

新型電気炉による陶器の焼成に関する研究

窯業室 与座範弘

照屋善義

宮城勝一郎

(宮城陶房)

1. はじめに

陶磁器の焼成窯には、燃料の違いにより登り窯、灯油窯、電気炉、ガス窯などがある。現在、県内で最も多く普及しているのはガス窯であるが、最近では陶器製造業を始め、授産施設や陶芸教室において電気炉が普及しつつある。これは電気炉が、温度調節などの操作が簡単である、煙（燃焼ガス）が出ずにクリーンである、温度を早く上げることができる、等の長所を有するためである。しかし、一方では焼成コストの低減化、還元雰囲気での焼成、ヒーター断線時の対応策等、電気炉に対するユーザーの要望も大きい。

そこで宮城陶房と沖縄電力株式会社は、新型電気炉による陶器の焼成^{1),2)}について共同研究を行うことになった。研究では種々の焼成を行い、焼成結果やコストの低減化、夜間電力または深夜電力の利用の可能性について検討することとした。当場は焼成試験方法や素地の性状、釉薬及び焼成素地の評価、焼成コストの算出について技術指導を行い、以下の結果を得たので報告する。

2. 試験方法

試験には異なる4種類の本焼き用素地（宮陶白土、宮陶赤土、壺屋白土、壺屋赤土）を使用し、製品とテストピースを製作した。製品は素焼した後に施釉し、テストピースとともに新型電気炉またはガス窯を用いて種々の条件で焼成した。焼成後、製品の釉調の評価やテストピースの焼成収縮率、吸水率および曲げ強度などの特性値を測定し素地の評価を行った。また、焼成に要した電力量またはガス量を求め、焼成コストについて検討した。

2. 1 測定方法

素地の化学組成や耐火度などの基礎性状、収縮率、吸水率、曲げ強度などの焼成性状の測定方法について以下に示す。

- 化学組成：ICPS-1000Ⅲ（島津製作所製）を用い、検量線法により測定した。
- 耐火度：東工試式酸素プロパン炉を用いJIS R 8512に基づき測定した。
- 鉱物組成：X線回折装置XD-D1型（島津製作所製）を用い、粉末法により測定した。
- 粒度分布：粒度分布測定装置SA-CP 3 L型（島津製作所製）を用い、光透過法により測定した。
- 収縮率：テストピースに一定間隔で印をつけ、乾燥及び焼成後の間隔の変化を測定して収縮率とした。
- 吸水率：焼成後の試験体を4時間以上煮沸しJIS R 2205に準じて測定した。
- 乾燥強度：オートグラフDSS-2000型（島津製作所製）を用い、スパン距離を60 mmとして3点曲げ法により測定した。

2. 2 試料の基礎性状

表1に試験に供した4種類の素地とその乾燥性状を示す。宮陶白土と宮陶赤土は宮城陶房、壺屋白土と壺屋赤土は壺屋陶器事業協同組合の製土工場で作製された素地である。また、表2に化学組成と耐火度及び鉱物組成、図1には各々の粒度組成を示す。

表1 素地の乾燥収縮率及び乾燥強度

項目 \ 素地	宮陶白土	宮陶赤土	壺屋白土	壺屋赤土
収縮率 (%)	3.55	4.20	2.96	6.36
強度 (kgf/cm ²)	20	17	16	16

表2 化学組成と耐火度及び鉱物組成

(単位：%)

試料名	宮陶白土	宮陶赤土	壺屋白土	壺屋赤土	
化学組成	SiO ₂	68.7	62.5	62.3	65.4
	Al ₂ O ₃	20.0	19.7	19.3	18.1
	Fe ₂ O ₃	1.57	4.85	1.07	5.66
	TiO ₂	0.25	0.44	0.38	0.43
	CaO	0.31	0.07	0.39	0.27
	MgO	0.35	0.62	8.93	0.63
	K ₂ O	3.43	2.73	1.28	2.00
	Na ₂ O	0.89	0.24	0.38	0.23
	Ig. Loss	5.04	6.15	5.91	6.09
耐火度	SK. 20	SK. 18	SK. 11	SK. 15	
鉱物組織	K、M、Q	K、M、Ch Q	K、M、Q F	K、M、Ch Q	

※ K：カオリン粘土鉱物 M：雲母粘土鉱物 Ch：緑泥石 Q：石英 F：長石

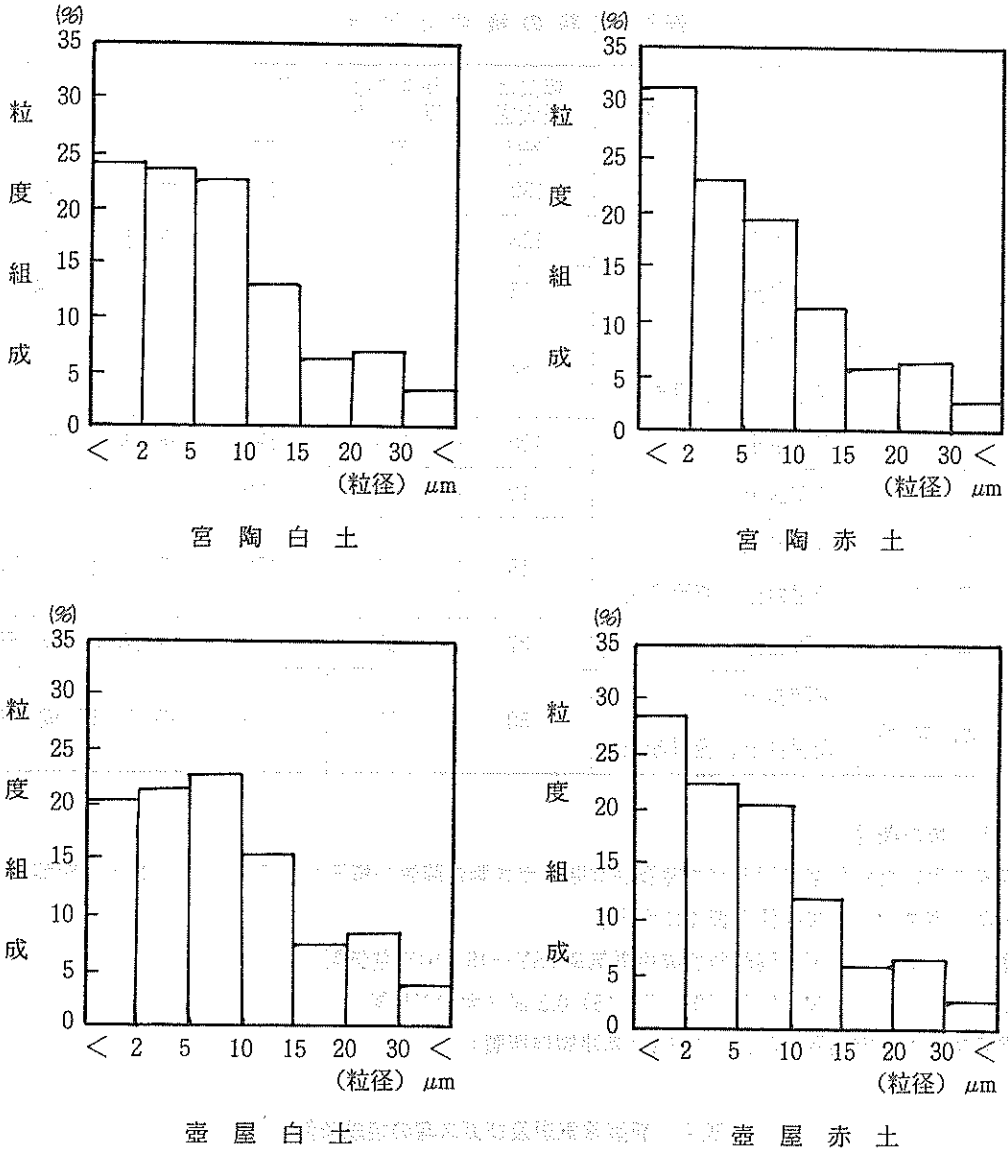


図1 素地の粒度組成

2. 3 試料の種類と形状及び窯詰め方法

表3に試験に供した製品とテストピースの形状を示す。製品は素焼した後に施釉して焼成試験に供した。釉薬は、酸化焼成では透明釉（呉須の絵付け）、乳白釉、鉛釉、緑釉など、還元焼成では透明釉（呉須の絵付け）の他に市販の辰砂釉、均窯釉、青磁釉などを使用した。

窯詰めは棚板を3段組とし、電気炉焼成では下段に湯呑やぐい呑、中段は一輪差しやシーサー、上段は一輪差しや花瓶などを中心に窯詰めし、テストピースは各段の右前、中央、左奥に窯詰めした。また、ガス窯焼成では下段に一輪差しや花瓶、中段は一輪差しやシーサー、上段は湯呑やぐい呑を中心に窯詰めし、テストピースは各段の右前、中央、左奥に窯詰めした。

表3 試料の種類と形状

試料		素地の種類	幅又は最大径 (mm)	長さ又は厚み (mm)	高さ (mm)	備考
製品	花瓶	宮陶赤土	189	—	245	ロクロ成形
	一輪差	宮陶白土	125	—	229	鋳込み成形
	ぐい呑	宮陶白土	75	—	50	機械ロクロ成形
	湯呑	宮陶白土 壺屋白土、壺屋赤土	85	—	110	〃
	シーサー	宮陶白土	100	150	195	鋳込み成形
テストピース	収縮率	宮陶白土	10	—	100	〃
	強度測定用	宮陶赤土 壺屋白土、壺屋赤土	15	15	120	押し型成形
	吸水率	宮陶白土	37	37	9	鋳込み成形
	強度測定用	宮陶赤土 壺屋白土、壺屋赤土	50	50	9	押し型成形

2.6 焼成条件

焼成に用いた新型電気炉とガス窯及び雰囲気ガス測定装置の概要を以下に示す。また、新型電気炉およびガス窯の焼成条件を表4に示す。

○電気炉：陶磁器焼成用電気窯TSY-18（山崎電気製）

○ガス窯：L.P.G窯（P-15）0.2 m³（大和工業製）

○雰囲気ガス測定装置：CGT-102A（島津製作所製）

表4 新型電気炉及びガス窯の焼成条件

No.	焼成温度℃	雰囲気	焼成時間	冷却	備考
1	1,215	酸化焼成	通常焼成、13.5時間	自然放冷	ガス窯
2	1,215	〃	通常焼成、10時間、L.P.G併用	〃	電気炉
3	1,215	〃	迅速焼成、8時間	〃	〃
4	1,230	〃	迅速焼成、9.15時間	〃	〃
5	1,215	還元焼成	通常焼成、11.5時間	〃	ガス窯
6	1,215	〃	通常焼成、12.5時間	〃	電気炉
7	1,205	〃	迅速焼成、8.5時間	〃	〃

2. 7 焼成結果の評価

釉薬については色調や光沢、透明性、貫入やピンホールの有無などを観察した。素地についてはテストピースの焼成収縮率、吸水率、曲げ強度を評価の基準とした。また、各焼成条件における消費電力量やガス量から各々の焼成コストを算出した。

3. 結 果

3. 1 製品の釉調について

透明釉、乳白釉、鉛釉及び緑釉の酸化焼成における釉調や透明釉、青磁釉、均窯釉及び辰砂釉の還元焼成での釉調について以下に述べる。

透明釉のガス窯による酸化焼成または還元焼成では貫入やピンホールが無く、光沢や透明性とも通常の釉調が得られた。また、絵付けした呉須の発色も良好であった。電気炉による通常酸化焼成ではガス窯とほぼ同じ釉調が得られたが、迅速酸化焼成では一部にやや光沢の弱い製品があったり、還元焼成では貫入のある製品も認められた。

乳白釉はいずれの焼成条件でも無貫入で光沢のある乳白色の釉調が得られたが、厚く施釉された製品にピンホールが認められた。

鉛釉はいずれの焼成条件においても貫入やピンホールが無く、半透明で光沢のある鉛色の釉調が得られた。

緑釉はいずれの焼成条件においても貫入やピンホールが無く、光沢のある銅青磁釉が得られた。

青磁釉のガス窯による還元焼成では貫入やピンホールの無い青緑色～黄色の釉調が得られた。また、電気炉による還元焼成では青緑色の釉調が得られたが、一部の製品に貫入やピンホールが認められた。

均窯釉や辰砂釉のガス窯による還元焼成では各々の釉が発色していない製品があるなど、還元雰囲気不安定だったことを示唆する現象が認められた。

均窯釉の電気炉による通常還元焼成または迅速還元焼成では無貫入で色調や光沢とも通常の釉調が得られたが、ピンホールが認められた。また、辰砂釉も色調や光沢とも通常の釉調が得られたが、一部の製品に貫入やピンホールが認められた。均窯釉や辰砂釉の発色は、ガス窯よりも電気炉による還元焼成の方が安定して得られた。

3. 2 焼成特性値について

各素地の各焼成条件における焼成収縮率、吸水率及び曲げ強度の各段毎の最大値と最小値および平均値を表5～表8に示す。

宮陶白土の酸化焼成では焼成収縮率が9.96%～9.02%、吸水率が0.45%～0.10%、曲げ強度は830 kgf/cm²～612kgf/cm²の範囲の値が得られた。焼成収縮率や吸水率はガス窯と電気炉とでほとんど同じ結果が得られており、各焼成条件において窯詰め位置の違いによる変化もほとんど認められなかった。しかし、1,215℃における迅速酸化焼成による曲げ強度が他の焼成条件よりもやや低い値を示し、窯詰め位置の違いによる変化も認められた。

還元焼成での焼成収縮率は10.4%～9.36%、吸水率は0.32%～0.12%、曲げ強度は827kgf/cm²～580 kgf/cm²の範囲の値を示し、酸化焼成とほぼ同じ結果が得られた。焼成収縮率や吸水率は焼成条件の違いによる変化はほとんど認められないが、電気炉による迅速還元焼成における曲げ強度が、ガ

ス窯または電気炉による通常還元焼成よりも低い値を示した。また、各々の焼成条件における窯詰め位置の違いによる変化もほとんど認められなかった。

宮陶赤土の酸化焼成での焼成収縮率は9.66%~8.01%、吸水率は1.79%~0.26%、曲げ強度は505 kgf/cm²~316kgf/cm²の範囲にあり、ガス窯や電気炉の通常酸化焼成よりも電気炉の迅速酸化焼成の方が低い吸水率と高い焼成収縮率や曲げ強度を示しており、より焼結が進んでいることがわかる。また、各焼成条件では窯詰め位置の違いによる変化がほとんど認められず、均一に焼成されているものと考えられる。

還元焼成での焼成収縮率は9.39%~7.10%、吸水率は6.18%~0.31%、曲げ強度は729kgf/cm²~230 kgf/cm²の範囲の値を示し、焼成条件の違いによる特性値の変化が認められる。特に、電気炉による通常還元焼成の結果と他の結果とを比較すると、焼成収縮率および曲げ強度の急激な低下や吸水率の増加が認められる。これはテストピースの外観などから宮陶赤土が膨化現象を起こしており、それが特性値に影響を与えているものと考えられる。

壺屋白土の酸化焼成での焼成収縮率は6.26%~4.63%、吸水率は7.86%~0.96%、曲げ強度は420 kgf/cm²~290kgf/cm²の範囲の値を示し、焼成収縮率や曲げ強度は焼成条件の違いによる変化がほとんど無いが、電気炉による1,230℃、迅速酸化焼成における吸水率は、ガス窯または電気炉による通常酸化焼成の場合よりも低い値を示している。また、各焼成条件とも窯詰め位置の違いによる吸水率の変化が認められた。

還元焼成での焼成収縮率は7.90%~6.00%、吸水率は3.80%~0.30%、曲げ強度は499kgf/cm²~351 kgf/cm²の範囲の値を示し、ガス窯よりも電気炉による還元焼成の方が吸水率がやや低く、焼成収縮率や曲げ強度がやや高い値を示している。また、ガス窯焼成による吸水率を除けば、各焼成条件とも窯詰め位置の違いによる変化がほとんど認められなかった。

壺屋赤土の酸化焼成での焼成収縮率は7.00%~5.48%、吸水率は6.26%~2.98%、曲げ強度は390 kgf/cm²~268kgf/cm²の範囲の値を示し、焼成収縮率や曲げ強度は焼成条件の違いによる変化がほとんど無いが、吸水率に若干の変化が認められる。また、電気炉による焼成では窯詰め位置の違いによる焼成特性値の変化が認められず、均一に焼成されているものと考えられる。

還元焼成では、焼成収縮率は7.85%~6.24%、吸水率は6.80%~1.92%、曲げ強度は459kgf/cm²~280kgf/cm²の範囲の値を示し、電気炉焼成の方がやや低い吸水率を示している。また、各焼成条件とも窯詰め位置の違いによる焼成特性値の変化がほとんど認められなかった。

表5 宮陶白土の焼成条件の違いによる焼成特性値の変化について

焼成条件	位置	焼成収縮率 (%)	吸水率 (%)	曲げ強度 (kgf/cm ²)
ガス窯による 通常酸化焼成 1,215℃ 13.5時間	上段	9.41~9.21	0.45~0.16	731~654
	中段	9.90~9.51	0.15~0.13	764~702
	下段	9.55~9.30	0.19~0.13	773~720
	平均	9.50	0.18	720
電気炉による 通常酸化焼成 1,215℃ 10時間	上段	9.96~9.61	0.18~0.13	460~707
	中段	9.69~9.13	0.24~0.18	830~760
	下段	9.59~9.36	0.32~0.14	710~682
	平均	9.52	0.21	736
電気炉による 迅速酸化焼成 1,215℃ 8時間	上段	9.25~9.02	0.18~0.16	767~641
	中段	9.57~9.09	0.19~0.14	665~612
	下段	9.45~9.22	0.23~0.20	707~671
	平均	9.29	0.18	666
電気炉による 迅速酸化焼成 1,230℃ 9.15時間	上段	9.65~9.35	0.23~0.10	749~664
	中段	9.60~9.26	0.13~0.11	733~670
	下段	9.70~9.14	0.16~0.10	752~617
	平均	9.42	0.14	701
ガス窯による 通常還元焼成 1,215℃ 11.5時間	上段	9.99~9.84	0.32~0.16	787~732
	中段	10.1~9.75	0.21~0.19	766~674
	下段	10.1~9.89	0.26~0.19	827~752
	平均	9.95	0.22	769
電気炉による 通常還元焼成 1,215℃ 12.5時間	上段	9.94~9.64	0.21~0.17	759~673
	中段	9.79~9.64	0.23~0.20	720~661
	下段	9.74~9.36	0.26~0.15	793~654
	平均	9.68	0.21	708
電気炉による 迅速還元焼成 1,205℃ 8.5時間	上段	10.1~9.98	0.18~0.13	652~591
	中段	10.4~10.0	0.17~0.14	707~658
	下段	10.2~9.89	0.18~0.12	670~580
	平均	10.1	0.15	654

表6 宮陶赤土の焼成条件の違いによる焼成特性値の変化について

焼成条件	位置	焼成収縮率 (%)	吸水率 (%)	曲げ強度 (kgf/cm ²)
ガス窯による 通常酸化焼成 1,215℃ 13.5時間	上段	8.19~8.01	1.79~1.11	361~346
	中段	8.41~8.16	1.08~0.62	371~351
	下段	8.37~8.12	1.28~0.80	371~346
	平均	8.20	1.07	358
電気炉による 通常酸化焼成 1,215℃ 10時間	上段	8.59~8.02	1.25~1.16	361~316
	中段	8.43~8.09	1.47~1.33	375~335
	下段	8.68~8.13	1.57~1.48	338~332
	平均	8.31	1.36	343
電気炉による 迅速酸化焼成 1,215℃ 8時間	上段	9.66~8.96	0.50~0.31	505~441
	中段	9.45~9.18	0.54~0.46	477~414
	下段	8.69~8.37	0.68~0.57	384~381
	平均	8.99	0.51	434
電気炉による 迅速酸化焼成 1,230℃ 9.15時間	上段	8.99~8.85	0.41~0.26	496~483
	中段	9.14~8.57	0.38~0.37	466~438
	下段	9.23~8.91	0.61~0.42	477~435
	平均	8.96	0.42	467
ガス窯による 通常還元焼成 1,215℃ 11.5時間	上段	9.25~8.38	1.53~0.51	625~575
	中段	8.28~8.99	0.63~0.52	622~558
	下段	9.39~9.32	1.25~0.52	729~560
	平均	9.12	0.77	611
電気炉による 通常還元焼成 1,215℃ 12.5時間	上段	7.91~7.45	1.71~1.48	297~257
	中段	7.93~7.64	4.27~3.05	306~230
	下段	7.82~7.10	6.18~3.24	307~251
	平均	7.64	3.14	270
電気炉による 迅速還元焼成 1,205℃ 8.5時間	上段	9.10~8.71	0.61~0.37	558~479
	中段	8.43~8.16	0.44~0.31	540~470
	下段	8.85~7.85	0.45~0.31	561~334
	平均	8.54	0.42	503

表7 壺屋白土の焼成条件の違いによる焼成特性値の変化について

焼成条件	位置	焼成収縮率 (%)	吸水率 (%)	曲げ強度 (kgf/cm ²)
ガス窯による 通常酸化焼成 1,215℃ 13.5時間	上段	5.49~4.80	7.86~4.78	344~320
	中段	5.93~5.55	4.55~3.49	374~343
	下段	5.56~5.18	7.17~4.93	305~290
	平均	5.42	5.26	330
電気炉による 通常酸化焼成 1,215℃ 10時間	上段	5.28~5.18	5.28~5.12	349~311
	中段	5.08~4.73	6.06~5.95	345~231
	下段	4.77~4.63	7.47~6.23	301~328
	平均	4.95	6.08	318
電気炉による 迅速酸化焼成 1,215℃ 8時間	上段	5.64~5.22	3.37~2.63	361~325
	中段	5.81~5.31	5.04~4.67	407~360
	下段	5.26~4.87	6.44~5.38	358~314
	平均	5.35	4.68	350
電気炉による 迅速酸化焼成 1,230℃ 9.15時間	上段	6.01~5.52	1.32~0.96	420~378
	中段	6.26~5.75	3.44~2.24	354~303
	下段	5.68~5.53	4.47~4.26	408~353
	平均	5.76	2.90	357
ガス窯による 通常還元焼成 1,215℃ 11.5時間	上段	6.72~6.23	3.80~0.73	459~433
	中段	6.63~6.32	1.27~0.59	405~366
	下段	7.00~6.00	1.83~0.45	425~413
	平均	6.53	1.28	376
電気炉による 通常還元焼成 1,215℃ 12.5時間	上段	7.15~6.76	0.47~0.30	380~357
	中段	6.94~6.71	0.42~0.39	406~364
	下段	6.91~6.55	0.52~0.34	383~369
	平均	6.81	0.41	416
電気炉による 迅速還元焼成 1,205℃ 8.5時間	上段	6.90~6.61	0.56~0.42	412~351
	中段	7.27~6.55	0.62~0.48	440~378
	下段	7.90~7.38	0.87~0.81	499~386
	平均	7.04	0.62	412

表8 壺屋赤土の焼成条件の違いによる焼成特性値の変化について

焼成条件	位置	焼成収縮率 (%)	吸水率 (%)	曲げ強度 (kgf/cm ²)
ガス窯による 通常酸化焼成 1,215℃ 13.5時間	上段	7.00~6.01	5.56~3.31	344~306
	中段	6.56~6.43	3.72~2.98	364~339
	下段	6.23~6.00	4.88~4.27	363~320
	平均	6.40	4.05	340
電気炉による 通常酸化焼成 1,215℃ 10時間	上段	6.13~6.00	5.06~4.88	348~324
	中段	6.18~6.09	5.38~4.67	325~289
	下段	5.93~5.85	6.14~5.85	292~268
	平均	6.03	5.31	307
電気炉による 迅速酸化焼成 1,215℃ 8時間	上段	6.67~5.82	5.46~5.17	307~303
	中段	5.94~5.48	5.53~5.37	325~298
	下段	5.70~5.50	6.26~5.83	326~316
	平均	5.84	5.60	312
電気炉による 迅速酸化焼成 1,230℃ 9.15時間	上段	6.37~6.27	4.10~3.39	390~341
	中段	6.55~5.92	4.87~4.09	339~330
	下段	6.01~5.87	5.35~4.93	332~312
	平均	6.18	4.43	339
ガス窯による 通常還元焼成 1,215℃ 11.5時間	上段	6.76~6.24	6.80~3.17	382~314
	中段	7.44~6.52	2.78~2.47	355~315
	下段	7.06~6.96	4.16~2.23	323~280
	平均	6.81	3.42	330
電気炉による 通常還元焼成 1,215℃ 12.5時間	上段	7.13~6.80	3.30~2.12	459~381
	中段	7.16~7.03	2.21~2.17	442~360
	下段	7.24~7.12	2.26~2.16	443~357
	平均	7.10	2.31	405
電気炉による 迅速還元焼成 1,205℃ 8.5時間	上段	7.60~7.31	2.00~1.94	339~308
	中段	7.45~7.38	2.07~1.99	336~309
	下段	7.85~7.45	1.96~1.92	336~294
	平均	7.50	1.98	322

3. 3 焼成コストについて

表9に各焼成に要した電気量やガス量及び金額を示す。ただし金額は、ガス(L.P.G)の単価を300円/m³、電気炉焼成では契約電力を17kwとし、基本料金が20,570円、1kwhの単価を12.2円、1ヶ月に5回焼成することを前提とした。

表に示すように電気炉焼成による製品の1kg当りの焼成コスト(月に5回焼成した場合)は、139円~162円とガス窯による焼成コストとほぼ近い値になっている。

表9 各焼成条件における焼成コスト

焼 成 条 件	ガス量 (m ³)	電気量 (kwh)	金 額 (円)	窯詰量 (kg)	焼成コスト (円/kg)
ガス窯による通常酸化焼成(1,215)	14.6		4,380	27.8	158
電気炉による通常酸化焼成(1,215)	0.37	113	5,604	40.2	139
〃 迅速酸化焼成(1,215)		103	5,371	33.8	159
〃 迅速酸化焼成(1,230)		115	5,517	38.1	145
ガス窯による通常還元焼成(1,215)	15.7		4,710	32.1	147
電気炉による通常還元焼成(1,215)	0.64	135.5	5,959	36.7	162
〃 迅速還元焼成(1,205)	0.64	114.2	5,699	37.5	152

4. まとめ

県内で使用されている代表的な素地についてガス窯または電気炉による焼成試験を行い、次のような結果を得ることができた。

- (1) 電気炉焼成による製品の釉調は、透明釉や乳白釉、青磁釉、均窯釉、辰砂釉など、釉薬の種類によっては一部に貫入やピンホールなどが認められたが、製品価値を損なうほどではなく、各焼成条件を通じて従来の製品とほぼ同じ釉調が得られた。また、還元焼成ではガス窯より電気炉の方が安定した釉調が得られた。

- (2) 焼成特性値については通常還元焼成における宮陶赤土の場合を除けば、酸化焼成および還元焼成ともガス窯とほぼ同じか、それ以上の値を示し、いずれも標準陶器³⁾(吸水率：20%～5%、曲げ強度：700kgf/cm²～230kgf/cm²)以上の吸水率と曲げ強度が得られた。
- (3) 宮陶赤土は電気炉による通常還元焼成により焼成収縮率や曲げ強度の低下と吸水率の増大が認められる。これはテストピースの外観などから膨化現象によるものと考えられる。
- (4) 新型電気炉では窯詰め量が33.8kg～37.5kg、焼成温度が1,215℃以下での約8時間の迅速酸化焼成および迅速還元焼成が可能であり、製品の釉調も従来の製品とほぼ同じで標準陶器以上の焼成特性値が得られた。
- (5) 電気炉焼成によるコストは139円～162円とガス窯による焼成コストとほぼ近い値になっている。更に1ヶ月当りの焼成回数や窯詰め量を増やしたり、深夜電力の適用が可能になれば、焼成コストをより低く抑えることができると思われる。

5. 参考文献

- 1) 山崎昌尚、久野守代、石塚誠、菊池賢二：栃木県窯業指導所報告、35～42 (1987)
- 2) 唐沢威喜：電熱、No.43、23～32 (1989)
- 3) セラミック工学ハンドブック、日本セラミックス協会編、1278、技報堂 (1989)

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターに

ご連絡ください。