

フッ素地区（北津軽）における歯牙フッ素症発現， ウ蝕罹患並びにCFIに関する疫学的分析

宮澤 正人 久米田 哲 奈良 吉剛
田沢 光正 飯島 洋一 高江洲 義矩
松田 和弘* 久米田 俊英** 鈴木 鍾美**

岩手医科大学歯学部口腔衛生学講座

岩手医科大学教養部化学教室*

岩手医科大学歯学部口腔病理学講座**

〔受付：1979年6月5日〕

抄録：青森県北津軽地方（北緯40°45′，年平均気温：9.6°C，年平均最高気温14.1°C）の広域天然フッ素含有飲料水地区（0.3～3.2ppm）における歯牙フッ素症発現並びにウ蝕罹患状況について，1974年より疫学的追跡調査を継続してきた。調査対象者は北津軽郡板柳町立沿川第一小学校，鶴田町立梅沢小学校の児童350名で，うち永久歯未萌出者3名と出生地，居住歴，家族歴，飲水歴，既往歴についてのアンケート調査によって29名が除かれ，その結果，318名が集計の対象となった。対照としては，岩手県松尾村（飲料水中フッ素濃度0.1ppm以下）の児童503名についての調査資料を用いた。

DMFT index によるウ蝕罹患状況は，北津軽地区では1年生時の0.42から6年生時の1.44まで緩徐な増加を示しているのに対して，対照の松尾地区では，1975年度厚生省歯科疾患実態調査に近似したウ蝕の増量を示していて，1年生時の0.31から6年生時の4.44に至るまで急激な増加傾向を示している。

北津軽（フッ素地区）の23水源は，Ⅰ群（0.31～0.38ppm），Ⅱ群（0.52～0.63ppm），Ⅲ群（0.82～0.85ppm），Ⅳ群（0.90～1.06ppm），Ⅴ群（1.54～1.96ppm），Ⅵ群（2.90～3.18ppm）の6群に区分された。11歳児についてのDMFT indexによれば，Ⅲ群—2.0，Ⅳ群—1.4，Ⅴ群—1.0とフッ素濃度の増加に伴いウ蝕の減少傾向が明らかに認められ，岩手県松尾村の11歳児に比較して，ウ蝕減少率として表わすと，Ⅲ群—54.5%，Ⅳ群—68.2%，Ⅴ群—77.2%であった。

エナメル質白斑（非フッ素性）有所見者率は，Ⅰ群—14.7%からⅥ群—3.8%と飲料水中のフッ素濃度の増加に伴って減少する傾向が認められ，北津軽地区全体では9.4%であった。歯牙フッ素症発現については，特異的な水源（0.63ppm）を含むⅡ群を除くと，Ⅰ群からⅤ群まで重度型（S）は認められず，Ⅵ群の2.90～3.18ppmにおいて重度型の発現が認められた。CFIは，Ⅱ群を除いて，Ⅳ群の0.90～1.06ppmでは0.16でnegative zone，Ⅴ群の1.54～1.96ppmでは0.58とborderline zoneに達し，Ⅵ群の2.90～3.18ppmでは1.81とborderline zoneをはるかに越えた値を示していた。

本調査成績は現在の飲料水中フッ素濃度測定値にもとづいて，過去に石灰化した小学生集団の永久歯萌出歯群についての知見である。1974年に飲料水中フッ素濃度確認後に石灰化開始した永久歯の萌出歯群についての知見が得られるのは，1980年以降である。本報告はそれに至るまでの中間報告の内容であるが疫学的推測並びに仮定の妥当性を確認する手がかりとなりうるかについての実験的報告である。

Epidemiological analysis on the observations of dental fluorosis, dental caries and community fluorosis index (CFI) in a fluoride area (Kitatsugaru).

Masato MIYAZAWA, Satoshi KUMETA, Yoshitsuyo NARA, Mitsumasa TAZAWA, Yoichi IZIMA and Yoshinori TAKAESU (Department of Preventive Dentistry, Iwate Medical University School of Dentistry, Morioka 020)

Kazuhiro MATSUDA (Department of Chemistry, Iwate Medical University, Morioka 020)

Toshihide KUMETA and Atsumi SUZUKI (Department of Oral Pathology, Iwate Medical University School of Dentistry, Morioka 020)

*岩手県盛岡市中央通1丁目3-27 (〒020)

Dent. J. Iwate Med. Univ. 4 : 98-112, 1979

1 緒 言

前報¹⁻⁷⁾において、青森県北津軽地方における歯牙フッ素症並びにエナメル質白斑、ウ蝕罹患状況について報告してきた。本調査地区は1974年より、疫学的追跡調査を継続してきたが、その目的は、この地域における歯牙フッ素症発現の有力主因である飲料水中フッ素濃度群別によるCFI (Community fluorosis index) の資料を得ることであり、同時に歯牙フッ素症発現の抑制対策への確実な資料を提供することである。本調査地区、及び周辺地区の飲料水中フッ素濃度並びに化学成分についても併せて報告してきたが⁸⁻¹⁰⁾、本調査地区の飲料水中フッ素濃度は0.3ppm—3.2ppmの広範囲であることが確認されている。しかしながら、いずれもその測定値は1974年以降のものであり、したがって、歯牙フッ素症と飲料水中フッ素濃度との関連が正確に把握されるのは1974年以降

に石灰化開始した永久歯群が萌出してくる1980年以降となる。今回の報告はその中間報告としての内容を示すものである。

2 調査対象と方法

調査地区は北緯40°45′、年平均最高気温14.1℃、年平均気温9.6℃の地域で、青森県北津軽郡板柳町(人口19,520人、面積42.80Km²)並びに隣接する鶴田町(人口18,345人、面積46.07Km²)にまたがり、弘前市の北方約15Kmの地点に位置する(図1)。調査は1978年4月、板柳町立沿川第一小学校、鶴田町立梅沢小学校、両校の児童(1年生~6年生)350名について歯科検診と出生地、居住歴、飲水歴、既往歴、家族歴等のアンケート調査を行った。被調査者350名中29名が居住歴、飲水歴から除外された。さらに3名が永久歯未萌出のために除外され、318名が集計の対象となった。歯科検診は検診医3名によりWHOの基準¹¹⁾に準じて行

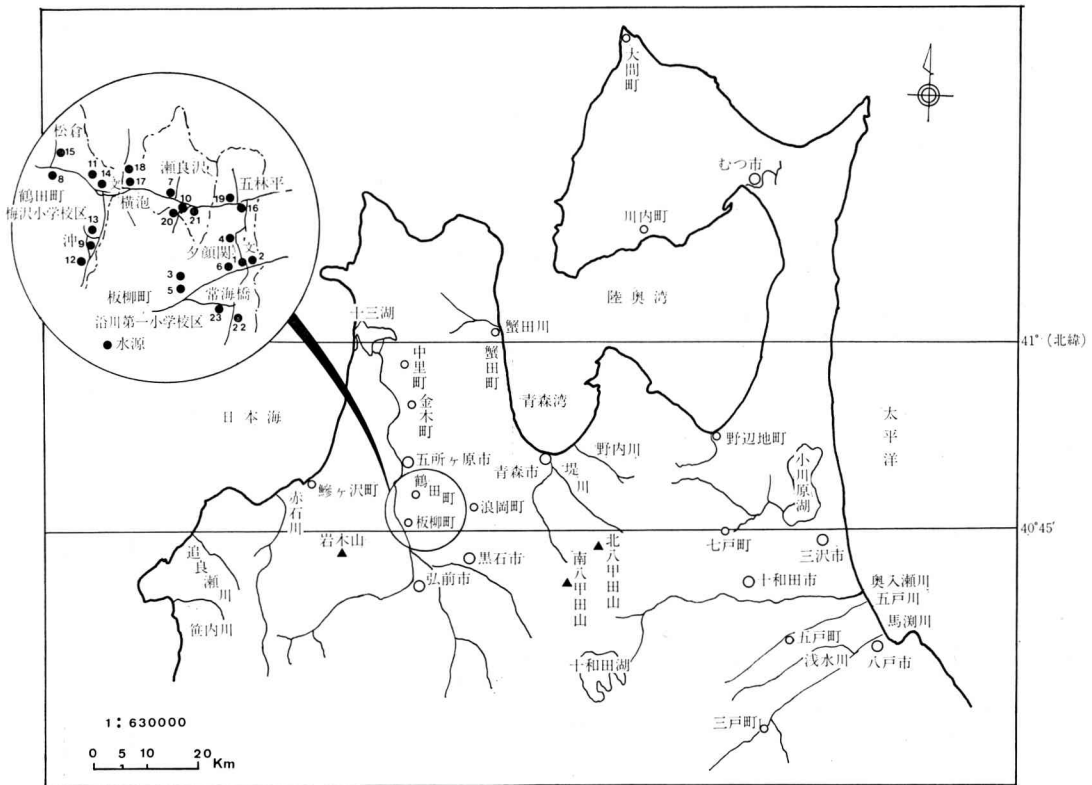


図1 本調査地区の地図

われた。歯牙フッ素症の判定は検診医1名により同じくWHOの基準に従って行われ、口腔内カラー写真撮影が併用された。

対照群として、岩手県松尾村の児童(1年生～6年生) 503名が同様に調査された。

本調査地区の概要と23水源の位置を図1に示した。表1は飲料水中フッ素濃度により6群に区分された水源の概要とフッ素濃度群別の被検者数を示している。調査に用いた検診票とアンケート用紙は図2に示した。付図6～13の写真は本調査における歯牙フッ素症とエナメル質白斑で、参考のために掲げた。

3 成 績

1) ウ蝕罹患状況について

飲料水中の天然含有フッ素の影響によって学童のウ蝕有病率が著しく低下することは、よく知られている事実である。本調査地区の簡易水道水中のフッ素濃度は0.3～3.2ppmの範囲にあり、板柳町並びに鶴田町の区域にまたがる広域フッ素地帯である。

表2は、この地区のウ蝕罹患状況を示したものである。北津軽地区の対照として岩手県の松尾村の学童のウ蝕罹患を対比させた。

ウ蝕経験(Caries experience)の指標としては、DMF者率、DMF歯率、DMFT指数をあげた。この三つの指標は、各々の地区のウ蝕罹患の背景をよく示している。北津軽(フッ素地区)においては、低学年の1年生時から高学年に至るまでDMF者率でみると22.2%から

表1 本調査地区の簡易水道水源の概要^{*)}と水源別並びにフッ素濃度群別被検者数

飲料水 濃度 水群	水源 No.	Concentration, ppm				地区名(町名)	水源のボーリング歴 (年度)			ボーリ ング深 度 (m)	給水 戸数	被検者数	
		F	Cl	Na	総硬度		第1次	第2次	第3次			水源別	濃度 群別
I	1	0.31	22	42	46.1	夕顔関(板柳)	?			?	1*	0	34
	2	0.32	21	41	42.2	夕顔関(板柳)	1963			235	32	9	
	3	0.33	19	45	36.1	沖(板柳)	1966			100	6	2	
	4	0.36	40	47	50.4	夕顔関(板柳)	1962	1971		270	36	9	
	5	0.38	19	46	35.2	沖(板柳)	1963			200	20	14	
II	6	0.52	24	45	29.4	夕顔関(板柳)	1959	1964		210	11	2	15
	7	0.63	23	56	29.5	瀬良沢(鶴田)	1962	1966	1968	200	19	13	
III	8	0.82	97	84	23.9	松倉(鶴田)	1964			160	21	8	25
	9	0.83	80	80	23.0	沖(鶴田)	1961			180	22	11	
	10	0.85	66	76	42.5	瀬良沢(鶴田)	1964	1970		240	38	6	
IV	11	0.90	64	72	22.5	横沓(鶴田)	1960			150	45	10	98
	12	0.91	126	111	24.5	沖(鶴田)	1961			180	22	15	
	13	0.92	154	110	24.3	沖(鶴田)	1962	1969		180	50	20	
	14	0.93	60	69	17.6	横沓(鶴田)	1963			145	1	1	
	15	0.95	127	103	24.1	松倉(鶴田)	1964			250	54	27	
	16	1.01	91	108	14.2	五林平(板柳)	1967			300	100	19	
	17	1.06	39	63	16.8	横沓(鶴田)	1960	1969	1973	300	30	6	
V	18	1.54	82	91	28.3	横沓(鶴田)	1963			150	32	22	93
	19	1.56	183	130	55.6	五林平(板柳)	1958			230	32	17	
	20	1.74	212	146	39.0	瀬良沢(鶴田)	1963			200	47	16	
	21	1.96	307	184	63.7	瀬良沢(鶴田)	1965	1968		200	55	38	
VI	22	2.90	382	230	42.7	常海橋(板柳)	1965			250	126	25	53
	23	3.18	460	265	46.9	常海橋(板柳)	1964			300		28	

* 小学校(沿川第一)敷地内の簡易水道

口腔検査票 (付 DENTAL FLUOROSIS 検査)														
1979. 4					岩医大・歯 口腔衛生									
学校名			記入		有・無		検査者 (昭和 年 月)							
学 年	年	組 番	氏 名		男 女	年 月 日生 (満 才 月)								
身長	cm	体重	kg	胸囲	cm	座高	cm							
DENTAL FLUOROSIS														
N	M													
Q (M, M _d)	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7
VM (M _d)														
M (M _d)														
MO (M _d)														
S (M _d)														
ENAMEL OPACITIES														
IM	M													
WS	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7
IS														
H														
検査項目														
D	T	S	d	i	D-I	ORAL HYGIENE				PMA-Index				
M	T	S	e	i	C-I					P () M () A ()				
F	T	S	f	i	OHI-S					P () M () A ()				
DMFT, S	T	S	def	i	6 1 6	Total ()								
歯周疾患					不正咬合 photo.									
					有 無									
					反対咬合									
					上顎前突									
					開 咬									
					齧 生									
					正中歯列									
					その他 ()									
地区名										地				

住所と飲み水についてのアンケート票											
保護者のかたへ											
もう少し先の調査を願う調査です。あなたのお子さんに関して次の事項についてお答えください。											
姓 名	学 校	年 組	番 号	フリガナ 氏 名	男・女	年 月 日生					
現住所					保護者 氏 名						
A. 生れたときからずっと現住所に住んでいますか?											
1. はい		住 所		いつごろ (才まで)							
				年 月 - 年 月 (才まで)							
2. いいえ				年 月 - 年 月 (才まで)							
				年 月 - 年 月 (才まで)							
B. 生まれてからこれまでの飲み水は?											
市・町・村の水		年 月 - 年 月									
共同・簡易水		年 月 - 年 月									
自家水道・井戸・その他		年 月 - 年 月									
C. 兄弟姉妹の名前											
氏 名	男・女	在 学 校 名	才または年令	続 柄							
			年 才								
			年 才								
			年 才								
			年 才								
D. 歯みがきについて (○印をつけて下さい)											
1. 毎日がく			2. ときどきみぐ			3. ほとんどみぐかない					
E. 歯をみがくのは1日のうちいつですか? (○印をつけて下さい)											
1. 朝食前		2. 朝食後		3. 昼食後		4. 夕食後		5. 夜ねる前		6. 寝食後	
F. 生まれてから8才頃までにかかった病気とその年令 (主なもの)											
(例) ジフテリア—3才											

図2 調査本に用いた検査票とアンケート用紙

表2 ウ蝕罹患状況

学年	DMF者率(%)		DMF歯率(%)		DMFT Index	
	北津軽	松尾	北津軽	松尾	北津軽	松尾
1	22.2	17.2	8.1	5.5	0.42	0.31
2	28.6	56.3	5.0	13.3	0.44	1.26
3	52.1	78.9	8.4	16.2	1.00	2.12
4	44.4	75.8	5.4	14.8	0.85	2.44
5	60.3	94.6	7.2	19.7	1.38	4.02
6	63.6	95.3	6.4	19.3	1.44	4.44

注: 1) 北津軽地区の飲料水中フッ素濃度は0.3~3.2 ppm

2) 松尾地区(岩手県・村)の飲料水中フッ素濃度は0.1ppm以下

63.6%の範囲で緩徐なウ蝕増加を示している。一方、対照の松尾地区(非フッ素地区)では、1年生時では17.2%でフッ素地区と著しい差がみられないが、2年生時になると56.3%と急激な上昇を示して、6年生時に至ると95.3%となっている。萌出歯に対するウ蝕の拡がりを示す

DMF歯率についてみると、フッ素地区(北津軽)では、1年生時の8.1%から6年生時の6.4%とほとんど変動を示さないで一定の比率にとどまっていることが特異的な現象としてみられる。それに反して、対照の松尾地区ではDMF者率で認められたように1年生時で5.5%とフッ素地区と大差がないが、2年生時から急激な上昇がみられることがフッ素地区と著しく異なる現象である。

さらにウ蝕の拡がりや強度を示しているDMFT指数についてみると、北津軽では1年生時の0.42から6年生時の1.44に至るまで、きわめて緩徐な増加を示していることに対して、松尾地区は、1975年度厚生省歯科疾患実態調査¹²⁾に近似したウ蝕の増量を示していて、1年生時の0.31から6年生時の4.44に至るまで急激なウ蝕上昇が認められる。

以上の三つの指標によっても明らかのように、フッ素地区における低ウ蝕現象並びに増齡

表3 DMFT指数による北津軽の飲料水中フッ素濃度群別並びに松尾地区及び全国値との比較

年 齢	フッ素濃度群別 (ppm)						松 尾 1978	全 国 1975
	I 0.31- 0.38	II 0.52- 0.63	III 0.82- 0.85	IV 0.90- 1.06	V 1.54- 1.96	VI 2.90-		
6 (33)	1.3 (4)	—	0.0 (3)	0.6 (10)	0.1 (14)	0.0 (2)	0.3 (64)	0.8 (370)
7 (58)	0.5 (6)	0.0 (3)	1.0 (6)	0.5 (17)	0.4 (19)	0.6 (7)	1.3 (80)	1.7 (323)
8 (42)	0.8 (6)	2.0 (2)	1.3 (4)	0.7 (9)	0.8 (13)	0.9 (8)	2.1 (90)	2.5 (352)
9 (49)	3.0 (5)	1.2 (5)	0.5 (4)	1.1 (13)	0.3 (12)	1.1 (10)	2.4 (91)	3.0 (253)
10 (64)	1.8 (8)	0.0 (2)	4.0 (1)	1.3 (24)	0.9 (18)	1.5 (11)	4.0 (93)	3.7 (335)
11 (67)	2.3 (4)	0.7 (3)	2.0 (7)	1.4 (23)	1.0 (17)	1.6 (13)	4.4 (85)	4.8 (299)
12 (5)	3.0 (1)	—	—	1.5 (2)	—	1.5 (2)	—	5.9 (289)
Total (318)	(34)	(15)	(25)	(98)	(93)	(53)	(503)	(2221)

注：1) () は被検者数を示す

2) 全国値は1975年度厚生省歯科疾患実態調査の資料にもとづく

DMFTIndex

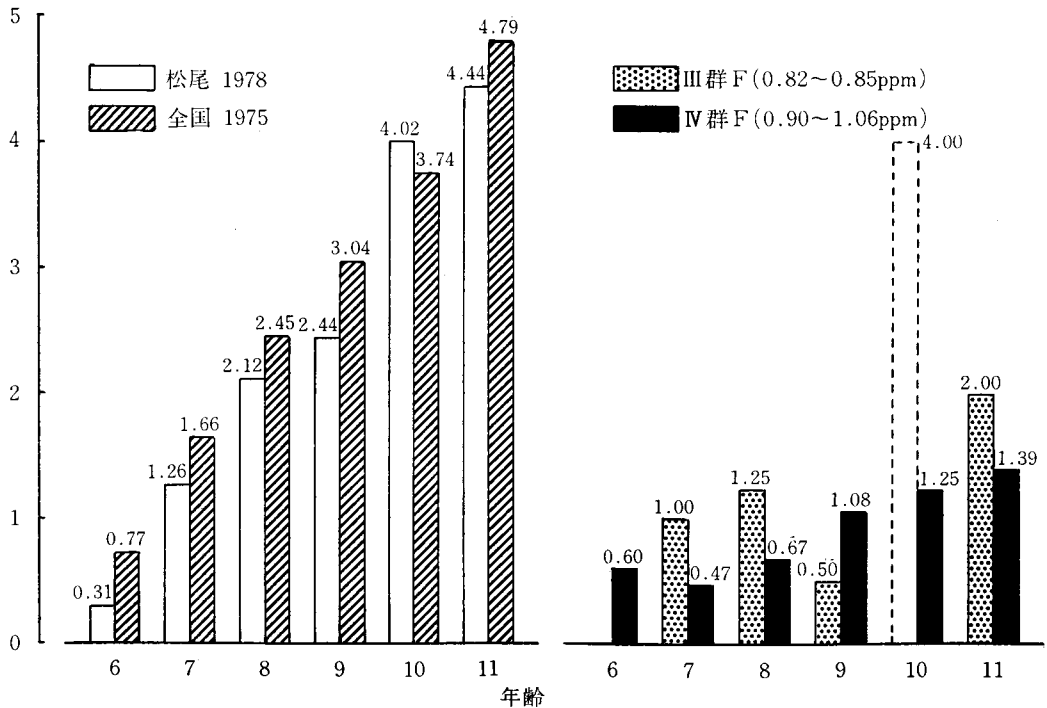


図3 DMFT指数による北津軽の飲料水Ⅲ群とⅣ群並びに松尾及び全国値との比較

注：1) 北津軽の飲料水Ⅲ群の10歳児のDMFT指数は被検者は1名による

的にもきわめて低いウ蝕発病(増加量)を示すことなどが如実に示されている。

表3及び図3はフッ素地区(北津軽)における飲料水中のフッ素濃度群別のウ蝕罹患性を検討したものである。Ⅰ～Ⅲ群までは、被検者数が少ないことと、後に述べるⅡ群の水源に特別な背景が確認されたので、ここでは参考程度に掲げておく。さらに、Ⅵ群は3ppm前後であり、この地区においては重度型歯牙フッ素症の発現によってエナメル質表層の崩壊を招き初期ウ蝕の診断が困難な症例が多発する。とくに、臼歯部の小窩裂溝においては、ウ蝕症との鑑別は不可能に近く、これらの症例ではほとんどがウ蝕症としても診断されるケースが入る。

したがって、表3及び図3においては、主としてⅢ群とⅣ群について解説する。ただし、Ⅳ群は0.90～1.06ppmの範囲にあるので、わが国の水道法におけるフッ素の水質基準(0.8ppm以下であること)を越えるが、欧米においては1～1.5ppmまで許容している場合があるので、そのような背景も考慮に入れて、北津軽の低ウ蝕罹患性の追求としては、このⅢ群(0.82～0.85ppm)とⅣ群(0.90～1.06ppm)を検討してみることにした(図3)。

ウ蝕罹患の指標には、ウ蝕の拡がりや強度を示すDMFT指数をとりあげた。対照並びに参

照資料として、松尾地区(対照値)と1975年厚生省歯科疾患実態調査(全国値)を右欄(表3)に対比させた。図3においては左側の棒グラフに示しておいた。松尾並びに全国の被検者数と北津軽のⅢ群並びにⅣ群の被検者数にはかなりの相異があるが、しかし、ウ蝕罹患の増齢的傾向には著しい差異が認められる。図3において10歳児のⅢ群のDMFT指数が特別に高いのは被検者数1名による値のためである。

2) 歯牙フッ素症並びにエナメル質白斑について

いかに低ウ蝕罹患が認められたにしても、重度の歯牙フッ素症が発現するようでは、低ウ蝕罹患性を論ずる必要はない。フッ素による低ウ蝕罹患性と歯牙フッ素症発現とは表裏の問題であり、つまり、低ウ蝕罹患性が得られて、なおかつ歯牙フッ素症の発現が軽微であるか、もしくはほとんど認められない程度でなければならない。

さらに、CFI(Community fluorosis index)についても、一地域に限定した場合の広範囲なフッ素濃度別の観察例となると甚しく乏しい。本調査地区の資料はそれらの疑問に対する実証を試みるものであり、表4はそのアプローチのための一資料を示したものである。

表4 フッ素濃度群別による歯牙フッ素症とエナメル質白斑の発現状況及びCFI値

飲料水フッ素濃度 (ppm)	被検者数	エナメル質白斑 (%)	歯牙フッ素症分類 (%)						CFI
			N	Q	VM	M	MO	S	
I 0.31-0.38	34	14.7 (5)	97.1 (33)	2.9 (1)	0	0	0	0	0.01
II 0.52-0.63	15	13.3 (2)	46.7 (7)	6.7 (1)	13.3 (2)	13.3 (2)	13.3 (2)	6.7 (1)	1.10
III 0.82-0.85	25	20.0 (5)	80.0 (20)	16.0 (4)	0	4.0 (1)	0	0	0.16
IV 0.90-1.06	98	9.2 (9)	85.7 (84)	4.1 (4)	6.1 (6)	4.1 (4)	0	0	0.16
V 1.54-1.96	93	7.5 (7)	54.8 (51)	15.0 (14)	11.8 (11)	16.1 (15)	2.2 (2)	0	0.58
VI 2.90-3.18	53	3.8 (2)	20.8 (11)	3.8 (2)	15.1 (8)	24.5 (13)	28.3 (15)	7.5 (4)	1.81

注: 1) ()は被検者数を示す

2) II群(F: 0.52-0.63ppm)は二つの水源からなっており(0.52と0.63ppm), そのうち0.63ppm水源(No. 7)は、ボーリングによって過去にフッ素の変動が推測されている。表5を参照のこと。

ここに挙げた「エナメル質白斑」は、歯牙フッ素症として診断されなかった症例（主として、Idiopathic enamel opacities, White spots caused by decalcification, Injury spots caused by antecedent deciduous teeth）のもので、さらに、アンケート調査（出生地、居住歴、飲水歴、既往歴）の結果から歯牙フッ素症に分類することのできなかったものである。

エナメル質白斑の発現状況は、飲料水中フッ素濃度 0.3ppm の I 群の低濃度から 3 ppm 前後の VI 群の高濃度に至るにしたがって、明らかな減少傾向を示している。次に、歯牙フッ素症の分類においては、N 群 (Normal) は fluorosis に対しての正常歯のことである。したがって、この N 群には左欄のエナメル質白斑有所見者が含まれている。一方、Q 群以上は fluorosis としての分類 (WHO 分類) であり、「Q」は疑問型、「VM」は軽微型、「M」は軽度型、「MO」は中等度型、「S」は重度型を示して

いる。この表の中で特異的な No. 7 水源（井戸のボーリングによるフッ素濃度の変動推測、後述）を含む II 群を除いてみると、I 群の 0.31~0.38ppm から V 群の 1.54~1.96ppm に至るまで重度型歯牙フッ素症 (S) は全く認められなかった。この地区において、重度型歯牙フッ素症 (S) の発現が認められたのは 2.90~3.18 ppm 群においてであった。中等度型歯牙フッ素症 (MO) が認められたのは V 群の 1.54~1.96 ppm 以上からであった。すなわち、I 群の 0.31~0.38ppm から IV 群の 0.90~1.06 ppm に至るまで、II 群を除いて、中等度型歯牙フッ素症 (MO) の発現は認められなかった。わが国の水道法におけるフッ素の水質基準 (0.8ppm 以下であること) の 0.8ppm 域についてみると、症例数が少なく、しかも軽微型及び軽度型歯牙フッ素症の発現については、今回の本調査の結果では明らかにされ得なかった。もっとも、IV 群の 0.90~1.06ppm 域では軽微型 (VM) が 6.1%、軽度型 (M) が 4.1% の発現率で、そ

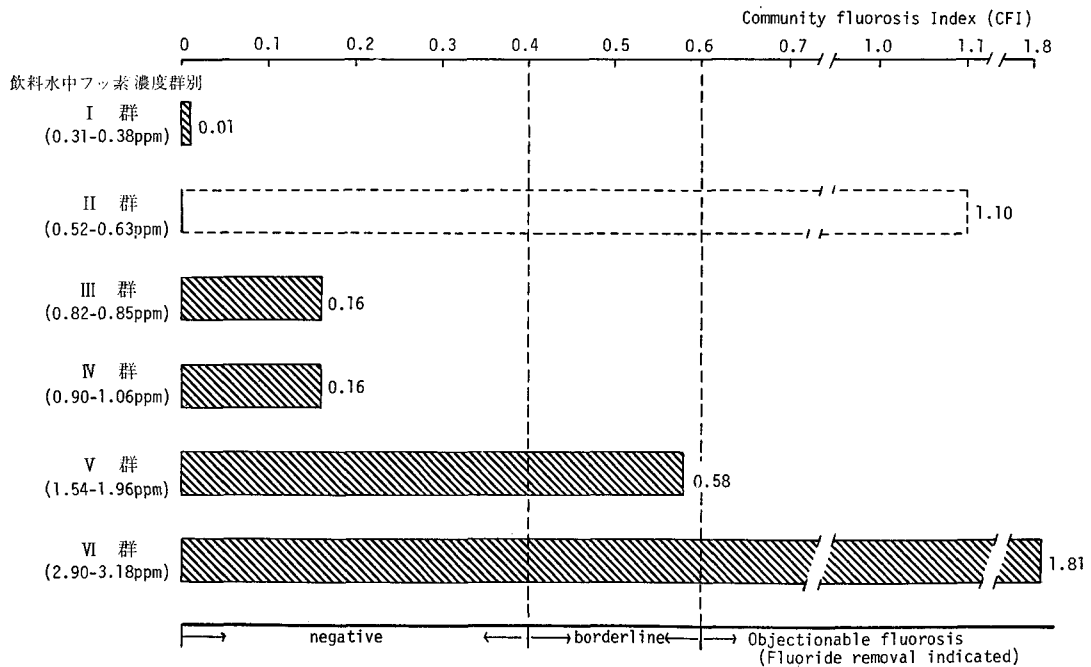


図4 飲料水中フッ素濃度群別の CFI 値

注: 1) II 群 (F 0.52~0.63ppm) の水源については 0.63ppm (水源 No. 7) の水源にボーリングによって過去にフッ素濃度の変動が推測されている。表 5 に示してある。

れ以上の濃度群では増加傾向にあるので、少なくとも軽微型及び軽度型歯牙フッ素症の発現域がこの附近にあることであろう。

3) Community fluorosis index (C F I) について

地域における歯牙フッ素症の発現状況から、その地域における飲料水由来フッ素による健康障害の指標として「地域歯牙フッ素症指数 Community fluorosis index」が Dean¹³⁾により提唱された。この指数は発現者の頻度に各症度の評価点 (N : 0点, Q : 0.5点, VM : 1点, M : 2点, MO : 3点, S : 4点) を加重させてあらわされる。このようにして算出された指数が、0.4以下であれば公衆衛生的に問題がない (negative) とし、0.4~0.6を示すならば境界域 (borderline)、さらに0.6以上では飲料水中のフッ素を減じる対策を講じなければならないとした (objectionable fluorosis occurs, Fluoride removal indicated or Defluoridation of water)。

本調査地区における確実な C F I の評価については、先にのべたように1980年以降に待たなければならない。なぜなら、1974年からこの地区の調査を開始して飲料水中フッ素濃度を逐年確認しているが、永久歯の石灰化開始はもっとも早い歯種 (第一大臼歯) で出生時からであり、フッ素の影響による歯牙フッ素症の発現を正しく確認できるのは、1974年以降に出生した子ども達の永久歯が萌出する頃からである。したがって、表4、図4に示した C F I 値は1980年以降に至るまでの中間報告的な内容を示したものである。しかし、もし1974年時の飲料水のフッ素濃度がそれ以前の数年間あまり変動がなかったものと推測すれば、ここに示された C F I は1980年以降を待たずしてほぼ正しい値を示していることになる。そのような背景を考慮に入れて図4の C F I と飲料水中フッ素濃度との関係を見ると、特異的なⅡ群 (0.52~0.63ppm) を除いて(後述)、C F I 値は飲料水中フッ素濃度0.31~0.38ppm域のⅠ群で0.01、Ⅲ群の0.82~

0.85ppm域では、0.16、Ⅳ群の0.90~1.06ppm域も同じく0.16を示しており、このフッ素濃度までは C F I 値の negative zone に入っている。しかし、Ⅴ群の1.54~1.96ppm域に至ると C F I =0.58となり、いわゆる borderline zone あるいは0.6以上の zone に入るので、好ましくない歯牙フッ素症 (objectionable fluorosis) 発現域となり、この濃度域では飲料水中フッ素を減じなければならない。次のⅥ群の2.90~3.18ppmは言及するまでもなく C F I =1.81で、きわめて高い値を示している。この地域においては (北緯40°45')、現時点の C F I 値に従えば飲料水中フッ素濃度2ppm以上は明らかな減フッ素対策の対象と推測される (但し、Dean・Galagan らの判定にもとづいた場合)。

4) 歯牙フッ素症の特異的発現率を示す水源Ⅱ群 (フッ素濃度0.52~0.63ppm) について

飲料水のⅡ群は二つの簡易水道水源からなっている。一つは0.52ppm (水源No. 6) で、もう一つは0.63ppm (水源No. 7) である。0.52ppm水源の飲料水飲用被検者は表1に示したように2名であり、この2名共に2年生 (7歳児) で1名は歯牙フッ素症の発現なし (Normal) 他の1名は歯垢による脱灰性白斑 (White spots) が認められたものである。したがって、Ⅱ群の水源の飲料水飲用者15名からこの2名を除いた残りの13名が0.63ppmの飲用者であり、表5に歯牙フッ素症の発現状況を示してある。

表5の左欄には水源の堀り換え、すなわち、ボーリング歴を示してあるが、現在のフッ素濃度は第三次ボーリング (1968年) 時のものであり、水源の深さは200mに達している。この水源No. 7に由来する歯牙フッ素症の発現は、第三次ボーリングの1968年以前に中等度型 (MO) のフッ素症が発現しているが、1968年以降の出生者についてみるとMO型は認められず、軽度型 (M) のみ1名となっている。

5) フッ素地区 (北津軽) におけるウ蝕減少率

表5 II群の0.63ppm水源による歯牙フッ素症発現状況

(1978)

水源のボーリング歴	出生年	年齢	症 度 (人 数)						被検者数
			N	Q	VM	M	MO	S	
第一次ボーリング →	1962								
	⋮								
第二次ボーリング →	1966	12	1	0	0	0	1	0	2
	1967	11	0	0	1	1	0	0	2
第三次ボーリング →	1968	10	0	1	1	0	1	1	4
	1969	9	2	0	0	1	0	0	3
	1970	8	2	0	0	0	0	0	2
合計			5	1	2	2	2	1	13

について

図5は飲料水のフッ素濃度群別のうち、I群(0.31~0.38ppm)、III群(0.82~0.85ppm)、IV群(0.90~1.06ppm)、V群(1.54~1.96ppm)とさらに、北津軽地区全体(0.3~3.2ppm)について、対照としての松尾地区(岩手県)との比較によってフッ素地区のウ蝕減少率を示したものである。11歳児を選定した理由は、第3大臼歯を除いて萌出歯群が比較的安定し始める時期だからである。II群は前述した理由で省略した。VI群(2.90~3.18ppm)はこの地区においては、中等度型及び重度型歯牙フッ素症の発現が認められるので、ウ蝕の減少効果について指摘する必要がなく、省略した。図5で示されるように、I群、III群、IV群及びV群とウ蝕減少率は47.7%から77.2%まで上昇している。ただし、例数に大きな差があるので、統計的有意性の処理は今回は必要としなかった。このことについては、今後の追跡調査の結果に待つことにしている。ウ蝕減少率については、一つの傾向を示す現象として参考に掲げておいた。

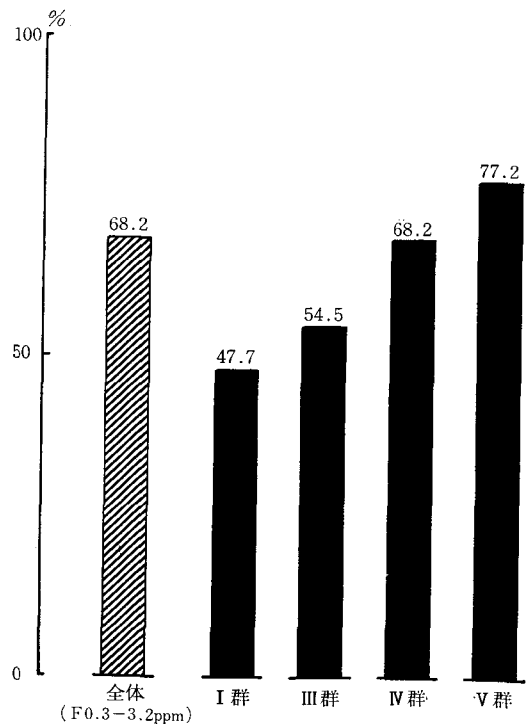


図5 北津軽地区のウ蝕減少率(11歳児)
(対照: 松尾地区N=85)

4 考 察

生体に及ぼすフッ素の影響を明らかにするためには、多くの事象を考慮しなければならないが、本報告でとりあげた内容は天然フッ素を含んだ飲料水由来の影響についてである。とくに、ウ蝕罹患への影響、歯牙フッ素症の発現と北緯40°45'地域における歯牙フッ素症指数(Community fluorosis index, CFI)を究明することであった。

本調査地区の天然フッ素によるウ蝕の抑制効果は、飲料水中フッ素濃度 0.3~ 3.2ppmのいずれの濃度群においても対照の松尾地区あるいは1975年の厚生省歯科疾患実態調査の資料(全国値)に比較して著明である。さらに、これらの成績と比較するために Arnold らの報告¹⁴⁾(1953年)からDMFT指数として引用してみると、天然フッ素地区(Illinois 州, Aurora F : 1.2ppm)においては6歳 : 0.28, 7歳 : 0.71, 8歳 : 1.04, 9歳 : 1.52, 10歳 : 2.02, 11歳 : 2.67, 水道フッ素化7年後の Grand Rapids (Michigan州)では6歳 : 0.26, 7歳 : 0.84, 8歳 : 1.58, 9歳 : 2.04, 10歳 : 2.93, 11歳 : 3.67であった。この Arnold らの成績と本報告の表3の成績と比較してもわかるように、北津軽のウ蝕罹患は米国の成績よりもかなり低い値を示している。ただし、被検者数は、北津軽が318名に対して、Aurora は2,606名、Grand Rapids は2,517名である。著者らのこれまでのウ蝕の疫学的研究によれば、6歳~11歳までのウ蝕罹患傾向については、被検者数が100名前後からの統計値であれば、大数例とも比較し得ることを確認している。

北津軽のフッ素濃度群別のウ蝕罹患傾向には6歳~11歳間にかかなりのバラツキがみられたことは、各濃度群での被検者数の偏りによるものであろうと考えられる。しかしながら、北津軽のⅣ群(F : 0.90~1.06ppm)と北津軽全体(F : 0.3~ 3.2ppm)のウ蝕罹患傾向がほとんど同じ程度を示していることは興味ある現象である。

なお、わが国の資料として、天然フッ素地区についての上田らの報告¹⁵⁾と口腔衛生学会上水道弗素化調査委員会による京都山科のフッ素化地区の報告¹⁶⁾があるが、それらの成績からDMFT指数として引用すると(並列された二つの数値のうち一つは笠岡, カッコ内の数値は山科の数値である), 6歳~7歳 : 0.44 (1.17), 7歳~8歳 : 0.84 (1.68), 8歳~9歳 : 1.15 (1.91), 9歳~10歳 : 1.21 (2.35), 10歳~11歳 : 1.55 (2.61)となっている。笠岡地区は天然フッ素上水道(市営)で1963年の調査時にはフッ素濃度 1.2~ 1.3ppmを示していたが、それ以前には恐らく1.5ppm前後と推定されている。この笠岡地区に比較しても北津軽の0.90~1.06ppm地区はより低いウ蝕罹患を示している。京都の上水道フッ素化地区である山科の場合、フッ素濃度 0.6ppmで(フッ素化9年後の成績, 1952年 : フッ素化, 1961年調査), 10歳~11歳の年齢では先に指摘した米国のフッ素化地区のGrand Rapids (F : 1ppm, 7年後の調査成績)より低いウ蝕罹患を示しているが、小学校低学年の6歳~9歳まではGrand Rapids より高いウ蝕罹患傾向を示しており、とくに、6歳~7歳におけるウ蝕罹患が高値を示していることは現在のウ蝕疫学的研究資料から考察すれば、異常な高値とみなされる。何故、6歳~7歳の年齢層においてこの異常な高値といえる現象がみられたかについては同報告にも考察されていない。

フッ素によるウ蝕の抑制作用に対して、一方で, dental fluorosis (歯牙フッ素症)の発現の程度を検討しなければならないが、歯のフッ素症については、今なお診断の困難性と分類上の解釈¹⁷⁾に混乱がある。とくに, milder forms の dental fluorosis の分類は慎重に行わなければならない。

本調査地区においては、1974年より継続観察して地区の被検者の出生地、居住歴、飲水歴、家族歴、既往歴とさらに水源のフッ素濃度及びその変動の有無を確認あるいは推定の検討をできるだけ入念に実施している。それでもなお、

フッ素との生体反応としては、いわゆる *dose-response relationship* の問題であるので、被検者の各個人についての生活様式の中でフッ素の絶対摂取量を出生時から追求することは不可能であり、一定の標準的な推測の上で全体の罹患度並びに地域の指標を明らかにする必要がある。*Community fluorosis index (CFI)* はまさにそのための指標であるが、*CFI* の決定にはいくつかの要因の検討結果と継続的な観察成績にもとづかなければならない。今回の本報告は先に述べたように疫学的調査としての中間報告的な内容であるが、文献的な検索を行なって今後の推測と確認への手がかりとした。

歯牙フッ素症の発現には環境要因、とくに水分摂取に影響を及ぼす地域の気温との関連が Galagan^{18,19)}によって指摘され、至適フッ素濃度 *optimum fluoride concentration* の算出式が提唱された²⁰⁾。その後、地域あるいは気温との関連で報告されたものの一部を挙げると、Witkopら(1962年チリについて)²¹⁾、Richardsら(1967年米国について)²²⁾、Leatherwoodら(1965年タイについて)²³⁾、Sheiham(1967年)²⁴⁾と Akpata and Jacksonら(1978年ナイジェリアについて)²⁵⁾、Binder(1961年オーストリアについて)²⁶⁾(1973年オーストリアについて)²⁷⁾、Scheininら(1964年フィンランドについて)²⁸⁾、Kallisら(1970年)²⁹⁾と Williamsonら(1972年オーストラリアについて)³⁰⁾、Møllerら(1970年ウガンダについて)³¹⁾、Siddiqui(1970年)³²⁾と Nandaら(1974年インドについて)³³⁾、Thylstrupら(1978年タンザニアについて)³⁴⁾、Olsson(1978年エチオピアについて)³⁵⁾、Forsman(1974年スウェーデンについて)³⁶⁾、Künzelら(1976年キューバについて)³⁷⁾、Minoguchi(1970年日本について)³⁸⁾などがある。さらに、Curzonらによれば、飲料水中の Sr と F の濃度が高いところでは、*Enamel mottling* の症度が強くなると、米国の Wisconsin 州の 7 地区での研究結果を報告している^{39,40)}。歯牙フッ素症の発現に及ぼすその他の影響として報告

されているもので、食品由来と大気汚染との関連についての文献的解説は総説¹⁷⁾の中に含まれている。

北津軽の fluorosis 発現の頻度(パーセント)を Arnold の報告⁴¹⁾の資料と比較してみると、同じく天然フッ素地区の Kawanee (Illinois州)では飲料水中フッ素濃度 0.9ppm で歯牙フッ素症発現者率(Q以上)は12.2%(N = 170)、1.8ppm地区の Elmhurst (Illinois州)では40.0%、2.6ppm地区の Colorado Springs (Colorado州)では73.8%となっている。これに対して北津軽における疑問型(Q)以上の歯牙フッ素症発現者率は0.90~1.06ppm地区で14.3%、1.54~1.96ppm地区で45.2%、2.90~3.18ppmでは79.2%となっており、Arnold の報告による米国の資料とほぼ一致している。Illinois 州及び Colorado 州のこれらの地区は北緯40°前後に位置しているので、本調査地区の北津軽(北緯40°45′)に気温条件もほぼ一致している。

これと関連して、*CFI* については Künzel の報告³⁷⁾に飲料水中フッ素濃度別(0.1~2.0 ppm)のこれまでの各報告者(Künzel: ドイツ, 年平均気温67.8°F地区, Künzel: キューバ, 83.8°F, Galagan・Dean: 米国, 67.2~72.2°F, Møller: ウガンダ, 85°F)による資料の比較検討がなされている。これによると、北津軽地区の *CFI* は、0.90~1.06ppmで *CFI* = 0.16を示しているのが、東ドイツの Karl-Marx-Stadt (水道フッ素化地区)の 1.0ppm における *CFI* = 0.13に近似している。同じく東ドイツの 1.5ppm地区では *CFI* = 0.30であるのに対して北津軽では1.54~1.96ppm地区で *CFI* = 0.58となっている。ちなみに、東ドイツの Karl-Marx-Stadt は北緯51°附近、年平均最高気温20℃に対して北津軽は北緯40°45′、年平均最高気温14.1℃である。この *CFI* 値は寒暖地方から亜熱帯、熱帯地方に至るにしたがって飲料水中フッ素濃度が低いにもかかわらず、Møllerら³¹⁾が指摘しているようになり高い値が報告されている。

C F I は生体に及ぼすフッ素の影響を知る上で、重要な指標である。Dean¹³⁾ によって提唱されて、Galagan^{18,19,20)} によって飲水量と気温の要因を加えて検討することが導入され、至適フッ素濃度 Optimum fluoride concentration の算出式が広く用いられるようになった。

わが国においては、美濃口が Galagan の式を補正してわが国の実状にあうように至適フッ素濃度の算出式を作成して、わが国における至適フッ素濃度の決定に貴重な資料を提示した^{38,42)}。その後、美濃口はさらに修正を加えて C F I 値と年平均気温と至適フッ素濃度に関する詳細な表を作製して報告している^{43,44)}。われわれは、わが国の北緯 40°45'、年平均気温 9.6°C (年平均最高気温 : 14.1°C) 地域における C F I についてより信頼できる値を得ることを目標にして本調査を継続しているが、近い将来、そ

の目的が達せられるならば、わが国の東北部に信頼度の高い至適フッ素濃度が確立されることになる。

しかしながら、C F I は一つの指標であって、それを決定するまでの背景には複雑な要素がかなりある。そのために、これまでに Enamel biopsy による客観的判定資料を得るための試み⁷⁾、水源のフッ素濃度変動の追求⁹⁾、さらに、出生地、居住歴、家族歴、飲水歴、既往歴などの検討を続行している。

本調査に御協力いただいた青森県北津軽郡板柳町沿川第一小学校並びに鶴田町梅沢小学校の教職員各位に謝意を表します。なお、資料の作成に御尽力くださった口腔衛生学教室員の菅原咲子嬢に感謝します。本論文の要旨は、第27回口腔衛生学会総会(昭和53年度)にて発表した。

なお、本研究の一部は昭和53年度厚生省医療助成補助金(主任研究者:上田喜一・昭和大歯学部)の分担研究によった。

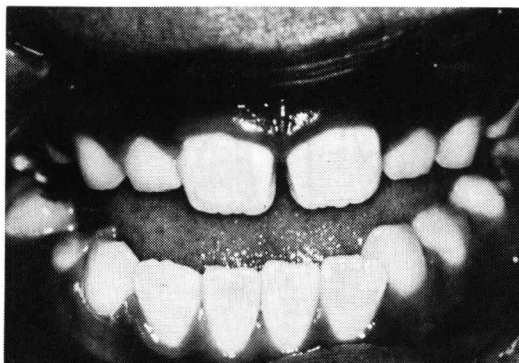


図6 Very Mild (VM) dental fluorosis

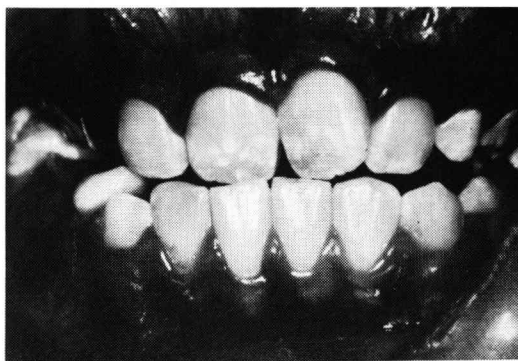


図7 Very Mild (VM) dental fluorosis

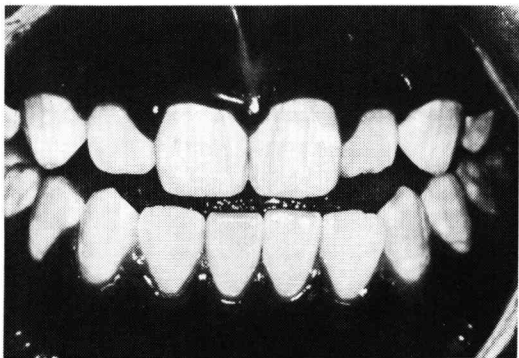


図8 Mild (M) dental fluorosis

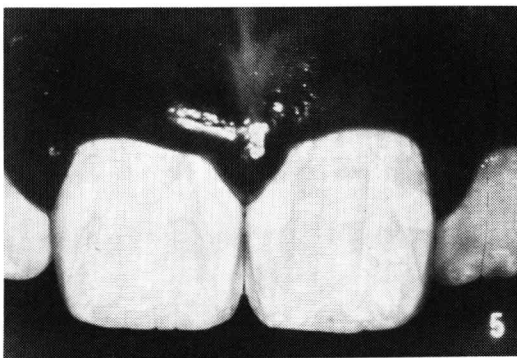


図9 Mild (M) dental fluorosis
図8と同一被検者 111 の拡大

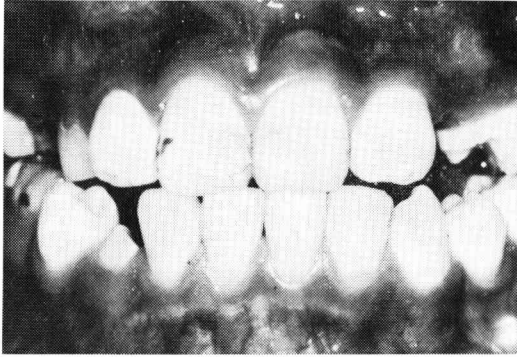


図10 Moderate (MO)
dental fluorosis

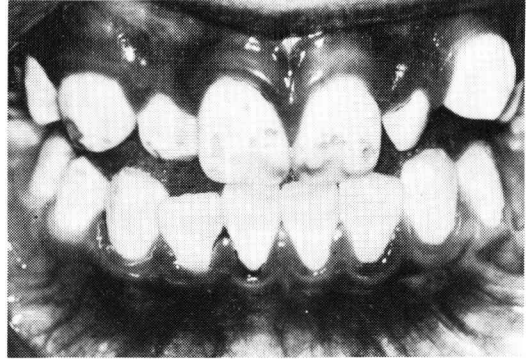


図11 Severe (S)
dental fluorosis

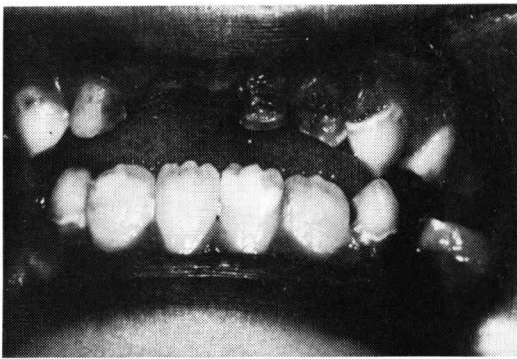


図12 Idiopathic enamel
opacities (IM)
エナメル質白斑

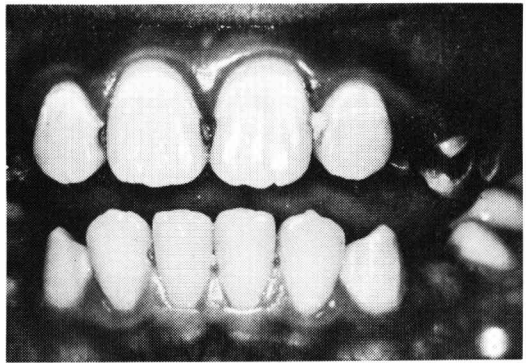


図13 White spots (WS)
歯垢による脱灰性白斑

Abstract : The observations on the occurrence of dental fluorosis, the prevalence of dental caries and community fluorosis indices in relation to the fluoride contents of drinking water (0.3-3.2ppm) have been conducted as an epidemiological longitudinal study since 1974 at the natural fluoride area (Kitatsugaru) of northern parts of Japan. The area of Kitatsugaru is located at 40°45' north latitude and annual mean temperature is 9.6°C (49.3°F) and annual mean maximum temperature is 14.1°C (57.4°F). The subjects of this study were 318 schoolchildren in the fluoride area excluding 32 children out of 350 total subjects due to their history of birth place, residence and family, and 503 children in the non-fluoride area (<0.1ppm) aged 6-12.

In the fluoride area, DMFT index showed 0.42 at age-6 and 1.44 at age-11 indicating extremely lower increment of dental caries. On the contrary, the index of non-fluoride area (Control) showed 0.31 at age-6 and 4.44 at age-11 indicating rapid increment which is similar trend of National Caries Survey (1975, Japan). In the fluoride area, 23 well waters were divided into six groups according to their fluoride concentrations: Group I, 0.31-0.38ppm; Group II, 0.52-0.63 ppm; Group III, 0.82-0.85ppm; Group IV, 0.90-1.06ppm; Group V, 1.54-1.96ppm; Group VI, 2.90-3.18ppm.

DMFT index at age-11 showed 2.0 in the Group III. Apparently, dental caries decreases with increasing the fluoride concentration of the water in this range. Caries reduction revealed 54.5% in the Group III, 68.2% in the Group IV and 77.2% in the Group V of drinking waters in contrast to Matsuo area (Control).

The percentage of schoolchildren having non-fluoride enamel opacities was 9.4% for fluoride

area. In the fluoride area, this percentage decreased from 14.7% for the Group I to 3.8% for the Group VI with increasing the fluoride concentration of the water. Severe type of dental fluorosis, except for the Group II, was only recognized in the Group VI (2.90-3.18ppm). Community fluorosis indices of the water groups were as follows: Group IV (0.90-1.06ppm), 0.16-negative zone; Group V (1.54-1.96ppm), 0.58-borderline zone; Group VI (2.90-3.18ppm), 1.81-higher than borderline zone. The direct relationship between the occurrence of dental fluorosis and fluoride concentration of drinking water will be revealed and CFI also will be validated in 1980, because the fluoride concentration of the water was confirmed since 1974.

文 献

- 1) 原田 潮, 松田和弘, 飯島洋一, 高江洲義矩, 久米田俊英, 鈴木鍾美: 北津軽地方における斑状歯発現に関する疫学的調査, 口衛誌, 25巻3号附録: 28-29, 1975.
- 2) 久米田俊英, 阿部節子, 野田三重子, 鈴木鍾美, 原田 潮, 松田和弘, 飯島洋一, 高江洲義矩: 北津軽地方における斑状歯発現に関する調査報告, 岩医大歯誌, 1: 27-34, 1976.
- 3) 飯島洋一, 田沢光正, 松田和弘, 奈良吉剛, 久米田俊英, 高江洲義矩: 北津軽地方における飲料水中フッ素濃度群別歯牙フッ素発現に関する疫学的研究, 口衛誌, 28: 11-20, 1978.
- 4) 田沢光正, 飯島洋一, 松田和弘, 三浦陽子, 高江洲義矩, 久米田俊英, 鈴木鍾美: 北津軽地方における乳歯のう蝕罹患状況について, 一高フッ素および低フッ素の比較一, 岩医大歯誌, 3: 110, 1978.
- 5) 田沢光正, 飯島洋一, 松田和弘, 三浦陽子, 高江洲義矩: 東北地方における小学校学童のう蝕罹患性に関する疫学的研究(1976年検診), 岩医大歯誌, 3: 54-67, 1978.
- 6) 田沢光正, 飯島洋一, 松田和弘, 三浦陽子, 高江洲義矩: 東北地方小学校学童の歯種別う蝕罹患性に関する疫学的分析(1976年検診), 岩医大歯誌, 3: 160-171, 1978.
- 7) 飯島洋一, 松田和弘, 原田 潮, 田沢光正, 高江洲義矩: エナメル質表層におけるフッ素濃度分布(II)一エナメル質生検法による検討一, 口衛誌, 27: 2-7, 1977.
- 8) 松田和弘, 原田 潮, 飯島洋一, 田沢光正, 高江洲義矩: 青森県北津軽郡における斑状歯発生地域の飲料水中化学成分について, 口衛誌, 27: 8-14, 1977.
- 9) 松田和弘, 飯島洋一, 田沢光正, 高江洲義矩, 久米田俊英: 北津軽郡の歯牙フッ素症発現地域における飲料水中フッ素濃度の変動について, 口衛誌, 28: 84-88, 1978.
- 10) 松田和弘, 飯島洋一, 田沢光正, 高江洲義矩: 弘前市西部簡易水道地域における飲料水中フッ素の分布, 口衛誌, 28: 21-25, 1978.
- 11) WHO. Oral Health Surveys. Basic method, World Health Organization, Geneva, 1971.
- 12) 厚生省医務局歯科衛生課: 昭和50年度歯科疾患実態調査報告, 医歯薬出版, 東京, 1977.
- 13) Dean, H.T.: The investigation of physiological effect by the epidemiological method. In fluorin and dental health, edited by F. A. Moulton. AAAS. Pub. Lancaster, Sciens Press, 23-31, 1942.
- 14) Arnord, F.A. Jr., Dean, H.T. and Knutson, J.W.: Effect of fluoridated public water supplies on dental caries prevalens. Results of the seventh year of study at Grand Rapids and Muskegon, Mich. *Pub. Health Rep.* 68. 141-148, 1953.
- 15) Ueda, K., Iizuka, Y., Fujimura, Y., Ohashi, K., Mori, T., Hasegawa, T., Takaesu, Y., Kondo, K., Egawa, T. and Hinoide, M.: Dental and systemic effects on children of municipal water accidentally fluorinated for nine years. On the dental caries and mottled enamel prevalens, *Bull. Tokyo Dent. Coll.* 5: 70-84, 1964.
- 16) 口腔衛生学会上水道弗素化調査委員会: 上水道弗素化の齲蝕予防効果に関する調査報告, 口衛誌, 12: 27-41, 1962
- 17) 高江洲義矩, 飯島洋一, 田沢光正, 松田和弘: 斑状歯の疫学的解釈—特に Milder forms の分類について—, 歯界展望, 50: 1005-1024, 1977.
- 18) Galagan, D.J. and Lamson, G.G.: Climate and endemic dental fluorosis, *Pub. Health Rep.* 68: 497-508, 1953.
- 19) Galagan, D.J., Vermillion, J.R., Nevitt, G. A., Stadt, Z.M. and Dart, R.E.: Climate and fluid intake, *Pub. Health Rep.* 72: 484-490, 1957.
- 20) Galagan, D. J. and Vermillion, J. R.: Determining optimum fluoride concentrations, *Pub. Health Rep.* 72: 491-493, 1957.
- 21) Witkop, C. J. Jr., Barros, L. and Hamilton, P. A.: Geographic and nutritional factors in dental caries, *Pub. Health Rep.* 77:

- 928-940, 1962.
- 22) Richards, L. F., Westmoreland, W. W., Tashiro, M., McKay, C.H. and Morrison J. T. : Determining optimum fluoride levels for community water supplies in relation to temperature, *J. A. D. A.* 74 : 389-397, 1967.
 - 23) Leatherwood, E.C., Burnett, G.w., Chandravejjsmarn, R. and Sirikaya, P. : Dental caries and dental fluorosis in Thailand, *Amer. J. Pub. Helth.* 55. 1792-1799, 19 65.
 - 24) Sheiham, A. : The prevalence of dental caries in Nigerian populations, *Brit. dent. J.* 123 : 144-148, 1967.
 - 25) Akpata, E. S. and Jackson, D. : Mottled permanent incisors in 15-year-old Lagos children, *Community Dent. Oral Epidemiol.* 6 : 36-39, 1978.
 - 26) Binder, K. : Caries frequency and fluorosis in Mallitz and the valley of Otz (1.0-1.8 ppm F in the drinking water), *Archs oral Biol.* 6 : 198-202, 1961.
 - 27) Binder, K. : Comparison of the effects of fluoride drinking water on caries frequency and mottled enamel in three similar regions of Austria over a 10-year period, *Caries Res.* 7 : 179-183, 1973.
 - 28) Scheinin, A., Kaljarvi, E., Harjola, O. and Heikkinen, K. : Prevalence of dental caries and dental health in relation to variable concentration of fluorides in drinking water, *Acta odont. Scand.* 22 : 229-254, 1964.
 - 29) Kallis, D. G. and Silva, D. G. : Occurrence of dental fluorosis in Australian aboriginal children resident in Carnarvon, Western Australia, *Aust. dent. J.* 15 : 216-224, 1970.
 - 30) Williamson, J. J. and Barrett, M. J. : Oral health of Australian Aborigines. endemic dental fluorosis, *Aust. dent. J.* 17 : 266-268. 1972.
 - 31) Møller, I. J., Pindborg, J. J., Gedalia, I. and Roed-Petersen, B. : The prevalence of dental fluorosis in the people of Uganda, *Archs oral Biol.* 15 : 213-225. 1970.
 - 32) Siddiqui, A. H. : Fluorosis in areas of India with a high natural content of water fluoride. Fluorine and human health, Monograph ser. WHO, No.59, 284-294, 1970.
 - 33) Nanda, R. S., Zipkin, I., Doyle, J. and Horowitz, H. S. : Factors affecting the prevalence of dental fluorosis in Lucknow, India, *Archs oral Biol.* 19 : 781-792, 1974.
 - 34) Thylstrup, A. and Fejerskov, O. : Clinical appearance of dental fluorosis in permanent teeth in relation to histologic changes, *Community Dent. Oral Epidemiol.* 6 : 315-328, 1978.
 - 35) Olsson, B. : Dental caries and fluorosis in Arussi province, *Ethiopia, Community Dent. Oral Epidemiol.* 6 : 338-343, 1978.
 - 36) Forsman, B. : Dental fluorosis and caries in high-fluoride districts in Sweden, *Community Dent. Oral Epidemiol.* 2 : 132-148, 1974.
 - 37) Künzel, W. and Soto Pádrón, F. : Caries and dental fluorosis in Cuban children, *Caries Res.* 10 : 104-112, 1976.
 - 38) Minoguchi, G. : Japanese studies on water and food fluoride and general and dental health. Fluorine and human health, Monograph ser. WHO. No.59. 294-304, 1970.
 - 39) Curzon, M.E.J. and Spector, P.C. : Enamel mottling in a high strontium area of the U.S.A., *Community Dent. Oral Epidemiol.* 5 : 243-247, 1977.
 - 40) Curzon, M. E. J. and Losee, F. L. : Strontium content of enamel and dental caries, *Caries Res.* 11 : 321-326, 1977.
 - 41) Arnold, F. A. Jr. : Fluorine in drinking water. Its effect on dental caries, *J. A. D. A.* 36 : 28-36, 1948.
 - 42) 美濃口玄 : 山科地区上水道フッ素化11ヶ年の成績ならびに上水道フッ素化をめぐる諸問題, 京大口科紀要, 4 : 45-124, 1964.
 - 43) Minoguchi, G. : Table of fluoride concentration (ppm) in drinking water corresponding to CFI (Community fluorosis index-Dean) values in different annual temperature zones, *Bull. Stomatol. Kyoto Univ.* 13 : 25-34, 1975.
 - 44) Minoguchi, G. : the correlation of chronic toxic effect in tropical and subtropical areas between fluoride concentration in drinking water and climate, especially mean annual temperature, *Bull. Stomatol. Kyoto Univ.* 13 : 35-45, 1975.