

番号	線量 018
大項目	実験研究
中項目	体内動態
小項目	下等脊椎動物
タイトル	ストロンチウムとカルシウムの差別 Strontium-calcium discrimination
キーワード	魚類、ストロンチウム、腎臓、排泄
概要	
<p>ストロンチウム-90 (^{90}Sr) の環境、食物連鎖および生体での挙動を定量的に解析する場合、ストロンチウム (Sr) と生理的行動の酷似しているカルシウム (Ca) と比較しながら追跡することが極めて有効である。その理由は次の通りである。</p> <p>(a) Ca の生理的挙動は今までによく研究されていて情報が多い。</p> <p>(b) 海水や生物体の Ca 濃度は普通の状態ではよく安定していて変動が少ない。</p> <p>(c) Sr の挙動に変化を与える要因は Ca に対しても同様に働き、たいいていの場合相伴って変動する。</p> <p>(d) Sr の濃度は生物の種類や臓器によって大差があるが、Sr/Ca の比で表すと、その変異ははるかに小さい。</p> <p>それゆえ、核実験により地球全体に降下し、分布した ^{90}Sr の影響を解析するのに、Sr と Ca の差別比 (Observed Ratio, 略して OR と書く) という概念がつけられた。</p> <p>たとえば飼料と牛との OR は、</p> $\text{OR(牛/飼料)} = \frac{\text{牛の Sr/Ca}}{\text{飼料の Sr/Ca}} = 0.25$ <p>の関係式であらわされ、飼料中 ^{90}Sr 濃度を $^{90}\text{SrBq}/1\text{gCa}$ であらわすと、これを食べている牛の体の ^{90}Sr 濃度は、$^{90}\text{SrBq}/1\text{gCa} \times 0.25$ で求めることができる。この 0.25 という OR 値は牛でもラットでも人体でもほぼ同じように使用できる。</p> <p>そこで、環境水や餌に ^{90}Sr と ^{45}Ca を加え、魚類の OR について調べたところ、ニジマスでは OR(魚体/水) が 0.36~0.37、OR(魚体/餌) が 0.7、ウナギでは OR(魚体/水) が 0.7 と、哺乳類に比べて高いことがわかった。またカムルチー (ライギョ) やイモリを用いた実験からは、腎臓では ^{45}Ca に比べ ^{89}Sr をより多く排出していること、これには近位尿細管で再吸収される ^{45}Ca が ^{85}Sr よりも多いことが関係していることが明らかになった。こうした結果から、魚類等では Ca に比べ Sr を排泄する機能があるものの、その機能は哺乳類に比べると弱い可能性が考えられる。</p>	

詳細

ニジマスにて水中からの摂取と餌からの摂取におけるSrとCaの差別を実験的に求めた。Ca濃度 12mg/lの淡水に⁹⁰Srと⁴⁵Caを加え、魚に吸収させ、魚体の⁹⁰Sr/⁴⁵Caの比を水中の⁹⁰Sr/⁴⁵Ca比で除して、SrとCaの差別比(OR(魚/水))を求めると、骨にて0.36、筋肉にて0.37という殆ど等しい値を得た。また、水中Ca濃度を 12~23mg/l、Sr濃度を 1~12mg/lに変化させた淡水(Sr/Ca比は 0.04~1)での実験ではSr濃度とSr/Ca比の大きな変動にかかわらずすべての群にて0.2というOR(魚/水)値を得た。水中Sr濃度が高い場合OR値が小さくなる。つまりSrに対する差別が強くなることがわかった。

消化管吸収におけるSrとCaの差別を知るため、餌料に⁹⁰Srと⁴⁵Caを添加してニジマスに与え、流水中で飼育したとき、OR(魚/餌)は骨と筋肉ともに0.7という値が得られた。

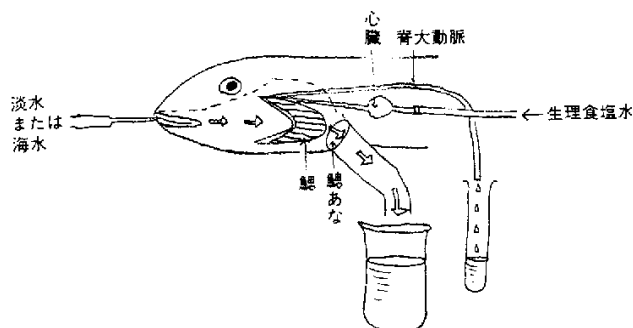
魚類の鰓は呼吸器としての機能以外に、環境水から血液中に水中溶存物質を吸収する機能がある。SrとCaも鰓において吸収される。そこで鰓吸収時のSrとCaの差別を調べるため、ウナギの胸部を開き、生理食塩水(内部灌流液)をビニール管にて動脈球から送り込み、鰓の毛細血管を通過して脊大動脈からビニール管で導き出す。一方環境水(外部灌流液)は口腔内に注入し、鰓表面を流れて鰓あなに連結したビニール管から外部に取り出す。外部灌流液に加えた⁹⁰Srと⁴⁵Caとは鰓粘膜を透過して血管内に入り、内部灌流液中に検出される。このときの鰓吸収時のSrとCaの差別比OR(血液/環境水)の値は、淡水にて0.74、海水にて0.67の値を得た。淡水中Ca濃度を種々に変えて実験したが、OR値はいずれも0.7前後であった。

腎臓からの排出時におけるSrとCaの差別を調べるため、膀胱のやや大きいカムルチーを用いてビニール管で尿を採取することに成功した。あらかじめ腹腔内に注射した⁸⁹Srと⁴⁵Caと、採取した尿中の⁸⁹Srと⁴⁵Caとを比較したところ、尿中の比は約2倍になっており、⁸⁹Srが⁴⁵Caより高い割合で排出されることがわかった。

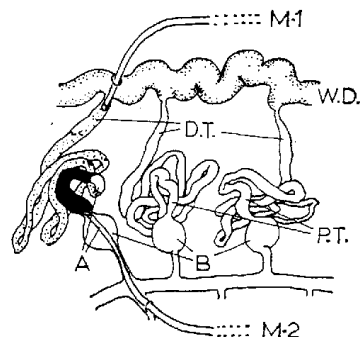
腎臓での尿中排出におけるSrとCaの差別の機構について実験的に研究した。この場合魚類では腎臓の構成組織が小さく実験不可能なので、腎臓内器官の比較的大きいイモリの腎臓を利用した。腹部を開き解剖顕微鏡下で、微細なポリエチレン管によりマイクロインジェクターで⁴⁵Caまたは⁸⁵Srを含む食塩水をボーマン囊を通して近位尿細管に入れる。このとき、食塩水の前後に気泡を置いてはさんでおく。食塩水を一定時間とどませたのち、もとのポリエチレン管に回収し、⁴⁵Caや⁸⁵Srの残存量を測定した。多数の実験にて近位尿細管で再吸収された⁸⁵Srは10~30%、⁴⁵Caのそれは24~56%であった。つまり、近位尿細管における⁴⁵Caの再吸収率は⁸⁵Srのその2倍程度であった。尿排出時の

SrとCaの差別は、近位尿細管における再吸収率の違いによると考えられる。

図表



ウナギの鰓の外部、内部二重灌流実験模式図
(市川：日本分析センター広報 No.26 (1995) より)



イモリの腎臓における ^{85}Sr と ^{45}Ca の近位尿細管での再吸収を測定する実験の模式図
WD：ウォルフ氏管
M：マイクロインジェクタ
PT：近位尿細管 DT：遠位尿細管
A：気泡
黒い部分： ^{85}Sr または ^{45}Ca を含む食塩水
(Ichikawa et al.: Science 144 (1964) より)

文献

1. Ichikawa, R.: Strontium-Calcium Discrimination in the Rainbow Trout. *Research of Oceanographic Works in Japan*, 5(2) 120-131 (1960)
2. Ichikawa, R. and M. Oguri: Metabolism of Radionuclides in Fish-I. Strontium-Calcium Discrimination in Gill Absorption. *日本水産学会誌* 27(4) 351-356 (1961)
3. Ichikawa, R. et al.: Metabolism of Radionuclides in Fish-III. Comparative behavior of Strontium and Calcium at gill absorption in Environmental water with different amount of Calcium. *日本水産学会誌* 28(12) 1160-1163 (1962)
4. Oguri, M., N. Takata and R. Ichikawa: Metabolism of Radionuclides in Fish-IV. Strontium-Calcium Discrimination in the renal excretion of Fish. *日本水産学会誌* 31(6) 435-438 (1965)
5. Ichikawa, R. and Y. Enomoto: Strontium and Calcium Reabsorption in Renal Tubules of the Newt, *Triturus Pyrrhogaster*. *Science* 144(3614) 53-54 (1964)