

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：12606

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2013～2015

課題番号：25300026

研究課題名(和文) 薪窯の焼成時間と陶磁器変化の焼成研究 - 中国・日本窯

研究課題名(英文) Research on How Firing Times affect Ceramic Wares in Japanese and Chinese Wood Kilns

研究代表者

島田 文雄 (Shimada, Fumio)

東京藝術大学・美術学部・教授

研究者番号：90187435

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,800,000円

研究成果の概要(和文)：石湾は陶彫作品を焼くため、鈞窯は乳白釉を焼くために強い還元をかけている。備前窯は備前土に適した焼成方法で、藝大登り窯は(1280度)を目指す焼き方が定着している。備前焼、石湾、鈞窯も、それぞれの社会的要求に答えた焼成方法であった。それぞれの原料の制約、社会環境から生み出された焼成方法、窯の形態、釉薬によって変化する焼成雰囲気など、その地方で必然的にあみだされた焼成方法であり、各地の窯焚き温度、焼成時間はその地方の粘土、釉薬、焼成目的に応じて確立されている焼成方法であった事がわかった。

研究成果の概要(英文)：To achieve the fired effects in China's Shiwan sculptures and Jun Kiln's Ru White glaze, the kiln must be fired in a strong reduction atmosphere. For the clay used in Bizen ware however, the current firing methods are suitable for Bizen Ware. At the annual noborigama firing at Tokyo University of the Arts, we aim for 1280°Celsius through a set method. Firing methods pursued in Bizen kiln, Shiwan kiln and Jun kiln are isolations meeting various material and community requirements. The firing methods were borne of the diverse communal environments: Kiln shape, the ways glazes interact with kiln atmospheres just to name a few examples, were all firing methods developed to meet that locale's requirements. Based on each place's firing temperature, time as well as materials for the clay, glaze etc. The firing methods came to reflect these goals.

研究分野：表象藝術工芸陶芸

キーワード：薪窯焼成比較 石湾龍窯 鈞窯単窯 強度試験 曲げ強度 湿重量 熔融度 焼造分析

1. 研究開始当初の背景

中国仏山市石湾の龍窯(長さ 30m)は 16 時間で焼成、鈞窯の単窯は 20 時間、芸大の登り窯(8, 2m)は 65 時間、備前窯(10m)は 300 時間かけて焼成する。なぜ焼成時間にこれだけの差が生じているのか。この疑問が研究開始の動機である。

2. 研究の目的

中国 仏山市の龍窯、禹州鈞窯の単窯、東京藝術大学の益子式登り窯、備前の穴窯これらの窯の焼成時間が陶器にどのような影響を与えているのか。調査研究を通じて、各窯の陶体強度、顔料と釉薬の発色、焼成時間を分析し、焼成時間の長短が陶器にどのように作用しているのか、陶磁器の実用性に焼成時間がどのように影響しているのか、それぞれの地域の文化的な特性を含めてこれらの疑問点を調査し考察する事が研究の目的である。

3. 研究の方法

各窯を実際に焼成体験し、試料を収集する。各窯に同一の試験体を焼成し、焼成時間における陶磁器の焼造結果分析、強度、比重などの計測、化学的分析を行う。表面熔釉度の比較、火色の発生、窯内雰囲気、また窯内の炎の流れを計るため試験体を入れ焼成温度と時間の関連性を解明する。1) 規格に適合した試験体(赤土粘土、白土粘土、磁土)を作成し、収縮度、強度試験を計測する。2) 火色分析試料試験体制作。3) 釉薬分析試料制作。4) 釉下彩顔料発色分析試料を窯に入れ、比較検討する。

< 25 年度 >

仏山市の石湾龍窯・東京芸大取手校地の登り窯焼成を行う。石湾窯は現在も使用されており長さ 30 メートルの龍窯の焼成時間が 16 時間足らず、芸大の登り窯、長さ 8, 2メートルは 70 時間、3 昼夜の焼成を行う。

< 26 年度 >

中国 河南省禹州市にある鈞窯の単室窯と岡山県備前焼の穴窯の 2 窯を焼成する。単室窯焼成 20 時間、備前焼の登り窯が 11 日間の及ぶ焼成がどのような試験結果をもたらすのか焼成に参加し分析試料を収集する。

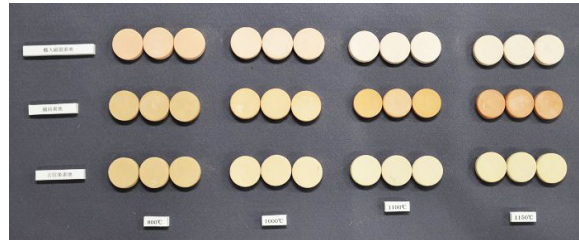
< 平成 27 年度 >

それぞれの試験体試料の分析結果をまとめ各窯の特性と焼成時間の影響を考察し、各窯の歴史的背景、社会の需要状況を考察する。報告書をもって研究成果とする。

4 研究成果

< 25 年度 >

試料は本焼成前に藝大研究室のスーパーバントテスト窯にて基本焼成を行い基本的なデータを収集しこれを基準とした。



石湾龍窯、藝大登り窯に試料(赤土粘土、白土粘土、磁土)の収縮度をあらかじめ計測した。焼成時間における陶磁器の焼造結果分析(比重、湿重量 吸水率の測定を行った。表面熔釉度の比較、火色の発生、窯内温度分布を測定する。石湾の龍窯、藝大の登り窯を焼成し資料データを収集した。備前土はしょう山窯から「山 E」個人作家の粘土は山本雄一氏から「1号」「2号」「H」の 4 種類を購入しテストピースとして試料を制作した。

< 石湾 龍窯焼成結果報告 >

平成 25 年 8 月 14 日 ~ 平成 25 年 8 月 21 日(8 日間)

焼成結果は石湾の陶彫の焼成を目的に焼成しているので備前土は全滅に近い状態で

あったが、素直な試験結果が得られた。

本焼成試験において、メジャーリングによる焼成温度の計測を行った結果、

手前 上段 1357 度、 中段 1371 度
下段 1371 度、奥 上段 1321 度、 中段
1288 度 下段 1314 度

全ての試料に、著しいブローチング（素地
が熔解、素地が軟化して餅が膨らんだよう
な状態）と灰かぶりが見られる。備前土の
茶碗はへたり、結果は全滅であった。

釉下彩の発色は鈞窯に比べると濁色で灰
をかぶっている。

龍窯焼成は洞木間（窯の最初の燃焼室）
を 12 時間焼成、洞木間の蓋を閉じ、一列
5 穴を 5 人で天井差し、攻め焚きが始まる。
一列 15 分足らず、窯焚きの監督が緋色を
確認し、天井を閉め、次の列に登ってその
列を攻め焚きする。合計 26 列最後尾まで
4 時間かけ約 30 メートルの龍窯の窯焚き
が終了する。最初の列は 12 時間 15 分で
終了し、最後の列は 16 時間で終了となる。



試料
を入れた前列
は
1371
度を示
してり

後列は 1320 度であった。

この 50 度の違いはどの理由で差がつけら
れて焼成されたのか。前列は灰かぶりを狙
った焼成を試みている。後列には陶彫作品
が詰められており、石湾の窯焚き職人は目
的に応じて焼成したといえる。

石湾の龍窯はその地方の作家が作品を持
ち込んで焼く共同窯である。各自の工房で
制作した中国の武将像や観音像など窯詰め
していた。石湾の龍窯は陶彫作品を焼くの
が目的である。陶彫の焼き締めりと釉薬の
熔け、燃料の節約を兼ねた短時間焼成など

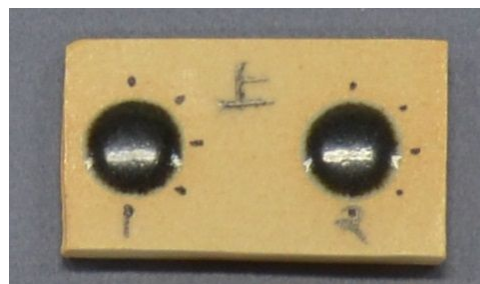
が優先される。窯焚きを生業とする窯焚き
職人は失敗が許されない。石湾地方の長い
年月を掛けて陶彫焼成法が確立されたと言
える。

< 鈞窯焼成結果報告 >

1243 度～1321 度 16 時間焼成
釉薬テストピースの熔融状態は炭素が入っ
て黒く変色していた。900 度過ぎたあたり
から、攻め焚きに入る。この時の窯内雰囲気
は強い還元状態になり炭素が入り込んだ



と思われる。鈞窯の釉薬は乳濁釉（珪酸質
の釉薬）であり、炭素が珪酸質の釉薬に入
り込んででも抜けやすい性質がある。しかし
石灰釉系のテストピースは一度入った炭素
は抜けづらいので、試料は黒く変色してい
た。



鈞窯の窯は単室の倒炎式窯であり、燃料
は石炭と薪で焼成した。焼成時間は 16 時
間、試料と鈞窯作品で焼成された。鈞窯の
特色は乳白釉と銅釉が特色である。鈞窯の
焼成方法は珪酸質の乳白釉に適した焼成で
あると言える。鈞窯の釉薬は強還元状態で
焼成されている。

鈞窯の試料を分析し特に注目したことは、
古信楽土だけ強還元の状態で気孔率が高く、

試料が際立って膨張していた。

<東京藝術大学登り窯焼成結果報告>

平成 25 年 11 月 11 日 ~ 15 日

実施した藝大の登り窯は長さ 8,2 m、5 室の容量で石湾の 3 分の 1 であるが、焼成は 74 時間、4 日間の焼成で実施した。

<焼成結果>

総じて温度にばらつきが見られる。

この窯の目的は登り窯焼成実習なので焼成温度に対する厳密な目標がない窯と言える。3 室、4 室は下段が非常に高温である。備前窯の灰かぶりは黄身を帯びて美しいが、

この窯の灰かぶりは単に茶色を呈しており、燃料の薪材の違いがこのような灰の違いとなったと思われる。

<備前窯焼成結果報告>

11 日間焼成

焼成温度差 1273 度 ~ 1327 度

手前上段 1273 度 手前下段 1284 度

中央上段 1313 度 中央下段 1327 度

奥上段 1309 度 奥下段 1283 度

1 日につき 100 度前後昇温のペースで焼成して 11 日目午前 0 時 1150 度 12 時間後の正午、温度計では 1230 度を示して終了した。実際の温度は 1230 度よりも高く窯の中央部分の下段が 1327 度を示し非常に高温で焼き締まっている事がわかる。試料の焼結状態は時間をかけてゆっくり焼成しているのでエッジが丸く溶けていなく、鋭利な状態でしかも高温の焼き締まりで非常



に良好である。灰かぶりの色味も美しい黄

褐色を呈しており、優れた灰かぶりであった。

<スーパーバーン試験結果報告>

各窯の強度試験は、試料の均一性が保たれていなかったため正確な強度を計ることができなかった。基礎となるスーパーバーンの焼結状態結果から、磁器土の強度は高く、次が備前土、耐火度が高い古信楽土の焼結状態は一番低く、強度試験では割れやすい結果となった。最高強度は備前土が 1250 度、古信楽土は 1350 度、磁器土は 1300 度であった。

<なぜ焼成時間にこれだけの開きがあるのか>

各窯の焼成目的によって、焼成時間に違いがある。

○石湾の窯は陶彫作品焼成が目的であり、釉薬が程良く熔け、焼成時間が短く経費の節約になり、経済面でも需要の面でも、社会的要求に答えて確立されていった

○鈎窯の釉薬は珪酸分の強い釉薬で乳濁色の銅釉が有名である。この窯だけが青白磁釉を使用した釉薬テストピースに大量の炭素が入り込んで黒い釉に変化していた。アルカリ分が多い青白磁釉では炭素が

入り込むと抜けぬ事が試料の結果からわかった。

鈎窯の焼成法も、この地方独特の焼成方法と経済効果等の社会的要請結果で焼成方法が確立されたと言える。

○藝大の登り窯焼成は授業に組み込まれており、毎年初めて登り窯焼成に取り掛かる学生が多く、ゼーゲル 9 番完倒を目指して焼成している窯である。

○備前窯はゼーゲル 9 番(1280 度)が熔け落ちるほどの高温を示している事から焼結状態は非常に高い。このことは焼成時間が 11 日間掛けていることと密接に関係し、素地は十分に焼き締まっており優れた焼成方法である。試料の角が立っていることが

ら、長時間焼成でゆっくりと焼き締まっている事、時間をかけた素地の落ち着いた焼成反応を見ることができた。灰かぶりの発色は非常に良い結果が得られている。備前土と焼成時間とは密接に関係し反応している。

<粘土の焼成結果報告>

磁器土の結果 石湾窯ではエッジが丸く膨らんでいるが備前窯ではエッジが立ってしっかり焼結している。



備前窯焼成
古信楽土

古信楽土 備前窯焼成で灰かぶりが見られエッジは丸くなっている。鈞窯焼成では全体的に膨らんでおり、気孔率が大きく炭素に影響を受けやすい粘土であることが判明した。



石湾窯焼成
備前土

備前土 石湾窯、鈞窯、藝大登り窯で焼成した備前土はブローチング、膨張が見られた。3種類の粘土を比較すると窯内のガスの影響、燃料の影響が同温の試料で異なり、燃料と焼成時間によって発色がかなり違っていた。

<各窯の社会的需要と実用性考察>

石湾の粘土は急上げ、急冷に強い粘土であり、彫塑に適した粘土と言える。この粘土は石湾一帯で使用されており、作品は十分に釉薬が溶けて、製品として完璧な状態である。

鈞窯の窯は倒炎式小窯で、古信楽土は強

還元反応して膨張が見られた。この粘土は他の窯では安定してとれている。鈞窯の作品は完璧に焼きあがっているのも、鈞窯の素地も耐熱、耐火に優れた粘土である。

強度と耐火度が密接に関係している。時間をかけてゆっくりと上げていく備前の焼成方法がどの粘土にとっても良好であった。



備前窯焼成
備前土

備前土は他の窯でわかるように、早い温度上昇に反応してブローチングを起こしてしまう。このことから1日100度の上昇で11日間かけて1230度まで上げて終了している。備前土は急上げで、すぐにブローチングという結果に見舞われてしまう事がわかる。備前焼には備前土を時間をかけてゆっくり焼く必然性があった。

備前の灰かぶりはごまを噴いたきれいな灰釉であるが、藝大の灰かぶりは灰釉が茶色であった。これは焼成時間、赤松、米材の違いであると思われる。焼成の際の燃料の違いによっても製品の出来、不出来に深く関係していることが理解できた。

まとめ

備前粘土の特性はどうしても急あげに適さない粘土である。長時間かけてゆっくり上げていく焼成であった。堅牢な上質な焼きあがりを目指している備前焼であった。陶彫作品を焼成する石湾龍窯、釉裏紅や乳濁釉を焼造している鈞窯、それぞれの社会的要求や需要に答えた焼成方法であることが本研究によって解明することができた。それぞれの社会環境から生み出された焼成方法、窯の形態、釉薬によって変化する焼成など、その地方の需要に応じ、必然的にあみだされた焼成方法、焼成時間であった。

各窯の窯焚きの温度、焼成時間は粘土、釉薬、使用目的に応じた窯焚きが確立されている。これが本研究の新知見といえる。

5 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

研究代表者 島田文雄

科学研究助成事業[基盤研究 B] (海外学術調査) 薪窯の焼成時間と陶磁器変化の焼成研究 中国・日本窯 平成 25 年度～平成 27 年度 研究成果報告書 課題番号 25300026 平成 28 年 3 月

[雑誌論文](計 1 件)

日本陶磁藝術学会誌 日本陶磁藝術 第 7 巻 2015 年「窯の違いによる焼成時間と陶磁器変化、陶体強度、実用性の研究」島田文雄 P19 ~ P24

[学会発表](計 6 件)

- 1、アジア未来会議 バリ・ウラヤナ大学・インドネシア 2014 年 8 月 22 日
- 2、国際陶芸アカデミー ダブリン城・アイerland 2014 年 9 月 8 日
- 3、中国藝術研究院 北京・中国 2015 年 4 月 9 日
- 4、国際陶芸教育交流学会 清華大学美術学院シンポジウム北京・中国 10 月 14 日
- 5、国際陶芸教育交流学会 景德鎮陶磁学院景德鎮・中国 10 月 20 日
- 6、国際陶芸教育交流学会 無錫職業工芸美術学院 宜興市・中国 10 月 24 日

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

[その他]

ホームページ等

ISCAEE : 国際陶芸教育交流学会

<http://iscaee.org/kaken/>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

島田文雄 (SHIMADAFUMIO)

東京藝術大学美術学部工芸科陶芸教授

研究者番号 : 90187435

(2) 研究協力者

鄭寧 (ZHENGNING)

清華大学美術学院陶磁設計系教授

劉潤福 (RYUJUNGFU)

清華大学美術学院陶磁設計系講師

滝次陽 (TAKITUGUHARU) 東京藝術大学美術学部陶芸研究室非常勤講師

小野山喜木 岡山大学 教授

ロナルド・ムピンディ 東京藝術大学博士後期課程修了

佐々木誉斗 東京藝術大学博士後期課程 3 年
マギー・コノリー 東京藝術大学博士後期課程 1 年

布下翔碁 東京藝術大学修士課程 2 年

(2)研究分担者 (0)

(3)連携研究者 (0)