食肉タンパク質酵素加水分解物のラット 血漿コレステロール上昇抑制効果

森松文毅*・木村修一**

Hypocholesterolemic Effect of Partial Hydrolyzates of Pork Meat in Rats

Fumiki MORIMATSU* and Shuichi KIMURA**

* *Research and Development Center, Nippon Meat Packers INC,
Yoshida-cho, Shizuoka 421-03*

** *Laboratory of Nutrition, Faculty of Agriculture, Tohoku University
Amamiya-cho, Aoba-ku, Sendai, Miyagi 981*

It is well known that dietary vegetable proteins lower a level of plasma cholesterol more than animal proteins. The partial hydrolyzates of soybean protein have been shown to have possible hypocholesterolemic effects. In this study, hypocholesterolemic effects of partially hydrolyzed pork meat (PHPM) was examined in cholesterol-fed rats. The effects of pork meat and PHPM on plasma cholesterol, triglyceride, phospholipid, lipoproteins and free amino acids were determined. Plasma cholesterol decreased in rats fed PHPM, more than rats fed intact pork meat. Among the proteases examined, papain was most efficacious and plasma cholesterol became significantly lower by increasing the amount of protease. Rats fed an amino acid mixture prepared by acid hydrolysis did not show reduced level of cholesterol. Plasma free amino acid pattern of rats fed PHPM was similar to that fed soybean protein. PHPM thus appears to exert a hypocholesterolemic effect depending on peptides in hydrolyzed pork meat. Based on the present results, it should be possible to prepare meat products having hypocholesterolemic effects. (Received Sep. 6, 1991)

高コレステロール血症は冠動脈性心疾患の危険因子であり¹⁾、血漿コレステロール (chol) 濃度は食餌タンパク質の種類や量によって変動することが報告されている²⁾³⁾。一般に植物性タンパク質に比べ動物性タンパク質で血漿 chol 濃度は高値を示すことはよく知られている⁴⁾⁵⁾が、カゼインと分離大豆タンパク質についての比較研究が大半を占め、豚肉タンパク質についての検討はあまりなされていない。食餌タンパク質による血漿・血漿 chol 濃度の変動については、その構成アミノ酸による影響が最も多く検討されてきた⁶⁾⁷⁾。しかし近年、食餌タンパク質のタンパク質分解酵素加水分解ペプチドの

血漿 chol 濃度に対する効果も検討されている。菅野らは、分離大豆タンパク質のタンパク質分解酵素加水分解物 (以下、酵素加水分解物) 中の不溶性高分子画分が、大豆タンパク質よりも血清 chol 濃度の上昇を抑制することを報告している^{8)~10)}。本研究では豚肉の酵素加水分解物が分離大豆タンパク質と同様の血漿 chol 上昇抑制効果を有するか否かをラットを用いて検討した。まず豚肉を各種のタンパク質分解酵素で加水分解した場合の血漿 chol 濃度の変動について検討し、次にその効果が豚肉由来のペプチドに依存していることを調べるために、加水分解の程度による影響と、豚肉のアミノ酸組成に調

* 日本ハム(株) 技術研究所 (〒421-03 静岡県榛原郡吉田町大幡 350-3)

** 東北大学農学部 (〒981 宮城県仙台市青葉区堤通雨宮町 1-1)

整したアミノ酸混合物の効果について実験した。最後に大豆タンパク質との比較検討を行った。

実験方法

1. 実験動物および飼料組成

実験動物として4週令の雄性 Wistar 系 ST ラットを市販固形飼料（船橋農場(株)・F2）で1週間予備飼育した後に3回の実験に供した。いずれの実験とも、ラットは一群5匹として3ないし4群を設け、3週間の飼育実験を行った。Table 1 にタンパク質源の違いによる実験群と実験飼料組成を示した。実験食は実験1ではタンパク質源として豚背最長筋を細切し、ヘキササンで脱脂した後に凍結乾燥したものを調製した（以下 MP 群と呼ぶ）。さらにこの凍結乾燥脱脂豚肉に4倍容の水を加えたのちペプシン（Sigma）、トリプシン（和光純薬）およびパパイン（和光純薬）をそれぞれタンパク質 1g 当たりに 50 I.U. となるように添加して、50℃で4時間酵素処理をおこなった（それぞれ PE 群、TR 群、PA 群と呼ぶ）。加水分解時の pH は 6.0 で、その後の

pH 調整は行わず、それぞれの酵素処理を実施後、全量を凍結乾燥した。これらの酵素処理豚肉を未処理豚肉と同様に、20% タンパク質レベルとして、ラード 5%、ビタミン混合（USP-17：船橋農場）2%、ミネラル混合（USP-17：船橋農場）4%、セルロースパウダー 5%、及びコレステロール付加食としてコレステロール 1%、コール酸ナトリウム 0.25% を混合してコーンスターチで 100% として実験食を調製した。実験2でのタンパク質源としてはコントロールとして実験1で用いた凍結乾燥豚肉（MP 群）の他に、これを 0.1%（50 I.U./g タンパク質）及び 2.0%（1000 I.U./g タンパク質）のパパインで 50℃、4 時間酵素処理をおこなったもの（0.1 PA 群、2.0 PA 群）、さらに凍結乾燥豚肉を真空減圧下で酸加水分解してアミノ酸としたもの（AA 群）の4種類を作成した。これらのタンパク質源の窒素含有量を等しくなるように調整して 10% タンパク質レベルとして実験1と同様の飼料を作成した。実験3では凍結乾燥豚肉（MP 群）、0.1% パパイン処理豚肉（PA 群）の他に、分離大豆タンパク質（SOY 群、フジビュリーナ・プロテイン）をタンパク質源として飼料を作成した。各実験ともナトリウムについては、豚肉からの持ち込み、豚肉酸加水分解後の中和による添加などにより大きく異なるので、ミネラル混合には含まないようにし、食塩として単独で添加するようにした。飼料は毎日交換し、飲料水と共に自由摂取させた。動物飼育室は室温 25℃、湿度 50±5% に保ち、12 時間ごとの明暗サイクル（午前 8 時点灯、午後 8 時消灯）に調整した。

2. 実験飼料の各形態別窒素分布

実験1及び2で使用した実験飼料の各形態別の窒素分布について分析した。総窒素量はケルダール法にて測定した。水溶性窒素は 10 倍容の水で抽出後、濾別して濾液中の窒素をケルダール法にて測定した。ペプチド・アミノ態窒素¹³⁾は上の濾液にトリクロル酢酸（片山化学(株)）を加えて、10% トリクロル酢酸濃度として 40℃で 20 分間保温後沈澱を除去して濾液中の窒素を定量した。さらに同様に上の濾液を 12% トリクロル酢酸濃度とした後遠心分離して上清の遊離アミノ酸を分析し、その総量をアミノ態窒素とした。

3. 血漿脂質成分の分析

実験期間中は体重、飼料摂取量を毎日1回測定し、飼育試験後、動物は 12 時間絶食してエーテル麻酔下で開腹し、腹部大動脈より採血して常法により血漿を調製した。血漿中の総 chol（T-Ch）、遊離 chol（F-Ch）、トリグリセリド（TG）およびリン脂質（PL）は和光

Table 1 Composition of experimental diets (%)

Ingredients	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3
Corn starch	62.05	72.05	72.05
Lard	5.00	5.00	5.00
Protein ^{a)}	20.00	10.00	10.00
Vitamin mix ^{b)}	2.00	2.00	2.00
Mineral mix ^{c)}	4.00	4.00	4.00
Sodium chloride	0.70	0.70	0.70
Cellulose powder	5.00	5.00	5.00
Cholesterol	1.00	1.00	1.00
Sodium cholate	0.25	0.25	0.25

^{a)} Protein source was defatted pork meat (MP), pepsin hydrolyzed pork meat (PE), trypsin hydrolyzed pork meat (TR) and papain hydrolyzed pork meat (PA) in experiment 1, 0.1% papain hydrolyzed pork meat (0.1 PA), 2.0% papain hydrolyzed pork meat (2.0 PA) and amino acids mixture (AA) in experiment 2 and defatted pork meat (Control), papain hydrolyzed pork meat (PA), soybean protein (SOY) in experiment 3.

^{b)} Oriental's vitamin mixture

^{c)} Harper's salt mixture without sodium

純薬工業(株)の各定量キットを用いて酵素法により測定した。

4. 血漿リポタンパク質分析

日立超遠心機 HIMAC CP 100 H を用いて段階的分画浮上法により血漿リポタンパク質を分画した¹²⁾。即ち密度別に chylomicron 及び very low density lipoproteins (VLDL, $d < 1.006$), low density lipoproteins (LDL, $1.006 < d < 1.063$), high density lipoproteins (HDL, $1.063 < d < 1.225$) の各リポタンパク質に分画し、レシチン-コレステロール・リポソームをスタンダードとして総 chol を測定した。

5. 血漿遊離アミノ酸分析

遊離アミノ酸は血漿をトリクロル酢酸で除タンパクし

たのち島津製作所(株)のアミノ酸自動分析システム(LC-6A)にて分析した¹³⁾。採血後、各臓器を摘出して重量を測定した。

6. 実験結果の検定

実験結果は平均値±標準誤差で表した。各実験グループ間の有意差は分散分析による検定後 Student の *t*-test により検定し、有意水準は 5% 以下とした。

実験結果および考察

1. 実験飼料の各形態別窒素分布

実験 1 および 2 で使用した実験飼料の総窒素量、水性窒素、ペプチド・アミノ態窒素および遊離アミノ酸組成を Table 2 に示した。実験 1 では、総窒素量は各群

Table 2 Nitrogen distribution and free amino acid contents of experimental diet (mg/100 g)

	Exp. 1				Exp. 2			
	MP	PE	TR	PA	MP	0.1 PA	2.0 PA	AA
Total-N (nitrogen)	3 296	3 296	3 456	3 328	1 664	1 688	1 688	1 664
Water soluble protein-N	484	520	937	2 040	243	959	1 617	1 644
Peptide, Amino-N	470	484	720	1 770	238	898	1 540	1 644
Amino-N	226	307	607	1 039	112	520	888	1 644
Free amino acids								
Asp	1.7	2.1	6.1	12.4	0.8	6.3	10.7	157.4
Thr	11.8	20.1	40.2	74.4	6.0	38.8	65.2	74.4
Ser	7.2	13.1	30.5	53.6	3.6	25.7	42.9	56.6
Glu	15.4	24.3	55.6	81.5	7.6	41.0	70.7	244.2
Pro	3.8	8.9	15.9	29.2	2.0	15.1	24.7	74.4
Gly	8.6	11.4	19.9	35.1	4.3	17.3	27.4	87.5
Ala	18.0	26.3	54.3	97.7	9.2	48.8	82.9	100.9
Val	5.4	11.1	25.4	37.1	2.8	18.2	30.3	88.5
Met	5.0	7.9	21.1	56.2	2.5	26.7	47.9	52.8
Ile	5.2	10.2	27.1	50.2	2.8	24.8	44.6	83.9
Leu	9.5	18.4	54.7	130.9	4.7	63.2	108.8	130.4
Tyr	6.9	11.6	27.3	56.0	3.8	27.7	47.1	55.1
Phe	6.0	13.1	27.5	68.2	3.2	35.0	61.5	67.6
His	107.7	118.2	123.3	135.8	56.0	68.3	113.2	113.6
Lys	5.3	10.0	35.1	62.6	2.7	33.1	56.3	138.4
NH ₃	2.9	2.7	3.5	7.1	1.4	3.6	6.7	18.4
Arg	5.9	13.1	39.9	51.0	2.9	26.8	46.6	99.9

MP: Defatted pork meat, PE: Pepsin hydroyzed pork meat, TR: Trypsin hydrolyzed pork meat, PA: Papain hydrolyzed pork meat, 0.1 PA: 0.1% papain hydrolyzed pork meat, 2.0 PA: 2.0% papain hydrolyzed pork meat, AA: Amino acids mixture

ともほぼ一緒であるのに対して、水溶性窒素、ペプチド・アミノ態窒素、遊離アミノ酸は未処理豚肉に比較して各酵素加水分解物群では増加していた。酵素量は予めカゼインを基質として 50 I.U/g と決めたが、未処理豚肉に対する活性はパパイニンが最も高く、次いでトリプシン、ペプシンの順であった。パパイニンは従来より食肉の軟化酵素として利用されており¹⁴⁾、豚肉に対する活性が高く、基質特異性の違いなどから酵素によって加水分解の程度が異なったものと考えられる。実験 2 では飼料のタンパク質含有量が実験 1 の半分になっており、パパイニンの添加量の増加に伴い低分子化は促進され、2.0% 添加で大部分のタンパク質は可溶化し、全窒素のほぼ 90% がペプチド・アミノ態窒素となっていた。これに対して、塩酸加水分解では全窒素がアミノ酸で、これが豚肉の構成アミノ酸であるものと考えられる。遊離アミノ酸に関し

ても、アスパラギン酸、グルタミン酸では 2.0% 酵素処理の値が塩酸加水分解での値より極端に小さいのに対して、ロイシン、ヒスチジン等では同程度の数値であった。これは豚肉に対するパパイニンの基質特異性によるものと考えられ、この酵素処理で充分遊離してくるアミノ酸と、ほとんど遊離しないアミノ酸があることが明らかとなった。

2. 体重増加量、飼料摂取量、飼料効率および肝臓重量

Table 3 に体重増加量、飼料摂取量、飼料効率および肝臓重量を示した。実験 1 ではパパイニン処理豚肉摂取群の体重が、他群に比べ増加傾向にあった。特にトリプシン処理豚肉摂取群に対しては有意な増加を示した。飼料摂取量、飼料効率には全く差はみられなかった。実験 2 については、酸加水分解物摂取群の体重増加が有意に

Table 3 Body weight gain, food intake, food efficiency and liver weight in rats fed on the experimental diets

Group	n	Body weight (g)		Food intake (g/day)	Food efficiency	Liver weight (% of body weight)
		Initial	Gain			
Exp. 1*						
MP	5	124±4	95± 7	17.0±2.4	0.27±0.02	3.9±0.2
PE	5	124±6	96± 3	16.8±2.8	0.27±0.01	3.7±0.1
TR	5	124±6	91± 4 ^a	16.9±2.4	0.26±0.01	3.4±0.2
PA	5	124±6	102±10 ^b	18.0±2.9	0.27±0.01	3.4±0.2
Exp. 2**						
MP	5	112±6	69±8 ^a	13.9±3.1	0.24±0.03	2.8±0.1
0.1 PA	5	113±6	70±4 ^a	13.8±3.0	0.24±0.02	2.7±0.1
2.0 PA	5	116±7	71±5 ^a	14.3±3.7	0.24±0.02	2.6±0.1
AA	5	115±7	54±2 ^b	12.5±3.2	0.21±0.01	2.9±0.1
Exp. 3***						
MP	5	95±5	87±8 ^b	11.7±3.5	0.39±0.03 ^b	4.6±0.4
PA	5	97±4	79±5 ^b	11.4±2.1	0.36±0.02 ^b	4.6±0.6
SOY	5	91±4	27±4 ^a	11.5±2.2	0.12±0.02 ^a	4.3±0.2

Each value represents the mean±S.E.

* Exp. 1: MP: Deffated pork meat, PE: Pepsin hydrolyzed pork meat, TR: Trypsin hydrolyzed pork meat, PA: Papain hydrolyzed pork meat. The protein level of 20% was employed.

** Exp. 2: MP: Deffated pork meat, 0.1 PA: 0.1% papain hydrolyzed pork meat, 2.0 PA: 2.0% papain hydrolyzed pork meat, AA: Amino acids mixture. The protein level of 10% was employed.

*** Exp. 3: MP: Deffated pork meat, PA: Papain hydrolyzed pork, SOY: Soybean protein. The protein level of 10% was employed.

^{a, b} In each experiment, values in the same column not sharing a common superscript letter are significantly different; $p < 0.05$.

劣っており、飼料摂取量、飼料効率についても低い傾向がみられた。これは、膜消化による消化吸収性の違いを反映しているのかも知れない¹⁵⁾。実験 3 では大豆タンパク質摂取群の体重増加量、飼料効率が未処理豚肉摂取群、酵素処理豚肉摂取群に比べて有意に低くなった。

3. 血漿脂質成分分析

Table 4 に血漿中の総 chol, 遊離 chol, トリグリセリドおよびリン脂質濃度を示した。実験 1 では総 chol, 遊離 chol, トリグリセリドおよびリン脂質の全てで未処理豚肉摂取群に比べて、各酵素処理群で低下する傾向がみられた。特に興味深いことに、植物由来の酵素であるパパイン処理豚肉摂取群では各脂質成分で有意に低値となっていた。また実験 2 では総 chol, トリグリセリドが、パパイン添加量に応じて低下し、全窒素の

90% が低分子化していた 2.0% パパイン処理群では未処理豚肉摂取群に比べて総 chol 値は 40% もの減少を示した。またトリグリセリドについても全く同様に極端な低下を示していた。しかし、酸加水分解物摂取群では各脂質成分の低下はみられず 2.0% パパイン処理群と比較して有意に高値となった。実験 3 でも同様に未処理豚肉摂取群に比べて、酵素処理豚肉摂取群では各脂質成分が低下していた。総 chol については大豆タンパク質摂取群は未処理豚肉摂取群、酵素処理豚肉摂取群よりも有意に低下していた。

4. 血漿リボタンパク質 chol 濃度

Table 5 に実験 2 での血漿リボタンパク質の総 chol 濃度を示した。chol 代謝に関して、リボタンパク質レベルでの変化は重要であり、動物種、飼育条件によって

Table 4 Concentration of plasma total cholesterol, free cholesterol, triglyceride and phospholipid

	Total cholesterol	Free cholesterol	Triglyceride	Phospholipid
Exp. 1*				
MP	226 ± 9 ^a	29.8 ± 1.0 ^a	89.1 ± 2.4 ^a	162 ± 4 ^a
PE	215 ± 8 ^{a,b}	25.5 ± 1.2 ^b	86.3 ± 1.6 ^a	146 ± 5 ^b
TR	209 ± 8 ^{a,b}	23.0 ± 0.7 ^b	86.6 ± 2.2 ^a	143 ± 4 ^b
PA	192 ± 11 ^b	22.3 ± 1.0 ^b	77.2 ± 2.1 ^b	132 ± 3 ^c
Exp. 2**				
MP	188 ± 11 ^a	32.6 ± 2.9 ^a	78.8 ± 1.8 ^a	164 ± 7
0.1 PA	152 ± 6 ^b	27.8 ± 1.6 ^b	52.8 ± 1.2 ^b	154 ± 6
2.0 PA	110 ± 5 ^c	21.9 ± 1.7 ^c	40.0 ± 1.9 ^c	156 ± 7
AA	180 ± 4 ^a	30.8 ± 0.9 ^a	73.2 ± 2.6 ^a	159 ± 7
Exp. 3***				
MP	199 ± 6 ^a	33.8 ± 3.5 ^a	63.9 ± 3.4 ^a	188 ± 10 ^a
PA	155 ± 9 ^b	21.3 ± 3.2 ^b	53.3 ± 1.4 ^b	173 ± 6 ^{a,b}
SOY	129 ± 11 ^c	18.2 ± 2.1 ^c	42.9 ± 2.8 ^c	155 ± 8 ^b

(mg/dl)

Each value represents the mean ± S.E. of five rats.

* Exp. 1: MP: Deffated pork meat, PE: Pepsin hydolyzed pork meat, TR: Trypsin hydolyzed pork meat, PA: Papain hydolyzed pork meat. The protein level of 20% was employed.

** Exp. 2: MP: Deffated pork meat, 0.1 PA: 0.1% papain hydolyzed pork meat, 2.0 PA: 2.0% papain hydolyzed pork meat, AA: Amino acids mixture. The protein level of 10% was employed.

*** Exp. 3: MP: Deffated pork meat, PA: Papain hydolyzed pork, SOY: Soybean protein. The protein level of 10% was employed.

^{a,b,c} In each experiment, values in the same column not sharing a common superscript letter are significantly different; $p < 0.05$.

Table 5 Total cholesterol concentration of plasma lipoprotein (Exp. 2)

Group	Chylomicron	VLDL	LDL	HDL	Total
MP	42.3±3.0 ^a	18.9±1.1 ^a	39.9±2.4 ^a	56.3±2.5 ^a	157
0.1 PA	37.8±1.9 ^b	17.7±1.1 ^a	37.2±1.0 ^a	51.1±1.5 ^a	144
2.0 PA	21.9±1.9 ^c	14.1±1.3 ^b	28.4±1.2 ^b	40.6±1.4 ^b	105
AA	34.6±2.0 ^b	14.7±0.4 ^b	30.6±1.7 ^b	63.2±1.1 ^c	143

(mg/dl)

Each value represents the mean±S.E. of five rats.

MP: Deffated pork meat, 0.1 PA: 0.1% papain hydrolyzed pork meat, 2.0 PA: 2.0 % papain hydrolyzed pork meat, AA: Amino acids mixture.

The protein level of 10% was employed.

^{a, b, c} In each experiment, values in the same column not sharing a common superscript letter are significantly different; $p < 0.05$.

異なるものの、大豆タンパク質摂取によって起こる血清 chol 及び LDL-chol の低下は VLDL-chol の低下によるものであると報告されている¹⁶⁾。本実験の結果から、総 chol については豚肉タンパク質加水分解物の摂取による血漿 chol の低下と同調して、VLDL, LDL, HDL で chol は均等に低下しており、VLDL-chol や LDL-chol が特に低下する様子は観察されなかった。しかし、酸加水分解物摂取群は VDL, LDL は低下しているが、反対に HDL は上昇していた。

5. 血漿中の遊離アミノ酸分析

Fig. 1, 2 に実験 2 及び 3 で、血漿中遊離アミノ酸の濃度を示した。実験 3 ではメチオニン・ヒスチジン等の必須アミノ酸は、大豆タンパク質摂取群に比べて未処理豚肉摂取群で有意に多くなっているが、反対にグルタミン酸は大豆タンパク質摂取群で多くなっていた。さらに興味深いことに酵素処理豚肉摂取群では血漿中のメチオニン濃度が減少し、遊離アミノ酸組成が未処理豚肉摂取群より、大豆タンパク質摂取群に類似してきた。また実験 2 からも酵素添加量を増加することにより、遊離グルタミン酸が増加し、メチオニンが減少した。木村らは大豆タンパク質と豚肉タンパク質を摂取した場合の血漿中の遊離アミノ酸組成について検討した結果、必須アミノ酸は豚肉摂取により有意に多くなるが、反対にグルタミン酸は大豆タンパク質摂取時により多くなることを報告している¹⁷⁾。また、杉山らはカゼインを用いた高 chol 食に脂肪としてラードを用いた場合にメチオニンを添加することにより、血漿 chol が著しく上昇することを示し¹⁸⁾、食餌中のメチオニンが血漿 chol 上昇効果を増幅させることを報告した。

タンパク質の血清・血漿 chol に及ぼす影響について

は、大豆タンパク質やカゼインを用いた実験があり²⁾、一般に大豆タンパク質摂取は動物性タンパク質摂取時に比べて、血漿 chol 濃度は低く³⁾、これはタンパク質の構成アミノ酸組成、特にリジン/アルギニンの比率に依存すると考えられている⁷⁾。大豆タンパク質のペプシン加水分解物がインタクトな大豆タンパク質に比べて更に血清 chol を低下させるということは確認されていないが¹⁹⁾、加水分解物を各成分に分画した場合に不溶性高分子画分が非常に強い血清 chol 上昇抑制効果を有すると報告されている⁹⁾¹⁰⁾。一方、動物タンパク質であるカゼインについては、その酵素加水分解物はインタクトなカゼインと同様に、大豆タンパク質を摂取した場合に比べて高値の血清 chol 濃度を与えると考えられている²⁰⁾。しかし、カゼインの部分加水分解物が chol 濃度の上昇を抑制するとの報告も見られ、その効果は明確ではない²¹⁾²²⁾。大豆タンパク質を酵素加水分解した場合の不溶性高分子画分の chol 上昇抑制効果の機序については疎水性ペプチドが胆汁酸と結合し、糞便中への中性・酸性ステロイド排泄量を増加させることにより、血清 chol 濃度を低下させるものと考えられている⁹⁾¹⁰⁾²³⁾。今回の実験では、パパイン加水分解物と豚肉の構成アミノ酸組成に相違は見られなかったこと、パパイン添加量を増加させてペプチド・アミノ酸窒素が増加するに従って、血漿 chol 濃度が更に低下し、また完全にアミノ酸の混合物である酸加水分解物では効果が見られなかったことから、その抑制効果は構成アミノ酸によるものではなく、ペプチドに由来していると考えられた。また、実験 2 の各飼料において、含硫アミノ酸の量やリジン/アルギニン比に差の見られなかったことから豚肉酵素処理物の血漿 chol 上昇抑制効果は特定のアミノ酸によるものでは

Fig. 1 Free amino acids contents in plasma (Exp. 2)

MP: Defatted pork meat, 0.1 PA: 0.1% papain hydrolyzed pork meat, 2.0 PA: 2.0% papain hydrolyzed pork meat, AA: Amino acids mixture

*, **: Significantly different at $p < 0.05$, $p < 0.01$

なく、大豆タンパク質加水分解物と同様に消化管内でのペプチドの作用による可能性が推測された。今後摂取cholの吸収量及び糞中へのchol、胆汁酸の排泄量も合わせて検討する必要があると考えられた。しかし、豚肉タンパク質の酵素加水分解物摂取時には未処理豚肉摂取時に比べて、血中のメチオニン濃度が低下する事から特定のアミノ酸による影響も検討する必要があると思われる。

要 約

豚肉の酵素加水分解物の血漿 chol 上昇抑制効果についてラットを用いて検討し、次の結果が得られた。

(1) 豚肉のパパイン加水分解物は、豚肉に比べて血漿 chol 濃度の上昇を抑制した。

(2) パパインの添加量を増加させ、ペプチドの産出が

Fig. 2 Free amino acids contents in plasma (Exp. 3)

MP: Defatted pork meat, PA: Papain hydrolyzed pork meat, SOY: Soybean protein

*, **: Significantly different at $p < 0.05$, $p < 0.01$

多くなるほど血漿 chol 濃度は抑制された。しかし、完全アミノ酸混合物を想定した酸加水分解物ではその効果は見られなかった。これらのことから、豚肉の酵素加水分解物の血漿 chol 上昇抑制効果はペプチドによるものと考えられた。

(3) 酵素処理豚肉摂取時に、血漿リボタンパク質のcholに特徴的な変動は見られず、血漿遊離アミノ酸については大豆タンパク質摂取時と類似してきた。

(4) これらのことから、畜肉製品において、今までに血漿 chol 濃度上昇抑制効果を有することが報告されてきた大豆タンパク質や食物繊維などの添加物を使用することなく、畜肉原料のみで血漿 chol の上昇抑制効果のある食肉加工品を作り得る可能性が示唆された。

本研究の概要は、1991年5月、第45回日本栄養・食糧学会総会(京都市)にて発表した。

文 献

- 1) Lipid Research Clinic Program, *JAMA*, 251, 351, 365 (1984).
- 2) HUFF, M.W., HAMILTON, R.M.G. and CARROLL, K.K.: *Adv. Exp. Biol. Med.*, **275**, 82 (1975).
- 3) CARROLL, K.K.: *Nutr. Rev.*, **36**, 2 (1977).
- 4) GIBNEY, M.J.: *Proc. Nutr. Soc.* **41**, 19 (1978).
- 5) 菅野道廣：米・大豆と魚，藤巻正生・井上五郎・田中武彦編（光生館），p. 100 (1984).
- 6) HUFF, M.W. and CARROLL, K.K.: *J. Nutr.* **110**, 1676 (1980).
- 7) KRITCHEVSKY, D. and KLURFELD, D.M.: *J. Am. Oil Chem. Soc.* **64**, 8, 1167 (1985).
- 8) 菅野道廣・山田幸男・吉田克子：必須アミノ酸研究，**116**, 34 (1987).
- 9) SUGANO, M., YAMADA, Y., YOSHIDA, K., HASHIMOTO, Y., MATSUO, T. and KIMOTO, M.: *Atherosclerosis*, **72**, 115 (1988).
- 10) SUGANO, M., GOTO, S., YAMADA, Y., YOSHIDA, K., HASHIMOTO, Y., MATSUO, T. and KIMOTO, M.: *J. Nutr.* **120**, 977 (1990).
- 11) 高藤慎一：雪印乳業研究所報告，第90号（1990）。
- 12) HAVEL, R.J., EDER, H.A. and BRAGDON, J.H.: *J. Clin. Invest.*, **34**, 1345 (1955).
- 13) ISHIDA, Y., FUJITA, T. and ASAI, K.: *J. Chromatogr.*, **204**, 16 (1981).
- 14) 西尾重光：食肉研究会発表，4月（1965）。
- 15) 内藤 博共著：新栄養化学（朝倉書店），p. 148 (1987).
- 16) KLURFELD, D.M. and KRITCHEVSKY, D.: ORY, R.I. (ed.) *Plant Proteins: Applications, Biological Effects, and Chemistry* (American Chemical Society, Washington, DC), p. 150 (1986).
- 17) KIMURA, S., KIM, C.H., OHTOMO, I.M., YOKOMUKAI, Y., KOMAI, M. and MORIMATSU, F.: *Physiology and Behavior*, **49**, 997 (1991).
- 18) 杉山公男：栄食誌，**42**, 5 (1989).
- 19) SUGANO, M.: GIBNEY, M.J. and KRITCHEVSKY, D. (eds.): *Animal and Vegetable Proteins in Lipid Metabolism and Atherosclerosis* (Alan R. Liss, New York), p. 51 (1983).
- 20) HUFF, M.W., HAMILTON, R.M.G. and CARROLL, K.K.: *Atherosclerosis*, **28**, 187 (1977).
- 21) TANAKA, C. and NOZAKI, Y.: *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **29**, 439 (1983).
- 22) 菅野道廣・屋代彰子・小田 忍：必須アミノ酸研究，**106**, 28 (1985).
- 23) IWAMI, K., SAKAKIBARA, K. and IBUKI F.: *Agric. Biol. Chem.*, **50**, 1217 (1986).

(平成3年9月6日受理)