

# 伝統的焼付漆技法の研究

## —漆の焼き付け（高温硬化）に関する研究(2)—

木下 稔夫\*<sup>1</sup>・上野 博志\*<sup>1</sup>・加藤 寛・宮田 聖子\*<sup>2</sup>

### 1. はじめに

文化財の分野において、建造物や工芸品の飾金具には漆が焼き付けされているものがあり、現在でも修復の際の復原作業には伝統的技法として経験的に用いられている。通常漆は塗布した後、湿度の高い空气中で乾燥・硬化させるが、金属に対しては付着性が悪いという理由により昔から焼き付けが行われてきた。しかし、漆の焼き付けについては、科学的に解明されておらず、技術的にも完成していない。そこで本研究では、漆の焼き付け（高温硬化）について、造膜のメカニズム、金属素材への塗装技術を解明し、漆工芸の歴史の中で明らかとなっていなかった漆の焼き付け技術を完成することを目的とした。前報はその第1報として、金属素材に対する漆の焼き付け（高温硬化）の伝統的技法について現地調査を行い、漆の塗布方法、焼き付け方法・条件について調査し、漆膜の力学的特性・色・光沢度といった光学的特性についても解析した。また、漆の焼き付け温度と硬化速度、それに伴う化学構造を検討した。さらに、漆膜の金属に対する付着性に着目し、漆の種類・焼き付け温度の違いによる検討を行った。

本報では、前報で漆膜の金属に対する付着性を検討した試験片について、促進試験により耐光性、耐候性、防食性に関して検討を行った。また、その結果に基に、漆の種類、焼き付け温度、顔料の種類・濃度、膜厚、2層化など塗装因子を組み合わせることで試験片を作成し、屋外暴露試験により耐久性向上のための検討・解析を行った結果を報告する。

### 2. 促進試験による焼き付け漆膜の耐久性

#### 2-1. 実験方法

##### 2-1-1 試験片の作成

##### (1) 使用漆

##### ①種類

日本産生漆（1997年浄法寺産）

日本産素ぐろめ漆（1997年浄法寺産）

##### ②化学組成

	水分	ウルシオール	ゴム質	含窒素物
生漆	24.8	69.4	5.0	0.8
素ぐろめ漆	1.6	89.2	6.4	2.6

(mass%)

##### (2) 素材

鉄板（SPCC ダル鋼板 70×150×0.8 mm）に# 280 耐水研磨紙による研磨、アセトン脱脂を行い、素材とした。

\* 1 東京都立産業技術研究所

\* 2 漆芸家

## (3) 塗布方法

バーコーターによる。(乾燥膜厚  $10 \pm 3 \mu\text{m}$ )

## (4) 焼き付け条件

焼き付け温度	120°C	150°C	180°C	210°C	240°C	270°C	300°C
焼き付け時間	240分	120分	60分	40分	15分	10分	5分

\* ) 焼き付け時間は漆膜が最高硬度に達する時間とした。

また、常温乾燥も行い、20°C 80%RH で1ヶ月乾燥させたものを試験片とした。

## 2-1-2 試験方法

## (1) 光学的特性の測定

作成した漆膜の鏡面光沢度と色の測定を行った。漆膜の鏡面光沢度は JIS K 5400 塗料一般試験方法における 7.6 鏡面光沢度で行った。なお、入射角・反射角は  $60^\circ$  とした。(村上色彩研究所光沢計 GMX-202 使用) 漆膜の色は JIS Z 8722 物体色の測定方法により行い、 $L^*a^*b^*$  表色系により表示した。(村上色彩研究所高速分光光度計 CMS-500 使用)

## (2) 促進耐光性

JIS D 0205 自動車部品の耐候性試験方法における 2.2 促進試験の 2.2.2 促進耐光性試験による。試験方法は、参考付表 1-2 の空冷式 2.5 kW キセノンアーク灯式耐光性試験機の方法を用いた。主な試験条件は次のとおりである。

- ①試験時間 : 600 時間
- ②温度 :  $63 \pm 3^\circ\text{C}$  (ブラックパネル温度計)
- ③湿度 :  $50 \pm 5\%$
- ④試料面放射照度 :  $320 \text{ W/m}^2$  ( $\pm 10\%$ )
- ⑤評価 : ブランクとの色差 ( $\Delta E^*$ ), 光沢保持率 (%)

## (3) 促進耐候性

JIS K 5400 塗料一般試験方法における 9.8 促進耐候性の 9.8.1 サンシャインカーボンアーク灯式により行った。主な試験条件は次のとおりである。

- ①試験時間 : 400 時間
- ②温度 :  $63 \pm 3^\circ\text{C}$  (ブラックパネル温度計)
- ③水の噴射時間 : 120 分間中 18 分間
- ④評価 : ブランクとの色差 ( $\Delta E^*$ ), 光沢保持率 (%)

## (4) 防食性

JIS K 5400 塗料一般試験方法における 9.1 耐塩水噴霧性に準じた。主な試験条件は次のとおりである。

- ①試験時間 : 24 時間
- ②塩水濃度 :  $5 \pm 0.5 \text{ w/v}\%$ ,
- ③槽内温度 :  $35 \pm 1^\circ\text{C}$
- ④評価方法 : 試験後水洗いして室内に 2 時間放置した後、クロスカット部からのふくれ最大幅とセロハンテープをはり付け、ひきはがしを行った際のはがれの最大幅を測定。

2-2. 結果と考察

2-2-1 光学的特性

生漆と素ぐろめ漆の乾燥温度の違いによる膜の光沢度を図1に示す。生漆は常温乾燥に比べて焼き付けをすることにより光沢度の大きな上昇が見られる。しかし、焼き付けを行った漆膜中では温度による光沢度の差は見られなかった。それに対し、素ぐろめ漆については、常温乾燥の光沢度も大きくなり焼き付けと変わらない。焼き付け漆の中では、最低温度の120℃が光沢度が最も大きく、温度が上がるに連れて光沢度は低下した。

次に、乾燥温度の違いによる漆膜の色を図2, 図3, 外観を図4, 図5に示す。生漆については、明度は常温乾燥が最も暗く、焼き付け温度が上がるにつれて明るい色になる傾向にあった。これは、温度が低いほど乾燥に時間がかかるため液状態が長く、素材である鉄との反応<sup>2)</sup>が進んだ結果、明度の低い鉄錯体の黒漆に変化したためだと考えられる。色相は乾燥温度に変わりなくほぼ同じだが、150℃のみ赤みの強い色となった。素ぐろめ漆については、生漆と異なり鉄との反応は進まないための黒色にはならず透明な黄赤系の色となった。また、明度は生漆と逆で常温乾燥が最も大きく、次が120℃と乾燥温度が上がるにつれて暗い色となった。色相は、常温乾燥が最も鮮やかな黄赤で乾燥温度が上昇するにつれて無彩色へ近づく傾向にあった。

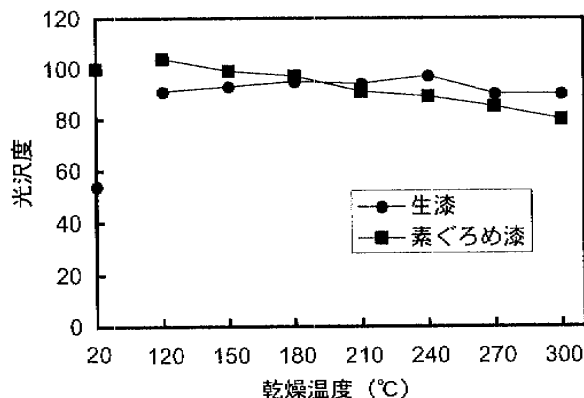


図1 乾燥温度の異なる漆膜の光沢度

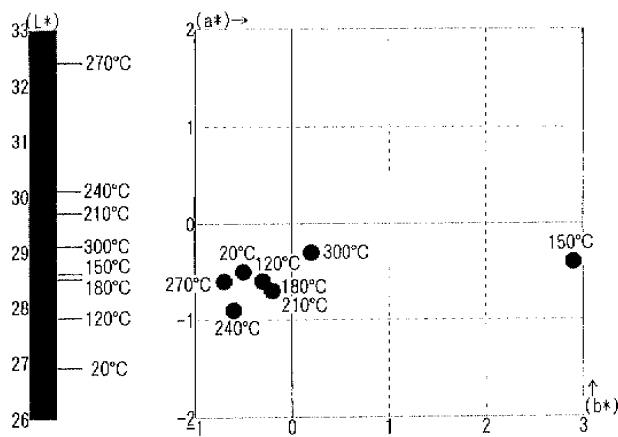


図2 乾燥温度の異なる生漆膜の色

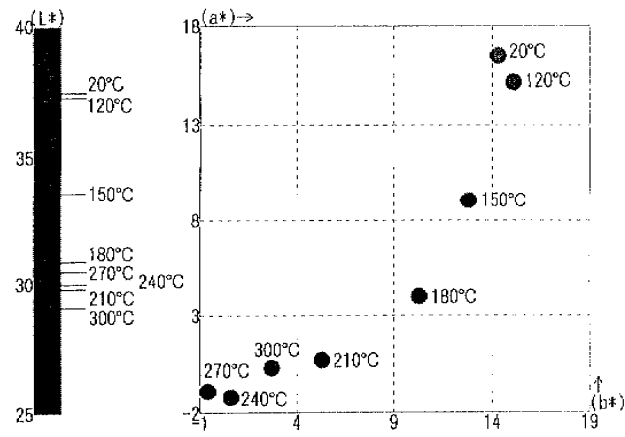


図3 乾燥温度の異なる素ぐろめ漆膜の色

2-2-2 促進耐光性

乾燥温度の異なる漆膜の促進耐光試験600時間における色差を図6, 光沢度保持率を図7に示す。生漆は、焼き付け温度150℃が他のものに比べて目立って色の変化が大きく、210℃, 240℃, 270℃といった高温側に変色が少ない結果となった。素ぐろめ漆についても、傾向的には270℃を極小値として焼き付け温度が高いほど色の変化が小さい。光沢度保持率についても、生漆は、240℃, 270℃を極大値として焼き付け温度が高い方が光沢を維持している。素ぐろめ漆は、600時間試験後も150℃を除いてすべての乾燥条件で初期光沢を80%以上で維持しており、漆は精製することにより耐光性が大きく向上することがわかった。

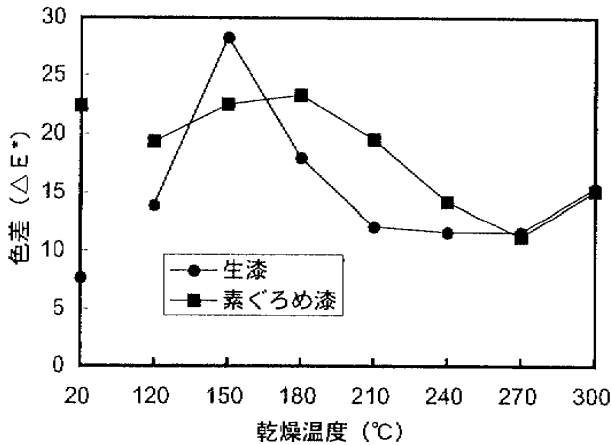


図6 促進耐光試験600時間における乾燥温度の異なる漆膜の色差

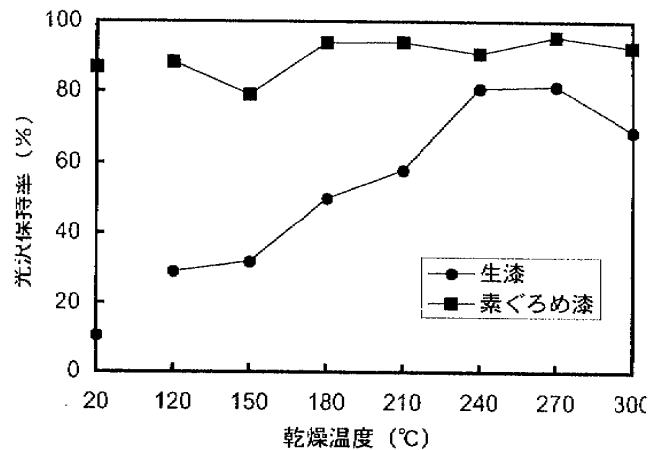


図7 促進耐光試験600時間における乾燥温度の異なる漆膜の光沢度保持率

### 2-2-3 促進耐候性

促進耐候試験 400 時間における乾燥温度の異なる漆膜の色差を図 8，光沢度保持率を図 9 に示す。生漆膜は図 6 の耐光性とと同じで 150°C 焼き付けの特異な変化を除けば，210°C，240°C，270°C といった高温側に変色が少ない結果となった。ただ，序々に変色していく耐光性と異なり，耐候性試験では全体的に試験初期で大きく変色し，その後はほとんど変化しなかった。生漆膜に比べて透明性があり明度の大きい素ぐろめ漆膜は，耐候性試験による色の変化も大きく，その傾向は耐光性試験よりも顕著であった。また，焼き付け温度の点では低温側（120°C，150°C）と高温側（270°C，300°C）が色変化が低い結果となった。

光沢度については漆膜の促進耐光試験の光沢保持率（図 7）と異なり，特に生漆については急激な低下がみられ，すべての焼き付け温度で光沢度保持率は 0% に近い。これは，漆膜が水の影響を大きく受け，一定時間で水が噴霧される耐候試験では，紫外線で劣化した漆膜表面（特に水可溶のゴム質）が水で削り取られ表面に凹凸が発生するためと考えられる。ゴム質を細かく分散させた素ぐろめ漆は，生漆より水の影響を受けにくいと考えられ，生漆より光沢を保っているものが多い。焼き付け温度との関係は，120°C，180°C，210°C，240°C が光沢度を 80% 近く維持しているが，150°C，270°C，300°C については 0% に近く極端な結果となった。

促進耐候性においては，色差と光沢度保持率による評価に違いが生じた。漆膜は造膜初期において光により容易に色が変わることが知られ，これを発色<sup>3)</sup>と呼ぶこともあり，変色イコール劣化とも断言しにくい。本実験においては，光沢度保持率を漆膜劣化の指標として用いることとした。

### 2-2-4 防食性

焼き付け温度の異なる生漆膜の塩水噴霧試験 24 時間後の結果を図 10，素ぐろめ漆膜の結果を図 11 に示す。生漆膜は 210°C，240°C，270°C，素ぐろめ漆膜は 240°C，270°C において塗膜ふくれ幅，テープ剥離幅が小さく，生漆膜の方が防食性の良い温度範囲は広い。しかし，生漆膜，素ぐろめ漆膜ともに温度が低くなるに従って防食性は悪くなる傾向にあるが，素ぐろめ漆はその変化が緩やかなのに対し，生漆膜は急激に性能が悪くなり，どちらの漆が防食性に優れているか判断しにくい結果となった。これらの防食性は，付着性の傾向<sup>4)</sup>がそのまま良否に関連していると考えられる。

### 2-2-5 付着性，耐久性促進試験における漆膜性能評価のまとめ

これまで行ってきた付着性，各種の耐久性促進試験についての漆の種類，乾燥温度の性能傾向

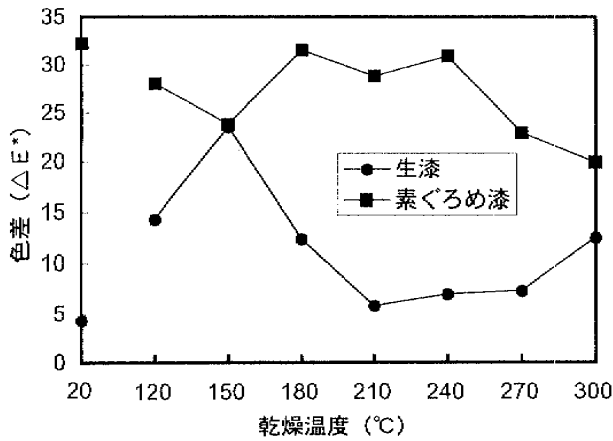


図8 促進耐候試験400時間における乾燥温度の異なる漆膜の色差

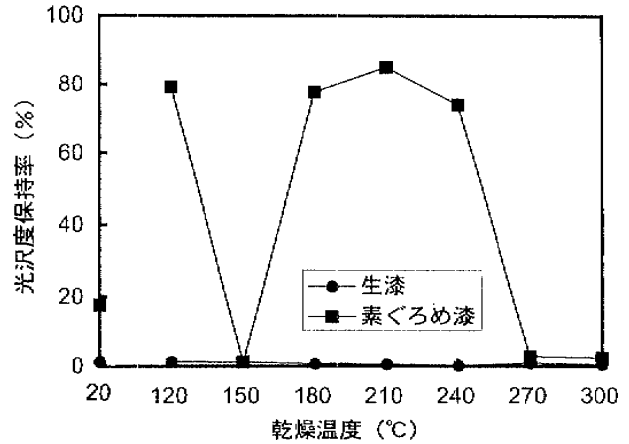


図9 促進耐候試験400時間における乾燥温度の異なる漆膜の光沢度保持率

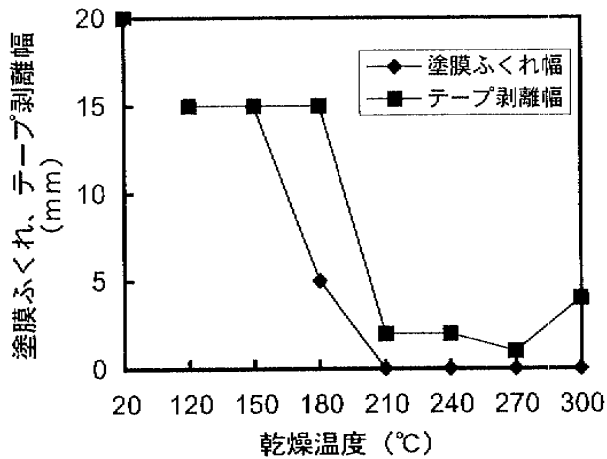


図10 乾燥温度の異なる生漆膜の塩水噴霧試験 (24時間) 結果

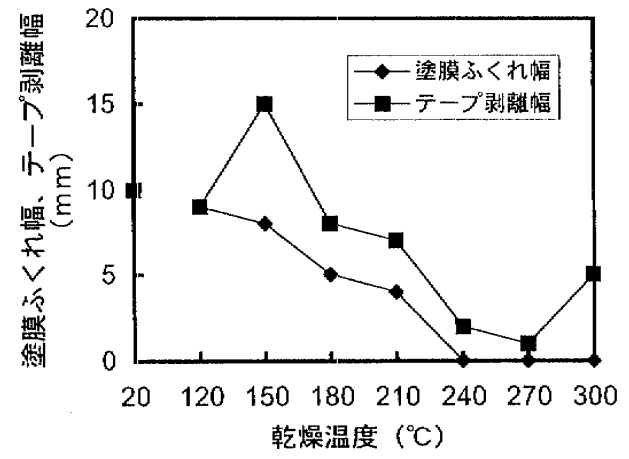


図11 乾燥温度の異なる素ぐろめ漆膜の塩水噴霧試験 (24時間) 結果

をまとめると表1のようになる。

この結果により、生漆では付着性、防食性で最も優れている 270°C、素ぐろめ漆では付着性、耐光性、耐候性の優れている 120°Cと耐光性、耐候性、防食性の優れている 240°Cの塗装条件を耐久性向上を検討する基準の条件とした。

表1 付着性、各種促進試験における漆の種類・乾燥温度の最適条件

評価項目	因子	性能比較	
付着性	漆の種類 最適温度	生漆 270°C	> 素ぐろめ漆 120, 270°C
耐光性	漆の種類 最適温度	生漆 240°C, 270°C	< 素ぐろめ漆 すべて良
耐候性	漆の種類 最適温度	生漆 すべて否	< 素ぐろめ漆 120, 180, 210, 240°C
防食性	漆の種類 最適温度	生漆 210, 240, 270°C	≒ 素ぐろめ漆 240, 270°C

\* ) 優>劣

### 3. 屋外暴露試験による耐久性向上のための塗装条件の検討

#### 3-1. 各種の試験片の作成

焼き付け漆膜の耐久性向上のために検討する項目と内容を次のとおりとした。

検討項目	内 容
・漆の種類	生漆, 素ぐろめ漆
・焼き付け温度	120~300°Cの範囲(ただし, 顔料の添加などの検討は生漆は270°C, 素ぐろめ漆は120°C, 240°Cで行う)
・顔料の種類	べんがら, カーボンブラック, 亜鉛系防錆顔料
・顔料の濃度	粘度的に塗布可能な範囲で3段階
・膜厚	焼き付け温度によるが2~3段階
・2層膜化	下塗りに防錆, 上塗りに耐候を考慮して構成

また, これらの内容を組み合わせて表3の内容で試験片を作成した。作成方法は2-2-1と同じ手順で行った。

#### 3-2. 屋外暴露試験

##### 3-2-1 暴露試験場

屋外暴露試験は神奈川県鎌倉市で行った。具体的な場所は, 次の通りである。

鎌倉: 鎌倉大仏の隣にある建物の屋上に設置した暴露台 (図12, 図13)

##### 3-2-2 暴露試験方法

###### (1) 試験片の取り付け

- ・暴露台の方向: 南面 45度
- ・試験開始日: 1997年11月28日

###### (2) 評価方法

- ①光学的特性 (試験片A~Pのみ): ブランクとの色差 ( $\Delta E^*$ ), 光沢保持率 (%)



図12 鎌倉暴露場 (鎌倉大仏の右側の建物の屋上に暴露台を設置)

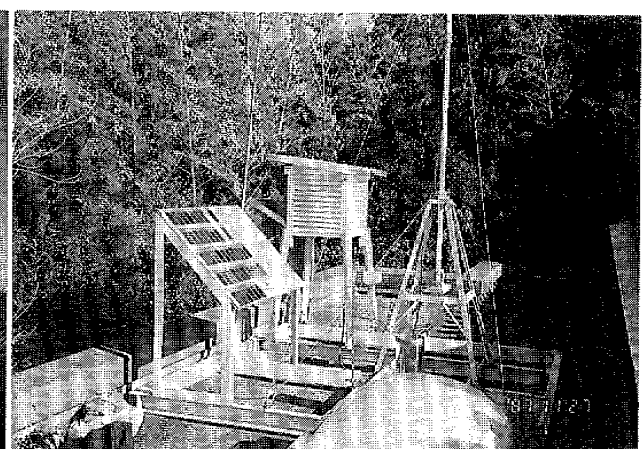


図13 鎌倉暴露場 (試験片をとりつけたところ。)

## ②目視による観察

表2 焼き付け漆膜耐久性向上のための検討試験片

A	生漆 10 $\mu\text{m}$ 20°C	a	素ぐろめ漆べんがら 3%10 $\mu\text{m}$ 120°C
B	生漆 10 $\mu\text{m}$ 120°C	b	素ぐろめ漆べんがら 6%10 $\mu\text{m}$ 120°C
C	生漆 10 $\mu\text{m}$ 150°C	c	素ぐろめ漆べんがら 9%10 $\mu\text{m}$ 120°C
D	生漆 10 $\mu\text{m}$ 180°C	d	素ぐろめ漆カーボン 6%10 $\mu\text{m}$ 120°C
E	生漆 10 $\mu\text{m}$ 210°C	e	素ぐろめ漆カーボン 6%20 $\mu\text{m}$ 120°C
F	生漆 10 $\mu\text{m}$ 240°C	f	素ぐろめ漆カーボン 6%30 $\mu\text{m}$ 120°C
G	生漆 10 $\mu\text{m}$ 270°C	g	素ぐろめ漆 NP-16004%10 $\mu\text{m}$ 120°C
H	生漆 10 $\mu\text{m}$ 300°C	h	素ぐろめ漆べんがら 3%10 $\mu\text{m}$ 240°C
I	素ぐろめ漆 10 $\mu\text{m}$ 20°C	i	素ぐろめ漆べんがら 6%10 $\mu\text{m}$ 240°C
J	素ぐろめ漆 10 $\mu\text{m}$ 120°C	j	素ぐろめ漆べんがら 9%10 $\mu\text{m}$ 240°C
K	素ぐろめ漆 10 $\mu\text{m}$ 150°C	k	素ぐろめ漆カーボン 6%10 $\mu\text{m}$ 240°C
L	素ぐろめ漆 10 $\mu\text{m}$ 180°C	l	素ぐろめ漆 NP-16004%10 $\mu\text{m}$ 240°C
M	素ぐろめ漆 10 $\mu\text{m}$ 210°C	m	素ぐろめ漆カーボン 6%20 $\mu\text{m}$ 240°C
N	素ぐろめ漆 10 $\mu\text{m}$ 240°C	n	生漆べんがら 6%10 $\mu\text{m}$ 270°C
O	素ぐろめ漆 10 $\mu\text{m}$ 270°C	o	+素ぐろめ漆カーボン 6%20 $\mu\text{m}$ 120°C
P	素ぐろめ漆 10 $\mu\text{m}$ 300°C	o	生漆べんがら 6%10 $\mu\text{m}$ 270°C
Q	生漆べんがら 3%10 $\mu\text{m}$ 270°C	p	+素ぐろめ漆カーボン 6%20 $\mu\text{m}$ 240°C
R	生漆べんがら 6%10 $\mu\text{m}$ 270°C	p	生漆 NP-16004%10 $\mu\text{m}$ 270°C
S	生漆べんがら 9%10 $\mu\text{m}$ 270°C		+素ぐろめ漆カーボン 6%20 $\mu\text{m}$ 120°C
T	生漆カーボン 3%10 $\mu\text{m}$ 270°C		
U	生漆カーボン 6%10 $\mu\text{m}$ 270°C		
V	生漆カーボン 9%10 $\mu\text{m}$ 270°C		
W	生漆 NP-16002%10 $\mu\text{m}$ 270°C		
X	生漆 NP-16004%10 $\mu\text{m}$ 270°C		
Y	生漆 NP-16006%10 $\mu\text{m}$ 270°C		
Z	生漆カーボン 6%20 $\mu\text{m}$ 270°C		

\*) 試験片の塗装条件は順に、漆の種類、顔料の種類・濃度、膜厚、焼き付け温度

\*\*) NP-1600：亜リン酸亜鉛系防錆顔料

\*\*\*) 顔料%は体積濃度とした。

## 3-2-3 屋外暴露試験結果

## (1) 光学的特性による評価

鎌倉の屋外暴露試験5ヶ月後における乾燥温度の異なる漆膜(試験片A~P)の色差を図14、光沢度保持率を図15に示す。

色差は生漆膜については高温側、素ぐろめ漆膜については低温側ほど大きい傾向にあった。図14の素ぐろめ漆のように透明で紫外線により透けて明るくなる膜は、色差と後述する目視外観の評価が全く逆転している。このことから漆膜の色差による評価は難しいことがわかる。暴露試験後の色を図16、図17に示す。暴露試験前の色(図2、図3)と比べてみると、生漆膜は膜が残存している20°C、120°C、240°Cについては色相、彩度(a\*b\*)の変化はほとんどない。しかし、

明度(L\*)は120℃はあまり変化せず、20℃は明るく、240℃は暗くといったように、劣化により明度変化に違いが生じていることがわかった。その他の焼き付け温度については腐食による錆の発生により黄赤に変化した。素ぐろめ漆膜はかなり膜の残存している低温側ほどより明るい色に変化した。また、色相も赤みが無くなり全体的に黄みへ変化した。光沢度保持率は生漆、素ぐろめ漆とも焼き付け温度が低い方が大きく、耐候性が優れている。また、素ぐろめ漆膜の方が生漆膜より光沢度保持率は大きく、120℃、150℃といった低温側になるほどその差は顕著になる。漆膜としては素ぐろめ漆を120℃焼き付けしたものが最も耐候性に優れていた。

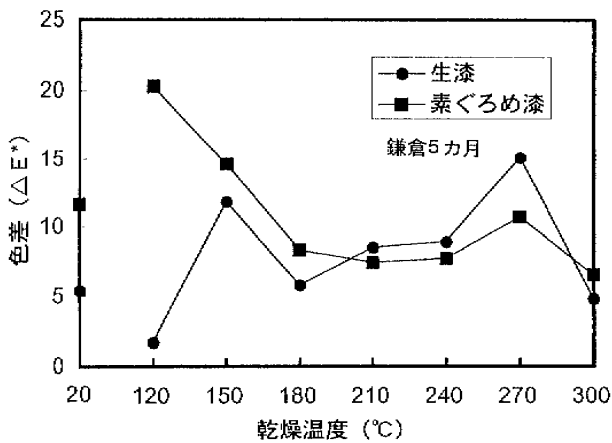


図14 屋外暴露試験における乾燥温度の異なる漆膜の色差

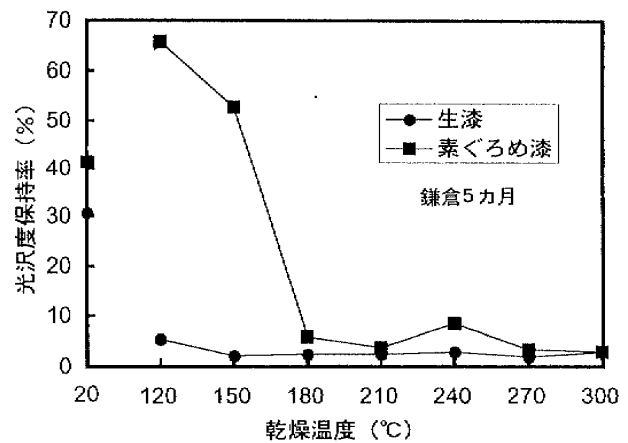


図15 屋外暴露試験における乾燥温度の異なる漆膜の光沢保持率

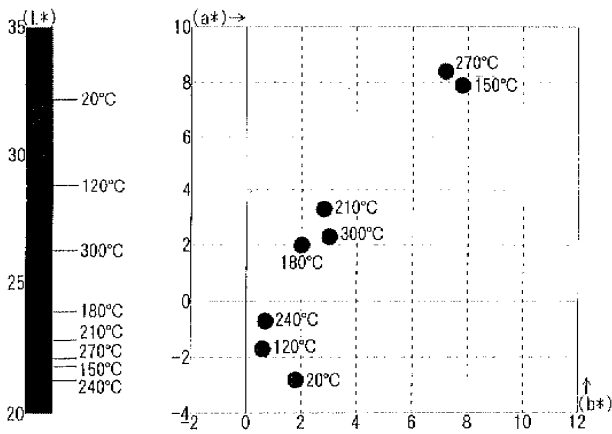


図16 屋外暴露試験（鎌倉：5ヶ月間）により変化した乾燥温度の異なる生漆の色

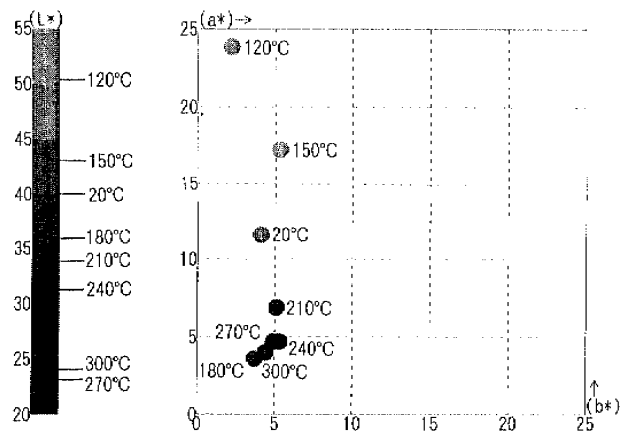


図17 屋外暴露試験（鎌倉：5ヶ月間）により変化した乾燥温度の異なる素ぐろめ漆の色

(2) 目視観察による評価

鎌倉での暴露試験後の外観を図18-1～18-4に示す。鎌倉での暴露試験を開始後、一定の時期ごとに観察を続けた結果7ヶ月目で膜厚10μmのほとんどの試験片はほぼ全面に錆の発生を認めため試験を止め暴露台から取り外した。図18-1～18-4は各塗装条件による優劣が判定しやすい5ヶ月めの外観を示した。膜厚20μm以上の試験片(Z, e, f, m, n, o, p)については、その後も暴露を継続し観察を続けた。暴露9ヶ月目で試験片Z, mに色むらが発生し、12ヶ



月後には斑点状になった(図 18-3, 図 18-4)。その他試験片 e, f, n, o, p は 12ヶ月の時点では光沢はまったく無くなるものの色のむらや錆の発生は認められず現在も暴露を継続中である。

今回の暴露試験から、漆膜は表面が紫外線により早くから劣化し、風化するように序々に割れていくことがわかった。このことは、素ぐろめ漆より生漆、漆膜単独よりは顔料を混合したものにその傾向が顕著であった。また、漆膜のように紫外線により色が透けて明るくなる膜は合成樹脂塗料の塗膜には無く、光学的な機器による測定ではかえって判定を複雑にしている。今回の暴露試験の目的である各塗装条件の優劣であれば、目視による方が判定しやすい。目視による判定結果を表 3 に示す。

表 3 焼き付け漆膜の各塗装因子と耐久性

塗装因子	耐久性の傾向 1)	耐久性影響度 2)	判定に用いた試験片
漆の種類	生漆 < 素ぐろめ漆	○	A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L, M,N,O,P
焼き付け温度	低 > 高	◎	A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L, M,N,O,P,b,i,d,k,g,l
顔料の種類	亜鉛系 < カーボンブラック < べんがら	○	Q,R,S,T,U,V,W,X,Y,b,d, g,i,k,l
顔料濃度			
べんがら	3% < 6% < 9%	○	Q,R,S,a,b,c,h,i,j
カーボンブラック	9% < 6% ≤ 3%	△	T,U,V
亜鉛系	4% = 6% ≤ 2%	×	W,Y,Y
膜厚	薄 < 厚	◎	U,Z,d,f,d,e,f
2層膜化	1層 < 2層	◎	n,o,p

1) 劣 < 優

2) ◎非常にある ○ある △あまりない ×ほとんどない

漆膜の屋外耐久性に関しては、漆の種類では素ぐろめ漆、焼き付け温度は低い方が優れていた。これは、現地調査を行った伝統技法および付着性による評価<sup>1)</sup>の優劣と逆の結果になった。しかし、図 18-1, 図 18-2 を比べてみるとわかるように素ぐろめ漆膜の方が初期状態を保っている割合が大きい。膜が劣化した状態は生漆の方が全体に均一で自然である。この素ぐろめ漆に顔料を添加することで全体に均一に表面から風化するような劣化形態に変化した(図 18-4)。

また、添加する顔料の種類、添加量により耐久性に差が生じた。さらに、今回の実験結果から表面から風化し薄くなっていく漆膜は、膜厚が耐久性に大きく影響していると考えられた。

#### ■最適塗装条件(素材:鉄)

漆の種類	前処理	焼き付け温度	添加剤	膜厚	塗り回数
素ぐろめ漆	脱脂+研磨	120℃	べんがら 9%	厚	多(多層)

前報と表 3 の結果により屋外耐久性のための最適条件を示す。

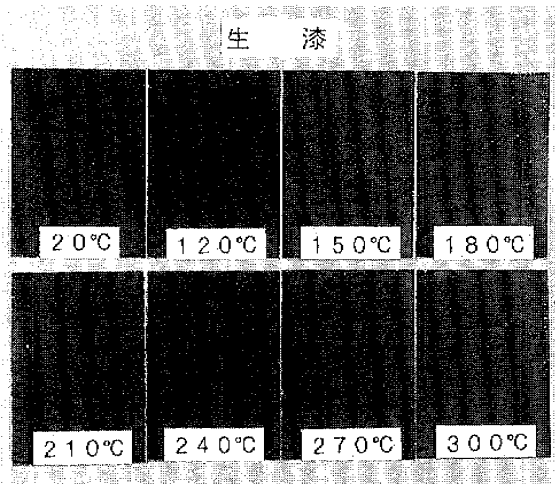


図2 乾燥温度の異なる生漆の外観

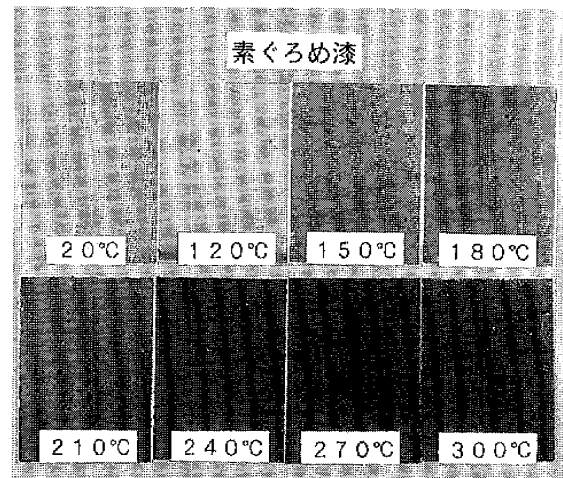
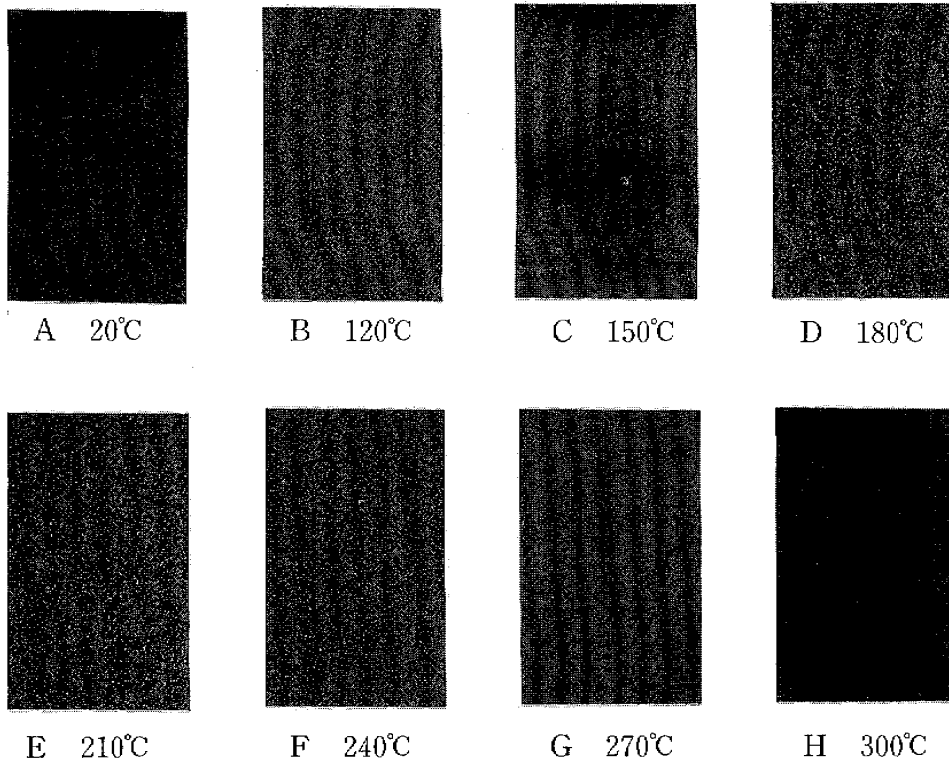
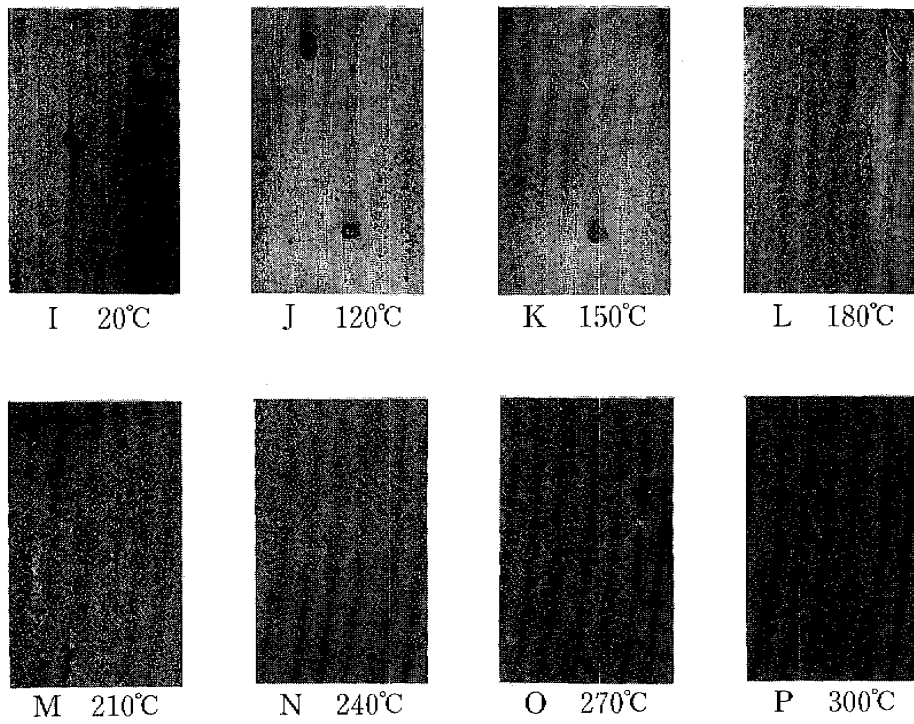


図3 乾燥温度の異なる素ぐろめ漆膜の外観



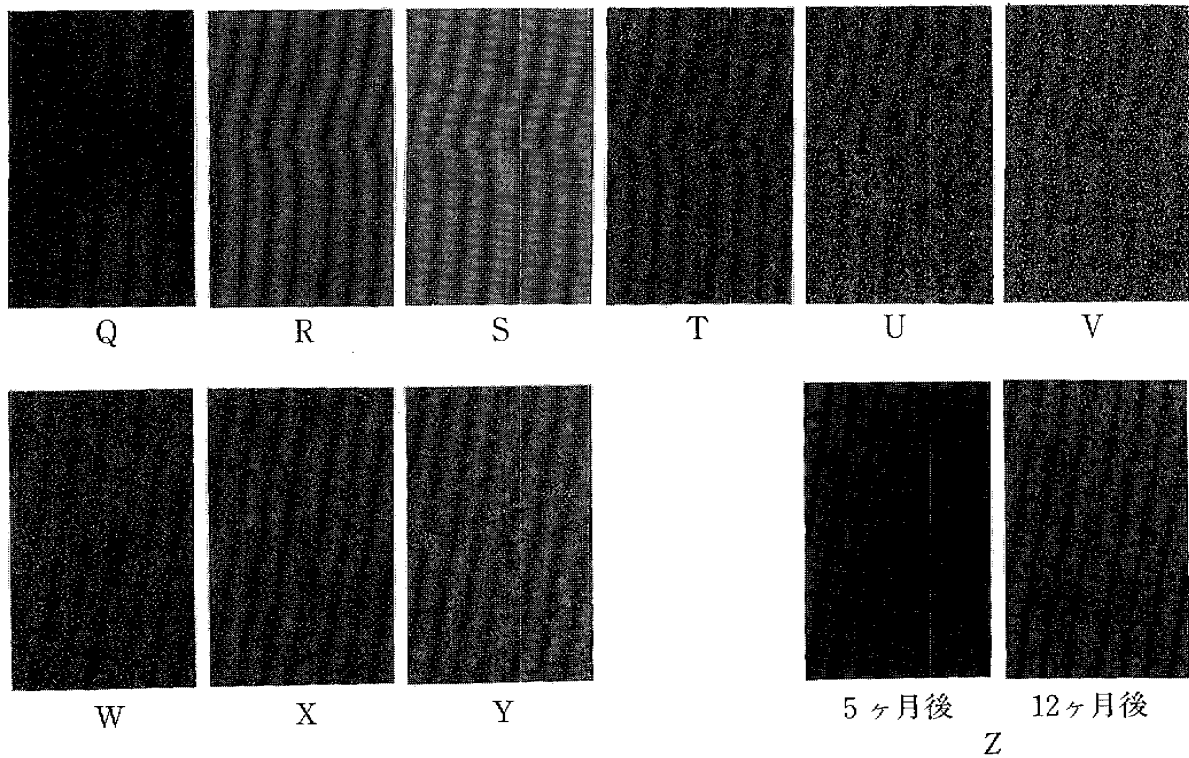
—乾燥温度の異なる生漆膜—

図18-1 屋外暴露試験 (鎌倉：5ヶ月)



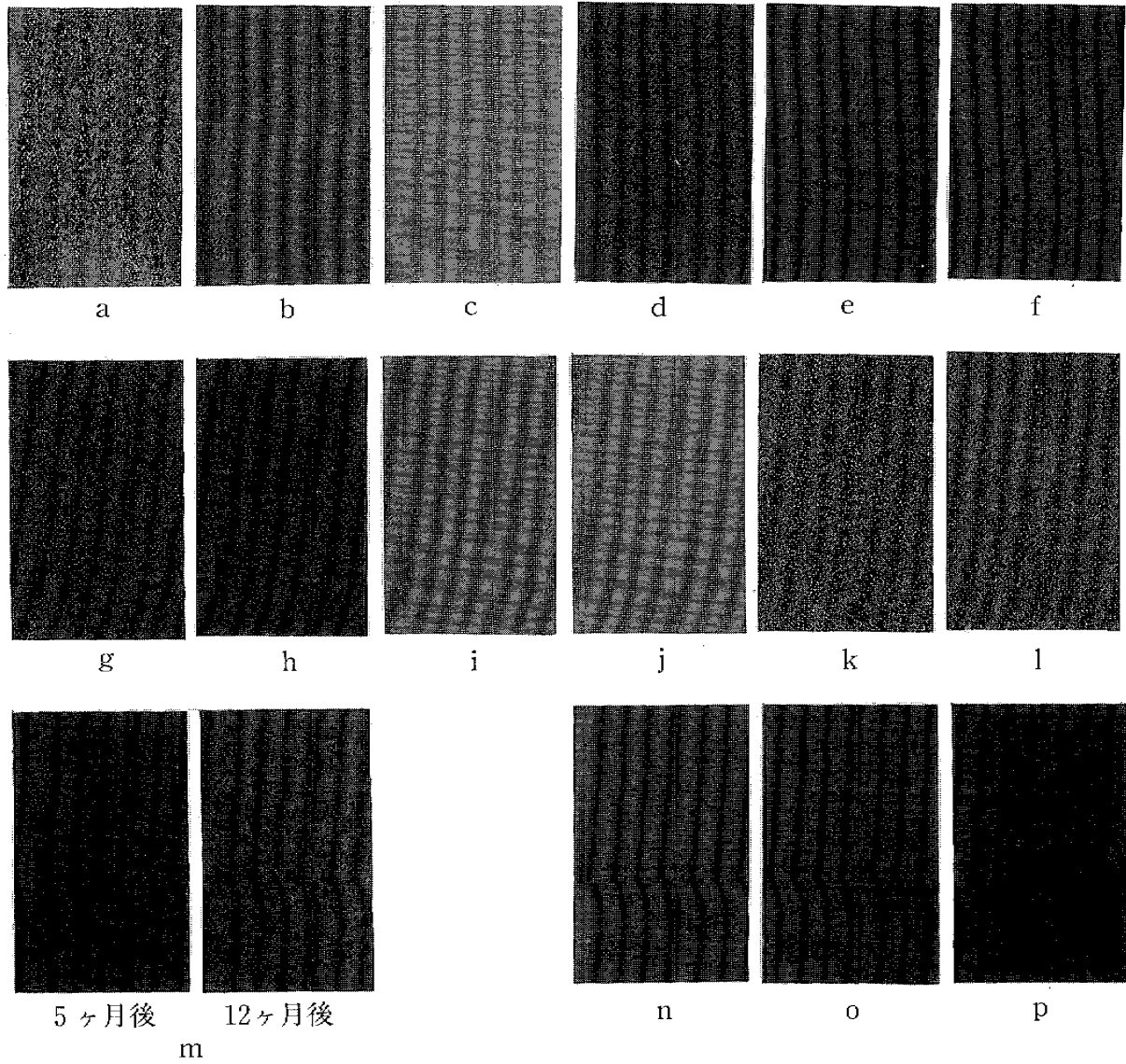
—乾燥温度の異なる素ぐろめ漆膜—

図18-2 屋外暴露試験（鎌倉：5ヶ月）



—各塗装因子を組み合わせた生漆膜—

図18-3 屋外暴露試験（鎌倉：5ヶ月）



—各塗装因子を組み合わせた素ぐろめ漆膜および2層膜—

図18-4 屋外暴露試験（鎌倉：5ヶ月）

## 4. 漆膜の電子顕微鏡観察による検討

### 4-1. 観察内容

耐光性、耐候性試験および屋外暴露試験によって劣化した焼き付け漆膜を電子顕微鏡観察（株式会社エリオニクス製電子線三次元粗さ解析装置 ERA-8000 使用）し、劣化状態を検討した。

### 4-2. SEM 観察による漆膜の劣化形態の検討

生漆膜と素ぐろめ漆膜の耐光性、耐候性試験および屋外暴露試験前後の SEM 像を図 19-1, 図 19-2 に示す。試験前の SEM 像をみると漆膜に球状のゴム質が存在しているのがわかるが、精製工程を経た素ぐろめ漆は生漆に比べてゴム質が細かく分散し膜表面にはほとんど出てきていない。耐光性試験後は、生漆、素ぐろめ漆とも膜に割れが生じたが、生漆膜の方が割れが大きく膜の劣化と共にゴム質が表面に現れているのがわかる。耐候性試験後では、生漆において耐候性の良い 120℃の膜と耐候性の悪い 270℃の膜ともひび割れてゴム質が脱離している穴が観察された。また両者とも劣化した膜は薄い層状膜が積み重なった多層構造をしていた。生漆が風化するようには劣化するのは、この薄い層が順次剥がれて脱離していることが考えられる。素ぐろめ漆では、試験後も光沢のある 120℃膜は割れが発生しただけでゴム質の脱離は観察されなかった。光沢の低下した 270℃の膜は生漆と同じでゴム質の脱離と多層構造、また一つの層内でも細かい粒状になっているのが認められた。ゴム質の脱離ににくい素ぐろめ漆に顔料を添加し 120℃焼き付けした膜を屋外暴露試験した結果、無添加の膜と大きく異なり細かい粒子の形で劣化した。耐光性試験に比べて、水を一定間隔で噴霧する耐候性試験では漆膜中のゴム質の脱離が認められることから、焼き付け漆膜の劣化においても水が大きく影響することが判明した。

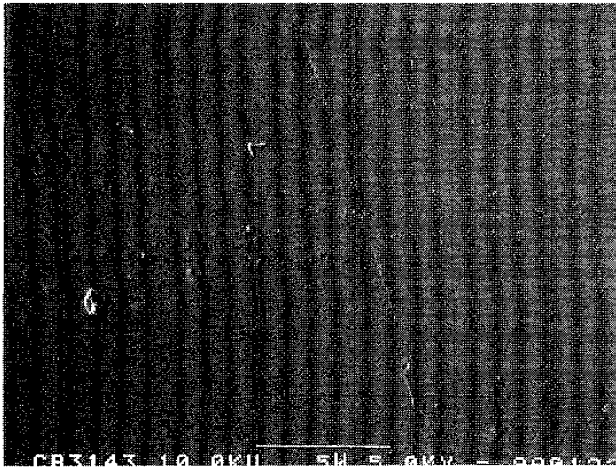
## 5. おわりに

本研究により、漆の焼き付けに関して耐久性を向上するための塗装因子と条件が解明できた。しかし、本報で行った焼き付け漆膜の耐久性検討結果により良しとする塗装条件と前報で報告した伝統的技法の調査結果による塗装条件に大きな違いがみられた。また、伝統的技法としての漆の焼き付けの理由は、「常温乾燥では金属に対しては附着性が悪く、膜が剥がれてしまうため。」ということであったが、本実験で行った各耐久性試験では常温乾燥も含めてすべての焼き付け条件で膜の剥離という現象は起きなかった。これはどういうことであろうか。また、漆膜自体の耐候性に優れる低温側の焼き付けが伝統的技法の中で検討されなかったのは熱源を炭火とする伝統的技法では装置的に 120℃4 時間という焼き付けが行えなかったという事情もあるかもしれない。本実験と伝統技法により加工している現場との違いをもう一度検討し、実金具への施工と耐久性の検討を行う必要性を感じ、今後の課題としたい。

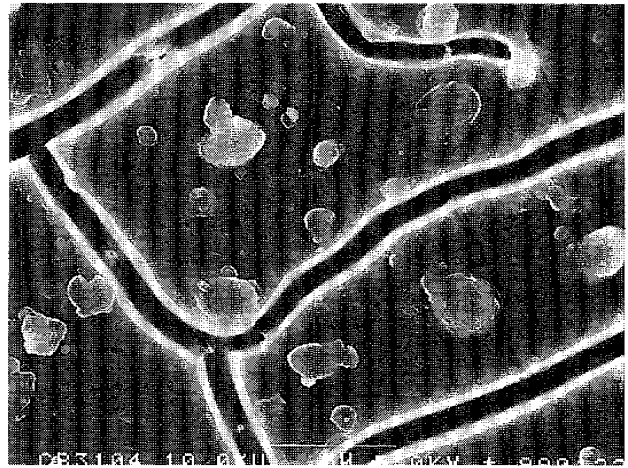
最後に暴露試験を行うにあたって場所の提供をはじめ多くのお世話いただいた高徳院の方々にお礼申し上げます。

## 引用文献

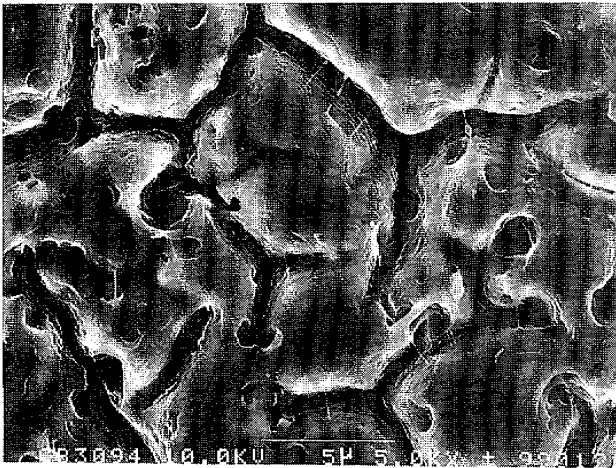
- 1) 木下稔夫, 上野博志, 中里壽克, 宮田聖子: 伝統的焼付漆技法の研究—漆の焼き付け (高温硬化) に関する研究(1)—, 保存科学, **37**, 34-45 (1998)
- 2) 永瀬喜助: 漆の本, pp.165, 研成社
- 3) 阿佐見徹: 漆塗り多彩化への試み, 京都市工業試験場昭和 57 年度技術開発研究費補助事業研究成果普及講習会テキスト



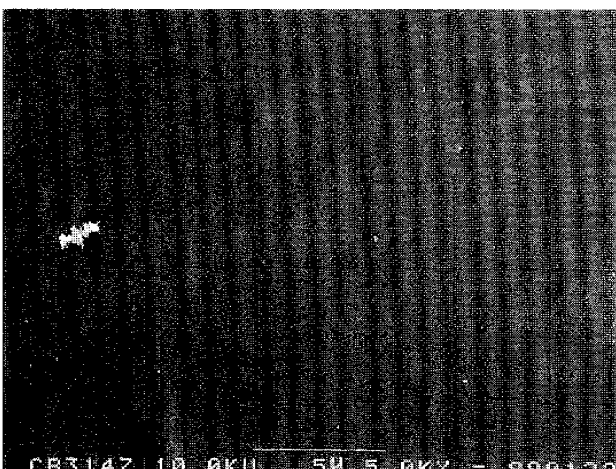
B 120°C 焼き付け膜 (凹凸2次電子像)



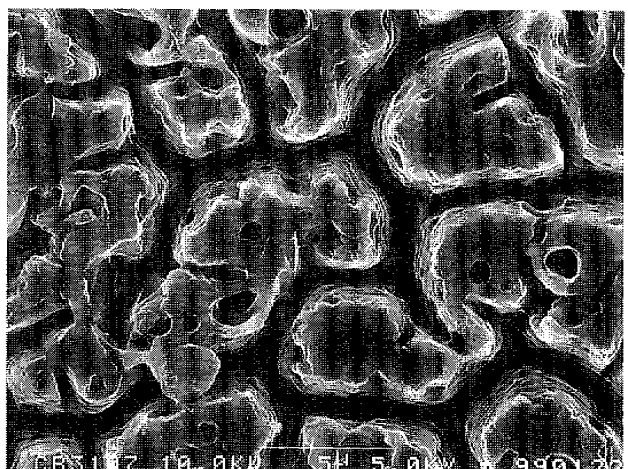
B 耐光性試験600時間後



B 耐候性試験400時間後



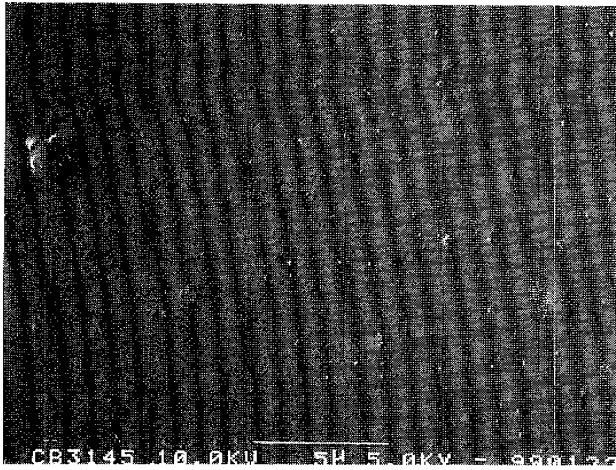
G 270°C 焼き付け膜 (凹凸2次電子像)



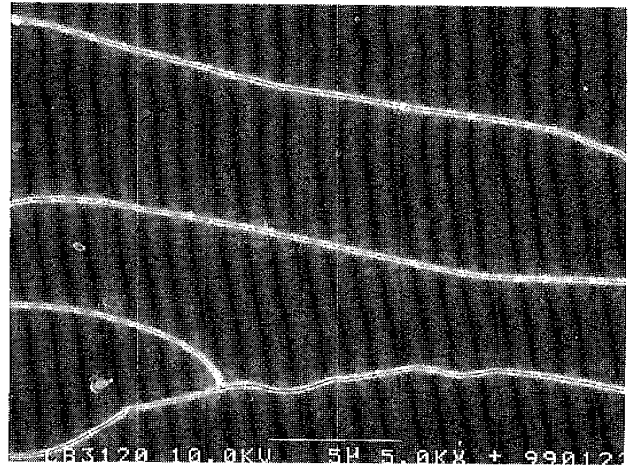
G 耐候性試験400時間後

図19-1 焼き付けした生漆膜の劣化前後のSEM像

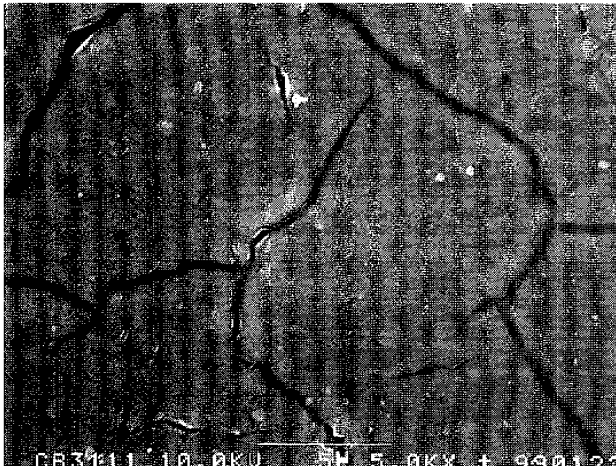




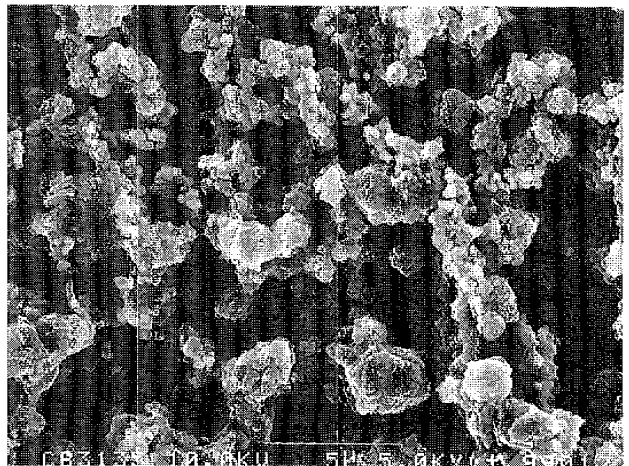
J 120°C 焼き付け膜 (凹凸2次電子像)



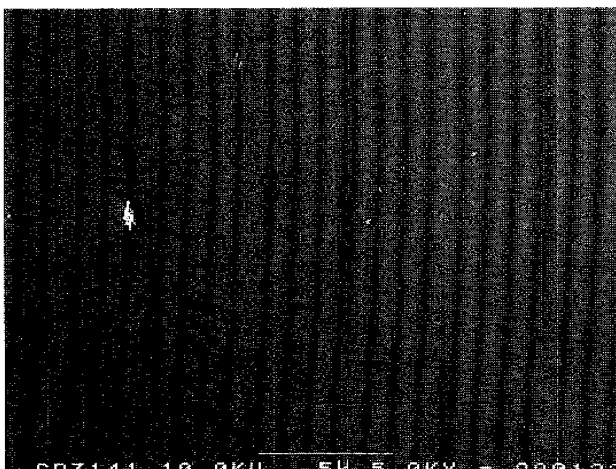
J 耐光性試験600時間後



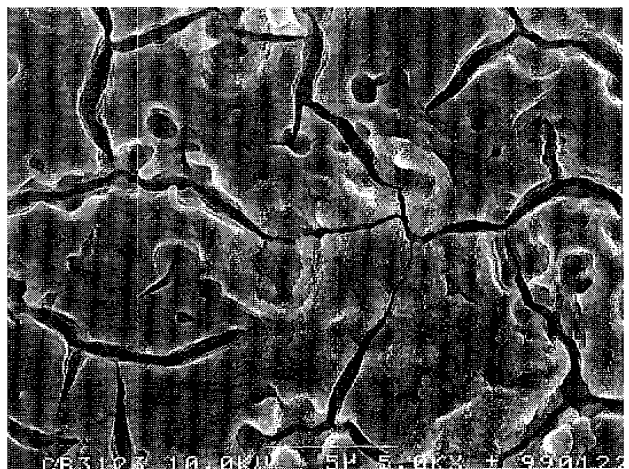
J 耐候性試験400時間後



d 鎌倉暴露5ヶ月後



O 270°C 焼き付け膜 (凹凸2次電子像)



O 耐候性試験400時間後

図19-2 焼き付けした素ぐろめ膜の劣化前後のSEM像

## A Study of the Traditional Heating Technique of *Urushi* Coating: Experimental Study on the Heating Technique of *Urushi* (2)

Toshio KINOSHITA\*<sup>1</sup>, Hiroshi UENO\*<sup>1</sup>,  
Hiroshi KATO and Kiyoko MIYATA\*<sup>2</sup>

On metal ornaments of the building *urushi* is traditionally applied by heating technique, while generally *urushi* is applied and hardened in an wet atmosphere.

In the previous study the authors that *Urushi* adhere most at 270°C in the case of raw *urushi* and at 120°C in the case of *sugurume-urushi*. There observed a tendency that higher the heating temperature the higher adherence.

In the experiments done for this study, the contrary results are shown in weathering resistance. The coating did not exfoliate by the weathering test. The Weathering resistance of the coating is not depend on the adherence but damages on the very surface. That is the glossiness of *sugurume-urushi* reduces less when it was hardened in 120°C than in 180-300°C. And it is observed that the weathered surface of the *urushi* coating have many holes where spherical gum substance was existed. The conclusion of the experiments is that the coating of *sugurume-urushi* heated in 120°C shows the best weathering resistance.

---

\* 1 The Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute

\* 2 *Urushi* Artist