

ヒノキ辺材と染色シナノキの光変色と変色防止

梅原勝雄 高谷典良*

Photoinduced Discoloration in Hinoki Sapwood and Dyed Sinanoki and Discoloration-Preventing Methods

Katsuo UMEHARA

Noriyoshi TAKAYA

Studies were made on how the light of an ultraviolet carbon arc lamp, the sunlight coming through window panes, and the light of a fluorescent lamp would affect the color of various samples of Hinoki sapwood of flat grain and of various samples of Sinanoki rotary veneer. The Hinoki samples were () a non-treated sample, () a sample bleached by H₂O₂, and () a sample coated with PEG after bleached. The Sinanoki samples were () a non-treated sample, () a dyed sample and () a sample coated with an ultraviolet-ray absorber after dyed. The results are summarized as follows:

- (1) Studies on how different observation angles affected L^*a^* and b^* of the Hinoki samples showed that the color seen at an angle parallel to the grain was different from that seen at an angle vertical to the grain. With the Sinanoki samples, however, no difference was recognized in color whether the samples were observed at an angle parallel, or vertical, to the grain.
- (2) The Hinoki samples were discolored to color difference E^*_{ab} to 15 in these conditions; () when exposed for 30 days to the sunlight coming through the window panes; () when exposed for 200 days to the light of the fluorescent lamp in the room; () when irradiated for 25 hours with the light of the ultraviolet carbon arc lamp.
- (3) The Hinoki samples discolored to color difference of more than 15 were bleached. They were then discolored to color 15 again in these conditions: () when exposed for 120 days to the sunlight coming through the window panes; () when exposed for 800 days to the light of the fluorescent lamp in the room; () when irradiated for more than 160 hours with the light of the ultraviolet carbon arc lamp,
- (4) when the bleached Hinoki samples were coated with PEG 4,000, their photoinduced discoloration was reduced to a considerable degree.
- (5) Discoloration was small in the non-treated Sinanoki rotary veneer. The Sinanoki samples dyed with a 0.05 or 1% solution of Acid Orange 7 had their color almost completely faded after exposed for one year to the sunlight coming through the window panes. However, when exposed to the light of the fluorescent lamp in the room the color fading was only one-third as small even after 1,106 days of exposure.
- 6) 2-hydroxy-4-methoxybenzophenone-5-sodium sulfonate (HMBP) was not effective for preventing photoinduced discoloration in the dyed Sinanoki samples.

無処理・漂白・耐光性漂白ヒノキ板目辺材，無処理・染色・耐光性染色シナノキロ・タリ・単板について紫外線カ-ボンア-ク灯光，窓越しの太陽光および室内の蛍光灯光による変色を調べた。その結果の概要は，次のとおりである。

- (1) L^* ， a^* ， b^* の測定方向による違いを調べた結果，木目の方向に平行にみるか，垂直にみるかによって，ヒノキ板目辺材は色の違いがみられる。しかし，シナノキロ・タリ・単板では方向別の差異はない。
- (2) ヒノキ辺材を色差 E^*_{ab} 15まで変色させる試験条件は，窓越しの太陽光30日間の暴露，室内の蛍光灯光200日間の暴露，25時間の促進耐光試験である。
- (3) 一度15以上の色差まで変色させたヒノキ辺材を漂白処理し，その色差を再び15まで変色させるには，窓越しの太陽光の120日間の暴露，室内の蛍光灯光の800日間の暴露，紫外線カ-ボンア-ク灯光による促進耐光試験では160時間以上の照射を必要とする。
- (4) 漂白ヒノキにPEG 4,000を塗布する耐光性処理をほどこすと，変色の程度を大幅に抑制できる。
- (5) 無処理シナノキロ・タリ・単板の変色は小さい。Acid Orange 7による0.05%染色シナノキおよび1%染色シナノキは窓越しの太陽光の1年の暴露でほとんど退色する。しかし，室内の蛍光灯光による暴露では1,106日でも退色は1/3以下である。
- (6) 耐光性を付与することを目的とした2-hydroxy-4-methoxybenzophenone-5-sodium sulfonate (HMBP) の染色シナノキに対する変色防止効果はなかった。

1. はじめに

ヒノキ材は本州では和風建築の柱やなげしなどに使われる高級材である。ヒノキ本来の腐りにくい性質を利用するという点からいえば，心材を用いるのが好ましい使い方であるが，地域的な嗜好性，材の小径化や価格の面から，辺材も用いられている。しかし，ヒノキ辺材は変色が大きいといわれている¹⁾。

一方，シナノキは合板や家具材などに用いられ，染色しやすい材として知られている²⁾。しかし，染色したものは一般的に変色が大きい。そこで，これを利用する際に，変色を防止する技術が必要になってくる。

このように近年，良色材が減少してきたため，不良色材や汚染材・変色材などを有効に利用する必要性が高まり，漂白・染色・着色などの調色技術が使用されている。しかし，光による変退色・色もどり・劣化などが問題となっている。一方，調色木材の耐光性を評価する統一的な測定法や評価方法が確立していないことから，国のメニュー課題として取り上げられた。すなわち，変色防止，木材および調色木材の耐光性の評

価方法を確立することを目的に，昭和59年度から3年間，国の研究計画に基づき林産試験場を含む6機関で同一の観点で試験を行った³⁾。その後，この試験で用いた供試片の3年間室内放置を行ったので，これを含めて当场で得られた結果を報告する。

2. 試験方法

2.1 供試材

ヒノキ辺材を厚さ5mm × 幅50mm × 長さ80mmの板目板に木取り，表面は千がんなで仕上げ供試した。また，シナノキの厚さ2～3mmのロータリー単板を染色後，厚さ4mmの台板合板に張り，幅50mm × 長さ80mmに切断し，表面を240サンドペーパーで研磨して供試した。

昭和59年度には木材の耐光性というテーマで，ヒノキ辺材について室内暴露試験用15枚，促進試験用5枚を佗用した。昭和60年度には漂白木材の耐光性というテーマで，ヒノキ，漂白ヒノキ，耐光性漂白ヒノキについて室内試験用各10枚，促進試験用各5枚を使用した。昭和61年度には染色木材の耐光性というテーマで，

シナノキ・耐光性シナノキの室内暴露用各10枚，促進試験用各5枚，染色シナノキ・耐光性染色シナノキの室内暴露用各20枚，促進試験用各5枚を使用した。なお，室内暴露用供試片は62年度以降ひきつづき所定期間暴露した。

2.2 試料の処理

漂白ヒノキについては，まずヒノキの変色 E^*ab が色差に対する視覚的な表現の「非常に目立つ」に相当する12を超え，15以上になるまで日光に暴露した。

その後15%過酸化水素水に0.1規定-水酸化ナトリウム水溶液を添加して，pHを10.0に調製した30の液に日光暴露したヒノキを30分間浸せし漂白した。流水で5時間以上水洗した後，真空乾燥により，気乾状態の供試片とした。

耐光性漂白ヒノキについては漂白ヒノキと同様に処理して漂白した後，耐光性を付与するために，PEG（ポリエチレングリコール）4,000の15%水溶液を1回当たり塗布量50g/m²として2回塗りし，供試片とした。

染色シナノキについては酸性染料Acid Orange 7の1%および0.05%溶液に，シナノキの口-タリ-単板を浸せし，それぞれ4時間煮沸した。染色直後に水洗し，40で送風乾燥し，含水率10~12%の供試片とした。

シナノキおよび染色したシナノキに耐光性を付与するため，水溶性の紫外線吸収剤の中から効果の期待される2-hydroxy-4-methoxybenzophenone-5-sodium sulfonate (HMBP) を選び，1%水溶液を50g/m²塗布し，耐光性木材および耐光性染色木材に関する供試片とした。

2.3 耐光試験

耐光性を調べるため，窓越しの太陽光の当たる南西方向の窓際（以下南西窓際という）および北東向きの蛍光灯の当たる壁（以下北東壁という）の2か所の室内暴露と，紫外線カ-ボンア-クランプ1灯を光源とするスガ試験機（株）製スタンダ-ドフェドメ-タFA-25XCを用いて，ブラックパネル温度を63，機内温度を43に設定し，促進耐光試験を行った。

2.4 測色

測色には45°拡散方式（45-0方式）のスガ試験機（株）製カラーコンピュータSM-3-CHを用いて，XYZ系における三刺激値x，Y，Z値とL*a*b*表色系のL*，a*，b*を測定した。

試験では，繊維方向が試験機に対し，平行の場合と直角の場合の二方向から測定した。試験片の測色面は直径30mmとした。

2.5 評価基準

色差 E^*ab およびL*-C*座標表示による評価を行った。

3. 試験結果および考察

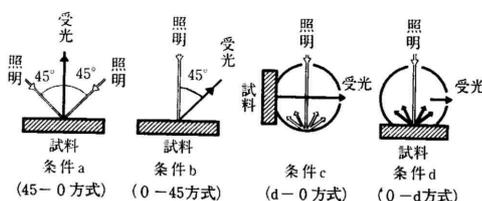
3.1 試験片の測定方向と測定値との関係

木材の表面には道管，仮道管，木繊維などの細胞があり，細胞壁と大小の穴によって表面の色が規定される。樹種によってこれらの細胞の配列が異なり，木取りの方向や角度によっても異なった色にみえることがある。そこで，測定方向が測色値にどの程度影響するかを検討した。

幾何学的条件はJISで決められていて，第1図に示すように4種類あるが，本試験の45-0方式は条件aに相当する。

昭和60年度および61年度に実施したヒノキ，シナノキの測定値の測定方向との相関関係について第1表にまとめた。その一部を第2，3図に示した。

無処理ヒノキと耐光性漂白ヒノキのa*，b*の回歸直線の傾きaおよび相関係数rをみると，いずれも1に近く，測定方向とは互いに相関しているが，無処理ヒノキではL*aのrが小さく，漂白ヒノキではマイナスになっている。また漂白ヒノキではL*a



第1図 測色の照明および受光の幾何学的条件

も r も小さく相関性がない。したがって、ヒノキ辺材の板目の色は方向性を持ち、見る方向によって色の違いが認められ、漂白することによって、その傾向がさらに増幅されるとみることができる。

一方、シナノキロータリー単板は0.05%耐光性染色シナノキの L* と 1%染色シナノキの b* の a と r が若干小さい以外は、a も r も 1 に近い値なので相関性が

ある。つまり、シナノキロータリー単板は苛酷な処理をしなければ色の方向性を持たないといえる。

すなわち本試験では、測定方向に関する色の違いに、樹種特性や処理特性が現れたことになる。したがって、測色にとって、統一的な評価をするためには、試験片の繊維方向に対して、測定位置をそろえる必要があるものとする。

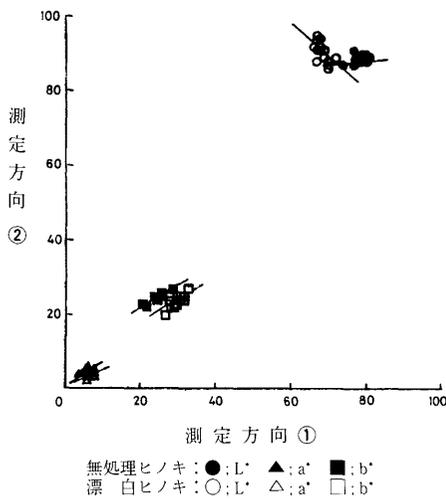
第1表 試料の測定方向と測色値の関係

試料数=各15

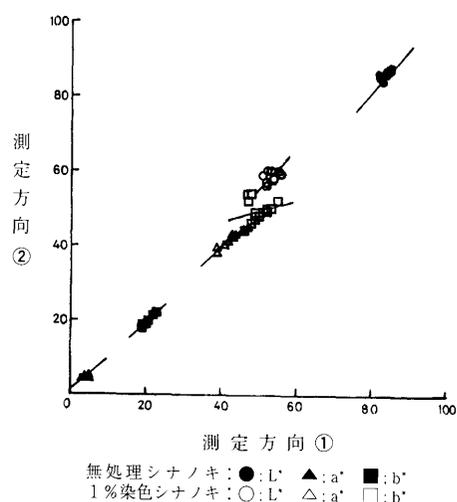
		無処理ヒノキ		漂白ヒノキ		耐光性漂白ヒノキ	
		a	r	a	r	a	r
L*		0.13	0.2	-0.91	-0.56	0.65	0.53
a*		0.63	0.91	0.43	0.44	0.63	0.93
b*		0.61	0.92	0.59	0.68	0.82	0.97
		無処理シナノキ		0.05%染色シナノキ		1%染色シナノキ	
		a	r	a	r	a	r
非耐光性 処理	L*	1.15	0.86	0.61	0.78	1.12	0.87
	a*	0.96	0.93	0.99	1	0.86	0.99
	b*	0.95	0.99	0.94	0.99	0.3	0.27
耐光性処 理	L*	0.8	0.84	0.36	0.49	1.06	0.89
	a*	0.95	0.95	0.72	0.91	0.92	0.99
	b*	0.87	0.98	0.77	0.91	0.88	0.98

Y=aX+b

Y:測定方向②の値, X:測定方向①の値, a:回帰係数, r:相関係数



第2図 無処理ヒノキ、漂白ヒノキの測定方向①と②の相関関係



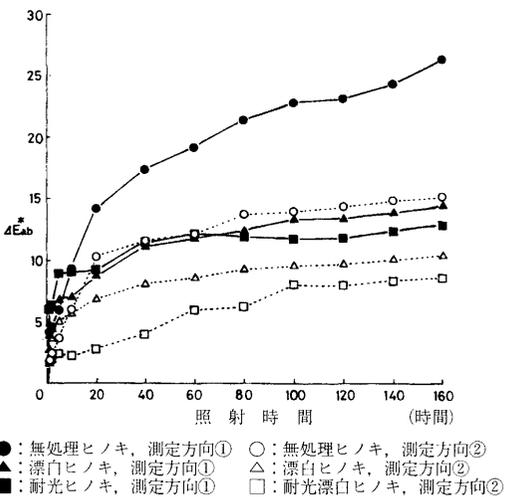
第3図 無処理シナノキ、1%染色シナノキの測定方向①と②の相関関係

3. 2 ヒノキ辺材の耐光性の評価

無処理ヒノキ、漂白ヒノキ、耐光性漂白ヒノキの促進耐光試験の結果を第4図に示す。無処理ヒノキの測定方向①の160時間照射後の色差 ΔE^*_{ab} は26.4と大きく、ヒノキ辺材は変色が大きいことが再確認された。測定方向による色差の違いを比較すると、①の方が②より大きい。同一測定方向で比較すると、色差は照射の初期を除いて耐光性漂白ヒノキ、漂白ヒノキ、無処理ヒノキの順に大きく現れた。

無処理ヒノキ、漂白ヒノキの室内暴露の結果を第5、6図に示す。無処理ヒノキと漂白ヒノキの色差について測定方向を比較すると、①の方が②より大きい。暴露位置の違いを測定方向②について比較すると、2年位までは南西窓際の方が北東壁より色差は大きいが、2年半以降では逆転し、蛍光灯が当たる北東壁の方が南西窓際より大きくなっていく。この傾向はソ連材および未利用国産材の光変色でも同様にみられる現象である⁴⁾。

無処理ヒノキ辺材のフェドメータによる促進耐光試験と室内暴露を比較すると、測定方向①では25時間照射、南西窓際の30日暴露および北東壁の200日暴露で色差が15と大きく変色した。160時間照射、南西窓際の120日暴露および北東壁の2年暴露では色差が27とさらに大きくなった。測定方向②では40時間照射と南

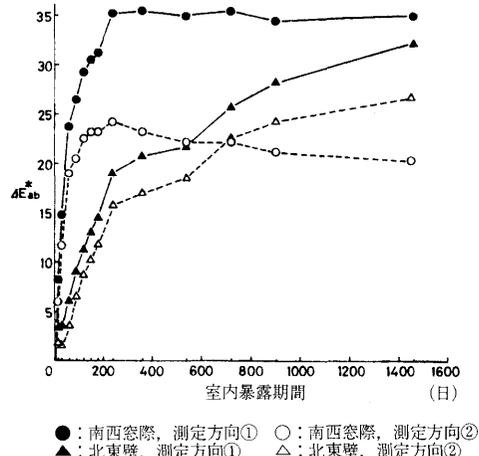


第4図 ヒノキ辺材の促進耐光試験

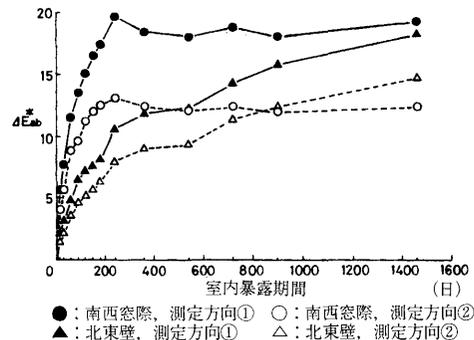
西窓際の30日暴露および北東壁の180日暴露がほぼ同じ色差11で、促進倍率は①の半分であった。なお、変色は南西窓際の240日で極大値を示した。

漂白ヒノキのフェドメータによる促進耐光試験と室内暴露の相関をみると、測定方向①では40時間照射と南西窓際の60日暴露および北東壁の1年暴露の色差が11であった。色差15まで変色させるには、南西窓際の120日暴露、北東壁の800日暴露、促進耐光試験では160時間以上の照射を必要とする。測定方向②では40時間照射と南西窓際の60日暴露および北東壁の240日暴露の色差が8であった。

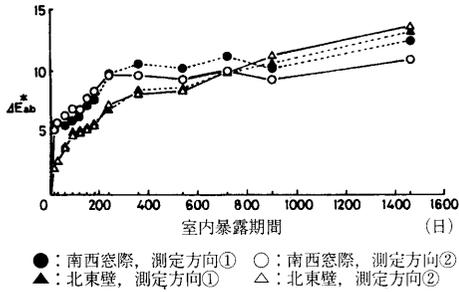
耐光性漂白ヒノキの室内暴露の結果を第7図に示す。第7図から分かるように、耐光性漂白ヒノキは測定方向による差は明りようでない。暴露位置を比較すると2年位までは南西窓際の方が北東壁より色差が大



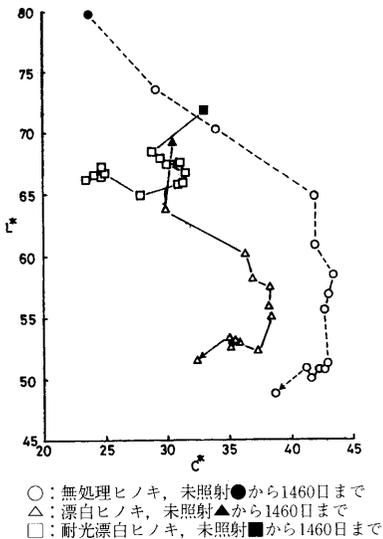
第5図 無処理ヒノキの室内暴露



第6図 漂白ヒノキの室内暴露



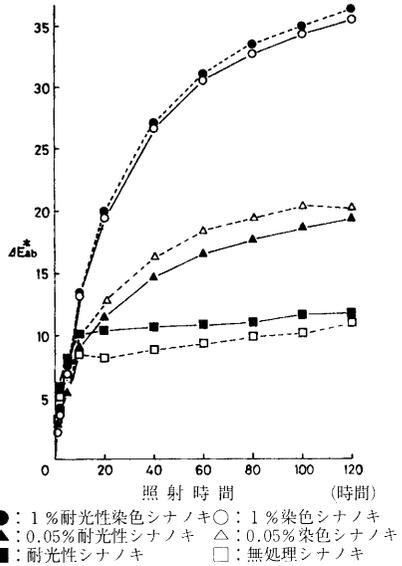
第7図 耐光性漂白ヒノキの室内暴露



第8図 ヒノキ辺材のL^{*}-a^{*}の変化

大きく、2年半以降は北東壁の方が南西窓際より色差が大きくなっている。すなわち、南西窓際は初期に大きく変色してしまい、その後の変化は少なくなるものと考えられる。北東壁は初期の変化は少ないが、変色は徐々に増大し、南西窓際を超えるといえる。

耐光性漂白ヒノキのフェドメータによる促進耐光試験と室内暴露を比較すると、測定方向①では2時間照射と南西窓際の120日暴露および北東壁の220日暴露の色差は6.3であった。測定方向②では60時間照射と南西窓際の30日暴露および北東壁の180日暴露の色差は12.2であった。1,460日の室内暴露でも色差14以下の変色に抑えられており、耐光性処理の効果が現れてい



第9図 シナノキの促進耐光試験

るとみることができる。

南西窓際暴露の①方向の変色を明度と彩度に対応するL^{*}-C^{*}の変化として第8図に示す。無処理のヒノキは明度L^{*}が小さく、彩度が大きくなる方向に大きく変化している。すなわち、暗く濃く着色している。漂白ヒノキはヒノキ辺材が一度変色してものを漂白したもので、暴露前のL^{*}が無処理に比較して約10小さいため、暴露による変化は無処理ヒノキより小さいが、変化の傾向は似ている。PEG #4,000を塗布した耐光性漂白ヒノキは明度が小さい方向に変化し着色は抑えられ、変色の程度が大幅に抑制されると読みとれる。

3. 3 シナノキの耐光性の評価

シナノキの促進耐光試験の結果を第9図に示す。無処理シナノキは120時間の照射でも色差が11と変色が小さい。これに紫外線吸収剤を塗布した耐光性シナノキは無処理の変色と同じ程度である。120時間照射後の0.05%染色シナノキは無処理シナノキの2倍近い変色を示した。0.05%耐光性染色シナノキは若干の耐光性を示しているようであるが、効果があるとはいえない。120時間照射後の1%染色シナノキは無処理シナ

ノキの3.5倍の変色を示した。また、1%耐光性染色シナノキは1%染色シナノキよりも若干大きい色差を示し、耐光性処理の効果は認められない。

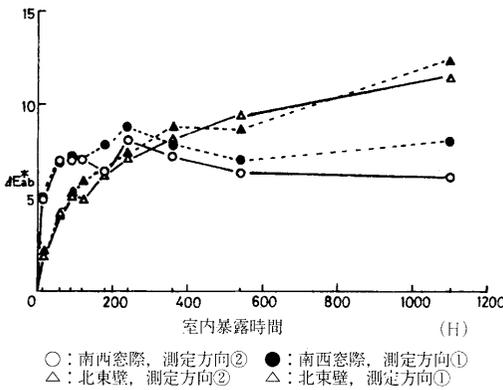
無処理シナノキの室内暴露の結果を第10図に示す。この図から、測定方向による色差の違いはほとんど認められない。測定方向①の無処理シナノキの南西窓際の色差の極大は240日目、色差は8.8であった。北東壁の色差は初期に南西窓際より小さく、1年以降は逆転しているが、1,106日暴露しても色差は12.3とわずかである。過去に得たシナノキ材の色差⁴⁾よりも小さい値である。また、無処理シナノキの10時間照射後の色差は南西窓際240日暴露、北東壁1年暴露と同じ8.5であった。

1%染色シナノキの室内暴露および促進耐光試験のL*-C*変化を第11図に示す。これによれば、南西窓際に暴露した場合、L*すなわち明度は大きい方向に、

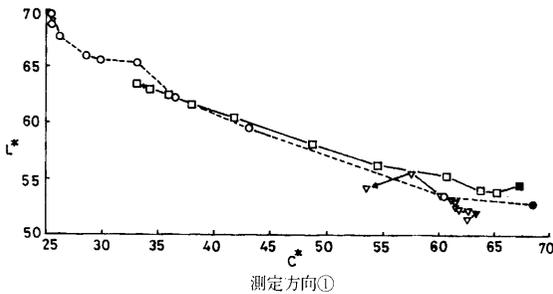
C*すなわち彩度は小さい方向に変化し、退色している。促進耐光試験でも同じような挙動を示す。北東壁に暴露した場合傾向は同じであるが変化の範囲が小さい。

染色シナノキおよび耐光性染色シナノキの室内暴露の結果を第12図に示す。第9図との比較で分かるように、0.05%染色シナノキの10時間照射後の色差は10であるが、これは南西窓際約20日暴露と北東壁の1,160日暴露に相当する。また60時間照射後の色差は18.4であるが、南西窓際の60日暴露に相当する。1%染色シナノキの20時間照射後の色差は19.4であるが、南西窓際の60日暴露に相当する。しかし、北東壁では1,106日暴露でも、これらと比べ変色は小さかった。

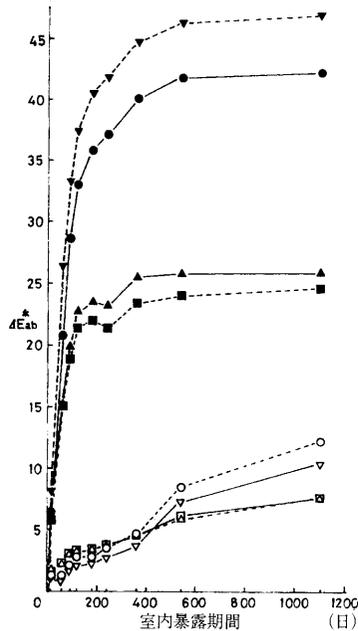
ところで、南西窓際暴露では0.05%染色シナノキおよび1%染色シナノキは暴露後1年でほとんど退色し、その後の変化はほとんどみられない。しかし、北



第10図 無処理シナノキの室内暴露



第11図 1%染色シナノキのL*-C*の変化



	南西窓際	北東壁
1%耐光性染色シナノキ	●	○
1%染色シナノキ	▼	▽
0.05%耐光性染色シナノキ	▲	△
0.05%染色シナノキ	■	□

第12図 染色シナノキの室内暴露(測定方向西)

東壁では1,106日暴露でも南西窓際暴露の退色の1/3以下と小さかった。また、それぞれに耐光性処理をした場合、若干低い値を示すものの、無処理のものと同程度の挙動を示している。さらに北東壁暴露においても、退色の程度が南西窓際に比べて大幅に下回るものの、耐光性処理の効果は認められない。今後の課題として、別の耐光性処理方法を検討する必要がある。

4. まとめ

ヒノキ板目辺材の無処理・漂白ヒノキ・耐光性漂白ヒノキ、シナノキロータリー単板の無処理・染色シナノキ・耐光性染色シナノキの耐光性を評価することを目的とし、紫外線カーボンアーク灯を光源とするフェドメータによる促進耐光試験、太陽光の当たる窓際および蛍光灯の当たる室内の壁に暴露する三種類の試験を行った。その結果、次のことが認められた。

(1) L^* , a^* , b^* の測定方向の違いによる測色値を調べた結果、木目の方向に平行にみるか、垂直にみるかによって、ヒノキ板目辺材では色の違いがみられる。しかし、シナノキロータリー単板では方向別の差異はない。

(2) ヒノキ辺材を色差 ΔE^*_{ab} 15まで変色させる試験条件は太陽光の当たる窓際の30日の暴露、蛍光灯が当たる壁の200日の暴露、促進耐光試験の25時間照射である。

(3) 一度15以上の色差まで変色させたヒノキ辺材を

漂白処理したものは、処理後の段階で明度が小さくなっている。したがって、色差を15まで変色させるには、太陽光の当たる窓際では120日の暴露、蛍光灯が当たる壁面では800日の暴露、促進耐光試験では160時間以上の照射を必要とする。

(4) 漂白ヒノキにPEG #4,000を塗布する耐光性処理をほどこすと、変色の程度を大幅に抑制できる。

(5) 無処理シナノキロータリー単板は変色が小さい。Acid Orange 7による0.05%および1%溶液で染色したシナノキは太陽光の当たる窓際では1年の暴露でほとんど退色する。しかし、蛍光灯の当たる壁の1,106日の暴露でも退色は1/3以下である。

(6) 耐光性を付与することを目的とした2-hydroxy-4-methoxybenzophenone-5-sodium sulfonate (HMBP) の染色シナノキに対する変色防止効果はない。

文 献

- 1) 峯村伸哉, 梅原勝雄: 林産試験報, **68**, 102 (1979)
- 2) 基太村洋子: 色材, **52**, 391, (1979)
- 3) 昭和61年度 林業試験研究報告書(II), 林野庁, 報告書30, (1989)
- 4) 梅原勝雄: 林産試月報, **415**, 8, 12, (1986)

—性能部 接着塗装科—

—*技術部 合板科—

(原稿受理 平2.11.21)