

## 粉碎も程々がいい

### Recommendation For doing Everything Including Milling in Moderation Rather Than Strict

齋藤 文良

Fumiyoshi SAITO



子供のころ、踏み台に上り家の柱時計のゼンマイ巻係を任されていたことがあった。子供の力で巻いても絶対にゼンマイが壊れる（切れる）ことはなかった。ところが、めったになかったがゼンマイ仕掛けの玩具を買ってもらったことがあったが、柱時計と同じようにゼンマイを巻いていき、これ以上巻けないほどになり、もう少し巻きたいと力を込めると、途端に「バーン」とゼンマイが切れ、玩具はお釈迦。“後悔先に立たず”で、悔しい思いをしたが、切れるなら切れる前に何か言ってくれよ、とぼやいたこと思い出す。もちろん、ゼンマイに意志などあるはずないことわかってのことであるが。“程々がいい”ところで止めておけばよかったものをである。家の柱時計のゼンマイの応力ひずみ線図の容量（破壊エネルギー）と玩具のそれとが大きく違っていたことであり、これに考えが及ばなかったこと恥ずかしい。

この3月末で定年退職。着任した大学を含めて合計3つの大学を経験したが、苦節？40年の研究教育活動は、今思うとあつという間であった。着任大学で始めた粉碎の研究は、途中、混合攪拌研究の時期もあったが、これほど長く続けられたこと、多くの方々に感謝している。その間、時々企業訪問、技術相談など実際の現場での業務もあり、貴重な経験をさせていただいた。粉碎は、誰にでもできる。これが、ある意味ではものづくりプロセス全体からみてぞんざいに扱われる所以かもしれない。偉そうなことは言えないが、現場を見て、うまくいっているところ、そうでないところは、それぞれ理由がある。特にうまくいっていない場合として、例えば、熱が出るので冷却しながら運転などは、粉碎のやり過ぎが原因である場合が多い。また、モデル機でうまくいったのでスケールアップしたが、期待した結果が得られないなどは、運転の過不足、条件のミスマッチなどである。とにかく“程々がいい” = 良い意味でいい加減なところ、で操業すれば問題解消になるが、これを見出すことは至難の業である。もちろん、ベストなところが最良であるが、原料特性の変動などを考慮すると、厳密にベストな条件を極めるよりは“程々がいい”ところ（条件）で手を打つ方が総合的に良いと思う。例えば、固体の粉碎では、

---

東北大学名誉教授  
Tohoku University  
Emeritus Professor



処理時間とともに表面積が増加する（Rittingerの法則が成立）が、その表面積増加速度が徐々に低下し、やがて表面積増加が限界に達し、これ以上粉碎しても表面積増加は期待できない。それではどこでミルを止めればよいのかであるが、エネルギー効率の観点では、Rittingerの法則が成立する範囲の上限が止め所であり、ここが“程々がいい”ところであろう。

最近、粉碎も、単に固体を細かくするばかりでなく、ドライコーティング（表面被覆、規則混合）やメカノケミカル効果の発現を目指す手段として用いられてきた。ドライコーティングではHigh Shear Mixerなどメーカー各社が競って高性能機を開発している。これら装置の運転でも、原料の粒度、装置の構造、装置運転条件（処理時間や回転速度など）により複合化の度合いが大きく変化する。特に、ミル処理時間については、“程々のところ”を如何に探すか、が製品特性を決める鍵になるし、これは、ある条件で成り立っても、原料や装置スケールが変化した場合などでは、新たに“程々がいい”条件を見つける必要がある。このことは、メカノケミカル効果の発現の場合も同じである。粉碎屋？としては、何とかしたいと、ずっと思っていた。

同僚の一人は粉体装置内の固体の運動のシミュレーション研究を行っている。彼のシミュレーション・スキルを利用し、この“程々がいい”条件を見出せないか、という取り組みを行ってきた。最低限の実験情報とシミュレーション情報を融合した結果、“程々のところ”の探索に成功した。ただし、この“程々がいい”ところは微妙であり、それ以下でも以上でもうまいかな

い。依頼主は、この“程々がいい”ところで順調に操業していると仄聞している。問題があれば何か言ってくるだろうと思っているが、今のところない。便りの無いのは良い便り、うれしい限りである。この“程々がいい”ところを支配しているのは何であろうか？であるが、種々の課題に関わった経験からして、「材料へ加えられる力学的エネルギー」、「材料がミルから受け取る正味の運動エネルギー」が重要な鍵を握っているように思う。この鍵を開ける一方法が粉体シミュレーションである。もちろん、粉体シミュレーションのみでは“程々がいい”ところは見つけられない。

この4月以降は、サンデー毎日である。が、時々ながら、地域連携アドバイザーとして地元（仙台市）の企業訪問による技術指導、某社・団体のアドバイザーなどとして、福島での放射能汚染地域での除染活動などを行っている。ここでも粉体工学、化学工学が大いに活躍する場がある。それぞれの状況の中で、「過ぎたるは及ばざるがごとし」の現場操業状況もあり、“程々がいい”ところを見い出せばもっと良いのにと思う時がしばしばである。意志を持つ人間でも、国・隣人・夫婦などの関係においてすら“程々がいい”ところを見出せず苦慮する場合が少なくないが、意志を持たない物質相手にこの“程々がいい”ところを探すことは、度台無理な話ではある。が、知恵を絞り、工夫して、ベストとは言わなくともそれに近いところを見出す努力を惜しず、地域での産業支援、震災復興のために粉体技術の普及活動を、体力、年齢を考慮して“程々がいい”程度に進めたいと考えている。

