

高周波誘電加熱による解凍と解凍装置

山本 泰司 (やまもと やすじ) 山本ビニター株式会社 代表取締役社長

エレクトロヒートシステムは、高温領域への適用に着目しがちであるが、実は低温領域への適用も着実に拡大し、技術的にも高度化してきている。こうした高度な低温領域のエレクトロヒート技術について、技術や知見を整理するのは、エレクトロヒート技術の更なる発展と拡大を図るうえで有益であると思われる。本連載では、食品分野を対象を絞り、食品冷凍の総論から各種技術や製品まで全6回の講座で、食品の冷却／冷凍におけるエレクトロヒート技術の包括的な解説を行う。

1. はじめに

飽食の時代などと言われて久しい。コンビニやファミレス、ファーストフード、デパ地下など、我々の周りには様々な種類や形態の食品が溢れ、好きなものを何時でも好きな量だけ手に入れることができる。これらの多くは、食品メーカーの工場で大量に生産される加工食品であり、使われる食品原料、例えば鶏・豚・牛などの畜肉や魚肉は、冷凍状態の貯蔵・流通が主流である。冷凍されることで品質の経時変化と細菌の繁殖を抑えることができるため、長期保存ができる。食品の冷凍技術の進歩が、食品工場の大量かつ計画的な生産をもたらしたとも言える。加工食品が我々の口に入る時点の品質は、食品原料そのものの鮮度や品質、加工技術や品質管理に依存していることは言うまでもないが、加えて食品原料の冷凍方法や解凍方法にも大きく依存している。近年、食品の冷凍技術や冷凍装置は飛躍的に進歩し、生産性が高く低コストでしかも高品質が確保されている。一方、冷凍技術と表裏の関係にある解凍技術は、依然として空気解凍（送風、冷蔵庫）や水解凍（流水、ミスト）が主流であり、生産性が低い上に品質の劣化が大きい。解凍技術や解凍装置の進歩が強く求められているのが、現状である。

解凍は、単純に食品の品温を高め、氷を溶かすという操作であり、品質を保持するためには、品温が一定温度以上に高くならない範囲でいかに迅速に氷を溶かすかということが求められる。空気解凍や水解凍は、外部からの熱伝導による加熱であり、いわゆる緩慢解凍のため、時間がかかる。解凍速度を上げようとするれば、食品の表面と内部との温度差が大きくなり、ドリッ

プの発生などによる品質劣化が大きく、また細菌汚染の危険性もある。これに対し高周波やマイクロ波による誘電加熱を解凍に利用した場合、食品そのものが発熱する内部加熱となる。食品の表面と内部の温度差を少なく短時間に品温を高めることができるため理想的な解凍法と言える。本稿では、高周波誘電加熱を利用した食品原料の解凍、特に加工食品の生産工場での普及が進む高周波解凍装置について紹介する。

2. 冷凍と解凍

ある同一食品の冷凍と解凍を考えた場合、食品に含まれる水分のうち一定量を冷凍するために取り除いたエネルギーの絶対量と、その氷を再びもとの水に戻すために加えるべきエネルギーの絶対量は一致するはずである。しかしながらこの2つには大きな違いがある。図1は、同一食品の冷凍曲線と解凍曲線を示したものである。冷却開始10分後の冷却速度と解凍開始直後の昇温速度はほぼ一致しているが、最終目的温度まで到達するまでの解凍時間は、冷凍の2倍以上かかる¹⁾。このような違いの原因は、食品内部におこる熱伝導率や比熱の変化の影響が大きい。氷の熱伝導率は、水の約4倍ある。冷凍過程は、液体状態の水が固体へと変化する過程であり、冷凍と同時に熱はきわめて移動しやすくなる。これに対し解凍過程は熱が移動しにくくなるので、外部からの熱伝導では食品の表面に熱が蓄積することになり、食品表面の温度のみが上昇しやすい。これは解凍時間を遅らせるだけでなく、品質の劣化を招く。表面の蓄熱を少なくするためには、外部の温度を上げずに食品内部の温度を平均的に高くしてい