

茶カテキン類の機能性とそれらの応用例

誌名	日本食品保蔵科学会誌
ISSN	13441213
著者名	原,征彦
発行元	日本食品保蔵科学会
巻/号	26巻1号
掲載ページ	p. 47-54
発行年月	2000年2月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



茶カテキン類の機能性とそれらの応用例

原 征彦*

Tea Catechins : Functions and Applications

HARA Yukihiko*

* Food Research Labs., Mitsui Norin Co., Ltd.
223-1, Miyabara, Fujieda-shi, Shizuoka 426-0133

茶は昔から薬効がいわれ、そして独特な成分をもつ。なかでも茶の渋味であるカテキン類は熱水可溶分の半量を占める特異な成分である。ある種のカテキンは他の植物にも含まれるが、茶カテキン類は茶に独特である。紅茶やウーロン茶では製造過程でカテキン類が縮重合し、赤みを帯びたカテキン2量体などになる。それらの生理活性はカテキンに準じる。筆者らは緑茶からカテキン類を、紅茶からカテキン2量体(テアフラビン)を分離精製し、これら茶ポリフェノール類を用い、*in vitro*、動物、ヒトでそれらが示すさまざまな機能性を明らかにしてきた。それらの主なものを表1に挙げた。

表1 茶カテキン類の機能性

- 抗酸化作用 1)
- ラジカル捕捉作用 2)
- 生体内脂質過酸化抑制作用 3)
- 血中コレステロール濃度上昇抑制作用 4)
- 放射線防護作用 5)
- 抗突然変異作用 6)
- 抗腫瘍作用 7)
- α -アマラーゼ阻害作用 8)
- 血糖上昇抑制作用 9)
- 体脂肪抑制作用 10)
- 血圧上昇抑制作用 11)
- 抗潰瘍作用 12)
- 歯垢合成酵素阻害作用 13)
- 食中毒細菌殺菌作用 14)
- ピロリ菌除菌作用 15)
- 白癬菌殺菌作用 16)
- インフルエンザウイルス不活性作用 17)
- 消臭作用 18)
- ホルムアルデヒド吸着作用 19)
- 整腸作用 20)
- その他

1. 茶カテキン類の抽出およびその組成

緑茶からカテキン画分を抽出するには、まず緑茶を熱湯抽出する。この熱水可溶分からカテキン以外の成分を除去し最終的に約90%のカテキンを含む粉末を「茶カテキン」とした。「茶カテキン」には代表的な5種のカテキンが含まれ、それらはHPLCで分取精製できる。それらの組成を表2に、その主要なものの構造式を図1に示した。これらのうちエピガロカテキンガレート(EGCg)は「茶カテキン」全体の50%以上を占め、それに次ぐエピガロカテキン(EGC)、エピカテキンガレート(ECg)の主要3種は茶に固有に大量に含まれる。

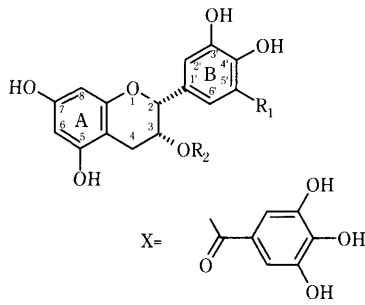
2. 茶カテキンの抗酸化作用

「茶カテキン」は油脂の過酸化を防ぐことを明らかにした¹⁾。ラードに空気を吹き込みつつ約100℃で煮沸を続けると、数時間にして過酸化反応が急激に進む。この系に予め抗酸化剤である α -トコフェロールやBHAを添加し、過酸化連鎖反応の開始時間を遅らせることがで

表2 茶カテキンの組成

構成成分	茶カテキン (%)
(+)-ガロカテキン	1.4
(-)-エピガロカテキン	17.6
(-)-エピカテキン	5.8
(-)-エピガロカテキンガレート	53.9
(-)-エピカテキンガレート	12.5
計	91.2

*三井農林(株)食品総合研究所(〒426-0133 静岡県藤枝市宮原223-1)



- (-)-Epigallocatechin gallate (EGCg): R₁=OH, R₂=X
- (-)-Epicatechin gallate (ECg) : R₁=H, R₂=X
- (-)-Epigallocatechin (EGC) : R₁=OH, R₂=H
- (-)-Epicatechin (EC) : R₁=H, R₂=H

図1 緑化中の主要なポリフェノール類

きる。「茶カテキン」はわずか10ppmの添加で α -トコフェロール200ppm添加と同様な過酸化抑制作用を示した(図2)。カテキンのなかではエピガロカテキンゲレート(EGCg)の効果が顕著であった。抗酸化剤は食品の劣化を防ぐばかりでなく、生体内においても膜脂質や血中脂質の過酸化を防ぎ、生体の劣化を抑制するものと考えられる。ヒト血液を採取し、LDL画分を酸化させる系に茶カテキンを添加すると、用量依存的に酸化開始時間が抑えられる。さらにヒトに茶を継続飲用させた後、血液を採取し同様に試験をすると茶飲用者の血液の酸化開始時間は非飲用者に比べ有意に遅延した²¹⁾

3. 茶カテキンと食中毒細菌

昭和59年に発生したボツリヌス菌によるカラシレンコン食中毒を契機とし、茶飲料を含む中性(低酸性)飲料にあつては、ボツリヌス菌胞子の死滅条件とされる120℃、4分以上の殺菌条件が義務づけられた。ボツリ

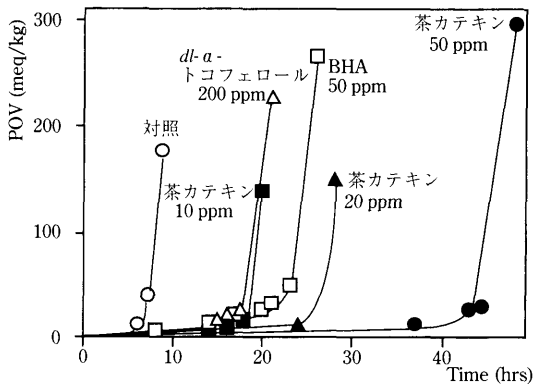


図2 茶カテキンのラードに対する酸化防止効果 (AOM at 97℃)

ヌス菌胞子は強い耐熱性を持ち、その発芽時に産生する毒素は致死性の高い猛毒である。筆者らは、茶飲料の品質を損なわない加熱殺菌条件を検討する過程で、茶飲料自体がボツリヌス菌およびその胞子に対する強い抗菌活性をもつこと、その抗菌成分は茶ポリフェノールであること等を確認した^{22), 23)}。図3に各種茶飲料に接種されたボツリヌス菌胞子が、その後静置するのみで(加熱等処理を加えず)、自然に死滅しその際ボツリヌス毒素産生のないことも確認した。また茶飲料をポリフェノール成分と非ポリフェノール成分とに2分し、各々に植菌するとポリフェノール成分中でのみボツリヌス菌胞子が死滅することを確認した(図4)。そこで、「茶カテキ

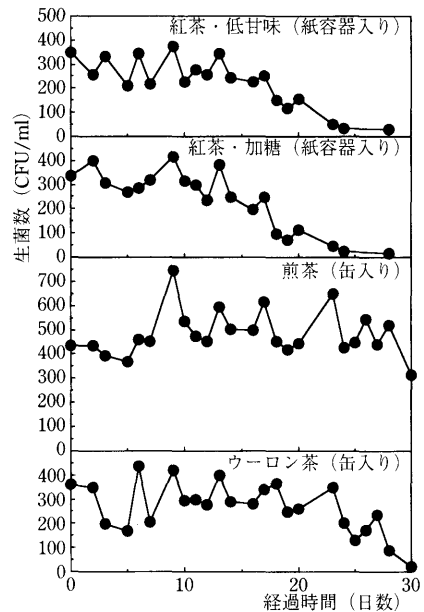


図3 各種茶飲料に接種されたボツリヌス菌芽胞数の経時変化

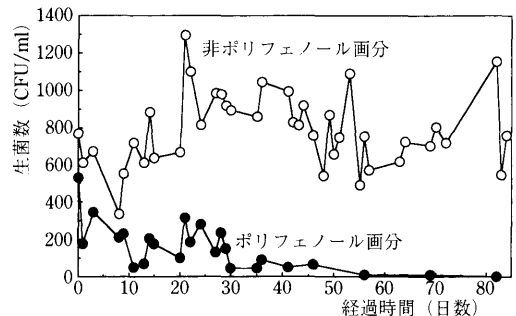


図4 ポリフェノール画分と非ポリフェノール画分とに接種されたボツリヌス菌芽胞数の経時変化

ン」各成分のボツリヌス菌ほかの耐熱性有孢子細菌に対する最小発育阻止濃度を求め、表3の結果を得た。ボツリヌス菌には数百ppmで効果を示している。ちなみに、日常われわれが飲む茶のカテキン濃度は500~1,000ppmである。さらに代表的な食中毒細菌類に対する茶カテキン類の最小発育阻止濃度を求めた。茶カテキンは黄色ブドウ球菌 (*Staphylococcus aureus*), ウエルシュ菌 (*Clostridium perfringens*), セレウス菌 (*Bacillus cereus*), 腸炎ビブリオ (*Vibrio parahaemolyticus*) を含むビブリオ属3菌株, アエロモナス菌 (*Aeromonas sobria*), プレシオモナス菌 (*Plesiomonas shigelloides*) に対して低濃度で明確な抗菌活性を示した。このように、茶カテキンはいわゆる食中毒細菌など悪玉菌には低濃度で殺菌効果を示すが、乳酸桿菌やビフィズス菌など善玉菌に対しては1,000ppmでも殺菌作用を示さない (表4)。さらに、ボツリヌス菌, コレラ菌, ブドウ球菌などの産生する毒素が茶カテキンにより無毒化されるとの知見も得た。

表3 茶カテキン類の耐熱性有芽胞細菌に対する最小発育阻止濃度 (ppm)

	<i>C.botulinum</i>		<i>B.subtilis</i>		<i>B.stearothermophilus</i>	
	孢子	栄養細胞	孢子	栄養細胞	孢子	栄養細胞
茶カテキン	300	<100	>1000	>800	300	200
EGC	>1000	300	>1000	>800	1000	300
EC	>1000	>1000	>1000	>800	>1000	800
EGCg	200	<100	1000	>800	200	200
ECg	200	200	900	>800	300	<100

4. 茶カテキンのインフルエンザ予防作用

茶カテキン, 紅茶テアフラビン (カテキン2量体) は極めて強いインフルエンザウイルス不活化作用をもつ。インフルエンザウイルス液とEGCg各濃度液を混合後、直ちに細胞上 (イヌ腎臓細胞を平板培養) に向け感染させた。数日間培養後染色し、生じたプラーク (溶菌斑) を数え、ウイルス感染増殖の指標とした。その結果, 図5に示したように、ウイルス-EGCg混合液中のカテキン濃度が数ppmという極低濃度でウイルスの感染はほぼ100%阻止され、プラークは生じなかった。通常飲まれる煎茶のカテキン濃度は800ppm前後であり、茶カテキンの効果は驚異的といえる。紅茶テアフラビンの効果はさらに優れていた。ただし、これら茶ポリフェノール

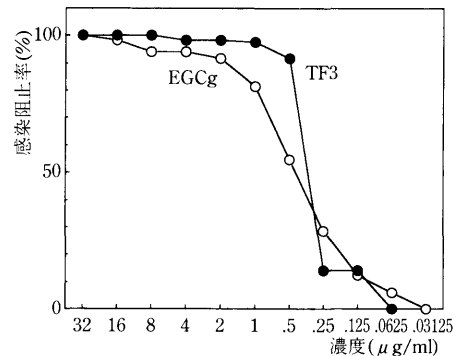


図5 茶ポリフェノール類の抗インフルエンザウイルス作用 (3分処理)

表4 茶カテキン類の食中毒細菌, 乳酸菌, ビフィズス菌に対する抗菌活性

Bacteria	最小発育阻止濃度 (ppm)				
	茶カテキン	EC	ECg	EGC	EGCg
<i>Staphylococcus aureus</i> IAM 1011	450	> 800	800	150	250
<i>Vibrio fluvialis</i> JCM 3752	200	800	300	300	200
<i>V. parahaemolyticus</i> IFO 12711	200	800	500	300	200
<i>V. metschnikovii</i> IAM 1039	500	>1000	>1000	500	1000
<i>Clostridium perfringens</i> JCM 3816	400	>1000	400	>1000	300
<i>C. botulinum</i> A, B mix	< 100	>1000	200	300	< 100
<i>Bacillus cereus</i> JCM 2152	600	>1000	600	1000	600
<i>Plesiomonas shigelloides</i> IID No.3	100	700	100	200	100
<i>Aeromonas sobria</i> JCM 2139	400	>1000	700	400	300
<i>Lactobacillus brevis</i> subsp. <i>gravesensis</i> JCM 1102	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
<i>L. brevis</i> subsp. <i>brevis</i> JCM 1059	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
<i>L. brevis</i> subsp. <i>otakiensis</i> JCM 1183	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
<i>Bifidobacterium bifidum</i> JCM 1255	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
<i>B. adolescentis</i> JCM 1275	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
<i>B. longum</i> JCM 1217	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000

の作用は予防効果であり、既にウイルス感染した細胞に茶成分を接触させても、抗ウイルス効果は弱い。

5. 胃がんと茶カテキン

茶カテキンは口腔から食道を経て胃に至る。発ガン物質を動物に投与し食道、前胃、胃に腫瘍を発生させる系で、茶カテキン経口投与が抗腫瘍作用を示すとの報告は多いがヒトではどうであろうか。小国らは静岡県のある地域における胃がん死亡率(年齢補正)が全国平均に比べ極度に低い(約20%)ことに気づき、調査を進めた。その結果、それら地域は全国でも有数な茶産地(大井川上流の川根地区)であり、その住民は日々潤沢、頻繁に茶を飲むという事実を明らかにした²⁴⁾。最近、ヒトの胃粘膜中に生息する細菌、ヘリコバクター・ピロリが慢性胃炎からひいては胃がんを惹起するのではないかと疑われている。茶ポリフェノールは *in vitro* で50~100 ppmあるいはそれ以下でピロリ菌の増殖を阻止する。そこで山田らはピロリ菌保菌者34名に茶カテキン700mg(「カテキン100」7カプセル、お茶約10杯分)を毎日、1カ月間摂取させたところ殆どの人で菌数の減少が見られ6名では除菌が確認された¹⁵⁾。

6. 茶カテキンの血中コレステロール濃度上昇抑制作用

茶ポリフェノールは小腸において脂質の乳化を阻害し、脂質の吸収を抑制すると考えられる。高脂血症、特にLDLコレステロール濃度の過度の上昇やその過酸化が心筋梗塞の危険因子である。血中コレステロール濃度は食事によって大きく影響される。そこでラード15%、コレステロール1%を含む高コレステロール食をラットに給餌し4週間飼育、採血したところ図6に示したように普通食群に比べ、LDLコレステロールが著増し、善玉HDLコレステロールは減少傾向を示した。このとき、この高コレステロール食に「茶カテキン」を0.5%ない

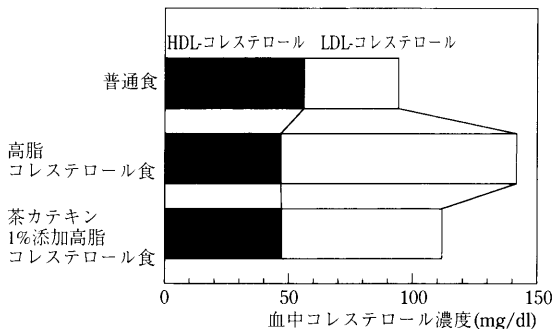


図6 茶カテキンのラットにおける血中コレステロール濃度上昇抑制効果

し1%添加した群ではLDLコレステロールの上昇が抑えられ、HDLコレステロールの減少も抑えられる傾向を示した¹⁾。そこで、健康人33名が茶カテキンを1日500mg(「カテキン100」5カプセル)、3カ月にわたり摂取し、摂取前および摂取後に血中脂質を測定した。その結果、総コレステロール濃度の変化は見られなかったが、HDLコレステロール濃度は有意に上昇した(図7)。

7. 茶カテキンの血圧上昇抑制作用

ヒトの高血圧の90%以上はその原因疾患がつかめない本態性高血圧である。そこではレニン・アンジオテンシン系の関与が大きい。茶ポリフェノールは血圧上昇酵素ACEを阻害し、昇圧物質の生成を阻害することを *in vitro* で確認した²⁵⁾。そこで、高血圧自然発症ラット(SHR)を「茶カテキン」添加飼料で飼育し、その血

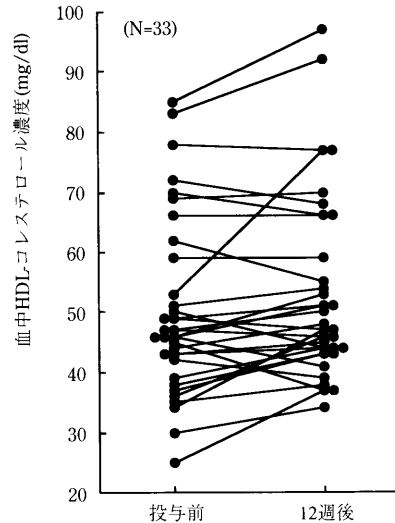


図7 ヒト血中脂質濃度に対する茶カテキン摂取の影響

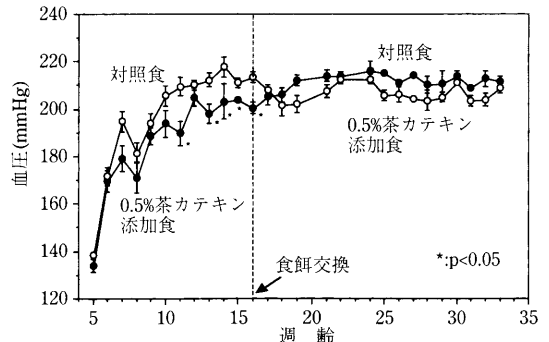


図8 茶カテキンの高血圧自然発症ラット(SHR)に対する血圧上昇抑制作用

圧上昇の様子を対照群と比べた(図8)。図から明らかのように、SHRは生後5週以降急激に血圧が上がり10週以降には200mmHgを超える。このとき「茶カテキン」を0.5%飼料に添加した群では明らかに血圧上昇が抑えられた。16週目に飼料を交換したところ血圧値も逆転した。さらに脳卒中易発症高血圧ラット(SHRSP)で「茶カテキン」の効果を確認した(図9)。図から明らかのように、飲料水に食塩1%添加した両群とも20週前後で全てが死亡したが、「茶カテキン」添加群では脳卒中発症時期が対照群に比べ15%ほど遅延した。さらにヒトに対する効果を見るため、健康人が毎日茶カテキン500mg(「カテキン100」5カプセル)を3カ月間摂取し、前後の血圧を測定した。その結果、図10に示したように、拡張期血圧、収縮期血圧とも低下傾向を示し、特に高血圧傾向にあった人の血圧が顕著に低下した。このように茶カテキンの長期摂取により血

圧上昇が抑制される可能性が示された。

8. 茶カテキンの血糖上昇抑制作用

胃を通過した茶ポリフェノールは小腸において一部は体内に吸収されるものの大部分は消化管内に留まり有用な働きをする。糖類の消化には膵臓から小腸に分泌される α -アミラーゼや小腸管壁に存在するシュクラーゼなどが関与している。茶カテキンおよび紅茶ポリフェノールがこれら消化酵素に対し阻害作用を示すことを明らかにした⁸⁾。さらに、ラットにデンプンやシュクロースを与え、その血糖値上昇が「茶カテキン」の事前投与により抑制されることも確認した⁹⁾。そこで、茶カテキンのヒトに対する効果を糖負荷試験で調べた。第1日目は、デンプンあるいはシュクロース50gを摂取して頂き、摂取前、摂取後30分、1時間、2時間および3時間後に採血し、血糖値を測定した。第2日目には、デンプンあるいはシュクロース摂取30分前に茶カテキンを500mg(「カテキン100」5カプセル)摂取し、第1日目と同様に血糖値を測定した。その結果、図11に示したように、茶カテキンはデンプンやシュクロース摂取時における血糖値を有意に抑制し、ダイエットにも有効である可能性が示された。

9. 茶カテキン摂取によるヒト腸内菌叢改善作用、糞便臭軽減作用および整腸作用

ヒトの腸内には100兆個、100種以上の細菌が生息し、腸内細菌叢(フローラ)の状態はヒトの健康や各種成人病、老化、免疫などと密接に関わっている。健康成人の

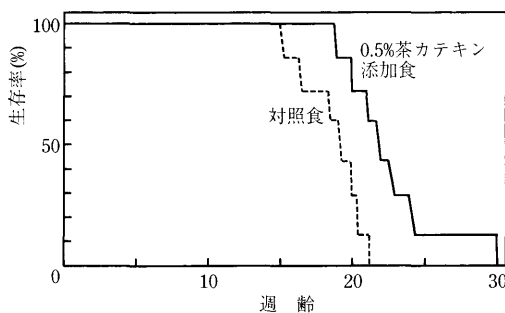


図9 茶カテキンの脳卒中易発症ラット(SHRSP)の生存率に対する効果

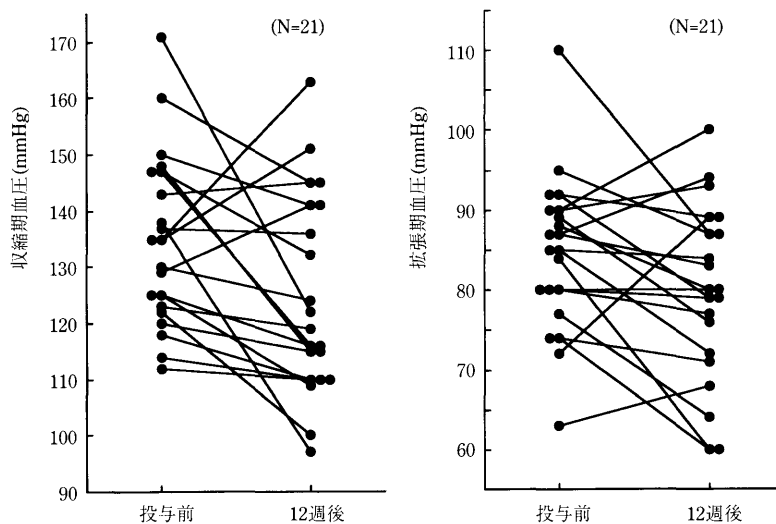


図10 茶カテキン摂取のヒト血圧に対する影響

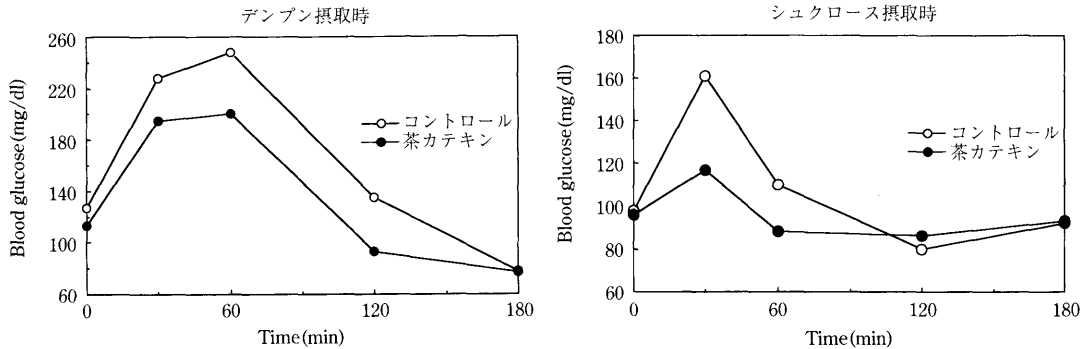


図11 茶カテキンのヒトにおける血糖値上昇抑制効果

糞便内の優勢菌はバクテロイデス、ユウバクテリウム、ペプトコッカス、クロストリジウム、ビフィズス菌などであるが、老化に伴いビフィズス菌が減少し悪臭を発生する腸内球菌やウエルシュ菌 (*Clostridium perfringens*) などが増加する。茶カテキンは食中毒細菌や悪臭菌に対しては抗菌的に働き、乳酸菌系の善玉菌には作用しないことから茶カテキンの腸内菌叢や糞便臭への作用に関心がもたれた。

一方、介護施設における糞便臭は大きな問題であり、その軽減は介護者にとっても切実な関心事である。そこで、(社会福祉法人) 十字の園・診療所の協力を得て経管栄養下の寝たきり老人を対象とし、茶カテキンが糞便臭軽減に果たす役割を検討した²⁰⁾。被験者は上記施設を含む6施設に収容されている15名の寝たきり患者であり、栄養源としては鼻孔チューブを通しての液体栄養のみである。患者は女性10名、男性5名からなり、年齢は51歳から93歳(平均70.3歳)、体重は28Kgから56Kg(平均41Kg)であった。これら患者は等しくエンシュア・リキッドを1日当たり1,000Kcal給与された。茶カテキン100mg(カテキン類を60%以上含有する「ポリフェノン60」粉末160mg)を毎食分の栄養液に溶解し、1日3度与えた。すなわち1日分の茶カテキン給与量は300mgであり、これは普通の煎茶5~6杯分のカテキン量に相当しよう。このような茶カテキン添加栄養液を被験者に3週間与え、給与前、給与7日目、14日目、21日目および終了7日後の5回に亘り、糞便を採取分析した。その結果、以下に記すよう極めて良好な結果が得られた。

- ① 腸内善玉菌とされる乳酸桿菌、ビフィズス菌が茶カテキン給与中に増加し、悪玉菌とされるクロストリジウムほかの菌が減少した(図12)。
- ② その結果、糞便中の有機酸類が増加し、pHが低下し、アンモニア、硫化物、インドール、スカトールなど糞便

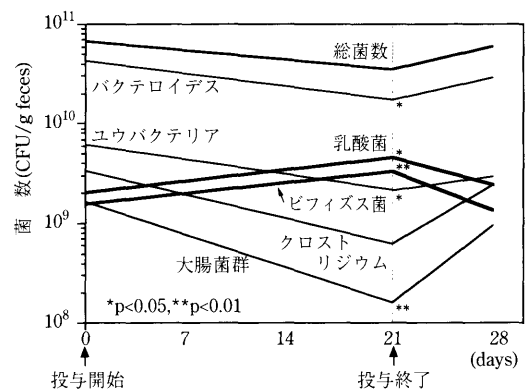


図12 茶カテキン摂取のヒト腸内菌叢に対する影響

悪臭(図13)が著減した。

- ③ これらの効果は茶カテキン給与を止めることによりもとの戻る傾向を示した。
- ④ 看護者の観察によれば、茶カテキン給与中明らかに糞便臭軽減が認められた。

以上の経過および結果を踏まえ、同上施設では試験終了後も茶カテキン剤を購入継続使用し、さらに経管栄養患者以外の給食者数十人を対象とし茶カテキン給与試験、糞便分析を続け、良好な結果を得た。また、健康な成人30名余に茶カテキンを毎日5カプセル摂取して頂き、3カ月後の問診で著しい整腸作用、排便の好調化という結果も得ている。

10. 茶カテキン応用商品例

過去20年、私どもは茶の主成分、渋味の主体である茶カテキンに着目し、それら成分を「カテキン/ポリフェノンTM」として取り出し、それらの生理活性を調べてきた。一方、茶カテキンの多様な機能性をそれぞれが最も適した方法手段や場で発揮させるための研究、開発にも注力した。茶カテキンを各々の機能性に合った多彩

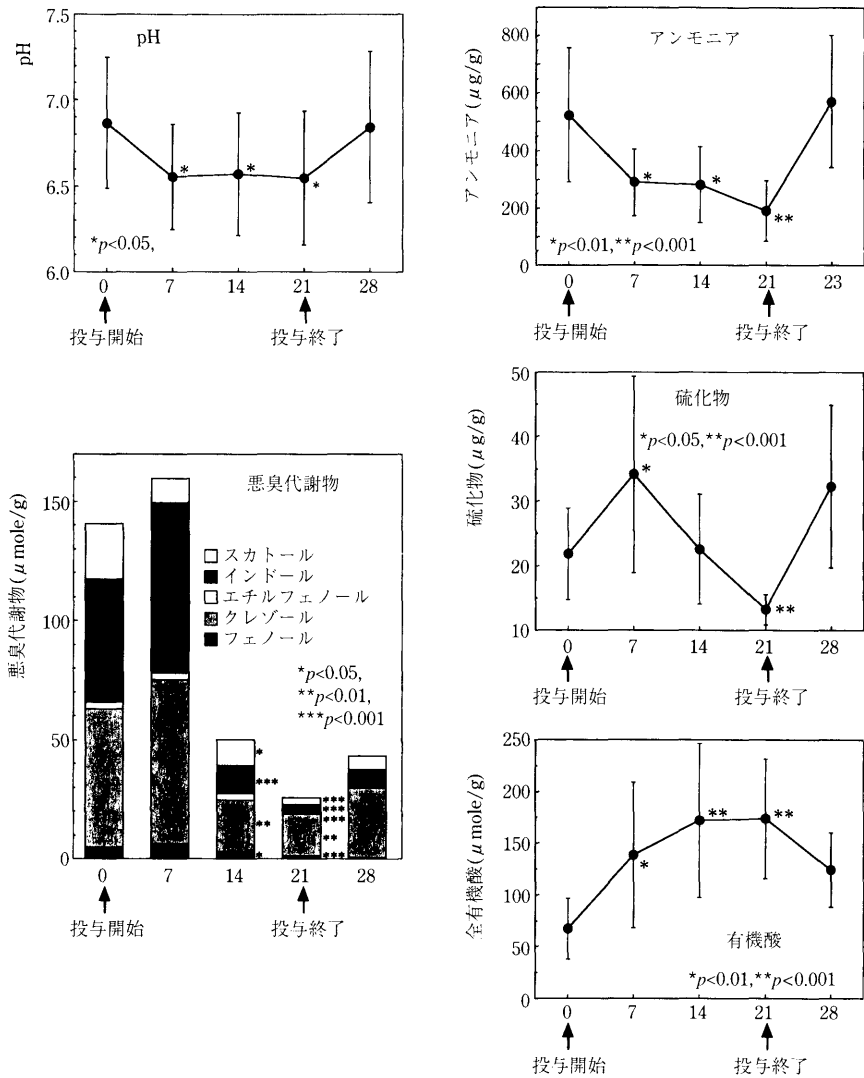


図13 茶カテキン摂取 (300mg/day) のヒト糞便に対する効果

なビークル (商品) に乗せ、高付加価値化を図る試みである。いくつかの例をご紹介申し上げる。

- ①「カテキン・カプセル」 茶カテキンの健康維持機能、疾病予防機能の全てを享受して頂けるよう作製された健康食品錠剤。特に整腸作用は顕著。「カテキン100」の商品名で販売されている。別途、介護施設向けへも展開中。茶カテキンとビタミン類やオリゴ糖との組み合わせで抗酸化効果や整腸作用を増強した商品も開発、販売中。
- ②「カテキン卵」 茶カテキンが血中コレステロール上昇やその酸化を抑制し心臓病発症を防ぐことをラットやヒト臨床試験で確認。これをニワトリにも応用、茶カテキンを給餌したところ脂質の少ない素晴らしい卵が得ら

れた。「カテキン卵」として全国的に販売中。「カテキン鶏」など畜産関係でより広い用途開発も研究中。

- ③「カテキンのど飴」 茶カテキンが虫菌やインフルエンザウイルスを予防するなど口腔衛生に有用なことが証明された。そこで茶カテキン入り「カテキンのど飴」とし全国的に販売中。
- ④「カテキン・フィルター」 茶カテキンをエア・フィルターに添着したもの。このフィルター装着の空気清浄器を置いた部屋の空気を回し、空中のウイルスがほぼ完全にフィルターに捕捉、不活化されることを確認。ウイルスフリーの部屋環境が容易に得られる画期的な商品。へパフィルターとの組み合わせ、ふと乾燥機や流行性

感冒予防マスクなど応用範囲は広い。

⑤「カテキン入り化粧品」 茶カテキンには皮膚を紫外線の害から守り、色素沈着を防ぐ作用がある。一部の化粧品やセッケンに茶カテキンが使用され、今後さらに用途拡大が期待されている。

⑥「水産製品の鮮度保持剤」 茶カテキンが、魚の赤身成分(カロチノイド)の酸化分解、魚油の劣化、細菌の増殖、魚臭などを防ぐことを利用。塩乾魚の加工時、食塩中に微量添加するだけで顕著な鮮度保持効果が得られる。

⑦「キッチン用除菌消臭剤」 上と同様な効果を狙い茶カテキンをエタノール水へ溶かし、スプレータイプで台所用に発売。

⑧「口臭予防錠菓」 食後の魚臭やニンニク臭の軽減にハンディーな容器入り錠剤タイプ。

⑨「活性酸素消去ドリンク」 茶カテキンの効果と抗酸化ビタミンとの相乗作用を栄養ドリンクとして商品化したもの。

⑩「貝類駆除スプレー」 茶カテキン溶液をナメクジにスプレーし退治するという安全でユニークな園芸用資材。

⑪「茶染め抗菌衣料」 茶染め糸を用いたタオル、靴下、Tシャツなどを製造。茶カテキンの抗菌力が相当の洗濯回数でも持続するという。

⑫「茶カテキンの顕著なホルムアルデヒド吸着能を利用した各種素材および商品」 茶カテキンは部屋や環境中に微かに漂うホルムアルデヒドを極めて効率的に吸着し、しかも再放出することがない。各種建築資材(合板、接着剤、塗料、畳)などへの応用が検討されている。

文 献

- 1) 松崎妙子・原 征彦：農化, **59**, 129 (1985)
- 2) NANJO, F., GOTO, K., Seto, R., SUZUKI, M., SAKAI, M. and HARA, Y. : *Free Radic. Biol. Med.*, **21**, 895 (1996)
- 3) NANJO, F., HONDA, M., OKUSHIO, K., MATSUMOTO, N., ISHIGAKI, F., ISHIGAMI, T., and HARA, Y. : *Biol. Pharm. Bull.*, **16**, 1156 (1993)
- 4) 福興真弓・原 征彦・村松敬一郎：栄食誌, **39**, 495 (1986)
- 5) 原 征彦：放医研シンポジウムシリーズNo24 (1993)
- 6) 原 征彦：ファルマシア, **24**, 265 (1988)
- 7) 原 征彦・松崎 敏・中村耕三：栄食誌, **42**, 39 (1989)
- 8) HARA, Y. and HONDA, M. : *Agric. Biol.Chem.*, **54**, 1939 (1990)
- 9) MATSUMOTO, N., ISHIGAKI, F., ISHIGAKI, A., IWASHINA, H. and HARA, Y. : *Biosci.Biotech. Biochem.*, **57**, 525 (1993)
- 10) ISHIGAKI, A., TONO-OKA, F., MATSUMOTO, N. and HARA, Y. : *Proc. Int. Sympo. on Tea Science*, NIVOT,309 (1991)
- 11) 原 征彦・外岡史子：栄食誌, **43**, 345 (1990)
- 12) 浅井 肇・山本 肇・原 征彦：基礎と臨床, **24**, 3195 (1990)
- 13) HATTORI, M., KUSUMOTO, I., NAMBA, T., ISHIGAMI, T. and HARA, Y. : *Chem. Pharm. Bull.*, **38**, 717 (1990)
- 14) 原 征彦, 石上 正：食工誌, **36**, 996 (1989)
- 15) YAMADA, M., MUROHISA, B., OGUNI, I., HARADA, N. and HARA, Y. : *Abstract Papers, Part 1*, 213th ACS National Meeting, 069 (1997)
- 16) 大久保幸枝・戸田真佐子・原 征彦・島村忠勝：日本細菌学雑誌, **46**, 509 (1991)
- 17) NAKAYAMA, M., SUZUKI, K., TODA, M., OKUBO, S., HARA, Y. and SHIMAMURA, T. : *Antiviral Research*, **21**, 289 (1993)
- 18) 川上正子・南条文雄・原 征彦：食品工業, **39**(No. 8), 71 (1996)
- 19) 高垣晶子・深井克彦・南条文雄・原 征彦・渡辺雅之・桜川智史：第48回日本木材学会大会研究発表要旨集, 266 (1998)
- 20) GOTO, K., KANAYA, S., NISHIKAWA, T., HARA, H., TERADA, A., ISHIGAMI, T. and HARA, Y. : *Annals of Long-Term Care*, **6**, 43 (1998)
- 21) ISHIGAKI, T., SUZUKAWA, M., ITO, T., YOSHIDA, H., AYAORI, M., NISHIWAKI, M., YONEYAMA, M., HARA, Y. and NAKAMURA, H. : *Am. J. Clin. Nutr.*, **66**, 261 (1997)
- 22) 原 征彦・渡辺真由美・阪口玄二：食工誌, **36**, 375 (1989)
- 23) 原 征彦, 渡辺真由美：食工誌, **36**, 951 (1989)
- 24) OGUNI, I., NASU, K., KANAYA, S., OTA, Y., YAMAMOTO, S. and NOMURA, T. : *栄養学雑誌*, **47**, 93 (1989)
- 25) 原 征彦・松崎妙子・鈴木建夫：農化, **61**, 803 (1987)