

# 漆塗料の高機能化とその活用に関する研究（第1報）

## Research on high functionality and application of urushi paint and utilization

会津若松技術支援センター 産業工芸科 原朋弥 吾子可苗 関澤良太  
技術開発部 工業材料科 矢内誠人 杉原輝俊

会津漆器の耐食洗機性の評価を行った。その結果、伝統的な技法で製造された製品でも技法によっては、500 サイクルの洗浄に耐久するものがあることが分かった。技法の選定等を行うことで食洗機向けの商品提案が十分可能であるという知見が得られた。また、漆の機能性向上のために、漆への水の添加を検証した。漆に対して水を添加させる方法として、ホモジナイザーが使用可能であり、水を添加することで漆の硬化時間が短縮されることが分かった。

Key words: 漆、会津漆器、耐食洗機性、ホモジナイザー

## 1. 緒言

本研究では、漆(漆器)の性能を定量的に評価することで、その特徴と性質を改めて明確化する。また、手軽に入手可能な材料などを使って漆塗料の高機能化を図り、これまでの製造工程を大きく変えることなく、付加価値の高い新しい漆器商品の提案につなげることを目的とする。

漆器の機能性の要求として、食洗機への対応が挙げられる。これまで、伝統的な工程で製造された会津漆器に対する耐食洗機性については検証されていなかった。そこで、漆器を食洗機にかけた場合の経時変化の定量化と不良解析等を行った。

また、漆の硬化には温度と湿度が重要であり、温度20~30℃、湿度70~85%程度で数時間かけて硬化させるのが一般的である。低湿度下では漆は硬化時間が著しく長くなるか、硬化しないことが良く知られている。その一方で、漆に水を添加することで硬化時間の短縮、粘度の増加などの機能性に变化をもたらすことが経験的に分かっている。そこで、改めて漆への水の添加方法の検討と、添加量と硬化時間の相関性などを定量的に評価することで、より硬化性の高い漆を提案することができるか確認を行った。今年度はこれらの評価結果について報告する。

## 2. 実験方法

### 2. 1. 会津漆器の耐食洗機性評価

会津若松市内で購入した会津漆器14点に対し、耐食洗機性評価を実施した。評価に使用した漆器について表1に示す。また、試験条件については表2に示す。耐食洗機性は、JIS規格等で定められた試験方法が無いことから、今回の試験方法は弊所独自で設定したものである。評価中の漆器の劣化の挙動を確認するため、表3に示す項目について評価を行った。

表1 試験に使用した会津漆器

項目	内容
漆器	会津漆器14点
材質	木製の器物に漆塗り
形状	盃、丸皿、椀、手塩皿
色	黒、朱、洗朱、溜
塗り	花塗り、拭き漆
加飾	会津絵(漆絵、箔)、鉄錆、消金地、朱磨き

表2 試験条件

項目	内容
機種	食器洗い乾燥機 品番:NP-TA4 パナソニック(株)
洗剤	ハイウォッシュジョイ P&G(株)
洗浄条件	洗い(23分)→すすぎ(31分)→乾燥(45分) (すすぎの最後は、約70℃で加熱すすぎ)
サイクル数	500サイクル

表3 評価項目

評価項目	評価方法	測定頻度
官能評価	目視	20サイクル
色	色彩色差計	20サイクル
光沢	光沢計	20サイクル
木地の変形	X線CT	100サイクル
表面観察	デジタルマイクロスコープ	100サイクル
塗膜の劣化	FT-IR	100サイクル

### 2. 2. 水添加漆の硬化性評価

漆は非水溶性のため、そのままでは水と混ざり合わない。水を添加する方法として、ペンシルホモジナイザーを使用した(図1)。各混合条件を表4に示す。また、表4によって調製した漆の硬化性を評価するため、

塗膜乾燥時間測定機（図2）で硬化時間の測定を行った。なお、漆の硬化時には恒温恒湿槽を使用し、温湿度管理を行った。



図1 ペンシルホモジナイザー

表4 混合条件

項目	内容
漆	黒呂色漆
水	蒸留水
混合比	漆：水=100:0、100:10、100:30、100:50、100:75、100:100
攪拌方法	ペンシルホモジナイザー AVRH-1 アズワン(株)
攪拌時間	4min
塗布膜厚	75 $\mu$ m



図2 塗膜乾燥時間測定機

### 3. 結果

#### 3. 1. 会津漆器の耐食洗機性評価

試験後、各漆器で変色、クラック、変形などの不具合が単独または複合的に発生した。それらの結果について以下に示す。

##### 3. 1. 1. 変色

図3に試験前後の各色の塗膜表面の写真を示す。また、各色の塗膜の測色結果のうち、黄色から青色にかけての色味の強さを表すb\*値と、測色結果から算出した色差（以下 $\Delta E$ と示す）の経時変化をそれぞれ図4と図5に示す。

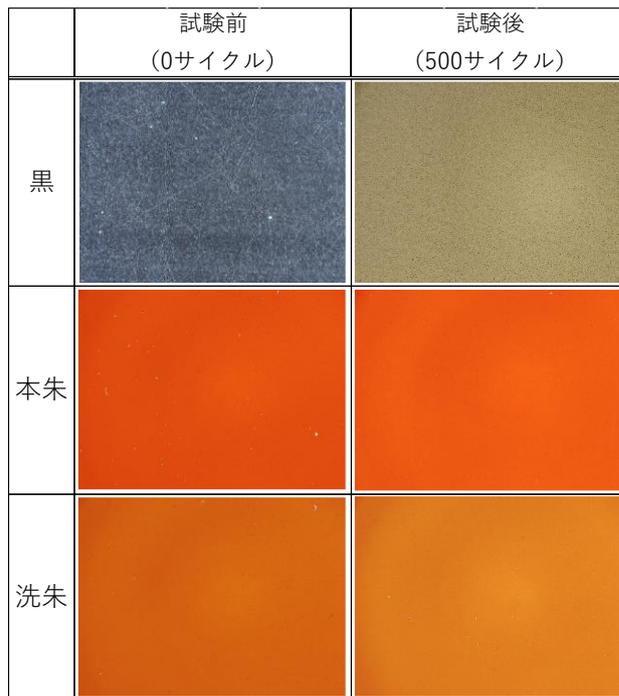


図3 試験前後の漆塗膜表面（35倍で観察）

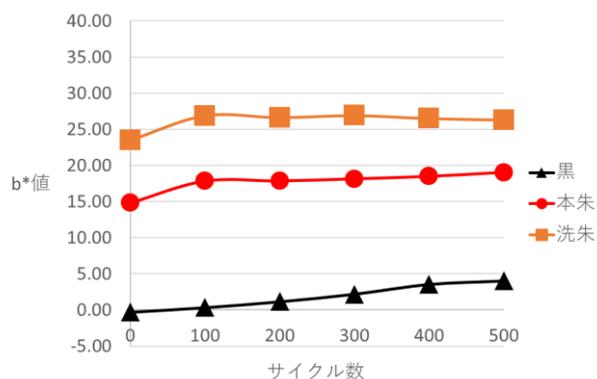


図4 b\*値の経時変化

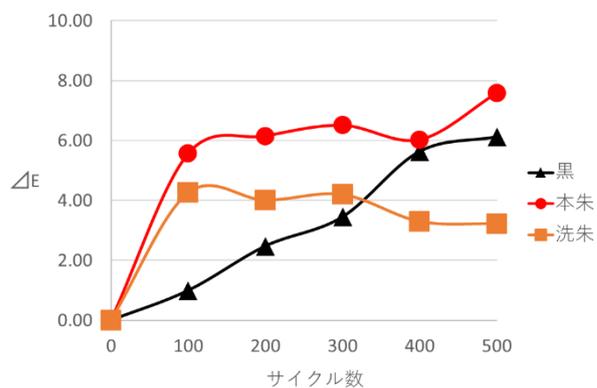


図5  $\Delta E$ の経時変化

図3より、目視では黒色の塗膜の変色を明確に判断できるが、本朱、洗朱では明確には判断できなかった。今回試験した全てのサンプルで黒色の塗膜は黄色に変

色することを確認した。

図4より、各色の塗膜において試験前後でb\*値が増加していることが分かった。これは黄色味を増す傾向を示す。b\*値の増加に伴い図5に示す $\Delta E$ も増加していることが分かった。

これらの結果から、視認しやすい変化と定量的な測色結果は必ずしも一致しないことが分かった。劣化の挙動を確認するためには、視認と定量的測定の両方の評価が必要である。また、漆の塗膜は変色はするものの、変色の傾向はb\*値が増加する（黄色味が増す）傾向であるため、赤系統の色である本朱や洗朱の方が、変色が視認しにくいという知見が得られた。

### 3. 1. 2. クラック

図6に漆塗膜表面に発生したクラックの一例を示す。塗膜にクラックが発生するサイクル数は漆器によって大きく異なっており、少ないものは100サイクル以下で発生し、400サイクルで発生するものもあれば、500サイクル行った後でもクラックが発生しない塗膜もあった。これらの差については、製造条件や保管条件が起因すると想定される。今回の試験では、その原因の一つとして、光劣化に起因する現象が確認された。今回の試験において、皿形状の漆器の表面では100サイクル以下でクラックが発生したのに対し、裏面では500サイクルを経てもクラックが発生しないものがあった。このことから、保管中に表面が太陽光等に曝されたことで劣化したと考えられる。光で劣化した漆塗膜は食洗機にかけることで著しく劣化が促進されることが分かった。漆器の保管においては光に曝されないことが重要であると言える。

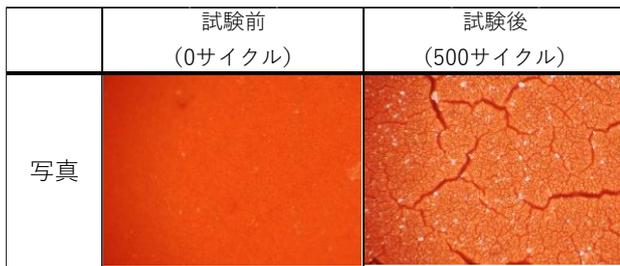


図6 漆塗膜に発生したクラック（1000倍で観察）

### 3. 1. 3. 変形について

X線CTで取得した試験前後の漆器の3Dデータの位置合わせを行い、木地に変形が生じているか確認した。今回の試験結果では、木地の変形が見られたものは、塗膜の剥がれや、目視で確認できるマクロクラックなどが発生しているものであり、塗膜の劣化が著しく進行しているものに限られた。このことから、塗膜が劣化しなければ木地の変形は発生しにくいと考える。

拭き漆の漆器については、変形に伴う木地の割れを確認した（図7）。拭き漆は膜厚が薄いため、木地の露出が早く、露出した箇所から水が浸透したことで変形を起こし、木地の割れが発生したことが想定される。

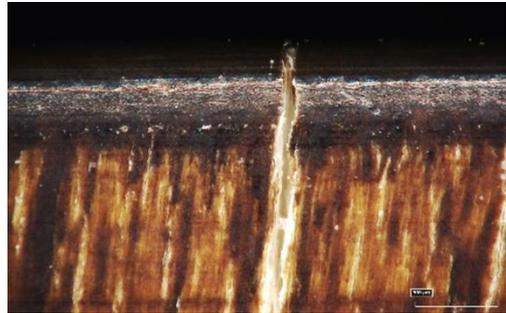


図7 木地の割れ（350倍で観察）

木地の変形を防止するためには、塗膜の不具合が発生しないことと、一定の膜厚を有していることが重要であると考えられる。そのため、拭き漆よりも花塗りの方が食洗機の使用には適していると考えられる。

### 3. 2. 水添加による漆の機能性向上

表4の条件で水を混合した漆を湿度75%、温度5、15、25℃で硬化させたときの漆の硬化時間を図8に示す。

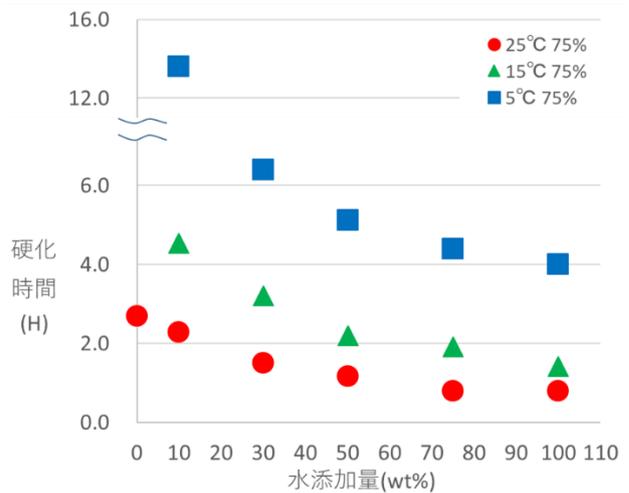


図8 水の添加量と漆の硬化時間（定湿度条件）

温度が低いほど、漆の硬化時間は長くなる傾向を示した。また、水の添加量が増加することで、漆の硬化時間が短くなることが分かった。

表4の条件で水を混合した漆を温度25℃、湿度50%、75%で硬化させたときの漆の硬化時間を図9に示す。

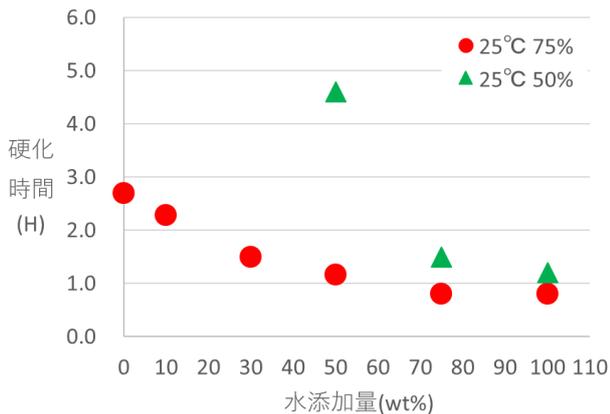


図9 水の添加量と漆の硬化時間（定温度条件）

湿度 50%では、水を添加しない漆は 24 時間経過後も硬化しなかった。水を添加することで漆の硬化時間が短くなり、100wt%添加することで、温度 25°C 湿度 75%での硬化時間と同等になった。低湿度条件では水を添加することで著しく漆の硬化時間が短縮されることが分かった。

次に硬化後の塗膜表面をデジタルマイクロスコープで観察した結果を図 10 に示す。この時の漆の硬化条件は温度 25°C、湿度 75%である。

混合比	漆:水=100:0	漆:水=100:10
写真		
混合比	漆:水=100:30	漆:水=100:50
写真		
混合比	漆:水=100:75	漆:水=100:100
写真		

図 10 水添加漆の表面観察結果（140 倍で観察）

図 10 より、水の添加量が 75wt%を越えると、塗膜表面に微細なピンホールが発生することが分かった。これは漆に分散する水の粒子径が大きくなるためであると考えられる。このピンホールが表面だけで発生しているのか、内部構造がどうなっているのか、塗膜の

強度に影響を与えるかなどについては今後評価していく必要がある。

分散する水の粒子径を小さくする方法として超音波ホモジナイザーを用いる方法を検証した。超音波ホモジナイザーを使用するだけでは漆と水を分散させることはできなかったが、溶剤（樟脳白油）を 10wt%添加することで、分散性が向上した。ペンシルホモジナイザーと超音波ホモジナイザーで水を添加した漆の表面写真を図 11 に示す。

攪拌方法	ペンシルホモジナイザー	超音波ホモジナイザー
混合比	漆:水=100:100	漆:溶剤:水=100:10:100
写真		

図 11 水添加漆の表面観察結果（140 倍で観察）

超音波ホモジナイザーを使用することで、塗膜表面のピンホールはほとんど確認できなくなったことから、分散する水の粒子径を小さくするためには超音波ホモジナイザーが有用であると考えられる。しかし、超音波ホモジナイザーは使用時に発熱することと、再現性に課題があることから、使用条件にはさらなる検討が必要であると考えられる。

#### 4. 結言

会津漆器の耐食洗機性を評価した結果、木製で漆塗りの製品でも食洗機向けの商品の提案が可能であると考えられる。次年度以降、より耐久性の高い漆器の製造方法などを検討することで、より具体的な商品の提案を行いたい。

また、漆に水を添加することで低湿度下での漆の硬化時間を短縮できるという結果が得られた。湿気を与えるのが困難な大きな部材や、屋外での作業などの場面で非常に有効であると考えられる。ただし、漆への水の分散性への改善や、水の蒸発による塗膜膜厚の減少や塗膜の強度などについては検証できていないため、こちらも次年度以降引き続き検討を行っていく。