

# 漆塗料の高機能化とその活用に関する研究（第2報）

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

会津若松技術支援センター 産業工芸科 原朋弥 吾子可苗 佐藤佑香  
材料技術部 分析・化学科 矢内誠人 杉原輝俊

会津漆器の耐食洗機性の評価を行い、伝統的な技法で製造された製品でも1000回の洗浄に耐えられるものがあり、技法の選定等を行うことで食洗機向けの商品提案が可能であるという知見を得た。また、漆へ水を添加した結果、低温、低湿度下の硬化条件において漆の硬化時間が短縮されることが分かった。併せて、漆の増粘剤としての役割があることを確認した。漆に有機酸金属塩を添加し、漆の着色の有無の検証を行った。その結果、今回添加した全ての金属（Zn、Mn、Co、Zr、Ca）で漆が着色されることを確認した。

Key words: 漆、会津漆器、耐食洗機性、水の添加、漆の着色

### 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。昨年度の成果として、伝統的な工程で製造された会津漆器でも500回の洗浄に耐えることが分かった<sup>1)</sup>。今年度も引き続き、食洗機による耐久性評価を実施し、不具合の確認と経時変化の定量化を行った。

次に、漆への水添加による機能性向上について、漆への水の添加方法として、ペンシルホモジナイザーを使用する方法を提案した<sup>1)</sup>。今年度は水を添加した漆の硬化時間、膜厚、粘度について定量的な評価を行った。

最後に、有機酸金属塩の添加による漆の着色について検証を行った。漆はFeイオンと錯体を形成することで、黒く発色することが一般的に知られているが、その他の金属イオンによる発色については報告事例が少ない。今回はFe以外の5種の金属（Zn、Mn、Co、Zr、Ca）による漆の着色について検証を行った。

### 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18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を表1に示す。また、試験条件を表2に示す。耐食洗機性は、JIS規格等の定められた試験方法が無いことから、今回の試験方法は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18点
材質	木製の器物に漆塗り
形状	盃、丸皿、椀、手塩皿、箸
色	黒、朱、洗朱、溜
塗り	花塗り
加飾	会津絵(漆絵、箔)、朱磨き、四分一塗、金虫喰

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[°C]で加熱すすぎ)
洗浄回数	500回

表3 評価項目

評価項目	評価方法	測定頻度
官能評価	目視	100回
色	色彩色差計	
木地の変形	X線CT	
表面観察	デジタルマイクロスコープ	

#### 2. 2. 水を添加した漆の評価

水を添加した漆の調製条件を表4に示す。また、表4によって調製した漆の機能性を評価するため、表5に示す項目について評価を行った。

表4 水を添加した漆の調製条件

項目	内容
漆	生漆、無油漆(透)、無油漆(黒)、有油漆(透)
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	4[min]
塗布膜厚	75[μm]

表5 評価項目

評価項目	評価方法
硬化時間	塗膜乾燥時間測定機
膜厚	デジタルマイクロスコープ
粘度	スプレッドメーター

### 2. 3. 金属イオンを添加した漆の着色

表6に示す有機酸金属塩6種を漆に添加した。漆は有油漆(透)を用い、漆1[g]に対して各試薬を0.2[g]ずつ添加した。温度25[°C]、湿度75[%]の条件で硬化させた漆にの色を目視と分光光度計を用いて確認した。

表6 試薬一覧

金属イオン	物質名	分子式
Fe	トリス(2-エチルヘキサン酸)鉄(III)・ ミネラルスピリット溶液(Fe:6%)	$Fe(C_8H_{15}O_2)_3$
Zn	ビス(2-エチルヘキサン酸)亜鉛・ ミネラルスピリット溶液(Zn:15%)	$Zn(C_8H_{15}O_2)_2$
Mn	2-エチルヘキサン酸マンガ(II) ミネラルスピリット溶液(Mn:8%)	-
Co	ナフテン酸コバルト・ ミネラルスピリット溶液(Co:5%)	-
Zr	ビス(2-エチルヘキサン酸)酸化ジルコニ ウム	$ZrO(C_8H_{15}O_2)_2$
Ca	2-エチルヘキサン酸カルシウム ミネラルスピリット溶液(Ca:5%)	$Ca(C_8H_{15}O_2)_2$

## 3. 結果

### 3. 1. 会津漆器の耐食洗機性評価

耐久性試験後に不具合が発生した漆器二例と、不具合が発生しなかった漆器一例を報告する。

不具合の発生事例として、変わり塗りの螺鈿部分で発生したクラックを図1に示す。クラックが発生した原因として、螺鈿と漆塗膜の熱収縮の差によるものと考えられる。この結果から、食洗機のような熱のかかる洗浄方法では、螺鈿は適さない加飾技法であると考えられる。



図1 螺鈿を起点としてクラック (35倍で観察)

次に、一部不具合が見られた事例として、会津絵が描かれた盃を図2に示す。



図2 1000回洗浄前後の会津絵が描かれた盃  
(左：洗浄前、右：1000回洗浄)

1000回の洗浄により、金箔上の朱漆が一部剥げていたが、それ以外の不具合は見られなかった。1000回の洗浄でも金箔や、松、梅を描いた色漆は剥げておらず、木地の変形も見られなかった。今回の結果から、会津絵は食洗機に対して耐久性のある加飾技法と考える。

最後に、不具合が発生しなかった例として、洗朱で塗られた手塩皿を図3に示す。目視でも色の変化は確認できるものの、木地の変形などは発生しておらず、使用に差し支えるような不具合は無かった。



図3 1000回洗浄前後の手塩皿  
(左：洗浄前、中：500回洗浄、右：1000回洗浄)

図3に示した洗朱の手塩皿の洗浄回数と色差(以下ΔE)の関係を図4に示す。

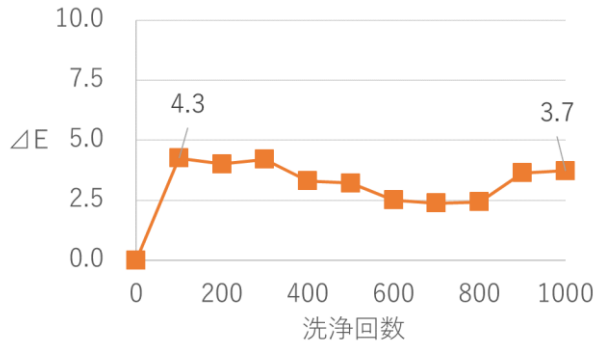


図4 洗朱のΔEの経時変化

洗浄回数 100 回でΔE が 4.3 を示したが、それ以降では横ばいに推移しており、1000 回洗浄後のΔE は 3.7 であった。このことから、洗朱は色の変化自体はあるものの、食洗機によって著しく色の変化が起こるものではないと考える。また花塗りは食洗機に対して耐久性のある塗りであるということが分かった。

### 3. 2. 水添加による漆の機能性向上

表 4 の条件で水を添加した無油漆(黒)を温度 25[°C]、湿度 50、60、75[%]で硬化させたときの硬化時間を図 5 に示す。

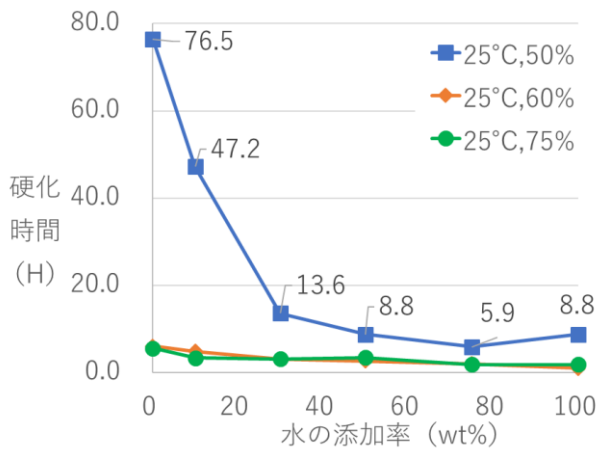


図5 水の添加率と漆の硬化時間 (定温度条件)

湿度 60[%]、75[%]では、硬化時間に差は見られなかったが、湿度 50[%]では著しく遅くなる傾向を示した。水を添加しない場合、76.5 時間かかっていた硬化時間が、水を添加することで徐々に短くなっていき、漆を 30[wt%]添加することで 13.6 時間まで短縮された。

次に、表 4 の条件で水を添加した無油漆(黒)を湿度 75[%]、温度 5、15、25[°C]で硬化させたときの漆の硬化時間を図 6 に示す。

温度 15[°C]、25[°C]では硬化時間に差は見られなかったが、温度 5[°C]では著しく遅くなる傾向を示した。

水を添加しない場合、32.5 時間かかっていた硬化時間が、水を添加することで徐々に短くなっていき、30[wt%]添加することで 5.6 時間まで短縮された。

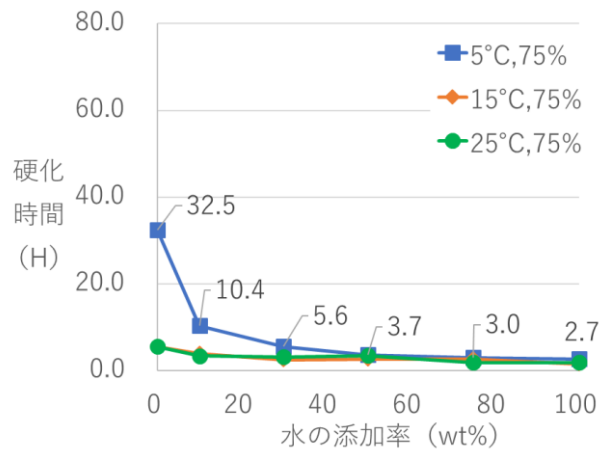


図6 水の添加率と漆の硬化時間 (定湿度条件)

図 5、6 の結果より、漆に水を添加することで、低湿度、低温度においては漆の硬化が促進されることが分かった。

次に硬化後の各漆塗膜断面をデジタルマイクロスコープで観察し、膜厚を測定した結果を図 7 に示す。この時の漆の硬化条件は温度 25[°C]、湿度 75[%]である。

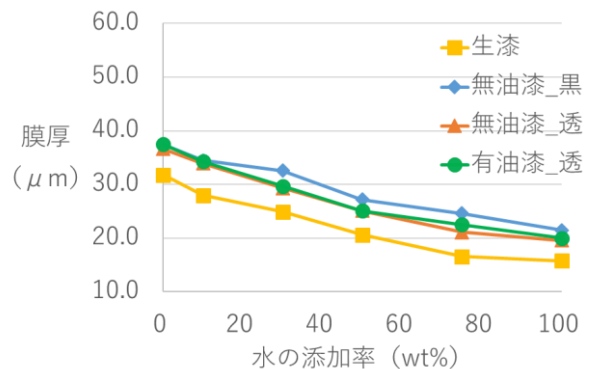


図7 水の添加率と膜厚

いずれの漆も水の添加率が増加するにつれ、膜厚が減少した。水の添加率 0[wt%]と 100[wt%]を比較すると、膜厚が半分程度まで減少していることから、水を添加した分だけ漆の膜厚が減少することが分かる。

最後に粘度の測定結果を図 8 に示す。粘度の測定にはスプレッドメーターを使用し、60 秒後の漆の広がり幅 D60[cm]を粘度の指標とした。

水の添加率の増加に伴い D60 が減少する傾向を示した。これは漆の粘度が増加していることを示している。水を添加する前の漆では D60 は 6.0 付近であり、流動性を有していたが、水を 100[wt%]添加した D60=3.0~4.0[cm]の場合は、ある程度形状を保持できる粘度(マ

ヨネーズ程度の硬さ)を示した。この結果から、漆に添加された水は増粘剤としての役割を果たすことが分かった。

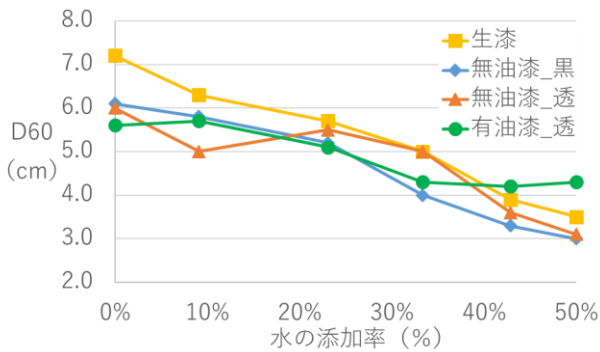


図8 水の添加率とD60

### 3. 3. 漆の着色

表6の試薬を有油漆(透)に添加し、温度25[°C]、湿度75[%]で硬化させたときの漆の写真を図9に示す。

元素	ブランク	Fe	Zn	Mn
写真				
色	-	黒	黒	黒
硬化不良	-	-	-	硬化不良
元素	Co	Zr	Ca	
写真				
色	黒	黒	黒	
硬化不良	-	-	-	

図9 有機酸金属塩の添加した漆の着色結果

図9より、今回添加した全ての有機酸金属塩で漆が黒色に着色されることを確認した。また、Mnを添加した漆については硬化不良を起こしたが、それ以外の金属では硬化不良も起こさなかった。

図9で示した漆塗膜を分光光度計の反射測定により測色した結果を表7に示す。

表7 反射測定結果

	Ca	Zn	Zr	Co	Fe
L*	25.73	25.39	26.01	24.60	25.23
a*	0.07	0.25	0.11	0.09	0.21
b*	-1.00	0.32	-0.47	-0.03	-0.44

各塗膜でL\*値が低く、a\*、b\*が0に近いことから黒

色であることを示した。

次に硬化不良を起こしたMnを添加した漆を除いた5種の漆塗膜に対して、透過光による着色の確認を行った結果を図10に示す。

元素	Fe	Zn	Co	Zr
写真				
色	茶	透過しない	黄	橙
元素	Ca			
写真				
色	緑			

図10 透過光による色の確認

透過光で観察することで、各塗膜特有の色が確認された。Feは茶、Coは黄、Zrは橙、Caは緑、Znは透過光が確認できなかった。

図10で示した漆塗膜を分光光度計の透過測定により測色した結果を表8に示す。表7と比較し、Ca、Zr、Coのa\*、b\*値に変化が見られ、無彩色から有彩色になっていることが分かる。Zn、Feについては変化が見られず、透過測定においても黒色を示した。Znに関しては光を透過しておらず、Feで着色するよりも隠蔽性の高い黒色であることが分かった。

表8 透過測定結果

	Ca	Zn	Zr	Co	Fe
L*	3.04	0.06	6.41	15.60	0.19
a*	-2.41	-0.04	12.59	-1.74	0.14
b*	4.22	0.04	10.45	21.21	0.22

## 4. 結言

会津漆器の耐食洗機性を評価した結果、1000回の洗浄試験に耐える漆器があった。これまでの評価結果から会津漆器における食洗機向けの加飾技法について選定することができた。選定した加飾技法を有する漆器を用いて、次年度から実施予定の飲食店における実証試験を行う。

漆に水を添加するメリットとして、漆の硬化が遅くなる低温度、低湿度下で硬化時間を短縮できることが分かった。また増粘剤としての役割も果たすことが分かった。これらの結果を踏まえて、次年度は活用事例の提案を行っていく。

有機金属酸(Fe、Zn、Mn、Co、Zr、Ca)を漆に添加

し、それぞれ着色することを見出した。反射光と透過光では確認できる色が異なる傾向を示した。添加量や硬化条件によって発色に変化があるのか、次年度以降確認していく。

#### 参考文献

- 1) 原朋弥, 吾子可苗, 関澤良太, 矢内誠人, 杉原輝俊. 漆塗料の高機能化とその活用に関する研究(第1報). 令和3年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告, (2021)