

| | |
|---|--|
| 番号 | 線量 007 |
| 大項目 | 大気圏内核実験 |
| 中項目 | 体内動態 |
| 小項目 | 人体放射能 |
| タイトル | セシウム-137 体内量のバイオアッセイによる推定 Estimation of body burden by cesium-137 contents in human urine |
| キーワード | 尿、放射化学分析、生物学的半減期、排泄比、血液 |
| 概要 | |
| <p>ホールボディカウンタ（WBC）により放射性核種の体内量が計測可能になる以前は、尿中の放射性核種濃度を計測し、体内汚染状態の推定に役立てていた。1959 年から 1967 年に計測された尿中のセシウム濃度のデータからは、1963 年に人体のセシウム濃度のピークがあったと考えられる。こうしたデータは、その後の WBC 計測による体内量の変動と大変よく相関していることが検証された。</p> <p>WBC 計測が可能になってからは、成人ボランティアから採取した尿や血液中の放射性核種濃度と WBC の結果を比較検討することで、バイオアッセイ試料から体内量を推定する方法が開発された。こうした方法は、WBC の利用が難しい状況下では今も有効な内部被ばく線量推定の手段である。</p> <p>またバイオアッセイのデータは生物学的半減期の算定にも用いられ、個人差はあるものの約 85 日と推定された。</p> <p>こうした研究は、大気核実験により体内セシウム濃度が高い時代に行われた。</p> | |
| 詳細 | |
| <p>1) 1959 年～1967 年の尿中のセシウム濃度の推移</p> <p>1959～1964 年にかけて、石川、大阪、福岡、北海道、埼玉の中学生から起床最初の尿を 1 人 200ml 集めて、その 50 人分を 1 試料として、セシウム-137 (Cs-137) 濃度を放射化学分析で測定し、県や時期ごとの平均値を計算した。1 リットル当たりの濃度の推移を図 1 に示した。</p> <p>WBC 計測技術が導入される以前のこうしたデータは、その後の成人男子の尿中の Cs 量の推移（図 1）とともに、ホールボディカウンター（WBC）で計測された日本人の体内 Cs 量の変動（環 006-1）を補強する証拠となっている。</p> <p>2) 尿中のセシウム濃度から体内量を推定する方法（成人）</p> <p>1963 年 11 月から 1967 年 3 月にかけて、22～44 歳の成人男子 23 名の体内量（Q）を WBC で測定し、同じ被験者の 24 時間尿（Eu）、連続する 3 日間分を合併して放射化学分析で Cs-137 を測定し、測定月ごとに Q/Eu を求めた。毎月の平均値を平均すると Q/Eu は 124 ± 27 であった（図 2）。こうした係数を用いることにより、24 時間尿中の Cs 量（Eu）から体内量（Q）を推定することができる^{1),2),3)}。</p> <p>尿中への Cs-137 排泄が日変化することから体内量推定には 3 日連続尿が適して</p> | |

いることが分かった⁵⁾。

また、Cs-137 体内量と血液 100ml 中の Cs-137 濃度(放射化学分析による)にも相関があり、全血中濃度に日間変動は見られるものの、全血の Cs-137 濃度の約 6 倍が Cs-137 体内濃度に相当する。

Cs-137 の放射化学分析の概略は、既知量の塩化セシウムを加えた尿に 1 / 5 量の硝酸を加えて湿式分解して有機物から Cs-137 を分離する。リンモリブデン酸アンモニウム (AMP) を加える。Cs は AMP に吸着され沈殿する。水酸化ナトリウムにこの沈殿を溶かして過熱して共存する揮発性塩基を追い出してから、陽イオン交換樹脂カラムを通して Cs だけを分離する。塩化白金酸を加えて得られる沈殿の重量から Cs の回収率を把握した後に、放射能を計測する。回収率で補正して尿に存在していた Cs-137 量が得られる⁵⁾。血液の Cs-137 量は若干異なる放射化学分析で測定された⁸⁾。

3) 尿中排泄比から求めた生物学的半減期

10 名から 24 時間の尿と糞便を別々に、3 日間連続して集めて、放射化学分析で Cs-137 を測定した。尿中への Cs-137 の排泄比である f_u の平均値は 0.88 ± 0.03 で被験者間の変動は小さかった³⁾。Cs の全排泄量中で尿中に排泄される量の比(f_u)を 0.88 として、生物学的半減期の平均値を求めた結果、約 85 日であり、個人ごとに計算したところ、50 日から 161 日のばらつきが見られた⁴⁾。

図表

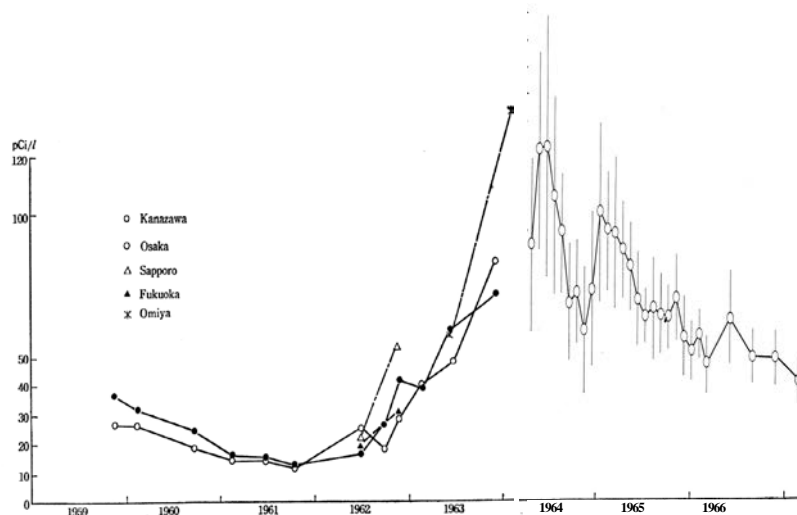


図1 中学生(左)及び成人(右)の尿のセシウム-137濃度の推移(1959-1967) 縦軸は pCi/l で表示している。数字に 1/27 掛けることで Bq/l に換算できる。

(Radioactivity Survey Data in Japan (NIRS) No.3 (1964), No.6 (1965), No.18 (1968) より編集)

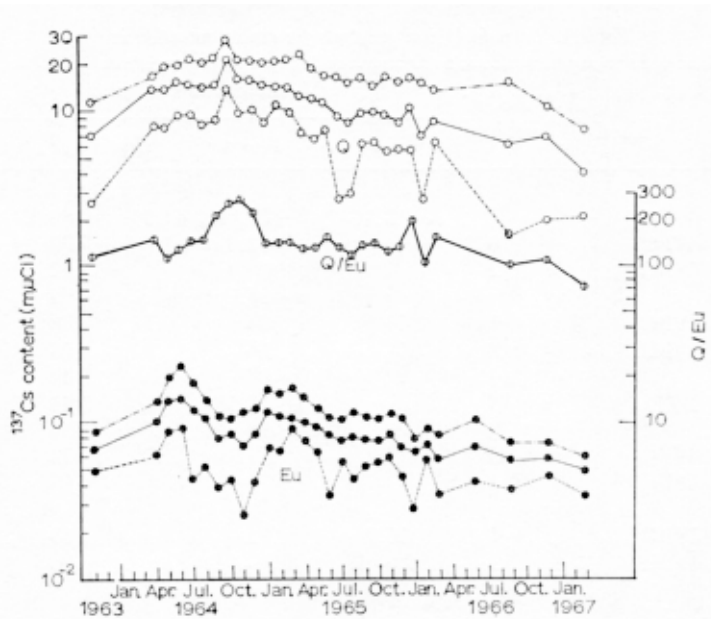


図2 セシウム-137 体内量 (Q)、尿中排泄量 (Eu)、体内量と排泄量の比 (Q/Eu) の推移 (1963-1967) 縦軸は nCi である。Bq 表示には数字を 37 倍する。

(Uchiyama et al: Health Physcs 16 (1969) より)

文献

1. M. UCHIYAMA, T. Iinuma and M. Saiki Relationship between body burden and urinary excretion of cesium-137 in man following fallout cesium-137 ingestion, Health Physcs 16, 277-286 (1969).
2. 内山正史 ¹³⁷Cs 体内量の尿中排泄量による推定 PP. 54-58 「人体内放射性物質の測定に関する短期研究会」報告 昭和44年2月22日 KURRI-TR-66 別刷 京都大学原子炉実験所.
3. M. Saiki, and M. Uchiyama Cesium-137 in Human Urine, Radioactivity Survey Data in Japan (NIRS) 18-21 No.18, Feb. 1968.
4. M. UCHIYAMA Estimation of ¹³⁷Cs Body Burden in Japanese . The Ratio of ¹³⁷Cs Excreted in The Urine to that in the total Excreta Following the Continuous Intake of ¹³⁷Cs in the Fall-Out, J. Radiat. Res., 18, 239-246 (1977) Estimation of ¹³⁷Cs Body Burden in Japanese 1.
5. M. UCHIYAMA Estimation of ¹³⁷Cs Body Burden in Japanese . The Biological Half-life, J. Radiat Res., 19, 246-261 (1978).
6. M. Izawa, M. Saiki, M. Uchiyama and M. Tano Cesium-137 in Human Urine, Radioactivity Survey Data in Japan (NIRS) 31-34 No.3, May. 1964.
7. M. Saiki, M. Uchiyama and C. Tsai Cesium-137 in Human Urine, Radioactivity Survey Data in Japan (NIRS) 20-22 No.6, Nov. 1965.
8. N. YAMAGATA and T. A. IINUMA Total body burden of cesium-137 in

Japanese in 1964 as assessed by blood analysis, Health Physics 12, 901-907 (1966).

9. T.A.IINUMA, S.YASHIRO, T.ISHIHARA, M. UCHiyAMA, T.NAGAI, and N.YAMAGATA ESTIMATION OF INTERNAL DOSE IN HUMAN FETUS AND NRWBORN INFANTS DUE TO FALLOUT CESIUM-137, RADIATION BIOLOGY OF THE FETAL AND JUVENILE MAMMAL 105-116 Proceedings of the Ninth Annual Hanford Biology Symposium at Richland, Washington, May 5-8, 1989 Sponsored by Battelle Memorial Institute Pacific Northwest Laboratory and U.S. Atomic Energy Commission, Edited by Melvin R. Sikov and D. Dennis Mahlum December 1969.
10. Masafumi Uchiyama Re-evaluation of the Biological Half-Time of Caesium in Japanese Male Adults, J. Environ. Radioactivity, 41, No.1, 83-94, 1998.