

高脂肪食および食塩水投与SHRの脂質代謝におよぼす 緑茶粉末とユッカサポニンの影響

谷 由美子

Effects of Green Tea and Yucca Saponin on Lipids Metabolism of SHR fed on the High-Fat Diet and 1 % NaCl in Drinking Water

Yumiko TANI

緒 言

緑茶は古くから日本人にとって日常的飲み物として親しまれているが、その渋味成分として緑茶中に10~30% (乾物当たり) 含まれているカテキン類は、抗酸化作用^{1)~4)}、抗癌作用^{5)~8)}、血圧上昇抑制作用⁹⁾、抗菌・殺菌作用¹⁰⁾など多くの生理作用が知られている。また緑茶抽出物や茶カテキン類による糞中コレステロール排泄の増加¹¹⁾、HDL-コレステロールの上昇¹¹⁾¹²⁾、血清および肝臓コレステロールの低下¹⁾¹³⁾などコレステロールの代謝改善作用についても注目されている。

一方サポニンステロイドまたはトリテルペノイドからなる配糖体で自然界に広く分布しており、その起泡性は古くより利用されている。ユッカサポニンは、アメリカ南部から中米にかけての半砂漠地帯に自生するユリ科植物の*Yucca shidigera*から分離されたもので、アメリカンインディアンが古来より食用や伝染病の抵抗薬、関節の痛み止め、去痰剤など薬用として利用していた¹⁴⁾。近年になってカスミソウサポニンやキラヤサポニン¹⁵⁾、アルファルファサポニン¹⁶⁾、大豆サポニン¹⁷⁾によるコレステロールの排泄増加、エンバクサポニンの肝臓コレステロールの低下作用¹⁸⁾など各種サポニンによるコレステロールの代謝改善についての研究が多くみられるが、ユッカサポニンについては糞中コレステロール排泄率の増加による血清および肝臓コレステロールの低下を著者が報告¹⁹⁾している。

近年の主要な死亡原因である心疾患、脳血管疾患に関係の深い動脈硬化の発症要因として高脂血症特に高コレステロール血症が知られており、これら慢性疾患に対する効果的な改善方法を検索することは重要である。そこで本研究では、高血圧自然発症ラット (SHR) をコレステロール添加高ラード食と飲水として1%食塩水で飼育して、前報²⁰⁾と同様に極端な飼育条件を設定して高脂血症モデルを作成し、緑茶粉末およびユッカサポニンを単独または同時に投与して、コレステロールなど脂質代謝系への影響を比較した。

実 験 方 法

1. 動物飼育法

生後8~9週齢 (体重180~220g) 雄の高血圧自然発症ラット (SHR/Hos、埼玉県八潮市、KK星野試験動物飼育所より購入、以下SHRと略す) 24匹を3日間予備飼育後、Table 1に示したコレステロール添加高ラード食で飼育した対照群、対照群に2.5%緑茶粉末を添加した飼料で飼

育した緑茶群, 対照群に1.5%ユッカサポニンを添加した飼料で飼育したユッカ群, 対照群に2.5%緑茶粉末および1.5%ユッカサポニンを添加した飼料で飼育した緑茶・ユッカ群の4群に分け, 各群6匹とした. 飲水は1%食塩水を与えて飼料・飲水とも自由摂取として12週間飼育した. 飼育条件は前報²⁰⁾と同様である.

飼育期間中週1回体重を測定し, 飼料摂取量は毎日の残量を投与量より差し引いて求めた. 糞は解剖前の3日間採取し, 風乾して分析に供した. 飼育終了日に一夜絶食させ, エーテル麻酔下で解剖採血し, 肝臓および腹腔脂肪(腎臓, 睪丸, 副睪丸周囲および後腹壁脂肪)を摘出して重量を測定し, 腹腔脂肪の体重比率を腹腔脂肪率とした. 分離した血清および肝臓は以下の分析に供した.

飼料に用いた緑茶粉末は, 静岡県掛川産の緑茶を160℃で10分間乾燥後, 8000rpm高速回転ミルで粉碎し, 100メッシュの篩を通したものであり, ユッカサポニンはユッカの茎部粉末よりFig. 1の方法で調製されたもので, いずれも三邦(株)製である. ユッカサポニンのサポニン含有量は水含有ブタノール抽出し, 重量法で測定した結果80~85%であった.

2. 血清成分の分析

血清の総コレステロール(以下T-cholと略記), HDL-コレステロール(以下HDL-cholと略記), 中性脂肪(以下TGと略記)を測定した. 測定方法は前報¹⁹⁾と同様である. LDL-コレステロール(以下LDL-cholと略記)はT-chol-HDL-chol-TG/5より算出した. チオバルビツール酸反応物すなわちTBARSは内藤らの方法²¹⁾で測定し, 血清1ml中のマロンジアルデヒド(MDA)のnmolで表した.

3. 肝臓脂質の分析

肝臓の総脂質(以下TLと略記), Chol, TGは前報¹⁹⁾と同様に測定した. TBARSは血清と同様に内藤らの方法²¹⁾で測定し, 肝臓1g当たりのMDAのnmolで表した.

4. 肝臓の脂肪酸合成酵素活性, アセチルCoAカルボキシラーゼ活性およびリパーゼ活性の測定

脂肪酸合成酵素活性(以下FASと略記)およびアセチルCoAカルボキシラーゼ活性(以下ACCと略記)は前報¹⁹⁾と同様に測定した. リパーゼ活性はMorimoto²²⁾らの方法に準じて測定した.

Table 1 Composition of high-fat diet

Ingredient	(%)
Corn starch ¹⁾	51.75
Casein ¹⁾	20
Lard ²⁾	20
Cellulose ¹⁾	2
Mineral mixture ³⁾	4
Vitamin mixture(AIN-76) ⁴⁾	1
Cholesterol ⁵⁾	1
Sodium cholate ⁵⁾	0.25

1) Japan CLEA Co., Tokyo.

2) Yoneyama Reagent Industries Co., Osaka.

3) This is identical to Harper's mixture.

4) Oriental Yeast Co., Tokyo.

5) Kanto Chemical Co., Tokyo.

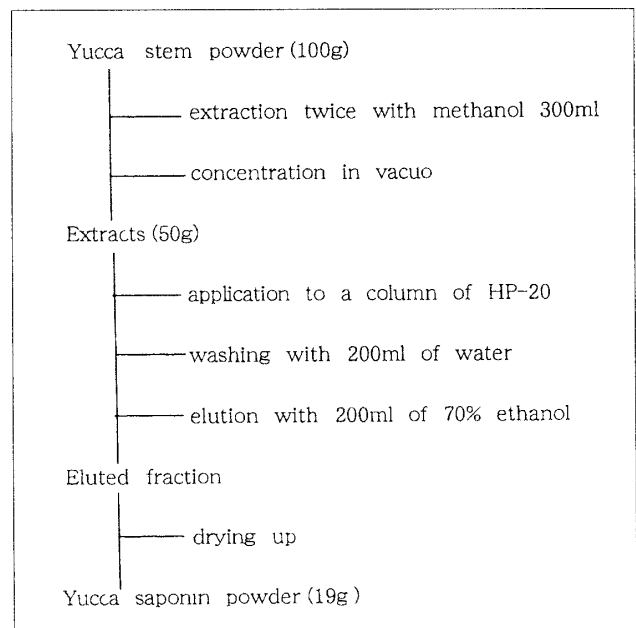


Fig. 1 Preparation of saponin from *Yucca shidigera*

すなわち0.4M NaCl含有50mMトリス塩酸緩衝液(pH8.0)82 μ l, 脱脂牛血清アルブミン溶液(1g/10ml buffer)50 μ l, 基質溶液(トリオレイン15.1nmol/ml)18 μ l, 酵素液50 μ lを37 $^{\circ}$ Cで1時間反応させ, 抽出液3 ml(クロロホルム49, ヘプタン49, メタノール2)で遊離脂肪酸を抽出後, バックプロイン銅発色法で測定して, 1時間当たり肝臓1g当たりの生成オレイン酸量mEqで表した. 酵素液は肝臓1.0gにトリス塩酸緩衝液(pH8.0)1 ml加えてホモジナイズし, 4 $^{\circ}$ Cで10000 rpm10分間遠心分離した上層を使用した.

5. 糞中コレステロールの測定

Zak-Henly法²³⁾で前報¹⁹⁾と同様に測定した.

6. 統計処理

データはANOVAとDuncanのMultiple range testにより群間の有意差(p<0.05)検定を行った.

実験結果

1. 飼料摂取量, 体重増加率および腹腔脂肪率におよぼす緑茶およびユッカサポニンの影響

Table 2 に示した通り, 1日1匹当たりの平均飼料摂取量は, 対照群に比べて試験群でいずれも増加したが, 体重増加率は緑茶群のみ増加し, 腹腔脂肪率は試験群いずれも増加した. すなわち緑茶群が一番腹腔脂肪量は多かった.

Table 2 Effect of green tea and yucca saponin on food intake, body weight gain and abdominal adipose tissue rate of SHR fed on the high-fat diet and 1% NaCl in drinking water.

Group	Food intake ¹⁾ (g/day)	Body weight gain ²⁾ (%)	Abdominal adipose tissue ³⁾ (%)
Control	15 \pm 0 ^a	196 \pm 3 ^a	2.4 \pm 0.1 ^a
Green tea	16 \pm 0 ^b	219 \pm 4 ^b	2.8 \pm 0.1 ^b
Yucca saponin	16 \pm 0 ^b	192 \pm 4 ^a	3.1 \pm 0.1 ^b
Green tea and yucca saponin	16 \pm 0 ^b	193 \pm 6 ^a	2.9 \pm 0.1 ^b

Each value is the mean \pm SE for 6 rats. 1) Food intake over the experimental period of 12 weeks.

2) Expressed as % of the initial body weight. 3) Rate to the final body weight. Values in the same columns without common superscript letter are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test

2. 血清脂質およびTBARSにおよぼす緑茶およびユッカサポニンの影響

Table 3 に示した通り, T-chol, LDL-cholおよびTGは対照群に比べて試験群でいずれも低下し, 特にT-cholおよびLDL-cholはユッカ群, 緑茶・ユッカ群は緑茶群よりさらに低下した. HDL-cholは対照群と比べて緑茶群は差がなかったが, ユッカ群は低下し, 緑茶・ユッカ群はさらに低下した. TBARSは対照群に比べて緑茶群は差がなく, ユッカ群および緑茶・ユッカ群で低下した.

3. 肝臓脂質およびTBARSにおよぼす緑茶およびユッカサポニンの影響

結果はTable 4 に示した通りである. TLは対照群に比べてユッカ群および緑茶・ユッカ群で減少し, Cholはユッカ群で減少して緑茶・ユッカ群でさらに減少した. TBARSは血清の場合と逆に緑茶・ユッカ群で増加し, ユッカ群でさらに増加した. 緑茶群はTL, Chol, TBARSとも対照群と差がなかった. TGは対照群に比べて試験群はいずれも増加し, 緑茶群が一番多く,

Table 3 Effects of green tea and yucca saponin on serum lipids and TBARS level of SHR fed on the high-fat diet and 1% NaCl in drinking water

Group	Total-cholesterol (mg/dl)	HDL-cholesterol (mg/dl)	LDL-cholesterol (mg/dl)	Triglycerides (mg/dl)	TBARS (nmol/ml)
Control	157.1±11.9 ^a	46.4±2.3 ^a	90.8±7.6 ^a	46.1±1.3 ^a	3.6±0.1 ^a
Green tea	126.0±2.5 ^b	49.7±1.7 ^a	71.8±2.4 ^b	32.7±1.9 ^b	3.6±0.1 ^a
Yucca saponin	82.6±4.2 ^c	31.5±1.5 ^b	44.4±5.6 ^c	33.9±2.1 ^b	1.5±0.1 ^b
Green tea and yucca saponin	83.4±3.9 ^c	25.3±0.7 ^c	55.5±4.2 ^c	31.1±1.5 ^b	1.8±0.2 ^b

Each value is the mean±SE for 6 rats. Values in the same columns without common superscript letter are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 4 Effects of green tea and yucca saponin on liver lipids and TBARS contents of SHR fed on the high-fat diet and 1% NaCl in drinking water.

Group	Total lipid (g/100g)	Cholesterol (g/100g)	Triglycerides (g/100g)	TBARS (nmol/g)
Control	45.7±1.0 ^a	18.3±0.3 ^a	3.2±0.1 ^a	38.6±1.2 ^a
Green tea	44.5±0.6 ^a	17.7±0.4 ^a	4.3±0.1 ^b	39.5±1.0 ^a
Yucca saponin	33.1±0.7 ^b	12.1±0.3 ^b	4.2±0.1 ^{b,c}	52.5±0.9 ^b
Green tea and yucca saponin	34.5±0.6 ^b	11.0±0.2 ^c	3.9±0.1 ^c	48.9±1.0 ^c

Each value is the mean±SE for 6 rats. Values in the same columns without common superscript letter are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 5 Effects of green tea and yucca saponin on excretion of cholesterol to feces of SHR fed on the high-fat diet and 1% NaCl in drinking water

Group	Cholesterol		
	Intake (mg/day)	Amount of excretion (mg/day)	Excretion rate (%)
Control	129±8 ^a	64±4 ^a	49.4±2.2 ^a
Green tea	151±3 ^b	95±3 ^b	63.2±1.4 ^b
Yucca saponin	166±4 ^b	119±6 ^c	72.0±3.0 ^c
Green tea and yucca saponin	164±6 ^b	132±4 ^c	80.5±2.0 ^d

Each value is the mean±SE for 6 rats. Values in the same columns without common superscript letter are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

緑茶・ユッカ群は増加量が少なかった。

4. 糞中コレステロール排泄率におよぼす緑茶およびユッカサポニンの影響

Table 5 に示した通り、糞中コレステロール排泄率は対照群に比べて試験群でいずれも増加し、緑茶群<ユッカ群<緑茶・ユッカ群の順となった。

5. 肝臓の脂質代謝系酵素活性におよぼす緑茶およびユッカサポニンの影響

Table 6 Effects of green tea and yucca saponin on liver lipids metabolism enzyme activity of SHR fed on the high-fat diet and 1% NaCl in drinking water.

Group	Acetyl-CoA carboxylase (unit/g of liver)	Fatty acid synthetase (unit/g of liver)	Lipase (mEq/g/hr)
Control	0.559±0.037	0.128±0.005 ^a	4.63±0.12 ^a
Green tea	0.564±0.012	0.090±0.007 ^b	7.81±0.39 ^b
Yucca saponin	0.536±0.014	0.150±0.007 ^c	3.20±0.14 ^c
Green tea and yucca saponin	0.601±0.015	0.153±0.007 ^c	4.71±0.24 ^a

Each value is the mean±SE for 6 rats. Values in the same columns without common superscript letter are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

結果はTable 6 に示した通りである。ACC活性は各群間に有意差はなかったが、FAS活性は対照群に比べて緑茶群は低下し、ユッカ群および緑茶・ユッカ群は上昇した。リパーゼ活性は緑茶群は上昇し、ユッカ群は低下し、緑茶・ユッカ群は緑茶とユッカサポニン両方の影響をうけて対照群と差がなかった。

考 察

近年の主要な死亡原因となっている心疾患および脳血管疾患には動脈硬化が大きく関わっている。粥状硬化の発症要因としては高脂血症特に高コレステロール血症が知られているが、中でもLDLの酸化変性が深く関与している²⁴⁾。そこでコレステロール添加高ラード食と飲水を1%食塩水でラットを飼育して、高脂血症モデルを作成した。ラットは高血圧自然発症ラット(SHR)を用いて、動脈硬化を誘発しやすい条件を設定した。そして血清コレステロール低下作用や抗酸化作用などが報告されている緑茶および前報¹⁹⁾でコレステロール低下作用を認めたユッカサポニンを投与して脂質代謝におよぼす影響を比較し、さらに同時投与の影響も検討した。

飼育期間は血管内皮組織に部分的に肥厚が観察された前報²⁰⁾と同じ12週間とし、緑茶粉末はYu-Li Linら²⁵⁾と同様に2.5%を投与し、ユッカサポニンは前報¹⁹⁾と同様に1.5%とした。

SHR成熟ラットを使用した本研究においても、対照群に比べて緑茶群で血清T-cholおよびLDL-cholが低下し、山口ら¹⁾、Muramatsuら¹³⁾、Yu-Li Linら²⁵⁾と同様の結果を示したが、HDL-cholは対照群と差がなかった。HDL-cholが上昇した報告では、本研究に比べて投与量がエピガロカテキン(EGCg)を1.0%¹¹⁾または緑茶粉末を5%²⁶⁾と多いことや、投与期間が3ヶ月¹²⁾と長いことが影響していると考えられる。一方ユッカ群および緑茶・ユッカ群はT-chol、LDL-cholとも緑茶群よりさらに低下したが、動脈硬化に抑制的に働くHDL-cholもともに低下した。肝臓のコレステロールも同様に、ユッカ群および緑茶・ユッカ群は緑茶群より減少しており、これは糞中コレステロール排泄率が緑茶群<ユッカ群<緑茶・ユッカ群の順に増加したことが関係していると思われる。福與ら¹¹⁾、Muramatsuら¹³⁾も茶カテキン投与で、糞中コレステロール排泄増加を報告しており、これはカテキンが小腸でコレステロールと結合して、不溶化²⁷⁾するため吸収抑制する^{28/29)}といわれている。一方ユッカサポニンは、前報¹⁹⁾においても糞中コレステロール排泄率は著しく増加し、血清T-chol、HDL-cholが低下した。サポニンによる血清コレステロール低下機構については、カテキンと同様にコレステロールとの結合による吸収阻害、および胆汁酸との結合による間接的なコレステロールの吸収阻害ならびに胆汁酸の排泄

増加によるコレステロールより胆汁酸への代謝亢進が考えられている³⁰⁾。本研究においては、緑茶群よりユッカサポニンを投与した群の方が血清および肝臓コレステロールの低下は著しかったが、Chisakaら²⁸⁾は腸管におけるコレステロールの吸収はEGCgの濃度に依存して抑制されることを示しており、緑茶の投与量を増加すれば、ユッカサポニンと同様の効果が期待される。T-chol-HDL-chol/HDL-cholで求められる動脈硬化指数は対照群2.39、緑茶群1.54、ユッカ群1.62、緑茶・ユッカ群2.30となり、緑茶群が最も小さく、緑茶群の血清コレステロール性状は動脈硬化抑制に対して好ましい結果となった。

動脈硬化の発症には酸化LDLが大きく関与しているが、過酸化脂質も血管内皮細胞の傷害³¹⁾、マクロファージや平滑筋細胞の泡沫化の促進³²⁾および動脈壁障害に対する防御機構の低下³³⁾など動脈硬化形成に対して促進的に働くことが報告されている。緑茶の生理機能の1つに抗酸化性があり、過酸化物の生成程度を示すTBARSの低下¹⁴⁾やLDL酸化抑制³³⁾などが知られているが、本研究において血清および肝臓のTBARSが低下しなかったのは、投与量と投与期間の不足のためと思われる。ユッカサポニンは糖とステロイドからなる配糖体であり、その構造から抗酸化作用はないと思われるので、血清TBARSは低下したが肝臓TBARSが増加したのは血清から肝臓へ移行したものと考えられる。

Watanabeら³⁵⁾はEGCgによるACC阻害作用を認め、緑茶は脂肪酸の生合成を抑制すると述べている。本研究においてもACC活性(unit/g of liver)は各群間に有意差がなかったが、unit/mg protein(表示していない)は対照群 0.057 ± 0.004 、緑茶群 0.044 ± 0.005 、ユッカ群 0.069 ± 0.03 、緑茶・ユッカ群 0.068 ± 0.003 となり緑茶群が有意に低値を示した。FAS活性もACC活性と同様に緑茶群が低値を示し、リパーゼ活性は有意に高値を示して、緑茶群の脂質代謝は分解系に傾斜していた。しかし緑茶群の肝臓TGは対照群および緑茶・ユッカ群より増加しており、腹腔脂肪率も対照群より高く、脂質代謝系酵素活性との相関性が認められなかった理由は検討する必要がある。緑茶とユッカサポニンの同時投与によって、糞中コレステロール排泄率は明らかに上昇し、肝臓コレステロールも著しく減少した。

要 約

生後8～9週齢のSHRをコレステロール添加高ラード食と1%食塩水を飲水として12週間飼育して高脂血症モデルを作成し、これを対照群とした。対照群の飼料に2.5%緑茶粉末添加(緑茶群)または1.5%ユッカサポニン添加(ユッカ群)、そして緑茶とユッカサポニンを同時添加(緑茶・ユッカ群)してコレステロールなど脂質代謝系への影響を比較した。

- 1) 平均飼料摂取量と腹腔脂肪率は試験群はいずれも増加した。
- 2) 血清T-chol, LDL-cholは対照群に比べて緑茶群で低下し、ユッカ群、緑茶・ユッカ群でさらに低下した。HDL-cholはユッカ群、緑茶・ユッカ群で低下が著しかった。TGは試験群いずれも低下した。
- 3) 肝臓TL, Cholは対照群、緑茶群に比べてユッカ群、緑茶・ユッカ群で減少した。
- 4) TBARSは血清、肝臓とも対照群に比べて緑茶群で差がなく、ユッカ群、緑茶・ユッカ群は血清で低下し、肝臓で増加した。
- 5) 緑茶群はFAS活性が低下し、リパーゼ活性が上昇した。
- 6) 糞中コレステロール排泄率は緑茶群、ユッカ群、緑茶・ユッカ群の順に増大した。

以上、ユッカサポニンの方が緑茶粉末より血中コレステロールおよびTBARSの低下効果は著しく、相乗効果が認められたのは肝臓コレステロールの低下作用であった。緑茶粉末は脂質

代謝系酵素活性に影響し、分解系を促進した。

文 献

- 1) 山口優, 林真知子, 山添寛, 国友勝: 動脈硬化形成食負荷マウスの血清, 肝臓および大動脈脂質異常に対する緑茶抽出物の予防効果. 日薬理誌, **97**, 329-337(1991)
- 2) Vison J. A. and Dabhagh Y.A.: Effect of green and black tea supplementation on lipids, lipid oxidation and fibrinogen in the hamster; mechanisms for the epidemiological benefits of tea drinking. FEBS LETTERS, **433**, 44-46(1998)
- 3) Luo M., Kannar K., Wahlqvist M. L. and O'Brien R.C.: Inhibition of LDL oxidation by green tea extract. The Lancet, **349**, Feb1, 360-361(1997)
- 4) Sano M., Takahashi Y., Yoshino K., Shimoi K., Nakamura Y., Tomita I., Oguni I. and Konomoto H.: Effect of tea (*Camellia sinensis* L.) on lipid peroxidation in rat liver and kidney; A comparison of green and black tea feeding. Biol. Pharm. Bull., **18**, 1006-1008(1995)
- 5) Xu Y., Ho C-T, Amin S. G., Han C. and Chung F-L: Inhibition of tobacco-specific nitrosamine-induced lung tumorigenesis in A/J mice by green tea and its major polyphenol as antioxidants. Cancer Res., **52**, 3875-3879(1992)
- 6) 原征彦, 松崎敏, 中村耕三: 茶カテキンの抗腫瘍作用. 栄食誌, **42**, 39-45(1989)
- 7) 今井一枝, 菅謙司, 中地敬: 緑茶飲用の成人病予防効果. Therapeutic Reserch, **16**, 3302-3304(1995)
- 8) Imai K. and Nakachi K.: Cross sectional study of effects of drinking green tea on cardiovascular and liver diseases. Br. Med. J., **310**, 693-696(1995)
- 9) 原征彦, 外岡史子: 茶カテキンのラット血圧上昇に及ぼす抑制効果. 栄食誌, **43**, 345-348(1990)
- 10) Ikigai H., Nakae T., Hara Y. and Shimamura T.: Bactericidal catechins damage the lipid bilayer. Bioch. Bioph. Acta., **1147**, 132-136(1993)
- 11) 福與真弓, 原征彦, 村松敬一郎: 茶葉カテキンの構成成分である(-)エピガロカテキンガレート血中コレステロール低下作用. 栄食誌, **39**, 495-500(1986)
- 12) 松本なつき, 原征彦: 茶カテキンの血中コレステロール上昇抑制作用. 食品工業, **3**, 81-84(1995)
- 13) Muramatsu K., Fukuyo M. and Hara Y.: Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol-fed rats. J. Nutr. Sci. Vitaminol., **32**, 613-622(1986)
- 14) 平井輝生: ユッカ抽出物の畜産への応用. Feeding, **31**, 1-4(1991)
- 15) Jenkins K. J. and Atwal A. S.: Effects of dietary saponins on fecal bile acids and neutral sterols and availability of vitamins A and E in the chick. J. Nutr. Biochem., **5**, 134-137(1994)
- 16) Malinow M. R., Conner W. E., McLaughlin P., Stafford C., Lin D. S., Livingston A. L., Kohler G. O. and McNulty W. P.: Cholesterol and bile acid balance in *Macaca fascicularis*. Effects of alfalfa saponins. J. Clin. Invest., **67**, 156-162(1981)
- 17) Topping D. L., Illman R. J., Fenwick D. E. and Oakenfull D. G.: Effects of Quillaja and soya saponins on plasma cholesterol and faecal steroid excretion in the rat. Proc. Nutr. Aust., **5**, 195(1980)
- 18) Onning G. and Asp N-G: Effect of oat saponin on plasma and liver lipids in gerbils and rats. Br. J. Nutr., **73**, 275-286(1995)

- 19) 辻原命子, 谷由美子: 高脂肪高コレステロール食飼育ラットの脂質代謝に及ぼすユッカサポニンおよびコンニャク精粉の影響. 栄食誌, **51**, 157-163(1998)
- 20) 谷由美子, 岡野さやか: 高血圧自然発症ラット(SHR)の脂質代謝および血清NOにおよぼす食餌脂肪と食塩の影響. 名古屋女子大紀要, **46**, 53-61(2000)
- 21) 内藤周幸, 山中隼: 動脈硬化性疾患と過酸化脂質. 日本老年医学会誌, **15**, 187-191(1978)
- 22) Morimoto C., Tsujita T. and Okuda H.: Norepinephrine-induced lipolysis in rat fat cells from visceral and subcutaneous sites; role of hormone-sensitive lipase and lipid droplets. *J. Lipid Res.*, **38**, 132-138(1997)
- 23) 上田英夫(1969)臨床検査法, p398, 杏林書院, 東京
- 24) Steinberg D., Parthasarathy S., Carew T. E., Khoo J. C. and Witztum J. L.: Beyond cholesterol Modification of low-density lipoprotein that increase its atherogenicity. *N Engl. J Med.*, **320**, 915-924(1989)
- 25) Yu-Li Lin, Chong-Yurn Cheng, Ya-Ping Lin, Yong-Wei Lau, I-Ming Juan and Jen-Kun Lin: Hypolipidemic effect of green tea leaves through induction of antioxidant and phase II enzymes including superoxide dismutase, catalase and glutathione-transferase in rats. *J. Agric. Food Chem.*, **46**, 1893-1899(1998)
- 26) 山本千絵, 徳田節子: 杜仲茶とウーロン茶、緑茶のラット脂質代謝におよぼす影響. 脂質生化学研究, **37**, 311-314(1995)
- 27) 石倉俊治: 茶中の血中コレステロール上昇抑制作用物質. 月刊フードケミカル, **10**, 90-93(1993)
- 28) Chisaka T., Matsuda H., Kubomura Y., Mochizuki M., Yamahara J. and Fujimura H.: The effect of crude drugs on experimental hypercholesterolemia, mode of action of(-)epigallocatechingallate in tea leaves. *Chem. Pharm. Bull.*, **36**, 227-233(1988)
- 29) Ikeda I, Imasato Y., Sasaki E., Nakayama M., Nagao H., Takeo T., Yayabe F. and Sugano M.: Tea catechins decrease micellar solubility and intestinal absorption of cholesterol in rats *Biochem Biophys Acta.*, **1127**, 141-146(1992)
- 30) Milgate J and Robert D. C. K.: The nutritional and biological significance of saponins *Nutr Res.*, **15**, 1223-1249(1995)
- 31) Sasaguri Y., Morimatsu M., Kinoshita T., Nakashima T., Inagaki T. and Yagi K.: Difference in susceptibility to injury by linoleic acid hydroperoxide between endothelial and smooth muscle cell of arteries. *J Appl. Biochem.*, **7**, 70-78(1985)
- 32) Sasaguri Y., Morimatsu M., Nakano R., Tokunaga O. and Yagi K.: Effect of linoleic acid hydroperoxide on phagocytic activity and on microscopic features of macrophages derived from peripheral monocytes *J. Clin. Biochem. Nutr.*, **5**, 117-126(1988)
- 33) Sasaguri Y., Morimatsu M., Nakashima T., Tokunaga O. and Yagi K.: Difference in the inhibitory effect of linoleic acid hydroperoxide on prostacyclin biosynthesis between cultured endothelial cells from human umbilical cord vein and cultured smooth muscle cells from rabbit aorta *Biochem. Int.*, **11**, 517-521(1985)
- 34) Pearson D. A., Frankel E. N., Aeschbach R. and German J. B.: Inhibition of endothelial cell mediated low-density lipoprotein oxidation by green tea extracts., *J Agr Food Chem.*, **46**, 1445-1449(1998)
- 35) Watanaba J., Kawabata J. and Niki R.: Isolation and identification of acetyl-CoA carboxylase in-

hibitors from green tea (*Camellia sinensis*), *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **62**, 532–534 (1998)