

— 経常研究 —

焼成腰の強い磁器による注器の開発

陶磁器科 久田松学・大串邦男・小林孝幸
研究開発科 山口英次

要 約

本研究では、注器類の本体と蓋を「別焼き」することで清潔感・高級感といった高付加価値化を図ることを目的として、焼成腰の強い磁器素材の開発と製品試作を行った。また、製品の高品質化を図るため焼成腰が弱く天草磁器では困難であった形状についても試作検討した。焼成腰の強い磁器素材の開発にあたっては、三成分系図により天草陶土に比べ石英量を少なく、カオリン量を多くした6種類の配合陶土を調整し、物性試験を行った。その結果、長石32.5wt%、カオリン47.5wt%、珪石20.0wt%の配合陶土は、変形量が13.32%と天草磁器の19.62%に比べ焼成腰が強くなることが解った。試作にあたっては、本体と蓋を「別焼き」にした急須をはじめ、ハンドルの引きによって口縁部が変形しやすいマグカップや、ステムの溶倒変形が起りやすいワインカップなどの試作開発を行った。

キーワード：焼成腰、別焼き、高付加価値化、変形、カオリン、石英

1. はじめに

天草磁器の特性の中で、焼成腰の弱さがマイナス要因としてあげられる。そのため、焼成中に注口やハンドルの引きによって変形が起りやすい急須やポット等の注器類では、本体に蓋をかぶせた状態で焼成を行う「共焼き」をすることで、ヤエン部が無釉になるため茶渋などによって汚れやすいという問題点がある。

そこで、注器類の蓋と本体を「別焼き」し、ヤエン部への施釉が可能となることによって、清潔感や高級感といった高付加価値化を図ると共に歪みの少ない高品質製品の開発を目的として、焼成腰の強い磁器素材を開発し、製品の試作開発を行った。

2. 実験方法

2.1 焼成腰の強い磁器素材の開発

天草陶土は、シリカ分が多いため焼成腰が弱いといわれている。そこで、アルミナ分を多くして焼成腰を強くするため図1に示すとおり三成分系図により天草陶土に比べ石英を少なく、カオリンを多くする方向で6種類の配合陶土を調整した。

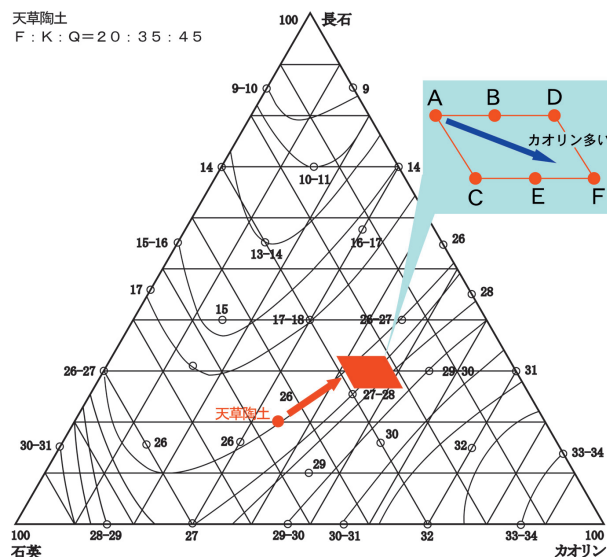


図1 三成分系図による配合割合

原料には、オーストラリア長石、天草陶石粉、中国カオリン、ニュージーランドカオリン、本山蛙目、珪砂を用いてボールミルで粉砕した。配合した6種類の陶土はAからFにいくほどカオリンの配合割合を多くし、最も多いもので天草陶土の1.5倍ほどの配合割合とした。長石量は27.5wt%と32.5wt%の

2段階、石英量は20.0wt%、24.00wt%、28.00wt%の3段階で変化させた。各配合割合は、表1のとおりである。

原料\記号	A	B	C	D	E	F
長石	32.5	32.5	27.5	32.5	27.5	27.5
カオリン	39.5	43.5	44.5	47.5	48.5	52.5
珪石	28.0	24.0	28.0	20.0	24.0	20.0

表1 陶土の配合割合

配合した6種類の陶土により水分30wt%、珪酸ソーダ0.3wt%の鑄込み泥漿を調整し、焼成腰の強さや焼結度合などの物性を観るため湾曲試験用試験体（10mm×70mm×4mm）、収縮率測定用試験体（150mm×10mm×6mm）、吸水率測定用試験体（150mm×10mm×6mm）、熱膨張測定用試験体（φ5mm×20mm）を作製した。作製した試験体は0.1m³のガス焼成炉により、リファサーモ温度で1,275℃と1,295℃で還元焼成をし、物性試験を行った。

物性試験の結果から1種類の配合を選定し、製品の試作・評価を行った。

2.2 別焼きによる注器の試作

注器の「別焼き」による変形を観るために、急須を前提として基本形状の試作・評価を行った。基本形状は、口縁部径90mm×高さ90mmの円柱形状と口縁部、高さは同サイズで高台径が75mmと110mmの3種類の形状とした（図2）。また、蓋、注口、ハンドルは同一の型を使用し、注口とハンドルの接着位置も同じにした。変形度合いを比較するため、天草陶土と選定した陶土により、それぞれ鑄込み用泥漿調整を行い肉厚が同じになるように成形して、焼成後の変形度合を確認した。

試作の結果、焼成での変形が最も大きい基本形状を基に最終試作形状を検討して試作、評価を行った。



図2 急須の基本形状

2.3 注器以外の製品の試作

焼成による変形には、注器類の注口やハンドルの引きによる変形の他に、カップ類のハンドルの引きによる口縁部の変形、皿類の淵下がりや底落ち、ステム式ワインカップの溶倒変形などがある。

そこで、天草磁器では焼成時の変形が起こりやすいこれらの製品について試作、評価を行った。試作品の評価にあたっては、成成品の肉厚や乾燥、焼成など同一条件で試作した天草磁器との比較によって変形度合を評価した。

3. 結果及び考察

3.1 陶土の物性

作製した試験体により各物性試験を行った。図3は湾曲度試験の方法と変形量の求め方である。

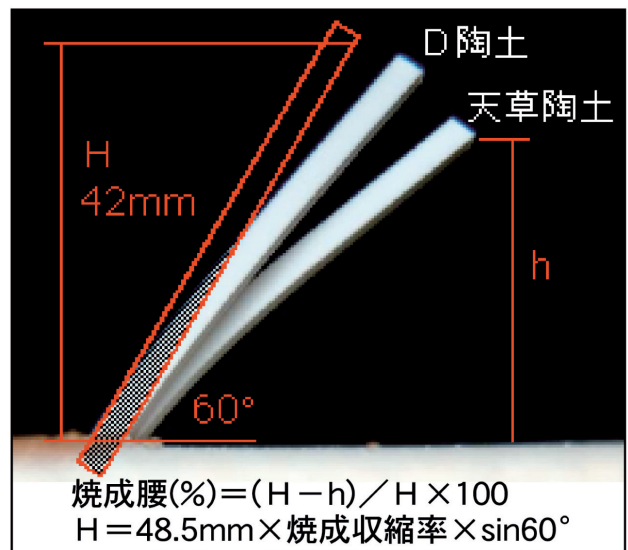


図3 湾曲度試験

上記方法により焼成温度1,275℃、1,295℃（リファサーモ温度）の2温度でみた変形量を図4に示す。

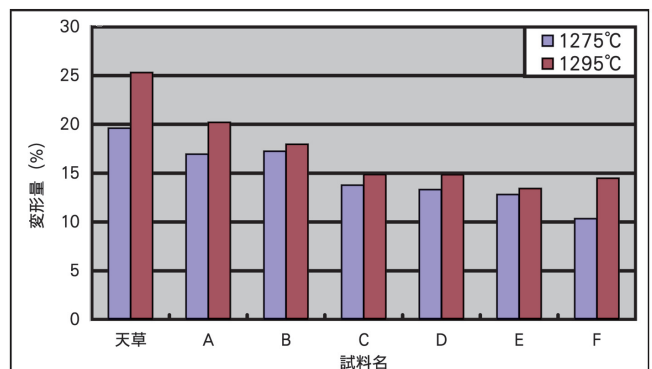


図4 焼成温度の違いによる各素地の変形量

焼成温度が高いほど変形量は大きくなるが、天草陶土は焼成温度の違いによる変形量の差が大きく、配合陶土はカオリンが多くなる程その差は小さくなる傾向にあり、焼成腰が強く変形が少ないといえる。

定にあたっては、1,275℃と1,295℃の2温度で焼成したもから試験体を切り出した。その結果、カオリンが多く石英が少ないほど熱膨張係数は小さい傾向にある。

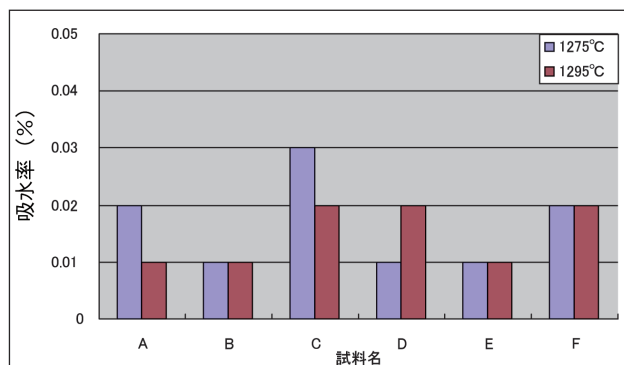


図5 焼成温度の違いによる各素地の吸水率

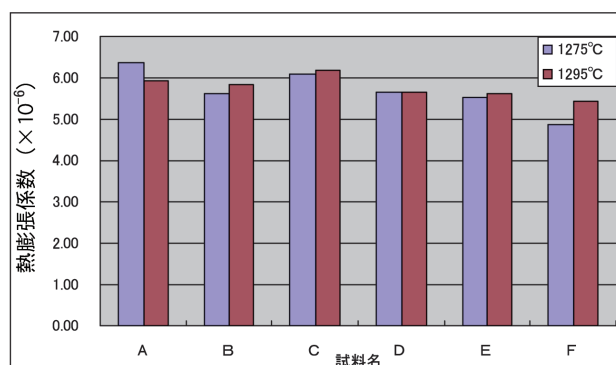


図7 焼成温度の違いによる各素地の熱膨張係数

吸水率試験は、焼結度合を確認するために行ったが、湾曲度試験と同じく2温度で焼成した試験体の吸水率を測定した。結果は、図5に示すとおり6種類の陶土の殆どが0.02%以下の吸水率となり、この値は測定誤差範囲内であるといえるため、1,275℃でも十分に磁器化しているといえる。

以上の物性試験の結果、焼成腰や乾燥・焼成収縮、熱膨張及び成形性を考慮してD陶土（長石32.5wt%、カオリン47.5wt%、珪石20.0wt%）を選定した。

D陶土の熱膨張係数は 5.5×10^{-6} と市販の石灰釉の熱膨張係数と同じため、市販石灰釉のアルカリ成分などを調整することで熱膨張係数を 5.0×10^{-6} に調整し、素地との適合をはかった。

3.2 焼成腰の強い磁器による製品開発

基本形状による試作試験の結果、口縁部径90mm×高さ90mm、高台径が75mmのものが注口、ハンドルの引きによる変形が最も大きく、この形状を基本とした試作形状を検討し、鑄込み成形によって開発したD陶土と天草陶土を使って別焼きによる急須の変形を比較した（図8）。焼成による注口とハンドルの引きのためどちらも変形はしているものの、D陶土はわずかな変形のため蓋をのせた状態では違和感はない。一方、天草陶土では変形が大きく、特にハンドル方向への引きによって蓋をのせたとき変形が強調され、蓋が収まらない程変形したのもあった。

マグカップの変形（図9）では、通常伏せ焼きや傾斜ハマによって変形を防ぐが、起こし焼きによる焼成でD陶土に比べ天草陶土が変形が大きかった。

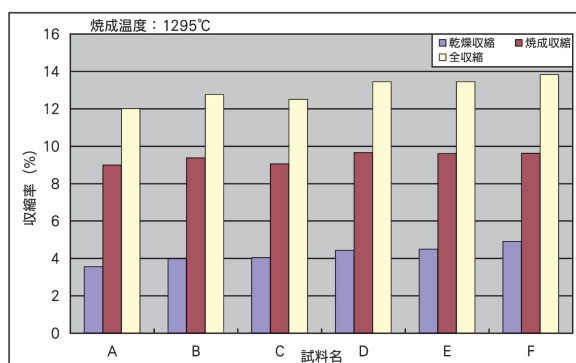


図6 1,295℃焼成による各素地の収縮率

図6は、各陶土の乾燥収縮率や1,295℃で焼成した時の焼成収縮率及び全収縮率を表したものである。カオリンが多くなるほど乾燥収縮、焼成収縮全収縮共に大きくなる。乾燥収縮率が大きすぎる場合、成形段階での収縮による型の抱き込みなどが考えられるため注意が必要となる。

熱膨張係数は釉薬と素地の適合性をみるためのものであり、不適合の場合貫入や割れを生じる。図7は、各陶土の熱膨張係数を測定したものである。測



■ D陶土による変形 ■ 天草陶土による変形

図8 「別焼き」による急須



■ D陶土による変形 ■ 天草陶土による変形

図9 起こし焼きによるマグカップ

また、焼成腰の強さが顕著に現れたものとして図10のステム式ワインカップの試作品があげられる。圧力鋳込みにより、カップ部分とステム部分を一体成形したもので天草陶土ではカップ部分の重量で大きく変形したが、D陶土ではわずかな変形であった。

外にも皿の淵下がりや底落ちをみるための試作を行ったが、型離れの不均一や乾燥以前の変形によって歪みが生じたため、焼成による変形をみる事ができなかった。



■ D陶土による変形



■ 天草陶土による変形

図10 起こし焼きによるワインカップ

4. まとめ

天草陶土の変形量19.62%に対し、開発したD陶土は13.32%と天草陶土に比べ変形量が小さく、焼成腰の強い陶土が得られた。その特性を活かし、注器の他、マグカップやワインカップなどの試作を行い、天草陶土との変形度合いの違いを確認した。

D陶土は、天草陶土に比べ焼成腰は確かに強いがカオリンの割合が多いため成形時に変形が起こりやすいという点も併せ持っており、使用する上では、成形工程や乾燥工程での品質管理が重要である。