成人に於ける各種食品中のカルシウムの利用並に カルシウム所要量に關する研究

Studies on the utilization of various foods as calcium source
and the calcium requirement in adult men

(昭和 28 年 5 月 19 日受理)

兼 松 重 幸
(Shigeyuki Kanematsu)

I. 緒 言

從來吾々が攝取している食品中の Ca の間で、牛乳の Ca が最も良好なる Ca 給源であると言われているが、併し、我が國に於て、牛乳を日常の食生活で、一般に廉價に且つ豊富に取り入れることは現状では不可能に近いであろう。そこで、著者は以前に日本人のための Ca 給源として日常最も容易に利用出来る骨ごと喰べる小魚(魚骨)に就いて、その Ca 給源としての利用率を明かにしたが、更に、今回はこの小魚の利用に就いて他の Ca 源(牛乳、炭酸 Ca、野菜)との比較検討を試みた。尚、ここで野菜を特に用いた理由は、或る種の野菜(例えば、ほうれん草)は蓚酸鹽を含むために Ca 源としての利用價值の面からみると、その利用率が極めて悪いこと、Finke & Sherman (1935) 等が報告しているので、この事を究明しようとしたのである。

又、Dodd, Rapoport, Buddingh 等(米國疫癘研究團)が、日本人の食餌は、殆んど母乳ばかりで養われる乳兒の場合を取り除けば、Ca の量が極度に少ない、と云うことを指摘した。確かに、厚生省栄養課の國民栄養調査報告に依れば、昭和 21 年から 26 年の 6 カ年間に亘る日本人 1 人 1 日當りの Ca 攝取量(6 カ年間の平均値)は都市(消費者)、農村(生産者)共に 0.26 g であつて、1 人 1 日當りの Ca の至適所要量を 1 g とすれば、上記の値は、極めて低い値と見做さねばならない。尤も、この様な低い値は、從來の食品分析表を基礎として調査されたがために、著者としては肯定しがたい點もあるが、大體に於て、日本人の Ca 攝取量の少ないことは確かな様である。併しながら、Sherman (1920) が、“健康な成人に於て、Ca の平衡をもたすための最低所要量は 1 日 0.45 g である”と報告して、Ca の攝取量に對する指針を與えているが、果して、この數値は、彼等とは體格や食生活などの異なる日本人にとつて、妥當なものであるか否かは不明である。まして、本邦に於ては成人の Ca 所要量を決定する根據となるような平衡實驗は未だ殆んど見當

らない現状である。

そこで、Ca の所要量を決定することは極めて困難ではあるが、日本人(成人)の Ca の最低所要量を推定することは無意味では無いと考えたので、本研究では、この問題も考慮に入れて實驗を行つた。

II. 實驗方法

1) 被験者及び試験期間

被験者は健康成人 4 名(33 歳, 29 歳, 27 歳, 25 歳)で、總試験期間は 12 日間であつて、この期間を 3 日間の試験期間単位で、添加食第 I 期、添加食第 II 期、添加食第 III 期、添加食第 IV 期の 4 期に分けた。

尚、本實驗は 10 日間の低 Ca の代謝實驗(平均)日の Ca の攝取量 0.1 g~0.15 g の後に引き續いて行つたものであつて、この低 Ca 實驗の最後の試験期間を、本實驗の基本食期間とした。

2) 試験食品

本試験期間中の基本食の献立は第 1 表の如くであるが、添加食品は前述の如く、小魚、牛乳、炭酸 Ca 及野菜であつて、この内、小魚は、“しらず”、“いわしの味淋干”、“わかさぎの佃煮”、“はぜの佃煮”を、野菜は、ほうれん草及大根菜に小量のごま及味噌を加えたものを夫々使用した。尚、飲料水は蒸溜水を使用し、その量は一定にせず被験者の隨意とした。

3) 試験食品の添加法

第 1 表の如き基本食に、小魚、牛乳、炭酸 Ca 及野菜を夫々 Ca として 1 日約 0.2 g 宛階段的に増量添加した。即ち、添加食第 I 期では Ca として約 0.2 g、第 II 期では約 0.4 g、第 III 期では約 0.6 g、第 IV 期では約 0.8 g を基本食に夫々添加した。

以上の如く、4 種の Ca 源及その 4 種の添加 Ca 量に對し、4 名の被験者を利用して實驗を行うため、第 2 表の如きラテン方格法の實驗計畫をたてた。

4) 尿及び糞便の採取法

尿は午前 8 時から翌日の午前 7 時までの 24 時間尿を

栄養と食糧

第1表 基本食（低カルシウム食）の献立

	基 本 食 (甲)				基 本 食 (乙)			
	名 稱	材 料	数 量 (g)		名 稱	材 料	数 量 (g)	
朝	(1) 白 米 飯	白 米	100		(2) 白 玉	白 玉 粉 糖	100 10	
	清 汁	胡 瓜 粉	15 10		清 汁	胡 瓜 粉	15 10	
	胡 瓜 の 若 漬	胡 瓜	15		胡 瓜 の 若 漬	胡 瓜	15	
昼	ハヤシライス	白牛玉	140		白 米 飯	白 米	140	
		葱 トリ	50		煮 込 み	茄 玉	40	
		マン	40			子 葱	40	
		濃大	30			豚 砂	100	
		豆	50			肉 糖	7	
			10		胡 瓜 の 若 漬	胡 瓜	15	
晩	うどの三杯酢	う 紅 砂	50 10 6					
	生 豆	ど 姜 糖						
	胡 瓜 の 若 漬	胡 瓜	15		白 米 飯	白 米	140	
晩	炒 飯	白豚玉	140		く ず あ ん 汁	籾 粉	50 2	
		筍 卵	50					
		砂 紅 大	50		フレンチサラダ	リ ン ゴ 胡 キ ャ ベ ツ 豚 豆 肉 油	50 15 50 50 5	
		生 豆	30					
			10					
			5		胡 瓜 の 若 漬	胡 瓜	15	
			5					
晩	ポ タ ー ジ ュ	人 濃 大	10 10 7		フレンチサラダ	リ ン ゴ 胡 キ ャ ベ ツ 豚 豆 肉 油	50 15 50 50 5	
		豆						
	胡 瓜 の 若 漬	胡 瓜	15					

〔註〕(1) 低カルシウム期間では白米を 100 g とつたが、添加食期間では白米を 140 g 摂取した。

(2) 添加食期間では白玉のかわりに白米 140 g を攝取した。

其の他調理には總て蒸留水を使用し、Celorie の補給に間食として馬鈴薯澱粉及砂糖を各被験者毎に隨意に攝らしめた。

第2表 実験計画表

被験者	H. M.	K. T.	S. K.	Y. K.
試験期				
添加食第Ⅰ期	B	A	C	D
添加食第Ⅱ期	C	D	B	A
添加食第Ⅲ期	D	C	A	B
添加食第Ⅳ期	A	B	D	C

〔註〕 A=小魚

添加食第Ⅰ期：しらす

添加食第Ⅱ期：いわしの味淋干

添加食第Ⅲ期：わかさぎの佃煮

添加食第Ⅳ期：はぜの佃煮

B=牛乳 C=炭酸カルシウム D=野菜

添加食第Ⅰ期：ほうれん草

添加食第Ⅱ期：ほうれん草、大根葉、ごま

添加食第Ⅲ期：ほうれん草、大根葉、ごま、味噌

添加食第Ⅳ期：ほうれん草、大根葉、ごま、味噌

採取し、糞便は各試験期ごとに集めて採取し夫々分析に供した。又、糞便の分割には炭末を使用した。

5) 試料の分析法

食品及糞便——何れも乾燥、粉末にしたものを用い、Ca は A. O. A. C. の微量法、P は A. O. A. C. の比色法、蛋白質、脂肪及含水炭素は夫々 Kjeldahl 法、隈川、須藤法及 Bertrand 法に従つて實施した。

尿——Ca は尿に醋酸加醋酸アンモン溶液（緩衝劑）と醋酸アンモン溶液とを加えて沈澱せしめた醋酸 Ca を分離し、定規 KMnO₄ 液を以て滴定する方法（須藤憲三：醫化學的微量測定法）、P は Bell-Doisey 法によつた。

7) 各試験期間中に於ける被験者の平均1日の栄養攝取量は第3表の如くである。

第 3 表 被験者別栄養摂取量 (平均 1 日)

試験期	日/月	種 類	被 験 者	H. M.	K. T.	S. K.	Y. K.
基 本 食 期 (低 カル シウ ム 期)	5 VII	蛋 白 質 (g)		45.40	45.40	45.40	45.40
		脂 肪 (g)		37.27	37.27	37.22	37.22
		含 水 炭 素 (g)		345.65	345.65	333.36	333.36
	6 VII	熱 量 (Cal)		1949.8	1949.8	1898.9	1898.9
		Ca (g)		0.123	0.119	0.122	0.122
		P (g)		0.589	0.589	0.581	0.581
添 加 食 第 I 期	7 VII	蛋 白 質 (g)	B	54.03	A 63.02	C 48.69	D 52.19
		脂 肪 (g)		45.48	41.23	38.80	39.42
		含 水 炭 素 (g)		383.67	383.93	368.06	370.53
	9 VII	熱 量 (Cal)		2217.4	2215.8	2069.4	2099.6
		Ca (g)		0.334	0.325	0.322	0.334
		P (g)		0.865	1.108	0.632	0.713
添 加 食 第 II 期	10 VII	蛋 白 質 (g)	C	49.00	D 54.54	B 60.48	A 66.76
		脂 肪 (g)		36.32	42.98	48.87	41.08
		含 水 炭 素 (g)		380.80	379.49	359.83	353.30
	12 VII	熱 量 (Cal)		2099.8	2179.2	2177.6	2104.2
		Ca (g)		0.518	0.497	0.537	0.526
		P (g)		0.626	0.721	1.066	1.497
添 加 食 第 III 期	13 VII	蛋 白 質 (g)	D	62.31	C 45.32	A 68.16	B 67.87
		脂 肪 (g)		51.32	38.82	44.29	57.72
		含 水 炭 素 (g)		374.44	382.85	370.44	382.26
	15 VII	熱 量 (Cal)		2267.8	2116.4	2210.0	2382.1
		Ca (g)		0.740	0.710	0.726	0.740
		P (g)		0.839	0.625	1.274	1.299
添 加 食 第 IV 期	16 VII	蛋 白 質 (g)	A	61.15	B 72.01	D 62.01	C 44.03
		脂 肪 (g)		38.11	61.60	49.09	36.30
		含 水 炭 素 (g)		389.10	389.92	369.13	374.23
	18 VII	熱 量 (Cal)		2200.4	2466.6	2224.1	2072.8
		Ca (g)		0.928	0.949	0.907	0.906
		P (g)		1.338	1.539	0.846	0.624

III. 実験成績

1) 各試験期間中に於ける平均 1 日の Ca の平衡並にその吸収率を被験者別に表示すれば第 4 表の如くである。尚、この場合の Ca の吸収率 (%) の数値は

$$\frac{\text{Ca 總攝取量} - \text{糞便中 Ca 總排泄量}}{\text{Ca 總攝取量}} \times 100$$

第 4 表 各試験期間に於ける平均 1 日の Ca の平衡 (g) 並にその吸収率 (%)

試験期	内 容	被 験 者	H. M.	K. T.	S. K.	Y. K.
基 本 食 期	Ca 攝 取 量 (g)		0.123	0.119	0.122	0.122
	排 泄 量 (g) { 糞 便 中		0.066	0.069	0.050	0.078
		尿 中	0.104	0.083	0.089	0.112
	平 衡 (g)		-0.047	-0.033	-0.017	-0.068
	吸 收 率 (%)		46.3	42.0	59.0	36.0

で現わしてある。従つて、この場合の添加食期間中の Ca の吸収率は各添加食 Ca 自體の眞の吸収率を現わしているとは言えないが、各添加食 Ca の消化吸収の良否を、この吸収率から比較検討することは可能である。そこで、第 4 表から各添加食期の Ca の吸収率を抜き書きすると第 5 表の如くである。

試驗期	內 容	被 驗 者	H. M.	K. T.	S. K.	Y. K.
添加食第Ⅰ期	Ca 攝 取 量 (g)		B 0.334	A 0.325	C 0.322	D 0.334
	排 泄 量 (g)	糞 便 中	0.128	0.190	0.154	0.279
		尿 中	0.154	0.143	0.105	0.089
	平 衡 (g)		+0.052	-0.008	+0.063	-0.034
	吸 收 率 (%)		61.6	41.5	52.1	16.4
添加食第Ⅱ期	Ca 攝 取 量 (g)		C 0.518	D 0.497	B 0.537	A 0.526
	排 泄 量 (g)	糞 便 中	0.286	0.376	0.262	0.267
		尿 中	0.153	0.135	0.175	0.205
	平 衡 (g)		+0.079	-0.014	+0.100	+0.054
	吸 收 率 (%)		44.7	24.3	51.2	49.2
添加食第Ⅲ期	Ca 攝 取 量 (g)		D 0.740	C 0.710	A 0.726	B 0.740
	排 泄 量 (g)	糞 便 中	0.519	0.379	0.503	0.360
		尿 中	0.181	0.202	0.191	0.187
	平 衡 (g)		+0.040	+0.129	+0.032	+0.193
	吸 收 率 (%)		29.8	46.6	30.7	51.3
添加食第Ⅳ期	Ca 攝 取 量 (g)		A 0.928	B 0.949	D 0.907	C 0.906
	排 泄 量 (g)	糞 便 中	0.618	0.592	0.671	0.648
		尿 中	0.229	0.267	0.169	0.185
	平 衡 (g)		+0.081	+0.090	+0.067	+0.073
	吸 收 率 (%)		33.4	37.6	26.0	28.4

第5表 各添加食期における Ca 吸収率 (%)

被験者	試験期			
H. M.	K. T.	S. K.	Y. K.	
B 61.6	A 41.5	C 52.1	D 16.4	添加食第Ⅰ期
C 44.7	D 24.3	B 51.2	A 49.2	添加食第Ⅱ期
D 29.8	C 46.6	A 30.7	B 51.3	添加食第Ⅲ期
A 33.4	B 37.6	D 26.0	C 28.4	添加食第Ⅳ期

〔註〕 A: 小魚 B: 牛乳
C: 炭酸 Ca D: 野菜

そこで、これらの吸収率の数値に對して、分散分析を行なつた結果の分析表は次の第6表の通りである。

この第6表の分散分析表から Ca 源の種類の間には5%

第6表 分散分析表 (その 1)

要 因	平 方 和	自 由 度	推 定 量	分 散 比
全 變 動	237806	15		
Ca 攝 取 量	34122	3	11374	1.42
個 人 差	8714.5	3	2904.8	0.36
Ca 源 の 種 類	146991.5	3	48997.2	6.13*
誤 差	47978	6	7996.2	

〔註〕 F—分布表より
F 0.05 (3,6)=4.76, F 0.01(3,6)=9.78

の危険率で有意な差が認められた。即ち、本實驗に使用した4種の Ca 源の間には Ca の吸収率の差があるのである。その吸収率は基本食に牛乳を添加した場合が平均吸収率50.4%で最もよく、次いで炭酸 Ca を添加した場合(平均吸収率43.0%)、小魚を添加した場合(平均吸収率38.7%)の順で、野菜を添加した場合(平均吸収率24.1%)が最低のようであつた。

又、上記の表から Ca の攝取量及個人差には有意な差が認められないが、しかし Ca の攝取量が多くなると吸収率は幾分低下するようである。

更に、各種 Ca 源自體の消化吸収率を明かにするために次の様な方法を用いた。即ち、基本食に基く Ca の吸収は變らないものと見做して、各添加食期間中の糞便中 Ca (平均1日量)より、基本食期間中の糞便中 Ca (平均1日量)を控除したものを、各添加食中 Ca の未吸収分とし、これから各添加食中の Ca 攝取量 (平均1日量)に對する吸収率を夫々算出してみた。その結果は第7表の通りである。但し、添加食期間中の基本食は第1表に示した如く實驗の都合上基本食期間中の献立と一部異なつていたので、Ca 量に於ても僅かばかりの差異があつたが、この場合にはそれ程影響がないと思われる。

そこで、第7表の吸収率の数値に對して、分散分析を行うと次の如き分散分析表 (第8表) が得られる。この表から、Ca 源の種類の間には第6表より得られた場合と

第 7 表 各添加食 Ca の吸収率 (%)

被験者 試験期	H. M.	K. T.	S. K.	Y. K.
添加食第 I 期	B 70.6	A 41.2	C 48.0	D 5.1
添加食第 II 期	C 44.3	D 18.7	B 48.9	A 53.2
添加食第 III 期	D 26.5	C 47.5	A 25.0	B 54.3
添加食第 IV 期	A 31.4	B 36.9	D 20.8	C 27.2

〔註〕 (1) A………小魚, B………牛乳,
C………炭酸Ca, D………野菜

(2) 各添加食 Ca の吸収率 = $\frac{(m_1 - n_1) - (m_2 - n)}{m_1 - n_1} \times 100$

但し m_1 = 各添加食期間中の平均 1 日の Ca 摂取量

n_1 = 基本食期間中の平均 1 日の Ca 摂取量

m_2 = 各添加食期間中の平均 1 日の糞便中 Ca 排泄量

n_2 = 基本食期間中の平均 1 日の糞便中 Ca の排泄量

第 8 表 分散分析表 (その 2)

要 因	平方和	自由度	推定量	分散比
全 變 動	412747	15		
Ca 攝 取 量	39914	3	13304.7	0.79
個 人 差	17740.5	3	5913.5	0.35
Ca 源 の 種 類	254982.5	3	84994.5	5.09*
誤 差	100110	6	16685	

〔註〕 F—分布表より

F 0.05 (3,6) = 4.76, F 0.01 (3,6) = 9.78

同様、5%の危険率で有意な差が有るが、Ca の摂取量及び個人差には有意な差が認められない。即ち、各添加食自體の Ca の平均吸収率は、牛乳 52.7%、炭酸 Ca 41.8%、小魚 33.7%、野菜 17.8% であつて、牛乳、炭酸Ca、小魚及び野菜の順に消化吸収が悪くなる傾向が認められる。従つて、各種 Ca 源自體の吸収率の面からも前述の第 5 表から得られた場合と同様な結果を再確認することが出来る。しかし、上記の計算方法による Ca の吸収率の値は前の第 5 表から得られた結果と比べて見る時、牛乳の如く吸収のよいものはより良い値を示し、野菜の如く吸収の悪いものはより悪くなる傾向が認められる。

尿中 Ca の排泄量は第 4 表の如くであるが、本資料から、Ca の摂取量を増加するに従つて尿中 Ca の排泄量も亦僅かではあるが、次第に増加する傾向が認められ、Ca 源の種類に依つて尿中 Ca の排泄量の相違が多少認められる。

又、Ca の平衡は第 4 表に示す通り、基本食期では何れも (—) を示しているが、各添加食期ではその第 I 期

に 2 例 (小魚及び野菜を添加した時) 第 II 期に 1 例 (野菜を添加した時) それぞれ (—) のものが認められ、その他はすべて (+) である。特に、Ca 源の種類による影響の優劣は吸収率の場合と全く同じ順序に認められる。

2) 基本食期並に添加食期における平均 1 日の Ca の吸収量 (絶対値) は次の第 9 表のようであるが、これは低 Ca 食摂取時から Ca 源を約 0.2 g 宛經口的に次第に増量添加した場合にみられる Ca の吸収の経過を示した

第 9 表 各試験期間中における平均 1 日の Ca の吸収量 (g)

被験者 試験期	H. M.	K. T.	S. K.	Y. K.
基 本 食 期	0.057	0.050	0.072	0.044
添加食第 I 期	B 0.206	A 0.135	C 0.168	D 0.055
添加食第 II 期	C 0.232	D 0.121	B 0.275	A 0.259
添加食第 III 期	D 0.221	C 0.331	A 0.223	B 0.380
添加食第 IV 期	A 0.310	B 0.357	D 0.236	C 0.258

ものである。そこでこれを明かにするため圖に依つて現わすと第 1 圖の如くなるが、この圖から次のことが推定される。

i) Ca の 摂取量を低 Ca 時から次第に増量添加するに従つて、Ca の吸収量は其の摂取量にほぼ比例して増加するが、しかし Ca の摂取量が或る程度 (その時の摂取 Ca 量は凡そ 0.8 g 前後) に達して以後は、その吸収量は大體一定するのではないかと思われる。

ii) Ca の吸収量は、攝取 Ca 源の種類に依つて異なる。

3) 基本食期並に添加食期に於ける平均 1 日の Ca の吸収量 (絶対値) とその平衡との關係を検討するために第 4 表及第 9 表を書きあらためると次のようである。(第 10 表)

この表に示す如く Ca の吸収の絶対量が、0.135 g では平衡はまた僅かに (—) であるが、その量が 0.168 g になると平衡は (+) となつてゐる。しかも、Ca の吸収量が 0.168 g 以上になるためには、Ca の摂取量の他に Ca 源の種類も亦重要である。即ち、第 10 表から、牛乳及び炭酸 Ca では Ca として約 0.2g、小魚では約 0.4g、野菜では約 0.6g を、約 0.1g の Ca を含む基本食にそれぞれ添加した時に平衡は (+) となつてゐることが認められる。言い換へれば、本實驗から、Ca の總摂取量が約 0.3 g から約 0.7 g の範圍に於いて平衡が (+) となる傾向を示し、しかも、それは攝取した Ca 源の種類に依つてそれぞれ異なることが明かになつた。

—第1図—

低Ca食攝取時からCa源を約0.2gずつ経口的に次第に増量添加した場合に見られるCaの吸収の経過

第10表 各試験期間中におけるCaの吸収量(g)とその平衡(g)との関係

Ca源の種類	Caの総攝取量(g)		0.119~0.123	0.322~0.334	0.497~0.537	0.710~0.740	0.906~0.949
	Caの吸収量並に平衡		(基本食期)	(添加食第I期)	(添加食第II期)	(添加食第III期)	(添加食第IV期)
小魚 (A)	吸収量 (g)		* 0.056	0.135	0.259	0.223	0.310
	平衡 (g)		- 0.041	- 0.008	+ 0.054	+ 0.032	+ 0.081
牛乳 (B)	吸収量 (g)		同 上	0.206	0.275	0.380	0.357
	平衡 (g)			+ 0.052	+ 0.100	+ 0.193	+ 0.090
炭酸Ca (C)	吸収量 (g)		同 上	0.168	0.232	0.331	0.258
	平衡 (g)			+ 0.063	+ 0.079	+ 0.129	+ 0.073
野菜 (D)	吸収量 (g)		同 上	0.055	0.121	0.221	0.236
	平衡 (g)			- 0.034	- 0.014	+ 0.040	+ 0.067

* 基本食期間における各被験者(4名)のCaの吸収量の平均値並にその平衡の平均値。

4) Caの代謝に就いては前述のような結果を得たが、同時にPの代謝も併せて観察した。即ち、各試験期間に於ける平均1日のPの平衡並にその吸収率は第11表の如くである。

各添加食品はCa量を基準にしてそれぞれ添加したので、各添加食期の何れの場合に於てもPの量が各添加食品によつて、それぞれ異つていた。そこで各食品を添加した場合のPの代謝の良否をその吸収率(各添加食期の吸収率)で一應比較することにした。即ち、第11表から各添加食期のPの吸収率を抜き書きすると第12表の如くであるが、これらの吸収率の数値から各添加食(Ca源)の種類に於いて5%の危険率で有意な差があるが、

Pの増加量及び個人差には有意な差が認められない。従つて基本食に牛乳を添加した場合に於ける總攝取Pの吸収が最もよく(平均吸収率78.6%)、次いで小魚を添加した場合(平均吸収率73.4%)、炭酸Caを添加した場合(平均吸収率59.8%)の順で、野菜を添加した場合(平均吸収率58.3%)が最低であつた。但し、この場合一部に炭酸Caのみを添加しているので、各添加食自体のPの眞の吸収率をCaの場合の如く比較検討することは出来なかつた。

Pの平衡に關しては第11表に示す如く、基本食期では1例極めて僅かの(+)を示したが、一般に(-)を示して居る。各添加食期では、前にも述べた如く各添加

第 11 表 各試験期間における平均 1 日の P 平衡 (g) 並にその吸収率 (%)

試験期	内 容	被 験 者	H. M.	K. T.	S. K.	Y. K.
基 本 食 期	P 攝 取 量 (g)		0.589	0.589	0.581	0.581
	排 泄 量 (g)	糞 便 中	0.122	0.156	0.123	0.176
		尿 中	0.488	0.629	0.566	0.512
	平 衡 (g)		+0.019	-0.196	-0.108	-0.107
	吸 收 率 (%)		72.2	73.5	78.8	69.7
添 加 食 第 I 期	P 攝 取 量 (g)	B	0.865	A 1.108	C 0.632	D 0.713
	排 泄 量 (g)	糞 便 中	0.204	0.289	0.237	0.234
		尿 中	0.592	0.672	0.485	0.511
	平 衡 (g)		+0.069	+0.147	-0.090	-0.032
	吸 收 率 (%)		76.4	73.9	62.5	67.1
添 加 食 第 II 期	P 攝 取 量 (g)	C	0.626	D 0.721	B 1.066	A 1.497
	排 泄 量 (g)	糞 便 中	0.196	0.266	0.231	0.281
		尿 中	0.385	0.596	0.614	0.702
	平 衡 (g)		+0.045	-0.141	+0.221	+0.514
	吸 收 率 (%)		68.6	63.1	78.3	81.2
添 加 食 第 III 期	P 攝 取 量 (g)	D	0.839	C 0.625	A 1.274	B 1.299
	排 泄 量 (g)	糞 便 中	0.321	0.213	0.353	0.252
		尿 中	0.469	0.357	0.658	0.705
	平 衡 (g)		+0.049	+0.055	+0.263	+0.342
	吸 收 率 (%)		61.7	65.9	72.2	80.6
添 加 食 第 IV 期	P 攝 取 量 (g)	A	1.338	B 1.539	D 0.846	C 0.624
	排 泄 量 (g)	糞 便 中	0.449	0.324	0.498	0.361
		尿 中	0.768	0.982	0.518	0.337
	平 衡 (g)		+0.121	+0.233	-0.170	-0.074
	吸 收 率 (%)		66.4	78.9	41.1	42.1

食期の何れの場合に於いても P の攝取量が各添加食品によつてそれぞれ異なつていたために、平衡の面からみた各添加食品の優劣の決定的な比較をすることは出来ないが、牛乳及び小魚の添加の場合では何れも平衡は(+)であるが、炭酸 Ca の添加の場合では 4 例中 2 例(-)、野菜の添加の場合は 4 例中 3 例(-)をそれぞれ示して居る。

又尿中 P の排泄は第 11 表の通りであるが、特に炭酸 Ca を添加した際に、尿中 P の排泄の減少が著明に認められた。

5) 一般栄養素の平均 1 日の攝取量並にその吸収率は第 13 表の通りである。

第 12 表 各添加食期における P 吸収率 (%)

試験期	被 験 者	H. M.	K. T.	S. K.	Y. K.
添加食第 I 期	B	76.4	A 73.9	C 62.5	D 67.1
添加食第 II 期	C	68.6	D 63.1	B 78.3	A 81.2
添加食第 III 期	D	61.7	C 65.9	A 72.2	B 81.2
添加食第 IV 期	A	66.4	B 78.9	D 41.1	C 42.1

[註] (1) A…小魚, B…牛乳, C…炭酸 Ca, D…野菜
(2)

$$P \text{ の吸収率 } (\%) = \frac{P \text{ 總攝取量} - \text{糞便中 } P \text{ 總排泄量}}{P \text{ 總攝取量}} \times 100$$

第 13 表 一般栄養素の平均 1 日の摂取量 (g) 並にその吸収率 (%)

試験期	栄 養 素	被 験 者 H. M.		被 験 者 K. T.		被 験 者 S. K.		被 験 者 Y. K.	
		攝取量 (g)	吸収率 (%)	攝取量 (g)	吸収率 (%)	攝取量 (g)	吸収率 (%)	攝取量 (g)	吸収率 (%)
基 本 食 期	蛋 白 質	45.40	86.1	45.40	89.8	45.40	85.7	45.40	85.0
	脂 肪	37.27	93.6	37.27	94.5	37.22	94.5	37.22	94.0
	含 水 炭 素	345.65	99.4	345.65	99.1	333.36	98.8	333.36	98.9
	熱 量	1949.8 Cal.	97.1	1949.8 Cal.	97.4	1898.9 Cal.	96.7	1898.9 Cal.	96.7

栄 養 と 食 糧

試験期	栄 養 素	被 験 者 H. M.		被 験 者 K. T.		被 験 者 S. K.		被 験 者 Y. K.	
		摂取量 (g)	吸収率(%)	摂取量 (g)	吸収率(%)	摂取量 (g)	吸収率(%)	摂取量 (g)	吸収率(%)
添加食第Ⅰ期	蛋白質	B 54.03	79.3	A 63.02	80.9	C 48.69	84.1	D 52.19	84.5
	脂 肪	45.48	94.1	41.23	91.2	38.80	92.6	39.42	92.3
	含水炭素	383.67	99.1	383.93	97.4	368.06	99.1	370.53	98.4
	熱 量	2217.4 Cal.	96.2	2215.8 Cal.	94.4	2069.4 Cal.	96.6	2099.6 Cal.	95.9
添加食第Ⅱ期	蛋白質	C 49.00	80.1	D 54.54	80.8	B 60.48	84.5	A 66.76	86.0
	脂 肪	36.32	92.9	42.98	88.0	48.87	96.0	41.08	91.7
	含水炭素	380.80	98.8	379.49	97.9	359.83	99.5	352.30	99.3
	熱 量	2099.8 Cal.	96.1	2179.2 Cal.	94.3	2177.6 Cal.	97.1	2104.2 Cal.	96.2
添加食第Ⅲ期	蛋白質	D 62.31	81.7	C 45.32	82.8	A 68.16	83.5	B 67.87	88.0
	脂 肪	51.32	88.1	38.82	91.4	44.29	91.9	57.72	93.4
	含水炭素	374.44	98.1	382.85	99.3	370.44	99.1	382.26	99.2
	熱 量	2267.8 Cal.	94.1	2116.4 Cal.	96.5	2210.0 Cal.	95.8	2382.1 Cal.	96.2
添加食第Ⅳ期	蛋白質	A 61.15	82.4	B 72.01	87.2	D 62.01	78.5	C 49.03	85.7
	脂 肪	38.11	88.1	61.60	94.5	49.09	85.4	36.30	89.3
	含水炭素	389.10	98.8	389.92	99.3	369.13	97.7	374.23	99.7
	熱 量	2200.4 Cal.	95.2	2466.6 Cal.	96.7	2224.1 Cal.	93.0	2072.8 Cal.	96.7

IV 考 察

1) 各種食品中の Ca の利用について

各種食品中の Ca の生体内に於ける利用の優劣は前述の實驗成績で明かにしたが、P の代謝も考慮して、更にこれらの資料について考察して見たいと思う。

各種食品自體の Ca の平均吸収率は、牛乳 52.7%、炭酸 Ca 41.8%、小魚 33.7%、野菜 17.8% であつて、牛乳が最も良く、野菜が最も悪く、炭酸 Ca は牛乳に次いでいる。以上の 4 種の Ca 源利用の優劣關係は、各添加食期の Ca の平均吸収率（牛乳添加期 50.4%、炭酸 Ca 添加期 43.0%、小魚添加期 38.7%、野菜添加期 24.1%）並にその平衡からも明かであつた。又 P の代謝の面から見ると、各添加食期の P の平均吸収率は、牛乳添加期 78.6%、小魚添加期 73.4%、炭酸 Ca 添加期 59.8%、野菜添加期 58.3% であつて、牛乳及び小魚添加の場合の P の吸収率は共に良好であるが、炭酸 Ca 及び野菜添加の場合は P の吸収率は悪かつた。この關係は P の平衡の面からも明かに認められた。

尚、ここで Ca の利用率(%)を示す方法として、Breiter & Outhouse et. al. (1941)⁹⁾、Steggerda & Mitchell (1941)¹⁰⁾ 等の Illinois 大學で採用している計算法があるので、この方法に従つて一應本實驗に於ける添加食 Ca の利用率を求めて比較してみた。即ち、彼等は基本食に牛乳及び牛乳製品等を添加して、Ca の平衡試驗を行い、その時のそれらの Ca の利用率(%)を

$$\frac{\text{添加食期間中の Ca 蓄積量} - \text{基本食期間中の Ca 蓄積量}}{\text{添加食期間中の Ca 摂取量}} \times 100$$

とし、この様な計算法に従つて、7 人の被験者⁹⁾に牛乳を與へて行つた Breiter & Outhouse et. al. (1941) の實驗では、牛乳 Ca の利用率は 15~35% (平均 24%) であり、9 人の被験者に各種の牛乳製品（その時の Ca 量は總攝取 Ca の平均 65.5% を含有）を添加して行つた Steggerda & Mitchell (1941)¹⁰⁾ の實驗では、それらの Ca の利用率は 18~49% (平均 29%) となつてゐる。又 Steggerda & Mitchell (1946)¹¹⁾ は 19 人の被験者に、總攝取 Ca の約 60% になる様に牛乳及びその製品又は Ca 鹽 (Calcium citrate, Calcium gluconate) を添加し、その時の平均の Ca 利用率が 32% であつたと報告している。本實驗成績にこの計算法を引用すると、牛乳ではその Ca の利用率は平均 33% で、Breiter et. al. の平均値よりいくらか高くなつてゐるが、大體同じような傾向が見られる。更に、炭酸 Ca、小魚及び野菜の Ca 利用率を同様にして求めると、夫々の平均値は 29%、17% 及び 12% となり、これらの利用率からも先に述べた Ca 源利用の優劣が再確認される譯である。

以上の結論に關して、更に簡単に個々の各食品について考察した。即ち、

i) 牛乳

牛乳の Ca は一般によく利用されると云われているように、成人に於ても最も優れた Ca 源であるということ

を、本實驗で立證した。しかしながら、その原因は牛乳中に含有されている Ca が單に個體の状態ではないと云う事はかりではなく、牛乳中の Ca と P の比が Ca の利用に一般に最も望ましいとされている約 1:1 に極めて近い値であること。或いは又、古武氏の強調している如く、牛乳の中に含有している蛋白質の優秀性等の種々の理由に依るものと思われる。

ii) 炭酸 Ca 及び小魚

炭酸 Ca 及び小魚の Ca の生体内に於ける利用は牛乳の Ca ほど優れてはいないが、しかし、この 2 者の Ca 源も充分利用され得るものであるということを知った。その中でも炭酸 Ca の方が優れた Ca 源であることが判った。この炭酸 Ca の利用に関しては、連水氏等 (1950) が動物實驗で既に明かにしたことであるが、それに依ると、一般に無機 Ca 鹽が充分利用され得るものであり而も、Ca の利用率の面から見れば炭酸鹽の形の Ca が磷酸鹽のそれよりも優れていることを明かにしている。更に、氏等 (1951) は成人及小兒に 1 日 2.1 g の炭酸 Ca (コロイカル) を本食に添加した結果、成人ではほぼ 20 %、小兒では約 40 % の利用率を示したことを報告している。又、高木氏等 (1951) は成人 5 名に炭酸 Ca と磷酸 Ca を添加して Ca 並に P の代謝を比較した結果、炭酸 Ca 期と磷酸 Ca 期とでは Ca 代謝には大差なく共によく利用されて居り、被験者 5 名中 3 名は炭酸 Ca 添加期の方が Ca の蓄積が多いが P の平衡より見るときは磷酸 Ca 添加期の方が炭酸 Ca 添加期に比して陰性の度が軽いことから、Ca 鹽を添加する場合には炭酸 Ca より磷酸 Ca を添加する方がよいと思われるといっている。

以上の諸研究から見て、無機の炭酸 Ca が Ca 源として生体内の利用に優れたものであることが明かである。又、磷酸 Ca は Ca 源として見る時炭酸よりは幾らか劣つてはいるが、Ca 源としては充分利用され得るものであることが判る。従つて、骨ごとたべる小魚中の Ca の主成分は磷酸 Ca 及炭酸 Ca の形となつていてと考えられるので、小魚の Ca の利用も炭酸 Ca についてよく利用されたのであろう。一方、小魚を Ca 源として與える場合には同時に P も含まれているから、P 代謝の面から見れば、小魚は炭酸 Ca より優れていると當然考えられよう。然しながら、「日本人の様に P に比して Ca 攝取量の甚だしく少い食餌を攝つてゐるような場合には、Ca 源として炭酸 Ca がむしろ好ましいものである」ということを連水氏等が主張していることは注目すべきことの本質と思われる。

又、本實驗で炭酸 Ca のみを添加した際に、糞便中 P の排泄は基本食期よりも多少増加したが、尿中 P の排泄の減少が一般に著明であつたので、P の蓄積は基本食期

よりも幾らか良好であつた。この炭酸 Ca のみを添加した場合における尿中 P の排泄の減少は、Leichsenring et. al. (1951) の實驗成績にも認められる。

iii) 野菜

野菜では他の Ca 源よりもその Ca の利用があまり良くなかつた。特に、ほうれん草のみを添加した時 (添加食第 I 期) が悪かつた。そこで、今までの野菜 Ca の利用に関する業績に就いて少しく検討して本實驗に見られた上記の原因を考察することにした。

從來から植物性食品特に野菜の Ca の利用に關して種論議されて來ているが、その代表的なものは次の如くである。

1920 年に Rose は、かううじて平衡が保たれてゐる様な低 Ca の状態にある若い婦人に於ては、にんじんの Ca が牛乳の Ca と殆んど同じ位によく利用されることを明にした。同様な報告は Blatherwick & Long (1922) によつてなされている。即ち、彼等は、きやべつ、セロリー、かぼちや、ほうれん草、ちさ、アスパラガス等の野菜の混合食による人體實驗から、野菜の Ca と P は人體の維持要求をみたすために充分利用出来る結論づけた。その後 McLaughlin (1927) は、野菜の内では無機質とビタミンに富み且つ最も廣く利用されるものの一つであるほうれん草を特に選んで、その Ca 源としての利用を究明した。即ち、彼は 7 人の健康な婦人に、Ca 源が全食餌中の Ca の約 70 % になる様にほうれん草を攝取せしめた。その結果、常に Ca の平衡が保たれ、その蓄積を認めた。それ故、彼は、被験者にほうれん草を攝取せしめた際に、Ca の蓄積が認められたと云う事實に依つて、ほうれん草の Ca が利用され得る證據だと假定することが出来ると強調している。そして、異常に大量にほうれん草を繰返し使用した時には、その野菜の中に纖維と蔎酸があるために Ca の利用に害を及ぼす傾向が強いのではないかと考えたが、しかし、その様な傾向を證明することが出来なかつたともいつている。

以上の 3 つの報告は、野菜が Ca 源として充分利用され得るものであることを明示したものであるが、他方これに對する反對意見も多數認められる。即ち、McCluggage & Mendel (1918) は犬に乾燥したほうれん草とにんじんを投與して、これらの Ca 源が牛乳の Ca に比べて利用が非常に悪かつたので、野菜を Ca 源として廣範に牛乳と置換えることは出来ないと發表している。又、Sherman & Hawley (1922) が發育期の小兒 (3~13 才) に、食餌中の牛乳の Ca の半分ばかりを、注意深く調製した野菜の混合食 (にんじんとほうれん草の混合食、またはにんじん、ほうれん草、セロリー及びつる豆の混合食) に置換えて與えた時の平衡實驗に依つて、Ca の蓄積

は不定であり良好でなく、牛乳の Ca よりは明に悪かつたことを報告している。然しながら、野菜の Ca の利用が悪いということの原因に關しては、その當時はまだ明でなかつたようである。例えば、前述の Blatherwick & Long はその報告の中で McClugage & Mendel によつて觀察されたにんじんとほうれん草の Ca の利用が悪かつた原因を、それらの野菜が乾燥したものであつたからではなからうかといつてゐるが、このことに關して Hart, Steenbock & Hoppert (1921)²¹⁾ は、それ以前に、山羊に新鮮なオート麦とその乾燥した莖とを夫々與えて比較した結果、前者の Ca が後者の Ca よりもいくらか²²⁾ 良く利用されたことを報告している。又、Sjollem (1932)²³⁾ は、家兎の飼料中に消化し難い粗纖維を増加した場合に、その家兎の糞便中の Ca の排泄が増大すると指摘している。これらの見解に對し、Bloom (1930)²⁴⁾ は、特にほうれん草の Ca の利用を白鼠で實驗した結果、ほうれん草の Ca の蓄積の低いのは、その中に含まれている灰分や粗纖維のせいではなくて、ほうれん草の Ca と P の利用を低める様な或る他の特有なもの（例えば、それらの結合状態の如きもの）のせいであろうと發表し、同時にほうれん草の新鮮な生のものとその調理したものとの間に於ては意味ある相違というものはなかつたといつてゐる。更に Schlutz, Morse, Oldham (1933)²⁵⁾ も、幼兒を使つての實驗で、ほうれん草の Ca の利用効率の低いことを確認しているが、しかし、その原因を彼等は cellulose のせいではないといつてゐる。尙、Edelstein, Langer, & Langstein (1931, 1932)²⁶⁾ は小兒にほうれん草及びにんじんを夫々與えて Ca の balance を見た結果ほうれん草の Ca の蓄積が低かつたが、にんじんではそのようなことは認められなかつたことを報告している。

そこで、今まで述べたような野菜 Ca の實驗成績の資料から考案してみるに、野菜の Ca は一般に牛乳の Ca よりその利用効率が高く、特に、ほうれん草の Ca では著しく低下するということにはほほ明である。しかし、前にも述べたように、その原因に關する決定的なものを、上述の資料からは見出すことは出来ない。

然るに、(1935) 年に Finke & Sherman⁶⁾ は野菜の中に含まれている蓆酸が Ca の利用を低下せしめる重要な因子の一つであることを發表した。即ち、彼等は、健康幼若なネズミに牛乳（脱脂乳）、乾燥きやべつ及び乾燥ほうれん草を夫々與えて、それらの Ca の利用の比較實驗を行つた結果、きやべつの Ca は牛乳の Ca と殆んど同じ位に有效であるが、ほうれん草の Ca は殆んど全く無効であることを明にした。そして、彼等は、“ほうれん草 Ca の利用が非常に悪かつたのは、その纖維のせいではなくて、その中にある蓆酸の存在に起因していると思われ

る。然し、斯様なほうれん草の缺點が、全ての綠葉を有する野菜にある譯ではないということは、同時に本實驗と平行して行われたきやべつの Ca が良く利用されていることから見ても明である。”と結論づけている。確かに、きやべつの Ca の利用は悪くないようであつて、田村氏等 (1952)²⁷⁾ の報告に依ると、被験者 4 名に就いて行つたきやべつの Ca の平均吸収率は 48.6% という極めて良好な成績を示している。尙、このきやべつの中には蓆酸が極めて少いということは既に Kohman (1934)²⁸⁾ に依つて明かにされている。又、この問題に關して Mackenzie & McCollum (1937)²⁹⁾ は、飼料中に蓆酸カリを添加した場合に於けるネズミの骨成長及び Ca 蓄積を見た結果、飼料中に蓆酸鹽が含有されている時には Ca の利用があまり良好でないということを、ある程度認めてゐる。本邦に於ても、最近、岩尾氏 (1952)³⁰⁾ がほうれん草と蓆酸含有量の少い大根葉を選んで白鼠の飼育實驗を行い、その結果、大根葉群は飼料中の試料含量の多少に關係なくすべて良好な石灰化を示したが、ほうれん草群は試料の量が多い時には石灰化が悪く、結局ほうれん草に由來する蓆酸の量が飼料中に 1% 以上になると悪い結果を示すものであるということを明かにしている。又、彼は、矢張り白鼠で、Ca の利用効率と蓆酸並に蓆酸鹽類との關係をみた結果“綠蔬菜のみならず蓆酸又は可溶性蓆酸鹽を含む植物性食品は Ca 利用効率に關する限りすべて同じ作用あるものと考えて然るべきであろう。”といつてゐる。

以上の野菜 Ca の生體內利用に關する資料も總括して見れば、蓆酸を多く含有する野菜類（例えば、ほうれん草）は Ca 源としての利用價值が劣り、きやべつのような蓆酸含有の極めて少いものはその利用に優れてゐると考えられよう。それ故、本實驗に見られた野菜 Ca の利用があまり良くなかつた最大の原因の一つは、その中に蓆酸を多く含有するほうれん草が大量あつたためであつて、蓆酸含有量の少い大根葉の影響が少いと考えてよいと思う。然しながら、一般に野菜の内で Ca 源としての利用の悪いものを、全てその中に含まれる蓆酸のみの影響だと斷定するのは早計であるかも知れない。何故ならば、その中にある硬い cellulose などは、Ca の利用効率を低くする因子ではないかと理論的に當然考えられるからである。故に、この点に關しては、今後なお檢討する必要があるようにも思われる。

2) Ca の所要量について

成人の Ca の所要量を決定するには、多數の正常な成人を被験者として、最小限の Ca の平衡點を見出す事で、Ca の攝取量を階段的に増加したり又は減少する様な平衡試驗を連續長期間にわたつて繰返し行ふのが最も理

想的な方法であろう。しかし、かかる実験の実施は技術的にも又經濟的にも極めて困難である。それ故、今日では止むを得ず数人の正常な成人を被験者として短期間に行う平衡試験に依頼するより致し方ないのであるが、この様な実験方法に依つても或る程度理論的に可成り正確な成果を挙げ得ることが出来ると考えられる。又、本実験は各種食品の Ca 源としての生体内利用の優劣を判定せんがために企てられたので、Ca の所要量をその資料から決定するには多少無理な點もあるが、一應ここで考察することにする。

第3章の実験成績で述べたように、4名の成人被験者に対して1日約 0.1 g 程度の低 Ca 食を10日間連続與えた後（その期間中の各被験者の Ca 平衡は何れも（-）を示していた）、小魚、牛乳、炭酸 Ca 及び野菜の4種の Ca 源を用いて、Ca として約 0.2 g 宛段階的に増量添加した結果、Ca の所要量の面から觀察すると、大別して次の2つの事柄が明になつた。即ち、

a) 第1に、前述の第1圖による Ca の攝取量と吸収量との関係から、Ca の攝取量の少い時は Ca の吸収量はその攝取量にほぼ比例して増加するが、或る程度（攝取 Ca 量が凡そ 0.8 g 前後）に達して以後は、その吸収量は大体一定するような傾向がみえ様に思われる。しかも、その際 Ca の吸収量は攝取 Ca 源の種類に依つて異なるものであることが明である。

b) 第2に、Ca の吸収量と平衡との関係について觀察するに、Ca の吸収の絶対量が 0.135 g ではその時の平衡はまだ僅かに（-）であるが、その量が 0.168 g になると（+）となつてゐる。しかも Ca の吸収量は、Ca の攝取量の他に Ca 源の種類によつて異なるので、牛乳及び炭酸 Ca では Ca として約 0.2 g、小魚では約 0.4 g、野菜では約 0.6 g をそれぞれ約 0.1 g の Ca を含む基本食に添加した時に平衡は初めて（+）となつてゐる。それ故、日本人の成人男子1人1日当りの Ca の最低所要量は、その吸収の絶対量の面から見ると約 0.15 g の吸収量と一應考えてもよく、これをその攝取量の面から見ると、その値は、（攝取 Ca 源の種類によつて Ca の吸収量が異なるがために）約 0.3~0.7 g の範圍の攝取量と見做すことが出来る。そこで、本実験に使用した様な食餌形態の混合食を攝つたとすれば、その時の平衡維持のための1人1日当りの Ca の最低所要量を約 0.5 g（約 0.3~0.7 g の平均値）と推定することが出来る。この點に關して、前述の高木氏等⁴⁵⁾は、その實驗の考察で、對照期被験食（1日 0.3~0.4 g の Ca 量）の場合に Ca 平衡が、（+）であつたことは意外なように思われたという様な趣旨の報告をしているが、Ca 源としての食質さえ良好であれば、上記の攝取量でも、大體 Ca の balance を保持し

得るものであろう。又、Sherman (1920)⁸⁾が、1878年から1920年の間に於て行われた歐米の多數の研究者達の97例の Ca 平衡實驗資料に基いて検討した結果、體重 70 kg の健康な成人では Ca の最低所要量が 0.27 g から 0.82 g の範圍に在り、平均して 0.45 g であるとしている。これを日本人の健康な普通の成人の平均體重を一應 53 kg（男子 56 kg、女子 49 kg）として換算すると、その値は 0.2 g から 0.62 g の範圍で平均して 0.34 g となり、幾らか低い値を示すが大體に於て本實驗成績と大差はない様である。然しながら、Sherman は Ca の標準所要量を實際の食餌に使用するには、50%の安全率を加算して、成人1人1日當り 0.68 g として居り、この數値は當時一般に引用されていたようである。そこで、先に述べた本實驗の資料から推定した本邦成人の Ca の最低所要量（約 0.5 g）に Sherman の如く 50%の安全率を加算してみると、その値は約 0.75 g となる。この約 0.5 g という値は、又先に述べた Ca の吸収量がほぼ最高の値を示す時の Ca 攝取量（約 0.8 g 前後の Ca 量）と大體同じである。それ故、本實驗に使用したような普通の混合食を攝つてゐる際にその時の Ca 量が約 0.8 g 前後であれば、大體正常な本邦成人の Ca の要求を満し得るものと思われる。

次に、今までに述べたような本實驗の成績と Sherman (1920) 以後に發表された歐米の主な Ca 平衡實驗成績とに就いて簡単に比較検討する。

Leitch (1937, 1938)³²⁾は、正常な成人1人1日当りの Ca 維持所要量を、體重の如何に拘らず、凡そ 0.55 g³³⁾とし、Owen (1939)はその値を 0.52 g、Chu et al. (1941)³⁴⁾は、體重 kg 當り 7.3 mg（體重 70 kg の人では 0.51 g）と夫々報告している。これら Leitch, Owen, Chu et al. 等の數値は、Sherman の値よりも幾らか高いが、本實驗に依つて得られた凡そ 0.3 g から 0.7 g の値の範圍内に包含されていることになる。更に、Outhouse & Breiter et al. (1941)³⁴⁾及び Steggerda & Mitchell (1941, 1946)^{10), 11)}は、成人に於ける Ca の平衡維持のための所要量を、先に述べた Ca の利用率から求める新方式に依つて計算し、その結果、次の如く報告している。即ち、Outhouse et al. (1941)³⁴⁾は、その値を 662 mg（體重 kg 當り 10.7 mg）とし、これを體重 70 kg に換算すれば 0.75 g となるから、Sherman の決定した最低所要量 0.45 g より¹⁰⁾は 67% 大となるといつて居り、Steggerda & Mitchell (1941)は、その値は、體重 kg 當り 9.55 mg（體重 70 kg の成人では 0.67 g）であつて Sherman の値よりは 50% 大きくなつてゐると報告している。又、Steggerda & Mitchell¹¹⁾ (1946)は、上記の2つの資料と當時 Illinois 大學で行われた別の2つの實驗成績とを一緒に纏めて検討した結

果、43人の健康な成人に於ける平均の Ca 維持所要量は 653 mg (體重 kg 當り 9.99 mg) で、結局充分な食餌を攝つている健康な成人の Ca 維持所要量は、大體 1 日體重 kg 當り平均して 10 mg であつて、10 mg の 50% 増した値、即ち、約 15 mg (體重 70 kg の人では 1 日約 1g の攝取量となる) に達すると、殆んどの人が Ca の維持所要量を超えるという様な趣旨の報告をしている。

以上の凡ての實驗資料を考慮して、米國の National Research Council では、1941 年に個人の活動状況及び職業などを無視して、正常な成人 1 人 1 日當りの Ca の標準所要量を 0.8 g としたが、1948 年にはその値が 1 g にまで改正されている。又、本邦に於ける資源調査會食糧部會の勧告 (1952) によると、正常な體重 56 kg の成人男子 (又は 49 kg 體重的成人女子) では、勞作の如何に拘らず、その値は 0.8 g となつているが、大體これ位の値が、日本人成人の標準所要量として適當な値であらうと思われる。

V 要 約

人體に於ける各種食品中の Ca の利用を明にするために、成人男子 4 名に対して、小魚、牛乳、炭酸 Ca 及び野菜の投與實驗を行つた。又、この際、Ca の最低所要量をも推定しようとした。それ故、豫め 1 日 0.1 g 程度の低 Ca 食を 10 日間連續投與後、小魚、牛乳、炭酸 Ca 及び野菜の 4 種の Ca 源を Ca として約 0.2 g 宛階段的に増量添加した。その結果を要約すれば、次の如くである。

1) 小魚、牛乳、炭酸 Ca 及び野菜の夫々の Ca の平均吸収率は 33.7%, 52.7%, 41.8% 及び 17.8% であつて、牛乳の Ca が最も良く、野菜の Ca が最も悪く、炭酸 Ca は牛乳の Ca に次いで良好であつた。特に、野菜の Ca の利用が悪かつた最大の原因の 1 つは、その中に植酸を多く含有するほうれん草が大量あつたためではなからうかと思われる。

2) Ca の攝取量、吸収量及び平衡の 3 點から觀察すると、Ca の吸収量が 0.135 g ではその平衡はまだ僅かに (－) であるが、その量が 0.168 g になると (＋) となつている。それ故、日本人の正常な成人男子 1 人 1 日當りの Ca 最低所要量を約 0.15 g の吸収量と一應考えてもよいと思われる。これを、その攝取量の面から見ると、その値は (攝取 Ca 源の種類によつて Ca の吸収量が異なるがために) 約 0.3～0.7 g の範圍の攝取量と見做すことが出来る。

3) P の代謝も併せて觀察したが、特に、炭酸 Ca を添加した時、尿中 P の排泄の減少が一般に著明に見られた。

本研究は厚生科學研究費によるものである。なお、本研究に際し御懇篤なる御指導並に御校閲を賜つた石崎有信教授に厚く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) Sherman, H. C.: Calcium and Phosphorus in Foods and Nutrition. 2nd. ed. New York: Columbia University Press. 1948.
- 2) Stearns, G.: J. Amer. med. Assoc., 142, 478, 1950.
- 3) McCollum, E. V., Orent-Keiles, E., and Day, H. G.: The Newer Knowledge of Nutrition. 5th. ed. New York: The Macmillan Company. 1939.
- 4) Dodd, K., Buddingh, G. L. and Rapoport, S.: 日本臨床. 5, 550, 1947.
- 5) 兼松重幸 他: 栄養食糧學會誌, 4, 213, 1952.
- 6) Finkk, M. L. and Sherman, H. C.: J. Biol. Chem., 110, 421, 1935.
- 7) 昭和 26 年度國民栄養調査成績 (國民栄養の現状): 厚生省, 昭和 27 年 8 月
- 8) Sherman, H. C.: J. Biol. Chem., 44, 21, 1920.
- 9) Breiter, H., Mills, R., Dwight, J., McKey, B., Armstrong, W., and Outhouse, J.: J. Nutrition, 21, 351, 1941.
- 10) Steggerda, F. R. and Mitchell, H. H.: J. Nutrition, 27, 577, 1941
- 11) Steggerda, F. R. and Mitchell, H. H.: J. Nutrition, 31, 407, 1946.
- 12) 古武彌三: 栄養食糧學會誌, 4, 168, 1952.
- 13) 速水決・他: 第 4 回栄養食糧學會總會, 1950.
- 14) 速水決・他: 第 5 回栄養食糧學會總會, 1951.
- 15) 高木和男・他: 労働科學, 28, 306, 1952
- 16) Leichsenring, J. M., Norris, L. M., and Lamison, S. A.: J. Nutrition, 45, 407, 1951.
- 17) Rose, M. S.: J. Biol. Chem., 41, 349, 1920.
- 18) Blatherwick, N. R. and Long, M. L.: J. Biol. Chem., 52, 125, 1922.
- 19) McLaughlin, L.: J. Biol. Chem., 74, 455, 1927.
- 20) McClugage, H. B. and Mendel, L. B.: J. Biol. Chem., 35, 353, 1918
- 21) Sherman, H. C. and Hawley, E.: J. Biol. Chem., 53, 375, 1922.
- 22) Hart, E. B., Steenbock, H. and Hoppert, C. A.: J. Biol. Chem., 48, 33, 1921.
- 23) Sjollem, B.: J. Biol. Chem., 57, 271, 1923.

- 24) Bloom, M. A.: J. Biol. Chem., 89, 221, 1930.
- 25) Schlutz, F. W., Morse, M. and Oldham, H.: Am. J. Dis. Child., 46, 757, 1933.
- 26) Edelstein, E., Langer, H., und Langstein, L.: Deutsch. med. Woch., 57, 839, 1931.
Edelstein, E.: Z. Kinderh.: 52, 483, 1932.
- 27) 田村盈之輔・他: 第 6 回栄養食糧學會總會, 1952
- 28) Kohman, E. F.: J. Amer. Dietet. Assoc., 10, 100, 1934.
- 29) Mackenzie, C. G. and McCollum, E. V.: Amer. J. Hyg. 25, 1, 1937.
- 30) 岩尾裕之: 第 6 回栄養食糧學會總會, 1952.
- 31) Leitch, I.: Nutr. Abstr. Rev., 6, 553, 1937.; 8, 1, 1938.
- 32) Owen, E. C.: Biochem. J., 33, 22, 1939.
- 33) Chu, H.-I., Lin, S.-H., Hsu, H.-C., Chao, H.-C., and Cheu, S. H.: Chem. Abs., 35, 5163, 1941.
- 34) Outhouse, J., Breiter, H., Rutherford, E., Dwight, J., Mills, R. and Armstrong, W.: J. Nutrition, 21, 565, 1941

(金大醫・公衆衛生)。

酸化脂肪酸エステルより過酸化物質濃縮物の調製

現在までに過酸化物を酸化脂肪酸より分離する試みは分子蒸溜法及び低温結晶分別法の二方法によつて行なわれて来たが前者は蒸溜間に於ける過酸化物の分解を伴い、又後者による時にもリノール酸等の不飽和酸については成功せずオレイン酸についてのみやや分離出来る程度である。又クロマトグラフィーによつて分離する方法も試みられてはいるが、吸着によつて酸化分解反應が生じ成功するに至つていない。

著者はカウンターカレント法によつて過酸化物の分離を試みた。50°C にて酸素吹込みを行つたオレイン酸メチルエステル、及び 0~2°C にて低温酸化を行つたリノ

ール酸メチルエステル、リノレイン酸メチルエステルを材料とし、溶剤としては無水アルコール及び Skellysolve F の等量混合物に無水アルコール 40ml. 當り 7ml. の蒸溜水を加えてよく振り分離した二層を用いた。

本法による時はほぼ完全に未酸化エステルを酸化エステルより除去する事が出来た。

Preparation of peroxide concentrates from auto-oxidized fatty acid esters.

O. S. Privett, W. O. Lundberg, and Christense
Nickell. J. Am. Oil Chem. Soc., 30, 17-21
(1953) (福 場)

鼠肝細胞中に於けるビタミンAの分布

豫備飼育を終つた雄の白鼠を二群に分け、一群には二週間 6200~7500 國際單位のビタミンA²を経口的に毎日投與し、他方には豫備飼育時と同一の食飼を與えた。二週間後に殺して肝臓を取り出し、磨碎した後、磨碎物 3g. に對して 0.25M の蔗糖液 10cc. を加えてホモゲネートを作る。このホモゲネートから細胞核、ミトコンドリア及び、殘餘の細胞質の三割分に分離し、オーサの方法によつてこの三割分中のビタミンA量を測定した。その結果ビタミンAはこの三割分のいずれにも存在する事が證明された。又その量はビタミンAを添加しない方の群

では著者のフラクションXと呼んでいる細胞核及びミトコンドリアを除いた殘餘の細胞質が最も多く又細胞核中に最も少く含まれているにも拘らず、ビタミンA添加群では「フラクションX」に最も多く、ミトコンドリアのフラクションが最もその分量が少い事が明らかになった。

Vitamin A distribution in the rat liver coll.

L. T. Powell and R. F. Krause
Arch. of Biochem. and Biophys. 44, 102-105
(1953) (福 場)