



Title	白血病剖検骨格中の放射性ストロンチウム量の測定 ダイ1報
Author(s)	佐藤, 周子; 粟冠, 正利; 橋詰, 雅
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1968, 27(12), p. 1592-1595
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/20583">https://hdl.handle.net/11094/20583</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

# 白血病剖検骨格中の放射性ストロンチウム量の測定 第1報

東北大学医学部放射線基礎医学教室  
 佐藤周子 粟冠正利  
 放射線医学総合研究所物理研究部  
 橋詰雅

(昭和42年7月4日受付)

The Amount of Sr-90 in the Bones of Leucemia Patients and Medical Exposure They Received

By

Chikako Sato, Masatoshi Sakka

Department of Radiation Research, Tohoku University School of Medicine, Sendai  
 and

Tadashi Hashizume  
 Physics Division, National Institute of Radiological Sciences

Analysis of Sr and measurements of its radioactivity were made on bones of 43 leucemia patients who were held autopsies between 1962 and 1965 at the Department of Pathology, Tohoku University School of Medicine.

The relation between the activity of Sr-90 and the age at death is shown in Fig 1. Medical exposures that patients received before the onset of leucemia are summarized in Table I. The amounts of Sr-90 in the bone of leucemia patients were  $3.17 \pm 2.69 \mu\mu\text{Ci/gCa}$  (younger than 20 years) and  $0.47 \pm 0.31 \mu\mu\text{Ci/gCa}$  (older than 20 years). These values are not significantly different from that of normal persons in Japan. Total marrow dose by Sr-90 in bone and medical exposure is estimated to be 52.8 mrad per year. Full data are to be published on Tohoku J. exp. Med.

骨格中に沈着した放射性ストロンチウムが骨新生物や骨髓性白血病発生率を高めるだろうという疑いは今日依然として強いが、低準位の放射線が人の晩発性障害の原因になつていることを示す明確な実例は極めて少ない。本報告の目的は白血病剖検例の骨に沈着している放射性ストロンチウムを測定し、この値が白血病でない人の値と差があるかどうかを検定し、併せて本症例の受けた医療用放射線の大きさを推定することにある。ここでは1962年から1965年までの調査結果の概要をのべるが、詳細な資料は Tohoku J. exp. Med. に発表する予定である。

## 材料と方法

1962年から1965年末までに東北大学医学部病理学教室で剖検された白血病患者のフォルマリン固定保存骨、又は新鮮骨を材料とした。病名は、急性骨髓性白血病26例、慢性骨髓性白血病7例、赤白血病3例、単球性白血病3例、急性リンパ性白血病2例、慢性白血病1例である。採取した骨部位は、大腿骨上 $\frac{1}{3}$ が38例、胸骨+肋骨1例、脊椎骨2例、全骨格1例である。1963年迄の材料はすべて保存骨であるが1964年以後は新鮮骨が主である。

筋肉、脂肪組織等をできるだけ除いて磁製蒸発

皿にのせ 500~600°Cの電気炉で灰化した。骨灰約5gを秤量し、国連のWHO/FAO専門委員会報告の方法<sup>1)</sup>にしたがつてストロンチウムを分析した。即ちSr 50mg, Ba 10mgの担体を加えたのち発煙硝酸によるCaとSrの分離を4回繰返し炭酸アンモニウムを加えてSrCO<sub>3</sub>の沈澱を作ること2回、Na<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>を加えてRaをBaCrO<sub>4</sub>と共に沈させて除き、YをFeと共に沈させて除いたのちSrCO<sub>3</sub>の沈澱の形でとり出す。分離型ガラスフィルターを通して重量既知の濾紙にのせ赤外線ランプで乾燥し、沈澱の重量を測定してSrの収率を求めた。この分析法は放射線医学研究所環境汚染研究部で著者の1人が指導をうけた通り全く同じ操作を行つている。

調製標本は日本無線医理学研究所製低バックグラウンド計数装置 LBC-3B で計数値400以上測定し、その値を標準ストロンチウム溶液の計数によつて求めた測定器の効率およびSrの収率の補正を行い、最終的にはカルシウム1g当りのストロンチウム  $\mu\text{Ci}$  (S.U.)で表現した。尚Ca定量は、別に骨灰100mgを秤量し pHを調整後飽和シニウ酸アンモニウム溶液を加えて沈澱を作り、濾過後、硫酸と共に加熱して沈澱が溶けた時に過マンガン酸カリウム標準溶液で滴定した。

患者の生前受けた医療用放射線は最終病院に保存されている病歴によつてそれまでの照射歴を調

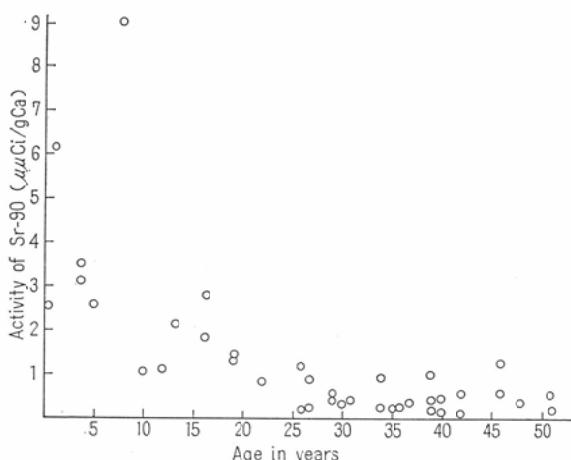


Fig. 1

べ該当病(医)院の放射線担当医師又は技師に問合せて記録に残つてある照射資料を全部集めた。又、患者の遺族に手紙を出し、小児では母体内被曝を含めて放射線被曝歴を問合せた。回答率は90% (38/42)あり病歴に記載されていない診断用撮影を知るこが出来た。更に調査票的回答に記載されていた受診医院に撮影当時のX線装置名、撮影条件を問合せた。

### 成績

全測定例を図1に示してある。医療用放射線に関する資料は表1にまとめた。

Table 1. Medical exposure that patients received

Kind of exposure	Number of cases	Mean marrow dose	Total dose
Radiation therapy	0	0 mrad	0mrad
Radiography			
Shoulder	2	2.1	4.2
Chest	42	10	420
Stomach	13	43	559
Lumbar spine	4	94	376
Histerosarpi-	3	57.4	172.2
gography			
Hip joint	4	25.4	91.6
Fluoroscopy			
Chest	1	369	369
Stomach	4	3000	12000
Photofluorography	230	38	8750
Total			22742 mrad

### 1) 骨中ストロンチウム90の量

2群の測定値間の差の平均水準の差をクヌーアニ<sup>2)</sup>に従つて検定し、その結果を下にかかげる。

検査項目	区別	例数	水準差/標準誤差	差の有り性	危険率
年令差	10才以下 10才以上	7 35	3.83	有り	0.01
病型差	骨髓性 リンパ性	26 3	0.21	無し	
	急髓性 慢髓性	20 6	0.21	無し	
性差	男女	17 15	0.29	無し	
歴年 (11才以上)	1963まで 1964以後	15 17	1.7	無し	

検定の結果、年令11才以上の症例は性、病型、歴年に拘らず同一集団に属するとみて大きな過り

はない（危険率0.01）と判定した。

我々の資料を白血病ではない剖検例の測定値と比較するため対照として放射線医学総合研究所の資料のうち東北地方と新潟県のものをとりあげた。

検査項目	区別	例数	水準差/ 標準誤差	差の有意性	危険率
病気の有無 (10才以下)	白血病例 非白血病例*	7 7	1.22	無し	0.01
(11才以上)	白血病例 非白血病例*	35 55	1.20	無し	0.01

\* 文献(3)(4)(5)による。

採取した骨部位による差の問題はのこるが検定の結果、我々の白血病症例の骨中ストロンチウム90量が放射線医学総合研究所で測定した非白血病者の骨中の値より有意に多いと結論することはできなかつた。

骨中の放射性ストロンチウムの線量寄与は骨中の分布、濃度、実効半減期がわかれれば近似的に解けるが、骨と骨髄との境界の形や骨髄腔と骨梁の相互の大きさ等の条件で計算はかなり面倒である。1962年の国連報告<sup>12)</sup>によれば1ストロンチウム単位（1 $\mu\mu\text{Ci/gCa}$ ）による骨髄線量率は0.7ミリラド/年である。白血病患者の骨の<sup>90</sup>Srの平均含量は20才以下では3.17 S.U., 20才以上では0.47 S.U. で、それぞれ2.22ミリラド/年、0.33ミリラド年の骨髄線量になる。

## 2) 医療用放射線による骨髄線量の推定

山田、橋本等<sup>6)</sup>の測定によれば日本人の赤色髄の量は約766gであり、その分布は表2の2欄の如くである。体重48kgの女性を基にして成型したギプスに軟組織部にはM<sub>3</sub>（重量%果パラフィン6.9%，Mg 22.4%，CaCO<sub>3</sub> 0.7%），骨にはA<sub>1</sub>（パラフィン54%，Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 38%，C 8%），又肺には密度0.3のコルクを使用したファントムを用いた。

検出器としては8×8×4.5mmのLiFの熱蛍光線量計又は同型の蛍光ガラス線量計を骨髄部分に表2の3欄の如く28コ埋込み、各検出器の代表する赤色髄の量を表2の4欄の如くした。28コの検出器を入れたファントムに各々の照射条件にし

Table 2. Distribution of active bone marrow and the site of glass dosimete

Parts	Bone marrow weight	Number of dosimeters	Marrow weight/dosimeter
Head	57.4 g	2	28.7 g
Cervical Vertebrae	22.3	1	22.3
Sternum	20.6	1	20.6
Thoracic Vertebrae	101.0	3	34.0
Lumbar Vertebrae	85.8	3	28.6
Sacral Vertebrae	65.8	2	32.9
Ribs Scapulae Clavicles	126.8	8	17.4
Iliac Bone	170.2	4	42.6
Femur	87.1	2	43.6
Arm	27.0	2	13.5

たがつてX線を照射して線量を測定、この値にそれぞれの検出器が代表する赤色髄の重さを掛け、それらを加え合せて全身の赤色髄の受けける容積線量(g.R)を出した。原子番号の高い骨梁に接した赤色髄が受けける線量は骨梁から出る二次電子の増加のため多くなる。日本人の骨梁間隔の頻度分布<sup>8)</sup>から計算してこの不連続境界による補正を+5%とした。又R単位を吸収線量になおすのに変換乗数として0.93を使用した。ファントムから求めた容積線量値に不連続境界による補正(×1.05)と変換乗数(×0.93)乗じて全身の赤色髄の吸収線量(g. rad)を求め、これを全身の赤色髄量(766g)で割つて骨髄線量とした。その結果、次の値を得た(単位は何れもミリラド)。

胸部撮影 c) 10, d) 12, e) 380, f) 7

胸部間接撮影 a) 37, b) 44, c) 44, d) 33, e) 28, f) 35

胃撮影 a) 54, b) 32

胃透視 a) 4,300, b) 1,700

腰椎撮影 94

以上の骨髄線量に撮影回数を乗じ各部位の線量を合計すると、表1の如く32,700ミリラドとなり、1人平均528ミリラド。これを10年間にうけたとする52.8ミリラド/年である。尚、今回測定しなかつた部位の骨髄の骨髄線量については橋詰らの報告<sup>9)10)</sup>を用いた。

## 考 察

放射性ストロンチウムの大気、水中の挙動、環

境汚染、食物循環、生体内沈着はラジオエコロジーの重要な問題である。我々の測定では白血病者は非白血病者にくらべて特に高度の沈着があるという証拠はなかつた。ポーランドのAleksandrowicz<sup>11)</sup>らは白血病剖検8例についてSr-90を分析し0.39  $\mu\mu\text{Ci/Ca}$ という値を出している。この値は我々のものと差がない。Sr-90による骨髄線量は、我々の例では、20才以下で2.22ミリラド/年、20年以上で0.33ミリラド/年であり、医療放射線による骨髄線量52.8ミリラド/年を合計しても平均55ミリラド/年程度であつて、これらの白血病発生に放射線が大きく寄与したと認める証拠は乏しいようと考える。

## 謝辞

剖検資料の骨を提供して下さつた東北大学医学部病理学教室、赤崎教授（現在愛知がんセンター）、諫訪教授、笹野教授はじめ教室各位、ストロンチウム測定に助言と援助を賜つた放射線医学総合研究所、渡辺部長、田中博士、富川博士、東北大学理学部放射化学教室、塙川教授、八木助教授に深く感謝の意を表す。

本研究は文部省科学研究費（特定研究放射線影響）の援助を受け、渡辺班長（広島大名誉教授）はじめ班員各位の助言を得たことを特記して敬意を表したい。

## 文 献

- 1) Method of Radiochemical Analysis, World Health Organization Technical Report Ser. No. 173, p. 52 Report of a Joint WHO/FAO Expert Committee, Rome, 1958.
- 2) クヌイユ著、増山監訳、現場むきの統計計算、日本規格協会、1961.
- 3) Radioactivity Survey Data in Japan No. 1, Nov. 1963. 放射線医学総合研究所.
- 4) Radioactivity Survey Data in Japan No. 3, May, 1964. 放射線医学総合研究所.
- 5) Radioactivity Survey Data in Japan No. 7, May, 1965. 放射線医学総合研究所.
- 6) 宮川正38年度文部省科学研究費による研究報告集録P. 53-57 (1964).
- 7) 荒居竜雄、日本医放会誌23 (1964). 753-772.
- 8) Hashimoto, M. et al.. Kyushu J. Med. Sci. 13 (1962) 267-272.
- 9) 橋詰雅、加藤義雄、丸山隆司、白貝彰宏、丸山静雄、滝沢正臣、日本医放会誌、24 (1964) 1087-1093.
- 10) 橋詰雅、加藤義雄、丸山隆司、白貝彰宏、丸山静雄、鈴木茂雄、日本医放会誌、25 (1966) 1410-1418.
- 11) Aleksandrowicz, J., Tuta, L., Wazewska-Czyzewska, W. and Marchand, B.: Blood 22 (1963) 346-350.
- 12) 国連科学委員会報告 (1962) p. 353.