水俣地区における人歯牙含有水銀量に関する研究

九州歯科大学第2口腔外科学教室 (指導: 池尻茂教授)

九州歯科大学外科学教室 (指導: 草場威稔夫教授)

専修生 伊藤 俊 一

昭和51年4月28日受付

(本論文の要旨は, 昭和50年5月25日・第35回九州歯科学会総会, 昭和50年10月22日・第23回日本災害医学会総会および昭和50年12月6日・第8回日本口腔科学会九州地方部会で発表した.)

Study on Mercury Concentration in Human Teeth at Minamata Area

By

Shunichi Ito

Second Department of Oral Surgery (Director: Prof. Shigeru Ikejiri)

Department of Surgery (Director: Prof. Izuo Kusaba)

Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan.

The mercury materials concern as environmental pollution. Ikejiri, et al (1971) and Aoki reported the oral symptoms of the fetal Minamata Disease.

The dental profession used mercury about 4 % of the total amount used in the U.S.. The hazards of health have brought in dental office and its auxiliary.

Under these situation, the mercury content in human teeth couldn't contact untill Kitamura and Kusaba (1975) used the non-flame atomic absorption spectrophotometer.

In this report the mercury concentration was studied in the Minamata Area, which reduced randomly.

1. The mercury concentration in normal teeth at Minamata and control area showed no significant difference.

2. The mercury concentration in the age group of forties was significantly higher than that of twenties.

3. The teeth-age was defined as the term after the eruption. The teeth-age of thirty which were erupted during the Chisso plants increasing the production were higher level of mercury than the teeth-age of twenty that of after the World War II.

4. The mercury level in dentine carried the some correlation between the mean concentration of the teeth-age.

5. Kitakyushu, et al and Minamata were situated under the same environmental condition because the mean level of the teeth-age had almost same transition. The Minamata Disease could be reconsidered from the causal point of views.

6. The mercury concentration in normal adult teeth with the Minamata Disease

reached slightly higher than that of healthy person.

7. The four degree of caries indicated higher level of mercury concentration which was caused from enamel substance. The enamel of caries could suggest the oral hygiene situation.

The mercury level was analyzed in each group. The term of teeth-age reveals the retrospective mercury level in person and the environmental condition.

目 次

緒 言

定量法の概要

水俣地区における歯牙含有水銀量に関する検討

I 一般的事項

II 健常歯牙の含有水銀量

a 頻度別分布ヒストグラム

b 含有水銀量の性別差

c 含有水銀量の年齢別差

d 歯種別含有水銀量

e 歯牙硬組織別含有水銀量

III 齲歯の含有水銀量

IV 歯牙年齢別にみた含有水銀量

V 小括

水俣病患者歯牙の含有水銀量に関する検討

北九州市など他地区における歯牙含有水銀量に関する 知見補遺

I 健常歯牙の含有水銀量

a 頻度別分布ヒストグラム

b 含有水銀量の年齢別差

c 歯種別含有水銀量

d 歯牙硬組織別含有水銀量

II 歯牙年齢別にみた含有水銀量

III 埋伏智歯の含有水銀量

IV 小括

総括ならびに考察

結語

引用文献

緒 言

最近、水銀は、環境汚染物質として注目され、ことに水俣病の原因物質として広く知られている。有機水銀中毒症としての水俣病に関する研究は、枚挙にいとまがない。

水俣病（とくに、胎児性）患者の歯科学的な所見についても、池尻ら（1971）¹⁾、青木（1974）²⁾などの詳細な

報告がみられる。

また、歯科医療は、治療上、アマルガムを利用する機会が多い。米国では、年間水銀総需要量の約4%が、歯科治療用アマルガムとして用いられており、歯科医療従事者・歯科診療室などの水銀汚染が、新たな問題を提起している（Miller et al.:1974³⁾、Schneider:1974⁴⁾）。

しかしながら、人歯牙の含有水銀量を分析定量した報告は、意外に少なく、原子吸光分析法を用いた、教室・北村（1975）⁵⁾、草場ら（1975）⁶⁾の業績をみるにとどまるようである。

このたび、北村の方法に従い、熊本県水俣市および芦北郡（以下、水俣地区と略記する）で、無作為に蒐集された人歯牙の含有水銀量を分析定量し、若干の興味ある知見が得られた。ここに、その詳細を述べ、口腔環境汚染の立場から、考察を加えて報告する。

定 量 法 の 概 要

原子吸光装置としては、日立 207 型原子吸光光度計および QPD-54 型記録計を用い、光源は、日立製の水銀用中空陰極ランプを使用した（表1）。

表1 定 量 法 の 概 要
— 装 置 と 試 薬 —

装 置	
原子吸光分析装置	日立 207 型
水銀用中空陰極ランプ	(6 mA, 100 V)
記 録 計 (QPD-54)	
日立製水銀分析附属装置	
方 法	
炎なし還元気化循環方式	
試 薬	
水銀標準液 (1,000 μg/ml)	
10% 塩化第一スズ	
50% 硫酸	

2% 硫酸酸性過マンガン酸カリウム
 硝酸
 過マンガン酸カリウム
 過塩素酸

水銀分析には、日立製水銀分析用附属装置を利用し、硫酸・塩化第1錫による還元酸化循環方式を採用して、総水銀量を測定対象とした(表1)。

一般に、工場排水などを検体とした水銀の分析定量法

では、硝酸と過マンガン酸カリウムによる加熱疎解が、前処理として、用いられている(日本工業標準調査会: 1974⁷⁾)。

ところが、北村は、乾燥歯牙の0.1~0.5gに、過塩素酸1~2mlを加えて、試験管中に密封静置し、完全に溶解した透明溶液を、直接、試料として、水銀を分析定量している。すでに、詳細な基礎的検討結果が報告されているが、一応、乾燥歯牙を検体とした場合の水銀回収能を、上記方法と対比して再検討した(表2)。

表2 前処理法の再検討

方法	検体歯牙 HClO ₄ + 2 ml	HNO ₃ 1 ml	KMnO ₄ 2 ml	Hg 0.02 μg/ml 1 ml	回収能 (%)
A	○	+	+	-	-
	○	+	+	+	103
B	○	-	-	+	98
	○	-	-	-	-

A: 日本工業標準調査会法 B: 北村法

その結果、水銀の回収率は、それぞれ、103%, 98%で、ともに良好であった(表2)。したがって、試薬による汚染と操作の煩雑性などをも考慮して、検体歯牙の前処置もまた、北村の方法(表1)を踏襲した。

水俣地区における歯牙含有水銀量に関する検討

I 一般的事項

熊本県水俣市および芦北郡田浦町の2歯科診療所で、外来診療時に抜去された歯牙を対象検体とした。

健常歯牙・齲蝕歯など、すべて歯科治療の必要上、抜歯されたもので、しかも、一定期間(昭和45年11月9日~昭和50年8月28日)に、無作為に蒐集されたものである。

蒐集歯牙は207検体で、うち42検体は、水俣病患者から得られたものである。また、他の10検体はアマルガム充填・根管充填などの保存治療歯牙であった。これらについては、別個に論述する。

したがって、検討対象とした、水俣地区における一般人の歯牙検体は、155検体である。

なお、歯牙の含有水銀量は、乾燥単位重量当りの水銀量として算出した。各集団群別の平均含有水銀量は、算術平均値(±標準偏差)で記述し、平均値の差の検定に当っては、F-testで分散を吟味して、t検定を行い、

有意水準5%で、その有意性を検討した。

a 頻度別分布ヒストグラム

水俣地区における、一般人歯牙・155検体のうち、121検体が健常歯牙である。

ここにいう健常歯牙とは、歯周病の治療に際し、あるいは、歯科矯正の必要上、抜歯されたもので、歯牙自体には、少なくとも、肉眼的に、病的所見が認められなかったものである。

健常歯牙・121検体の平均含有水銀量は、0.0534(±0.0402) μg/gで、その頻度別分布ヒストグラムをみると、ピークは0.01 μg/g 台の22検体である。著しく低値側に偏位している(図1)。

すなわち、含有水銀量が、ほぼ平均値の0.05 μg/g未満の検体が72検体(59.5%)で、最も多い。0.05以上0.1 μg/g未満の検体は、28検体(23.1%)であり、0.1以上0.2 μg/g未満の検体は、21検体(17.4%)にすぎない。

なお、含有水銀量が、0.01 μg/g未満の痕跡的であった歯牙は、4検体にとどまる。

b 含有水銀量の性別差

男性歯牙・76検体の平均含有水銀量は、0.0550(±0.0405) μg/gであり、女性歯牙・45検体では、0.0518(±0.0410) μg/gである。相互の差は有意ではない。

図1 水俣地区健康歯牙の含有水銀量
—頻度別分布ヒストグラム—

c 含有水銀量の年齢別差

抜歯時満年齢を、10才毎に区分し、歯牙含有水銀量を対比検討した(表3)。

表3 水俣地区健康歯牙の含有水銀量
—年齢別差の検討—

年 齢	検 体 数	平均含有水銀量 (μg/g)
<10	7	0.0912 ± 0.0368
10～	21	0.0550 ± 0.0337
20～	10	0.0284 ± 0.0143
30～	17	0.0514 ± 0.0440
40～	20	0.0739 ± 0.0517
50～	27	0.0396 ± 0.0305
60<	19	0.0535 ± 0.0355

10才未満群(7検体)では、平均含有水銀量は0.0912(±0.0368) μg/gで、他年齢群に比較して、最も高値を示し、ついで、40才台群(20検体)の0.0739(±0.0517) μg/gである。一方、最も低値を示したのは、20才台群(10検体)の0.0284(±0.0143) μg/gである。

各年齢群別の平均含有水銀量の差の検定では、10才未満群は、30才台(0.0514 ± 0.0440 μg/g)・50才台(0.0396 ± 0.0305 μg/g)および60才以上(0.0535 ± 0.0355 μg/g)の各年齢群に対して、その差は有意であり、また、40才台群と、20才台・50才台群との間にも、有意の差がみられる。

ことに、40才台群と20才台群との差は顕著で、20才台群の平均含有水銀量は、著しく少ない。

d 歯種別含有水銀量

乳歯・14検体の平均含有水銀量は、0.0699(±0.0443) μg/gである(表4)。

永久歯では、前歯(58検体)が0.0441(±0.0327) μg/g、小臼歯(31検体)が0.0462(±0.0401) μg/g、大臼歯(14検体)が0.0889(±0.0377) μg/g、智歯(4検体)が0.0749(±0.0696) μg/gである(表4)。

表4 水俣地区健康歯牙の含有水銀量
—歯種別差の検討—

歯 種	検 体 数	平均含有水銀量 (μg/g)
乳 歯	14	0.0699 ± 0.0443
永 久 歯	前 歯	58
	小臼歯	31
	大臼歯	14
	智 歯	4
		0.0441 ± 0.0327*
		0.0462 ± 0.0401
		0.0889 ± 0.0377*
		0.0749 ± 0.0696

* 有意差

乳歯と永久歯・各歯種別群との間に、有意の差はない。ちなみに、永久歯・計107検体の平均含有水銀量は0.0517(±0.0398) μg/gである。

永久歯を各歯種別にみた平均含有水銀量の対比では、大臼歯と前歯との差が著しく、大臼歯に多い。このことは、大臼歯・14検体のうち、6検体が満年齢・40才台歯牙であり、一方、前歯・58検体では、40才台歯牙は3検体にすぎず、50才台歯牙が27検体、20才台歯牙が12検体にもおよんでいたことによる。したがって、歯牙含有水銀量の歯種別差はないものと考えられる。

e 歯牙硬組織別含有水銀量

乾燥歯牙を乳棒で軽打し、エナメル質と象牙質とに分離し得た検体については、歯牙硬組織別の含有水銀量を定量した。

平均含有水銀量は、エナメル質(57検体)で0.0588

表5 水俣地区健康歯牙の含有水銀量
— 年齢別・歯牙硬組織別差の検討 —

年 齢	エ ナ メ ル 質		象 牙 質	
	検体数	平均含有水銀量 ($\mu\text{g/g}$)	検体数	平均含有水銀量 ($\mu\text{g/g}$)
<10	1	0.1220	2	0.0981 $\pm$ 0.0524
10~	8	0.0639 $\pm$ 0.0419	11	0.0473 $\pm$ 0.0383
20~	5	0.0389 $\pm$ 0.0099*	5	0.0178 $\pm$ 0.0092**
30~	9	0.0531 $\pm$ 0.0408	7	0.0511 $\pm$ 0.0548
40~	10	0.0793 $\pm$ 0.0541*	10	0.0685 $\pm$ 0.0515**
50~	14	0.0432 $\pm$ 0.0356	13	0.0356 $\pm$ 0.0246
60<	10	0.0647 $\pm$ 0.0293	9	0.0410 $\pm$ 0.0394
(計)	57	0.0588 $\pm$ 0.0403	57	0.0510 $\pm$ 0.0434

*, ** 有意差

(± 0.0403) $\mu\text{g/g}$, 象牙質 (57検体) で 0.0510 (± 0.0434) $\mu\text{g/g}$ であり, その差は有意ではない。

さらに, 歯牙硬組織別含有水銀量を, 満年齢別に, 10才毎に区分して, 対比検討した (表5)。

各年齢群ともに, 平均含有水銀量は, エナメル質で多い傾向がうかがわれる。ことに, 20才台群で, その差は大きい (エナメル質: $0.0389 \pm 0.0099 \mu\text{g/g}$, 象牙質: $0.0178 \pm 0.0092 \mu\text{g/g}$)。

また, 20才台・歯牙で, エナメル質・象牙質とも, 他年齢群に比較して, その平均含有水銀量は, 最も少ない。反面, 40才台・歯牙のエナメル質 ($0.0793 \pm 0.0541 \mu\text{g/g}$)・象牙質 ($0.0685 \pm 0.0515 \mu\text{g/g}$) における平均含有水銀量は, 他年齢群に比べて, 多い傾向にある。

40才台と20才台・歯牙の, エナメル質および象牙質における平均含有水銀量の差は, ともに有意の差であり, ことに, 象牙質で著しい差がみられる。

Ⅲ 齲歯の含有水銀量

水俣地区で蒐集された齲歯は34検体で, その平均含有水銀量は, $0.0492 (\pm 0.0415) \mu\text{g/g}$ である (表6)。

齲蝕の程度を $C_1 \sim C_4$ に分類 (厚生省分類) し, さらに, $C_1 \sim C_2$ 群 (26検体) と $C_3 \sim C_4$ 群 (8検体) に区分して, 各群の含有水銀量を調査した。

その平均含有水銀量は, $C_1 \sim C_2$ 群で $0.0516 (\pm 0.0439) \mu\text{g/g}$, $C_3 \sim C_4$ で $0.0463 (\pm 0.0343) \mu\text{g/g}$ である (表6)。両群の差は, 有意ではなく, また, 健康歯牙の

表6 水俣地区齲歯の含有水銀量

検 討 事 項	検体数	平均含有水銀量 (μg/g)
総 括	34	0.0492 ± 0.0415
C ₁ ~ C ₂	26	0.0516 ± 0.0439
C ₃ ~ C ₄	8	0.0463 ± 0.0343
乳 歯	10	0.0627 ± 0.0541
永 久 歯	24	0.0452 ± 0.0350
エナメル質	16	0.0736 ± 0.0486
象 牙 質	17	0.0301 ± 0.0176
性別	男	0.0674 ± 0.0508
	女	0.0369 ± 0.0266

平均含有水銀量と比べても, 差はみられない。

齲蝕永久歯 (24検体) の平均含有水銀量は $0.0452 (\pm 0.0350) \mu\text{g/g}$ で, 齲蝕乳歯の平均含有水銀量は $0.0627 (\pm 0.0541) \mu\text{g/g}$ である (表6)。分散には差がみられるが, 平均含有水銀量の差は, 有意ではない。

齲歯を, エナメル質と象牙質とに分離し, 歯牙硬組織別に平均含有水銀量を対比すると, エナメル質 (16検体) の $0.0736 (\pm 0.0486) \mu\text{g/g}$ は, 象牙質 (17検体) の $0.0301 (\pm 0.0176) \mu\text{g/g}$ に比べて, 明らかに高値であり, その差は有意である (表6)。

つぎに, 齲歯の含有水銀量を, 男・女別に検討する

と、男性・15検体の平均含有水銀量は $0.0674(\pm 0.0508)$ $\mu\text{g/g}$ となり、女性・19検体の平均含有水銀量は $0.0369(\pm 0.0266)$ $\mu\text{g/g}$ となる (表6). 分散の差はみられるが、平均値の差は有意ではない. このことは、男性・15検体のうち、7検体が、齲蝕乳歯であることによるものであり、性別差ではない.

IV 歯牙年齢別にみた含有水銀量

飯塚 (1974)⁸⁾ の著書に表示された、萌出時期 (藤田: 1957⁸⁾) を基準として、検体歯牙の萌出後の経過年数を算定し、その経過年数を、歯牙年齢と仮称した. 歯科矯正学的に、Hellman⁹⁾ の咬合発育段階 (developmental stages of occlusion) を、dental age (歯牙年齢)¹⁰⁾ と慣用されているようであるが、ここに云う「歯牙年齢」とは、全く別個の新しい概念の言葉である. このような歯牙年齢算出の有用性は、後に、詳述する.

まずは、ここに、歯牙年齢を10才毎に区分して、歯牙年齢別にみた、健常永久歯の含有水銀量に関する検討成績を述べる (表7).

平均含有水銀量は、歯牙年齢・10才未満群 (14検体) で $0.0590(\pm 0.0354)$ $\mu\text{g/g}$, 10才台群 (5検体) で $0.0595(\pm 0.0686)$ $\mu\text{g/g}$, 20才台群 (20検体) で $0.0326(\pm 0.0246)$ $\mu\text{g/g}$, 30才台群 (21検体) で $0.0695(\pm 0.0489)$ $\mu\text{g/g}$, 40才台群 (18検体) で $0.0447(\pm 0.0376)$ $\mu\text{g/g}$, 50才以上群 (29検体) で $0.0516(\pm 0.0347)$ $\mu\text{g/g}$ となる.

歯牙年齢・30才台群で、平均含有水銀量は最高値を示

表7 水俣地区健常歯牙の含有水銀量
— 歯牙年齢別差の検討 —

歯牙年齢		検体数	平均含有水銀量 ($\mu\text{g/g}$)
乳 歯		14	$0.0699 \pm 0.0443^{**}$
永 久 歯	<10	14	$0.0590 \pm 0.0354^{**}$
	10~	5	0.0595 ± 0.0686
	20~	20	$0.0326 \pm 0.0246^*$
	30~	21	$0.0695 \pm 0.0489^{**}$
	40~	18	0.0447 ± 0.0376
	50<	29	0.0516 ± 0.0347

* と ** とは有意差

し、20才台群で最も少ない. この両群の平均含有水銀量には、有意の差がみられる. また、歯牙年齢・20才台群の平均含有水銀量は、10才未満群と比べても、有意に少ない. ちなみに、健常乳歯の平均含有水銀量 ($0.0699 \pm 0.0443 \mu\text{g/g}$) も、歯牙年齢・20才台群の平均含有水銀量に比べて、有意の高値を示している.

つぎに、歯牙年齢別に、健常永久歯におけるエナメル質と象牙質の含有水銀量を対比検討した (表8).

エナメル質および象牙質の平均含有水銀量もまた、歯牙年齢・30才台群で最も多い. しかし、差の検定では、象牙質で、歯牙年齢・30才台群 ($0.0678 \pm 0.0546 \mu\text{g/g}$) と、20才台群 ($0.0221 \pm 0.0136 \mu\text{g/g}$) および40才台群

表8 水俣地区健常歯牙の含有水銀量
— 歯牙年齢別・歯牙硬組織別差の検討 —

組織別 歯牙年齢		エ ナ メ ル 質		象 牙 質	
		検体数	平均含有水銀量 ($\mu\text{g/g}$)	検体数	平均含有水銀量 ($\mu\text{g/g}$)
乳 歯		4	0.0685 ± 0.0525	6	0.0640 ± 0.0508
永 久 歯	<10	5	0.0741 ± 0.0386	7	0.0473 ± 0.0367
	10~	3	0.0403 ± 0.0474	2	0.0884 ± 0.1075
	20~	10	0.0415 ± 0.0303	9	$0.0221 \pm 0.0136^{**}$
	30~	11	0.0709 ± 0.0490	10	$0.0678 \pm 0.0546^*$
	40~	9	0.0507 ± 0.0453	9	$0.0387 \pm 0.0295^{**}$
歯	50~	11	0.0669 ± 0.0369	10	0.0408 ± 0.0352
	60<	4	0.0497 ± 0.0211	4	0.0385 ± 0.0323

* と ** とは有意差

($0.0387 \pm 0.0295 \mu\text{g/g}$) との間に、有意性が認められたにとどまり、エナメル質では、歯牙年齢別差はみられていない。

V 小 括

水俣地区で蒐集された一般人健常歯牙・121 検体、齲歯・34 検体を対象として、含有水銀量に関する検討成績を前述した。

教室では、先に、北村 (1975)⁵⁾ が、北海道大夕張地区・北九州市地区・宮崎県諸塚地区における無作為蒐集歯牙の含有水銀量 (算術平均 $\pm$ 標準誤差) を、詳細に報告している。

両者の知見を比較して、とくに水俣地区における健常歯牙の含有水銀量について、特徴的と考えられる知見を下記する。

1. 水俣地区における健常歯牙の平均含有水銀量は、永久歯で $0.0517 (\pm 0.0398) \mu\text{g/g}$ 、乳歯で $0.0699 (\pm 0.0443) \mu\text{g/g}$ である。

北村の報告した、 $0.0552 (\pm 0.0102) \mu\text{g/g}$ および $0.0568 (\pm 0.0081) \mu\text{g/g}$ との間に、有意の差はない。

2. 北村の報告では、健常歯牙の含有水銀量には、年齢別差は認められていない。

一方、水俣地区における健常歯牙の年齢別・平均含有水銀量の対比では、40才台群 ($0.0739 \pm 0.0517 \mu\text{g/g}$) と、20才台群 ($0.0284 \pm 0.0143 \mu\text{g/g}$) との差は顕著で、ことに、20才台群の平均含有水銀量は著しく少ない (表

3)。

この年齢別差は、歯牙硬組織別にみた、エナメル質および象牙質の平均含有水銀量の検討でも、同様に観察される (表5)。

すなわち、水俣地区における一般人健常歯牙の含有水銀量には、年齢別差がみられる。

3. 萌出時期を基準とした歯牙年齢 (仮称) を算出し、水俣地区における健常永久歯の歯牙年齢別・平均含有水銀量を比較検討した所、歯牙年齢・30才台群 ($0.0695 \pm 0.0489 \mu\text{g/g}$) および10才未満群 ($0.0590 \pm 0.0354 \mu\text{g/g}$) と、20才台群 ($0.0326 \pm 0.0246 \mu\text{g/g}$) との間には、有意の差がみられる (表7)。

歯牙硬組織別には、象牙質で、歯牙年齢・30才台群 ($0.0678 \pm 0.0546 \mu\text{g/g}$) は、20才台群 ($0.0221 \pm 0.0136 \mu\text{g/g}$) および40才台群 ($0.0387 \pm 0.0295 \mu\text{g/g}$) に比べて、有意の高値を示している (表8)。

4. 健常歯牙で、歯牙硬組織別に、エナメル質と象牙質の平均含有水銀量を検討した結果では、有意の差はない。

しかしながら、水俣地区の齲歯では、エナメル質の平均含有水銀量 ($0.0736 \pm 0.0486 \mu\text{g/g}$) は、象牙質 ($0.0301 \pm 0.0176 \mu\text{g/g}$) に比べて、著しく多い。

水俣病患者歯牙の含有水銀量に関する検討

水俣病認定患者8例および認定保留患者1例、計9例

表9-a 水俣病患者歯牙の含有水銀量

症例・性別 生年月日	住 所	発病(認定) 年 月 日	抜 歯 年 月 日 (年 齢)	抜 歯 理 由	検 体 歯 牙		含 有 水 銀 量 ($\mu\text{g/g}$)
					歯 種	組 織 別	
1 S. S. 昭和 31. 7.20	袋 湯 堂	昭和 31. 7.20 胎 児 性	昭和 50. 8.28 (19)	C ₃ C ₄ 埋 伏	5	エ ナ メ ル	0.0347
					5	象 牙	0.0183
					7	象 牙	0.0130
					8	エ ナ メ ル	0.0103
					8	象 牙	0.0104
2 M. T. 29. 8.13	月 浦	31. 6 幼 児 性	49. 6.25 (19)	P	8	エ ナ メ ル	0.0084
					8	象 牙	0.0056
3 M. E. 29. 1.13	明 神	31. 2. 8 幼 児 性	49. 8.21 49.12.23 (20)	C ₄ C ₄ P	1	象 牙	0.0550
					2	象 牙	0.4706
					8	エ ナ メ ル	0.2375
					8	象 牙	0.0652
4 W. M. 3. 2.11	湯 堂	48. 5.31 (認定 成人)	49. 7.30 (46)	C ₄	2	象 牙	0.4370

表9-b 水俣病患者歯牙の含有水銀量

症例・性別 生年月日	住 所	発病(認定) 年 月 日	抜 歯 年 月 日 (年 齢)	抜 歯 理 由	検 体 歯 牙		含 有 水 銀 量 ($\mu\text{g/g}$)
					歯 種	組 織 別	
5 C. T. 明治 42. 1. 7	津 奈 木	昭和 46. 4.22 (認定) (成人)	昭和 49. 5.27 (65)	C ₃	5	エナメル	0.0645
					5	歯 根 部	0.0565
					5	混	0.0631
					6	エナメル	0.0639
					6	象 牙	0.0479
6 M. T. 大正 3.12. 1	出 月 (梅戸)	31. 5.25 (成人)	46. 7.13 (67)	P	7	エナメル	0.0810
						象 牙	0.0558
7 T. T. 明治 40. 6.29	茂 道	47. 7.27 (認定) (成人)	49. 6.10	P	1	エナメル	0.0655
					1	象 牙	0.1210
					1	エナメル	0.0642
					1	象 牙	0.0915
			49. 6.11 (66)	C ₂	2	エナメル	0.0903
					2	象 牙	0.0757
					1	エナメル	0.0612
					1	象 牙	0.2113

表9-c 水俣病患者歯牙の含有水銀量

症例・性別 生年月日	住 所	発病(認定) 年 月 日	抜 歯 年 月 日 (年 齢)	抜 歯 理 由	検 体 歯 牙		含 有 水 銀 量 ($\mu\text{g/g}$)
					歯 種	組 織 別	
8 Y. S. 昭和 2. 4. 1	津 奈 木	保 留 (成人)	昭和 49. 6. 5	C ₂	8	エナメル	0.1923
					8	象 牙	0.0090
			49. 6.10	P	7	エナメル	0.0135
					7	象 牙	0.0185
				P	2	エナメル	0.0667
					3	エナメル	0.0275
			49. 6.17	C ₁	3	象 牙	0.0437
					6	エナメル	0.0262
				P	6	象 牙	0.0310
					4	エナメル	0.0479
			49. 6.24 (47)	P	4	象 牙	0.0236
					5	エナメル	0.0872
9 S. M. 大正 13. 5.20	月 浦	昭和 31. 8.17 (成人)	45.12. 9 (46)	C ₃	7*	エナメル	0.8537
					7	象 牙	0.8011

* : 根管充填歯牙

から得られた永久歯・23歯牙42検体について、含有水銀量の分析定量を行なった(表9-a~c)。

水俣病認定患者8例のうち、1例は胎児性水俣病患者(症例1)、2例は幼児性水俣病患者(症例2、3)である。認定保留患者の1例(症例8)は、水俣病に準じる症例として取扱った。

なお、水俣病認定患者の1例(症例9)から抜歯された1歯牙2検体は、根管充填歯牙であり、推計学的な算定資料からは除外した。したがって、8例・22歯牙40検体が検討対象となる。

健常歯牙・23検体の平均含有水銀量は $0.0633 (\pm 0.0595) \mu\text{g/g}$ で、そのエナメル質(12検体)および象牙質(11検体)における平均含有水銀量は、それぞれ $0.0640 (\pm 0.0613) \mu\text{g/g}$ および $0.0625 (\pm 0.0604) \mu\text{g/g}$ となる。いずれも、水俣地区の一般人健常歯牙について定量した平均含有水銀量との間に、有意の差はみられない。齲歯・17検体の平均含有水銀量は、 $0.0586 (\pm 0.0426) \mu\text{g/g}$ である。

水俣病患者歯牙・40検体の含有水銀量に関する頻度別分布ヒストグラム(図2)では、ピークは $0.06 \mu\text{g/g}$ 台(健常歯牙・5検体：齲歯・3検体)で、つぎに、 $0.01 \mu\text{g/g}$ 台が多い。低値側への左偏性も、顕著ではなく、水俣地区における一般人健常歯牙の頻度別分布ヒストグラム(図1)と、一見、図型の差がみられるようである。

しかし、40検体中、18検体(45%)の含有水銀量は $0.05 \mu\text{g/g}$ 未満で、 0.05 以上 $0.1 \mu\text{g/g}$ 未満の検体が16検体(40%)にみられ、その図型の差は、有意の差とはいえないようである。

図2 水俣病患者歯牙の含有水銀量
—頻度別分布ヒストグラム—

つぎに、個々の症例について、若干の検討を加える。

胎児性水俣病の1例(症例1)と幼児性水俣病の2例(症例2、3)では、同じく女性であり、抜歯時満年齢がほぼ等しく、しかも、いわゆる歯牙年齢も、ほとんど同じと考えられる智歯(8または8)が、健常歯牙検体として蒐集され、含有水銀量が測定されている。

その含有水銀量は、症例1、2では、 $0.02 \mu\text{g/g}$ 未満であり、ことに症例2では、痕跡的な量にとどまる。ところが、症例3では、エナメル質で $0.2375 \mu\text{g/g}$ 、象牙質で $0.0652 \mu\text{g/g}$ と、比較的多量の水銀が定量されている。

また、成人性水俣病認定患者4例(症例4~7)における8歯牙16検体のうち、15検体の含有水銀量は $0.05 \mu\text{g/g}$ 以上である。一方、認定保留患者(症例8)の7歯牙13検体では、3検体が $0.05 \mu\text{g/g}$ 以上の含有水銀量を示したにすぎない。すなわち、頻度別分布ヒストグラムにおける $0.06 \mu\text{g/g}$ 台のピークは、主として、成人性水俣病認定患者の歯牙検体によるものであり、その含有水銀量は、認定保留患者の場合に比べて、多い印象をうける。

なお、水俣病認定患者(症例1~7)で、 $0.2 \mu\text{g/g}$ 以上の含有水銀量を示した4検体がみられる。うち2検体は、前述の幼児性水俣病患者・症例3の健常歯牙(8：エナメル質)および齲歯(C_4 ：2・象牙質)から定量されたものであり、他の2検体は、成人性水俣病患者の健常歯牙(症例7：1・象牙質)と齲歯(症例4： C_4 ・2・象牙質)から得られたものである。

ちなみに、 C_3 ・根管充填歯牙(症例9)の含有水銀量は、 $0.8 \mu\text{g/g}$ 以上にもおよんでいる。

北九州市など他地区における歯牙含有水銀量に関する知見補遺

I 健常歯牙の含有水銀量

a 頻度別分布ヒストグラム

先に、教室・北村(1975)⁵⁾は、北九州市など三地区における無作為蒐集歯牙・176検体の含有水銀量を測定し、その知見を詳細に報告した。しかし、健常歯牙は57検体の検討にとどまっている。

したがって、その後、北九州市で蒐集された健常歯牙・28検体を加えて下記の吟味を行った。なお、北村が報告した57検体のうち、含有水銀量が $0.2080 \mu\text{g/g}$ であった1検体については、推計学的処理からは除外し、別個に取扱った。

新しく、北九州市で蒐集された健常歯牙・28検体の平均含有水銀量は $0.0497 (\pm 0.0249) \mu\text{g/g}$ であり、北村

の資料を加えた健常歯牙・84検体の平均含有水銀量は $0.0517 (\pm 0.0303) \mu\text{g/g}$ である。男性・40検体の平均含有水銀量は $0.0513 (\pm 0.0337) \mu\text{g/g}$ で、女性・44検体の $0.0522 (\pm 0.0272) \mu\text{g/g}$ に比べて、性差はみられない。

含有水銀量の頻度別分布ヒストグラム(図3)では、ピークは $0.03 \mu\text{g/g}$ 位の21検体で、低値側への左偏性がみられ、 $0.05 \mu\text{g/g}$ 未満の検体が、84検体中49検体(58.3%)を占めている。

図3 北九州市など他地区の健常歯牙含有水銀量
—頻度別分布ヒストグラム—

表10 北九州市など他地区の健常歯牙含有水銀量
—年齢別—

年 齢	検 体 数	平均含有水銀量 ($\mu\text{g/g}$)
<10	8	0.0581 ± 0.0397
10~	12	0.0577 ± 0.0279
20~	31	0.0468 ± 0.0253
30~	8	0.0429 ± 0.0166
40~	14	0.0618 ± 0.0451
50~	8	0.0474 ± 0.0249
60<	3	0.0503 ± 0.0198

b 含有水銀量の年齢別差

抜歯時満年齢を10才毎に区分し、各年齢群の平均含有水銀量を対比検討した(表10)。

平均含有水銀量は、10才未満群(8検体)で $0.0581 (\pm 0.0397) \mu\text{g/g}$ 、10才台群(12検体)で $0.0577 (\pm 0.0279) \mu\text{g/g}$ 、20才台群(31検体)で $0.0468 (\pm 0.0253) \mu\text{g/g}$ 、30才台群(8検体)で $0.0429 (\pm 0.0166) \mu\text{g/g}$ 、40才台群(14検体)で $0.0618 (\pm 0.0451) \mu\text{g/g}$ 、50才台群(8検体)で $0.0478 (\pm 0.0249) \mu\text{g/g}$ 、60才台群(3検体)で $0.0503 (\pm 0.0198) \mu\text{g/g}$ となり、その平均含有水銀量には、有意の差はみられない。

c 歯種別含有水銀量

健常乳歯・12検体の平均含有水銀量は $0.0612 (\pm 0.0348) \mu\text{g/g}$ で、健常永久歯・72検体の平均含有水銀量は $0.0502 (\pm 0.0294) \mu\text{g/g}$ である。

また、健常永久歯を歯種別に平均含有水銀量を算定すると、前歯(14検体)では $0.0558 (\pm 0.0320) \mu\text{g/g}$ 、小白歯(2検体)では $0.0734 (\pm 0.0248) \mu\text{g/g}$ 、大臼歯(6検体)では $0.0522 (\pm 0.0457) \mu\text{g/g}$ 、智歯(50検体)では $0.0474 (\pm 0.0268) \mu\text{g/g}$ となり、歯種別差はない(表11)。

表11 北九州市など他地区の健常歯牙含有水銀量
—歯 種 別—

歯 種	検 体 数	平均含有水銀量 ($\mu\text{g/g}$)
乳 歯	12	0.0612 ± 0.0348
永 久 歯	前 歯	0.0558 ± 0.0320
	小白歯	0.0734 ± 0.0248
	大臼歯	0.0522 ± 0.0457
	智 歯	0.0474 ± 0.0268

d 歯牙硬組織別含有水銀量

健常歯牙における、エナメル質(33検体)の平均含有水銀量は $0.0563 (\pm 0.0337) \mu\text{g/g}$ で、象牙質(29検体)の $0.0386 (\pm 0.0190) \mu\text{g/g}$ に比べて、明らかに多く、その差は有意である。

II 歯牙年齢別にみた含有水銀量

この度、著者が仮称した歯牙年齢を、萌出時期を基準として算定し、10才区分で、その平均含有水銀量を対比検討した。

健常永久歯の歯牙年齢別にみた平均含有水銀量は、10才台群(7検体)では $0.0405 (\pm 0.0170) \mu\text{g/g}$ 、20才

表12 北九州市など他地区の健常歯牙含有水銀量
— 歯 牙 年 齢 別 —

歯牙年齢	検 体 数	平均含有水銀量 ($\mu\text{g/g}$)
乳 歯	12	0.0612 $\pm$ 0.0384
永 久 歯	<10	0.0480 $\pm$ 0.0267
	10~	0.0405 $\pm$ 0.0170
	20~	0.0506 $\pm$ 0.0359
	30~	0.0722 $\pm$ 0.0420
	40~	0.0410 $\pm$ 0.0203
	50<	0.0723

台群 (7 検体) では 0.0506 (± 0.0359) $\mu\text{g/g}$, 30才台群 (10検体) では 0.0722 (± 0.0420) $\mu\text{g/g}$, 40才台群 (11 検体) では 0.0410 (± 0.0203) $\mu\text{g/g}$ である (表12). 歯牙年齢・30才台群で, 最も高値を示しているが, 有意差ではない.

また, 健常永久歯における, エナメル質と象牙質の含有水銀量を, 歯牙年齢別にみた場合にも, 歯牙年齢・30才台群の平均含有水銀量は, エナメル質 (5 検体: 0.0858 $\pm$ 0.0460 $\mu\text{g/g}$) および象牙質 (4 検体: 0.0560 $\pm$ 0.0421 $\mu\text{g/g}$) とともに, 他の歯牙年齢群に比べて高値である (表13). しかし, 有意の差ではない.

試みに, 健常歯牙に齲蝕を加算して, 歯牙年齢別に平均含有水銀量を算定した結果でも, 歯牙年齢別差は認め

られていない.

Ⅲ 埋伏智歯の含有水銀量

完全埋伏智歯・17検体, 不完全埋伏智歯・45検体 (健常歯牙32検体, 齲蝕13検体) の含有水銀量を測定した. その平均含有水銀量は, 完全埋伏智歯では 0.0523 (± 0.0286) $\mu\text{g/g}$, 不完全埋伏健常智歯では 0.0462 (± 0.0266) $\mu\text{g/g}$, 不完全埋伏齲蝕智歯では 0.0586 (± 0.0361) $\mu\text{g/g}$ である.

エナメル質と象牙質とに分離し, 歯牙硬組織別に検討を行うと, 完全埋伏智歯では, エナメル質 (7 検体) の平均含有水銀量は 0.0502 (± 0.0177) $\mu\text{g/g}$, 象牙質 (9 検体) の平均含有水銀量は 0.0416 (± 0.0149) $\mu\text{g/g}$ となる. また, 不完全埋伏健常智歯では, それぞれ, 0.0548 (± 0.0361) $\mu\text{g/g}$ ・0.0343 (± 0.0115) $\mu\text{g/g}$, 不完全埋伏齲蝕智歯では, 0.0771 (± 0.0498) $\mu\text{g/g}$, および 0.0500 (± 0.0282) $\mu\text{g/g}$ である (表14).

Ⅳ 小 括

先に, 教室・北村が報告した歯牙に, その後における, 北九州市での蒐集歯牙を加えて, とくに健常歯牙の含有水銀量を吟味し, つぎの知見を得た.

1. 健常歯牙含有水銀量の頻度別分布ヒストグラム (図3) は, 水俣地区の一般人健常歯牙の場合 (図1) と, ほぼ同様な図型を示し, 低値側への左偏性が著しい. その平均含有水銀量 (0.0517 $\pm$ 0.0303 $\mu\text{g/g}$) にも, 差はない.

2. 水俣地区における一般人健常歯牙の含有水銀量にみられたような, 著しい年齢別差・歯牙年齢別差はみら

表13 北九州市など他地区の健常歯牙含有水銀量
— 歯牙硬組織別・歯牙年齢別 —

組織別 歯牙年齢		エ ナ メ ル 質		象 牙 質	
		検体数	平均含有水銀量 ($\mu\text{g/g}$)	検体数	平均含有水銀量 ($\mu\text{g/g}$)
乳 歯		2	0.0610 $\pm$ 0.0050	2	0.0346 $\pm$ 0.0100
永 久 歯	<10	16	0.0533 $\pm$ 0.0329	15	0.0388 $\pm$ 0.0132
	10~	2	0.0375 $\pm$ 0.0032	2	0.0368 $\pm$ 0.0039
	20~	3	0.0555 $\pm$ 0.0363	3	0.0274 $\pm$ 0.0137
	30~	5	0.0858 $\pm$ 0.0460	4	0.0560 $\pm$ 0.0421
	40<	5	0.0427 $\pm$ 0.0270	3	0.0300 $\pm$ 0.0041
(計)		33	0.0563 $\pm$ 0.0337*	29	0.0386 $\pm$ 0.0190*

* 有意差

表14 埋伏智歯の歯牙硬組織別含有水銀量

分類	組織別	エナメル質		象牙質	
		検体数	平均含有水銀量 ($\mu\text{g/g}$)	検体数	平均含有水銀量 ($\mu\text{g/g}$)
完全埋伏智歯		7	0.0502 ± 0.0177	9	0.0416 ± 0.0149
不完全埋伏 健常智歯		13	0.0548 ± 0.0361	13	0.0343 ± 0.0115
齲蝕智歯		5	0.0771 ± 0.0498	6	0.0500 ± 0.0282

れない。

しかし、歯牙年齢・30才台群で、その平均含有水銀量は、多い傾向にある（表12, 13）。

3. 今回、検討対象とした健常歯牙の含有水銀量を、歯牙硬組織別にみた際、エナメル質 ($0.0563 \pm 0.0337 \mu\text{g/g}$) と象牙質 ($0.0386 \pm 0.0190 \mu\text{g/g}$) との間には、有意の差が認められる（表13）。

4. 歯牙硬組織別に、埋伏智歯の含有水銀量をみた場合、不完全埋伏齲蝕智歯におけるエナメル質の平均含有水銀量 ($0.0771 \pm 0.0498 \mu\text{g/g}$) は、完全埋伏智歯 ($0.0502 \pm 0.0177 \mu\text{g/g}$) に比べて多く（表14）、齲蝕におけるエナメル質含有水銀量の相対的な増加が窺知されるようである。

総括ならびに考察

昭和48年までの水俣病認定患者数は702名である（図4、武内・衛藤：1974¹¹⁾）。その後も、認定患者数は増加し、昭和51年3月8日現在では、960名（熊本県・845名：鹿児島県・115名）を数え、うち155名が死亡している¹²⁾。

このような水俣病発生の背景となった、熊本県水俣地区で、無作為に蒐集された歯牙の含有水銀量を測定し、若干の興味ある知見が得られた。ここに、その成績を総括し、水銀による環境汚染の立場から、2, 3の考察を加えて報告する。

なお、歯牙含有水銀量の分析定量法は、教室・北村（1975）⁵⁾の方法に従い、日立207型原子吸光分析装置および日立製水銀分析用附属装置を用い、総水銀量を測定したものである。

水俣地区の一般人健常歯牙・121検体の平均含有水銀量は、 $0.0534 (\pm 0.0402) \mu\text{g/g}$ である。この値は、先に、北村が発表した、北九州市、北海道大夕張、宮崎県

諸塚など三地区における蒐集健常歯牙の平均含有水銀量 0.0547 ± 0.0057 （標準誤差） $\mu\text{g/g}$ と比べて、差はみられない。また、北村の56検体に、その後、北九州市で追加蒐集された歯牙28検体を加えた、健常歯牙・計84検体の平均含有水銀量 $0.0517 (\pm 0.0303) \mu\text{g/g}$ とも、差はない。したがって、健常歯牙の含有水銀量には、各地区相互間の差はないものと考えられる。

また、健常歯牙含有水銀量の頻度別分布ヒストグラム（図1、図3）でも、図型の差はみられない。いずれの場合も、低値側への左偏性が著しく、 $0.05 \mu\text{g/g}$ 未満の

図4 水俣病発地域と八代海の定常流

検体が、59.5% (72/121 検体) , 58.3% (49/84 検体) を占めている。

このことは、森山 (1967)¹³⁾ が規定した、頭髮中の含有水銀量の正常値 (0~0.05ppm) と概ね一致し、喜田村 (1974)¹⁴⁾ が報告した、一般人の臓器・組織別含有水銀量のうち、筋肉 (0.060±0.027ppm) ・皮膚 (0.058±0.034ppm) ・血液 (0.059±0.026ppm) などと、およそ同様な値を示している。

つぎに、水俣地区の一般人健常歯牙にみられた含有水銀量の年齢別差について述べる。

抜歯時満年齢・20才台群 (10検体) の 0.0284 (±0.0143) $\mu\text{g/g}$ は、40才台群 (20検体) の 0.0739 (±0.0517) $\mu\text{g/g}$ に比べて、有意な低値を示し、また、他年齢群と比べても、一般に少ない (表3)。このような、健常歯牙含有水銀量の明らかな年齢別差は、北九州市など他地区の健常歯牙では認められていない (表10)。

ここで、著者は、飯塚 (1974)⁸⁾ が表示した萌出時期 (藤田: 1957⁸⁾) を基準として、各検体歯牙毎に、萌出後の経過年数を算出し、その経過年数を、仮に「歯牙年齢」と呼称した。この歯牙年齢別に、さらに、水俣地区における一般人健常永久歯の含有水銀量を吟味した。

歯牙年齢・20才台群 (20検体) の平均含有水銀量 (0.0326±0.0246 $\mu\text{g/g}$) は、歯牙年齢・30才台群 (21検体: 0.0695±0.0489 $\mu\text{g/g}$) とは勿論のこと、10才未満群 (14検体: 0.0590±0.0354 $\mu\text{g/g}$) および乳歯群 (14検体: 0.0699±0.0443 $\mu\text{g/g}$) と比べても、明らかに低値であり、その差は有意である (表7)。

北九州市など他地区の健常歯牙では、歯牙年齢・20才台群 (7検体) の平均含有水銀量は 0.0506 (±0.0359) $\mu\text{g/g}$ で、他の歯牙年齢群との間に有意差はみられない (表12)。

すなわち、水俣地区における一般人健常歯牙の含有水銀量にみられた年齢別差・歯牙年齢別差は、北九州市など他地区の健常歯牙にはみられぬ、特徴的な知見である。

さらに、歯牙年齢から、検体歯牙の萌出時期を、歴年的に逆算すると、たとえば、歯牙年齢・20才台の歯牙は、およそ、昭和20年から29年の間に萌出したことになる。この考え方を、チッソ水俣工場におけるアセトアルデヒドおよびビニール樹脂生産量 (西田: 1959¹⁵⁾) に対応させると (図5)、平均含有水銀量が最も多かった歯牙年齢・30才台群の歯牙は、昭和10~19年代に萌出したことになり、当時は、第2次大戦中のアセトアルデヒ

図5 チッソ水俣工場の生産量と歯牙含有水銀量

ド増産期に相当する。

一方、歯牙年齢・30才台群に比べ、有意な低値を示した歯牙年齢・20才台群の歯牙は、主として、敗戦後の減産期に萌出したことになる (図5)。また、ようやく、その生産量が向上した昭和28年12月15日に、水俣病 (小児性) 認定患者・第1例が発病し、昭和30年には、胎児性水俣病がみられている (野村: 1966¹⁶⁾)。

このような、水俣地区における健常永久歯の含有水銀量にみられた歯牙年齢別差と、チッソ水俣工場の生産量との対応性は、水俣地区における水銀汚染と水俣病発生に関する、極めて意義ある疫学的知見である。また、この知見には、水俣病の慢性発症 (武内ら: 1972¹⁷⁾ ・衛藤ら: 1974¹⁸⁾) の可能性も、示唆されているようである。

しかしながら、北九州市など他地区における健常永久歯の含有水銀量を、歯牙年齢別にみた調査でも、歯牙年齢・30才台群 (10検体: 0.0722±0.0420 $\mu\text{g/g}$) で、最も多い傾向がうかがわれている (表12)。つぎに、北九州市など他地区の場合と、水俣地区の場合とを、歯牙年齢別に、歴年を考え合わせて、その平均含有水銀量を対比した所、その年次の推移には、ほとんど差がみられないようである (図6)。

換言すると、北九州市などでも、水俣地区と、ほぼ同様な、水銀による環境汚染があったものと推察される。しかも、水俣地区の健常歯牙にのみ、平均含有水銀量の

図6 歯牙含有水銀量の年次的推移

図7 水俣港湾の潮流と水俣病多発地区

歯牙年齢別有意差がみられたことは、水俣地区における有力工場は、チッソ水俣工場のみであり、その生産量の消長に、直接、左右され、一面では、永年居住者（出生も含めて）が多かったことによるものと考えられる。

また、以上の知見は、水俣病の発生には、原因発生的に、チッソ水俣工場の排水機構（入鹿山ら：1969¹⁹⁾）と八代海の定常流（図4・西海区水産研究所：1964²⁰⁾）・水俣港湾の潮流（図7・野村：1966）などの地理的条件、多発地区住民の生活環境（野村：1966）ことに食生活（喜田村：1971²¹⁾）などが、大きく関連していたことを示している。

一般に、歯牙硬組織は、一旦、形成されると、他の人体組織に比べて、著しく安定性であり、発生期の体液イオン組成を、ある程度、反映記録する特性を有している（Brudevold：1963²²⁾）。

一方、頭髮内水銀含有量は、経過と共に減少し、現在の水銀汚染を知るには有効であるが、過去における水銀汚染を考察する資料としては重要でないといわれている（藤木・田島：1974²³⁾）。また、人体臓器内蓄積水銀も、経年的に減少する。したがって、最近の水俣病剖検例にみられる臓器水銀量の高いものは、10年以上過去の水銀汚染による影響とは考えにくく、むしろ、その後の汚染による反映とみられている（武内ら：1974²⁴⁾）。ところが、歯牙を検体とした場合には、著者が仮称した歯牙年齢から、萌出時期を、歴年的に逆算でき、過去の水銀汚染の概要を推察し得る点、甚だ有用である。

なお、岩倉（1972）²⁵⁾は、歯牙のカドミウム汚染を調査し、エナメル質と象牙質とに分離して定量することの重要性を強調している。また、青木（1974）²⁶⁾は、実験病理学的に、メチル水銀が、発生過程における歯牙組織細胞には、かなり容易に取込まれ、ことにエナメル器形成とともに、内エナメル細胞に強い沈着をみたことを報告している。

確かに、健康歯牙の含有水銀量を、歯牙硬組織別にみた場合、エナメル質の平均含有水銀量は、象牙質に比べて多い（表13、表5）。しかしながら、水俣地区の一般人健康永久歯にみられた、平均含有水銀量の歯牙年齢別差は、象牙質で顕著であり、エナメル質では、その傾向がみられたにとどまる（表8）。

しかも、健康歯牙の歯牙硬組織別含有水銀量を地区別にみた場合、水俣地区では、相互間に有意差はみられないが（表5）、北九州市など他地区では、エナメル質の平均含有水銀量（ $0.0563 \pm 0.0337 \mu\text{g/g}$ ）が、象牙質

($0.0386 \pm 0.0190 \mu\text{g/g}$) に比べて、有意な高値を示している (表13)。また、北九州市など他地区における象牙質の平均含有水銀量は、水俣地区の一般人象牙質 ($0.0510 \pm 0.0434 \mu\text{g/g}$) に比べても少ない。一方、歯牙の平均含有水銀量には、地区別の有意差はない。したがって、水俣地区における一般人健常歯牙の象牙質には、相対的に、より多くの水銀量がとりこまれているようにも考えられる。

つぎに、水俣病患者の歯牙含有水銀量に言及する (表9: a ~ c)。

胎児性水俣病患者・歯牙 (症例1: $\overline{5}$ ・ $\overline{7}$ ・ $\overline{8}$) の含有水銀量は、いずれも、平均値以下である ($0.0103 \sim 0.0347 \mu\text{g/g}$)。本症例の頭髮中含有水銀量は、文献的にみると、昭和34年では26.2ppm (原田: 1966²⁷⁾)、昭和38年では7.0ppm、昭和41年では9.35ppm (森山: 1967) である。少なくとも、その後の水銀汚染は、顕著ではなく、永久歯形成に相当する時期には、臓器内蓄積水銀量も減少しつつあったものと考えられる。

小児性水俣病患者2例のうち、症例2の歯牙 ($\overline{8}$): 健常歯牙) 含有水銀量は $0.01 \mu\text{g/g}$ 以下で、痕跡的な量にとどまる。他の1例・症例3では、ほぼ同年齢・同時期に抜歯されているにもかかわらず、その含有水銀量は、 $\overline{8}$ ・エナメル質 (健常歯牙) で $0.2375 \mu\text{g/g}$ 、 $\overline{2}$ ・象牙質 (C_4) で $0.4706 \mu\text{g/g}$ にもおよんでいる。歯牙形成期における生活環境と、その後の水銀汚染の差によるものと考えられる。ちなみに、症例2は、軽症で水俣病患者の特殊学級に通学し、症例3は、中等症で自宅療養者である。

成人性水俣病患者 (症例4~8) の健常歯牙含有水銀量は、エナメル質で $0.0680 \pm 0.0424 \mu\text{g/g}$ 、象牙質で $0.0633 \pm 0.0519 \mu\text{g/g}$ である。その平均含有水銀量は、水俣地区の一般人における健常歯牙に比べて、エナメル質・象牙質ともに、多い印象をうける。ことに、象牙質の含有水銀量は、北九州市など他地区の健常歯牙・象牙質に比べて、明らかに多いようである。これらのことは、認定保留の1例 (症例8) を除いた、成人性水俣病認定患者 (症例4~7) の8歯牙16検体のうち、15検体の含有水銀量が $0.05 \mu\text{g/g}$ 以上であったことから、推察される。また、成人性水俣病認定患者歯牙で、その含有水銀量が $0.2 \mu\text{g/g}$ 以上であった2歯牙・2検体は、いずれも、象牙質である。

成人性水俣病患者・症例9 (参考例) の歯牙含有水銀量は、歯牙硬組織別にみても、 $0.80 \mu\text{g/g}$ 以上で、著し

く多い。先に、教室・北村は、根管充填などの保存治療歯牙では、その含有水銀量が、しばしば、 $0.4 \mu\text{g/g}$ 以上にもおよぶことを報告している。

また、つぎに、齲歯の含有水銀量について附言いたしたい。今回、水俣地区で蒐集した齲歯・34検体 (表6) に、教室・北村の齲歯資料を加えた、計142検体について、検討を行った。なお、対照とした健常歯牙も、水俣地区一般人、および北九州市など他地区のものを合計した205検体である。

齲歯の平均含有水銀量は $0.0607 (\pm 0.0436) \mu\text{g/g}$ で、健常歯牙の $0.0530 (\pm 0.0366) \mu\text{g/g}$ に比べて、明らかに多く、その差は有意である。ことに、 C_4 群の含有水銀量 ($0.0644 \pm 0.0466 \mu\text{g/g}$) は著しく多い (表15)。

ところが、齲蝕の程度別に、歯牙硬組織別の含有水銀量を対比検討してみると (表16)、齲歯・象牙質の平均含有水銀量は、各群とも、健常歯牙・象牙質の平均含有水銀量と、ほとんど差はみられない。

一方、齲歯・エナメル質の平均含有水銀量は、 C_2 群 (13検体) で $0.0709 (\pm 0.0515) \mu\text{g/g}$ 、 C_3 群 (10検体) で $0.0719 (\pm 0.0560) \mu\text{g/g}$ 、 C_4 群 (5検体) で $0.1056 (\pm 0.0683) \mu\text{g/g}$ となり、健常歯牙・エナメル質の平均含有水銀量 ($0.0579 \pm 0.0379 \mu\text{g/g}$) に比べて、順次に、高値の傾向がうかがわれ、ことに、その差は、 C_4 群で著しいようである (表16)。すなわち、齲歯における、含有水銀量の増加は、主として、エナメル質における含有水銀量の増加によるものと考えられる。

青木 (1974) は、成熟ラットに塩化メチル水銀を胃ゾンデを用いて投与し、歯牙組織における水銀の沈着は、非常に弱かったことを報告している。したがって、齲歯における含有水銀量の増加は、直接的な口腔内汚染によるものと考えられる。しかも、その汚染は、まず、齲蝕エナメル質の含有水銀量に反映され、水銀汚染の現況を

表15 齲歯の含有水銀量

		検 体 数	平均含有水銀量 ($\mu\text{g/g}$)
健常歯牙		205	$0.0530 \pm 0.0366^*$
齲 歯	C_1	2	0.0667 ± 0.0321
	C_2	31	0.0554 ± 0.0480
	C_3	41	0.0557 ± 0.0348
	C_4	68	$0.0644 \pm 0.0466^*$

* 有意差

表16 齲歯の歯牙硬組織別含有水銀量

組織別 分類		エナメル質		象牙質	
		検体数	平均含有水銀量 ($\mu\text{g/g}$)	検体数	平均含有水銀量 ($\mu\text{g/g}$)
健全歯牙		90	0.0579 ± 0.0379	86	0.0442 ± 0.0355
齲 歯	C ₂	13	0.0709 ± 0.0515	13	0.0310 ± 0.0198
	C ₃	10	0.0719 ± 0.0560	14	0.0392 ± 0.0189
	C ₄	5	0.1056 ± 0.0683	15	0.0551 ± 0.0499

示すものと推察される。

齲歯に関する、上記の知見は、口腔内の外来汚染が直接的には及びにくいと考えられる完全埋伏智歯と、不完全埋伏智歯（健全歯および齲歯）との含有水銀量を、歯牙硬組織別に対比検討した結果（表14）からも、窺知されることであり、口腔衛生学的に、甚だ興味ある知見である。

結 語

熊本県水俣市および芦北郡は、水俣病多発地区として、広く世に知られている。この両市郡（水俣地区と略称）で抜歯された、無作為蒐集歯牙の含有水銀量を、教室・北村（1975）⁵⁾の方法に従って分析定量し、つぎの知見が得られた。

1. 水俣地区における一般人健全歯牙の含有水銀量は、 $0.0534 \pm 0.0402 \mu\text{g/g}$ である。北九州市など他地区における健全歯牙の含有水銀量（ $0.0517 \pm 0.0303 \mu\text{g/g}$ ）との間に、有意の差はみられない。

2. 水俣地区における一般人健全歯牙の含有水銀量には、年齢別差がみられる。

満年齢・40才台群（20検体）の平均含有水銀量（ $0.0739 \pm 0.0517 \mu\text{g/g}$ ）は、20才台群（10検体： $0.0284 \pm 0.0143 \mu\text{g/g}$ ）に比べて、有意の高値を示している。

3. 萌出時期を基準として、抜歯時期までの経過年数を算定し、その経過年数を、「歯牙年齢」と仮称した。

この歯牙年齢別に、水俣地区における一般人健全歯牙の平均含有水銀量を対比検討した所、歯牙年齢・30才台群（21検体）の $0.0695 \pm 0.0489 \mu\text{g/g}$ は、20才台群（20検体）の $0.0326 \pm 0.0246 \mu\text{g/g}$ に比べて、明らかに多く、その差は有意である。

4. 水俣地区における一般人健全歯牙にみられた歯牙年齢別差は、主として、象牙質の含有水銀量の差に由来するものである。

5. 歯牙年齢から、歴年的に逆算し、歯牙含有水銀量の年次的推移を検討した。

水俣地区における一般人健全歯牙で、歯牙年齢・30才台の歯牙は、チッソ水俣工場のアセトアルデヒド増産期（第2次世界大戦中）に萌出し、一方、歯牙年齢・20才台の歯牙は、終戦後の減産期に萌出したことになる。

この知見は、疫学的に、水俣病発生に関する、極めて興味深い知見の一つである。

なお、北九州市など他地区における健全歯牙の含有水銀量には、推計学的に、年齢別差・歯牙年齢別差は、ともにみられていない。

6. しかしながら、北九州市など他地区の健全歯牙についても、歯牙年齢から逆算し、含有水銀量の年次的推移をみると、北九州市などでも、水俣地区と、ほぼ同様な、水銀による環境汚染があったものと推察される。

したがって、水俣病の発生には、原因発生的な観点からの検討も、尚、一層、考慮されねばなるまい。

7. 水俣病患者からの歯牙検体は、認定保留の1例をも含めて、9例・23歯牙・42検体にすぎない。したがって、結論的なことには言及できないが、成人性水俣病認定患者では、健全歯牙でも、その含有水銀量が、ことに象牙質で、相対的に多い印象をうける。

8. 齲歯、ことに齲蝕が進行したC₄・歯牙の平均含有水銀量は、健全歯牙に比べて、有意の高値を示している。

このことは、齲蝕エナメル質における含有水銀量の増加によるもので、水銀による、口腔内の外来汚染の現状を、示唆したものと考えられる。

以上の観察知見を報告し、環境汚染の立場から、若干の考察を加えた。ことに「歯牙年齢」という新しい概念を導入し、過去における、水銀による環境汚染の概要を指摘し得たことは、意義深い知見である。

稿を終るに臨み、御指導と御校閲の労を賜った、恩

師,九州歯科大学第2口腔外科学教室池尻茂教授,九州歯科大学外科学教室草場威稜夫教授に,心から感謝の意を表します。本研究に御協力頂いた北村晃歯学博士ほか教室員一同に感謝致します。

引用文献

- 1) 池尻茂・宇治寿康・伊藤俊一：胎児性水俣病患者の口腔内所見, 歯界展望 37: 49—53, 1971.
- 2) 青木群育：水俣病患者の口腔歯科領域内異常と病変に関する臨床病理学的観察, 特に胎児性発育異常について, 熊本医学会雑誌 48: 210—226, 1974.
- 3) Miller, S. L., et al.: Mercury vapor levels in the dental office: A survey, J. A. D. A. 89: 1084—1091, 1974.
- 4) Schneider, M.: An environmental study of Mercury contamination in the dental offices, J. A. D. A. 89: 1092—1098, 1974.
- 5) 北村晃：人歯牙の含有水銀およびカドミウム量に関する研究, 九州歯科学会雑誌 28: 672—687, 1975.
- 6) 草場威稜夫・北村晃・伊藤俊一・他1名：歯牙含有水銀量に関する検討, 日本災害医学会会誌 23: 464—470, 1975.
- 7) 日本工業標準調査会：工場排水試験方法 (JIS K0102), 水銀: 124—133, 1974.
- 8) 藤田恒太郎：歯の発育, 最近の小児歯科学, 医歯薬出版, 東京, 1957. [飯塚喜一：口腔衛生学, 永末書店, 京都, 1974 (第2版) より引用]
- 9) Hellman, M.: Growth of the face and occlusion of the teeth in relation to orthodontic treatment, J. orthod. S. D. Child., 19: 1116—1147, 1933.
- 10) 小森昭二：矯正治療の適切な開始時期について, 日本歯科評論 391号: 75—84, 1975.
- 11) 武内忠男・衛藤光明：人の慢性発症水俣病 (慢性メチル水銀中毒症) の病理発生, とくにその原因発生について, 神経研究の進歩 18: 845—860, 1974.
- 12) 朝日新聞 (13版)・西日本新聞 (18版): 1976, 3, 9 (朝刊).
- 13) 森山弘之：先天性水俣病に関する研究, 第2編 最近の水俣地方における一般健康者並に先天性水俣病患者の毛髪中の水銀含有量の推移, 熊本医学会雑誌 41: 529—532, 1967.
- 14) 喜田村正次：メチル水銀の人体蓄積, 神経研究の進歩 18: 825—834, 1974.
- 15) 西田栄一：熊本県議会水俣病対策委員会提出報告書 (写), 1959, 10, 7.
- 16) 野村茂：水俣病の疫学, 水俣病—有機水銀中毒症に関する研究—, 熊本大学医学部水俣病研究班, 1966.
- 17) 武内忠男・衛藤光明・小島英俊・他7名：10年経過後の水俣病の剖検例とその特徴, 熊本医学会雑誌 46: 666—705, 1972.
- 18) 衛藤光明・小島英俊・酒井建・他8名：10年後の水俣病の病理学的研究 特に, 慢性発症と慢性水俣病の剖検例, 熊本医学会雑誌 48: 162—188, 1974.
- 19) 入鹿山且朗・藤木素士・田島静子・他3名：水俣工場アセトアルデヒド生産停止前後の水俣地方の水銀による汚染状況, 熊本医学会雑誌 43: 946—957, 1969.
- 20) 西海区水産研究所：水俣病に関する水産の調査研究, 1964.
- 21) 喜田村正次：水俣病の疫学—有機水銀中毒症の疫学的アプローチ—, 最新医学 26: 1966—1972, 1971.
- 22) Brudevold, F., et al.: A study of zinc in human teeth, Arch. Oral Biol. 8: 135—144, 1963.
- 23) 藤木素士・田島静子：水俣地区および有明海南部地区の水銀汚染に関する調査研究, 熊本医学会雑誌 48: 107—116, 1974.
- 24) 武内忠男・衛藤光明・酒井建・他1名：水銀の人体蓄積とその推移—水俣病剖検例からの観察—, 熊本医学会雑誌 48: 199—209, 1974.
- 25) 岩倉政城：Cadmium 汚染地区における歯質中 Cadmium について, 口腔衛生会誌 22: 1—9, 1972.
- 26) Aoki, T.: Distribution of Hg-Methylmercuric chloride in tissue cells in the field of oral cavity during the process of dental development and its change in time course, J. Kyushu Dent. Soc. 28: 401—420, 1974.
- 27) 原田義孝：胎児性 (先天性) 水俣病, 水俣病—有機水銀中毒症に関する研究—, 熊本大学医学部水俣病研究班, 1966.