

分離大豆たん白質の制限アミノ酸とその補足効果(その4)

LIMITING AMINO ACIDS OF SOY PROTEIN ISOLATE AND THEIR SUPPLEMENTARY EFFECTS (Part 4)

山口迪夫・岩谷昌子・宮崎基嘉(国立栄養研究所)

Michio YAMAGUCHI, Masako IWAYA and Motoyoshi MIYAZAKI

National Institute of Nutrition, Tokyo 162

ABSTRACT

Our previous reports demonstrated that supplementation of the limiting amino acids to soy protein isolate raised nutritive value of the protein greatly and at the same time elevated serum HDL cholesterol level suggesting an improvement of cholesterol metabolism. Although hypocholesterolemic effect of vegetable proteins, particularly soy protein, has recently been often discussed, there is no definite reason for this phenomenon. In this study, antihypercholesterolemic effect of soy protein isolate added or not their limiting amino acids and soy bean (S) foods, i.e. Kinako (roasted and ground S.), Miso (S. paste), Natto (fermented S.), Tofu (S. curd) and Moyashi (S. sprouts) was examined in SD adult rats (8 to 10 m. old) fed a cholesterol-added diet for 2 wks, using whole egg protein and casein as standard references. The diet contained 10% protein. Results showed that antihypercholesterolemic effect of the soy protein isolate and soy bean foods was not so large as has been reported. The supplementation of Met, Thr and Lys was rather effective to raise serum HDL cholesterol. Among the soybean foods, S. curd and S. sprouts indicated a higher proportion of HDL cholesterol to total cholesterol. It was suggested that the amino acid score of protein and lipid components of vegetable protein foods are much more related to improvement of cholesterol metabolism in serum.

これまでの研究¹⁻³⁾により、分離大豆たん白質は成長期ラット、成熟ラットのいずれに対しても第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、またこれら制限アミノ酸を補足することにより、たん白質の栄養価を著しく向上させるとともに、血清HDL-コレステロール代謝も改善することを明らかにした。

他方、近年になって植物たん白質、とくに大豆や大豆製品の血清コレステロール低下作用についてかなり多くの報告がなされてきた⁴⁻⁶⁾。しかし、その作用がたん白質のポリペプチド構造自体にあるのか、あるいは共存する他成分によるかは明らかにされていない。ま

た、筆者らが示したように、大豆たん白質に制限アミノ酸を補足したときにみられる血清HDL-コレステロールの上昇との関係も明らかでない。

本実験は、コレステロールを投与した成熟ラットにおいて、血清総コレステロールの上昇抑止ならびにHDL-コレステロールの低下抑止に対して分離大豆たん白質および、これに制限アミノ酸を補足した場合、さらに数種の大豆食品の影響を明らかにすることを目的とした。

実験方法

実験動物は多少とも高脂血症を誘起しやすいといわ

れるSD系の成熟雄ラットを用い、飼料中のたん白質は制限アミノ酸の影響が出にくいと考えられる10%とした。

【実験1】

動物は8ヵ月齢、平均体重約565gのものを用い、1区当たり5匹とした。試験区は分離大豆たん白自体の区(5区)と、これにMet, Met+Thr, Met+Thr+Lys

を添加した区(それぞれSM, ST, SL区)および対照として全卵たん白区、カゼイン区を設けた。実験飼料はTable 1に示すように、コレステロール0.5%とコール酸ナトリウム0.25%を添加した。予備飼育として、全卵たん白質10%、シュクロース0%とした上記実験飼料、および全卵たん白質10%、シュクロース20%とした飼料を順次4日間ずつ投与した。

Table 1. Composition of experimental diets in Exp. 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	49.00	49.58	49.50
Lard		10.00	
Sucrose		20.00	
Cellulose powder		3.25	
Salt mix***		5.00	
Vitamin mix***		1.00	
Cholesterol		0.50	
Sodium cholate		0.25	
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 +Met, Thr and Lys(SL)

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

*** Identical with AIN composition(1977)

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

Group**	Control* (C)	Egg (E)	Kinako (K)	Miso (Mi)	Natto (N)	Tofu (T)	Moyashi (Mo)
Protein source	10.9	10.9	22.2	24.9	21.0	19.3	20.0
α -Corn starch	49.9	49.1	37.8	35.1	39.0	40.7	40.0
Lard				10.00			
Sucrose				20.00			
Cellulose powder				3.25			
Salt mix***				5.00			
Vitamin mix***				1.00			
Cholesterol	—			0.50			
Sodium cholate	—			0.25			
Total				100.00			

* Protein source of this group was purified whole egg protein(Egg)

** Kinako, Roasted and ground soybean(S.); Miso, S. paste; Natto, Fermented S.; Tofu, S. curd; and Moyashi, S. sprouts.

*** Identical with AIN composition(1977)

実験飼育期間は14日とし、最初の4日間に窒素出納を測定し、期間終了後動物を6時間絶食させた後心臓より採血した。血液については血清を分離し、総コレステロール、HDL-コレステロールなどの脂質代謝に関連する成分および尿素窒素、ロイシンアミノペプチダーゼなどのたん白質代謝に関連する成分を中心に10項目測定した。分析方法は前回²⁾と同様に行った。

〔実験2〕

動物は10ヵ月齢、平均体重約600gのものをを用い、1区当たり5匹とした。試験区はコレステロールを添加した全卵たん白区(E区)と同じく大豆食品群としてきな粉、味噌(大豆)、納豆、豆腐、もやしの各区(それぞれK, Mi, N, T, Mo区)および対照としてコレステロールを添加しない全卵たん白区(C区)を設けた。各飼料組成はTable 2に示したように、たん白レベルを10%とし全体重をでん粉で調整して100%とした。予備飼育は固型飼料80、シュクロース20の割合に混合したものを5日間投与した。

実験飼育期間は14日とし、8～11日目の4日間に窒素出納を測定した。期間終了後、実験1と同様の方法で動物を処理し、血清成分11項目を測定した。

結果および考察

〔実験1〕

体重変化は各区でほとんど差異はみられなかったが、窒素出納(mg N/日)は分離大豆たん白区で低く(36.1)、各アミノ酸添加区で同程度に高く(100～110)、全卵たん白区(83.5)、カゼイン区(50.3)を上回る値を示した。

血清総たん白、アルブミン、A/G比においては各区の間にほとんど差異はみられなかった。尿素窒素は分

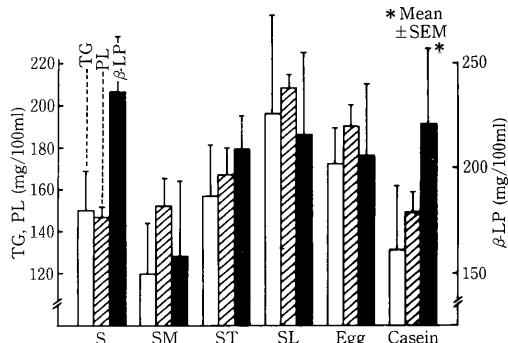


Fig. 1 Serum triglycerides (TG), phospholipids (PL) and β -lipoprotein (β -LP)

S: Soy protein isolate, SM: S+Met, ST: S+Met+Thr, SL: S+Met+Thr+Lys

離大豆たん白にMetとThrを添加することにより全卵たん白区のレベルまで低下したが、Lysの添加で上昇した。ロイシンアミノペプチダーゼにおいては規則的な変化がみられなかった。クレアチニンは分離大豆たん白区で若干高かった(1.0mg/100ml)がその他はすべて同程度(0.9mg/100ml)であった。

トリグリセライド、リン脂質、 β -リポたん白の値はFig. 1に示した。トリグリセライド、リン脂質は分離大豆たん白に各アミノ酸を添加するに従って上昇し、Lysまで添加した区では全卵たん白区を若干上回る値になった。カゼイン区はいずれの値も低い傾向を示した。 β -リポたん白は分離大豆たん白区で異常に高く、カゼイン区でもかなり高い値を示したが、その他はトリグリセライドやリン脂質とほぼ同様な変化であった。

コレステロールの値は、Fig. 2に示したように総コレステロールがカゼイン区で若干高い傾向を示した以外は相互に差異はみられなかった。これに対し、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分離大豆たん白に各アミノ酸を添加するに従って上昇し、Lysまで添加した区では全卵たん白区を上回りもっとも高い値を示した。これらの変化はおおむねリン脂質の増減と対応していた。

以上の結果より、大豆たん白質自体には血清総コレステロールの上昇抑止やHDL-コレステロールの低下抑止の作用はなく、むしろHDL-コレステロールのレベルは食餌たん白質のアミノ酸バランスがよいほど改善されることが明らかにされた。

〔実験2〕

体重変化、窒素出納においては味噌、もやしの両区でマイナスを、全卵たん白区でプラスを示したほかはおおむね平衡を維持した。

ヘマトクリットはきな粉、味噌の両区では低い傾向を示し、総たん白は味噌区でかなり低い(6.3g/100ml)

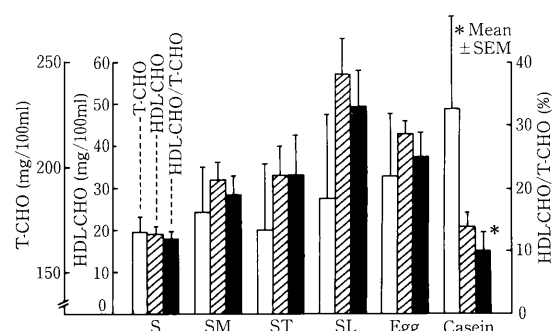


Fig. 2 Serum total cholesterol (T-CHO), HDL cholesterol (HDL-CHO) and HDL-CHO/T-CHO

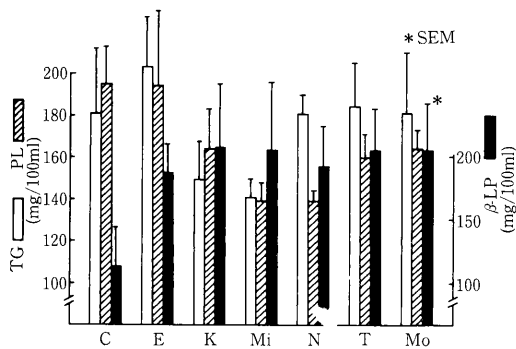


Fig. 3 Triglycerides (TG), phospholipids (PL) and β -lipoprotein (β -LP)

C : Control (Egg),

E : Egg+CHO (Cholesterol),

K : Kinako+CHO, Mi : Miso+CHO,

N : Natto+CHO, T : Tofu+CHO

ほかは正常に近い値 (6.5~7.2 g/100ml) であった。A/G比は、いずれも正常値の範囲にあった。クレアチニン、尿素窒素は各間で著しい差異はみられなかったが、ロイシンアミノペプチダーゼは味噌、納豆、もやし区で高く、全卵たん白区、豆腐区で低い値を示した。

トリグリセライド、リン脂質、 β -リポたん白の結果は Fig. 3 に示した。トリグリセライドはきな粉、味噌の両区で明らかに低値を示したが、納豆、豆腐、もやし区では高く、対照区の値を維持した。リン脂質は大豆食品の各区で低く、とくに味噌、納豆の両区は最低の値を示した。 β -リポたん白はコレステロールの添加で一様に高い値を示したが、相互にほとんど差異はみられなかった。

コレステロールの結果は Fig. 4 に示した。総コレステロールはきな粉区でもっとも高く、全卵たん白区、味噌区がこれにつぎ、納豆、豆腐、もやしの各区は同程度に低い値であった。HDL-コレステロールは大豆食品の各区が全卵たん白区よりも低かったが、そのなかであって豆腐、もやしの両区が高い傾向を示した。このように豆腐、もやしの両区は全卵たん白区にくらべ、総コレステロールの上昇抑止効果は若干高かったが、HDL-コレステロールの低下抑止効果は全卵たん白区に及ばず、総コレステロールに対する HDL-コレステロールの割合においては全卵たん白区よりも低い値を示した。

これら大豆食品の HDL-コレステロール低下抑止効果を実験 1 の分離大豆たん白質における場合と比較すると、各全卵たん白区の値に対する相対値で豆腐、もやしの両区は約 50% 高い値を示した。

以上の結果より、各大豆食品はコレステロール代謝

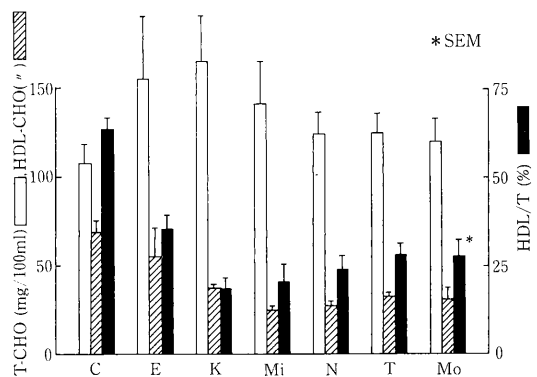


Fig. 4 Total cholesterol (T-CHO), HDL cholesterol (HDL-CHO) and HDL-CHO/T-CHO

に対してそれぞれ異なった影響を示したが、全般を通じて大豆中の脂質成分の変化あるいは変性が比較的少ないと考えられる豆腐ともやしで良好な結果が得られた。従って、大豆や大豆製品においてコレステロール低下作用があるとすれば、たん白質以外の画分、とくに脂質成分に起因する可能性のほうが強いことが示された。

文 献

- 1) 山口迪夫, 岩谷昌子, 宮崎基嘉(1980): 分離大豆たん白質の制限アミノ酸とその補足効果 (その 1). 大豆たん白質栄養研究会会誌, **1**, 10-15.
- 2) 山口迪夫, 岩谷昌子, 宮崎基嘉(1981): 分離大豆たん白質の制限アミノ酸とその補足効果 (その 2). 大豆たん白質栄養研究会会誌, **2**, 77-81.
- 3) 山口迪夫, 岩谷昌子, 宮崎基嘉(1982): 分離大豆たん白質の制限アミノ酸とその補足効果 (その 3). 大豆たん白質栄養研究会会誌, **3**, 46-49.
- 4) 山口迪夫(1980): 大豆たん白質の血中コレステロール低下作用. Carrol, K.K. *et al.* (*Am. J. Clin. Nutr.*, 1978, **31**, 1312), Sirtori, C.R. *et al.* (*Am. J. Clin. Nutr.*, 1979, **32**, 1645) 及び Liebermeister, H. and Toluipur, H. (*Dtsch. Med. Wschr.*, 1980, **105**, 333) 上記 3 論文の紹介論文. 栄養学雑誌, **38**, 230.
- 5) Carrol, K.K. (1982): Hypercholesterolemia and atherosclerosis: effects of dietary protein. *Federation Proc.* **41**, 2792-2796.
- 6) Sugano, M. (1983): Hypercholesterolemic effect of plant protein in relation to animal protein: mechanism of action, in "Animal and Vegetable Protein in Lipid Metabolism and Atherosclerosis", Alan R. Liss, Inc., New York, pp 51-84.