粒度と食感からみた抹茶のおいしさ

沢村 信一[†]

(2019年9月6日受理)

The Mouthfeel of matcha from the Viewpoint of Particle Size and a Texture

Shin-ichi Sawamura

和食が、日本の伝統的な食文化としてユネスコ無形文化遺産に登録され、世界的に注目されるようになった。その和食とともに、抹茶も世界的に注目され、ブームを向かえている。抹茶が注目されているのは、深い緑色と濃厚なうま味を有しており、さらに和食と同じように長い歴史と文化を持っているからである。

抹茶は、本来の用途である茶の湯のみならず、種々の加工食品の副原料として用いられる。桑原によれば、その比率は生産量の95%前後を占め、本来の用途をはるかに上回っている¹⁾。このような加工食品に用いられる抹茶は、茶臼以外の種々の装置で粉碎される場合がある。

抹茶のおいしさは、味や香りにテクスチャーと呼ばれる食感が加わったものであり、抹茶のテクスチャーを明確に定義することは困難だが、本稿では粒度(中位径)を切り口として抹茶のテクスチャーについて考える。

1. 食のおいしさ

食の成分的なおいしさは、うま味や甘味成分が多いことによって表される。また、食べ物のもつテクスチャー、コク味、香りなどもおいしさに関与している。食のおいしさは、単にうま味や甘味成分のみならず、食に関係するあらゆるものに関連している。茶の湯においても、茶会や茶室で飲む抹茶と家庭で飲む抹茶では、たとえ同じものでも感じ方がまったく違って来る。

茶のおいしさは、うま味成分であるアミノ酸と、渋味成分のカテキン類、および苦味成分のカフェインのバラ

ンスで表される。苦味成分であるカフェインは、通常飲用される煎茶では、茶の種類や摘採時期などにあまり影響されずにほぼ一定である。渋味成分のカテキン類は、抹茶や玉露といった高級な茶では若干少なく、煎茶、特に番茶ではすこし多い。抹茶や玉露あるいは新茶などの高級な茶のおいしさは、アミノ酸が多いことによって、うま味が強いることが重要である。これに対して、煎茶は適度なうま味と苦渋味によって口腔内をすっきりさせることで、おいしいと感じる。さらに抹茶は、安心感やリラックスを感じさせる濃い緑色をしており、口を含むとアミノ酸によるうま味と濃厚な質感と滑らかさを感じることで、さらにおいしいと感じることができる。

食感に関しては、通常は茶臼で粉碎した抹茶を飲む機会しかないが、茶臼以外の装置(ボールミルなど)で粉碎した抹茶^{注1)}を飲用すると、ざらつきを感じることもある。そのざらつきを感じる抹茶の粒度を測定すると、茶臼で粉碎したざらつきを感じない抹茶と、中位径で比較するとほぼ同じであった。本稿においては、同等の碾茶を用い、種々の装置で粉碎した抹茶の粒度とその食感、さらにこれまで得られている論文等から種々の食品の粒度を比較することで、粒度と食感からみた抹茶のおいしさに関して考察した。

使用した抹茶はすべて茶の湯の練習用に用いるレベルの碾茶を用い、茶臼・ボールミル・ジェットミルを用いて粉碎した。それぞれの装置で粉碎した抹茶を、ここでは茶臼抹茶、ボールミル抹茶、ジェットミル抹茶とする。さらにボールミル抹茶は気流式分級機を用いて、粒度

[†] Corresponding author : awaji@gem.bekkoame.ne.jp

注1 日本茶業中央会では、抹茶の定義を「碾茶(覆下栽培した茶葉を碾茶炉等で揉まずに乾燥したもの)を茶臼等で微粉末状に製造したもの」としているが、本稿では、茶臼以外の装置を用いて粉碎した碾茶を含めて抹茶として扱う。

10 μm を境として分級し、粒度の粗い分画を粗粉末茶、微細な分画を微粉末茶とした。茶臼は、電動回転式花崗岩製のものをを用いた。ボールミル粉碎機は、ドラム缶を横にしたような形状であり、その中へ直径約50 mmのセラミックボールをいれ、回転することによってボール同士が当たる衝撃によって、碾茶が粉碎される。ジェットミル粉碎機は、超高速の空気を送り込むことで、碾茶同士が衝突し、粉碎される装置である²⁾。

加工食品用の抹茶を茶臼以外の装置で粉碎する理由は、ボールミルの場合は単位時間当たりの粉碎量の多さ、ジェットミルの場合は茶臼によって粉碎された抹茶より微細に粉碎されるからである。微細に粉碎された抹茶は、起泡性に優れ、泡沫が細くなるなどの特徴を有している³⁾。

2. 機械刺激受容体

口腔内において食品の大きさや硬さを認識し、咀嚼にフィードバックを行ない、食べ物を嚥下へ誘導させるのは、機械刺激受容体が関与しているといわれる。口腔内には、このほかに基本五味の受容体や、温度刺激受容体があり、食べ物に含まれる成分を受容することでおいしいと感じたり、腐敗したものや異物を拒絶したりする。

食におけるざらつき感は「テクスチャー」という言葉で表される。テクスチャーは、硬さ・凝集性・もろさ・粘性・弾力性の機械的特性と、滑らかさやざらつきを感じ、粒子の大きさと形などの幾何学的特性で表される。食品のざらつき感に関しては、多くの先行研究があるが、粒度の測定法が統一されておらず、それぞれの研究相互の比較検討がむずかしい。例えば、^{ふるい}篩分けした目開きを粒度としたり、他の測定法や最大粒度を用いたりした例がみられる。粒度が1 μm 前後の粒子の測定は、レーザー回折式粒度分布測定装置が開発されて以降、それ以前の測定法で計ったものは、得られる粒度に関する値が異なり比較できない。

粒度とざらつき感が確認されている事例として、チョコレートがあげられる^{4, 5)}。ざらつきを感じないための中位径は25~35 μm 以下であった。別の試験では、最大粒径13 μm であれば、ごくわずかな人にしかざらつきを感知できないとしている。また、国内で生産されているココアの中位径は30 μm 程度であるが、ヨーロッパで生産されているココアの中位径は20 μm 以下である。人によっては国産のココアにざらつきを感じ、ヨーロッパ産

のものを滑らかと感じる。

今井によると、食品のなかには、小豆餡・マッシュポテト・すりゴマなどのようにざらつき感がおいしさの重要因子となっているものと、チョコレート・ココア飲料・バターなどのようにざらつき感が好ましくないものがある⁴⁾。ざらつき感を好ましいとするのは、経験的な慣れによる好みであると考え。通常の技術では、より細かく粉碎できないものは、そのざらつき感に慣れることによって、新たに同じ食材で滑らかなものに出会ったときに、異質なものとして好ましくないと感じてしまう傾向がある。ざらつき感は、粒度が大きいことを意味し、滑らかさを求めるのが本来であるが、経験や慣れによって、一部の食品において、そのざらつき感を好ましいと感じてしまう。

これらの事例から、口腔内でざらつきを感じるのは中位径20~30 μm を境界として、それ以上の中位径であるとざらつき感があり、それ以下であると滑らかと感じる。このざらつき感は、粉体の濃度によって異なり、さらに年齢によって徐々に感度が低下することが知られている。

3. 粉体の粒度

一般的に粉体は、粒子の大きさが0.1 μm くらいから1 mm程度と幅が広く、かつ粒子自体が非常に小さく、また量が多いため、その粒度を測定する方法が種々開発されてきた。レーザー回折式粒度分布測定装置^{注2)}で抹茶を測定した場合の、一次元（個数基準）と三次元（体積基準）の粒度分布⁶⁾と累積積算頻度分布を図1に示す。茶臼抹茶とジェットミル抹茶を体積基準で表した中位径は、それぞれ18.3 μm と2.9 μm であった。また、それぞれを個数基準における中位径は、それぞれ0.74 μm と0.99 μm であった^{注3)}。抹茶の場合は、電子顕微鏡から得られた画像などを見ると、個数基準で表したように1 μm 程度の粒子が大多数を占める⁷⁾。抹茶は粒度分布域が広いため、存在比率では少ないものの大きな粒子が存在し、その粒子が体積基準において物性に大きな影響を与える。例えば1 μm の粒子と10 μm の粒子では、粒径は10倍の違いであるが、体積は1000倍の違いとなるように、大きな粒子は体積でみた場合、粉体全体の粒度分布に大きな影響を及ぼす。小麦粉などの粉体に異物があると、指先で触ると感じるが、小麦粉粒子全体に対する異物粒子の割合は非常に少ない。しかし、指先の触感

注2 レーザー回折散乱光式粒度分布測定装置に関しては、「島津製作所HP 粉博士」のページに詳しい。

<http://www.an.shimadzu.co.jp/powder/lecture/index.htm>

注3 抹茶関係者の間では、抹茶の粒度が約1マイクロメートルであるという話を聞くことがあるが、これは個数基準つまり見た目による値が流布した結果である。

図1. レーザー回折式粒度分布測定装置による粒度測定

(体積基準と個数基準の違い)

 左上：体積基準による茶臼抹茶 (中位径： $18.3\mu\text{m}$)，左下：個数基準による茶臼抹茶 (中位径： $0.74\mu\text{m}$)

 右下：体積基準によるジェットミル抹茶 (中位径： $2.9\mu\text{m}$)，右下：個数基準によるジェットミル抹茶 (中位径： $0.99\mu\text{m}$)

* 矢印 (→) は、中位径を示す。

異物感があることでずいぶん異なり、小麦粉の粒度を実際より大きなものと認識し、大きな粒子の割合は小さいが、ざらついた粉と感じるのはこのためである。以上のような理由から粉体の物性評価には一般的に体積基準で表される中位径を用いる。

4. 抹茶の粒度とおいしさ

今回使用した抹茶の粒度分布を図2に示す。ここに示したものは、茶臼抹茶 (左上図) とボールミル抹茶 (左下図)、そしてボールミル抹茶を用いて $10\mu\text{m}$ を境として気流式分級機で分級した粗粉 (右上図) および微粉抹茶 (右下図) である。ジェットミル抹茶は、微粉抹茶と同じような粒度分布を示すため省略した。碾茶を茶臼やボールミルで粉碎すると粒度分布が二峰性を示した。細かい粒度域のピークは、茶葉の薄いところが粉碎されたもの、粗い粒度域のピークは茶葉の硬いところ、すなわち葉脈部分や茶葉の厚いところが粉碎されたものと考えられる。そして茶臼抹茶とボールミル抹茶を比較すると、この2つのピークの比率が異なり、茶臼で粉碎した抹茶の方が細かい粒度域のピークが、ボールミル抹茶より多くなった。また、分級して調整した微粉抹茶と粗粉抹茶のそれぞれのピークは、元のボールミル抹茶の大小の粒度域に相当する。茶臼で粉碎した場合、二峰性の粗い分画はピークとしてほとんど認識されない場合もあるが、広

い粒度域を維持している。

茶臼抹茶とボールミル抹茶の中位径は、それぞれ $18\mu\text{m}$ であり、ボールミル抹茶を分級した粗粉抹茶は $19\mu\text{m}$ 、微粉抹茶は $5\mu\text{m}$ であった。粗粉抹茶は、複数回の試験の結果では中位径 $20\sim 30\mu\text{m}$ を示した。データは示さないがジェットミル抹茶の中位径は $3\mu\text{m}$ であった。

ジェットミル抹茶を加えた5種類の抹茶の中位径を二峰性と粒度面からまとめると以下ようになる。

茶臼抹茶：二峰性を示す細かい粒度域のピーク比率が大きい。中位径 $10\sim 20\mu\text{m}$ を示す。

ボールミル抹茶：二峰性を示す粗い粒度域のピーク比率が大きい。中位径 $10\sim 20\mu\text{m}$ を示す。

粗粉抹茶：ボールミル抹茶の細かい粒度域のピークが存在しない。中位径 $20\sim 30\mu\text{m}$ を示す。

微粉抹茶：ボールミル抹茶の粗い粒度域のピークが存在しない。中位径 $5\sim 10\mu\text{m}$ を示す

ジェットミル抹茶：粗い粒度域のピークがない。中位径 $3\sim 5\mu\text{m}$ を示す。

このように、同じ規格の原料碾茶を種々の装置で粉碎した場合、同じような中位径を示しても、得られた抹茶の粒度分布が異なっている場合がある。その理由は、中位径が累積積分分布の50%値から算出しているためである。粒度分布様式が異なる要因は、それぞれの装置の粉碎応力の違いによる。それぞれの装置内において、種々の応力が働いているが、それぞれの装置における粉碎応

図2. 各種抹茶の粒度分布の違い(茶臼抹茶, ボールミル抹茶, 粗粉抹茶, 微粉抹茶)

力は異なり, その結果として円形度^{注4)}などの違いとして表される⁶⁾。

各々の抹茶の官能評価における食感は, 以下のようであった。官能評価は, 3~5人で複数回実施し, パネル間で評価結果に相違はなかった。官能評価の方法は, 2グラムの抹茶を秤量し, 熱湯80mLを加えて, 電動式の茶筪で十分攪拌したのち, 飲用した。

茶臼抹茶: 質感があり, 滑らか。

ボールミル抹茶: 少しざらつきを感じるが滑らか。

粗粉抹茶: ざらつきを感じる。

微粉抹茶: さらっとしている, 非常に滑らか。水っぽい。

ジェットミル抹茶: さらっとしている, 非常に滑らか。水っぽい。

表1に, 調整した各種抹茶の粒度(中位径)と官能評価の結果をまとめた。

茶臼・ボールミル・粗粉の各抹茶の中位径は, ほとんど同じであるが, 官能評価の結果は, 異なった。口腔内におけるざらつき感は, 基本的には中位径に拠るが, 中

位径は, 累積積算頻度分布の50%を示すため, 各々の抹茶の分布域までは考慮されていない。同じ等級の原料を種々の装置で粉碎し, 同じような中位径を示す抹茶であっても, 粒度分布の違い(二峰性の比率の違いや最大値(90%径)など)によって, 官能評価の結果が異なったものと考察した。たとえ中位径がざらつきを感じない20μm以下であっても, 最大値(90%径)が100μmを超える場合はざらつきを感じる場合がある。今回用いた各抹茶では, 100μmを超える大きな粒子によるざらつき感の差異は感じられなかった。抹茶の中位径および粒度分布域が, ちょうど口腔内の機械刺激受容体のざらつきを感じる境界域であるため, このような結果となったと考える。

抹茶のように粒度域が広く, 粒度分布が異なるが同じような中位径を示す粉体の物性を評価する場合は, 中位径に加えて, 最大値(累積積算頻度分布90%値)や均一度(累積積算頻度分布(10%値)/(60%値))などの指標も重要な因子と考える(表2)。

表1. 各種抹茶の粒度と官能評価結果

	中位径	食 感
茶臼抹茶	18	質感がありなめらか
ボールミル抹茶	18	少しざらつきを感じるがなめらか
粗粉抹茶	19	ざらつきを感じる
微粉抹茶	5	さらっと・なめらか
ジェットミル抹茶	3	(水っぽい)

(単位: μm)

表2. 粉体の粒度評価にもちいる用語と解説

中位径	累積積算分布50%値
最大値	累積積算分布90%値(場合によっては95%値)
最小値	累積積算分布10%値(場合によっては5%値)
均一度	累積積算分布(10%値/60%値)

*最小値は, 本稿では使用しないが参考のため記載した。

注4 円形度は, 「あるものの形が, どれだけ円に近い」を表す指標であり($4\pi \times \text{面積} / (\text{周囲長})^2$)で計算される。真円において1となり, 図形が複雑になるほど値は小さくなる。

5. ま と め

抹茶は、濃い緑色と強いうま味によっておいしいと感じて飲むことができる。今回、種々の装置を用いて粉碎した抹茶を飲用したところ、ほぼ同じ中位径を示すにもかかわらず、官能評価では食感が異なり、結果として粒度面からおいしくない場合が認められた。

口腔内には機械刺激受容体が存在し、食べ物の大小・硬軟・形状などを受容し、咀嚼の程度や嚥下に適しているかを判断している。この機械刺激受容体によるざらつきを感じる粒度の境界は、種々の食品の粒度と食感による研究成果から中位径 $20\sim 30\mu\text{m}$ とされている。茶臼やボールミルで粉碎した抹茶の粒度の中位径は、このざらつきの境界とされている $20\mu\text{m}$ 程度である。抹茶の場合、小さな粒子は $1\mu\text{m}$ 程度から大きなものは数十 μm までと粒度域が広く、さらに粒度分布が二峰性を示し、その二つのピークの比率が粉碎装置の種類によって異なる。この抹茶のもつ粒度域の広さと二峰性のピークの比率によって、茶臼抹茶は質感や濃厚感があり、かつ滑らかに飲用することができ、一方でボールミル抹茶はすこしざらつきを感じ、粗粉抹茶はざらつきを強く感じるという食感面による違いが現れる。また、微粉抹茶やジェットミル抹茶は、ざらつき感がなく、非常に滑らかであるが、茶臼抹茶の持つ濃厚な質感に乏しく水っぽいと感じる。これは、広い粒度域を有していないためと考える。

このように茶臼で粉碎した抹茶は、濃厚な質感と滑らかさを併せ持っているが、他の装置で粉碎した抹茶は、同じ中位径を示す場合でも同じような食感を得られるわけではなく、ざらつきを感じたり、ものたりなく水っぽさを感じたりする。結果論ではあるが、ボールミルやジェットミルという近代的で粉碎速度が速い装置と比較して、茶臼という伝統的な粉碎道具を用いて挽いた抹茶が粒度面からみてもおいしいと感じることができるのは、興味深いことである。

本稿の内容は、平成28年度茶の湯文化学会大会において発表したものを編集したものである。

6. 摘 要

本稿では、同じレベルの碾茶を茶臼・ボールミル・ジェットミルなどの粉碎機によって粉碎した抹茶を用いて、レーザー解析式粒度分布測定装置で中位径を測定した。また、それぞれの抹茶の官能評価を実施し、抹茶の粒度の違いからくる食感によるおいしさに関して考察した。

茶の湯で使用される抹茶は、碾茶を茶臼で粉碎するため粒度に大きな違いがないが、食品加工用の抹茶は種々の粉碎機によって粉碎される。茶臼で粉碎した抹茶は広い粒度域を持ち、中位径は $10\sim 20\mu\text{m}$ である。食品加工用として一般的に使用されるボールミル抹茶の中位径は、茶臼で粉碎したものとはほぼ同じである。ジェットミル抹茶や気流式分級機で分級した微粉抹茶は、中位径 $3\sim 5\mu\text{m}$ と微細であった。

茶臼抹茶と、ボールミル抹茶では、中位径はほぼ同じであるが、その粒度分布様式が異なり、ボールミル抹茶にざらつきを感じる場合がある。また、分級によって得られた微粉抹茶は、さらっとしており質感を感じない。

古くから使われてきた茶臼で粉碎した抹茶は、結果として質感となめらかさを合わせ持っており、飲んだときに食感としておいしさを感じることができる。

7. 引用文献

- 1) 桑原秀樹(2015):第1章 抹茶の基本 抹茶の生産量と碾茶生産量の不思議, 桑原秀樹(2015)「お抹茶のすべて」, 誠文堂新光社, pp.10-11.
- 2) 沢村信一・原口康弘:粉末茶葉の凝集抑制方法, 特許第5485678号(特願2009-288761)2009年12月21日出願
- 3) 沢村信一・一谷正巳・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, 食科工, 59, 109-114.
- 4) 今井悦子(2011):ざらつき感の定量化, ハイドロコロイドシンポジウム要旨集
- 5) 今井悦子(2000):口腔内粒子感覚と食品特性, 日本調理科学会誌, 33, 76-81.
- 6) 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, 食科工, 57, 304-309.
- 7) 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.