

食品加工を中心とした高周波誘導加熱の応用について

木船 弘康 (きふね ひろやす) 東京海洋大学大学院海洋システム工学専攻 海洋工学部 海洋電子機械工学科 助教授

1. まえがき

誘導加熱技術そのものは金属を直接加熱する手法として様々な特質・利便性を持っており、古くから金属加工に広く利用されてきた。高電力密度化が容易、基本的に非接触加熱、真空・水中を問わず加熱できること、周波数の選択による加熱深度の選択が容易であることなど、ガス加熱や他の電気加熱方式には無い特徴を引き出すことで金属産業を支えてきた。

一方、半導体デバイスの長足の進歩に伴って半導体電力変換回路技術の向上、周波数や出力電力の制御技術の向上が相まって家電民生クラス（单相 100 V では 1.5 kVA 以下、单相 200 V では数 kW）での電気機器（炊飯器やクッキングヒータ）に誘導加熱技術が採用されるようになった。近年では、価格・性能面からも半導体デバイスのハンドリングが良くなり、家電民生クラスのみならず業務民生クラス（主に三相 200 V 以上を電源とし、数 kW～数 10 kW）の加熱機器にも IH 化の波が押し寄せている。特に食材形状や要求される温度制御性能、調理の仕方等に合わせて機能が特化した業務用 IH 調理器が各種開発されており、ユーザーにとって選択の幅が確実に広がっている。

先にも述べた通り、誘導加熱は金属等の導体を加熱する技術であるため、食品を直接加熱することはできない。このため誘導加熱を用いた食品加工は全て間接加熱の部類に入る。細かく分類すれば複数の項目立てができるであろうが、ここではおおまかに食品加工の誘導加熱技術応用を 2 つに分類する。

2. 調理器具を誘導加熱する方法

これはヤカンや鍋などの金属導体（調理器具）を誘導加熱により発熱させる方法であり、一般的かつイメー

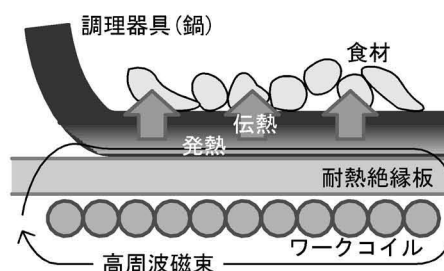


図 1 食材への伝熱

ジしやすい食品加熱の原理である。(図 1) に示す通り、熱せられた調理器具の熱が食品に伝熱することにより食品を加熱調理する。抵抗加熱やガス加熱でも同様のことであるが、この調理器具の伝熱特性を上げることで加熱特性の向上が図られる。例えば多くのプロの調理人が支持する銅鍋の材料である「銅」は比熱が 0.092 [cal/g°C] と小さいため早く昇温し、熱伝導率が 0.94 [cal/cm°Cs] と高いため熱が素早く食材に与えられる。

一方で仮に磁性体金属である SUS430（フェライト系ステンレス）を鍋の材質として利用した場合、熱伝導率が 0.063 [cal/cm°Cs] と低いため、調理器としての伝熱特性が若干劣り、発熱分を速やかに食品に伝熱することができない。これは銅鍋に比べて「温度の立ち上がりが鈍い」こととなり、場合によっては何らかの対策を迫られることになる。一般に見られる対策方法としては、アルミや銅といった伝熱特性に優れた材料と発熱体となる磁性体金属（主にフェライト系ステンレス）を薄く何層かに組み合わせて積層構造とする方法である。この積層板を 1 枚の板材として調理器具が製作されている。

他方で従来の銅鍋をそのまま IH で使用したいという要望も一部で存在する。ところが銅やアルミの透磁率は空気と大差無いため、ワークコイルが発生する高周波磁束を効率的に鍋に集中させることができず、誘導加熱しにくい。しかしながら全く加熱できないわけ