

# 誘導加熱式炊飯器の最適な内鍋形状と成形に関する研究

大 西 正 幸\*

## A Study on Suitable Pot Shape and Forming of Induction Heater Type Rice Cookers

by Masayuki ONISHI

本論文は、誘導加熱式炊飯器の内鍋形状について、従来の円筒形状より熱循環の大きい椀形状の内鍋に着目し、さまざまな角度から両者の炊飯性能について比較試験と評価を行い、椀形状の内鍋の有効性を示した。この椀形状の内鍋は、これまでと同じ絞り加工では成形できないため、溶湯鍛造法による成形を試みた。まず、ステンレス鋼とアルミニウム合金との間に中間層として鉄粉末を焼結することにより、高い接合効果を確認した。次に、プラズマ溶射により中間層として溶射皮膜を形成し、接合力の有効性を示した。以下に本論文について章ごとにまとめる。第1章では、本論文の背景を述べる。日本人の“おいしいご飯を食べたい”という欲求は、おいしい米を作ることと、おいしく炊ける炊飯器の開発に拍車をかけた。1955年電気炊飯器が開発されて以来、おいしいご飯を炊くためにさまざまな研究がおこなわれ、1988年誘導加熱式炊飯器が開発された。その後、市場は誘導加熱式炊飯器の占める割合が50%を越え現在に至っている。ところが、誘導加熱式炊飯器はおいしさで差別化することを目指していたが、顧客の要望に十分満足を与えていなかった。おいしいご飯を炊くには、米に水を十分吸収させ、急速に加熱して高温を長時間維持しなければならない。また、ご飯の硬さの均一性を高めるためには、内鍋内の熱循環をさらに促進する必要がある。この目的を達成するために内鍋形状に着目し、新しい椀形状の内鍋を開発し従来の内鍋と比較検討する。椀

形状の内鍋は、これまでのクラッド材では成形できないので、あらたに溶湯鍛造法による成形の研究を進める。第2章では、誘導加熱式炊飯器の構造および動作原理と、この炊飯器に求められる理想的な温度上昇曲線について述べる。また、この理想的な温度上昇曲線を目指した新しい内鍋形状に着目し、その特性を計測し評価する。この誘導加熱式炊飯器は、これまで円筒形状の内鍋を使用してきたので炊飯時の内鍋内の熱循環が十分でなく、そのために出来上がりご飯の硬さが不均一で、十分おいしいとはいえなかった。そこで、従来の円筒形状の内鍋と椀形状の内鍋について各部の温度上昇曲線を計測し、同時に炊き上がりご飯の各部の含水率を確認することにより両内鍋の特性を比較した。それぞれの内鍋について対流の観察・シミュレーション・仕上がりご飯の評価を行い、椀形状の内鍋がかなり理想的な炊飯状態であることを示すことができた。第3章では、この椀形状の内鍋を、溶湯鍛造法により成形した経緯と実験検証について述べる。誘導加熱に必要なステンレス鋼は底部分が約3分の1であり、あらかじめ皿形状にプレス加工して金型に装着後アルミニウム合金の溶湯を流し込み、加圧・凝固して接合する。ステンレス鋼とアルミニウム合金では熱膨張係数が約2倍あり、成形しても接合できない。そこで、接合手段として鉄粉末を焼結した中間層を設けることに着目した。鉄粉末2種類をそれぞれバインダーと混ぜてステンレス鋼の内面にスプレーし、乾燥後真

\*新潟大学大学院自然科学研究科

現在 テクノライフ社

〔新潟大学博士(工学) 平成16年3月24日授与〕

空炉内において長時間高温状態で焼結し多くの空孔を形成する。鉄粉末は、粒径  $10\mu\text{m}$  に続けて  $44\mu\text{m}$  を2層に重ねて焼結することにより、各種熱衝撃を与えても接合部に破断が起こらないことを確認できた。第4章では、第3章で確立した中間層による接合法の作業工程が多く、量産効果があがらないのでこの工程を簡素化した方法について述べる。これらの作業工程と作業時間を約半分に減らす、効率のよい製法として溶射に着目した。溶射方式のなかからプラズマ溶射を選定し、プラスト加工の条件および溶射材料・溶射厚さなどを決め、2層の鉄粉末と同等の強固な接合力を得ることができた。第5章

では、結論として全体を総括し、今後の課題について述べる。本研究により、誘導加熱式炊飯器の椀形状の内鍋は、炊飯加熱時の熱循環にすぐれご飯の硬さが均一でおいしいという結果が得られた。ステンレス鋼とアルミニウム合金という異種金属の接合技術として、鉄粉末を焼結して中間層を形成する方法と、さらにプラズマ溶射で中間層を設ける方法においても接合力の有効性を示すことができた。今回の成果をふまえ、なお一層おいしいご飯が炊ける炊飯器を開発し量産効果をあげるためには、あらたな接合法や材料の研究と、効率のよい工程の確立が求められる。