

【審査論文】

緑茶抽出物はラットの血清 HDL- コレステロール値を増大させる高木亜由美、本三保子、鈴木敏和¹**Increase of plasma HDL-cholesterol levels by the administration of green tea extract in rats**Ayumi TAKAGI, Mihoko MOTO and Toshikazu SUZUKI¹¹ 連絡著者 (Corresponding author): t-suzuki@wayo.ac.jp**要旨**

【目的】緑茶または緑茶に含まれるカテキンは、脂質の吸収阻害や異化代謝酵素の活性化を介して、体重増加の抑制、内蔵脂肪蓄積の減少、血糖値、血清脂質値を低下させることが、モデル動物実験系で示されている。しかしこれらの研究では、高脂肪食投与時のみの調査であり、対照となる標準食投与時の緑茶カテキンの効果を調査していない。そこで、ラットへカテキン40%を含む緑茶抽出物を与えた場合、血糖値および血清脂質値にどのような変化を与えるか、標準食および高脂肪食投与群の両方で検討を行った。

【方法】6週齢のSprague-Dawley系ラットを標準食、高脂肪食、3% (w/w) 緑茶抽出物を含む標準食、3% (w/w) 緑茶抽出物を含む高脂肪食の4群に分け、4週間飼育した。飼育終了後、全採血を行い、血清中のグルコース値、中性脂肪値、総コレステロールおよびHDL-コレステロール値を測定した。さらに、精巢周囲脂肪、腎臓周囲脂肪の重量を測定し、体脂肪蓄積量を求めた。

【結果】緑茶抽出物の投与は、食餌の脂肪含量にかかわらず、体重の増加と内蔵脂肪の蓄積を抑え、血清中性脂肪値を低下させた。血清グルコース値は、高脂肪食投与による値の上昇が、緑茶抽出物投与によって抑えられた。標準食投与時においては、緑茶抽出物の投与は血清グルコース値に変化を与えなかった。一方で、緑茶抽出物の投与は、血清総コレステロール値とHDL-コレステロール/総コレステロール比の両方を増大させた。血清コレステロール値の増大は、標準食投与時の方は高脂肪食投与時よりも大きかった。

【考察】標準食投与群において、緑茶抽出物投与は血清中性脂肪値を抑える一方で、コレステロール値、特にHDL-コレステロール値を増加させた。以上より、緑茶抽出物は、中性脂肪の異化反応亢進のみならず、肝臓におけるコレステロール生合成及びHDL-コレステロール合成に関わる遺伝子発現を調節し、血清中のコレステロール値、特にHDL-コレステロール値を上昇させる可能性が示唆された。

キーワード：緑茶抽出物 (green tea extract)、カテキン (catechin)、標準食 (normal chow)、高脂肪食 (high-fat chow)、HDL-コレステロール (HDL-cholesterol)

1. 緒言

ツバキ科ツバキ属の常緑樹、チャノキ (*Camellia sinensis*) の葉や芽から作られる茶は、水に次いで、世界で2番目に消費されている飲料である^{1,2)}。加工法の違いにより、緑茶、紅茶、ウーロン茶の大きく3種類に分類される。緑茶は、新鮮な茶葉を釜の中または蒸気で加熱し、茶葉に含まれるポリフェノールオキシダーゼを不活性化させた後、乾燥させて作られる¹⁾。緑茶は、主に中国、日本、韓国、およびモロッコで飲まれており、全茶葉の約1/5が緑茶として消費されている^{1,2)}。

茶の飲用の歴史は、2,000年近くある。唐の時代に陸羽が著した世界最古の茶の科学書「茶経」³⁾には、茶の効用について、「茶之為用，味至寒，為飲最宜精行儉徳之人，若熱渴、凝悶、腦疼、目澁、四肢煩、百節不舒，聊四五啜，與醍醐、甘露抗衡也」と記している。下線部分を要約すると、「熱がでてのどが渇くとき、気が沈みがちなとき、頭が痛いとき、目がしばたたくとき、手足が痛み節々が伸びないときに、茶を4、5杯飲めば、醍醐や甘露にも匹敵する（効果がある）」となる。中国の禅院で行われていた飲茶の習慣を日本に導入した、鎌倉時代の禅僧栄西は、「茶は養生の仙薬なり。延命の妙術なり。」と彼の著である「喫茶養生記」⁴⁾に書いている。このように茶は、健康を維持増進するものとして古代より愛飲されてきた。

20世紀の終わりから今世紀にかけて、肥満や生活習慣病予防の面から緑茶の効能を調査した報告が多数ある^{1,2,5)}。例えば、40,530人の日本人成人を対象とした前向きコホート研究によれば、毎日5杯以上の緑茶を飲む人は、1杯未満の人と比べて循環器疾患による死亡率が26%低下していた⁶⁾。また緑茶の消費量と循環器疾患による死亡率の低下との間には相関があった。17,413人の日本人成人を対象とした後ろ向きコホート研究によれば、毎日6杯以上の緑茶を飲む人は、1週間に1杯未満の人と比べて糖尿病発症リスクが33%低下していた⁷⁾。1,210人の台湾人を対象とした横断的研究によれば、10年以上の飲茶習慣のある人は、無い人と比べて体脂肪率が低く、ウエスト周りが小さく、ウエスト/ヒップ比が低下していた⁸⁾。

緑茶成分のうち抗肥満効果や抗生活習慣病効果をもたらす有効成分として、緑茶に多く含まれるポリフェノール、カテキンが着目されている^{2,5)}。Nagaoらは、肥満者やII型糖尿病患者を被験者とした12週間緑茶摂取試験を行い、緑茶ポリフェノールであるカテキンを約600 mg摂取したグループは、70-100 mg摂取したグループと比較して体重、体脂肪率、内臓脂肪量、血清脂質値が減少し、血中インスリン値が上昇することを報告している^{9,10)}。

モデル動物を使用した系においても、緑茶抽出物、緑茶由来のカテキンが、体重増加の抑制、内臓脂肪蓄積の減少、血糖値、血清脂質値の低下作用を示すことが多数報告されている^{11,12)}。生活習慣病予防効果を示す作用機序のひとつとして、カテキンの抗酸化作用による低密度リポタンパク質 (LDL) の酸化や脂質の過酸化抑制の可能性が考えられている^{13,14)}。しかし、カテキンの体内への吸収率は非常に低いため、血中での抗酸化作用に関しては議論の余地がある。むしろ、腸管における脂質の消化と吸収阻害が主な作用機序であると報告している研究者もいる¹²⁾。

最近では、カテキン以外の緑茶成分の効果も注目されている。Yasuiらは、カテキンを含まない緑茶抽出成分 (GT-W) を4週間投与したマウスでは、肝臓における糖新生に関わる2つの酵素、グルコース-6-ホスファターゼ (G6P) およびホスホエノールピルビン酸カルボキシキナーゼ (PEPCK) の発現量が低下していること、ラット肝臓がん由来H4IIE細胞において、GT-Wはインスリン様活性を持つことを報告した¹⁵⁾。なお、カテキンはインスリン様効果を持たなかった¹⁵⁾。この結果より、緑茶には複数の生理活性成分が協調して血中のグルコース値や脂質値を調節し、糖尿病および肥満予防効果を発揮することが示唆された。

このように、多くの研究者が緑茶の抗肥満効果や抗生活習慣病効果に注目している。そのためか、モデル動物を用いた実験系では、高脂肪食、高コレステロール食、高果糖食投与時における、緑茶抽出物またはカテキンの効果の報告が多数ある。しかし、通常食投与時における効果を調べた研究は、ほとんどない。文献等によれば、日本においては、緑茶は江戸時代中期の頃より庶民に広く飲用されるようになったと考えられている¹⁶⁾。江戸時代の脂質摂取量は180 kcalと現在の約1/3で、総エネルギー摂取量の10%未満と推定されている。また、その量は昭和30年代まで変化することはなかった¹⁷⁾。そこで、本研究では、高脂肪食（エネルギーの40%が脂肪由来）に加えて通常食（エネルギーの10%が脂肪由来）投与時における、血糖値、血清脂質値および内臓脂肪蓄積量に及ぼす緑茶抽出物の効果を、Sprague-Dawley (SD) 系ラットを用いて調べた。食餌中の脂質量の差により、体重の増加、内臓脂肪の蓄積、および血中のグルコース値や脂質値に及ぼす緑茶抽出物の効果に違いがあらわれるか、比較検討を行った。

2. 方法

(1) 実験材料

カテキンを40%含む緑茶抽出物（ポリフェノンG、Lot. No. 0907093、三井農林）は、三井農林株式会社の南条文雄博士より分与されたものを使用した。

(2) 実験飼料

実験飼料は、AIN-93に準拠し、さらにResearch Diet社（New Brunswick, NJ, USA）の肥満研究で使用するげっ歯類用飼料D12450B（10% kcal Fat）、D12451（45% kcal Fat）の組成を参考にして、表1、表2に示される組成で調製した。カゼイン、ラード、ミネラル混合物、ビタミン混合物、セルロース、コーンスターチはオリエンタル酵母工業(株)より購入した。その他は、関東化学(株)より購入した。表1および以降は、3%（w/w）緑茶抽出物を含む標準食、および3%（w/w）緑茶抽出物を含む高脂肪食は、それぞれ標準食+緑茶抽出物、高脂肪食+緑茶抽出物と記した。

表1 試験食餌組成 (g)

| 成分 | 標準食 | 高脂肪食 | 標準食+ 緑茶抽出物 | 高脂肪食+ 緑茶抽出物 |
|-----------------|------|------|---------------|----------------|
| カゼイン | 200 | 200 | 200 | 200 |
| シスチン | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 大豆油 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| ラード | 20 | 180 | 20 | 180 |
| ミネラル混合物 (AIN93) | 35 | 35 | 35 | 35 |
| ビタミン混合物 (AIN93) | 10 | 10 | 10 | 10 |
| セルロース | 50 | 50 | 50 | 50 |
| グラニュー糖 | 103 | 103 | 103 | 103 |
| コーンスターチ | 554 | 394 | 554 | 394 |
| 緑茶抽出物 | 0 | 0 | 30 | 30 |
| 合計 | 1000 | 1000 | 1030 | 1030 |

表2 試験食餌のエネルギー比率

| 飼料組成 | 標準食 | 高脂肪食 | 標準食+ 緑茶抽出物 | 高脂肪食+ 緑茶抽出物 |
|---------------------|------|------|---------------|----------------|
| たんぱく質エネルギー比率 (%) | 20.9 | 17.3 | 20.9 | 17.3 |
| 脂質エネルギー比率 (%) | 10.4 | 39.4 | 10.4 | 39.4 |
| 炭水化物エネルギー比率 (%) | 68.7 | 43.3 | 68.7 | 43.3 |
| エネルギー量 (kcal/100 g) | 389 | 469 | 378 | 456 |

(3) 実験動物

6週齢のSD系雄ラット（日本クレア）を市販の固形飼料（CE-2、日本クレア）で1週間予備飼育を行った後、実験飼料に切り替え4週間飼育した。飼育は個別ゲージで行い、各群8匹を飼育した。飼育環境は、室温（23 ± 2℃）、湿度（55 ± 5%）、明暗時間制御（明期7:00～19:00）で、実験飼料は1日あたり20gを上限として与えた。水は自由摂取とした。各群の1匹あたりの総摂食量は、標準食群が520.1 ± 26.0 g（2,023 ± 101.1 kcal）、高脂肪食群が535.6 ± 18.2 g（2,512 ± 85.4 kcal）、標準食+緑茶抽出物群が501.6 ± 13.9 g（1,896 ± 52.5 kcal）、高脂肪食+緑茶抽出物群が486 ± 19.9g（2,216 ± 90.7 kcal）であった。動物実験については、内閣府告示の動物実験の飼養および保管等に関する基準に従い、和洋女子大学動物を対象とする研究に関する倫理委員会の審議、承認（受付番号1009号）を経て実施した。

(4) 採血および臓器の摘出と秤量

飼育期間終了直前に16時間絶食させた後、エーテル麻酔下で腹部大動脈穿刺により全血液の採取を行い、安楽死させた。血液はベノジェクトII真空採血管（VP-AS076K、6 ml、TERUMO）に採血した。肝臓、腎臓、内臓脂肪（精巣周囲脂肪、腎臓周囲脂肪）を摘出し、生理食塩水で各臓器に付着している体液を取り除いた後、自動天秤を用いて重量を測定した。

(5) 血液中のグルコース、中性脂肪、およびコレステロール値の測定

血液を1700×gで10分間、遠心分離して血清を得た。血清中のグルコース（GLC）、中性脂肪（TG）、総コレステロール（TC）、高比重リポタンパク質コレステロール（HDL-C）の濃度は、生化学自動分析装置（ドライケム4000、富士写真フィルムメディカル）及び検体別スライドを用いて測定した。機器に内蔵された検量線から血清成分の定量を行った。

(6) 統計処理

各実験結果は平均値±標準誤差で示した。有意差検定は、標準食群と標準食+緑茶抽出物群、高脂肪食群と高脂肪食+緑茶抽出物群についてスチューデントのt-検定を行い、 $p < 0.05$ の場合を統計的に有意と判断した。

3. 結果

(1) 体重変化

投与期間中の体重の変化を図1、図2に示した。高脂肪食群の体重は、標準食群に比べて飼育1週目から8%の有意な増加を示し、2週目に15%、3週目に20%、4週目には21%まで増加した。高脂肪食+緑茶抽出物群は飼育1週目から4週目まで標準食群とほぼ同程度の体重増加を示し、高脂肪食群と比べて

飼育1週目に10%、2週目に12%、3週目に13%、4週目に14%と各週で有意な減少を示した。また、標準食+緑茶抽出物群においては標準食群に比べて、飼育1週目に9%、2週目に9%、3週目に8%、4週目には8%の有意な減少を示した (図1)。飼育終了時における1,000 kcal摂取量あたりの体重増加量は、高脂肪食は標準食群に比べて25%増加し、高脂肪食+緑茶抽出物群は高脂肪食群に比べて26%、標準食+緑茶抽出物群は標準食群に比べて25%低下した (図2)。

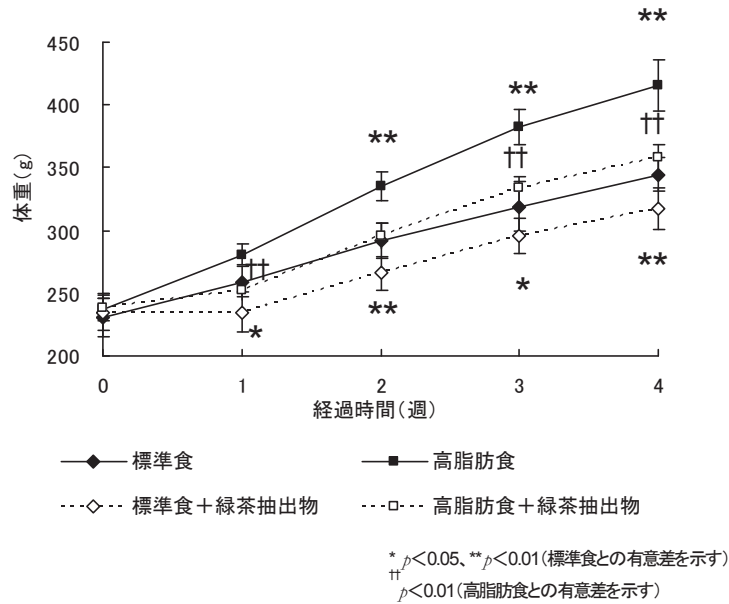


図1 投与期間中の体重変化

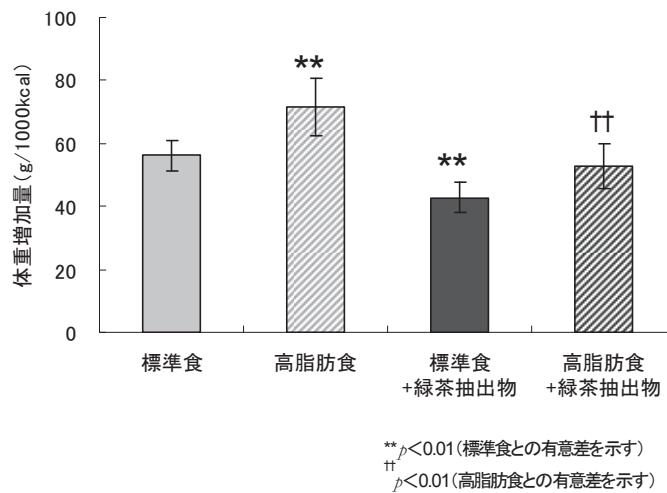


図2 4週間飼育後の1000kcalあたりの体重増加量

(2) 臓器重量

実験終了時の肝臓の重量比 (g/100体重g) は、標準食群が 3.08 ± 0.31 、高脂肪食群が 3.19 ± 0.43 、標準食+緑茶抽出物群が 3.11 ± 0.35 、高脂肪食+緑茶抽出物群が 2.75 ± 0.41 で、4群間に有意な差は認められなかった。また、腎臓の重量比は、標準食群が 0.65 ± 0.01 、高脂肪食群が 0.63 ± 0.02 、標準食+緑茶抽出物群が 0.67 ± 0.03 、高脂肪食+緑茶抽出物群が 0.63 ± 0.04 で、4群間に有意な差は認められなかった。

実験終了時の内臓脂肪重量比を図3に示した。内臓脂肪の蓄積量は、精巣周囲脂肪に関しては、標準食+緑茶抽出物群は標準食群に比べて21%、高脂肪食+緑茶抽出物群は高脂肪食群に比べて32%減少した。腎周囲脂肪に関しては、標準食+緑茶抽出物群は標準食群に比べて47%、高脂肪食+緑茶抽出物群は高脂肪食群に比べて63%減少した。

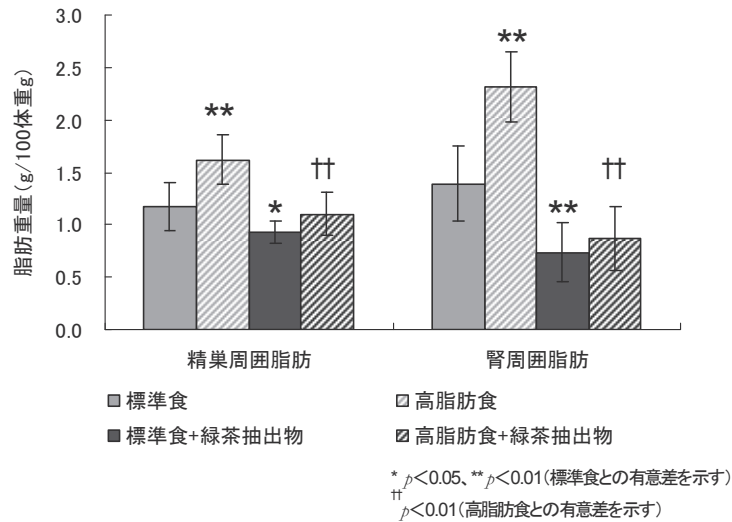


図3 4週間飼育後の内臓脂肪蓄積重量比

(3) 血清のグルコース値及び脂質値

4週間の飼育後、血清グルコース値は高脂肪食+緑茶抽出物群は高脂肪食群に比べて28%減少した(図4)。標準食群と標準食+緑茶抽出物群の2群間に有意差は見られなかった。

血清脂質値については、血清TG値が標準食+緑茶抽出物群は標準食群に比べて28%、高脂肪食+緑茶抽出物群は高脂肪食群に比べて60%減少した(図5)。血清コレステロール値は、標準食+緑茶抽出物群では、標準食群と比べてTC値が53%、HDL-C値が70%増加した(図6)。高脂肪食+緑茶抽出物群では高脂肪食群と比べてTC値が16%、HDL-C値が24%増加した(図6)。これより、3%緑茶抽出物の投与は血清コレステロール値、特にHDL-C値を上昇させること、上昇作用は高脂肪食よりも標準食摂取時のほうが大きいことが分かった。

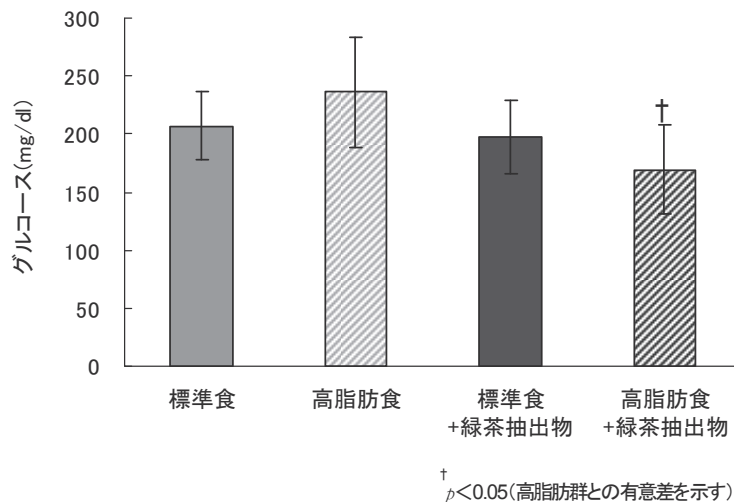


図4 4週間飼育後の血清グルコース値

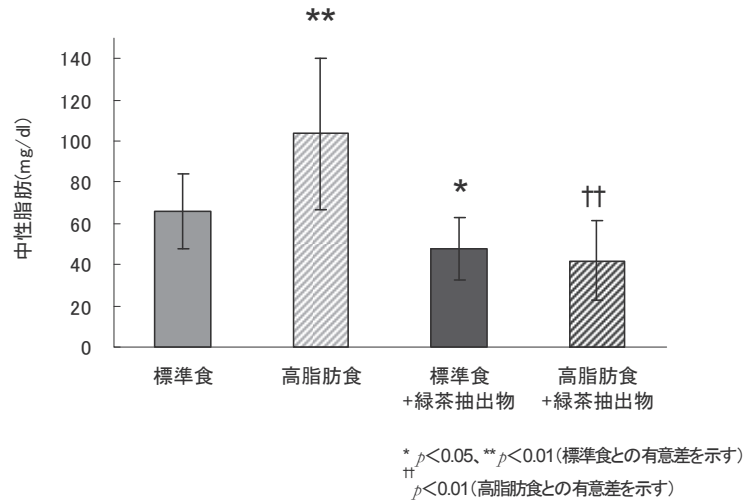


図5 4週間飼育後の血清中性脂肪値

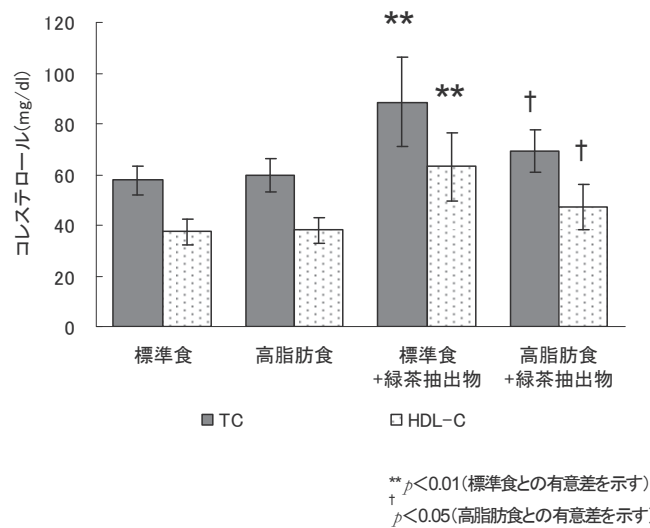


図6 4週間飼育後の血清コレステロール値

4. 考察

近年の健康志向の高まりの中、世界中で肥満および生活習慣病予防の観点から緑茶の生理作用が注目されている¹⁸⁾。ヒト試験においては、緑茶および茶カテキンの摂取により血圧降下作用¹⁹⁾、血糖上昇抑制作用、血清脂質の上昇抑制作用が示されている^{9, 10, 20, 21)}。また、動脈硬化との相関が高いとされている血清コレステロール値については、LDL-コレステロール (LDL-C) 値を低下させるという報告がある²²⁾。

動物実験においては、高血圧モデルラットに緑茶および緑茶成分を投与すると高血圧が改善する。高脂肪食、高果糖食投与により誘導された肥満モデル動物実験系において緑茶または茶カテキンの投与は、体重増加、体脂肪の蓄積、血清中性脂肪の上昇が抑制される^{11, 12, 23)}。しかし、血清コレステロール量については増加する傾向を示すものも報告されている^{24, 26)}。

表3 緑茶抽出成分投与の効果のまとめ

| | 標準食 | 高脂肪食 |
|---------------|-----|------|
| 体重増加 | ↓ | ↓ |
| 内臓脂肪蓄積 | ↓ | ↓↓ |
| 血糖値 | — | ↓ |
| 血清中性脂肪値 | ↓ | ↓↓ |
| 血清コレステロール値 | ↑↑ | ↑ |
| 血清HDLコレステロール値 | ↑↑ | ↑ |

↑は増加または促進、↓は減少または抑制を示す。
矢印の本数は、程度の強さを意味する。

本研究では、標準食または高脂肪食で飼育した正常ラットに緑茶抽出物を4週間摂取させ、体重、内臓脂肪、血糖値、血清脂質値に及ぼす影響を検討した。ラットに標準食（脂肪エネルギー比率10%）、高脂肪食（脂肪エネルギー比率40%）を4週間摂取させたところ、1,000kcalあたりの体重増加量が緑茶抽出物投与群で約25%低下し、標準食群でも高脂肪食群と同程度の緑茶抽出物投与による体重増加の抑制作用をもつことが分かった（図2）。しかし、内臓脂肪蓄積抑制効果や血清中のグルコース値、脂質値に及ぼす効果は、完全に同等でなかった。内臓脂肪の蓄積量は、精巣周囲脂肪重量が標準食で21%、高脂肪食で32%の減少、腎周囲脂肪重量が標準食で47%、高脂肪食で63%の減少であり（図3）、標準食群の減少率は高脂肪食群の7割程度であった。血清グルコース値は、標準食群では緑茶抽出物投与により変化が認められなかったが、高脂肪食群では28%減少した（図4）。すなわち、緑茶の血糖値低下作用は、高脂肪食投与群特異的であった。血清TG値では、標準食で28%、高脂肪食で60%の緑茶抽出物投与による減少が認められた（図5）。これらの結果を表3にまとめた。緑茶抽出物による内臓脂肪蓄積の抑制、血清TG値低下作用は、高脂肪食摂取時に特異的な現象ではないが、低下の程度が食餌中の脂肪含量に依存していることが分かった。緑茶は単に血糖値を低下させるのではなく、高エネルギー摂取時に血糖値が上昇しすぎないように血清グルコース値の維持を促す可能性が示唆された。

一方、血清コレステロール値においては、緑茶抽出物投与によりTC値は標準食で53%、高脂肪食では16%増加した。HDL-C値は標準食では70%、高脂肪食では24%増加した（図6）。緑茶抽出物投与による血清コレステロール値の増加は高脂肪食よりも標準食で顕著に認められた。また、TCに占めるHDL-Cの割合は、緑茶抽出物投与によって高脂肪食が63.7%から67.9%と増大を示したのに対し、標準食は64.7%から71.4%と高脂肪食に比べて高い増大を示した。すなわち、緑茶抽出物の投与は、血中コレステロール値、特にHDL-C値を上昇させること、また、緑茶の血中コレステロール値上昇効果は、標準食投与時の方が高脂肪投与時よりも大きいことが新たに分かった（表3）。これまでの報告でも、緑茶抽出物または緑茶カテキンのひとつエピガロカテキンガレート（EGCG）が、血中コレステロール値を有意に上昇させるという結果がある^{25, 26)}。特に、Shresthaらの報告²⁶⁾では、緑茶抽出物投与により、主にHDL-C値が上昇しており、本研究結果と一致していた。しかし、これらの研究は、高脂肪食、または脂質合成が盛んになる高果糖食投与時における緑茶の効果調べたものである。また、上記の論文では、緑茶またはEGCGがどのようにして血中コレステロール値を上昇させるかについての議論はほとんどされていなかった。Shresthaらの論文²⁶⁾に記載されている図1および2の結果を改めて分析すると、脂肪酸合成酵素遺伝子の発現を促進する転写因子SREBP1c (sterol response element-binding protein 1C)や、その下流の脂肪酸合成酵素（FAS）および脂肪酸不飽和化に關与するステアロイル-CoAデサチュラーゼ1（SCD1）のmRNA発現は、緑茶抽出物の投与量に依存して低下していた。一方、コレステロール生合成の律速酵

素 3-ヒドロキシ-3-メチルグルタリル-CoA還元酵素 (HMG-R) やHDL-Cを構成するアポリポタンパク質A-I (apoA-I) タンパク質にリン脂質やコレステロールを渡すATP結合カセット輸送タンパク質A1 (ABCA1) のmRNA発現は、1%緑茶抽出物投与群は、0.5%緑茶抽出物投与群よりも高かった。これらより、緑茶抽出物成分には、TG合成に関わる遺伝子の発現は抑えるが、コレステロール生合成およびHDL-C合成に関わる遺伝子の発現を上昇させる作用を持つ可能性が考えられる。しかし、何故緑茶の血中コレステロール値上昇効果が、標準食投与時の方が高脂肪投与時よりも大きいのかという点については、依然として不明である。血中コレステロール値は、ジャンクフードなどの高脂肪高コレステロール食を集中して摂取すると上昇する^{27, 28)} が、絶食によっても上昇する²⁹⁾。摂取カロリー量やエネルギー源の質の違いが、コレステロール代謝に及ぼす緑茶の効果に対してどのように影響するのかを分子レベルで明らかにすることは、今後の課題である。

緒言でも述べたように、緑茶の習慣的な摂取は冠動脈性心疾患、脳梗塞、くも膜下出血などの循環器疾患による死亡率低下と関連がある⁶⁾。飲食の習慣と循環器疾患による死亡率低下との関連は、少量のアルコール摂取習慣においても認められている³⁰⁾。その機構のひとつとして、習慣的な少量のアルコール摂取がHDL-C値を上昇させることが示唆されている^{31, 32)}。したがって、緑茶に認められる循環器疾患による死亡率低下作用もまた、緑茶の血中コレステロール値の調節作用が関与している可能性が考えられる。ヒトにおける最近のメタ分析の結果では、緑茶の習慣的な摂取は、TCおよびLDL-Cを若干下げるが、HDL-C値に有意差は見られなかった³³⁾。しかし、このような研究の対象者の多くは、高脂肪エネルギーの西洋食摂取者を対象としている。一方、Kuriyamaらによる研究⁶⁾の対象者は、1995年当時で60歳前後の壮年者で、1日当たりの大豆食品、魚類、肉類の消費量は、男性では、それぞれ約52、60、23g、女性では、それぞれ約48、52、16g、1日当たりのカロリー摂取量は、男性は約1,840 kcal、女性は約1,250 kcalであった。彼らが昔ながらの日本食を習慣的に取り入れていたため、緑茶が血清HDL-C値を上げていた可能性があることを完全には否定できない。ヒトにおいても、習慣的に10-15%程度の低脂肪の食事を摂取している人を対象とした緑茶の効果もまた、今後の課題である。

5. 謝辞

本研究の遂行するにあたり、実験材料の緑茶抽出物を提供して頂きました、三井農林株式会社食品総合研究所の南条文雄博士に感謝いたします。本研究の費用の一部は、和洋女子大学平成22年度研究奨励費(個人研究)により支援された。

6. 参考文献

- 1) Cabrera C, Artacho R, Giménez R. Beneficial effects of green tea - a review. *J Am Coll Nutr.* 2006, 25(2):79-99.
- 2) Grove KA, Lambert JD. Laboratory, epidemiological, and human intervention studies show that tea (*Camellia sinensis*) may be useful in the prevention of obesity. *J Nutr.* 2010, 140(3): 446-453.
- 3) 林左馬衛生、安居香山. 茶経. 中国古典新書. 明德出版社, 1974, 252p.
- 4) 栄西 (全訳注 吉田紹欽). 喫茶養生記. 講談社学術文庫. 講談社, 2000, 192p, ISBN 9784061594456.
- 5) Wolfram S. Effects of green tea and EGCG on cardiovascular and metabolic Health. *J Am Coll Nutr.* 2007, 26(4), 373S-388S.
- 6) Kuriyama S, Shimazu T, Ohmori K, Kikuchi N, Nakaya N, Nishino Y, Tsubono Y, Tsuji I. Green tea consumption and mortality due to cardiovascular disease, cancer, and all causes in Japan: the Ohsaki study. *JAMA.* 2006, 296(10):1255-1265.
- 7) Iso H, Date C, Wakai K, Fukui M, Tamakoshi A; JACC Study Group. The relationship between green tea and total caffeine intake and risk for self-reported type 2 diabetes among Japanese adults. *Ann Intern Med.* 2006, 144(8):654-652.
- 8) Wu CH, Lu FH, Chang CS, Chang TC, Wang RH, Chang CJ. Relationship among habitual tea consumption, percent body fat, and body fat distribution. *Obes Res.* 2003, 11(9):1088-1095.

- 9) Nagao T, Hase T, Tokimitsu I. A green tea extract high in catechins reduces body fat and cardiovascular risks in humans. *Obesity* (Silver Spring). 2007, 15(6):1473-1483.
- 10) Nagao T, Meguro S, Hase T, Otsuka K, Komikado M, Tokimitsu I, Yamamoto T, Yamamoto K. A catechin-rich beverage improves obesity and blood glucose control in patients with type 2 diabetes. *Obesity* (Silver Spring). 2009, 17(2):310-317.
- 11) Crespy V, Williamson G. A review of the health effects of green tea catechins in in vivo animal models. *J Nutr*. 2004, 134(12 Suppl): 3431S-3440S.
- 12) Koo SI, Noh SK. Green tea as inhibitor of the intestinal absorption of lipids: potential mechanism for its lipid-lowering effect. *J Nutr Biochem*. 2007, 18 (3): 179-183.
- 13) Nanjo F, Honda M, Okushio K, Matsumoto N, Ishigaki F, Ishigami T, Hara Y. Effects of dietary tea catechins on alpha-tocopherol levels, lipid peroxidation, and erythrocyte deformability in rats fed on high palm oil and perilla oil diets. *Biol Pharm Bull*. 1993, 16 (11): 1156-1159.
- 14) Ishikawa T, Suzukawa M, Ito T, Yoshida H, Ayaori M, Nishiwaki M, Yonemura A, Hara Y, Nakamura H. Effect of tea flavonoid supplementation on the susceptibility of low-density lipoprotein to oxidative modification. *Am J Clin Nutr*. 1997, 66 (2): 261-266.
- 15) Yasui K, Miyoshi N, Tanabe H, Ishigami Y, Fukutomi R, Imai S, Isemura M. Effects of a catechin-free fraction derived from green tea on gene expression of gluconeogenic enzymes in rat hepatoma H4IIE cells and in the mouse liver. *Biomed Res*. 2011, 32 (2): 119-125.
- 16) 日本茶博物館 江戸時代ーお上と庶民. 冠城園ホームページ.
<http://www.kaburagien.co.jp/museum/museum/museum3.php>, (参照2011-09-08).
- 17) オリーブ かぎもとクリニックだより第3号. 2007-10-1.
<http://www.kagimoto.jp/olive/olive20071001/index.html>, (参照2011-09-08).
- 18) 伊奈和夫, 坂田完三. 緑茶・中国茶・紅茶の化学と機能. 新版、(株)アイ・ケイコーポレーション, 2007: 167-197
- 19) Kanaya S, Goto K, Hara Yo, Hara Yu. The Physiological Effects of Tea Catechins on Human Volunteers, Proceedings of the International symposium on tea science, Shizuoka, Japan. 1991: 314-317.
- 20) 土田隆, 板倉重弘, 中村治雄. カテキン類の長期摂取によるヒトの体脂肪低減作用. *Prog in Med*. 2002, 22 (9): 2189-2203.
- 21) Coimbra S, Santos AS, Rocha PP, Rocha S, Castro E. Green tea consumption improves plasma lipid profiles in adults. *Nutr Res*. 2006, 26: 604-607.
- 22) Hsu CH, Tsai TH, Kao YH, Hwang KC, Tseng TY, Chou P. Effect of green tea extract on obese women: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Clin Nutr*. 2008, 27 (3): 363-370.
- 23) Murase T, Nagasawa A, Hase T, Tokimitsu I, Shimasaki H, Itakura H. Dietary tea catechins reduce development of obesity accompanied with gene expression of lipid-metabolizing enzymes in mice. *J Oleo Sci*. 2001, 50 (9): 711-715.
- 24) Kuo KL, Weng MS, Chiang CT, Tsai YJ, Lin-Shiau SY, Lin JK. Comparative studies on the hypolipidemic and growth suppressive effects of oolong, black, pu-erh, and green tea leaves in rats. *J Agric Food Chem*. 2005, 53: 480-489.
- 25) Klaus S, Pültz S, Thöne-Reineke C, Wolfram S. Epigallocatechin gallate attenuates diet-induced obesity in mice by decreasing energy absorption and increasing fat oxidation. *Int J Obes (Lond)*. 2005, 29(6): 615-623.
- 26) Shrestha S, Ehlers SJ, Lee JY, Fernandez ML, Koo SI. Dietary green tea extract lowers plasma and hepatic triglycerides and decreases the expression of sterol regulatory element-binding protein-1c mRNA and its responsive genes in fructose-fed, ovariectomized rats. *J Nutr*. 2009, 139 (4): 640-645.
- 27) Escolà-Gil JC, Llaverías G, Julve J, Jauhiainen M, Méndez-González J, Blanco Vaca F. The Cholesterol Content of Western Diets Plays a Major Role in the Paradoxical Increase in High-Density Lipoprotein Cholesterol and Upregulates the Macrophage Reverse Cholesterol Transport Pathway. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2011, in press. doi: 10.1161/ATVBAHA.111.236075.
- 28) Lindström T, Kechagias S, Carlsson M, Nystrom FH; Fast Food Study Group. Transient increase in HDL-cholesterol during weight gain by hyperalimentation in healthy subjects. *Obesity* (Silver Spring). 2011, 19 (4): 812-817.
- 29) Sävendahl L, Underwood LE. Fasting increases serum total cholesterol, LDL cholesterol and apolipoprotein B in healthy, nonobese humans. *J Nutr*. 1999, 129 (11): 2005-2008.
- 30) e-ヘルスネット 飲酒とJカーブ. 厚生労働省 メタボリック症候群が気になる方のための健康情報サイト.
<http://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/alcohol/a-03-001.html>, (参照 2011-09-22).
- 31) Rimm EB, Williams P, Fosher K, Criqui M, Stampfer MJ. Moderate alcohol intake and lower risk of coronary heart disease: meta-analysis of effects on lipids and haemostatic factors. *BMJ*. 1999, 319 (7224): 1523-1528.
- 32) Brien SE, Ronksley PE, Turner BJ, Mukamal KJ, Ghali WA. Effect of alcohol consumption on biological markers associated with risk of coronary heart disease: systematic review and meta-analysis of interventional studies. *BMJ*. 2011, 342:d636. doi:

10.1136/bmj.d636.

- 33) Zheng XX, Xu YL, Li SH, Liu XX, Hui R, Huang XH. Green tea intake lowers fasting serum total and LDL cholesterol in adults: a meta-analysis of 14 randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr.* 2011, 94 (2): 601-610.

高木亜由美 (和洋女子大学生生活科学系助手)

本 三保子 (和洋女子大学生生活科学系准教授)

鈴木 敏和 (和洋女子大学生生活科学系准教授)

(2011年9月24日受付)