Charles River CD ラットおよび Fischer ラットにおけるたん白質の利用率

水谷 令子*, 芦田 淳**

* 愛知大学短期大学部

** 椋山女学園大学家政学部栄養化学研究室

Protein Utilization in Charles River CD Rats and Fischer Rats

Reiko MIZUTANI,* Kiyoshi ASHIDA**

* Junior College, Aichi University, Toyohashi, Aichi

** Department of Food Science, College of Home Economics,
Sugiyama-Jogakuen University, Chikusa-ku, Nagoya

Efficiency of protein utilization was studied in growing rats of the Charles River CD strain and Fischer strain. Biological value, NPR and $(A/U) \times I_p$ were used as criterion of efficiency of protein utilization in the rats of both strains fed on 10% casein diets with or without 0.3% L-methionine. On 10% casein diet, the protein utilization evaluated by biological value and $(A/U) \times I_p$ was more efficient in the Charles River CD rats than in the Fischer rats, while no significant difference in NPR was found between these strains. When supplemented with 0.3% methionine to the 10% casein diet, biological value, NPR and $(A/U) \times I_p$ increased in the rats of both strains.

In this case, the biological value in the Charles River CD rats reached almost about 100. And the extent to which NPR and $(A/U) \times I_p$ increase caused by the supplement with methionine was greater in the Charles River CD rats than in the Fischer rats.

These results indicate that efficiency of protein utilization was different between the Charles River CD rats and the Fischer rats when 10% casein diets with or without methionine were fed.

(Received March 9, 1981)

磯本¹⁾は、ラットの窒素代謝に及ぼす環境温度および遺伝的素因の影響についての研究を行なったが、そのなかで窒素摂取量に対する尿中窒素排泄量の比率が Charles River CD ラットと Fischer ラットで異なることが示された。これは、ラットの系統によってたん白質の利用率が異なる可能性を示すものと考えられる。

食品たん白質の利用率が動物の系統によって異なるかどうかの研究はきわめて少ない。Chu²⁾は、Zucker BM の obese ラットと non-obese ラットおよび Charles River CD ラットにたん白質含量の異なるグルテン、あるいはリジン添加グルテン飼料を与えて、たん白質利用率を測定したが、これら3種のラットに対するグルテン、あるいはリジン添加グルテンの利用率が差のないことを報告している。たん白質の利用率は、たん白質含量の異なる飼料を与えて、窒素摂取量に対する体水分の増加量を求め、その回帰曲線の傾きから判定した。それは、体

たん白質量が体水分量ときわめて高い相関性をもっていたからである。Dunn と Hartsok³⁾ は、obese および non-obese の Zucker ラットに $[U-^{14}C]$ アミノ酸混合物を注射して ^{14}C のゆくえを調べると同時に、尿および筋肉中の 3-メチルヒスチジン量を測定して筋肉たん白質の分解速度を調べた。その結果、成長中の obese ラットでは、lean tissue への ^{14}C -アミノ酸のとり込みは少なく、筋肉たん白質の分解速度が大きいことを報告している。Radcliffe と Webster⁴⁾ は、obese および non-obese の Zucker ラットに異なる量の種々のたん白質を与えた場合、飼料摂取量と成長に及ぼす影響を調べているが、そのなかで、窒素摂取量に対する窒素の保留量の変化は、obese と non-obese で大きな差はないように見受けられた。著者らは、Charles River CD ラットおよび Fischer ラットにカゼインあるいはメチオンin補足カゼインを与えて、これらのたん白質の利用率がラットの系統によって異なるかどうかを調べた。

* 〒440 豊橋市町畑町 1

** 〒464 名古屋市中千種区田代町瓶机 1-254

実験方法

1. 実験動物および飼育方法

4週齢の Charles River CD 系 (以下 CD ラットと記す) および Fischer 系 (以下 F ラットと記す) の雄のラット* に、到着後の安定と粉末飼料への慣れのため、4～8日間 15% カゼイン飼料を与えてのち試験飼料を与えた。用いた飼料は、10% カゼイン、メチオニン補足 10% カゼイン、および無たん白飼料で、その組成は、Table 1 のようである。1群5～6匹として7日間飼育した。実験1は、各系統のラットを無たん白飼料群、10% カゼイン群に分け、それぞれ1群5匹ずつで飼育した。実験2および3は、無たん白飼料群、10% カゼイン群および0.3% L-メチオニン補足 10% カゼイン飼料群に分け各群5匹ずつ、実験5では、1群6匹ずつ用いて前回と同様に実験を行なった。飼料摂取量ならびに体重は毎日測定した。実験最後の3日間は、ラットを代

謝ケージに移し尿と糞を採取した。飼育室の温度は23°C、湿度は55%とするよう心掛けたが、季節、天候に左右され、とくに、湿度の動きは大きかった。詳細はそれぞれの実験ごとに記載した。

2. たん白質利用率判定法

たん白質の利用率は、NPR、生物価、 $(A/U) \times I_p$ ((アラントイン/尿素) × たん白質摂取量) を用いた。NPR は、Bender と Doell の方法⁶⁾を用いた。すなわち、無たん白飼料およびたん白質10%飼料を7日間与えて、体重減少量および増加量の合計量をその間に摂取したたん白質量で除して算出した。生物価は基本的には Mitchell の方法⁷⁾で、代謝窒素および内因性窒素は無たん白飼料を与えて求めた。なお、生物価は8～10% たん白質飼料を与えていることが多く、本実験では NPR も測定するので10% たん白飼料を用いた。桐山、芦田の $(A/U) \times I_p$ を測定した。これに必要なアラントインは Young らの方法⁷⁾、尿素は Archibald の方法⁸⁾を用いて定量し、 $(A/U) \times I_p$ を求めた。

Table 1. Composition of experimental diets.
(g/100 g)

Ingredient	10% Casein diet	10% Casein supplemented with L-Methionine diet	Non-protein diet
Casein	10	10	0
L-Methionine	0	0.3	0
α -Starch	79	79	89
Corn oil	5	5	5
Mineral mix ^{a)}	5	5	5
Vitamin mix ^{b)}	0.85	0.85	0.85
Choline chloride	0.15	0.15	0.15
Retinyl acetate	180*	180*	180*
Ergocalciferol	2.5*	2.5*	2.5*

a) 5 gram of mineral mix contained (in g) CaCO_3 1.46, $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.022, KH_2PO_4 1.72, NaCl 1.25, $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.50, $\text{Fe}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.031, (in mg) CuSO_4 7.8, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 6.1, ZnCl_2 1.0, KI 0.025 and $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 0.13.

b) 0.85 gram of vitamin mix contained (in mg) thiamine HCl 0.50, riboflavin 0.50, nicotinic acid 2.50, Ca pantothenate 2.00, pyridoxine HCl 0.25, menaquinone 0.05, tetrahydropteroylglutamic acid 0.017, myoinositol 10.0, ascorbic acid 5.0, (in μg) biotin 8.5, cyanocobalamin 1.7 and (in g) lactose 0.828.

* ($\mu\text{g}/100\text{g}$)

実験結果および考察

1. 10%カゼイン飼料を与えた場合のカゼインに対する利用率

10%カゼイン飼料を与える実験を4回行ない、体重増加量、生物価、NPR、 $(A/U) \times I_p$ を測定した。

1) 体重増加量 4回行なった実験の結果は Fig. 1 のようである。実験月日、実験開始時の生後日数、初体重、7日間の体重増加量の詳細は、生物価と関連して考察するために Table 3 に記載した。同じ生後日数での体重は CD ラットは F ラットより大きかったが、ともに生後日数が2～3日変化するときの体重変化は F ラットで大きかった。すなわち、F ラットはこのあたりの週齢では成長が著しい。したがって、7日間 10% カゼイン飼料で飼育したときの体重増加量は、CD ラットのほうが大きいとはかぎらない。実験1では、CD ラットのほうが F ラットより大きく、実験2、3、では、F ラットは CD ラットより大きく、実験5では両者はほとんど変わらなかった。

2) 生物価 生物価の結果は Table 2 に示した。その実験結果を比較すると、実験1と3では、F ラットと CD ラットを用いた場合の 10% カゼインの生物価はほぼ等しく、実験2と5では F ラットより CD ラットのほうが大きくなった。4回行なった実験結果の平均値を算出すると、F ラットでは、 65.4 ± 6.2 、CD ラットでは 75.4 ± 9.8 となり、5% の危険率で CD ラットのほうが有意に高くなった。なお、F ラットおよび CD ラットそれぞれの 10% カゼインの生物価の相互の値を比較すると Table 2 のようで、F ラットでは実験5で有意に

* ラットは、日本チャールスリバー飼育所より購入した。

Fig. 1. Growth curves of F and CD rats fed a 10% casein diet and a non-protein diet.

Table 2. Biological value of casein by Fischer and CD rats fed a 10% casein diet.

	Initial age (days)	Non-protein diet				10% casein diet				Biological value
		Body weight* (g)	N-Excretion		Body weight* (g)	N-Intake (mg/3 days)	N-Excretion			
			Feces (mg/3 days)	Urine (mg/3 days)			Feces (mg/3 days)	Urine (mg/3 days)		
Fischer rats										
Exp. 1	32	49±2**	16.6±2.4	31.5± 3.9	73±3	401± 31	52.5± 2.1	148± 4	67.9±2.1 ^{a)}	
2	36~38	73±5	25.1±3.8	43.7± 4.5	108±6	605± 32	76.7±10.3	203±19	71.5±3.5 ^{b)}	
3	35	71±4	30.8±4.5	61.1± 3.0	107±6	685± 58	85.5± 9.8	274±18	66.2±3.2 ^{a)}	
5	31	54±3	19.5±2.9	39.7± 3.7	71±2	380± 39	69.2±11.2	180± 6	57.3±3.8	
CD rats										
Exp. 1	32	83±4	18.8±4.3	39.8± 7.0	122±4	519± 45	48.3± 8.8	186±14	70.2±1.3 ^{b)}	
2	32	83±3	15.7±3.1	45.8±13.0	120±8	523± 39	48.3±12.9	122±61	84.5±4.6	
3	36	89±3	27.1±6.4	88.7±18.1	122±8	562±116	58.5±16.3	264±43	66.7±6.4	
5	31	78±3	17.7±3.9	52.9±11.7	98±3	503± 75	62.4± 2.7	168±29	74.9±5.1 ^{b)}	

* The average body weights of rats during the balance period.

** Values represent the mean±S.D..

^{a)} The difference from the biological value in experiment 5 is significant ($p<0.05$).^{b)} The difference from the biological value in experiment 2 is significant ($p<0.01$).

小さくなり、CD ラットでは実験2で大きかった。CD ラットにおける実験3の平均生物価は、 66.7 ± 6.4 であるが、個々の測定値は 74.6, 59.7, 70.3, 60.6, 68.4 とばらつきが大きく、2匹のラットは、59.7, 60.6 と

低い値であった。しかし、Grubbsの方法で検定したところ $\alpha=0.05$ における棄却域以下であった。

このように10%カゼイン飼料を与えてカゼインの生物価を測定したにもかかわらず、 $\pm 10\%$ 以上の偏差を示

Table 3. The relationship between biological value and body weight gain.

	Date	Age (days)	Body weight			Biological value	Environment		
			Initial (g)	Final (g)	Gain (g)		Temper- ature (C°)	Humidity (%)	
Fischer rats									
Exp. 1	April 21 (1978)	32	56±2*	74± 3	18±3	67.9±2.1	21~23	52~60	
2*	Sep. 18 (1978)	36~38	87±6	113± 6	26±4	71.5±3.5	23~25	60~70	
3*	Feb. 4 (1979)	35	84±5	112± 6	28±3	66.2±3.2	21.5~23	48~49.5	
5	Oct. 19 (1979)	31	62±2	73± 3	11±3	57.3±3.8	20~25	50~70	
CD rats									
Exp. 1	April 21 (1978)	32	96±2	124± 4	28±5	70.2±1.3	21~23	52~60	
2*	Sep. 8 (1978)	32	99±3	123± 8	24±7	84.5±4.6	23~24	85~90	
3*	Jan. 22 (1979)	36	105±3	125±10	20±9	66.7±6.4	20.5~22.5	48.5~51.5	
5	Oct. 19 (1979)	31	89±3	101± 5	12±4	74.9±5.1	20~25	50~70	

* The experiments of F rats and CD rats were carried out in different date.

* Values represent the mean±S.D..

したので、飼育環境条件、飼育月日、実験開始時の生後日数、および体重、さらに試験期間中の体重増加量と生物価との関係を検討した (Table 3)。実験1と5ではFラットとCDラットを同時に飼育した。実験開始時の生後日数は、Fラット、CDラットともに32日 (実験1)、31日 (実験5) と、それぞれの実験で1日の違いしかなかった。それにもかかわらず、7日間の体重増加量は実験5では著しく少なかった。実験1と実験5の生物価を比較すると、実験5でFラットは67.9±2.1から57.3±3.8に減少したが、CDラットの場合には、70.2±1.3から74.9±5.1へと平均的にみると増加したように見えるが偏差が大きく有意の差はない。実験1と実験5の飼育環境を比較すると、実験1では、温度 21~23°C、湿度 52~60% であるのに対し、実験5では、温度 20~25°C、湿度 50~70% であり、実験5の環境条件の変動幅が大きかった。このことが生物価の偏差を大きくしたのかもしれない。実験全体を眺めると、Fラットの個体差はCDラットより小さかった。当研究室で行なっている他の実験でもこの傾向は観察されている。実験2と3では、FラットとCDラットを同時に飼育しなかった。ともに10~12日間のずれがあった。実験2では、飼育室の湿度がきわめて高くなった。飼育室の湿度調節は一応行なえることになっている。しかし、外気の湿度が低いときには室内の湿度を高くすることはできるが、高い湿度を下げることはむずかしいのでいたし方なかった。湿度が高いと生物価は、Fラット、CDラットともに大きくなる傾向が認められた。絶食させたときの体重低下は、高湿度で減少することを経験しているので、この点についてはさらに検討が必要であると考えている。一般

に、成長とともにたん白質の利用率は低下することが知られている。実験2および実験3をみると、CDラットの場合には確かに低下の傾向が認められた。しかし、Fラットの場合には変化が認められなかった。Heaf ら⁹⁾は、ラットの血中遊離脂肪酸には季節変動のあることを報告している。CDラットの実験3における生物価がとくに低い値を示したのは、あるいはCDラットのたん白質代謝が季節の変動を受けやすいことによるのかもかもしれない。いずれにしても、この点に関してもさらに検討が必要であると考えている。

しかし、10%カゼイン飼料をCDラットとFラットに与えた実験を4回行なった結果全体をまとめると、カゼインの生物価は、CDラットの場合にはFラットの場合より大きいことが認められた。同じ系統のラットに同じ飼料を与えてもたん白質の生物価には予想以上の開きがあることを知った。その因子については十分つかめていないが、飼育実験条件ばかりでなく、実験動物が到着するまでの条件が一定でなかった可能性があり、このことも体重変化に影響したように思われる。この影響のほうが大きいかもかもしれない。

3) NPR NPRの結果はFig. 2のようである。生物価と異なり、NPRは4回の実験で同一の傾向はみられず、全実験の平均値においてもFラットとCDラットで有意差は認められなかった。NPRは摂取たん白質に対する体重増加量を指標とするものであるから、体たん白質以外の体成分の保留量も含まれることになる。たん白質の利用率は、通常摂取たん白質の体たん白質保留に対する利用率で示すものであるから、生物価とNPRに差が生じたのは、おそらく、体たん白質以外の体成分に差

Fig. 2. NPR of casein by F and CD rats fed a 10% casein diet.

があるものと想像される。竹田ら¹⁰⁾がカゼイン含量の異なる飼料でCDラットとFラットを飼育すると、体脂質量はラットの系統およびたん白質摂取量によって異なり、10%カゼイン程度の飼料を与えた場合には、Fラットの体脂質量が多かった。このため、FラットのNPRが大きくなり、CDラットとの差が縮まったものと考えられる。

4) $(A/U) \times I_p$ 尿中に排泄される尿素に対するアラントインの比は、摂取たん白質の利用率と関係があり、桐山、芦田¹¹⁾¹²⁾は、 $(A/U) \times I_p$ (A =アラントイン, U =尿素, I_p =たん白質摂取量)が生物価、NPRなどと同様にたん白質利用率の指標になりうることを示し、LewisとSpeer¹³⁾は、尿全体を採取する必要のないこの方法が、豚へ利用するのに適していると述べている。 $(A/U) \times I_p$ を測定した結果はFig. 3のようであり、4回の実験のいずれも、CDラットで大きく、平均値は、Fラットでは、 10.1 ± 2.4 、CDラットでは、 16.7 ± 3.7 で、0.1%レベルで有意差が認められた。

以上の生物価および $(A/U) \times I_p$ から判断すると、10%カゼインに対する利用率は、FラットよりもCDラットのほうが大きい。

2. L-メチオニン補足 10% カゼイン飼料を与えた場合のメチオニン補足カゼインに対する利用率

10%カゼインにL-メチオニン0.3%を補足した実験を2回行ない、10%カゼイン飼料の場合と同様、体重曲線、生物価、NPR、 $(A/U) \times I_p$ を測定した。

1) 体重曲線 10%カゼイン飼料とL-メチオニン補足10%カゼイン飼料を与えた場合の体重曲線を示すとFig. 4のようである。Fラットの場合には、10%カゼイン飼料にメチオニンを補足したことによる体重増加量はわずかであるが、CDラットはメチオニン補足による体重増加量は大きい。

2) 生物価 生物価を測定した結果はTable 4に示した。実験2においては、メチオニン補足による生物価の上昇率に差を認めることはできなかったが、実験3では、CDラットの上昇率のほうが大きかった。しかし、

Fig. 3. $(A/U) \times I_p$ of casein by F and CD rats fed a 10% casein diet.

Fig. 4. Growth curves of F and CD rats fed a 10% casein diet with or without methionine and a non-protein diet.

実験2および3のいずれにおいても、CDラットの場合、メチオニン補足により生物価がほとんど100になることを考えると、メチオニン補足による生物価の上昇率からのみで両系統のメチオニン補足効果の大きさを比較することは適当ではない。

3) NPR NPRを測定した結果は、Fig. 5に示した。実験2および3において、FラットもCDラットもメチオニン補足によりNPRは有意に増加し、増加率は、CDラットのほうが大きかった。この結果は体重曲線から予想されるところと一致しているので、この場合には10%カゼイン飼料を与えた場合と異なり、メチオニン補足により両系統で体脂質の増加に差はないものと想像される。

Table 4. Biological value of casein supplemented with or without methionine by Fischer and CD rats.

Diet	Age (days)	Non-protein diet			10% Casein diet			Biological value		
		Body* weight (g)	N-Excretion		Body* weight (g)	N-Excretion				
			Feces (mg/3 days)	Urine (mg/3 days)		Feces (mg/3 days)	Urine (mg/3 days)			
Fischer rats										
Exp. 2	10% Casein	36~38	73±5**	25.1±3.8	43.7±4.5	108±6	605±32	76.7±10.3	203±19	71.5±3.5
	10% Casein+Met	36~38				114±7	556±10	57.9±10.1	80.5±15.4	93.0±2.9
Exp. 3	10% Casein	35	71±4	30.8±4.5	61.1±3.0	107±6	685±58	85.5±9.8	274±18	66.2±3.2
	10% Casein+Met	35				112±3	659±51	73.4±15.0	145±13	87.0±1.5
CD rats										
Exp. 2	10% Casein	32	83±3	15.7±3.1	45.8±13.0	120±8	523±39	48.3±12.9	122±61	84.5±4.6
	10% Casein+Met	32				139±11	686±120	61.9±23.4	65.9±20.4	99.7±2.5
Exp. 3	10% Casein	36	89±3	27.1±6.4	88.7±18.1	122±8	562±116	58.5±16.3	264±43	66.7±6.4
	10% Casein+Met	36				143±9	752±130	63.9±18.0	109±15	97.3±2.1

* The average body weights of rats during the balance period.

** Values represent the mean±S.D..

Table 5. $(A/U) \times I_p$ of casein by Fischer and CD rats fed a 10% casein diet supplemented with or without methionine.

Fischer rats	Diet	Age (days)	Body weight (g)	Allantoin (mg/3 days)	Urea (mg/3 days)	Protein intake (g/days)	$(A/U) \times I_p$
Exp. 2	10% Casein	36	108±6*	29.4±5.6	317±14	1.27±0.06	10.3±2.1
	10% Casein + Met	36	114±7	37.4±3.9	138±27	1.16±0.02	32.5±6.6
	10% Casein	35	107±6	36.4±3.8	393±55	1.44±0.12	13.3±1.6
	10% Casein + Met	35	112±3	38.4±6.7	136±22	1.37±0.11	41.6±6.3
CD rats	10% Casein	32	120±8	34.9±7.9	218±61	1.10±0.08	18.2±4.6
	10% Casein + Met	32	139±11	49.1±6.9	65.7±20.0	1.44±0.25	112±20
	10% Casein	34	122±8	57.6±4.9	392±83	1.17±0.23	17.4±2.8
	10% Casein + Met	34	143±9	72.0±9.3	75.3±9.9	1.58±0.28	152±29

* Values are the mean±S.D..

Fig. 5. NPR of casein supplemented with or without L-methionine by F or CD rats. Open column: NPR of casein, hatched column: NPR of casein supplemented methionine.

4) $(A/U) \times I_p$ $(A/U) \times I_p$ を測定した結果は Table 5 に示した。実験 2 および 3 において、F ラットも CD ラットもメチオニン補足により $(A/U) \times I_p$ は有意に増加し、とくに、CD ラットの場合に著しく増加した。桐山ら¹⁴⁾¹⁵⁾は、たん白質の利用率の上昇にともない、ラットの尿素排泄量が鋭敏に減少することを示したが、Brown と Cline¹⁶⁾も豚にこれを利用して追認している。したがって、 $(A/U) \times I_p$ がメチオニン補足により上昇したのは尿素排泄量の減少によるものであり、とくに、CD ラットの場合に著しい減少が示された。これは、メチオニン補足により CD ラットのたん白質利用率が上昇したことを示すものである。

10% カゼイン飼料にメチオニンを補足すると、体重曲線、NPR、 $(A/U) \times I_p$ ともに CD ラットの上昇率は F ラットより大きいことが認められ、CD ラットの場合には、生物価は 100 に近づいた。

以上の結果を総合すると、10% カゼイン飼料を与えた場合、あるいは、10% カゼイン飼料にメチオニンを補足した場合、ともに CD ラットのたん白質利用率は F ラットより大きいことが認められた。このことは、ラットの系統によりたん白質の利用効率が異なる可能性のあることを示すものである。

要 約

たん白質の利用率は、ラットの系統によって異なるかどうかを調べることがこの研究の目的である。F ラットおよび CD ラットに 10% カゼイン飼料およびメチオニン補足 10% カゼイン飼料を与えてたん白質の利用率を

測定した。たん白質の利用率は、生物価、NPR、 $(A/U) \times I_p$ を用いて調べた。その結果、

1) 10% カゼイン飼料を与えた場合のカゼインの利用率は、生物価、 $(A/U) \times I_p$ で比べた場合に、CD ラットでは F ラットより大きくなった。

2) 10% カゼインにメチオニンを補足した場合、CD ラットでは、生物価はほとんど 100 となった。 $(A/U) \times I_p$ は、CD ラットのほうが F ラットより著しく上昇した。

以上の結果から、10% カゼイン飼料あるいはメチオニン補足カゼイン飼料を用いた限りでは、カゼインのたん白質利用率は CD ラットでは F ラットより大きくなることを知った。

文 献

- 1) 磯本八重子, 山下かなへ, 芦田 淳: 栄養と食糧, 33, 299 (1980)
- 2) Chu, S., Samond, K.W., Seronde, J.Jr. and Hegsted, D.M.: *J. Nutr.*, 108, 567 (1978)
- 3) Dunn, M.A. and Hartsook, E.W.: *J. Nutr.*, 110, 1865 (1980)
- 4) Radcliffe, J.D. and Webster, A.J.F.: *Brit. J. Nutr.*, 41, 111 (1979)
- 5) Bender, A.E. and Doell, B.H.: *Brit. J. Nutr.*, 11, 140 (1957)
- 6) Mitchell, H.H.: *J. Biol. Chem.*, 68, 183 (1926)
- 7) Young, E.G. and Conway, C.F.: *J. Biol. Chem.*, 167, 535 (1947)
- 8) Archibald, R.M.: *J. Biol. Chem.*, 157, 507 (1945)
- 9) Heaf, D.G., Pears, D.G. and Davies, J.I.: *Brit. J. Nutr.*, 41, 183 (1979)
- 10) 竹田正恵, 芦田 淳: 未発表
- 11) 桐山修八, 芦田 淳: 生化学, 32, 185 (1960)
- 12) Kiriyaama, S. and Ashida, K.: *J. Nutr.*, 82, 127 (1964)
- 13) Lewis, A.J. and Speer, V.C.: Nutrition and Clinical Nutrition (Friendman, M. ed.: Protein Nutritional Quality of Foods and Feeds, Vol. 1), 67 (1975), Marcel Dekker, Inc. (New York)
- 14) Kiriyaama, S. and Iwao, H.: *Agr. Biol. Chem.*, 33, 1483 (1969)
- 15) Kiriyaama, S. and Iwao, H.: *Agr. Biol. Chem.*, 28, 307 (1964)
- 16) Brown, J.A. and Cline, T.R.: *J. Nutr.*, 104, 542 (1974)

(昭和 56 年 3 月 9 日受理)