ラツテの骨の石灰化に及ぼすほうれん草の影響

Effect of Spinat on the Calcification of Bone of Rats

(昭和34年1月24日受理)

小柳達男 鷹嘴テル 大志田宏子
(Tatsuo Koyanagi) (Teru Takanohashi) (Hiroko Oshida)

1) The addition of 2 g of dried spinach to 100 g of basal diet, consisted of milled rice and casein, interfered the calcification of the bone of rats reared with the basal diet. The undesirable effect of spinach could be prevented by the inclusion of calcium carbonate in the diet.

2) The treatment of raw spinach with boiling water dissolved the alkaline oxalate from this and, consequently, this removed the interfering action of this for calcification.

3) The boiled extract of spinach can be used as a source of vitamine B₁, B₂ and C in the food after removal of oxalate by "kombu" (*Laminaria japonica*) or with the simultaneous supplement of calcium carbonate.

ほうれん草はビタミンの含量が高くとくにA, B₂ 及びCは野菜中でもつとも含量の多いものに属している。しかも冬期の寒冷に耐え貯蔵も容易であるので、野菜の不足するときにも利用できるのも国民栄養上きわめて重要な野菜である。しかしほうれん草のカルシウム(Ca)は他の十字科植物のものと異なり、人体に吸収され難いことが知られている。¹⁾

Finke¹⁾ らはラツテの骨の石灰化がほうれん草摂取により阻害されることを認め、それはこの中に修酸が含まれているためであると考えた。最近岩尾²⁾ も白米に乾燥ほうれん草を20%配合してラツテを飼育し、Ca及び蛋白の利用が阻害されること、及びこの阻害は修酸によつて起るものであることを報告している。

さて従来の試験はすべて、ほうれん草乾燥粉末を使用し、その量も5%~20%という多量を加えた場合について行っている。そこでわれわれは日常摂取するような量として約2% (無水物) に相当する新鮮な葉を白米と煮沸して作った飼料によるラツテ飼育試験を行い、ラツテの化骨に対する影響があるや否やを検討した。また実際にはほうれん草はゆで、水にさらした後に摂取することが多いので、このゆでほうれん草についても試験し、煮沸液の化骨阻害作用及びその栄養効果についても実験を行つたので次に報告する。

実験の部

分析法

1) 石灰化の判定は脱脂骨灰百分率によつた。すなわちけい骨あるいは大たい骨をアルコール及びエー

テルで脱脂し乾燥後灰化して算出した。

2) こはく酸酸化酵素 Potter 及び Elvehjem³⁾ の方法で臓器の磨碎物を作り Warburg 呼吸計によつて測定した。

3) 血液凝固時間 25°C の定温室内で頭を叩いて気絶させたのち、直ちに開腹し心臓を切断して出る血液を時計皿に3滴集め、静かに動かしつつ、凝固するまでの時間を測つた。

4) ビタミンB₁, B₂ 及びCの定量 それぞれチオクロム法、ルミフラビン法、インドフェノール法で測定した。⁴⁾

5) 修酸 組織より0.25規定塩酸で抽出後 Moir⁵⁾ の方法で定量した。

6) Ca 及びマグネシウム(Mg) 農芸化学分析法によつた。

7) ナトリウム(Na) 及びカリウム(K) 島津製ベックマン式光度計を用い焰光分析法により定量した。

第1試験 発育ならびに化骨に及ぼす新鮮ほうれん草の影響

乾燥物として2%に相当する新鮮ほうれん草を白米及びカゼインとともにラツテに与えた場合、ほうれん草を添加しない区及びほうれん草とともに炭酸Caを加えた区に比し、発育ならびに化骨が如何なる影響を受けるか知るために試験した。

離乳後 Wister 系の雄ラツテ18頭を3群に分け第1表に示した配合の3種の飼料を水道水と加熱糊化して与えた。表に示した飼料の他ビタミンA200 I.U. D 60 I.U. を濃厚肝油で補つた。ほうれん草25g中には0.8gの蛋白

があるのではうれん草添加の場合はこの量をカゼインより減じた。カゼインは70%エタノールでビタミンの大部

分を除いたものである。水道水及び飼料の量は制限しなかつた。4週間飼育の後に断頭してけい骨灰分、肝臓こはく酸酸化酵素力を測つた。その結果を第2表に示す。

第2表の成績によつて見るとく发育は基礎飼料区がもつともおくれ、栄養不完全の状態を示し6頭中2頭が死亡した。ほうれん草区はこれに比し发育は著しく改良され、ほうれん草と共にカルシウムを添加した区はもつともすぐれた发育をした。肝臓のこはく酸酸化酵素は各区の間に差が認められない。

骨の灰分含量は基本飼料区よりほうれん草添加区の方が少し低い傾向にあり、ほうれん草には化骨阻害作用が

第1表 第1試験 飼料配合割合

区の特徴	白米*	カゼイン	大豆油	食塩	炭酸Ca	ほうれん草**
	g	g	g	g	g	g
基礎飼料	86	12	1	1	0	0
ほうれん草	84.8	11.2	1	1	0	25
ほうれん草+Ca	84.8	11.2	1	1	1	25

* 水洗せず ** 新鮮物

第2表 第1試験 ラ ッ テ 分 析 成 績

区の特徴	ラ ッ テ No.	試 験 開始時 (体重)	試 験 終了時 (体重)	体 重 増加量	体重100gに対する肝臓重	肝 臓 こはく酸酸化酵素	脱 脂 けい骨重	けい骨灰分
		g	g	g	g	O ₂ cmm	mg	%
基礎飼料	1	53.5	76.3	22.8	3.3	59.6	76.4	43.1
	2	43.0	61.2	18.2	3.9	50.2	55.7	41.0
	3	39.5	75.3	35.8	3.5	48.5	81.7	34.8
	4	33.0	65.3	32.3	3.1	47.6	49.2	41.2
	5	43.0	死					
	6	41.2	死					
	平 均	42.1	69.5	27.3	3.5	51.5	65.8	40.0
ほうれん草	7	33.5	80.0	46.5	3.9	61.6	35.0	33.6
	8	27.0	64.8	37.8	5.9	51.3	42.4	29.5
	9	40.5	112.6	72.1	5.9	63.2	82.2	34.4
	10	44.0	99.7	55.7	3.5	45.3	68.6	43.5
	11	42.5	70.2	27.7	3.1	62.8	45.1	46.3
	12	60.0	116.7	56.7	3.3	47.3	91.2	39.1
	平 均	41.3	90.7	49.4	4.3	55.3	60.8	37.7
ほうれん草+Ca	13	38.0	106.5	68.5	3.7	43.6	97.2	53.8
	14	38.0	131.8	93.8	4.1	44.0	109.8	51.0
	15	39.0	121.2	82.2	3.8	44.8	108.2	47.9
	16	52.5	123.2	70.7	2.8	53.4	117.0	58.5
	17	34.0	119.5	85.5	3.9	46.6	111.3	57.3
	18	36.0	108.8	72.8	4.5	63.0	101.3	58.1
	平 均	41.3	118.5	91.8	3.8	49.2	107.5	54.4

第3表 第2試験 飼料配合割合

区の特徴	白 米	カゼイン**	大 豆 油	食 塩	炭酸 Ca	ゆ で 汁	B ₁ ***	B ₂
	g	g	g	g	g	cc	mg	mg
基本飼料	86	12	1	1	0	0	0	0
ゆ で 汁	86	11	1	1	0	10*	0	0
ビ タ ミ ン	86	12	1	1	0	0	0.06	0.20
ゆで汁+Ca	86	11	1	1	1	10	0	0

* ほうれん草50g相当, **カゼインはアルコール処理せず, ***塩酸塩
上記飼料に肝油で A200 I. U., D 60 I. U. を補つた。

であると認められる。ほうれん草と共に炭酸 Ca を添加すると非常に良好な化骨を示した。

これによつてみるとわれわれが日常消費するとき量のほうれん草をそのまま摂取すれば骨の石灰化が僅かに阻害されることが考えられる。

第2試験 発育ならびに化骨に及ぼすほうれん草ゆで汁の影響

従来ほうれん草を調理するときは味噌汁に入れるときは別として、これを熱水と煮沸してから液よりとり出して利用し、煮沸液は利用しないのが普通である。ゆで汁は可溶性修酸塩を含有するから棄てるべきであるが、この中には水溶性ビタミンが多量に含有されている。したがつて調理によるビタミンの損失を少なくするためにはこれを利用することが望ましい。そこでわれわれはゆで汁の化骨阻害作用の程度及びビタミンの効果をラッテ飼育試験によつて検討し化骨阻害作用を炭酸 Ca によつて防ぐことを実験した。

試験区は白米、カゼインよりなる基本飼料区、基本飼料にゆで汁を添加した区、ゆで汁中に含まれると等しいビタミン B₁、B₂ を添加した区、基本飼料にゆで汁と共に Ca を添加した区よりなる4区とした。

飼育試験は第3表に示す配合飼料を用い、第1試験に準じて行つた。

ゆで汁は次のごとくして作つた。根を除いた 300g のほうれん草を4倍の蒸溜水と5分間煮沸して後、これを取り出してしぼり、しぼり汁及びゆで汁を合して吸引濾過した後に減圧濃縮し 60cc にした。これを3日毎に作り、冷蔵庫に保存した。この10cc中の B₁、B₂ を定量するとそれぞれ B₁ 0.06、B₂ 0.2mg であつた。

飼料の量は第1、第2、第3、第4週にそれぞれ7、8、9、10g とする制限食にし、水は飼料を消化するに要する量に止め、別に与えなかつた。

4週間の体重増加量及びけい骨灰分量を第4表に示した。

第4表の成績によつて各区の発育状態をみると基本飼料区は第1試験同様に発育が他の3区に比し著しく劣ることがわかる。基本飼料にゆで汁を添加した区は著しく発育が改良された。次にゆで汁に含まれると等しい量の B₁、B₂ を添加するとゆで汁添加とほぼ同様の発育が得られた。すなわちゆで汁による発育改良はビタミン性のもので主として B₁、B₂ によるものと考えられる。ゆで汁とともに Ca を与えた区の発育はゆで汁添加区以上にはななかつた。

脱脂けい骨量は体重に比例しており基本飼料区がもつとも軽く、他の3区は差がなかつた。次に灰分百分率をみると基本飼料区に比しゆで汁添加区は数値低く明かに

第4表 ゆで汁を与えたラッテの発育及び化骨

区の特徴	ラッテ No.	試験開始時(体重)	試験終了時(体重)	体重増加量	脱脂けい骨量	けい骨灰分
基本飼料	1	42.0	79.0	37.0	123.4	49.2
	2	38.5	64.0	25.5	92.8	49.5
	3	36.0	70.0	34.0	107.5	48.5
	4	42.5	58.5	16.0	97.3	49.0
	5	48.5	74.5	26.0	138.8	50.1
	6	41.5	97.0	55.5	104.5	52.8
	平均	41.5	73.7	32.7	108.7	49.9
ゆで汁	7	31.0	110.5	79.5	126.6	48.3
	8	41.5	102.0	60.5	128.3	35.9
	9	40.5	138.0	97.5	173.2	48.4
	10	33.0	92.5	59.5	116.9	37.7
	11	45.0	124.0	79.0	156.6	43.0
	平均	38.2	113.4	75.2	140.3	42.7
ビタミン	12	42.0	125.5	83.5	174.0	50.7
	13	39.5	116.5	77.0	133.2	45.1
	14	30.5	107.0	76.5	130.9	44.3
	15	48.3	122.3	74.0	168.3	49.7
	16	43.5	115.5	72.0	140.9	48.2
	平均	39.8	117.4	76.6	149.5	47.6
ゆで汁 + Ca	17	40.5	101.5	61.0	119.7	56.1
	18	40.5	119.5	79.0	132.3	51.4
	19	33.0	106.5	73.5	133.9	49.7
	20	45.5	127.0	81.5	159.1	48.8
	21	46.0	128.5	82.5	137.9	50.3
	平均	41.1	116.6	75.5	136.6	51.3

化骨が阻害されたことを示した。B₁、B₂ を添加した区はゆで汁よりも良好であつた。ゆで汁に Ca を加えた区は予想通りゆで汁単独よりも良好となつた。しかし第1試験の際のほうれん草に Ca を添加した場合より化骨は劣つた。

次に肝臓のこはく酸化酵素力を測定すると第5表のごとくなり、基本飼料区は栄養不良のため低いが他の3区は差がない。

ゆで汁中にビタミンCが多いから体内C含量に影響を及ぼすかと考え副腎のCを測定したが各区の間に差がなかつた。

ほうれん草の多量摂取によりその修酸のため血液凝固に障害を来たしはすまいかと考え、血液凝固時間の測定を行つた。その結果は修酸を多量に含むゆで汁及びゆで汁+炭酸 Ca の間に有意の差が認められなかつた。基本飼料区では2頭ほど凝固のおそいものが認められたが栄養不良のためであろう。ほうれん草ゆで汁を多量に与えても血液凝固速度に影響ないから、ゆでほうれん草を食しても影響はないと考えられる。

第3試験 ほうれん草ゆで汁及び抽出残渣の塩類及び修酸の分析

ほうれん草中には可溶性の修酸塩があるが、通常調理

第5表 ゆで汁を与えたラッテの肝臓酵素、副腎ビタミンC及び血液凝固時間

区の特徴	ラッテ No.	肝 臓		副 腎		血液凝固時間 sec
		体重100gに対する肝臓重	こはく酸化酵素力	体重100gに対する副腎重	ビタミンC	
基本飼料	1	4.8	53.2	17.5	165	29
	2	3.9	43.1	30.5	234	76
	3	6.7	27.0	27.0	255	12
	4	5.2	48.6	21.5	202	100
	5	6.3	34.2	21.0	176	16
	6	3.5	68.7	19.5	152	19
	平均	5.1	45.8	21.8	172	42.0
ゆで汁	7	5.4	51.1	29.5	180	14
	8	4.6	44.2	20.5	200	10
	9	4.7	44.8	26.5	152	31
	10	5.8	68.6	22.5	182	19
	11	4.8	61.3	20.5	152	23
	平均	5.2	54.0	21.9	173	19.4
ビタミン	12	3.8	45.2	24	123	30
	13	7.2	49.8	25.5	171	18
	14	6.0	44.3	23.0	175	19
	15	4.1	67.5	23.5	152	23
	16	5.8	58.3	27.5	171	11
	平均	5.4	53.0	24.7	158	20.5
ゆで汁+Ca	17	6.1	34.3	16.0	181	11
	18	4.8	67.9	23.5	152	22
	19	3.0	56.6	18.5	221	24
	20	5.8	50.7	22.5	187	17
	21	4.4	56.1	20.0	186	14
	平均	4.8	53.0	20.1	185	17.6

の際に行う熱水との煮沸及び冷水にさらす操作によりどの程度の修酸が溶出してくるか、またCa、マグネシウム(Mg)、ナトリウム(Na)及びカリウム(K)の溶出割合はどれ位か、これらを知るために実験を行つた。

夏まきの若いほうれん草の根を去り272gを沸騰した1360ccの蒸溜水の中に5分間ゆでる。ほうれん草をとり出して蒸溜水204ccの中に10分間入れた後これをしばらくぼつたものは60°Cの乾燥器で乾燥し16.29gを得た。ゆで汁、さらした水及びしばらく汁を台して抽出液1710ccを得た。

抽出液のCa沈澱作用

抽出液50ccに5%塩化Ca液5ccを加えると白濁を生じた。この沈澱を遠心分離して集め、この中の修酸を定量すると5.39mg含有される。すなわちこの中には修酸と当量の2.40mgのCaが含まれて沈澱していたことになる。ほうれん草100gの抽出液では30mgのCaを沈澱する能力を有することになる。

抽出液250ccを蒸発乾固し熱塩酸に溶解するものを100ccの定容フラスコに入れた。この中のCa、Mg、Na、Kを定量するとそれぞれ5.53、22.11、78、100mgであつ

た。

抽出液25ccをとり炭酸Mgを加えて水蒸気蒸溜してアンモニア態窒素を定量すると0.192mg含有され、NH₄としては全抽出液中17.81mg含まれることになる。

抽出液の修酸を定量すると205.2mgであつた。

次に抽出残渣2.15gをフラスコにとり0.25規定塩酸80ccを加え、70°Cで1時間抽出後この濃度の塩酸で100ccにし乾燥濾紙で濾過後濾液5ccについて修酸を定量し、3.99mgの値を得た。残渣2.15g中には43mg、残渣全体では修酸604mgとなる。

抽出残渣5.04gを灰化して塩酸に溶解し、濾過して100ccの定容にしてこの中のCa、Mg、Na、Kを定量した結果それぞれ69.2、21.2、68.0、135.0mgであつた。

第6表 ほうれん草煮沸抽出液及び抽出残渣の分析成績 ほうれん草100g相当

	Ca	Mg	Na	K	アンモニウム	修酸
	mg	mg	mg	mg	mg	mg
抽出液	13.9 (0.7)	55.6 (4.6)	196.1 (8.5)	251.4 (8.6)	6.5 (1.0)	75.4 (0.8)
抽出残渣	82.3 (4.1)	25.1 (2.1)	80.8 (3.5)	160.3 (4.1)		222.0 (2.5)

() 内は mg 当量

定量成績を一覧表にすると第6表のごとくなる。これによつてみるとMg、K、Naはいずれも残渣よりも抽出液の方に多く流出してくるが、Caと修酸のみは残渣の方に多く含有されることを知つた。残渣中のCaと修酸のmg当量をみると修酸よりCaが多いから修酸は殆ど全部修酸Caの形で不溶性になつていてと考えられる。

濾液には全体の修酸の1/4が流出してきて、これに対応する陽イオンであるところのMg、K及びNaのmg当量は著しく多い。その中でもK及びNaが多いから、これらの塩となつていたと考えてよいであろう。

第4試験 ゆで汁の修酸含量に及ぼす各種添加物

ほうれん草のゆで汁はB₁、B₂のほかCも含有し、修酸を除去すれば食糧として利用できるの、修酸を除去する目的で各種添加物を加えてみた。

前試験において塩化Caを添加すると、ゆで汁中の修酸が沈澱することを認めたが、今回は各種カルシウム化合物によつて沈澱あるいは結合して除去できるか否かを試験した。

ゆで汁はほうれん草を4倍の蒸溜水と5分間煮沸した濾液を用い、この液500ccに第7表に示したCa含有物を添加して15分間煮沸し、冷却の後に遠心分離して上液について修酸を定量した。

味噌、にぼし、牛乳のときは定量を阻害するものがあるので、アンペライトIR45を通して有機酸を吸着させ

これを苛性ソーダで溶出した後に定量した。

試験の結果は第7表に示したごとくであつて、塩化Caは完全に修酸を除去するが、他のものはこんぶを除いては効果がなかつた。

第7表 ゆで汁の修酸含量に及ぼす各種添加物の影響

	ゆで汁 500cc 中修酸	備 考
	mg	
ゆで汁のみ	37.8	
に ぼ し	36.0	にぼし 20g
Ca 味 噌	37.0	Ca 味噌 50g
骨	31.6	荒砕き生豚骨 100g
沈降炭酸 Ca	36.0	沈降炭酸 Ca 2g
塩 化 Ca	0	塩化 Ca 2g
牛 乳	40.8	牛乳 100cc
こ ん ぶ	14.3	だしこんぶ 20g
ゆで汁のみ	63.4	新ほうれん草
こ ん ぶ	31.5	だしこんぶ 20g
こんぶ倍量	10.2	だしこんぶ 40g

牛乳は定量困難であつて正確な値ではない。こんぶは煮沸後とり出して0.25規定塩酸で抽出してみると修酸を回収できたのでこんぶ中のCaに結合しているものと想像される。

第5試験 ゆでほうれん草が化骨に及ぼす影響

ほうれん草がもつとも多く消費される形態は煮沸後そのままあるいは水にさらした後にとり上げてしぼつた形である。この処理によつて水に可溶性の修酸塩は除かれるのでこれを食しても化骨阻害はないと予想されるが、岩尾氏⁷⁾はデキストリン、カゼイン等よりなる飼料にゆでほうれん草を配合してラッテに与えた結果化骨阻害作用を認めた。この阻害作用はゆで、水浸する操作で減少しないことを述べている。また煮沸残渣中に含まれる不溶性修酸塩であるところの修酸Caをラッテに与えたところ化骨阻害作用のあることを認めた。

従来修酸Caは水に不溶性であるので、これを食して

も消化管を不溶性のまま通過し、Ca吸収には無影響と考えられていたものであり、ほうれん草の煮沸、水浸したものの中の修酸は修酸Caの形であるとすればこれは化骨に無影響であると考えられる。そこで岩尾氏の観察を確かめるため、われわれは米、大豆かすを配合した飼料に煮沸残渣を添加してラッテに与え、化骨に対する影響を調べた。

ゆでほうれん草は次のごとくして作つた。ほうれん草の目方の4倍に相当する水道水で5分間煮沸し、これを取り出して1倍量の水道水中でさらした後、しぼり60°Cで乾燥した。これを粉末にして飼料に10%配合し、比較のため、この中に含有されるCa量138.0mgに相当する修酸Ca 449mgを添加した区をも作り修酸Caによる化骨阻害作用の有無を検した。また煮沸残渣とともに炭酸Caを添加した区をも設けた。蛋白飼料としてはカゼインの代りに大豆かす(溶剤抽出)を使用し、肝油の代りにカロチンを用いた。飼料配合は第8表に示した。

試験の結果は第9表のごとくでまず发育をみると米、大豆かすよりなる基礎飼料を与えたラッテの发育はゆでほうれん草を添加することにより少し改良された。ゆでほうれん草とともに炭酸Caを加えた群はさらに发育が良好となつた。しかし第1試験の場合にほうれん草と炭酸Caを添加したとき程に著しくはなかつた。これは基礎飼料に第1試験ではカゼインという優良な蛋白を使用したためであろう。修酸Caを添加したものはゆでほうれん草添加に等しい发育であつた。

つぎに骨灰分をみると基礎飼料よりも僅かではあるがほうれん草残渣を添加した方が良好な化骨を示した。ゆでほうれん草とともに炭酸Caを与えると化骨は予想通りすぐれていた。修酸Caを添加した群はほうれん草添加と同程度の骨灰分であつて基礎飼料より僅かではあるがすぐれていた。

このゆでほうれん草及び修酸Caの影響はさらに今一度繰り返して試験を行つて確めた。このときは体重50~60gのラッテを用いたが4週末の各区5頭平均の骨灰分は基礎飼料 40.9%, ゆでほうれん草 44.3%, 修酸Ca

第8表 ゆでほうれん草試験使用飼料配合

区の特 徴	白 米	大豆かす	食 塩	炭酸 Ca	ゆでほう れん 草	修酸 Ca	B ₁	B ₂
	g	g	g	g	g	g	mg	mg
基 本 飼 料	83	15	1	0	0	0	0.1	0.2
ゆでほうれん草	73	10	1	0	10	0	0	0
ゆでほうれん草+Ca	72	10	1	1	10	0	0	0
修 酸 Ca	83	15	1	0	0	0.45	0.1	0.2

備考 飼料にはβカロチン 100mg を大豆油 10ccに落かしたもので1区6頭の飼料に3日毎に500I.U.加えた。

第9表 ゆでほうれん草或いは修酸 Ca を与えた
ラットの发育及び化骨

区の特徴	ラッ テ No.	試 験 開始時 (体重)	試 験 終了時 (体重)	体 重 増加量	脱脂け い 骨 重	けい 骨 灰 分
基本飼料	1	g	g	g	mg	%
	2	44	84	40	685	31.7
	3	41	88.5	47.5	759	30.3
	4	47	88	41	812	35.3
	5	44	74.5	30.5	625	32.0
	6	45.5	94	48.5	669	33.9
	6	44	76.5	32.5	747	31.5
	平均	44.3	84.3	40.0	716	32.5
ゆでほう れん草	7	49	92.5	43.5	708	38.6
	8	46.5	106	59.5	724	37.3
	9	45.5	95	49.5	849	36.4
	10	50	95	45	748	32.2
	11	41	90.5	49.5	816	35.7
	12	57	101	44	992	37.2
	平均	48.2	96.7	48.5	806	36.2
ゆでほう れん草 + 炭酸 Ca	13	50	110	60	1158	49.5
	14	42	94	52	1057	47.1
	15	50	114	64	1175	47.8
	16	49	120	71	1028	45.4
	17	43	103	60	1010	49.2
	18	39	77	38	777	44.4
	平均	45.0	103.0	57.5	1034	47.2
修酸 Ca	19	39	87	48	718	35.5
	20	46	106	60	886	36.1
	21	38	75	37	765	38.2
	22	41	93	52	806	38.0
	23	50	110	60	922	38.6
	24	44	105	61	876	38.0
	平均	43.0	96.0	53	843	37.0

45.0%であつた。これから見てもゆでほうれん草摂取は化骨に及ぼす障害はなく、むしろ化骨促進の傾向さえるかがえるようである。

考 察

白米、カゼインを主とする飼料にほうれん草をわれわれが日常摂取する程度、すなわち 140 g の白米に対し 40 g のほうれん草の割合で配合してラッテに与えると、ビタミンを含有するために发育は著しくよくなるが化骨は Ca を加えぬ基礎飼料より少し低い位であつて化骨は不良である。ほうれん草とともに Ca を与えると发育も著しくよく化骨も極めて良好となつた。このように Finke らや岩尾氏の報告しているごとくほうれん草の Ca は利用度が低いことが明らかであり、ほうれん草とともに Ca を増して摂取することによりほうれん草を食べたための化骨阻害作用は防ぐことができる。

このほうれん草の Ca の利用度の低いことあるいはほうれん草摂取による化骨阻害作用を氏は修酸のためと考えているがほうれん草の汁液の酸度は強くないから阻害作用を示すものは遊離の修酸でなくて修酸塩である。

修酸塩中でも水可溶性修酸塩であつてこれは分析の結果大部分修酸アルカリの形のものである。これはゆで汁あるいはさらし水中に溶出してくるが、われわれは試験の結果 80 g のほうれん草に相当するゆで汁を 140 g の米に添加したとき割合の飼料をラッテに与えると化骨は明らかに阻害された。この阻害作用は炭酸 Ca をゆで汁と一緒に与えると完全に打ち消すことができた。

基本飼料を与えたものは骨は軽いが灰分百分率は高い。これは发育不良のため有機成分の増加が劣つたためであろう。ゆで汁の試験では飼料の量を基本飼料区と同量にした制限で飼育したから灰分量を比較することができ、それによるとゆで汁添加区は明らかに灰分が少く、ビタミン B₁、B₂ 添加のものはこれより化骨が優つていた。ビタミン添加により化骨が良好になるのは腸の吸収力の増加ではないかと考えられる。

第1試験において肝臓のこはく酸酸化酵素力が基本飼料群で低いのは B₁、B₂ の不足のためであろう。ほうれん草をそのまま添加した場合に酵素力は強化された。

第2試験でゆで汁を与えたラッテの副腎にビタミン C は多くはならなかつた。これはゆで汁中の C があつても体内合成の C により目立たなくなつたのであろう。これに反し人体においてはゆで汁中の C は栄養的意義を有してくと考えられる。

血液の凝固速度はゆで汁の修酸によつてもおそくなるということではなかつた。

ゆで汁中と同じ量のビタミン B₁、B₂ を与えたラッテの发育はゆで汁のものと同しかつたから、ゆで汁中にはラッテの发育に対し、B₁、B₂ 以外、特にとりたてべき发育因子はないようである。

次にゆでほうれん草であるが、これは修酸 Ca を含有するが、われわれが日常消費する程度の量ならばこれを摂取しても化骨の阻害はない。またゆでほうれん草に含まれる程度の量の修酸 Ca も阻害を示さなかつた。岩尾氏はゆでほうれん草及び修酸 Ca が化骨阻害を示すことを報告しているが、われわれの米、大豆かすという基礎飼料と異りデキストリン、カゼインを使用し、修酸 Ca の添加量も異なるためであろう。

要するにほうれん草は蛋白含量も高く、B₁、B₂、C、カロチンの含量の高い貴重なビタミン補給野菜であるが、その欠点は Ca の利用を妨げることである。この化骨阻害作用は水に可溶性の修酸塩であつてゆで汁に流出するのでゆでほうれん草にすれば除くことができる。しかしゆで汁中にはほうれん草の B₁、B₂、C の約 1/3 が含有されるのでこれに乗てることが惜しいとすれば炭酸 Ca を補つて利用すればよいし、またこんぶのごときもので除去して利用することもできる。

要 約

1. ほうれん草を白米、カゼインよりなる飼料に乾燥物として2%に相当するほうれん草を配合するとラッテの化骨の障害が起きた。この障害は炭酸 Ca の添加により完全に打消すことができた。
2. ほうれん草をゆでると水溶性修酸塩が除かれるので化骨障害作用は除去できる。
3. ゆで汁に炭酸 Ca を補うか、こんぶによつて修酸を除けばビタミン B₁, B₂, C の給源とし利用できる。

本実験の焰光分析, 酵素測定, ビタミン定量を援助された晴山信一講師, また実験に協力された吉田吉郎君,

森栄子嬢に感謝する。

文 献

- (1) Finke, M. L., Sherman, H. C.: J. Biol. Chem. 110, 421 (1935)
- (2) 岩尾裕之: 栄養学雑誌 11, 117 (1955)
- (3) Potter, V. D. and Elvehjem, C. A.: J. Biol. Chem. 114, 495 (1936)
- (4) 藤田秋治: ビタミンの化学的定量法 誠文堂新光社
- (5) Moir, K. M.: C. A. 48, 1895 (1954)
- (6) 岩尾裕之: 栄養学雑誌 12, 69 (1956)

(岩手大学農学部栄養化学教室, 学芸学部家政科教室)

分析化学における酵素の利用(綜説)

分析化学の手段として酵素を利用することは、生化学あるいは臨床化学の研究室に限られていたようであるが、最近では、各種酵素標品の市販品もあらわれ、広く利用されるようになってきた。この方法による時は、ある同族体の中で、特定の化合物のみを測定できる利点がある。この方法によつて測定されるアミノ酸としては、アルギニン、ヒスチジン、グルタミン酸、アスパラギン酸、リジン、オルニチン、およびチロシンがあり、プリン塩基類でも、ヒポキサンチン、キサンチン、尿酸、アデニン、イノシン、グアニン、およびグアノシンを約

2~3% 程度の少量で測定することが可能である。また、エチルアルコール、乳酸、グルコースなどのピリジンヌクレオチドを助酵素として利用する酵素によつて分解される化合物も酵素法によつて測定することができ

Enzymatic Methods in Analytical Chemistry
Thomas. M. Devin

Anal. Chem. **31**, 977~81 (1959)

(福 場)

果 実 及 び 植 物 中 の 遊 離 ア ミ ノ 酸

人参、甜菜、セロリ、キッベツ、サクランボ、パイナップル、柿、ブドウ、リンゴ、苺、などについてアラニン、グルタミン酸、アスパラギン酸、ゼリン、γ-アミノ酪酸、アルギニン、プロリン、グルタミン、アスパラギン、ピベコリン酸、ヒスチジン、メチオニン、バリンまたはトリプトファンなどの存在をペーパークロマトグラフィで検索した。また、レモン、オレンジ、ネーブ

ルについて、γ-アミノ酪酸、アラニン、ゼリン、グルタミン酸、アスパラギン酸、プロリン、アルギニンの含有量を測定した。この三者とも、プロリン、アルギニンの含有量は、他のアミノ酸に比べ大きかつた。

L. B. Rockland: Food Research, **24**, 160 (1959)

(五十嵐)

乳 脂 の コ コ ナ ッ ツ 様 フ レ ー バ ー

乳脂を含む乳製品を貯蔵するとき、ココナツ様フレーバーを生じ、これが δ-デカラクトン (δ-decalactone) であることが知られている。著者らは、バターオイルを低温アセトン処理を行い、-50°C 処理部に強いココナツ様フレーバーがあり、水素添加を行つてもラクトン臭があることを認めた。また -50°C 処理部を石油エーテルに溶解しアルミナ吸着クロマトグラフィに吸着し、種々の溶剤で溶出させると、クロロホルム溶出部のみに強いラクトン臭があつた。δ-デカラクトンは、5-ヒドロキ

シデカノイン酸 (5-hydroxydecanoic acid) より次式により生成するものと考えられる。

by L. R. Mattick et al.,

J. Dairy Sci., **42**, 791 (1959).

(池 田)