

# ソ連材及び未利用国産材の光変色

梅原 勝雄

## Photoinduced Discoloration of Wood Imported from the U. S. S. R. and Unused Wood Grown in Japan

Katsuo UMEHARA

Nine wood species imported from the U. S. S. R. and three unused species grown in Japan were examined to be discolored by the sunlight which had come through window panes, and by the light of a fluorescent lamps and of ultraviolet carbon arc lamps. The results are summarized as follows:

(1) The color of the flat grain face of Benimatsu was examined successively in the direction of its radius, and it was found that the sapwood was white and the heartwood was dark yellowish brown. It was also found that the heartwood became dark yellowish brown toward the heart, and that when this Benimatsu of various colors was irradiated by the light of an ultraviolet carbon arc lamp, its color became darker yellowish brown and uniform as a whole.

(2) The samples were exposed in the room, and it was found that discoloration was large with white pine, Spruce, Yamanarashi, Scots pine, Benimatsu, Birch, Shirakanba and Dahurian larch; Small with Shinanoki and Nire; medium with Yachidamo.

(3) Discoloration was small when exposure to the fluorescent light was short, but it was great when the exposure was long.

(4) With Yamanarashi, Birch, Dahurian larch, Nire and Scots pine, a linear relationship was recognized between the logarithm of exposure days and their discoloration.

(5) With the some woods exposed at the windows in the southeast and northwest sides, fading was seen in the last period of the exposure. This was due to the color-fading effect of the visible rays.

ソ連材9樹種, 未利用国産材3樹種の窓越しの太陽光, 室内のけい光灯, 紫外線カーボン光による変色を調べた結果. 次のことが分かった。

(11) ベニマツの1本の原木内の色を半径方向に連続的に調べると, 辺材は明るい白で, 心材は暗い黄褐色であるが, その色は樹心に近づくにつれて暗く濃い色になる。このようにバラツキのあるベニマツ材に紫外線カーボン光を照射すると暗い黄褐色になり, 色のバラツキが小さくなる。

(2) 室内暴露の結果, ストローブマツ, ドイツトウヒ, ヤマナラシ, ヨーロッパアカマツ, ベニマツ, カバノキ, シラカンバ, ダフリカカラマツは変色が大きく, シナノキとニレは変色が小

さかった。ヤチダモは中間の変色を示した。

(3) 室内のけい光灯による変色は短期間では小さいが、長期間になるとかなり大きくなる。

(4) ヤマナラシ、カバノキ、ダフリカカラムツ、ニレ、ヨーロッパアカマツの変色の大きさは暴露初期には暴露日数の対数と直線関係にある。

(5) 南東窓際、北西窓際の暴露の後期に退色がみられたが、これは可視光線の明色化作用によるものである。

## 1. はじめに

良質な国産材の減少に伴い、外材、国産材を問わず未利用樹種の利用拡大が図られている。しかし、室内での光変色に関する文献は少ない<sup>1)</sup>。そこでソ連材や未利用国産材の用途適性を知る目的で、昭和53年から昭和57年にかけて光変色性を含め、調色性能について調べてきた。結果の一部はすでに報告した<sup>2)3)</sup>、室内暴露試験の開始から4～7年経過したので、室内での変色を中心に光変色性について報告する。

## 2. 実験方法

### 2.1 供試材

ソ連材のうち広葉樹としてヤマナラシ(文献2ではアスペン)、カバノキ(いわゆるメジロカバ)、ヤチダモ、ニレ、シナノキの6樹種、針葉樹としてダフリカカラムツ、ヨーロッパアカマツ、ペニマツの3樹種、未利用国産材のうち広葉樹としてシラカンバ、針葉樹としてストロブマツ、ドイツウヒの計11樹種を選んだ。心材を自然乾燥し、含水率12%のまさ目板または板目板とし、表面をプレーナーまたは手がんなで平滑にした。また、ペニマツについては直径約32cmの1本の丸太の末口と元口の近くから、樹心を含んだ6cm厚の正まさ目板を採材し、これを5mm厚に順次製材して46～48枚の板目板を得た。これをプレーナーがけし、さらに手がんながけして、樹幹内の部位別の試験片とした。

### 2.2 室内暴露及び光照射の方法

室内暴露はその暴露位置により南窓、北窓、北壁の3通りの方法で行ったが、南窓の暴露は開始時期によって2通り行った。南窓1は真南から10度西側にずれた方角の窓際に設置した試験片である。南窓2は南西面の窓際に設置した試験片である。北窓は北東面の窓際

に設置した試験片である。北壁は北東面の直射日光の当たらない奥の壁に設置した試験片である。窓ガラスは二重ガラスであり、設置場所の高さは床から約2.3mである。北壁から水平距離1.5mの上方に100V40Wのけい光灯2灯がついており、休日を除いて平日は約9時間、土曜日は約4時間点灯していた。南窓1、2で太陽光から受けるエネルギー量の算出に当たっては積算光量計を用いて、真南の方角で、45度上方から受ける紫外部のエネルギーを測定して参考とした。

紫外線カーボン光の照射は紫外線カーボンアーク灯を光源とするフェドメーター(スガ試験機K.K.製FA-25C型)を使用し、ブラックパネル温度63℃、機内温度48℃で行った。

### 2.3 使用したカットフィルター

波長の違いによる影響を調べるため、下記のカットフィルター(東芝化成工業K.K.製)を使用した。( )内の数値は、カットする波長域と50%カットする波長をそれぞれ示すが、UV-D2については、透過する波長域と主透過波長を示す。

UV-35 (320nm以下, 350nm)

UV-39 (360nm以下, 390nm)

V-Y45 (430nm以下, 450nm)

UV-D2 (300～415nm, 360nm  
690～1000nm, 730nm)

なおUV-35からV-Y45までのフィルターの最大透過率は87～90%、UV-D2は77%である。

### 2.4 測色方法と色差の算出

45-0方式の色差計(スガ試験機K.K.製直読色差コンピューターCDE-CH-2型及びカラーコンピューターSM-3)を用いて、木材の繊維方向と平行に光を当ててLab系で測色した。しかし、最近ではJISの改正に伴い、L\*a\*b\*系で表色することが多く

なり、その色差  $E_{ab}^*$ も後述するように、色の基本となる  $V_x V_y V_z$ 系の色差  $E_{AN}$ に近いので、 $L^* a^* b^*$ 系に変換して表色した。色差は照射前の色を基準にして次式により算出した。

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

$L^*$ は明度を表し、 $a^*$ と $b^*$ は色相と彩度に相関する。 $a^*$ が大きくなると赤味を増し、 $b^*$ が大きくなると黄色味を増す。

### 3. 実験結果及び考察

#### 3.1 供試材の色

ヤチダモ材について3種の表色系による色差を第1表に示す。

ヤチダモはくすんだ褐色の材である。ヤチダモの変色は明度の変化が小さく、黄変が大きという極端な例ではあるが、 $E_{ab}^*$ の値は  $E_{AN}$ の値と大きな差が

第1表 3種の表色系による色差

照射時間 (h)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\Delta E_{ab}^*$
0	67.29	7.43	22.31	—
100	65.44	9.65	30.63	8.8
照射時間 (h)	L	a	b	$\Delta E_{ab}$
0	60.84	6.79	16.89	—
100	58.83	8.76	21.47	5.4
照射時間 (h)	X	Y	Z	$\Delta E_{AN}$
0	38.61	37.02	26.38	—
100	36.82	34.61	19.56	12.0

注) 光源: 紫外線カーボン光 樹種: ヤチダモ

ある。これに対して  $E_{ab}^*$ の値は  $E_{AN}$ の値に近い。

これは黄色をよく表現できない  $L^* a^* b^*$ 系を修正するために  $L^* a^* b^*$ 系を作ったという背景もあり当然かもしれない。木材の色は  $L^* a^* b^*$ 系ではそれぞれ  $a^*$ 、 $b^*$ 共にプラス、 $a^*$ 、 $b^*$ 共にプラスの空間にあることが多いが、測色の基本となるXYZから派生するCIE系の色に近いのは  $L^* a^* b^*$ 系である。したがって、木材の色を表現するのに適しているのは  $L^* a^* b^*$ 系であるから、以後  $L^* a^* b^*$ 系を用いることにする。

供試材の色を第2表に示す。用いた試験片の色のバラツキは少なかった。ヤマナラシ、カバノキ、シラカンバ、ストロームツ、ドイツウヒは心材と辺材の区別は明瞭ではなく、明るい白色系の材である。しかし、 $b^*$ と $b^*/a^*$ が両方共大きいドイツウヒは黄色味を帯びている。ニレは暗紅褐色、ベニマツは淡黄褐色、ダフリカカラマツは黄褐色、ヨーロッパアカマツは淡赤褐色、シナノキは淡黄褐色の材である。

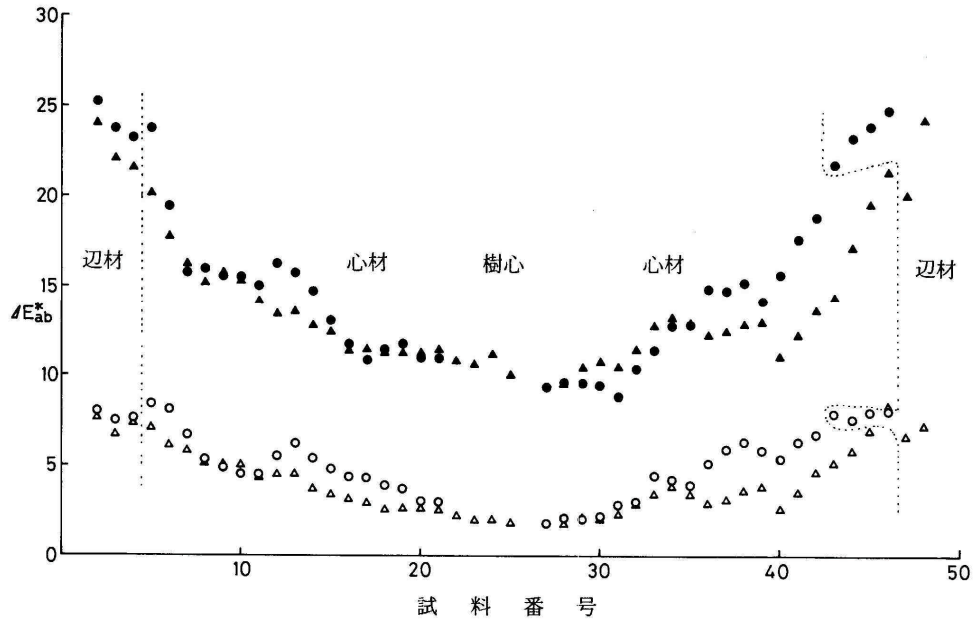
#### 3.2 樹幹内の部位別による色と変色

1本のベニマツ丸太の末口側と元口側から得た連続な試験片の色、及び紫外線カーボン光照射による変色を第1、2図に示した。 $L^*$ の変化については示さなかったが、第1図の色差  $E_{ab}^*$ の変化に似ていて、無処理材の  $L^*$ の値が第1図の100hの値に55を加えた値に近く、100時間照射した材の値は5hの値に55を加えた値に近い。

ベニマツの色は辺材では明るく白いが、心材では樹心に近くなるほど暗くなり、徐々に濃い黄褐色になる。

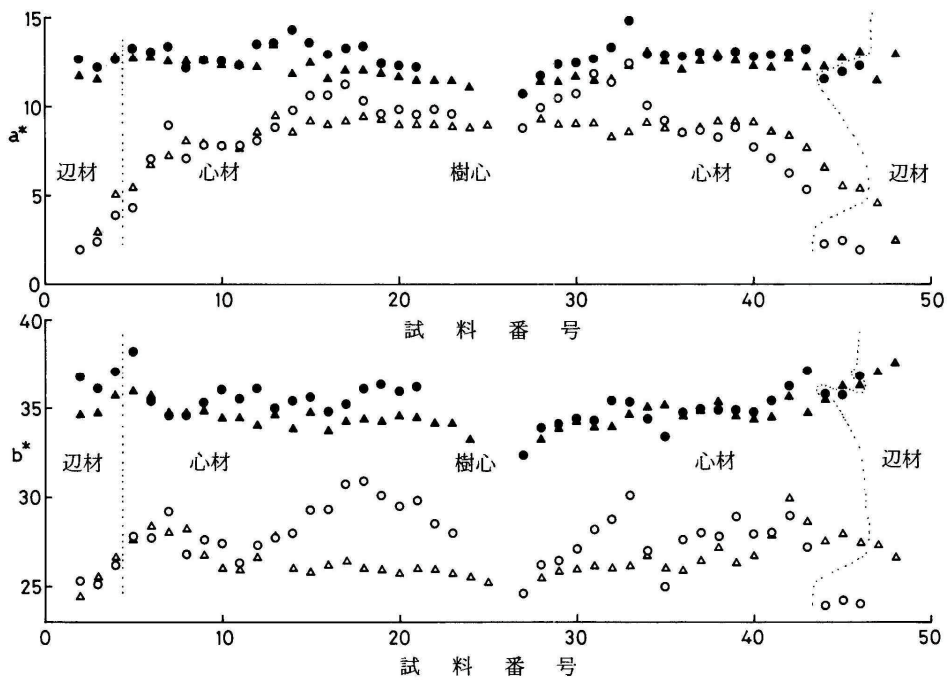
第2表 供試材の色

	$L^*$			$a^*$			$b^*$			個数
	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	
ヤマナラシ	76.69	80.97	82.75	-0.14	0.84	2.88	16.95	18.89	20.64	22
カバノキ	75.23	77.96	80.48	2.68	3.59	5.19	20.16	22.02	24.26	22
ヤチダモ	66.83	68.11	69.66	5.86	7.04	7.67	20.16	21.16	22.56	22
ダフリカカラマツ	62.89	66.02	75.51	5.45	11.41	13.29	28.39	30.76	32.65	22
ベニマツ	63.90	67.52	75.81	5.89	8.28	8.82	26.23	27.53	29.12	19
ストロームツ	77.12	79.16	81.16	1.51	3.18	4.16	22.77	24.91	25.68	12
シラカンバ	80.38	83.21	85.50	1.29	2.58	3.23	14.82	16.50	20.45	12
ニレ	61.38	63.78	66.58	5.03	5.90	6.63	18.69	19.61	21.29	23
ヨーロッパアカマツ	71.52	75.40	77.59	4.13	5.06	7.10	24.52	26.11	27.61	23
シナノキ	71.14	74.82	76.91	3.95	5.21	7.59	22.62	24.82	28.71	23
ドイツウヒ	79.08	79.78	80.70	1.33	1.66	2.16	21.87	22.91	23.58	23



第1図 ペニマツ材の樹幹内の部位別の変色 ( $E_{ab}^*$ )

部位：○●；末口側 △▲；元口側  
紫外線カーボン光照射時間：○△；5 h ●▲；100 h



第2図 ペニマツ材の樹幹内の部位別の色と変色 ( $a^*$ ,  $b^*$ )

部位：○●；末口側 △▲；元口側  
紫外線カーボン光照射時間：○△；なし ●▲；100 h

そして樹心では黄色味が薄くなる。この材に紫外線カーボン光を照射していくとL<sup>\*</sup>の値は小さくなり、a<sup>\*</sup>、b<sup>\*</sup>の値は増加して濃い黄褐色になる。辺材の色は心材の色に近づき、色のパラツキも小さくなる。その結果、辺材に近いほど変色は大きく、樹心に近いほど変色は小さくなる。末口側と元口側の値を比べると、元口側の変色が小さかった。

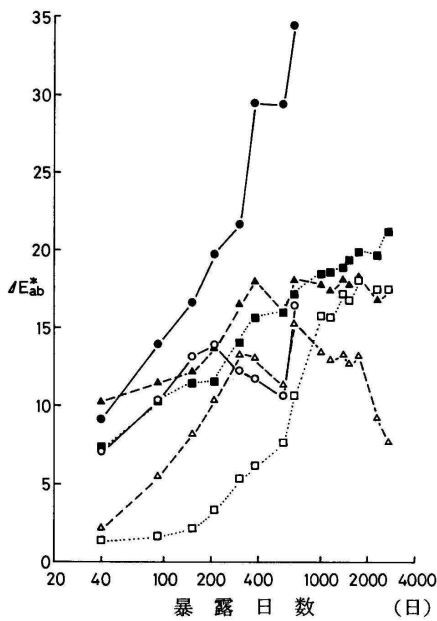
### 3.3 室内暴露における変色

供試材が内装材などに素材のまま使われた時を想定して、窓越しの光及び室内のけい光灯で起こる素材の経時的な変色を調べ第3～8図に示した。また、暴露経過日数と、南面の上方45度から受ける太陽光の紫外部のエネルギー量との関係は第3表に示した。

100日以内の初期の変色を各樹種ごとに比較すると、変色の小さなシナノキを除いて、変色の大きさは南窓1、2 > 北窓 > 北壁の順になっている。これは供試材表面の受ける1日当たりの光エネルギー量が南窓1 > 南窓2 > 北窓 > 北壁であるから、当然の結果とい

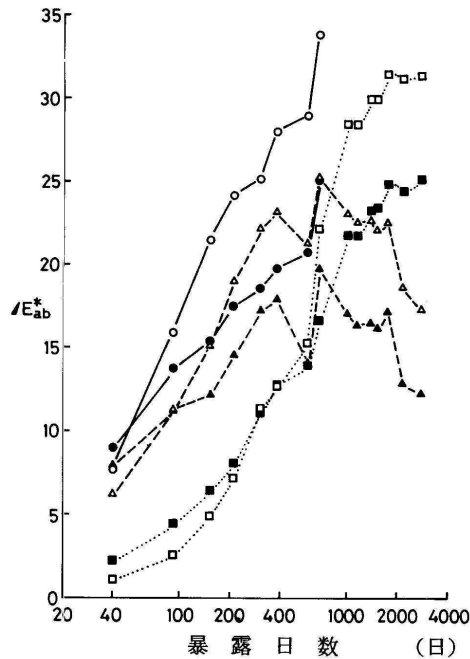
える。ストロブマツ、シラカンバは初期の変色が他の樹種より大きくなっている。この原因としては他の樹種では冬に暴露開始しているのに、夏に開始したので、気温が高いのと、初期の受光エネルギー量が大きかったため、初期変色が促進されたものと考えられる。もう少し細かくみると、カバノキ、ダフリカカラマツ、ベニマツ、ヨーロッパアカマツ、ドイツウヒでは南窓1、2と北窓の変色の大きさに大差がなく、ヤチダモ、ストロブマツ、シラカンバ、ニレでは明らかな差がある。また、北壁の変色をみると、ダフリカカラマツ、ヨーロッパアカマツ、ドイツウヒがすでにE<sub>ab</sub><sup>\*</sup>が10以上と大きく、ストロブマツ、ベニマツがそれに次いで大きい。

100日以後になると、南窓1、2は窓ガラス越しなので、雨の影響を受けたため、途中で中止したのものもある。中止するまでの変色をみると、経時的に大きくなっているものが多いが、ニレ、シナノキでは色の変化が小さくなり、ヤチダモでは1度着色したものが退



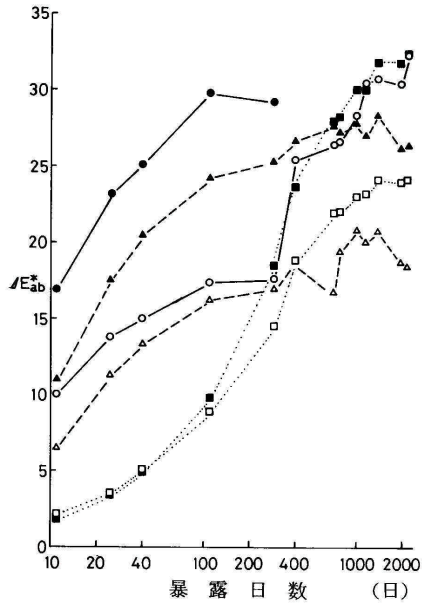
第3図 ヤマナラシ、カバノキ材の室内暴露による変色

樹種：○△□；ヤマナラシ ●▲■；カバノキ  
設置場所：○●；南窓1 △▲；北窓 ■；北壁



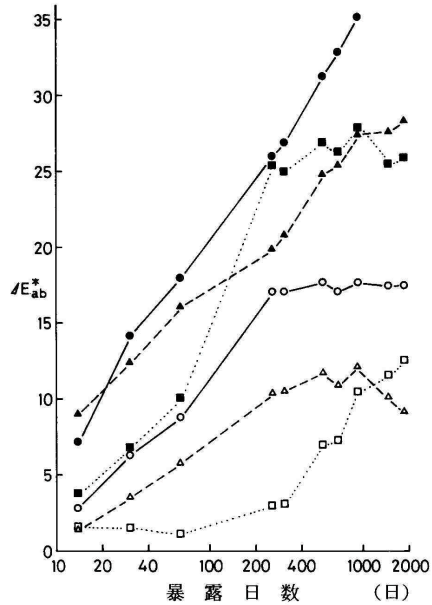
第4図 ダフリカカラマツ、ヤチダモ材の室内暴露による変色

樹種：○△□；ダフリカカラマツ ●▲■；ヤチダモ  
設置場所の記号は第3図と同じ。



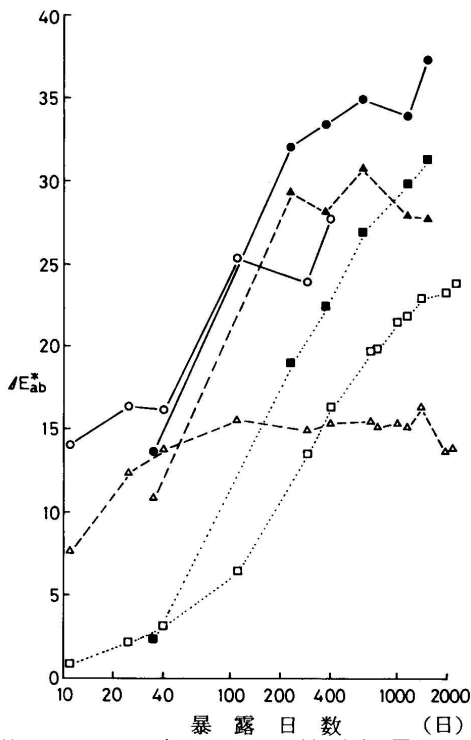
第5図 ベニマツ, ストローブマツ材の室内暴露による変色

樹種: ○△□; ベニマツ ●▲■; ストローブマツ  
 設置場所: ○●; 南窓 2 △▲; 北窓 □■; 北壁



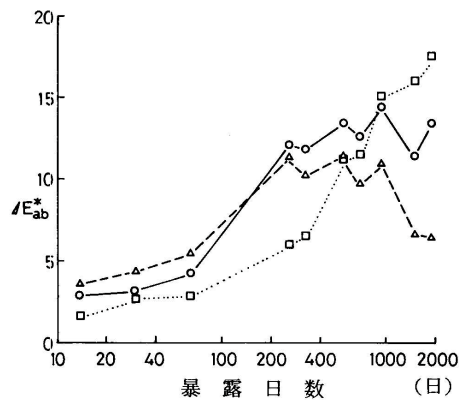
第7図 ニレ, ヨーロッパアカマツ材の室内暴露による変色

樹種: ○△□; ニレ ●▲■; ヨーロッパアカマツ  
 設置場所の記号は第5図と同じ。



第6図 シラカンバ, ドイツトウヒ材の室内暴露による変色

樹種: ○△□; シラカンバ ●▲■; ドイツトウヒ  
 設置場所の記号は第5図と同じ。



第8図 シナノキ材の室内暴露による変色

設置場所: ○; 南窓 2 △; 北窓 □; 北壁  
 設置場所: ○; 南窓 2 △; 北窓 □; 北壁

色している。

北窓の場合, 100日以後もヨーロッパアカマツは変色し続けているが, 他は1度着色したものが退色するため, 変色曲線は上に凸になっている。

北壁の場合, 100日以後も徐々に大きくなり, 変色の大きいヨーロッパアカマツを除いて, 北窓の変色より大きくなっている。このまま暴露を続ければ, もっ

第3表 暴露期間と南面45度上方から受ける太陽光紫外部エネルギー量

暴露開始日	S 53. 11. 16		S 54. 7. 27		S 56. 2. 16		S 57. 1. 9	
	期間 (日)	エネルギー (langley)	期間 (日)	エネルギー (langley)	期間 (日)	エネルギー (langley)	期間 (日)	エネルギー (langley)
期間及び エネルギー	40	176.4	40	807.6	30	271.1	35	193.3
	305	4466.3	293	3822.7	326	4333.3	368	4713.8
	388	5067.9	399	6444.2	694	9048.2	616	7892.8
	677	9795.7	714	10948.5	1855	23268.9	1530	18934.6
樹種	ヤマナラシ カバノキ ヤチダモ ダフリカカラマツ		ベニマツ ストローブマツ シラカンバ		ニレ ヨーロッパアカマツ シナノキ		ドイツトウヒ	

注) 1 langley = 1 g · cal / cm<sup>2</sup>

と大きく変色するものと考えられる。けい光灯による変色は短期間では小さいが、長期間になるとかなり大きくなるのが分かった。

以上の結果を総合すると、ストローブマツ、ドイツトウヒ、ヤマナラシ、ヨーロッパアカマツ、ベニマツ、カバノキ、シラカンバ、ダフリカカラマツは変色が大きく、シナノキとニレは変色が小さかった。ヤチダモはその中間の変色を示した。

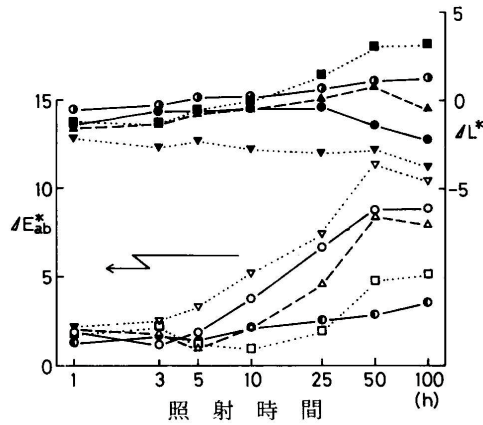
第1, 2, 5図より、ヤマナラシ、カバノキ、ダフリカカラマツ、ニレ、ヨーロッパアカマツの暴露初期の変色曲線はほぼ直線に近く、暴露日数の対数とほぼ比例することが分かった。

ヤマナラシ、カバノキ、ダフリカカラマツ、ニレ、ヨーロッパアカマツの紫外線カーボン光100時間照射による変色の大きさは、 $E_{ab}^*$ 左がそれぞれ22.4, 16.6, 11.0, 6.0, 19.3であり、その値と室内暴露を比較すると、樹種ごとに違った日になり、室内暴露と促進試験の明らかな相関は得られなかった。

### 3.4 各波長光の変色に及ぼす影響

光カットフィルターを通した紫外線カーボン光をヤチダモに照射したとき、 $L^*$ 、色差  $E_{ab}^*$ の経時変化を第9図に示す。

$L^*$ の経時変化をみるとUV - D2を用いて紫外部のみを照射した時は $L^*$ が減少し続けており、紫外線は暗色化作用をもつことが分かる。またUV - 35, UV - 39と紫外線をカットするほど $L^*$ が増加してお



第9図 ヤチダモ材の特定波長光照射による変色

フィルター：○●；なし △▲；UV-35 □■；UV-39 ●●；V-Y45 ▽▽；UV-D2  
光源：紫外線カーボン光

り、可視光線は明色化作用をもつことが分かる。これは以前カラマツ辺材<sup>4)</sup>やレッドオーク<sup>5)</sup>に光カットフィルターを通したキセノン光を照射したときと同じ現象である。すなわち、室内暴露の第4図で見られる色差がいったん大きくなった後、小さくなる現象は、可視光線の明色化作用によるものである。

### 4. まとめ

1) 木材の色はL a b系, L\* a\* b\*系ではそれぞれa, b共にプラス, a\*, b\*共にプラスの空間にあることが多いが、測色の基本となるXYZから派生するCIE

空間の色に近いのはL \* a \* b \*系である。

2) ペニマツの同一樹幹内での部位別の色を調べると、辺材は明るい白で、心材は暗い黄褐色であるが、その色は樹心に近づくにつれて暗く濃い色になる。このようにバラツキのあるペニマツ材に紫外線カーボン光を100時間照射するといずれも暗い黄褐色になり、色のバラツキが小さくなる。

3) 長時間の室内暴露の結果、ストロブマツ、ドイツトウヒ、ヤマナラシ、ヨーロッパアカマツ、ペニマツ、カバノキ、シラカンバ、ダフリカカラマツは変色が大きく、シナノキとニレは変色が小さかった。ヤチダモは中間の変色を示した。

4) 室内のけい光灯による変色は短期間では小さいが、長期間になるとかなり大きくなるので注意が必要である。

5) ヤマナラシ、カバノキ、ダフリカカラマツ、ニレ、ヨーロッパアカマツの変色の大きさは暴露初期に暴露日数の対数とほぼ直線関係にある。

6) 南窓、北窓の暴露後期に退色がみられるのは、

可視光線の明色化作用によるものである。

7) 変色の大きな材を表面材として用いる場合には変色防止などを考える必要がある。

## 文 献

- 1) 増井久男, 矢入徹: 静岡工業試験場報告, 23, 41 (1979)
- 2) 梅原勝雄, 峯村伸哉: 第29回日本木材学会大会要旨, 181 (1979), 林産試験場月報 331, 15 (1979)
- 3) 峯村伸哉, 梅原勝雄: 林産試験研報, No.69, 37 (1980)
- 4) 峯村伸哉, 梅原勝雄: 林産試験研報. No.68, 108 (1979)
- 5) 梅原勝雄, 峯村伸哉, 菅沼敏朗: 日本木材学会北海道支部講演集 第10号, 74 (1978)

- 木材部 接着科 -  
(原稿受理 昭61.5.23)