

4) 泉山陶石を活用した陶磁器製品製造プロセスの開発

4-2 泉山陶土を主原料としたロクロ成形用陶土の開発

吉田秀治、蒲地伸明、寺崎 信

泉山陶石から調製された陶土(泉山陶土)を主原料とし、粘土原料および珪石原料を配合してロクロ成形用陶土の開発を試みた。粘土原料および珪石原料を配合したロクロ成形用陶土について焼成性状や成形性などの物性を検討した。その結果、現在使用されている天草陶土と同等な焼成性状や成形性などの物性を有する陶土を開発することができた。

1. はじめに

泉山陶石単味を原料とした陶土(泉山陶土)を使用して伝統工芸士がロクロによる成形を試みても思うように成形できず、さらに成形体の乾燥時に亀裂が発生し、極端な場合は成形中素地に亀裂が発生するなどの問題が生じている。そこで、本研究は泉山陶石の活用という観点から主原料として泉山陶石から調製された泉山陶土を使用し、粘土原料や珪石原料を配合してロクロ成形が容易にでき、問題なく磁器を製造することができる配合陶土の開発を目的として行った。

2. 使用原料

原料は、主原料として市販の泉山陶土、粘土原料として特級木節水籾粘土、珪石原料として天草陶石水籾残渣(珪)、泉山陶石水籾残渣(珪)及び珪石粗粉砕物をアルミナボールミルで10時間粉碎した珪石粉砕物を使用した。これらの原料の化学組成を表1に示した。

表1 使用原料の化学組成(mass%)

	泉山陶土	天草陶石(珪)	泉山陶石(珪)	珪石粉砕物	特級木節粘土
Ig-loss	3.40	1.19	1.53	0.04	14.60
SiO ₂	77.04	92.76	89.44	99.26	46.85
Al ₂ O ₃	14.57	4.63	6.01	0.37	35.47
Fe ₂ O ₃	0.65	0.22	0.25	0.04	1.18
TiO ₂	0.05	0.00	0.03	0.00	0.85
CaO	0.05	0.02	0.05	0.01	0.14
MgO	0.08	0.01	0.02	0.01	0.21
Na ₂ O	0.34	0.03	0.03	0.04	0.10
K ₂ O	3.78	0.94	2.27	0.06	0.52
SO ₃	0.28	-	0.01	-	-
Total	100.24	99.80	99.64	99.83	99.92

3. 実験方法

3.1 試験陶土の調製

試験陶土は、表2に示した配合組成になるように配合した。配合は、各原料を泥漿状にし混合・攪拌して調製した。

表2 試験陶土の配合組成

配合No.	1	2	3				
泉山陶土	80	70	70				
特級木節粘土	10	20	10				
泉山陶石(珪)	10	10	20				
配合No.	4	5	6				
泉山陶土	80	75	70				
特級木節粘土	10	10	15				
天草陶石(珪)	10	15	15				
配合No.	7	8	9	10	11	12	
泉山陶土	75	70	80	75	70	65	
特級木節粘土	15	15	10	10	10	15	
珪石粉砕物	10	15	10	15	20	20	

配合割合はmass%で表示

3.2 試験陶土の焼成

試験陶土の焼成は、強制対流式ガス炉により還元濃度2%、焼成時間12時間の条件で行った。焼成後は、自然冷却した。

3.3 焼成体の物性測定

焼曲試験は、20×7×120(mm)の板状成形体をスパン100mmの架台上に置き、焼成後に架台上で焼き下がった量を測定し検討した。

焼成体の嵩密度および吸水率は、アルキメデス法で測定し焼結度を検討した。

焼成体の曲げ強度は、約17×5×100(mm)の板状試験体を(株)島津製作所製オートグラフ AG-X10kNによりス

パン60(mm)、クロスヘッドスピード0.5(mm/min.)とし3点曲げ試験法で測定し検討した。

焼成体の熱膨張率は、約5×5×17(mm)の試験体をブルカー・AXS製TMA4000SAにより昇温速度10deg./min.、サンプリングtime3sec.の条件で測定し、30℃から700℃範囲の熱膨張係数を算出し検討した。

焼成体の結晶相は、PANalitical製X'PertPROにより粉末X線回折法で同定した。

3.4 成形性試験

試験陶土の成形性試験は、ロクロ土(伝統工芸土)によりロクロ成形を行い、乾燥後素地の割れやひびの有無等欠陥の発生を確認して検討した。また、ロクロ成形の良否については、ロクロ土より聞き取りを行った。

3.5 上絵適合試験

上絵適合試験には、試験陶土をロクロ成形により12cmφの皿を作製し、900℃で素焼した後柞灰釉を施釉して実験方法3.2に示した方法で焼成した試験体を用いた。試験体に4色の無鉛上絵具を塗布し、電気炉により800℃で焼成して上絵に貫入やひび割れ等の欠陥が生じないか目視で確認し検討を行った。

4. 結果と考察

4.1 焼成体の物性

表3に試験陶土焼成体の物性と比較のため天草陶土焼成体の物性を示した。

表3 試験陶土焼成体の物性

配合No.	焼曲(mm)	曲げ強度(MPa)	吸水率(%)	嵩密度(g/cm ³)	熱膨張係数*
天草陶土	9	75	0.04	2.36	7.36 × 10 ⁻⁶
1	9	71	0.04	2.31	6.68 × 10 ⁻⁶
2	5	76	0.04	2.34	6.20 × 10 ⁻⁶
3	10	61	0.04	2.31	6.66 × 10 ⁻⁶
4	10	87	0.04	3.31	6.57 × 10 ⁻⁶
5	10	83	0.04	2.32	6.74 × 10 ⁻⁶
6	7	81	0.06	2.34	6.68 × 10 ⁻⁶
7	6	81	0.04	2.32	6.39 × 10 ⁻⁶
8	7	88	0.04	2.33	6.83 × 10 ⁻⁶
9	10	88	0.04	2.30	6.55 × 10 ⁻⁶
10	10	87	0.04	2.31	6.86 × 10 ⁻⁶
11	11	80	0.07	2.33	7.26 × 10 ⁻⁶
12	8	97	0.03	2.34	7.31 × 10 ⁻⁶

* : 30℃~700℃の熱膨張係数

焼曲において、比較試料の天草陶土焼成体より小さい値を示した焼成体は、配合No.1、2、6、7、8及び12であった。この結果から、これらの配合No.の試験陶土は、天草陶土の焼成による変形と比べ同等かそれより小さいと考えられる。

曲げ強度において、比較試料の天草陶土焼成体より大きい値を示した焼成体は、配合No.2、4、5、6、7、8、9、10、11及び12であった。

吸水率は、全ての配合組成で0.1%未満であった。一方、嵩密度において、配合No.1、3、4、5、7、8、9及び10は嵩密度が2.32g/cm³以下で比較的小さな値を示した。この結果、配合No.1、3、4、5、7、8、9及び10の試験陶土は、1300℃焼成では過焼成状態になると推察される。

熱膨張係数において、天草陶土焼成体のように上絵具による加飾が安定して可能であるとされる7×10⁻⁶以上を示した試験陶土の配合は、No.11及び12であった。この結果から、配合No.11及び12の試験陶土には、上絵加飾が安定に可能であると考えられる。

これらの焼成体物性の結果から総合的に判断し、配合No.12の試験陶土が現行の陶磁器製造プロセスにおいて最適であると推察される。

配合No.12試験陶土焼成体の熱膨張曲線を図1に示した。この図から、配合No.12試験陶土焼成体の熱膨張曲線は異常膨張などは認められず、通常の磁器の熱膨張曲線と同様な熱膨張曲線であることが明らかとなった。

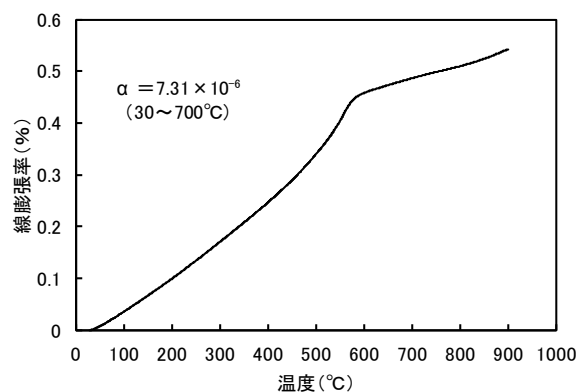


図1 配合No.12試験陶土焼成体の熱膨張曲線

配合No.12試験陶土焼成体のX線回折パターンを図2に示した。この図から、配合No.12試験陶土焼成体の結

晶相は α -QuartzとMulliteから構成されていることが明らかとなった。この結果から、焼成体結晶相の構成も通常の磁器と同じ結晶相の構成になっていることが明らかとなった。

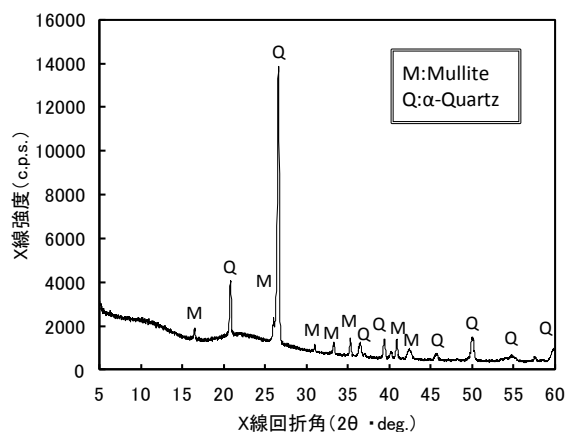


図2 配合 No.12 試験陶土焼成体の X 線回折パターン。

4.2 成形性試験

配合 No.12 試験陶土をロクロ成形によって成形し乾燥した成形体の写真を図 3 に示した。この写真より、この成形体は、乾燥後もひび割れや亀裂は生じないことが明らかとなった。この結果から、配合 No.12 試験陶土は、ロクロ成形に対応できると推察される。また、ロクロ土からは、陶土の伸びは良く、成形中成形体の自重による変形もほとんどなく成形がしやすいとの評価を得ることができた。

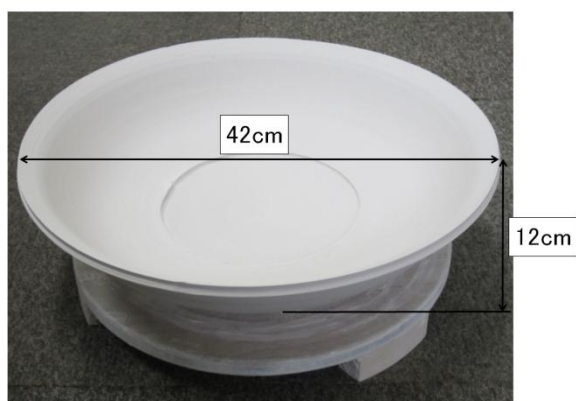


図3 配合 No.12 試験陶土ロクロ成形による成形体

4.3 上絵適合試験

配合 No.12 試験陶土を本焼成した素地に代表的な 4 色の無鉛上絵具を絵付けし、上絵焼成した試験体の写真を図 4 に示した。この写真から、配合 No.12 試験陶土を本焼成した素地に対し、無鉛上絵具は天草陶土より作製した磁器と同様な発色を呈し、貫入等の欠陥も生じないことが明らかとなった。このことより、配合 No.12 試験陶土から作製した磁器は無鉛上絵具に対し適合していると推察される。



図4 配合 No.12 試験陶土における上絵適合試験

4. まとめ

泉山陶土 65mass%、特級木節水箆粘土 15mass%及び珪石粉砕物 20mass%配合した配合 No.12 の試験陶土は、現行の 1300℃、還元焼成で焼成しても十分に磁器化し、焼曲(焼成変形)、曲げ強度、熱膨張係数及び磁器の構成結晶相等の物性も天草陶土から作製された磁器と同様であることが明らかとなった。ロクロ成形においては、従来の方法で成形を行っても成形に問題は生じないことが明らかとなった。また、上絵も通常の上絵製造方法で問題なく加飾できることが明らかとなった。

泉山陶土を主原料とし、粘土原料および珪石原料を配合することで現行の磁器製品製造プロセスで製造することができるロクロ成形用陶土を開発することができた。

謝辞

本研究を行うに当たり、ロクロ成形の評価に協力して頂きました(有)エクセル秀島窯 秀島和海様に、深く感謝いたします。