

笠間新素地の開発研究

池本周^{*} 飯村修志^{*}

1.緒言

笠間焼で使用していた粘土は、これまで窯元独自の配合により作られていたが、笠間焼の持つイメージの明確化と世界資源の有効利用、中量製品の製造合理化等を目的として、笠間焼協同組合と合同で笠間粘土を使用した新素地の開発に着手した。

当所では、笠間付近で産出される粘土について、その物理的性質や成分構成、風合等についての検討を行い、新素地として使用する粘土を決定し、その特徴を評価した。またそれらの粘土を実用化する為の配合試験を行った。

2.方法

実際の新素地開発については、次の手順により作業を進めた。

原土調査

焼成試験

使用原土の決定と性状評価

配合試験

新配合粘土の性状評価

実用性試験

2.1 原土調査

粘土質原料の採出されると言う情報をもとに、市内4箇所(新堤2、日草場、下市毛)において、ボーリング調査を行った。

採取した原土について、各地層ごとに1250℃で焼成し、風合、耐火度等を評価した。

2.2 笠間粘土の性状評価

新素地として使用する予定の原土を50メッシュで水篩し、焼成試験(1200℃から1300℃、20℃ごと)、吸水試験、元素分析、鉱物組成解析、乾燥試験等を行った。

2.3 配合試験

2.3で決定した笠間粘土に対して、6種類の粘土を5種の配合比で調整水篩段階(20メッシュ)で混合し、2.3同様の評価試験を行った。

2.4 実用性試験

実際の製造条件により作成された粘土について、品質管理試験を行った。それと同時に、完成した笠間新配合粘土の性状評価を行った。

3.結果

3.1 原土調査

新素地として使用する粘土については性質・埋蔵量・立地条件・価格等を総合的に評価した。

・新堤地区(1)

採取した粘土が明らかに陶土としての使用が難しかった。

・新堤地区(2)

粘土の性質・埋蔵量・立地条件等は良好であったが、価格非常に高く使用することが出来なかった。

・日草場地区

焼成試験の結果、粘土の耐火度が低く、色合いも非常に濃く褐色になってしまったため使用不適となった。

・下市毛地区

総合的に条件にあっており、新素地開発の基礎粘土として使用することになった。

3.2 笠間粘土の性状評価

笠間粘土は、収縮が大きい、含水量が多く、粘性が高い、さらに焼成試験の結果耐火度が低いという特徴があることがわかった。これらの性状を改善するため、その要因について種々の試験を行った。

3.2.1 鉱物組成解析

笠間粘土は、X線回折試験の結果、粘土成分のほとんどがロイヤイトであることがわかった。ロイヤイトは結晶構造が細長い円管を積み重ねた物で襷状の形をしているため、可塑性を出すために水を多く加える必要があり、そのため収縮が大きくなり、変形や亀裂が出やすく、陶土としては不都合であることが知られている¹⁾。このことから、笠間粘土は含水量が多く、収縮が大きいことが確認できた。

3.2.2 元素組成分析

笠間粘土を構成する元素は蛍光X線分析の結果から表1のように、他の粘土と比較すると耐火度を上げるために必要なシリカ分が少なく、逆溶媒材として使用されるアルカリ分が多い組成であることがわかった。

表1

lg.loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO
7.03	60.24	21.00	4.11	0.71	0.03
CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	total
0.58	0.42	1.80	1.52	0.02	97.46

3.2.3 焼成試験

笠間粘土は、乾燥収縮率約10%と大きく、また焼成後の全収縮率は図1のように約17%であることがわかった。焼成温度の変化による全収縮率の変化と吸水率の変化を見てみると、焼成温度により全収縮率は大きな変化を示していないが、吸水率が徐々に低下する傾向が見られ素地改良が始められていることが推測される。これらのことから笠間粘土は、収縮が大きい耐火度の弱い粘土であることがわかった。

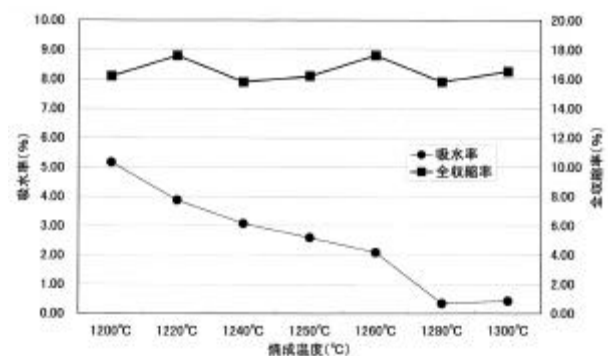


図1 笠間粘土の全収縮率曲線と吸水率曲線

3.2.3 乾燥曲線

図2に示した笠間粘土の乾燥曲線から、含水率が多く、乾燥収縮率が一定値になった時の含水率の値が小さく水分を十分にとばしてからでないと急乾燥することが出来な粘土であり、乾燥収縮において割れなどの問題が発生しやすいことが予想される。

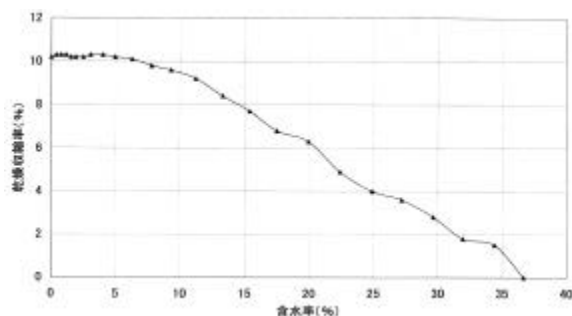


図2 笠間粘土の乾燥曲線

3.3 配合試験

笠間粘土の持つ種々の欠点を改善するため、耐火度が高く歪みの少ない志野土等の粘土を用いて配合試験を行った。配合する粘土については、強度と安定供給の面から大量の物を用意した。

3.3.1 焼成試験

図3のように焼成温度とする全収縮の変化は笠間粘土の配合量の増加とともに大きな値にシフトしていることがわかる。また焼成後の色合いについては、笠間粘土の配合量の少ないところでは、笠間粘土にみられる褐色が薄くなってき白素地が近くなってしまうため笠間粘土の特徴を貫うことがわかった。

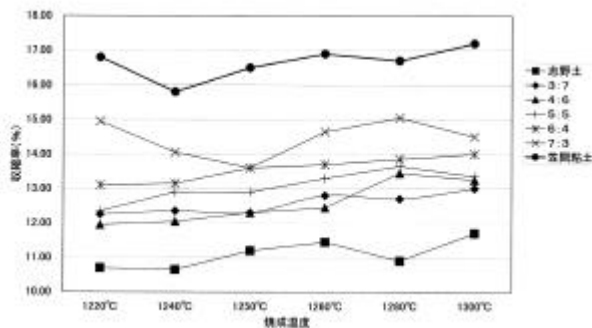


図3 笠間粘土と志野土の配合比の違いによる全収縮曲線

3.3.2 乾燥収縮率

笠間粘土の持つ最大の欠点である収縮の大きさについてみると、図4に示すように乾燥収縮率は笠間粘土の配合量の減少とともに大きく低下していることがわかる。低下の度合いは、笠間粘土の配合比が3割からほぼ一定の値で6割において上昇し始めていることがわかり、効果の上がっている範囲は笠間粘土6割以下の領域である。

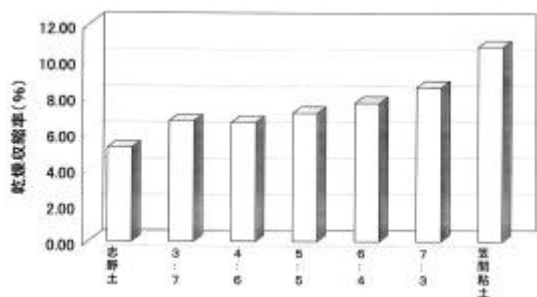


図4 笠間粘土と志野土の配合比の違いによる乾燥収縮率変化

3.3.3 吸水試験

図5のように吸水率の変化は笠間粘土の配合の減少とともに、吸水率が上昇し志野土の持つ降湿的性質が現れてくることから相対的にみて笠間粘土6割の配合量までは大きな変化無く笠間粘土の特徴を継承している。

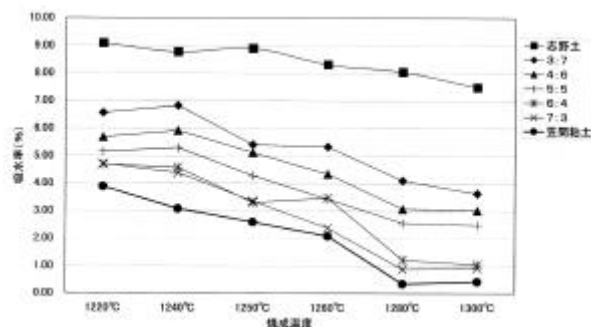


図5 笠間粘土と志野土の配合比の違いによる吸水曲線

3.3.4 配合量の決定

笠間粘土の大きな収縮率の抑制も含め、笠間粘土の特徴の継等を考慮しながら、できるだけ笠間粘土の配合量の大きな物を選択した結果笠間粘土6割志野土4割の配合が適当であると判断した。

3.4 新配合粘土の性状評価

3.4.1 元素組成分析

新配合粘土を構成する元素を表1と図6-1を比較すると新配合粘土のシリカ分はほとんど変化はみられませんが、表1と図6-2の比較ではアルカリ分の顕著な減少がみられ、耐火度が上がっていることが推測できる。さらに表1と図6-3との比較では鉄分が著しく低下している。

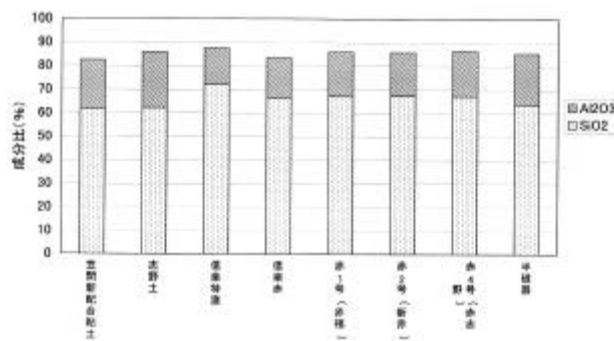


図6-1 各粘土のシリカ・アルミナ成分割合

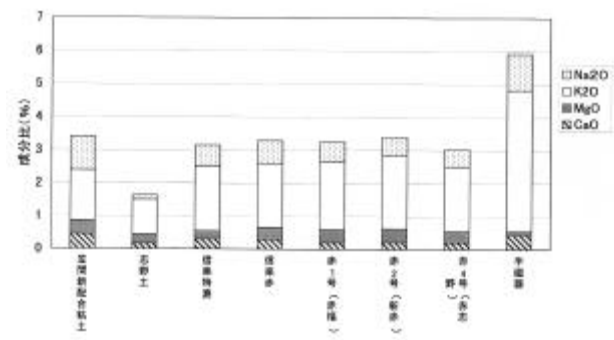


図6-2 各粘土のアルカリ成分

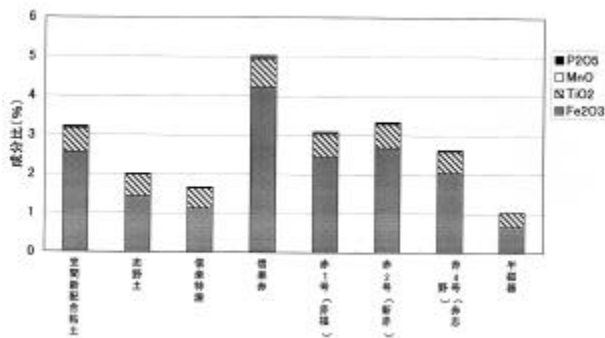


図6-3 各種粘土のその他成分

3.4.2 乾燥曲線

図7のように新配合粘土は笠間粘土単味と比較した場合、乾燥収縮率が一定値となる含水率の範囲が広がっているため乾燥収縮が多少なりとも対応できるようになったが、志野土と比較するとまだ一般的な水準に達していないことがわかる。乾燥収縮を防止するためには更に改良していくことが望ましいといえる。

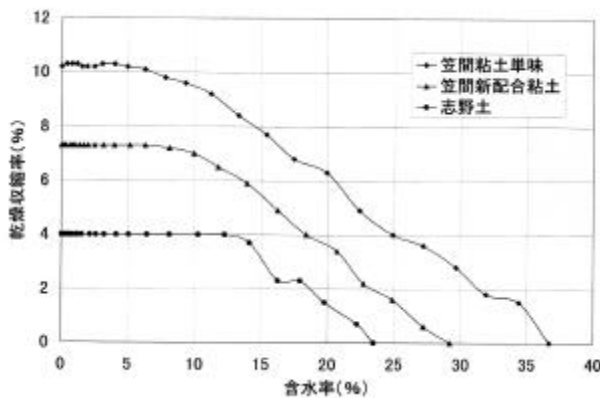


図7 乾燥曲線

3.4.3 乾燥収縮

図8をみると若干他の粘土より高めであるが十分使用に耐える粘土であるといえるがまだ改善する必要がある。

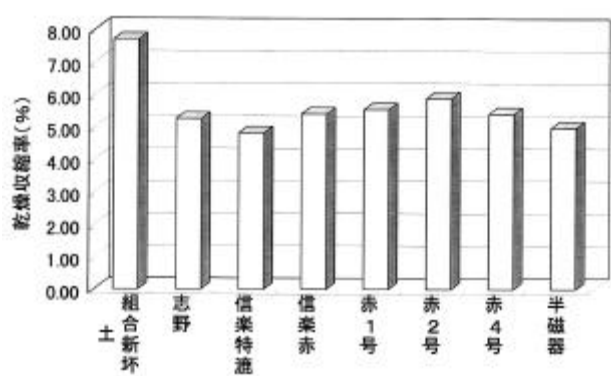


図8 各種粘土の乾燥収縮率

3.4.4 焼成収縮

図9が示す通り1250℃において全収縮率約15%まで引き下げられているが他の粘土と比べた場合、非常に大きな値を示しておりこの観点については更に改善の余地がある。

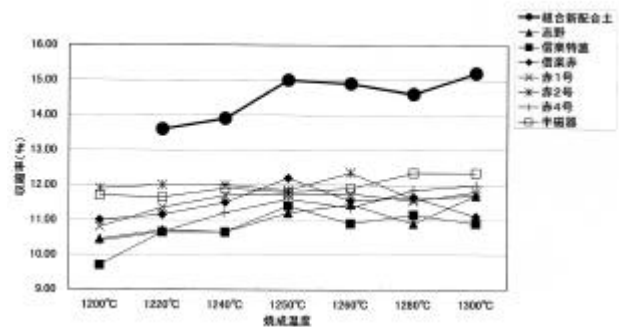


図9 各種粘土の全収縮率曲線

3.4.5 吸水率

図10のように新配合粘土の吸水率は十分に実用に値する結果が出ており、笠間焼の焼成温度である1230℃から1280℃で安定した値を示し焼成の観点からは非常に扱いやすい粘土といえる。

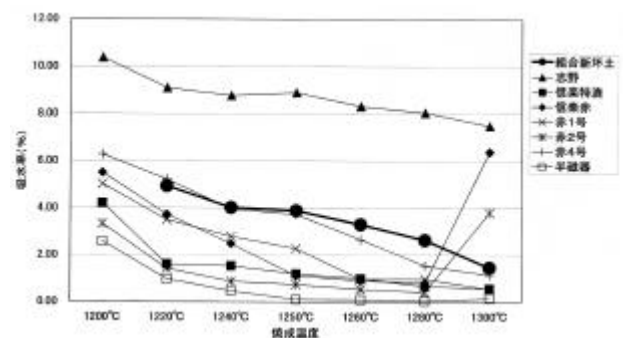


図10 各種粘土の吸水曲線

4. 結論

今回の新素材開発により笠間焼用粘土として使用する事が可能な粘土を得ることができ、笠間焼研可組合により販売されることが決まった。現段階においてこの新配合粘土は、依然として収縮が大きいという問題を抱えているため、さらなる改善が必要とされており、継続して策を進める予定である。

参考文献

- 1) 大西政太郎 「陶芸の土と窯焼き」, 理工学社