

1) IH調理器対応型陶磁器製調理器具の開発

— IH加熱器対応型磁器製保温食器を開発—

寺崎 信・吉田 秀治

IH加熱器対応型の給食用磁器製保温食器の作製を試みた。その結果、熱衝撃抵抗性などの物性が良好で、しかも、比較的発熱効率が高く、均一に発熱して効率よく加熱保温できるIH加熱器対応型の磁器製保温食器を開発することができた。

1. はじめに

最近では、病院、福祉施設および学校給食において冷・温食供給のためIH加熱器が組み込まれた保冷加熱カートが普及しはじめている。今後、給食の現場でIH加熱方式の保冷加熱カートが普及していくであろうと予測されるが、このような保冷加熱カートに対応した磁器製の食器の開発はあまり進んでいない。しかし、このような食器は、将来的にIH加熱方式の保冷加熱カートの普及に伴い大きな市場となる可能性がある。したがって、本研究では、IH加熱方式保冷加熱カート対応した磁器製保温食器の開発を行った。

2. 実験方法

2.1 試料素地用陶土の調製

試料素地用陶土は、当センターで開発した天火用耐熱磁器を使用した。¹⁾ 陶土は、原料を表1に示した組成となるよう配合し、平均粒径が約4 μ mとなるように粉碎して調製した。また、調製した試料素地用陶土の粒度分布を図1に示した。

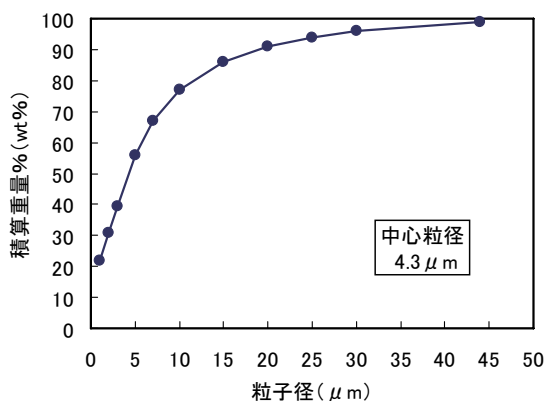


図1 耐熱磁器用陶土の粒度分布

表1 耐熱磁器用陶土の配合組成(wt%)

天草陶石	蛙目粘土	益田長石	仮焼タルク	アルミナ
36	10	6	18	30

2.2 試料釉薬の調製

試料釉薬は、佐賀県陶磁器原料(株)製強化磁器用タルク釉を用いた。その釉薬と耐熱磁器素地焼成体の熱膨張曲線や熱膨張係数などの熱的性質を図2に示した。

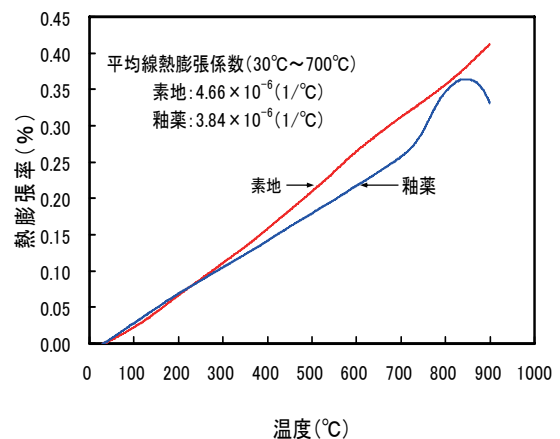


図2 IH保温用素地及び釉薬の熱膨張曲線

2.3 試料素地焼成体の吸水率及び嵩密度測定

焼成体の吸水率及び嵩密度は、ASTM C 373-88の方法で行った。

2.4 試料素地焼成体の曲げ強度測定

試料素地焼成体の曲げ強度は、JCRS203-1996(食器用強化磁器の曲げ強さ試験方法)の方法に準じ、島津製作所製オートグラフ AGS-5kNDで破壊荷重を測定し計算式で求めた。

2.5 試料素地焼成体の熱衝撃試験

熱衝撃試験は、JIS S 2400（陶磁器製耐熱食器）の方法に準じて試料素地焼成体に温度差 150℃から 280℃の範囲で熱衝撃を与え、その試料の曲げ強度を 2.4 の方法で測定して強度変化により熱衝撃抵抗性を評価して行った。

2.6 試料素地焼成体結晶相の同定

結晶相の同定は、粉末 X 線回折法によりスペクトリス(株)社製 X Part PRO X 線回折装置で行った。

2.7 IH加熱器用銀製発熱膜転写紙の作製

IH調理器用銀製発熱膜転写紙は、外形 8cmφ、内径 2 cmφ ドーナツ状の形状および三層構造²⁾となるように作製した。なお、銀ペーストは、昭栄化学(株)社製 H4804 を使用した。また、絵具層は、市販の耐酸有鉛絵具を使用し、透明フリット層は、(有)エクセル製無鉛フリット 030 を使用した。

2.8 IH加熱器対応型磁器製保温食器の作製

IH加熱器対応型磁器製保温食器は、2.1 で調製した陶土により、耐熱性の小鉢を焼成後 14φ×4H (cm) の寸法形状となるように成形し、2.2 で調製した釉薬を施釉してガス炉により還元雰囲気中で焼成温度 1300℃の条件で焼成して、さらに 2.7 で作製した IH調理器用銀製発熱膜転写紙を貼付し、電気炉により 800℃で焼成して作製した。作製した IH加熱器対応型磁器製保温食器は、製品としての物性試験や発熱試験の試料とした。

2.9 IH加熱器対応型磁器製保温食器の熱衝撃試験

IH加熱器対応型磁器製保温食器の熱衝撃試験は、温度差 $\Delta T=180^\circ\text{C}$ とし JIS S 2400（陶磁器製耐熱食器）の方法に準じて行った。

2.10 IH発熱膜の発熱試験

発熱膜の発熱試験は、IH加熱器として 100V 300W 仕様のシャープ(株) IH Serever を用い、試料表面温度と IH Serever の加熱による水 100g の水温

の経時変化を(株)チノー社製 CPA-8200 サーモグラフィで測定して評価した。

3. 結果と考察

3.1 試料素地焼成体の性質

試料素地焼成体の物性を表 2 に、試料素地焼成体の X 線回折パターンを図 3 に示した。また熱衝撃試験の結果を図 4 に示した。

この表から、試料素地焼成体は、吸水率が 0.06%、嵩密度が $2.46\text{g}/\text{cm}^3$ および曲げ強度が 128MPa の値を示すことが明らかとなった。嵩密度と曲げ強度が通常の磁器より大きいのは、図 3 に示したように試料素地焼成体中に Corundum ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) が存在しているためと考えられる。

これらの結果から、試料素地焼成体は、1300℃還元焼成で磁器化することが明らかとなった。

また、試料素地焼成体の熱膨張係数は、 $4.66 \times 10^{-6} (1/^\circ\text{C})$ (30~700℃) の値を示した。この値は、天草陶土焼成体の熱膨張係数約 $7.00 \times 10^{-6} (1/^\circ\text{C})$ (30~700℃) よりかなり小さい値であることが明らかとなった。

表2 試料素地焼成体の性質

吸水率 (%)	嵩密度 (g/cm^3)	曲げ強度 (MPa)	熱膨張係数 ($1/^\circ\text{C}$) [*]
0.06	2.46	128	4.66×10^{-6}

*: 30~700℃間の線熱膨張係数

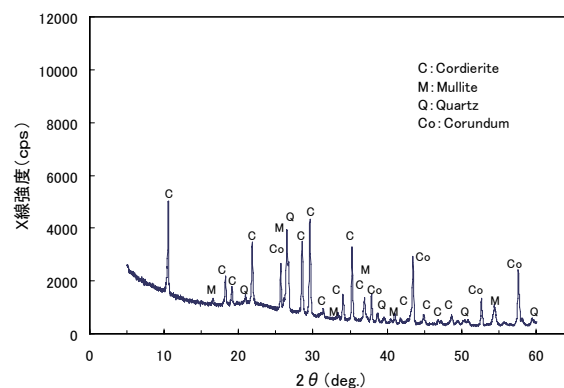


図3 試料素地焼成体のX線回折パターン

一方、試料素地焼成体の熱衝撃抵抗性は、図 4 に示した結果から熱衝撃温度差 (ΔT) が 250°C まで素地の大きな強度低下は認められず、 $\Delta T=250^\circ\text{C}$ まで良好であることが明らかとなった。

このことから、試料素地は、IH加熱器対応型の磁器製保温食器の素地として良好であることが明らかとなった。

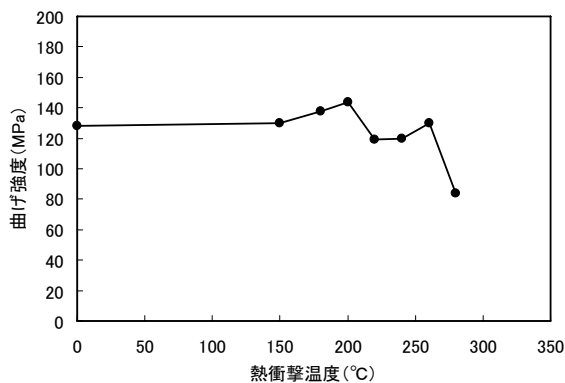


図4 試料素地の熱衝撃抵抗性

3.2 IH加熱器対応型磁器製保温食器の熱衝撃試験

試作したIH加熱器対応型磁器製保温食器に対し熱衝撃試験を行った結果、素地、釉面およびIH発熱膜にひび割れや亀裂などの欠陥は生じなかった。

このことから、試作したIH加熱器対応型磁器製保温食器は、IH加熱器に対し十分に対応できることが明らかとなった。

3.3 IH発熱膜の発熱試験

IH発熱膜の発熱試験に用いた試料の形状および厚みと高台高さの寸法を表3および図5に示した。また、IH Sereverの加熱による水温の経時変化と試料表面温度をそれぞれ図6および図7に示した。

図6に示したIH Sereverの加熱による水温の経時変化の結果から、試作Bの容器は、6分後に水温が92°Cに達することが明らかとなった。一方、ステンレスポットは、5分後に水温が92°Cに達することが明らかとなった。このことより、試作Bの容器は、ステンレスポットに近い水温の経時変化を示すことが明らかとなった。しかし、試作Aの容器は、水温が46°Cに到達した時点でIH Sereverの通電が停止した。これは、表2および図5に示したように容器Aが容器Bに比べ高台高さが高く、今回用いたIH Sereverの出力が300wと小さいため、IH Sereverのコイルと発熱膜の距離および発熱膜の温

度上昇に伴う発熱膜の微妙な電気抵抗の変化によりIH Sereverの通電が停止したと考えられる。

また、図7a,bに示したステンレスポットおよび試料容器Bの水の沸騰状態の熱画像から、試料容器Bは、底面が全体に赤く表示されステンレスポットと同様に均一に加熱されていることが明らかとなった。

これらのことから、試作容器Bは、IH加熱器対応型の給食用磁器製保温食器としての性能が良好であると考えられる。

表3 IHサーバーに使用した試料容器の厚さと高台高さ

	試作A	試作B	ステンレス
底面厚さ(mm)	4.9	3.2	0.7
高台高さ(mm)	2.2	0.9	0.0

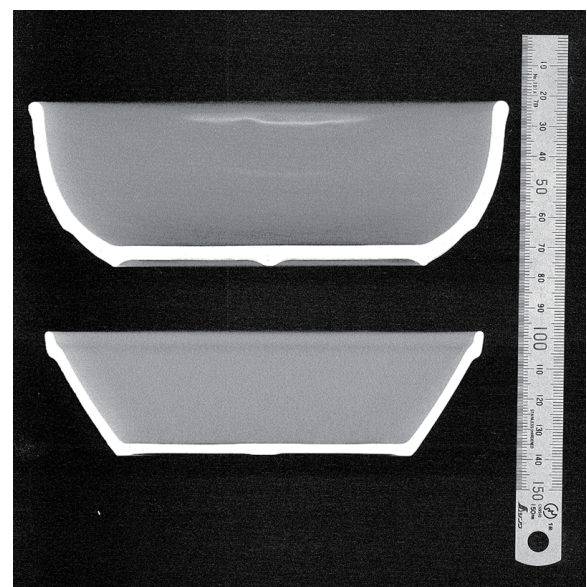


図5 試作品の断面図 試作A(上) 試作B(下)

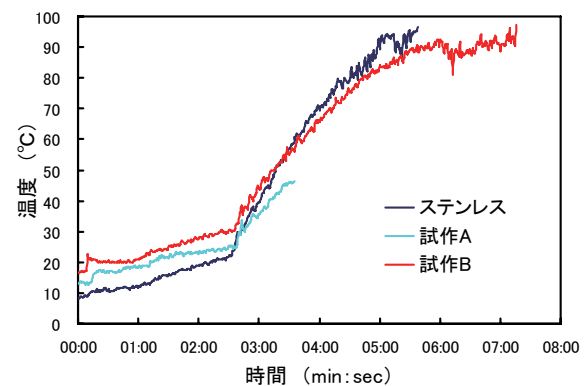


図6 IHサーバーによる水温の経時変化

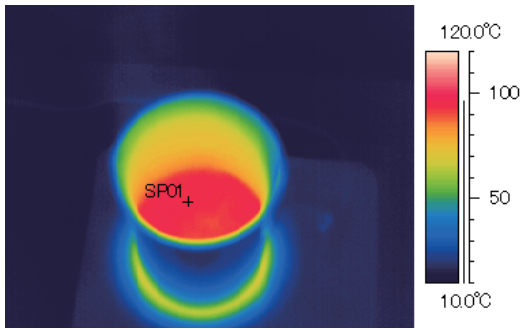


図7a ステンレススポットによる煮沸の熱画像

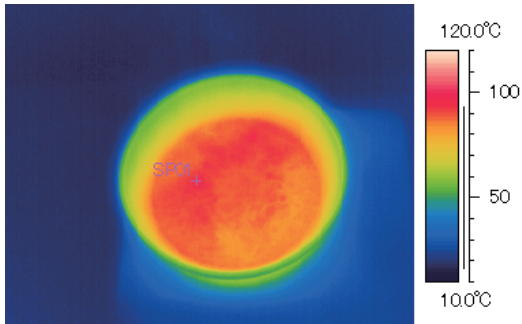


図7b 試作B容器による煮沸の熱画像



図 8b 上絵転写加飾（鍋島様式）



図 8c イングレ転写加飾（下絵転写紙使用）

3.4 試料容器の加飾に関する検討

給食用食器に施す一般的な加飾法である上絵転写およびイングレ転写を試料容器に行った。加飾した試料容器の写真を図8に示した。

これらの写真により、上絵の剥落やひび割れなどの欠点は生じないことが明らかとなった。また、イングレも上絵と同様に問題となる欠点は生じないことが明らかとなった。これらのことより、試料容器にも給食用食器に施す一般的な加飾法である上絵転写およびイングレ転写で加飾することが可能であることが明らかとなった。



図 8a 上絵転写加飾（柿右衛門様式）

4. まとめ

I H加熱器対応型磁器製保温食器用素地の物性とI H加熱器に対する発熱性能を評価し、その結果に基づいてI H加熱器対応型磁器製保温食器を試作した。

試作品は、製品として熱衝撃抵抗性に優れ発熱特性が良好であることを明らかとし、I H加熱器対応型磁器製保温食器を開発することができた。

また、試作品は、一般の給食用食器と同様に加飾することができることも明らかとした。

参考文献

- 1) 蒲地伸明、佐賀県窯業技術センター平成15年度業務報告書、P33-36
- 2) 寺崎 信、吉田秀治、佐賀県窯業技術センター平成16年度業務報告書、P45-49