

木材の高圧蒸気処理による着色……(I)

—クス材について—

山角達也*

クス材を高圧蒸気処理した時の損傷度、着色度、強度を調べた結果、損傷度は処理の際の急激な温度差を緩和する方法で行えば、かなり抑えられることが判った。着色度については付加価値の高まる着色が可能であり、また着色の浸透性も高いことが確認された。強度は曲げ強さにおいて、処理圧(温度)が高いほど低下する傾向にあり、処理温度が強度低下の度合に影響を及ぼしていると思われる。

1. はじめに

当場では昭和56年度から民芸調家具の試作研究に取り組み、地場産材の利用拡大等に成果をあげている。しかし、その中で使用しているクス材は色素成分の影響等で色むらがあるため、部材として限定された利用がなされている。また、利用に際してもそのほとんどが染料等による着色、あるいは漂白、脱色処理を行ない調色することによって付加価値を高め利用している。

クス材と言えば県木に指定されており、また資源的にみて鹿児島県の広葉樹材のなかで比較的多い蓄積量を有する樹種のひとつである¹⁾。家具、工芸材料として、より一層の高付加価値的利用が望まれている。

そこで、本来竹の着色技法の中で行われている「炭化着色」に着目し、この処理法を応用することによってクス材の利用拡大、高付加価値的利用を図る。この処理法は高圧蒸気で一定時間処理することによって着色するものであり、処理としては簡便で、また材内部まで着色が浸透するメリットがある。しかし、竹材に比べ材厚があり、組織、含有成分等の相違があるためいろいろな問題が生じると予想される。本研究は諸条件で処理した時の損傷度、着色度、強度を調べ、クス材における適切な処理条件の検討を行うものである。

2. 試験方法

2.1 供試材料

材料は市販のものを使い、すべて気乾材(10~15%)とした。損傷度を調べる際は10~30mm厚の材を、着色度、強度試験用には30~40mm厚の材を用いた。

2.2 処理方法

当場設置のオートクレーブ(内容積0.05m³)へ材料を投入後、最大蒸気圧8kg/cm²のボイラーから蒸気を導入し、その中途にある減圧調整弁で諸条件の圧力を設定し、オートクレーブ付属の圧力ゲージで確認を行ない、一定

時間保持した。その際、下記のふたつの処理法で行なった。

なお、内部温度はオートクレーブ内が飽和水蒸気圧とみなし、換算表から推定した²⁾。

処理法Ⅰ 材料を投入後、ただちに所定の圧力まで上昇させ一定時間保持し、処理後すぐに圧力を抜き材料を取り出した。

処理法Ⅱ 材料を投入後、オートクレーブ下部設置のドレーンを開放状態で15分間蒸気を導入し、その後ドレーンを閉め所定条件を保持した。処理後材料はオートクレーブから自然と圧が抜ける状態で一晩放置し、内部が冷めてから取り出した。

2.3 試験項目

2.3.1 損傷度

材厚別に前述のふたつの処理法で試験を行ない、処理後室内に放置している段階(1週間以内)での内部割れ、木口割れ、表面割れ等について、発生の有無を観察した。

2.3.2 着色度

処理前・後の材色をCIE表色系のL*、a*、b*(JIS Z8730)で表わし着色の度合を比較した。測色はあらかじめ測定箇所を定め、処理後表面のヌレが乾いた状態(1日経過後)で行なった。

また、着色の浸透性についても調べた。測色は1.5ないし2mm毎に自動一面鉋仕上げ面で行なった。

なお、処理法はⅡで行ない、また測色計はスガ試験機製カラーコンピューターSM-3を用いた。

2.3.3 強度試験

高圧蒸気処理で着色するので、それに伴い強度が変化すると予想される。そこで、繊維方向に隣り合った一方を未処理材、他方を処理材としそれぞれ曲げ試験を行ない、曲げヤング係数、曲げ強さを算出し比較検討した。

なお、処理法はⅡで行ない、処理後室内に1月以上放置後試験した。

* 技術部

3. 試験結果及び考察

3.1 損傷度

気乾材を用い処理法 I、II で 5 気圧 (151°C) - 3 時間処理した時の材厚別損傷度を表-1 に示す。

木口割れについてみると、材厚、処理法の区別なく生じている。その程度は処理法 I の方が、また材厚が厚くなるほど大きい。この割れは取り出した直後はほとんど生じておらず、室内に放置している段階で発生したものである。

内部割れについてみると、処理法 I の場合厚材になるほど発生しやすく、その程度も大きい。処理法 II の場合 30mm 厚材に一部認められるが、ほとんど発生しない良好な結果が得られた。

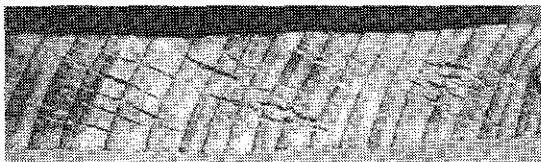
表面割れについては 30mm 厚材に一部認められたが、それは節部、目回りのところに発生していた。反りについては材料の木取りによって異なり、柾目材より板目材に発生しやすい。

処理法 I の場合、処理の際急激な温度差が生じるため、厚材になるほど大きな内部応力が起こり、損傷の程度が大きくなったと推察される。そこで、処理法 II のように温度差を緩和する方法で行なうことによって損傷の程度は抑えられたと考えられる。

表-1 損傷度

項目		材厚 (mm)		
		10	20	30
内部割れ	I	+	++	+++
	II	—	—	+
木口割れ	I	++	++	+++
	II	++	++	++
表面割れ	I	—	—	+
	II	—	—	+

割れの度合
 — 無
 + 一部発生
 ++ 発生
 +++ 発生甚大



処理法 I で行なった時発生した内部割れ



処理前の内部応力

処理法 I で行なった時の内部応力

3.2 着色度 (別表-5 参照)

諸条件における処理前・後の明度 (L*)、赤の度合 (a*)、黄の度合 (b*) を図-1 に示す。

明度は処理することによって各条件いずれも低下している。その程度は処理時間が長くなるほど、また処理圧が高いほど大きい。

赤の度合をみると、処理することによって各条件いずれも増加している。処理時間が長いほど、また処理圧が高いほどその傾向にあるが、増加の程度は小さい。

黄の度合は 3 気圧処理の場合、時間の経過と共に増加する傾向があり、4 気圧、5 気圧処理の場合は逆に減少する傾向にある。処理前の b* のバラツキが大きいことも相まってその傾向は読みとりにくい。

また、木材工業ハンドブックより引用したチーク材の L*、a*、b* と処理後のそれを比較してみると、処理することによってチーク系の材色に近づく傾向がある。

(別表-4 参照)

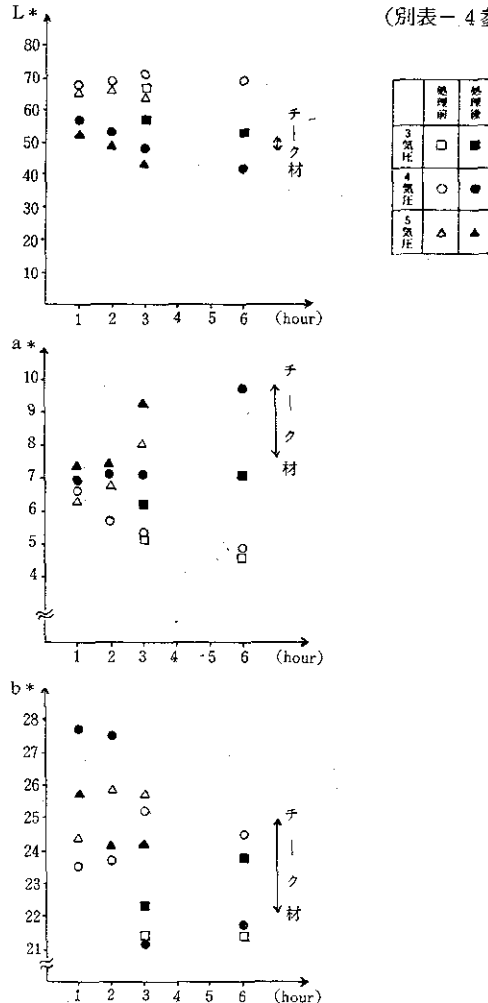


図-1 諸条件における処理前・後の材色 (L*、a*、b*)

次に諸条件における処理前、後の色差(ΔE)、それに及ぼすΔL*、Δa*、Δb*の割合をそれぞれ図-2、表-2に示す。

処理前、後の色差は処理時間が長くなるほど、また処理圧(温度)が高いほど大きくなる傾向にある。着色は処理圧(温度)が高いほど急速に進むものと推察される。

また、色差に及ぼす因子の中ではどの条件においても明度(ΔL*)の割合が大半を占めており、色差は明度の変化によるところが大きいと云える。

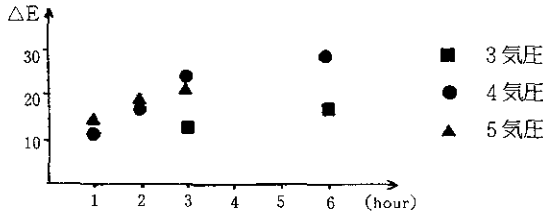


図-2 諸条件における色差(ΔE)

表-2 諸条件におけるΔEに及ぼすΔL*、Δa*、Δb*の割合(%)

圧-時間	3-3	3-6	4-1	4-2	4-3	4-6	5-1	5-2	5-3
ΔL*	86.8	78.4	69.8	75.8	78.6	74.9	87.2	86.7	86.0
Δa*	8.1	12.3	1.3	6.9	6.1	12.7	6.2	3.3	5.0
Δb*	5.1	9.2	2.9	17.4	15.3	12.4	6.6	10.0	9.0

処理前、後の材色むらを比較したのが表-3である。これは処理前、後の材色を標準板からのΔEで表わし、その平均値、範囲、標準偏差、変動係数を算出したものである。

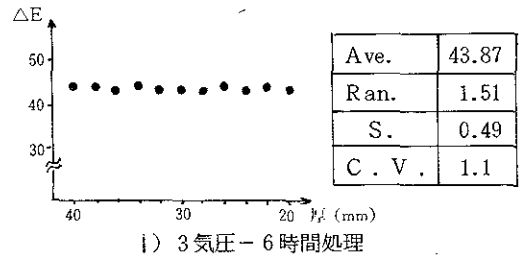
表-3 処理前・後の材色むら (上段 処理前 標準板からのΔEについて 下段 処理後)

圧-時間	n	Ave.	Ran.	S.	C. V.
3-3	7	34.05	6.83	2.08	6.1
	7	45.63	5.06	2.10	4.6
3-6	8	32.91	8.46	2.60	7.9
	8	48.91	3.36	1.38	2.9
4-1	8	34.66	4.93	1.53	4.3
	8	44.93	5.87	2.17	4.8
4-2	8	33.19	10.17	4.17	12.6
	8	48.37	5.64	1.80	3.8
4-3	8	31.80	8.44	2.76	8.7
	8	51.58	4.68	1.86	3.6
4-6	8	33.03	5.96	2.18	6.6
	8	58.18	4.76	1.86	3.2
5-1	12	35.63	5.36	1.87	5.2
	12	49.20	11.08	3.44	7.0
5-2	8	37.50	8.83	3.41	9.1
	8	52.66	8.39	2.86	5.4
5-3	8	39.79	24.05	6.99	17.6
	8	57.00	5.19	2.09	3.7

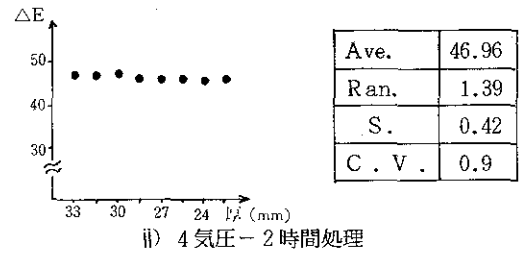
この表をみると、処理後の色差の範囲、標準偏差は処理前のそれらに比べ、小さくなる傾向がある。また、同圧のもとでは処理時間が長くなるほど小さくなる傾向にある。これより材色むらは着色が進むにつれ緩和される傾向にあると云える。

最後に、着色の浸透性について調べた結果を図-3に示す。

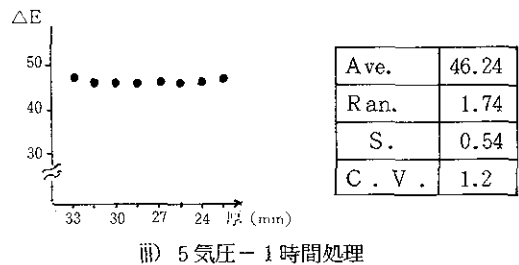
表面から深部までのΔEの範囲は、3気圧-6時間処理で1.51、4気圧-2時間処理で1.39、5気圧-1時間処理で1.74といずれもΔ2未満である。別表-6のΔEの変化の度合から判断して3条件ともわずかな変化であり、この処理による着色の浸透性は高いと云える。



i) 3気圧-6時間処理



ii) 4気圧-2時間処理



iii) 5気圧-1時間処理

図-3 着色度の材厚方向への浸透度 (着色度を標準板からのΔEであらわす)

3.3 強度試験

チーク系の材色に近い着色度を得られる条件を選び出し、それらについて曲げ試験を行なった結果を表-4に示す。

処理前、後の曲げヤング係数(MOE)をみると、3気圧-6時間処理の場合処理材の方が9.5%増加し、4気圧-2時間、5気圧-1時間処理の場合、逆に処理材

の方がそれぞれ3.2%、11.6%低下している。分散分析の結果、5気圧-1時間処理において危険率1%で有意差が認められたが、3気圧-6時間、4気圧-2時間処理においては危険率5%で有意差は認められなかった。

処理前、後の曲げ強さ（MOR）をみると、未処理材に比べ処理材の方が3気圧-6時間処理で9.1%、4気圧-2時間処理で11.8%、5気圧-1時間処理で22.3%といずれも低下している。分散分析の結果、4気圧-2時間、5気圧-1時間処理において危険率1%で有意差が認められたが、3気圧-6時間処理においては危険率5%で有意差は認められなかった。低下の程度は処理圧が高いほど大きな傾向があり、処理圧が強度低下に影響を及ぼしていると思われる。

表-4 処理前・後の強度 上段 未処理材 下段 処理材

圧-時間	n	r	MOE	MOR	変化率(%)	
			×10 ³ ㎏	㎏	MOE	MOR
3-6	17	0.60	63	705	+ 9.5	- 9.1
	17	0.59	69	641		
4-2	25	0.56	94	977	- 3.2	-11.8
	25	0.54	91	862		
5-1	28	0.55	95	966	-11.6	-22.3
	28	0.54	84	751		

4. まとめ

クス材について高圧蒸気処理による着色を行なった結果、得られたことは以下のとおりである。

- (1) 高圧蒸気処理を行なう場合、処理温度が高いので処理の際の急激な温度差を緩和する方法が必要である。そうすることによって損傷の程度はかなり抑えられ、特に内部割れ抑制にその効果は大きい。
- (2) 処理圧（温度）が高いほど、また処理時間が長いほど着色度は大きい。
- (3) 着色度を明度、赤の度合、黄の度合の3因子からとらえると、明度の変化によるところが大きい。
- (4) 着色が進むにつれ材色むらは緩和される傾向にあり、またチーク系の材色に近づく傾向がある。処理することによって付加価値の高まることが期待される。
- (5) 着色の浸透性は高いことが確認された。
- (6) 処理による強度変化は曲げヤング係数についてみると、3気圧-6時間処理で9.5%増加、4気圧-2時間処理で3.2%低下、5気圧-1時間処理で11.6%低下した。また曲げ強さのそれは3気圧-6時間処理で9.1%、4気圧-2時間処理で11.8%、5気圧-1時間処理22.3%といずれも低下した。
- (7) 強度低下の度合は処理圧（温度）が高いほど大きい傾向があり、強度低下に対し処理温度が影響を及ぼしていると思われる。

参考文献

- 1) 藤田晋輔：森林文化研究第5巻第1号，1984。
- 2) 林業試験場：木材工業ハンドブック，1054，1982。
- 3) 科学と工業Vol.55（8），276，1981。
- 4) 林業試験場：木材工業ハンドブック，478，1982。

別表-5 着色度 上段：処理前の値 下段：処理後の値

圧-時間	L*	a*	b*	ΔE*	ΔL*	Δa*	Δb*
3-3	67.69	5.19	20.75	12.21	-12.14	1.14	0.71
	55.55	6.33	21.46				
3-6	69.01	4.52	20.85	16.28	-15.98	2.51	1.88
	53.03	7.03	22.73				
4-1	67.92	6.63	22.59	11.33	-10.47	0.20	4.32
	57.45	6.82	26.91				
4-2	69.68	5.60	22.93	16.73	-16.25	1.47	3.72
	53.43	7.08	26.65				
4-3	71.85	5.31	24.65	23.48	-22.99	1.79	-4.46
	48.86	7.10	20.19				
4-6	69.85	4.93	24.01	29.04	-28.26	4.78	-4.68
	41.59	9.72	19.33				
5-1	67.03	6.34	23.57	14.71	-14.63	1.04	1.11
	52.39	7.38	24.67				
5-2	65.66	6.80	25.06	17.66	-17.53	0.66	-2.03
	48.12	7.46	23.03				
5-3	63.77	8.02	24.45	20.67	-20.52	1.20	-2.15
	43.25	9.22	22.30				

L* 明度，a* 赤の度合，b* 黄の度合，ΔE 色差

別表-6 色差の感覚的表現³⁾

0~0.5	かすかに
0.5~1.5	わずかに
1.5~3.0	感知せられるほどに
3.0~6.0	めだつほどに
6.0~12.0	大いに
12.0~	多大に

別表-7 チーク材の材色値⁴⁾

	L*	a*	b*
A	47.60	7.66	22.12
B	50.45	9.85	24.19

A 日本主要樹種材鑑
B 市販の単板