

マグネシウム生体内動態に関する研究

木村 修一¹⁾・中津川研一¹⁾・北原美智子¹⁾・堀 朋子¹⁾・藤崎美由紀¹⁾
川村美笑子²⁾・岩田 鍊³⁾・船木 善仁³⁾・井戸 達雄³⁾
(¹⁾昭和女子大学* (²⁾東北大学農学部応用生物化学科**
³⁾東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター核薬学***)

Behavior of Magnesium in Magnesium deficient Mice using No-carrier-Added Magnesium-28

Shuichi KIMURA¹⁾, Kenichi NAKATSUGAWA¹⁾, Michiko KITAHARA¹⁾, Tomoko HORI¹⁾, Miyuki FUJISAKI¹⁾,
Mieko KAWAMURA²⁾, Ren IWATA³⁾, Yoshihito FUNAKI³⁾ and Tatsuo IDO³⁾
¹⁾Showa Women's University, ²⁾Faculty of Agriculture, Tohoku University,
³⁾Cyclotron and Radioisotope Center, Tohoku University

The preparation of no-carrier added Mg-28 (half-life 20.9h, β , r) from a pure Al target irradiated by an α -particle beam has been developed for its biological use. Mg-28 in mice fed the magnesium-sufficient diet had a remarkable accumulation in the kidney, heart, bone and liver. The radioactivity decreased with time in the kidney, heart and blood. The brain uptake was not as high. The radioluminograms presented a accumulation of Mg-28 mainly in heart, kidney, bone and glandula submandibularis in control mouse fed the magnesium-sufficient diet. The radioluminograms of a mouse fed the magnesium-deficient diet revealed high accumulations of Mg-28 in the heart, kidney, gut, and submandibular gland compared with that of control.

はじめに

マグネシウム (Mg) は広範囲の基礎的な細胞反応に必須な役割を演じている。実験動物にみられる実験的マグネシウム欠乏の作出と臨床的、生化学的、生理学的変化の解明は、他の電解質とホルモン及び細胞機能に対するマグネシウムの複雑な関わりを明らかにしている。最近、Mg 欠乏と骨粗鬆症を始

*所在地：東京都世田谷区太子堂1-7 (〒154)

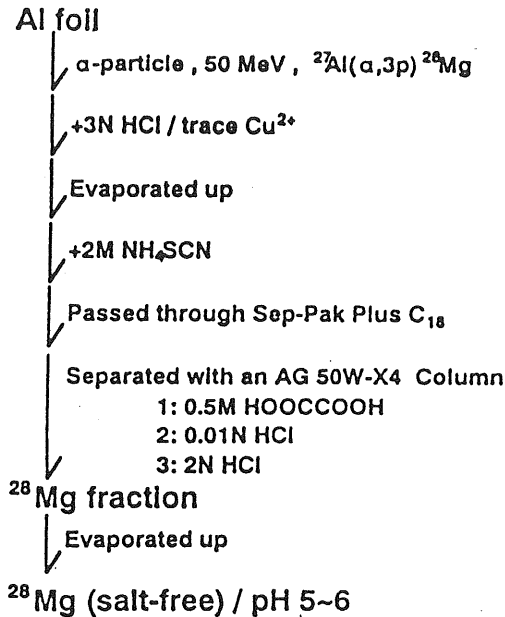
**所在地：仙台市青葉区堤通雨宮町1-1 (〒981)

***所在地：仙台市荒巻字青葉 (〒980)

めとして各種疾患との関連についても注目され、カルシウム (Ca) とのバランスの重要性が指摘されている。そこで我々は、このような観点にたち、この重要な栄養素の生理作用をより理解するために、放射性トレーサー実験が有効な手段の一つになると考え、Mg-28 (半減期 20.9h, β^-) の製造を行い、これを用いて通常マウス及び Mg 欠乏マウスの生体内における Mg 動態を比較検討した。

実験方法

1. サイクロトロンを用い Al-27 (α , 3p) Mg-28反応で製造した放射性同位体 Mg-28は、岩田等¹⁾の方法 (Fig. 1) により精製した。
2. ddy 系雄マウスに Mg-28を尾静脈投与したのち、経時的に屠殺し各臓器への集積を測定した。
3. Mg を含むコントロール食ならびに Mg 欠乏食で 6 日間飼育した ddy 系雄マウスに、この Mg-28 を尾静脈投与した。2 時間後に屠殺し、全身ラジオルミノグラフィーにより生体内分布を比較検討した。



Production and Separation of ²⁸Mg

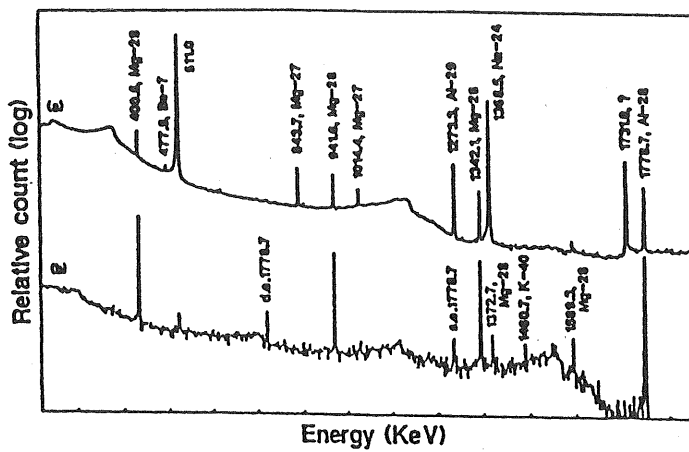
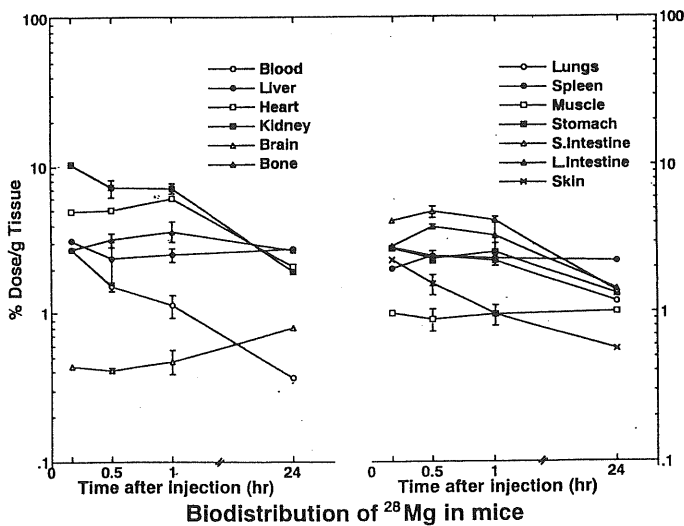
Fig. 1 Production and Separation of ²⁸Mg

結果と考察

Mg-28 の製造に際しての核反応及び予想される副生成核種を Table 1 に示した。本実験では、簡便な方法でナトリウムの混在しない目的物を得ることができた (Fig. 2)。しかし、使用したサイクロトロン性能の限度から 1 回の照射 (10 μ Ah) では 70~150KBq の Mg-28 しか得ることができなかった。

Table 1. Radionuclides produced by α -irradiation of pure Al

Nuclide	Half-life	Decay mode	Nuclear reaction	Q-value, MeV
^{22}Na	2.602y	B^+/EC	$^{27}\text{Al}(\alpha, 2\text{n})^{22}\text{Na}$	-22.5
^{24}Na	15.03h	B^-	$^{27}\text{Al}(\alpha, \text{a}2\text{p})^{24}\text{Na}$	-31.4
^7Be	53.29d	EC	$^{27}\text{Al}(\alpha, ^7\text{Be})^{24}\text{Na}$	-22.1
^{27}Mg	9.46m	B^-	$^{27}\text{Al}(\alpha, 3\text{p})^{27}\text{Mg}$	-30.1
^{28}Mg	20.93h	B^-	$^{27}\text{Al}(\alpha, 3\text{p})^{28}\text{Mg}$	-21.6
^{28}Al	2.24m	B^-	$^{27}\text{Al}(\alpha, 2\text{p})^{28}\text{Al}$	-21.6
			$^{28}\text{Mg} \rightarrow ^{28}\text{Al}$	
^{29}Al	6.56m	B^-	$^{27}\text{Al}(\alpha, 2\text{p})^{29}\text{Al}$	-11.1

**Fig. 2** Gamma-ray spectra (a) of irradiated Al target and (b) separated Mg-28**Fig. 3** Organ distribution of Mg-28 in mice fed the magnesium-sufficient diet.

マウスでのMg-28静脈投与による体内動態をFig. 3に示した。投与10分後では、腎臓への取込が最も高く、次に心臓、肝臓、骨、ひ臓、血液が続いた。Mg-28の血液からのクリアランスと腎臓からのそれは平衡しており、排泄がすみやかに行われていることが示された。脳への取込は最も低かった。²⁾

Mg-28投与2時間後の全身ラジオリミノグラムをFig. 4に示した。極少量(37.0KBq)の投与にもかかわらず、ラジオリミノグラフィ(BAS-3000, Fujifilm Co. Ltd.)を採用したことにより全身分布像を描画できた。描像は、上側に、Mgを与えたコントロールマウスを、下側に、Mg欠乏食を与えたマウスを示した。コントロールマウスに比べて、Mg欠乏食を与えたマウスでは、Mg-28の臓器中への集積が明らかに多いことが示された。投与後2時間目で、特に集積の多い臓器としては、腎臓、消化管、心臓、骨格などである。主要臓器における両群の集積の比較をTable 2に示した。肝臓では、両群間にさほどの差は見られないが、心臓、がっかせん、腸管及び腎臓では、欠乏食群で顕著に集積が亢進した。今回の報告は、予備的データを提示するにとどまったが、Mg-28が多量に入手できない現状において

²⁸Mg bio-distribution of Mg deficient mouse

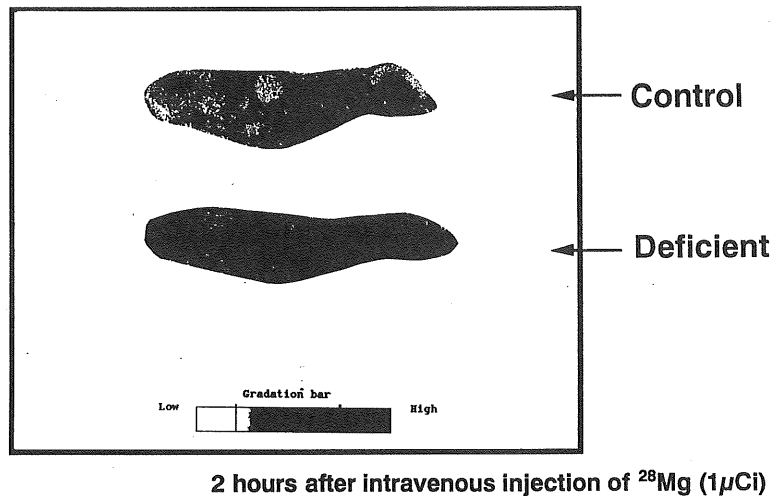


Fig. 4 The radoruminographs of a mouse fed the magnesium-deficient or magnesium-sufficient diet 120 min after the injection of Mg-28.

Table 2. Relative uptake ratio of Mg-28 (♂ mice, 2hr)

	Control group	Deficient group
Liver	100	120
Heart	560	1190
glandula submandibularis	420	1130
Gut (high)	160	1340
Gut (low)	120	650
Kidney	440	1010

も、高感度のイメージプレートを用いるラジオルミノグラフィーを採用することにより、初めて Mg の全身体内分布の変動を明らかにすることができた。今後、この手法で、Ca と Mg のバランスの変動がもたらす生体への影響³⁾について検討したい。

文 献

1. Iwata R. et al., J. Radioanal Chem., 159 (1992) 233.
2. Kawamura M. et al., Biomed ResTrace Elements, 4 (1993) 127.
3. George G. A. and Heaton F. W., Biochem J., 152 (1975) 609.