

ヒト歯牙コラーゲン中¹⁴C蓄積と大気圏内核実験との相関

西沢邦秀*

戸莉彰史**、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、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]。人体諸組織中の¹⁴C濃度は1966～1967年に最高値に達した[2-6]。植物に取り込まれた¹⁴Cは多様な食物連鎖を介して人体に取り込まれるため、血液・毛髪等の人体組織中の¹⁴C濃度は1～2年遅れて大気中¹⁴C濃度と同じ値を示す[2,6]。¹⁴Cは約10年の平均寿命で人体内軟組織に残留する[7]。

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[8]が、人間については確認されていない。かりに代謝するならば、現在生きている人の歯のコラーゲン中¹⁴C濃度は他の軟組織と同様、大気中¹⁴C濃度と等しい値を示すはずである。逆に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、現在生きている人のうち、核実験実施以後に歯が生長した人の歯は、¹⁴Cの濃度異常として過去の核実験による大気汚染の歴史を覚えているはずである。もしもこの仮定が真実であるならば、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。そこで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を分析した。

2. 材料及び方法

2-1 材料

1987年7月から1988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146名から治療のために抜歯した158個の歯を収集した。誕生年は1905(明治38)から1981(昭和56)年までの間にあり、年齢は収集時の1988年現在で7歳から84歳であった。このうち27個を実験に用いた。

27名は1988年現在で7～61歳に分布している。27個のうち15個が第三大臼歯(親知らず)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

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°Cで充分乾燥させた後、真空中で2~4時間約400°C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濃度はタンデム天然放射能測定装置を用いて測定した。

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高校卒業時の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ます、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]。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。

3. 結果及び考察

3-1 誕生年と¹⁴C濃度の関係

図1は誕生年によってコラーゲン中¹⁴C濃度がどのように変動するかを% (千分率)で表している。図中の曲線は測定値の上限の輪郭を描くようにして書いてある。

1927~1941年の間に生まれた人では、¹⁴C濃度はほぼ一定でバックグラウンドレベルにあるが、1942年頃から¹⁴C濃度は急激に上昇し始め、1951年頃にバックグラウンドより約600%ほど大きなピーク値に達した。以後2つの指数関数の和で表される緩やかな曲線に沿って減少している。

つまり1942年に生まれた現在47歳の人の歯の中には、それ以前のバックグラウンドレベルより高濃度の¹⁴Cが含まれており、1951年に生まれた現在39歳になる人の歯の濃度が最も高いことになる。コラーゲン中¹⁴C濃度と誕生年との関係は、1970年頃までに報告されている血液、毛髪、軟組織等の示す¹⁴C濃度変動とほぼ

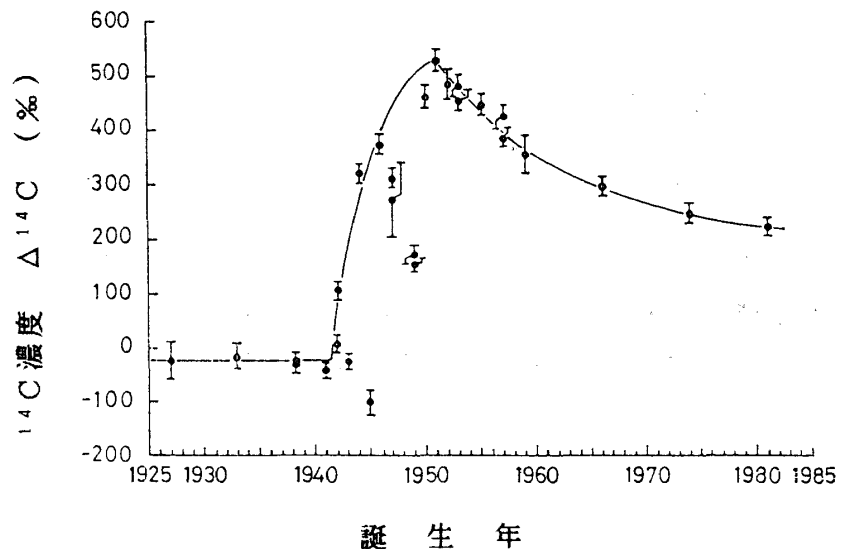


図1 誕生年とヒト歯牙コラーゲン中¹⁴C濃度の関係

Fig. 1 Relation of collected ¹⁴C concentration $\Delta^{14}\text{C}$ in human tooth collagen to birth year of subjects.

同様の傾向を示した。ただし、歯のコラーゲンの ^{14}C の濃度がピークに達した年は、他の組織のピーク年より約20年前にずれている。

3-2 歯根完成年と ^{14}C 濃度の関係

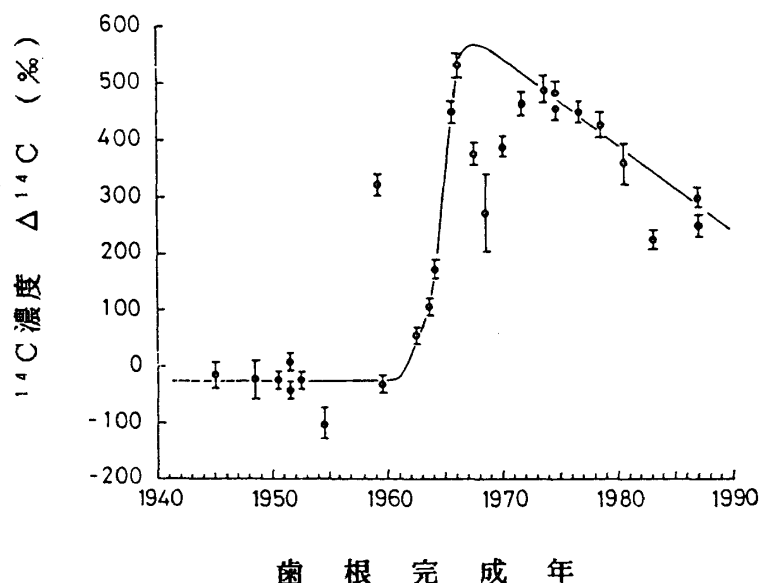


図2 歯根完成年とヒト歯牙コラーゲン中 ^{14}C 濃度の関係
Fig. 2 Relation of collected ^{14}C concentration $\Delta^{14}\text{C}$ in human tooth collagen to median value of root completion year of subjects.

図2は歯根完成年と ^{14}C 濃度との関係を示している。図1と同じデータを別の角度から眺めてみたものである。誕生年に歯根完成年齢を加えた値を歯根完成年とした。この表し方でみると1960年頃まではバックグラウンドであるが、1961年頃から急激に ^{14}C 濃度は上昇し、1967~1968年頃にピークに達した。以降ほぼ直線的に減少している。

歯根完成年で表したときの ^{14}C 濃度のピーク年、1967~1968年は他の組織のピーク年1966~1967年とよく一致している。また、ピーク値もほぼ等しい。

^{14}C の半減期は長いので人間に関する限り、体内での ^{14}C の分布は減衰を考えないで代謝のみによる特性を示すと考えてよい。このことから歯コラーゲン中の著しく高い ^{14}C 濃度は核実験に由来するものであると結論づけられよう。

参考文献

- [1] Nydal, R.; Lovseth, K.; Gulickesen, S., A survey of radiocarbon variation in nature since the test ban treaty. In: Berger, R.; Suess, H.E., eds. Radiocarbon dating. Berkeley, CA: University of California Press, (1979) 313-323.
- [2] Broecker, W.S.; Schulert, A.; Olson, E.A., Science, 130 (1959) 331-332.
- [3] Harkness, D.D.; Walton, A., Nature, 240 (1972) 302-303.
- [4] Libby, W.F.; Berger, R.; Mead, J.F.; Alexander, G.V.; Ross, J.F., Science, 146 (1964) 1170-1172.

- [5] Mok, H.Y.I.; Druffel, E.R.M.; Rampone, W.M., *New Engl. J. Med.*, 314 (1986) 1075-1077.
- [6] Nydal, R.; Lovseth, K.; Syrstad, O., *Nature*, 232 (1971) 418-421.
- [7] Stenhouse, M.J.; Baxter, M.S., *Nature*, 267 (1977) 828-832.
- [8] Jenkins, G.N., *The physiology and biochemistry of the mouth*. Fourth ed. Oxford: Blackwell Scientific Pub.; (1978) 98.
- [9] Schour, I.; Massler, M., *J. Am. Dental Assoc.*, 27 (1940) 1918-1931.
- [10] Noyes, F.B.; Schour, I.; Noyes, H.J., *Oral histology and embryology*. Philadelphia: Lea & Febiger, (1948) 267.

ATMOSPHERIC NUCLEAR WEAPON TEST HISTORY AS CHARACTERIZED BY THE
DEPOSITION OF ^{14}C IN HUMAN TEETH

Kunihide Nishizawa, Akifumi Togari*, Shosei Matsumoto*, Toshiharu Nagatsu**

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

* Department of Pharmacology, School of Dentistry, Aichi-Gakuin University
1-100 Kusumoto-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464, Japan

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

The ^{14}C concentration in the collagen of human teeth was retrospectively investigated to determine whether its incorporation was related to atmospheric testing of nuclear weapons. Teeth were extracted for dental therapy from July 1987 to February 1988 from patients who were residents in Japan. Tooth collagen was extracted with HCl and converted to amorphous C by heating in a vacuum line. Specimens for ^{14}C analysis were prepared by mixing the amorphous C with silver powder. The ^{14}C concentration was measured by mass spectrometer. The ^{14}C concentration in tooth collagen rapidly increased in 1961 after the bomb tests, peaked around 1967-1968, and then gradually decreased. The collagen of human teeth maintains the ^{14}C concentration at the age of root completion for life. The results of this study indicate that the history of environmental contamination from atmospheric nuclear weapon's tests has been characterized by the deposition of ^{14}C in the tooth collagen ^{14}C of human beings.

論文発表

著者名	学協会誌名	巻号 P~	発表年 西暦	論文名
西沢邦秀 永津俊治	Isotope News	12 8~10	1989	ヒト歯牙コラーゲン中 ¹⁴ Cの語る核実験の履歴
西沢邦秀	Radioisotopes	38,12 79	1989	核実験によるヒト歯牙コラーゲン中 ¹⁴ Cの濃度異常
K. Nishizawa, A. Togari, S. Matsumoto and T. Nagatsu	Health Physics	59,2 179~182	1990	Atmospheric nuclear weapon test history as characterized by the deposition of carbon-14 in human teeth
西沢邦秀、戸苺彰史 松本昌世、永津俊治	歯界展望	77,1 101~116	1991	歯が核実験を記憶している

口頭発表

発表者	学会名	発表 年月日	表 題
西沢邦秀、永津俊治 戸苺彰一、松本昌生	日本医学放射線学会 第56回物理部会大会	1988 10/21 ~22	ヒト歯牙中 ¹⁴ C濃度変動にみる核実験による汚染の履歴
西沢邦秀、戸苺彰史 松本昌世、永津俊治	第26回理工学における 同位元素研究発表会	1989 7/3~5	ヒト歯牙コラーゲン中 ¹⁴ Cの語る核実験の履歴
西沢邦秀、戸苺彰史 松本昌世、永津俊治	第27回理工学における 同位元素研究発表会	1990 7/2~4	ヒト歯牙コラーゲン中の ¹⁴ Cの語る核実験の履歴(II)
西沢邦秀、戸苺彰史 松本昌世、永津俊治	日本医学放射線学会 第60回物理部会大会	1990 11/8~ 11/9	ヒト歯牙コラーゲン中 ¹⁴ Cの語る核実験の履歴(III)