

福島第一原子力発電所事故により放射された放射性核種(プルトニウム239, ストロンチウム90)の人歯牙への蓄積量と周辺地域の放射能汚染度, 健康状況に関する研究

井上一彦^{1,3)}, 山口一郎²⁾, 今井 奨^{1,3)}, 花田信弘¹⁾

鶴見大学歯学部探索歯学講座¹⁾ 国立保健医療科学院 生活環境研究部²⁾
元国立予防衛生研究所 歯科衛生部³⁾



I 研究の背景(これまでの実績を含む)と目的

651514×10¹⁵ ベクレル(広島型原爆の35000発分)⁴⁾で今回の福島の事故の1000倍である。福島では福島型原子爆弾約35発分の放射性物質が放出されたと推定される。気象庁気象研究所は2011年12月1日、3月に茨城県つくば市でセシウム137の降水量を測定し地上核実験が行われた頃の値よりも遙かに高く、過去最高1963年6月の50倍以上の30000Bq/m²であったと報告した(朝日新聞朝刊2011.12.2, 図1)。

現在、放出量は(抜粋)キセノン133:1100万テラベクレル(半減期5日),ヨウ素131:16万テラベクレル(半減期8日),セシウム137:1万5000テラベクレル(半減期30年),ストロンチウム90:140テラベクレル(半減期29年),プルトニウム239:0.0032テラベクレル(半減期24000年)である⁵⁾。これらのうちヨウ素は甲状腺に影響し、セシウムは筋肉に蓄積し、ストロンチウム90は歯、骨にたまり(図2)、プルトニウム239は肺に沈着し、体内に入ると骨に蓄積する。²³⁹Puも乳歯から検出されている(図2)。内部被曝のサンプリング材料として、骨採取は困難であるのに対して、歯は除去され収集することが可能である。

b. 今までの実績

我々は、核実験による大気放射能降下物(フォールアウト)や食物摂取による内部被曝による日本人への影響を調査するために1972年から1995年まで日本全国の歯科診療所から歯牙を収集し(1022本)、⁹⁰Srの抜去第三大臼歯への蓄積について調査し、1953年生まれの人々の第三大臼歯に⁹⁰Srの量が最大値を示すことを報告した⁶⁾(図3)。これは、このグループの第三大臼歯の形成期にあたる約10年後の1963~1964年が最も核実験が世界中でおこなわれ、そのフォールアウトが最も高かった時期に一致していたことを示した⁶⁾(図4-1,2)。歯牙はバイオアッセイとして放射能汚染の環境指標物質となりうる。石井、永井らは地上核実験が行われた時期に全国より乳歯を収集し、放射能降下物(フォールアウト)に一致してその時期に形成されていた乳歯には放射能が高いことを示している(図5-1,2)。

c. 目的

1. 福島県民およびその周辺地域と福島第一原子力発電所で勤務する作業員の歯牙を収集し(乳歯、永久歯)、今回の事故で放出されて内部被曝により歯牙に蓄積する可能性のある放射性核種(⁹⁰Srと²³⁹Pu)の存在を可及的に個人レベルで定量することを計画する。
2. 周辺地域の土壌に対する汚染状況や住民の外部被曝量、内部被曝量や食品への放射線汚染状況ならび健康状況を詳細に調査し、歯牙に蓄積した放射性核種(⁹⁰Srと²³⁹Pu)の定量値との関連について長期にわたり調べることを目的とする。

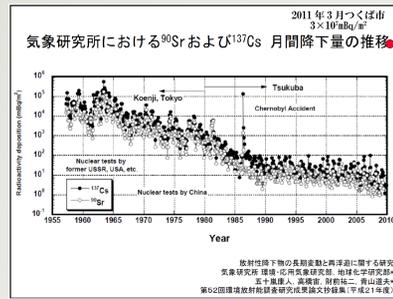


図1

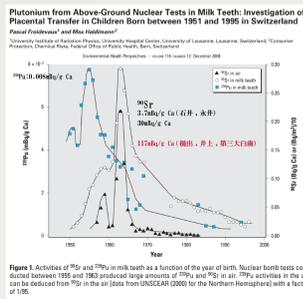


図2

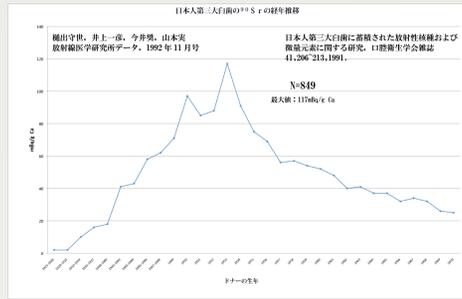


図3



図4-1

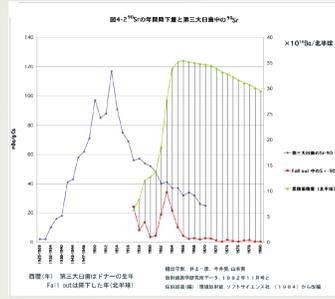


図4-2

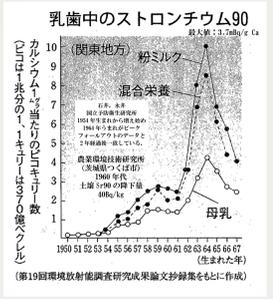


図5-1

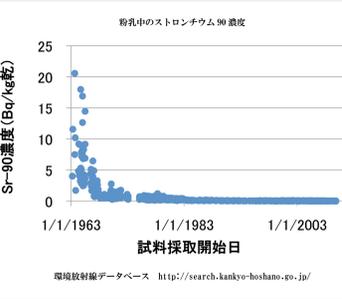


図5-2

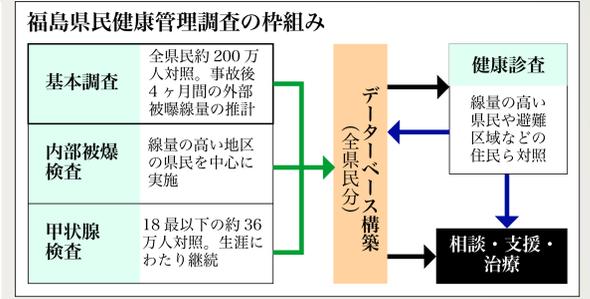


表1

II 研究内容の斬新性

島は1/1000であるので、検出限界値は2mBq/g Caであることを考える検出感度をよくするが、個人レベルであれば個人単位の歯牙収集本数を可及的に増やすことが必要であると考えられる。また、測定方法は現状で非常に煩雑でかつ時間を要する(約1ヶ月)。その改善や新たな測定方法や測定装置の開発や歯種選別に際しても検討をする。

2. ⁹⁰Sr以前の蓄積量との差別化

1933~1970年生まれの人々の永久歯からはすでに⁹⁰Srは蓄積されていることが推察される。1970年以降に生まれた人々の歯牙には⁹⁰Srは検出されないことが示唆される。

収集される乳歯に関しては以前のフォールアウトの影響はない。

3. 日本で初めて²³⁹Puの歯牙へ蓄積が存在するかを調査する。

プルトニウムも地上核実験の時代にフォールアウトにより日本の土壌中(茨城、青森等7試料の平均)で²³⁹⁺²⁴⁰Puとして1.5Bq/kg検出されている⁹⁾。歯牙中の存在は確認されていないが、1970年以降に生まれた人はフォールアウトの影響はないと推察される。

III 研究の発展性・進展性

推定される。半減期のことを考えるとこの値より低い数値であることが推察される。

- ・モデル2: 経口摂取したうち1割が歯や骨に移行し蓄積と仮定し、歯や骨のSr-90の濃度を100mBq/g Caと仮定、体内のCaの質量を1kgと仮定。体内残留量100Bq一年間の摂取を仮定一日の摂取量2.5Bq(魚を100g/一日 食べるとすると25Bq/kgの濃度に該当)
- ・一年間の摂取量1kBq Sr-90の実効線量換算係数(13歳≦15歳児<18歳)7.8E-08[Sv/Bq]とすると、年間の摂取による予測実効線量は80μSv

モデル3: 歯への線量

歯牙に沈着したSr-90の濃度を100mBq/gとし、それが40年間に線量を与えたと仮定して計算した場合、線量(歯牙の平均組織吸収線量)は、

- ・歯牙1.3±1.5mGy・頬15±0.1μGyとなる。(EGSによる計算) 予測実効線量は120μSv程度である。

2. コントロールとの比較

コントロールとして1995年より2011年3月以前まで東京都と埼玉県の歯科診療所で、個人歯牙情報(抜歯されたときの年齢、部位、抜歯年月日、居住地)が既知である抜去された歯牙(埼玉:168本、東京:152本)を収集済みである。放射線の影響を受けたと予想される試料との比較検討を行う予定である。

3. チェルノブイリの報告について

チェルノブイリ事故の後ウクライナにおいて1000本の歯牙が収集され年齢性別別に18群にわけ⁹⁾⁹⁾Srの量を比較したところ、各群は地上核実験が行われた時期のデータよりも少ないが、原発で事故の収束に従事したと思われる25~45歳の男性のグループに⁹⁰Srの歯牙への蓄積が多く認められている¹⁰⁾。この結果との比較検討を行う。

IV 関連領域とのグループ形成の有用性

2. 抜去歯牙収集

A. 乳歯

健康診査を実施している乳幼児から小学高学年の児童の乳歯の収集をおこなう。

個人別に可及的になるべく多く(ベストは20本)の抜去されたり、脱落した乳歯を個人別にまとめて、名前、年齢、生年月日、抜歯された日時、部位を必ず記載して、送付してもらう。

B. 永久歯

健康診査を実施している人の中で、歯牙に蓄積する放射性核種の定量を希望する人の抜去した歯牙を送ってもらう(名前、年齢、生年月日、抜歯された日時、部位を必ず記載)

C. 原発で作業している人の永久歯

医療施設により健康診査を受けているのでそのデータを収集する。

氏名、性別、年齢、住所、労働期間、作業地域の放射線量、推定外部被曝放射線量、内部被曝放射線量(ホールボディカウンター)の調査を行い、データを収集する。

個人識別番号により、登録する(連結可能匿名可を考慮する)。この登録した方から抜去された歯牙があればすべて個人別に名前(登録番号可)、年齢、生年月日、抜歯された日時、部位を必ず記載して、送付してもらう。

3. 歯牙中(乳歯、永久歯)の放射線量の測定と放射性核種(⁹⁰Srと²³⁹Pu)の定量

歯牙中から放出される放射能を測定器にて測定する。

歯牙中の⁹⁰Srと²³⁹Puの定量を行う。

イメージングプレートを用いて全体の歯牙中の放射線量を測定する。

個人を識別できるように名前、性別、住所、体重、身長、生活状況、健康状況、

居住地の放射線量、推定外部被曝放射線量、内部被曝放射線量(ホールボディカウンター)と歯牙中の全放射線量と⁹⁰Srと²³⁹Puの定量値についてデータベースを構築する。それぞれの関係について統計学的分析を行う。

また、コントロールデータとの差を統計学的に検証する。

- ・歯牙収集に協力を依頼する機関や組織

日本全国の歯科診療所

- ・ストロンチウム90、プルトニウム239の測定について協力を依頼する機関
- ・測定結果や健康調査等との関係を医学的見地から調査協力を依頼する機関や組織

最終的な研究の目標

歯牙を環境指標物質として、個人の内部被曝量を見よする。

1) 原子力安全・保安院、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故に係る1号機、2号機及び3号機の炉心の状態に関する評価について」(http://www.meti.go.jp/press/2011/06/20110606008/20110606008.html)

2) 放射線物質放出量データの一部誤りについて

3) 世界の放射線被曝調査 高田純著 講談社

4) 放射線医学総合研究所(監訳): 国連科学委員会報告「放射線の線量と影響」、1993年版、(株)実業公報社(1995)

5) Pascal Froidevaux and Max Haldimann: Plutonium from Above-Ground Nuclear Tests in Milk Teeth: Investigation of Placental Transfer in Children Born between 1951 and 1995 in Switzerland, Environmental Health Perspectives, VOLUME 116, NUMBER 12, December 2008.

6) 樋出守世, 中村秀男, 井上一彦, 今井奨: 日本人第三大臼歯に蓄積された放射性核種および微量元素に関する研究1. 口腔衛生学会雑誌40:243~250,1989.

7) 樋出守世, 井上一彦, 今井奨, 山本実: 日本人第三大臼歯に蓄積された放射性核種および微量元素に関する研究. 口腔衛生学会雑誌41:206~213,1991.

8) 樋出守世, 井上一彦, 今井奨, 山本実: 放射線医学研究データ. 1992年11月号.

9) Muramatsu, Y., Yoshida, S., Tagami, K., Uchida, S., and Rihm, W.: ICP-MS analysis environmental plutonium. Plutonium in the Environment, radioactivity in the Environment, 1, 63-77 (2001).

10) Strontium-90 concentrations in human teeth in south Ukraine, 5 years after the Chernobyl accident. Kulev YD, Polikarpov GG, Prigodey EV, Assimakopoulos PA. Sci Total Environ. 1994 Oct 28;155(3):215-9.

V 文献