アイソトープ追跡に依る乳房内乳汁カゼイン の合成機構に関する研究

I Ca^{45} 注射による追跡

前野正久・有馬俊六郎・志賀勝治・斎藤善一

(北海道大学農学部)

古市二郎・金子元三・須貝新太郎

(北海道大学理学部)

吉田稔・高津定雄・松村 暁

(北海道立滝川種羊場)

Studies on the synthetic mechanism of milk casein in mamma with tracing of Isotope

I Tracing with Ca^{45}

M. MAENO, S. ARIMA, K. SHIGA and Z. SAITO

(Faculty of Agriculture, Hokkaido University)

Z. FURUICHI, M. KANEKO and S. SUGAI

(Faculty of Science, Hokkaido University)

M. YOSHIDA, S. TAKATSU and A. MATSUMURA

(Hokkaido Takikawa Sheep Breeding Farm)

I 緒 言

予報に於て報告した如く既に山羊頸静脈の注射によつて石灰が乳房に著く多く滞留する事が判明した為今回初めて Ca^{45} の同様注射により Ca の追跡を行つた。即ち Ca^{45} の血液及乳房内乳汁の分布特にカゼインを主として乳糖其他の乳成分に如何なる量的分布をするかについて実験を行つたので茲に報告する。

II 実験材料並方法

供試山羊は北海道立滝川種羊場飼育の泌乳中の3~5才のものを使用し、時にはオイベスチン注射により泌乳中の処女山羊を用いた。

実験方法は Ca^{45} の0.5m.c.以下の CaCl_2 水溶液を供試山羊の頸静脈に注射し一定時間毎に頸静脈血、乳静脈血及び乳房内より注射針による採乳採血更に搾乳による分泌乳を採取する。而して之等の試料中の Ca^{45} を著者の一人の改良した計数器にかけて測定した。次に乳汁は酸、レンネット其他によつてカゼイン、アルブミン等に分割し更に乳糖の採取精製を行ひ同様に計数器で Ca^{45} の追跡を行つた。

III 実験結果

先づ注射した Ca^{45} が乳房内中に移行して滞留する経過を注射後5分から27時間の間8回に分けて乳汁中の Ca^{45} を測定し、別に頸静脈血と乳静脈血も同様に測定した結果は次表の如くである。

第1表 Ca^{45} 注射による山羊乳及び血液中の追跡
Count/min/c.c.

			乳 汁	乳静脈血	頸静脈血
注 射	前		36*	36*	36*
注 射 後	5 分		35	36	36
	30 "		40	36	40
	60 "		44	38	38.5
	2 時 間		51	—	40
	5 "		96	—	—
	11 "		56	—	—
	17 "		40	—	—
	27 "		37	—	—

備考 自然係数は32*の第二回は10c.c.を測定

上表で明な様に Ca^{45} は注射後30分で乳汁中に移行し始め27時間即ち約1日で消失する。

次に注射30分後でも Ca^{45} は乳静脈血には増加せず殆んど乳房内に Ca^{45} が滞留する事がわかる。

仍つて次に乳汁中のカゼインに移行する Ca を注射後

の各時間毎に分けて測定した結果は第2表の如くである。

第2表 Ca⁴⁵注射山羊乳中の Rennet casein の追跡

		供試乳量 cc	測定値	* 供試 乳量cc	* 測定値
注	射 前	5	32	—	—
	5 分	5	32	—	—
注	30 "	9	336	—	—
	60 "	3	384	—	—
射	2 時間	10	1216	10	1088
	6 "	10	736	10	2362
後	12 "	10	528	—	—
	16 "	10	240	—	—

備考 *は100日後再測定・は5時間後のものを再測定

上表の如く供試乳量と測定値からレンネットカゼインにも注射後30分にして既に移行している事がわかり5時間で最高量を示している。

次で同様に処理して採取した注射後2時間、5時間及7時間後の山羊乳からカゼインを酸、レンネット及加熱により凝固せしめてそのCa⁴⁵を追跡し、更に乳糖、血液尿及糞に対しても追跡を行つた結果は第3表及第4表の如くであり、第4表の試料番号は第1図の如く処理したものである。

第3表 山羊乳汁中のCa⁴⁵の追跡

	全乳	酸乳清	レンニ ン乳清	熱凝固 乳清	酸カゼ イン	粗乳糖	精製 乳糖	乳静血	頸静血
注射後 2時間	190.1	210.8	129.9	—	44.5	—	—	—	—
注射後 5時間	240.0	244.2	144.1	164.0	43.1	929.5 (0.27g)	90.2 (0.18g)	44.1	47.2

備考 自然係数42.3 乳糖は山羊乳20ccより結晶、採取量1cc

第4表 山羊乳中のCa⁴⁵の追跡

試料 番号	注射2時間後		4時間後		7時間後	
	測定量	測定値	測定量	測定値	測定量	測定値
(1)	1 c.c.	80.2	1 c.c.	109.00.5 c.c.	—	—
(2)	0.102 g	557.4	0.1016 g	875.5	0.0982 g	655.9
(3)	0.0462 g	301.5	0.045 g	640.9	0.0734 g	681.5
(4)	1 c.c.	46.0	1 c.c.	48.4	1 c.c.	37.0
(5)	1 c.c.	65.1	1 c.c.	70.5	1 c.c.	62.3
(6)	0.0993 g	41.4	0.0979 g	59.1	0.0984 g	33.7
(8)	1 c.c.	49.5	1 c.c.	56.9	1 c.c.	61.4
(9)	0.0365 g	2181.8	0.0625 g	2341.5	0.0955 g	2341.5

備考 尿及び糞中には7時間に於て出現せず、自然係数34.5 原注射液0.1c.c. 4430.3

以上の結果により酸カゼインには石灰殆んど結合せず反つて乳糖と石灰が結合している事がわかる。

次に熱凝固乳清はレンニン乳清よりも多量にCa⁴⁵を含有しているが之はレンネットの凝固でカゼインが多量の石灰を結合して沈澱する事を示している。更に第1図の操作でレンニン凝固を追跡した第4表の結果から次の事がわかる。即ちレンニカゼインを除去した乳清中の残余の石灰は、カゼイン以外の他の蛋白とは殆んど結合せず、乳糖と結合している石灰以外は可溶性の石灰塩として乳汁中に存在し、且その内の相当量が中和によつて

第1図 Ca⁴⁵追跡法

沈澱する石灰である。之は第4表の試料番号(9)の中和沈

澱物 0.0365 g が2182の測定値を示した事から判然としている。而してこの沈澱は多分磷酸石灰が主成分と考えられる。

以上で泌乳山羊に注射したCa⁴⁵が一定時間主に乳房内に蓄積されそれが30分後には乳汁中のカゼインの一部分として泌

乳される事を知つた。更にCa⁴⁵は乳汁中の乳糖とも結合し残余は可溶性の石灰として存在している事もわかつたのである。

仍つて次に脱脂乳汁から醋酸を加えカゼインを採取しアンモニアで溶解再び醋酸で沈澱する操作を3回繰返し精製した。此のカゼインを溶解してレンネットを添加し、パラカゼインに変化せしめ之に種々の量のCaを添加してカゼインを沈澱せしめた。即ちパラカゼインと石灰の結合量の相違によつて α, β, γ を分割する著者の一人の実験を利用して乳房内で石灰が初めに如何なるカゼインに結合するかを知る一助とせんとした。

添加した石灰液は3%CaCl₂溶液にCa⁴⁵を加えたものを使用した。カゼインは20gをアンモニアで溶解し過後600c.c.とし醋酸でpH6.7とした。このカゼイン溶液300c.c.に稀レンネット50c.c.を加え之を70c.c.宛5種に分け、之等に石灰液1c.c.~5c.c.宛加えて沈澱を生成せしめ遠心分離後上澄液を濾過し濾液のCa⁴⁵を測定した。その結果は次表の如きものである。

第5表 Ca^{45} 添加によるパラカゼインと石灰の結合変化

CaCl_2 添加量	沈 澱	沈 澱 量	濾液の測定値
1 c.c.	—	—	187
2 c.c.	+(白濁)	0.007	227
3 c.c.	++	0.115	265
4 c.c.	+++	0.130	352
5 c.c.	+++	0.350	540

備考 石灰液 1 c.c. 1324 自然係数57

第5表 を図示すると第2図の如くなる。

上図で明な様に石灰液 1 c.c. で白濁した時より添加量が多くなると濾液中の Ca^{45} 量は上昇が抑制され、結局カゼインと多量に石灰が結合して沈澱する事が考えられ、之は第二報に示す P^{32} による追跡による結果と併せて興味ある問題を提供する事が考えられる。

IV 総括並考察

山羊頸静脈に Ca^{45} を注射すると乳房内に多量の石灰が滯留蓄積する事が判明し之が乳汁中に移行するには注射後約30分を要し、乳汁中から消失するには約1日を要する。尚糞及尿中には7時間後も出現しない。

次に Ca^{45} はカゼインと結合し一部は乳糖に結合し又一部は可溶性石灰として乳清中に存在するものと思はれ

る。

次に乳汁に Ca^{45} を加えてカゼインをレンニン凝固せしめた場合、凝固する α と β カゼインによつて結合する石灰量が異なる事を観察し得た。この事実は既に著者の一人が牛乳カゼインの化学的分割によつて知り得た事であり、之が今回の実験によつて明にされたのである。而して乳房内乳腺中に入つた石灰が初め如何なるカゼインを合成するかの研究の端緒となるものと考えられる。之は P^{32} の追跡による研究に興味を与えるものと思ふ。

V 結 論

山羊頸静脈に Ca^{45} を注射しその追跡を行つた結果、石灰は乳房内に特異的に蓄積し、30分にして乳汁に移行し約24時間にして消失する。

乳汁内では石灰はカゼインと結合し且乳糖とも結合する。更に残余は可溶性石灰として乳清中に存在する。

(1953. 11. 9. 受付)

文 献

- 1) 前野正久等 (1954) : 日畜会報24 (4), 171
- 2) NORDBO (1935) : Biol. Chem. 128, 745
- 3) ATEN & HEYN (1950) : Am. J. Physiol. 162, 570
- 4) HEVESY (1948) : Radioactive Indicators Interscience Publishers, New York, London

Résumé

Studies on the synthetic mechanism of milk casein in mamma with tracing of Isotope was began with tracing of Ca^{45} in goat's venous injection.

Ca in blood is accumulated remarkably in mammary gland and after 30 minutes Ca removes into milk, but its Ca disappears after 27 hours.

In milk Ca combines with casein and lactose, and residue exists in milk serum as soluble matter.

外国文献抄録

Quantitative threonine requirement of the weanling pig.

W. M. BEEBSON, H. D. JACKSON & E. T. MERTZ (1953) : J. Animal. Sci. 12, 870—875

離乳した豚の生長にも、幼鼠と同じ10種の必須アミノ酸を必要とする事が知られているが、その必要量は未だ十分明らかにされていない。Threonine については豚の体組織の分析値からその成長に必要な量を計算すると、粗蛋白質中 2.4%を必要とする。又哺乳中の豚の生長試験から飼料中 0.9% (粗蛋白質中 3.6%) を必要とすると言われている。本実験に於ては離乳した豚 (体重 23.8~24.5lb) に玉蜀黍88%を基礎飼料として、之に適当量の必須アミノ酸及び他の栄養素を補足して、Thre-

onine の必要量を生長試験 (35日間) によつて決定した。その結果飼料中に有効な L-threonine を 0.2, 0.4, 0.5, 0.6 及び 0.7% 含有せしめた時に、0.2% では最適の生長をとげ得なかつたが、0.4% では、それ以上の量に相当すると同じ生長を示した。而してこの量は粗蛋白質の 3.0%に当っている。而して玉蜀黍アミノ酸混合物飼料では蛋白質が極めて良質である事が粗蛋白質 11b 当り体重増加量 3.11b の蛋白質効率により示されている。通常離乳した豚の生長期には粗蛋白質量を飼料中の18%とされているが、適当な量と平均のとれた必須アミノ酸を補足した場合には体重 25lb の離乳した豚は飼料中13.2%の粗蛋白質含有レベルに於ても正常な發育をとげ得る事が明らかにされた。(保井忠彦)