

# 気流式微粉末製造装置の開発

古河産機システムズ株式会社

代表取締役社長 富山 安治

古河産機システムズ(株) 小山工場ポンプ部ポンプ設計課長	林 元 和 智
古河産機システムズ(株) 小山工場ポンプ部ポンプ設計課主任技師	竹 島 克 哉
古河産機システムズ(株) 小山工場ポンプ部ポンプ設計課技術主査	葛 山 達 夫
コルソイデア(株) 代表取締役社長	長 門 貴 貴
(有) プラウド 取締役会長	豊 村 和 彦

## はじめに

近年、食品業界や健康食品業界等において、数マイクロメートルから数十マイクロメートルの微粉末原料を用いた商品開発が大きな流れとなっており、その生産プロセスにおいては、高度な粉砕技術が要求されている状況にある。

具体的には、原料をより細かく粉砕するという要求に加えて、粉砕する時に発生する熱による素材の変性や空気との接触による酸化、あるいは、香気成分の散脱を可能な限り抑制する微粉砕技術が求められている。

これまで食品原料の粉砕に使用されてきた粉砕機には回転衝撃式、ロール式、媒体式、石臼式、カッター式等があるが、いずれも原料に衝撃、圧縮、摩擦、せん断といった機械的外力を加えており、素材を細かく粉砕しようとするほど、粉砕時の熱の発生は避けられなかった。このため、食品原料を熱の発生を抑えて数 $\mu\text{m}$ ～30 $\mu\text{m}$ に微粉末化することは極めて困難とされてきた。



写真1 気流式微粉末製造装置

## 開発のねらい

本開発は、原料同士の同体摩擦の粉砕原理を応用した気流式微粉末製造機(写真1)を開発することで、粉砕する素材の熱変性と内壁への付着を抑え、角のない丸い形の微粉末の製造技術を確立することを目的とした。

また本開発は、閉回路気流循環方式の粉砕技術を確立することで粉砕時の素材の酸化や香気成分の散脱を防止し、さらに精密分級システムの開発でシャープな粒度分布を有する微粉末の

製造を可能とし、粉末製品の品質を飛躍的に高めることを目指し進められた。

## 装置の概要

図1に本開発機の粉砕原理説明図を示す。

粉砕機内部は、導入領域、旋回領域、粉砕領域、分級領域および環状エジェクタで構成されている。

原料投入口から導入領域へ供給された原料は、第一回転翼で発生する旋回気流と吐出側への推進力、ならびに回収側吸引ファンの吸引力で導入領域から旋回領域、さらに、旋回領域から粉砕領域へと移行する。

粉砕領域では、1) 第一回転翼および第二回転翼の回転で発生する旋回気流内の速度差で生じる粒子同士間の同体摩擦粉砕と、2) 第二回転翼で発生する戻り気流で流動する粒子と第一回転翼と第二回転翼間で旋回流動する粒子との間の衝突粉砕が並行して行われる。

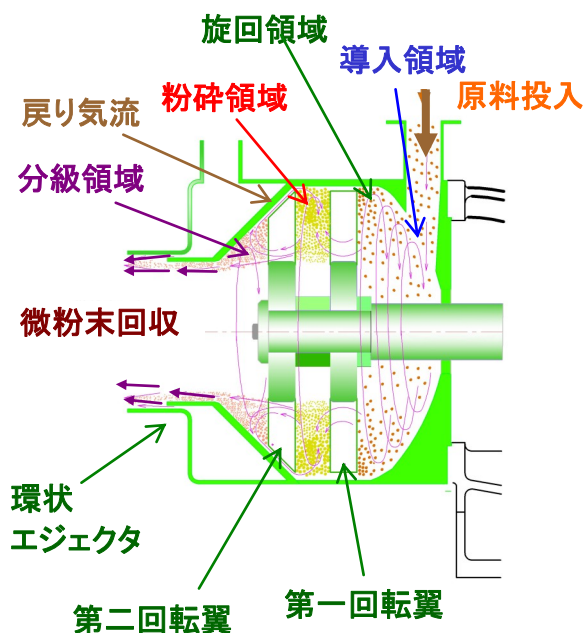


図1 粉砕原理説明図

粉砕領域の粉砕粒子は、遠心力の影響を強く受ける大きな粒子ほどで外周側に、遠心力の影響の少ない小さな粒子ほど回転中心側に分布する。回転中心側に集まった小さな粒子は回収ファンの吸引力で粉砕領域から分級領域に送り込まれる。

分級領域では、粉砕が不十分な粒子は第二回転翼の回転により発生する戻り気流により運ばれ内壁に沿って粉砕領域に戻される。ここで、分級された細かな微粉末のみが、吐出部の環状エジェクタからの噴流で製品回収口に運ばれ製品粉末として回収される。

## 技術上の特徴

本開発機は、粉砕しようとする粒子同士の摩擦および衝突で粉砕する同体摩擦の原理を応用した微粉末製造装置で、以下の特徴がある。

### 1. 熱の発生を抑えた粉砕が可能

同体摩擦による粉砕により、従来の機械的外力を加える粉砕機に比べて熱の発生を抑えた粉砕が可能である。

### 2. 丸い粉砕粒子形

粉砕が粒子同士の摩擦により進行するため、粉砕物の粒形が丸い形を呈する。(写真2)

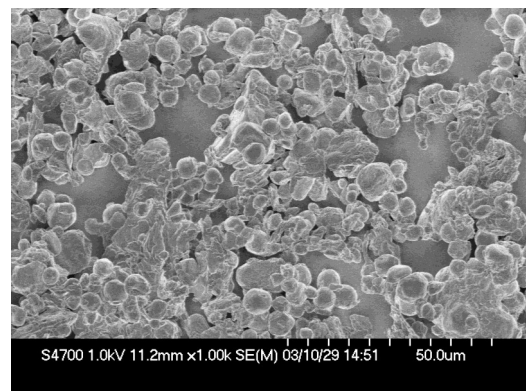


写真2. 本開発機による粉砕品(蕎麦)

### 3. 付着性の高い原料の微粉碎が可能

大豆やコーヒー、香辛料など、脂分を多く含む原料でも、粉碎機内部への付着成長を起さず連続的粉碎が可能である。

### 4. 香気成分の散脱防止可能

気流式粉碎機を密閉式循環回路（写真3）で稼働させることで、粉碎環境を一定に保ち、香気成分の散脱を防止することが可能となる。

### 5. 粉碎物の酸化防止可能

循環回路に窒素ガス（写真3）を導入することで粉碎物の酸化防止ならびに粉塵爆発を防止できる。

### 6. シャープな粒度特性を実現

気流式粉碎機と気流式分級機（写真4）のシステム化により、同体摩擦粉碎の特徴はそのま

まに、よりシャープな粒度分布の達成と粉碎能力の向上が図れる。

## 実用上の効果

本開発機の代表的な適用事例として、茶葉の粉碎について紹介する。

昨今、お湯や水に溶くだけで飲むことができる粉末茶が、急須の用意や茶殻の処理を必要とせず、手軽にお茶を楽しむことができることから普及しはじめている。

しかしながら、これまでの粉末茶への評価は、粉っぽくて喉越しが悪く、ざらつき感があり後味が悪くおいしくないといった評価が一般的であった。

本技術を活用することにより、これらの問題を解決し、これまでにない高品位な粉末茶の商



写真3. エアコントロールシステム



写真4. 精密分級システム

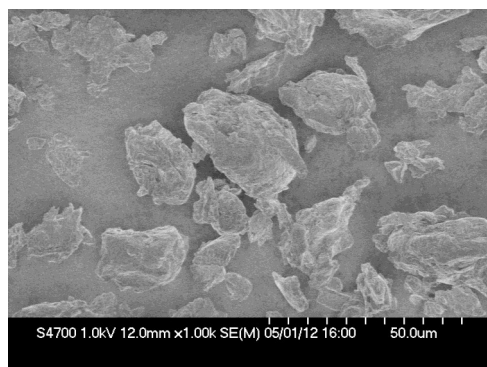


写真5. 茎を含む茶葉の本開発機粉碎品

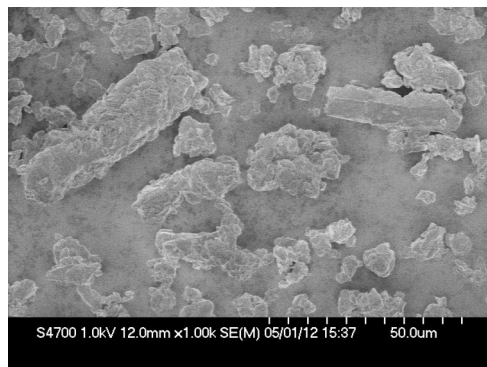


写真6. 茎を含む茶葉のボールミル粉碎品

品化が可能となった。

本開発機で茎を含む茶葉を粉碎した粉末茶の電子顕微鏡写真を写真5に、従来の粉末茶の製造に多く用いられていたボールミルで粉碎した粉末茶の電子顕微鏡写真を写真6に示す。

写真5に示される本開発機で粉碎した粉末茶の粒子形状は、同体摩擦による粉碎であることから粉碎が粒子同士の摩擦により進行し、おおむね粒子の角がとれ丸みを帯びた粒子形状となっている。これに対して、写真6に示されるボールミルで粉碎した粉末茶の粒子形状は、柱状のものが多く見られる。

写真5, 6で示した本開発機とボールミルで粉碎した粉末茶粉末茶について、水色、香り、味、喉越し、ざらつき感などを評価するため官能試験を実施した。官能試験は日本茶インストラクターの資格を有する官能検査員5名により、それぞれの粉末茶を水道水で溶いた後60℃に昇温し10分間保持したお茶をもちいて実施された。試験結果を図2に示す。各評価項目の値は5名の検査員の平均値である。

官能試験の結果、味に関しては大差はなかったものの、水色、香り、喉越し、ざらつき感では、本開発機で粉碎した粉末茶がボールミルで

粉碎した従来の粉末茶よりも優れた評価を得た。

本開発機を用いた茶葉の粉碎により、従来の粉末茶にみられた粉末特有の粉っぽさが解消され、香り豊かで緑茶本来の色彩を備え、高品位なお茶の味わいが得られる粉末茶の商品作りが可能となった。

## 工業所有権の状況

関連特許は、気流式微粉末製造装置・粉碎装置に関して粉末回収、粒度調整、原料投入機構など20件、また本開発品を使用した製造品の製法特許を2件出願中である。

## むすび

本開発の気流式微粉末製造装置を用いることで、食材の熱変性や酸化、香氣成分の散脱を抑えて、高品位な微粉末を製造することが可能となった。現在、本技術を用いて、食材が本来有する有効成分を摂取できるさまざまな新商品の開発が進められている。

また、食材の微粉化により、これまで食品廃棄物として処理されていた部分も含めて有効活用でき、食品廃棄物の低減にも寄与している。

さらに、本技術は食品以外の分野への適用も可能で、熱に弱い工業系原料や粉塵爆発が懸念される工業系原料の粉碎、雑菌の混入を防止したい医薬品関連の原料の粉碎など、さまざまな分野への展開が期待されている。

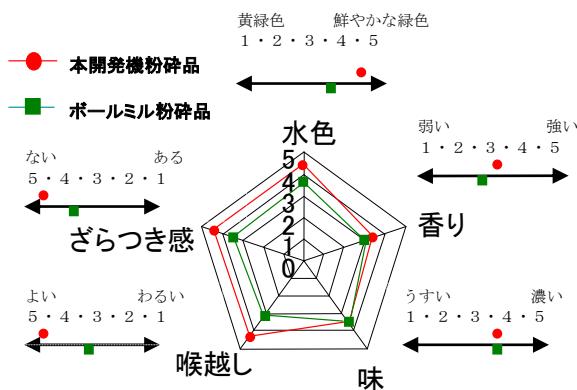


図2. 微粉末茶の官能試験結果