

IH クッキングヒータの加熱効率式に関する一検討

A Study on the Heating Efficiency Formula of IH Cooking Heater

住谷健人¹⁾

指導教員 米盛弘信¹⁾

1) サレジオ工業高等専門学校 産業応用研究室

キーワード：IH クッキングヒータ・熱流・加熱効率

1. はじめに

近年、誘導加熱を用いた調理器具である IH クッキングヒータ（以下 IH 調理器）が普及している。IH 調理器は、鍋自体を自己発熱させるため、ガス調理器に比べ加熱効率が高い^[1]。IH 調理器の加熱効率に関する算出法は、現在さまざま存在している。既存の算出方法は、独自に条件を指定したものであり、ユーザの使用状況を想定したものではない。そこで、筆者らは鍋の大小や水量、周囲温度等の様々な条件下でも加熱効率が算出できる汎用的な式の導出を試みている。特に今まで注目されていなかった“熱流”に着目している。先の報告では、水と接している鍋側面から多く放熱していることが確認されている^[2]。そこで、今回は水量に着目する。

本稿では、IH 調理器で加熱する鍋の水量に着目し、水と接している鍋側面の放熱（熱流）、および既存の加熱効率算出式^{[3][4]}で得られた加熱効率の差異を考察する。

2. 热流について

熱流とは、熱の移動量や方向を示すものであり、単位時間に単位面積を通過する熱量[W/m²]で表す。IH 調理器における加熱効率の低下要因は、“放熱”が大である。加熱効率を考える上で熱流を測定することは、熱がどのように伝達されているか理解する一助になるとを考えている。

3. 実験方法

本実験では、加熱効率を算出するのに必要な水温と消費電力量、および放熱を調べるために熱流を同時に測定する。図 1 に実験の構成を示す。実験に使用した IH 調理

器の定格は、100V-1.4kW である。熱流の測定には、HIOKI 社製熱流センサ “Z2012”，HIOKI 社製熱流ロガー “8432” を使用した。電力の測定には、YOKOGAWA 社製パワーアナライザ “WT500” を使用した。温度の測定には、K 型熱電対を使用した。加熱試験に用いた鍋は、ホーロー鍋（鍋底径 20cm）である。熱流の変化と消費電力量、温度変化は 1sec 毎に測定した。実験は、以下の①と②の手順で行った。①で得られた値を(1) 式、②で得られた値を(2) 式に代入して加熱効率を計算し、それぞれ比較する。実験は、すべて室温 24±1°C で実施し、水量を 1.0ℓ, 1.5ℓ, 2.5ℓ を対象とした。

① IH 調理器の加熱出力を最大とし、消費電力量が 120Wh に達した後、加熱を停止し水の搅拌を行ないながら水温を測定する。

$$\eta = \frac{4.186 \times (V + C \cdot W) \times (T - 20)}{kWh \times 3600} \times 100\% \quad [3] \quad \dots (1)$$

ただし、V: 水量[ℓ], C: 鍋の比熱[cal/gK], W: 鍋の重量[kg], T: 最高温度[°C], kWh: 消費電力量[kWh]である。

② IH 調理器の加熱出力を最大とし、水温が初温より 45°C 上昇した時点から水の搅拌を行う。次に初温より 50°C 上昇した時点で加熱を停止し、搅拌を続ける。その後、水温を測定する。

$$\eta = \frac{CMs \times (\theta_f - \theta_s)}{Pt \times 3600} \times 100\% \quad [4] \quad \dots (2)$$

ただし、C: 水の比熱[kJ/kg · °C], Ms: 水の重量[kg], θf: 最高温度[°C], θs: 初期温度[°C], Pt: 消費電力量[kWh]である。

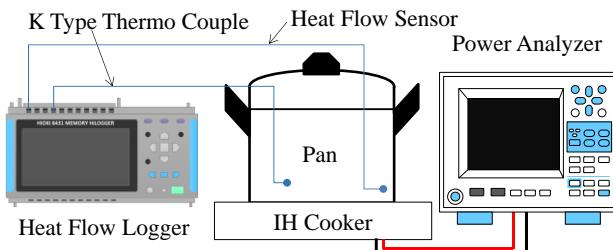


図1 実験構成

4. 実験結果

図2に①の熱流の変化、図3に②の熱流の変化を示す。図2、3より、攪拌を行うまで（①は約310秒、②はそれぞれ1.0ℓ時：約220秒、1.5ℓ時：約300秒、2.5ℓ時：約480秒）は直線的に熱流が増加しているが、その後、熱流の値が0に向かっている。これは、攪拌によって生じた対流現象の影響と考えられる。図2は、加熱を開始してから120Whに達した後に加熱を停止して水を攪拌しているため、加熱時間は同一であるが、放熱（熱流）に大きな差が生じている。一方、図3は水量を変えた場合でも、攪拌後の熱流が同程度であることを示している。これは、水温が初温より45℃上昇した時点に攪拌しているため、加熱時間が異なっていても放熱（熱流）の値がほぼ同じになったと考えられる。したがって、文献^{[3][4]}では放熱量が異なることを明らかにした。放熱は、加熱効率を考える上で大切な“損失”に該当するため重要な知見である。

図4に①、②の加熱効率の算出結果を示す。①と②を比べると、水量が規定[†]と異なっているとはいえ、実験①：文献^[3]で算出した加熱効率より実験②：文献^[4]で算出した加熱効率のほうが全水量で約2%低下していることがわかる。特に文献^{[3][4]}の規定[†]に近い水量1.5ℓの結果を見ても約2%の差が生じている。すなわち、加熱効率式の正確性に疑問が生じ、ここに加熱効率の算出式に対する問題点を指摘できる。

5. まとめ

本稿では、IH調理器で加熱する鍋の水量に着目し、水と接する鍋側面の放熱（熱流）、および既存の算出式^{[3][4]}で得られた加熱効率の差異を報告した。その結果、文献^[3]^[4]で算出した加熱効率に差が生じていることから正確性に対する問題点を指摘し、その原因として考えられる鍋からの放熱（熱量）に違いがあることを明らかにした。

今後は、室温を変更した実験を行い、加熱効率式への影響を検討する予定である。

参考文献

- [1] 日本建築学会九州支部研究報告 第47号：「住宅用IH調理器とガスコンロの性能評価」(2008-03)
- [2] 住谷健人、米盛弘信：「IH クッキングヒータで加熱する鍋の熱流に関する一検討」、2017年(第35回)電気設備学会全国大会講演論文集, pp.444-445(2017-8)
- [3] 日本エレクトロヒートセンター：「電化厨房機器性能指標基準(改訂5版)」pp.8-9(2014-01)
- [4] 日本電機工業会：「電磁誘導加熱調理器の高周波出力算出に関する自主基準」(1983-02)

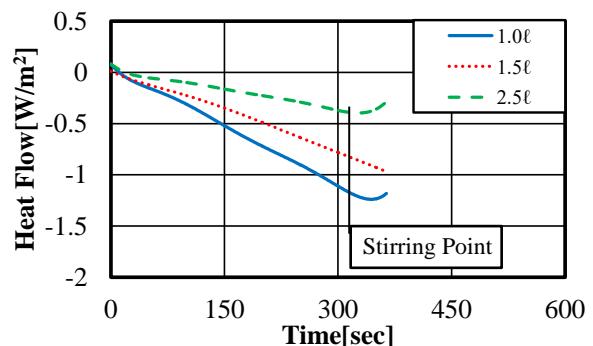


図2 実験①における熱流の変化

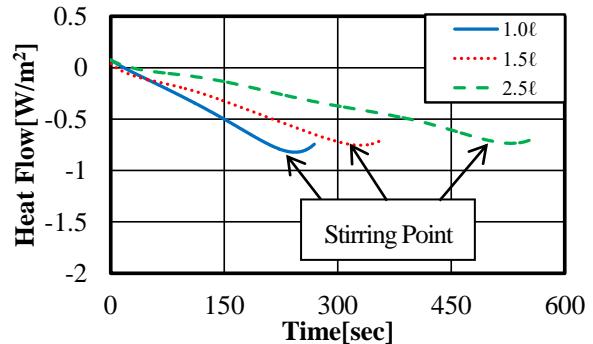


図3 実験②における熱流の変化

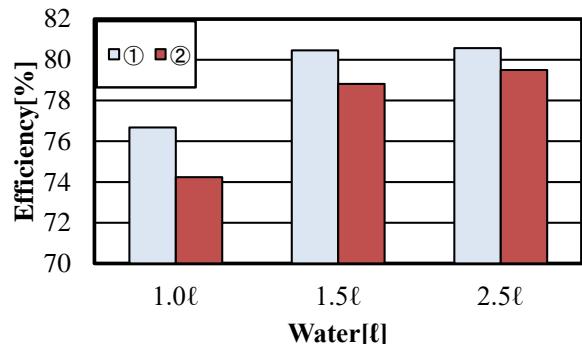


図4 実験①②における加熱効率の算出結果

[†] 規定では、実験①の水量：1.5ℓ、実験②の水量：試験鍋容量の70%（本実験に供した鍋では1.7ℓ）である。