

コレステロール代謝における分離大豆たん白質の栄養特性

NUTRITIONAL SPECIFICITY OF SOYPROTEIN ISOLATE FOR CHOLESTEROL METABOLISM IN RATS

吉田 昭・小田裕昭・福井英夫（名古屋大学農学部）

Akira YOSHIDA, Hiroaki ODA and Hideo FUKUI
School of Agriculture, Nagoya University, Nagoya 464

ABSTRACT

We previously reported that the serum level of cholesterol in rats fed soy protein diet was lower than that in rats fed either rice protein diet or casein diet although fecal excretion of bile acids was stimulated by both soy protein diet and rice protein diet. These results suggest the stimulated fecal bile acids may not be a main reason of hypocholesterolemic effect of soy protein diet. In the present experiment time course of serum level of cholesterol and fecal excretion of bile acids were investigated. The effects of dietary protein on excretion of lipoproteins from the liver, cholesterol absorption and lipoprotein lipase were also investigated. Serum levels of cholesterol in rats fed the soy protein diet were lower as compared with the casein or rice protein diet group even after one or two days of feeding of the experimental diets and kept the lower values thereafter. However, the fecal excretion of bile acids was higher for both soy protein and rice protein diet groups. Serum cholesterol and triglyceride were elevated after intravenous injection of tyloxapol, and these elevations were lower in soy protein diet group. Absorption of cholesterol was determined by dual isotope ratio method but it was not significantly affected by the difference of dietary proteins tested. The activity of lipoprotein lipase showed no correlation with the serum level of cholesterol. The results suggest the importance of early metabolic changes in lipoprotein secretion from the liver and also in the synthesis of cholesterol and apolipoproteins in the liver by the difference of dietary proteins. *Nutr. Sci. Soy Protein*, **10**, 63-66, 1989.

大豆たん白質の血清コレステロール低下作用に関しては、これまで多くの場合カゼインとの比較で研究されてきた。また、植物性たん白質は一般に動物性たん白質に較べて血清コレステロールを低下させると考えられていた¹⁾。著者らはさきに、カゼイン、大豆たん白質、米たん白質の3者についてラットを用いた実験を行い、米たん白質摂取ラットでは大豆たん白質の場合と異なり、血清コレステロールは低下せず、カゼイン食の場合とほぼ同程度の値であることを示した。しかし、糞中への胆汁酸の排泄は大豆たん白食でも、米

たん白食でも同様にカゼイン食の場合より高く、大豆たん白食による血清コレステロールの低下が単に胆汁酸やコレステロールの吸収阻害による作用だけでないことが示唆された。そこで、今回は、血清コレステロール濃度、糞中胆汁酸排泄などの経日的変化を調べるとともに、コレステロールの吸収能、肝からのリポたん白質の放出、リポたん白リパーゼ活性などに対する大豆たん白、米たん白、カゼインの影響を比較検討した。

実験と結果

実験動物には Wistar 系の雄幼若ラット、初体重約 50 g のものを使用した。実験飼料は十分量のビタミン、ミネラルを含む 15% たん白質で、たん白源としてカゼイン、分離大豆たん白質（フジプロ-R, SPI）、濃縮米たん白質を用いた。飼料は特別な場合を除き自由摂取とした。

ラットの体重増加は米たん白群でわずかに大きかったが、大豆たん白群、カゼイン群、何れもほぼ同じであった。

血清コレステロールは尾静脈から採血した試料について酵素法で測定したが、大豆たん白群は第 1 日目からカゼイン群に較べて有意に低下し、2、3 日頃からほぼ一定の値を示した (Fig. 1)。米たん白群も最初の 2～3 日若干低下したが、その後再び増加し、1 週間位から以後はカゼイン群に近い値を示した。このように同じ植物性たん白質でも大豆たん白は血清コレステロール低下作用は大きく、その効果は非常に早くあらわれることが分かった。また、米たん白質は、カゼインに較べると僅かに低下作用がみられるが、初期の一時的な効果のように思われる。

糞の乾燥重量は米たん白群、大豆たん白群ではカゼイン群に較べて明らかに高かった。

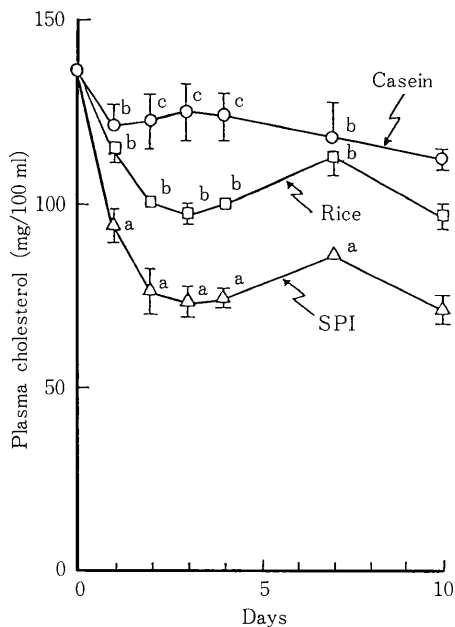


Fig. 1. Plasma level of cholesterol in rats fed diet containing 15% casein, 15% soy protein isolate or 15% rice protein.

糞中の胆汁酸量も大豆たん白群ではカゼイン群に比して第 1 日目から高く、その後も高い値が続いたが、米たん白群でも同様に高い値を示した (Fig. 2)。このような大豆たん白食、米たん白食による糞中胆汁酸排泄の増加も試験試料を採取した早い時期から観察された。この結果からも分かるように、糞中胆汁酸排泄の増加は必ずしも血清コレステロール低下とは一致せず、大豆たん白食の場合と異なり、米たん白食の場合は糞中胆汁酸排泄は増加したが、血清コレステロール濃度は低下しなかった。大豆たん白群の一つの特徴として、体重当りの肝重量は第 1 日目からカゼイン群や米たん白群に較べて低下した。これに伴って、体重当りの肝脂質、肝トリグリセリド量も減少した。このことから、大豆たん白群で、肝にコレステロール、トリグリセリドなどの脂質が蓄積することによって血清コレステロールが低下しているわけではないことが分かった (Fig. 3)。上記の実験は何れも短期間の実験であるが、45 週間という非常に長期間、試験食を与えた場合にも、やはり血清コレステロールは大豆たん白群で低く、米たん白群はカゼイン群と同様に高い値を保ち、これらの現象が短期間だけでなく長期維持されることが示された。

次に肝からのリポたん白の放出について検討した。カゼイン食で飼育してきたラットに 24 時間大豆たん白

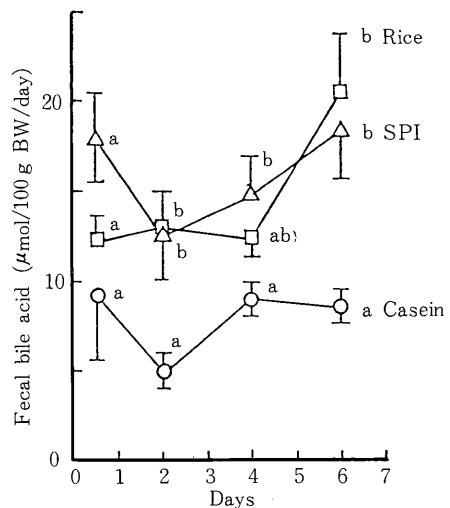


Fig. 2. Fecal excretion of bile acids in rats fed diet containing 15% casein, 15% soy protein isolate or 15% rice protein.

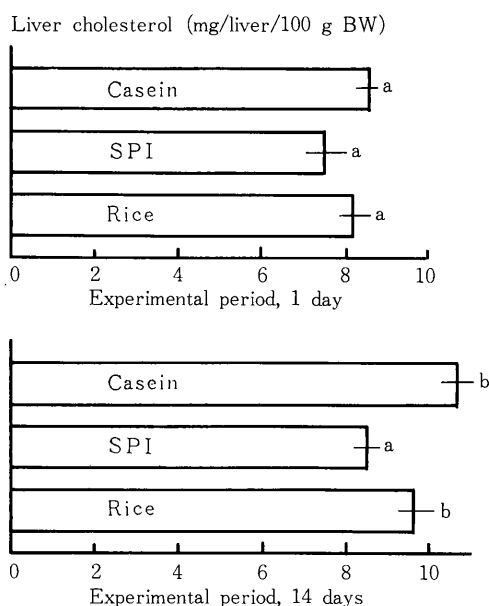


Fig. 3. Liver cholesterol of rats fed diet containing 15% casein, 15% soy protein isolate or 15% rice protein for 1 or 14 days.

食、米たん白食またはカゼイン食を与えた後4時間絶食させ、VLDLの分解阻害剤であるチロキサポールを体重100g当り40mgを静脈に注入し、3時間、6時間後に尾静脈より採血して血中に蓄積されてくるコレステロール、トリグリセリドを測定した。血中のコレステロールおよびトリグリセリドの蓄積はチロキサポール投与後3時間まで大豆たん白群で減少した。3時間から6時間までの間の3時間の蓄積量には有意の差はみられなかった。血清コレステロール濃度がほぼ一定値になっている21日後では、チロキサポール投与後の脂質の蓄積には差がみられなかった (Fig. 4)。この結果から、血清コレステロール濃度の変化する初期の段階では、肝からのVLDL放出は大豆たん白群で減少し、そのことが血清コレステロール低下に関係していることが推測される。

糞中への胆汁酸排泄の結果から大豆たん白群と米たん白群ではあまり胆汁酸の排泄に差がないように思われたが、コレステロールの吸収に対する食餌たん白質の影響をZilversmitらの二重アイソトープ比法 (dual

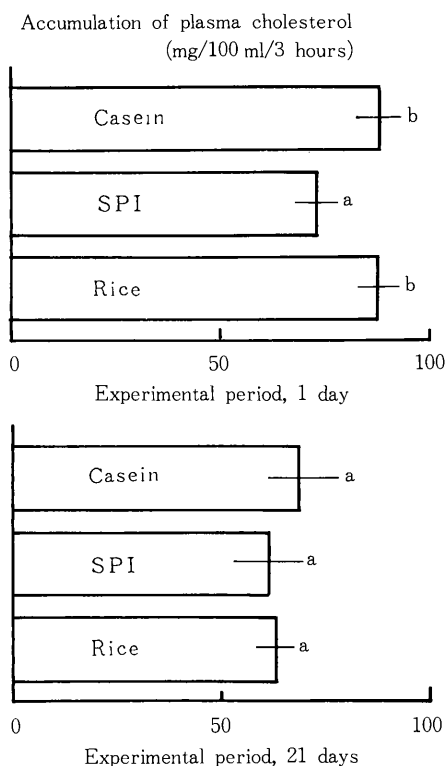


Fig. 4. Accumulation of plasma cholesterol after intravenous administration of tyloxapol in rats fed diet containing 15% casein, 15% soy protein isolate or 15% rice protein for 1 or 21 days.

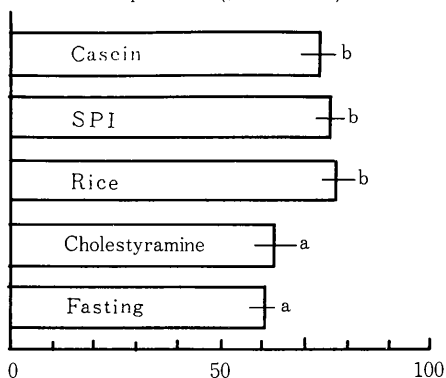
isotope ratio method)で検討した。実験食を26週間摂取させたラットを18時間絶食させ、 ^{14}C -コレステロールを静注し、直ちに ^3H -コレステロールを経口投与した。さらに6時間絶食を続け、24, 48, 72, 96時間後に尾静脈より採血して両放射能活性の比からコレステロールの吸収率を求めた。24時間の比では大豆たん白群で僅かに低い値を示したが、96時間までの平均値には差は認められなかった。この実験では放射性コレステロールが吸収されると考えられる6時間の間は消化管に試験飼料は入っていない。次の実験では、コレステロールの吸収実験の測定までカゼイン食で飼育したラットを18時間絶食させた後30分間の間に2gの試験飼料を摂取させ、直ちに放射性コレステロールを経口ならびに静脈内に投与して一定時間毎に血中の放射性コレステロール比を測定した。この実験では、放射性コレステロール投与6時間後から全群にカゼイン食を摂取させた。つまり、この実験では30分間に食べさせた2gの試験飼料の差を比較したわけである。放射性コレステロール投与24時間以降の血中の放射能比

は、何れのとん白食でも変化はみられなかった。24時間後のデータでは絶食群と4%コレステラミン-カゼイン食群でのみ有意な低下を示した (Fig. 5)。飼料中のたん白含量は15%と高いことが問題かもしれないが、飼料たん白質の影響は比較的僅かか、ごく初期にのみ変化が認められるのかも知れない。

血中に放出された VLDL はリポたん白リパーゼ (LPL) によって分解されるのでヘパリン投与後の血漿リパーゼ、肝臓トリグリセリドリパーゼの活性を測定し、LPL の活性を算出した。試験食1日後の LPL は大豆たん白群ではカゼイン群よりやや高くなったが米たん白群と同じであった。また、試験食を14日間摂取した後では LPL 活性は大豆たん白群、米たん白群は何れも大豆たん白群より低かった。これらの実験から、LPL 活性と血清コレステロール濃度は必ずしも相関が認められなかった。

以上の実験を総合すると、血清コレステロール濃度は試験食を摂取1～2日から変化がみられ、この間のリポたん白の合成、分泌が重要な問題と思われる。たん白質栄養はアポたん白の合成やホルモ分泌にも影響することが考えられるから今後これらの点の検討が必要と思われる。

Plasma isotope ratio (% in 24 hr.)



Plasma isotope ratio (% in 48 hr.)

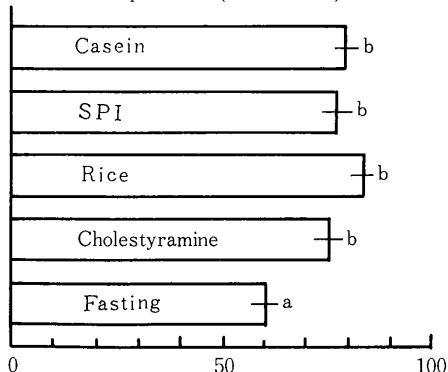


Fig. 5. Animals were administrated ^3H -cholesterol orally and ^{14}C -cholesterol intravenously after 30 min. of feeding of experimental diets. Twenty four and 48 hours after dual isotope administration, plasma isotope ratio ($^3\text{H}/^{14}\text{C}$) was determined.