

タンパク質源の異なる飼料で飼育したラットの肝臓における プロテアーゼ活性レベル

田代 操・倉田 明枝・溝端 真理子

Levels of Hepatic Proteinase Activities in Rats Fed Diets Differing in Source of Protein

MISAO TASHIRO, AKIE KURATA and MARIKO MIZOBATA

Male weanling rats were fed diets which differed in source of protein for 21 days and body-weight gain, hepatic DNA, RNA, and protein contents, and levels of liver proteinase activities were estimated. Albumin from egg white, casein, soybean protein isolate (SPI), gluten, and zein were used as sources of dietary protein.

After three weeks of feeding with 10% level of protein diets, the best growth rate was yielded by an albumin-fed group and the second best rate was shown by a casein group, followed by a SPI group. On the other hand, a gluten-fed group and a zein group did not maintain their initial body weights. Liver RNA and protein contents of the albumin, casein, and SPI groups were significantly higher than those of the gluten and zein groups, though hepatic DNA contents were not different among the diet groups. Levels of total liver cathepsin activities tended to be higher in the albumin, casein, and SPI groups than in the gluten and zein groups. The same tendency as above was also shown in the levels of cytoplasmic proteinase activity in livers.

These results suggest that the levels of liver proteinase activities change under a distinct physiological condition. That is to say, the levels were in general higher in rats fed a protein with high nutritional quality than in rats fed a protein with low quality. However, there was not necessarily strict correlation between the activity levels and weight gain.

(Received August 13, 1991)

I 緒 言

細胞内の酵素活性に変動を与える重要な条件の一つに食餌中の栄養素組成がある。この場合の酵素活性の変動にはホルモン系を界す間接的なものと、直接的なものがあるが¹⁾、どちらの場合にしろ、生物が種々の栄養条件でそれに対応した代謝調節をする場合は、結局は栄養素と代謝変動の関連であって、その関連を明らかにすることは、代謝のメカニズムを知る上でも重要なことと考えられる。

食餌における酵素活性の変動は、主に代謝活性の高

い肝臓で観察されている。また肝臓は、リソソーム含量が高くタンパク質の代謝回転も速いので²⁾、タンパク質異化代謝の研究に有効である。しかしながら、細胞内タンパク質分解に関与するプロテアーゼ活性の食餌中栄養素組成の変化に伴う変動については、あまり知られていない。

細胞内のタンパク質分解は、リソソームの関与するリソソーム系路とリソソームの関与しない非リソソーム系路がある²⁾。リソソームに局在するプロテアーゼは総称してカテプシンと呼ばれ、その中にはエンドペプ

チダーゼである酸性プロテアーゼのカテプシンDやチオールプロテアーゼのカテプシンB, H, L³⁾などが含まれる。一方、非リソソーム系路でのタンパク質分解に関与するプロテアーゼとしては、細胞上清中にCa²⁺依存性プロテアーゼ⁴⁾や高分子量プロテアーゼ(プロテオソーム)⁵⁾が見い出されている。これらプロテアーゼを含む両系はそれぞれ機能を分担して細胞内タンパク質分解に当たっていると考えられる。

そこで、本研究では、飼料中タンパク質レベルを10%とし、タンパク質源として卵白アルブミン、カゼイン、大豆タンパク質単離物(SPI)、グルテン、ゼインを与えてラットを飼育し、タンパク質源の違いが肝細

胞リソソームのカテプシン活性や細胞上清中のプロテアーゼ活性にどのような影響を与えるかについて検討した。

II 実験材料及び方法

1) 動物実験

生後4週、平均体重約55gのウイスター系雄ラット(清水実験材料K.K.より購入)を5日間市販の固型飼料で予備飼育した後、Table 1に示す飼料を与えて21日間飼育した。各飼料区については5頭のラットを無作為に割り当てた。なお、飼料に用いたカゼイン、ゼイン、ミネラル及びビタミン混合物(オリエンタル配

Table 1. Composition of experimental diets

Ingredients	Amount, g/100g
Protein ^a	10
Corn starch	75
Corn oil	5
Mineral mixture ^b	5
Vitamin mixture ^c	1
Cellulose powder	4

^a protein used; casein, gluten, zein, albumin, or SPI

^b Mineral mixture (g/100g mixture) CaHPO₄ · 2H₂O, 14.56 : KH₂PO₄, 25.72 : NaH₂PO₄, 9.35 : NaCl, 4.66 : Ca-lactate, 35.09 : Fe-citrate, 3.18 : MgSO₄, 7.17 : ZnCO₃, 0.11 : MnSO₄ · 4~5H₂O, 0.12 : CuSO₄ · 5H₂O, 0.03 : KI, 0.01.

^c Vitamin mixture (mg/100g mixture) retinol acetate (500000 IU), 100.0 : calciferol (40000000IU), 0.25 : tocopherol acetate, 500.0 : menadione, 520.0 : thiamine HCl, 120.0 : riboflavin, 400.0 : pyridoxine HCl, 80.0 : cobalamine, 0.05 : ascorbic acid, 3000.0 : biotin, 2.0 : folic acid, 20.0 : calcium pantothenic acid, 500.0 : paraaminobenzoic acid, 500.0 : nicotinic acid, 600.0 : inositol, 600.0 : choline chloride, 20000.0.

合)はオリエンタル酵母工業(株)より、コーンスターチ(アミコールC)は日澱化学(株)より、グルテン、卵白アルブミン、セルロース粉末はナカライテスク(株)より、SPIは不二製油(株)より購入し、コーンオイルは市販品(味の素社製)を用いた。

ラットは恒温恒湿(23±1℃, 60±10%)の飼育室で、金網底の個別ケージに入れ飼育した。明暗周期は12時間で行い(明8:00-20:00)、水は自由に与えた。飼料は、17:00-10:00の間に与えた。体重測定は毎日10:00に飼料を取り除いた後ただちに行った。

2) 解剖と肝の処理

飼育最終日の10:00に飼料を取り除き、体重測定を行った後、12:00-14:00の間にエーテル麻酔下でラットの肝臓を0.1mM EDTA · 2Naを含む0.25M ショ糖液で門脈より灌流し、摘出した。肝臓の湿重量測定後、一部を計り採り、4倍量の0.1mM EDTA · 2Naを含む0.25M ショ糖液を加えポッター型テフロンホモ

ジナイザーを用いてホモジナイズした。この肝ホモジネートを超遠心分離(105,000×g, 60分間, 2℃)し、上清と沈殿に分離した。上清はサイトソール画分として酵素活性測定まで-80℃で保存した。沈殿は、凍結(-20℃)融解(37℃)後、蒸留水を加え再度ホモジナイズした。ホモジネートを超遠心分離(105,000×g, 60分間, 2℃)し、得られた上清をリソソーム画分として酵素活性測定まで-80℃で保存した。また、肝臓の一部を別に計り採り、DNA, RNA, タンパク質の測定まで-80℃で保存した。

3) 酵素活性の測定

リソソーム画分のカテプシンB, H, L活性は基質としてそれぞれN-Benzoyloxycarbonyl-L-arginyl-L-arginine 4-methylcoumaryl-7-amide(Z-Arg-Arg-MCA), L-Arginine 4-methylcoumaryl-7-amide(Arg-MCA), N-Benzoyloxycarbonyl-L-phenylalanyl-L-arginine 4-methylcoumaryl-7-amide(Z-Phe-Arg-

MCA) (ペプチド研究所 K.K.より購入) を用いる蛍光光度法⁹⁾で測定した。すなわち、0.1% Brij-35 で希釈した酵素液 1.0 ml に 8 mM ジチオスレイトールと 4 mM EDTA \cdot 2 Na を含む緩衝液 0.5 ml (B の場合は 0.4 M KH_2PO_4 -0.4 M Na_2HPO_4 , pH 6.0, H の場合は 0.4 M KH_2PO_4 -0.4 M Na_2HPO_4 , pH 6.5, L の場合は 0.4 M 酢酸ナトリウム緩衝液, pH 5.5) を加え、さらに 20 μM 基質溶液 0.5 ml を添加し反応を開始した。37°C、10 分間の反応後、2.0 ml の反応停止液 (100 mM モノクロル酢酸を含む 30 mM 酢酸ナトリウム緩衝液, pH 4.3) を加え反応を停止させた。反応混合液の蛍光強度を励起波長 370 nm, 蛍光波長 460 nm で測定した。なお、0.5 μM 7-Amino-4-methylcoumarin(AMC) を標準として 100% 蛍光強度に合わせた。酵素活性は、1 分間に 1 μmole の AMC を遊離する酵素量を 1 単位 (Unit) と定義した。

リソソーム画分のカテプシン D 活性は、Takahashi と Tang⁷⁾の方法に従って測定した。すなわち、リソソーム画分 0.2 ml に 0.25 M ギ酸ナトリウム緩衝液, pH 3.2 を 1.8 ml 加えた後、5% ヘモグロビン (Difco 社製) 水溶液 0.5 ml を加え、37°C で 30 分間インキュベーションした。10% トリクロル酢酸 2.0 ml を加え反応を停止させた後、東洋濾紙 No.5 C で濾過し、濾液の 280 nm での吸光度を測定した。酵素活性は、1 分間に濾液の 280 nm での吸光度を 0.001 増加させる酵素量を 1 単位 (unit) とした。

サイトソーム画分のプロテアーゼ活性は、基質として *N*-*t*-Butyloxycarbonyl-L-phenylalanyl-L-seryl-L-arginine 4-methylcoumaryl-7-amide (Boc-Phe-Ser-Arg-MCA) (ペプチド研究所 K.K.より購入)、緩衝液として 20 mM 塩化カルシウムを含む 0.2 M トリス塩酸, pH 8.0, 反応停止液として 10% 酢酸、さらに酵素反応時間を 60 分間とした以外はカテプシン B, H, L の場合と同様にして測定した。

なお、リソソーム画分のカテプシン活性を補正するため、サイトソームとリソソーム画分の酸性ホスファターゼ活性を Torriani⁸⁾の方法で測定した。各酵素活性は、いずれも酵素量と反応速度が比例関係にある範囲内で測定した。

4) 核酸、タンパク質の定量

秤量後凍結保存しておいた肝臓に 4 倍量の蒸留水を加えてホモジナイズし、肝ホモジネートを作成した。肝ホモジネートより、RNA, DNA の分離には Schmidt-Thannhauser-Schneider 法⁹⁾を用い、RNA の定量にはオルシノール法¹⁰⁾、DNA の定量にはバートンの変法¹¹⁾を使用した。なお、それぞれの標準として、イースト由来の RNA (Sigma 社)、牛の胸腺由来の DNA (Cooper 社) を用いた。

肝タンパク質の調製は、肝ホモジネート 100 μl に 10% トリクロル酢酸 3.0 ml を加え遠心分離 (2000 $\times g$ 、

10 分間) することにより行なった。生じた沈殿に再度同様の操作を行ない、得られた沈殿を 0.1 N 水酸化ナトリウム溶液で溶解後、25 ml に定容した。タンパク質の定量には、Lowry らの方法¹²⁾を用い、標準としては牛血清アルブミンを使用した。

5) 統計処理

データは、一元配置の分散分析法によって分析し、各区の平均値間の差は Duncan の検定法¹³⁾で調べた。5% 以下の危険率で有意となるものを有意差ありと判定した。

III 実験結果

1) 体重増加量、飼料摂取量

21 日間の飼育をとおしてのラットの平均体重増加曲線を Fig. 1 に示す。アルブミン食のラットが最も順調な成長を示し、つづいてカゼイン、SPI の順となった。一方、グルテン区では飼育の最初の 2 日間で僅かに体重を減少させ、それ以降は停滞傾向を示した。また、ゼイン食のラットは飼育期間をとおして体重を減少させた。

各食餌区の 21 日間の体重増加量と飼料摂取量については Table 2 に示してある。体重増加は、アルブミン、カゼイン、SPI、グルテン、ゼインの順であり、前 3 者

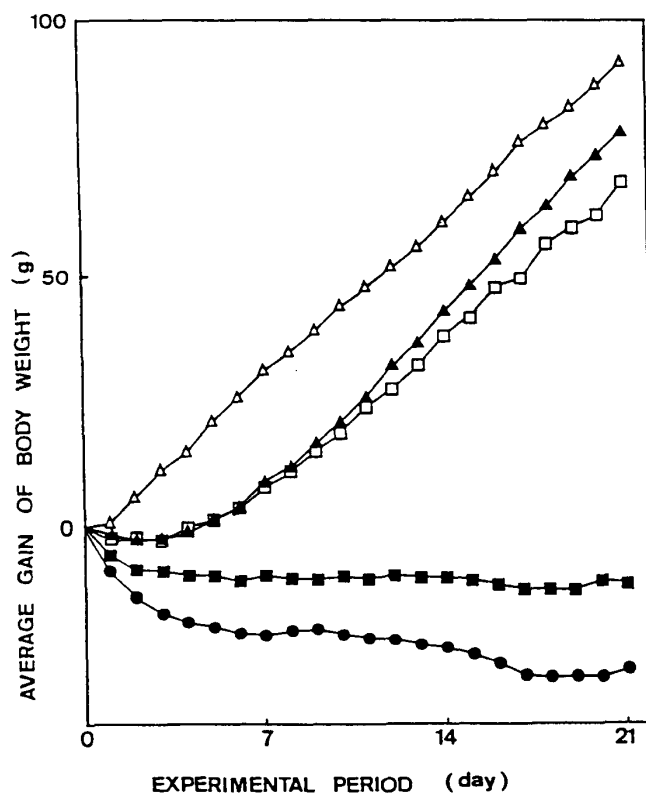


Fig. 1 Growth curves of rats fed the experimental diets.

△—△, 10% albumin-diet group; ▲—▲, 10% casein-diet group; □—□, 10% SPI-diet group; ■—■, 10% gluten-diet group; ●—●, 10% zein-diet group.

Table 2. Body-weight gain and food intake of rats fed experimental diets for 21 days.

Group	casein	gluten	zein	albumin	SPI
Body-weight gain(g)	77.3±8.7 ^a	-11.4±1.2 ^b	-28.9±2.2 ^b	91.0±6.8 ^a	68.2±8.2 ^a
Food intake (g)	317.8±29.2 ^a	187.6±13.9 ^b	150.9±14.3 ^b	320.1±14.1 ^a	334.0±13.9 ^a

Values represent mean±SEM of 5 rats per group.

Values with different superscripts are significantly different (p<0.05).

が体重を増加させたのに対し、後者の2つは初体重を維持することができなかった。なお、前3者間および後2者間には有意差は認められなかったが、前3者と後2者の間には有意な違いを示した。飼料摂取量では、体重の減少したグルテン、ゼイン区の値が、体重の増加したアルブミン、カゼイン、SPI区の値の約半分となった。

2) 肝臓の重量と肝タンパク質, DNA, RNA 量

Table 3に各食餌区の肝湿重量と肝タンパク質,

DNA, RNA 量を示す。肝湿重量は、アルブミン、カゼイン、SPI、ゼイン、グルテンの順で、前3者については体重増加量と同様の順序であったが、後2者については体重増加量と逆の順序であった。一方、肝総タンパク質量と総RNA量については、体重増加量と同様の順序であり、有意差検定の結果も全く同じであった。また、総DNA量については各区に有意差は見られなかった。

Table 3. Liver weight and hepatic protein, DNA, and RNA contents of rats fed experimental diets

Group	casein	gluten	zein	albumin	SPI
Liver weight (g)	6.85±0.47 ^{a,c}	3.85±0.15 ^b	4.30±0.36 ^b	8.02±0.48 ^a	5.91±0.18 ^c
Protein mg	1100.3±79.2 ^a	654.1±43.3 ^b	599.5±59.2 ^b	1224.9±87.1 ^a	1019.3±66.6 ^a
mg/g liver	160.9±4.8 ^{a,b}	169.4±6.7 ^{a,b}	139.9±9.4 ^a	152.9±5.6 ^{a,b}	172.3±8.5 ^b
DNA mg	17.54±2.14	13.02±0.60	15.06±1.02	18.54±1.82	16.74±0.47
mg/g liver	2.61±0.36 ^{a,c}	3.39±0.10 ^{b,c}	3.54±0.19 ^b	2.31±0.16 ^a	2.84±0.03 ^{a,b}
RNA mg	84.80±7.62 ^a	51.56±2.12 ^b	38.96±4.26 ^b	96.58±6.16 ^a	77.32±2.99 ^a
mg/g liver	12.38±0.63 ^a	13.40±0.38 ^a	9.08±0.68 ^b	12.06±0.34 ^a	13.08±0.28 ^a

Values represent mean±SEM of 5 rats per group.

Values with different superscripts are significantly different (p<0.05).

3) カテプシン活性

Z-Arg-Arg-MCA, Arg-MCA, Z-Phe-Arg-MCAを基質に用いて測定した肝カテプシン活性を、それぞれFig. 2, 3及び4に示す。これらはそれぞれカテプシンB, H, Lの活性に対応するが、Z-Arg-Arg-MCAがカテプシンBに対する特異的基質なのに対し、Arg-MCAやZ-Phe-Arg-MCAは特異性に劣り、特にZ-Phe-Arg-MCAはカテプシンBの良好な基質でもあ

る⁶⁾。したがってFig. 4の結果は、少なくともカテプシンL活性にカテプシンB活性を加えたものとして評価する必要がある。また、Fig. 5はヘモグロビンを基質に用いて測定した肝カテプシンDの活性を示している。

Fig. 2に示されるように、Z-Arg-Arg-MCA分解活性(カテプシンB活性)は、総活性で見ると、カゼイン区が最も高く、つづいてアルブミン、SPI、グルテン、ゼインの順となった。しかしながら前3者間および後

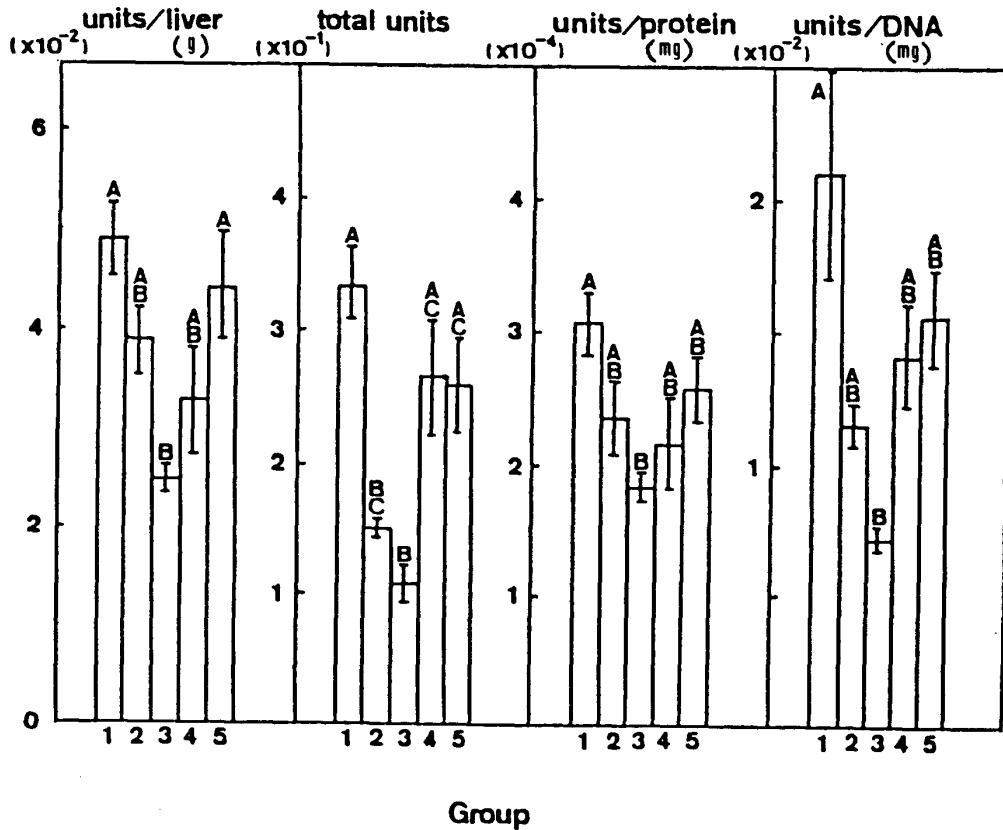


Fig. 3 The level of Arg-MCA hydrolytic (cathepsin H) activity in lysosomal fraction of rat livers. 1, casein group; 2, gluten group; 3, zein group; 4, albumin group; 5, SPI group. Values represent mean \pm SEM of 5 rats per group. Values with different capital letters are significantly different ($p < 0.05$).

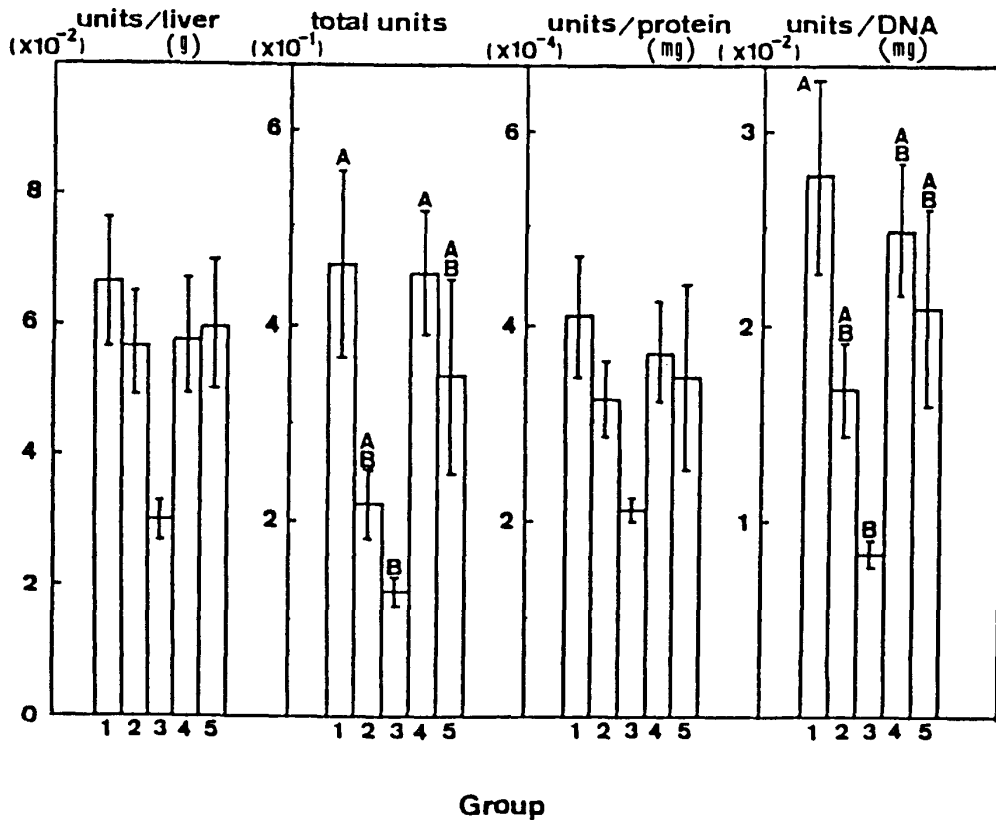


Fig. 2 The level of Z-Arg-Arg-MCA hydrolytic (cathepsin B) activity in lysosomal fraction of rat livers. 1, casein group; 2, gluten group; 3, zein group; 4, albumin group; 5, SPI group. Values represent mean \pm SEM of 5 rats per group. Values with different capital letters are significantly different ($p < 0.05$).

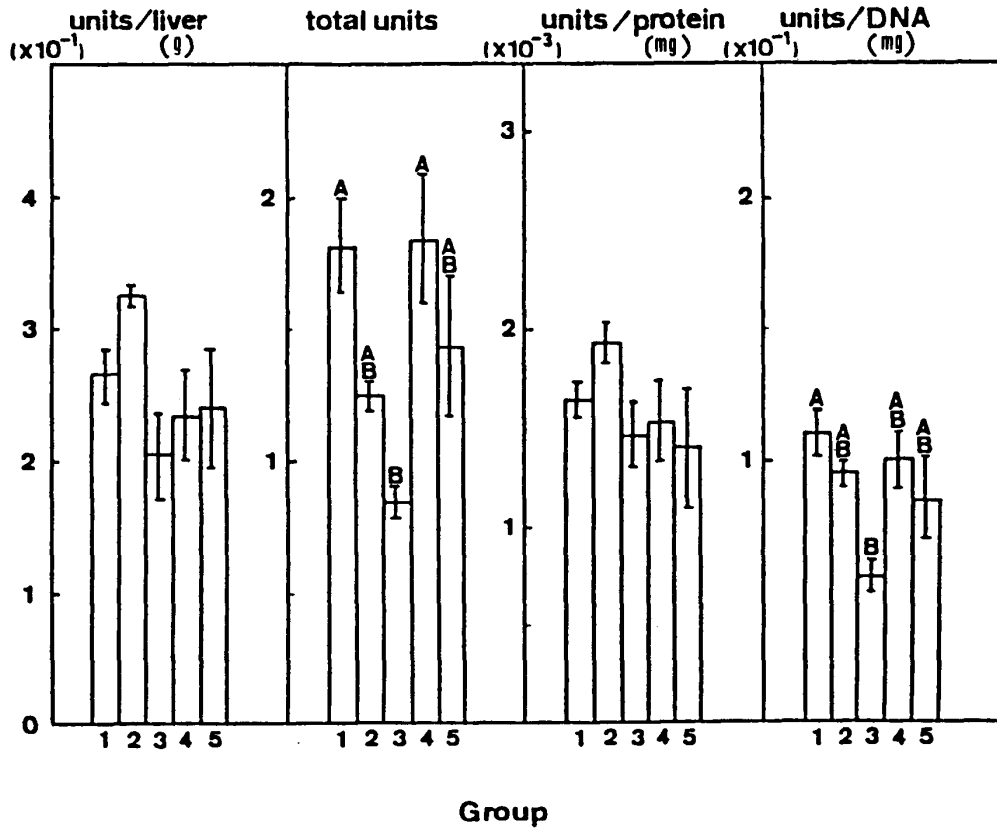


Fig. 4 The level of Z-Phe-Arg-MCA hydrolytic (cathepsin B+L) activity in lysosomal fraction of rat livers. 1, casein group; 2, gluten group; 3, zein group; 4, albumin group; 5, SPI group. Values represent mean ± SEM of 5 rats per group. Values with different capital letters are significantly different (p < 0.05).

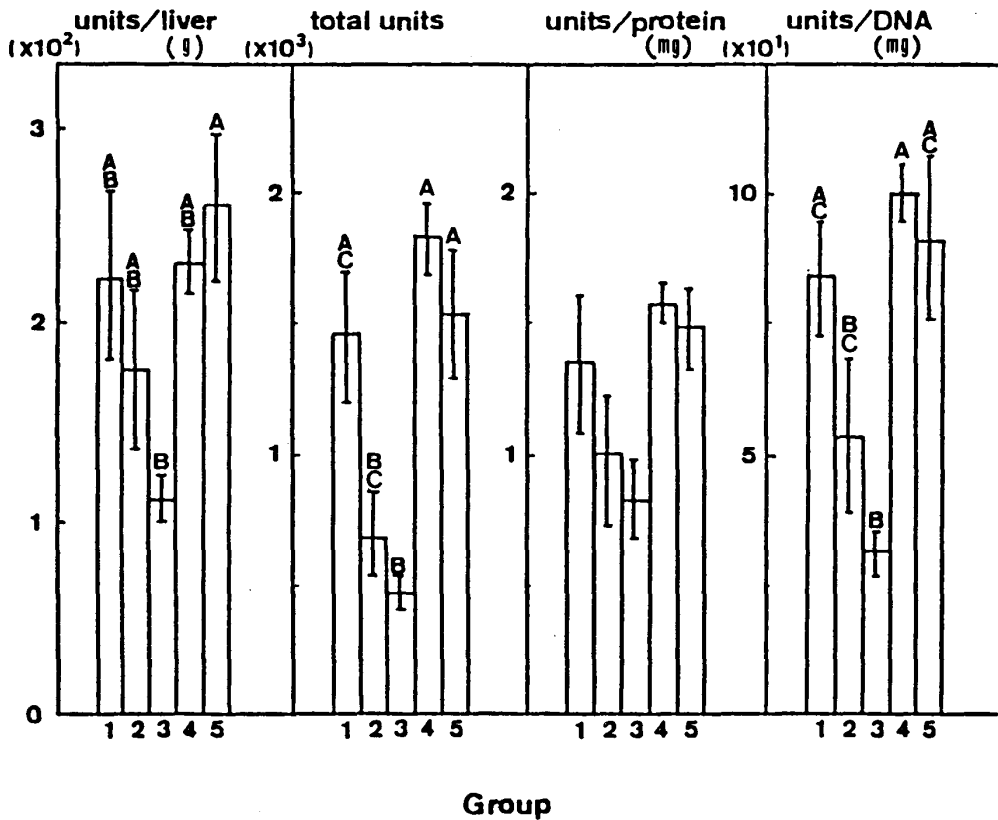


Fig. 5 The level of cathepsin D activity in lysosomal fraction of rat livers. 1, casein group; 2, gluten group; 3, zein group; 4, albumin group; 5, SPI group. Values represent mean ± SEM of 5 rats per group. Values with different capital letters are significantly different (p < 0.05).

2者間には有意差は認められなかった。肝1g当り、肝タンパク質1mg当り、さらにDNA1mg当りの活性については、ゼイン区がやはり最も低かったが、他の4区については有意な差は認められなかった。

Arg-MCA分解活性(カテプシンH活性)(Fig. 3)もZ-Arg-Arg-MCA分解活性と同様の傾向を示した。すなわち、総活性やDNA当りの活性は、カゼイン、アルブミン、SPI区で高く、グルテンやゼイン区で低かった。

Fig. 4に示されるZ-Phe-Arg-MCA分解活性については、ほとんどArg-MCA分解活性の傾向と同じであった。しかしながら、肝1g当りと肝タンパク質1mg当りの活性については、Fig. 3に見られる以上に差が認められなかった。

カテプシンD活性(Fig. 5)に関しては、カテプシン

B活性と似た傾向を示した。特に総活性については、アルブミン、SPI、カゼイン区で高く、グルテン、ゼイン区で低いという二極性が比較的顕著に認められた。

4) 肝サイトソールのプロテアーゼ活性

肝サイトソールのBoc-Phe-Ser-Arg-MCA分解活性をFig. 6に示す。総活性においては、カテプシン活性と同様にアルブミン、カゼイン、SPI区で高い活性を示し、グルテン、ゼイン区で低い活性を示した。また、アルブミン、カゼイン区とグルテン、ゼイン区の間には有意差が認められた。この結果はDNA1mg当りの活性でも全く同様に見られた。肝1g当り、肝タンパク質1mg当りの活性でも似た傾向が認められたが、各区間に明確な有意差は存在しなかった。

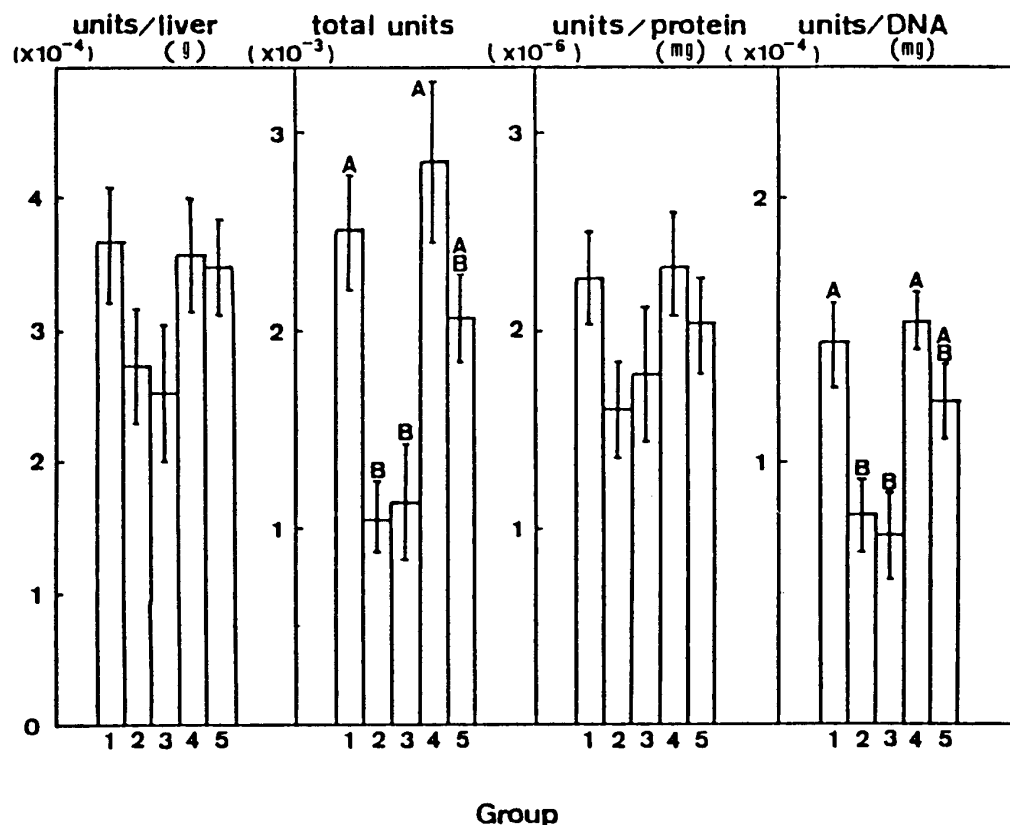


Fig. 6 The level of Boc-Phe-Ser-Arg-MCA hydrolytic activity in cytosol fraction of rat livers.

1, casein group; 2, gluten group; 3, zein group; 4, albumin group; 5, SPI group. Values represent mean \pm SEM of 5 rats per group. Values with different capital letters are significantly different ($p < 0.05$).

IV 考 察

5種類のタンパク質源、アルブミン、カゼイン、SPI、グルテン、ゼインを飼料中10%レベルでラットに与えた時、その生育は明らかにタンパク質の栄養価を反映していた。すなわち、アルブミン区は最も成長が良く、つづいてカゼイン、SPIの順であった。一方、グルテン区では若干初体重を減少させたまま体重増加は停止しつづけた。成長期における体重増加は、通常その大部分が体内へのタンパク質の蓄積に起因すること、また

体内タンパク質の蓄積量(タンパク質のプール量)は、タンパク質合成速度と分解速度の差の結果として生じることから¹⁴⁾、アルブミン、カゼイン、SPIを摂取したラットでは、タンパク質合成速度が分解速度を上回っており、グルテンを摂取したラットでは合成と分解がほぼつり合っているか又は若干分解速度が上回っており、さらにゼイン食のラットでは分解が合成を上回っていると言える。

タンパク質の栄養価は肝臓の種々のパラメーターを

測定することによっても評価できる。たとえば、肝タンパク質増加量や肝キサンチンオキシダーゼ活性度などが代表的なものである^{15,16)}。本実験においても、肝タンパク質の総量は、アルブミン、カゼイン、SPI、グルテン、ゼイン区の順であり、成長速度と対応していた。なお、肝湿重量についても、肝タンパク質量と当然対応するはずであり、事実、アルブミン、カゼイン、SPIの順は対応していた。しかしながら、体重が最も減少し、肝タンパク質量も少ないゼイン区の方がグルテン区よりも肝湿重量は大きいという逆転も見られた。この点については、著しい低栄養価のゼイン食により、脂肪肝が発生した可能性も考えられる。

肝臓におけるリボゾーム RNA 含量は、一般にタンパク質合成速度と関連している。また RNA/DNA 比もタンパク質合成速度の良い指標となる¹⁷⁾。本実験では、肝総 DNA 量が各区間で有意差がなく、ほとんど同じ値であるため、肝総 RNA 量が RNA/DNA 比と同じ意味を有している。肝総 RNA 量は、体重増加量や肝総タンパク質量と同じく、アルブミン、カゼイン、SPI、グルテン、ゼインの順であった。したがって、肝タンパク質の合成速度も栄養価の高いタンパク質を摂取したラットで高いことが示唆される。

ところで、肝タンパク質の分解速度に関してはいかなるパラメーターが良い指標となるのであろうか。筋肉タンパク質の分解に関しては、尿中 3-メチルヒスチジン量からその速度を推定することができる¹⁸⁾。しかしながら、肝タンパク質分解については、その様な物質は知られていない。さらに肝臓は、肝固有タンパク質の合成分解のみでなく、血清タンパク質などの合成分解にも当っており、問題はより複雑である。本実験では細胞内タンパク質分解に寄与するリソソーム内カテプシン、およびサイトソール内プロテアーゼ活性を測定してみた。もちろんこれらの酵素活性の高低が肝タンパク質分解速度を反映していると言うことはできない。in vitro の系では、基質が大過剰の場合、反応速度が酵素量に比例することは自明の理であるが、in vivo の系では種々の要因により問題はそう単純ではないからである。しかしながら、酵素合成量の調節により代謝を制御している例もあり、また摂取栄養素の変動に伴う肝プロテアーゼ活性又は酵素量の変化についてもあまり知られておらず、その点では興味ある問題であると考えられる。

肝カテプシン活性およびサイトソールプロテアーゼ活性とも、本実験においては、その総活性は概して栄養価の高いタンパク質で飼育されたラットにおいて高いという結果が得られた。in vitro の測定であるため、活性の高低はほぼ酵素タンパク質量の大小と同義と考えて良いと思われる(もちろん、in vivo で全酵素が働いているか否かは別問題である)。これは、肝総タンパク質量や体重増加量の結果とほぼ同様と言える。すな

わち、プロテアーゼ酵素量自体も単に合成と分解の差としてのプール量を反映しているに過ぎないということである。しかしながら、肝タンパク質量や体重増加量においては、有意差は認められなかったものの、各区の値は明確に摂取タンパク質の栄養価を反映した順序をとったのに対し、プロテアーゼ活性に関しては、酵素の種類によりその活性の高低の順はまちまちであり、決ずしも栄養価を反映した順序をとらなかった。つまり、酵素活性レベルは、栄養価を最も良く反映する体重増加量と厳密な相関を決ずしも示さなかったということである。これが単に活性測定の際のばらつきによるものなのか、または意味のあるものなのかについては今後の問題であろう。さらに、本実験で得られた結果、すなわち、“肝プロテアーゼレベルは栄養価の高いタンパク質で飼育されたラットにおいて高い”は、体重を増加させたアルブミン、カゼイン、SPI 区と初体重を維持できなかったグルテン、ゼイン区との違いのみを示している可能性もある。両群間には飼料摂取量に明確な有意差もあり、この点を考慮することも重要であると考えられる。

V 要 約

タンパク質レベル 10%、タンパク質源として卵白アルブミン、カゼイン、SPI、グルテン、ゼインの 5 種を用いる飼料を幼ラットに 21 日間与え、体重増加量、肝タンパク質、DNA、RNA 含量、さらに肝臓のプロテアーゼ活性レベルを調べた。

21 日間の飼育において、アルブミン区が最も良く成長し、つづいてカゼイン、SPI 区の順であった。一方、グルテンおよびゼイン区では初体重を維持することができなかった。肝臓の総タンパク質量、総 RNA 量については、アルブミン区が最大値を示し、つづいてカゼイン、SPI、グルテン、ゼイン区の順となった。肝総 DNA 量は、各区間に有意差は認められなかった。肝リソソーム画分のカテプシン活性レベルは、アルブミン、カゼイン、SPI 区で高く、グルテン、ゼイン区で低い傾向が見られた。同様の傾向が肝サイトソール画分のプロテアーゼ活性でも観察された。

これらの結果より、肝臓のプロテアーゼ活性レベルは異なる生理的条件下で変化すること、すなわち、概して、栄養価の高いタンパク質で飼育したラットの活性レベルの方が低栄養価のタンパク質で飼育したものより高くなることが示唆された。しかしながら、活性レベルと栄養価を反映する体重増加量の間には決ずしも明確な相関は見られなかった。

引用文献

- 1) 吉田 昭：医化学実験法講座 2 B 「代謝および酵素 II」, 和田 博編, p. 331 (1972), 中山書店, 東京。

- 2) A.L. Goldberg and A.C. St. John: *Ann. Rev. Biochem.*, **45**, 747 (1976).
- 3) 勝沼信彦：生化学, **55**, 77 (1983).
- 4) S. Ohno, Y. Emori, S. Imajoh, H. Kawasaki, M. Kisaragi, and K. Suzuki: *Nature*, **312**, 566(1984).
- 5) 田中啓二：蛋白質核酸酵素, **32**, 956 (1987).
- 6) A.J. Barrett and H. Kirschke: *Methods in Enzymology*(ed. by L. Lorand),vol. 80, p. 535 (1981),Academic Press, New York.
- 7) T. Takahashi and J. Tang: *Methods in Enzymology*(ed. by L. Lorand),vol. 80, p. 565 (1981), Academic Press, New York.
- 8) A. Torriani: *Biochim. Biophys. Acta*, **38**, 460 (1960).
- 9) W.C. Schneider: *J. Biol. Chem.*, **164**, 747(1946).
- 10) W. Meibaum: *Z. physiol. Chem.*, **258**, 117(1939).
- 11) K. Burton: *Biochem. J.*, **62**, 315 (1956).
- 12) O.H. Lowry, N.J. Rosebrough, A.L. Farr, and R. J. Randall: *J. Biol. Chem.*, **193**, 265 (1951).
- 13) 石居 進：BASICによる統計処理, p. 133(1983), 培風館, 東京.
- 14) 船引龍平：生化学, **58**, 1150 (1986).
- 15) H.C. Harrison, C.N.H. Long : *J. Biol. Chem.*, **161**, 545 (1945).
- 16) K. Muramatsu and K. Ashida: *Agric. Biol. Chem.*, **26**, 25 (1962).
- 17) 内藤 博：栄養生化学, p. 114 (1979), 裳華房, 東京.
- 18) 西沢直行：栄食誌, **36**, 409 (1983).