

ー可能性試験ー

低炭素社会に対応した新規な耐熱磁器開発のための可能性試験

陶磁器科 秋月俊彦

要 約

低炭素社会に対応するため、コーディエライト質耐熱磁器の低温焼成の可能性について検討を行った。その結果、素地は1200℃以上で吸水性のない磁器となり、熱膨張率は焼成温度の上昇と共に小さくなる傾向を示した。また、釉薬の熱膨張率も素地と同様の傾向であった。さらに、試験坯土の量産化試験を製土企業で行ない、その試験坯土による試作品（施釉）は、1200℃焼成においては亀裂が認められたが、1250℃以上の焼成では亀裂の発生は認められず、吸水性のない耐熱磁器を得られることが確認された。また、耐熱衝撃性も急冷温度差（ ΔT ）280℃以上あることが確認され、これまでより50℃低い1250℃で、特性として問題のない耐熱磁器を得ることができた。

キーワード：コーディエライト質、耐熱磁器、低温焼成、耐熱衝撃性

1. はじめに

国内における電子レンジの普及率は95%を越え、オーブンや過熱水蒸気などの機能が付加されたものも多数販売されている。それに伴い、使用する陶磁器製の食器も、より高温からの急冷に耐える耐熱磁器製品が市場から求められている。当センターでは平成21年度から平成22年度の2年間で、これまで報告されている文献¹⁾をもとに、普通磁器と同じ1300℃還元焼成で得られるコーディエライト（ $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ ）質の耐熱磁器製品を開発した²⁾。本研究では、試験坯土の量産化試験を製土企業で行うと共に、今後の低炭素社会に対応するため、どこまで焼成温度を下げ、耐熱磁器が製造できるのか、その可能性について検討した。

し込み、試験体（10mm×70mm×4mm）を作製した。試験体は乾燥後、電気炉により1150℃、1200℃、1250℃、1300℃で酸化焼成した。焼成後の試験体を用いて、吸水率と熱機械分析装置（リガク製 TMA8310）により熱膨張率を測定した。また、X線回折装置（Philips製MPD1800）を用いて、試験体の鉱物相を同定した。

表1 素地の原料配合

(mass%)

焼タルク	37.0
アルミナ(A-13)	16.9
ペタライト(#200)	9.1
益田長石(特級)	9.5
蛙目粘土	27.5

2. 実験方法

2.1 素地の作製

今回検討した耐熱素地の原料配合を表1に示す。表1の配合割合で原料を秤量の後、水を加え、ポットミルで湿式粉碎を行った。その後、ポットミルから泥漿を取り出し、脱水処理を行い試験坯土とした。この試験坯土に水と珪酸ソーダを加えて泥漿粘度1000mPa・s以下に調整を行った後、石膏型に流

2.2 釉薬の作製

今回用いた釉薬の原料配合を表2に示す。表2の配合割合で原料を秤量の後、水を加え、ポットミルで湿式粉碎を行った。その後、ポットミルから釉薬泥漿を取り出し、必要量を脱水処理後、塊状にして乾燥した。乾燥後、電気炉により1200℃、1250℃、1300℃で酸化焼成を行ない、得られた塊状の

釉薬焼結体から試験片を切り出し、熱膨張を測定した。また、X線回折装置を用いて、試験体の鉱物相を同定した。

表2 釉薬の原料配合
(mass%)

珪石	42.5
益田長石(特級)	9.5
アルミナ(A-13)	6.7
焼タルク	6.1
ドロマイト	5.2
ベタライト(#200)	30.0

2. 3 量産化試験

素地については、製土企業において表1の原料配合割合で、ボールミルにより湿式粉碎し、試験坯土150kgを作製した。その試験坯土を用いて、圧力鑄込みにより、試作用の皿を成形した。成形体を乾燥の後、900℃で素焼きを行い、釉薬を施し、電気炉により1200℃、1250℃、1300℃で酸化焼成を行った。得られた焼結体について、目視による釉薬の状態や亀裂の有無を確認した。さらに、JIS-S2400に準拠した方法で熱衝撃試験を行った。

3. 結果及び考察

3. 1 素地の焼結体特性

焼成した試料の吸水率を図1に示す。焼成温度1150℃では吸水性が認められたが、1200℃以上で吸水性のない磁器質となることが確認された。また、1200℃以上で焼成した試料について測定した熱膨張曲線を図2に示す。焼成温度が高くなるに従い、熱膨張率は小さくなる傾向が認められた。また、試験体のX線回折結果は、図3に示すように、焼成温度が高くなるに従い、コーディエライトのピーク強度がやや増加する傾向を示した。これら図2と図3より、焼成温度が高くなる程、コーディエライトの生成量が増加することで、熱膨張率が小さくなったと考えられる。

3. 2 釉薬の特性

釉薬について焼成後試料の熱膨張曲線を図4に示す。釉薬の熱膨張も素地と同様、焼成温度が高くなるに従い、熱膨張率は小さくなる傾向を示した。

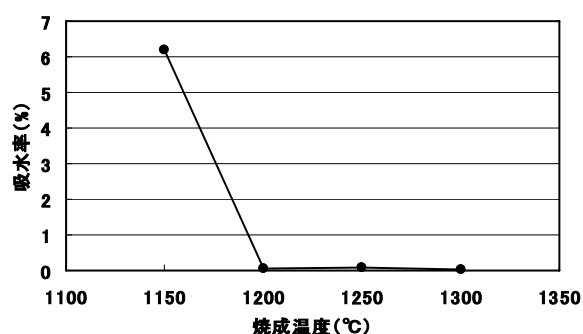


図1 素地の吸水率

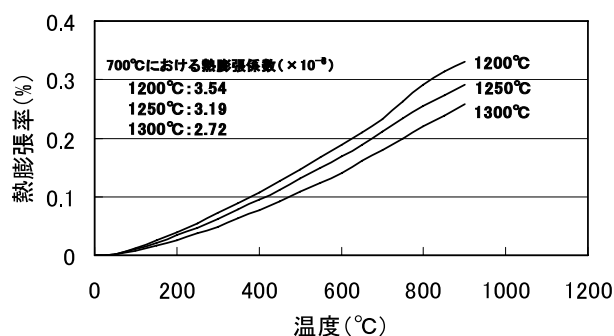


図2 素地の熱膨張曲線

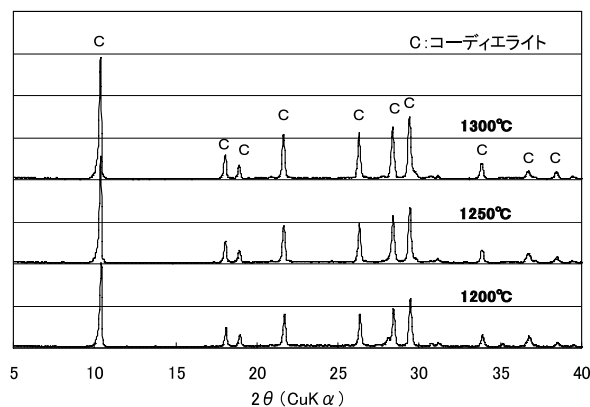


図3 素地の鉱物

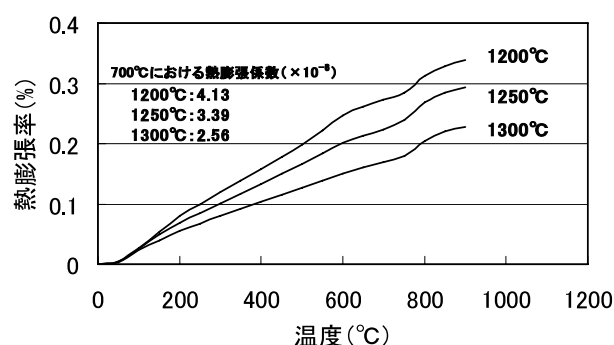


図4 釉薬の熱膨張曲線

3.3 量産化試験による試作品の評価

今回の試験坯土150kgから試作した皿の各温度で焼成後の表面状態を図5に示す。



図5 焼成温度による表面性状



図6 1200℃焼成品の高台部分の亀裂
(赤丸で示した箇所)

図5より、1200℃焼成品の表面は、光沢のないマット状態であるが、焼成温度が高くなるに従い釉薬が溶け、光沢のある表面となった。また、図6に示すように、1200℃焼成品に限り、高台の釉薬部分に微細な亀裂が数箇所認められた。その原因として、図2に示した700℃における、素地の熱膨張係数と、図4に示した釉薬の熱膨張係数を比較すると、1200℃焼成では、素地よりも釉薬の熱膨張係数が

かなり大きく、引っ張り応力により、釉薬層に貫入が発生したと考えられる。一方、1250℃と1300℃焼成品については、素地と釉薬の熱膨張係数の差が小さくなり、亀裂の発生には至らなかったものと考えられる。最後に、1200℃焼成品は焼成時に亀裂が発生したため、1250℃と1300℃焼成品について熱衝撃試験を行った。その結果、1250℃と1300℃焼成品のどちらも、280℃以上の温度差に耐えることが確認できた

4. まとめ

- (1) 当センターで開発した耐熱素地は、1200℃以上の酸化焼成で、吸水性のない磁器質となることが確認された。
 - (2) 耐熱磁器の素地と釉薬はどちらも、焼成温度が高くなるに従い、熱膨張率は小さくなることが明らかとなった。
 - (3) 試作品による焼成試験の結果、1250℃以上の焼成で、亀裂のない焼結体が得られることが確認された。
 - (4) 1250℃以上での焼成品は、280℃以上の耐熱衝撃性をもつことが明らかとなった。
- 以上、今回の結果から、開発したコーディエライト質の耐熱磁器は、これまでの1300℃焼成よりも50℃低い1250℃で、特性として問題がなく焼成可能であることが確認できた。

参考文献

- 1) 井上元之、特許第599661号公報
- 2) 秋月俊彦、梶原秀志、小林孝幸、山口英次、井上元之、「新規な耐熱素材の開発」、平成22年度長崎県窯業技術センター研究報告、7-10、2012.