう蝕予防. 新潟歯学会誌, **10**: 1-9, 1980.
- 27) 境 脩： 齲蝕予防におけるフッ化物応用の安全性. 歯界展望, **50**: 1025-1031, 1977.