

木材を着色するには

峯村伸哉

色と人間のかかわり

色は人間の感情にさまざまな働きかけをする。暖かみを与える赤、寒さを感じさせる青など、人間の感情は色と深いかかわりをもっている。主な色について連想されるイメージをまとめると表-1のようになる。

表-1 色のもつイメージ

色名	連想される事物
赤	火, 血, 太陽, 情熱, 闘争, 怒り, 危険, 熱気, けんそう
ピンク	幸福, 夢
橙	暖かみ, 家庭
黄	陽光
緑	草原, 郷愁, 自然の優しさ, 健康
青	寒気, 冷徹, 冷厳, 孤独, 哀愁, 安全, 平静, 透明な空間
紫	高貴, 嫉妬, 深遠
黒	暗やみ, 恐怖, 罪悪, 不健康
灰	不安, あいまい, 濁り, 罪
白	清潔, 新鮮, 純潔, 永遠

カラーテレビ, カラー印刷, カラーフィルムなど, 各種カラー製品の最近の急速な普及は目をみはるものがあるが, これは人間の色に対する限らない欲求を示すものであろう。

ものを着色することは, かなり昔から行われていたと思われる。例えば, 5000年前のエジプトのミイラの衣服に, 藍染めの跡をみることができ。また古代人の残した洞窟の壁画には, 天然の無機顔料が使われている。

素材を着色して附加価値の高い製品とする技術は, 木綿や合成繊維などの繊維加工の分野で最も生かされている。

木材の着色も箱根細工のような工芸品やうるし塗りにみるように昔から行われていたが, 最近では赤や緑に着色した家具も出まわるようになり, 使

用される色も多種多様になっている。木材着色はまた最近の良質材の減少に伴う調色技術の一つとして重要視されている。

木材着色を考えると, 高級家具や象眼細工にみるような木目を生かす着色と, 建築外装材にみるような不透明塗料を塗り重ねて木目を見えなくする着色の二通りがある。ここでは木材の良さを生かす意味から, 前者に限定して少し述べてみたい。

着色の目的と基本条件

木材は自然のやすらぎを我々に与えてくれる。これはその木目の美しさによるところが大きい。春材部と夏材部のコントラスト, さまざまな大きさの道管の連なりなどが自然のまろやかな模様を形作る。しかしながら樹種によっては春材と夏材の差がはっきりしないものがある。このようなときに着色剤を塗ると, 両者の呈色の違いが大きく現れて木理の美しさが一層引きたつことがある。これは着色が生かされるよい例である。

最近では良質の大径材が減少してきたため, これまでかえりみられなかったような低質材についても, それが腐れとか割れといった根本的な欠陥を持っていなければ, これを改良して使っていくという方向にある。材色の欠陥はこのような軽微な欠点に属するものであり, この改良手法の一つとして着色がある。また, 取り立てて欠点はないものの木目が高価な貴重材に類似するといった場合には, 材を着色して貴重材に似せるという方法も有効である。着色はこのように欠陥材面の改良や附加価値向上を目的としても用いられる。

着色するにあたって必要な条件を考えてみると次のようなことになる。

- ・自然の木材がもつ材質感を損なわずに, 深みのある着色とすること。

- ・色むらのない均一な着色であること。
- ・変退色の極力少ない着色であること。
- ・接着や塗装など後の工程に障害とならないものであること。

着色剤の種類

大きく分けて染料、顔料、化学薬品の3つがある。このうち染料と顔料はそれ自体が色をもっているのに対し、化学薬品は木材中の成分と反応して始めて色がつくという特徴がある。以下これらの3種類について述べる。

〔染料〕

動物や植物の色素が天然染料として昔から使用されてきたが、19世紀半ばのアニン合成をきっかけとして種々の着色物質が作られ、現在市販されている染料約7000種のほとんどが合成染料である。

染料の分子構造をみると発色団（発色の原因となる分子の集まり）としていずれも芳香環c1ccccc1を含んでいる。このほか発色を強くしたり、溶解性をましたり、染着力を強めたりする基を含むことが多い。

染料はその染色的性質から塩基性染料、酸性染料、直接染料、建染め染料、媒染染料、硫化染料、分散染料、反応染料などに分類できる。このうち木材の着色に用いられるのは塩基性、酸性、直接の3染料が主である。

塩基性染料はアミン塩又は第四アンモニウム基をもつ染料のことで、水に溶かしたとき発色団が陽イオンになる。図-1に示すオーラミンやメチレンブルーがこのグループに入る。少量の使用で鮮明に着色するが、耐光性があまり高くない。それで長期にわたって使用する製品の着色にはむかない。

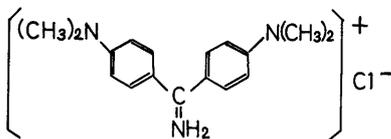


図-1べ-シクイエロウ2(オーラミン)の化学構造

直接染料はセルロース繊維や動物繊維に媒染を使わずに直接染着する性質をもつ染料のことである。図-2に示すダイレクトブラウンやダイレクトグリーンといったものがこのグループに入る。ほとんどが-N=N-をもつアゾ化合物である。透明性はやや劣るが耐光性がよい。市販染料の4分の1を占めている。

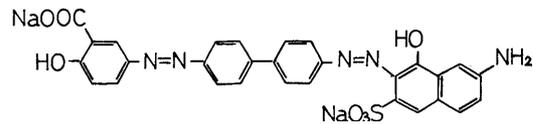


図-2 ダイレクトブラウン2の化学構造

酸性染料は分子構造の中にスルホン基やカルボキシル基などの酸性基をもつ染料のことである。分子量が比較的小さく、鮮明度と染着性の高いものが多い。耐光性は良いものから悪いものまでいろいろである。図-3に一例を示す。

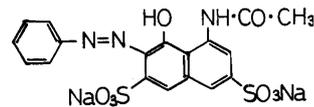


図-3 アシッド1の化学構造

染料の名前について述べると、共通の名称はカラーインデックスで統一されているものの、製造メーカーは自社の名前や明るさを示す言葉、堅ろう性を示す言葉などを取り入れた独自の商社名をつくり市販している。この中で、アシッドは酸性染料、ダイレクトは直接染料、ベイシックは塩基性染料、ファーストは色の保持力が高いという意味で共通しており、またブラック、グリーンなどはそのものの色を示している。カラーインデックスの名称と商品名との関連、その分子構造や物理化学的性質などについて記載した本が出版されている。

〔顔料〕

天然の有色鉱物を原料としたものが昔から使わ

表-2 主要顔料の特徴

物質名	色	特徴
酸化チタン	白	着色力と隠ぺい力が高い。紫外光のしゃへい効果が高い。アナタース型よりルチル型が耐久性に優れる。
クロム酸鉛	黄	鉛を含むので硫化水素にあると黒変する。硫黄を含む顔料とは併用できない。
酸化鉄	赤	べんがら。着色力と隠ぺい力に優れる。
カーボンブラック	黒	無定形の炭素粉末。
プルシアンブルー	青	フェロシアン化第2鉄を主成分とする無定形粉末
高塩素化銅フタロシアニン	緑	クロロフィル類似構造の銅フタロシアニンを塩素化したもの。

終点が定まりにくいので、微妙な色合わせといった使い方には適さない。

化学薬品を使用して得られる例を下に示す。

- ・鉄塩（硫酸第1鉄，硫酸第2鉄，塩化第1鉄，塩化第2鉄，木酢酸鉄など）……青黒色，灰緑色

- ・過マンガン酸カリ……

れていたが、化学の発達に伴ってコバルトやクロムを応用した合成品や不溶性の有色有機物質などが加わり、現在では多種多様なものがある。

耐光性が高く、鮮明な着色ができるという利点はあるものの、添着量が多くなるにしたがって木理がはっきりしなくなる。それで出来るだけ微細な粒子を用いることが必要となる。

化合物の種類により有機系と無機系に大別できる。主要なものの特徴を表-2に示す。

〔化学薬品〕

木材成分のうちのリグニン，タンニンなど芳香環をもつ物質と反応して，着色構造を作るものが対象となる。材内部への浸透性がすぐれること，安価であること，呈色物の変退色が少ないことなどを考慮すると低分子の無機化合物が主になる。酸化重合，還元，ニトロ化，加水分解，キレート化など様々な反応機構で着色すると思われる。木材の変色の原因として，鉄や酸，アルカリの付着による場合があるが，これが逆に着色手段として利用されることもある。

樹種によって発色に関与する構造や量は異なるので，同一薬品を用いても樹種による色調の差がある。また同一樹種でも，部位や薬剤の使用量により色調の差が生ずる。

化学薬品は染料や顔料に比べると暗色系の呈色となる。木材成分との反応なので，呈色物質を多く含む夏材部は濃色となり，春材部は淡色となつて，木目がはっきりする。化学反応であるため，薬品の濃度，処理温度や時間の影響が大きく，最

茶黒色

- ・アンモニア……灰茶色

- ・硝酸……赤褐色

- ・重クロム酸カリ……褐色

- ・亜硝酸ソーダ……赤褐色

このほかログウッド，阿仙といった植物の抽出物を添着した後，薬剤を塗布する方法もある。

着色法

着色の仕方としては，材表面に直接着色剤を添着する素地着色，目止め剤に着色剤を混入する目止め着色，塗料に着色剤を混ぜて塗装する塗膜着色の3つに大別できる。素地着色は使用する着色剤の種類により染色，顔料着色，薬品着色にわけられる。

〔染料〕

染料を水，アルコール，キシレンなどに溶解し刷毛塗り，スプレー，浸せきなどの方法によって木材に添着する。

水溶液とする場合は0.1～2%の濃度となるように溶かす。溶かす水は鉄やカルシウムなどの少ない，できるだけ純粋のものを使う。用いる容器の材質はホーロー，ガラス，陶器とする。溶けにくいときは60 ぐらいに加温する。材内部まで染色する場合は，染色液中での煮沸や減圧加圧といった手段が必要である。カバの0.8ミリ厚単板を内部まで染色する場合は，3時間の煮沸が必要である¹⁾。

木材の成分の染着性を染料の種類別にみると，

表-3 木材主要成分の染着性¹⁾

染料の種類	セルロース	ヘミセルロース	リグニン
直接染料	○	△	×
酸性染料	×	×	○
塩基性染料	△	○	○

(注) 染着性：良好；○，やや良；△，不良；×

表-3のようになり、結局、木材はどの染料でもよく染色されることがわかる¹⁾。

染色を行う場合、1回の調合で目的の色を得ることは難しい。何種類かの液を作っておき、配合をいろいろ変えて希望の色に調色することになるが、この場合、酸性染料と塩基性染料、直接染料と塩基性染料の混合は化学反応を伴って変質することがあるので避けるようにする。また同じ色調でも分子量や分子構造の違いによって木材に浸透しやすいものとそうでないものがあるので何種類かの染料について検討することが必要である。

表-4 マカバ辺材の心材色への着色

着色処理剤	L	a	b	心材色との差 ΔE
0.1%ベンゾディープブラウン (B)	52.2	7.6	16.8	4.8
0.2%セダーブラウン (S)	53.0	12.1	18.7	4.3
0.1% (S) + 0.2% (B)	29.6	13.3	14.2	20.0
0.1% (S) + 0.02% (B)	53.2	8.8	17.9	4.9
0.1% (S) + 0.04% (B)	47.9	10.8	18.8	2.8
0.05%ナットブラウン	51.1	8.0	20.5	5.6
0.08%マホガニー色微粒子顔料	55.2	11.2	18.6	6.3
5%亜硝酸ソーダ	51.6	7.9	16.0	4.3
マカバ辺材色	58.0	9.5	17.3	
心材色	49.4	11.5	16.5	

表-4はマカバ辺材を着色して心材色にしたときの例である²⁾。2種類の褐色系染料の低濃度液の混合で、肉眼の識別限界である3.0の色差を下回る着色が可能であることがわかる。一般に辺材を心材色に調色するという場合は、同一材面で行わねばならない上に、部位によって辺材や心材の色が異なる。このような微細な色合わせを必要とするときは2種類以上の染料や顔料を使用し、その混合割合を変えていくと目的の色調に合うものが

できる。またこの場合、低濃度の染色液を使用する方がよい。その理由は、辺材自身も色をもっているため、それを生かした立体感のある色合いが得られるためと思われる。

水溶液の塗布は材面が荒れ、塗布後の乾燥が遅く、材内部へ浸透しにくいといった欠点がある。それで有機溶剤に溶かして塗布する方法もある。染料の耐光性、溶媒の蒸発速度、材への浸透性などを考慮した種々の色調の製品が市販されている。メタノールあるいはエタノールに溶かしたアルコールステイン、キシレンやミネラルターペンに溶かしたオイルステイン、エチレングリコールやトルエンに溶かしたNGRステインなどがそうである。これらの市販品は5%程度の濃厚液となっているので、シンナーで希望の色になるまで薄めて使う。

〔顔料着色〕

顔料粒子をシンナー、油、水などに均一に分散してエマルジョンとしたものを使う。刷毛またはスプレーで塗布する。簡単に作るにはラッカーエナメルをシンナーでうすめればよい。各種の微粒子顔料を水またはシンナーに分散したものが市販されている。

材質の硬軟による吸い込みむらや細かな筋やにの存在による浸透むらなどのために、染色や薬品着色では色むらがでてしまう場合、顔料着色を行うと均一な着色が行える。道管の大きな材に対しては、塗布後の拭き取りによって道管部分に充填され

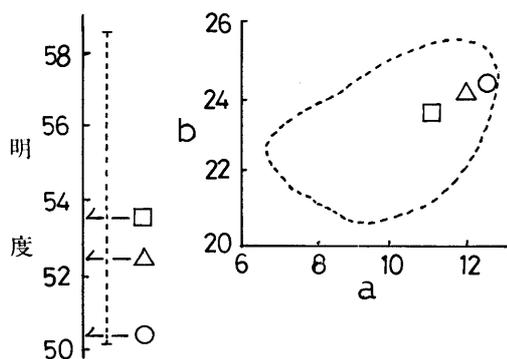
た顔料が引きたつので一層大きな着色効果が得られる。また染色と併用するのもよい。

〔化学薬品による着色〕

所定濃度の水溶液を調製し、塗布又は浸せきによって薬液を材内部まで浸透させる。発色が遅い場合は加熱を行う。使用する薬液の濃度は、目的とする色調によって決まる。ニレを使う場合についてみると、埋もれ木調に着色する場合は0.1%の硫酸第1鉄水溶液を使用すればよいが、ケヤキ

調にする場合は30%程度の硝酸水溶液を用いる必要がある。

刷毛や容器は薬品に侵されないよう合成樹脂製のものをを用いる。高濃度の薬剤で処理したとき、あるいは強酸、強アルカリを用いたときは、未反応薬剤や分解生成物が材面に残ると後の工程の障害となるので、水洗あるいは薬剤中和処理をしておく。図-4には、ハルニレに硝酸を塗布してケヤキ色とした後、炭酸塩を塗布して材面のpHを中性付近まで上げたときの色調を示してある³⁾。中和処理によっても色調はあまり変わっていない。



炭酸カルシウム溶液の濃度 (%) :
;1 ;2 □;4
点線はケヤキの明度及び、a、bの
範囲を示す。

図-4 硝酸発色ハルニレ材面へのアルカリ塗布

樹種の木理を生かした種々の薬品着色剤が市販されている。

化学薬品の中には有毒なものがあるので取り扱いには十分な注意が必要である。とくに重クロム酸カリを使う場合は、薬剤そのもののほかに、着色材面の研削くずも吸わないような配慮が必要である。

〔目止め着色〕

目止め剤に1%程度の染料または顔料を混ぜて通常の目止め処理により着色する。目止め剤には炭酸カルシウムのようなアルカリ性のものがあり、この場合には酸性染料が使えない。

〔塗膜着色〕

塗料に染料または顔料を混ぜ塗膜を作ることによって着色するものである。環孔材はリバースロールコーターを使うと道管部分によく充填できる。

着色と塗装が同時にできるという利点があるものの、これのみの着色は、材質感がない、塗膜が欠落したとき素地の色がでて見にくくなる、などの問題点があるので、素地着色や目止め着色を行った上での補助手段として使用すべきである。

着色の機構

染料を使用する場合は、染料分子と木材表面の分子とが分子間引力や水素結合で結びつくものと思われる。染料分子の中に芳香環、アミノ基、水酸基などがあり、木材表面にもセルロースやリグニンの水酸基が豊富にあるので、電気的な片寄りの存在や水素原子を介した結びつきは十分考えられる。顔料着色も同様のことが考えられるが、これ以外に粒子として道管の内部に充填し呈色する効果がある。

化学薬剤による着色は木材成分との化学反応である。その結合の強さは水素結合の10倍にも達する。そのため着色保持力ほきわめて高い。

ここで色がみえるというのはどういうことかということ簡単に述べておきたい。光はさまざまな波長の集まりであるが、このうち人間が見ることのできるのは380~780nmの範囲であり、可視光線と呼ばれている。いま、あるものに光があたって全部反射されたとするとそのものは白く見えるし、反対に全部吸収されたとすると黒く見える。また一部が吸収されたとするとその吸収波長に応じて色となって目に映る。例えば赤色というのは図-5に示すように約600nm以下の波長が吸収されたために生ずるものである。このように物体が特定の波長の光を吸収するというのは、その物体を構成している電子のせいである。すなわち電子はいつもきまった道を動いているが、道にはいろいろあり、適当なエネルギーが与えられれば別な道を進むこともできる。光はエネルギーをも

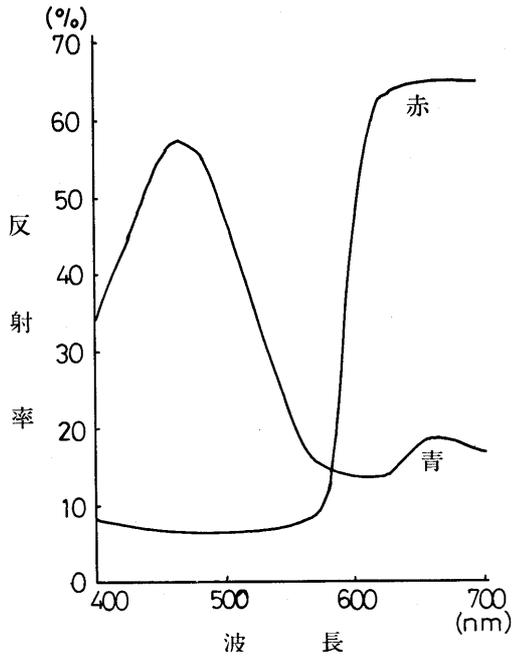


図-5 色紙の色の反射率曲線

った粒子の集まりであり、可視光線はこのような電子が別の道へ進むのにちょうどよいエネルギーを与えてくれる。そのために光があたると、その物質の電子の状態にしたがって色が生じ、我々の目に見えるのである。

着色処理が接着及び塗装に及ぼす影響

着色した後に接着や塗装を行う場合、注意しなければならないことがある。

まず塗料についてのべると、アミノアルキッド樹脂は酸性で固まるものなので、塩基性染料の染色面やアルカリ性薬品の着色面に塗装すると変色や塗膜密着不良を生ずることがある。ポリエステル塗料の硬化はラジカル反応であるが、キノンのような物質は硬化を妨げることが知られている。染料の中には類似の構造をもつものがあるので注意が必要である。

ポリウレタン樹脂塗料やビニルウレタン樹脂接着剤の硬化剤であるイソシアネートは、非常に反応しやすい物質であり、水酸基やアミノ基をもつ

物質ともよく反応する。染料の中にはこれらの基をもつものが多いので、反応によって色が変わることもあり得る。またイソシアネートの硬化反応は酸で遅くなることが知られており、強酸の薬剤着色材面に塗装する場合は硬化不良の生ずる場合もある。染色単板を酢ビ-ユリア樹脂接着剤で熱圧するといった場合は、染料の耐熱性も問題となる。

着色材の堅ろう性の評価

着色した材を種々の条件下で使用する時、その色調がどれくらい保持されるのかということ、すなわち堅ろう性の評価が大きな問題になる。

繊維品の染色堅ろう性の評価については、JISに規定があり、光、水、熱、摩擦、洗たく、アルカリ、酸、漂白、有機溶剤など40余項目について試験法が記載されている。

着色木材についてはとくに規定はないが、やや関連するものとして「特殊合板のJAS」の中に水銀灯照射による光変色度の測定法が記載されている。着色材を評価するのであるから耐光性の測定は重要な項目になる。

着色木材を屋外で使用する場合は耐光性のほかに耐水性も問題となる。用途を考慮すると光と水に対する評価が最も大切であり、これを短時間で判定するには、耐候促進試験機にかけるとよい。試験片をこの装置に入れて適切な量の光と水を与えると、約10日間の試験で屋外暴露の1年分に相当する結果が得られる。

排水処理

着色を塗布あるいはスプレーで行う場合は排水処理はほとんど問題にならない。しかし浸せき法を採用する場合には十分考慮しなければならない。排水には使用着色剤のほか、木くず、木材抽出物等が含まれている。規制の対象となる項目としては、液中の浮遊物、化学的酸素要求量がまず考えられ、さらに使用する着色剤の種類によっては鉄、クロムといった特定物質が問題となる。

排水の処理法としては硫酸バンドのような安価

木材を着色するには

な凝集剤を混和し沈殿物として除去する方法がまずあげられる。

このほか沈降しない微細な浮遊物を発酵分解する活性汚泥法や、還元法、イオン交換法といった種々の処理法があるので、使用着色剤の種類によりこれらを適宜組み合わせる規制内におさめるようにする。

なお、つぎの文献を引用しました。

- 1) 堀池ら：木材工業，29，188（1974）
- 2) 峯村ら：中小企業守技術普及講習会テキスト「化学加工法による木質製品の高効率化に関する研究」76（1980）
- 3) 梅原ら：林産誌月報，1981年7月号，6

（林産試験場 接着科長）