

# スギ黒心材の有効利用に関する研究

(県単課題 平成9年～12年度)

遠藤啓二郎

高橋 宏成

菊池 則男

## 目 次

要 旨	
I はじめに	164
II 試験方法	164
1. スギ黒心材の強度性能に関する調査	164
(1)実大心持ち柱材における心材色と曲げ強度性能との関係	
(2)黒心材から得られたひき板(ラミナ)と集成材の曲げ強度性能	
2. スギ黒心材の材色改善に関する研究	166
(1)素材の天然乾燥による黒心材の心材色の変化	
(2)乾燥による心材色の改善効果の検討	
3. スギ黒心材の効率的乾燥方法の検討	166
(1)ひき板(ラミナ)の人工乾燥試験	
III 結果と考察	167
1. スギ黒心材の強度性能に関する調査	
(1)実大心持ち柱材における心材色と曲げ強度性能との関係	
(2)黒心材から得られたひき板(ラミナ)と集成材の曲げ強度性能	
2. スギ黒心材の材色改善に関する研究	170
(1)素材の天然乾燥による黒心材の心材色の変化	
(2)乾燥による心材色の改善効果の検討	
3. スギ黒心材の効率的乾燥方法の検討	172
(1)ひき板(ラミナ)の人工乾燥試験	
IV まとめ	174
引用文献	174

## 要 旨

スギ黒心材の有効利用を図るため、黒心材の強度性能の調査や、簡便な心材色の改善方法の検討を行なった。得られた結果は次のとおりである。

1. 実大心持ち柱材において、心材明度(L\*)と曲げヤング係数、曲げ強度との間には、有意な関係は認められず、ボタン材などの傷害のあるもの以外の黒心材については、強度的に問題があるものではないことが明らかとなった。
2. 同一林分における、黒心材と赤心材の中目丸太から製材したひき板(ラミナ)の動的ヤング係数を比較した結果、ほとんど差は認められなかった。また、赤心材と黒心材から、それぞれに作成した集成材においても同等の強度性能を示した。
3. 素材の天然乾燥における黒心材の心材色の変化について検討した結果、8カ月後には、心材明度

受理日 平成13年4月5日

が上昇し、通常の色材に近づく傾向が認められた。

4. 黒心材を乾燥後、材表面を切削した時の心材明度は、乾燥だけを行ったものに比較して大きく向上し、黒色が目立たない程度にまで改善されることがわかった。
5. 赤心材と黒心材から得られた板材(35mm厚)を、同一の乾燥スケジュールで人工乾燥した結果、乾燥後の含水率は、いずれも比較的均一であった。黒心材は、心材含水率が高いため、心持ち柱材などでは乾燥に長期間を要する場合があるが、小断面材に加工した場合には、乾燥期間の短縮化が図られる。

## I はじめに

本県の主要造林樹種であるスギは、蓄積が年々増加し、既に多くの林分において利用段階を迎えており、その利用拡大が求められているが、個体や品種の違いによる材質のバラツキが大きいことが、利用上問題とされている。

スギの材質が不均一とされる原因の1つとして、黒心材の存在があげられる。スギの心材は、通常淡い赤色をしているが、中には、心材部が黒色化、または暗色化したものがあることは良く知られており、これらは総じて黒心と呼ばれている。

黒心材の定義については、厳密なものがあるわけではなく、特に、生産や利用現場における判断は、目視による主観的評価に委ねられる場合が多いが、今までに発生原因や特徴について研究がなされ、品種が明確なクローン間においては、心材色に有意な差があること<sup>2)</sup>や、立地環境的には、沢沿いに多く黒心材が出現することなどが報告されている<sup>3)</sup>。また、ボタン材などの、傷害による刺激や菌類による変色など二次的な要因が原因とされるものもあり、黒心材は数種類に分けられるとされている<sup>4)</sup>。また、その特徴としては、二次的な要因で発生するものを除き、伐倒もしくは製材後に心材部が空気に触れると黒変が進むこと、および心材含水率が総じて高いことなどがあり、この黒色化には炭酸水素カリウムが関与していること<sup>4)</sup>や、黒色化に際して心材のフェノール性成分であるノルリグナン類のうち一部が極端に減少することなどが明らかにされている<sup>5)</sup>。

しかし、黒心材の発生原因やその機構についての研究が、数多く行われている一方で、利用に関する研究は少なく、その材質については不明な点が多い。

黒心材の利用上の問題点としては、通常の色材のものと比較して色が悪いと判断されることや、心材含水率が高いために、輸送や乾燥コストが高くなることなどがある。また、前述したように、菌類や傷害によるものも黒心材と包括的に呼ばれる場合があるため、強度性能についても不安視される場合がある。したがって、本研究では、これら利用上の問題点を明確にし、黒心材の適正な利用方法を確立することを目的として、黒心材の強度性能について調査を行うとともに、比較的簡便な材色の改善方法や効率的乾燥方法について、いくつかの検討を行ったので報告する。

## II 試験方法

### 1. スギ黒心材の強度性能に関する調査

#### (1) 実大心持ち柱材における心材色と曲げ強度性能との関係

##### ① 供試材

会津地域の同一林分から得られた素材(40～50年生)から製材された柱材48本を用いた。寸法は105mm×105mm×3,000mmとした。

##### ② 心材色の測定

製材後速やかに供試材の両端部から厚さ2～3cm程度の試験片を切り出し、直射日光の当たらない室内で気乾状態まで乾燥させた。その後、木口面における心材明度(L\*)を分光色測色計(ス

ガ試験機製、測定孔φ 30mm) を用いて測定した。

### ③曲げ破壊試験

供試材は、乾球温度 60℃～80℃の条件下で含水率を 20%以下に人工乾燥し、十分に養生させたのち、曲げ強度試験に供した。曲げ試験は、実大強度試験機(前川試験機製)を用いて、3等分点4点荷重方式で行った。なお、スパンは荷重点間距離 63cm、支点間距離 189cmとし、荷重点間中央部におけるたわみと荷重から曲げヤング係数、曲げ強さを求めた。

## (2)黒心材から得られたひき板(ラミナ)と集成材の曲げ強度性能

### ①供試材

中通り地域の同じ林分から伐採されたスギ中目丸太(材長:3.65m、末口径:18cm～26cm)より、心材部が黒色を呈し、黒心材と判断されるもの(以下:黒心材)を12本、通常の色を呈し、赤心材と判断されるもの(以下:赤心材)を12本ずつ選び、これらから製材して得られたひき板を供試材とした。なお、製材は、辺材部を含んだ通常の木取りで行った。また、ひき板の寸法は35mm(厚)×135mm(幅)×3,650mm(長さ)とした。得られたひき板の総数は黒心材で56枚、赤心材で60枚であったが、丸みなどの欠点の著しいものや人工乾燥試験の際に含水率監視用試験材として選んだものを除き、黒心材40枚、赤心材42枚を供試した。

### ②ラミナの調製

はじめに、製材されたひき板の末口側から長さ約200mmの心材色測定用試験材を採取した。その後、ひき板を人工乾燥し、含水率を約10%に調整した。なお、人工乾燥スケジュールなどについては後述する。人工乾燥後、モルダールにより仕上げ加工を行い、さらに末口側から30cmの部位で全乾法含水率測定のための試験片を採取し、最終仕上げり寸法は25mm(幅)×125mm(厚)×3,000mm(長さ)とした。

### ③心材色の測定

②で採取した心材色測定用試験材を室内で気乾状態まで乾燥させ、心材部板目面における心材明度(L\*)について分光式測色計を用いて測定した。

### ④動的ヤング係数の測定

動的ヤング係数の測定は生材時(35mm厚)および乾燥後(25mm厚)に行った。各測定時において、供試材の寸法と重量を測定し、材の容積密度を求めた。続いて、供試材の木口面をハンマーで打撃して、FFTアナライザーにより材の固有振動数を測定し、次式により動的ヤング係数を求めた。

$$E_{fr} = (4 \times f^2 \times L^2 \times r) / 10^9$$

$E_{fr}$ : 動的ヤング係数(kN/mm<sup>2</sup>)

$f$ : 材の固有振動数(Hz)

$L$ : 材長(m)

$r$ : 容積密度(kg/m<sup>3</sup>)

### ⑤集成材の作成

乾燥と動的ヤング係数の測定を終えた後、黒心材から得られたラミナと赤心材から得られたラミナに分けて、それぞれ5プライの集成材を作成した。ラミナは、動的ヤング係数の高い順に最外層、中間層、内層へと配置した。また、節などの欠点の除去は特に行わず、全て通しラミナとした。

これらのラミナに市販の水性高分子イソシアネート系接着剤(大鹿振興製、TP-111)を塗布量300g/m<sup>2</sup>で両面塗布し、コールドプレスを用いて圧縮圧力1MPaで20時間圧縮した。解圧後、一週間養生させ、その後モルダールにて120mm×120mm×3,000mm(長さ)の寸法に仕上げた。集成材は赤心材、黒心材それぞれ5体ずつ作成した。

### ⑥集成材の曲げ強度試験

曲げ試験は、実大強度試験機(前川試験機製)を用いて構造用集成材の日本農林規格<sup>9)</sup>の曲げA試験に準じて行い、荷重点間スパンを60cm、下部支点スパン270cmに設定して行った。測定項

目はせん断の影響を含んだ全スパンにおけるたわみから求めた曲げヤング係数、および曲げ強さとした。

## 2. スギ黒心材の材色改善に関する研究

### (1) 素材の天然乾燥による黒心材の心材色の変化

会津地域産のスギ素材（末口径 14～22 cm、長さ 3～4 m）から、両木口面が黒色化しているもの 5 本を目視により選び供試材とした。供試素材の中央部から 30cm の丸太試料を採取した後、残りの一方の丸太は樹皮を付けたまま、もう一方は含水率低下を促進させるために剥皮処理し、両木口面をシーリングした後、雨水の当たらない屋根付きの場所に放置した。放置期間は 5 月上旬から翌年 2 月上旬までの約 8 カ月間とした。

心材色の測定は試験開始時、および 4、8 カ月後に行った。まず材端から 30cm の丸太を玉切り、幅（接線方向）25mm、長さ 200mm の心材部の柁目試験体を作成した。なお、厚さ（半径方向）は心材径に応じて、60mm もしくは 90mm とした。柁目試験体は 20℃ に保った恒温器内で重量変化がなくなるまで乾燥し、気乾状態となった後に分光式測色計を用いて、長さ方向の中央部における柁目面の心材明度(L\*)を半径方向に 30mm 間隔で測定した。なお、心材含水率は、柁目試験体作成時に、両端から長さ 25mm の試験片を採取し、それらを半径方向に 30mm ずつ分割した後、全乾法により求めた。

### (2) 乾燥による心材色の改善効果の検討

中通り地域産のスギ素材（末口径 20～22cm、長さ 3 m）から、両木口面が黒色化している黒心材 5 本と、対照として赤心材 5 本を選び供試材とした。それぞれの素材は 30cm に玉切り、その心材部から節などの欠点の少ない部位で厚 50mm × 幅 50mm × 長さ 200mm の柁目試験体を 2 体作成した。さらに試験体を柁目面において 2 分割して、各温度条件で定温乾燥機内で重量変化がなくなるまで乾燥後、心材色を測定した。また、分割したうちの一方は乾燥後に材表面を約 2mm プレーナーで切削してから心材色を測定し、切削を行わないものとの比較を行った。なお、乾燥は 30℃、60℃、90℃、120℃ の 4 つの温度条件で行った。

心材色は分光式測色計を用いて、明度 (L\*)、赤み(a\*)、黄色み(b\*)について、各試験体の柁目面において長さ方向に均等に 5 か所ずつ測定した。

## 3. スギ黒心材の効率的乾燥方法の検討

### (1) ひき板（ラミナ）の人工乾燥試験

人工乾燥試験は、I F 型蒸気式人工乾燥装置（新柴設備製、容量 10 石）を用いて、表 1 に示す含水率制御型のスケジュールにより、2-(2) で用いた黒心材と赤心材のラミナを同時に乾燥した。あらかじめ木取りや初期重量により選別した 4 枚のラミナから採取した含水率監視用試験材（長さ 50cm）の重量を定期的に測定して、含水率を推定し、その平均値をもって温湿度条件を制御した。なお、栈木間隔は約 65cm とし、栈積み上部に約 1 t の重錘を載荷して、圧縮を行った。

表 1 人工乾燥スケジュール

含水率域	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)	備考
～60%	90	90	(6時間)	蒸煮 高温
	110	70	(8時間)	
	80	75	5	
60～50%	80	72	8	
50～40%	82	72	10	
40～30%	84	72	12	
30～20%	88	72	16	
20～10%	90	72	18	

### III 結果と考察

#### 1. スギ黒心材の強度性能に関する調査

##### (1) 実大心持ち柱材における心材色と曲げ強度性能との関係

黒心材の強度性能においては、心材明度、および心材含水率について、丸太の動的ヤング係数との関係を調査した例があり、いずれも、動的ヤング係数との間に関係が認められないという結果が示されている<sup>13)</sup>。しかし、実大製材品で強度性能と心材色との関係が調査された例はないため、今回、心持ち柱材を用いて、曲げ強度性能と心材色との関係を調査した。なお、心材色の評価指標としては、心材の明度 (L\*) を用い、明度が低い値を示すほど黒心材に近いもの、また、高い値を示すものを赤心材に近いものと判断した。

表-2 に供試材の概要について示す。また、図-1 には、柱材の心材明度 (L\*) と曲げ強度性能との関係について示す。図より明らかなように、曲げヤング係数、曲げ強度ともに、心材の明度との間に有意な関係はほとんど認められず、心材色が曲げ強度性能に与える影響は無いと考えられる。

表-2 心持ち柱材の概要

	生材含水率 (%)	試験時含水率 (%)	平均年輪幅 (mm)	心材率 (%)	気乾比重	心材明度 (L*)
平均値	71.4	16.2	4.7	86.9	0.41	51.3
標準偏差	17.4	1.4	0.6	16.6	0.03	5.1
変動係数	24.4	8.7	13.3	19.1	6.46	10.0
最小値	40.8	13.0	2.7	42.2	0.36	38.2
最大値	115.1	20.1	5.8	100.0	0.46	58.4

※心材明度は木口面における測定値

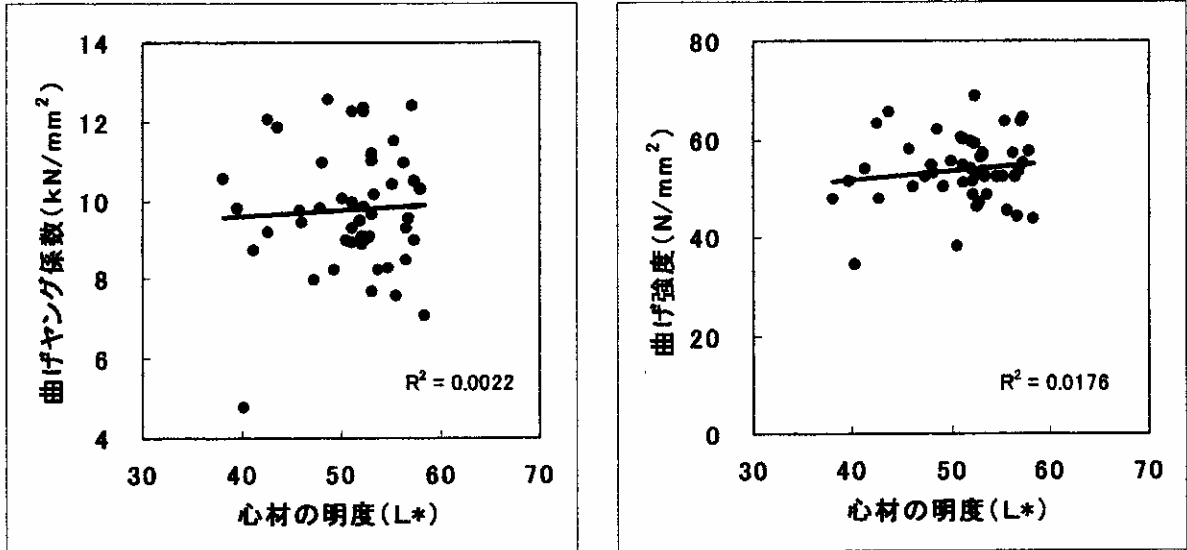


図-1 スギ心持ち柱材における心材明度と曲げ強度性能との関係

また、柱材の生材含水率と心材明度との関係について図-2 に示す。これらの関係については過去の林分調査の例からもスギ材の特徴として数多く報告されているが<sup>9)</sup>、今回の結果においても、生材含水率と心材明度との間には負の相関が認められた。また、平均年輪幅や気乾比重と心材明度の間には相関は認められなかった。したがって、心材色の明暗は、心材含水率のみに関連し、黒心材は高含水

水率であることを除いて、材質的指標は赤心材に劣るものではないと考えられた。ただし、今回の結果は、菌類や傷害による二次的な要因で発生した黒心材について言及できるものではない。また、本県においては、トビクサレの発生も一部地域では多く認められるため、今後は低質材の性能調査や有効利用方法についても検討していく必要があるものと思われる。

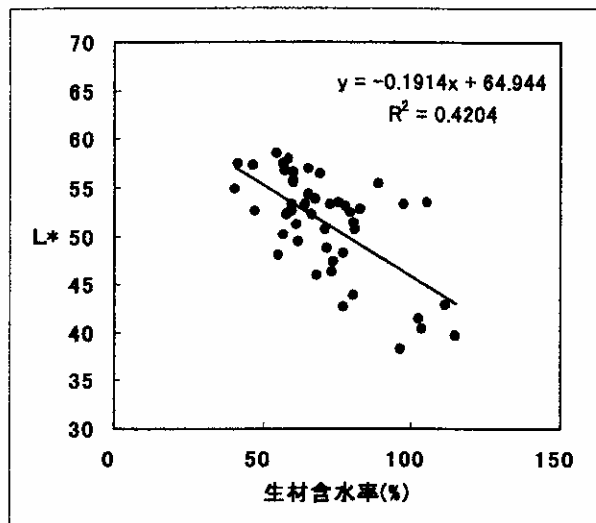


図-2 柱材の生材含水率と心材明度(L\*)との関係

## (2) 黒心材から得られたひき板(ラミナ)と集成材の曲げ強度性能

前項では、心持ち柱材の強度性能について、心材明度との関係を調査し、心材色は曲げ強度性能には関連しないことを示したが、さらに、黒心材の強度性能について、より明確な知見を得ることと、黒心材をエンジニアードウッドとして加工した場合の有用性を検討する目的で、黒心材と赤心材それぞれから得られたラミナと集成材の強度性能の調査を行った。

表-3には、得られたラミナの概要について示す。生材時に採取した材色測定用試験材の心材明度(L\*)は、黒心材で、40.0～55.0、赤心材で60.4～73.7の範囲であり、両者には大きな差が認められた。

表-3 赤心材および黒心材丸太から得られたひき板(ラミナ)の概要

材種	生材含水率 (%)	試験時含水率 (%)	平均年輪幅 (mm)	心材率 (%)	試験時比重	心材明度 (L*)	
赤心材 (n=42)	平均値	99.3	4.2	76.8	0.40	65.4	
	標準偏差	32.0	1.7	28.7	0.03	3.5	
	変動係数	32.3	17.6	31.0	37.3	8.5	5.4
	最小値	52.6	5.3	6.9	4.5	0.34	60.4
	最大値	172.8	14.0	2.2	100.0	0.45	73.7
黒心材 (n=40)	平均値	130.4	11.3	4.4	78.6	0.43	48.9
	標準偏差	29.8	2.3	1.4	26.5	0.03	3.5
	変動係数	22.8	20.7	31.8	33.7	6.8	7.2
	最小値	68.3	8.7	7.5	3.6	0.39	40.6
	最大値	184.6	20.1	1.7	100.0	0.52	55.0

図-3に、乾燥後のラミナの動的ヤング係数について示す。動的ヤング係数の平均値は黒心材ラミナが9.24kN/mm<sup>2</sup>、赤心材ラミナが9.26kN/mm<sup>2</sup>であり、ほぼ同等の値を示した。また、主として心材部で構成されたラミナ(心材率80%以上)や心持ちラミナだけを抽出して比較を行っても、両者に明確な差は認められなかった。なお、赤心材と黒心材に共通して、心材部ラミナと心持ちラミナが辺材を含んだ全体よりも低い傾向を示したのは、未成熟材が心材により多く含まれるためと考えられる。

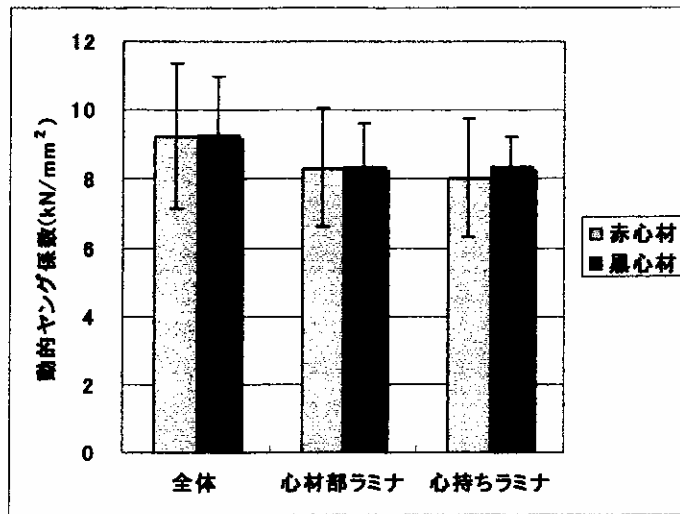


図-3 赤心材と黒心材の丸太から得られたひき板（ラミナ）の動的ヤング係数の比較

※全体：供試したラミナ全数（赤心材 n=42, 黒心材 n=40）

※心材部ラミナ：心材率が80%以上のラミナ（赤心材 n=28, 黒心材 n=27）

※心持ちラミナ：随を通るラミナ（赤心材 n=11, 黒心材 n=10）

また、乾燥前と乾燥後における動的ヤング係数の関係について、図-4に示す。乾燥によって動的ヤング係数は約10%増加しているが、赤心材、黒心材ともにその増加の割合に差は認められなかった。

赤心材のラミナから作成した集成材と黒心材のラミナから作成した集成材の曲げ強度性能について表-4に示す。曲げヤング係数、曲げ強度ともに、ほぼ同等の値が得られた。なお、黒心材の曲げ強度が赤心材に比べて若干低い値を示したのは、最外層ラミナの荷重点間に存在した節の影響などによって曲げ強度がバラついたことが原因と思われる。また、集成材の破壊は全て最外層ラミナの節に起因するものが多く、いずれも木部で破壊していた。黒心材は、心材成分が通常心材よりも多く含まれることが明らかにされているが、今回の試験結果からは接着性能に及ぼす影響は破壊形態を見る限り特に認められなかった。

これらの結果から、集成材として用いても、黒心材は赤心材と同等の強度性能が期待でき、問題なく利用できるものと思われる。

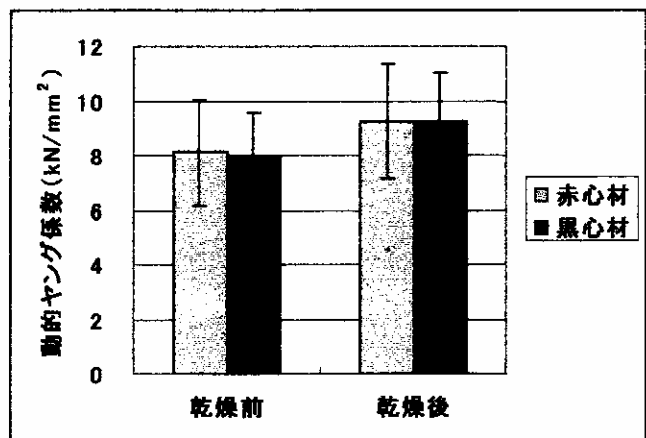


図-4 乾燥前後におけるひき板（ラミナ）の動的ヤング係数の比較

表-4 赤心材と黒心材から得られたラミナから作成した集成材の曲げ強度性能

	比重	含水率 (%)	等価曲げ剛性による 曲げヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	動的ヤング係数 Efr (kN/mm <sup>2</sup> )	曲げヤング係数 MOE (kN/mm <sup>2</sup> )	曲げ強さ MOR (N/mm <sup>2</sup> )	
赤心材	平均値	0.42	11.1	10.90	9.56	10.28	61.7
	標準偏差	0.01	0.7	0.42	0.10	0.43	4.5
	変動係数	2.38	5.9	3.85	1.05	4.18	7.2
	最小値	0.41	10.9	10.36	9.40	9.87	55.2
	最大値	0.43	11.9	11.48	9.64	11.00	66.7
黒心材	平均値	0.44	11.9	10.87	9.28	9.78	56.6
	標準偏差	0.02	1.1	0.50	0.34	0.49	8.9
	変動係数	4.55	9.2	4.60	3.66	5.01	15.8
	最小値	0.42	10.6	10.39	8.81	9.19	48.6
	最大値	0.46	14.0	11.71	9.70	10.37	67.5

2. スギ黒心材の材色改善に関する研究

(1) 素材の天然乾燥による黒心材の心材色の变化

スギ黒心材の心材色の改善技術については、葉枯らし処理<sup>9)</sup>や、還元性の薬品を塗布することによる材色改良<sup>10)</sup>について研究が行われてきており、いずれも材色の改善効果が認められることが報告されている。しかし、葉枯らし処理の材色変化については、立木の状態で黒心材を効率的にサンプリングすることが困難であることや、樹高方向に心材色の違いが認められたりする場合があるため、その効果について、明確な結果を示すことは難しいものと考えられる。

そこで、葉枯らしによる心材色の改善効果とそのメカニズムの解明を目的とし、葉枯らし処理を想定した、素材の天然乾燥による心材色の経時変化を調査した。

図-5に、天然乾燥による心材の明度と含水率の経時変化について示す。4, 8カ月後と放置期間が長くなるにしたがい、心材明度(L\*)は、明らかに上昇する傾向が認められた。目視による判断では、8カ月後では製材後の黒色化はほとんど認められなかった。

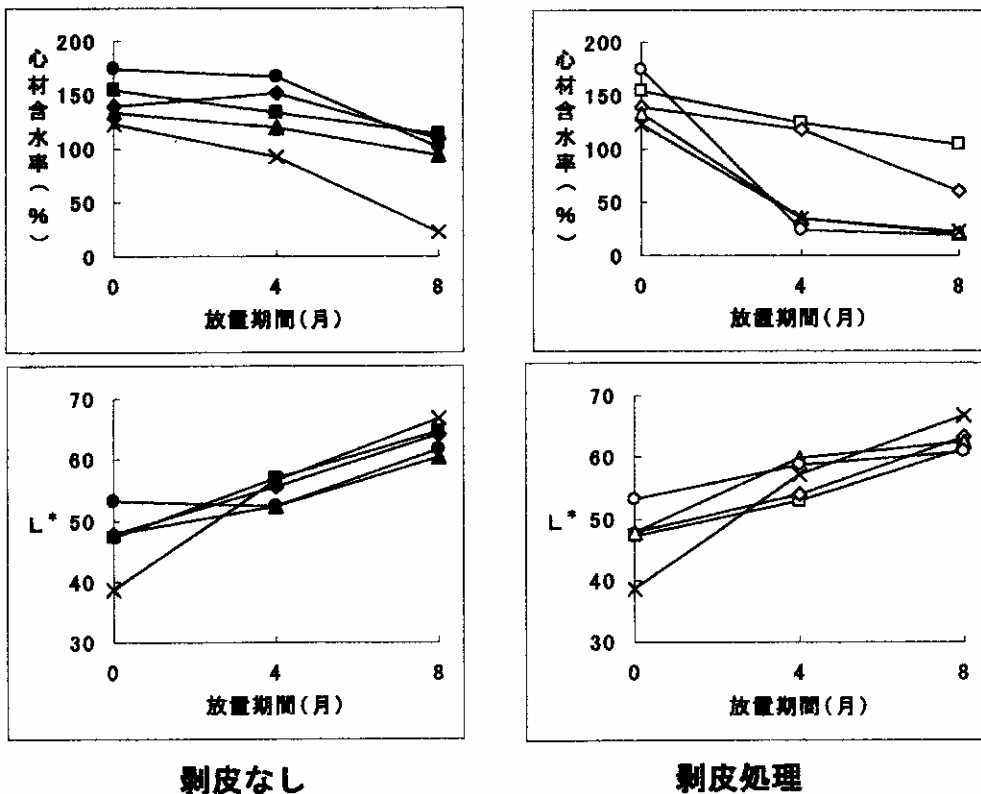


図-5 素材の天然乾燥による黒心材の心材含水率と心材明度(L\*)の変化



ところで、剥皮を行わなかったものでも、心材含水率がある程度低下しているため、心材色変化に、剥皮処理の有無による明確な差は認められなかった。このことは、素材の天然乾燥による心材色変化は、心材含水率の低下に関係があることを示唆するものであり、過去の研究例においても、その関係が指摘されている。

図-6には、全測定時における、心材明度(L\*)と含水率との関係について示す。心材含水率が約100%以下の試料については、L\*が低い値を示すものが少ない傾向があった。これらのことから、葉枯らしや素材状態での放置による心材含水率の低下に伴い、黒心材の心材色は変化するものと考えられる。ただし、高い心材含水率であっても、放置期間の違いによって、黒色化が認められる場合とそうでない場合があることから、この要因には、素材放置による成分移動なども直接的あるいは間接的に何らかの影響を与えているものと思われる。

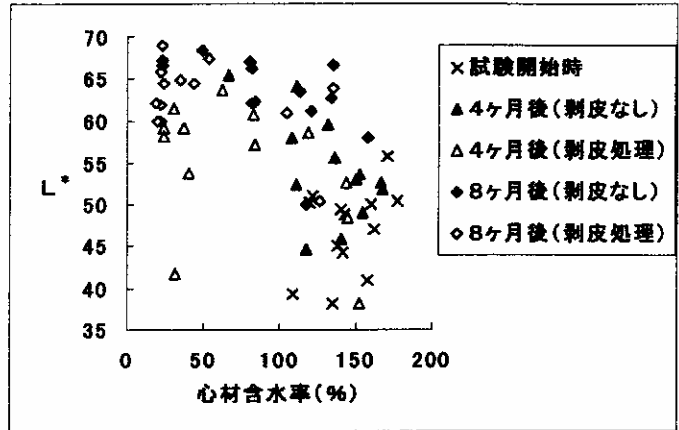


図-6 全測定時における心材明度(L\*)と心材含水率との関係

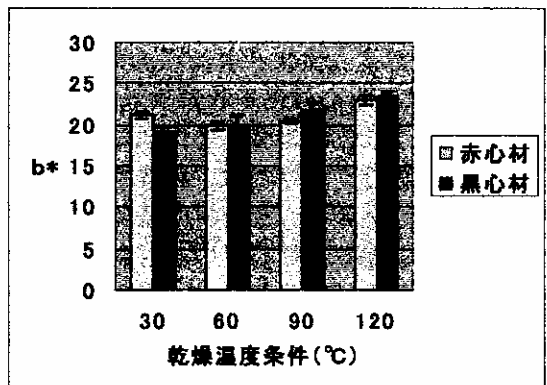
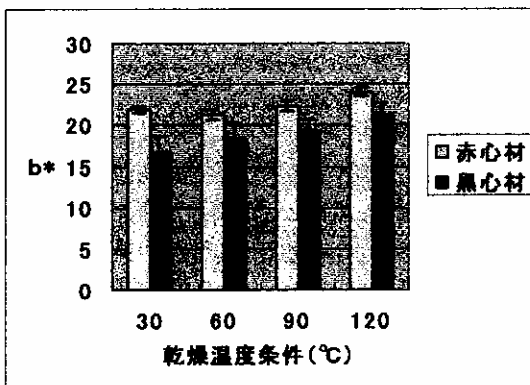
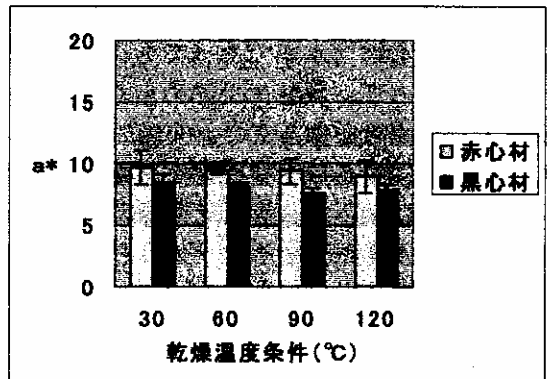
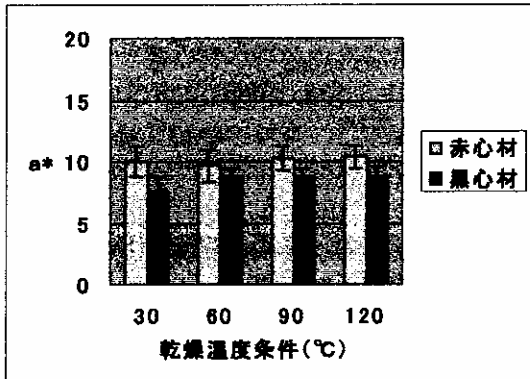
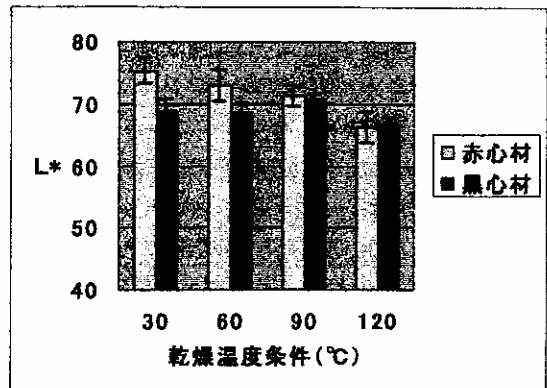
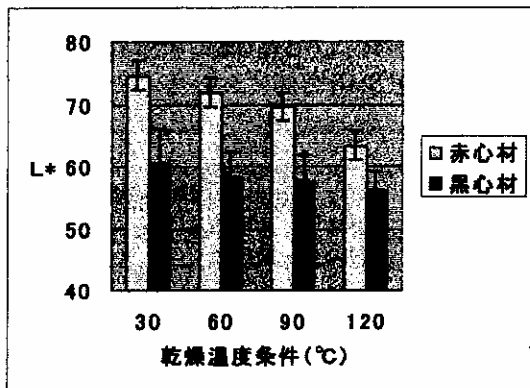
また、葉枯らし処理においても、今回の天然乾燥と同様の効果が期待できるが、仮に、心材含水率の低下が主たる要因であったとしても、通常の3カ月程度の葉枯らし期間では、心材含水率の大きな低下は望めないため、確実な効果を得るまでには長期間を要するものと考えられる。

## (2) 乾燥による心材色の改善効果の検討

図-7には各乾燥温度条件における、黒心材および赤心材の乾燥後の心材色の測定結果について示す。乾燥を行うだけでは、両者の色の差は大きいですが、乾燥後に表面を切削した時の心材色は、特に明度が大きく上昇し、赤心材の値に近づいていた。このことは、乾燥後にプレーナー仕上げを行うという通常の工程で、黒心材の心材色は比較的簡便に改善できることを示している。ただし、両者の色の差はまだ存在し、目視では、黒心材は赤みに欠け、多少くすんだ色合いとなり、赤心材に近づくとより、黒色が目立たなくなる感じとなる。

また、90℃や120℃といった比較的高温で乾燥させたものでは、熱による影響で、赤心材の明度が低下するのに対して、黒心材の明度の低下はあまり認められず、両者の色差はさらに小さくなる傾向があった。このように、黒心材と赤心材の材色を均一化させるという点においては、比較的高温で乾燥させることも一つの手法として挙げられる。近年主流になりつつある柱材の高温乾燥などでは、結果として、赤心材と黒心材の乾燥後の材色は目視ではほとんど見分けがつかなくなるため、心材色は製材の価値評価とは無関係となるだろう。ただし、赤心材、黒心材共通の傾向として、高温域の乾燥では材の黄色みが増大する傾向があり、造作材など化粧性が重要視される部分への高温乾燥の適用は避けるべきと考えられる。

以上のように、乾燥により黒心材の心材色は簡便に改善することが可能であるが、赤心材と同等までは至らないことがわかった。また、今回の結果は一部のサンプルにおける結果であり、黒色化の程度によっては、その効果に差が生じることも予想され、あくまで傾向としてとらえる必要がある。しかし、簡便性と得られる効果との兼ね合いを考慮すると、乾燥による手法が黒心材の材色改善として、より効率的であると考えられる。



乾燥後

乾燥→表面2mm切削後

図-7 各乾燥温度条件における赤心材および黒心材の乾燥後の心材色

### 3. スギ黒心材の効率的乾燥方法の検討

#### (1) ひき板 (ラミナ) の人工乾燥試験

黒心材の利用上の問題として、心材含水率が高いために、乾燥の長期化やコストの増大を招くという点が挙げられる。スギは含水率のバラツキが大きく、乾燥が難しいと認識されるのも、黒心材が存在することが1つの要因となっており、柱材などでは、通常的心材含水率のものと黒心材を同時に乾燥させるのは、効率が悪くなる場合が多く、重量選別などによる対策が講じられている<sup>11)</sup>。しかし、断面が小さな板材などでは、乾燥コストに大きな影響はないと考えられる。そこで、赤心材のひき板と黒心材のひき板を同時に人工乾燥し、その乾燥性の違いについて検討した。

図-8に、含水率監視用試験材(以下、試験材)の含水率減少傾向について示す。図に示す試験材は、心材だけで構成されたものであり、初期含水率は黒心材と赤心材で約100%の差があった。その後の含水率の減少傾向は、赤心材と黒心材で大きな差は認められず、赤心材が先に目標含水率(10%)

に達したものの、20%までの乾燥時間の差を比較すると約20～30時間程度であった。この結果は、柱材などでの初期含水率による選別乾燥の報告例<sup>11)</sup>とは異なる傾向を示していた。これは、板材などでは、断面が小さいために材内水分の放出が容易になったことと、今回の乾燥スケジュールにおいては、初期蒸煮後に乾球温度110℃、湿球温度70℃の高温域を設けたために、その段階で高含水率材の乾燥が促進されたことが原因と思われる。

また、図-9には、初期含水率の頻度分布を、図-10には、乾燥後における仕上がり含水率の頻度分布について示す。初期含水率は、黒心材と赤心材で明らかに異なる分布傾向を示しており、その平均値は黒心材で130.4%、赤心材で99.3%であった。また、仕上がり含水率は黒心材で平均10.6%、赤心材で8.7%であり、均一な仕上がりが得られていた。集成材の日本農林規格に定められた含水率基準

(15%以下)をクリアしていないものが黒心材で4本あったが、その後の1カ月間の養生でほぼ基準以下となった。また、割れの発生は心持ち材の一部で髄割れが認められた程度であった。このように、小断面材では、黒心材などの高含水率材の乾燥を容易にすることが可能と思われる。

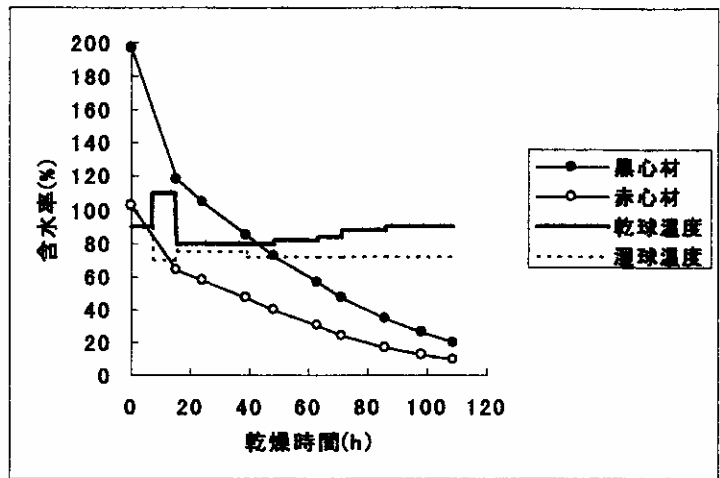


図-8 試験材の含水率減少経過

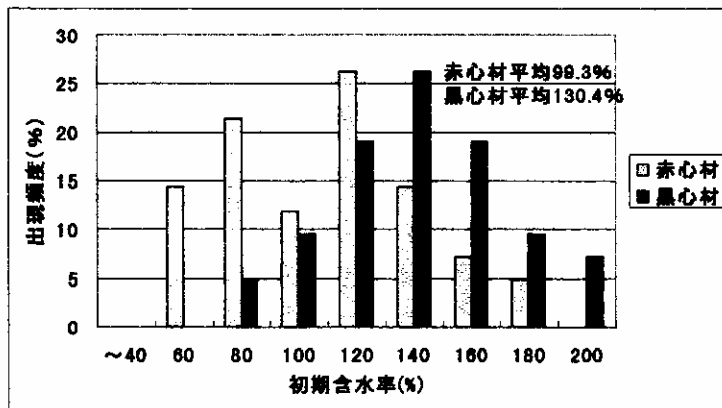


図-9 初期含水率の頻度分布

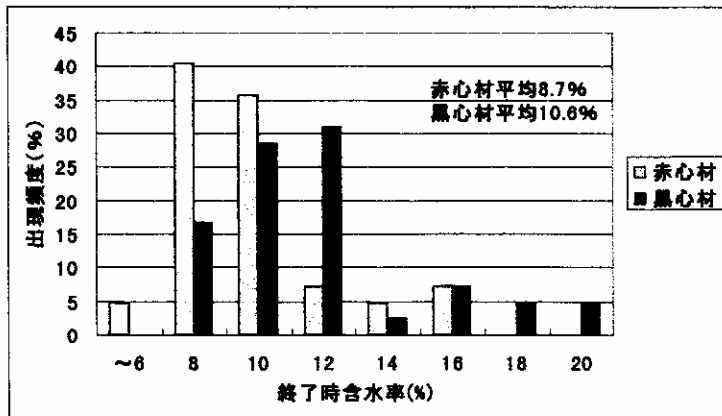


図-10 仕上がり含水率の頻度分布

## IV まとめ

スギ黒心材の強度特性や材色改善方法について検討を行った結果、黒心材は強度的には劣るものではないことが改めて確認された。また、心材色については、乾燥によって黒色が目立たない程度までの改善は可能であることが明らかとなった。乾燥についても、小断面材では、乾燥時間の極端な長期化は回避できることがわかった。これらの結果から、黒心材の問題点は、実際には問題とは成り得なかったり、用途によっては避けることができたりする場合が多いものと思われる。

黒心材の評価は、目視による（材色による）主観的評価が主になってしまうことや、住宅品質確保促進法の制定等により乾燥材の需要が高まる中で、乾燥が困難な材というイメージが先行してしまったことで、実際の性能よりも低い評価を受けてきた部分があると思われる。昔は、黒心材は耐久性が高いとされ、船舶材料として珍重されたこともあると言われ、現在でも、その黒い材色を逆に活かして、造作材として利用することもあるようである。これは、いかなる材料にも言えることだが、その性能を把握して、適正な用途や加工方法を設定することが材料を使う側にとって最も重要なことである。黒心材も、今回の試験結果から十分利用可能であることがわかったが、その材質的特徴を正確に把握することで、より付加価値の高い用途に利用できる可能性を持つものと思われる。

## 引用文献

- 1) 「スギ黒心 その発生と対策」農林水産省林野庁森林総合研究所・農林水産技術会議事務局 6pp(1995)
- 2) 近藤 明：静岡県産スギ精鋭樹クローンの特性評価に関する研究（I）－心材色－，静岡県林業技術センター研究報告 22,1-6(1994)
- 3) 野々田三郎他：スギ心材色と立地条件，岐阜県林業センター研究報告 10， 115-130(1980)
- 4) 阿部善作他：スギ心材の黒変現象（第2報）－原因物質の1つとして、炭酸水素カリウムの同定，木材学会誌 40(10)， 1126-1130(1994)
- 5) 高橋孝悦：スギ心材の黒色化現象とノルリグナン類（第2報），木材学会誌 44(2)， 125-133(1998)
- 6) 日本合板検査会：構造用集成材の日本農林規格（2000）
- 7) 農林水産技術会議事務局：品質管理型林業のためのスギ黒心対策技術の開発，農林水産技術会議事務局研究成果 316， 85-91(1997)
- 8) 河澄恭輔他：スギ心材の性質－生材含水率、温水抽出物および明度を中心に－，九州大学演習林報告 64， 29-39（1991）
- 9) 南茂利作他：スギ黒心材のシブヌキ試験，福井県総合グリーンセンター報告 20， 114-120(1981)
- 10) 横山利治：スギ黒心材の調色に関する試験，徳島県林業総合センター報告 20， 100-107(1982)
- 11) 三好誠治他：スギ正角の選別による乾燥について，愛媛県林業試験場研究報告 19， 65-69(1998)