

スギの材色特性と着色技術

誌名	愛媛県林業試験場研究報告
ISSN	03892875
著者名	村口,良範
発行元	愛媛県林業試験場
巻/号	20号
巻号補足	
掲載ページ	p. 62-75
発行年月	2000年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



スギの材色特性と着色技術

村口良範

The color characteristics of Sugi woods and techniques of staining colors

Yoshinori MURAGUCHI

県産スギ材の新しい面材料としての加工利用技術の可能性を探るため、材色の特徴とスギ材の特性に応じた着色方法の各種試験を行い、いくつかの知見を得た。スギの心材色は大きくばらついているが、乾燥すると色のバラツキは生材時ほど小さくなった。これには赤心材の乾燥による彩度の低下、黒心材の乾燥による彩度の向上及び共通して乾燥による明度向上に起因している。心材に比べ辺材の材色のバラツキは小さく、合成染料や薬品を使った調色が比較的有効と考えられ、いくつかの調色(染色)技術の適用を試みた。合成染料を使った立木染色は心材率の小さい小径木には有効であったが、染色部分を多くするためには染液注入孔を多くする必要があり、染色促進には染液にポリエチレングリコールを混入することが有効であった。さらにスギ製材加工品の染色は、スギ辺材薄板の内部まで染料で均一に染色できる厚みは7mm程度までで、染色板を積層接着して積層面からスライスしたデザイン性の高い面材料が得られた。また、スギ角材の木口から染料を2度注入する染色方法で2色で染色(染め分け)する方法が確認できた。染色した染色板の耐光性(色あせ)をみたが、スギの色に近い色相に着色する染色で高濃度に染色することが耐光性向上につながる事が確認できた。合成染料の染色において、繊維の染色の良否の要因となる浴比、媒染剤の影響をスギ材染色で試験したが、浴比はそれほど問題にはならず、助剤の使用は染料の染色性をよくする傾向があった。スギ含有成分に反応させ着色する薬品による着色を試みたが、心材・辺材間の色あわせの可能性があった。

キーワード — 化学着色、立木染色、染色、スギ赤心材、スギ黒心材、耐候性

1. 緒言

県内ではスギ人工林資源の充実とともにスギ材の生産・流通量が増えつつあるが、丸太や製材品として取引される時、材色が材価を決定する因子の一つとなっている。

そこで、県産スギ材の材色の特性を調査した。また、過去にはスギ材の大きな需要先であった住宅用内装材において住宅の洋風化の進展で需要が伸び悩んでいることから、次の手法によるスギ板材の調色加工技術を検討したので報告する。

2. 供試材料及び試験方法

2.1 県産スギ材の材色

県内のスギの材色傾向を精英樹の心材、辺材部分で調査した。

2.1.1 供試材

県内に昭和40年代に選抜され、植栽されたスギ精英樹52品種118個体を使用した。

2.1.2 供試材の調整及び試験方法

伐採後乾燥していない段階で製材し、自動一面カンナ仕上げした柁目面の心材色・辺材色を生材時(切削後24時間経過時)・乾燥時(気乾状態到達

時)に測色色差計で測定(3測点の平均値)した。さらに $L^*a^*b^*$ 表色系の測定値を三属性表色値に変換した。

なお、三属性の表示により、赤心材(ここでは仮に乾燥時の心材色の明度 V 値が6.0以上で、色相 H 値が4.5 YR より赤色側にシフト(4.5 YR より低い値)している個体と仮定し以下赤心材という)と黒心材(ここでは仮に生材時の心材色で明度 V 値が5.0未満である個体と仮定し以下黒心材という)に分け考察を加えた。

2.2 黒心材・赤心材の乾燥による色の経時変化
心材色の黒心傾向の2個体と赤心傾向の2個体の乾燥過程での心材の色変化を経時的に調べた。

2.2.1 供試材

心材色の黒心材2個体と赤心材2個体。

2.2.2 供試材の調整及び試験方法

黒心材と赤心材の生材心材面をカンナで削った時から、通常時は暗色の布で遮光し、定期的に測色色差計で、同一箇所を測定した。

2.3 スギ材の立木染色

スギの小・中径木を対象として立木段階で「木目や色調を生かした材料」に改良し、有効利用を図るため、立木の樹幹から染料の水溶液を注入し、樹液流を利用した染色方法(多色)について検討した。

2.3.1 供試材

ア) 酸性染料及び直接染料を使ったスギ小・中径木の染色

酸性染料及び直接染料染色用にスギ小・中径木4本(DBH14,16,24,26cm)。

イ) 直接染料溶液に混合物を添加した染液によるスギ小径木の染色

直接染料溶液に混合物(3種類)と無添加の染液4種類染色用スギ小径木4本(DBH,16,16,17,17cm)。

2.3.2 供試薬剤

ア) 酸性染料及び直接染料を使ったスギ小・中径木の染色

酸性染料4種類(Acid Red 257ほか)直接染料4

種類(Direct Blue 86ほか)。

イ) 直接染料溶液に混合物を添加した染液によるスギ小径木の染色

直接染料(Direct Red 81、Direct Blue 86)及び混合物としてポリエチレングリコール(平均分子量1000)、エチルアルコール、硫酸ナトリウム。

2.3.3 供試薬剤の調整及び処理方法

ア) 酸性染料及び直接染料を使ったスギ小・中径木の染色

酸性染料、直接染料とも0.5wt%水溶液。

イ) 直接染料溶液に混合物を添加した染液によるスギ小径木の染色

直接染料(各供試木2色づつ)の0.5wt%水溶液に混合物としてはポリエチレングリコール(平均分子量1000)、エチルアルコール、硫酸ナトリウムをそれぞれ染料液に対して10wt%加えた水溶液。

2.3.4 試験方法

供試立木の根元上方の30cmから50cmの位置にドリルで注入孔を15度勾配で髓に到達する程度に穿孔し、隣接地盤台上(盤台面が地上1.5m程度)に配置した染料タンクからビニールチューブで染液を穿孔部分まで落差で誘導した。穿孔位置にはチューブ外径程度の塩ビパイプ(長さ8cm程度に切り、長さの半分程度をドリルで蜂の巣状に穿孔したもの)を挿入し、液漏れしないよう接続した。注入を開始してから経時的に染色液の吸液量を測定した。注入終了後(注入終了時は吸液量が微量にとどまるようになった時点)に、注入孔高さ50cmを基準に高さ方向で玉切りし、木口横断面の染色状態を観察した。

2.4 スギ材への化学着色

スギ含有成分に薬品を反応させ着色する方法とスギ材に天然成分を注入し媒染剤で発色する着色について検討した。

2.4.1 供試材

スギの辺材・心材別の挽き板(寸法T:R:L=60:7:60mm)。

2.4.2 供試薬剤

- ア) 酸を主体とする溶液(5%水溶液)10種類。
 イ) 木材抽出の液及び媒染剤(鉄、アルミ、銅を含む化合物の水溶液)。

2.4.3 供試薬剤の調整及び試験方法

- ア) 供試薬剤をスギの辺材・心材別に減圧注入し、薬品処理前後(気乾状態到達時)の色の変化を測定した。
 イ) スギ・ヒノキの精油(材油、葉油)抽出時に残った残液(水溶液)、クヌギ樹皮煮沸液を鉄、アルミ、銅を含む化合物の水溶液で媒染し、処理前後の材色を測定した。

2.5 スギ薄板の染色技術と積層技術の検討

定尺薄板(挽き板)を均一に染色できる染色方法の検討と染色板を積層接着した化粧材料の製造方法を検討した。

2.5.1 スギ板厚み条件別染色試験

スギ板材の材面からの染料の注入性が及ぶ厚み(明瞭に染色できる材厚)を探るため、スギ板材の材厚別に注入条件を変えた注入を行い、最適な材厚と注入条件(前排気・加圧時間)を探った。

2.5.1.1 供試材

気乾状態のスギ板材(20(R)×120(T)×4000mm(L)材辺材のみ)5本から、木裏側にカンナがけし厚みを調整し、寸法120(T)×120(L)×厚み7条件(20、15、12、10、8、6、5mm)に切り分けたものを供試材とした。

2.5.1.2 供試薬剤

直接染料(Direct Blue 86)の0.15wt%水溶液。

2.5.1.3 供試薬剤の調整及び処理方法

2.5.1.1の各試験材の両木口をエポキシ樹脂接着剤でコーティング処理した。

厚み条件(7条件各5枚 総数35枚)を1組として、3組準備し、染料液の注入条件別に次の3条件で注入を行った。

- 1) 前排気60分、減圧注入20分、加圧注入1時間
- 2) 前排気30分、減圧注入20分、加圧注入1時間
- 3) 前排気30分、減圧注入20分、加圧注入2時間

2.5.1.4 試験方法

注入後、風乾し各試験体の繊維方向中央部で割材し、その中央部横断面上で染料浸潤部分を観察した。

2.5.2 染色板による積層面材料の製造

定尺薄板(挽き板)を2色の酸性染料(黄、青)の染液の混合比を変えた染液(10種類)を減圧・加圧注入し温浴を経て染色板にした。さらに染色させた染色板を接着して染色積層木材(ブロック)を製造し、それを積層面で挽き材にした表面化粧板を製造した。

2.5.2.1 供試材

気乾状態のスギ板材(辺材)。

寸法 120(T)×5(R)×240(L)mm

枚数 各2枚×20染液条件=40枚

2.5.2.2 供試薬剤

酸性染料 黄色(Acid Yellow 48)及び青色(Acid Blue 82)の0.15wt%溶液(以下、水を溶媒とした染料溶液を染液という)。

2.5.2.3 供試薬剤の調整及び処理方法

黄色染液及び青色染液の混合比を段階的に変え調合した染液を20条件準備した。

つまり、条件1染液(黄色染液19部：青色染液0部)

条件2染液(黄色染液18部：青色染液1部)

条件3染液(黄色染液17部：青色染液2部)

条件4染液(黄色染液16部：青色染液3部)

以下、中間を省略して

条件19染液(黄色染液1部：青色染液18部)

条件20染液(黄色染液0部：青色染液19部)

とした。

2.5.2.4 試験方法

ア) 染色試験

供試材に各条件別染液を用いて下記の同一条件で注入を行った。

注入条件(前排気30分、減圧注入20分、加圧注入1時間)

その後、染液に浸したまま温浴(90℃)し、水洗の後風乾した。

なお、染色前後(気乾時)に測色色差計で表面色を測定した。

イ) 染色積層木材の製造試験

染液条件1～20で染色した染色板を順番に積層接着(酢酸エマルジョン系接着剤で板目面を接着)し、染色積層木材(ブロック)を製造した。

ウ) 染色積層板(表面化粧板)の製造

イ)で製造したブロックをフリッチとして、積層面を面とする化粧板に割材し、染色の良否を目視で観察した。

2.6 木口からの選択着色試験

減圧・加圧注入法による「含浸着色」で定尺角材を染色する時に木口を一部封鎖処理して開放部から染料を注入させ多色染色する方法を検討し、それをスライスした化粧板を製造した。

2.6.1 木口から繊維方向へ染色促進する方法の検討

2.6.1.1 供試材

気乾状態のスギ角材(辺材、源平)。

寸法 120(T)×40(R)×1200(L)mm

枚数 各6枚×3条件

2.6.1.2 供試薬剤

染色濃度 青(Acid Blue 49)0.3wt%。

2.6.1.3 供試薬剤の調整及び処理方法

2.6.1.1の各試験材の片側木口をエポキシ樹脂接着剤でコーティング処理した。

注入条件(各6枚)を1組として、次の3条件で注入を行った。

- 1) 前排気60分、減圧注入20分、加圧注入1時間
- 2) 前排気30分、減圧注入20分、加圧注入1時間
- 3) 前排気30分、減圧注入20分、加圧注入2時間

2.6.1.4 試験方法

注入後、風乾し各試験体の接線中央部で縦(LR方向)に割材した。その中央部木口で染料浸潤(LR面)部分を観察した。

2.6.2 木口含浸処理による多色染色板の製造

染液注入時に木口を一部封鎖処理して解放部から2色の染料を交互に注入させる多色染法をスギ

材に適用するための染色条件を検討した。

2.6.2.1 供試材

気乾状態のスギ角材(辺材、源平)。

寸法 断面100(T)×60(R)mm程度、材長250, 450, 550, 650mm

2.6.2.2 供試薬剤

酸性染料 黄色(Acid Yellow 48)及び赤色(Acid Red 257)0.3%溶液。

直接染料 黄色(Direct Yellow 44)及び青色(Direct Blue 86)の0.3wt%溶液。

2.6.2.3 試験方法

各供試材の両側木口をエポキシ樹脂接着剤で図-1の試験概要図に示す封鎖パターンで部分的にコーティング処理した。それを概要図に示すフローチャートに従い2色の染料の染液を交互に減圧注入・加圧注入(染液中で)した。

スギに適用できる条件を探るための条件について検討を行った。

なお、注入条件は前排気60分、減圧注入40分、加圧注入90時間を共通に行った。

評価は、各試験体風乾後、図-1に示すとおり木口から繊維方向に割材し、染色部分(LT面)の染色良否を目視で観察し評価した。

2.7 合成染料の染色条件と耐候性

合成染料で染色する染色条件の検討と耐候性(光、水分)を調査した。

2.7.1 染料の耐光性

木材浸透性の高い染料を使った木材染色は耐光性に劣ることが知れており、色相の相反(色座標上に位置する象現が点対象である)する酸性染料で染色したスギ材の染色性と耐光性を評価した。

2.7.1.1 供試材

供試材料として気乾状態のスギ板材(辺材)を用いた。

寸法 5(T)×50(R)×70(L)mm

枚数 各3枚×2色×2条件=12枚

無処理(無染色)材 3枚

合計 15枚

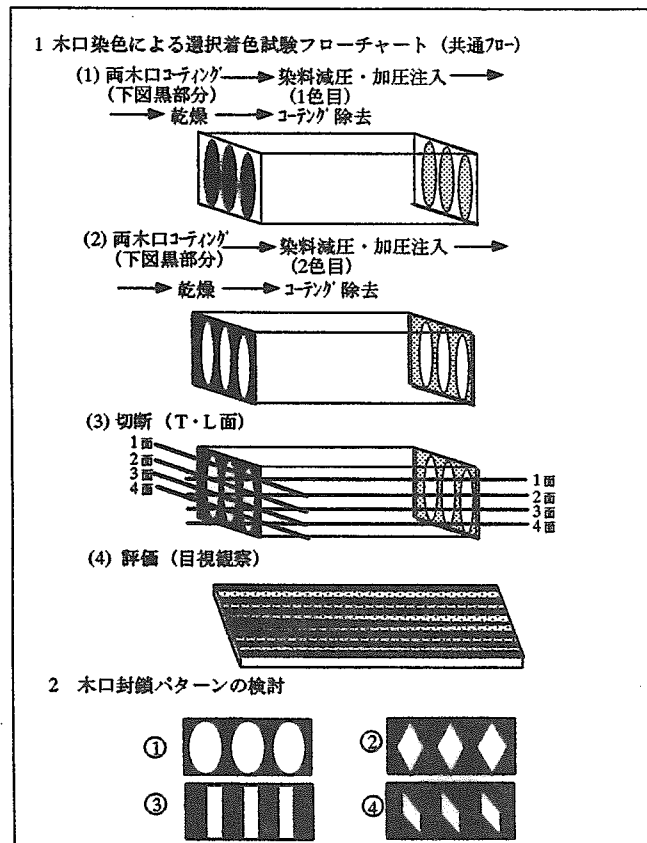


図-1 木口含浸処理による多色染色試験概要図

2.7.1.2 供試薬剤

酸性染料 Acid Blue 27(Acilan Astral B
200 FBy社製)
Acid Orange 10(Solar Light
Orange GX 住友化学製)

2.7.1.3 供試薬剤の調整及び処理方法

染色液は水を溶媒として2種の染料の濃度を0.1 wt%, 0.01 wt%の2条件の染料溶液として用いた。染料液の注入は減圧注入法により含浸させ、90℃の温浴中に1時間浸漬し、イオン交換水で洗浄した後、40℃の強制送風式乾燥器で24時間乾燥した。

なお、染色前後に分光光度計で測色した。

次に、染色板の耐光性を見るため、フェードメーターによる耐光促進試験を実施し、10・20・50時間経過時の色差を分光測色計で測定した(50時間

の放射積算照度は 29MJ/m²であった)。

2.7.1.4 試験方法

染料溶液による染色状態及び材色の経時変化を見る因子としてJIS規格に基づくL*a*b*表色系の測定値で行い、染色前の表面色・光照射前の表面色を基準値とした変色度(色差)をL*a*b*表色系による色差式

$$\Delta E^*_{ab} = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2}$$

を用いて算出した ΔE^*_{ab} (以下 ΔE^* と表示する。)で評価した。

2.7.2 染料の染着条件(浴比、媒染剤)と堅ろう度の検討

合成(直接)染料を使った染色を試みて、染色条件のうち浴比と助剤の有無が染色に与える影響及び水に対する堅ろう度を調査した。

2.7.2.1 供試材

供試材料として気乾状態のスギ板材(辺材)を用いた。

寸法 60(T)×5(R)×75(L)mm

枚数 各10枚×3条件(濃度、助剤)×3浴比条件=90枚

2.7.2.2 供試薬剤

直接染料 Direct Red 81(Sumilight Red 4B 住友化学製)

2.7.2.3 供試薬剤の調整及び処理方法

次の3条件の染料液

1)0.1%溶液(助剤使用せず)

2)0.1%溶液(助剤として硫酸ナトリウム5wt %含む)

3)0.5%溶液(助剤として硫酸ナトリウム5wt %含む)

を染料液とし、木材材積に対する染液容量(以下浴比と呼ぶ)を、10倍、20倍、30倍とり、注入条件(前排気15分、減圧注入20分)で注入を行った。風乾後、振とう装置付き恒温水槽の振とうラックに試験片収納カゴを固定し、イオン交換水を試験片が振とう時に水面下になるように満たし、振とう条件(水温50℃、60回/分で1時間)で処理した後イオン交換水で水洗し、室温で風乾した。

染色前後、浸透後(それぞれ乾燥時)に測色した。

2.7.2.4 試験方法

それぞれ、条件別に染色終了時の重量増加率、色差を測定した。

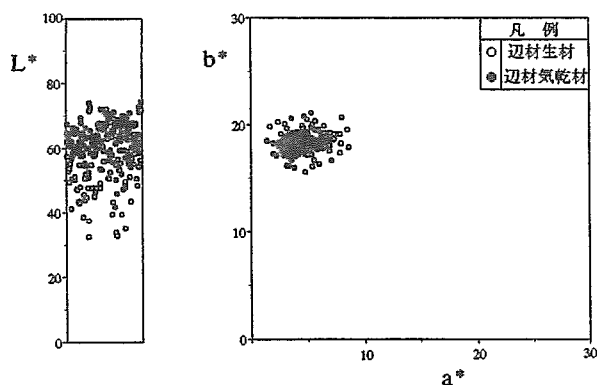


図-2 スギ辺材の材色(生材時と気乾含水率時)

3. 結果及び考察

3.1 県産スギ材の材色

供試したスギ118個体の生材時、気乾時の辺材色を図-2に、心材色を図-3示す。生材時、乾燥時の色座標上の変動をみると、辺材色は生材時に心材色に比べばらつきが小さいが、乾燥するとさらに色の差が無くなった。これは、乾燥すると色相の黄色が強くなり、明度(L*値)が一定の値まで上がったことによる。それに比べ心材色は生材時に大きくばらついていた。これは色相のバラツキは少ないものの彩度($C^* = ((\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2}$)と明度(L*値)のバラツキが大きいことによる。しかし、乾燥すると明度は概して明るくなるものの、彩度は乾燥して、鮮やかさを増すものと失うものがあつた。

乾燥による材色の変動の激しい心材色について、2.1.2で規定した赤心材と、黒心材に分けて示したのが図-4、図-5である。

赤心材は乾燥すると、概して、鮮やかさが落ちる傾向のものが多く、中には彩度の向上するものがあつた。これは追跡した結果、生材時黒心傾向のものが該当することがわかった。図-5から黒心材は乾燥すると、概して鮮やかさを増し、明度も上がる傾向がうかがえた。

3.2 黒心材・赤心材の乾燥による色の経時変化

定期的に測定した心材色の測色値(L*a*b*表色系)のうち明度(L*)の経時変化を図-6に示す。生材心材面(黒心材及び赤心材)を鉋削した時点

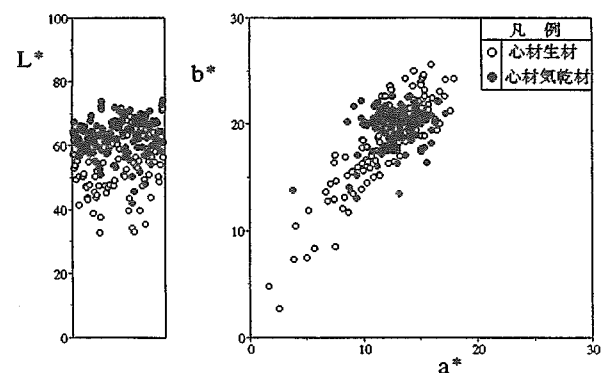


図-3 スギ心材の材色(生材時と気乾含水率時)

起点としていた。

赤心材では10時間くらいまで明度が上がり、含水率の低下にともない明度は下がり続けた(2000時間経過時まで観察)。しかし黒心材は鉋削後2～5時間くらいまでは一時的に明度が上がり、その後2日経過時にまで急激に明度が下がり降伏点に到達してからは、徐々に時間をかけて明度を回復することが確認できた。

図-7は含水率の経時変化を示しているが、含水率の低下(乾燥)と呼応して明度の変化が進んでいることがわかった。

赤心材(1号供試材)及び黒心材(3号供試材)の測色値のうち、色度(色相、彩度)を現す指数であるクロマクネス指数(a^* 、 b^*)を座標軸にとり、時間的変化を示したのが図-8、図-9であり、図上のプロット横の数字が経過時間である。

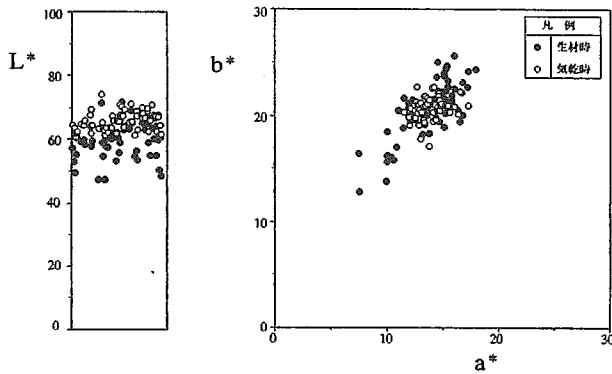


図-4 スギ赤心材の乾燥による色変化

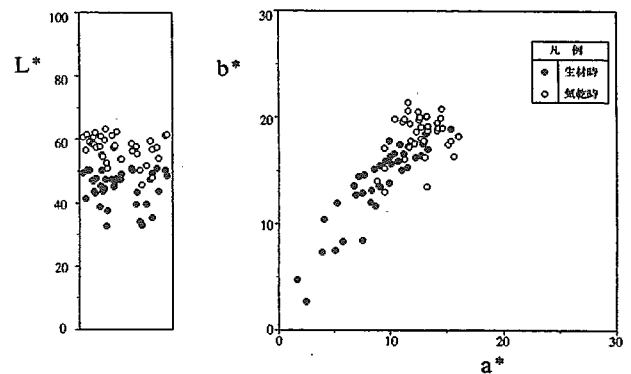


図-5 スギ黒心材の乾燥による色変化

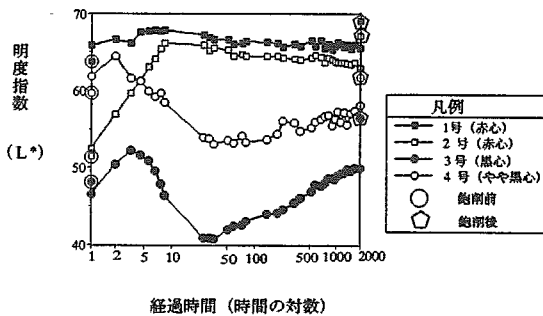


図-6 スギ心材色経時変化(生材時から気乾まで)

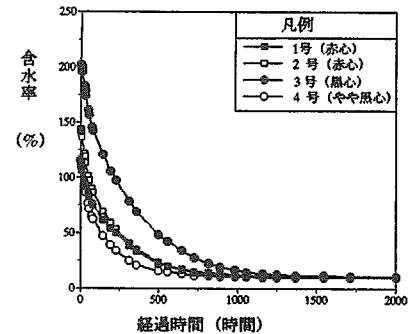


図-7 スギ含水率経時変化(生材時から気乾まで)

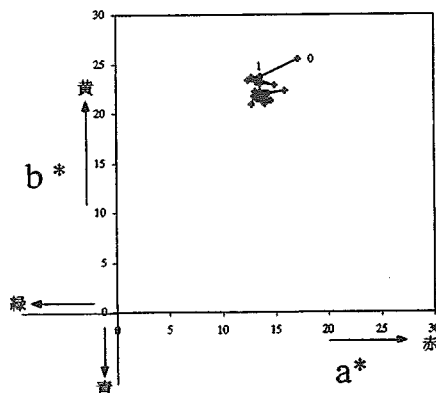


図-8 赤心材における色(a^* b^* 指数)の経時変化(1号の例)

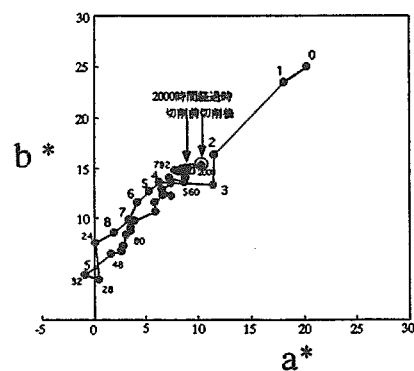


図-9 黒心材における色(a^* b^* 指数)の経時変化(3号の例)

黒心材に比較して赤心材の色相・明度の変化は小さいことがわかった。

また、色相(原点からの方向)、彩度(原点からの距離)の傾向は、黒心材の色相、彩度の時間的変化をみると、黒心材の色相の変化は小さいが、彩度が切削後1、2日経過時まで下がり、その後時間の経過(乾燥するにつれ)とともに、狭い色相の範囲中で鮮やかさを取り戻した。

3.3 スギ材の立木染色

ア) 酸性染料及び直接染料を使ったスギ小・中径木の染色

7月の中旬から注入を開始しおおむね100日あまりで注入を終了した、この間に染料(色)を替え(注入穿孔口も変更)実施した。小径材における染液の吸液量(累計)の経過を図-10、図-11に示す。

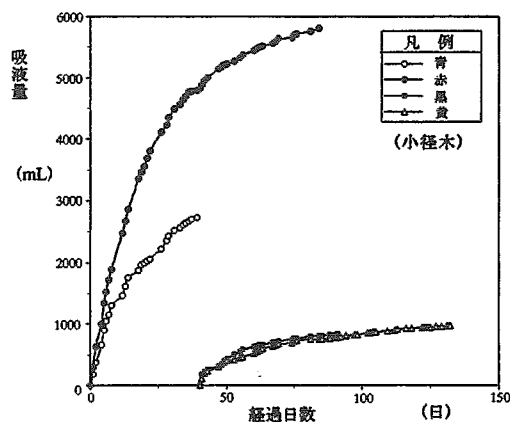


図-10 立木染色の吸液経過(直接染料)

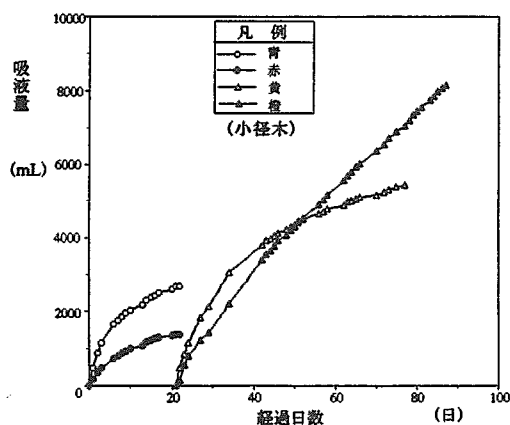


図-11 立木染色の吸液経過(酸性染料)

事前に浸透性の良好な染料を選んでしたがそれでも吸収の良否の差が歴然としている。たまたま今回の染液の吸収量は直接染料に比べ酸性染料が大きな結果となった。各樹高別の木口で見る染色状況(図-12)は、直接染料の横方向への広がり方が勝っていた。また、心材部にはほとんど浸潤してなく、染液の浸潤は辺材部で、注入孔から通路となった繊維方向には染色されているものの、横方向(T・R方向)への拡がりは小さかった。そのため心材率の高い中径木では歩留まり良く染色することは困難であり、小径材においても、均一に染色するためには染色孔を増やす必要があり、そうすると染色孔、樹液流が重なりあるため多色染色することは困難であることがわかった。

イ) 直接染料溶液に混合物を添加した染液によるスギ小径木の染色

7月下旬の同時期に胸高直径16~17cmの立木4本に4種類の染液を使って染色を開始した。開始後100日程度で、吸液傾向が落ち着いたため終了した。

図-13に吸収量(累計)の経時変化を示す。どの条件も赤が青の吸収量を上回っていた。また、今回の試験ではエタノールを混合した染液の吸収量が一番多く、水、PEG、硫酸ナトリウム混液の順であった。

図-14には各樹高ごとに木口横断面上の染色部

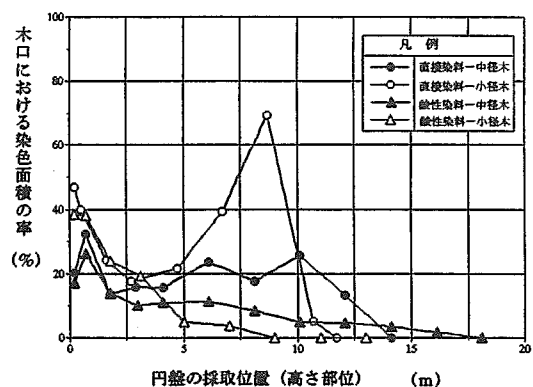


図-12 立木染色供試木の木口染色状況

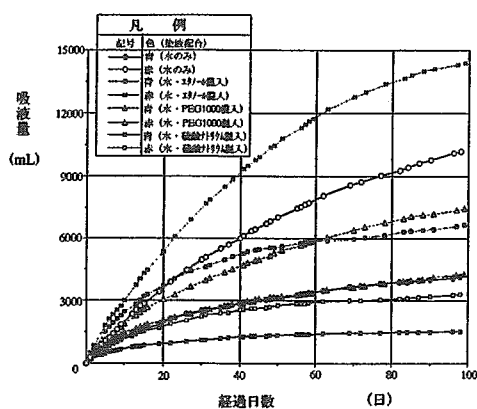


図-13 各種染液の立木吸液経過(直接染料)

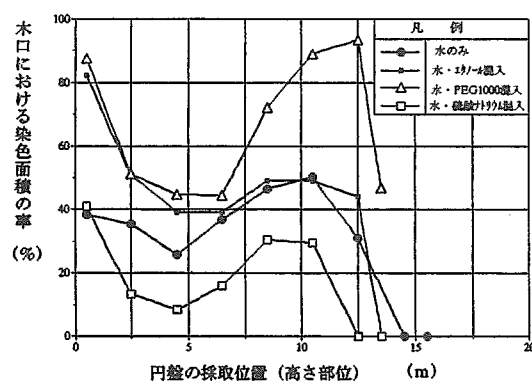


図-14 立木染色供試木の木口染色状況

分が占める面積率を示した。

面積率でみるとPEG混液の浸潤面積率の割合が高く、PEGによって横方向の染料の分子の移動が促進されたことが推察された。これは、板に製材した時に得られる良好な染色部分の歩留まりにも影響していた。

3.4 スギ材への化学着色

ア) 酸を主体とする溶液(5%水溶液)10種類。

供試した薬品溶液を、スギ試験材に減圧注入し、3日経過時の色の変化を処理前後で比較した。辺材・心材別に着色前後の色の変化を図-15、16に示した。辺材・心材とも同じ傾向で変色していることがうかがえた。特にグリシン・硝酸・過マンガン酸カリウムの着色変化が著しい傾向にあった。辺材と心材の着色を対比したのが図-17で、心材・辺材の着色後の距離(色差)の近い薬品が色合わせできる可能性が考えられ、心材・辺材の色合わせが可能な着色としては過マンガン酸カリウム、硝酸が確認できた。

イ) 木材抽出の液及び媒染剤(鉄、アルミ、銅を含む化合物の水溶液)

天然成分を材の中へ入れて着色する試みとして、鉄イオンがスギ成分に反応し灰色に変色することが分かっているが。樹木類の樹皮やスギの葉っぱの成分や、ヒノキの成分をできるだけ注入したものを媒染剤で発色させたらどうなるか、スギ・ヒ

ノキの精油(精油の収量は0.5%(葉・オガクズ重量)程度)を採った後の残液をスギの辺材に注入した板を鉄・アルミ・銅を含む液で媒染した。図-18に示す鉄媒染した材が埋もれ木(神代色)のような趣のある着色(暗い灰色)ができた。

3.5 スギ薄板の染色技術と積層技術の検討

3.5.1 スギ板厚み条件別染色試験

各注入条件別(厚み毎)の平均注入量及び中央木口断面の染色割合(浸潤率)を図-19に示した。前排気時間を長くした条件では厚み材の材面からの浸透は促進されているが、板厚全体に安定した浸透が得られたのは加圧時間を長くした条件であった。染色できる挽き板の厚みの検討を行った結果、内部まで均一に染色できる挽厚が7m程度以下であった。実寸大においては、木口から(L方向から)の染液の侵入が著しいことから、短尺材であれば解放木口面からの浸透により7mm以上の板厚でも均一に染色可能であるといえた。

3.5.2 染色板による積層面材料の製造

図-20に染色前と染色後の試験材の色座標における位置付けを示す。混合液の配合の割合(色の段階)に従い、材色が変化(着色)した状況が確認できた。これは、スギ辺材色の固体間差が小さいことから、このような染色により染液の微妙な色差がある程度表現できた。図-21に示す元の色からの色差を見ても、段階的に変化していることが

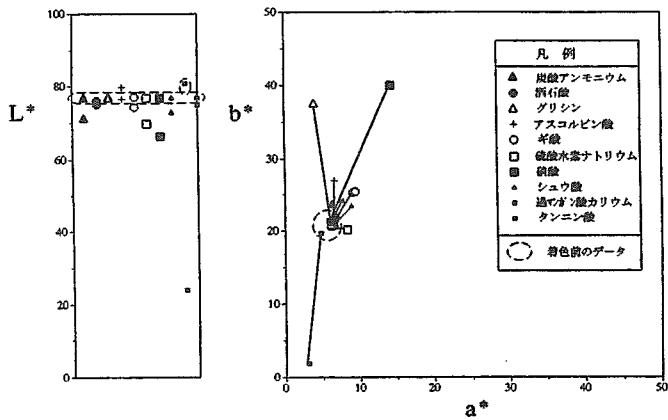


図-15 薬品によるスギ辺材の着色

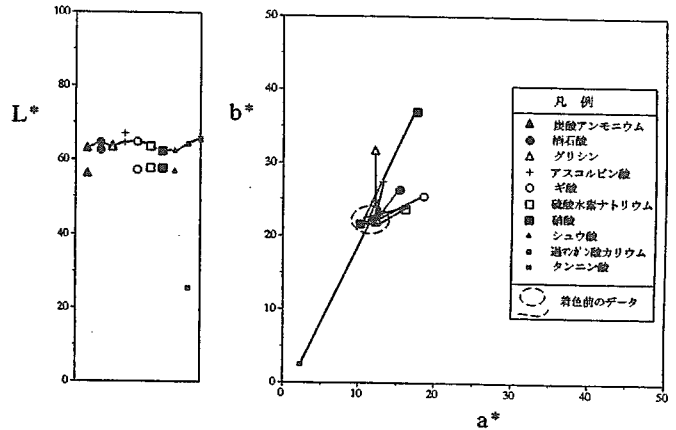


図-16 薬品によるスギ心材の着色

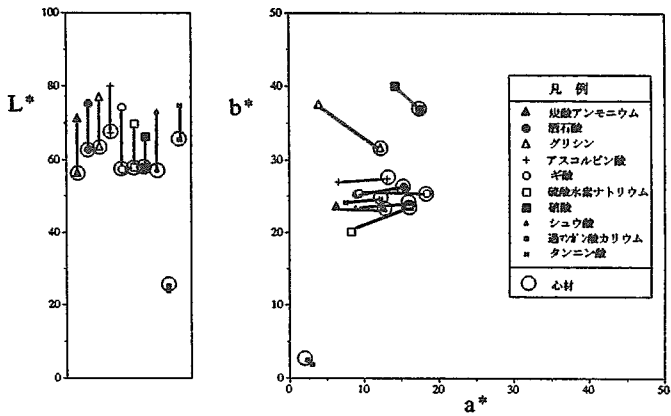


図-17 薬品によるスギの着色(辺材と心材の対比)

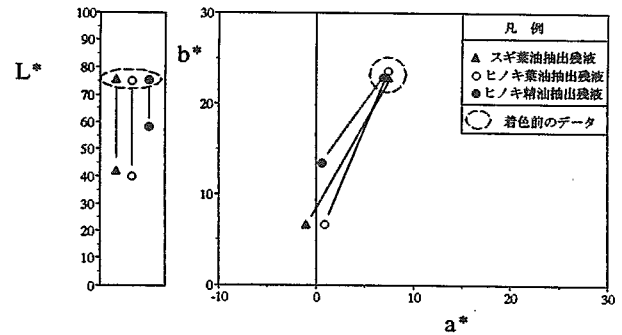


図-18 天然成分によるスギ辺材の化学着色

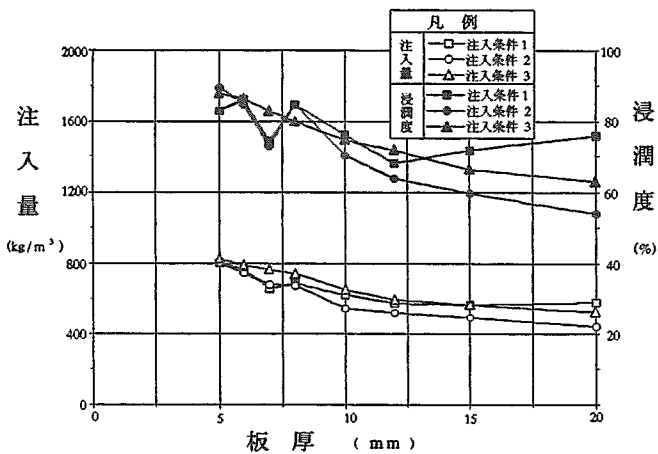


図-19 板厚み別試験材の染色結果

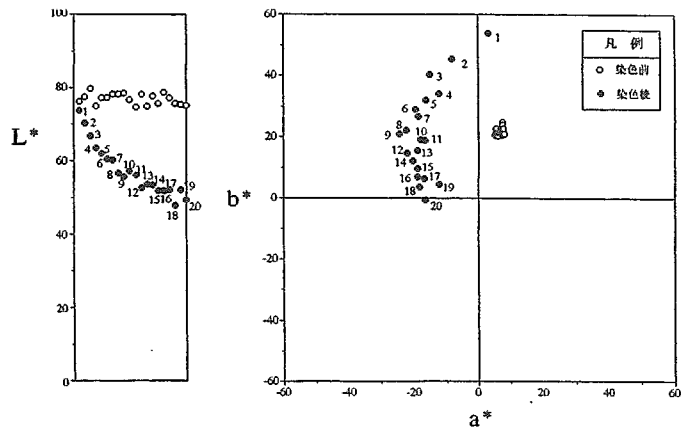


図-20 混合染色液によるスギ薄板の染色結果

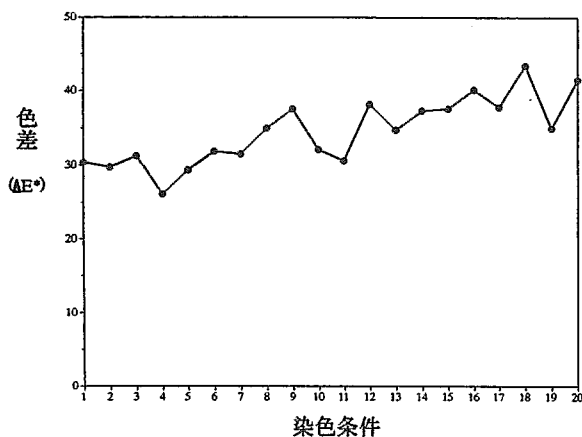


図-21 染色前後の色差(染色条件別)

確認できた。これら染色板を積層接着したフリッチのエッジワイズをスライスして、変化のある染色面材料を製造することが可能であった。

3.6 木口からの選択着色試験

3.6.1 木口から繊維方向へ染色促進する方法の検討

注入条件のうち前排気と注入時間の条件を変え、注入量、浸潤率(中央部LR面で観察)に与える効果をみたが、今回の試験体の形状(寸法 120(T)×40(R)×1200(L)mm)においては各条件間に有意な差は認められなかった。なお、試験体全体では、注入量と浸潤率(中央部TR面での浸潤面積の率)は高い正の相関関係($r=0.93$)があった。(注入量は平均 $615\text{kg}/\text{cm}^3$ 413~818 浸潤面積率平均71.4% 45.2~100)

これは解放木口から辺材部では繊維の目切れの影響を受け、繊維の目切れを起こしていない部分では貫通(染色)しているが、目切れしている部分は未染色であった。

さらに、注入量、浸潤率に大きく影響を及ぼしている要因は染液の浸透が小さい心材の占有率であった。

3.6.2 木口含浸処理による多色染色板の製造

両木口の封鎖にはエポキシ樹脂接着剤を使い、図-1に示したとおり1色目を注入染色後、乾燥

(未乾燥のもの)させ木口の封鎖部分を逆にして、2色目の染色を行った。

その結果、材長が25cm以下の角材であればであれば明瞭な2色の染色が可能であったが、材長が長くなるにつれ、2色の染液の染色部分を区分(染め分け)できず部分的に、色が混じる傾向もあった。

なお、染色に関わる各種の条件、因子について次の知見を得た。

被染色木材は繊維方向に目切れ、欠点(割れ・節等)の少ない材で、さらに辺材部を多く含むものを選ぶ必要があった。(材長は目切れの関係で決まるが60cm位まで)

染色の度に乾燥を繰り返すことが2液目の注入促進と染液の有効利用になった。

染料は繊維方向への浸透性の良いものを選び、組み合わせは色相の離れたものを使用し、混合した場合に色が濁色とならないものを選ぶ必要があった。

染色の順番は明るい色を最初に染色するほうが良好で材面隣接部も利用出来た。

木口の封鎖パターンは図-1の③、④が比較的良かったが、①、②の形態では浸透性の劣る薬剤の面積比率を高くする必要があった。また、封鎖用治具の開発も必要となろう。

染色後に染液に浸けて、温浴すれば染料の定着が促進されるが、2液目の染液が濁った。

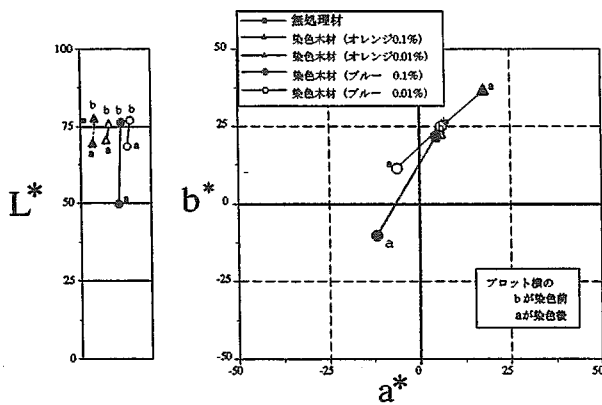
3.7 合成染料の染色条件と耐候性

3.7.1 染料の耐光性

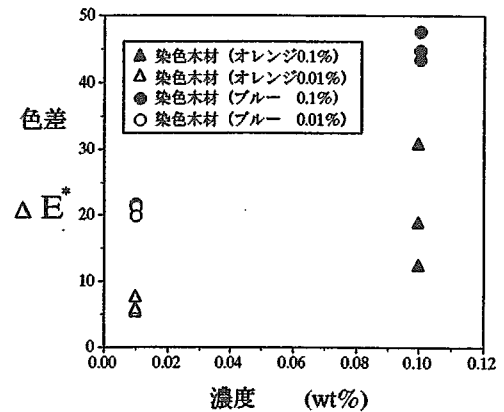
3.7.1.1 染色による表面色の変動

図-22に染色前後の $L^*a^*b^*$ 平均値の変動を示したが、染色前供試木間で個体差が少ない $L^*a^*b^*$ 測定値が染色により、染料の濃度に応じた $L^*a^*b^*$ に染まっていた。

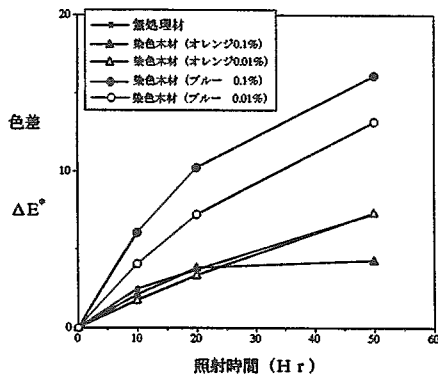
染色前後の色差を個体毎に図-23に示す。オレンジ高濃度溶液(0.1wt%)の色差データのバラツキは大きかった。



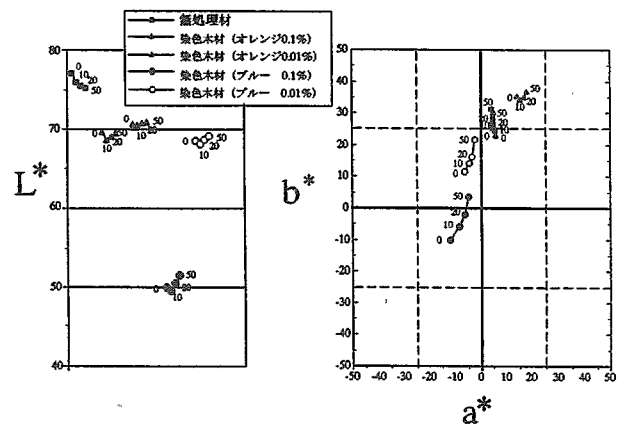
図一22 染色時の表面色の変化(L*a*b*表色系)



図一23 供試材の染色前後の色差



図一24 染色木材の色差(平均値)の経時変化



図一25 耐光処理による表面色の経時変化(L*a*b*表色系)

3.7.1.2 耐光試験による表面色の経時変化

促進耐光処理過程での測色データと耐光処理前の色差の経時変化を図一24に示す。無処理木材に比較してオレンジの高濃度(0.1wt%)の色差の変動が少なく、低濃度のものが無処理材と同じ推移を示していることから、オレンジの染料の耐光性が高いことが推測され、オレンジの高濃度のものがより耐光性に優れていると推察された。

ブルー染料については、濃度の違う2条件の染色材とも色差の増加を示す曲線が無処理材より上回っていることや曲線の傾きが高濃度、低濃度とも同程度であることからブルー染料は耐光性には劣っており、高濃度のものほどその傾向は強く濃度依存性があることが示唆された。なお、耐光試

験時の経過時間毎の染色木材のL*a*b*表色値の変動を示した図一25から、ブルー染料のクロマティネス指数、特にb*の変動が大きく、色差の変動に大きく影響していることがわかった。

3.7.2 染料の染着条件(浴比、媒染剤)と堅ろう度の検討

浴比と助剤の有無が染色に与える影響を調査した。

図一26、27に染色板の重量増加率と色差を示す。浴比(染着木材の材積に対する染浴の容積)を10・20・30倍に変えて染色したところ染料の染着量(重量増加率)は染色度合いでは浴比による差はなかった。また、助剤の使用の有無についても同様の傾向がうかがえた。

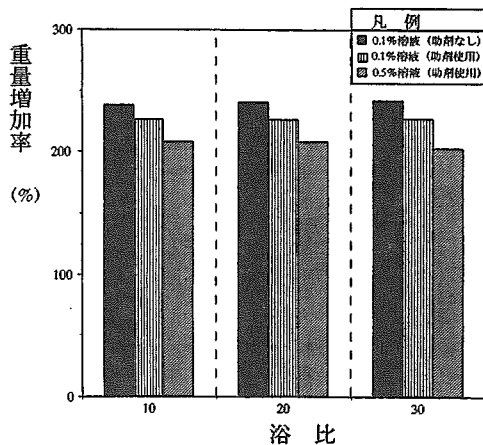


図-26 染色木材の重量増加率(浴比別)

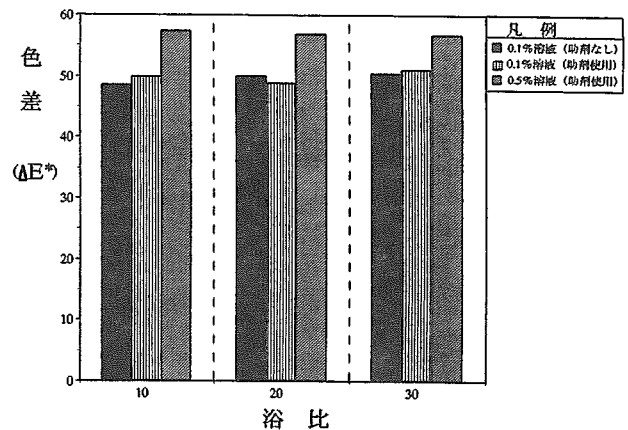


図-27 染色前後の色差(浴比別)

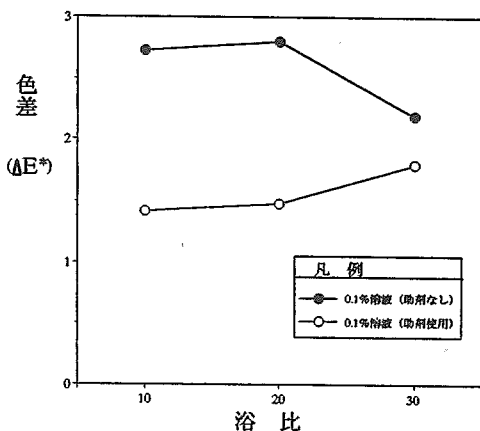


図-28 溶脱前後の色差(助剤効果)

染料の水気による溶脱を想定して染色板を水洗し乾燥後、色の変化を観察した、助剤の有無による材の色差を図-28に示す。その結果、水につけて溶脱させると、助剤を使用したものが使用しないものに比べて色落ちが少なく、助剤使用により染色性が向上していることが推察された。

4. 結 論

本研究では、県下の人工林資源の60%以上を占めるスギの流通段階で指摘される「黒心材」の混入が、利用する上でどの程度問題になるのか、スギ材色の乾燥過程での材色の変化を調べた。さらに、スギ材の利用分野を広げるため各種の調色技術を

スギに試験し、次の知見を得た。

①スギの心材色は辺材に比べ個体間差が大きく、同一個体でも乾燥前後の色差が大きかった。これは浴にいう赤心材、黒心材の存在が大きく関与していることが黒心材、赤心材の色の範囲を仮定することによって確認できた。

②黒心材は生材時の色であり、黒心材の判定時期は切削(鋸断、鉋削)後24~48時間経過後が適当であった。

③生材時に黒心傾向であった材が乾燥して使用される上では、赤心材等と極端な色の差はなくなった。さらに乾燥時の鉋削によりその差は小さくなった。

④スギの立木染色を効率よく行うには、心材率の小さい小径木を選び、染液にポリエチレングリコールを混合することが有効であり、多色染色するには染液注入孔の重なりに注意しながら染色孔を多くする必要がある。

⑤スギ含有成分に反応させ着色する薬品着色は心材・辺材間の色あわせなどの調色に可能性があり、他の天然成分をスギ辺材板へ限って注入し発色させることも有効であることが確認できた。

⑥個体間の色差の小さいスギ辺材で採取した薄板であれば内部まで染料で均一に染色でき、この板を積層接着して、積層面からスライスしたデザ

イン性の高い面材料を製造することが有効であった。

⑦スギ角材の木口を部分的に封鎖して、木口から染料を2度に分け注入する染色方法で2色に染色(染め分け)する方法が短尺材(25cm程度)では可能であった。

⑧酸性染料で染色した染色板の耐光性(色あせ)において、スギの色に近い色相に着色する染料で高濃度に染色することが耐光性向上につながった。

⑨スギ材の合成染料染色において浴比はそれほど問題にならなかった。また、助剤の使用が染料の染着をよくする可能性は認められたものの、助剤を使用すると浸透性が悪くなるとの説もあり、入れるタイミングが問題となった。

今回の試験でスギの材色の特徴とスギ材の特性に応じた着色方法が確認できた。

スギは流通段階でまず、市場で丸太で取引されるため木口の材色(黒心・赤心)で評価されることが多く、木口での心材色は乾燥による変化が少なく不利益を被っていると思われる。調色では、今後さらに、染着性、耐光性の良い染料の選択により実用的な染色技術の検討が必要である。

参考文献

- 谷口春一(1971) 立木の染色材生産試験。徳島林試研報10: 40-41.
- 堀池 清・喜太村洋子(1974) 木材の染色。木材工業29(5): 188-193.
- 伊沢利運治・中島 俊(1982) 木材の薬品着色。木材工業37(12): 595-600.
- 今村博之ほか5名(1983) 木材利用の化学, pp. 203-255. 共立出版, 東京.
- 日本木材学会(1991) 木材の化学と利用技術Ⅱ-5スギ-。日本木材学会研究分科会報告書, pp. 31-39.
- 日本木材学会(1991) 木材の化学と利用技術Ⅱ-2木材の化学処理-。日本木材学会研究分科会

報告書, pp.39-73.

日本木材学会木材の化学加工研究会(1992) 第22回木材の化学加工研究会シンポジウム講演集, pp.39-45.

河野祐之・久保隆文ほか2名(1992) 針葉樹立木における酸性染料の拡散性。木材工業47(9): 412-416.