

Title	Cs-137の代謝並びに障害に関する実験的研究 第2報 Cs-137の排泄に関する実験的研究
Author(s)	亘理, 勉
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1958, 17(12), p. 1502-1507
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/19010">https://hdl.handle.net/11094/19010</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## Cs-137 の代謝並びに障害に関する実験的研究

## 第2報 Cs-137 の排泄に関する実験的研究

東京大学医学部放射線医学教室 (主任 宮川正教授)

亘 理 勉

(昭和32年9月7日受付)

## I 緒 言

Cs-137の体内代謝に関する研究は單に動物体内におけるCs-137の分布を知るだけでなく、その排泄を併せ知る事によりはじめて成し得られる事は云う迄もない。排泄に關しての研究は本邦に於ては未だ見られていないが、外國に於てはScott等<sup>1)</sup>の詳細な研究や、Mraz等<sup>2)</sup>、Dorfman等<sup>3)</sup>その他の報告が見られる。著者は短期間ではあるが、Cs-137投與動物(ラット)の排泄について以下述べるごとき方法で検討し、興味ある知見を得ることができた。

## II 實驗方法

## 1) 實驗動物

雑系ラット(Rattus norvegicus)を用い、A群として体重 $250 \pm 20$ g 5匹(雄)、B群として体重 $150 \pm 20$ g 5匹(雌)を用い、約2週間飼育の後、實驗に供した。体重は實驗開始時の數値である。飼料はオリエンタル固型飼料NMF(オリエンタル酵母工業株式会社製)を與え、給水瓶により水を攝らしめ、共に自由に攝取させた。

飼育容器は金屬性籠に1匹宛飼育し、尿尿採取法の項で述べるごとくできるだけ清潔な方法で觀察した。

## 2) Cs-137投與法

用いたCs-137は2Nの硝酸、29mcのCs-137+1.0mcのCs-134の混合液で、これを、 $9.2 \mu\text{c}/\text{cc}$ に稀釋し、pH 7.2の溶液とし、A群、B群共18.4 $\mu\text{c}$ のCs-137を腹腔内注射した。

## 3) 尿尿採取法

## A) 尿

尿は普通の飼育籠の下に漏斗状をした受けのつ

いた金屬製籠を用い(Metabolism Cage)、その漏斗の下に硝子製の小さいピーカーを置き毎朝一定時間に一晝夜の尿量を測定した。

## B) 尿:

尿は健康ラットの場合にはかなりよく乾燥した固形糞を排泄するので、金屬製籠の底敷が細かい網目のものであれば尿と混ざる危険は全くなく、糞の1つ1つをピンセットで注意深くとり、その全量を試料に供した。なお尿尿採取後、漏斗状の受け及び底敷の網をはづし、稀鹽酸で洗つた後、流水中で十分に洗滌し、乾燥させた後、サーベーターで放射能のないことを確かめ、この籠は翌日の採取に用いる様にした。

## 4) 尿尿處理法

## A) 尿:

ピーカー内にはどうしてもごく少量の固型飼料が粉末状となつて混ざるが、灰化を必要とする程の量ではなく、そのまま測定に供しても尿の全量に比し、混入もごく少量なので問題とするに足りない。又Cs-137はガンマ放射体であるのでこの程度の混入物が、測定上自己吸収としてきいてくる危険もない事などから、そのまま尿量を測定し、よく振盪してその一定量を正確に採取し、周圍への汚染の危険を避ける爲、サンプルはよく乾燥して測定に供した。

## B) 尿:

放射能測定の際の尿の處理には色々な方法があるが、著者はその試料の大部分をアルカリ處理による方法を用いた。即ち、6規定の苛性ソーダを適量加え、1~3晝夜乃至それ以上放置し、更に温浴中で充分攪拌してよく溶解し、完全に溶液と

してからその一定量をとつて測定に供した。Cs-137は半減期が長いので長期放置する事による減衰を殆んど考慮しないで済む利点がある。又、試料のうちの一部は、るつぼ内で200~300°Cでゆつくり灰化してみたが、Scott等<sup>1)</sup>はすべてこの乾性灰化法を用いている。この方法はかなり大量の糞でも比較的短時間に綺麗に処理できる利点がある。

なおCs-137は強いガンマ放射体であるので、糞そのままをできる丈平等に試料皿にとつて測定に供してもよいわけであるが、1日分全量を幾つもの測定用試料皿にわけて測定することはかなり面倒であり、又糞の一部を測定したのでは、放射能の多い部分を採取したり、逆に少ない部分を採取したりする危険があり、余り良い方法とは言えない。著者は以上3つの方法を比較してみたが、シンチレーションカウンターを用いての放射能測定値の上からは問題とならなかつた。なお尿の重量はトージョンバランスで測定し、採取時の乾燥度

のまゝで計量した。これは排泄の割合、殊に尿全量を比較するのであるから、条件が一定であればどのような計量でもいゝ譯である。

### 5) 放射能測定：

乾燥乾固した試料は、Nuclear & Chemical Corporation DS-1のシンチレーションカウンターを用いて測定した。

### III 実験結果

第1表、第2表、第3表及び第1圖、第2圖に見るごとくである。表中No.9のラットは3日目下痢を起して死亡したものであるが、Cs-137注射の結果とは考えられない。なおNo.3とNo.10のラットの試料の一部に試料調整の際の失敗があり、測定に供する事のできなかつたものがある。

#### A) 尿への排泄：

##### 1) Cs-137排泄量と個体差：

最大値と最小値の幅が小さく大体よく一致している(第1圖)。

##### 2) Cs-137排泄量と尿量：

第1表 Cs-137排泄(尿)

	第1日	第2日	第3日	第4日	第5日	第6日	第7日	計
No. 1 cpm 尿量	56516 14.5cc	24425 5.0cc	22031 11.0cc	15756 11.0cc	15463 13.6cc	14154 21.0cc	8838 22.5cc	157176 98.6
No. 2 cpm 尿量	56962 6.0cc	34640 9.0cc	14320 2.3cc	19920 5.0cc	12325 6.7cc	112336 10.0cc	10616 16.0cc	160069 55.0
No. 3 cpm 尿量	49500 11.0cc	27093 5.3cc	21845 8.5cc	12705 3.0cc	10834 10.3cc	10172 13.0cc	9372 13.0cc	141521 64.1
No. 4 cpm 尿量	54100 10.0cc	25632 3.2cc	20840 2.7cc	25971 9.1cc	14582 10.3cc	15600 6.0cc	10164 8.0cc	166889 49.3
No. 5 cpm 尿量	49500 12.0cc	39231 13.5cc	26678 11.5cc	20338 9.1cc	21120 12.0cc	16980 15.0cc	16954 15.5cc	190801 88.6
No. 6 cmp 尿量	35603 1.5cc	28304 10.3cc	23301 3.3cc	15627 5.0cc	15425 5.4cc	14518 5.3cc	9144 5.0cc	141922 35.8
No. 7 cmp 尿量	34356 7.8cc	24490 8.8cc	27126 6.0cc	26677 3.5cc	22053 4.0cc	18422 5.0cc	10635 4.5cc	163759 39.6
No. 8 cmp 尿量	52850 7.0cc	24048 8.0cc	22152 16.0	23506 8.0cc	20041 6.5cc	17536 2.0cc	12514 4.0cc	172647 51.5
No. 9 cmp 尿量	47104 1.5cc	30581 9.2cc						
No. 10 cmp 尿量	36840 3.0cc	18240 5.0cc	13112 0.8cc	18016 2.0cc	16318 1.8cc	15274 2.0cc	10620 2.4cc	128420 17.0
平均	47333	27668	21267	19791	16462	14877	10984	158134

第2表 Cs-137排泄(尿)

	第1日	第2日	第3日	第4日	第5日	第6日	第7日	計
No. 1 cpm	8800	4643	12869	7930	6458	7962	6150	54810
尿量	1.7 g	2.1 g	8.4 g	5.3 g	8.1 g	10.4 g	8.2 g	44.2
cpm/g	5180	2211	1532	1496	797	766	750	
No. 2 cpm	7250	8484	10210	9450	6283	4699	4416	50792
尿量	2.0 g	4.4 g	7.2 g	6.0 g	8.2 g	7.3 g	7.1 g	42.2
cpm/g	3625	1905	1419	1575	766	644	622	
No. 3 cpm	8865	4667	4688	4386	失敗(α)	4504	5730	32840+α
尿量	2.3 g	2.1 g	2.8 g	2.8 g		7.0	8.2 g	25.2
cpm/g	3854	2222	1674	1566		643	699	
No. 4 cpm	8200	6238	10112	4505	7912	9320	1728	48015
尿量	2.0 g	3.2 g	7.2 g	3.4 g	8.3 g	110 g	3.0 g	38.1
cpm/g	4100	1949	1417	1325	953	847	576	
No. 5 cpm	2891	3368	6874	4655	6037	8909	3800	36534
尿量	0.6 g	1.7 g	4.8 g	3.8 g	7.3 g	8.9 g	5.0 g	32.1
cpm/g	4818	1981	1427	1225	827	1001	760	
No. 6 cpm	1657	4032	5399	6570	5038	3315	6868	32879
尿量	0.3 g	1.7 g	3.8 g	4.5 g	5.7 g	4.1	6.0	26.1
cpm/g	5520	2372	1421	1460	883	809	1145	
No. 7 cpm	1671	5707	5134	10400	5622	4624	4547	37705
尿量	0.403 g	2.4 g	3.5 g	5.9 g	6.9 g	7.0 g	7.5 g	33.6
cpm/g	4177	2378	1467	1763	815	661	606	
No. 8 cpm	1182	6725	8736	3680	7000	4471	4267	36061
尿量	0.275	2.7 g	4.7 g	3.0	8.4 g	7.0 g	8.0 g	34.1
cpm/g	4305	2483	1858	1227	833	639	534	
No. 9 cpm	5446	2550						
尿量	1.11 g	0.45 g	死亡	/	/	/	/	/
cpm/g	4907	5666						
No. 10 cpm	9855	4170	8904	測定 試料 破損	5479	6625	3990	39023+α
尿量	1.18 g	1.9 g	5.0 g		6.7 g	6.5	3.8	25.1
cpm/g	8351	2200	1781		818	1020	1050	
計(cpm)	55817	50184	72926	51576	49829	54429	41496	376257
平均(1匹当り)	5582	5018	8103	6447	6216	6048	4611	42025
尿量(計)	11.9 g	22.7 g	47.4 g	34.7 g	59.6 g	69.2 g	56.8 g	302.3 g
cpm/g	4690	2211	1539	1486	836	787	731	1244

第3表 排泄の Rate-% (1週間分)

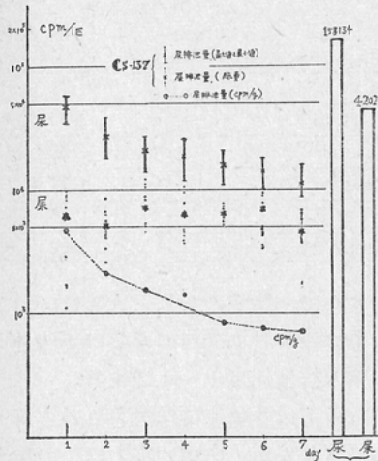
No.	No. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
尿	48.8	49.6	44.0	51.8	59.2	44.1	50.9	53.6	/	39.9	49.1
尿	17.1	15.8	10.2+α	14.9	11.3	10.2	11.4	11.2	/	12.1+α	13.1
計	65.9	65.4	(54.2+α)★	66.7	70.5	54.3	62.3	64.8	-	(52.0+α)★	64.3★★

★: 実験途中, サンプルを破損失敗せるため, +αとした。No. 3は5日目の分No. 10は4日目の分が破棄された。

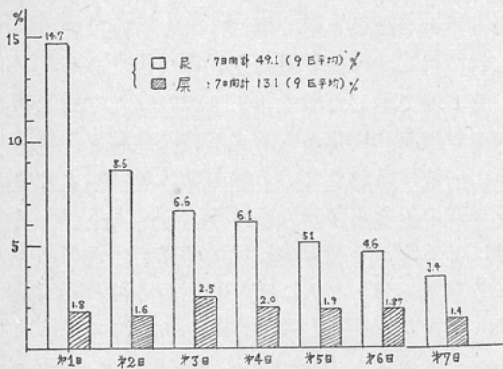
★★: 尿尿を合せての平均値は, 7匹についての平均をとり, 尿については, 10匹の平均をとつた。め尿及び尿夫々の平均値と計の平均値が合致しないのである。



第1図 Cs-137排泄



第2図 Cs-137排泄



Cs-137の尿への排泄は一般に尿量と無関係で常に一定の値を示す傾向がある。但し例外が2例あり、その1つはラット No.5 で排泄も尿量も多いこと。その2はラット No.10で、これは排泄されたCs-137も少ないが尿量も非常に少なかったものである(第1表、第3表)。

3) Cs-137排泄の割合:

1週間分のCs-137排泄量は全例に於て非常に近似し、平均して注射量の49.1%が排泄されている(第3表)。

又第1日目の排泄量は7日間合計のその約30%であり、以後、特に3日目からゆるやかなカーブで次第に減少している。

第1日目から第7日目迄の尿への排泄量の割合

は第2圖に示すごとくである。

4) ラットの大きさ(A群とB群)による差:

A群(体重 250±20g)とB群(150±20g)、即ち、第1表のNo.1からNo.5迄とNo.6からNo.10迄の間には特別な差を認めず、第1日、第2日目頃迄は排泄の少なかったものも7日間の合計では殆ど同じ量を排泄している(第1表)。

B) 尿への排泄:

1) Cs-137の排泄量と個体差:

毎日の排泄の程度は第1圖にみるごとく個体差が大きく、一定の関係を認めない。

2) Cs-137の排泄量と尿量の関係:

尿の場合と異り、尿の量とCs-137の排泄量には並行関係が認められる。従つて各個体のcpm/gは大体一致している(第2表)。

3) Cs-137排泄の割合:

cpm/gは第2表及び第1圖のごとく、第1日と第2日では2倍以上、第4日と第5日とでは1.7倍程度の差があるが、全体の排泄量は却て3日目に最高で、この日の尿の量は第1日の4倍以上である(第1圖、第2表)。

又、各個体の毎日の全排泄量は第2表からもわかるごとく個体差の大なることが特長である。

注射量に対する尿への排泄の割合は、第2圖に見るごとく、10匹を合計してみれば略々毎日平均した排泄をみせ、又7日間に排泄されるCs-137の量は第3表のごとく、最低10.2%、最高17.1%、平均13.1%である。

C) 尿と尿のCs-137排泄の比較:

1) 1週間の排泄量:

注射量に対する尿への排泄は1週間で、平均49.1%、尿へは13.1%で、尿と尿への排泄比は3.7:1となる。

2) 尿量及び尿の量とCs-137排泄量:

尿からの排泄は、尿量による大きな変動なしに略々一定であるが、尿からの排泄は、尿の量に並行している。このことは尿の量が多ければ尿の60~70%に相当する排泄をみる日がある事でも明らかである(第3日のNo.1及No.2)。

## 3) 尿と尿への排泄の日による割合:

尿と尿への排泄の差は、第1日、第2日に於て顯著で、日と共にその差が小さくなる傾向にある。即ち、第1日8:1、第2日5.4:1、第3日2.7:1、第4日3:1、第5日2.7:1、第6日2.4:1、第7日2.4:1で、特に尿へは、第1日及び第2日に大量に排泄される事がわかる(第1圖、第2圖)。

## 4) 尿及尿への合計排泄量:

尿及び尿への排泄の合計が注射量に対するCs-137の排泄量になるわけであるが、第3表はNo.1からNo.10迄の各ラットの1週間分の排泄量である。即ち、最高70.5%、最低54.3%、平均64.3%が1週間に排泄される。

## 5) 尿と尿への排泄の態度:

尿に多く排泄された場合は尿に少く、尿に少く場合は尿に多いかと云うことは結論がでなかつたが、第1表、第2表、第3表の個々を詳細に観察すると、稍とそれらしき傾向を示す例もある。(No.5, No.10)。

## 6) ラットの大きさによる差:

A群、B群共、尿に於ても、尿に於ても排泄の差は認められなかつた。

## IV 考 按

著者のCs-137の排泄実験の結果は上述の通りであるが、本邦に於ては未だその発表はみられていない。Csと似た代謝を示すと考えられるカリウムは生体にとってナトリウムと共に不可欠の無機成分で特に生体の緩衝作用、水代謝の上に重要な役割を演じて居り、又Na-K平衡が副腎皮質ホルモンにより調整されている事も周知の事である。従つてCsの代謝態度もカリウムと同じく食餌その他色々な条件により常に一定であるとは考えられないし、本来カリウムは他の電解質に比し代謝が複雑であるので、今回著者の行った実験結果も常に反覆性があるとは云えないであろう。そこで、従来、幾つかの報告がみられるので、著者の実験結果と諸家のそれとを比較して表に掲げると次の如くなる。

報告者	尿/尿排泄率	排泄%
1 著者 (互理)	2.8~5.4 (平均3.7)	64(7日間)
2 Hood <sup>10)</sup>	1.2	71(7日間)
3 Scott et al <sup>1)</sup>	1.0	50(7日間)
4 Hamilton <sup>9)</sup>	/	50(10日間)
5 Pearson <sup>4)</sup>	/	71(7日間)
6 Mraz et al <sup>2)</sup>	2~6	/
7 Dorfman et al <sup>3)</sup>	/	5.2(6時間)

上表の如くで、諸家のそれと大差ない。これからわかる事は投與量の50%になるのが大体5~10日、尿對尿の排泄比は1~4である。

Cs-137が可成り急速に排泄されると云うことは明らかにされたが、Scott等<sup>1)</sup>はこの事から、Cs-137には選擇的局在化(selective localization)と言う事はなく従つて高濃度のCs-137による影響も重大な結果を招く事はないと結んでいるが、これに對しては充分検討されるべきである。

第1報で示した如くCs-137の辜丸の攝取率と病理組織學的變化から著者が特に強調する事は、單に一般に言われている筋肉中Cs-137よりのガンマ線のみならず辜丸内Cs-137によるベーター線による因子を遺傳學的にも考慮すべきであると云う事である。故に、可及的速かに可及的大量にCs-137の排泄を圖る事は障害の軽減の上からも有効であろう。即ちCsと似た代謝を示すカリウム輪廻の概念から排泄を高めるような試みは特に筋肉のCsの沈着を減少させるものとして大きな意義を有するであろう。そしてこの事はCs-137の排泄が尿量に無關係に略と一定の排泄率を示し尿の量とは並行關係にあるというカリウムに似た性質からもDOCAその他の使用の問題<sup>2)3)</sup>、Carrier<sup>1)</sup>の問題等、今後興味ある課題である。以上Cs-137の排泄に關しその概略を述べた。

本研究に當り、御指導御校閲をいたゞいた中泉名譽教授、宮川教授、江藤助教授、種々御助言を賜つた榮養学教室吉川教授、東京女子医科大学薬理学教室小山良修教授、種々御援助下さつた放射性同位元素綜合研究室堀江絹子氏、放射線災害研究室末武氏、其の他放射線科教室員各位に深く感謝致します。

本研究は文部省科学研究費により行われた。

## 文 献 (第1報参照)

1) Scott, K.G., Overstreet, R., Jacobson, L., Hamilton, J.G., Fisher, H., Crowely, J., Chaikoff, I. L., Entenman, C., Fischler, M., Barber, A.J., and Loomis, F.: MDDC-1275(1947). —2) Mraz, F.R., and Patrick, H.: Federation Proceedings Vol. 15, P 565(1956). —3) Dorfman, R.I., Pott, A.M.: Proc. Soc. Exp. Biol & Med. Vol. 72, 702 (1949). —4) Pearson, P.B.: 放射性物質の影響と利用に関する日米会議記録(1955), "Uptake of Fission Materials by Mammalia" —5) 小山良修: ホルモンと臨床, Vol. 4, 659. —6) 林香苗: 日本人並びに日本産医学動物の解剖学及び生理学計

数(1957). —7) Hamilton, J.G.: MDDC-1062 (1945). —8) Hamilton, J.G.: MDDC-1160(1947). —9) Hamilton, J.G.: Radiology, 49, 325(1947). —10) Hood, S.L and Comar, C.L.: ORO-91 (1953). —11) Bertrand, G. and Bertrand, D.: Compt. rend., 229, 453 (1949). —12) Harrow, B. and Mazur, A.: Textbook of Biochemistry (1954). —13) Cantarow, A and Trumper, M.: Chemical Biochemistry (1955). —14) 吉川春寿: 臨床医化学(II) (1949). —15) Manery, J. F.: Physiological Reviews. 34, 334 (1954). —16) 白井豹, 安藤啓三郎: 実験動物の実際(昭和8年)

The Experimental studies of Metabolism and histopathology of radiocesium (Cs-134, Cs-137) in mice and rats.

II-nd Report: On the Excretion of Cs-137 in Rat.

By

Tsutomu Watari

Department of Radiology, Faculty of Medicine, Tokyo University.

(Director: Prof. Tadashi Miyakawa)

Results:

The rate of excretion of intraperitoneally injected Cs-137 by rat. In one week about 64.3% was excreted by rats, and 49.1% excreted in the urine and 13.1% in the feces.

The excretion in the urine is constant not regarded with the quantity of the urine, while in the feces it is in proportion to quantity of the feces.

This fact resembles so much to the potassium metabolism.