

素焼き土製品の強度に及ぼす漆のコーティング効果 —— 落下試験についての中間報告 ——

水沼 和夫[†]

Effekt der *Urushi*-Lackierung auf Stärke der ungesinterten Keramik

- Zwischenbericht der Fallprüfungen -

Kazuo MIZUNUMA[†]

ABSTRACT

In der Jōmon-Zeit hat man Töpferwaren mit *Urushi*(japanischem Lack) lackiert, damit die ungesinterten Tongefäße Wasserfestigkeit und besondere Erhabenheit erhalten, und zugleich deren mangelnden Stärke ergänzen konnten. Heute hat die Keramikunst mit über 1400 °C gebrannten Porzellanen ihre Höhepunkt erreicht. Aber dieses chemisch beständige Porzellan, das keine Porosität mehr hat, kann nie wieder zu Erde werden. Das *Urushi*-lackierte Tongefäß der Jōmon-Zeit zeigt dagegen eine Möglichkeit der nachhaltigen Tonwaren, die auch eine praktische Festigkeit hat. In den folgenden Notizen werden Ergebnisse der Vergleichprüfungen von Zusammenhang zwischen Brenntemperatur und Effekt der *Urushi*-Lackierung berichten.

Key Words: *Jōmon, ceramic, urushi, strength, sustainability*

キーワード: 縄文、陶器、漆、強度、持続可能性

1. はじめに

素焼き土器に漆を塗装する方法は、縄文時代後期に特に北東北で盛んに行われた。「亀ヶ岡文化圏」とも呼ばれるこの地域の遺跡から発掘される精製土器には、かなりの割合で漆が塗られている。朱漆などによる加飾効果のためであったこと、また、器の内側にも塗られていることから、防水のためでもあったことが分かって

いる。さらに、漆の強力な接着力が弓矢作成などに利用されていることから、漆コーティングによる対衝撃強度上の効果も狙いのひとつであったと推定することが可能である。縄文土器に塗られた漆は、防水、補強、加飾という多彩な機能を果たしていたのである。

やがて穴窯などによるより高温での焼成が可能になり、さらに釉薬を施して焼き直す陶器製造法が普及・確立する頃には、素焼きに漆を塗装する方法は、全くと言って良いほど顧られなくなる。下絵付けや上絵付けによる加飾、釉薬の無限とも言える可能性に加え、窯焼きの陶器には、精々7~800°C程度で野焼きされただけの土器に比較して十分な強度が備わっていた。そし

平成 23 年 1 月 14 日受理

[†] 感性デザイン学部感性デザイン学科・教授

て、今日の主流は1400℃以上もの高温で焼き締められる磁器である。¹⁾ (写真1参照)

しかし、そのような高温で焼成された磁器が廃棄物となった場合には、「スラグ」として処理される外はなく、環境保全の観点からは理想的到達点とは言い難い。一方で、国内の上質陶土は地域によっては既に枯渇し始めているのである²⁾。



写真1 マイセン磁器の下絵付け作業 軸掛け後に1400℃以上で焼かれる。手前の2作品は完成品。

このような観点に立つ時、廃棄後に容易に土に帰すことが出来る素焼きは極めて魅力的である。これに天然素材の漆を塗装する、という縄文人の方法を採用し、漆によるコーティング効果の最適化を図ることによって実用に足る衝撃強度を備えた、いわば改良型「縄文土器」を開発することは、持続可能な生活のための有望な選択肢のひとつである。素焼き製品の衝撃強度における弱点が、漆コーティングによってどの程度改善され得るのか。このノートは、その可能性を追求する基礎的な試みとして行った、落下試験の結果をまとめたものである。

2. 比較試験の概要

日常生活において最も生じやすい破損の原因として第一に考えられるのは落下である。従っ

て、実験では、落下の衝撃に対する素焼き土器の強度に、漆のコーティングがどのような影響を及ぼすのかという点に焦点を置いた。そのため、同一の条件下で作製した素焼き試験片を準備し、一方は素焼きのまま、もう一方は漆を塗装して、それぞれ落下試験を行い、比較した。

試験片は500℃から1100℃まで100℃間隔7段階の焼成温度で作製した。実験Aとして素焼きのままの試験片の落下試験を行い、実験Bとして漆コーティング素焼き片の落下試験を行った。

焼成温度が高いほど硬度が増大することは、一般に知られているところであるが、比較のためには正確なデータが必要になる。それを焼成温度ごとに確認することが実験Aの重要なテーマである。一方、実験Bについては、漆のコーティング効果がどの程度見込むことが出来るのか、参考になるデータは皆無であり、データを取ること自体に意味のある実験であった。塗装回数は10回とし、常温の素焼き素地に刷毛を用いて生漆および呂色漆を塗装した。10回という塗装回数は製作期間の短縮および「日用品」の開発という基本的意図に基づいて決定した。

3. 実験A (素焼き試験片)

3-1. 素焼き試験片

(1) 使用粘土

益子赤土 (陶芸用粘土、市販品)

(2) 試験片の形状：ドーナツ型平板

外径=80mm 内径=40mm 高さ=7mm

(この寸法は、下記3の成形時のもの。乾燥と素焼きによって数%収縮する。収縮率は焼成温度によって異なる。)

(3) 試験片の成形法

7mm用のたたら板と延べ棒を用いて粘土板を1枚ずつ作製し、ドーナツ型抜き具 (調理用品) で型抜きして作製。7日~10日の乾燥後に焼成。写真2参照。

(4) 焼成条件

a. 焼成窯：電気焼成窯 (SN-3KD：自動制



写真2 ドーナツ型試験片の作製

御機能付き)

- b. 焼り：常温～500℃、傾斜時間 4 時間
- c. 指定焼成温度保持時間：30 分
- d. 冷却：窯の蓋を閉じたままでの自然冷却。
取出し時は 50℃以下。

3.2. 焼成温度

以下の 7 段階で、各々 5 個の試験片を作成。

500℃ 600℃ 700℃ 800℃
900℃ 1000℃ 1100℃

3.3. 落下試験の方法

- (1)糸で吊り下げた試験片をコンクリートブロック上に落下させた。
(試験片の落下姿勢は、ランダムではなく、常に 7 mm 巾の側面から落下)
- (2)落下高度を徐々に上げながら落下を繰り返し、破損に至った高度をミリメートル単位で記録した。写真 3 参照。



写真3 落下試験

- (3)試験片の角が小さく欠ける程度の破損の場合は、試験を続行し、2～3 個の部分へと大破した高さを採用した。

3.4. 「平均値」の取り方

試験片 5 個のデータのうち最大値と最小値のデータを除外し、残りの 3 データの平均を当該温度焼成試験片の「平均値」として比較対象の値とした。

4. 実験 B (コーティング試験片)

4.1. 漆コーティング試験片の作製

実験 A と全く同様の粘土を用い、実験 A と同様の焼成温度、焼成時間で作製した素焼き試験片に漆をコーティングした。

- (1)使用した漆：「生漆」および「木地呂色漆」(市販品、中国製)
「生漆」は始めの 2～3 回目までで用い、その後は「木地呂色漆」を用いた。
- (2)塗装方法：刷毛による塗り立て、10 回。
漆は塗装のたびにテレピン油で濃さを調節した。その際の計量は、漆、テレピン油ともに行っていない。
- (3)乾燥方法：半透明のポリエチレン製収納ボックス(市販品)を簡易の漆室として使用した。通常 1 日から 1 週間程度乾燥させ、重ね塗りを行った。

4.2. コーティング試験片での落下実験

漆塗り試験片を用いて、実験 A と全く同様の落下試験を行った。平均値の取り方も実験 A と同様とした。

5. 両試験結果の比較

5.1. 概要

表 1 は素焼き(非コーティング)試験片についての落下試験(実験 A) 結果および漆コーティング試験片についての落下試験(実験 B)の結果をデータで示したものである。これを折れ線グラフで示したものが図 1 で、焼成温度毎の漆コーティング効果の増減を、コーティング試験片と非コーティング試験片のグラフの開き巾として見て取ることが出来る。700℃まではむしろ効果巾は減少し、そこから徐々に増大に転じている。

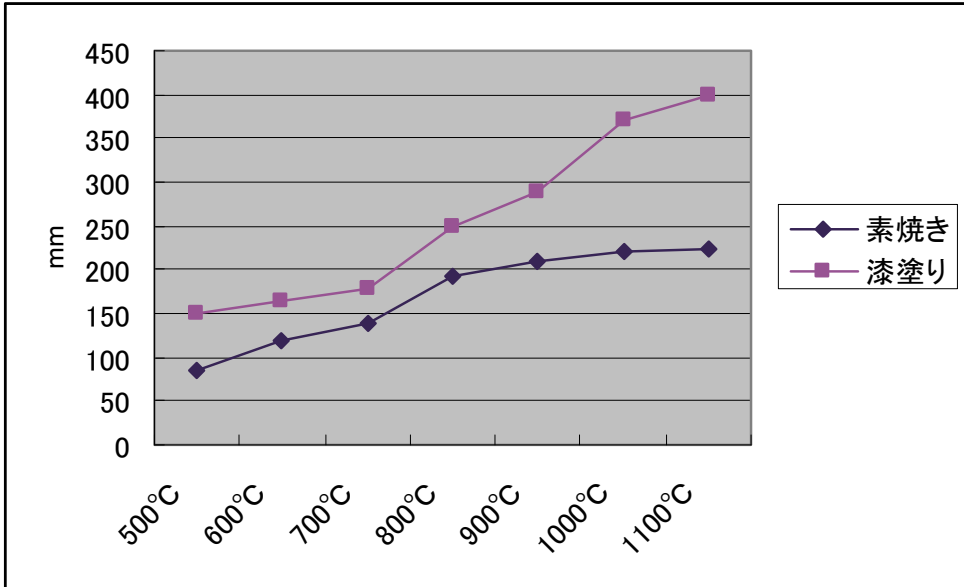


図1 落下試験結果の比較

表1 素焼き片と漆コーティング片の落下試験データ

焼成温度	平均値	
	A 素焼き (mm)	B 漆塗り (mm)
500°C	85	150
600°C	120	165
700°C	140	177
800°C	193	250
900°C	210	290
1000°C	220	370
1100°C	225	400

非コーティング試験片のグラフで注目されるのは、800°C焼成での平均値の顕著な伸びである。これは一般の陶器製作過程における「素焼き」の焼成温度（800°C～900°C）の妥当性を裏付けるものである。この温度が、絵付けや釉薬掛けに適しているばかりでなく、衝撃強度の点でも好都合であったために、おのずと標準化されたものであることを再認識させる結果と言えよう。

このほか図1による両データの比較は、以下で見ると幾つか重要な示唆を与えてくれる。

5.2. 高温域で強度は頭打ち

非コーティング素焼き試験片においても漆コーティング試験片においても、500°Cから1100°Cにかけて、焼成温度が高くなるほど対衝撃強度は増大しているものの、非コーティング片のグラフの900°C以降に明確に示されているように、高温域になって伸びは著しく鈍化する。1200°C以上での焼成は、「素焼き」を対象とする当初の目的に合致しないため、今回の実験では除外したが、高温域では製品自体の衝撃強度は焼成温度の上昇に比例し続けるわけではないことが窺える。

5.3. 1000°C焼成で劇的なコーティング効果

素焼き片の強度は800°Cで際立った伸びを示しているが、漆コーティング片で同様の現象を示したのは1000°Cである。800°C～900°Cの間の伸びが40mmだったのに対し、900°C～1000°Cの間では80mmであり、漆のコーティング効果がこの温度帯で焼かれた試験片において特別に大きいことが明確に示されている。

これに関連して行った以下の補足実験の結果との比較は、さらに注目すべきものである。

5.4. 陶器試験片での補足実験結果との比較

補足試験のひとつとして、焼成温度 800℃、保持時間 30 分で素焼きした同試験片を 5 個準備し、それに白濁釉を施して焼成温度 1220℃、保持時間 30 分で本焼きした陶器試験片を作製、同様の落下試験を行った。平均値は 310mm であった。

従って、1000℃で素焼きした漆コーティング片は、一般的陶器同等の 1220℃で本焼きした陶器試験片を対衝撃強度で大きく上回ったのである。

6. 考 察

以上のように、素焼き試験片への漆のコーティングは、すべての焼成温度で 3 割前後の対衝撃強度の増大をもたらし、特に 900℃～1000℃の温度帯でその効果は大きい。

問題は、1000℃という焼成温度は、素焼きとしては明らかに高めであり、これで「容易に土に帰すことが出来る」という素焼きの最大の長所が保たれうるか、という点にある。しかし、1000℃焼成の漆コーティング試験片において生じた強度の増大自体が、この焼成温度帯における漆の浸透および固化が他の温度帯に比べてより効果的に行われたと推測させるものであり、そこに十分な多孔性、吸水性が保たれていることの証明であると考えることが可能だ。多孔質にしても吸水性にしても、それは漆液の浸透を可能にすると同時に、素焼きの脆弱性の主要因であるが、本実験は、1000℃焼成の素焼きが依然として十分な多孔性を維持していることを明らかにしている。従って、土に帰る可能性も十分に残しているのである。そこが吸水性 0% の磁器との大きな違いである。

7. おわりに

今回の実験で用いたのは益子赤土である。粒子が均一で細かく、成形も容易であるため、素焼き漆塗り土器の試作品造りにも多用していた土である。ただし、耐火性に弱点があると言わ

れており、今回の実験でこの点がどのように影響していたのか、他の土を用いた実験によって確認したいところである。

中間報告ではあるが、今回の実験結果からは、素焼き土器に漆を塗装した実用的日常容器類の可能性は非常に大きいことが明らかになった。僅か 10 回の漆塗装で、陶器をしのぐ対衝撃強度が得られるのである。それが、縄文の時代には不可能だった焼成温度 1000℃において生じ得た現象であることは極めて示唆に富むところである。

謝 辞

この研究ノートは、八戸工業大学平成 21 年度特別研究助成(プロジェクト研究)「地域の伝統工芸技術の環境保全を意識し科学的工学的知見を伴う再生の試み」(代表者:川守田礼子感性デザイン学部感性デザイン学科准教授)の一環として行っている「素焼き漆塗り土器の日用品としての再生に向けた研究」の中間報告です。

同プロジェクトのスタート時点の主要な一員で平成 22 年に定年退職された本学生物環境化学工学科岡村隆成教授(当時)には、強度試験に関連して多くのご尽力を頂きました。また、同教授の仲介により、東芝・電力社会システムセンターの伊藤義康主幹、石渡裕主幹の両氏からは専門的な立場から貴重な助言を頂きました。感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 『マイセン —マイセンの町とマイセン磁器』ハンス・ゾントーク、2010、Leipzig (日本語版) P.113
- 2) 『陶芸の土と窯焼き』大西政太郎 理工学社 1983、P.1-76
- 3) 『漆芸の伝統技法』佐々木英 理工学社 1986