

透光性のよい照明具の開発

陶磁器科 河野将明・吉田英樹・小林孝幸
山口英次・兼石哲也

要 約

熊本県から産出される天草陶石を利用して、透光性にすぐれた陶磁器の開発を行った。耐火度の低い天草陶石を用いて、長石、カオリン、石英などとともに湿式配合し透光性試料を調製し、一軸加圧成形により円盤状試料を作成した。これらの試料は、1200～1300℃焼成を行い、焼成にともなう諸物性（鉱物組成、吸水率、透光性）を検討した。1200～1300℃還元焼成をおこなうと、試料は1250℃以上の焼成温度で磁器化することがわかった。また、分光光度計によりこの試料の透過率は、1200℃焼成では透過率は低かったが、焼成温度の増加とともに透過率は向上した。たとえば、1300℃焼成で厚みが3mmの試料の透過率は3.9%を示し、従来の天草陶土から作製した磁器(0.5%)と比べて高い透過率を示した。

キーワード：低火度陶石、透光性、照明具

1. はじめに

陶磁器を用いた照明具は種々あるが、穴を開けて光を導き出す製品がほとんどであり、磁器の透光性を利用した照明具は数少ない。ポーンチャイナ¹⁾がその一つであるが、これは素地の原料として骨灰を用いることによって透光性を高めたものである。この素地は熔化性であるため、焼成方法が専用窯道具を使用することや酸化焼成であることなど日本で普及している方法と異なり、製造が困難である。また、素地の肉厚を薄くすることによって透光性を高めた三川内焼（佐世保市）の薄胎、三重県の白陶火があるが、成形後の素地は、脆く、手間をかけた精密加工技術を必要とするだけでなく、加工による割れにより歩留まりが落ちるため、製造を困難にしている。

陶磁器のメリットは、既存のプラスチック製品に比べると耐候性に優れており、ガラス製品に比べると曲げ強度などの点で優っている。

本研究では、従来利用できなかった天草低火度陶石を用いて新たな用途開発を目的に、透光性磁器素地の検討を行い、その諸物性を調べるとともに陶磁器製の照明具の試作を行った。

2. 実 験

2.1 透光性素地の調製

透光性素地の配合は、天草2等陶石、低火度陶石、長石、カオリン、石英などの原料を所定量を配合したものを(試料A)、その配合に媒熔剤を加えたものを(試料B)を用いた。これら原料の調合には、遊星ボールミルを用いて湿式混合し、適切な粒度分布を示すように条件設定を行った。その後、室温にて混合物を乾燥し粉末を得た。この粉末を所定量とり、φ45mmの金型に入れ、一軸加圧成形した。試験片は、粉末の粉末量を変化させることで異なる厚み（約2.5-4.5mm）を持つ試験片を作製した。比較として天草選中陶土の試験片も作製した(試料C)。

2.2 試料の焼成

焼成は、0.1m³のガス炉にて、1200～1300℃で還元焼成を行い、炉圧調整によりCO濃度を約2～3%で行った。

2.3 焼成後試料の諸物性

各焼成温度(850～1300℃)で得られた試験片の鉱物相は粉末X線回折装置により同定し、透過率、白色度は分光光度計により測定した。吸水率の測定

はJIS R2205-1992に準拠した。

3. 結果と考察

3.1 原料の化学分析値と鉱物相

蛍光X線分光分析による用いた原料の化学組成を表1に示す。

天草陶石の分析値において、2等陶石と天草低火度陶石の主成分はSiO₂とAl₂O₃である。天草低火度陶石が天草陶石と比べてSiO₂量が1.7mass%少なかった。これらの陶石中に含まれているSiO₂やAl₂O₃以外の成分では、Na₂O量が0.8mass%、K₂O成分が0.6mass%と多かった。また、本研究で用いた低火度陶石は酸による脱鉄処理しておりFe₂O₃やTiO₂量は2等陶石と比べてあまり変わらなかった。

また、用いた原料の鉱物相を表2に示した。天草2等陶石と天草低火度陶石の鉱物組成はほぼ同じであった。

表1 蛍光X線分光分析による用いた原料の化学分析値

	/ mass%								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Total
天草2等陶石	80.5	15.6	0.33	tr	0.02	0.06	0.08	3.13	99.7
天草低火度陶石	78.8	15.0	0.33	0.02	0.03	0.04	0.91	3.75	98.9
インド長石	65.9	18.9	0.10	0.01	tr	0.02	0.05	12.3	97.3
NZカオリン	56.67	42.79	0.30	0.08	0.01	0.01	0.03	0.01	99.9
石英	99.9	-	-	-	-	-	-	-	99.9

tr : trace, 定量限界値以下

表2 用いた原料の鉱物組成

原料名	鉱物組成			
天草2等陶石	セリサイト	カオリン	曹長石	石英
天草低火度陶石	セリサイト	カオリン	曹長石	石英
インド長石		微斜長石	曹長石	石英
NZカオリン	ハロイサイト			石英
石英				石英

表3 焼成後試料の鉱物組成

焼成温度/°C	鉱物組成			
850	セリサイト	カオリン	長石類	石英
1050	セリサイト	カオリン	長石類	石英
1100			長石類	石英 ムライト
>1200				石英 ムライト

3.2 試料の焼成性状

用いた原料を組み合わせて得られた試料を850°Cから1300°Cまで焼成したときの鉱物相の変化を表3に示す。

850°C焼成のとき、試料の鉱物相は、カオリンやハロイサイトをのぞいて原料に由来するものが残存していた。焼成温度を上げていくと、セリサイトや曹長石は1050°Cで、長石類は1200°Cで消失した。また、この温度では残存している石英に加えてムライトが生成した。これは、低い温度で無定形化するカオリンやハロイサイト、XRDピークが消失した長石類の成分がムライト層を形成したと考えられる。

焼成温度を変化させたときの吸水率の変化を図1に示す。

吸水率は、850°Cと焼成温度が低いとき、約31%と高かった。焼成温度を上げていくと吸水率は減少する傾向を示した。XRDパターンから用いた原料が消失していく1050°Cでは16%と850°Cのときと比べて約半分になった。さらに焼成温度を上げた1200°Cでは、3.2%と小さくなり、焼成温度が1250°C以上ではほぼ0%であった。焼成にともなう吸水率の変化から、焼成温度の増加は吸水率を減少させ試料の緻密化を推定することができる。一般的に、吸水率から推定される磁器化の目安は、吸水率が1%以下であることから1250°C以上の焼成温度で本研究で配合した試料A, Bは磁器化することがわかった。また、磁器化したとき、試料A,Bの全収縮率は1250

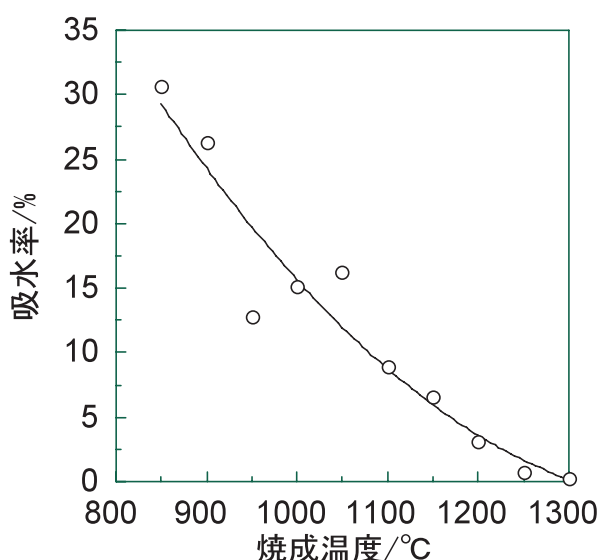


図1 焼成温度と吸水率の変化(試料B)

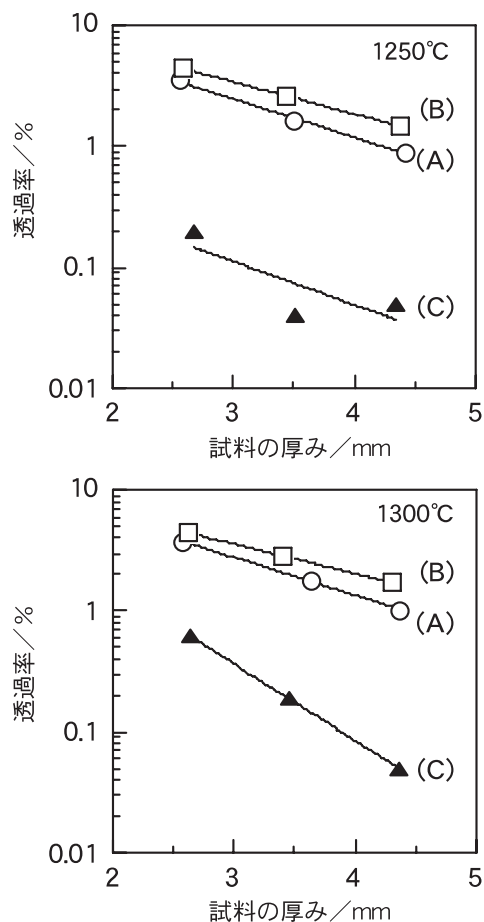


図2 焼成温度1250℃、1300℃における試料厚みと透過率の関係（A:試料A, B:試料B, C: 試料C）

℃、1300℃焼成のどちらも約11%程度であり、試料Cは9.4%であった。

3.3 試料の透過率および色彩値

焼成温度1250℃、1300℃で得られた試料の厚みと透過率の関係を図2に示す。

いずれの試料も焼成温度1200℃では透過率は低かった(<0.1%)。焼成温度1250℃以上では透過率は向上した。たとえば、焼成温度1300℃、厚みが3mmの試料の透過率を比較すると3.9%を示し、従来の天草陶土から作製した試料(0.5%)と比べて高い透過率が得られた。

得られた試料A、Bの色彩値を表4に示す。比較として天草選中陶土から作製した試料もあわせて示す。試料A、Bの白色度は、焼成温度が1250℃、1300℃のどちらも試料Cと比べて高かった。用いる原料とその配合量により陶磁器製造に用いられる原料で高い透過率と色彩値をもつ試料が得られた。

表4 透光性素地と天草選中素地の色彩値

	1250℃			1300℃		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
試料A	89.9	-0.7	-0.8	90.3	-0.5	-1.0
試料B	92.1	-1.6	-0.6	92.6	-1.8	-0.9
試料C	87.2	-0.9	-0.6	87.2	-1.2	-0.1



図3 試料Bを用いて試作した照明具（施釉品）

3.4 透光性素地を用いた試作品への展開

本研究で取り組んだ透光性素地を用いて泥漿を作製し鑄込み成形で図3に示すような照明具を試作した。

この形状を鑄込み成形したとき、着肉時間は約60分と従来の食器などに使われる天草陶土から作製した泥漿鑄込み成形とあまり変わらなかった。この形状の脱型は天草陶土と同様で容易であり乾燥後の割れや歪みといった欠点は見られなかった。このような応用展開していくためには変形や歪みを改善するような形状、焼成方法が今後の課題である。

また、この試作品に電器部材を装着し、明かりを灯すと柔らかい明かりが見られた。また、明かりを灯さないときは高い白色度を示すため、陶磁器のインテリアとして利用できる。

4. まとめ

長石、カオリン、石英などの陶磁器原料と未利用資源である天草低火度陶石を利用して透光性素地を配合したところ、1250℃以上の焼成温度で磁器化し、このとき素地はムライト相と石英相と熔融成分のガラス相から成る。媒熔剤の添加により透過率は向上することがわかった。今後の課題は、透光性の発現

機構を種々の分析手法を用いて明らかにしていくとともに、試作品へ展開したとき、焼成による欠点(変形、歪みなど)を改善する方向を検討していく。

文 献

- 1) 特開平5-294666

付 記

本研究は、経済産業省・地域資源研究開発事業「陶磁器製造技術を活用した機能性食器・透光性のよい照明具」に採択され実施している。