

IH で調理可能なフレキシブルで ディスプレイザブルな容器

1. はじめに

IH 調理器を用いた調理に対応した、フレキシブルかつ複数回の使用に耐える易廃棄性容器を開発している。このような調理容器では導電性の薄膜を発熱体として容器に装着する方法が有望であるが、可燃性の容器に安全性を付与するためには、一定温度以上になると調理を自動的に停止するヒューズ機能を付与する必要がある。これを実現する手法として、ヒューズとなる部分を他部位より高温にするため、当該部位を一旦切断後、圧着接合し、その圧

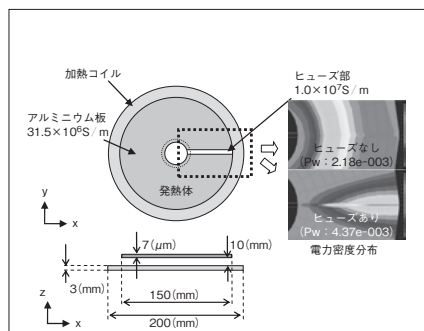


図1 解析モデルとヒューズ部電力密度分布

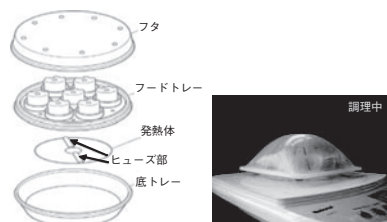


図2 容器構成

表1 加熱効率

IH-本容器	IH-やかん	ガス-やかん
82.7%	54.9%	15.8%

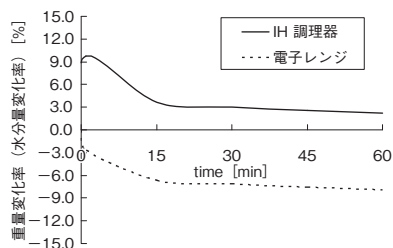


図3 調理直後の水分量変化

着力により抵抗値を制御する機構が考えられる。

発熱体の温度分布は、発熱体に誘導されるうず電流分布によって決まることから、これを用いた調理容器の開発では、導電性薄膜でかつ、穴が穿たれた形状、切断、再接合された形状のうず電流問題を精度よく解き、設計の指針とすることが重要となる。しかしながら、発熱体は厚さが数 μm の極薄板であるため、従来の有限要素法ではアスペクト比が簡単に十数万倍を超え、十分な計算精度を得ることが難しかった。そこで境界積分方程式法に基づき、厚みの概念を包含した新たな未知数を導入することにより、厚さが理論的にゼロの極薄板から、表皮深さより十分に厚い塊状のものまで、三次元解析を可能とする手法を構築した。本手法では解析解を得ることができ、簡便で計算精度が高い。定式化の詳しい導出過程については文献を参照されたい^{(1)~(4)}。

本報ではヒューズ機能を備えた発熱体のうず電流問題を解き、これによって設計されたIH対応容器の性能を紹介する。

2. IH対応容器用発熱体の電磁界解析

図1に解析モデルを示す。周波数は20kHzとし、簡便のため巻数1で、その電流は1Aとする。併せて図中にヒューズ部近傍の電力密度分布を示す。接合部は他部位より電力密度が高くなっており、ヒューズとして機能できることを示唆している。調理時間を超過し、接合部が破体してヒューズ機能が働いた場合、発熱体のインピーダンスが変化し、IH調理器とのマッチング範囲から逸脱するためIH調理器が自動停止する。

3. IH対応容器の性能

図2にIH対応容器の容器構成と調理中の写真を示す。容器は易廃棄性を考慮し、紙や樹脂などの可燃性の材料を使用する。底トレイに発熱体を装着

し、食材トレーを重ね、食材を載せ、食材を覆うカバーを被せる。発熱体を装着した底トレイに水を入れ、調理を開始する。

表1に本容器と市販のIH対応鍋を用いて、水250ccを20℃から90℃に昇温した際の加熱効率を示す。IH対応鍋は単層ステンレス製で底径160cmのやかんとし、ガスコンロを用いた測定も併せて行った。本容器は発熱体を容器に内包するため放熱が少なく、やかんに比べて圧倒的に加熱効率が高い。

さらに、本容器で調理した食材の「おいしさ」をお伝えしたい。冷凍シューマイを本容器と電子レンジでそれぞれ調理した直後から1時間後までの水分量変化を図3に示す。本容器で調理したシューマイは調理後も水分が保持されるのに対し、電子レンジでは水分が失われ続ける様子がわかる。本容器を使用することで、冷めた後もおいしく食すことが可能となる。

4. おわりに

本容器は空焚き防止の安全機能を標準装備し、フレキシブルでディスプレイザブルであり、清潔さと便利さを備え、省エネで、しかもおいしく調理できる次世代調理容器である。本容器は一般家庭のほか、宅配、介護現場、医療現場、外食産業など、さまざまなシーンでの活用が期待される。

(原稿受付 2011年2月10日)

[藤田萩乃 東洋製罐(株)]

●文献

- (1) 藤田萩乃・石橋一久, 線積分方程式による導体容器の誘導加熱時のうず電流解析, 電気学会論文誌B, 127-8 (2007), 929-935.
- (2) 藤田萩乃・石橋一久・橋本 巨, 線積分方程式法による切り欠きのある薄板のうず電流解析, 日本AEM学会誌, 16-3 (2008).
- (3) 藤田萩乃・石橋一久・橋本 巨, 線積分方程式法による穴のある薄板のうず電流解析, 日本AEM学会誌, 7-1 (2009).
- (4) Fujita, H. and Ishibashi, K., Nonlinear Eddy Current Analysis of Thin Steel Plate by Boundary Integral equations, *IEEE Transaction on Magnetics*, 44-6 (2008), 758-761.