

## 微粉碎と造粒による緑茶茶葉の粉末素材化

日比野剛\*, 梅谷かおり\*, 佐合 徹\*

### Improvement of Handling Properties for Green Tea Powders by Fine Grinding and Granulation

Tsuyoshi HIBINO, Kaori UMETANI and Toru SAGO

In recent years, green tea powders for eating have attracted attention. We studied fine grinding of green tea leaves and granulation of fine green tea powders to suppress agglomeration and improve dispersibility. Green tea leaves could be ground finely as well as Matcha powders by a jet mill. However, the agglomeration of fine green tea powders was so strong that the dispersibility in water was poor. When using dextrin as a binder in granulation, the agglomeration of fine green tea powders were suppressed, and also the improvement of dispersibility in water was achieved.

Key words : Green Tea Powder, Fine Grinding, Granulation, Agglomeration, Dispersibility

#### 1. はじめに

現在、テレビ、新聞、及びインターネットを始めとするマスメディアの至るところで、健康食品が宣伝されている。健康食品は、これまで特定保健用食品（トクホ）、栄養機能食品を除き、食品の持つ3次機能（生体調節機能など）を表示することはできなかったが、平成27年4月から機能性表示食品制度が開始され、国に申請し受理されれば、事業者の責任において、科学的な根拠に基づき食品の機能性を表示できるようになった。健康食品市場（トクホを除く）は平成25年には1兆2,100億円であった<sup>1)</sup>。平成26年は1兆1,700億円、平成27年は1兆1,870億円と機能性表示食品制度を睨んだ開発の中断、制度開始直後であることにより経済効果がまだ出ていないことから減少したが、今後の市場の活性化が期待されている<sup>2,3)</sup>。

機能性表示食品の届出状況は消費者庁のホームページ (<http://www.caa.go.jp/foods/index23.html>) において公表されており、平成28年3月末時点

\* 食と医薬品研究課

で約270商品が申請を受理されている。この間、申請において重要となったのが、食品の機能性表示のためのエビデンス確保、すなわち臨床試験又はシステマチックレビュー(SR)による機能性の担保、食品としての安全性、食経験の有無などであった<sup>4,5)</sup>。食品の機能性のエビデンス確保は、制度開始前から予想されていたが、多額の費用と労力が必要であり、中小企業等には機能性表示食品を開発する上で高いハードルとなっている。しかし、機能性が確認されている素材を使用して製品化を行えば、エビデンス確保のハードルをクリア又は若干低くすることが可能になる。

そこで、本年度より、県内企業における機能性（表示）食品の開発を支援するために、6次機能強化を目指した食品・医薬品素材開発事業として、既知の機能性成分を豊富に含む天然資源を利用した機能性食品素材の開発、比較的簡便な方法で扱い易い形態の素材を得る加工技術を検討している。本報告では、近年、飲む以外に食べることが注目されている緑茶茶葉について、比較的簡便な方法で天然素材を粉末素材化することを試み、微粉末

化と造粒による凝集防止，分散性向上について検討したので，その結果を報告する。

## 2. 実験方法

### 2. 1 緑茶茶葉の微粉末化

緑茶茶葉の微粉末化は，茶葉に含まれる繊維質を繊維状になるべく残さず，抹茶粉末程度まで微粉碎することを目指した．原料として市販の緑茶茶葉を使用した．緑茶茶葉は予備粉碎として錠剤粉碎器（小西医療器，KU-HUK）を使用し，1回15～20 gの茶葉を最大回転数(10000 rpm)で20～30秒間粉碎した．続いて，ハンマーミル（ダルトン，サンプルミル KII W-1）を使用し，0.5 mm スクリーン，回転数 12000 rpm の条件下において，予備粉碎した茶葉 200 g を約 10 分間で粉碎した．緑茶茶葉の微粉碎はジェットミル（セイシン企業，Co-jet MkIII）を使用し，プッシャーノズル空気圧力，グラインディング空気圧力ともに 0.55～0.58 MPa の条件下で，試料供給速度 1.2～1.4 g/min で粉碎した．ジェットミルによる 2 回目の粉碎では，試料供給速度のみ約 1.9 g/min に変更し粉碎した．粉碎物は実体顕微鏡により粉碎状況を確認した．

### 2. 2 緑茶茶葉微粉碎物の造粒による分散性向上

緑茶茶葉微粉碎物は，造粒による凝集防止，水への分散性向上を図り，取り扱い易い形状に加工することを目的とした．造粒には食品の分散剤，結合剤として良く使用されている難消化性デキストリン（松谷化学，ファイバーソル 2，以下，デキストリンとする）をジェットミルで粉碎してから使用した．緑茶茶葉微粉碎物の混練には錠剤粉碎器を使用した．微粉碎した緑茶茶葉粉末にデキストリンを 2 % 又は 5 % 添加した後，錠剤粉碎器のカップ底部に開けた穴（使用時には上側になる）からシリンジにより混合物に対して水 1～2 mL を添加し，最大回転数(10000 rpm)で約 1 分間混

練した．混練物は，薬さじとブラシを使用して目開き 850  $\mu\text{m}$  のフルイを通過させ造粒した．造粒物はバットに広げ 50  $^{\circ}\text{C}$  の乾燥機内で約 1 時間乾燥した後，再び目開き 850  $\mu\text{m}$  のフルイを通過させた．また，造粒物に一部，固い粒子ができたため，造粒液として水とエタノールの混合液を使用し，固い粒子の造粒抑制を試みた．造粒物は，肉眼及び実体顕微鏡観察による造粒状況の確認，水に混合したときの分散性を確認した．緑茶茶葉微粉碎物の造粒に使用した配合を表 1 に示す．

## 3. 結果と考察

### 3. 1 緑茶茶葉の微粉末化

緑茶茶葉は通常水分 6 % 程度まで乾燥されている<sup>6)</sup>．今回使用した緑茶茶葉も十分乾燥したものを使用したので，粉碎助剤を添加しないでハンマーミル及びジェットミルで粉碎可能であった．

ハンマーミルにより粉碎した緑茶茶葉粉碎物の実体顕微鏡写真を図 1 に示す．篩分法により粒度分布を測定した結果，50 % 粒子径 60～70  $\mu\text{m}$  のややサラサラした粉末であったが，破片状の粗い粒子が含まれており，葉脈や茎など白色や褐色の繊維状物質が少量認められた．通常，繊維状の物質は，予備粉碎など何も処理せずにハンマーミルで粉碎した場合，長い繊維状の形態で残ることが多く，これをジェットミルで粉碎しても繊維状のまま残ることが多い．今回，錠剤粉碎器による予備粉碎とハンマーミルによる粉碎で 0.5 mm のスクリーンを使用したことにより，長い繊維状物質を少なくすることができた．

ジェットミルにより 1 回粉碎した緑茶茶葉粉碎物の実体顕微鏡写真を図 2 に示す．微粒子化及びサイクロンによる粉碎物と空気との分離時に回収容器内で発生する粒子の旋回により強い凝集が認められたが，吸湿や粘着性による凝集・固着は認められなかった．実体顕微鏡で観察したところ，直径数  $\mu\text{m}$  程度まで粉碎できていることが確認でき

表 1 緑茶茶葉造粒物の処方

|               | A   | B  | C   | D   | E   | F   | G   |
|---------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 緑茶微粉碎物(g)     | 9.8 | 10 | 9.8 | 9.8 | 9.5 | 9.5 | 9.5 |
| 難消化性デキストリン(g) | 0.2 |    | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 水(mL)         |     | 2  | 1   | 2   | 2   | 1   | 0.5 |
| エタノール(mL)     |     |    |     |     |     | 1   | 1.5 |

た。ハンマーミル粉碎物に認められたような繊維状物質はほとんど認められなかったが、一部に直径数  $10\ \mu\text{m}$  の粒子が残っていた(図 2)。そこで、この粉碎物を再度、ジェットミルで粉碎し実体顕微鏡で観察したところ、これらの直径数  $10\ \mu\text{m}$  の粒子は認められず、微粉碎できていることが確認できた(図 3)。レーザー回折式粒度分布測定装置により粒度分布を測定したところ、粒子の分散が十分ではなかったが 50% 粒子径約  $8\ \mu\text{m}$  (90% 粒子径  $21\ \mu\text{m}$ ) まで粉碎できていることを確認した。

緑茶茶葉微粉碎物の微粉碎の程度の比較対象とした抹茶粉末について、市販の抹茶粉末の実体顕微鏡写真を図 4 に示す。飲用の抹茶は、碾茶(てんちゃ)を石臼で挽き粉碎したものであり、粒子径は  $1\sim 100\ \mu\text{m}$  程度の範囲を示す<sup>7)</sup>。今回、比較対象とした抹茶粉末は、レーザー回折式粒度分布測定装置による粒度分布測定より、若干の粒子の凝集が認められるが 50% 粒子径約  $15\ \mu\text{m}$ 、90% 粒子径約  $50\ \mu\text{m}$  であった。ジェットミルで 2 回粉碎した緑茶茶葉微粉碎物は、抹茶粉末と同程度もしくはより細かく粉碎できていることを確認した。この結果より、緑茶茶葉粉碎物をジェットミル

により 2 回粉碎したものを分散性向上の試験に使用することとした。

### 3. 2 緑茶茶葉微粉碎物の造粒による分散性向上

ジェットミルなどにより微粉碎すると、天然物などの微粉末は凝集性を示すようになり、水に入れてかき混ぜても分散せず、浮いたりすることが多い。緑茶茶葉のジェットミル微粉碎物は、ジェットミルの固気分離時の影響により強く凝集しており、水に入れても凝集物が浮かび、かき混ぜてもなかなか分散しなかった。

そこで、緑茶茶葉微粉碎物にデキストリン 2% を添加し、錠剤粉碎器を使用して混合し、粉末の凝集性及び水への分散性の改善を試みた(試料 A)。しかし、単なる混合では、緑茶茶葉微粉碎物のみの場合と同様の結果となり、凝集性及び分散性は改善されなかった。粉末同士が凝集しにくく、粉末が水に濡れやすくするには、微粉末の表面状態を変化させる必要があると考え、緑茶茶葉微粉碎物の造粒を行った。

表 1 で示した組成で造粒した試料の水への分散性を評価した結果を表 2 に示す。水への分散性評

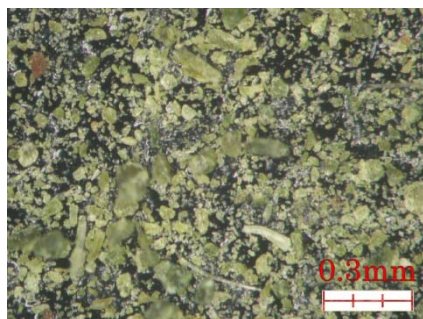


図 1 緑茶茶葉ハンマーミル粉碎物の顕微鏡写真  
破片状の茶葉や葉脈等の繊維が存在する

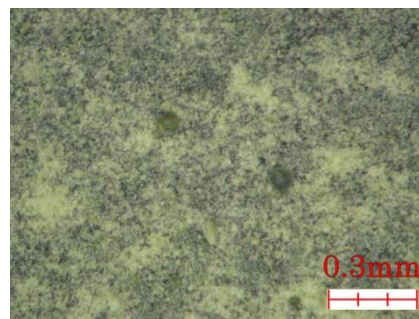


図 2 緑茶茶葉ジェットミル粉碎物の顕微鏡写真  
ジェットミルにより 1 回粉碎  
直径数  $10\ \mu\text{m}$  の粒子が存在する

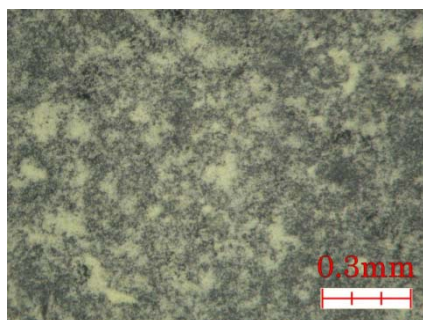


図 3 緑茶茶葉ジェットミル粉碎物の顕微鏡写真  
ジェットミルにより 2 回粉碎 ( $D_{50} =$  約  $8\ \mu\text{m}$ )  
全て微粒に粉碎できている

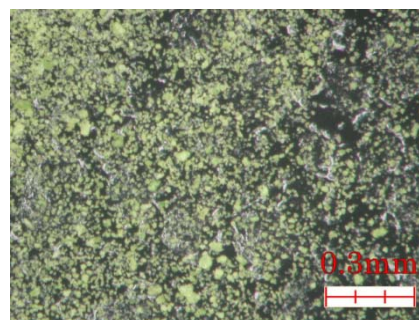


図 4 市販抹茶粉末の顕微鏡写真  
粒子の凝集が少し認められる  
( $D_{50} =$  約  $15\ \mu\text{m}$ )

価は、約 50 mL の水に薬さじ 4 分の 1 杯程度の試料を加え、10 秒程度かき混ぜたときの状況を判定した。水への分散が悪く粉末等の大部分が水に浮く場合は×、水にはなじむが一部水に濡れていない凝集体ができていたり、一部の粉末が水に浮かぶ場合は△、かき混ぜると水とすぐになじみ分散する場合は○とした。

緑茶茶葉微粉碎物には水溶性成分が含まれており、水を加えて混合及び造粒することにより、水溶性成分が溶出し、粉末の濡れ性を改善するとともに、結合剤となり造粒できると考えられる。緑茶茶葉微粉碎物を水のみで造粒した試料 B は、粗い粒子が少量含まれているが、サラサラの顆粒状となったことから、凝集性改善に造粒が有効であることが確認できた。図 5 に造粒物の実体顕微鏡写真を示す。しかし、顆粒の大部分は徐々に粉末状に戻っていった。造粒により水になじみ易くなったが、水に入れてかき混ぜると水を含んだ凝集体ができ、分散はあまり良くなかった。また、一部の粉末は水面に浮かんだ。このことから、緑茶茶葉微粉碎物からの溶出成分だけでは、造粒が十分でなく、水への分散性向上には不十分であり、添加物が必要であると考えられた。また、造粒液の増量は固い顆粒の増加につながることから、なるべく少ない量で造粒する必要があると考えられた。

水溶性物質のデキストリンは、造粒における結合剤となる他、造粒された緑茶茶葉微粉碎物の隙間に入り、水への分散性を向上できると考えて、造粒に添加した。デキストリン添加量 2%において、水添加量 1 mL の試料 C は、造粒液の水が少ないために十分な混合及び造粒ができなかった。水添加量を 2 mL とした試料 D では、粉末全体が水に濡れ、造粒することができた。試料 D は、水

に入れるとすぐになじんだが、かき混ぜると数 mm の凝集体ができ、分散性はあまり向上しなかった。

デキストリンを 5% 添加して造粒した試料 E は、十分造粒でき、一部に粗く固い粒子ができるが、水に入れるとすぐになじみ、かき混ぜると水を含んだ凝集体が少量認められたが良好な分散を示した。この凝集体は、しばらく放置すると崩壊した。図 6 に緑茶茶葉造粒物の実体顕微鏡写真を示す。デキストリンの添加量は、2% 程度で造粒は可能であるが、水への分散性を付与するには 5% 程度必要であることがわかった。

一方、試料 E には、一部に粗く固い粒子ができた。これらを少なくするためには、造粒物をポーラスにする必要があると考えられた。そこで、水とエタノールの混合液を使用し、固い粒子の生成を抑えた造粒を試みた(試料 F, G)。試料 F, G ともに、造粒した直後には粗い粒子が認められたが、エタノールの比率が高い試料 G が、乾燥後にフワフワした粉末に戻る傾向が強かった。どちらの造粒物も、水に入れるとすぐになじみ、かき混ぜると少量の凝集体が認められたが良好な分散を示した。この凝集体は、試料 E よりも少なく、崩壊する時間も短くなった。造粒液へのエタノールの混合は、造粒時のデキストリンの溶解を抑えたことにより、造粒による固い粒子の生成を抑制したと考えられ、フワフワした柔らかい粉末への加工に有効であることがわかった。図 7 に試料 G の実体顕微鏡写真を示す。

以上の結果より、ジェットミルにより微粉碎した緑茶茶葉は、造粒により顆粒へ加工することにより凝集性を改善できるとともに、水への分散性も向上できることがわかった。

表 2 緑茶茶葉造粒物の分散性評価結果

| 試料               | 判定 |
|------------------|----|
| A 凝集物が水に浮く、分散性悪い | ×  |
| B 水になじむ、分散性やや悪い  | △  |
| C 造粒時に粉末が十分濡れない  | ×  |
| D 水になじむ、分散性やや悪い  | △  |
| E 水に良くなじむ        | ○  |
| F 水に良くなじむ、分散性良好  | ○  |
| G 水に良くなじむ、分散性良好  | ○  |

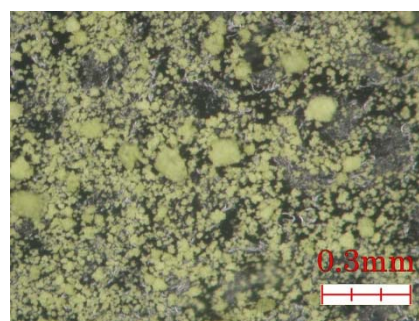


図 5 緑茶茶葉造粒物(試料 B)の顕微鏡写真  
水 2 mL による造粒



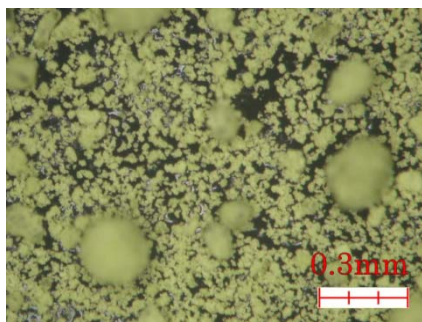


図6 緑茶茶葉造粒物(試料E)の顕微鏡写真  
デキストリン5%添加, 水2mLによる造粒

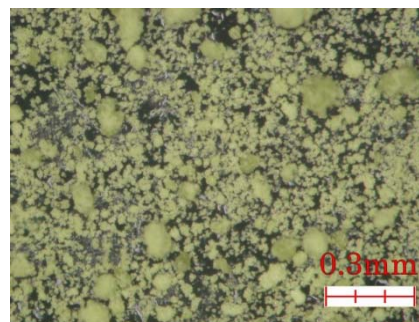


図7 緑茶茶葉造粒物(試料G)の顕微鏡写真  
デキストリン5%添加, 造粒液2mL  
(水:エタノール=1:3)による造粒

今回は、錠剤粉碎器を使用した少量での実験であったが、素材化のためには1kg程度の量を加工し、同じように造粒でき、緑茶茶葉微粉碎物の凝集性、水への分散性が改善できることを確認する必要がある。来年度には、攪拌造粒機などを使用した造粒を行い確認したいと考えている。

#### 4. まとめ

6次機能強化を目指した食品・医薬品素材開発事業において、近年、食べることが注目されている緑茶茶葉について、ジェットミルによる微粉碎と造粒による凝集防止と分散性向上を検討した。

緑茶茶葉はジェットミルにより2回粉碎することにより、50%粒子径約8 $\mu$ mまで微粉碎することができ、抹茶程度まで細かくすることが可能であった。しかし、微粉末化により粉末の凝集性が高くなり、水への分散性も悪くなった。これに対し、水溶性のデキストリンを5%添加して造粒することにより、緑茶茶葉微粉碎物の凝集性を改善し、水への分散性を改善できることがわかった。また、造粒液へのエタノールの混合は、固い粒子の生成を抑制し、柔らかい粉末への加工に有効であることがわかった。

#### 参考文献

- 1) 食品と開発編集部：“健康食品の市場動向と素材・技術研究”。食品と開発, 49(3), p43-45 (2014)
- 2) 食品と開発編集部：“健康食品の市場動向と素材・技術研究”。食品と開発, 50(3), p12-13 (2015)
- 3) 食品と開発編集部：“健康食品の市場動向と素材・技術研究”。食品と開発, 51(3), p31-32 (2016)
- 4) 梅田幸嗣：“機能性表示食品制度の概要と申請方法について”。MieLIP 津セミナー：機能性表示食品の制度活用セミナー, 三重県工業研究所. p1-130 (2016)
- 5) 小関誠：“新たな機能性表示食品制度に対する太陽化学(株)の取組”。MieLIP 津セミナー：機能性表示食品の制度活用セミナー, 三重県工業研究所. p17-80 (2016)
- 6) 吉田照男：“図解食品加工プロセス”。工業調査会. P217-222 (2003)
- 7) 原口康弘ほか：“加工用微粉抹茶の製造と性質”。日本食品化学工学会誌, 50(10), p468-473 (2003)