

染色桐部材の開発

Development of stained paulownia timber

会津若松技術支援センター 産業工芸科 齋藤勇人 出羽重遠
 応募企業 株式会社松竹工芸社

桐材の内部まで均一に着色した部材を製作することが応募企業の課題となっていた。本開発では減圧加圧の工程を含む含浸処理により溶媒を桐部材の内部まで含浸させた。また、染料溶液に使用する溶媒を水とイソプロピルアルコール(IPA)の混合溶媒とし、混合割合を調整することで均一に着色された状態または意図的に色むらがある状態を達成した。

Key words: 桐、染色

1. 緒言

応募企業では桐材を薄くスライスした突板という素材を使った壁紙を製造している。近年では当所の出羽らが桐壁紙の生産性の向上に関する研究¹⁾を行ったが、その技術開発を実施する過程で染色桐部材という発想が生まれた。すなわち、内部まで着色された桐材を接着して象嵌風にしたもので突板を製造するというアイデアであった。現状では図1のようなデザインの壁紙を、パズルを作るように手作業で試作しているが、作業賃が高くつくことや、納期が長くかかってしまうことなどの理由から商品化に至っていない。染色桐部材が実現すれば、桐壁紙のさらなる生産性の向上及び、複雑なデザインの桐壁紙の製造の実現に寄与することができる。

本開発では減圧加圧処理により染料溶液を桐材に含浸させることで染色桐部材を製作することを目標とし、製作工程および条件の検討を行った。



図1 応募企業の試作した壁紙
 (製造方法に課題があり商品化に至っていない)

2. 実験

染色桐部材を開発するために以下の実験を行った。

2. 1. 供試材

供試材は群馬県産の桐を使用し、JIS Z 2101:2009 木材の試験方法により気乾比重、全乾比重、含水率、

平均年輪幅を確認した。なお、試験片は 30[mm]×30[mm]×t15[mm]に加工し、定温乾燥機(ADVANTEC社製 FS-420)を使用して105[°C]で乾燥させ、24時間の重量変化が0.5[%]となったところを全乾の状態とした。また、いずれの値も試験片12個の平均値を採用した。

2. 2. 加圧保持時間

減圧加圧処理による木材内への液体の含浸において、加圧保持時間が重要なパラメータであることが知られている。加圧保持時間の変化によって、染料溶液の木材内への含浸量がどのように変化するかを確かめるために、以下の実験を行った。

供試材を断面30[mm]×30[mm]×繊維方向100[mm]に加工した試験片3本を真空容器(アズワン株式会社製SSK-01 内径160[mm]×120[mm])に入れ、重りを乗せてふたをした。真空容器にアスピレータ(真空機工株式会社製MDA-050)を接続し、内部の圧力をゲージ圧-0.09[MPa]以下になるように抜気し、試験片の内部の圧力が落ち着くように10分間保持した(試験装置は図2)。

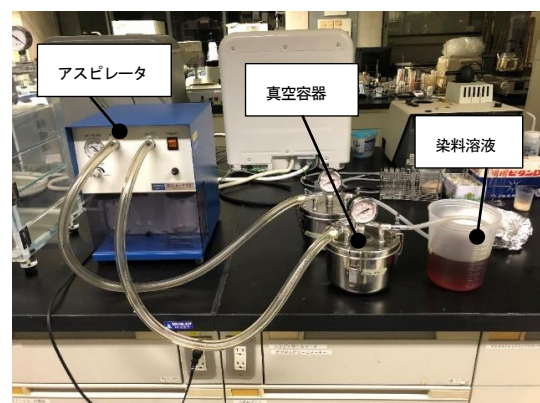


図2 含浸の実験装置

次に、真空容器内部と大気圧の圧力差を利用して水:イソプロピルアルコール(IPA)=5:5の割合の混合溶媒100[mL]に対して市販の酸性染料であるラナ

セット染料のブルー (N. H. & CO. LTD 社製、B-WP(R)) 1[g] が混合された混合溶液を 1,000[mL] 注ぎ、再度減圧して -0.09[MPa] 以下で 10 分間保持したのちに、いったん常圧に戻し、真空容器ごと図 3 に示す加圧容器に入れ 8[kgf/cm²] の圧力を加えて各区分 (1 時間、3 時間、6 時間、15 時間、24 時間) 保持した (工程は表 1)。その後、常圧に戻し試験片を取り出して重量の測定を行った。



図 3 加圧容器

表 1 含浸の工程

工程 No.	概要	容器内部の圧力 (ゲージ圧)	保持時間
1	予備減圧	-0.09[MPa] 以下	10 分
2	溶液注入	(極力減圧を保持)	-
3	再減圧	-0.09[MPa] 以下	10 分
4	常圧に戻す	-	-
5	加圧	8[kgf/cm ²]	各区分
6	常圧に戻す	-	-
7	乾燥	-	-

2. 3. 混合溶媒における水と IPA の割合

水と IPA の混合溶媒を使った染料溶液を作り、水と IPA の比率の区分を変えて、加圧保持 15 時間で減圧加圧処理により染料溶液を含浸した。IPA を水で希釈することで原価を下げる狙いがある。

供試材を断面 30[mm]×30[mm]×繊維方向 100[mm] に加工した試験片 3 本を真空容器 (アズワン株式会社製 SSK-01 内径 160[mm]×120[mm]) に入れ、重りを乗せてふたをした。表 1 の含浸工程で染料溶液を含浸し、常圧に戻したところで試験片を取り出して重量の測定を行った。ただし染料溶液は水と IPA が各区分の混合溶媒 (水 : IPA=10 : 0、9 : 1、8 : 2、7 : 3、6 : 4、5 : 5 の割合で混合した 6 区分) 100[mL] に対して市販の酸性染料であるラナセット染料のブルー (N. H. & CO. , LTD 社製、B-WP(R)) 1[g] が混合したものを使用した。また、加圧保持時間は 15 時間とした。その後、加圧状態か

ら常圧に戻したところで試験片を取り出して重量の測定を行うとともに、乾燥させたのちに断面を目視観察により評価した。

2. 4. 染料の濃度による色の濃淡

供試材を断面 30[mm]×30[mm]×繊維方向 50[mm] に加工した試験片 3 本を真空容器 (アズワン株式会社製 SSK-01 内径 160[mm]×120[mm]) に入れ、表 1 の工程で含浸処理を行った。ただし染料溶液は、水 : IPA=5 : 5 の割合の混合溶媒 1000[mL] に対して市販の酸性染料であるラナセット染料のブルー (N. H. & CO. , LTD 社製、B-WP(R)) を各区分の重量 (1[g]、2[g]、2.5[g]、5[g]、7.5[g]、10[g]、12[g]、15[g]) 混合したものを使用した。加圧状態から常圧に戻したところで試験片を取り出して重量の測定を行うとともに、乾燥させたのちに断面を目視観察により評価した。

2. 5. 染色桐部材の製作

これまでの実験で行った結果を利用して染色桐部材を製作する。供試材を断面 45[mm]×120[mm]×繊維方向 25[mm] に加工し、表 1 に示す工程で、加圧保持時間は 6 時間、染料溶液は表 2 に示す 14 区分の配合とした。

表 2 製作した部材の区分

No.	染料			溶媒	
	レッド [g]	ブルー [g]	イエロー [g]	水 [mL]	IPA [mL]
1	-	1	-	600	400
2	-	-	1	600	400
3	-	5	-	600	400
4	-	-	5	600	400
5	-	8	-	600	400
6	-	-	8	600	400
7	-	8	-	800	200
8	-	-	8	800	200
9	0.3	0.3	0.3	600	400
10	2	2	2	600	400
11	3	3	3	600	400
12	3	3	3	700	300
13	3	3	3	800	200
14	3	3	3	900	100

3. 結果

3. 1. 供試材

確認した物性値を表 3 に示す。供試材の含水率は一般的な木材の気乾状態 (12[%]~15[%]) の範疇であった。また、文献値による桐の全乾比重は 0.26、空隙率は 83[%] である²⁾。一般的に各樹種の木材の比重は

正規分布であり、ここでは0.26を中央値と考え、供試材はやや全乾比重が小さめの個体と判断した。

表3 供試材

	気乾比重	全乾比重	含水率 [%]	平均年輪幅 [mm]
平均値	0.24	0.22	12.73	9.9
標準偏差	0.01	0.01	0.21	1.8

3. 2. 加圧保持時間

加圧保持時間を変えて、減圧加圧処理により供試の桐材へ染料溶液を含浸させたところ、試験片は図4のように染色され、6時間の加圧保持時間の試験片から目視で着色むらがほとんどなくなった。また、気乾を1としたときの染料溶液の含浸後の試験体の重量比を図5に示す。加圧保持時間が6時間を超えたところで、急激に重量の増加が緩やかになり、その後、24時間後までゆるやかに増加した。



図4 加圧保持時間を変化させたときの試験片の様子 (H:時間)

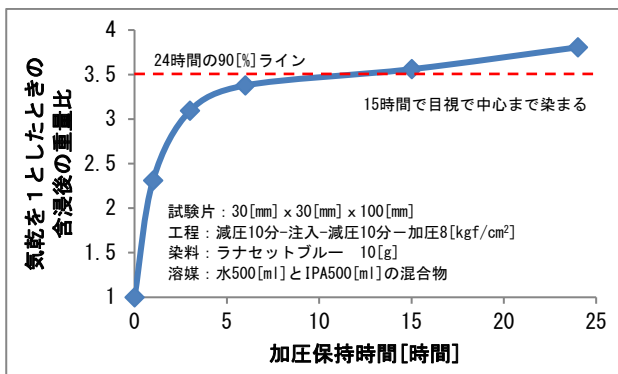


図5 加圧保持時間を変化させたときの試験片の重量変化

3. 3. 混合溶媒における水とIPAの割合

水とIPAの各区分の混合溶媒を使って染料溶液を作り試験片に含浸・着色したところ、図6のような結果となった。写真の試験片に貼付したラベルは水:IPAの表記となっており10:0は水だけの溶媒、5:5は水とIPAの体積比で5:5に混合された溶媒の意味である。

5:5および6:4では均一に染色され、目視で2つの区分で色合い、着色状態の違いは見られなかった。一方で7:3から着色にむらが生じ、IPAの割合を少なくするとともに着色されていない部分の面積が大きくなるのを確認した。また、図7に示すように溶媒に含まれるIPAの割合と含浸された溶媒の重量、含浸された溶媒の重量と着色の状態に関係性は見られなかった。また、含浸後の重量に個体差はあるものの、気乾状態の重量の2倍~3倍程度の範囲の重量となっているため、このとき溶媒の含浸不良はないものと判断した。

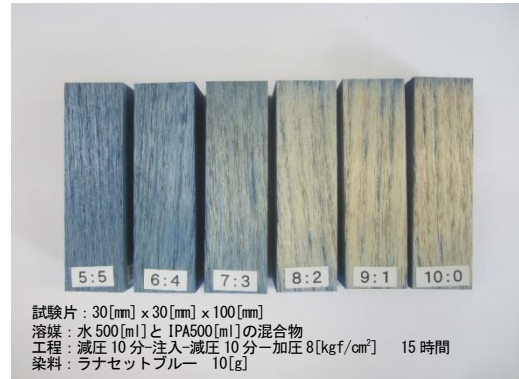


図6 IPAの量を変化させたときの試験片の様子

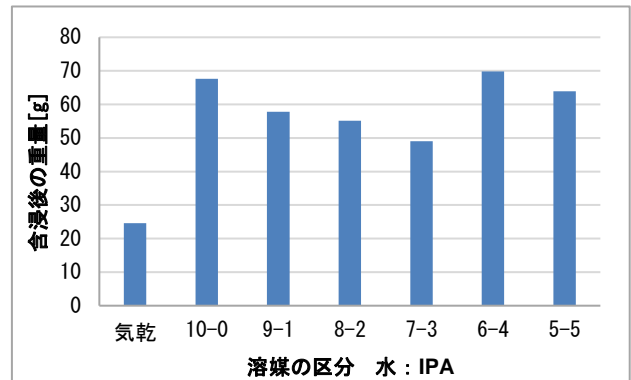


図7 IPAの量を変化させて溶媒を含浸した時の含浸後の重量

3. 4. 染料の濃度による色の濃淡

溶媒(水:IPA=5:5)に加える染料の量を変化させて着色状態を変化させた結果を図8に示す。染料を加える量によって色の濃淡を調整することができた。なお、1,000[mL]の溶媒に対して10[g]以上の染料を混合させる区分では、目視で色の濃淡に変化は確認できなかった。その理由は、1,000[mL]の溶媒に対して10[g]以上の染料を混合させる区分で染料の溶け残りが見られたため、このとき溶媒中の染料濃度が頭打ちになっていたためと思われる。

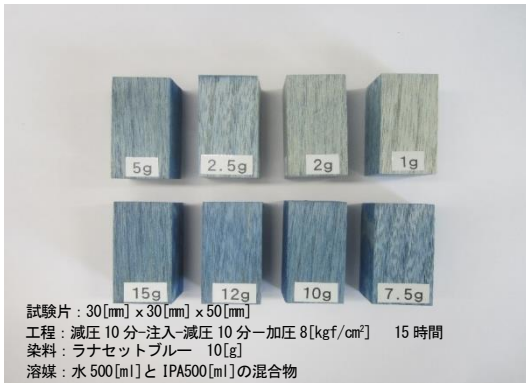


図8 染料の量を変化させたときの試験片の様子

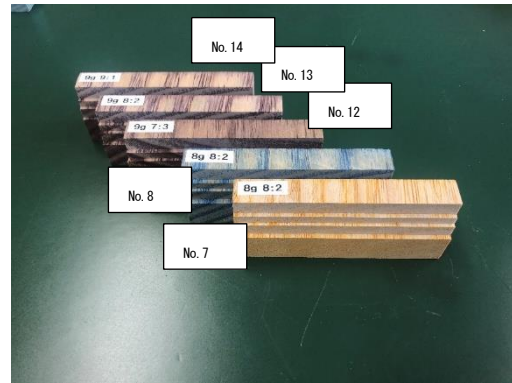


図10 色むらをコントロールした試験片

3. 5. 染色桐部材の製作

これまでの実験結果を利用して製作条件を決定し染色桐部材を製作した。図9は3.4.の結果を基にして濃淡を調整し、色むらが発生しにくい条件で着色した試験片である。ラナセット染料のレッド、ブルー、イエローを等量混合することでブラウン色を表現することができた。加えた3種類の染料はいずれも均一に含浸するため、色の分離がなく均一にブラウン色を表現することができた。図10は3.3.の結果を基にしたもので、色むらをコントロールした試験片である。木口と木口の間隔を狭くすることで色むらとして成立させることができた。なお、図11に示すのはブラウン色の染料配合に溶媒を水:IPAで9:1、8:2、7:3、6:4と変化させたときの試験片のグループであるが、色むらになる9:1、8:2、7:3の区分では木材内部で染料の分離が見られ、拡大して観察すると青色に見える部分と赤色に見える部分が確認できた。

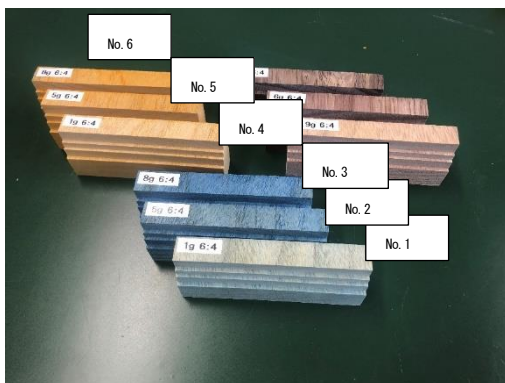


図9 濃淡をコントロールして均一に着色した試験片

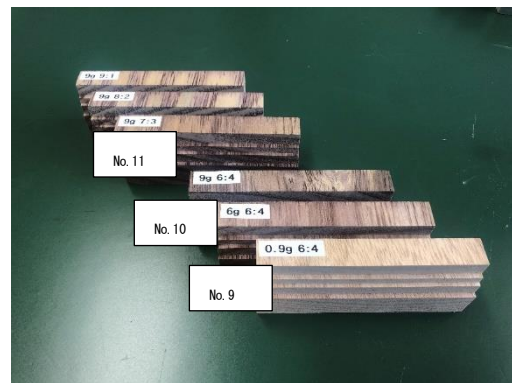


図11 濃淡と色むらを比較

4. 結言

群馬県産の桐材を用いて染色桐部材の開発を行い、以下の知見を得た。

- ①均一に木材内部まで溶媒を含浸させるためには、加圧保持時間を必要時間確保することが要求される。
- ②染料を加える量によって色の濃淡を調整することができる。
- ③水とIPAの混合溶媒を検討したところ、IPAの割合によって着色の状態が変化する。

以上の知見を応用して、桐壁紙用途のための桐染色部材を製作することができた。応募企業では、本開発の結果をもとに製作した部材を、つき板加工して張り合わせることで壁紙として、今後製品化する予定である。

参考文献

- 1) 出羽重遠, 齋藤勇人. 桐製壁紙の品質と生産性向上. 平成29年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告, p. 30-32.
- 2) 浅川猪久夫. 木材の辞典. 株式会社朝倉書店, p. 110.