

大豆たん白質による α -リノレン酸代謝の調節：高血圧の影響

REGULATION BY SOYBEAN PROTEIN OF α -LINOLENIC ACID METABOLISM: EFFECT OF HYPERTENSION

菅野道廣・池田明良（九州大学農学部）

Michihiro SUGANO and Akira IKEDA

Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812

ABSTRACT

The effect of dietary protein on linoleic acid and α -linolenic acid desaturation, aortic prostacyclin production and plasma amino acid level was compared in SHR-SP by using soybean protein and casein. Although the desaturation of these polyunsaturated fatty acids and the prostacyclin production were both lowered by soybean protein, the effect of dietary fat type, either safflower oil or perilla oil, was more marked on these parameters than that of dietary protein. There was a highly positive correlation between the linoleic acid desaturation index of phosphatidylcholine and the aortic prostacyclin production. Thus, the protein effect was duplicated even in hypertensive rats. *Rep. Soy Protein Res. Com., Jpn.* **15**, 85-89, 1994.

たん白質は多価不飽和脂肪酸の代謝に対しかなりの影響を及ぼす食餌因子であり、大豆たん白質はカゼインに比べリノール酸のアラキドン酸への転換を抑制する^{1,2)}。 α -リノレン酸の代謝に対しても同様な影響を及ぼすようであるが³⁾、病態時における応答は知られていない。

多価不飽和脂肪酸の代謝変動は直接エイコサノイド産生に影響することから、種々の病態時における食餌たん白質の影響を明らかにすることは健康との関連で重要な課題である。今年度は、高血圧症との関連から、脳卒中易発症性高血圧自然発症ラット（SHR-SP）を用いてこの問題を検討した。

実験方法

SHR-SP（5週齢、雄）は故岡本教授から分与されたものを本学医学部の純系動物飼育場で繁殖して用いた。たん白質源として大豆たん白質（SOY）あるいはカゼイン（CAS）を20%レベルで、脂肪はTable 1に示すようにえごま油（PER）と多価不飽和脂肪酸の含量が同じになるように調製したサフラワー油（SAF）を5%レベルで含む純化飼料（AINタイプ）を8週間自由に摂食させた。これらの組み合わせで4群を設けた。血圧は常法によりtail-cuff法で毎週測定した。

実験最終日、5時間餌を抜いた後、エチルエーテル

Table 1. Fatty acid compositions of dietary fats

Dietary fat	Fatty acid (weight %)					
	14 : 0	16 : 0	18 : 0	18 : 1	18 : 2n-6	18 : 3n-3
Perilla oil	—	6.5	1.5	18.3	16.1	57.5
Safflower oil*	0.2	9.6	2.0	14.0	74.2	—

* Safflower oil : palm olein = 9 : 1, w/w

麻酔下で腹部大動脈から採血し、血漿、肝臓の脂質およびアミノ酸組成を測定した⁴⁾。また、腹部大動脈によるプロスタサイクリン (PGI₂) の産生をラジオイムノアッセイ法で測定した⁴⁾。

データは分散分析と Tukey の多重比較法により統計処理を行い、有意差を検定した。

結果と考察

ラットの成長に4群間で差は認められなかったが、肝臓重量は食餌脂肪の種類にかかわらず大豆たん白質群で低かった。

収縮期血圧は6週後頃から飼料の影響が見られるようになり、8週目では PER 投与群で低い傾向にあり、とくに CAS の場合顕著であった (Fig. 1)。

データは示していないが、血漿コレステロール濃度は食餌脂肪が PER の場合、大豆たん白質群で有意に低かったが、SAF ではその差は明確ではなかった。肝臓でも同様な応答が認められた。

組織脂質の脂肪酸組成を代表して、肝臓ミクロソームリン脂質の多価不飽和脂肪酸についての結果を Table 2 にまとめた。ホスファチジルコリンでは、SOY 食でリノール酸の割合は高く、アラキドン酸では有意な変化はなかったもので、リノール酸の不飽和化指標

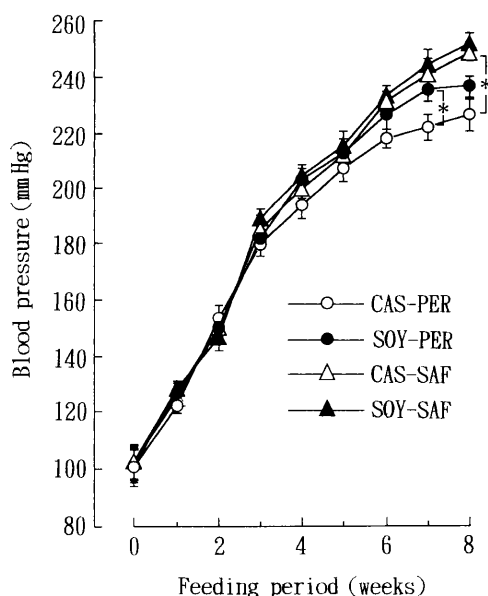


Fig. 1. Effects of dietary proteins and fats on blood pressure in SHR-SP. Mean $\pm$ SE of 8 rats. * Significantly different at $p < 0.05$. CAS, casein; SOY, soybean protein; PER, perilla oil; and SAF, safflower oil.

Table 2. Effects of dietary proteins and fats on fatty acid compositions of liver microsomal phospholipids in SHR-SP

Groups	Fatty acids (weight %)						
	18 : 2 n-6	18 : 3 n-3	20 : 3 n-6	20 : 4 n-6	20 : 5 n-3	22 : 5 n-3	22 : 6 n-3
Phosphatidylcholine							
CAS-PER	11.3	0.8	1.1	9.0	11.7	1.8	3.9
SOY-PER	14.9 ^a	0.8	1.1	9.3	8.7	2.1	3.5
CAS-SAF	9.6	—	0.6 ^a	30.6 ^a	—	0.2 ^a	1.1 ^a
SOY-SAF	12.7 ^c	—	0.6 ^b	25.6 ^b	—	0.2 ^b	0.8 ^b
Phosphatidylethanolamine							
CAS-PER	5.0	1.0	0.4	9.5	12.9	4.0	9.5
SOY-PER	7.0	1.1	0.4	10.0	10.1	4.7	8.3
CAS-SAF	7.5	—	0.4	28.3 ^a	0.2 ^a	0.7 ^a	3.0 ^a
SOY-SAF	8.8	—	0.4	25.0 ^b	—	0.7 ^b	2.2 ^b
Phosphatidylinositol							
CAS-PER	1.3	0.3	4.2	20.9	2.3	6.0	3.6
SOY-PER	1.5	0.3	3.8 ^a	22.9	1.8	5.4	3.0
CAS-SAF	1.9	—	1.1 ^a	36.2 ^a	—	0.5 ^a	0.3 ^a
SOY-SAF	2.3	—	1.1 ^b	33.8 ^b	—	0.5 ^b	0.2 ^b

Means $\pm$ SE for 8 rats. Significantly different from ^aCAS-PER, ^bSOY-PER and ^cCAS-SAF groups at $p < 0.05$.

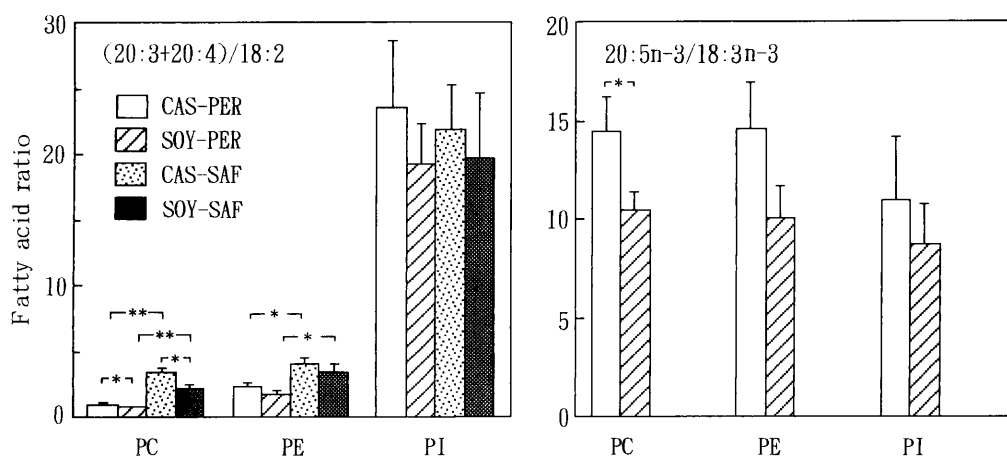


Fig. 2. Effects of dietary proteins and fats on fatty acid ratios of liver microsomal phospholipids in SHR-SP. PC, phosphatidylcholine; PE, phosphatidylethanolamine and PI, phosphatidylinositol. Mean $\pm$ SE of 8 rats. Significantly different at * $p < 0.05$ and ** $p < 0.01$. Abbreviations, see Fig. 1 legend.

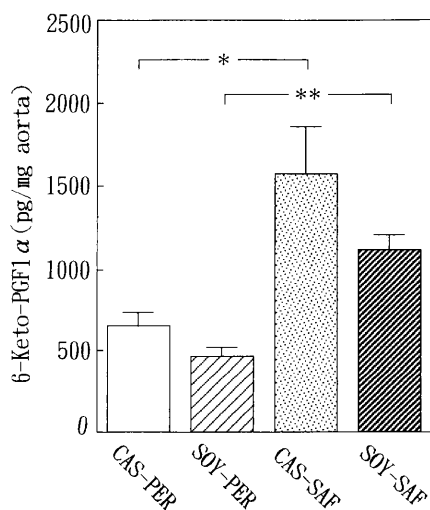


Fig. 3. Effects of dietary proteins and fats on aortic prostacyclin production in SHR-SP. Mean $\pm$ SE of 8 rats. Significantly different at * $p < 0.05$ and ** $p < 0.01$. Abbreviations, see Fig. 1 legend.

$[(20:3+20:4)/18:2]$ は SOY 群で CAS 群より有意に低かった (Fig. 2)。n-3 系多価不飽和脂肪酸の割合もまたたん白質の影響を受け、エイコサペンタエン酸 (EPA) の割合は CAS 群で高く、 α -リノレン酸 (ALA) の割合には差はなかったため、EPA/ALA 比は CAS 群で SOY 群より有意に高くなった。他のリン脂質画分でも、また、血漿、大動脈のリン脂質の脂肪酸組成にも、類似の脂肪酸組成変化が観察された。

大動脈による PGI $_2$ の産生は Fig. 3 に示すように、CAS 群で高い傾向にあったが、食餌脂肪の影響の方がより明確であった。

これらの結果を基にして、肝臓ミクロソームおよび大動脈ホスファチジルコリンでの不飽和化指標と PGI $_2$ 産生との間の相関を調べ、Fig. 4 に示した。その結果、これら 3 パラメーター間にはそれぞれ有意な正の相関があることが明らかとなった。

血漿遊離アミノ酸の組成を Fig. 5 に示しているが、Ile, Pro, Ser, Thr および Val 濃度は食餌脂肪が PER の場合、CAS 群で SOY 群より有意に高く、Gly は逆に低かった。SAF が脂肪源のときは、このような差は明確でなかった。

以上のように、食餌脂肪が α -リノレン酸に富む場合には、食餌たん白質の影響はリノール酸の場合とは必ずしも同じではなく、むしろここで測定した種々のパラメーターの応答は α -リノレン酸でより顕著のよう

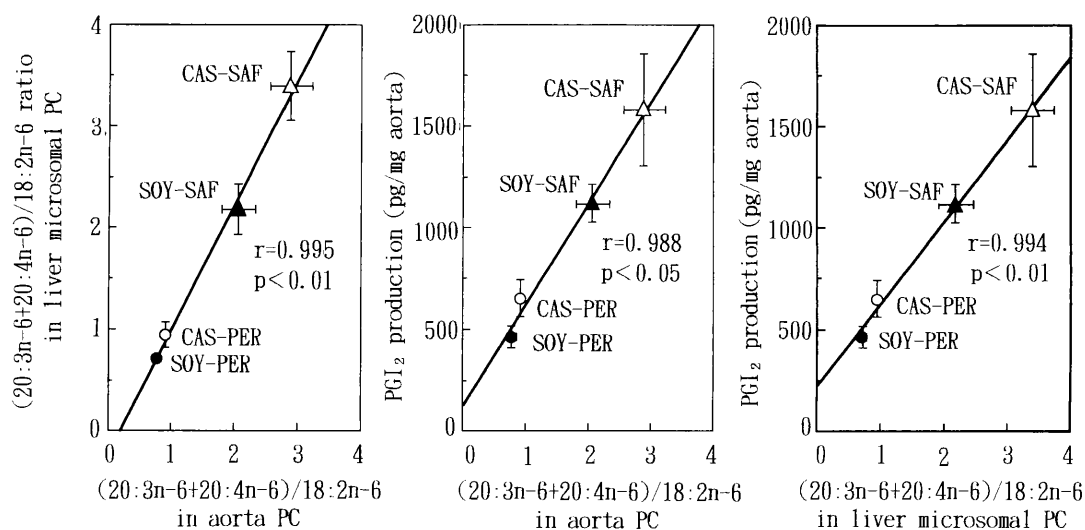


Fig. 4. Relationship between aortic prostacyclin production and desaturation index in SHR-SP. Mean $\pm$ SE of 8 rats. Abbreviations, see Fig. 1 legend.

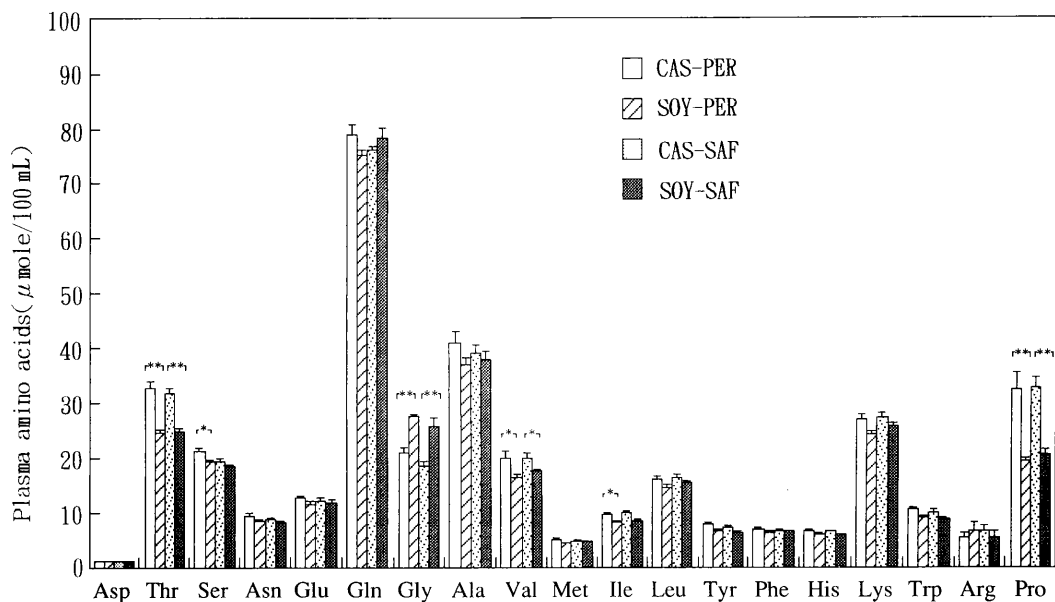


Fig. 5. Effects of dietary protein and fats on plasma amino acid concentrations in SHR-SP. Mean $\pm$ SE of 8 rats. Significantly different at * p < 0.05 and ** p < 0.01. Abbreviations, see Fig. 1 legend.

であった。いずれにしても、大豆たん白質は高血圧ラットでもリノール酸だけでなく、 α -リノレン酸の代謝にも干渉することが示された。

文 献

- 1) Sugano M, Ishida T and Koba K (1986) : Protein-fat interaction on serum cholesterol level, fatty acid desaturation and eicosanoid production in rats. *J Nutr*, **118**, 548-554.
- 2) 菅野道廣, 古場一哲 (1993) : 大豆たん白質による多価不飽和脂肪酸代謝ならびにエイコサノイド産生の調節. 大豆たん白質研究会会誌, **14**, 34-37.
- 3) Ikeda A, Koba K and Sugano M (1993) : Impact of dietary protein on polyunsaturated fatty acid desaturation in rats fed diets rich in α -linolenic acid. *Biosci Biotech Biochem*, **57**, 61-64.
- 4) Ikeda A, Imaizumi K and Sugano M (1993) : Interaction of dietary protein and fat on plasma cholesterol and amino acid levels, fatty acid desaturation, and prostacyclin production in exogenous hypercholesterolemic rats. *Biosci Biotech Biochem*, **57**, 1867-1872.