

マイクロ波常温乾燥による高品位・省エネルギー乾燥技術の開発

鶴田 隆治 (つるた たかはる) 九州工業大学大学院 工学研究院 機械知能工学研究系 教授

1. はじめに

乾燥技術は、古くはパピルスの乾燥から我々の生活に密着したものであり、農水産物等の食品加工、医薬品製造、各種工業製品や廃棄物処理に至る幅広い分野で使用されている。その方式の多くはいわゆる温風乾燥であるが、乾燥製品の品質を重視する際には温風温度に制限が生じる。例えば、食材の温風乾燥においては、脂質やたんぱく質の変性、変色、割れが生じやすくなるため、温風温度を低温にせざるを得ず、その結果、長時間の乾燥となる。最近では、品質を重視した凍結真空乾燥技術も多用されているが、氷からの昇華速度が極めて遅いため、温風乾燥以上に乾燥時間を要することや、乾燥法の中で最も多くのエネルギーを必要とし、かつ設備費も大きくなるなど、課題も多い。これらの理由から、高品位で、エネルギー利用率も高く、かつ短時間で乾燥処理の行える技術が求められている。

著者らは、伝熱工学の視点から現象を捉え、乾燥の高品位化と省エネルギー化を同時に実現する技術開発に取り組んできた。すなわち、被乾燥物を加熱昇温する温風乾燥や逆に冷却する凍結乾燥では、蒸発あるいは昇華潜熱を加える以外に、常温からの昇温や冷却のためのエネルギーが必要である。これらのエネルギーを供給することなく、常温で蒸発潜熱のみを与えることができれば、加熱による変質や変性、および凍結による損傷とは無関係に、高品位で高効率な乾燥を実現できると考えた。余分なエネルギーを加えた後にエネルギー回収を行って効率改善を図るのではなく、蒸発乾燥に必要なエネルギーのみを供給することにより、過剰エネルギーによる品質劣化を抑え、高効率な高品位乾燥とすることである。そして、これを実現する方法としてマイクロ波減圧乾燥法に着目した。

マイクロ波によるエネルギー供給は、内部に残存す

る水分に選択的に蒸発潜熱を供給することが可能であり、加えて減圧環境は蒸発乾燥温度を常温程度に下げるとともに内部からの水分移動を促進する。“余分なエネルギーは与えない”とのコンセプトの下、ここに紹介するマイクロ波常温乾燥法を開発した。本稿では、これまでに食品乾燥を主たる対象として行ってきた研究内容を紹介するとともに、実用化を目的として得られた成果の一部を紹介することとした。なお、マイクロ波減圧乾燥法は新しい技術ではなく、これまでも多くの試みがなされている。しかし、成功例は意外に少ないように感じており、今回の技術をあえて“マイクロ波常温乾燥”と呼んで差別化している点を読み取っていただければ幸いである。

2. マイクロ波常温乾燥法

2.1 方法の概要

本乾燥法の原理¹⁾を図1に示す。乾燥対象物を入れる真空減圧容器と減圧を行う真空排気系、そしてマイクロ波照射設備の三点が基本である。減圧すると沸点が下がるため水分は蒸発し、その際に蒸発潜熱が奪われて乾燥対象物の温度は低下し、やがて凍結する。凍結乾燥の一プロセスであるが、本法では凍結しないように蒸発潜熱のみをマイクロ波で供給するのである。



図1 マイクロ波常温乾燥法の原理