

◇◇◇ 学術集会報告 ◇◇◇

第 21 回国際乾燥会議 (IDS2018) バレンシア大会

学術会議の動向

2018年9月11～14日の会期にて、スペイン・バレンシアにて第21回International Drying Symposium(国際乾燥会議・IDS2018)が開催され、40カ国以上から450件を超える研究発表があり、300人以上の研究者が参加した。会議の主催はバレンシア工科大学のAntonio Muletであった。IDSは乾燥技術一般をターゲットとして毎偶数年に開催される学術会議であり、第1回大会が1978年にモンテリオールで開催されて以降、日本を含む15カ国で開催されてきた。会議の趣旨として乾燥と関わる研究をすべてターゲットとして網羅しているが、ここでの研究発表の中には農産物や食品を対象とするものが多く、全体の発表の中でかなり大きなウェイトを占めている。

今回の会議では、①乾燥基礎・モデリングとシミュレーション、②製品の乾燥、③乾燥プロセスとの大きく3つのセッションに分かれて発表がされていた。①は乾燥操作の数学的な扱いに主眼を置く研究を集めたセッションであり、特定の乾燥操作のモデル化、乾燥製品内の水分移動の取り扱い、乾燥プロセスの制御などの研究発表をカバーしていた。②では製品に特化した主に実験的な乾燥研究と関わる研究が集められていた。食品乾燥と関わる研究の多くはこのセッションで発表されており、農産物や食品の乾燥に伴う品質ロス、噴霧乾燥による食品粉末の製造、マイクロカプセル化、超音波やマイクロ波の適用による食品乾燥プロセスの強化、前処理や添加物による乾燥製品特性の改善など、広範にわたる研究発表がなされていた。③では流動層乾燥、噴霧乾燥、凍結乾燥、ハイブリッド乾燥など、プロセスそのものに主眼を置く研究が発表されており、省エネや連続化などに関わる研究発表も見られたが、食品や医薬品の品質と関わる発表が多く見られた。

会議全体の研究の興味の対象をざっと掴んで頂くために基調講演のタイトルをお示しする。

- ・「Drying of mangoes applying pulsed UV light as pre-treatment (パルス UV 照射前処理のマンゴー乾燥への応用)」 T. Braga (セアラ大学, ブラジル)
- ・「Process intensification and process control in freeze-drying (凍結乾燥のプロセス制御とプロセス強化)」 A. Barresi (トリノ工科大学, イタリア)
- ・「Supercritical CO₂ drying of food matrices (食品の超臨界二酸化炭素乾燥)」 A. Zambon (パドヴァ大学,

イタリア)

- ・「Ultrasound enhancement of osmotic dehydration and drying – Process kinetics and quality aspects (超音波による浸透脱水プロセスの強化)」 G. Musielak (ポズナン大学, ポーランド)
- ・「Using Life Cycle Assessment methodology to minimize the environmental impact of dryers (乾燥装置の環境負荷を低減に向けたライフサイクルアセスメント)」 A. Leonard (リエージュ大学, ベルギー)
- ・「Beyond freeze-drying of biologics: vacuum-foam drying and spray freeze-drying (生体物質凍結乾燥の最前線: 真空発泡乾燥と噴霧凍結乾燥)」 S. Ohtake (ファイザー, アメリカ)
- ・「New technique of combined hot air and microwave drying to produce a new fiber ingredient from industrial by-products (熱風乾燥とマイクロ乾燥の融合による三行副産物からの新しい繊維製品の製造)」 C. Talens (AZTI, スペイン)
- ・「Influence of drying on in-vitro gastric digestion of beetroot: evaluation of the microstructure (ビートの模擬消化に与える乾燥の影響: ミクロ構造の定量評価)」 Valeria Eim (バレアレス諸島大学, スペイン)
- ・「Simultaneous wetting and drying: fluid bed granulation and tablet film coating (湿潤化と乾燥の同時操作: 流動層造粒とタブレットコーティング)」 I. Kemp (GSK, イギリス)
- ・「Electrohydrodynamic (EHD) drying: fundamentals and applications (通電乾燥操作: 基礎と応用)」 A. Martynenko (ダルハウジー大学, カナダ)

一見すると古典的な取り組みばかり見られるようであるが、新しい流れのひとつとして乾燥を水分除去の一操作という見方をするのではなく、脱水を利用した構造化によって新しい機能を創出していくという方向性がある(詳しくはトピックスを参照頂きたい)。例えば食品の消化特性を乾燥操作によって制御しようという試みがその一例である。その他、発泡乾燥という通常の真空凍結乾燥操作では失敗事例ともなる状況を意図的に起こし、医薬品の薬理活性の向上に繋げるといったアプローチも、派手さはないが大きな将来性を秘めていると感じる。マグデブルグ大学の Evangelos Tsotsas も、プレナリーレクチャーの中で(噴霧乾燥、流動造粒過程における)構造形成(細孔構造や結晶構造など)の制御によって微粒子の新しい機能を創出す

ることの重要性を強調していた。また、これらをメカニスティックにモデル化する（ロバスト性の確保された数学的モデルの構築、ある程度経験的なパラメーターがあっても「無いよりはまし」）ことの重要性を説き、参加者の大きな喝采を得ていた。途中、所定の発表時間を超過しても「みなさんのコーヒープレイクの時間が無くなりますね。でも私は気にしません」などと冗談をはさみながら涼しい顔で熱弁を続けていた。

Drying Technology 誌のチーフエディターであり、乾燥国際会議における最重鎮である Arun Mujundar は、プレナリーレクチャーの中で乾燥の研究開発における将来動向を以下のように分析していた。乾燥技術関連の研究における主な問題点は、乾燥中の製品の複雑さ。そこに絡むパラメータは動的かつ精密計測が難しいものばかりであり、計算予測も難しい。マイクロ構造の研究がさらに必要であり、マルチスケールモデリングとの関連づけによって、乾燥の動力学、品質因子、などを予測できる様になるべき。例えば、マルチスケールモデリング、CFD モデルを組み込んだ分子動力学シミュレーション、乾燥過程における圧縮歪みの進展の計算など。また、ミニチュアライズド、スマート、低炭素排出な革新的な乾燥装置の開発も望まれる。例えば化石燃料と再生エネルギーのハイブリッドによる小型乾燥器など。AI の利用による高品質製品のためのスマートドライヤーなどもあるかもしれない（でも本当に AI が必要？とクエスチョンを付けていた）。現行の乾燥技術を再評価する必要性も挙げていた。特に、紙、木材、セラミックなど、ここ数十年技術革新の傾向が見られない業界。安全なオペレーションをより高い自由度で

実現することの重要性にも言及していた。これは乾燥操作のみならず、他の単位操作についても同様のことが当てはまるだろう。乾燥技術研究に対する簡単な SWOT 分析も興味深かったので紹介する。

Strength (強み)：グローバル化された、種々の学術・産業分野にまたがった集まりが形成しており、技術革新のチャンスが非常に多い。

Weakness (弱み)：あまりに高度に種々の学術分野が絡んだ応用的分野である。

Opportunities (機会)：広範にわたる乾燥・脱水技術の課題がある。一万種以上の材料と数百種にわたる乾燥装置に関わる。効率向上、品質保持・向上、環境影響などに多くの課題。

Threats (脅威)：応用的分野であるからには産業や社会に貢献しなければいけないので、技術移転がカギ。産業界の活発な参加をうながすべき。これはこれで真実だが、(技術移転ばかりでは)技術革新がおびやかされる。

これは必ずしも乾燥研究に限らず、古典的な単位操作に基づいた食品工学研究にも当てはまるのではないか。次回 IDS は 2020 年 6 月 28 日～7 月 1 日の会期で、アメリカ・マサチューセッツで予定されている。ご関心の向きは是非参加をご検討されてはいかがだろうか。
(京都大学 中川究也)



写真左下: 左から著者: Antonio Mujica (IDS2018 Chair),
Julien Andrieu (IDS2014 Chair), Arun Mujundar
写真右下: 左から Xiao-Den Chen (IDS2012 Chair),
Mengwei Woo, 著者