

分離大豆たん白質への含硫アミノ酸 補足——生体異物摂取ラットのコレステロール, アスコルビン酸代謝への影響——

SUPPLEMENTATION OF SULFUR AMINO ACIDS TO A DIET
CONTAINING SOY PROTEIN ISOLATE
——EFFECTS ON CHOLESTEROL AND ASCORBIC ACID
METABOLISM IN RATS FED A PCB CONTAINING DIET——

吉田 昭・小田裕昭（名古屋大学農学部）

Akira YOSHIDA and Hiroaki ODA

School of Agriculture, Nagoya University, Nagoya 464

ABSTRACT

Nutritional quality of food proteins is usually evaluated based on growth rate and nitrogen balance of animals. Activities of tissue enzymes, turnover rate of tissue components and some other criteria are also used sometimes. We previously reported the increase in urinary excretion of ascorbic acid and in serum level of cholesterol due to dietary xenobiotics such as PCB, DDT and others is greatly affected by dietary level, and quality of proteins. Generally, these metabolic responses due to dietary xenobiotics are more significant when animals were fed the better quality or higher level of dietary proteins. However, those metabolic responses were comparatively low when the animals were fed diets containing soyproteins. Sulfur-containing amino acids are the first limiting in soyprotein, and the specific role of sulfur amino acids for the responses to the xenobiotic intake was suggested. In the present report, the effects of supplementation of methionine, cystine and inorganic sulfate on the changes in cholesterol and ascorbic acid metabolism in rats due to PCB feeding were investigated. Male young rats of the Wistar strain were used and the basal diet contained 10% of soyprotein isolate as a sole protein source and adjusted the total sulfur content to be 0.3%. In case of methionine supplementation, rats showed the maximum growth rate when the diets contained 0.5% of total sulfur amino acids. However, the urinary excretion of ascorbic acid, and the serum level of cholesterol were significantly higher in rats fed the 0.8% of sulfur containing amino acid diet with 300 ppm PCB. Supplementation of cystine did not improve the growth rate of animals but the urinary excretion of ascorbic acid and serum cholesterol were significantly increased by supplementation with 0.2% of cystine. The addition of inorganic sulfate affected on neither growth rate nor the metabolic responses to the xenobiotic. These results confirmed the specific requirement of sulfur amino acids for the maximum responses to the xenobiotics over the maximum growth rate. Sulfate conjugation would not have any specific role for those metabolic responses to PCB. Biochemical mechanism of specific effect of sulfur amino acids is to be clarified.

食品たん白質の栄養価やアミノ酸補足効果は通常、動物の体重増加、N 出納などを基礎にして評価される。このほか、体組織の機能として酵素活性、代謝回転なども測定されることがある。さきにわれわれは生体異物摂取に対する代謝応答が食餌たん白質の量や質により大きく影響されることを報告した^{1,2)}。すなわち、飼料中に PCB など生体異物を添加すると生体防御反応の一環としてラットでは体内でのアスコルビン酸(ビタミン C, AsA)の合成が著しく増加するとともに、血清コレステロール濃度も増加する。このような、生体異物に対する代謝応答は、一般には食餌中のたん白質の栄養価が高い時に大きい、大豆たん白質の場合には体重、N-出納に基づく栄養価の割に相対的にかなり低い代謝応答しか示さなかった³⁾。しかし、メチオニンの添加で尿中 AsA 排泄、血清コレステロール濃度が上昇することから、生体異物の代謝や生体異物に対する代謝応答に含硫アミノ酸が特異な作用を有することが考えられたので、生体異物に対する代謝応答と分離大豆たん白質への含硫アミノ酸補足の関連につき実験した。なお、メチオニンの補足についてはすでに一部報告した⁴⁾が今回は、シスチン、無機硫酸塩の影響とも比較しながら検討した。

実験および結果

初体重約90 g の Wistar 系雄ラットを実験動物として用いた。基本飼料は Table 1 に示すように、分離大豆たん白質(フジプロ R, 不二製油㈱製)をたん白質源として10%になるようにした。ビタミン、ミネラルは適当量添加し、炭水化物源としてデンプン・ショ糖混合物(2:1)を使用した。基本飼料は含硫アミノ酸

Table 1. Composition of experimental diets

S-AA level (%)	0.30	0.50	0.80
Soyprotein isolate	11.6	11.6	11.6
L-Methionine	—	0.2	0.5
α -Corn starch	51.1	51.0	50.8
Sucrose	25.6	25.5	25.4
Cellulose		4.0	
Salt mixture#		5.0	
Vitamin mixture#		0.5	
Choline chloride		0.2	
Corn oil		2.0	
Retinyl palmitate	6.67 mg/kg diet		
Ergocalciferol	100 μ g/kg diet		

約0.3%を含み、メチオニン添加の場合にはメチオニンを0.2%または0.5%添加し、含硫アミノ酸総量が0.3%、0.5%、0.8%になるようにした。実験飼料による飼育期間は3週間とした。シスチン、硫酸塩を添加する場合にはメチオニンの場合と等モルになるようにシスチンあるいは硫酸カリを添加した。生体異物の1例として PCB (Aroclor 1248, 三菱モンサント製)を用い、300ppm 添加した。

体重の増加はメチオニンの添加によって大きくなり、飼料含硫アミノ酸0.5%の時に最大となり、0.8%にしてもそれ以上には増加しなかった。この値は、Rose や Rama Rao による含硫アミノ酸必要量に一致する。PCB の添加により体重増加量はわずかに低下した。分離大豆たん白質は含硫アミノ酸中シスチンの占める割合が高く、また、トリプシン阻害物質がほとんど除かれているため、シスチンの添加では体重増加はほとんど改善されなかった。肝重量はメチオニンの添加の場

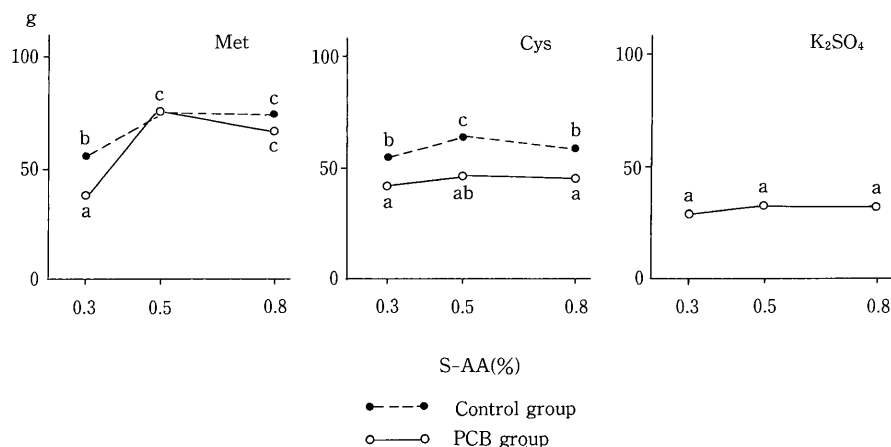


Fig. 1 Body weight gain (g/21 days)

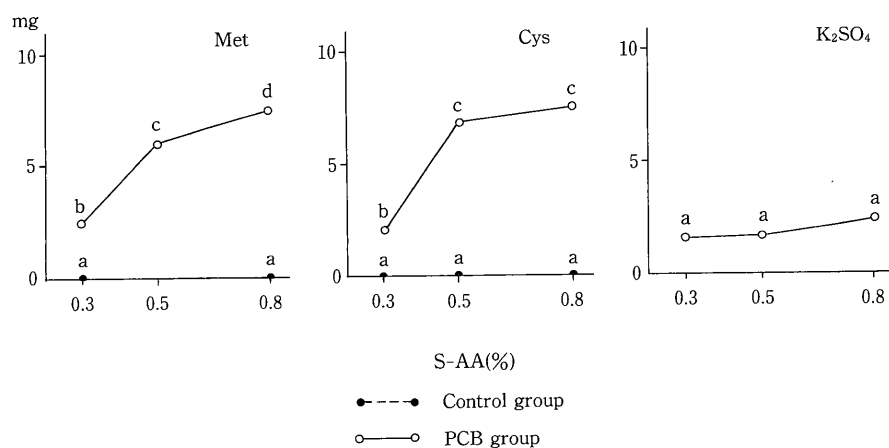


Fig. 2 Urinary AsA (mg/day/100 g B.W.)

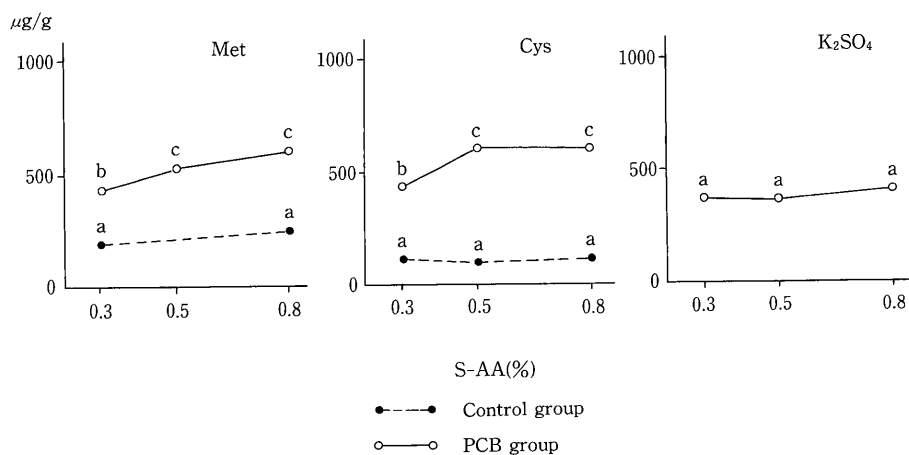


Fig. 3 Liver AsA ($\mu\text{g/g}$ liver)

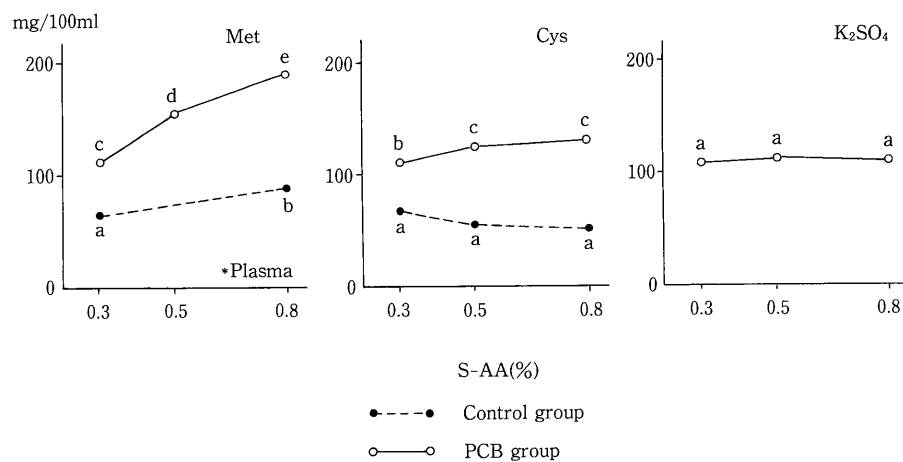


Fig. 4 Serum cholesterol (mg/100 ml)

合,最大成長に要する0.5%の含硫アミノ酸レベルより高い0.8%の時に最大となった。シスチン添加の場合も最大成長の0.3%より0.5%の方がわずかではあるが肝重量は増加した。

尿中 AsA の排泄量は PCB 群で著しく増加するが、食餌含硫アミノ酸量によって大きく影響され、メチオニン添加の際には0.5%の場合より0.8%の S-AA 含有食群で明らかに AsA の尿中排泄が増加した (Fig. 2)。肝 AsA 濃度も程度はわずかであるが、0.8%の S-AA 食の方が高い傾向が認めされた (Fig. 3)。このようにメチオニンは最大成長に必要な量より多い摂取レベルで生体異物による AsA 合成をより促進させる作用のあることが確かめられた。シスチン添加によって成長はほとんど増加しなかったが、AsA の尿中排泄は 0.5%の S-AA レベルで0.3%の場合より有意に増加し、最大成長に必要な量より高いレベルで、メチオニンでもシスチンでも同様に AsA の合成に影響することが示された。硫酸カリにはこのような作用が認められなかった。

血清コレステロール濃度に対する影響も AsA に対する影響とほぼ同様であった (Fig. 4)。最大成長に要するより高い含硫アミノ酸レベルで PCB 摂取時のコレステロール濃度は高くなった。硫酸カリの添加の影響は認められなかった。硫酸塩は生体異物の代謝物と抱合する場合が多く、このようなことが、上記の代謝応答と何らかの関連を有する可能性も考えられたが、この実験から、含硫アミノ酸の作用によることが明らかとなった。食餌への PCB の添加で肝中の過酸化脂質の生成は増加する。含硫アミノ酸の添加で肝グルタチオン濃度が増加するが、過酸化脂質の生成に対しては明らかな影響は認められなかった。しかし、PCB によるコレステロールの合成促進や、AsA 合成促進に対してグル

タチオンが関与する可能性は考えられる。メチオニン、シスチンから体内で生成するタウリンの生理作用についても近年多くの関心が集まっているが、タウリンの関与についても考慮する必要があるかもしれない。

作用機構はともかくとして、生体異物に対する代謝応答の面からみると、含硫アミノ酸の補足必要量は、体重増加やN出納に基づく値よりも若干多くなることが考えられる。

文 献

- 1) Kato, N., Tani, T. and Yoshida, A. (1980): Effect of dietary level of protein on liver microsomal drug-metabolizing enzymes, urinary ascorbic acid and lipid metabolism in rats fed PCB-containing diets. *J. Nutr.*, **110**, 1686-1694.
- 2) Kato, N., Tani, T. and Yoshida, A. (1981): Effect of dietary quality of protein on liver microsomal mixed function oxidase system, plasma cholesterol and urinary ascorbic acid in rats fed PCB. *J. Nutr.*, **111**, 123-133.
- 3) Tani, T., Kato, N., Horio, F. and Yoshida, A. (1981): Characteristic properties of isolated soyprotein in the metabolic changes due to dietary polychlorinated biphenyls. *Nutr. Res.*, **1**, 83-92.
- 4) Kato, N., Mochizuki, S., Kawai, K. and Yoshida, A. (1982): Effect of dietary level of sulfur-containing amino acids on liver drug-metabolizing enzymes, serum cholesterol and urinary ascorbic acid in rats fed PCB. *J. Nutr.*, **112**, 848-854.