成熟ラットにおける分離大豆たん白質の栄養価*

——特に制限アミノ酸の補足効果——

岩谷 昌子, 山口 迪夫, 宮崎 基嘉

国立栄養研究所 基礎栄養部

Nutritive Value of Soy Protein Isolate in Adult Rats

Especially Supplemental Effects of its Limiting Amino Acids

Masako Iwaya, Michio Yamaguchi and Motoyoshi Miyazaki

Division of Basic Nutrition, National Institute of Nutrition

This experiment was undertaken to examine whether or not the supplemental effect of methionine and threonine to soy protein isolate, which was preliminarily observed in growing rats, is also observed in adult rats.

Results were as follows. Although biological value for soy protein isolate itself was as low as 41, it improved up to 60 for that supplemented with methionine, 81 for that additionally supplemented with threonine, and 87 for that similarly supplemented with all the other essential amino acids, thus nearly attaining the value, i.e. 88, for whole egg protein. There were not statistically significant differences among the last three values.

The methionine and threonine supplements to soy protein isolate elevated serum albumin and A/G ratio and lowered urea nitrogen at a significant level as compared to the soy protein isolate group. Although this supplement did not change the total cholesterol level remarkably, it elevated the HDL cholesterol level, suggesting an improvement of cholesterol metabolism. Further supplement of all the other essential amino acids, however, did not give any appreciable changes to the above serum components.

From these results, the first limiting amino acid of soy protein isolate for adult rats was proved to be the sulfur-containing amino acid and the second one threonine.

Jap. J. Nutr., 40 (3) 155~162 (1982)

前々報¹⁾および前報²⁾では、成長期ラットにおける分離大豆たん白質と原料脱脂大豆に対する制限アミノ酸の補足効果を明らかにした。その結果、成長期ラットにおいては第1制限アミノ酸は含硫アミノ酸、第2制限アミノ酸はスレオニンであるところから、メチオニンとスレオニンを補足することにより、たん白質の栄養価ならびにたん白質と脂質代謝に改善効果が認められた。

本報においては、分離大豆たん白質へのこれら2つの必須アミノ酸の添加効果が、成熟ラットにおいてもみられるか否かを検討した。すなわち、実験1においては、成長期ラットの場合と比較する目的で、成熟ラットに対しても飼料たん白レベルを同じ10%とし、分離大豆たん白区と、これにメチオニンとスレオニンを同時に添加した区を設けて実験した。その結果、窒素(N)出納、血液成分などから両アミノ酸の補足効果が明らかに認められたので、実験2においては飼料たん白レベルを成熟ラットのたん白質栄養価測定の標準的条件である5%とし³⁾、分離大豆たん白質にメチオニン、スレオニン、その他の全必須アミノ酸混合物を順次付加的に

*: 分離大豆たん白質の栄養効果に関する研究 (第3報)

(注) 実験方法・実験結果・考察欄の本文中のアミノ酸は略号を用いた。

Table 1 Composition of experimental diets in Experiment 1
(g/100 g diet, on dry basis)

Group	Soy protein isolate (S)*	Whole egg protein	Casein
Protein source**	11.00	10.42	10.50
α -Corn starch	71.80	72.38	72.30
Soybean oil		8.00	
Cellulose powder		4.00	
Salt mix***		5.00	
Vitamin mix***		0.20	
Total		100.00	

*: The group symbol of soy protein isolate added L-Met (0.40 g/100 g diet) and L-Thr (0.24) was indicated as ST.

** : Protein level, 10% (N, 1.6%).

***: Identical with A. E. Harper's composition (1959).

添加した区を設けて実験した。

実験方法

〔実験1〕

1. 実験試料および飼料組成

分離大豆たん白質 (soy protein isolate) は前報²⁾ と同じ市販品 (フジプロ R, 不二製油株) を用いた。対照たん白質として精製全卵たん白質 (purified whole egg protein, オリエンタル酵母工業株), およびビタミンフリーカゼイン (以下, カゼイン casein, 同社) を用いた。

飼料組成は表1に示すとおりで, 各飼料中のたん白レベルは10% (Nとして1.6%) とした。分離大豆たん白質へのアミノ酸添加は, Met と Thr を同時に加え, その量はそれぞれ添加後の全体量が, NRC の成長期ラット必要量⁴⁾ を20%上回るようにした (添加量の飼料中%, L-Met : 0.40, L-Thr : 0.24)。

2. 実験動物

生後9カ月齢の Wistar 系雄ラットを用い, 分離大豆たん白区および同アミノ酸添加区は5匹, 対照たん白質の2区は4匹ずつとして実験した。実験開始時の平均体重は 550 g であった。動物は温度 22~24°C, 湿度50%前後, 12時間明暗切り替え (7:00~19:00点灯) の飼育室で個別に飼育した。

3. たん白質の栄養価測定法

予備飼育として全卵たん白飼料を4日間給与した後, 実験飼料に切り替え, 14日間の飼育を行った。実験期間の第1~4日にN出納を測定した。各区とも飼料および水は自由に摂取させた。

4. 血液成分の分析

実験飼育期間の最終日に動物を6時間 (8:00~14:00) 絶食させた後, エーテル麻酔下で心臓より採血した。1時間冷所に放置後, 2,500rpm (1,050×g) で10分間遠心分離し, 血清を採取した。血清については総たん白, アルブミン, A/G 比, クレアチニン, 尿素-N, ロイシンアミノペプチダーゼ, トリグリセリド, リン脂質, β -リボたん白, 総コレステロールおよび HDL コレステロールを分析した。分析方法は前報²⁾ と同様の方法で行った。また, 別に肝臓重量を測定した。

Table 2 Composition of experimental diets in Experiment 2
(g/100 g diet, on dry basis)

Group	Soy protein isolate (S)*	Whole egg protein
Protein source**	5.58	5.06
α -Corn starch	77.22	77.74
Soybean oil		9.00
Cellulose powder		4.00
Salt mix.***	-	5.00
Vitamin mix.***		0.20
Total	100.00	

*: The amino acid added groups of soy protein isolate with the symbols in parentheses are as follows: +Met (SM), +Met and Thr (ST), and +All essential amino acids (SE). Amounts of the added L-amino acids are as follows: Met; 0.20 (g/100 g diet), Thr; 0.14, His · HCl; 0.04, Arg · HCl; 0.06, Ile; 0.05, Leu; 0.06, Lys · HCl; 0.09, Phe; 0.07, Trp; 0.02 and Val; 0.05.

** : Protein level, 5% (N, 0.8%).

*** : Identical with A. E. Harper's composition (1959).

〔実験 2〕

1. 実験試料および飼料組成

分離大豆たん白質および対照の全卵たん白質は実験 1 と同じものを用いた。

飼料組成は表 2 に示すとおり、飼料中のたん白レベルは、成熟ラットのたん白質の栄養試験において標準化されている 5% (N として 0.8%) とした。分離大豆たん白質へのアミノ酸添加は Met (SM 区), Met+Thr (ST 区), 全必須アミノ酸 (SE 区) の各区とした。各アミノ酸の添加量は、飼料中のたん白レベルが 5% のため、前報²⁾ の添加量の 1/2 とした (添加量の飼料中%, Met : 0.20, Thr : 0.14, His · HCl : 0.04, Arg · HCl : 0.06, Ile : 0.05, Leu : 0.06, Lys · HCl : 0.09, Phe : 0.07, Trp : 0.02, Val : 0.05)。なお、これらの添加アミノ酸は全て L 型を用いた。

2. 実験動物

生後 11~12 カ月齢の Wistar 系雄ラットを用い、各区当たり 5 匹とした。実験開始時の平均体重は 570 g であった。実験動物の飼育は実験 1 と同一条件で行った。

3. たん白質の栄養価測定法

予備飼育として全卵たん白飼料を 4 日間給与した後、14 日間の実験飼育を行った。実験期間の第 1~4 日に代謝試験を行い、真の消化率 (true digestibility), 生物価 (biological value), たん白正味利用率 (net protein utilization) を測定した。これら栄養価の算定に必要な無たん白区の動物に対しては、表 2 のたん白源を α -トウモロコシでん粉で置き換えた飼料を同じく 14 日間給与した。

4. 血液成分の分析

実験 1 と全て同じ方法で分析した。

実 験 結 果

〔実験 1〕

1 日当たりの体重変化量および N 出納の結果を図 1 に示した。分離大豆たん白区は体重が若干減少し、N 出納

も -26.4 mg/日 とマイナスを示した。しかし, Met および Thr を添加することにより両者は著しく改善された。すなわち, 体重はほぼ維持され, カゼイン区と同程度の値を示し, N出納は 6.8 mg/日とプラスに傾き全卵たん白区に近似していた。なお, この値は分離大豆たん白区に対して, 5%の危険率で有意差が認められた。

血液成分および肝臓重量の値を表3に示した。ヘマトクリット, 血清総たん白, アルブミン, A/G 比, クレアチニン, 尿素-Nの各値は実験区によって大きな差異はなく, 全て

正常範囲にあると考えられた。ロイシンアミノペプチダーゼは, 両アミノ酸の添加によって著しく減少する傾向を示したが, 対照の全卵たん白区の値よりは高かった。この酵素の活性は食餌たん白質の栄養価がよいほど低下することが知られているので¹⁾²⁾⁵⁾, 分離大豆たん白質への MetとThr の添加はこの点でもたん白質の栄

Fig. 1 Body weight change (BWC) and nitrogen (N) balance of rats in Experiment 1

*: $M \pm SE$

Table 3 Blood components and liver weight of rats in Experiment 1

Group		Soy protein isolate (S)		Whole egg protein	Casein
		S	ST*		
Ht	(%)	49.2±3.0**	45.2±2.4	49.2±2.4	43.8±3.0
TP	(g/dl***)	6.8±0.1	7.1±0.2	6.8±0.3	6.7±0.2
ALB	(g/dl)	3.3±0.1	3.4±0.1	3.5±0.1	3.4±0.0
A/G		0.97±0.06	0.91±0.04	1.04±0.08 ^{b)}	1.03±0.05 ^{b)}
CRE	(mg/dl)	0.9±0.1	1.0±0.1	0.9±0.0 ^{b)}	0.8±0.1
UN	(mg/dl)	8.9±0.8	9.7±0.7	9.9±0.4	8.7±0.8
LAP	(U/l)	175±19	119±20	77±11	98±3
TG	(mg/dl)	71±10 ^{a)}	115±6	161±10	97±14 ^{a)}
PL	(mg/dl)	160±18	207±25	196±13	166±7
β-LP	(mg/dl)	16±2	23±5	26±8	15±2
T-CHO	(mg/dl)	95±11	123±16	105±11	94±8
HDL-CHO	(mg/dl)	52±5 ^{a)}	89±14	70±7	60±6
HDL-CHO/T-CHO	(%)	56±5 ^{a)}	71±4	67±3	64±4
LW	(g/100 g B. W.)	2.7±0.2	2.8±0.2	2.7±0.1	3.0±0.1

Symbols of the measured items : Ht; Hematocrit, TP; Total protein, ALB; Albumin, A/G; Albumin/globulin, CRE; Creatinine, UN; Urea nitrogen, LAP; Leucine aminopeptidase, TG; Triglycerides, β-LP; β-Lipoprotein, T-CHO; Total cholesterol, HDL-CHO; High density lipoprotein cholesterol and LW; Liver weight.

*: See Table 1.

**: Mean±SEM.

***: Serum.

a) and b): Indicate significant differences (*t* test) from the values of Group ST at *p* < 0.05 and *p* < 0.1, respectively.

養状態を改善する可能性のあることが示された。

次に脂質成分では, Met と Thr の添加によってトリグリセリドは明らかに上昇し, リン脂質, β -リポたん白は上昇する傾向を示した。特にトリグリセリドの値は, 分離大豆たん白区およびカゼイン区の値より有意に増加した ($p < 0.05$)。これらのアミノ酸添加区の値は全卵たん白区の値に類似し, 脂質代謝が改善されたものと思われる。

また, 総コレステロール, HDL コレステロールの値は両アミノ酸の添加によって上昇し, 特に後者の場合は分離大豆たん白区に対し5%の危険率で有意差が認められた。HDL コレステロール/総コレステロールの割合からも明らかなように, 両アミノ酸の添加による総コレステロールの増加は HDL コレステロールによるものであり, LDL, VLDL などの画分はむしろ減少していることが示された。これらの値を2つの対照たん白質の場合と対比すると, 全卵たん白区の値に類似しているため, 分離大豆たん白質への両アミノ酸の添加は明らかにコレステロール代謝を改善することが認められた。

肝臓重量 (g/100 g 体重) は, カゼイン区で若干高い値が示されたほかは差異がみられなかった。

以上の結果より, 成熟ラットにおいても成長期ラットと同様に, 飼料たん白レベルが10%の場合, 分離大豆たん白質へ Met と Thr を添加することにより, たん白質・脂質代謝に改善がみられ, しかも全卵たん白質に匹敵する栄養効果を示すことが明らかにされた。

〔実験2〕

各区の体重変化量およびたん白質の栄養価を表4に示した。1日当たりの体重変化量では, 各区においてはほとんど差異はみられなかった。真の消化率は, 分離大豆たん白質のいずれの区においても98%前後の値であ

Table 4 Body weight change of rats and nutritive value of dietary proteins in Experiment 2

Group	Soy protein isolate (S)*				Whole egg protein
	S	SM	ST	SE	
Body weight change (g/day)	-1.2±0.5**	0.2±0.4	-1.4±0.5	0.6±0.3	-1.3±0.9
True digestibility (%)	100±1	96±1 ^{b)}	99±1	98±1	94±1 ^{a)}
Biological value	47±3	60±12	81±2	87±5	88±11
Net protein utilization	47±3	57±12	80±2 ^{b)}	85±5	83±11

*: Symbols: See Table 2.

** : Mean±SEM.

a) and b) : Indicate significant differences (t test) at $p < 0.05$ and $p < 0.1$, respectively, between the groups; SM from S, ST from SM, SE from ST and Whole egg protein from ST. Significant differences between the other groups were not determined.

り, 全卵たん白区の94%を上回る良好な結果を得た。

生物価は分離大豆たん白区は47と低かったが, Met の添加で60, Thr の添加で81, 全必須アミノ酸添加で87となり, アミノ酸を順次付加的に添加することにより全卵たん白区の値 (88) に匹敵する結果を得た。このうち, Met, Thr 添加区の値は分離大豆たん白区に対して5%の危険率で有意差が認められた。たん白正味利用率は生物価とほとんど同じ傾向が示された。

血液成分および肝臓重量の値を表5に示した。ヘマトクリット, 血清総たん白, アルブミン, A/G 比の各

Table 5 Blood components and liver weight of rats in Experiment 2

	Group	Soy protein isolate (S)				Whole egg protein	Non protein
		S	SM*	ST*	SE*		
Ht*	(%)	42±3**	46±4	46±2	42±2	46±1	43±2
TP	(g/dl***)	6.1±0.2	6.3±0.1	6.4±0.1	6.6±0.1	6.5±0.1	5.5±0.2
ALB	(g/dl)	3.0±0.1	3.4±0.1 ^{a)}	3.5±0.1	3.4±0.0	3.4±0.1	2.9±0.1
A/G		1.00±0.07	1.18±0.07	1.22±0.06	1.06±0.03 ^{a)}	1.10±0.06	1.13±0.05
CRE	(mg/dl)	0.7±0.0	0.7±0.0	0.6±0.0	0.7±0.0	0.6±0.0	0.6±0.0
UN	(mg/dl)	8.1±0.4	6.3±0.3 ^{a)}	5.1±0.6 ^{b)}	5.5±0.2	5.9±0.4	5.9±0.5
LAP	(U/l)	114±7	122±20	135±13	116±14	113±9	134±11
TG	(mg/dl)	107±21	131±26	90±16	141±25	93±9	75±7
PL	(mg/dl)	153±7	151±6	165±5	168±15	137±14	120±14
β-LP	(mg/dl)	20±2	50±15	21±4	31±6	25±4	18±6
T-CHO	(mg/dl)	89±10	75±3	97±4 ^{a)}	85±9	70±9 ^{a)}	63±13
HDL-CHO	(mg/dl)	36±3	35±4	46±1 ^{a)}	40±5	37±6	21±3
HDL-CHO/T-CHO (%)		42±6	47±5	47±2	47±2	52±5	35±3
LW	(g/100 g B. W.)	2.8±0.2	2.7±0.1	2.7±0.1	2.7±0.1	2.6±0.1	2.5±0.2

*: See Tables 2 and 3.

**: Mean±SEM.

***: Serum.

a) and b): See Table 4.

値は, Met の添加により著しく上昇し, 概ね全卵たん白区のレベルにまで達した。さらに, Thr を添加した場合はこれらの値はわずかに上昇し, 特にアルブミンと A/G 比では分離大豆たん白区に対して, それぞれ1%, 5%の危険率で有意差が認められた。クレアチニンは, 各区でほとんど差異はみられなかった。

尿素-N は, Met と Thr の添加で下限と考えられるまで減少を示し, 全卵たん白区のレベルより低下した点が注目される。ロイシンアミノペプチダーゼは, 各区分で著しい差異はみられなかった。

次に, 脂質代謝関連成分では, トリグリセリドはMet区および全必須アミノ酸区において有意差はないが, 高い値が示された。リン脂質は分離大豆たん白質の各区で高い値を示したが, 区間において差異はみられなかった。β-リポたん白は, Met の添加で著しく上昇し, Thr の添加および全必須アミノ酸の添加で再び低下するという特異的な変化がみられた。この点は前報²⁾の成長期ラットの実験においても同様な結果が得られた。

総コレステロールと HDL コレステロールは, いずれも Met と Thr の添加で著しく増加し, Met 区に対しては危険率5%で有意差が示された。また, 分離大豆たん白区に対しては HDL コレステロールのみが5%の危険率で有意差が示された。さらに, HDL コレステロール/総コレステロールの割合でみると, 各アミノ酸の添加区はいずれも等しい値で, 有意差はないが分離大豆たん白区よりも高い値を示した。

肝臓重量 (g/100 g 体重) では, 各区の間でほとんど差異がみられなかった。

以上の結果から, 成熟ラットにおいて, 飼料たん白レベルが5%の場合, 生物価, 血清 A/G 比, 尿素-N などの値から, 分離大豆たん白質の制限アミノ酸は含硫アミノ酸とスレオニンによって代表されること, またこれら両アミノ酸の添加によって血清 HDL コレステロールが上昇することが明らかにされた。

考 察

本実験は, 著者らが先に認めた成長期ラットにおける分離大豆たん白質に対する Met と Thr の補足効果

が成熟ラットにおいてもみられるか否かを明らかにする目的で行った。成熟ラットの NRC (1972) アミノ酸必要量パターン⁴⁾をもとに、分離大豆たん白質のアミノ酸組成から制限アミノ酸を推定すると、含硫アミノ酸が必要量の36%で第1制限アミノ酸、Ile が同じく44%で第2制限アミノ酸、ThrとVal がそれぞれ65%で第3制限アミノ酸となる。しかし、従来成熟ラットのアミノ酸必要量に関する報告は非常に少なく、NRC パターンは全面的に Bendittら⁵⁾の実験データを採用している。したがって、このパターンの細部についてはなお検討の余地があるものと思われる。そこで、今回の実験1では、まず予備的に Met と Thr を同時に添加した区のみを設けて行った。その結果、両アミノ酸の補足効果が認められたので、実験2においては飼料たん白レベルを5%にして Met, Thr およびその他の全必須アミノ酸混合物を順次付加的に添加し、分離大豆たん白質の制限アミノ酸を明らかにすることにした。

実験2の結果から明らかなように、生物価、血清 A/G 比、尿素-Nなどの値から含硫アミノ酸が第1制限アミノ酸、Thr が第2制限アミノ酸であることが示され、その他の必須アミノ酸の添加効果は特に認められなかった。また、これらアミノ酸の同時添加により、HDL コレステロールが有意に上昇したことは特に注目される。このように、必須アミノ酸の添加効果において成熟ラットと成長期ラットではほぼ同様な傾向を示したことは興味深い、個々の測定項目で増減の有無やその程度を詳しく検討すると相違する場合のあることが指摘される。

すなわち、成熟後の場合生物価が全般的に低いのは当然あるが、Met の添加によるよりも Thr の付加的添加によっていっそう上昇したのに対し、成長期の場合は Met の添加で著しく上昇し、Thr の添加でわずかに上昇し逆の関係にあることが示された。この点は NRC の成熟ラットのアミノ酸必要量パターンになお検討の余地があることを示唆する。しかし、成熟ラットの血清アルブミン、A/G比の変化では、むしろ Met 添加でより大きな上昇がみられ、成長期の場合とも異なる傾向を示している。

また、成長期では尿素-N とロイシンアミノペプチダーゼは、Met と Thr の添加でいずれも著明に減少したのに対し、成熟後では必ずしも明確でない。すなわち、たん白レベルが10%の場合は尿素-N は減少せず、ロイシンアミノペプチダーゼのみが減少傾向を示し、同じく5%の場合は逆に尿素-N が減少しロイシンアミノペプチダーゼはむしろ上昇傾向を示している。一般にたん白質代謝は成長期のほうが同化割合が高いためにたん白質代謝に関連する血清成分は食餌たん白質の影響をより鋭敏にうけやすいものと考えられる。

一方、脂質代謝に関連する血清成分では、成熟後、成長期のいずれにおいても Met の単独添加でトリグリセリドと β -リポたん白が上昇し、Thr の付加的添加で β -リポたん白は再び下降する傾向がみられ、リン脂質は著明な変化がみられないという点で共通していると考えられる。また、総コレステロールはいずれのラットでもアミノ酸添加による変化はそれほど大きくなく、HDL コレステロールおよびその総コレステロールに対する割合はともに両アミノ酸の添加で上昇する点は共通していた。しかし、この上昇割合は成長期ラットのほうが高いことが明らかである。

なお、これらたん白質の栄養価や血清成分の値を成熟ラットと成長期ラットで比較すると、全般的に成熟ラットのほうが個体間の変動幅が大きいため、変化の傾向はみられても有意差が得られない場合が多いことが指摘される。

成熟ラットにおける実験結果は、成長期ラットにおける場合より人間に対して類似性が高いと推定される。前々報¹⁾に示したように、FAO/WHO (1973) のアミノ酸必要量パターン⁷⁾をもとに推定した人間に対する分離大豆たん白質の制限アミノ酸は含硫アミノ酸が57%レベルで第1制限、Thr が68%レベルで第2制限に

なっている。また、FNB (Food and Nutrition Board, 1974) のアミノ酸必要量パターン⁸⁾に基づけば、いずれのアミノ酸も約80%となって制限度は緩和される。従来の人間による栄養試験の結果⁹⁾では、たん白質の摂取水準が低い条件(約 30 g/日, 60 kg 体重)の時は含硫アミノ酸が制限因子になり、高い条件(約 50 g/日)の時は制限因子でなくなることが示されているものの、たん白質の栄養価評定の常法に従えば人間に対してもやはり含硫アミノ酸が第1制限アミノ酸であることが結論されている。また、Thr が制限因子になるか否かについては、従来の研究報告で示されていないので今後の課題となろう。しかし、実際の食生活ではたん白質の1人1日当たりの平均摂取量は世界的にみて 50~100 g (我が国の場合は約 80 g) であるので、仮に分離大豆たん白質のみからたん白質を摂取したとしても、制限アミノ酸は計算上最低必要量近く摂取できるし、現実には他の食品たん白質から容易に補足されるため、制限アミノ酸に関して特に問題となることはないと考えられる。

要 約

本実験は、成長期ラットでみられた分離大豆たん白質に対するメチオニンとスレオニンの補足効果が、成熟ラットにおいてもみられるか否かを検討した。

その結果、生物価は分離大豆たん白質そのものでは47と低かったが、メチオニンの単独添加で60、メチオニンとスレオニンの同時添加で81、全必須アミノ酸の混合物添加で87となり、全卵たん白質の88に近似する値が得られた。後者3つの値の間には統計的な有意差は認められなかった。

血清成分では、メチオニンとスレオニンの同時添加でアルブミン、A/G 比は上昇、尿素-N は減少し、いずれも分離大豆たん白区に対して有意差が認められた。また、両アミノ酸の添加で総コレステロールの値に大きな変化がみられなかったが、HDL コレステロールは有意に上昇し、コレステロール代謝は改善されたものと推定された。これら血清成分に対して、残り全ての必須アミノ酸の添加は有意な改善効果をもたらさなかった。

以上の結果より、成熟ラットに対しても、分離大豆たん白質の第1制限アミノ酸は含硫アミノ酸、第2制限アミノ酸はスレオニンであることが明らかにされた。

文 献

- 1) 山口迪夫, 岩谷昌子, 宮崎基嘉: 栄養学雑誌, **39** (6), 275 (1981)
- 2) 岩谷昌子, 山口迪夫, 宮崎基嘉: 栄養学雑誌, **40** (1), 31 (1982)
- 3) 山口迪夫: 蛋白質, アミノ酸についての栄養実験, 細谷憲政他編「小動物を用いる栄養実験」, p. 127~152 (1980) 第一出版
- 4) National Academy of Sciences—National Research Council: Nutrient Requirements of Domestic Animals, No. 10, "Nutrient Requirements of Laboratory Animals", p. 64 (1972)
- 5) 岩谷昌子, 山口迪夫, 宮崎基嘉: 栄養学雑誌, **37** (5), 247 (1979)
- 6) Benditt, E. P., Woolridge, R. L., Steffee, C. H. and Frazier, L. E.: *J. Nutr.*, **40**, 335 (1950)
- 7) FAO/WHO: Report of a Joint FAO/WHO, *Ad. Hoc.* Expert Committee "Energy and Protein Requirements", Geneva, p. 63 (1973)
- 8) Food and Nutrition Board, Recommended Dietary Allowance, NAS/NRC, Washington, DC. (1974)
- 9) Scrimshaw, N. S. and Young, V. R.: Soy protein in adult human nutrition, a review with new data, in "Soy Protein and Human Nutrition", Wilcke, H. L. et al. ed., p. 121~148 (1979) Academic Press, New York

(受付: 昭和57年5月24日)