

## 抹茶の品質と機能

誌名	茶業研究報告
ISSN	03666190
著者	堀江, 秀樹
巻/号	126号
掲載ページ	p. 1-8
発行年月	2018年12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



## 抹茶の品質と機能

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構果樹茶業研究部門\*  
堀江秀樹†

(2018年10月23日受理)

### Matcha: Quality and Health Benefits

Hideki Horie  
Institute of Fruit Tree and Tea Science, NARO

#### Summary

The demand for matcha is growing. This review includes the relationship between quality and components of matcha, researches on foaming and particle sizes, and current state of studies on the health benefits of matcha.

Key words : catechins, theanine, chlorophyll, tencha, tea ceremony.

キーワード：カテキン類，テアニン，クロロフィル，碾茶，茶の湯

#### 1. はじめに

抹茶については、現在では菓子などに添加する加工用としての利用が拡大し、日本人にとって身近な食材のひとつに位置づけられる。さらに現在では“Matcha”は健康食材として海外からも認知されつつある。しかしながら、最近までは抹茶の主たる需要は国内に限られていたため、抹茶に関わる研究は国内でなされたものが大半である。その上、茶の湯などセレモニー用としてのイメージが強すぎるためか、茶の湯の歴史や作法に関する専門書は多いものの、飲料としての抹茶の品質や理化学的特性についてまとめた解説書は少ない。そこで本稿においては、最新の知見も踏まえながら、抹茶の品質と成分の関係、抹茶の粒度と嗜好性や起泡性の関係、機能性に

関する知見等、抹茶の品質と飲用に関わる文献を中心に整理したので報告する。

なお、本稿において「抹茶」として記載する場合は、日本茶業中央会による「緑茶の表示基準」（平成21年9月）に従い、「覆下栽培した茶葉を揉まずに乾燥した茶葉（碾茶）を茶臼で挽いて微粉状に製造したもの」とし、被覆栽培した茶葉であってもボールミル等で粉碎した場合は、「粉末茶」として抹茶とは区別して記載した。

#### 2. 抹茶の品質

##### 2. 1 官能評価と化学成分

抹茶は碾茶を粉末化したものである。抹茶や碾茶の品質についてはヒトの感覚に基づき評価されるが、品評会等の審査は主に後者を対象にしている。碾茶の官能審査

\* 〒428-8501 静岡県島田市金谷猪土居2769

† Corresponding author : horie@affrc.go.jp

において、煎茶の審査と異なるのは「から色」の評価である。から色は碾茶に湯をそそいだ状態で葉の色を観察する。抹茶の審査法については、京都府立茶業研究所の方法が茶大百科に記載されており<sup>1)</sup>、粒度や泡立ちなど粉末茶特有の評価法が示されている。

抹茶の価格と成分の関係については、池ヶ谷ら<sup>2)</sup>により報告されている。上級品と下級品間の差異の大きいものとして、全窒素含量や遊離アミノ酸含量が上げられ、これらは、上級品において高かった。酒石酸鉄法で分析したカテキン類含量やビタミンC含量、ビタミンE含量は、煎茶よりも低含量ではあったが、抹茶においてこれらの含量と価格との関係は顕著ではなかった。抹茶も含めた市販茶の化学成分については、後藤ら<sup>3)</sup>によって整理されている。著者らは、市販抹茶を上、中、下の3クラスに分けて比較した。その結果、全窒素、遊離アミノ酸、カフェインの含量は上級品に多く、逆にカテキン類の含量は下級品が多かった。芽の熟度に関係すると考えられる中性デタージェント繊維については、下級品に多い傾向が認められた。煎茶と比較すると、全窒素、遊離アミノ酸及びカフェインの含量については抹茶が高く、カテキン類及びアスコルビン酸の含量については、煎茶が高かった。遊離アミノ酸のなかでは、特にテアニン、アルギニンの含量については、煎茶、抹茶ともに、上級品は下級品よりも含量が高かった。

複数の碾茶をブレンドして茶臼で挽き微粉にしたものが抹茶である。栽培法などとの関係で考察するには、碾茶での成分評価が望ましい。辻<sup>4)</sup>は愛知県西尾地区の碾茶試料について、一番茶は二番茶よりも、全窒素、遊離アミノ酸含量が高かったと報告している。また、これらの含量は官能評価における評点と正の相関を示した。品評会出品茶の品種間比較をした結果、碾茶用品種である‘あさひ、さみどり’は‘やぶきた’よりも全窒素、遊離アミノ酸含量が高く、カテキン類含量が低かった。

品種比較の結果は、施肥、栽培条件が共通ではないため断定できないが、碾茶の成分には品種の特徴が反映するものと考えられる。

堀江ら<sup>5)</sup>は全国品評会入賞茶、すなわち最高品質とされる各種茶の成分について比較した。碾茶の全窒素、遊離アミノ酸、カフェインやグルタミン酸、アルギニン、テアニンなどの個別のアミノ酸について、煎茶よりも含量が高く、一方でカテキン類については煎茶よりも低含量であった。また入賞碾茶を、煎茶用品種である‘やぶきた’と碾茶用品種である‘あさひ、さみどり、うじばかり’に分けて比較したところ、全窒素、遊離アミノ酸、テアニンについては、碾茶用品種が高含量であり、品種特性に起因するものと考察された。

ここまでに記載したカテキン類の分析値は酒石酸鉄法によるカテキンの合計量であった。個別のカテキン組成については、上記と同一試料について分析がなされている。品評会入賞茶においては、市販茶と比べてエピガロカテキン (EGC) の含量が低く、碾茶においても含量が0.44%ときわめて低い値であった(市販煎茶の上級品で3.8%と記載)<sup>6)</sup>。市販緑茶での分析結果においても、抹茶は上級品ほどEGC含量が低い傾向が認められている<sup>7)</sup>。碾茶についてはHorieら<sup>8)</sup>が、キログラムあたり1,000円から30,000円の碾茶(最低価格のものは秋期に収穫)の成分分析を実施し、エピガロカテキンガレート (EGCG) 含量については価格間の差異は大きくなかったが、EGCについては下級品では3%程度に対して、上級品では1%かそれ以下の値を示した(図1-A)。この結果に基づき、Horieらは抹茶の品質指標のひとつとしてEGCG/EGC比を提案している。一方でHorieらは、碾茶の価格と遊離アミノ酸含量の関係についても調査し、高価格なものはテアニンやアルギニンなどのアミノ酸含量が高かった(図1-B)<sup>8)</sup>。

無機成分については、故倉ら<sup>9)</sup>が抹茶の品質との関

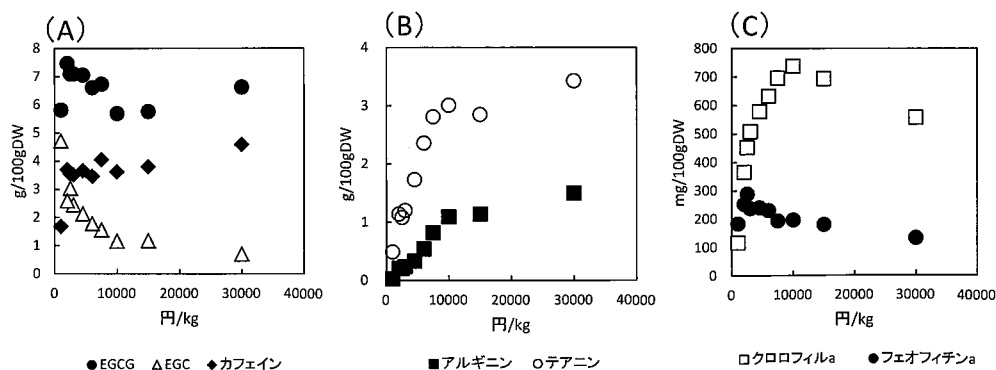


図1 碾茶の価格と成分含量の関係 文献8に基づき作図した。

係を比較しており、官能評点との間でアルミニウム及びカルシウムの含量は負、カリウム含量は正の相関関係を認めている。また故倉らの報告においてもアミノ酸については、アルギニン、テアニンは良質茶に多いとされる。

抹茶の味の特徴は強いうま味にある。Kanekoら<sup>10)</sup>は上級抹茶のうま味成分について解析し、グルタミン酸の示すうま味を、テアニン、コハク酸、没食子酸およびテオガリンが強めるものとした。テアニンやコハク酸は単独でもうま味を示すが、没食子酸やテオガリンは渋味を示すだけに、緑茶のうま味を考察する上で興味深い現象である。

香りの面ではジメチルスルフィドは被覆茶の海苔様の香りに関係するとされる。原口ら<sup>11)</sup>は市販抹茶のジメチルスルフィド量を官能審査評点との間で比較し、外観、内質の評点や価格との間で正の相関関係を認めている。Babaらは<sup>12)</sup>、抹茶のヘッドスペースの香氣成分について等級間で比較した。その結果上級抹茶のFDファクターは10を示すにもかかわらず、中、下級抹茶では1であり、ジメチルスルフィドの品質との関連が示されている。さらにBabaらは抹茶の溶媒抽出も実施して各香氣成分の等級間差についても報告しており、抹茶の特徴的な香氣寄与成分として、trans-4,5-epoxy-(E)-2-decenalを特定し、これは碾茶機や茶臼を使用する抹茶特有の製法に由来するものと考察した<sup>12)</sup>。味に関係する成分については被覆等栽培条件に依存するだけに、製造法由来と推定される香氣成分が見いだされたことは興味深い。

近年では碾茶生産における被覆資材として黒色化学繊維を用いる場合が多いが、品質的には「本ず」を用いた方が優れるとされる。本ず被覆と化学繊維被覆の場合の間で、新芽中の成分の経時変化が葉位ごとに比較された<sup>13)</sup>。なお、露地栽培では上位葉のアミノ酸含量が高いとされるが、被覆栽培下では下位葉の方がテアニンやアルギニンの含量は高かった。カテキン類については、露地栽培においてはEGC含量が熟度とともに増加する<sup>14)</sup>が、被覆区では増加が認められなかった。一方でアミノ酸含量について被覆資材間で比較すれば、アルギニン含量及び被覆香氣成分ジメチルスルフィドの前駆物質であるメチルメチオニンスルホンウム含量については、本ずの方が高く、また、本ずの方が官能評点も高かった。本ず被覆が化学繊維被覆よりも碾茶の品質に良好な影響を及ぼす要因について、木村ら<sup>15)</sup>は各被覆施設内の分光スペクトルを比較し、本ずでは紫外線を通さないことが品質に優れるの要因であると考察している。

これらのことを総合すると、茶の湯などに用いられる

抹茶の上級品は、テアニン、アルギニンなどの遊離アミノ酸や全窒素含量が高く、EGC含量が低い。抹茶の上級品はうま味が強いが、グルタミン酸のうま味をテアニン、コハク酸、没食子酸およびテオガリンが強めることが示唆されている。ジメチルスルフィドは官能審査評点と正の相関があり、上級品の抹茶の香りを形成する特徴的な成分である。また露地栽培された煎茶と比べて、被覆栽培される抹茶は、カフェイン含量が高く、アスコルビン酸含量は低い。

## 2. 2 色とクロロフィル

抹茶は懸濁液を飲用するため、外観色は重要な品質構成要素である。木幡らは測色色差計を用いて各種緑茶の色を等級別に比較した<sup>16)</sup>。その結果、抹茶ではL\* (明度)、C\* (彩度)、h (色相角度) すべての色彩値において、他の茶種よりも高かった。さらに等級間の比較ではhに有意差が認められ、h値が品質管理上重要と考察された。なお、汎用されるL\*、a\*、b\*表色系との関係は次式による。

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

$$h = \tan^{-1}\left(\frac{a^*}{b^*}\right)$$

a\*はプラスが赤方向、マイナスが緑方向、b\*はプラスが黄方向、マイナスが青方向であり、色相角度(h)が90度では黄色、180度では緑色を示す。従ってh値は90度から180度の間では、角度が大きいほど緑が強くなる。これまでa\*値、b\*値あるいはa\*/b\*も緑茶の色の評価に利用されてきた<sup>17)</sup>。a\*値、b\*値は直感的に色をイメージしやすく便利ではあるが、b\*値が緑茶では負の値になり、複数の試料の間で色の比較をする場合、大小の表現が混乱しやすいので、L\*、C\*、hで議論した方が誤解されがたいものと考えられる。

碾茶については、堤らはデジタルカメラを用いて外観評価を試み、画素毎のRGB値から明度、彩度、色相角度を求めた。その結果、官能評価での「芽え」の評価をするには画像情報から得られた色相角度が重要と考察している<sup>18)</sup>。

碾茶の粉碎方法と色彩値の関係については、牧らが検討している<sup>19)</sup>。同一の碾茶を茶臼、ボールミル及びピン型粉碎機で粉碎し色彩値を比較したところ、明度(L)、色相角度(h)ともに、茶臼>ボールミル>ピン型粉碎機の順であり、この順は粒子の細かさの順と一致した。このことは粉末化された茶の色を色差計を用いて評価する場合、粉碎条件に留意すべきことを示している。碾茶などを対象とする場合、粉碎方法に依存しない葉色の評

価値も必要である。

先の報告において、木幡らは色相角度 (h) はクロロフィルa含量との相関が高いことを認めた<sup>16)</sup>。各種市販茶のクロロフィルおよびクロロフィル誘導体含量については、木幡らにより報告されている<sup>20)</sup>。その結果、抹茶は煎茶よりもクロロフィルa及びbの含量が高いものの、その誘導体であるフェオフィチンa及びbの含量は低く、クロロフィルのフェオフィチンへの変化率も低かった。級別に比較すると、クロロフィルa及びbの含量は上級品に多く、下級品で少なかった。またクロロフィルからフェオフィチンへの変化率は上級品ほど低く、この値が品質評価指標として使えることが示唆された。碾茶の価格とクロロフィル、フェオフィチンの含量についてHorieら<sup>8)</sup>も解析し、クロロフィルについては、キログラムあたり15,000円以上の上級品では10,000円のものより含量が低下する事例は観察されたものの、上級品ほど高含量の傾向は認められた (図1-C)。フェオフィチンについては、上級品ほど低含量であったため、クロロフィルからフェオフィチンへの変化率は抹茶の品質指標として有効であろう。Horieら<sup>21)</sup>は米国で購入した抹茶について日本産と外国産の間でフェオフィチンへの変化率を比較した。その結果、日本産抹茶の方が変化率は低く、抹茶製造法の特徴を反映しているものと推察した。木幡ら<sup>22)</sup>は碾茶製造工程でのクロロフィル及びその誘導体の含量を測定した。その結果、工程中にクロロフィルaおよびbのエピマーであるa', b'の割合の増加が認められ、碾茶製造の特徴であると考察された。

粉末状にされた茶は品質低下しやすいため、碾茶のまま冷暗所で保存後、微粉にされ抹茶として流通する。碾茶貯蔵中の色の変化について島田ら<sup>23)</sup>が評価した。碾茶を含気包装、あるいは窒素充填して5℃で6ヶ月保存した結果、碾茶の表面色やクロロフィル含量について保存前と差異がなく、保存中に色の変化はないものと考察された。また、保存後の碾茶葉にもクロロフィラーゼ活性は残存していたが、クロロフィル含量の低下が認められなかったことから、碾茶の保存条件下では、茶葉中の水分含量が低いため、本酵素は作用しなかったものと考察された。なお、茶葉を適切な条件で保存することにより嗜好性を高める現象を後熟とも呼ぶが、後熟現象のメカニズムについては、未だに科学的に明らかにされていない。

以上のことから、抹茶は煎茶よりも緑色が濃いことが特徴である。緑色はクロロフィルに由来し、抹茶中のクロロフィルの定量や色差計が品質評価に利用できる。クロロフィル含量や色彩値のうちの色相角度 (h) は、抹

茶下級品では低い傾向が認められた。

### 3 抹茶の粒径と泡

抹茶を点てたときの起泡は非常に興味深い現象であり、比較的研究所例も多い。寺田は、抹茶の気泡性の主体はサポニンであるとしながらも、ペクチンの作用についても言及した<sup>24, 25)</sup>。抹茶の水溶液を透析すると透析前に比べて起泡性が著しく低下し、その要因として水溶性サポニンが除去されたためと寺田は考察した。また、抹茶懸濁液中の粗ペクチンの濃度を0.3%程度と推定し、0.005%サポニン水溶液に0.3%ペクチンを添加することにより、抹茶と類似のきめ細やかな泡沫を得た。さらに、抹茶にペクチナーゼを加えてペクチンを分解した場合には、泡沫の安定性が低下した。これらのことから、サポニンやペクチンが抹茶の起泡性や安定性に寄与しているものと考察した。浸出液中のサポニンとペクチンについては島田が分析法を開発し、各種緑茶浸出液中の濃度を評価した。その結果、抹茶浸出液中のサポニンの濃度は25 mg/100 ml程度で煎茶と同等であったが、ペクチン濃度については、30 mg/100 ml程度で煎茶より高かった<sup>26)</sup>。ただし、島田らのサポニンの分析においては、固相抽出した試料液についてフェノール硫酸法で定量している。簡易に分画した試料中に含まれるサポニンの糖部分を比色定量する方法なので、フラボノール配糖体など他の茶葉成分の影響を受けて多めに評価されている可能性も否定できない。また、島田の示したペクチン濃度が寺田の推定値 (0.3%)<sup>24, 25)</sup>と異なるのは、浸出法の違いだけでなく、分析法の相違 (アルコール不溶性固形物の秤量とカルバゾール法)も関係するものと推定される。

前田ら<sup>27, 28)</sup>は、上記サポニン、ペクチン以外の成分が気泡性に及ぼす影響を調査した。クロロホルムで脱脂した抹茶では気泡性の増加が認められ、抹茶中に存在していた起泡性に及ぼす成分のうちクロロホルム可溶性のものが除去されたことによるものと前田らは考察している<sup>27)</sup>。カフェインは脂質とともにクロロホルムで除去される成分なので、モデル系として茶種子サポニン水溶液にカフェインを加えたところ起泡性は低下し、カフェインも抹茶の起泡性に影響することが示された<sup>28)</sup>。一方で、抹茶にCaCl<sub>2</sub>、MgCl<sub>2</sub>を添加すると、濃度依存的に起泡性が低下した<sup>27)</sup>。水の硬度の影響については、硬度が高くなるほど泡が大きくなり、泡立ちにくいものの、泡の安定性は増すと池田も報告している<sup>29)</sup>。これらのことから、抹茶の起泡性には、用いる水の硬度が関与すること

が示唆され、抹茶に含まれるサポニン、ペクチン、脂質やカフェインが寄与することが明らかにされた。

湯の温度と起泡性の関係に関しては、池田が浸出温度と起泡時温度に分けて考察している<sup>30)</sup>。浸出する湯の温度を変えた抹茶の遠心上清を温度25℃で泡立てた場合は、浸出温度が高いほど泡立ちやすく、また安定性が高かった。池田は、この原因は浸出液中の可溶性成分濃度の増加によるものと考察している。一方で、抹茶を沸騰水で抽出した液の遠心上清について、各温度で起泡した場合、高温下の方が泡が不安定であった。これは高温下では破泡が起こるためとされる。実際に抹茶を点てる場合には、湯温60~70℃で泡沫容積が最大となった。湯温60℃以下では可溶性成分濃度が低く、湯温70℃以上では泡が不安定なためと考察した。さらに池田は起泡時間と泡立ちの関係についても調査し、起泡時間が1.5分までは時間とともに泡立ちがよくなるとしている<sup>31)</sup>。

起泡性には抹茶の粒度も影響する。粒度の異なる抹茶間で起泡後の泡沫容積を比較したところ、抹茶の中位径と泡沫容積には負の相関関係が認められた。抹茶の起泡にはサポニンに由来するものと、微細粒子によるものがあるとし、泡膜内側の微細粒子が増加することによって、起泡性が増加するものと沢村らは考察している<sup>32)</sup>。

抹茶の起泡性だけでなく、ざらつきなどの食感にも粒子の大きさは重要である。大西ら<sup>33)</sup>は、茶臼で粉碎した抹茶と、ボールミルやハンマーミルで粉碎した茶の物性を比較した。電子顕微鏡による観察の結果、茶臼で挽いた抹茶は、10 μm以下の微粉で、特に1.5 μm以下の細かい粒子が多かったのに比して、ボールミルやハンマーミルによる粉末茶ではより大きな粒子径であった。また、ボールミルやハンマーミルによる粉末茶の方が、茶臼で挽いた抹茶よりも球形に近かった。官能審査したところ、「口あたり」を含むほとんどすべての審査項目において、茶臼で微粉碎した抹茶に優るものはなかった。一方で、ボールミル、ハンマーミル以外の粉碎法としてジェットミルを用いた方法を沢村らが評価している<sup>34)</sup>。ジェットミルで粉碎した粉末茶は、茶臼によるものに比べて微細化できる可能性が示され、本法では円形度が高く、伸展性に優れていたことから、特徴を活かした加工用途の開発が期待される。ただし、大西ら<sup>33)</sup>は、空気を利用するハンマーミルによる粉碎では香りが散逸するとしている。ジェットミルも気流を用いているため、ジェットミル粉碎の香りへの影響については興味深いものの、沢村らの報告<sup>34)</sup>には言及されていない。

原口ら<sup>35)</sup>は、茶臼で挽いた抹茶の粒度分布をレーザ

一回折式粒度分布測定装置を用いて測定した。その結果、粒度分布では3 μmと20 μmに二つのピークが観察され、平均粒径は5.7 μmであった。茶臼で挽いた抹茶は、ボールミル粉碎茶と比べて粒子が細かいことについては、大西らの報告<sup>33)</sup>と一致しているものの、粒子径20 μm程度の粒子が多く存在することについては、大西らと異なる。牧ら<sup>19)</sup>は、二番茶の碾茶を茶臼で挽いた場合、50%径が5.7 μmで粒径分布は一つのピークであったと報告している。なお、牧らは粗く挽いた場合のみ二つのピークを観察している。中村の資料<sup>36)</sup>においても、外国産の抹茶では粒度分布に二つのピークを持つものが多かったのに対して、国産抹茶では一つのピークが主であった。抹茶の粒度については、測定法に依存する差異も考えられるので、食感や加工適性も含めて測定法の統一やさらなるデータの蓄積が必要である。

沢村は、抹茶の食感の歴史的な変遷を考察している<sup>37)</sup>。栽培方法では露天栽培から覆い下栽培への変化があり、粉碎には、葉研から茶臼への変化があった。1300年ごろまで葉研が使われていた頃の抹茶は、中位径が150 μm程度と粗くざらつきを感じたが、茶臼が使われるようになってからの抹茶は中位径が10 μm程度と細くなり、ざらつきは感じないとのことである。なお、これらの試験は現代の生葉を過去の抹茶製法に準じた製法で調製して実施された。抹茶では泡は重要な要素なので、沢村も別の論文において言及している<sup>38)</sup>が、過去に使われた茶筥の使用も含めた再現試験が望まれる。

## 4 抹茶の機能性

緑茶全体では健康機能性に関わる報告は膨大であるが、抹茶に限定すれば機能性研究例は多くない。

抹茶は浸出液だけでなく、残渣も摂取できるのが特徴である。Xuら<sup>39)</sup>は、抹茶を高脂肪食に混ぜた場合、抹茶の熱水抽出物を混ぜた場合、残渣を混ぜた場合とでマウスへの影響を比較した。その結果、抹茶高含有食を与えた場合には、血中の総コレステロールやトリグリセリドの低下など脂質代謝の改善、血中グルコースの低下が認められた。一方で抹茶の抽出残渣にも脂質や糖質の改善効果が期待された。これらのことから、Xuらはカテキン類などの水溶性成分だけでなく、残渣に含まれる食物繊維も抗肥満作用に有効と考察し、残渣部分も摂取できる抹茶の有用性を唱えている。ただし、抹茶残渣の食物繊維については、次のように考える。抹茶の食物繊維含量は日本食品標準成分表（7訂）によれば40%程度

であり、厚生労働省の提示する摂取目標の20 gを摂取するには50 g程度の抹茶が必要である。50 gの抹茶には、2000 mg程度（カナダ保健省では1日の摂取量として400 mg以下を推奨<sup>40)</sup>）のカフェインが含まれることになり、実際のヒトの食生活においては、食物繊維の摂取源としては多くを期待できないだろう。

中村ら<sup>41)</sup>は抹茶入りのパンを調製し、食後血糖値の上昇抑制効果を観察した。中村らは、カテキン類の $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害によるものと考察している。さらに中村ら<sup>42)</sup>は、抹茶の品質と糖質吸収抑制作用の関係についてラットで実験を行い、上級品よりも下級品の方が、吸収抑制効果が高かった。EGCGはスクラーゼ活性を阻害するが、下級品の方がEGCG含量が高かったためと考察している。さらにNakamuraら<sup>43)</sup>は、同様の試験を別の抹茶試料でも実施し、再現性を確認した。ただし、EGCGなど茶カテキン類の作用を議論する場合、他の緑茶と比べてカテキン類含量の高くない抹茶を扱う利点は少ないと思われる。中村ら<sup>42)</sup>も考察するように抹茶は遊離アミノ酸を多く含む点にも特徴がある。こうした抹茶の成分的な特徴を活かした機能性研究の成果が待たれるところである。

抹茶に含まれるEGCG、カフェイン、テアニンの3種の成分は、心理作用を及ぼすと報告されている。抹茶として飲用した場合、あるいは抹茶入りのフルーツバーを喫食させた場合の心理影響についてDietzら<sup>44)</sup>がヒトで調査した。抹茶あるいは抹茶バー摂取前後の認知テストの結果を比較することにより、3成分を含む抹茶の脳機能への影響を評価しようとしたが、著者らが期待したほど明確な結果は得られなかった。Dietzらは、プラセボとしてハウレンソウを用い、また抹茶の摂取法や量などにも香味への配慮が示されておらず、抹茶の心理影響を評価するためには試験方法の改善が望まれる。

濱田ら<sup>45)</sup>は抹茶の飲用の心理効果について、お点前の前後の心拍計測結果から評価している。茶の湯体験のない外国人留学生も含め、被験者の大部分がお茶を飲んだ後で副交感神経が活発になりリラックス状態になった。茶の湯に関する知識を問わず、抹茶を飲む行為が心の落ち着きをもたらしたという意味で興味深い。ただし、本研究は茶室内で抹茶を飲用した場合の結果であり、茶飲用の後の心の静まりについては、茶成分の摂取以外に、茶室やお点前の雰囲気も心理効果に影響した可能性も否定できない。

抹茶飲用のストレス低減効果については、最近Unnoらによって報告された<sup>46)</sup>。薬学部学生の実務実習に際し

て、抹茶3 gを水500 mlに懸濁したものを飲用した被験者は、プラセボ抹茶（粉末茶）を同様に飲用した被験者に比べて、ストレス軽減効果があることについて、状態・特性不安検査や唾液アミラーゼ活性から示唆された。さらに、別途7種類の抹茶をマウスに摂取させ、飼育によるストレスを与えた後の副腎の重量を測定することにより、抹茶の抗ストレス作用を評価した。その結果一部のアミノ酸含量の低い抹茶では副腎肥大の抑制（抗ストレス作用）が認められなかった。Unnoらは、（カフェイン+EGCG）/（テアニン+アルギニン）のモル比が一定以下の場合のみストレス低減効果があると考察している。このような成分条件を満たすことは、被覆栽培されていない粉末茶では不可能であり、一定の品質あるいは価格帯以上の抹茶に限定されるものと推察される。抹茶の成分的な特徴を活かした機能性の研究事例として興味深い。

なお、茶葉成分のうちのかなりの部分を茶がらとして廃棄してしまう煎茶に対して、抹茶では茶葉成分が丸ごと摂取できると言われる<sup>47)</sup>。茶の摂取が、一般的な栄養素としてどの程度寄与するかについては、野村らの資料<sup>48)</sup>に詳しい。茶葉1 gあたりの栄養素としては、抹茶中の $\beta$ -カロテンやビタミンKは煎茶より多い。抹茶1 gでビタミンKでは摂取基準の19%が摂取可能で、さらにビタミンA、ビタミンEや葉酸などで摂取不足を補う効果が期待される。なお、ビタミンKについては、遮光処理によって含量が増加することが報告されている<sup>49)</sup>。ビタミンKは骨の形成に必要な栄養素ではあるが、抗凝固薬ワルファリンの服用者にとっては摂取量のコントロールが推奨される食品成分でもある<sup>50)</sup>。茶葉成分をそのまま摂取する抹茶においては、安全性の面からビタミンKに関する分析データの蓄積が必要かもしれない。ビタミンEについては、玉露・煎茶と抹茶の間で含量の比較がなされている<sup>51)</sup>。煎茶には、 $\beta$ 及び $\gamma$ -トコフェロールが検出されるのに対して、抹茶には $\alpha$ -トコフェロール以外検出されず、 $\alpha$ -トコフェロールの含量も、煎茶、玉露がそれぞれ55~72 mg/100 g、24 mg/100 gに対して、抹茶では24~36 mg/100 gと報告され、組成や含量の相違を被覆の影響によるものと考察している。

## 5 残された課題

抹茶は粉末茶とともに菓子やアイスクリーム等への利用など利用場面が拡大しつつある。しかしながら、原口らによる茶の粉碎方法と食品加工への利用適性についての評価<sup>35)</sup>や、村上らによるマイクロ波乾燥法の利用<sup>52)</sup>等

の事例はあるものの、抹茶あるいは粉末茶の多用途利用を前提にした研究は散発的で、必ずしも知見が体系化されているとはいえない。さらに、緑茶入りの羊羹調製時に緑色成分であるクロロフィルが消失すること<sup>53)</sup>、クッキーへの茶の添加が脂質の酸化を促成する場合がある<sup>54)</sup>など、茶入り食品の利用や流通の上での留意点や改善点を整理する必要がある。その上で、被覆や専用の碾茶機を利用する必要性、最適な粉末の粒度など、川下の食品業界が必要とする品質の抹茶・粉末茶を選択することを可能にする情報の提供が必要である。

さらに抹茶の飲用利用のみに限定しても、茶筥で点てただけでなく、ミルクを加えたラテや分散性を向上したインスタント抹茶など、用途は多様化している。抹茶に求められる品質についても、多様化しているはずだが、現在評価法が定まっているのは茶筥を利用して調製する場合に限定される。用途を反映した品質の評価法が求められる。

抹茶の点て方については、起泡性に関する研究事例は比較的充実しており、化学成分としてはサポニンの重要性について広く言及されている。サポニンを用いた起泡性に関するモデル実験も多いが、茶葉から精製したサポニンではなく、市販の試薬が用いられている。用いた抹茶中のサポニン含量や、抹茶浸出液中のサポニン濃度についても解析は十分とはいえない。碾茶葉から実際に精製したサポニンを用いた研究が待たれる。

香味に関しては、茶葉中のアミノ酸やカテキン類・カフェインなど呈味成分に関する分析データは比較的充実しつつあるものの、抹茶浸出液中の各成分濃度についてのデータはほとんどない。微粉末化された茶葉を湯に溶くので、水溶性の成分がすべて浸出液に移行するように考えられがちであるが、かつて煎茶の入れ方<sup>55, 56)</sup>に関して議論されたように、抹茶浸出液中の成分に関して湯温との関係での議論が必要である。さらに、抹茶の香りの特徴や、点て方と香りの関係に関する知見も待たれる。一方で、現在では急須がなくとも、ティーバッグで煎茶が簡単に飲用できる。茶道の発展の中で伝統的に築かれた抹茶の点て方とは別に、外国の方も含めて誰でも簡単に茶を調製できる方法の紹介や、調製法と香味の関係を示す科学的な裏付けが求められる。

機能性については、近年抹茶に国内外の注目がなされてきたことから、関連する研究が今後充実していくものと期待される。テアニンやアルギニンなど抹茶に多い成分を重視したUnnoらの研究<sup>46)</sup>に続く、他の茶種との間の成分的な差異を活かした研究や、抹茶特有の摂取法を

活かした研究成果が待たれる。なお、抹茶を用いた機能性研究の際には、抹茶の等級間で成分的な相違が大きいため、実験材料として用いた抹茶についてカテキン類やカフェインのみならず、テアニン等の成分についても定量値を記載することが重要と考える。

## 6 摘 要

抹茶の需要が拡大している。本稿においては、抹茶の品質と成分の関係、泡立ちや粒度に関する研究、抹茶の機能性に関わる研究の現状について紹介した。

## 7 参考文献

- 1) 堤 保三 (2008) : 5. 碾茶. 農林漁村文化協会編, 「茶大百科 I 歴史・文化/品質・機能性/品種/製茶」, 農文協, pp.885-889.
- 2) 池ヶ谷賢次郎・高柳博次・阿南豊正 (1984) : 抹茶の化学成分. 茶研報, No.60, 79-81.
- 3) 後藤哲久・堀江秀樹・大関由紀・増田英明・藁科二郎 (1994) : 化学成分からみた市販緑茶の品質. 茶研報, No.80, 23-28.
- 4) 辻 正樹 (2001) : てん茶の化学成分含有率と品質との関係. 茶研報, No.90, 1-7.
- 5) 堀江秀樹・木幡勝則・向井俊博・天野いね・後藤哲久 (1996) : 全国茶品評会入賞茶の化学成分 (第4報) 1994年審査会入賞茶の分析. 茶研報, No.83, 29-36.
- 6) 堀江秀樹・双木良和・木幡勝則・向井俊博 (1997) : 全国茶品評会入賞茶の化学成分 (第5報) 1994年審査会入賞茶のカテキン組成. 茶研報, No.85, 9-12.
- 7) 後藤哲久・長嶋 等・吉田優子・木曾雅昭 (1996) : 市販緑茶の個別カテキン類とカフェインの分析. 茶研報, No.83, 21-28.
- 8) Horie, H., K. Ema and O. Sumikawa (2017) : Chemical components of matcha and powdered green tea. 日本調理科学会誌, 50, 182-188.
- 9) 故倉宏至・河村真也 (1987) : 市販被覆茶の成分調査. 京都府立茶業研究所研究報告, No.19, 84-120.
- 10) Kaneko S., K. Kumazawa, H. Masuda, A. Henze and T. Hofmann (2006) Molecular and sensory studies on the umami taste of Japanese green tea. J. Agric. Food Chem., 54, 2688-2694.
- 11) 原口健司・故倉宏至・河村真也 (1991) : 市販被覆茶の硫化メチル含量調査. 京都府立茶業研究所研究報告, No.21, 61-67.
- 12) Baba R., Y. Amano, Y. Wada and K. Kumazawa (2017) Characterization of the potent odorants contributing to the characteristic aroma of matcha by gas chromatography-olfactometry techniques. J. Agric. Food Chem., 65, 2984-2989.
- 13) 木村泰子・原口健司 (2001) : 被覆の違いによる新芽の部位別化学成分含量変化. 京都府立茶業研究所研究報告, No.23, 57-64.
- 14) 吉田優子・木曾雅昭・長嶋 等・後藤哲久 (1996) : 茶芽の生育に伴う化学成分含量の変化. 茶研報, No.83, 9-16.
- 15) 木村泰子・神田真帆 (2013) : 本ず被覆内の分光スペクトル特性と紫外線照射および除去が茶新芽の品質に及ぼす影響. 茶研報, No.116, 1-13.
- 16) 木幡勝則・山下陽一・山口優一・堀江秀樹 (2001) : 色彩色差計による市販緑茶の色彩値測定と品質評価への応用. 野菜・



- 茶業試験場報告, No.16, 9-18.
- 17) 大森 薫・中村晋一郎・渡辺敏朗・甲木和也 (1987): 煎茶製造における蒸熱条件の製茶品質に及ぼす影響. 茶研報, No.65, 73-80.
  - 18) 堤 保三・矢野早希子 (2010): デジタルカメラを用いたてん茶外観の色情報解析システム. 京都府農林センター研究報告, No.32, 11-16.
  - 19) 牧 英樹・上辻久利・村上宏亮 (2009): てん茶機で製造した二番茶における粉碎方と粉末茶の品質. 京都府立茶業研究所報告, No.24, 29-33.
  - 20) 木幡勝則・山下陽一・山内雄二・堀江秀樹 (1999): クロロフィル及びその誘導体含有量からみた市販緑茶の品質と特質. 茶研報, No.87, 13-19.
  - 21) Horie, H., K. Ema, H. Nishikawa and Y. Nakamura (2018): Comparison of the chemical components of powdered green tea sold in the US. JARQ, 52, 143-147.
  - 22) 木幡勝則・原口隆文・辻 正樹・氏原ともみ・堀江秀樹 (2001): 碾茶製造工程におけるクロロフィル色素類含有量およびクロロフィルラーゼ活性の変化. 日本食品科学工学会誌, 48, 744-750.
  - 23) 嶋田和子・竹下 円・久富好美・堀江秀樹・木幡勝則 (2000): 碾茶の熟成保存における茶葉中のビタミンC, クロロフィル及びクロロフィルラーゼ活性の安定性. 日本食品科学工学会誌, 47, 254-259.
  - 24) 寺田雅子 (1991): 抹茶の泡立ち特性. 表面科学, 12, 45-49.
  - 25) 寺田雅子 (2000): 抹茶の泡立ち. 堀内國彦編, 「茶道学体系第8巻 茶の湯と科学」, 淡光社, pp.383-403.
  - 26) 嶋田和子 (2003): 緑茶浸出液中の茶葉サポニンと水溶性ペクチンの分析. 日本家政学会誌, 54, 957-962.
  - 27) 前田昭子・日比喜子・早川史子 (1998): 抹茶の気泡性に及ぼすNaCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, 脂質の影響. 日本家政学会誌, 49, 633-636.
  - 28) 前田昭子・日比喜子・早川史子 (1999): 抹茶の気泡性に及ぼす茶成分の影響. 日本食品科学工学会誌, 46, 842-845.
  - 29) 池田博子 (2006): 水の硬度が抹茶の起泡性に及ぼす影響. 日本調理科学会誌, 39, 254-258.
  - 30) 池田博子 (1999): 抹茶の起泡性に及ぼす湯温の影響. 日本調理科学会誌, 32, 214-218.
  - 31) 池田博子 (1999): 抹茶の起泡性に及ぼす起泡速度と起泡時間の影響. 日本調理科学会誌, 32, 234-239.
  - 32) 沢村信一・一谷正己・池田博子・園田純子 (2012): 粒度の異なる抹茶の起泡性と泡沫径. 日本食品科学工学会誌, 59, 109-114.
  - 33) 大西市造・森本孝子・富樫佳泰 (1973): てん茶の粉碎方法とまっ茶の物性. 茶研報, No.39, 23-28.
  - 34) 沢村信一・原口康弘・池田博子・園田純子 (2010): 粉碎方法の異なる抹茶の物性と形状. 日本食品科学工学会誌, 57, 304-309.
  - 35) 原口康弘・今田幸男・沢村信一 (2003): 加工用微細抹茶の製造と性質. 日本食品科学工学会誌, 50, 468-473.
  - 36) 中村順行 (2018): 国内外で市販される抹茶の科学的特性の解明. JATAFFジャーナル, 6(10), 10-15.
  - 37) 沢村信一 (2011): 中世以前の抹茶の粒度と味. 日本調理科学会誌, 44, 231-237.
  - 38) 沢村信一 (2010): 利休時代以前の抹茶の粒度に関する考察. 茶の湯文化学, No.17, 26-39.
  - 39) Xu, P., L. Ying, G. Hong and Y. Wang (2016): The effects of the aqueous extract and residue of Matcha on the antioxidant status and lipid and glucose levels in mice fed a high-fat diet. Food & Function, 7, 294-300.
  - 40) 厚生労働省: 食品に含まれるカフェインの過剰摂取について Q & A. (<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000170477.html>), (2018年10月18日アクセス).
  - 41) 中村衣里・吉川友佳子・戸根瑛美・木戸和貴子・松浦寿喜 (2012): 抹茶含有菓子パンの摂取が健常人の食後血糖値に与える影響. 日本食品化学学会誌, 19, 124-128.
  - 42) 中村衣里・上田友佳子・橋本ゆかり・和田宏美・松浦寿喜 (2014): 抹茶の品質と糖質球種阻害作用との関係. 日本食品化学学会誌, 21, 163-168.
  - 43) Nakamura, E., I. Tomita and T. Matsuura (2018): Composition and functionality of "matcha" of different qualities. 日本食品化学学会誌, 25, 7-14.
  - 44) Dietz, C., M. Dekker and B. Piqueras-Fiszman (2017): An intervention study on the effect of matcha tea, in drink and snack bar formats, on mood and cognitive performance. Food Research International, 99, 77-83.
  - 45) 濱田泰似・三上真里奈・武田智也・宮本勇樹・呂 曉丹・太田智子・後藤彰彦・来田宣幸 (2017): お茶のお点前による心の静まりに関する研究. 日本機械学会2017年度年次大会講演論文集, S0450304.
  - 46) Unno K., D. Furushima, S. Hamamoto, K. Iguchi, H. Yamada, A. Morita, H. Horie and Y. Nakamura (2018): Stress-reducing function of matcha green tea in animal experiments and clinical trials. Nutrients, 10, 1468 [<https://doi.org/10.3390/nu10101468>].
  - 47) 萩原数磨・河村弘文 (2011): 抹茶. Food & Food Ingredients J. Jpn, No.216, 287-291.
  - 48) 野村幸子・物部真奈美・松尾喜義 (2016): 茶と野菜の栄養成分の比較. 茶研報, No.121, 23-35.
  - 49) 吉田充希・松田智子・西村奈月・稲垣卓次・松ヶ谷祐二 (2016): 遮光栽培による茶葉中ビタミンK, エピガロカテキンガラクト含有量の推移. 茶研報, No.122 (別), 44.
  - 50) 佐藤陽子・村田美由貴・千葉 剛・梅垣敬三 (2015): ワルファリン服用者におけるビタミンK摂取量の許容範囲に関する系統的レビュー. 食衛誌, 56, 157-166.
  - 51) 池ヶ谷賢次郎・高柳博次・阿南豊正 (1984): 抹茶, 玉露および煎茶のトコフェロール含量. 日本食品工業学会誌, 31, 459-461.
  - 52) 村上宏亮・原口健司・木村泰子・瀬戸谷隆治・藤田美智子・山下幸司 (2002): 夏秋茶を活用した製品の食品利用. 茶研報, No.94(別), 116-117.
  - 53) あいち産業科学技術総合センター: 緑茶添加水ようかんの保存に伴う品質変化と茶成分の変化. ([http://www.aichi-inst.jp/shokuhin/research/report/food\\_2006\\_05.pdf](http://www.aichi-inst.jp/shokuhin/research/report/food_2006_05.pdf)), (2018年10月18日アクセス).
  - 54) 中莖秀夫・間瀬雅子・長谷川 撰・藤井正人 (2001): 茶添加菓子類の保存中の品質変化. 日本食品科学工学会誌, 48, 844-847.
  - 55) 茶のいれかた研究会 (1973): 茶のいれかたの検討. 茶研報, No.40, 58-66.
  - 56) 下徳敏雄・市川浩美・阿南豊正・高柳博次・池ヶ谷賢次郎 (1982): 茶の入れ方と化学成分溶出量との関係. 茶研報, No.55, 43-50.