

高機能土鍋の開発研究

小林 康夫* , 熊谷 哉** , 林 茂雄** , 橋本 典嗣**

Research and Development of an Earthen Pot with High Function

by Yasuo KOBAYASHI, Hajime KUMAGAI,
Shigeo HAYASHI and Noritsugu HASHIMOTO

〔要旨〕

高齢化時代を反映して、直接火を使わない調理機器の開発が進められているが、この調理器に使用出来る鍋には制限がある。厨房用品、特に、土鍋などは土の持つ暖かみが好まれ需要が見込まれているがこの土鍋を如何にして電磁調理器に対応可能にするかを検討するために、市販の電磁調理器対応土鍋や、鉄製、ホーロ製鍋について、その電気特性を調べ、発熱体となる銀転写紙を土鍋に転写することによって、対応可能にする場合の転写紙について検討を行った。転写紙の厚み、大きさによる消費電力の違いや焼成による銀と保護皮膜との関係等を数値として表すことができ、これらのデータを今後の機能性土鍋の製品開発に役立てたい。

1. まえがき

現在市販されている陶磁器、結晶化ガラスなどで作られた電磁調理器用鍋の大部分は、発熱体（銀を塗布したものや、銀の転写紙によるもの）を鍋の高台裏に貼って焼き付けたものが主流である。しかし、もともと素地に12%前後の吸水率がある陶磁器製のいわゆる土鍋などは、発熱部分（高台裏）が電磁調理器で部分的に急加熱された場合などは、素地に含まれた水が逃げ場を失い水蒸気爆発が起こったり、釉薬の剥離やひび割れによる水漏れなどで器具の破損などが起こりうる可能性がある。そこで、発熱体となる銀を鍋の内側に貼ることでこれらの問題を解決することを目的に研究を行った。

2. 試験と結果

2.1 市販転写紙を使用した場合

発熱体となる銀転写紙はコストを抑えるために市販品を使用した。この転写紙はもともと高台裏に転写す

ることを目的に作られているため、銀ペーストや銀を保護する被膜に有鉛フリットが使用されているが予備試験であるためそのまま使用した。この市販銀転写紙を土鍋の内側に貼り、乾燥後電気炉を用い850℃で5時間焼成を行った。これらの土鍋を100V用の電磁調理器で通電状態を調べた。その結果通電しないものや、焼成後水を入れたときに850℃で焼成したにもかかわらず銀転写が剥がれるなどの問題があった。これらの結果を銀転写紙メーカーに報告し、銀の厚みを変えたものや、銀を保護する被膜を無鉛フリットに変えた転写紙の作製を依頼した。

この銀転写紙を用いて土鍋の内側に転写して前回同様850℃で5時間焼成を行った。この土鍋に水2リットルを入れ電磁調理器にかけた場合の消費電力(kW)、消費電流(A)及び高台裏や鍋体、水の上昇温度について消費電力測定装置を用いてそれぞれ測定を行った。また、比較を行うために電磁調理器用鍋として市販されている陶磁器製や結晶化ガラス製（発熱体となる銀転写紙を鍋の裏側に貼ったもの）及び、鉄、ホーロー製の鍋についても同様に測定を行った。その結果を図1に示す。

* 窯業センター 伊賀分場

** 窯業センター材料開発グループ

高台裏に銀転写した市販の土鍋は、熱伝導の良いホーロー製及び、鉄製の鍋同様に消費電力(kW)が大きい、高台裏の温度が極端に高くなっている。また、土鍋の内側に転写したものについては、銀の厚みが60 μ mよりも70 μ mの方が下がる傾向にあった。銀転写紙の剥離現象についても前回同様に剥がれた。またこの土鍋について鉛の溶出試験を行った結果、無鉛フリットを使用したにもかかわらず基準値を超えるなどの問題があった。

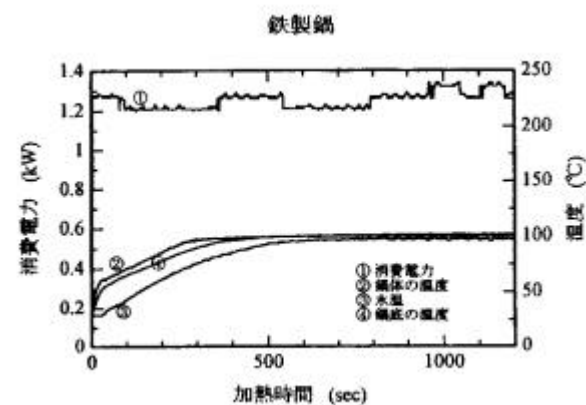
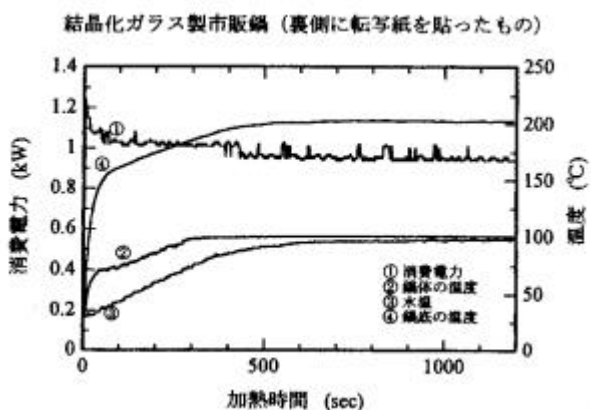
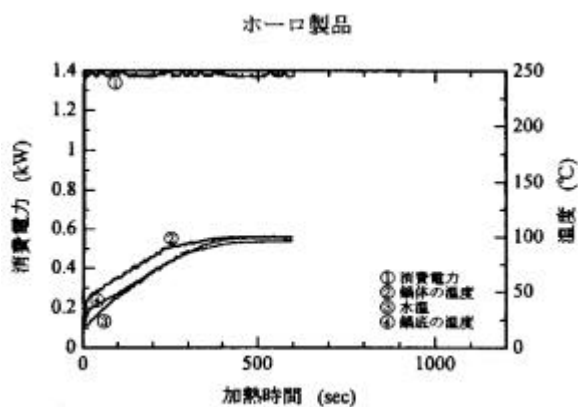
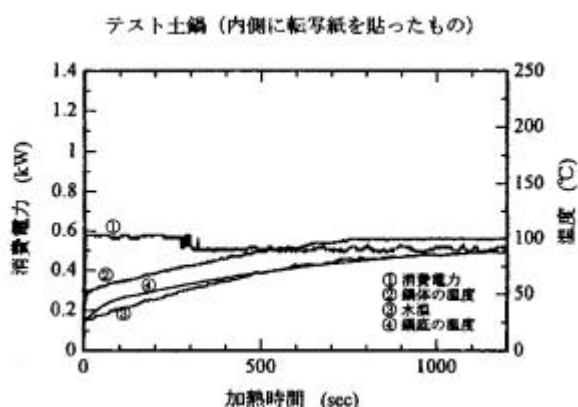
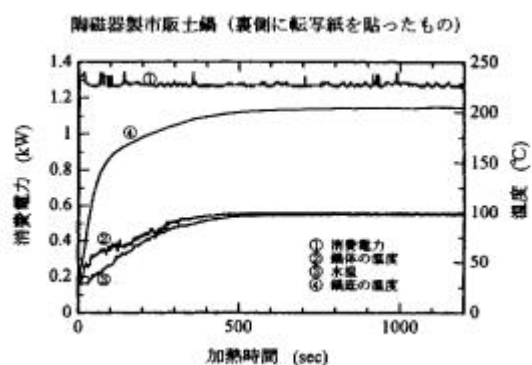


図1 各種鍋の電気特性

2.2 試作転写紙を使用した場合

2.1の結果を踏まえ銀転写紙を試作するために製版の準備を行った。銀(転写紙)の厚みをつける方法としては、紗及び感光乳剤で厚みをつける方法と印刷回数で厚みをつける方法があるが今回は後者の方法を選んだ。紗はテトロン150メッシュを用い、感光剤

は厚みが一定であるフィルム状の感光剤を使用した。転写紙の寸法は市販の転写紙と同じ直径約16.4cmになるように版を作製した。この版を用いて発熱体となる銀9部に無鉛フリット1部の割合で調合を行ない、スキージオイルを添加して、らいかい機で約1時間細磨して上絵具とした。この上絵具を半自動印刷機で一

回刷りし乾燥させた．その後同じ工程を繰り返し順次銀の厚みをつけ，最終的に4回重ね刷りを行った．重ね刷りした銀の厚みは2回刷りでは約 $30\ \mu\text{m}$ ，3回刷りでは約 $90\ \mu\text{m}$ ，4回刷りでは約 $120\ \mu\text{m}$ であった．この上絵具を印刷した2回刷り，3回刷り，4回刷りの銀転写紙を2．1同様に土鍋の内側に転写して通電しなかったが3回刷り(約 $90\ \mu\text{m}$)，四回刷り($120\ \mu\text{m}$)では電磁調理器が通電した．この結果を踏まえ，そこで3回刷り，4回刷りの銀転写紙単体及び，銀転写紙の剥離や鉛の溶出のことを考え，この銀転写紙に保護被膜(無鉛フリットに珪酸ジルコンを混ぜたもの)を直接重ね刷り(2回)したものや，銀転写紙

を貼って焼成した鍋に保護被膜だけを貼り，再度 820 で焼成した土鍋について同様の測定を行った．その結果を図2に示す．

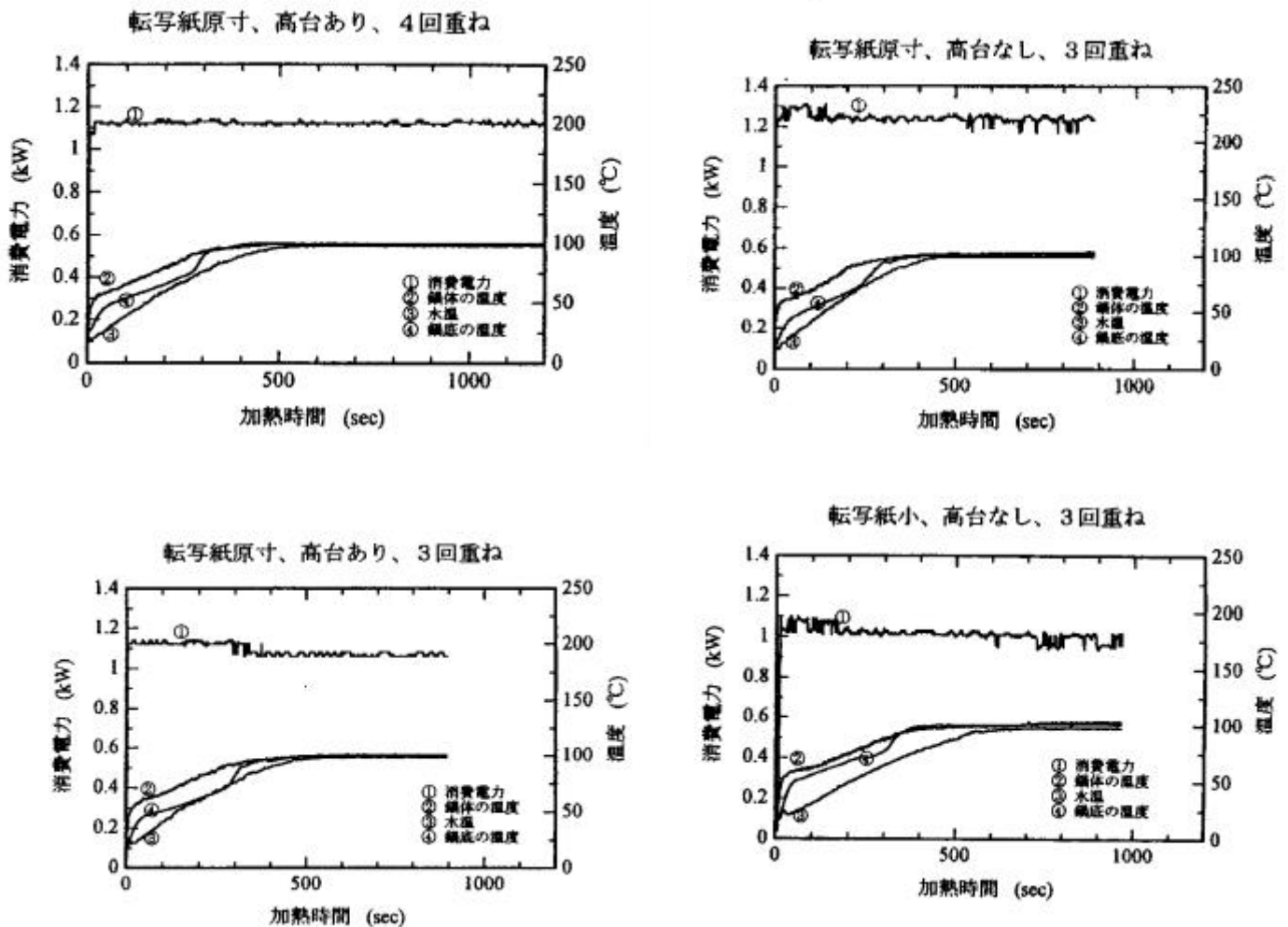


図2 転写紙の大きさ、厚み等による鍋の電気特性

試作した銀転写紙を土鍋の内側に貼り， 850 で焼成した結果は銀転写紙単体の場合に比べ，銀転写紙に直接保護被膜を印刷した場合には消費電力(kW)が下がった．また，銀転写紙を土鍋に単体で焼成した後，

保護被膜の転写紙を 820 で再焼成した場合には銀転写紙単体を貼った場合に近い値が得られた．また， $10\ \text{V}$ の電磁調理器では3回刷り(銀厚約 $90\ \mu\text{m}$)の方が4回刷り(銀厚約 $120\ \mu\text{m}$)よりも消費電力(kW)

の値が大きかった。しかし、200V の電磁調理器で測定した場合は逆の結果になった。また、水の上昇温度（最高温度及び沸騰迄に要する時間）についてはあまり差はなかったが、同じ 100 前後の温度でも視覚的には沸騰状態に違いがみられた。鍋体（銀転写部分に直接温度センサーを取り付けて測定）の温度についても銀の厚みによる差はあまりみられなかった。これらの結果から銀と保護膜を同時に印刷する場合には焼成による銀の損失を考慮しなければならない。また、銀の厚み（量）が有りすぎても消費電力(kW)の値が下がることから製版方法の見直しが必要である。また、鉛の溶出試験を行った結果、鉛は溶出しなかった。

3. まとめ

現在市販されている電磁調理器対応の陶磁器土鍋、結晶化ガラス製鍋、鉄、ホーロー製の鍋について、その電気特性を調べるとともにその問題点等の検討を行った。また、市販の転写紙についても同様の検討を行い、その結果を基に一定厚の銀の厚みを付けるための製版印刷の方法や、銀の保護被膜に使用する上絵具の検討を行い、銀転写紙の試作を行った。この試作した銀転写紙について同様に測定を行い、銀の厚みや大きさによる消費電力等の違い、焼成による銀と保護被膜との関係などを数値として表すことができた。

今後、これらのデータを電磁調理器に対応可能な機能性土鍋の製品開発に役立てたい。