

無機蛍光体による木材の表面装飾法について

水本克夫*, 藤澤泰士*, 塚本英子**, 高野了一***

Surface Decorative Method of Wood by Using Inorganic Fluorescent Materials

Katsuo MIZUMOTO*, Yasushi FUJISAWA*, Hideko TSUKAMOTO**, Ryoichi TAKANO***

内装材など木質建材の色彩表現は、金属、窯業タイル、或いはプラスチック製品に比べ、カラフルさ、華やかさに欠けている。そこで、ブラウン管、蛍光灯等に多用され、色彩が豊かな無機蛍光体を各種木材表面に処理し、その装飾性および耐光性の評価から、蛍光木材の可能性を検討した。その結果、次のことが明らかになった。

木材表面に擦り込まれた無機蛍光体は、各樹種材面の仮道管や道管開孔部に選択的に充填され、ブラック・ライトの照射により鮮やかな蛍光を発した。特に、早晚材の密度差が大きいスギ、シベリア産カラマツ、ラジアータパイン等や道管径の大きい環孔材のコナラ、ケヤキ、タモは、樹種固有の木目模様が蛍光によって強調され、装飾性に優れた蛍光木材となることが分かった。

この蛍光木材は、高圧水銀ランプによる長時間の耐光操作後も初期の蛍光輝度をほぼ維持し、蛍光色度は変わらず、耐光性能に優れていた。さらに、可視光域での増白効果および光変色防止効果のあることが明らかになり、本方法による蛍光木材の実用性は高いと判断された。

1. はじめに

木材表面の木目、肌目、材色を際立たせ、装飾手法には、染料、顔料、あるいは薬品等による着色・染色¹⁾、塗装²⁾、表面オーバーレイの一種であるフィルム転写²⁾等の方法がある。また、材表面を削りとり木目等を強調するエンボス加工、うづくり、焼焦処理等の方法もその一種である。

しかし、これらの手法によって得られる木材面の装飾性は、色彩表現の点で、近年のタイル、コンクリート、金属、プラスチック等の製品に比べ概して地味であり、カラフルさ、華やかさに欠ける。その点、伝統的木造建築物の神社仏閣では、朱色や極彩色の顔料で彩色処理された柱、架構、あるいは天井

などが見受けられ、現状の木材装飾表現に何らかの示唆を与えている。

そこで、従来よりテレビ等のブラウン管や蛍光灯等に多用され、また、最近では蛍光発光タイプのマーケティングフィルムに応用され、近紫外光で様々な蛍光色を発する無機蛍光体^{1,4)}に着目し、木目など木材本来の良さを活かしながら、蛍光現象を木材表面に付与する木材装飾法について検討した。

本研究では、針葉樹、広葉樹15樹種について、当該蛍光体で表面処理した蛍光木材の装飾性を樹種別に評価するとともに、自然光（紫外および可視光線）に曝された蛍光木材の蛍光色と材色の耐光性について調べた結果を報告する。

表-1 供試木材の種類

| 区分 | 樹種 |
|-----|---|
| 針葉樹 | スギ, ヒノキ, アテ, ベイマツ, シトカスプルス, ラジアータパイン シベリア産カラマツ, オウシュウアカマツ エゾマツ |
| 広葉樹 | コナラ, ケヤキ, タモ, カバ, シデ, ブナ |

2. 実験方法

2.1 供試材の種類と調整法

蛍光処理には、表-1に示すように、針葉樹9樹種、広葉樹6樹種、計15樹種の板材を供した。これらの気乾板材を超仕上げカンナ加工後、所定寸法(長さ12×幅7~10×厚さ1.2cm)に鋸断して蛍光処理に用いた。

2.2 蛍光体の種類および物性

実験には表-2に示すように、7種類の蛍光体を供した。これらは、紫外線、電子線、あるいはX線を照射すると蛍光体の種類により可視光領域で固有波長の蛍光を発し、照射を止めると蛍光を失う性質がある。

①から⑤は、無機化合物で、粒子径が数ミクロンの白色微粉末(根本特殊化学製)である。このうち、①、②および③は、光の三原色である青、緑、赤の蛍光を有する。いずれも、母体となる無機成分の透明微結晶中に賦活剤となる微量の成分が分散し、それらの種類により蛍光色が異なる⁴⁾。例えば、蛍光体①は、ハロりん酸塩ストロンチウムの母体微結晶中に微量の賦活剤ユウロピウムが均一に分散してお

表-2 蛍光体の種類および物性

| 種類 | 蛍光色 | 粉体色 | 比重 (g/cc) | 粒子径 (μm) |
|---------|--------|-------|-----------|----------|
| ①SPE-A | Blue | White | 4.2 | 4.5±1.0 |
| ②ALN-GP | Green | " | 3.8 | 4.0±1.0 |
| ③YS-A | Red | " | 5.1 | 2.0±0.5 |
| ④A140 | Yellow | " | - | - |
| ⑤A000 | White | " | - | - |
| ⑥FA-209 | Blue | " | - | 3.5±4.5 |
| ⑦FA-203 | Red | " | - | " |

①~⑤; 無機系, 根本特殊化学製
⑥, ⑦; 有機系, シンロイヒ製

り、紫外線等の励起エネルギーによって445nmの可視光領域にピークをもつ青色蛍光を発する。蛍光体④、⑤は、上述の三原色蛍光体を任意に組み合わせたもので、黄色および白色の蛍光色を発するよう調製されている。

なお、比較のため合成樹脂固溶体タイプ⁴⁾の有機蛍光顔料⑥、⑦(シンロイヒ製)を供試した。

2.3 蛍光木材の作製

蛍光体微粉末を供試材表面に約0.5g載せ、キムワイプを当てた指先で材全面にまんべんなく擦り込んだ後、余分な同粉末を丁寧に拭き取った。つぎに、透明アクリル系ラッカー(関西ペイント製; エアロンA)でスプレー塗装し、蛍光木材を調製した。供試材1枚当たりの蛍光体塗布量は、100~75mgであった。

なお、耐光性試験用の蛍光木材は、塗料の影響を考慮し、無塗装とした。

2.4 蛍光木材の樹種適性および耐光性の評価

1) 蛍光発色法

紫外線ランプ照射台(フナコシ製; SL800G)に蛍光木材を載せ、暗所で長波長紫外線(平均波長365nm, 以下ブラック・ライトとする)を照射し、蛍光発色させた。

2) 蛍光木材の樹種別装飾性判定法

当該紫外線ランプ照射台に蛍光体④(蛍光色:黄色)および⑤(同白色)の蛍光木材を載せ、ブラック・ライト照射下での各材の蛍光模様を目視で観察し、その仕上がりの良否から樹種毎の蛍光装飾性を判定した。

3) 耐光操作

蛍光木材を退色試験機(スガ試験機製; 型式FM-1)に装着し、最長200時間まで400W水銀ランプ(短波長紫外光から全可視光を発する)に暴露し、同木材の蛍光色と材色の耐光性評価に供した。

4) 蛍光耐光性の評価

蛍光木材の蛍光耐光性の評価は、次の方法によった。

20Wブラック・ライト2灯を左右側上部に配した暗箱の中央に蛍光木材を置いて蛍光発色させ、上部孔に差し込んだ測色計(株ミノルタ製; SC100)および輝度計(同社製; LS110)で蛍光色の輝度(cd/m²)および色度(x, y)を測定した。耐光操作による蛍光色の輝度変化は、スタート時の輝度を基準

とし、相対輝度 (%) として表した。

5) 蛍光木材の材色耐光性評価

蛍光体①, ②, ③, ⑥および⑦の処理材を上述のように耐光操作し、材色を測定した。材色測定には、色差計 (東京電色製, TC-1800MK II) を用い、測色スポット径25mm, 10° 視野, A光源で、ハンター白色度WおよびL*a*b*表色系指数を求めた。

3. 結果および考察

3.1 蛍光体処理の樹種適性

蛍光体微粉末は、写真-1に示すように、スギ等の針葉樹では、主に早材部の仮道管に、コナラ等の広葉樹では、道管の各内腔開孔部によく充填された。このため、後述するように、各蛍光木材は、元の材色よりもやや白く仕上がった。

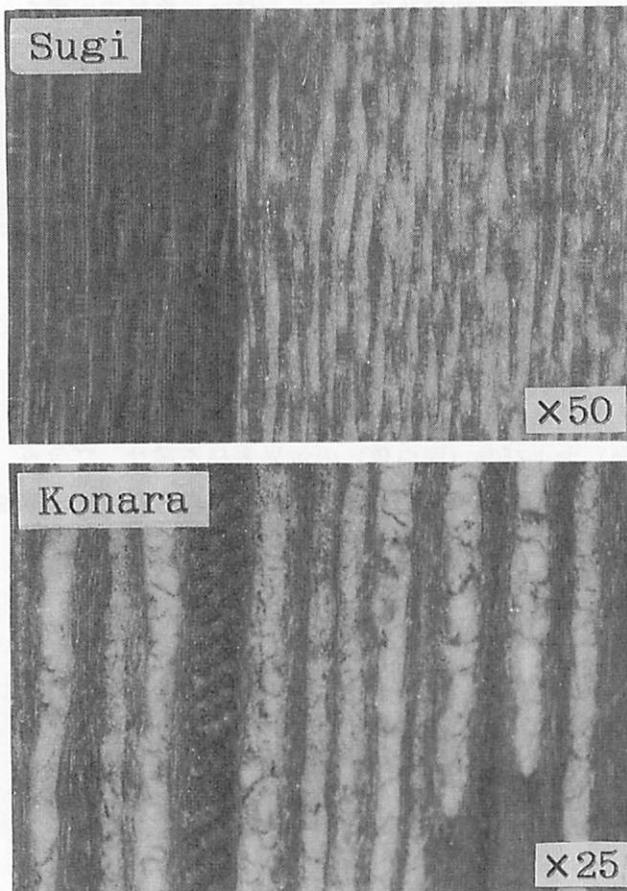
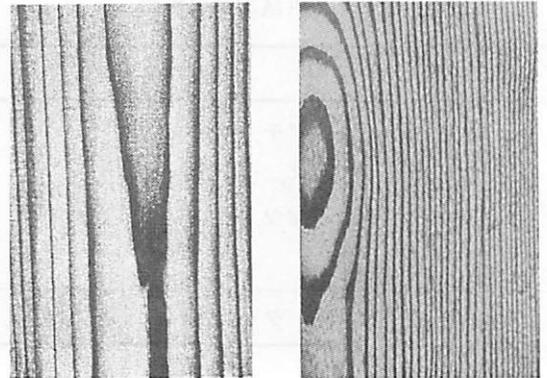


写真-1 蛍光体処理材の顕微鏡写真
(上:スギ, 下:コナラ)

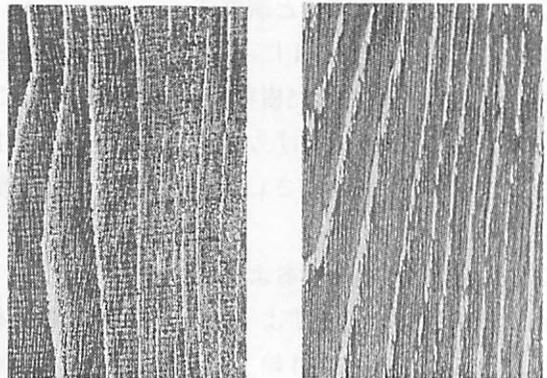
これらにブラック・ライトを照射したところ、蛍光体の充填部分が鮮やかに蛍光を発し、各樹種毎に特徴ある木目模様を表現した。

とくに、写真-2に示すように、早・晩材差が明瞭で、かつ樹脂分が少ないスギ、シベリア産カラマ



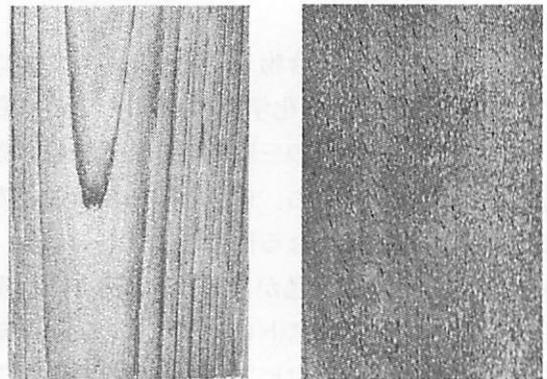
スギ

カラマツ



ケヤキ

コナラ



ヒノキ

ブナ

写真-2 無機系蛍光体処理材の蛍光模様
(蛍光体: A140)

ツや道管径が大きく、模様が連続する環孔材のケヤキ、コナラは、透明感のある蛍光木目が明瞭に浮き上がり、美しく加飾されることが分かった。

それに対して、早・晩材の境界が緩やか、あるいは樹脂分が局在するヒノキ、オウシュウアカマツ、エゾマツ、道管模様が不連続な広葉樹のシデ、ブナ、カバでは蛍光木目が不明瞭で、装飾性に劣ることが分かった。

表-3 各樹種の蛍光装飾性評価表

| 評価 | 樹種 |
|----|--|
| 良 | スギ, アテ, ラジアータパイン, ベイマツ シベリア産カラマツ, シトカスプルス コナラ, ケヤキ, タモ |
| 否 | ヒノキ, オウショウアカマツ, エゾマツ シデ, ブナ, カバ |

以上の結果から、15樹種の蛍光装飾性は、表-3のように評価が分かれた。

3.2 蛍光色の耐光性

蛍光木材の蛍光色が自然光や照明光によって劣化し、本来の蛍光色を失うようでは実用実用的でない。

そこで、3原色の蛍光体で処理したスギ辺材を最長100時間まで高圧水銀灯に暴露し、蛍光色の劣化の有無を輝度および色度(x, y)の変化から評価した。その結果を図-1および2に示す。

いずれの蛍光処理材も100時間経過後、初期の蛍光輝度のほぼ80%を維持した。

一般的に、無機系蛍光体の耐光性は著しく高い²⁾とされている。しかし、本結果では、いずれの蛍光木材においても多少の輝度低下が認められた。その原因として、3.3でも述べるように、蛍光体近傍のスギ材面が紫外線によって黄変し、蛍光の反射効率が弱められたためと推定される。

これに対して、蛍光色度(x, y)は、図-2に示すように、高圧水銀ランプの照射時間の如何に係わらず全く変化しないことから、蛍光色は、紫外線に対して極めて安定であることが分かった。

つぎに、有機系蛍光体の耐光性と比較するため、青色系の無機および有機系蛍光体(SPE-A, FA-209)

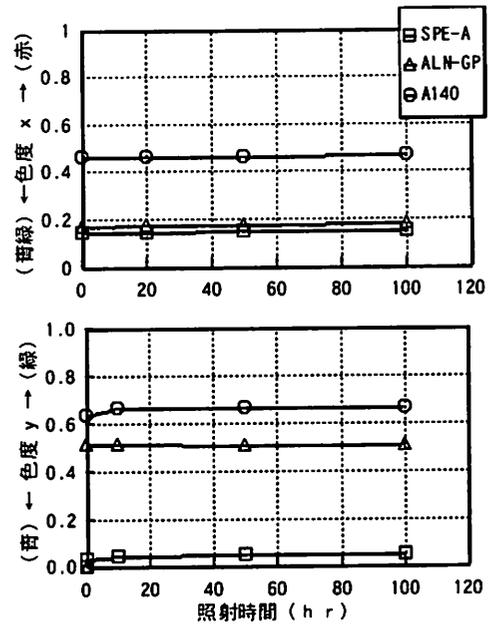


図-2 水銀ランプ照射時間と蛍光処理材の蛍光色度(x, y)との関係

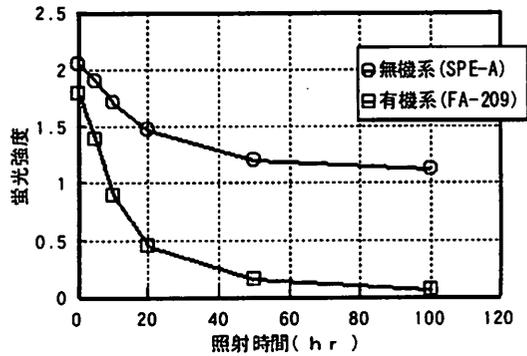


図-3 水銀ランプ照射時間と無機及び有機系蛍光体処理材の蛍光強度との関係

を擦り込み塗布したスギ辺材の蛍光強度の経時変化を分光白色度測色計(スガ試験機製; SC-10WN)で計測した。その結果、図-3に示すように、無機系蛍光体のそれは、100時間の水銀ランプ照射後も60%の蛍光強度を維持するのにに対し、有機系蛍光体のそれは、ほとんど消失した。このことと上述の蛍光の相対輝度が約80%を維持したことから、無機系蛍光体による木材の表面装飾は、実用的にも期待できると考えられた。

3.3 蛍光木材の材色耐光性

可視光線による蛍光木材材色の耐光性を評価するため、3.2と同様、各処理材に高圧水銀ランプを最長200時間照射し、その間の処理材面のハンター白色度W, およびL*a*b*指数の変化を求めた。

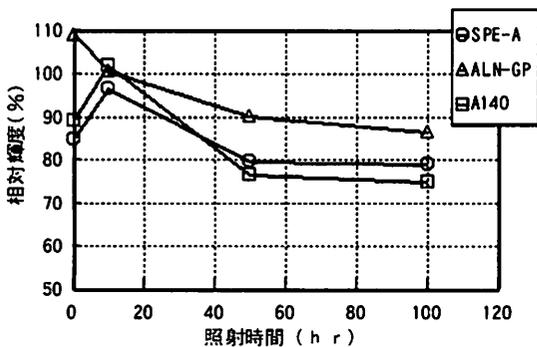


図-1 水銀ランプ照射による無機蛍光体処理材の蛍光輝度の変化

その結果、図-4から明らかなように、無処理材、すなわちスギ辺材の白色度70に対して、無機蛍光体を擦り込み塗布した各処理材の白色度は78~80を示し、明らかな増白効果が認められた。その後、水銀ランプの照射に伴い、各蛍光処理材の白色度は、漸減し、200時間経過時に69~75を示した。この値は、無処理のスギ材面の初期値と同等あるいはそれ以上であり、蛍光体処理は、材色の光変色に対してもかなりの防止が期待できることが確認された。

また、図-5に示すように、無処理材の材色変化は、色度 b^* 値として10以上も上昇し、黄変が激しいのに対して、蛍光処理材では、5以下の少ない黄変で収まることが確認された。このように、微粉末の無機蛍光体処理は、木材表面の黄変に対しても高い抑制効果のあることがわかった。

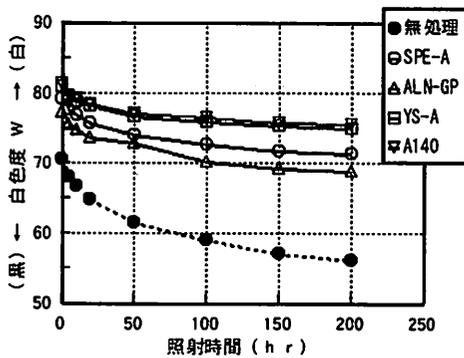


図-4 水銀ランプ照射時間と無機蛍光体処理材面の白色度との関係

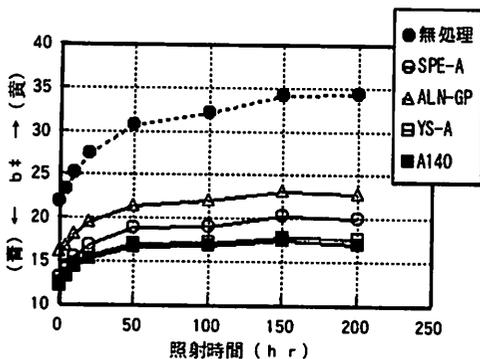


図-5 水銀ランプ照射時間と無機蛍光体処理材面の色度(b^*)との関係

4. まとめ

建材など木材製品の色彩表現は、最近のタイル、金属、或いは合成樹脂等の製品に比べ、華やかさ、カラフルさに欠ける。そこで、無機蛍光体を木材表

面に擦り込み塗布し、その装飾性および耐光性の評価から蛍光木材の可能性について検討した。その結果、次のことが明らかになった。

- 1) スギ、ケヤキ材等の表面に擦り込まれた蛍光体は、各樹種材面の仮道管や道管開孔部によく充填され、ブラック・ライト下で鮮やかな蛍光色を発することが分かった。
- 2) とくに、早晚材の密度差が大きいスギ、シベリア産カラマツ、ラジアータパイン等や道管径の大きい環孔材のコナラ、ケヤキ、タモは、各樹種固有の木目が蛍光により、より強調され、装飾性に優れた蛍光木材となった。
- 3) この蛍光木材は、高圧水銀ランプによる耐光操作後も初期の蛍光輝度をほぼ維持し、また、蛍光色度は全く変わらないことから、耐光性能に優れると判断された。
- 4) さらに、蛍光木材には、可視光域で増白および光変色防止効果のあることが確認された。

謝 辞

本実験を実施するに当たり、無機蛍光体をご恵与いただいた根本特殊化学株式会社、蛍光の輝度、色度の計測に協力いただいた同平塚工場技術グループ金坂香里氏に対し、深謝申し上げます。また、有機蛍光顔料をご恵与いただいたシンロイヒ株式会社に対して感謝致します。

文 献

- 1) 秋和 淳：サインを彩る新発光素材，日経デザイン，11，90-91 (1995)。
- 2) 藤澤泰士，水本克夫，高野了一；フィルム転写による住宅用内装材の開発 (I) 針葉樹材へのフィルム転写技術の確立，富山林技セ研報，12，15-22 (1999)。
- 3) 石塚末豊，中道敏彦：“塗装ハンドブック”，朝倉書店，1996，pp.401-417。
- 4) 蛍光体同学会：“蛍光体ハンドブック”，オーム社，1987，pp.13-22，p.36，pp.337-339。
- 5) 鈴木正治，徳田迪夫：“木材科学講座・木質資源材料”，海青社，1993，pp.77-94。

Summary

Color expression of wooden structural materials, such as interior materials, is lack richness and brilliance in comparison with metal, ceramic tile and plastic products. Applying inorganic fluorescent materials frequently used for braun tubes, and fluorescent lamps, and onto the surface of various woods, the possibility of fluorescent wood was investigated by evaluation of its decorative qualities and weatherability. As a result, by following facts were found.

The inorganic fluorescent materials rubbed into the surface of wood selectively fill the the exposed tracheids and trachea apertures of each kind of wood and emit vivid fluorescence when irradiated by black light. Furthermore, it was found that in Japanese cedar, Siberian larch, Radiata pine, and so forth with a large density difference between of the spring and summer wood, and *Quercus serrata*, zelkova, and *Fracxinus japonica* of the annular hole materials with large trachea diameter, wooden grain pattern specific to tree species were more stressed by the fluorescence, and became fluorescent with superior decorative qualities. It was also found that these fluorescent woods kept their initial brilliance even after weather damage.

Furthermore, it was found that increasing the whiteness effect and the optical color change protection effect in the visible light area were maintained, so it was determined that fluorescent woods produced with this method had a good practical applications.