

センダン材の新たな魅力を引き出す家具デザイン ー加熱処理による色味の制御と物性の評価についてー

隈本 あゆみ^{*1} 楠本 幸裕^{*1} 中嶋 観司^{*1} 竹内 和敏^{*1} 羽野 泰史^{*1} 行田 那奈^{*1}

Furniture Design Enhancing the Value of Sendan Wood Color Control via Heat Treatment and Physical Property Evaluation

Ayumi Kumamoto, Yukihiro Kusumoto, Kanshi Nakajima,
Kazutoshi Takeuchi, Yasushi Hano and Nana Yukita

著者らは、国産センダンの利用拡大のため、課題とされているセンダンの色味のばらつきを加熱処理で解消し、家具材に活用することを目指している。本研究では、まず加熱処理によって暗色化したセンダンに対する色味のばらつきと魅力的な色味についてアンケート調査を行った。次に、所望の色味を再現する加熱処理条件を検討するため、加熱処理前の材色が加熱による暗色化へ与える影響について明らかにした。さらに、加熱処理センダンの物性を評価し、家具材として利用可能か検討した。その結果、色味のばらつきが気にならず、かつ魅力的な色味を有する加熱処理センダンの基準色を決定し、その基準色を再現するためには加熱処理前の材色に応じて加熱処理時間を調整する必要があること、加熱処理センダンは家具材として利用可能であることが分かった。

1 はじめに

昨今、円安やエネルギー価格の影響を受けて木材輸入コストが大幅に増加し、外材の価格が高騰している。このような状況下で、国内では国産材の利用が拡大しており、福岡県では協同組合福岡・大川家具工業会を中心に早生樹である国産センダンの活用が推進されている。しかし、センダンの色味は材内のばらつきに加え、個体差によるばらつきも大きく、家具材として用いる場合は、製品上に現れる色むらが意匠上の課題となっている。一方、木材は熱を加えることで暗色化し¹⁾、一般的に人間の目では色の違いを知覚しにくくなる²⁾。そこで、センダンを加熱処理することで見た目の色味のばらつきが緩和され、さらには、暗色化によって重厚感が増すことで高級感が付与されるなど³⁾、センダンの新たな魅力に繋がると考えた。

本研究ではまず、加熱処理によって色味を変化させた加熱処理センダンを用いてアンケート調査を実施し、色味のばらつきが気にならない暗色化の程度と、最も魅力的に感じる加熱処理センダンの基準色を決定した。次に、基準色を再現するための加熱条件を検討するため、初期の材色の違いが暗色化に及ぼす影響について明らかにした。最後に、加熱処理がセンダンの物性に

及ぼす影響について評価し、加熱処理センダンが家具用材として利用可能であるか検討した。

2 研究方法

2-1 加熱処理センダンの色味に関する評価

色味のばらつきが気にならない、かつ最も魅力的に感じる色味（基準色）を決定するために、アンケート調査と色差計による測定を行った。

試験体寸法は幅100 mm、長さ250 mm、厚さ4 mmとし、240 ℃の乾燥機中に所定の時間静置した。

アンケート調査は、一般消費者30名（男性15名、女性15名）を対象に実施した。試験体を並べて提示し、「色味のばらつきが気にならないもの」、「一番魅力的な色味」という設問に対して、「色味のばらつきが気にならないもの」の設問には該当する全ての試験体を、「一番魅力的な色味」の設問には単一回答で該当する試験体を選択してもらった。

色差計による測定では、アンケートで使用した試験体の色味を日本電色工業株式会社製のポータブル色差計NK1を使って数値化（L*a*b*）した。

2-2 初期の材色と加熱処理後の色味の比較

初期の材色が異なる8種類のセンダンを用いて、幅100 mm、長さ250 mm、厚さ20 mmの試験体を240 ℃の乾燥機中に所定の時間静置し、各加熱時間における基

^{*1} インテリア研究所

準色との色差を色差計で測定した。

2-3 加熱処理センダンの物性評価

表1に実施した評価項目と評価方法を示す。同一のセンダンの個体から評価項目ごとに厚さ35 mmの板材を、それぞれの評価項目で個体差を抑えるため、連続する試験体となるよう採取した。240℃の乾燥機中に静置し加熱処理した後、20℃、65%RHの恒温恒湿器中で2週間養生した。

表1 実施した評価項目と評価方法

評価項目	評価方法
含水率	JIS Z 2101 木材の試験方法 4に準拠
密度	JIS Z 2101 木材の試験方法 5に準拠
曲げ強さ	JIS Z 2101 木材の試験方法 15を参考
表面硬さ (ブリネル硬さ)	JIS Z 2101 木材の試験方法 21を参考、追証面12箇所
木ねじ保持力	JIS A5905 繊維板 7.14を参考、追証面2箇所
接着せん断強さ	JAS 1152 集成材 5.4 ブロックせん断試験を参考 水性高分子イソシアネート系接着剤 (株式会社 オーシカ製 鹿印ピーアイボン ドTP-111)で接着

3 結果と考察

3-1 加熱処理による色味の変化と基準色の決定

加熱処理時間による色味の変化の経過を図1に示す。 a^* 、 b^* 値はほぼ横ばいで推移したが、 L^* 値は加熱処理時間が長くなるほど低下しており、暗色化が進行していることが分かる。

アンケート調査の結果を図2、図3に示す。「色味のばらつきが気にならないもの」の設問では、加熱処理時間が長くなるほど「気にならない」という回答が増え、22分では過半数に達し、45分と60分では全員が「気にならない」と回答した（図2）。「一番魅力的な色味」の設問では、加熱処理時間0分から60分まで幅広い回答が得られたが、45分までは加熱処理時間と共に増加する傾向があった（図3）。

以上の結果から、色味のばらつきが気にならず、かつ「一番魅力的な色味」として最も多く選ばれた加熱処理時間45分の色味（ $L^*=4.7$ 、 $a^*=7.4$ 、 $b^*=15.7$ ）を加熱処理センダンの基準色に決定した。

参考までに、代表的な高級木材として知られるウォールナットとの類似性を調査したところ、加熱処理時間45分と60分のみが選択される結果となった。ウォ

ールナットとの色差は、45分で3.6、60分で3.7であった。このことから、加熱処理センダンをウォールナットの代替として利用できる可能性が示唆された。

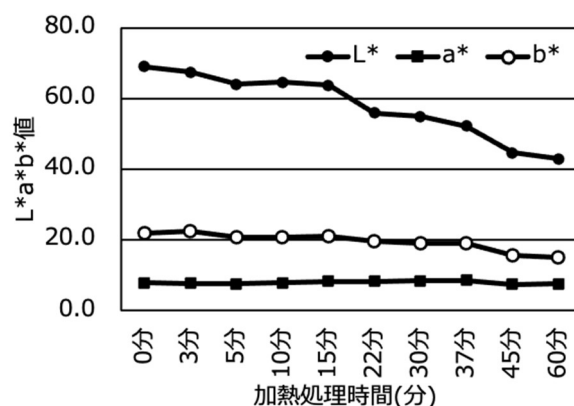


図1 加熱処理時間と色味の変化

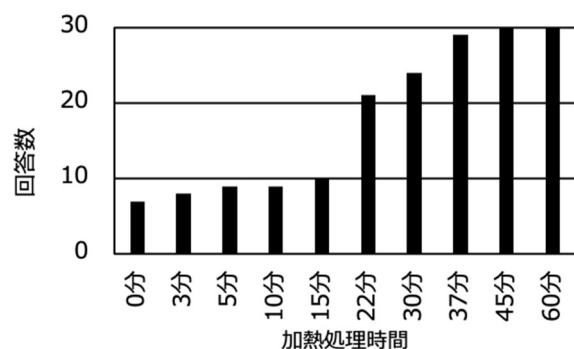


図2 「色味のばらつきが気にならないもの」の結果

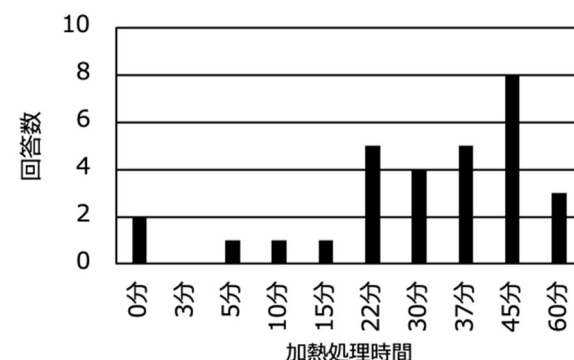


図3 「一番魅力的な色味」の結果

3-2 初期の材色と加熱処理後の色味の比較

表2に記載の初期の材色が異なる8種類のセンダンについて、加熱処理時間ごとの色差変化を図4に示す。試験体は L^* の値が大きい順にA~Hとした。また、全ての色差（ ΔE^*ab ）は基準色（ $L^*=4.7$ 、 $a^*=7.4$ 、 $b^*=15.7$ ）との色差である。

表2 各試験体のL*a*b*値と基準色との色差

試験体	L*	a*	b*	ΔE^*ab
A	74.2	9.7	21.6	29.6
B	73.7	9.1	19.9	30.0
C	70.4	11.0	21.6	26.6
D	68.1	9.7	23.7	24.5
E	65.3	12.7	24.1	20.5
F	63.3	13.2	23.9	18.6
G	60.9	14.3	24.1	22.5
H	59.9	13.4	25.9	18.2

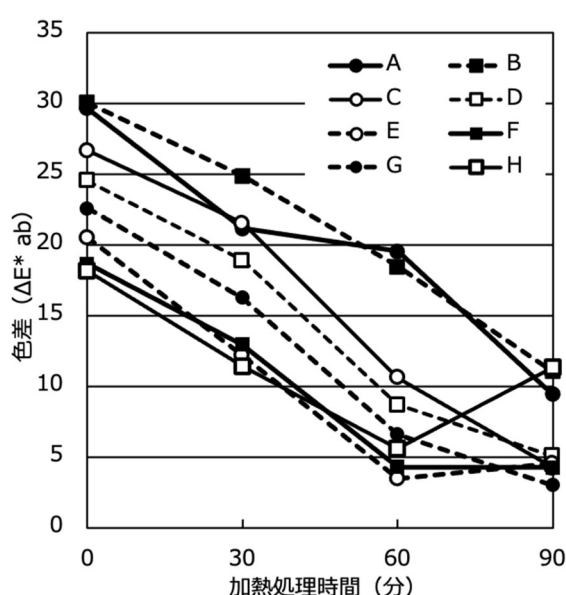


図4 加熱処理時間と基準色との色差

加熱処理前に色差が最も小さかった試験体Hでは、加熱処理時間60分まで色差が低下し、90分では増加に転じた。これは、基準色を超えて暗色化したため色差が大きくなったと判断できる。試験体EとFは60分まで色差が低下し、90分でもほぼ同じ値を示した。試験体C, D, Gは90分まで色差が低下し、90分の色差は試験体E, F, Hの60分の色差と同程度であった。試験体A, Bも90分まで色差が低下したが、90分でも10程度の色差であった。加熱処理による色差の変化速度は初期の色差によらず一定であったことから、初期の色差が小さいものは短時間、色差が大きいものは長時間加熱処理することで基準色に近い色を得られることが示唆された。また、試験体Hで見られたように、過度の加熱処理は暗色化が進行しすぎて色差が大きくなるため、

適切な時間で加熱処理を止める必要がある。

3-3 加熱処理センダンの物性評価

図5に加熱処理センダンの含水率を示す。含水率は、加熱処理時間が長いほど低下した。加熱によるセルロースやヘミセルロースの疎水化の影響と考えられる。

図6に加熱処理センダンの密度を示す。加熱処理時間が長いほど密度は低下した。これは含水率の低下と揮発成分蒸散の影響であると推察される。

図7, 8, 9に加熱処理センダンの曲げ強さ、木ねじ保持力及び接着せん断強さを示す。加熱処理時間60分まで大きな変化が見られず、90分では強度が低下する傾向が見られた。

図10に加熱処理センダンの表面硬さ（ブリネル硬さ）を示す。表面硬さは、加熱処理時間が長いほど大きくなり、90分加熱では未処理材（0分）に比較して約1.4倍に向上した。

以上の結果から、加熱条件が240℃、60分までであれば、加熱処理がセンダンの物性に及ぼす影響は小さいことが分かった。先行研究において、未処理のセンダンは家具材として十分な強度を有していることを明らかにしており⁴⁾、加熱条件が240℃、60分までの加熱処理センダンも家具材に利用可能と判断できる。

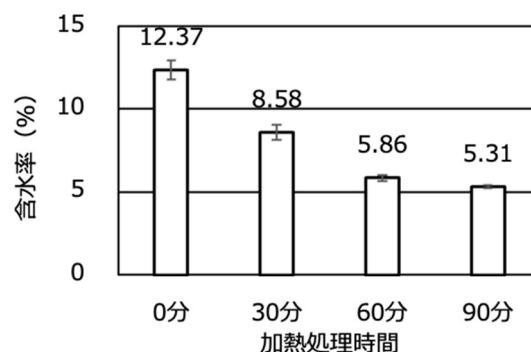


図5 加熱処理センダンの含水率

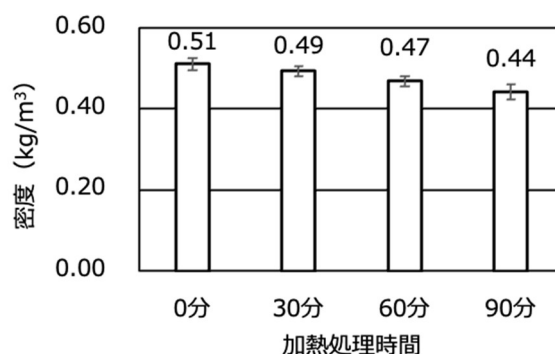


図6 加熱処理センダンの密度

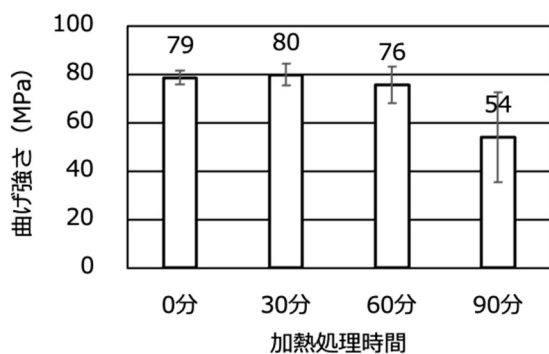


図7 加熱処理センドンの曲げ強さ

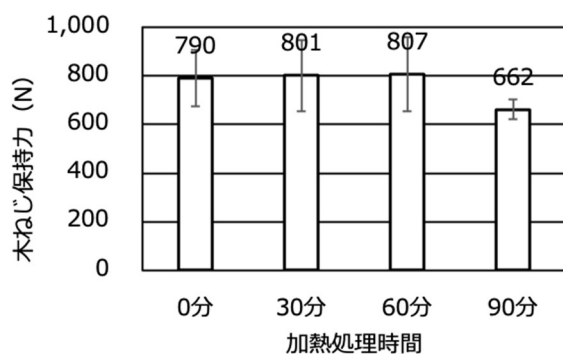


図8 加熱処理センドンの木ねじ保持力

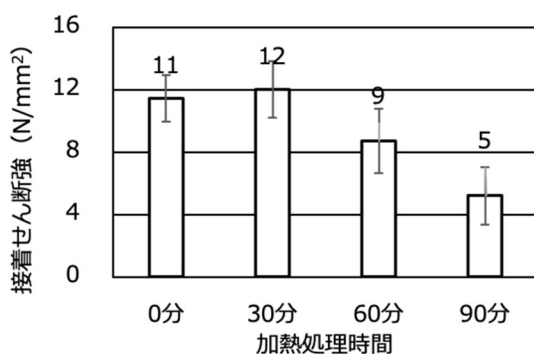


図9 加熱処理センドンの接着せん断強さ

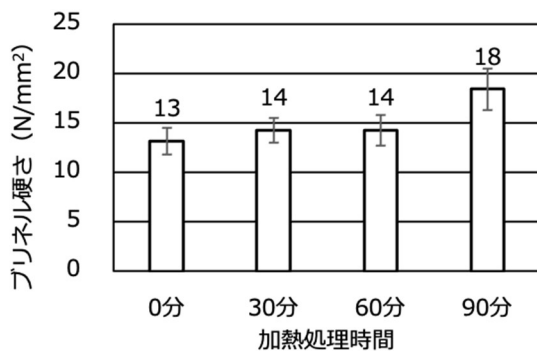


図10 加熱処理センドンのブリネル硬さ

4 まとめ

本研究では、国産センドンの課題とされていた色味のばらつきを加熱処理により解消し、材色の変化を家具デザインに活用することを目指し、①色味のばらつきが気にならず、かつ魅力的な色味を有する加熱処理センドンの調査、②初期材色ของばらつきを考慮した加熱時間についての検討、③加熱処理センドンの物性評価と家具材としての利用可能性の検討を実施した。その結果、①センドンは加熱処理時間が長くなるほど暗色化し、色味のばらつきが気にならなくなること、適切な加熱処理により魅力を感じさせる材となり色味はウォールナットに類似していること、②加熱処理時間を初期の材色に応じて調整する必要があること、③240℃、60分までの加熱であれば物性に及ぼす影響は小さく、家具材として利用可能であることが明らかとなった。本研究を通して、加熱処理センドンは、センドンが抱える色味のばらつきという課題を解決でき、新たな魅力を持つ家具材となり得る可能性が示された。今後は、印象評価で得られたデータを元に、意匠面を含めた家具デザインプロセスについて検討する。

5 参考文献

- 1) 独立行政法人森林総合研究所：改訂4版木材工業ハンドブック，pp. 893-894，丸善(2004)
- 2) 赤澤 智津子：千葉大学学位申請論文(2009)
- 3) 栗田 愛子：日本心理学会年次大会論文集，81号，pp. 429(2017)
- 4) 岡村 博幸：福岡県工業技術センター研究報告，No. 33，pp. 40-43(2023)