

やきもの焼成技術研究会

小島 均* 曾我部 雄二* 寺門 秀人*

1. はじめに

笠間焼産地を中心とした県内製陶業者のうち約95%が個人事業主であり、多品種少量生産を行っている。

企業それぞれが「勘・経験」による製品づくりを行っているため、技術課題も様々であり、解決しないまま運営しているケースもある。とくに焼成技術は各自の経験に基づく場合がほとんどであり、焼成に関する技術相談も多いのが現状である。

そこで、平成26年度に陶磁器製品の品質の安定化及び焼成過程の効率化を図るため、本研究会を設立した。本報では、平成30年度の活動内容について報告する。

2. 目的

本研究会の目的は、製品の品質の安定化及び焼成過程の効率化を支援することである。そのために、焼成理論に関する座学及び実習並びに陶磁器欠陥防止のための焼成試験を実施した。

3. 研究会内容

3.1 研究会

平成30年度は計4回の勉強会を開催した(表1)。効率的な還元焼成技術の普及を図るため、陶芸用ガス窯の構造、焼成理論及び操作等に関する座学を行った後、会員と共同で理論に基づくガス窯の焼成を実施した。また、会員から相談が多い陶磁器欠陥である「ピンホール」について試験を行い、釉組成と焼成条件の影響を検討した。

表1 やきもの焼成技術研究会の開催スケジュール

	開催日	概要
第1回	8月2日	スケジュール説明、座学、意見交換等
第2回	9月6日	ガス窯焼成実習
第3回	11月29日	ガス窯焼成実習結果の報告、ピンホール焼成試験結果の報告
第4回	3月27日	研究会のまとめ、意見交換等

3.2 座学

担当職員が会員に対し、陶芸用ガス窯の構造及び操作の原理について説明し、陶磁器の代表的な欠陥の原因及び対策に関する講義も行った(図1)。

○テーマ

「ガス窯焼成の基礎」

「陶磁器の欠陥について」

○内容

ガス窯を用いて効率的な焼成を行うには、ガス圧・ダンパー・ドラフトの操作による炉内の変化や焼成過程で原料に生じる化学変化について正しく理解する必要がある。そのため、ガス窯の構造や焼成原理、素地

や釉薬に起きる化学変化とそれが発生する温度帯等について解説した。また、代表的な釉薬欠陥とその対策について説明した。



図1 第1回研究会の様子

3.3 焼成実習

大和工業製 0.3m³ ガス窯を用い、最高温度 1250℃、一酸化炭素濃度 4%の還元雰囲気中で焼成を行った。表2に実習の焼成記録を示す。

表2 実習の焼成記録

昇温時間 (hr)		0	3.0	5.0	7.0	8.2	9.0	11.0	13.0	13.5	14.0
目標温度 (°C)		100	300	600	900	950	1000	1100	1200	1250	1250
炉内温度	上部 (°C)	30	439	626	899	1006	1040	1181	1246	1254	1252
	下部 (°C)	28	319	593	866	963	1006	1155	1226	1236	1236
	温度差 (°C)	2	120	33	33	43	34	26	20	18	16
雰囲気		OF		RF		RF CO=4%				OF	

還元焼成は、燃料であるガスの不完全燃焼により炉内にCOを発生させ、釉薬中の酸化金属を還元させる方法である。不完全燃焼中は炉内温度が上がりにくくなるが、これを改善しようとガス圧を増加させることは逆効果であり、燃料の無駄遣いになることを実習を通して会員に説明した(図2)。



図2 第2回研究会の様子

3.4 焼成条件によるマット釉のピンホール発生試験

釉薬が熔融する温度帯とピンホールの発生との関係を調査するために電気炉で酸化焼成試験を実施した。マット釉を施釉した飯碗型テストピースを表3の焼成パターンにより加熱し、最高温度で0.5hr保持後自然冷却した。

試験に用いたマット釉のゼーゲル式及びシリカ・アルミナ比(S/A)を表4～6に示す。また、外割でカオリンマット釉に珪酸鉄5%とリン酸カルシウム6%、バリウムマット釉に珪酸鉄5%、チタンマット釉に酸化チタン8%を添加した。これら3種類の釉薬のシリカとアルミナの含有割合を変化させ、これらの割合がピンホールの発生に影響を与えるか調査した。

表3 ピンホール発生試験の焼成パターン

	昇温速度		
	100°C/hr	50°C/hr	30°C/hr
A	～900°C	900～1100°C	1100～1200°C
B			1100～1230°C
C			1100～1250°C
D			1100～1280°C
E	～1200°C		
F	～1230°C		
G	～1250°C		
H	～1280°C		

表4 カオリンマット釉のゼーゲル式

	KNaO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃
Ka1	0.10	0.68	0.22	0.40	2.1	5.3
Ka2	0.10	0.68	0.22	0.40	2.5	6.3
Ka3	0.10	0.68	0.22	0.50	2.1	4.2
Ka4	0.10	0.68	0.22	0.50	2.5	5.0

表5 バリウムマット釉のゼーゲル式

	KNaO	CaO	MgO	BaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃
Ba1	0.23	0.42	0.02	0.33	0.54	2.2	4.1
Ba2	0.23	0.42	0.02	0.33	0.54	3.0	5.6
Ba3	0.23	0.42	0.02	0.33	0.48	2.2	4.6
Ba4	0.23	0.42	0.02	0.33	0.48	3.0	6.3

表6 チタンマット釉のゼーゲル式

	KNaO	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃
Ti1	0.25	0.75	0.35	3.0	8.6
Ti2	0.25	0.75	0.35	3.5	10.0
Ti3	0.25	0.75	0.45	3.0	6.7
Ti4	0.25	0.75	0.45	3.5	7.8

4. 結果と考察

3系列の釉組成、8種類の焼成パターンで焼成試験を実施した結果、昇温速度に依らず、最高温度1200°Cの焼成の多くがマット釉、それ以上の温度帯では大半が半マット釉となった。

カオリンマット釉において、Ka1では貫入、Ka3及びKa4の組成では釉縮れが多く、焼成パターンで発生した。バリウムマット釉は、最高温度1230°C以下のBa1で釉縮れが生じた。チタンマット釉は、最高温度1280°Cの焼成のTi1及びTi2並びに1250°C、1280°Cの緩昇温のTi3でピンホールが発生した。

Ti1及びTi2のピンホールは、飯碗の側面下側に集中して発生していた。このことから、必要以上に高温で焼成すると、釉が流れて下に溜まり厚みが出るため、釉中の気泡が抜けにくく、ピンホールが生じやすくなると考えられる(図3)。

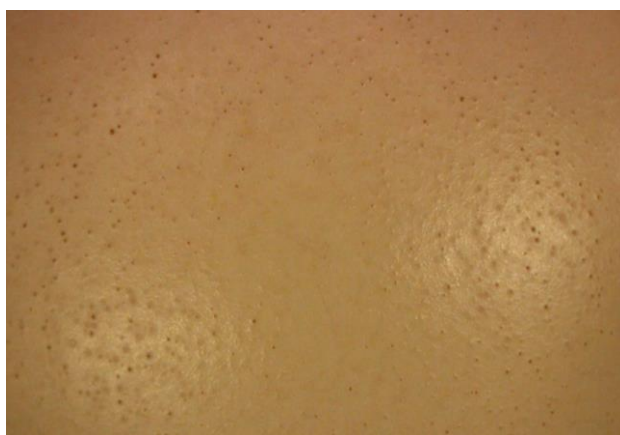


図3 ピンホール発生例 (Ti1)

5. まとめ

座学及び実習を行い、効率的なガス窯の還元焼成技術の普及を図った。また、温度帯及び釉組成とピンホール発生との関係を調査し、会員へ情報提供を行った。

平成31年度も引き続き県内製陶業者へ技術支援を行っていく。