

小特集 匠から知る化学工学技術

抹茶の“今”を支える新製法

～伝統的製法への挑戦～

岩本 玄徳・杉本 剛

化 学 工 学

第80巻 第 11 号 (737-740) 別刷

2016. 11

公益社団法人 化 学 工 学 会

抹茶の“今”を支える新製法 ～伝統的製法への挑戦～

岩本 玄德・杉本 剛

1. はじめに

抹茶は日本茶の生産者団体と商工業者団体を取りまとめる日本茶業中央会の自主規制により「覆い下で栽培された生茶を揉まないで乾燥した碾茶を茶臼等で挽いて微粉状にしたもの」と定められている。

抹茶という言葉をもとのまま理解すると「茶の粉碎抹」であり、その歴史は約800年前に中国で始まり、日本に伝わったと考えられている。中国ではそのルーツは一端途切れ、近年、日本の抹茶を代替する商品を生産しようと試みられている。

大正時代までは「お茶挽き」の言葉に代表されるように、碾茶のままで流通し、飲用時に図1のように手挽きの茶臼（伝統的な石臼）で挽いて飲まれており、江戸時代の「御茶壺道中」（図2）は、仕上碾茶を茶壺に詰めて将軍の許に運んでいたものである。

碾茶のかたちで流通し、消費の現場で抹茶に挽き上げられていた抹茶だが、昭和に入り流通スピードと保存技術の進化に伴い、茶生産地の茶問屋において抹茶に加工され、全国に流通するようになった。

「御茶壺道中」に代表されるように江戸時代以前の抹茶は、茶の湯文化、武家文化とともに栄え、碾茶を専属に扱うことが許された「宇治茶師」が年間30～40トンの碾茶を流通させていた¹⁾。明治維新により一度は生産、流通そのものが激減したものの、文明開化、後に続く経済の繁栄とともに婦女教育として取り入れられることにより生産量が増加し、昭和の高度経済成長期には約400トンが生産されるまでに成長した。



図1 手挽きの茶臼



図2 御茶壺道中

(写真提供元：(株)松北園茶店、転用・転載厳禁)

その後、時代、文化の多様化や茶道人口の減少に伴い、その生産量は減少するかに思われたが、和洋菓子のフレーバーとして注目され、平成初期に生産量約700トン突破了。その後、「Matcha」として世界的商品となり、平成28年現在は約5000トンの抹茶が生産されている。KSP-POSデータによると図3に示すように抹茶に関する製品数は近年増加傾向にあり、用途が増加していることを示唆している。

本稿では用途と生産量の増加に対応するため、茶臼に代わる生産方法として検討された媒体攪拌型粉碎機での粉碎処理について、茶臼と同等の品質を保ち、大量生産を可能にした事例を紹介する。

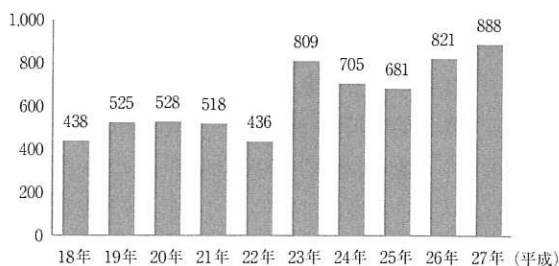


図3 抹茶製品数の推移(出所：KSP-POSより整理)



A New Production Method that Supports the
“Today” of Matcha
～Challenge to the Traditional Production
Methods～

Motonori IWAMOTO

2007年 山形大学工学部物質化学工学科
現在 日本コークス工業(株)化工機事業部
栃木工場 粉体技術センター 開発グループ 主任技師

連絡先：〒328-8503 栃木県栃本市国府町1番地

E-mail motonori-iwamoto@n-coke.com

2016年8月19日受理



Tsuyoshi SUGIMOTO

1993年 立命館大学国際関係学部

現在 (株)松北園茶店 代表取締役社長

連絡先：〒611-0002 京都府宇治市木幡東中8番地

E-mail sugimoto@ujicha.com

茶園 ▶ 茶摘み ▶ 蒸し機 ▶ 冷却 ▶ 散茶機 ▶ 乾燥炉 ▶ 切断 ▶ 茶揃機 ▶ 乾燥機 ▶ 電気選別機 ▶ 挽茶機 ▶ 商品



カラカラに乾燥した抹茶の原料

生産用の茶臼

図4 抹茶の生産工程

(図、写真提供元：(株)松北園茶店、転用・転載厳禁)

2. 抹茶の伝統的な生産方法と品質

図4に抹茶の生産工程の一例を示す。

被覆栽培した茶葉を蒸気で殺青（熱により茶葉の酸化酵素のはたらきを止めること）した後、茶葉の形のまま高温で乾燥すると碾茶となる。健康茶として飲まれる甜茶は葉草茶の一種で、全く異なる飲み物である。なお、ここまでの工程は茶葉を摘採した農家が行う。これを「荒茶」と呼ぶ。

農家が製造した荒茶は相対取引や市場での入札取引を通じて茶業者が仕入れ、そこから雑味を取り、茶臼で粉碎しやすいように茎や葉脈を取り除き、焙煎により水分率を整える一連の「精選加工」を行って「仕上碾茶」が完成する。

それでは、抹茶の品質の良し悪しは何で決まるのか。この「抹茶の品質」を茶業に携わる者の視点で捉えると、それは茶畑で栽培された生葉の品質、即ち被覆が効いてアミノ酸類などの旨味、甘味をどれだけ多く含有するか、余韻を残すような香りを持っているか、また、その葉そのものを飲用する抹茶においては芽が若く葉肉が柔らかいかということが重要になる。つまり原料の品質が全てであるという考え方である。

お茶の品質を決めるのはお茶、という当たり前の話ではあるが、粉末状にした茶葉を飲む抹茶においては、口に含み、飲み込むときに舌の上で「ざらつき」を感じたり、喉に引っ掛かっては非常に不快となる。伝統的な茶臼（図5に構造²⁾を示す）では、非常に硬い御影石に放射状に目の浅い切り込みを入れて、8 μm 程度の微粉末に挽くというよりは「引きちぎる」ことによって、ふんわりとして口内でざらつかない粉末を実現している。この細やかさを決める「目たて」は「目たて職人」によって行われる伝統の技であり、今日ではごく少人数の職人しか存在していない。

また、この茶臼の摩擦により適度な熱が発生することで、抹茶からある種の「青臭さ」がとれ、茶葉本来のもつ旨味や爽やかさの香り成分を発揚させている。

抹茶は熟練の農家が旨味、甘味を多く含む茶葉を畑で丹精に育て荒茶とし、その品質を見極めて茶匠が仕入れる。精選加工によって香味と形を整えて、職人が伝統の技で磨きをかけた茶臼でゆっくり丹念に挽き上げる。そうして顧

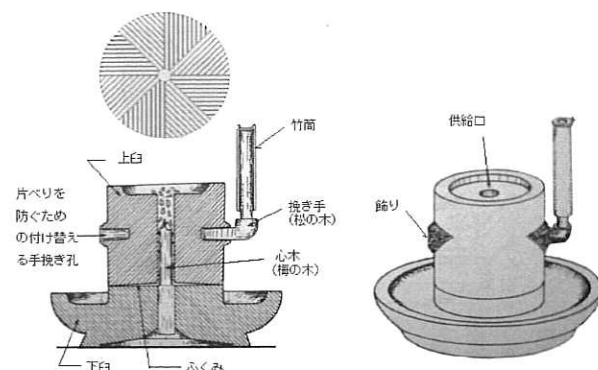


図5 伝統的な茶臼の構造

(三輪茂雄：粉の文化史—石臼からハイテクノロジーまで—，p81，新潮選書(1987)より転載)

客のもとに届けられた抹茶を、茶道を嗜む人々が修練した手で茶筌を使ってたてて楽しむ。以上のように抹茶はさまざまな職人が関わり、熟練の技で高品質を作り上げることで、により伝統を引き継いできた商品といえる。

3. 新製法の検討

伝統的な茶臼による抹茶の生産能力は、茶臼1台当たり40～50 g/hr程度である。冒頭で述べたとおり、近年の食品加工用抹茶の注文増加により、茶臼では生産能力に限界があるため、各種粉碎機による粉碎工程の検討が行われた。その中で、媒体式粉碎³⁾は茶臼と同等の品質で生産能力を増加できる手法として注目された。

本稿で紹介する媒体攪拌型粉碎機（日本コークス工業(株)社製ダイナミックミル⁴⁾、以下本粉碎機と記す）は直径 ϕ 3～10 mmのボールを粉碎タンク内に充填し、強制攪拌することで、数mm程度の原料を数十 μm から3 μm 程度へ微粉碎することができる。本粉碎機の構造を図6に示す。粉碎タンク内にボールを攪拌するアームがあり、片端に原料投入口、他端にスクリーンを取り付けた吐出口がある構造で、処理物を連続的に粉碎する。主軸シールにはギャップ方式を採

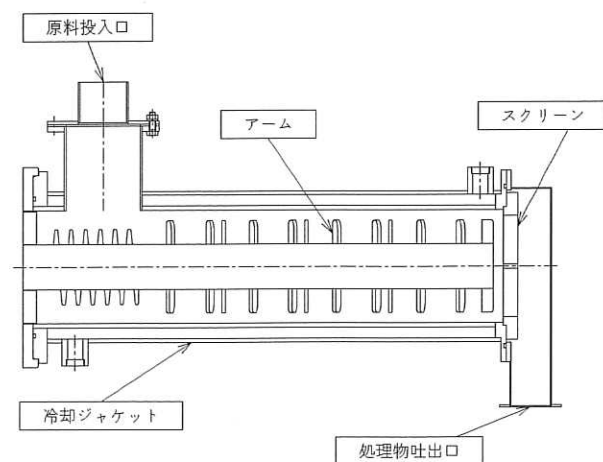


図6 媒体攪拌型粉碎機の構造

用しており、シールガスを投入することで粉碎タンク内の雰囲気気をコントロールすることもできる。また、処理物のショートパスを防止し、ボールが画一的な動きにならないようアームの形状に工夫を凝らしている。

4. 新製法における品質の確保と増産の実現

粉碎処理には製品の品質確保と処理能力（生産能力）が求められる。この2点は密接に関係しており、一般的には相反する関係になることが多い。しかし、抹茶についてはこれが相関関係に近いものであった。つまり、要求品質（舌触り、喉越し、旨味、甘味、香り、色味）を満足する抹茶を得るには、本粉碎機を安定運転し適切な処理量を得ることが重要なポイントであった。これは非常に興味深い事例といえる。

4.1 舌触りと喉越しについて

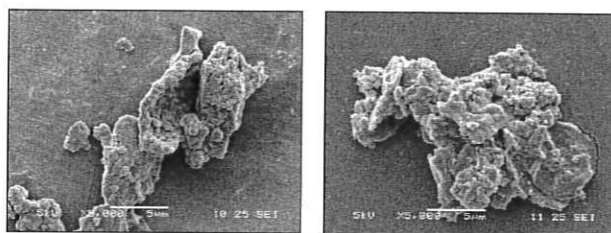
舌触りと喉越しは粉碎した粉末の粒子径と粒子形状が密接に関係している。

人の舌が「ざらつき」を感じる粒子径の最小単位は約20 μm といわれており、良い品質の抹茶の粒子径は8 μm 程度とされる。本粉碎機のような媒体攪拌型粉碎機では、ボールと処理物を混合、攪拌することで衝突、せん断、圧縮、摩擦などの力の複合作用により粉碎が行われ⁵⁾、運転条件を操作することで粉碎された製品の粒子径や粒子径分布をコントロールすることができる。前述のとおり、本粉碎機には抹茶に必要とされる粒子径を実現する能力があり、図7に示すように粒子径分布も茶臼の粉碎品とほぼ同等となった。

また、一般に臼型の粉碎機では上臼の自重による圧縮、回転によるせん断、摩擦などの力が作用し、粉碎された粒子は角のない丸みのある形状であるといわれている⁶⁾。前述した「引きちぎる」ことによるふんわりした質感は、このような臼の力によるものであり、さらに、丸みのある粒子形状によって、なめらかな喉越しが得られると考えられる。これに対して、本粉碎機で作用する衝突力は粒子を角張った形状にしてしまう要素であると考えられた。これについ

ても運転条件の工夫により、衝突力の作用を抑制し茶臼と同じ要素の力を作用させることで、図8に示すように茶臼の粉碎品に近い粒子形状を実現できた。

さらに、得られた粉末の動摩擦係数を測定したところ、茶臼粉碎品が0.450、本粉碎機粉碎品が0.471であった。これは、舌触りや喉越しの良さを正確に表現できるものではないが、人の指先においてはかなり近い触感であることを示唆しており、茶臼粉碎品と本粉碎機粉碎品は近い質感であると考えられる。



茶臼粉碎品

本粉碎機粉碎品

図8 SEM写真による粒子形状の比較

4.2 旨味、甘味、香り、色味と安定運転について

課題となったのは旨味、甘味、香り、色味である。お茶は空気に触れ続けると酸化し栄養素が破壊される。これにより旨味や甘味および香り（これらが「風味」と呼ばれる）が損なわれる。お茶が真空パックされて売られているのは酸化を防止するためである。また、2節で述べたように適度な熱は抹茶の「青臭さ」を除去するはたらきがあるが、過度な熱は変色を引き起こす。この変色も酸化により風味が損なわれることと同義となる。図9に緑茶粉末の香りの強度に対する粉碎温度と粒子径の影響を示す⁷⁾。これは、粉碎後の緑茶粉末をガスクロマトグラフと質量分析（GC-MS）により定量化したものである。図9より粒子径8 μm 、12 μm ともに粉碎温度が高くなると香氣強度が減少しており、これは熱が抹茶の酸化に影響することを示唆するものである。

つまり、抹茶の粉碎処理では粉碎で発生する熱を適切にコントロールし過度な熱を抹茶に与えないようにすること

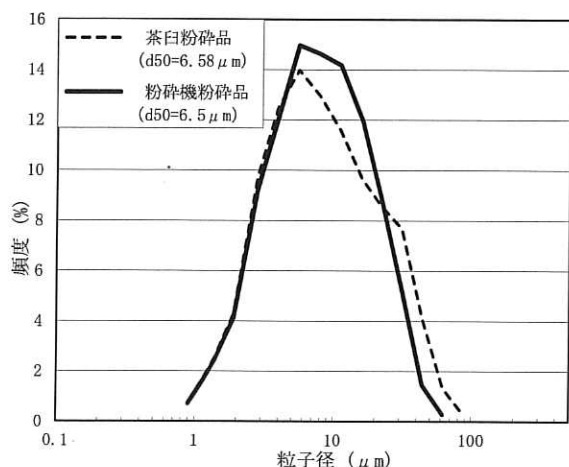


図7 茶臼粉碎品と本粉碎機粉碎品の粒子径分布の比較

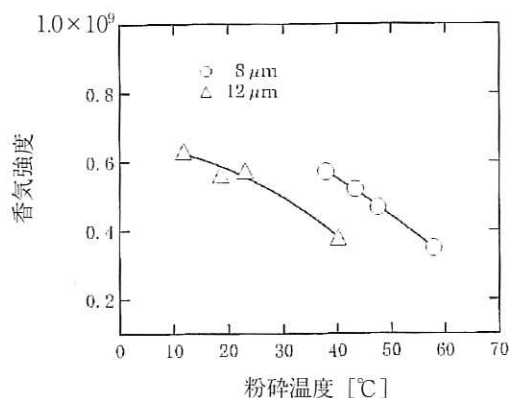


図9 緑茶の香氣強度に及ぼす粉碎温度と粒子径の影響
(先端粉碎技術と応用：食品素材の粉碎とその効果，pp.241-246，日本粉体工業技術協会の図15より転載)

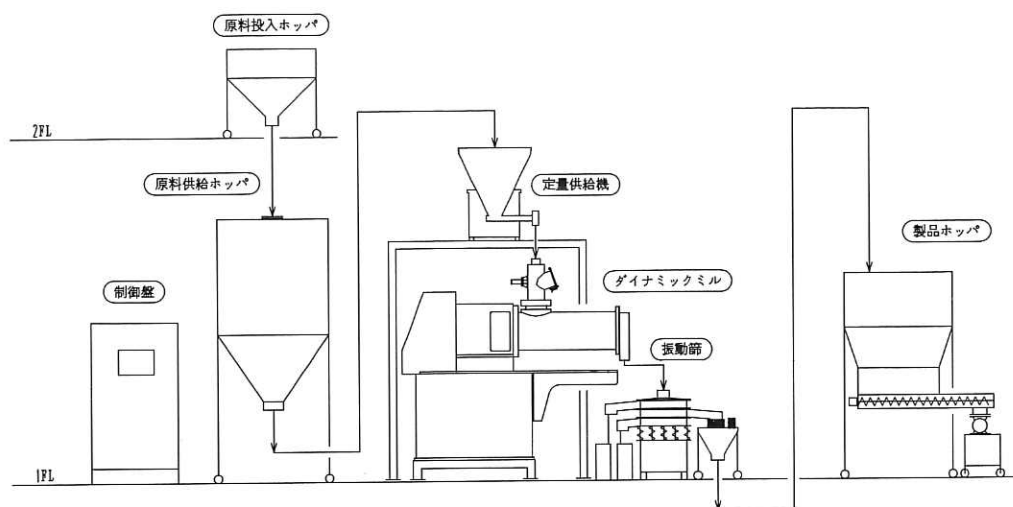


図10 生産設備フロー例

が重要であることがわかる。

検討実験当初の本粉砕機では処理品の温度上昇が課題となり、実験中に抹茶が焦げるという現象が発生することもあった。この原因を調査すると、粉砕タンク内への抹茶の付着滞積が原因であることがわかった。原料碾茶の水分率が4%以上の場合、粉砕時に発生した熱の影響により抹茶の水分が蒸発し、結露によって粉末が粉砕タンク内壁へ付着滞積してしまう。図6に示したように本粉砕機は冷却ジャケットにより冷却可能な構造であるが、付着滞積した抹茶が断熱層となり冷却効果が失われていた。しかも、付着滞積すると原料供給量と吐出量のバランスが崩れるため、本粉砕機は安定的な運転がおこなえなくなる。

つまり、本粉砕機の処理では抹茶を付着滞積させずに流動させ、機械を安定運転し適切な処理量を確保することで、冷却効果を保ち処理温度をコントロールできることがわかった。

この課題を解決するために、原料側（原料碾茶の適切な水分率など）、粉砕機側（ボールサイズや材質、運転条件、運転手順など）の両面から検討を繰り返すことで、本粉砕機の安定運転を達成し、品質の確保と増産を同時に実現する抹茶の粉砕方法を確立することができた。図10に本粉砕機での生産設備フロー例を示す。

5. おわりに

同じ媒体式粉砕機である転動ボールミルの生産能力が数百g/hrといわれるのに対し、本粉砕機では安定して10 kg/hr（粉砕タンク容量約25 Lの場合）の生産能力を実現した。これは茶臼100～200台分の生産能力に相当し、本稿で紹介した新製法が抹茶生産量の増加に寄与していることを示している。

抹茶は茶葉を丸ごと食すことになるため、効率良く栄養素を摂取できることから、近年の世界的な健康志向の高まりも追い風となり健康食品として注目を集めている。日経

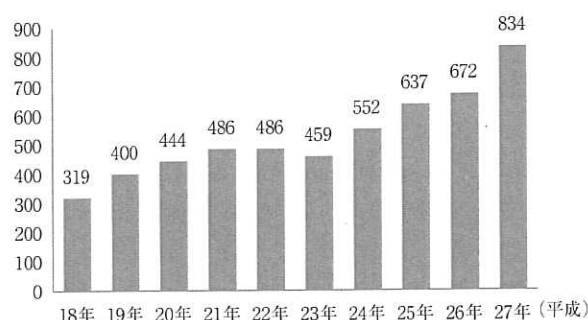


図11 見出しに抹茶が含まれる記事の件数
(出所：日経テレコンより整理)

テレコンデータによると図11の通り、抹茶が見出しとなる記事は年々増加しており、その注目度の高さが窺える。今後も、お菓子等のフレーバーや飲料だけでなく、サプリメントなどへの展開も考えられ、さらなる市場拡大が期待できる。

また、本稿で紹介した技術は抹茶のみならず、甜茶、ほうじ茶、茎茶、紅茶など他品種のお茶、香辛料、食品以外にも類似する性質を持った処理物に対して応用が可能であり、今後の日本のものづくりに貢献できる技術といえる。

最後に、「匠の技」を検証し機械的に実現する取り組みは、稀少化する伝統技術によって生み出される商品を後世に残していくためにも重要であると考えられる。商品を残していくことにより伝統技術を残し、それを継承する職人を残す。このように本稿のような取り組みが日本の伝統技術継承の一助となれば幸いと考える。

引用文献

- 1) 桑原秀樹：抹茶の研究，pp.112-125，(株)農文協プロダクション(2012)
- 2) 三輪茂雄：粉の文化史－石臼からハイテクノロジーまで－，p.81，新潮選書(1987)
- 3) 先端粉砕技術と応用：段階粉砕，深冷粉砕及び微粉砕，pp.54-61，日本粉体工業技術協会(2005)
- 4) 郡司進：顔料，51(2)，13-20(2007)
- 5) 先端粉砕技術と応用：粉砕機の種類と粉砕機構概論，pp.111-116，日本粉体工業技術協会(2005)
- 6) 先端粉砕技術と応用：スーパーマスコロイダー，pp.186-189，日本粉体工業技術協会(2005)
- 7) 先端粉砕技術と応用：食品素材の粉砕とその効果，pp.241-246，日本粉体工業技術協会(2005)