

ヒト歯牙コラーゲン中¹⁴C濃度異常に残る大気圏内核実験の歴史

西沢邦秀^{*}

戸苅彰史^{**}、松本昌世^{**}

永津俊治^{***}

- ^{*} 名古屋大学アイソトープ総合センター 464-01名古屋市千種区不老町
- ^{**} 愛知学院大学歯学部薬理学 464 名古屋市千種区楠元町1-100
- ^{***} 名古屋大学医学部生化学第一 466 名古屋市昭和区鶴舞町65

1. はじめに

1945年以来大気圏内核実験によって大気中¹⁴C濃度は著しく上昇したが[3]、部分的核実験停止条約が発効した1963年以後、¹⁴C濃度は徐々に減少してきている[1、3、5、6、11、12、14]。人体諸組織中の¹⁴C濃度は1966~1967年に最高値に達した[6]。光合成により直接¹⁴Cを吸収した植物中の¹⁴Cは多様な食物連鎖を介して人体に取り込まれる。

動物実験に基づいて、人間の歯のコラーゲンは歯根完成後は代謝しないものと考えられている[4]が、人間については確認されていない。代謝しないということは、人の歯のコラーゲンはコラーゲンが代謝を停止するまでの血液中の¹⁴C濃度を反映した¹⁴C濃度を保ち続けるということの意味する。つまり、年齢の異なる人の歯のコラーゲン中の¹⁴C濃度の分布は、軟組織中の¹⁴C濃度変動にみられるものと類似したパターンを示すものと予想される。我々は前報で歯の¹⁴C濃度は1967-1968年明瞭なピークを形成することを示した[9]。本報告ではヒト歯牙コラーゲン中¹⁴C濃度変動と大気圏内核実験との相関関係を経年的に詳細に分析した。

2. 材料及び方法

2-1 材料

1987年7月から1991年2月にかけて愛知県内の歯科医院の協力により、愛知県在住者297名から治療のために抜歯した298個の歯を収集した。誕生年は1905(明治38)から1981(昭和56)年までの間にあった。このうち61個を実験に用いた。歯の重量は410-2300mgであった。乳歯は1本のみで他は永久歯であった。

2-2 試料調整及び測定

歯は固着している軟組織等を除去、超音波洗浄を行なった。乾燥した歯を塩酸で脱灰しコラーゲンを抽出した。脱灰後アマルガム等の人工的異物やう蝕部分は除去した。コラーゲンは約50℃で充分乾燥させた後、真空中で2~4時間約400℃に加熱し炭化した。炭素と銀を重量比1:9で混合したものを、プレスし分析用ターゲットを作製した。¹⁴C濃度はタンデトロン天然放射能測定装置(AMS)[7]を用いて測定した。

試料及び標準物質の¹⁴C原子数はAMSを用いて150-200分間計測された。

^{14}C の濃度は標準偏差1.3 - 1.6%で測定された。測定された ^{14}C 濃度、 $\delta^{14}\text{C}$ に対して同位体効果[2]を補正することによって $\Delta^{14}\text{C}$ 濃度を千分率%で表わした。

2-3 歯根完成年

歯はその位置によって歯が口の中に出てくる萌出の年齢、あるいは口腔内の歯の表面である歯冠や顎に埋まっていて歯の支えになる歯根が完成する年齢は決まっている[9]。第三大臼歯の歯根完成は18歳頃から25歳頃までと期間が長く個人差が大きい、他の歯の歯根完成年齢は第一大臼歯は10~11歳、第二大臼歯は14~16歳というように位置により定まっていて、それぞれ1~2年以内で一致しており個人差がほとんどない[10、13]。表1は各歯の歯根完成年齢とその中央値を示している。便宜上コラーゲンの形成は歯根完成年の中央値の年齢で完成するものとした。

表1 各歯の歯根完成年齢と中央値

Table 1 The root completion age and its median value for the various teeth

Location		Tooth	Tooth designation	Root completion age * (yrs)	Median (yrs)
Deciduous dentition	Upper and lower jaw	Central incisor	I	1.5 - 2	1.75
		Lateral incisor	II	1.5 - 2	1.75
		Cuspid	III	2.5 - 3	2.75
		First molar	IV	2 - 2.5	2.25
		Second molar	V	3	3
Permanent dentition	Upper and lower jaw	Central incisor	6	9-10	9.5
		Lateral incisor	1	10-11	11.5
		Cuspid	2	12-15	13.5
		First bicuspid	3	12-13	12.5
		Second bicuspid	4	12-14	13
		First molar	5	9-10	9.5
		Second molar	7	14-16	15
Third molar	8	18-25	21.5		

* Cited from Schour et al. (Schour and Massler 1940)

3. 結果及び考察

図1は歯根完成年と $\Delta^{14}\text{C}$ 濃度との関係を示している。誕生年に表1の歯根完成年令の中央値を加えた年を歯根完成年とした。濃度は1951年より増加し始め、1966頃及び1977年頃にピークに達した後直線的に減少した。曲線はデータ点の上限値の輪郭を描く様にして描いてある。濃度は二つのピークより成るが、曲線の下部では大きくバラついている。歯根完成年令は表一に示すように歯の位置により9.5年から21.5年と大きな差がある。この歯根完成年令の差が分布を分散させていることがかんがえられた。

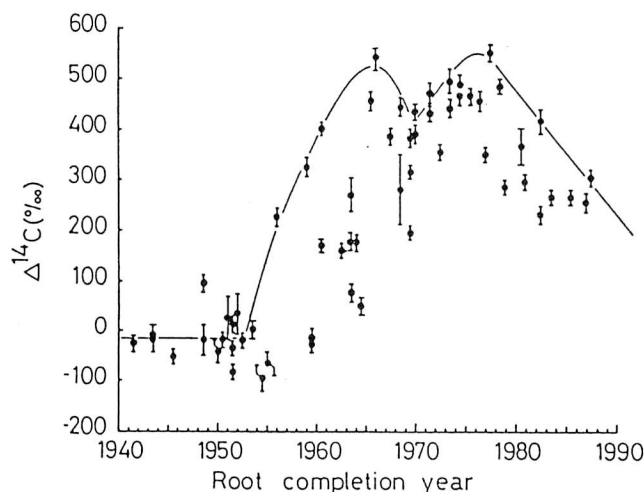


図1. ヒト歯牙コラーゲン中 ^{14}C 濃度と歯根完成年との関係

Fig. 1. Relation of $\Delta^{14}\text{C}$ concentration in human tooth collagen to the median value of root completion year of the subjects.

そこで第三大臼歯とその他の歯を分離してデータを詳細に解析した。図2は29個の第三大臼歯の分布である。1966年及び1977年頃に2つのピークが図1よりも明瞭に観察された。第1のピークは第2のピークより低かった。

図3はその他の歯の分布である。1961年頃と1967年頃に第三大臼歯の分布と比較してより明瞭なピークが観察された。第三大臼歯及びその他の歯ともに二つのピークが観察された。これら二つのピークは1958年と1962年の核実験回数数の二つのピークに対応しているものと推測された。核実験のピーク年の3-4年後にその他の歯の濃度はピークに達した。第三大臼歯の歯根完成年令は18-25才と長期間を要するので〔4〕第三大臼歯のピーク年はその他の歯よりも更に遅く現れたもの

と考えられる。

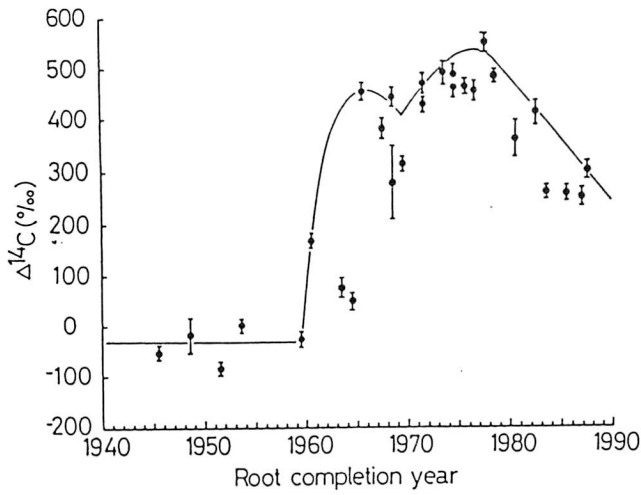


図2. 第三大臼歯の ^{14}C 濃度と歯根完成年との関係

Fig. 2. Relation of $\Delta^{14}\text{C}$ concentration of the third molar to the median value of root completion year

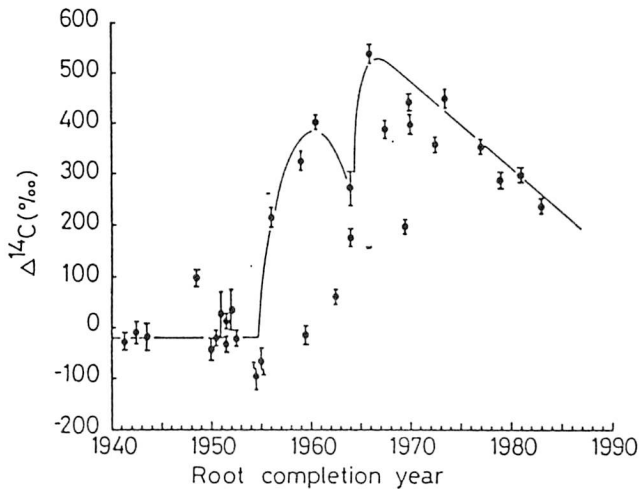


図3. その他の歯の ^{14}C 濃度と歯根完成年との関係

Fig. 3. Relation of $\Delta^{14}\text{C}$ concentration of the other teeth excluding the third molar to the median of root completion year

軟組織、血液、肺、毛髪、その他の濃度は1960年頃及び1966-1967年にピークに達したが、第1のピークは第2のピークと比較して低くしかもあまり明瞭でない[6]。これに対して歯の場合は明瞭な二つのピークが観察された。この差は歯の場合成長期間に蓄積された ^{14}C は代謝されないことによって説明される。以上より人の歯のコラーゲン中の ^{14}C の濃度分布は核実験の回数の二回のピークに対応する明瞭な二つのピークを形成すると結論される。

参考文献

1. Broecker, W.S.; Schulert, A.; Olson, E.A. Bomb carbon-14 in human beings. *Science* 130: 331-332; 1959.
2. Claig, H. Mass-Spectrometer analysis of radiocarbon standards. *Radiocarbon* 3: 1-3; 1961
3. Harkness, D.D.; Walton, A. Further investigations of the transfer of bomb ^{14}C to man. *Nature* 240: 302-303; 1972.
4. Jenkins, G.N. *The Physiology and Biochemistry of the Mouth* Fourth ed. Blackwell Scientific Pub., OXFORD; 1978: 98.
5. Libby, W.F.; Berger, R.; Mead, J.F.; Alexander, G.V.; Ross, J.F. Replacement rates for human tissue from atmospheric radiocarbon. *Science* 146: 1170-1172; 1964.
6. Mok, H.Y.I.; Druffel, E.R.M.; Rampone, W.M. Dating gallstones from atmospheric radiocarbon produced by nuclear bomb explosions. *The New England J. Medicine* 314: 1075-1077; 1986.
7. Nakai, N.; Nakamura, T.; Kimura, M.; Sakase, T.; Sato, S.; Sakai, A. The radio carbon measurement with the Tandem accelerator at Nagoya University. *Nucl. Instrum. and Methods* B5: 171-174; 1984.
8. Nakamura, T.; Nakai, N.; Kimura, M.; Ohishi, S.; Hattori Y.; Kikata, Y. Variations in ^{14}C concentrations of tree rings (1945-1983). *Chikyukagaku(Geochemistry)* 21: 7-12; 1987.
9. Nishizawa, k.; Togari, A.; Matsumoto, S.; Nagatsu, T. Atmospheric nuclear weapon test history as characterized by the deposition of ^{14}C in human teeth. *Health Physics* 59:179-182;1990
10. Noyes, F.B.; Schour, I.; Noyes, H.J. Oral histology and embryology Philadelphia: Lea & Febiger; 1948: 267.
11. Nydal, R.; Lovseth, K.; Syrstad, O. Bomb ^{14}C in the human population. *Nature* 232: 418-421; 1971.
12. Nydal, R.; Lovseth, K.; Gullicksen, S. A survey of radiocarbon variation in nature since the test ban treaty. *Radiocarbon dating: Berger, R.; Suess, H.E. eds. Berkeley, CA: University of California Press; 1979: 313-323.*
13. Schour, I.; Massler M. Studies in tooth development: the growth pattern of human teeth. *The J. American Dental Association* 27: 1918-1931; 1940.
14. Stenhouse, M.J.; Baxter, M.S. Bomb ^{14}C and human radiation burden. *Nature* 267: 828-832; 1977.

ATOMOSPHERIC NUCLEAR WEAPOS TEST HISTORY NARRATED
BY CARBON-14 IN HUMAAN TEETH

Kunihide Nishizawa
Radioisotope Research Center, Nagoya University
Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464, Japan

Akifumi Togari and Shosei Matsumoto
Department of Pharmacology, Aichi-Gakuin University
School of Dentistry, 1-100 Kusumoto-cho,
Chikusa-ku, Nagoya 464, Japan

Toshiharu Nagatsu
Department of Biochemistry, Nagoya University
School of Medicine, 65 Tsurumai-cho,
Showa-ku, Nagoya 466, Japan

Abstract

The $\Delta^{14}\text{C}$ concentration in the collagen of human teeth was retrospectively investigated to elucidate the relationship between the number of nuclear weapon tests and the distribution of $\Delta^{14}\text{C}$ concentration in teeth. Teeth were extracted for dental therapy from July 1987 to February 1991 from patients who were residents of Aichi prefecture, Japan. Tooth collagen was extracted with HCl and converted to amorphous carbon by heating in a vacuum line. Specimens for $\Delta^{14}\text{C}$ analysis were prepared by mixing the amorphous carbon with silver powder. The $\Delta^{14}\text{C}$ concentration was measured by a Tandetron accelerator mass spectrometer. The distribution was analyzed in detail by separating the third molar from other teeth. Two peaks were observed in both the third molar and other teeth. The shape of peaks of the third molar was broader than that of other teeth. These two peaks correspond to the peaks of the number of nuclear weapon tests in 1958 and 1962. The first peak year and the second peak year of other teeth fall behind by 3 to 4 years those peaks of the number of nuclear tests, respectively. The $\Delta^{14}\text{C}$ concentration in human teeth collagen makes clear two peaks corresponding to the number of the nuclear weapon tests.

論文発表

1. 西沢邦秀、戸崎彰史、松本昌世、永津俊治：歯が核実験を記憶している；歯界展望、77, 2, 1991、pp. 341-356
2. K.Nishizawa、A.Togari、S.Matsumoto、T.Nagatsu：Atmospher nuclear weapon test histry narrated by carbon-14 humann teeth；Proceedings of the third conference on radiation protection and dosimetry、pp 146-152、1991

口頭発表

1. K.Nishizawa、A.Togari、S.Matsumoto、T.Nagatsu：Atmospher nuclear weapon test histry as characterized by the deposition of ^{14}C in humann teeth；The world conference on medical physics and biomedicaal engineering；1991、Kyoto
2. K.Nishizawa、A.Togari、S.Matsumoto、T.Nagatsu：Atmospher nuclear weapon test histry narrated by carbon-14 humann teeth；The third conference on radiation protection and dosimetry；1991、Orland