混合蛋白質へのアミノ酸補足効果〔Ⅱ〕 Supplemental Effect of Amino Acids to the Mixed Protein Patterning upon Average Japanese Diet. (Ⅱ)

日本食混合蛋白質への Threonine 補足効果に関する
シロネズミ実験

The Effect of Supplemental Threonine to the Proteins
in the Japanese Diet on the Rat Nutrition.

(昭和36年2月6日受理)

村田 希久 宮川 久邇子 池畑 秀夫
(Kiku Murata) (Kuniko Miyagawa) (Hideo Ikehata)
広内 満代 伏崎 峯子
(Michiyo Hirouchi) (Mineko Fushizaki)

The effect of supplements of threonine, lysine, methionine and tryptophan to the proteins of the typical Japanese diet has been studied in rats. The protein mixture consisted chiefly of rice, fish-meal, wheat and soybeans (which contributed respectively 32, 32, 18, and 8% of the total protein) with smaller amounts of dried milk, egg, beef and vegetable. As a basal diet, corn starch was added to give a protein level of 5%, and fat, minerals and vitamins were supplied to make the original foods components except the protein level.

The results of the rat experiments indicated that the supplementation of the basal diet with 0.2% DL-threonine or 0.2% each of DL-threonine and L-lysine not only showed a marked increase of growth in rats, but also overcame the damaging effect of the mixture of 0.08% or 0.2% each of DL-methionine and DL-tryptophan.

It was observed also that 0.04% L-methionine with or without 0.02% L-tryptophan, which was supposed to be the deficient amount, stimulated some growth in rats. There was no growth stimulation with 0.08% L-methionine with or without 0.04% L-tryptophan, but the addition did not exhibit a deleterious effect like that of DL-forms.

Again, it was observed that an additional supplementation of 0.2% DL-threonine to 0.08% L-methionine and 0.04% L-tryptophan showed a marked beneficial effect on the growth in rats.

著者らは前報において1954年度国民栄養調査結果による主な蛋白質源を配合した乾燥飼料を窒素（以下Nとする）0.8%レベルとした基本飼料にてシロネズミを養い、これに Methionine (Met) と Tryptophan (Try) 添加, Lysine (Lys) 添加, Lys と Threonine (Thr) 添加の実験を行なった結果、各0.2%DL-Met と DL-Try 添加ではかえって悪影響をしめし、各0.04% DL-Met, DL-Try 添加群と 0.2% L-Lys 添加群では無添加群と大差は見られず、各0.2% L-Lys と 0.2% DL-Thr 添加により著るしい効を認めた。

その後類似の飼料に対するこれら4種のアミノ酸の効について更に詳細に実験を行なった結果、本混合蛋白質への Thr 補足効果は L-Lys との協同効果というより

Thr 単独でかなりの効を奏することを認めた。また各0.08%もしくは0.2%の DL-Met, DL-Try 添加は前回の結果同様悪影響を及ぼすが、これに0.2% DL-Thr と L-Lys もしくは0.2% DL-Thr のみを補足添加する時は悪影響は完全に打消されるのみでなく、0.2%DL-Thr のみより幾分良好な結果を得た。

一方 DL-体の代りに L-体の Met や Try を用いた場合は0.08% 添加でも害をしめさず、0.04% L-Met 添加では僅かではあるが効果さえ示めた。更にこれに0.2% DL-Thr を補足する時は同じく著るしい効をしめした。

以下実験結果を報告する。

実 験 方 法

1 実験動物……SD系シロネズミ雄を用い1群6匹宛とし、実験I、II、IIIの平均動物体重は各66, 74, 62gであった。

2 飼育期間……実験I、II、IIIの飼育期間は各38, 34, 39日である。

3 飼料……1957年度国民栄養調査結果に準じて各主要食品をTable I にしめすように配合した。各食品より由来する蛋白質の配合もTable I にしめすようである。これはN2.1%なのでコンスターチでN0.8%（蛋白質5%）にし、マッカラム塩、ショートニングを加えて無機塩類、脂肪を元のレベル、即ち2.1%と3.2%に補正したものを基本飼料とした。

上記の飼料に含まれる必須アミノ酸の計算値と分析値

はTable II にしめすようである。

また飼料を与える時は之に補足アミノ酸ならびにビタミン混液を前報¹⁾にしめすように加え、添加アミノ酸によるNレベルの相異はL-Glutamine (Glu) によって同一レベルに補正した。

飼料は毎日自由食で与え、1日摂取量を明らかにした。

4 体重……1週間毎に体重を測定し、各群の平均値を求めた。

5 蛋白質効率比……毎日の飼料摂取量を明らかにした上、各群の1週間の平均摂取量を求め、その蛋白質量に対する体重増加量の比を蛋白質効率比とした。

6 肝 Xanthine Oxidase 活性(肝XOA)測定……飼育試験終了後、ネズミを断頭して直ちに肝臓を取り出し、目方を計り、前報¹⁾にしめす方法でXOAを測定した。

Table I Composition of the Mixed Diet

Constituent	Amount %	% of Total protein	g Protein/100g Diet	
			Original diet	Diluted diet
Rice	60	32	4.2	1.6
Wheat	23	18	2.3	0.9
Potatoes	4	2	0.3	0.1
Soybeans (defatted)	3	8	1.0	0.4
Fish meal	6	32	4.2	1.6
Dried milk, Egg, Beef, Vegetables	2	8	1.0	0.4
Oil	2	-	-	-
Total Diet	-	-	13.0	5.0

Based on the results of the National Nutritinoal Census (1957) of food intakes by people in Japan

Table II Essential Amino Acid Composition of the Average Japanese Diet and Provisional Protein (F.A.O.)

Amino acids	Estimated value of the mixed diet	g Amino Acid/g N			Calculated amounts to be added to diet (0.8gN/100g) %
		Calculated value of the average Japanese diet (II)	Provisional protein (I)	(II)-(I)	
Leucine	0.456	0.417	0.306	+ 0.111	-
Isoleucine	0.333	0.289	0.270	+ 0.019	-
Threonine	0.221	0.230	0.180	+ 0.050	-
Methionine	0.123	0.137	0.144	- 0.007	-
Total S-AA	0.183	0.225	0.270	- 0.045	0.04
Lysine	0.500	0.334	0.270	+ 0.064	-
Phenylalanine	0.302	0.265	0.180	+ 0.085	-
Valine	0.338	0.331	0.270	+ 0.061	-
Tryptophan	0.054	0.066	0.090	- 0.024	*0.02

* L-Tryptophan (=0.04 DL-Tryptophan)

実験結果

実験 I

混合蛋白質基本飼料への 0.2%L-Lys 添加, 0.2%DL-Thr 添加ならびに各 0.2%L-Lys, DL-Thr の同時添加によるネズミの体重増加曲線は Fig. I にしめすようで, 前報¹⁾に得た結果と同じく 0.2L-Lys 添加ではごく僅かの効が見られ, 各 0.2%L-Lys, DL-Thr 添加では著るしい生長をしめた。また 0.2%DL-Thr 単独投与でもかなりの効を奏することが本実験ならびに実験 II において観察され, 蛋白質効率比においても Table III にしめすように, 体重増加比と類似の関係にあることが見られた。

Fig I
Expt. (I) Gain in Weight of Rats
Fed on the Mixed Diet
Supplemented with Amino
Acids.

Fig II
Expt. (II) Gain in Weight of Rats Fed on the Mixed
Diet Supplemented with Amino Acids.

Table III Summary of Results
of Experiment (I)

	Basal diet	+0.2% L-Lys	+0.2% DL-Thr	+ (0.2%L-Lys + 0.2%DL-Thr)
Relative increase in weight	1	1.3	2.4	2.7
Protein efficiency ratio	1	1.2	1.7	1.7

実験 II

基本飼料へ各種アミノ酸を補足した 8 群の飼育試験による体重曲線を Fig. II に分けてしめす。この図からも明らかなように各 0.08% DL-Met と DL-Try 添加群, 各 0.2% DL-Met と DL-Try 添加群では基本食より体重増加に著るしく劣り, 蛋白質効率比と肝 XOA については Table IV にしめすようで, 蛋白質効率比も両群は基本食群よりも劣ることが観察された。これら両群に 0.2%DL-Thr を添加した場合, ならびに各 0.08% DL-Met と DL-Try 群に 0.2%DL-Thr と L-Lys を添加した場合ともに, これらの添加によって体重増加, 蛋白質効率比共にかなり上昇し, DL-Met や DL-Try の害が完全に打消されてしまっただけでなく, むしろ 0.2% DL-Thr と L-Lys 添加群や 0.2%DL-Thr 単独投与群より幾分良い傾向をしめた。

実験 III

実験 II において 0.08% DL-Met と DL-Try ならびに 0.2%DL-Met と DL-Try を N 0.8% の基本飼料に添加することによって悪影響をしめたが, Met と Try は Table II にしめしたように, 飼料中の Met や Try

Table IV Summary of Results of Experiment (II)

	① Basal Diet	+0.2%DL-Thr	+{0.08%DL-Met 0.08%DL-Try	+{0.08%DL-Met 0.08%DL-Try 0.20%DL-Thr	+{0.2%DL-Met 0.2%DL-Try	+{0.2%DL-Met 0.2%DL-Try 0.2%DL-Thr
Relative increase in weight	1	* 1.5	0.5	* 1.6	0.7	* 1.6
Protein efficiency ratio	2.0	* 2.3	1.3	* 2.5	1.7	* 2.6
Xanthine oxidase activity in liver O ₂ /d/hr/g	56.9	*62.0	55.9	*64.3	58.2	58.7

* Significant differences from ① are yes

の計算値と Provisional protein を比較しても、飼料あたり Met 0.04%、Try 0.02% 不足の勘定になる。そこでこれら不足量をそれぞれ L- 体で別々に与えた場合 (5 群と 3 群)、両者を同時に与えた場合 (7 群)、これらの倍量 0.08% L-Met と 0.04% L-Try を別々に与えた場合 (6 群と 4 群) と両者を同時に与えた場合 (8 群) について試験した結果は Fig. III (2 図に分けて示す)

ならびに Table V にしめすようで、何れにおいても実験 II におけるような害は全く見られず、0.04% L-Met 添加群 (第 5 群) と 0.04% L-Met, 0.02% L-Try 添加群 (第 7 群) では幾分補足効果をあらわした。

また DL- 体を用いても各 0.04% 程度 (第 2 群) ならば実験 II における DL- 体 0.08% 添加の場合のような悪影響をしめさなかった。

Fig III

Expt (III) Gain in Weight of Rats Fed on the Mixed Diet Supplemented with Amino Acids.

Table V Summary of Results of Experiment (III)

	① Basal diet	+ 0.04% L-Met	+ 0.08% L-Met	+ {0.04%L-Met 0.02%L-Try	+ {0.08%L-Met 0.04%L-Try	+ {0.08%L-Met 0.04%L-Try 0.20%L-Thr	+ 0.02% L-Try	+ 0.04% L-Try
Relative increase in weight	1	* 1.4	1.0	* 1.4	1.1	* 1.8	1.1	1.2
Protein efficiency ratio	1.7	* 2.1	1.5	* 2.1	1.8	* 2.2	1.9	1.8

* Significant differences from ① are yes.

尚本実験においても 0.2%DL-Thr の同時添加は動物の成長に対しても蛋白質効率においても著るしい好影響をしめした。

考 察

日本食混合蛋白質乾燥飼料を N 0.8% レベルとしてシロネズミを養う時は、同一レベルのカゼイン食に比しかなり劣ることは前報¹⁾で報告した。またこの場合に 0.2% DL-Thr と L-Lys を添加する時は著るしくシロネズミの生長を促進する事実を認めたが、今回の実験においてこの成長促進は 0.2%DL-Thr 単独添加でもかなり効がある許りでなく、DL-Thr は各 0.08% もしくは 0.2% の DL-Met と DL-Try 添加の害を打消す働きのあることを明らかにした。

一方 DL- 体の Met や Try は多少過剰でもシロネズミの生長に悪影響をおよぼすが、L体では 0.08%Met, 0.04% Try でその害は見られなかった。これらL体とDL体の動物におよぼす影響については従来多くの研究があるが、実験条件や投与量によってかなりその利用度を異にする故、この点については将来研究を要する問題であるが、Met と Try の有効量の限界はかなり狭いもののようである。

尚 Thr が本混合蛋白質飼料に対して著るしい補足効果をしめす理由については明らかでないが、低蛋白質飼料に対する栄養増進²⁾ならびに植物蛋白質を多く含む飼料への補足アミノ酸として特異的な役割を果たすものではないかと考えられる。

また本実験はシロネズミによる成長実験結果であるから、植物蛋白質を多く摂取する人の栄養に対して Thr 投与がどの程度その蛋白質栄養値の改良、増進に役立つかについても今後の研究に待たなければならない。

要 旨

1957年度国民栄養調査結果にあらわれた食品群を配合し、主な食品から由来する蛋白質の割合が米から32%、魚から32%、麦から18%、大豆から8%その他から10%という様な混合蛋白質の飼料について、そのNレベルを

0.8% になるようコンスターチでうすめ、無機塩類と脂肪は元の乾燥飼料と同じくするように補正したものを基本飼料とし、三回にわたるシロネズミ飼育試験により、L-Lys, DL-Thr, DL もしくは L体の Met と Try などの補足効果について、これらの添加レベルや組合せを変えて実験を行なった。その結果、この基本飼料への 0.2% DL-Thr 単独添加はシロネズミの成長その他にかなり著るしい効をしめし、その効は 0.2% L-Lys 同時添加により更に幾分増強された許りでなく、各 0.08% もしくは 0.2% の DL-Met と DL-Try 補足により見られた悪影響は 0.2% DL-Thr の同時添加もしくは各 0.2% DL-Thr, L-Lys の同時添加によって打消され、更に動物の成長に対して優れた結果を与えた。

また 0.08%DL-Met や DL-Try の害はL体の Met や Try では認められず、計算上不足すると考えられる量の各 0.04%DL-Met と DL-Try (0.04%L-Met, 0.02% L-Try 相当量)でも害は見られなかった許りでなく、0.04% L-Met 添加は幾分補足効果をしめした。尚本実験において多少レベルを増した 0.08% L-Met, 0.04% L-Try の添加で見られなかった効果が、これに更に 0.2% DL-Thr を補足することによって協同の効果が明らかにあらわれた。

本実験に用いた飼育動物ならびにビタミン類とアミノ酸をご提供下され、また種々ご教授をいただいた武田研究所に対し、又必須アミノ酸研究委員会委員島菌教授に対し深謝の意を表す。

(要旨の1部は第14回栄養食糧学会総会シンポジウムに、1部は第5回国際栄養学会(於 Washington D.C.)において発表)

文 献

- 1) 村田希久 宮川久邇子 池畑秀夫 松川悦子 白砂峯子, 岡照幸; 本誌, 11, 115 (1958)
- 2) 村田希久 宮川久邇子 池畑秀夫 大塚久美子; 本誌, 12, 159 (1959)

(大阪市立大学 家政学部栄養化学研究室)