

番号	線量 021
大項目	実験研究
中項目	体内動態
小項目	人体（動物モデル）
タイトル	放射性核種体内動態の年齢依存 Effects of age on the biokinetics of radionuclides in laboratory animals
キーワード	体内動態、代謝、子供、乳児、セリウム、セシウム、トリチウム
概要	
<p>実験動物に放射性核種を投与し、その後の体内分布と残留などの動態を実験的に調べた。その際、動物の年齢に着目し、特に幼若期における体内動態の特殊性に関する情報を集めた。放射性核種の消化管吸収率、生物学的半減期などの体内動態が年齢によって大きく変わることなど多くの貴重な情報を得ることができ、それらは ICRP による年齢依存線量係数の設定に寄与している。</p>	
詳細	
<p>従来、内部被ばく線量計算に必要な放射性核種の体内動態は職業人である成人を対象に検討されてきたが、平和利用の進展に伴って公衆被ばくへの関心の高まりがみられた。職業被ばくと公衆被ばくの最大の違いは、公衆被ばくの場合の被ばくの対象の中には成人のみならず幼児や乳児などが含まれるということである。本研究では、放射性核種の体内動態において成人とは異なるであろう幼児や乳児など幼若期での特殊性を観察することを目的に、動物実験を行った。</p> <p>1. 消化管吸収率の年齢依存</p> <p>実験動物としてラットを用い、核分裂生成物である Ce-141 を幼若ラットに経口投与し、動物の全身計測により全身残留を経時的に測定した。その結果、哺乳期ラットは離乳したラットより高い残留を示した。すなわち、成熟ラットでは Ce は難吸収性で吸収率は 0.01% のオーダーであり、離乳ラットでも成熟ラットに近い低い残留を示したが、哺乳期のそれは特殊で、数 10% の残留を示した（図 1）。オートラジオグラフによって、残留している Ce は消化管の上皮細胞中に分布し、そのほとんどが上皮の脱落とともに排泄されるが、数% が血流を介して全身に移行していることが分かった。哺乳期動物では消化管上皮細胞の粒子状物質の貪食能力が極めて強く、離乳とともにその能力が低下するものと考えられる。哺乳期動物による消化管吸収の特殊性はビーグル犬などラット以外の動物を用いた実験によっても観察されたが、ラット・マウスで見られたほど顕著ではなかった（図 2）。また、この現象は Ru、Ag、Co、Cr、Mn、Zn など Ce 以外の多くの元素で共通に見られること、難吸収性であればあるほど顕著になる傾向があることも観察した。Sr も哺乳期において特殊な消化管吸収像を示すが、これは母乳中に乳糖が多いことが関連しているのかも知れない。なお、Cs、I、C、H などは成熟動物における消化管吸収率がほぼ 100% であり、幼</p>	

若期においてもほぼ100%が吸収される。

2. 体内残留率（生物学的半減期）の年齢依存

幼若な動物ほど新陳代謝速度が大きいことは知られているが、重要な放射性核種の元素別にその詳細が明らかになっているかといえばそうではないことから、放射性核種の体内動態の年齢依存を定量的に明らかにすることを目的とした実験を行った。ラットあるいはマウスを実験動物とし、種々の年齢の動物に放射性核種を経口あるいは注射による投与を行い、その後の体内残留を測定して生物学的半減期を得るとともに経時的に動物を殺して体内分布を観察した。セシウムでは幼若な個体ほど短い生物学的半減期を示したが、哺乳期間の生物学的半減期は離乳したものより長いことが分かった(図3)。K-43やトリチウム水でも幼若なものほど短い哺乳期では例外的に長いというセシウムと類似のパターンが観察された(図4)。すなわち、ラットにおけるCsの生物学的半減期は、195日齢の成熟で6.4日、60日齢で4.4日、30日齢で2.4日、4日齢の哺乳仔では10.9日であった。同様にKの生物学的半減期は、成熟した生後200日齢で2.2日、71日齢で2.1日、35日齢で1.4日に対し9日齢の哺乳仔は4.6日であった。一般に幼若なものほど生物学的半減期が短いということは人にも当てはまると考えられるが、哺乳期の動物は母乳のみを摂取するという、人とは異なった状況にあり、哺乳期の特殊性は人にはそのままでは外挿出来ないものと考えられる。なお、体内に取り込まれた放射性核種の体内分布では顕著な年齢依存は見られなかった。

本研究は、ラットなどを用いた動物実験であり、成果はそのままの形では人体に適用できない。しかし、ICRPは、本知見も参照しつつこの他の情報と合わせながら、乳児や幼児を含む種々の年齢群の人体での放射性物質の体内動態モデルを構築したうえで、経口あるいは吸入摂取した単位放射能あたりの線量を示す線量係数を年齢群別に提示している(ICRP Publ. 56, 67, 69, 71, 72)。

図表

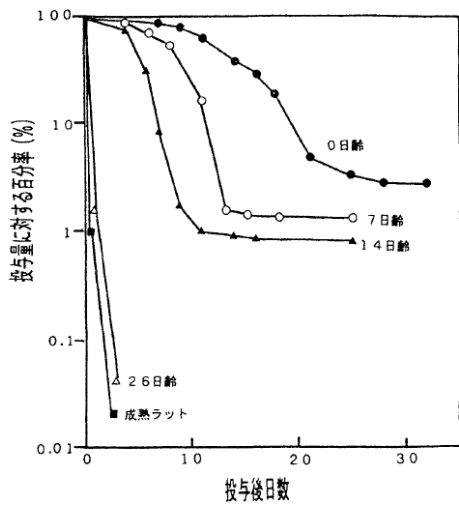


図1 幼若期および成熟ラットにおける Ce-141 の体内残留
(西村他：保険物理26 より)

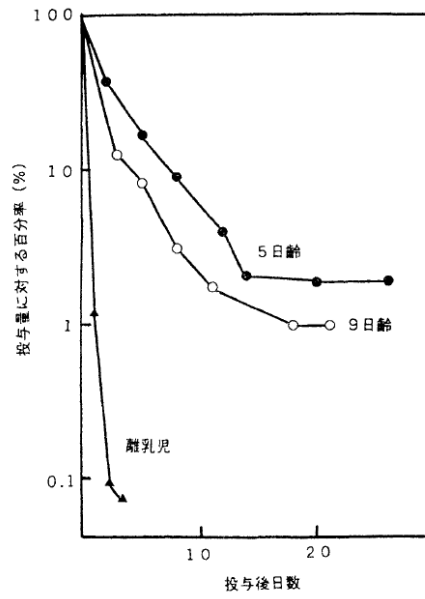


図2 幼若期ビーグル犬における Ce-141 の体内残留
(西村他：保険物理26 より)

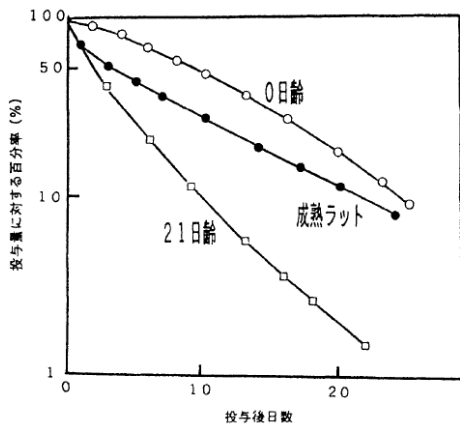


図3 幼若期および成熟ラットにおける Cs-137 の体内残留
(西村他：保険物理26 より)

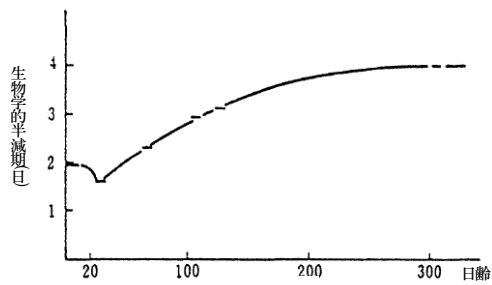


図4 HTO トリチウムの生物学的半減期の年齢依存
(Inaba.J. et al.: J.Radiat.Res., 22 (1981) より)

文献

1. 市川龍資他、幼若児における放射性核種代謝の特徴—幼若児の内部被ばくの考察—(総説) *Radioisotopes(Tokyo)* 18, 510-526 (1969)
2. 稲葉次郎、環境放射能にかかわる内部被ばくの諸問題(総説)、*日本原子力学会誌* 24, 348-354 (1982)
3. 西村義一他、幼若期における放射性核種の代謝の特性(総説)、*保健物理*、26, 147-153 (1991)
4. Matsusaka N and J Inaba, Whole-body retention of cesium-137 in suckling and weanling mice, *Nature* 214. 303-304 (1967)
5. Inaba J and FW Lengemann, Intestinal uptake and whole-body retention of Ce-141 by suckling rats, *Health Phys.*, 22. 69-175 (1972)
6. Inaba J, Y Nishimura and R Ichikwawa, Effect of age on the metabolism of some important radionuclides in the rat, *Proceedings of 6th IRPA Congress, "Radiation Risk Protection"* , Vol. I, pp481-484 (1984)