

漆によるつき板の加熱接着

田所千明

筑波大学生命環境科学等支援室

〒305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

これまで試みられなかった、漆による木材の加熱接着をスギのつき板を用いて行った。中国産およびベトナム産漆で加熱接着したつき板は、通常乾燥したものに比べ約 3 倍の曲げヤング率の増加があった。また、中国産の曲げ強さは通常乾燥に比べ概ね増加し、ベトナム産は一部を除き減少した。器の筒製作に加熱接着を用いた場合、中国産漆は比例限度荷重が約 1.3 倍に増加した。乾燥時間は通常乾燥の 10 日間で約 8 時間に短縮された。これらのことから、中国産漆のつき板による加熱接着の効果が明らかになった。

1. はじめに

現在、漆の国内生産量は 1,400kg であり戦後最大生産量のわずか 4% 程度で、輸入品（主に中国産）が 99% を占めている。漆の消費量は年々減少し、現在（平成 16 年）は昭和 50 年の 1/5 までになっている^[1]。長年日本の工芸の中心的な役割を担ってきた漆工芸や漆器製作は生活の多様化や類似製品に押され、将来の展望が開けない状況になっている。漆工芸の多様な技術の伝承と新たな消費の拡大が求められている。

これまで漆器は塗りものとして高い評価を得てきた。その価値を高める螺鈿・蒔絵等の加飾には漆の接着力が用いられている。従来、漆を接着に用いる場合はでんぷんのり（小麦・米粉等）と練り合せた「のり漆」を使用するのが通例で、接着剤として漆液だけを使った例はほとんど見られなかった。また、漆工芸の分野には「焼き付け漆」と呼ばれる技法がある。通常漆は塗布した後、高湿度の常温で乾燥・硬化させるが、金属に対して付着性が悪いという理由により高温（240～320℃）による焼き付けが行われてきた^[2]。

筆者はつき板に漆を含浸させて、器を作る方法を考案したが^[3]、この器のもととなる筒の乾燥には長い時間（10 日間）が必要である。乾燥時間の短縮を目的として、「焼き付け漆」を用いることを考えたが、これまで木材に対して漆の加熱による接着は試みられなかった。そこで、加熱による最適な接着条件を見つけることを目的とし実験をした。また、この結果をもとに器用の筒を製作し、通常乾燥の筒と強さの比較をした。

2. 実験項目と方法

2.1 漆の種類について

今回実験に使用した漆は中国産およびベトナム産漆である。焼付け漆用に使用される漆の大半は中国産漆であるが、ベトナム産漆は塗膜強度が低い為に焼付け用として使用されることが多い。

2.2 漆の熱による硬化試験

はじめに、中国産およびベトナム産漆の熱硬化に要した加熱温度と加熱時間の関係を調べた。測定温度は 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170℃ の範囲で各 3 回測定した。ガラス板に漆（約 0.02g）を塗り、治具を用いて一定の厚み（乾燥塗膜厚さ約 80 μm）にひろげ、所定の温度にセットした加熱装置に静置した。加熱中、時々実験装置内のガラス板上の塗膜表面を硬さ 4H の鉛筆で引っかき、キズの付かない硬化したと認められる時間を計測した。

2.3 漆によるつき板の加熱接着試験

供試材としてスギ材より製作したつき板（厚さ 0.3mm）を用い、半径方向 40mm、繊維方向 40mm の寸法に切り出したつき板 4 枚を 1 組の試料とし、それぞれのつき板の相対する面に漆を塗布した。塗布量は片面につき 0.1g とした。塗布後、4 枚のつき板を繊維方向が平行になるように重ね合わせ、2 枚の金属板で挟んだ。所定の錘を金属板の上ののせる方法で圧縮し、一式を電気炉に入れ加熱接着をした。このとき、あらかじめ金属板と錘は同温に予熱しておいた。加熱温度と時間の組み合わせは表 1 のとおりである。圧縮圧力を 0.08, 0.16, 0.24, 0.32 kgf/cm² とし、加熱接着した試料の強度を求める曲げ試験をした。試料より繊維方向で、幅 10 mm、長さ 40 mm の短冊状の試験片を作成した。試験には小型材料試験機を供し、スパン 23 mm で 3 点荷重による曲げ試験をした。得られた結果より最適な加熱接着条件を求めた。併せて通常乾燥条件（20℃・75%）で同じ荷重を加えて接着した試料も同様の曲げ試験をし、加熱接着した試料と比較検討した。

2.4 漆の加熱接着による筒の強度試験

スギ材より製作したつき板（厚さ 0.3mm、幅 60mm、

表 1. 漆の違いによる加熱温度と加熱時間（分）の組み合わせ

加熱温度	110 °C	130 °C	150 °C	170 °C
中国産漆	210,240,270,300,330	90,120,150,180,210	45,60,90,120,150	—
ベトナム産漆	—	210,240,270,300,330	120,150,180,210,240	90,120,150,180,210

長さ 650mm) に、ガムテレピン油で 50%に希釈した中国産生漆 4g を両面に塗布した。これを剥離用テフロンシートで覆った直径 45mm の円筒形の型に 4 回巻き付け固定した。これをあらかじめ決められた温度に設定した電気炉に入れ一定時間加熱し、器の筒(高さ 55mm・外径 47mm) を製作した。加熱温度は実験 2.2 より求めた最適な温度とした。比較のため通常乾燥と同様に製作した筒と共に、小型材料試験機を用いて、筒を横にした状態で横圧縮試験をした。そして、強さの目安である比例限度荷重を測定し比較検討をした。なお、試験は加熱温度ごとに 3 回行った。

3. 結果と考察

3.1 漆の熱による硬化について

中国産およびベトナム産生漆の熱による硬化について、加熱温度と加熱時間の関係を図 1 に示す。中国産、ベトナム産とも 100~130℃付近までの温度では硬化時間が急激に減少しているが、それ以上の加熱温度になると減少がゆるやかになり、徐々に一定の硬化時間(それぞれ 50 分, 100 分) に近づいている。中国産生漆はベトナム産生漆の約 1/2 程度の硬化時間であった。

3.2 漆によるつき板の加熱接着について

3.2.1 グラフについて

つき板の加熱接着実験により求めた曲げ強さを図 2 に、曲げヤング率を図 3 に示す。各グラフの横軸は加熱温度を縦軸は圧縮圧力である。曲げ強さおよび曲げヤング率の大きさを色で表し、値の大きい黒色から小さい白色、そして最小値を黄色とした。また、比較のため通常乾燥で製作した試料の結果を同様に図中に示す。なお、グラフは 4 回の試験の平均値である。

3.2.2 曲げ強さについて

中国産生漆の加熱による曲げ強さを見てみると、加熱温度 150℃では曲げ強さがグラフ全体で 4.2kgf/mm²以下で、通常乾燥よりも小さな値であった。130℃加熱は通常乾燥よりも高い値で、しかも加熱時間 180 分で圧縮圧力 0.16~0.32 kgf/cm²において最も高い値の領域を示した。加熱温度 110℃では 130℃加熱よりも全体に高めの値の分布で、特に 240 分以上の加熱で高圧縮圧力の時に最も高い値の領域を示した。

ベトナム産生漆は加熱温度 170℃ではほとんど 3.0 kgf/cm²以下で、通常乾燥よりも低い値の分布になった。加熱温度 150℃では 170℃加熱より多少曲げ強さは大きくなったが、通常乾燥よりも低い値の分布であった。加熱温度 130℃は全体が高い値で、特に加熱時間 270~320 分、圧縮圧力 0.32kgf/cm²の時に最も高い値の領域になった。なお、通常乾燥の曲げ強さは中国産生漆よりも高い値だが、130℃以外は低い値で加熱による効果は無く中国産生漆との違いがでた。

3.2.3 曲げヤング率について

中国産生漆は 150℃加熱では通常乾燥よりも高い値の分布だが、他の加熱温度と比較すると低い値であった。130℃, 160~200 分加熱で 0.16~0.32 kgf/cm²の圧縮圧力が最も高い領域を示した。110℃加熱では

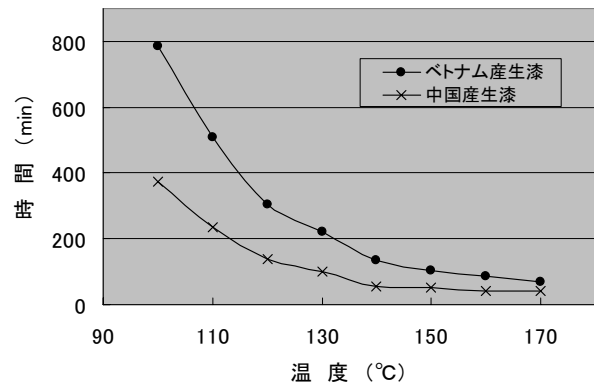


図 1. 加熱温度と硬化時間の関係

全体は高い値だが、はっきりとした高い値の領域が存在しなかった。

ベトナム産生漆は加熱温度 150℃と 170℃は同様の値であるが、150℃は圧縮圧力が大きい時に高い値になり、170℃では加熱時間が長くなると高い値になった。130℃加熱では加熱時間 240~320 分で圧縮圧力 0.3 kgf/cm²の時に最も高い値の領域を示した。

中国産およびベトナム産生漆の加熱接着と気乾燥との比較では、どちらも約 3 倍の曲げヤング率の増加があった。

3.2.4 考察

中国産生漆の曲げ強さと曲げヤング率をみてみると、加熱温度 150℃では他の加熱温度と比べ、どちらの値も低い。これは加熱温度が高過ぎるための接着不良が原因と考えられる。加熱温度 130℃ではどちらも最も高い値の領域が有り、これが中国産生漆の加熱接着に適した加熱温度ではないかと考えられる。加熱温度 110℃では曲げ強さは大きい曲げヤング率が小さい。これは加熱温度が低く完全に生漆が固化されず、生焼け状態で変形しやすくなっているのではないかと考えられる。中国産生漆は、適した温度で加熱することで、通常乾燥より強く硬い接着および固化した状態になると考えられる。本実験の範囲で中国産生漆の最適な加熱条件は、加熱温度 130℃、加熱時間 180 分で圧縮圧力 0.24 kgf/cm²であると考えられる。

加熱によるベトナム産生漆は曲げ強さが中国産および通常乾燥よりも著しく低く、逆に曲げヤング率は通常乾燥よりも大きな値になっている。これは通常乾燥では強く柔軟な接着が、加熱することにより脆く硬い接着に変化したのではないかと考えられる。そしてこれはベトナム産生漆の成分の違いによるものと推測される。加熱温度 130℃, 加熱温度 300 分で圧縮圧力 0.32 kgf/cm²以上の加熱を行えば中国産と同様な結果が得られるが、加熱時間の長いのが難点である。

3.3 漆の加熱接着による筒の強度実験について

図 4 は中国産生漆を用いて加熱温度 130℃で製作した筒の加熱時間に対する比例限度荷重の変化を表したものである。加熱時間の増加に伴って比例限度荷重も増し、加熱時間 500 分を過ぎて増加量が鈍った。通常乾燥製作による筒(比例限度荷重約 3

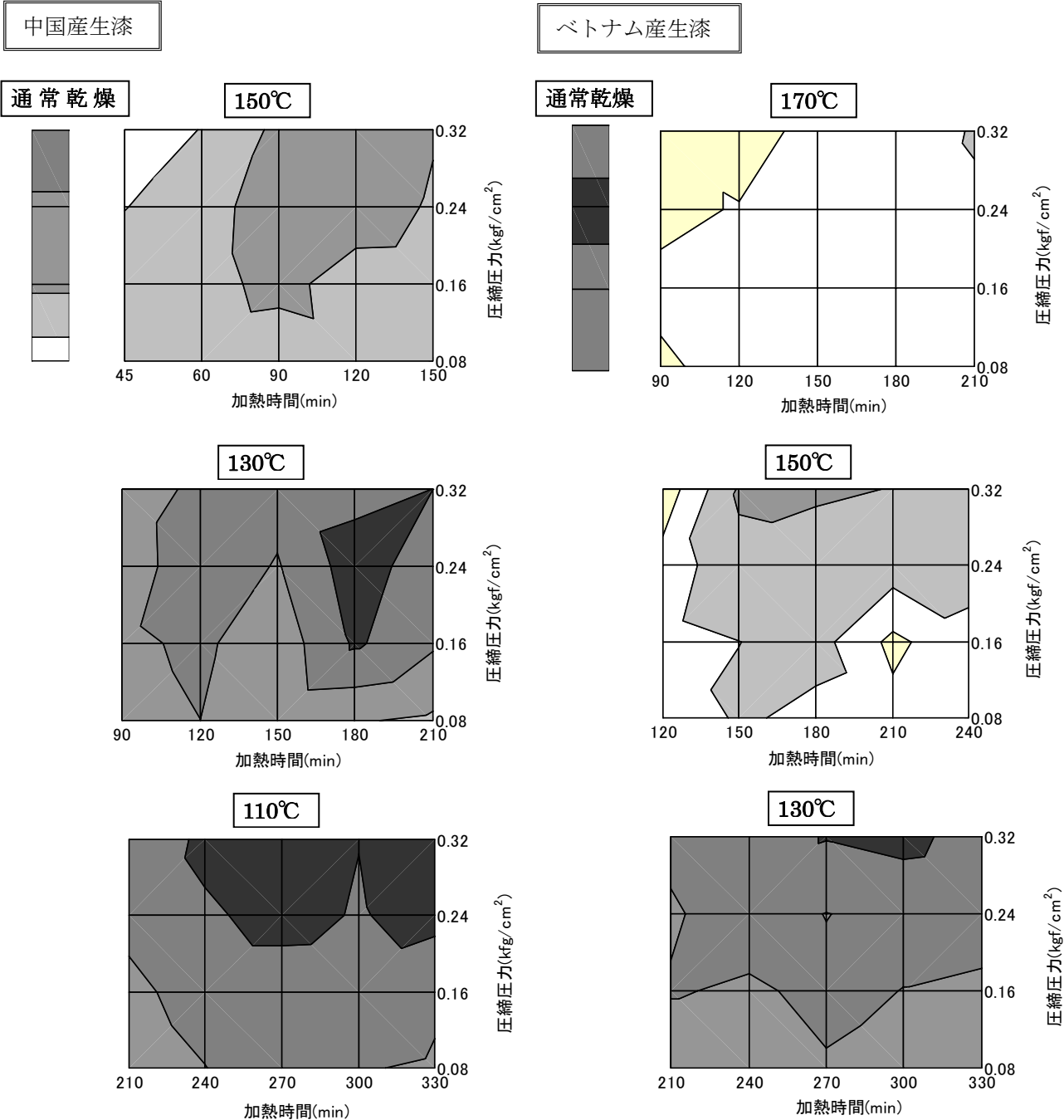


図 2. 加熱温度ごとの加熱時間と圧縮圧力による曲げ強さの分布 (単位 : kgf/mm²)

凡例 : ; 1.8 - 2.4, ; 2.4 - 3.0, ; 3.0 - 3.6, ; 3.6 - 4.2, ; 4.2 - 4.8, ; 4.8 - 5.4

kgf/mm²) との比較では、最大約 1.3 倍の増加があり加熱接着の効果が明らかになった。

4. まとめ

これまで、漆の研究は成分分析や塗膜の性能評価および漆そのものの改良等が中心に行われてきた。漆の接着力に関する研究はほとんどなされず、焼付けによる接着も行われていなかった。今回の試みである、漆の加熱によるつき板の加熱接着は、通常乾燥による器製作の乾燥時間の短縮を目的にした実験であるが、乾燥時間が大幅に短縮されかつ強度等も

大きくなり、予想外の結果が得られた。通常、木材に使用されている熱硬化性接着材は加熱温度が 130°C 前後であり、今回の結果と同様になった。なお、図 2, 3 のグラフの中で、最高値 (黒色) の領域がグラフ外に連続していると考えられるものがあり、その範囲の追実験が必要と考えられる。

謝辞

本研究は日本学術振興会平成 16 年度科学研究補助金 (奨励研究) により行われた。ここに記して謝意を表します。

中国産生漆

ベトナム産生漆

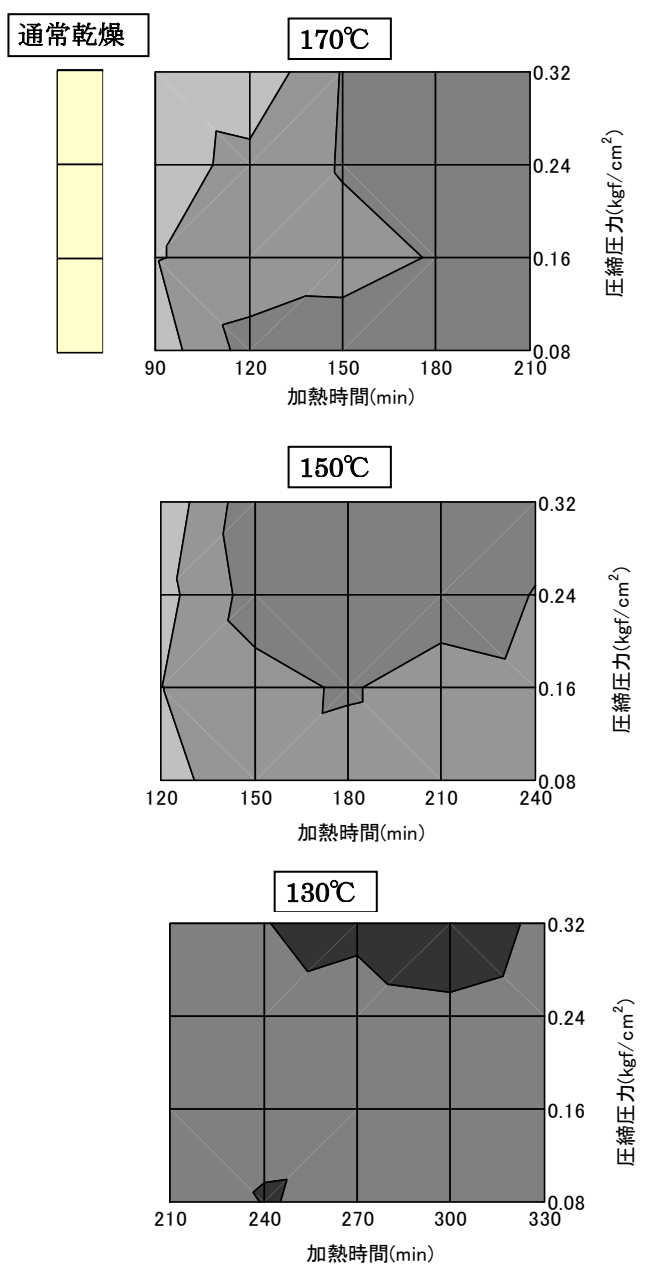
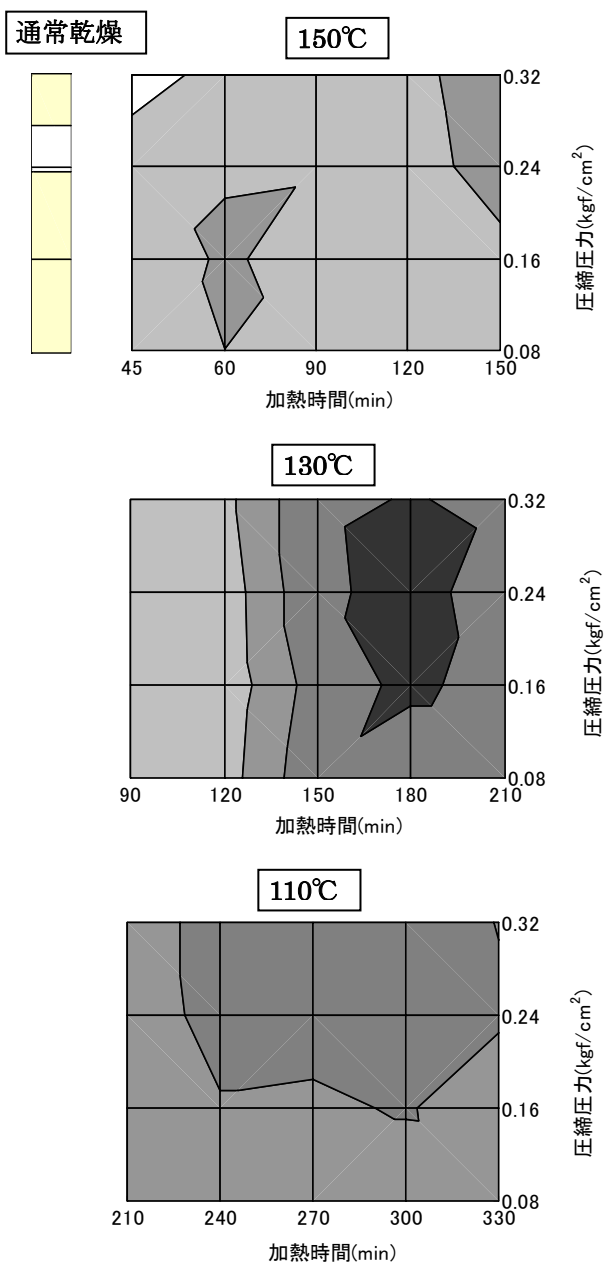


図 3. 加熱温度ごとの加熱時間と圧縮圧力による曲げヤング率の分布 (単位 : kgf/mm²)

凡例 : ; 100 - 200, ; 200 - 300, ; 300 - 400, ; 400 - 500, ; 500 - 600, ; 600 - 700

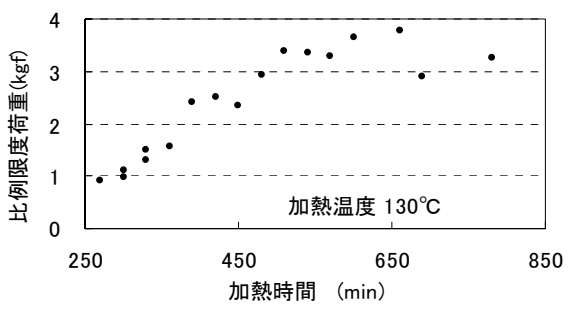


図 4. 筒製作の加熱時間と比例限度荷重との関係

参考文献

- [1] 日本特用林産振興会. 統計「特用林産物需給の推移」. http://www.nittokusin.jp/7_toukei/toukei_f.html
- [2] 木下稔夫他. 伝統的焼付け技法の研究, 保存科学 No.37 1998
- [3] 田所千明. 新しい木地製作技術を用いた摺り漆による漆器の製作, 第 21 回筑波大学技術報告 (2001) 11-18.