

分離大豆たん白質の消化過程の 特徴

COMPARISON OF THE DIGESTIVE PROCESS OF SPI WITH OTHER DIETARY PROTEINS

内藤 博・野口 忠（東京大学農学部）

Hiroshi NAITO and Tadashi NOGUCHI

Faculty of Agriculture, The University of Tokyo, Tokyo 113

ABSTRACT

Digestive process of 4 kinds of dietary proteins was followed in meal-fed rats. Rats fed casein or SPI contained smaller amounts of trichloroacetic acid soluble-amino acids in the small intestine than those fed gelatin or rice protein, 1.5 hr after the withdrawal of the diets. Rats fed a diet containing 20% rice protein contained relatively large amount of lysine in the small intestine. Furthermore, they excreted the largest amount of lysine into urine among the 6 groups of rats, suggesting the availability of lysine in rice is not so high as that in the other dietary proteins. The amino acid composition of trichloroacetic acid-soluble fraction of small intestinal contents well correlated with that of sulfosalicylic acid-soluble fraction of urine. These results show that dietary proteins are digested in various manners according to their physical and chemical properties and the characteristics of the digestive process reflects on the urinary amino acids.

食品のたん白質はその性質に応じて、それぞれ特色のある消化過程を示す。一般的には、『たん白質→高分子ペプチド→低分子ペプチド→アミノ酸→吸収』
↓
吸収→アミノ酸

門脈血』とい図式が考えられているが、種々の食品たん白質の性質によって、これらの過程がどのような速さで進行するかについての知見は乏しい。

われわれは今までの研究で、カゼインの消化過程で生成する高分子ペプチドがカルシウムの可溶化を促し、ひいては吸収を促進することを明らかにして来た^{1,2)}。この研究は消化過程で生成するペプチドが特別な生理機能をあらわすことをはじめて明らかにしたものである。

今回はこの研究をさらに発展させるため、上記の消化過程を SPI を含む 4 種の食品たん白質ならびにアミノ酸混合物について解析し、各食品たん白質が特色

のある消化の様相を示すこと、またその特徴が尿成分へも反映することを明らかにしたので報告する。

実験方法

体重90~100gの雄 Wistar 系ラット（静岡実験動物農協）を1群5匹とし、6群にわけ、20%カゼイン食を与えて時間給餌の訓練をした。2週間の訓練により、ラットは4時間の給餌時間中に6~9gの飼料を摂取するようになった。その期間に続いて1週間、Table 1 に示した6種の飼料を与え、最終日に各食餌を1時間給与し、給与をやめた後1.5時間後に、ネンブタールを腹腔内に注射して麻酔し、開腹して全小腸内容物を氷冷生理的食塩水で洗い出した。この内容物に氷冷した等容量の20%トリクロロ酢酸（TCA）を加え、ホモジナイズ後、12,000×g、20分間遠心分離し、上清を TCA 可溶部、沈殿を TCA 不溶部とした。TCA 不溶部は 6

Table 1. Composition of experimental diets

	Casein or soy protein	Rice	Gelatin	Protein-free	Amino acid
Corn starch	63.9	39.2	62.3	83.9	63.9
Soybean oil	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Cellulose powder	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Mineral mixture	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Choline chloride	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Vitamin mixture	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Protein source	20.0	44.7*	19.4	—	—
Amino acid mixture	—	—	1.6**	—	20.0***

* Rice protein concentrate: CP=45%.

** His, 0.2%; Ile, 0.2%; Leu, 0.1%; Met, 0.5%; Trp, 0.2%; Phe, 0.4%.

*** Simulated rice protein: Asp, 1.8%; Thr, 0.7%; Ser, 1.2%; Glu, 4.1%;

Pro, 1.0%; Gly, 1.3%; Ala, 0.8%; Val, 0.4%; Met, 0.3%;

Cys, 0.3%; Ile, 1.7%; Leu, 1.1%; Tyr, 1.2%; Phe, 0.6%;

Lys, 0.5%; His, 1.9%; Arg, 1.0%; Trp, 0.2% of diet,

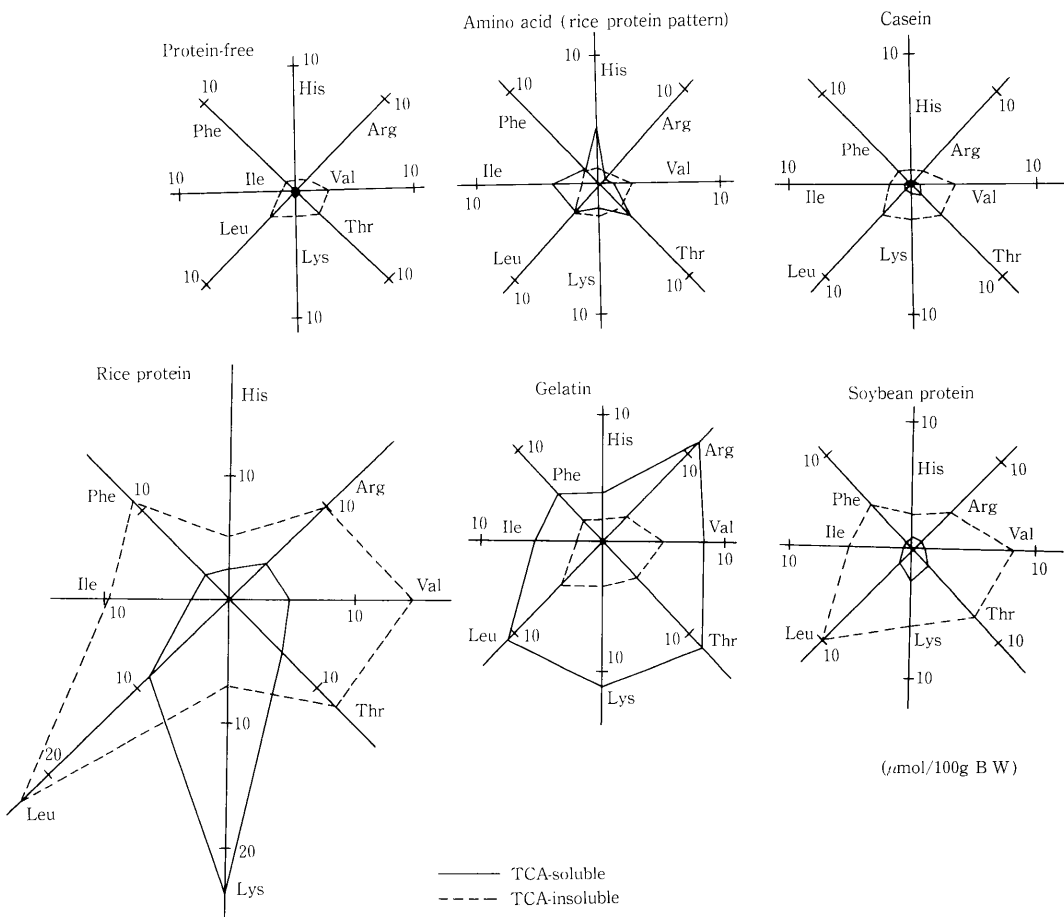


Fig. 1 Amino acid pattern of intestinal contents after feeding various protein diets to rats

N 塩酸に懸濁し、直ちに加水分解した。TCA 可溶部は Dowex 50 w×4 (H型) のカラムで脱塩し、3 N アンモニア水で溶出して、アンモニアをロータリーエポレータで除去後、一定量の水に溶解した。一部を 6 N 塩酸で加水分解してアミノ酸分析に供した。尿は屠殺前48時間、10%スルフォサリチル酸 (SSA) 中に捕集し、SSA 濃度が 2% になるように希釈後、不溶部分を遠心分離して除き、小腸内容物と同様の方法で脱塩後、加水分解してアミノ酸量を定量した。

結果と考察

Fig. 1 に飼料給与開始から2.5時間後のラット小腸内容物の TCA 可溶部と TCA 不溶部のアミノ酸の量を示した。図から明らかなように、各たん白質それぞれに特色のあるパターンを示している。すなわち、カゼインや SPI では TCA 可溶部にアミノ酸が極めて少なく、アミノ酸混合食を与えたラットにおけるよりも

少ないほどである。このことはこれらのたん白質は酸可溶性ペプチドの段階、もしくはアミノ酸の段階で小腸内に存在する時間が極めて短いことを示している。

一方 TCA 不溶部をみると、カゼイン群では無たん白食群、アミノ酸混合食群に比較しうる程度にこの画分のアミノ酸量が少なく、カゼインが消化管内ですみやかに消化されることを示している。

SPI 群ではやや TCA 不溶部のアミノ酸量が多く、米たん白群ではさらに多い。また、米たん白質やゼラチンの特色は TCA 可溶部にアミノ酸が多いことである。特に、米たん白の制限アミノ酸である Lys が TCA 可溶部に比較的多量存在することは注目し値しよう。これらの知見は米たん白質が比較的小腸内に長い時間滞留することを示唆している。一方、ゼラチンは TCA 可溶部のペプチド (もしくはアミノ酸) までは消化されやすいが、この形で小腸内に滞留している特色のあるたん白質といえよう。

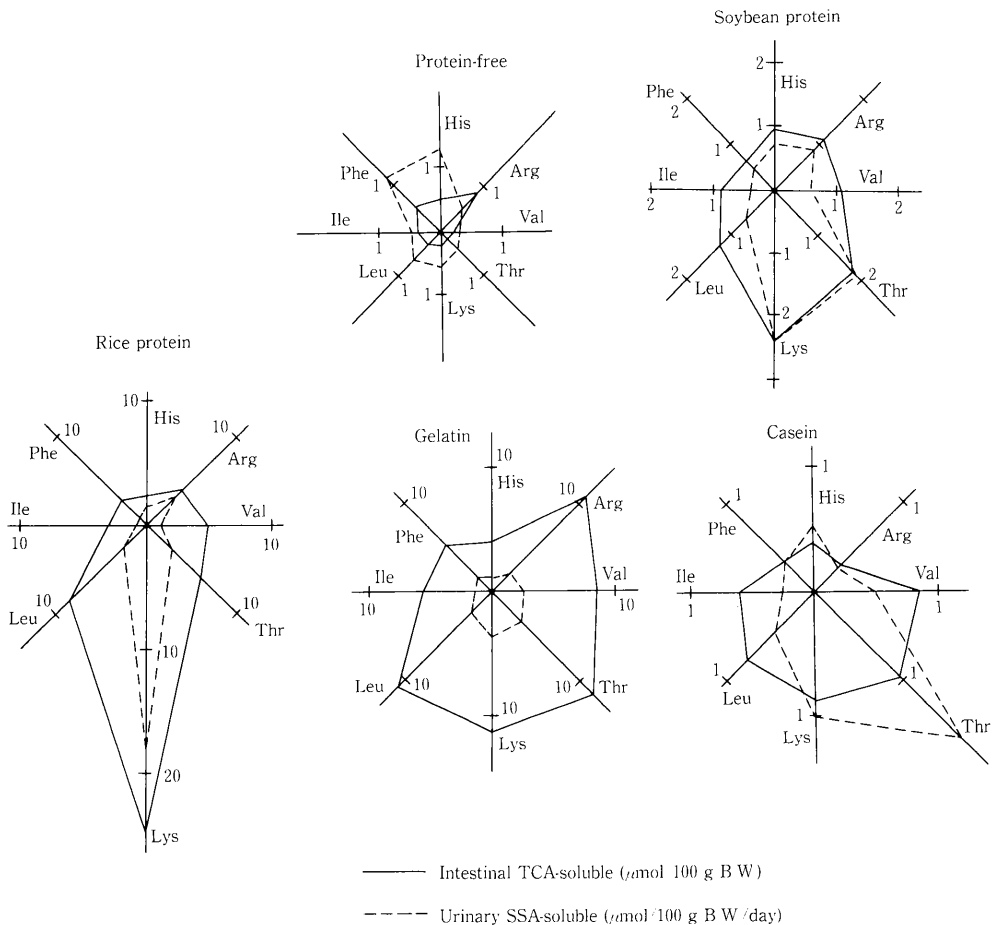


Fig. 2 Amino acid composition of intestinal contents compared with that of urine

Fig. 2 は小腸内の TCA 可溶部のアミノ酸量と尿へ排泄された SSA 可溶性アミノ酸量を比較したものであるが、両者には特色のある類似性が認められることが明らかになった。その特色は 2 点に要約される。すなわち(1)両者のアミノ酸組成は極めて類似している。(2)小腸内に存在する TCA 可溶性アミノ酸量は尿に排泄される SSA 可溶性アミノ酸量をよく反映する。

特に、米たん白群で Lys の排泄量が多いことは注目に値しよう。

以上、食品のたん白質はそれぞれ特色のある消化のパターンを示し、その特色は尿へのアミノ酸の排泄パターンに反映されることが明らかになった。今後さらに、これらの現象の量的解析を進め、食品たん白質の利用向上をはかるとともに、消化過程で生成するペプ

チド類の生理的活性を明らかにしていきたいと考えている。

文 献

- 1) Lee, Y.S., Noguchi, T., and Naito, H. (1980): Phosphopeptides and soluble calcium in the small intestine of rats given a casein diet. *Brit. J. Nutr.*, **43**, 457-467.
- 2) Lee, Y.S., Noguchi, T., and Naito, H. (1983): Intestinal absorption of calcium in rats given diets containing casein or amino acid mixture: the role of casein phosphopeptides. *Brit. J. Nutr.*, **49**, 67-76.