

Title	年齢差の放射性同位元素摂取，排泄等におよぼす影響について
Author(s)	片山，健志
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1963, 22(10), p. 1152-1161
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16813
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

年令差の放射性同位元素摂取、排泄等におよぼす影響について

熊本大学医学部放射線医学教室 (主任 亀田魁輔教授)

片 山 健 志

(昭和37年12月5日受付)

Influence of Agedifference on Uptake, Excretion etc
of Radioisotopes.

by

Kenshi Katayama

Department of Radiology, Kumamoto University Medical School.

(Director: Prof. K. Kameta)

It is well known that the degree of biological reaction is often dependent on the difference of age of the experimental animals used. When carrying out the biological experiment more sensitive measurements on the event could be performed by employing the technique of radioactivity dietermination than the biochemical method. Therefore, it should be kept in mind, particularly in the tracer experiments, the influence of age of the animals on the sequences.

In order to learn to what extent the differences of age of the subjects would influence on the metabolism in vivo and on the accumulation or excretion of radioisotopes, the related literatures were reviewed. In addition, some studies on the same problems of humun cases were reported.

I) いとぐち

実験に使用される動物とくにラットやマウスのような小動物の生育は迅速、旺盛であり、おうむね短時日のうちに生長を完了するものであるが、生物学的作用の反応態度も年令に応じてそれぞれ異なる様相を呈するものが多いと思われる。従つてかような小動物の生物学実験に当つては、被検動物の年令的關係の考慮が肝要であることは周知のとおりである。とくに放射性同位元素(RI)を用いてのトレーサー実験においては、反応態度が高いから、その点の配慮の必要なことはいまさら論をまたないところであり、これまで当教室

においてなされたわれわれの2, 3のRIを用いてのトレーサー実験^{1)~5)}(研究目的はそれぞれ異つている)でも年令差の影響のあることが確認されている。著者は以上の事由から動物の老若差の影響をつまびらかにするために、年令別による諸種RIの生体内代謝または臓器沈着あるいは排泄の様態について検討した著者を含む諸家の研究報告を展望し、あわせて1, 2のRIを用いての人体についての研究結果を紹介し、諸賢のご批判を仰ぐ次第である。

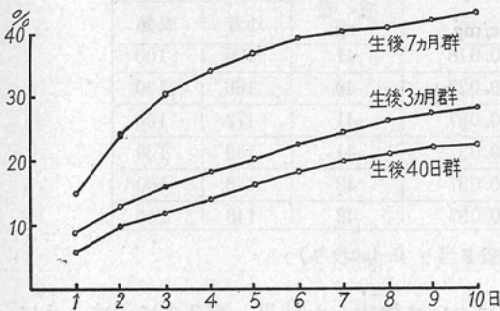
II) 年令差によるRI摂取、排泄等の変化についての諸家の研究成績

1) 放射性ストロンチウム (*Sr)

生後40日, 3ヶ月, 7ヶ月の雄性ラットに ⁸⁹Sr をgあたり 0.05 μ c の割合に皮下投与して骨沈着および尿, 尿への排泄におよぼす年令と食餌の影響を検討した鳥塚⁶⁾ の研究成果を引用すると, 生後40日群では全経過を通じて尿中排泄率は尿中のそれをしのぎ, 生後3ヶ月群では1日めは尿中への排泄が多かったが, 以後は尿中排泄の方が尿中のそれを上廻つて多く認められた. 生後7ヶ月群では以上の結果とは逆な関係を示し, 終始尿中への排泄が多かった. 全排泄率累積曲線⁶⁾ (第1図) をみると, 生後7ヶ月群が他の2群に比べて著明に高率を示し, ついで生後3ヶ月群, 40日群の順位に排泄が認められた. 一方, 群別に骨の沈着量について調べた同氏等⁶⁾ の結果によると, 尿, 尿への排泄の様態とは相対関係を示し, 年令とともに減少することが証明されている.

つぎに, 年令および食餌中のカルシウムが ⁸⁹Sr の血中, 骨中濃度におよぼす影響を検索した教室の莊野¹⁾ の研究成果によると, 第1表のとおり

第1図 年別⁸⁹Sr全排泄率累積値 (鳥塚)



第1表 年令差の⁸⁹Sr 血中, 骨中濃度に及ぼす影響 (ラット) (Ca中等量投与) (莊野)

群 別	臓 器 別	経皮的投与群	経口的投与群
		投与後6時間値	投与後24時間値
幼若群	骨中濃度 (μ c/g)	0.620 \pm 0.077	0.249 \pm 0.036
	血中 " (μ c \times 10 ⁻³ /cc)	3.36 \pm 0.81	1.57 \pm 0.30
成熟群	骨中 " (μ c/g)	0.501 \pm 0.040	0.199 \pm 0.009
	血中 " (μ c \times 10 ⁻³ /cc)	4.20 \pm 0.71	0.82 \pm 0.07
老年群	骨中 " (μ c/g)	0.404 \pm 0.062	0.116 \pm 0.008
	血中 " (μ c \times 10 ⁻³ /cc)	13.42 \pm 1.81	2.55 \pm 0.92

(血中濃度は1段測定値, 骨中濃度は5段測定値) (体重g当り0.05 μ c投与)

である. 以下老若差による影響をカルシウム中等量投与群についてみると, 1) ⁸⁹Sr 経皮的投与群: ⁸⁹Sr の骨中濃度は幼若群では老年群の約 1.5 倍, 成熟群では両者のほぼ中間値を示した. 血中濃度においては, 成熟群は幼若群よりやや高値を, 老年期群ではさらにいちじるしく高値を示した. 2) ⁸⁹Sr 経口的投与群: 経皮的投与群と同じく, 骨中濃度は幼若群では老年期群のやく2.14倍, 成熟群では両者の中間値を示した. 血中濃度は幼若年では成熟群よりやや高い値を, 老年期群では成熟群に比べていちじるしい高値を示した.

カルシウム大量投与, 小量投与の両群でも ⁸⁹Sr の骨中濃度の影響は程度の差こそあれ, ほぼ類似の結果が得られたが, このような食餌の影響については本著の首題の主旨にもとるから割愛する.

なお, 尿, 尿への排泄を調べた Hamilton⁷⁾ の結果 (第2表) においても, 老年期群では尿, 尿とともに青年期群より多量の排泄を示すことが認められ, 歯牙の硬組織について検討した茂田⁸⁾ らの結果においても永久歯牙への ⁹⁰Sr の移動は加齢的に減少をきたすことが報ぜられている.

以上諸家の研究結果からわかるように, 年令の幼若なものほど *Sr の臓器沈着は増多を, 尿, 尿への排泄は減少をきたすことがうかがわれる. 元来, ストロンチウムはカルシウムと同族で, 類似の代謝をいとなむという化学的性質を有する事実に徴すれば, 以上の現象は骨の発育の旺盛な時期にカルシウムの需要の大きいことを示唆するもので, 当然の結果と考えられる. なお, 莊野¹⁾ の報告によると, 血中濃度は骨中濃度とは相反的に

第2表 年令差の *Sr, *Pu, *Y 及び *Ce 分布に及ぼす影響 (ラット) (Hamilton)

核種	群別	%					
		吸収	死体	尿	屎	肝	腎
*Sr	青年群	100	71.9±4.0	16.4±2.3	12.8±2.5		
	老年群	100	29.1±5.7	42.7±5.2	26.9±5.6		
*Pu	青年群	58.3±3.3	78.8±3.6	7.4±2.3	4.7±2.4	8.6±1.6	0.8±0.7
	老年群	70.0±8.9	69.4±6.9	11.0±4.1	9.3±3.4	9.8±3.2	2.5±0.3
*Y	青年群	81.7±5.2	52.6±9.2	15.1±4.1	4.6±0.4	3.5±0.3	0.7±0.2
	老年群	76.8±2.5	54.0±3.0	18.6±1.5	5.2±1.0	5.7±0.7	1.1±0.1
*Ce	青年群	71.7±2.1	29.4±6.4	5.0±1.1	4.7±1.4	45.9±3.9	1.2±0.1
	老年群	60.9±6.2	30.8±6.4	8.2±1.4	5.9±0.8	43.5±8.0	3.1±0.9

第3表 年令別による血中 ⁴⁵Ca の交換率 (ラット) (大和田ら)

分類 群	第 I				第 II			
	a ₁ (%)	b ₁	交替率 (%/分)	半減時間 (分)	a ₂ (%)	b ₂	交替率 (%/分)	半減時間 (分)
成熟群	6.16	0.751	37.1	2.0	0.71	0.023	1.6	46.6
老年群	0.42	0.222	10.8	6.8	0.24	0.017	1.2	63.5

(体重g当り0.1μC投与)

第4表 年令別による骨中 ⁴⁵Ca 濃度 (マウス) (梅原)

分類 時間又は日数	幼若群		成熟群		幼若, 成熟群の 摂取率の比較	
	骨中 ⁴⁵ Ca μC/mg	脛骨 重量 mg	骨中 ⁴⁵ Ca μC/mg	脛骨 重量 mg	百分比 (%)	
					幼若	成熟
6 時間	0.015	28	0.018	41	106	100
24 "	0.031	31	0.027	40	166	100
5 日	0.037	37	0.037	41	172	100
10 "	0.038	37	0.037	41	169	100
15 "	0.038	39	0.037	42	178	100
20 "	0.038	32	0.037	42	146	100

(いずれも左右合計平均値) (体重g当り 0.4μC投与)

老年期が最高値を示した。このことは代謝の旺盛な幼若群では *Sr の吸収が老年期群に比べて早くかつ強いことを裏書するものであり、老若差の影響が経皮的投与例より経口的投与例に著明に現われたことは、経口的投与時の *Sr の骨への沈着は、骨組織自体の態度のほかに、消化管の吸収能にとくに密接な関連のあることを示唆するものであると述べられている。

2) 放射性カルシウム (⁴⁵Ca)

大和田ら⁹⁾はラットの老若差による血中の ⁴⁵Ca の交替率の影響を知るために、成熟群と老年期

群について検索した結果、第3表に示すように、両群にはそれぞれ2種の交替率のあることを観察し、老年期では成熟群より第1交替率の低下が認められ、第2の交替率は両群間に著差はなかつた。従つて老年期群においては血中に摂取された ⁴⁵Ca の臓器組織への移動は最初は緩慢で時間の経過に従つて成熟群と同様な行動をとると思われると述べている。

つぎに、⁴⁵Ca を用いて年令差による骨の沈着量の影響をみるために、脛骨について幼若マウスと老年期マウスの両者を経口的に比較、検討した

第5表 年令別によるカルシウム併用投与後の尿中⁴⁵Ca排泄率(ラット)(Andersonら)

年令(週)	体重(g)	経口的(%)	腹腔内(%)
1.5	14±1	2.10±0.5	—
4.0	36±3	3.0±0.5	0.73±0.5
12	176±18	45±14	3.0±2
24	305±43	59±7	12±2
48-72	414±135	68±12	21±2
106	453±72	82±15	25±3

梅原¹⁰⁾の研究成績(第4表)によると、 $\mu\text{c/g}$ ではわずかに幼若マウスに増量の傾向が認められたが、摂取率では幼若ラットに1.5倍前後の増多をきたした。これらの成績は発育旺盛な幼若マウスの骨の新陳代謝が活潑であることを示唆するもので、当然の結果といえよう。

Wallageら¹¹⁾はラットに⁴⁵CaCl₂を経口投与し、年令差による排泄相の差異を追求し、尿中排泄量には著明な差異があり、尿中排泄量には本質的な差異のないことを明かにし、幼若ラットにおける尿中カルシウム量の低値は成長期におけるカルシウム需要の増大によると報告している。

また、生後1.5, 4, 12, 24, 48, 72, 106週のラットに予め一定のカルシウム食餌を投与し、⁴⁵Caを経口的または腹腔内に1回投与し、それぞれ尿中への⁴⁵Caの排泄を調べたAndersonら¹²⁾の報告(第5表)によると、経口的投与群では生後1.5週例で2%, 生後12週例で45%, 106週例で82%という具合に加齢的に排泄の増加を認めた。一方腹腔内投与群では生後12週例までは比較的少量の排泄を示したにすぎなかったが、其の後は年令とともに幾分の増加をきたした。すなわち、年令差による尿中への⁴⁵Ca排泄の影響は経口的投与群では著明に、腹腔内投与群では軽度に現われた。なお、尿への⁴⁵Ca排泄は各群とも微量にとゞまり年令差による影響はあまり現れなかったが、腹腔内投与群とくに成熟群、老年期群にはわずかに高率を示したと述べられている。

以上を要するに、予め一定の非標識カルシウム食餌併用投与をおこなうと、⁴⁵Caの経口的投与の場合では同腹腔内投与の場合をしのぐ多くの⁴⁵Ca

の排泄、しかも加齢的増加を伴う排泄が認められた。

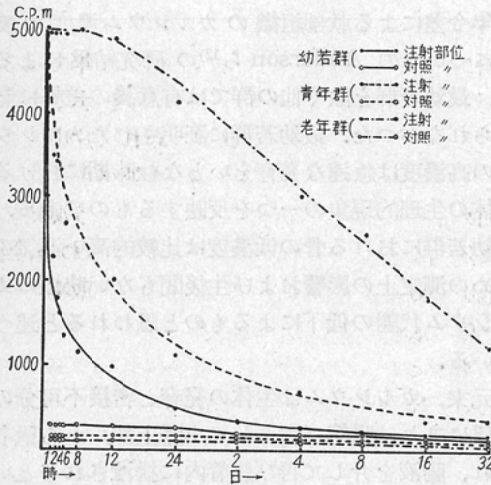
年令差による軟部組織のカルシウム濃度の変化についてのAndersonら¹²⁾の研究結果によると、最幼若群を除く他の群では有意義の差異は認められなかった。最幼若群に証明されたカルシウムの高濃度は急速な発育をいとむ時期における生体の生理的現象の一つを反映するものである。最幼若群における骨の低濃度は比較的高い湿度のための測定上の影響および生後間もない時期のカルシウム代謝の低下によるものと思われると述べている。

元来、カルシウムは生体の発育と密接不可分の関係にあり、腸管(主として小腸上部)から吸収され、腸液を介して再び腸管内に排泄されるといわれているが、腸管の吸収および排泄能の程度についての説はいまだ統一していないようである。これはカルシウム代謝が腸管内のpH, ビタミン, 種族差, 年令差, 食餌の種類等の多数の要因によつて支配を受けての結果と解される。⁴⁵Caを用いてのカルシウム代謝を検討した上述諸家の研究成績が必ずしも一致した結果を得ていないことも以上のようなカルシウム代謝の複雑な要因によると思われる。

3) 放射性セリウム(*Ce)

老若差による*Ceの注射部位よりの吸収状況を検討するために、体重40~50g(幼若群), 75~80g(青年期群)および200~300g(老年期群)のラットの各群にそれぞれ*Ce 0.05 $\mu\text{c/g}$ の割合に皮下注射し、局所におけるカウントの消長を経時日に調べたわれわれ(片山, 別府)^{13), 14)}の結果は第2図にみるとおりである。すなわち,*Ceの吸収は幼若群では注射後12~24時間までは急速におこなわれ、以後遅延の傾向を示し、青年期群では幼若群より吸収の遅延が認められたが、一般的に幼若群に類似の消長を示した。老年期群では注射後12時間までは吸収がきわめて緩慢で、その後は直線的に吸収促進の傾向を示したが、32日めにおいても対照部位との間に相当の差異を認めた。以上の結果から、皮下投与された*Ceの吸

第2図 年齢別による *Ce の注射部位よりの吸収
 情況(ラット) (片山, 別府)



第6表 年齢別 *Ce 血中濃度(ラット) (片山, 別府)

日	群別	
	青年群	老年群
1	79	57
4	26	37

(c.p.m/cc) (アルミニウムフィルター
 245mg/cm²使用)

第7表 年齢別による主要臓器 *Ce 沈着率(ラ
 ット) (片山, 別府)

群別	臓器	日	
		1	4
青年群	肝	32.89	11.88
	骨	47.37	35.42
	腎	2.49	1.61
	肺	0.11	0.08
	脾	0.064	0.055
老年群	肝	8.64	19.08
	骨	5.14	10.34
	腎	1.42	1.84
	肺	0.08	0.13
	脾	0.040	0.054

(%)
 (アルミニウムフィルター 245mg/cm²使用)
 (体重g 当り 0.05μc 投与)

収は加給的に遅延することがうかづられる。

血中濃度¹³⁾¹⁴⁾は第6表に示すように、注射後1日めでは青年期群の方が高く、老年期群のやく1.5

倍を示し、4日めでは両群とも血中濃度の低下をきたしたが、その度合は幼若群の方が強かつた。

臓器組織内 *Ce の濃度を調べたわれわれ(片山, 別府)^{13),14)}の結果によると、第7表にみるように、注射後第1日めにおいては、青年期ラットではいずれの臓器とも老年期ラットに比べて高値を示し、なかんずく、肝ではやく4倍、骨では9倍、腎、肺および脾ではやく1.4~1.8倍の沈着がみられた。注射後第4日めにおいては、青年期ラットではいずれの臓器とも第1日めより減少をきたし、とくに肝臓では急減が認められた。これとは相反的に老年期ラットでは各臓器とも沈着増強をきたし、なかんずく、肝および骨では第1日めのやく2倍程度の増加が認められた。第4日めにおける青年、老年の両群の臓器沈着を比較すると、肝では青年期群は老年期群のやく60%、骨ではなおやく3.5倍の沈着がみられ、他の臓器では著差はなかつた。

*Ce について老若の差による影響を検討した Hamilton⁷⁾の報告(第2表)によれば、吸収率は青年期群では71.7%、老年期群では60.9%を示し、沈着率は肝では青年期群に多く、腎では逆に老年期群に低率を示した。死体ではほとんど等値、体外への排泄は老年期群で尿に増加、尿に増加の傾向が認められた。

このような幼若ラット間における *Ce の血中および臓器組織内濃度の時間的消長の差異は注射部位よりの吸収能の相違によるものゝほかに、両者における *Ce の沈着能、組織相互間の移動速度、排泄の様態等の相違に関連するものと考えられ、Bergonie-Tribondeau 法則の現われの結果と解すべきものであろう。

4) 放射性ヨード (¹³¹I)

老若の差による甲状腺 ¹³¹I 摂取の影響をみた Wilansky ら¹⁵⁾の結果(第8表)を引用すると、¹³¹I 投与後40時間めに生体の甲状腺に摂取された ¹³¹I の cpm は生後4~5ヶ月のラットでは2130、生後24~25カ月のラットでは1558であつた。すなわち、後者は前者のやく75%の甲状腺摂取が認められた。また、同氏のおこなつた ¹³¹I 投与後24時間めの摘出甲状腺 ¹³¹I 摂取検査の結果¹⁵⁾

第8表 年齢差による甲状腺 ¹³¹I 摂取量測定成績 (40時間後, ラット) (Wilanskyら)

年齢 (月)	実測値(c/m)	100g 当り (c/m)
4—5	2130±103	1385± 68
24—25	1558± 95	801± 53

(1頭当り15 μ C投与)

第9表 年齢差による甲状腺 ¹³¹I 摂取率測定成績 (24時間後, ラット) (Wilanskyら)

年齢 (月)	全重量当り (%)	10mg当り (%)
4—5	22.5±1.2	12.2±1.0
24—25	18.8±0.8	9.1±0.5

(1頭当り5 μ C投与)

第10表 学年別甲状腺 ¹³¹I 摂取率 (斑状歯非所有者) (片山, 金子)

学年	時間	3	24
	性別		
2	男	17.50	35.53
	女	18.76	33.61
	男+女	18.06	34.68
4	男	18.74	42.46
	女	16.59	35.51
	男+女	17.67	38.99
6	男	15.14	24.73
	女	13.45	25.38
	男+女	14.13	25.12

(%)

(第9表)によると, 全臓器あたり成熟ラットでは22.5%, 老年期ラットで18.8%, 10mg当り前者12.2%, 後者9.1%を示した。なお, 甲状腺に摂取された¹³¹Iの生物学的減衰の状況については成熟ラットにおいては老年期ラットより早期に¹³¹Iの遊離がおり生物学的半減期は前者は3.1日, 後者は4.0日であることが観察された。

つぎに, さきにわれわれ(片山, 金子)²⁾³⁾のおこなった斑状歯発生地域における斑状歯学童の甲状腺¹³¹I摂取率検査の結果から, 対照として選んだ斑状歯を有しない学童の甲状腺¹³¹I摂取率の

成績を抽出, 引用すると, 第10表のとおりである。すなわち, 男, 女合計の平均値は2年では3時間め18.06%, 24時間め34.68%, 4年では3時間め17.67%, 24時間め38.99%, 6年では3時間め14.13%, 24時間め25.12%を示した。これらの測定結果は, さきにわれわれ(片山, 金子)¹⁶⁾によつて成人甲状腺について調べられた3時間め11.95%, 24時間め20.61%という測定結果に比べると, むしろ高値を示した。すなわち, 当該地区における健康学童の甲状腺¹³¹I摂取率の値は一般の成人のそれを上廻ることがうかがわれる。もつとも, 上述の検査の対象は斑状歯発生地域という特種事情の環境下に選択されたものであり, 不適当と思われるむきもある。従つて一般的には健康成人と小児の甲状腺摂取率の年齢的差異を比較, 検討するに当つて, 上述のような検査結果を引き合いに出すことは当を得ないものと思われるが, 既述のWilansky¹⁵⁾およびOlinerら¹⁷⁾の報告から推考して, われわれの得た対象学童についての甲状腺¹³¹Iの摂取率の検査結果は一応首肯されるものとする次第である。なお, 測定値には測定器械ごとにバラツキがある現状にあるから, 年齢差の影響を比較するような場合には, われわれのおこなつたように, 同一器械を使用して測定する必要があると思われる。

5) 放射性セシウム (¹³⁷Cs)

Hood と Comar¹⁸⁾は経口的投与群として生後4~5週間のラット(A群)と6~9月のラット(B群)および筋肉内投与群として生後6~8週のラット(C群)と4~9月のラット(D群)をそれぞれ選び, ¹³⁷Csを用いて老若差とその臓器沈着ならびに同尿, 尿への排泄の様態との関連性を調べた。氏らの成績¹⁹⁾によると, まず, ¹³⁷Cs臓器沈着は筋肉内投与ではC, Dの両群とも不定で, 年齢差による影響は明かに認められなかつたのに反して, 経口的投与ではA群に沈着減少をみた。つぎに, 7日間の尿, 尿への排泄は第11表に示すように, 経口的投与のA群ではいずれもB群をしのぎ, 筋肉内投与のC群では尿に37%, 尿に0.93%, D群では尿31%, 尿6.5%が認められ

第11表 年齢別による7日間における ^{137}Cs の尿中排泄率(ラット)
(Hood and Comar)

群	投与術式	数	年齢	尿 (%)	尿 (%)
A	経口的	6	4—5週	41±4.4	7.5±2.1
B	経口的	6	6—9月	26±8.7	1.9±0.89
C	筋肉内	2	6—8週	37±2.7	0.93±1.5
D	筋肉内	4	4—9月	31±6.3	6.5±0.44

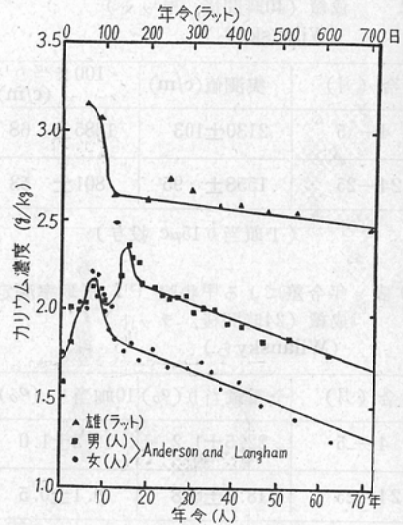
た。すなわち、筋肉内投与の C, D の両群とも尿に多く、尿に少なかったが、両群を比較すると、尿はC群に、尿はD群に多くみられた。

以上の ^{137}Cs の臓器沈着ならびに尿、尿の排泄についての結果を要するに、経口的投与によつては幼若群では他群に比べて臓器沈着が少く、排泄は多く、筋肉内投与によつては臓器沈着および尿、尿への全排泄のいずれにも老若差による著明な影響は現われなかつた。亘理¹⁹⁾は 150 g 内外、250 g 内外のラットを用いて尿、尿への ^{137}Cs 排泄を検討した結果、両者間に差異を認めなかつたと報じているが、このように亘理¹⁹⁾の実験結果およびさきの Hood らの筋肉内投与による実験結果に老若差の影響の発現がみられなかつたことは実験対象の選択いかん(特に体重)、投与術式その他の要因によるものと思われる。ともあれ、その原因の解明は今後の検討にまつとしても、上述の ^{137}Cs の臓器沈着の様態から推考すると、幼若なほど ^{137}Cs は急速に体外に排泄されることがうかがわれる。

6) 放射性カリウム (^{40}K)

人体について 4π 液体シンチレーションカウンターを用いて年齢差による天然の ^{40}K の濃度の変化を検索した Anderson と Langham²⁰⁾ の報告によると、第3図に示すように、 ^{40}K の濃度は生後1年から上昇曲線をたどり、8~9年で極値に達した後急減、おうむね女の思春期(11~12年)に至るまでは性別による差異は認められなかつた。すなわち、男の ^{40}K 濃度は14年(男の思春期)で急激な増加を開始、16年で第2の極値を示

第3図 年齢差による ^{40}K の濃度 (Richmondら)

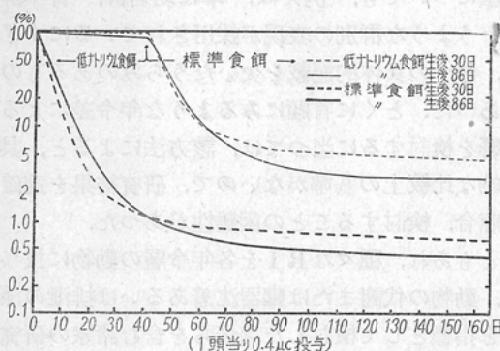


した。女では16年位までは急激な減少を続け、以降は男にみるような第2の山を形成することなく漸減したが、この附近の年齢層における ^{40}K 濃度の消長は男、女間の最も著しい相違点であった。男の濃度曲線では第2の山の形成後は21年までは急減をきたした。(女の12~16年間の曲線に相当)。女の16年、男の21年以降ではいずれも一生を通じて持続的な相対的減少を認めた。

Richmondら²¹⁾はラットの年齢差による天然の ^{40}K の濃度の変化を検討し、生後2ヶ月と4ヶ月のラットでは16%におよぶ急速な減少がみられ、4~24ヶ月のラットでは年齢とともに徐々に減少の傾向を示したが、実験例数が少ないから、いまのところ、推計学的な信頼性に乏しいと述べている。

以上の結果から、人体内の ^{40}K 濃度には男、女の一定の年齢でそれぞれ固有の増加の山があることがうかがわれる。元来、生体内のカリウムはそのやく98%は細胞内にあるから、カリウム濃度の変化は筋肉および酸化をいとなむ原形質物質の生体内カリウム非含有または微量含有構成成分(例えば脂肪および骨)に対する割合の変化を表わすものである。従つてさきに述べた ^{40}K 濃度の異常な増加の山の出現は生体の成長に伴つておこる筋

第4図 年令差標準食餌および低ナトリウム食餌の²²Na 摂取に及ぼす影響(ラット)(Richmondら)



肉、脂肪、骨の発育の时期的位相差に基因しての結果と解されるとAnderson および Langham²⁰⁾は報じている。

7) 放射性ナトリウム (²²Na)

Richmond ら²²⁾は生後30日と86日のラットについて年令差、低ナトリウム食餌、ナトリウム補給食餌の²²Na 摂取(1頭 0.4 μ c 宛投与)におよぼす影響を調べるために、4 π 液体シンチレーションカウンターを用いて全身のカウントを測定した。その結果は第4図に示すように、実験の全期間を通じて標準食餌で飼育した対象の健康ラットでは、実験の当初では²²Naの損失は成熟ラットより急速におこなわれ、それ以降は遅延して²²Naの保持量は成熟群を上廻わった。低ナトリウム食餌で飼育した40日におよぶ期間においては、幼若、成熟ラットの両群とも²²Naの損失はきわめて僅少であつたが、両者を比ぶれば、幼若群にやゝ少い傾向が認められた。40日後標準食餌に変換後はナトリウムの補給が開始されたわけで、両群とも急速な割合で²²Naを体外に排出した。しかし、この²²Naの排泄は当初のうち、幼若ラットでは成熟ラットより早くおこなわれる傾向にあることが観察された。なお、氏ら²²⁾の実験成績によると、対照の標準食餌飼育ラットと低ナトリウム食餌飼育ラットとの両群間で²²Naの保持量に長期にわたつての大差がみられたことは銘記すべき特徴といえよう。以上のRichmond らの²²Naを用いての実験結果からみても、老若差による影

響が明かにうかゞれる。

8) 放射性磷 (³²P)

年令差による歯牙磷代謝の影響を知るために、ラットを幼若群(50g内外)、成熟群(100g内外)および老年期群(200g以上)の3群に分け、³²P沈着の態度を指標として歯牙別(切歯、第1臼歯)、部位別(冠、根部)に検索したわれわれ

第12表 年令別による歯牙³²P沈着の態度(ラット)(片山、高崎)

群別	歯牙別 部位別 カウン ト及び%	I		M	
		C	r	C	r
幼若群	C/mg	23.37	105.43	14.77	42.18
	%/T	0.0672	0.3246	0.0241	0.0574
成熟群	C/mg	16.35	102.55	14.75	34.76
	%/T	0.0369	0.2931	0.0136	0.0360
老年群	C/mg	12.90	94.82	11.36	32.94
	%/T	0.0225	0.2578	0.0076	0.0174

I 切歯 M 第1臼歯 (体重g当り 0.1 μ c 投与)
C 冠部 r 根部

第13表 年令別によるリンパ様組織における³²P 転換率(ラット)(小川ら)

生後 日数	例数	³² P 転換率 (%)		
		胸腺	リンパ節	脾臓
10	4	0.17	0.085	0.13
20	4	0.22	0.090	0.12
30	5	0.14	0.093	0.12
60	4	0.074	0.080	0.11
90	4	0.053	0.089	0.045

(体重g当り0.03 μ c 投与)

(片山、高崎)⁴⁵⁾の研究によると、つぎのような結果が得られた。(第1臼歯については省略)。すなわち、第12表に明示するように、切歯冠部ではmg当りの磷沈着減少が加令的に認められ、また、沈着率においてもこれと相対的減少をきたした。元来、ラットの切歯根部を除いては各歯牙の冠、根部位では発育途上の一定の時期に至つて形成完了または石灰化完了という特異現象が現われる。従つてさきの切歯冠部における³²P沈着態度は年令差による代謝低下の影響の現われと歯牙形成完了に伴う代謝の低下による影響の現われとの相乗

的結果ではないかと解される。

つぎに、切歯根部ではmg当りの³²P沈着は加齢的に漸減の傾向を示したが、他のいずれの部位に比べても沈着減少の度合は低弱で、成熟群では幼若群のやく97%、老年期群ではやく90%に低減をきたしたにすぎなかつた。また、かゝる傾向は沈着率の上でもうかがい知ることができた。元来、ラットでは切歯の根部は他の歯牙と異なつて終生成長をいとむという咬歯類固有の特性を有しており、一生を通じてその發育を通じてその途上において根部では石灰化をみないものである。従つて上述の切歯根部における³²P沈着の様態は年齢差のみによる代謝低下の影響の現われの結果と解して差支えないものと思われる。

なお、マウスの切歯について³²Pを用いての年齢差による歯牙沈着の様態を調べた藤木²³⁾の報告によつても、われわれ(片山、高崎⁴⁾⁵⁾とほぼ類似の結果が得られている。また、中島²⁴⁾は³²Pを用いて年齢差による骨代謝の影響を検索し、年齢の若いほど骨への移行の大であることを確認した。

つぎに、生後10, 20, 30, 60, 90日のラットのリンパ様組織(胸腺、リンパ節および脾臓)の³²P摂取率について検討した小川²⁵⁾の結果によると、各組織とも加齢的に低減をきたすことを認めたが、各臓器組織間では特記するほどの差異はなかつた。また、これらリンパ様組織における³²Pの転換率について調べた同氏の成績を引用すると、第13表にみるように、胸腺では幼若群において高値が認められ、年齢とともに減少をきたしたが、リンパ節および脾臓では年齢的差異は明かではなかつた。

III) むすび

以上述べた核種についての報告の中には年齢差と食餌の多寡による相乗的影響を論じた報告もあつて首題の主旨に反すると思われるむきのものがある。また、核種の中には食餌中に安定元素として存在するものや化学的に同族に属するものなどがあつて、これらはトレーサー実験結果への影響を左右するものである。このような事実を徴すると、さきに述べたような文献の引用は当を得ないと推考されるが、著者の意図は引用例を可及的

くする点にあつたわけである。なお、引用文献中には実験対象として選んだ動物の年齢別による表現法についても、例えば、単に幼若群、青年群というような群別の表現が採用されているにすぎず、年齢の具体的記載を欠いたうらみのあるものがあつた。とくに首題にみるような年齢差による影響を検討するに当つては、該方法によると、具体的な比較上の基準がないので、研究結果を適確に照合、検討することの困難性があつた。

ともあれ、種々なRIを各年齢層の動物に投与し、動物の代謝または臓器沈着あるいは排泄の様態を指標として検討した著者らを含む諸家の研究報告を通覧すれば、一般的に幼若なほど代謝亢進、沈着の増強あるいは排泄減少等の現象が認められるようであり、動物の種々な生物学的作用にはおうむね老若差の影響が現われることがうかがわれる。しかし、以上の報告の実験結果の中には必ずしも完全な一致をみない例もあつた。これはさきにも述べた年齢差、食餌の種類等の要因のほか、核種、種族差、個体差、投与術式の相違等の諸要因によるものと推考される。従つて動物の生物学的実験に当つて、とくにRIを用いての実験においては、実験成績を左右する条件を劃一的に規制することが望ましいと考える次第である。

終りに、各項別のRIを用いての一般的詳細な生物学的研究成績については、本著の目的でないからそれぞれの専門書に譲ることゝして割愛した。

稿を終るに臨み、ご指導、ご校閲を仰いだ恩師亀田魁輔教授に深謝する。

文 献

- 1) 莊野格：熊本医会誌，33，411(1959)。
- 2) 片山健志，金子輝夫，片山堅規：日本歯科評論，234，26(1962)。
- 3) 片山健志，金子輝夫，片山堅規：小児科臨床，15，823(1962)。
- 4) 片山健志，高崎敬正：日医放会第30回九州地方会(1959)。
- 5) 高崎敬正：熊本医会誌，34，2177(1960)。
- 6) 鳥塚莞爾：内科宝函，6，4(1959)。
- 7) J.G. Hamilton：MDDC，1160，12(1947)。
- 8) 茂田貫一，野村靖夫：日本口腔科学雑誌，6，171(1957)。
- 9) 大和田国夫，大城昇，堀口充：Radioisotopes，8，190(1959)。
- 10) 梅原松千代：東京医科大学雑誌，17，839(1959)。
- 11) H.D. Wallage et al.:

J. of Nutrition, 43 (1951). — 12) R.C. Anderson, J.A. Bacon, and T.M. Bird et al.: ORO, 163 (1957). Semi-Annual Progress Report for July 1 1956 to Dec. 31, 1956. — 13) 片山健志, 別府進: 第15回日医放会総会 (1956). — 14) 別府進: 熊本医会誌, 31, 288 (1957). — 15) D.L. Wilansky, L.G.S. Newsham and M.M. Hoffman: Endocrinol., 61, 327 (1957). — 16) 片山健志: 熊本医会誌, 35, 105 (1961). — 17) 佐々木哲丸: 内科, 5, 480 (1960) より引用. — 18) S.L. Ho-

od, C.L. Comar: ORO, 91, 1 (1953). — 19) 亙理勉: 日本医放会誌, 17, 1502 (1958). — 20) E.C. Anderson, W.H. Langham: Science, 130, 713 (1959). — 21) C.R. Richmond, J.E. Furchner and M.A. Van Dilla: LAMS, 2455, 46 (1960). — 22) C.R. Richmond, J.E. Furchner, B.E. Cummins and G.A. Trafton: LAMS, 2526, 48 (1960). — 23) 藤木芳成: 阪大歯誌, 4, 67 (1959). — 24) 中島博徳: 小児科診療, 21, 1038 (1958). — 25) 小川栄一, 丸茂重貞: 北関医学, 3, 29 (1953).