

スギ・ヒノキ高齢木の利用開発に関する研究

2006 年度～2008 年度

山本勝洋*・大林育志

要 旨

スギ・ヒノキ高齢木の材質およびヒノキのスギノアカネトラカミキリ被害材の利用法を検討した。ヒノキのとっくり病被害材は、膨大係数の多少による強度差は認められなかった。ヒノキのスギノアカネトラカミキリ被害材は、穿孔による被害率が1%以下と小さく、また変色部の容積密度は、非変色部と差は認められず、強度的に問題ないと考えられた。スギノアカネトラカミキリ被害材の木質部とフラス部の浸透性の差を利用し、オートクレーブにより121℃で1時間着色し研磨することで木質部とフラス部の着色の差が生じインテリア材などへの利用が示唆された。

I はじめに

本県におけるスギ・ヒノキ林は標準伐期齢以上の高齢化林分が増加し、森林面積の50%以上を占めている。今後、大量の大径材の供給が期待されるが、生育環境による材質の特性が不明である。また、スギ・ヒノキ材では、スギノアカネトラカミキリによる被害やヒノキとっくり病が発生しているなど、これらの病虫害による被害材も多く、市場価値の低い材となっており、利用促進を図る上で問題となっている。そこで、高齢化林分のス

ギ・ヒノキ材の特性を解明するとともに、その利用法を開発する。

II 方法

1. 生育環境別の材質調査

(1) スギの材質調査

供試材は、表-1のとおりに当センター試験林のスギ、ヒノキ林分において、同一斜面の尾根筋、中腹、沢筋に20×20m～30×30mのプロットを設定し、各プロットから胸高直径が最大、平均、最

表-1 調査地の概要

区分	地形	樹種	標高 (m)	傾斜 (°)	林齢 (年)	立木密度 (本/ha)	胸高直径 (cm)			樹高 (m)			土壌型	備 考 (-: 平均木 =: 最大木)
							最小	平均	最大	最小	平均	最大		
尾根筋	やや凸状 緩斜面	ヒノキ	330	13	83	1,056	11.5	27.4	42.8	16.9	20.4	22.4	B ₀ (d)	とっくり病 (膨大係数62, 64, 72, 76, 98)
		スギ					(417)	22.0	37.7	51.8	23.8	26.1		
中腹	凹状斜面	ヒノキ	305	19	83	867	17.8	30.0	42.4	20.0	23.5	26.4	B ₀ ~B _E	とっくり病 (膨大係数45, 53, 74)
沢筋	凸状急斜面	スギ	280	35	70	950	17.5	35.1	58.3	20.0	25.1	31.0	B ₀	
		ヒノキ					(83)	17.3	24.9	31.6	19.7	20.8		

Katsuhiko YAMAMOTO, Yasuyuki OYASHI : Use of old man-made Japanese cedar and Japanese cypress woods

* 現県有林事務所

小木を2006年11月に伐倒した。1番玉の中央部から長さ4m、厚さ3cmの板材を採取し、辺材、心材部から20×20×320mmの無欠点小試験体552本を作成した。心材部は15年輪までを未成熟材、それ以上を成熟材として区分した。なお、最小木からは各部位の幅が狭く無欠点小試験体を採取できなかった。曲げ試験はJIS Z 2101に基づきオートグラフ(島津製作所 AG-100TE)で2等分3点荷重により実施した。測定項目は曲げヤング係数(以下MOE)および曲げ強度(以下MOR)とした。容積密度は、供試材の両端から長さ50mmを切り出し、浮力法により求めた。実大材による供試材は、表-2の調査地からスギを2008年1月および2008年12月に伐倒し、末口径により10.5cm心持ちおよび心去り正角材、長さ3~4mに製材した92本とした。年輪幅は両木口の平均とし、実大強度試験機(島津製作所 UH-G1000KNA)で3等分点4点荷重により曲げ試験を実施した。測定項目はMOE、MORとした。容積密度は、両木口から20cmと中央部から試片を切り出し、浮力法により求めた。

(2) ヒノキの材質調査

供試材は、小試験体および実大材ともに(1)の調査地から採取し、スギ同様の材質調査を行っ

た。なお、試験林のヒノキはとっくり病に罹病していたため、膨大係数が異なる4本を伐倒した。

(3) スギノアカネトラカミキリ被害材の材質調査
供試材は、2008年1月に新城市門谷のヒノキ75年生、平均胸高直径24.8cm、平均樹高19.7mの林分から伐倒造材した材から、木口面でスギノアカネトラカミキリの穿孔跡が確認された中から無作為に17本を選んだ。材は10.5cm、長さ3~4mの心持ち正角材に製材し、実大強度試験機(島津製作所 UH-G1000KNA)で3等分点4点荷重により曲げ試験を行った。測定項目はMOE、MORとした。材の被害率は、木口から10cmピッチで鋸断し(以下10cm材)、木口面に出現する穿孔跡の面積と穿孔長から体積を求め、材の全体積に占める被害体積の割合(以下全被害率)とし、荷重点間における材の体積に占める穿孔体積の割合を荷重点間被害率とした。変色率は、10cm材の木口面に出現する変色部の面積と変色長から体積を求め、材の全体積に占める変色体積の割合(以下全変色率)とし、荷重点間における材の体積に占める変色体積の割合を荷重点間変色率とした。変色部は、目視により区分し、材色をカラーテスター(L*a*b*表色系、L*:明度、a*:色度(赤み))で測定した。

表-2 調査地の概要

プロット	標高 (m)	傾斜 (°)	地質	土壌型	林齢 (年)	樹種	立木密度 (本/ha)	平均木樹高 (m)
設楽町 神田	440	35	設楽層群	B _B	136	スギ	225	25
						ヒノキ	400	22
新城市 日吉	380	28	三波川変成岩類	R _B	50	ヒノキ	1,250	20
						スギ	550	21
						ヒノキ	300	17
						ヒノキ	675	18
						スギ	900	22
						ヒノキ	900	18
						ヒノキ	1,075	16
						スギ	425	29
						スギ	535	31
						ヒノキ	1,050	22
スギ	600	24						

また、変色部と心材部（無変色部）のピロディン貫入値（P値）を測定した。容積密度は、写真-1のおおりに変色部と無変色部に分け、浮力法により求めた。

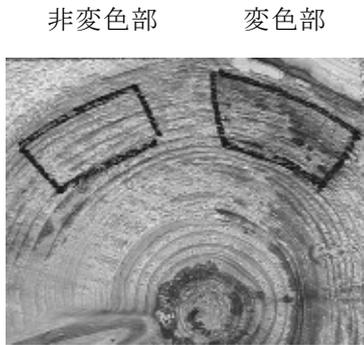


写真-1 変色部と非変色部の採取位置

2. スギノアカネトラカミキリ被害材の利用法

供試材は、1（3）の材から40×40×10mmの穿孔跡および変色部を含む小試験体20枚を作成した（写真-2）。着色剤は、赤色色素（赤キャベツ液）を25倍に希釈し、4個の500mlビーカーの中に、それぞれ着色剤と供試材5枚を入れた。その後オートクレーブで121℃、1、2、3、4時間着色処理を行ない、1時間毎にビーカーを1個ずつ取り出し風乾した。木口面の材色は、穿孔跡を除外した部分をカラーテスターで測定した。穿孔跡のフラス色は、小面積でカラーテスターによる測定が困難であることから、目視によりマンセル表色系で測定した。その後、ベルトサンダー（#180）で木

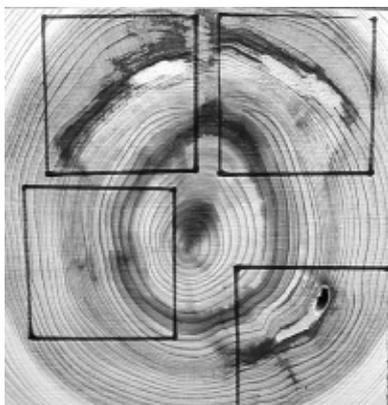


写真-2 供試材の採取位置

口表面を0、0.3、0.6mm研磨し、材色およびフラス色を測定した。

III 結果と考察

1. 生育環境別の材質調査

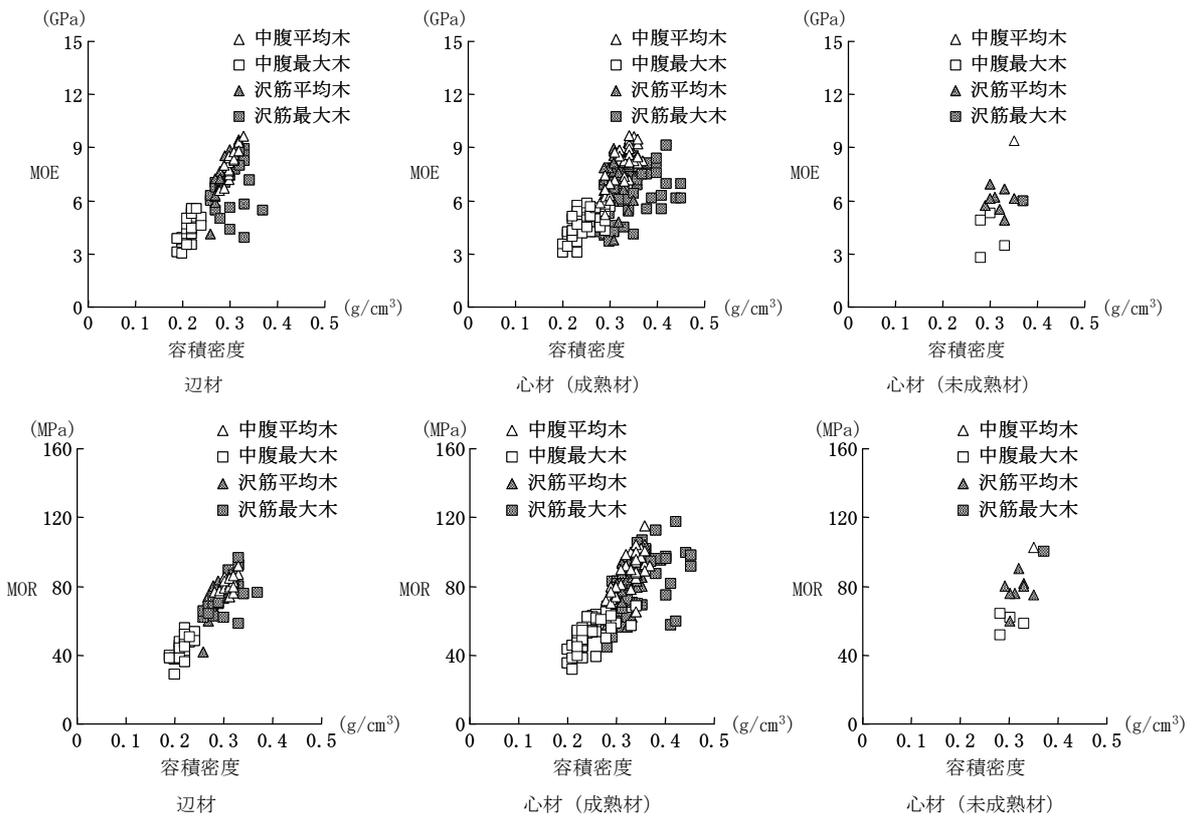
（1）スギの材質調査

小試験体の各部位における容積密度に対するMOEとMORを図-1に示す。中腹の平均木のMOEは、辺材、成熟材、未成熟材それぞれ3.8~9.6GPa、5.2~9.6GPa、9.4GPaであった。MORはそれぞれ73.8~91.7MPa、64.8~115.3MPa、102.3MPaで、ともに最大木に比べ高かった。容積密度は、平均木、最大木ともに高くなるほどMOE、MORが高くなった。沢筋では、MOEとMORで辺材、成熟材ともに平均木と最大木で差は認められなかったが、強度は中腹と同等であった。これは、プロットが近隣であったことと供試材が少なかったことが原因であると考えられた。

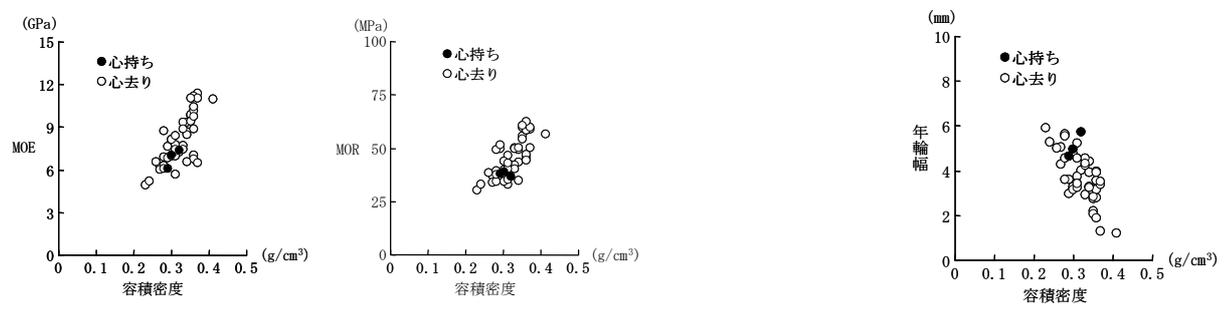
実大材の容積密度に対するMOEとMORを図-2に、各部位の年輪幅に対するMOEおよび容積密度に対する年輪幅を図-3、4に示す。心持ち、心去り材のMOEおよびMORは、一般的な強度であった。容積密度とMOEおよびMORで正の相関が認められた。また、MOEと年輪幅および容積密度と年輪幅の間に負の相関が認められた。このことから、心持ち、心去り材ともに強度は問題ないと考えられた。しかし、年輪幅が著しく広くなると強度に影響を与え、また市場価値も低いので、初期成長の良好な箇所では、早期の伐採、再生林を行う必要がある。

（2）ヒノキの材質調査

小試験体の各部位における容積密度に対するMOEとMORを図-5に示す。尾根筋のMOEは平均木、最大木ともに辺材は中腹より高く、成熟材、

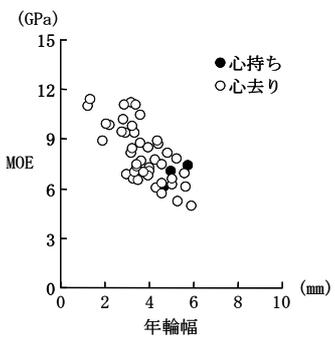


図一 1 生育別の部位別 MOE と MOR



図一 2 容積密度と MOE および MOR の関係

図一 4 容積密度と年輪幅の関係



図一 3 年輪幅と MOE の関係

未成熟材では差は認められなかった。また、容積密度はスギと異なりバラツキが小さく MOE、MOR

ともに容積密度の高低による差は認められなかった。

尾根筋に生育するヒノキは、100%とつくり病に罹病しており、中腹でも 60%以上が罹病していた。ヒノキとつくり病の被害材の膨大係数階毎の MOE と MOR を図一 6 に示す。MOE、MOR ともに膨大係数の多少による差は認められず、一般的なヒノキの強度と同等であった。このことから、ヒノキとつくり病被害材も強度的には問題ないと考えられたが、とつくり状に膨らんだ部位は、板材に製材し

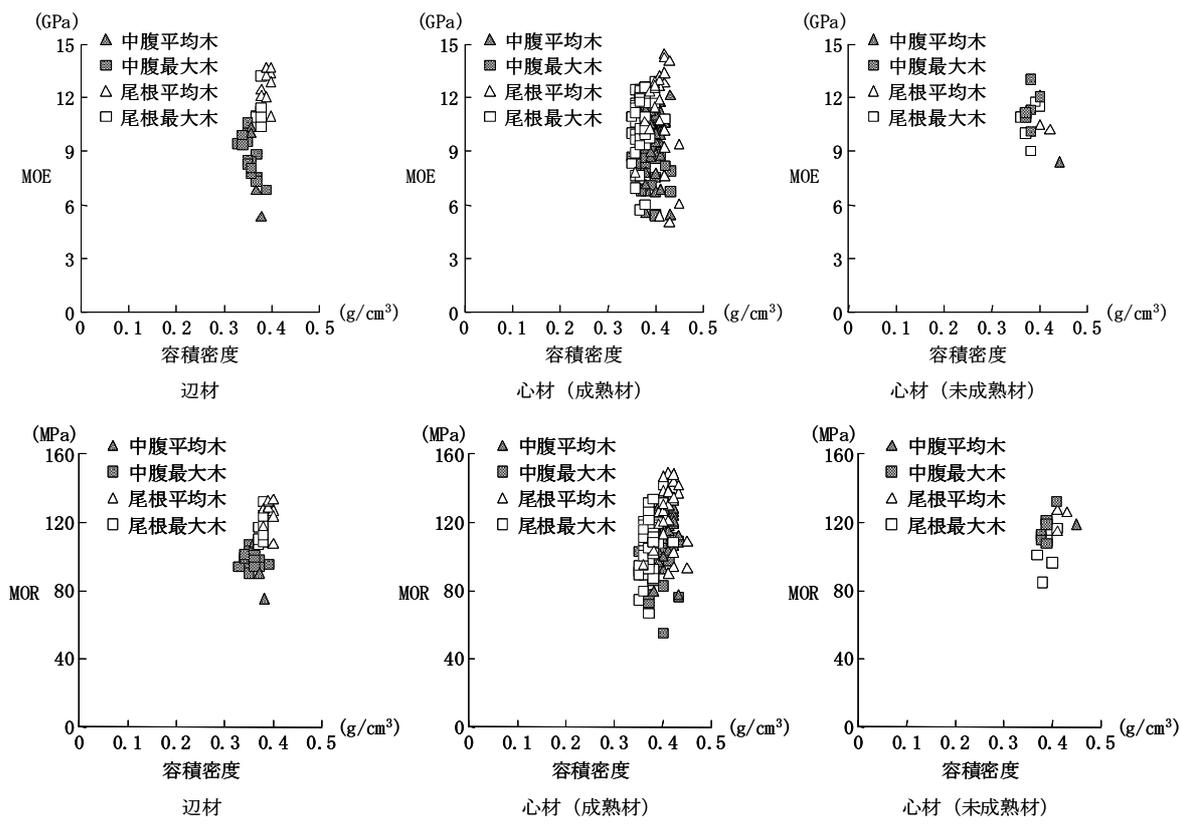


図-5 生育別による部位毎のMOEとMOR

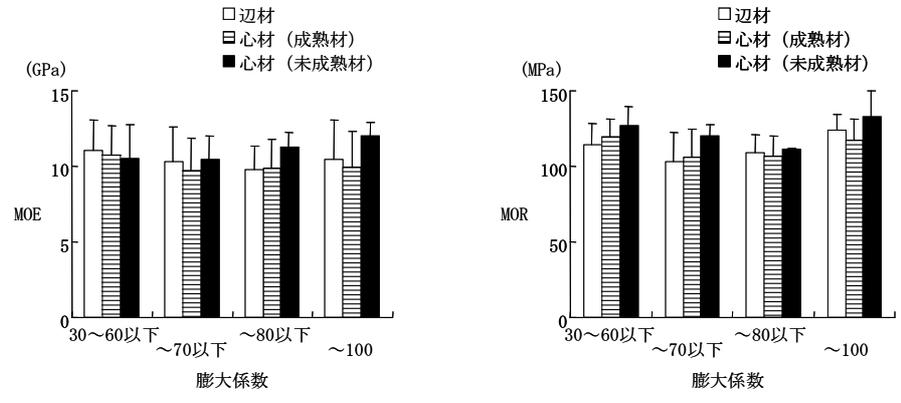


図-6 膨大係数別のMOEとMOR

た場合、年輪幅および材色が不均一であるので、
 利用法の検討が必要である。

実大材の容積密度に対するMOEとMORを図-7
 に、各部位の年輪幅に対するMOEおよび容積密度
 に対する年輪幅を図-8、9に示す。心持ち、心
 去り材のMOEおよびMORはともに一般的な強度で
 あった。容積密度とMOEおよびMORとの間に相関
 は認められなかった。また、MOEと年輪幅および

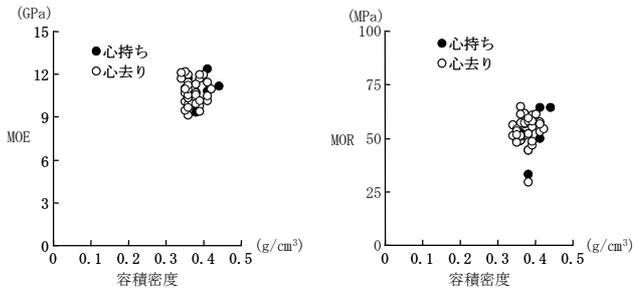


図-7 容積密度とMOEおよびMORの関係

容積密度と年輪幅の間にも相関は認められなかった。このことから、スギ同様心持ち、心去り材ともに強度は問題ないと考えられ、またヒノキはスギに比べ、容積密度および年輪幅のバラツキが小さいので、強度のバラツキも小さいと考えられた。

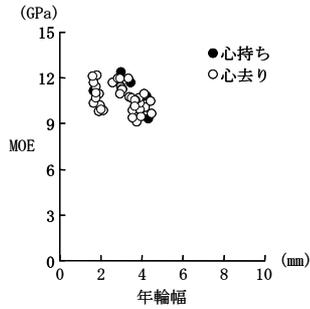


図-8 年輪幅と MOE の関係

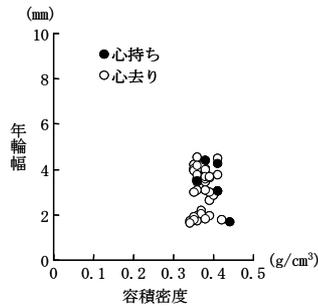


図-9 容積密度と年輪幅の関係

(3) スギノアカネトラカミキリ被害材の材質調査

全被害率は 0.05~0.35%、穿孔長は 10~52 cm で、穿孔体積は 15~96 cm³であった。荷重点間被害率は 0.02~0.15%、穿孔長は 10~52 cm、穿孔体積は 5~41 cm³であった。穿孔跡は、15~30 年生の間で多く確認された。最大被害率の材では、穿孔跡が全ての 10 cm材で確認された。全被害率および荷重点間被害率別の MOE と MOR を図-10、11 に示す。全被害率における MOE は、8.4~15.4GPa、MOR は 49.8~81.8Mpa で、健全なヒノキと同等の範囲で、全被害率との相関は認められなかった。また、荷重点間被害率と MOE および MOR の間にも相関は認められなかった。これらのことから、スギノアカネトラカミキリ被害材は、柱材など構造材の場合、材全体に占める被害割合が 1%以下と

極めて小さく、強度に与える影響もないので、構造材への利用は問題ないと考えられた。しかし、被害材は市場価値が低いので、被害発生地域では短伐期施業を行う必要がある。

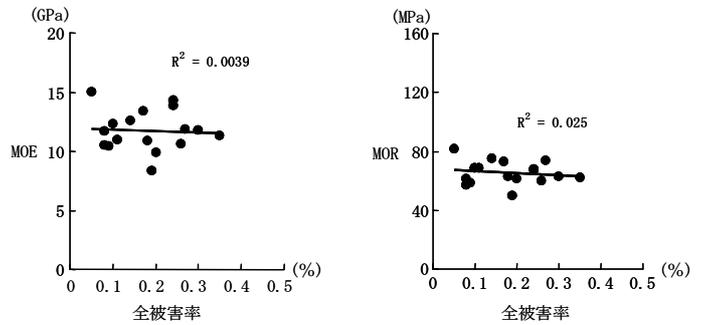


図-10 全被害率が強度に与える影響

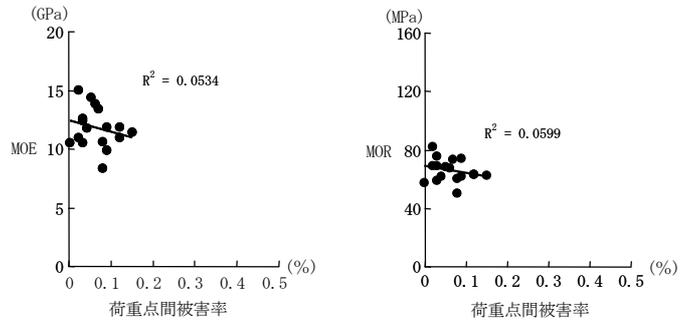


図-11 荷重点間被害率が強度に与える影響

被害材の変色率は、0.76~8.32%で著しい腐朽部は確認できなかった。変色率に対する MOE と MOR を図-12 に、変色部の P 値を図-13 に示す。MOE および MOR ともに変色率の多少による差は認められなかった。

変色部の深さ 10 mm未満、10 mm以上 20 mm未満、20 mm以上 30 mm未満および 30 mm以上の P 値は、それぞれ、16.2±1.5 mm、16.4±2.9 mm、16.9±2.5 mm および 16.1±2.0 mm、非変色部は 16.5±2.2 mm であった。変色部と非変色部の容積密度は、それぞれ 0.45±0.05g/cm³と 0.44±0.04 g/cm³で差は認められなかった。これらのことから、被害材は変色による強度低下はなく、構造材への利用は問題ないと考えられた。しかし、材の変色は品質上問

題があるので、これらの特性を生かした利用法の検討が必要である。

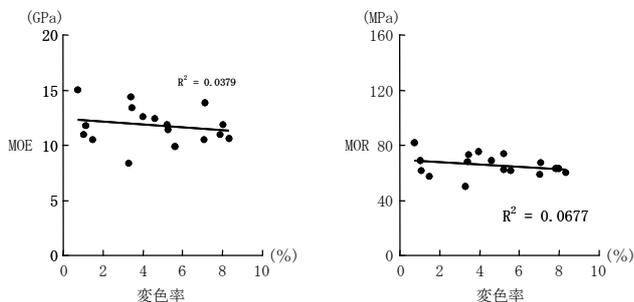


図-12 変色率が強度に与える影響

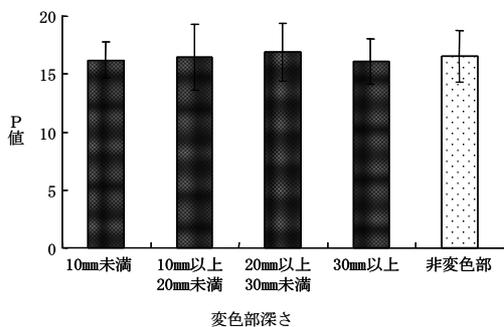


図-13 変色部の深さ別によるP値

2. スギノアカネトラカミキリ被害材の利用法

着色処理時間によるL*とa*の変化を図-14に示す。L*は当初68~72で、着色処理風乾後は35~40で、当初より約50%低下し、処理時間による差は認められなかった。a*は、当初3~7で、風乾後は13~17で、L*同様処理時間による差は認められなかった。また、当初木口面で確認された変色部は、1時間着色処理することにより目視で確認することは困難であった。ベルトサンダーで

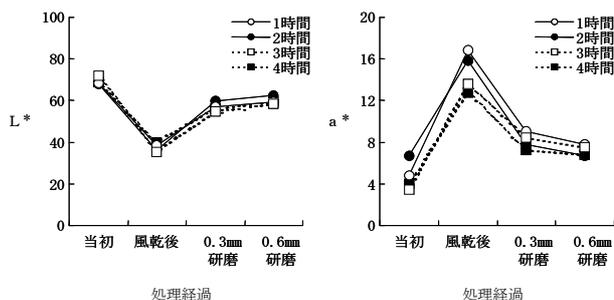


図-14 着色処理時間とL*およびa*の変化

0.3 mm研磨のL*は、55~60、0.6 mm研磨は、58~63でわずかに上昇した。0.3 mm、0.6 mm研磨のa*は、それぞれ7~9と7~8であった。また、研磨後の変色部は、個体差はあるもののほとんど非変色部と同様、暗赤色を呈していた。このことから、被害材の変色部を着色するには、処理時間がコスト面から1時間程度が最適と推察された。

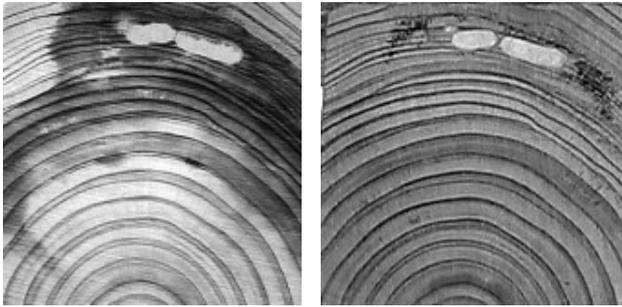
着色処理後のフラス色は、処理時間による差は認められず、木口面と同様暗赤色を呈した。研磨処理によるフラス色の変化を表-3に示す。0.3 mm研磨は10YR6/4~10YR8/4で、暗赤色から浅黄橙色へと著しい変化が認められたが、穿孔跡の周囲から樹脂の滲出がわずかに確認された。0.6 mm研磨は1個体のみ2.5Y7/6であったが、その他は10YR7/4~10YR8/4で、0.3 mm研磨と0.6 mm研磨では、差は認められなかった。このことから、着色剤は、フラスの方が木質部に比べ難浸透であった。

表-3 研磨処理によるフラス色の变化

処理時間	NO	0.3mm研磨	0.6mm研磨
1時間	1	10YR7/6	10YR7/4
	2	10YR8/4	10YR8/3
	3	10YR7/6	10YR7/4
	4	10YR7/6	10YR7/4
	5	10YR7/4	10YR7/3
2時間	1	10YR8/4	10YR8/4
	2	10YR6/4	10YR7/4
	3	10YR6/4	10YR7/4
	4	10YR6/4	10YR7/4
	5	10YR7/4	10YR7/4
3時間	1	10YR7/4	10YR7/4
	2	10YR7/4	10YR7/4
	3	10YR7/6	10YR7/4
	4	10YR7/6	10YR7/4
	5	10YR6/4	10YR7/4
4時間	1	10YR7/4	2.5Y7/6
	2	10YR6/4	10YR7/4
	3	10YR6/4	10YR7/4
	4	10YR6/4	10YR7/4
	5	10YR6/4	10YR7/4

以上のことから、写真-5に示すように、被害材を着色し、表面を研磨することにより、フラスが材面のアクセントとなり、これらを幅はぎすることによりインテリア材としての利用の可能性が示唆された。しかし、樹脂の滲出を抑制する必要

があるので、その対策として前処理に蒸煮を数時間行う（寺澤，1994）などの検討が必要である。



処理前

処理後

写真－3 処理前と処理後の変化

引用文献

寺澤眞（1994）樹脂の滲み．（木材乾燥のすべて．718pp, 海青社, 滋賀県）． 377.