

～低温での粉碎が可能～ 「ナノ粉碎機の開発とその応用，可能性」

語り手：高塚 隆之 (株)シンキー 開発部 応用技術課 課長

〒101-0032 東京都千代田区岩本町 3-7-16 井門岩本町第2ビル 7F, Tel: 03-3864-3911, Fax: 03-3863-0106

E-mail: takatsuka@thinky.co.jp http://www.thinky.co.jp

聞き手：技術情報協会 編集部

－「ナノ粉碎機」の開発に至った背景，お客様からのニーズとは？

当時，製薬会社が開発している新規化合物は疎水性が強く，水への濡れ性が悪いものが増えていました。化合物の濡れ性が悪いとその後の動物試験の投与懸濁液の調製が非常に困難になります。通常，化合物を乳鉢・乳棒で微細化し，懸濁液を調製しますが粒子径は数マイクロレベルであり，依然として化合物が水に溶解しづらいものもあるとのことでした。それに加え，作業者による調製のばらつきの問題や，多種多様な化合物の効率的な調製という課題を解決するために，乳鉢・乳棒法に代わる手法が求められていました。

我々はこれらの課題を解決する手法として，湿式粉碎法が応用できると考えました。化合物をマイクロレベルからナノレベルまで微細化することにより，水への溶解度を劇的に向上させることができます。さらに機械化することにより，作業者による調製のばらつきも改善されるだけでなく，短時間で効率よく粉碎することも可能となります。また，製薬会社で開発される化合物はごく微量しか合成できないため，非常に高価であることが知られています。最小 10mg のごく微量のナノ粉碎に対応できることも重要な点でした。これらの製薬分野のナノレベルの粉碎，微量処理，短時間粉碎のニーズを満たす形で当社のナノ粉碎機 (NP-100) は開発されました。

－「ナノ粉碎機」の構成構造，特長，粉碎のメカニズムとは？

粉碎容器 (ジルコニア製) にメディア (ジルコニアビーズ) を入れます。この容器が時計方向に高速で公転すると同時に反時計方向に自転をします。この公転と自転の高速運動により，容器内のボールが高速で動き，材料に衝突し，微粒化を行います (図 1)。

シンキー製 自転・公転ナノ粉碎機
粉碎のメカニズム

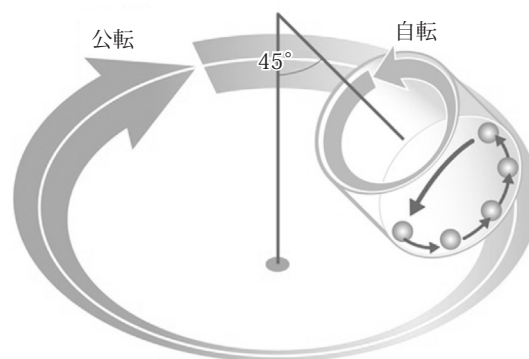


図 1



装置の構成：チャンバー，冷凍機（内蔵），コントロールパネルからなります。

特長：

- (1) 短時間の粉碎
- (2) ごく少量の材料の粉碎（投入する材料量 100mg）が可能
- (3) 冷却機能による粉碎時の発熱抑制
- (4) 微小ビーズの分離機能
- (5) 容器の洗浄等の手間が少ない

図 2

従来のボールミルは，粉碎容器が垂直の状態です。自転・公転運動を行い，かつ，自転回転数が公転回転数よりも高いという特長があります。自転が公転よりも高いことで粉碎メディアが容器の壁に沿ってせりあがりメディアと容器壁面の間で粉碎を行います。この方式では，大量のボールで長時間粉碎を行うため発熱しやすく，粉碎と発熱に伴う摩耗粉が発生してしまうなどの欠点があります。

それに対し，当社ナノ粉碎機は，粉碎容器が 45 度に傾いており，公転の遠心力が加わることによってメディアが容器の底面外周部に集中します。強力な遠心力を持つメディアが材料に集中して衝突するため，少量のメディアでも短時間での粉碎が可能となります。さらに -20℃ の冷却雰囲気下で粉碎することにより，摩擦熱を抑え，粉碎に伴う摩耗粉を 0.1ppm 以下に抑制します。

装置の構成は図 2 のようにチャンバー，冷凍機（内蔵），コントロールパネルからなります。発熱により材料の結晶構造や物性が変化してしまうリスクを考慮し，本装置は -20℃ の冷凍機を内蔵し，低温雰囲気下での粉碎（連

続運転）が可能です。

－「ナノ粉碎機」の主な用途，応用先とは？

近年，製薬分野に限らずナノレベルまで微粉碎したいというニーズが高まっています。特にリチウムイオン二次電池や太陽電池，燃料電池用の電極材料や導電助剤の炭素材料の微粒化・凝集解砕の要望が多くなっています。電池分野以外の材料としては，酸化チタン，セラミックス，ガラス，金属材料，無機顔料などの原料の微粒化が特に増えています。バイオ系の分野では植物からの有効成分の分離抽出，骨組織からの DNA の抽出などが挙げられ，幅広い分野からご相談を頂いています。

－「ナノ粉碎機」の清掃やメンテナンス方法について教えてください。

粉碎終了後，粉碎容器中にはナノ粉碎された材料と粉碎メディアの混合液になっています。専用のメッシュ

フィルターを装着したメディア分離容器を利用し、粉碎メディアと粉碎物を分離します。清掃が必要なのは、この粉碎容器、メディア分離容器の二つのみでメッシュフィルターやジルコニアボールは基本的に使い捨てになります。容器を通常の水洗い、もしくは溶剤洗浄するだけで良いため、装置の分解洗浄など専門的な知識や経験を要することもなく、若手の研究者の方や学生の方にも簡単にメンテナンスしていただければと思います。

—「ナノ粉碎機」の今後の展望、技術的な課題とは？

今回ご紹介いたしましたナノ粉碎機（NP-100）は、ごく微量 10mg ~ 10g の粉碎に特化した装置です。導入いただいたお客様からは、本装置の基本性能そのままでも 100g ~ 1kg ぐらいの小生産やパイロット生産レベルへスケールアップしたいというご要望をいただいています。しかしながら、材料の処理量が多くなることに伴う発熱対策が必須であり、小型機で確立した冷却方法について、さらなる性能向上・効率化を行う必要があります。

例えば製薬分野では、毒性評価を目的とした大動物への投与懸濁液の調製や生産レベルの大型機についてのご相談を受けることが多いです。小型機で得られたナノレベルの粉碎はもちろんのこと、材料の発熱抑制、短時間処理などのニーズを満たす必要があると感じています。

製薬以外の分野では、昨今カーボン系の材料の微粒化や凝集解砕の要望が増えてきました。カーボン材料はビーズミル等でも粉碎することはできますが、粉碎後の装置の分解洗浄を行う手間がかかるため、簡易的に粉碎物を物性評価するにはハードルが高くなってしまいます。弊社のナノ粉碎機は清掃が容易であるため、カーボンのように着色するような材料や付着性の強い材料の簡易粉碎・物性評価を行うのは向いていると考えています。

我々は装置メーカーですが、ただ粉碎装置を販売するというだけでなく、お客様のご要望や悩みを解決するために、時には化学的知識も活用しながら、当機の使用用途展開、延いては粉碎技術の発展に寄与したいと考えています。

—本日は貴重なお話をいただき、ありがとうございました。

ありがとうございました。