

古くて新しい機能性飲料—茶

福寿園CHA研究センター

研究所長 岩浅 潔

1. 茶について

茶はコーヒーと並ぶ世界的な嗜好飲料である。人が茶を利用し始めたのは何千年も前のことであろうが、最古の記録は紀元前59年、漢の時代の書物にある「烹茶」「武陽買茶」の語句である。当時は茶の字がなく荼の字を当てていたこと、茶はすでに商品となっていたことなど知ることができる。飲茶の風習は唐代に中国から朝鮮半島、日本へ、また西域新疆省方面へ伝わっている。ヨーロッパへの伝播は遅く、17世紀初めにオランダ貿易商が茶を輸入したのが始まりである。

生産地は現在、北緯45度から南緯35度の間の、アジア、中央・南アフリカ、南アメリカ、オセアニアの諸国に拡がっている。茶はコーヒーとともに世界的な貿易品として取引きされている。表1に示すインド以下5大産茶国にとって茶は重要な輸出品であり、その輸出量は全世界の69%に、金額は全世界(19億9400万ドル)の62%に達している。輸入国は英国、パキスタン、米国その他世界各国に及んでいる。

表1 世界の茶生産量・貿易量並びに輸入量(1994年) 単位:千ト

国名	生産量	輸出量	国名	輸入量
インド	740	151	英国	183
中国(含台湾)	613	184	パキスタン	116
スリランカ	242	115	米国	96
ケニア	209	175	エジプト	57
インドネシア	169	85	日本	41
トルコ	134	—	モロッコ	34
日本	86	—	ポーランド	32
イラン	56	—	ドイツ	29
バングラデシュ	51	27	香港	26
アルゼンチン	50	43	オランダ	24
全世界	2637	1031	全世界	1058

茶樹(*Camellia sinensis*)はツバキ科に属し、インドのアッサムから中国雲南省に自生する高木のアッサム種(*var. assamica*)と、中国と日本に自生する低木の中国種(*var. sinensis*)の2変種に大別される。両種は自由に交雑して雑種を形成するので境界は明確でないが、アッサム種は葉が大で12×4 cm以上、耐寒性低く、茶の特有成分であるカテキンの含有量が高いこと等の特徴をもっている。

茶の種類は産地、製茶法、製茶時期、また色、形などで分類されるが、製茶法による分類を紹介する。中国では「6大茶」と称して、緑茶、黄茶、黒茶、白茶、青茶、紅茶に分けている。醗酵という観点から、緑茶は不醗酵茶、紅茶は醗酵茶、ウーロン茶は半醗酵茶という分類もある。製茶における醗酵という概念は、カテキンが茶葉中の酸化酵素(ポリフェノールオキシダーゼ)によって酸化されることとされてきたが、世界の茶の研究が進み、いったん加熱された茶葉にカビやバクテリアを作用させる製茶法が知られるようにな

り、これを後醗酵と言うようになった。醗酵によって茶葉成分は変化するが、特徴的なのはカテキンの酸化・重合あるいは分解などによる減少である。中国の研究者によれば、製茶加工中のカテキンの減少率は、緑茶31、黄茶63、黒茶73、白茶77、青茶73、紅茶98%であるという。カテキンは酸化されやすい物質で、酵素反応だけでなく空气中酸素による自動酸化もある。上の例で黒茶が後醗酵茶である。中国緑茶は釜いり茶で、釜いり操作中の酵素失活が不完全であったことが、カテキンの減少を引き起こしたと考えられる。日本緑茶は蒸気を豊富に使って蒸すため、製茶中のカテキン減少はほとんどみられない。黄茶、黒茶、白茶の3種は日本人に馴染みの薄い茶であり、青茶はウーロン茶のことである。

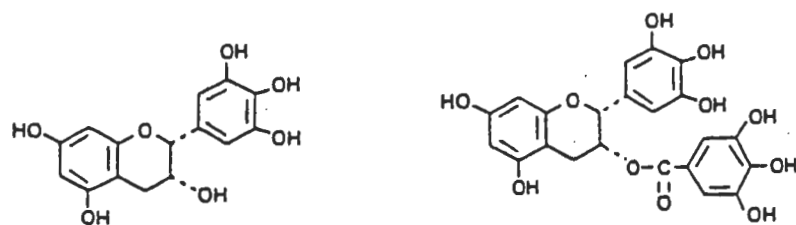
日本で生産される茶はすべて緑茶である。最初の加熱方法で蒸し製と釜いり製に分け、前者には煎茶、玉露、てん茶その他が、後者に釜いり茶がある。

2. 茶成分の特徴

茶の特徴的な成分は、カフェイン、カテキン類にテアニンである。

カフェインはコーヒー、ココア、マテ茶などに共通して含まれる成分で、人体の中樞神経を興奮させて、眠気を覚まし、精神活動を高め、記憶力、判断力、耐久力を増強する。更に頭痛を抑え、心臓の働きを盛んにし、利尿を高めるなどの作用がある。子実以外のほとんどの部分に含まれているが、葉部ことに若葉に多く、遮光栽培で増加するので玉露、まっ茶に特に多い。

カテキンはポリフェノール化合物で茶タンニンとも呼ばれ、(-)-エピカテキン、(-)-エピガロカテキン、(-)-エピカテキンガレート、(-)-エピガロカテキンガレートの4種が主なものである。これらは苦味あるいは苦渋味を呈し、茶の味にとって最も重要な成分である。



(-)-Epigallocatechin (EGC) (-)-Epigallocatechin gallate (EGCg)

表2 各種茶の標準成分量 (茶100g当たり) (図説食品成分表新訂版より)

茶種	タンニン (g)	カフェイン (g)	タンパク質 アミノ酸 (g)	脂肪 (g)	繊維 (g)	灰分 (g)	ビタミン類				
							A (IU)	B ₁ (mg)	B ₂ (mg)	C (mg)	E (mg)
玉露	10.0	3.5	29.1	4.1	11.1	6.4	12,000	0.30	1.16	110	*
抹茶	10.0	3.2	30.7	5.3	10.0	7.4	16,000	0.60	1.35	60	28.2
煎茶	13.0	2.3	24.0	4.6	10.6	5.4	7,200	0.35	1.40	250	65.4
番茶	11.0	2.0	19.7	4.4	19.5	5.5	7,800	0.25	1.40	150	*
白茶	9.5	1.9	18.2	4.8	18.7	5.5	6,700	0.10	0.82	44	*
ウーロン茶	12.5	2.4	19.4	2.8	12.4	5.3	8,300	0.13	0.86	8	*
紅茶	20.0	2.7	20.6	2.5	10.9	5.2	500	0.10	0.80	0	0

(*印は未測定)

カテキンは紅茶醗酵に際し、ポリフェノールオキシダーゼの作用を受けて各種の酸化物に変化する。なかでも橙赤色のテアフラビンと赤褐色のテアルビジンが紅茶色素として重要で、前者は 0.3~1.8 %、後者は 9~15%程度含まれている。テアフラビンには3種類のガレート（ガレートA、ガレートB、ジガレート）がある。テアルビジンの組成は更に複雑で、その構造は完全には解明されていない。

茶のアミノ酸含量は2~5%で、30種以上も検出されているが、テアニンの含量が圧倒的に多い。テアニンの構造はグルタミン酸のエチルアミドで、茶以外の高等植物からは検出されていない。茶はビタミン類も豊富であるが、特にビタミンCが多く、0.1%を超えるものが多い。ところが醗酵によってビタミンCはほとんど分解されてしまう。

各種茶の成分標準値を表2に示す。

3. 現代『喫茶養生記』

「茶は養生の仙薬なり延命の妙術なり」の書出しで始まる栄西著『喫茶養生記』は、中国での医術知識、所説に基づく茶の薬用的効能について説いている。それら効能は現代の医学・薬学から見て荒唐無稽な説だろうか。それとも傾聴に値するものだろうか。茶の薬効の研究は近年とみに盛んになり、現代『喫茶養生記』が書けるほど多くの研究成果があがっている。その主要なものを表3に示す。

表3 茶の主要成分と効能

成分	含量 (茶葉100g中)	効能
カテキン	10~20 g	発ガン抑制、抗腫瘍、突然変異抑制、抗酸化、血中コレステロール低下、血圧上昇抑制、血糖上昇抑制、抗菌、抗ウイルス、虫歯予防、口臭予防、消臭、抗アレルギー腸内フローラ改善、腎機能障害改善
カフェイン	2~4 g	中枢神経興奮、覚醒、利尿
ビタミンC	150~250 mg	抗壊血病、抗酸化、ガン予防
ビタミンE	25~70 mg	抗酸化、ガン予防、老化抑制
β-カロチン	10~30 mg	抗酸化、ガン予防
γ-アミノ酪酸	ギャバロン茶 100~200 mg	血圧上昇抑制、抑制性神経伝達
フッ素	10~35 mg	虫歯予防
亜鉛	3~8 mg	味覚異常防止、皮膚炎防止
テアニン	0.5~ 2.5 g	興奮抑制、血圧低下、制ガン効果増強

4. 抗酸化作用・老化防止作用

食品の酸化防止剤には、BHT、BHAなどの合成品が使われているが、より安全な天然品である茶のカテキンが注目されるようになった。カテキンの分離抽出法が開発され、現在数社からカテキン製品が発売されている。

カテキンの油脂に対する酸化防止効果は、一般にBHTや α -トコフェロール等と同様かまたは優れている。サラダ油のような植物性油脂では α -トコフェロールの効果が低いが、カテキンは植物性油脂にも極めて有効である。また、光線や紫外線の照射による油脂の酸化に対してもカテキンは有効な防止剤である。

生体における酸化は、活性酸素による過酸化反応が重要である。私たちが呼吸で取り入れた酸素の一部は活性酸素となって、生体成分に障害を与える。すなわち、過酸化脂質の生成、生体膜構造の破壊、遺伝子の傷害などである。過酸化脂質は血管壁に付着すると動脈硬化を引き起こし、心臓病、脳卒中などの原因となる。また体内活性酸素の生成、過酸化脂質の生成、これらによる細胞組織の酸化が老化につながると考えられている。

生体内には活性酸素の害作用から身体を守るため、スーパーオキシドジスムターゼやカタラーゼといった酵素が存在している。しかし身体の機能が衰えてくると、これら酵素だけでは活性酸素を消去できなくなり、トコフェロールその他の抗酸化性物質の助けを借りることになる。ラット肝臓細胞内小器官での脂質過酸化に対する各種タンニン、トコフェロールの効果を調べた結果によると、エピガロカテキンガレートはトコフェロールの20倍もの抗酸化性を示した。またラットに酸化誘発物質を与えた時、緑茶抽出物やカテキンを同時に与えると、肝臓や腎臓での過酸化脂質の生成が抑えられた。これらのことは、茶カテキンが生体内で抗酸化的に作用していることを示すものである。

5. 発ガン抑制作用・抗腫瘍作用

1981年、緑茶の抽出物が枯草菌の突然変異を抑制するという研究結果が報道され注目を集めた。その後、茶の抽出物やそれに含まれる成分によって、変異原の活性が著しく抑制されることが次々と発表され、その成分はカテキンであることが明らかにされた。

最近のガン研究の成果によると、突然変異から臨床的なガンに至る過程に、イニシエーション、プロモーション、プログレッションの発ガン段階があると考えられている。紫外線による大腸菌の突然変異、発ガン物質MNNGによるラットの胃ガン発生、アフラトキシンB₁による染色体異常などをカテキンが抑制するとの報告がある。これらはイニシエーション段階の抑制を示すものである。プロモーション段階の抑制作用は、マウス表皮細胞へのTPA処理、前ガン状態にしたマウスの皮膚にテレオシジンの塗布などを茶抽出物やエピガロカテキンガレートが強力に抑制することで示される。

ガン発生には私たちの生活習慣や環境が関係している。なかでも食物とタバコの影響が大きい。これは食品やタバコに微量の発ガン物質が含まれたり、摂取した成分が反応して発ガン性を帯びたりすることを示している。一方、ガンの発生を抑制する物質が食品中に存在し、それらの中でビタミンA、C、Eや食物繊維がよく知られており、最近では茶のカテキンが注目されるようになった。

静岡県内各市町ごとのガン死亡統計から、中西部の緑茶生産地域の全ガン及び胃ガン等消化器ガンによる標準化死亡比が、男女とも全国値に比べて顕著に低い(20~70%)こと

が判明した。また中西部内でも市町間に差があり、そこに居住する所帯主と主婦から緑茶摂取状況を含む食生活調査を行った結果、死亡比の低い町のほうが緑茶をよく飲んでいることが認められた。具体的には、茶葉を換えながら1日10杯も飲んでおり、カテキンとして1g程度取っていることがわかった。

1997年6月ネイチャー誌に「緑茶を飲むとなぜガンを防げるのか」という論文が掲載された。論文の概要は、人のガン細胞が正常細胞に転移するのに必要なウロキナーゼ活性をエピガロカテキンガレートが阻害することが、緑茶の抗ガン作用機作の一つであるというものである。そして2~10mMの範囲でウロキナーゼ活性を阻害することを示した。この論文に対し、ウロキナーゼの阻害だけで抗ガン作用が説明できるのか、体内に吸収されるカテキン濃度は1 μ M以下であり、実際にウロキナーゼ阻害が可能なのか、茶の抗ガン作用は複数の成分の働きに依るものでないかなどの反論も同誌に掲載された。

埼玉県ガンセンターでは、ある町の住民8,552人を対象に緑茶摂取量を含む生活習慣調査と健康追跡調査を行った。緑茶1日摂取量を、3杯以下、4~9杯、10杯以上の3群に分けてガン予防効果を調べ以下のような結果を得ている。①ガン罹患年齢：10杯以上群は3杯以下群に比べて男性約3才、女性約9才高い。②年齢（40、50、60、70代）別ガン罹患率：女性の10杯以上群は他の群に比べ明らかに低い。男性では有為差がなかったが、喫煙者を除くと女性同様の予防効果がみられた。

これまでの研究で、カテキンあるいは緑茶抽出物による発ガン抑制効果のみられた臓器は、皮膚・胃・十二指腸・大腸・肝臓・すい臓・肺・乳腺・メラノーマの肺転移である。

以上のように、カテキン特にエピガロカテキンガレートの発ガン抑制作用が多くの研究者に認められてきた。緑茶は長年飲用されてきたから、カテキンの毒性を心配することはないと考えられるが、埼玉県ガンセンターでは、100人以上の健常者に6か月間緑茶錠剤を服用してもらい副作用のないことを確かめている。最近、ガンの化学予防という研究分野が活発になり、米国ではガン予防のためのデザイナーフーズ計画が進められている。緑茶成分のガン予防効果について、10年近くかける大規模な臨床介入研究がテキサス大学アンダーソンガンセンターで始められた。現在進行中の第1相は人体への安全性確認のための研究で、その結果に基づいて適正な投与量を決め、ガンにかかる危険性の高い数十人の人を対象に予防効果を調べる（第2相）。第3相では人数と期間を増やし、偽薬を用いた試験を行って、実際に人のガン発症が低下するかを検証することになっている。この研究には、カテキンの他いくつかの緑茶抽出成分を含むカプセルが使われる。

6. 抗菌・抗ウイルス作用

従来から、茶タンニンには抗菌力があり、細菌性の下痢には茶の飲用が症状を軽くするのに有効であるといわれていた。食中毒菌に対するカテキン類の最小発育阻止濃度を調べた報告によると、腸炎ビブリオ菌、ボツリヌス菌、黄色ブドウ球菌等多くの病原性細菌に対してエピガロカテキンガレートは0.01~0.06%で効いている。日常飲むお茶のカテキン濃度は、煎茶で0.07%番茶で0.03%程度である。紅茶のテアフラビンも、カテキン同様の食中毒菌発育阻止効果を示している。院内感染の原因菌MRSAも飲用濃度の茶で24時間以内に死滅する。また、腸内細菌叢に対する効果をしらべた研究によると、カテキンは有毒細菌であるクロストリディウム属菌のみに対し選択的に生育を阻害することが明らか

にされた。実際に、緑茶10杯分に相当する茶ポリフェノールを毎日服用し、2カ月後のヒト腸内細菌を調べた結果、クロストリディウム属菌の選択的な減少が起こっていることも確認されている。

表4 カテキンの食中毒細菌に対する最小発育阻止濃度

食中毒細菌	粗カテキン*	EGCG
黄色ブドウ球菌 <i>Staphylococcus aureus</i>	0.045%	0.025%
腸炎ビブリオ <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.02	0.02
ウエルシュ菌 <i>Clostridium perfringens</i>	0.04	0.03
セレウス菌 <i>Bacillus cereus</i>	0.06	0.06
プレシオモナス菌 <i>Plesiomonas shigelloides</i>	0.01	0.01
アエロモナス菌 <i>Aeromonas sobria</i>	0.04	0.03
ボツリヌス菌 <i>Clostridium botulinum</i>	0.01	0.01

*粗カテキンは緑茶に含まれる6種のカテキン混合物

カテキンはウイルスに対しても効果がある。ロタウイルスに感染すると腸内で増殖し、ひどい下痢を引き起こす。お茶の感染阻止活性は極めて強く、普通飲む濃さの数十倍に薄めても100%近い効果をもつことが認められている。

インフルエンザウイルスに対しても非常に有効である。A型、B型ウイルスを使ったりの実験（うがい茶の濃度は普通に飲む濃度の100分の1）によると、お茶は市販のうがい薬より効果が大きいことがわかった。抗ウイルス作用のメカニズムは、カテキンがウイルス表面の突起部と結合し、人の細胞へのインフルエンザウイルスの結合力を弱めるためと考えられている。

没食子酸とエステル結合した2種のカテキンガレートは、エイズウイルスの逆転写酵素を強力に阻害する。エイズ治療薬AZTの20~30倍も強く阻害することが示されたが、治療薬としての応用は今後の研究にまつところが多い。

7. 抗う蝕作用

虫歯の発生に対する防止効果については、歯自体の強化、虫歯菌（*Streptococcus mutans*）に対する抗菌作用、歯垢形成の防止等の面から研究がなされている。

人体に含まれるフッ素のほとんどは歯と骨に存在するといわれ、微量のフッ素が歯の表面を丈夫にして虫歯になりにくくするとされている。茶葉中のフッ素量は、40~1900 ppmと報告されており、若葉より古葉に多いので番茶に多い。番茶の飲用による虫歯予防効果を小学校児童について5年間追跡した疫学的研究によると、虫歯の発生が約20%減少したと報告されている。

虫歯菌に対するカテキンの最小発育阻止濃度は0.005~0.04%であり、0.05%のカテキン液中では4時間後死滅したという報告がある。虫歯菌はグルコシルトランスフェラーゼの作用で糖から不溶性多糖類を合成し、これによって歯の表面に歯垢を形成する。この酵素による不溶性多糖類の生成は、エピガロカテキンガレートの0.3%溶液中で75%阻害される。ラットを用いた実験によれば、茶ポリフェノールを飼料または飲用水に0.1%添加することによって虫歯の誘発が抑制され、その有効性が実証されている。

高齢者になると歯周病が問題になる。これに対しても何種類かの関与菌が分離されている。これら細菌のカテキンに対する感受性は、虫歯菌の場合より低いものが多く、エピガロカテキンガレートに対する最小発育阻止濃度は、0.005～0.5 %と報告されている。

8. 血中コレステロール調節作用

高コレステロール血症は動脈硬化を招き、狭心症や心筋梗塞、脳血管障害を起こす。ところで、動物実験で高コレステロール食を与えても、緑茶を併用すると総コレステロール量はそれほど上昇しないという成績があり、緑茶中の有効成分はカテキンであることが判明した。エピガロカテキンガレートの効果をラットで調べられた結果によると、高脂肪・コレステロール飼料を4週間与えると、血中コレステロール濃度は対照の2倍以上に増加するが、その飼料にエピガロカテキンガレートを0.5 %添加すると、増加は1.5 倍程度に止まった。また、HDLコレステロールとLDLコレステロールの比もカテキン添加によって改善され、カテキンが高脂肪・コレステロール食によるLDLコレステロールの上昇を強く抑制したことを示している。

9. 血圧上昇抑制作用

人の高血圧症にレニン・アンジオテンシン系物質が大きな役割を果たしている。この場合、強い昇圧作用をもつアンジオテンシンⅡを生成するアンジオテンシンⅠ転換酵素の働きを抑えることが血圧上昇抑制につながる。茶葉成分では、エピガロカテキンガレートと4種のテアフラビン類が強い阻害効果を示すことがわかり、高血圧自然発症ラットで試験された。それによると、カテキンを0.5 %添加した飼料で育てた結果、対照に比べて明らかに血圧上昇が抑えられた。また脳卒中易発症ラットでも、カテキン添加群は無添加群に比べて血圧上昇が抑えられた。その上、カテキン添加群の寿命の延びることも報告されている。

ギャバロン茶

摘み取られた生葉は生きているので、保管中に種々の生化学的反応が起こり、成分が変化している。緑茶の場合はこのような変化は好ましくないので、保管時間を短くするとか保管方法に注意を払う。ところが、ギャバロン茶の場合は保管中の成分変化を積極的に利用して、特定成分を増加させる方法に成功した事例である。この成分はガンマアミノ酪酸（GABA）というアミノ酸である。GABAは高等動物の脳代謝促進物質であるとともに血圧降下作用も示す。これはグルタミン酸が脱炭酸して生成してくるが、生葉を無酸素の状態におくとこの反応が活発になり、GABAが増加する。

ギャバロン茶の血圧降下作用は高血圧自然発症ラットで証明された。人による試験は、本態性高血圧症（軽症、薬剤未使用）の男子13名に、ギャバロン茶3g入りティーバッグを毎日3袋飲用してもらったところ、3か月後の検査で7名がやや下降乃至著明な下降、6名が不変という成績を得た。

10. 血糖上昇抑制作用

遺伝的に糖尿病になりやすい、自然発症糖尿病マウスを使って実証された。標準飼料で飼育すると血糖値は上昇し続けるが、標準飼料に0.5 %カテキンを添加して飼育すると血

糖上昇が抑えられた。なお、カテキンはアミラーゼの活性も阻害する。紅茶のテアフラビンも同様の阻害作用をもっている。

カテキン以外の成分でも血糖値を低下させるものが報告されている。これは分子量約4万の多糖類で、各種緑茶や紅茶を冷水、温水、熱水で順次浸出したところ、番茶の冷水で抽出区分に最も強い効果が現れたということである。

11. カフェイン

茶、コーヒー、ココア、マテ等に共通して含まれている成分で、人類はカフェインの作用に魅せられてこれらを嗜好品としてきたといえる。ある調査によると、1カップの茶に含まれるカフェイン量は40～60mgである。総合感冒錠の1回分（3錠）にカフェインは約50mg含まれる。

最近、スポーツとカフェイン、スポーツと茶が注目されている。マラソン選手がスペシャルドリンクとして、水だし煎茶や紅茶を使うようになった。それは、カフェインの摂取によって体内脂肪の消費を優先させ、体内の炭水化物グリコーゲンの燃焼を遅らせることによって、42.195kmを走破するに必要な体内燃料を有効に使用しようとするためである。

12. テアニン

最近になってL-テアニンの大量調製法が確立されて食品への利用が可能となり、効能研究も進んできた。以前から、カフェインの興奮作用を抑制することが知られていたが、これはカフェインによる脳内セロトニンの上昇をテアニンが抑制することで興奮が抑えられると考えられている。また血圧低下作用を示すとの知見も得られている。最近では、テアニン200mgを含む水100mlの服用によって、40分後にリラックスした時に現れるα波が観測されたという報告がある。

このようにテアニンの生理活性は脳の機能に関連するものが多い。ラットの脳を培養してテアニンを与えると、脳神経生長因子の合成促進がみられ、このことからアルツハイマー病に対する効果を期待して研究が進められている。

13. おわりに

お茶は栄養性、嗜好性のほかに、身体に生理的効果を与える生体調節機能の面で注目を集めている。ここでは、成分個々についてその作用・機能を説明したが、茶をトータルなものとしてとらえた場合の効果、複数成分の相互作用などをさらに追究する必要がある。最近、茶を「飲む」だけでなく、茶を料理や食品の素材として用いる「食べる」ということが一般に知られるようになってきた。更に進んで、緑茶染め繊維、茶カテキンを添着したフィルターなどの開発、商品化がなされ「着る」「住む」の領域まで茶が進出するようになった。WHOの定義によると「健康とは肉体的、精神的並びに社会的に完全に良好な状態であって、単に疾病や虚弱でないということだけではない。・・・」とされている。茶を飲むということは、単にのどの渇きを止めるだけでなく、心の渇きも癒してくれるものと言われており、生活の中で茶を上手に活かしていただきたい。