

直ぐ焼ける天心楽焼の開発

常世田 茂* 吉田 博和**

1. はじめに

陶芸は成形から完成まで通常2週間以上の時間が掛かる。そこで全工程を4時間程度に短縮する技術を開発することで本県の観光サービスと結びつけた新たな陶芸観光サービスを行うと共に、自宅でも楽しめる作成キット商品の開発を行った。

2. 目的

- (1) 北茨城蛙目粘土を活用すること
- (2) 設備投資が最小であること
- (3) 粘土は成形が容易で、焼成は日常使用の器として使える高温焼成であること
- (4) 表1に示す成形～冷却までを短時間で可能にする素地・釉薬・焼成技術を確認すること

表1 工程別 目標時間

目標時間	成形	乾燥	素焼き	絵付け	施釉	本焼き	冷却
4.5時間	30分	30分	1時間	30分	30分	1時間	30分

表1 工程中製作者の任意又は技術に依存する「成形」「絵付け」「施釉」を除く工程について研究を行ったので報告する。

3. 使用素地の研究

3.1 素地配合

使用素地は北茨城産蛙目粘土をベースに粒度の異なるシャモットを2割と北茨城耐熱粘土¹⁾の計4種類で行った。

表2. 試験体の配合割合

素地番号	素地及び配合割合		
No.1	北茨城蛙目粘土	100	
No.2	北茨城蛙目粘土	80	シャモット#60 20
No.3	北茨城蛙目粘土	80	シャモット#20 20
No.4	北茨城耐熱粘土	100	

3.2 北茨城蛙目粘土の性能(物性データ)の研究

(1) 元素組成

試料は105℃で乾燥し、タングステンカーバイド製容器を用いて粉碎器(HEIKO:TI-100N)で微粉碎してから1025℃で煨焼した。煨焼前後の重量変化から強熱減量(LOI)を算出した。煨焼試料約0.5g及び蛍光X線分析用四ホウ酸リチウム(和光純薬製)約5gを混合し、白金皿に移して高周波溶融装置(東京科学:TK-4200)で均一溶融させ、蛍光X線分析装置(島津製作所:XRF-1700)により半定量分析を行った。

表3 北茨城蛙目粘土の元素組成(%)

LOI	SiO2	Al2O3	Fe2O3	TiO2	MnO	CaO	MgO	K2O	Na2O	P2O5
7.33	60.06	22.70	3.33	0.50	0.03	0.25	0.30	5.18	0.22	0.06

(2) 素地試験

サンプルはタイラー篩40メッシュで湿式精製処理を行った後、練り土状に調整、石膏型を用い約120mm×25mm×15mmに成形し乾燥後、試験体の乾燥収縮率を測定した。

焼成は電気炉による酸化条件下で1230, 1250, 1280℃(100℃/hr)1hr保持で行った。

煮沸吸水率は、3hr煮沸による定法により測定した。結果図1に示した様に蛙目単味では1280℃で煮沸吸水率4%、全収縮で11%と高い耐火度を示した。

シャモットを加えたNo.2・No.3は吸水率が大きく、目的(3)の日常的な使用には不向きであった。No.4は焼結がやや急ではあるが焼結性が良く、試験結果からNo.1とNo.4が適していると思われる。

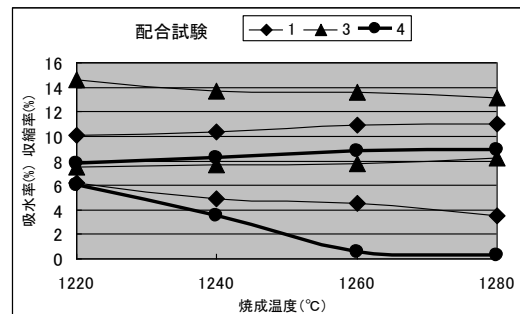


図1 収縮率・煮沸吸水率の変化

4. 乾燥工程の研究

4.1 テストピース成形条件

4種類の素地で小鉢形状のテストピース(10cm径)をロクロおよび手びねりにより成形した。素地の平均含水率はロクロ成形で36%、手びねりで32.5%であった。成形性としてはNo.1とNo.4が優れていた。成形後直ぐに電子レンジ、オーブントースター、カセットコンロにより乾燥処理を行った。(表4)

表4. 乾燥試験結果

素地番号	カセットコンロ	オープン	電子レンジ			
	弱火	300W	120W	200W	460W	700W
No.1	×	×	40~60分	×	×	×
No.2	×	×	40~60分	×	×	×
No.3	30分	×	40~60分	×	×	×
No.4	30分	40分	30分	13分	×	×

4.2 乾燥工程結果

乾燥処理の結果(表4)No.1~3までは出力が大きいと水蒸気爆発により破損する可能性が高い事がわかった。この為低出力により乾燥させるか、目標時間内に乾燥させる場合、途中から出力を変える方法も考えられるが素地の条件によってタイミングを計る必要があるため難しいと判断される。

一方No.4は中出力(200W)でも割れずオープンでも

問題が起きなかった事から表 1 の乾燥条件をクリアする結果となった。

4.3 乾燥機別結果

乾燥に使用した機器（表 4）別ではカセットコンロが早く乾燥できたが加熱コントロールが難しい点や均一な乾燥を行うためテストピースを反転させる手間が掛かる為マニュアル化が難しいと判断された。

オーブンはメーカーによる違いはあるものの、低出力バンドが無い、タイマー機能が短い、素地の破裂時に剥出しのヒーターを破損させる恐れがあることから乾燥機として不適と判断した。

電子レンジはメーカーによって出力の違いがあるが概ね 100～200W の低出力を含む数段階のバンドを備えており、素地の破裂時でも機器本体への影響が低いことから乾燥機として最適と判断される。

5. 素焼き工程の研究

焼成に使用した七輪はやや大きめのもので、外径 310mm 高さ 220mm 内径 26mm 高さ 120mm、底部に 40mm×30mm の空気孔を持ち全体は珪藻土で作られている。価格はホームセンターで 1,980 円であった。



図 2 家庭用七輪

乾燥後も試験体には水分を含んでいる事から依然水蒸気爆発の可能性を含んでいる。この為下層に着火炭を置き上層には未着火の炭を置く事で急激な温度変化を避けた。

乾燥させた 4 種類の素地 No. 1～4 を表 5 に示す工程により素焼を行った結果 No. 1～2 はドライヤーによる送風を開始すると間もなく破裂が起こったものの No. 3～4 では 1 時間での焼成が可能である事が分かった。

表 5 素焼工程表

10分	10分	20分	10分	10分
空気穴・閉	空気穴・開	ドライヤー弱	空気穴・閉	取出して冷却

6. 本焼き工程の研究

6.1 配置条件

試験体の配置方法は 2 パターン行った。パターン A は炭の上に直接置き、パターン B は内窯を設けて中に置いた。焼成温度は 800～950℃であった。

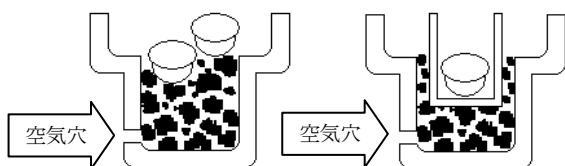


図 3 配置パターン A (左) パターン B (右)

配置パターン A では炭に直接接触しているため「ごま」と呼ばれる、熔けていない灰が表面に付着するため表面が荒れた状態になった。また試験体の上に重ねた炭

が邪魔で釉薬の熔け具合の確認が難しいという問題点があったが、全体の炭の量を減らすことで目視による確認がしやすくすると共に、複数個行っていた焼成個数を 1 点にすることで釉薬の熔融管理を十分に行うことが可能となった。この結果「ごま」の問題が改善できることが分かった。

この方法の利点として通常床面に接する「高台面」には釉薬を施すことが出来ないが、炭の中に浮いている状態なので全面に施すことが可能となった。



図 4 高台面の釉薬

一方パターン B では内窯の中に入れてあるため釉薬が炭の影響を受けることなく熔けるタイミングも目視で確認可能と思われたが、七輪本体が熔ける 1500℃まで温度を上げても内窯内部の温度は上がらず釉薬が熔けなかった。このため内窯を設ける方法は向かない事が分かった。

6.2 焼成方法

焼成は着火した炭に送風機（ドライヤー）によって温度を上げた。また風力は以下のように三段階とした。

- ドライヤー弱（空気穴より 30cm 離して送風）
- ドライヤー中（空気穴より 15cm 離して送風）
- ドライヤー強（空気穴に直接送風）

焼成実験の結果、ターボ機能を使うと最高温度 1500℃を超え、想像以上に高火力を得られることが分かった。強レベルでも 1250℃前後に達し、施釉した釉薬が十分に熔ける事を確認した。

素地 No. 1～3 は 3 号釉、No. 4 は耐熱釉を施釉し良好な結果を得た。本焼工程は素焼き後の種火を使い、表 6 の通りであった。

表 6 本焼工程表

10分	10分	20分	20分
空気穴を開け炭を大盛	ドライヤー弱	ドライヤー中	ドライヤー強

7. 冷却工程の研究

素地 No. 1～3 は七輪から取出して大気中での自然冷却で割れた。No. 4 は割れなかったものの 30 分以内での十分な冷却は難しいと判断した。そこで最高温度（1250℃）からの水中冷却を試みたところ、問題なく急冷に耐え、目標時間の大幅な短縮を可能にした。

8. まとめ

1. 北茨城蛙目粘土を配合した耐熱粘土が有効
2. 設備は電子レンジ・七輪・ドライヤー程度なので設備投資がほとんどかからない
3. 使用する耐熱粘土は成形が容易で、日常使用の器として使える高温焼成が可能
4. 成形～冷却まで 4.5 時間で陶芸を楽しめる

参考文献

- 1) 茨城県工業技術センター研究報告書 第 37 号 (2010)
- 2) 七輪陶芸入門 (主婦の友社) 吉田 明 著