原 著

中国広州市の fluoridation 中断後のう蝕予防効果持続と 歯牙フッ素症歯所有状況

The Dental Effects of Discontinuation of Water Fluoridation
in Guangzhou, China : Remaining of Caries-Preventive
Effects and Prevalence of Dental Fluorosis

筒井 昭 仁* 小林 清 吾** 沈 彦 民***
八 木 稔** 山 崎 明 宏* 山 田 智 子****
境 脩* 堀 井 欣 一**

Akihito TSUTSUI*, Seigo KOBAYASHI**, Yanmin SHEN***,
Minoru YAGI**, Akihiro YAMASAKI*, Tomoko YAMADA ****
Osamu SAKAI* and Kin-ichi HORII**

Received July 6, 1992; accepted August 1, 1992

Abstracts: In China, water fluoridation was begun in Guangdong province in Guangzhou in 1965 and in Dongguan in 1974, and was stopped in 1983 and 1986, respectively. There is at present no fluoridation being practiced in China. Both cities are located north of Hong Kong and belong to the subtropical zone (mean temperature=71.1°F). According to Minoguchi's formula, an optimal fluoride concentration is 0.6~0.7ppm. The fluoride concentration was unstable for the first 10 years, when annual fluoride concentrations ranged from 0.8ppm to 0.9ppm, higher than the optimal fluoride concentration. After that the concentration was about 0.7ppm. The fluoride concentration of drinking water in Guangzhou may have been sometimes higher than the optimal fluoride concentration. In December 1990, seven years after fluoridation was discontinued, a dental survey of schoolchildren aged 15 was made in Guangzhou, and also in Fushan (0.2ppm) as a control area. Two dentists examined dental caries and one dentist examined dental fluorosis with Dean's Index, and other enamel defects were also recorded. Subjects were 62 students in Guangzhou and 71 students in Fushan. The mean DMFT was 0.44 (SE=0.10) in Guangzhou and 2.20 (0.33) in Fushan. The percent difference was 80 % ($p<0.001$). The prevalence rate of dental fluorosis was 21 % in Guangzhou

*福岡歯科大学予防歯科学教室 (主任: 境 脩)

*Department of Preventive Dentistry, Fukuoka Dental College (Director: Osamu SAKAI)

**新潟大学歯学部予防歯科学教室 (主任: 堀井欣一)

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

***中山医科大学附属第一院口腔科 (主任: 沈 彦民)

***Department of Stomatology, First Affiliated Hospital, Sun Yat-Sen University of Medical Sciences (Director: Yanmin SHEN)

****新潟県歯科保健協会

****Niigata Prefectural Association of Dental Health

and 2.8 % in Fushan and the CFI was 0.42 and 0.08, respectively. Many dark brown teeth, not caused by fluoride, were found. They may have been caused by tetracycline or exanthematous fevers. The present study proved that water fluoridation produced high caries-preventive effects and the favorable effects remained for seven years after discontinuation of water fluoridation without serious dental fluorosis in Guangzhou.

索引用語：水道水フッ素濃度コントロール，う蝕，歯牙フッ素症

Key words: Water fluoridation, Dental caries, Dental fluorosis

緒 言

う蝕予防のために水道水中のフッ素濃度を至適にコントロールする方法（以後、fluoridation とする。）は、1945年に米国、カナダで開始されて以来、世界の多くの国々が導入し、多大なう蝕予防効果を挙げている。しかし、歴史的にみると、わが国をはじめとして種々の理由から fluoridation を中止した例がみられる。中華人民共和国（以後、中国と略す。）においても、広東省の広州市と東莞市の2つの都市で fluoridation が実施されていたが、いずれも中断しており、現在中国では fluoridation を行っている地域はない。

広州市の fluoridation は1965年から18年間継続し、1983年に中断している。中断の理由の1つに、一時期のフッ素濃度コントロール不備による歯牙フッ素症の流行が挙げられている。しかし、う蝕予防効果、および歯牙フッ素症の実態に関して幾つかの調査が行われたもののデータにばらつきがみられ、未だ不明な点が多く、学術的な整理が行われないまま現在に至っている。

この度、著者らは広州市において出生時から8歳頃まで fluoridation を経験した15歳児を対象とした歯科検診を行う機会を得た。また、同時に fluoridation 実施期間中および中断後の飲料水中フッ素濃度について詳細なデータを入手することができた。これらのデータに基づいて、fluoridation 中断後のう蝕予防効果の持続と歯牙形成期間中の飲料水中フッ素濃度の変化と歯牙フッ素症の発現状況の関係について検討を行った。

対象および方法

1. 対象地区

対象地区は中国広東省の省都広州市の芳村地区（Fangcun）とその近隣の同省仏山市（Fushan）である。広州市は珠江デルタの北端に位置し、古くから港を中心とした交通と貿易が栄えた都市で、華南最大の都市である。また、近年は香港から北の広州市を含む一帯が経済特別

区、経済開発区として指定され、一部に資本主義経済のシステムを導入した開放経済政策が行われている。気候的には亜熱帯モンスーン地帯に属し、年間の平均気温は21.7°Cと高い。市の人口は約600万、そのうち市の中心部に半数の約300万人が住んでいる。

広州市では、1965年から1983年までの18年間 fluoridation が実施されていた。この度、歯科検診を行った3中学校のある芳村地区（以後、芳村とする）は、珠江をはさんで市の中心部の対岸に位置する工場地帯である。

対照地区として設定した仏山市（以後、仏山とする）は、広州市の約20km 西に位置する人口約29万の商業、焼物産業を中心とした比較的大きな地方都市である。fluoridation の経験はなく、飲料水中のフッ素濃度は0.2 ppm であった。

なお、両地区ともにフッ化物応用はほとんど行われていない。

2. 対象者

診査の対象は永久歯列の完成している15歳児で、芳村の3中学校の生徒88名と仏山の1中学校の生徒104名である。この内、居住歴および飲水歴調査から、出生以来ずっと市で管理する水道水を使用してきた芳村の62名、仏山の71名を解析の対象者とした。

3. fluoridation の歴史

広州市の fluoridation は、各種関係機関、団体が集まり広東省広州市人民委員会によって実施が決定され、1965年7月に開始された¹⁾。予定のフッ素濃度は、当初5月から10月までが0.6~0.8ppm、11月から次の年の4月までが0.8~1.0ppm であったが、1975年以後は5月—10月が0.5~0.7ppm、11月—4月が0.7~0.9ppm に変更されている²⁾。しかし、最初の約10年間はフッ素濃度コントロールの技術あるいは設備等に問題があり、フッ素濃度は不安定であった。1974年から1977年にかけては何度か中断している。1978年からは安定して実施されていた³⁾ が、結局1983年10月1日に中断し⁴⁾、以後そのままの状態で経過している。

Table 1 The history of water fluoridation and fluoride concentration in Fangcun

Year	F. concentration			Age of subjects
	Mean	Min.	Max.	
1965	0.90			
1966	0.79	0.58	1.04	
1967	0.84	0.70	1.03	
1968	0.83	0.63	1.05	
1969	0.84	0.67	1.08	
1970	0.79	0.40	1.13	
1971	0.90	0.53	1.34	
1972	0.86	0.55	1.29	
1973	0.78	0.53	1.14	
1974	0.66	0.32	1.11	
1975	0.75	0.41	1.05	Birth
1976	0.48	0.23	0.78	1
1977	0.27	0.16	0.38	2
1978	0.41	0.25	0.59	3
1979	0.67	0.45	0.87	4
1980	0.71	0.53	0.80	5
1981	0.66	0.46	0.81	6
1982	0.63	0.49	0.85	7
1983*	0.66	0.46	0.84	8
1984	0.27	0.20	0.50	9
1985	0.23	0.13	0.40	10
1986	0.32	0.25	0.46	11
1987	0.39	0.29	0.55	12
1988	0.33	0.15	0.80	13
1989	0.32	0.10	0.60	14
1990	0.31	0.20	0.50	15

* Discontinuation of the fluoridation

広州市芳村の飲料水中のフッ素濃度は、浄水場にて簡易比色法で測定され、1966年以後の毎月の平均フッ素濃度および最小値、最大値の記録が残されていた。Table 1 および Fig. 1 に芳村の fluoridation の歴史とフッ素濃度の年平均および最小値、最大値を示した。フッ素濃度の平均値は開始初期の時点で0.8ppm あるいは0.9ppm レベルを維持していたが、1976年からの3年間は0.3から0.4ppm と低くなっている。その後フッ素濃度は回復し約0.7ppm を維持していたが、1983年に fluoridation が中断したため、その後は0.3ppm 前後となっている。fluoridation 実施期間中の毎月のフッ素濃度を詳細に観察すると 0 ppm から最大2.4ppm まで大きく変動していた。

この度の対象となった15歳児の出生は1975年前後であ

Fig. 1 Fluoride concentration in drinking water in Fangcun (1965-1990)

る。芳村の飲料水中のフッ素濃度変遷からすると、3、4歳頃までは0.3～0.5ppm のフッ素濃度を経験し、その後 fluoridation の中断する8歳頃まで0.7ppm 程度のフッ素濃度を経験している。中断後は0.3ppm 前後のフッ素を含む水を飲用している。

4. 診査内容

歯科検診は1990年12月に行った。う蝕については、2名の歯科医が視診型で歯面単位の診査を行った。う蝕の判定では、歯質の軟化した明瞭なう窩が確認できるもの、また、隣接面においてはエナメル質を透過してう窩の存在が認知できるものをう蝕と診断した。歯牙フッ素症については、診査前に携帯用電動歯ブラシで歯垢除去を行い、全歯牙を対象に Dean の基準を用いて経験のある⁹⁾ 1名の歯科医が診査した。さらに別に、灰色あるいは黒色の着色歯や実質欠損のあるエナメル質形成不全歯が多く見られたため、これらについては EH (Enamel Hypoplasia) 歯として別に記録した。居住歴、飲水歴や小児の生活習慣・環境等については日本語—中国語の翻訳等に十分注意した質問紙を用意し、事前に対象者に配布し、歯科検診の際に回収した。

5. 解析

う蝕については、DMF 者率および平均 DMFT とその内訳、さらに DMF について歯種単位および歯面単位で集計し、それぞれ対照群との間で比較検討を行った。なお、重症 EH 歯の実質欠損部分に充填処置が多くみられたため、う蝕集計において EH 歯は対象外歯として扱った。歯牙フッ素症歯所有状況の比較は症度別の割合および CFI について行った。EH 歯は所有者率および一人平均 EH 歯数について両地区で比較検討した。また、生活習慣・環境、歯科保健情報等についても質問紙法の各項目毎の構成比について、それぞれ比較検討を行った。

Table 2 Caries prevalence of schoolchildren in Fushan and Fangcun

Community	Number of subjects	Prevalence rate (%)	Mean					
			C 1,2	C 3,4	DT	MT	FT	DMFT (S E)
Fushan	71	63.4	1.31	0.30	1.61	0.10	0.49	2.20 (0.33)
Fangcun	62	27.4	0.29	0.13	0.42	0.00	0.02	0.44 (0.10)
Difference (%)		56.8						80.0
Significance		***						***
Significance *** $p < 0.001$								

Table 3 Caries prevalence by each tooth type in Fushan and Fangcun

Community	Number of subjects	mean DMFT (by tooth type)							
		1	2	3	4	5	6	7	All
Fushan	71	0.17	0.11	0.03	0.11	0.06	1.23	0.48	2.20
Fangcun	62	0	0.03	0	0	0.03	0.23	0.15	0.44
Difference (%)		100	72.7	100	100	50.0	81.3	68.8	80.0
Significance		*	NS	NS	*	NS	***	**	***

Significance NS: no significance, * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

検定には、T-検定および χ^2 -検定を用いた。

結 果

1. う蝕有病状況

う蝕有病状況を Table 2 に示した。仏山の15歳児の DMF 者率は63.4%、一方、芳村のそれは27.4%で、56.8%の有意 ($p < 0.001$) な差を認めた。平均 DMFT は仏山の15歳児で2.20、芳村では0.44であった。その差は80.0%で高度に有意 ($p < 0.001$) であった。DMFT の内訳をみると、いずれも未処置歯の占める割合が大きく、DT (平均未処置歯数) は仏山で1.61、芳村で0.42であった。未処置歯としては、C1, C2 の軽度のものが多かった。FT (平均処置歯数) は仏山で0.49、芳村で0.02であった。また、MT (平均喪失歯数) は仏山では0.10と小さく、芳村では0であった。

Table 3 に歯種別の平均 DMFT を示した。いずれも芳村に小さく、芳村の中切歯、犬歯、第一小臼歯には、う蝕がみられなかった。その他の歯種では、第一大臼歯の平均 DMFT が仏山で1.23、芳村で0.23と81.3%の大きな有意 ($p < 0.001$) の差が認められた。次に大きな差は側切歯で、仏山0.11、芳村0.03で、差は72.2%であったが有意ではなかった。次いで、第二大臼歯の差が大きく、68.6% ($p < 0.01$) であった。第二小臼歯の平均 DMFT の差は50%であったが、有意性を確認できな

った。

次に Table 4 に歯面単位のう蝕有病状況を示した。小窩裂溝部う蝕は、仏山の平均 DMFS が2.15、芳村のそれは0.47であり、差は78.1%で有意 ($p < 0.001$) であった。平滑面う蝕は、仏山、芳村ともに小窩裂溝部う蝕より少なく、平均 DMFS はそれぞれ1.75、0.37であった。その差は78.9%で有意 ($p < 0.01$) であった。全歯面の平均 DMFS は仏山で3.91、芳村で0.84であり、差は78.5%で有意 ($p < 0.001$) であった。

2. 歯牙フッ素症歯および EH 歯の所有状況

歯牙フッ素症歯所有状況と CFI および EH 歯所有状況を Table 5 に示した。歯牙フッ素症については、仏山で Normal と診断されたものが90.1%、Questionable が7.0%、Very mild が1.4%、Mild が1.4%であった。Moderate あるいは Severe と診断されたものはいなかった。一方、芳村では Normal が46.8%、Questionable が32.3%、Very mild が16.1%、Mild が4.8%であり、ここにおいても Moderate あるいは Severe と診断されたものはいなかった。Dean が所有者割合として表した Very mild 以上のものの割合は仏山、芳村でそれぞれ2.8%、21.0%であり、その差は86.6%で有意 ($p < 0.01$) であった。CFI は仏山で0.08、芳村で0.42と、これも芳村に高かった。

次に、EH 歯所有状況についてであるが、EH 歯を1

Table 4 Caries prevalence by tooth surfaces in schoolchildren in Fushan and Fangcun

Tooth surfaces	Community	Number of subjects	Mean					
			C 1, 2	C 3, 4	D S	M S	F S	DMFS (SE)
pits & fissures	Fushan	71	1.00	0.44	1.44	0.17	0.55	2.15 (0.30)
	Fangcun	62	0.26	0.19	0.45	0.00	0.02	0.47 (0.12)
Difference (%)								78.1***
smooth surfaces	Fushan	71	0.58	0.55	1.13	0.32	0.30	1.75 (0.39)
	Fangcun	62	0.08	0.29	0.37	0.00	0.00	0.37 (0.12)
Difference (%)								78.9**
all surfaces	Fushan	71	1.58	0.99	2.57	0.49	0.85	3.91 (0.61)
	Fangcun	62	0.34	0.48	0.82	0.00	0.02	0.84 (0.22)
Difference (%)								78.5***

Significance ** p<0.01 *** p<0.001

Table 5 Percentage distribution of children with various degree of dental fluorosis, CFI and enamel hypoplasia in Fushan and Fangcun

Community	Number of subjects	Fluorosis							Enamel Hypoplasia	
		Normal	Questionable	Very mild	Mild	Moderate or Severe	Prevalence rate (%)	CFI	Prevalence rate (%)	Mean (SE)
Fushan	71	90.1	7.0	1.4	1.4	0.0	2.8	0.08	40.9	2.83(0.54)
Fangcun	62	46.8	32.3	16.1	4.8	0.0	21.0	0.42	37.1	3.02(0.52)
Difference (%)							86.7**		-10.1NS	6.29NS

Significance NS : no significance, ** p<0.01

本以上持つものの割合は、仏山で40.9%、芳村で37.1%、また、1人平均のEH歯数はそれぞれ2.83、3.02であった。これらEH歯所有状況には仏山、芳村間に有意の差を認めなかった。

3. 生活習慣、生活環境および歯科保健情報

質問紙法によって得た生活習慣・環境、歯科保健情報をTable 6にまとめた。

生活習慣情報である歯口清掃の状況については、毎日磨くと答えたものが仏山で94.4%、芳村で95.2%といずれも高かった。歯磨きの時間帯は朝食前と答えたものが仏山、芳村両地区ともに多く、それぞれ67.6%、71.0%であった。両群ともに、就寝前と答えたものはいなかった。

間食摂取状況は、毎日ではないが時々食べると答えたものが、仏山で91.5%、芳村で91.9%と多かった。

夜食については、食べることが多いと答えたものが仏山で16.9%、芳村で17.7%であった。食べないと答えた

ものはそれぞれ74.6%、82.3%であった。

就寝時間は9時から10時の間と答えたものと、10時から12時の間と答えたものがほぼ同数で、それぞれ仏山47.9%、47.9%、芳村で53.2%、43.5%であった。

次に、生活環境情報を示す。兄弟数は両群とも2人と答えたものが多く、仏山で73.2%、芳村で59.7%であった。祖父母と同居するものは少なく、仏山で22.5%、芳村で25.8%であった。父母の職業はいずれも会社務め、公務員、教職員等のいわゆるホワイトカラーと答えたものが多く、仏山では、父63.4%、母60.5%、芳村では父61.3%、母56.5%であった。

以上、これら生活習慣、環境に関する項目のそれぞれの構成比については仏山と芳村の間に有意な差はみられなかった。

次に歯科保健に関する情報であるが、最近1年間に歯痛の経験があったものは仏山で46.5%、芳村で21.0%であった。また、最近1年間に歯科治療を受けたものの割

Table 6 Informations on living habits, home environment, and dental health of schoolchildren in Fushan and Fangcun

Item	Category	Frequency (%)	
		Fushan	Fangcun
Number of subjects		71	62
Living habits			
1 Frequency of tooth brushing	seldom	0.0	0.0
	sometimes	5.6	4.8
	once a day	94.4	95.2
	unknown	0.0	0.0
2 Brushing time	before breakfast	67.6	71.0
	after breakfast	28.2	25.8
	before sleeping	0.0	0.0
	unknown	4.2	3.2
3 Sweets and beverages	seldom	0.0	1.6
	sometimes	91.5	91.9
	once a day	8.5	1.6
	twice a day	0.0	4.8
	unknown	0.0	0.0
4 Midnight snack	yes	16.9	17.7
	no	74.6	82.3
	unknown	8.5	0.0
5 Bedtime	before 9 pm	2.8	3.2
	9 pm~10 pm	47.9	53.2
	10 pm~12 pm	47.9	43.5
	after 12 pm	0.0	0.0
	unknown	1.4	0.0
Home environment			
1 Brothers or sisters	single	12.7	16.1
	two	73.2	59.7
	three or more	12.7	24.2
	unknown	1.4	0.0
2 Living with grandparents	yes	22.5	25.8
	no	69.0	72.6
	unknown	8.5	1.6
3 Occupation of father	agriculture	1.4	1.6
	self-supporting	4.2	0.0
	office worker	63.4	61.3
	medical worker	2.8	1.6
	other	26.8	35.5
	unemployed	0.0	0.0
	unknown	1.4	0.0

4 Occupation of mother	agriculture	0.0	8.1
	self-supporting	1.4	3.2
	office worker	60.6	56.5
	medical worker	1.4	0.0
	other	35.2	27.4
	unemployed	0.0	4.8
	unknown	1.4	0.0
Information on dental health			
1 Experience of toothache (within a year)	yes	46.5	21.0
	no	52.1	79.0
	unknown	1.4	0.0
**			
2 Experience of dental treatment (within a year)	yes	39.4	12.9
	no	60.6	87.1
	unknown	0.0	0.0
**			
Recorder	the subject	23.9	58.1
	father	45.1	29.0
	mother	26.8	9.7
	other	4.2	1.6
	unknown	0.0	1.6

Supply and demand of dental services			
Number of dentists per 100,000 population		8.5	14.2
Significance ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$			

合は仏山で39.4%, 芳村で12.9%であった。いずれも仏山に多く、芳村との差はともに危険率1%以下で有意であった。

質問紙の記入者は自分と答えたものが仏山で23.9%, 芳村で58.1%, 父母のいずれかと答えたものが仏山で71.9%, 芳村で38.7%であった。この記入者の分布に関しては両者間に有意の差 ($p < 0.001$) を認めた。

なお、歯科医療状況として歯科医師数を確認した。人口10万当りの歯科医師数は仏山市で8.5人、広州市全体で14.2人であった。

考 察

1. 広州市の fluoridation の経過

広州市の fluoridation は1965年6月に開始された。当初気温の季節変動に伴う飲水量を考慮し、フッ素濃度を5月から10月は0.6~0.8ppm, 11月から次の年の4月までの間を0.8~1.0ppm と設定していた。しかし、この設定したフッ素濃度が、地域の平均気温から算定される

至適フッ素濃度である0.6~0.7ppm をすでに超えていた。また、初期の時点で上水場のフッ化物添加装置の不備、添加担当者の技術的な問題があった⁴⁾。さらに、開始時期が文化大革命(1965-1969年)と重なっており、広州市の fluoridation は社会全般の混乱の中で実施された。実際、フッ素濃度は Table 1 および Fig. 1 に示したごとく極めて不安定であり、且つ、初期の段階で至適フッ素濃度を超えていた。

この高すぎるフッ素濃度を反映して、一時期ではあるが歯牙フッ素症が発現したようである。この歯牙フッ素症発現に伴って広州市では様々な問題が起こっている。まず、複数の学者グループが独立してう蝕および歯牙フッ素症の調査を行い、それぞれ種々の調査結果を出している^{8,9-11)}。特に、歯牙フッ素症については、独自の診断基準を用いて診断したり、Dean の基準を用いたにしても不慣れなために調査毎に数値にばらつきが見られている。これらの数値のばらつきに関連して学者間で論争が起こり^{8,12,13)}、さらに、専門外の人々を巻き込んで fluo-

ridation 継続についての賛成、反対論争¹⁴⁾へと発展した。この混乱の中、1983年10月に広州市の fluoridation は中断した。

中国のもう一つの fluoridation 実施地域である東莞市は、広州市から南東60km に位置する人口12万の都市で、1974年10月より1985年5月までの約10年間 fluoridation を実施している。こちらはフッ素濃度0.6ppm で実施し、その濃度も安定していた。幾つかの調査から、歯牙フッ素症の流行もなく、乳歯う蝕、永久歯う蝕がともに予防されていたことが明かにされている^{4,15,16)}。中止に至った理由について、直接当地の上水場関係者に確認したところ、上水場の拡張工事が始まり、資金的な問題から新たなフッ素添加装置の予算が確保できないことによるものであるとの説明を受けた。

2. 対象者の飲水歴

この度の対象者である芳村の15歳児は、出生年が1975年前後であり、Table 1, Fig. 1 に示した広州市の fluoridation の歴史、フッ素の濃度の変遷と相照らすと生後3、4年までの間は fluoridation が断続的に中断している時期であり、1983年の fluoridation 中断時には8歳前後であった。よって、出生から3、4歳頃まで0.3~0.5ppm のフッ素濃度を経験し、その後は8歳頃まで0.7ppm 程度の fluoridation を経験したことになる。

3. う蝕予防効果

芳村の fluoridation を経験した15歳児のう蝕有病状況は、対照群と比較して有意に低かった (Table 2)。DMF 者率は芳村で24.7%、仏山で63.4%と両群の差は27.4%で、統計学的にも有意であった。さらに、平均 DMFT の差は大きく、芳村0.44、仏山2.20と、芳村のそれは仏山の1/5であった。DMFT の内訳についてみると、両地区ともに DT が多く、FT が少なかった。これには、広州市、仏山市の人口10万当りの歯科医師数がそれぞれ14.2、8.5という、歯科医療供給者の絶対的な不足の結果でもあろう。また、芳村では喪失歯を認めなかったことも特徴的であった。両群ともにわが国のう蝕有病状況、15歳児の DMF 者率96.9%、平均 DMFT 8.22と比較すると圧倒的に低い値であったが、この低いう蝕有病状況においても、8歳頃まで fluoridation を経験した芳村の15歳児のう蝕は対照群のそれと比較してさらに低く、fluoridation 経験のう蝕予防効果持続は明かであった。

Murray¹⁷⁾ は、世界20ヶ国で行われる fluoridation の永久歯う蝕予防効果に関する73編の報告を収集し、国の違い、民族の違い、生活の違い、さらにう蝕有病状況等の

違いを超えて fluoridation が現状のう蝕有病状況を半分以下にするという効果を確認しており、永久歯う蝕の少ない中国においてもその効果は十分に発揮されていた。

これらう蝕有病状況の差は、質問紙法調査の歯痛経験、歯科治療経験の項目においても顕著に表れていた (Table 6)。この1年以内に歯痛経験があったと答えたものの割合は、芳村の21.0%に対し、仏山では倍以上の46.5%であった。また、同じくこの1年以内の歯科治療経験者は芳村の12.9%に対して仏山では39.4%と、やはり倍以上仏山に高かった。しかし、この質問紙法の結果と先の FT の値が小さかったことを考え合わせると、処置の内容が充填、補綴処置ではなく、多くが痛みを止める対症療法であったことがうかがわれた。

広州市の fluoridation のう蝕予防効果に関して幾つかの報告が見られる。沈ら¹¹⁾ は、永久歯う蝕について1965年のベースラインデータと6年後の1971年、10年後の1975年、16年後の1981年、そして fluoridation が中断した1983年のデータについて報告している。10歳の平均 DMFT がベースラインの1965年に0.82であったものが、1971年には0.32、1975年には0.28、1981年には0.26、1983年には0.36と変化している。また、11歳児も同様に1965年の1.00から、それぞれ0.38、0.37、0.26、0.55と変化している。いずれも1981年に最も低い値を記録し、1983年にはやや増加の傾向が見られていた。この1983年の10、11歳児は出生から4、5歳までフッ素濃度0.7~0.9ppm を経験し、5、6歳からの2、3年間はちょうど1974年から1977年にかけての一時的な fluoridation 中断時期に当る。よって、萌出前は高めのフッ素を経験し、萌出後のエナメル質成熟期には低いフッ素濃度を経験していることになる。このことが1983年の平均 DMFT の増加に関わっているものと考えられた。一方、対照地区とした石牌の10歳児の平均 DMFT は1975年に0.58、1983年に0.57、同じく11歳児ではそれぞれ0.89、0.67とほとんど変化ないか、あるいはわずかに減少していたと報告している。

郭¹⁸⁾ は、fluoridation 実施11年目の1976年に広州市の13~16歳児を対象に調査を行い、平均 DMFT が0.4から0.5の範囲にあったことを報告している。また、1982年の調査で、同年齢群の平均 DMFT が0.92~1.26であったと報告している。

診断基準の違いからであろうか、う蝕の量に差がみられるが、先の沈らのフッ素濃度の変化に関連したう蝕有病状況の変化と同じ傾向を示していた。

Künzel¹⁹⁾ は、1年半の fluoridation 中断を経験した小

児を対象とした調査から、この中断をはさんだ前後のフッ素濃度の変化が乳歯、永久歯う蝕の多寡に直接的に影響していたという、同様の報告を行っている。

歯種単位の解析において、芳村の中切歯、犬歯、第一小臼歯にう蝕が認められなかった。両群の比較では、中切歯、第二小臼歯、第一大臼歯、第二大臼歯の平均 DMFT が芳村に有意に小さかった。fluoridation 実施時期と永久歯の萌出を合わせて検討すると、芳村の15歳児は出生から8歳頃まで fluoridation を経験していることから、中、側切歯、第一大臼歯は萌出前のエナメル質石灰化の全期間、さらに萌出後の成熟期間にもその影響を受けている。その他の犬歯、小臼歯、第二大臼歯は石灰化時期の前半の一時期のみ部分的に fluoridation の影響を受け、萌出した時には既に fluoridation は中断状態であることから、萌出後は全く影響を受けていない。これらの歯種のうち両群ともう蝕を認めたのは第二小臼歯と第二大臼歯であった。しかし、第二小臼歯の平均 DMFT については有意な差を確認できなかった。また、第二大臼歯の平均 DMFT の差は有意であったが、その予防率は68.8%と、第一大臼歯の81.3%と比較して小さかった。これらの予防効果の差に歯牙萌出後のエナメル質成熟の時期に fluoridation を経験したか否かの差が表れているものと考えた。

Russell^{20,21)} は、エナメル質石灰化時期に天然フッ素地区から転出した小児を対象とした調査から、また、Lemke et al.²²⁾ は fluoridation の4年間の中断を経験した小学生を対象とした調査から、さらに Kobayashi et al.²³⁾ は沖縄における fluoridation 中断後13年目の18-22歳児を対象とした調査から、エナメル質石灰化時期のみ飲料水からフッ素の影響を受け、萌出後はフッ素の影響を受けなかった歯種については、フッ素によって得られたう蝕抵抗性が徐々に失われていくという。この度の結果と同様の報告を行っている。

歯面別の解析においては、芳村、仏山ともに平滑面より小窩裂溝部にう蝕が多かった。しかし、両群の平均 DMFS の差をみると、ともに78%台であり、う蝕予防率に関して歯面の特徴は認められなかった。従来、fluoridation のう蝕予防効果は、そもそもの歯面が持つう蝕感受性の違いから、平滑面に高く、小窩裂溝に低いとされているが²⁴⁾、この度は、フッ素経験のない仏山でもう蝕が少なかったことから、歯面別のう蝕予防効果に差が出なかったものと思われる。

4. 歯牙フッ素症発現状況

歯牙フッ素症の発現状況については、Table 5 に示し

たごとく Moderate 以上の重度の歯牙フッ素症歯を持つ者は芳村、仏山のいずれの地においても見られなかった。Very mild から Mild までの軽微な歯牙フッ素症歯を持つ者の割合は芳村で21.0%、仏山で2.8%と有意に芳村に高かった。また、CFI についても仏山が0.08、芳村が0.42で芳村に高かった。Dean 考案の CFI による歯牙フッ素症地域診断に従えば、芳村は0.4から0.6の境界域に分類され、公衆衛生的に問題があるとされる0.6以上の地域ではなかった。

この度の調査地区である芳村および広州市内の他地域で、過去に歯牙フッ素症に関する調査が幾つか行われている。沈ら¹¹⁾は、1983年に芳村で行った調査から、11歳児の CFI が0.68であり、彼らは出生から5歳までのエナメル質石灰化時期にフッ素濃度0.7~0.9ppm の水道水を経験していたと報告している。この11歳児の出生は1971、1972年であり、この時期の芳村の水道水のフッ素濃度は Table 1, Fig. 1 に示したごとくフッ素濃度のコントロールがうまくいかず、フッ素濃度が不安定で高い時期であった。それ以後出生したものについては、エナメル質石灰化時期に経験したフッ素濃度は暫時低くなっており、それに応じて CFI も低くなっていたと報告している。

郭¹⁹⁾は、1982年に広州市の6カ所で1964年から1970年に出生した12-18歳児を対象として行った調査において、1964年から1967年に生まれた15-18歳の CFI が0.98から1.23、1968年生まれの14歳児で0.7、1969、70年生まれの12、13歳児で0.5であったと報告し、1975年以後については目標とする年間の平均フッ素濃度が0.7ppm と下げられたために歯牙フッ素症の蔓延がなくなったと報告している。

この度の我々の調査対象者の出生年は1975年前後で、ちょうど芳村の水道水フッ素濃度基準が下げられた時期である。そして、その後のエナメル質石灰化時期にはフッ素濃度も、至適フッ素濃度付近の0.7ppm 前後で安定しており、CFI も0.43と境界域にとどまっていた。しかし、上記のそれ以前に出生した小児を対象とした調査からは、水道水中のフッ素濃度が不安定で、平均0.9ppm のフッ素濃度を歯牙形成期に経験した小児に歯牙フッ素症が見られ、CFI も0.6を超えていたことがうかがえた。

この度の調査結果を含む広州市の歯牙フッ素症に関するいずれの調査結果も、広州市の fluoridation の不安定であったフッ素濃度の変動を敏感に反映していた。

この度の歯科検診においては、多くのエナメル質形成不全歯が目についた。それらを持つ者の割合は、仏山で40.9%、芳村で37.1%、1人当たりの平均所有状況は仏

山で2.83本、芳村で3.02本と、両群いずれにも多く、所有状況に差はみられなかった (Table 5)。その症状は、歯冠全体に薄墨を流したような暗色を呈する歯から、さらに重症化しエナメル質の実質欠損を伴ったもの、欠損部に充填処置が施されているものまでみられた。これら症状は歯牙フッ素症とは明かに異なっていた。それらの原因について直接確認することはできなかったが、その症状、所有率の高さからして、乳幼児期のテトラサイクリン服用あるいは発疹性熱性疾患が疑われた。なお、広州市在住の共著者沈から、中国では最近まで抗生物質としてテトラサイクリンの投与が多かったこと、また、現在では8歳以下の小児への投与が制限されているとの情報を得ている。

5. 生活習慣、環境について

一般的に情報の少ない土地での疫学研究に、既成の概念を持ち込むことは危険である。この度の調査は、中山医科大学の口腔科と協力して行ったが、日本人研究者はいずれも現地事情に詳しくなかった。よって、直接の口腔内診査に加えて、う蝕自体が生活に密着した疾病であることも考慮し、対象者の生活様式や生活環境、生活習慣等の情報を収集することをあわせて行った。また、これらは情報の不足する地域での調査であることから、選定した対照群が適切であるか否かについての判定にも有用であると考えた。この質問紙には飲水歴等の調査項目も合わせて含んでいた。

得られた結果は、わが国の事情とは幾つかの点で異なっていた (Table 6)。歯磨き習慣について、毎日歯を磨くと答えたものの割合は、芳村、仏山に差がなくいずれも約95%と高かった。また、その歯磨きの時間帯は約70%が朝食前であった。しかし、これらの数字は実際の歯科検診の場面で我々が得た印象とは大きく違っていた。すなわち検診時に対象者の口腔全体にわたって歯面に歯垢が付着していた²⁵⁾。Wei et al.²⁶⁾ は、北京市郊外の中小学校で歯科検診を行った際、歯面全体に柔らかい沈着物が付着していたことを報告し、歯口清掃の必要性を述べている。

間食摂取状況は、1日1回以上食べていると答えたものは芳村6.4%、仏山8.5%と少なく、毎日ではないが時々食べていると答えたものが両群ともに92%であった。いまだ子供達の生活の場面において甘いおやつ類が豊富にある状況ではないようであった²⁷⁾。しかし、最近の中国、特に広州市およびその近都市部における経済発展は著しく、甘い菓子類が子供達に普及するまでに、そう長い時間はかからないと考えられる。それに伴ってう蝕が

増加するであろうことは十分想像されるし、このことについては中国の最近の研究から、間食摂取状況と特に関連が強い乳歯う蝕が急激に増加しているという様子が多く報告されている²⁸⁻³¹⁾。

一般的な生活習慣・環境として夜食、就寝時間、兄弟数、祖父母との同居、父母の職業について調べた。

中国では1978年より「一人っ子政策」を実施している³²⁾ が、兄弟数について、一人っ子と答えたものは仏山で12.7%、芳村で16.1%と意外に少なかった。

祖父母との同居は、仏山22.5%、芳村25.8%と少なかった。西野ら²⁸⁾ は1989年の江蘇省での調査から、ほぼ同様の値を報告しており、中国においては核家族化の傾向が強く、祖父母との同居は一般的でないようである。

保護者の職業については、仏山、芳村で差はなく、父母ともに就業率は高く90%以上であり、共稼ぎが一般的のようである。

以上、わが国の生活習慣、環境と若干異なる様子が見られたが、仏山、芳村の間には差は見られず、仏山は対照群として適切であったと考えた。

6. 中国の歯科保健・医療の状況について

中国の歯科保健に関する情報は極めて少ない。う蝕有病状況に関しても同様である。国が広く、民族や生活の様相も多岐に渡っていることもあり、系統だった調査はほとんど行われていない状態である。概算的な値としてWHOの報告がある。それによると中国の12歳児のう蝕有病状況は、1969年の段階で平均 DMFT が0.0~1.1の very low に分類されている。さらにその20年後1986年の同様の報告では、北京のみが1.2~2.6の low、他は0.0~1.1の very low として分類されている。また、1981年のWHOのGlobal Oral Data Bankによると、12歳児の平均 DMFT が地方で0.6、都市部で1.9と報告されている³³⁾。また、Barmes らが、1981年に北京市で行った調査では、12歳児の平均 DMFT が1.61、15歳児のそれが2.11であった。さらに、乳歯う蝕が急増していること、農村部ではう蝕有病率が低いものの都市部では高く、地域的には中国南東の沿岸部でう蝕有病率が特に高いこと等を報告している²⁸⁾。

また、1987年に中国衛生部が行った13万人を対象とした特定地区調査によると、う蝕有病者率は都市部で永久歯40.5%、乳歯79.6%、農村部では永久歯29.8%、乳歯58.5%であったと述べている³⁴⁾。

以上のごとく、中国のう蝕有病状況は、以前は乳歯、永久歯う蝕ともに低かったものの、近年、乳歯う蝕が急増している様子がうかがえる^{27,29,31)}。

経済発展に伴う社会生活の変化は著しく、先進国と呼ばれている国々がその発展の段階で経験した歯科疾患を含む疾病構造の変化が、まさに今中国で起こっているものと想像される。今後、これら乳歯う蝕の急増という変化が永久歯う蝕にも及んでくるものと考えられる。

このような蝕有病状況の実態、そしてそお遠くはない将来予測の中で、中国は将来の歯科保健、歯科医療を検討しなければならない。FDI の Basic facts (1990年)³⁵⁾によると、中国の人口は約11億、歯科医師数は約11,000人と報告されている。単純に計算すると歯科医師1人が住民10万人を面倒みていることになり、中国の歯科医の需給関係は全くアンバランスの状態にある。歯科医師の養成には多額の費用と年数を要することから歯科医師の急増は望めず、歯科医師の供給不足が短期、さらには中期的にみても改善するとは言い難い状況にある^{36,37)}。

このような状況下では、予防は最優先されるべきである。Wei ら1986年の報告²⁶⁾で、ようやく北京市の小学校数校でフッ化物洗口プログラムが開始されたことを紹介し、今後学校ベースのフッ化物応用の普及に期待していると述べている。

この度の調査結果と広州市の fluoridation に関する過去の調査報告、さらには前述の東莞市の fluoridation の結果から、広東省の広州市、東莞市を含む一帯ではフッ素濃度0.6~0.7ppm の fluoridation は歯牙フッ素症の発現がなく、う蝕を大幅に予防することが明かとなった。こうしたことから、中国の歯科事情に鑑み、広州市、東莞市での早期の fluoridation 再開と、中国の他地域での fluoridation 実施の検討や、一部地域で実施されているフッ化物局所応用が広く一般に普及することが強く望まれる。

結 論

中国広州市の fluoridation は1965年に始められたが、う蝕予防効果、歯牙フッ素症歯所有状況等に不明な点が多く、それらが学術的に整理されないまま1983年に中断した。

この度、fluoridation を出生時から8歳頃まで経験した15歳児を対象とした広州市での調査研究から、飲料水中のフッ素濃度とう蝕有病状況、歯牙フッ素症歯所有状況等の関係について以下の内容を明かにすることができた。

1. fluoridation を経験した広州市の15歳児は、対照群との比較で、高いう蝕予防効果が確認できた。特に、歯牙萌出前のエナメル質石灰化時期および萌出直後のエ

ナメル質成熟時期に fluoridation を経験した第一大臼歯、切歯部で予防効果が高かった。fluoridation 中断後のう蝕予防効果の持続は明らかであった。

2. 歯牙フッ素症歯所有状況については、問題となる Moderate, Severe の発現はなかった。しかし、Very mild, Mild の軽度の歯牙フッ素症歯を持つものの割合は21%で対象群より多く、その差は有意であった。CFI は0.43であり、Dean が分類した0.4~0.6の境界域であった。また、この度の調査においては歯牙形成時期のテトラサイクリン服用あるいは発疹性熱性疾患が原因と思われるエナメル質形成不全歯が多く観察された。これは対照群にも同じく発現しており、両群間に差はなかった。

3. 生活習慣・環境については、歯口清掃状況、間食摂取状況、夜食の摂取状況、就寝時間、兄弟数、祖父母との同居、父母の職業等に両群間で差がなかった。歯口清掃状況調査では、ほとんど全員が毎日1回以上歯を磨くと答えていたが、実際の歯科検診の場面では口腔全体にわたって歯垢が付着していた。含糖食品、特に市販の菓子類は、現時点でまだ一般的ではないようであった。

稿を終えるにあたり、この度の調査研究に協力頂きました中山医科大学口腔科の龍 琰、楊 軍英の両先生、ならびに通訳として各施設における折衝の仲介を担当していただいた森 鶴江女史をはじめとする地元関係者の皆様に厚くお礼申し上げます。

あわせて、ご協力下さいました福岡歯科大学予防歯科学教室および新潟大学歯学部予防歯科学教室の皆様には感謝致します。

本研究の一部は1990年度(財)日中医学協会研究助成によって行われた。

文 献

- 1) 広東省広州市人民委員会：关于研究自来水氟化工作的通知，会城字第324号，1965，p. 1-2.
- 2) 周 大成：氟化物防齲近況，中華口腔科雑誌，**13**；60-64，1978.
- 3) 沈 彦民：自来水加氟与齲齒，錯牙，斑釉，萌牙和身高的關係，中山医学院報，**1**；96-102，1980.
- 4) Shen, Y.: Water fluoridation in Guangzhou and Guancheng, Guangdong, China, 口腔衛生会誌，**38**；223-228，1988.
- 5) Tsutsui, A., Watanabe, T., Takiguchi, T. and Sakai, O.: Fluoride concentration in drinking water and prevalence of enamel mottling, WCPD '91；181-183，1991.
- 6) 梁 紹仁：広州市飲水加氟十一年後某中学齲齒及斑釉的調查報告，中華口腔科雑誌，**14**；35-

- 36, 1979.
- 7) 梁 紹仁, 沈 彦民, 江 俊榮: 对《広州の環境弗水平及人体摂入量の調査》一文の商榷, 新医学, **11**; 629-634, 1980.
- 8) 広州市衛生防疫站弗小組: 広州市の環境弗水平及人体摂入量の調査, 新医学, **11**; 561-568, 1980.
- 9) 沈 彦民, 石 晋江, 陳 国槐, 邓 远梅, 江俊榮, 謝 建裕: 広東省水弗适宜濃度の流行病学研究, 中山医学院学報, **3**; 52-57, 1982.
- 10) 沈 彦民, 古 向生: 広州芳村自来水加弗防齲第18年对 8~11 岁儿童的效果分析, 中山医学院学報, **6**; 18-24, 1985.
- 11) 沈 彦民, 古 向生: 広州芳村自来水加弗防齲第十八年效果分析, 中華口腔科雜誌, **20**; 337-340, 1985.
- 12) 梁 紹仁: 新近对自来水加弗防齲的认识, 新医学, **11**; 505-507, 1980.
- 13) 沈 彦民: 自来水加弗与冠心病, 癌肿的關係, 中華口腔科雜誌, **59**; 509-510, 1979.
- 14) 陳 安良, 梁 惠芳, 胡 国晶, 肖 斌權: 広州市環境フッ素と水道水フッ素化に関する討論意見, フッ素研究, **4**; 19-23, 1983.
- 15) 李 松森, 李 小伟, 李 煜光, 何 景華, 苏 淦泉: 東莞市学生齲病情况調查報告—全国牙病防治通讯, 全国弗素防齲研究会資料, 46-51, 1991.
- 16) 李 煜光, 何景華, 苏 淦泉, 李 松森: 莞城鎮自来水加弗防齲的七年效果視察, 口腔医学, **3**; 70-74, 1985.
- 17) Murray, J. J.: The prevention of dental disease 2nd. ed., Oxford medical publications, Oxford, 1989, p. 151.
- 18) 郭 媛珠: 広州市中小学生のウ蝕状況および予防—水道水フッ素化によるウ蝕予防への評価—, フッ素研究, **2**; 23-32, 1982.
- 19) Künzel, W.: Effect of an interruption in water fluoridation on the caries prevalence of the primary and secondary dentition, Caries Res., **14**; 304-310, 1980.
- 20) Russell, A. L.: Dental effects of exposure to fluoride-bearing Dakota Sandstone water at various ages and for various length of time I. Status of the permanent teeth of 339 children aged 11 to 15 years who used such water for eighteen month prior to eruption of the first permanent molars, J. Dent. Res., **28**; 208-309, 1949.
- 21) Russell, A. L.: Dental effects of exposure to fluoride-bearing Dakota Sandstone water at various ages and for various length of time II. Patterns of dental caries inhibition as related to exposure span, to elapsed time since exposure, and to periods of calcification and eruption, J. Dent. Res., **28**; 600-612, 1949.
- 22) Lemke, C. W., Doherty, J. M. and Arra, M. C.: Controlled fluoridation: the dental effects of discontinuation in Antigo Wisconsin, J. A. D. A., **80**; 782-786, 1970.
- 23) Kobayashi, S., Kawasaki, K., Takagi, O., Nakamura, M., Fujii, N., Shinzato, M., Maki, Y. and Takaesu, Y.: Caries experience in subjects 18-22 years of age after 13 years' discontinued water fluoridation in Okinawa, Community. Dent. Oral Epidemiol., **20**; 81-83, 1992.
- 24) Nikiforuk, G., 飯塚喜一, 他訳: 齲蝕 2, 学建書院, 東京, 1987, 25頁.
- 25) 山田智子: 中国広東省都市部におけるフィールド調査に参加して考えたこと, 齒科衛生士, **16**; 40-47, 1992.
- 26) Wei, S. H. Y., Yang, S. and Barmes, D. E.: Needs and implementation of preventive dentistry in China, Community. Dent. Oral Epidemiol., **14**; 19-23, 1986.
- 27) 天野秀昭, 信家弘士, 長坂信男, 他: 中国人小児の齒科疾患と齒科的特質に関する研究—中国人小児の食生活の実態について—, 小児齒科学雜誌, **30**; 468, 1992.
- 28) 西野瑞穂, 杜 耀謙: 中華人民共和国江蘇省南通市における小児の齲蝕罹患状況および保育環境の実態調査ならびに地域齒科保健管理システムの確立, 日中医学, **5**; 15-18, 1991.
- 29) 斉藤 徹, 神山紀久男, 中田 稔, 他: 中国人小児の齲蝕罹患傾向—北京, 鞍山, 香港の3地域および日本人小児との比較—, 小児齒科学雜誌, **30**; 452, 1992.
- 30) 林 春二, 鈴木 稔, 宮沢裕夫, 今西高博: 中国(石家荘市)における齒科疾患状況, 小児齒科学雜誌, **30**; 389, 1992.
- 31) 八木 稔, 筒井昭仁, 葭原明弘, 山内皓央, 沈 彦民, 佐久間沙子, 堀井欣一, 中国広東省東莞市における小児の齲蝕罹患状況, 口腔衛生会誌, **39**; 444-445, 1989.
- 32) 長谷川秀記: 中国問題用語—人口問題(中国の)—, 現代用語の基礎知識, 自由国民社, 東京, 1982, 543頁.
- 33) WHO, 石井俊文, 他訳: 口腔疾患の予防方法と予防プログラム—WHO の指針—, 口腔保健協会, 東京, 1986年, 5-12頁.
- 34) 砂田今男: 日本齒科医学学会中国視察団報告, 日中医学, **4**; 2-4, 1989.
- 35) FDI: Basic facts 1990, FDI, London, 1990, p. 39-40.
- 36) 高杉嘉弘: 内側からみた中国事情—10カ月間中国に滞在した齒科麻酔医の目からみた現状と問題点—, 齒界展望, **76**; 427-434, 1990.
- 37) 秦 偉光: 中華人民共和国の齒科医師について, Quintessence, **10**; 1118-1123, 1991.