原 著

米国シアトル地区歯牙含有水銀量について

Mercury Level in Human Teeth in Seattle, U.S.A.

北 村 晃* 井 口 次 夫*

Akira KITAMURA* and Tsugio INOKUCHI*

概要：自然界および体内水銀量は過去多くの学者が測定し、環境汚染の立場より論じている。我々も過去、歯牙含有水銀量を測定し、「歯牙年齢」なる新しい概念を導入し、過去の汚染状況を推定し得ると報告した。

今回、米国ワシントン州シアトル地区にて無作為に歯牙を蒐集し、歯牙の含有水銀量を測定したので、若干の考察を加え報告する。検体歯牙はワシントン州立大学歯学部および関連病院外来にて約10カ月間にわたり無作為に蒐集し、水洗、付着歯肉除去後に保管した。分析には日立207型原子吸光装置および水銀分析付属装置を使用した。検体総数99検体のうち $0.4\mu\text{g/g}$ 以上の高値を示した検体は10検体見られ、無作為蒐集歯牙でも隣在歯のアマルガム充填等の口腔診査の必要性を認めた。検出限界以下の歯牙も19検体見られた。これら検出上限以上の高値を示した10検体と、検出限界以下の19検体を除いた70検体の平均値は、 $0.0249 \pm 0.0253\mu\text{g/g}$ で、日本人の歯牙含有水銀量の約1/2を示した。ヒストグラムでは、著しく低値側に偏位していた。ピークは $0.02\mu\text{g/g}$ で、これ以下の検体が45例(64%)を占めていた。男女、歯種、年齢別に平均含有水銀量に有意の差は見られなかった。また、以上の各検体について、水銀が蓄積された年代をその歯牙の口腔内萌出期間である歯牙年齢から推定して、年次別歯牙平均含有水銀量を算定し、世界の年次別水銀総生産量と対比すると、歯牙平均含有水銀量は、1940年頃に一つのピークと50～60年代に減少傾向を示し、1970年代にもう一つのピークを示した。世界の水銀総生産量は1940年頃に7000tまで増え、1950年頃までに5000t以下に急激に減少している。そして、その後増え続け、1960年頃までに8000tに回復し、1970年には10,000tに達し、歯牙平均含有水銀量と類似の推移を示した。これは、歯牙含有水銀量が環境汚染の指標となり得る事を示した興味ある知見と思われた。

索引用語：シアトル、歯牙含有水銀量、環境汚染

結 言

我々は、過去、歯牙含有水銀量を測定するとともに、「歯牙年齢」なる概念を導入して、過去の水銀による人体汚染の時期を推定し得ると報告した¹⁾。即ち、歯牙含有水銀は、そのほとんどが歯牙形成期に蓄積したものとされており、従って、個々の検体について、その水銀汚染の時期を知るには、各々の歯牙形成期を知る必要があ

る。そこで、我々は歯牙の萌出から抜歯に至るまでの期間を歯種および検体提供者の年齢から決定して「歯牙年齢」と仮称し、各検体について、その歯牙年齢に基づいてその歯牙が形成された年代、即ち水銀に汚染された年代を推定した。今回、米国ワシントン州シアトルにて無作為に歯牙を蒐集し、歯牙の含有水銀量を測定したので、その結果を報告するとともに、若干の考察を加えた。

* 長崎大学歯学部口腔外科学第2講座（主任：井口次夫教授）

** *Second Department of Maxillofacial and Oral Surgery, School of Dentistry, University of Nagasaki (Chief: Prof. Tsugio INOKUCHI)*

昭和60年5月22日受付

検体および測定方法

1. 対象検体

検体歯牙は、1976年6月より1977年3月までの10カ月にワシントン州立大学顎顔面外科学教室外来診療室及び関連病院（ハーバービュー病院）顎顔面外科外来にて無作為に蒐集したものである。

2. 試料作製および定量分析法

蒐集歯牙は、根管充填、アマルガム充填、インレー装着歯牙等は除外した。検体は水洗及び附着歯肉除去後、これを真空デシケーター内にて約1週間ほど乾燥させた。乳棒と乳鉢にて注意深く歯牙を粉碎し、エナメル質、象牙質に分離後、化学天秤にてその乾燥重量を測定した。定量分析法は、過去我々が報告した方法²⁾と同様、日立207型原子吸光装置および水銀分析付属装置を使用した。分析法も前回と同様、硫酸、塩化第1錫による炎なし還元気化循環方式である。

3. 定量結果

シアトル地区での総数99検体の内訳は、健康歯牙88検体、齲蝕歯牙11検体であった。0.4 $\mu\text{g/g}$ 以上の高値を示した検体は10検体、また、検出限界の0.01 $\mu\text{g/g}$ 以下も19検体見られ、これら29検体を除いた70検体について検討した。

1) 歯牙含有水銀濃度ヒストグラム

70検体の平均水銀濃度は、0.0249 $\pm$ 0.0253 $\mu\text{g/g}$ であった。濃度別頻度分布は、著しく低濃度側に偏位していた。最頻値は0.02 $\mu\text{g/g}$ 台で、0.02 $\mu\text{g/g}$ 以下が70検体中

Fig. 1 Histogram of mercury level in human teeth in Seattle

Table 1 Relationship between age and mercury level in human teeth in Seattle

Age	N	$\bar{X}$	S D
10-	5	0.0286 $\pm$ 0.0178	
20-	54	0.0239 $\pm$ 0.0251	
30 60	11	0.0278 $\pm$ 0.0303*	

N = case $\bar{X}$ = mean * = $\mu\text{g/g}$ (dry weight)

Table 2 Correlation of the mercury level between sex and tissue in human teeth in Seattle

		N	$\bar{X}$	S D
Male	Enamel	20	0.0269 $\pm$ 0.0251	
	Dentine	20	0.0152 $\pm$ 0.0128	
Female	Enamel	14	0.0318 $\pm$ 0.0307	
	Dentine	15	0.0244 $\pm$ 0.0269	
Total	Enamel	34	0.0289 $\pm$ 0.0272	
	Dentine	35	0.0191 $\pm$ 0.0202*	

N = case $\bar{X}$ = mean * = $\mu\text{g/g}$ (dry weight)

Table 3 Relationship between sex and mercury level in human teeth in Seattle

	N	$\bar{X}$	S D
Male	41	0.0206 $\pm$ 0.0205	
Female	29	0.0310 $\pm$ 0.0302	
Total	70	0.0249 $\pm$ 0.0253*	

N = case $\bar{X}$ = mean * = $\mu\text{g/g}$ (dry weight)

45例 (64.3%) を占めていた。また、0.2 $\mu\text{g/g}$ 以上を示した1検体については、従来と同様の棄却検定 ($P < 0.05$) にて棄却した²⁾。含有水銀0.05 $\mu\text{g/g}$ 未満の検体数は61 (87%) と大部分を占めていた (Fig. 1)。

2) 年齢別歯牙含有水銀量

10歳の年齢区分で、その平均含有水銀量を検討した。20歳台が最低値を示しており、検体数も最も多かった。しかし、各年代相互間の差の検定では、有意差は見られなかった (Table 1)。

3) 組織別歯牙含有水銀量

組織別に分類すると、男女のエナメル質相互間に有意の差は見られなく、また、女性の象牙質は男性の象牙質に比べ分散は違っていたが、平均値の差の検定では有意

差はなかった (Table 2)。ちなみに、男女間にも有意の差は見られなかった (Table 3)。

考 察

歯牙硬組織は、一度完成されると著しい形態学的な修復は行われないので、その組成成分の状態は形成期における体液組成の状態をある程度反映している面もある³⁾。即ち、歯牙含有水銀は、歯牙形成期に蓄積されたものと考えられ、我々は先に提唱した歯牙年齢の概念に基づいて、各検体歯牙の形成期を推定する事により、水銀による人体汚染の年次推移を検討した。この歯牙年齢10歳毎の平均含有水銀濃度をそれぞれが該当する歯牙形成期の西暦に当てはめ、その年次推移をグラフに示した (Fig. 2)。つぎに、このグラフ上に日本の1950年より1980年までの水銀内需量⁴⁾、世界の1930年より1970年までの水銀生産量⁵⁾の推移を示したグラフを重ねた。日本各地^{1,2,6)}およびシアトルともに、1940年頃に形成されたと思われる歯牙の平均含有水銀量が高値を示した。これは、第2次大戦で世界の水銀生産量がピークをむかえた時期でもあった。その後、世界の水銀生産量は急激に減少し、シアトル地区、日本各地でも歯牙含有水銀量は減っていた。その後、歯牙含有水銀量は減少し、1960年には、シアトル、北九州⁷⁾地区等で最低値を示した。その後、両地区とも増加傾向を示したが、水俣地区⁸⁾では、1960年代にすでに1940年代と同じレベルまで歯牙含有水銀量が増加していた。世界の水銀生産量は、1950年より1960年にかけて増加し、1960年には8000tと戦時中のピーク時と同じ程度まで回復している。日本では、昭和35年(1955)より約10年間は1000t以上の水銀を消費し⁴⁾、この間に蓄積されたと思われる歯牙含有水銀量は0.05 μ g/g前後で、シアトル地区の平均値より高いレベルで推移していた。ちなみに同時期にアメリカでは、2000t前後消費⁷⁾されているが、国土単位面積当りでは、日本の1/10以下の水銀量である。この様に、各年代毎の平均歯牙含有水銀量の推移と、世界の水銀総生産量の推移の類似性は、過去の水銀汚染程度の指標とも思われ、歯牙年齢なる概念の有用性を示した成績と思われる。

歯科医療では、アマルガム充填用として水銀が使用され、米国では年平均約60t(平均年間需要量の約3%)の水銀が歯科用アマルガム用として消費されている⁷⁾。日本では1972年から1982年までに約150t(年間平均内需の約5%)を歯科用として消費している⁴⁾。水銀は、これを使用する歯科医師にも少なからず影響を及ぼし、アマ

Fig. 2 Correlation between the mercury level in human teeth, world mercury production, and Japanese domestic mercury consumption

ルガム充填除去時のエアタービンによる汚染等の問題も惹起されている⁹⁾。歯科医師の毛髪中水銀量は、同じ健康人と比べ約2倍の値を示した報告も見られている⁹⁾。

日本人とアメリカ人の毛髪中水銀量を比較した結果、日本人は約3倍近い値であった⁹⁾。今回の歯牙含有水銀量についても、シアトル地区住民の0.025 μ g/gは、北村²⁾による日本国内の0.055 μ g/gと比較して約1/2の値であり、毛髪中水銀量と同様の傾向を示したものと思われる。現在は使用されていないが、46年(1971)頃まで水銀は日本国内で水銀農薬として年平均150t使用⁴⁾され、アメリカでも年間100t前後使用⁷⁾されている。この様な過去の農薬としての水銀使用量の多寡も歯牙含有水銀量の差となって現われたものであろう。また、今回測定した検体で、健康歯牙でも検出上限を超えた歯牙がシアトル地区で10検体見られたが、隣在歯等の治療有無(アマルガム充填等の有無)をも含めた口腔診査が無作為蒐集歯牙でも必要と思われた。

結 論

1. シアトル地区健康歯牙70検体の歯牙含有水銀量は $0.0249 \pm 0.0253 \mu\text{g/g}$ で、日本人の約半分であった。
2. 歯牙年齢に基づいて含有水銀量の年次推移を見ると、シアトル地区でも1940年代にピークを示し、60年から70年にかけて増加傾向を示し、世界的な水銀生産量と類似の推移を示した。

本論文の検体歯牙は、著者の北村が昭和51年より昭和52年までワシントン州立大学歯学部顎顔面外科学教室へ留学中に蒐集した歯牙であり、御協力頂いた、同教室前主任教授 Dr. J. R. Hooley に深謝致します。

文 献

- 1) 草場威稜夫, 北村晃, 伊藤俊一, 杉本秀美, 久保哲郎, 池尻 茂: 水俣地区の 歯牙含有水銀量に関する検討 ―歯牙含有水銀量と 水銀汚染の推移―, 日災医誌, **24**; 604, 1976.
- 2) 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, 九州歯会誌, **28**; 672, 1975.
- 3) 押鐘篤監修: 歯学生化学, 章3, 歯の硬組織と発生, 医歯薬出版, 東京, 1971.
- 4) 通商産業大臣官房調査統計部: 資料統計年報, 通産統計協会 (東京), 1983, 172頁.
- 5) フランク, B, ギブニー: ブリタニカ国際大百科事典, ティビエス ブリタニカ, 東京, 1972, 176頁.
- 6) 伊藤俊一: 水俣地区における人歯牙含有水銀量に関する研究, 九州歯会誌, **30**; 137, 1976.
- 7) 喜田村正次, 近藤雅臣, 滝沢行雄, 藤井正美, 藤木素士: 水銀, 講談社, 東京, 1977, 15頁.
- 8) Eames, W. B., Gosper, J. D. and Mohler, H. C.: The mercury enigma in dentistry, JADA, **92**; 1199, 1976.
- 9) 徳臣晴比古, 山村定光: 水銀―その 数値をどう読むか―, 日本臨床, **31**; 1489, 1973.

Abstract: Mercury Level in Human Teeth in Seattle, U.S.A. Akira KITAMURA and Tsugio INOKUCHI. The mercury levels in human were measured at various parts of the body. Previously the quantity of mercury in teeth has been investigated in Kitakyushu and other places.

The chronological distribution of mercury in the human body could be detected by the tooth age, which means intraoral exposure period from eruption to extraction. We measured the mercury level in teeth in Seattle, Washington, through precise basic reseach.

The mercury level in the Seattle area is half that of the Japanese. The peak of the histogram from Seattle has a lower level than that of the Japanese.

Key words: Seattle, mercury level in teeth, environmental pollution