

屋外で使用する木材の塗装

峯村 伸哉

はじめに

木材は長い年月を経て成長した天然の有機物であり、無機物のコンクリートや合成品のプラスチックに比べて自然の暖かみをもち、人間の生活によくなじむ。昔から日本は木材資源に恵まれていたこともあって、さまざまな分野で木材が使用されてきた。住居や神社仏閣などの建築物にもヒノキ、スギ、ケヤキなどの針・広葉樹材が数多く用いられている。これらは柱、はり、土台といった構造的な用途ばかりでなく、天井、壁、建具などの分野にも化粧材としての役割をかねて用いられている。

これらの木材製品を長期的にわたって使用すると、まわりの環境のさまざまな影響をうけて、初期の性能が次第に低下していく。屋外で使用する木材は、雨や光の影響を強くうけるため、とくに表層の劣化が大きい。この劣化現象は風化と呼ばれ、物性の低下ばかりでなく美的価値も損なう。

そこで、屋外で使用する木材についてはとくに何らかの劣化防止処理を施しておくことが必要となる。以下、劣化をもたらす原因と、これを防ぐための表面塗装について述べる。

木材はどうして劣化するか

屋外で使用する木材の劣化因子としては光、雨、酸素、ちり・ほこり、微生物などが考えられる。

光による木材の劣化

日光のあたっている木材の表面に手を触れてみると暖かい。これは木材が光を吸収しその一部を熱として放出しているからである。

木材はセルロース、ヘミセルロース、リグニンの三大成分と、タンニンのような抽出成分、及び灰分が少量加わったものの集まりと考えることが

できる。このうち日光を吸収するのはリグニンや抽出成分である。

地上にふりそそぐ日光は 295 ~ 1,300nm の波長の集まりであり、ひとつ一つの波はエネルギーをもった粒子の連なりである。エネルギーと波長の関係を見ると、波長が短いほど強いエネルギーをもっており、なかでも紫外線と呼ばれる短波長の光のエネルギーは炭素原子と酸素原子の結合を切るほどの大きな力をもっている。これらの関係を図1と表1に示す。

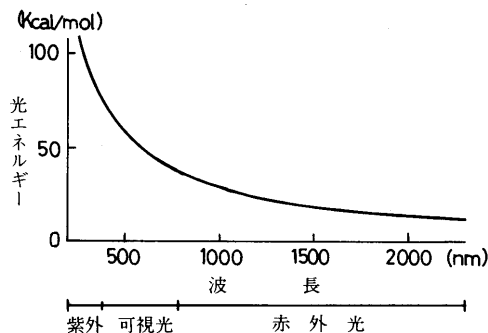


図1 光の波長とそのエネルギー

表1 日光の波長域に存在する化合物の結合エネルギー

結合の種類	結合エネルギー	相当する波長
C—C (脂肪族)	81 Kcal/mol	353 nm
C—O	87	329
C—H	97	295
C—N	68	420
N—H	81	353

木材は炭素、酸素、水素がさまざまな形で結ばれたものであるが、リグニンや抽出成分の分子は、この光で切断されるような結合を含んでいる。結合の切断はその物質の分解を意味する。

木材は樹種によってさまざまな色調を呈しているが、これは木材が可視光とよばれる380～680nmの光を吸収するからである。別な言い方をするとリグニンや抽出成分が光を吸収するから木材は色がついてみえるのである。色調でいうと例えば赤の色は400～600nmの光を吸収することによって生ずる。

けれども光で結合が切断されると、色調は違ったものになる。結合が切れて分解が進行していくと、光を吸収するものがなくなるので白くなるはずである。もし分解したものの同志が再結合して新しい構造や物質を作り可視光を吸収するような場合には、吸収光の波長に応じた色を示すことになる。前者は屋外で見られる現象であり、後者は屋内で目にする現象である。このような違いの生ずる理由は、屋外では日光が直接あたるため、強い分解劣化を受けることと、降雨があることによる。

光が木材内部に入る深さは紫外光で0.075mm、可視光でも0.2mmに過ぎないので、光による劣化はごく表層に限られる。

雨水による劣化

木材は水を吸うと膨れ、乾燥すると縮む。含水率が0～30%の範囲でこのような現象が起こる。大気中に長い間放置した木材の含水率は15%ぐらいなので、雨にあたり、水分を吸ったりすると容積が増え、日光にあたり、加熱されたりすると容積が減る。この変化の割合は、比重に正比例することが知られている。すなわち含水率が1%変化するときの収縮率は、

柱目面（半径方向）で $0.30 \times r_{15} (\%)$

板目面（接線方向）で $0.53 \times r_{15} (\%)$

である。ここで r_{15} は含水率が15%のときの比重でありまたこの値は樹種や産地にはほとんど関係がない。いま、気乾比重が0.5の材について、その含水率が20%から15%まで低下したとすると、収縮率は柱目面で $0.3 \times 0.5 \times 5 = 0.75 (\%)$ となる。

柱目面（R）と板目面（T）の収縮率の比をとってみると $T/R = 1.77$ となる。このように、伸び縮みする割合は繊維方向によって異なり、柱目面、板目面、長さ方向（L）の割合を比較すると

およそ $R:T:L = 1:2:0.1$ と表すことができる。

このように繊維方向や含水率の変化の程度によって、伸び縮みの割合が異なることは、同一材面での板目と柱目の混在割合や、その存在位置、場所による乾燥速度の差などが原因となり、材内に内部応力を発生させ、ひびや割れといった形で表面に欠点を生ずる原因となる。

表面にあたった雨は下方へ流れるが、このとき表面に存在する付着物も押し流すことになる。光分解で低分子物となったものも、こうして溶脱されていく。流出した跡は、でこぼこな面となり光が乱反射することになる。屋外の木材の表面が光沢を失って白っぽくなるのは、前述の光分解に加えて、このような溶脱と乱反射も原因と考えられる。

酸素による劣化

空気はその5分の1が酸素である。この酸素は、光分解反応でエネルギー受け渡しの役割を担ったり、化学反応で酸化分解を引き起こしたりする。このように反応活性の高い理由は、その分子構造が電子を求めて安定化しようとする状態にあるからと考えられる。

酸素はまた腐朽菌や変色菌などの好気性微生物の繁殖と、シロアリやヒラタキクイムシなどの成育を促す。

ちり・ほこりによる劣化

大気中には煤煙や亜硫酸のミスト、土砂の微粒子などが含まれている。これらは材面に付着するとpHの変動などにより酸化分解や光分解を促進する。単なる物理的な吸着の場合でも、表面を暗色化する。屋外の木材表面が灰色や灰黒色に見えることがあるのはこのためである。

また海岸地方では塩分の付着による影響も加わる。

微生物による劣化

木材はいつも湿った状態におかれると、カビがはえたり、腐ったりしてくる。これは腐朽菌や子う菌といった微生物が繁殖するためである。

微生物が生育するためには、水、酸素、栄養物、

中温度の熱が必要であり、このうちどれかが欠けても繁殖はとまる。

カビや変色菌の生育は表面の美観を悪くする程度ですむが、腐朽菌の繁殖は強度低下も引き起こす。また微生物ではないが、虫やアリのような小動物による食害も強度低下につながる。

その他の劣化

雨水を吸着した木材が、氷点下の温度にさらされると、細胞間隙に侵入した雨水が凍結し、体積が膨張して、表面の組織が破壊する。

このほか、釘打ちした木材の釘まわりが、鉄イオンの溶出で分解する金属劣化や、摩耗のような物理的劣化、オゾンや熱による劣化などがある。

劣化を防止するには

表面劣化を引き起こす原因としては前述のようにさまざまなものがあるが、なかでもとくに大きな影響を与えるのが光と水である。微生物による劣化は、その生育必須要因である水が十分に供給されなければ生じない。

光や水による劣化を防ぐには、木材の表面に堅ろうな保護膜を作り完全にこれらの侵入を防ぐ、

ある程度の被膜を作って浸透量を少なくする、使用形態を改良して例えば水が滞留しにくい構造にする、などの方法が考えられる。

ここでは表面を被覆する方法について、塗料による方法と防水着色剤による方法を述べ、その耐候性についてもふれる。

塗膜を作る塗装

塗料を塗って塗膜を作る場合、クリアラッカーのような透明塗料で塗装する方法と、エナメルのような不透明塗料で塗装する方法の二通りがある。前者は木目の見える透明塗装であり、後者は木目の隠れる不透明塗装である。

カラマツ、トドマツ、シナノキ、ミズナラ、ホワイトラワンの挽き板に、ラッカー、ポリウレタンなど8種類の透明塗料を塗り、屋外に暴露して、塗膜割れが生ずるまでの期間をみると、図2のようになる。平均するとポリウレタンが最もよい結果を示すが、それでも3年程度の期間しか塗膜を保持できない。

耐候性に限界があるのは、塗料自身が光や水で劣化することと、木材表面の組織が塗膜を通過した光で分解劣化し、塗膜と木材の間の付着が弱ま

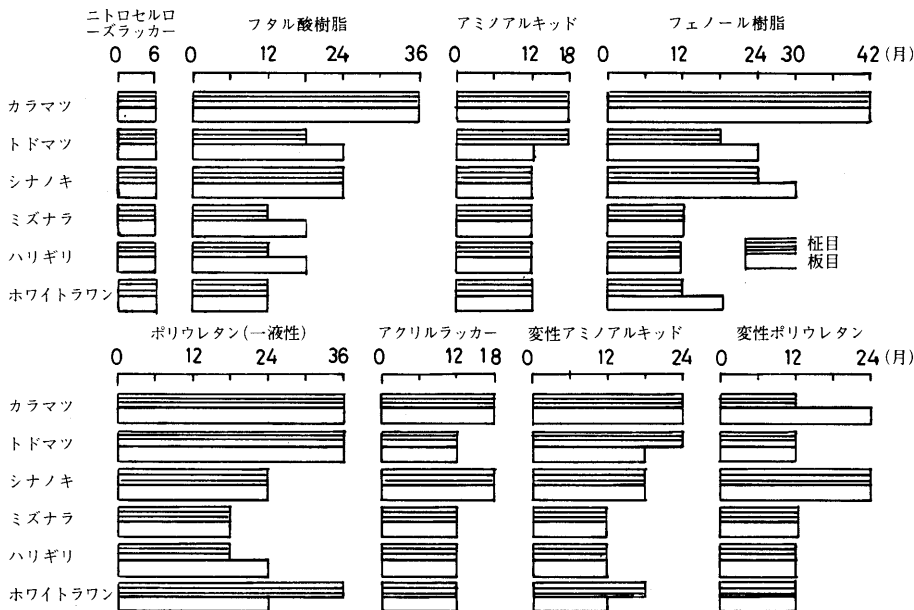


図2 各種透明塗料塗装材の健全塗膜維持期間(屋外暴露)

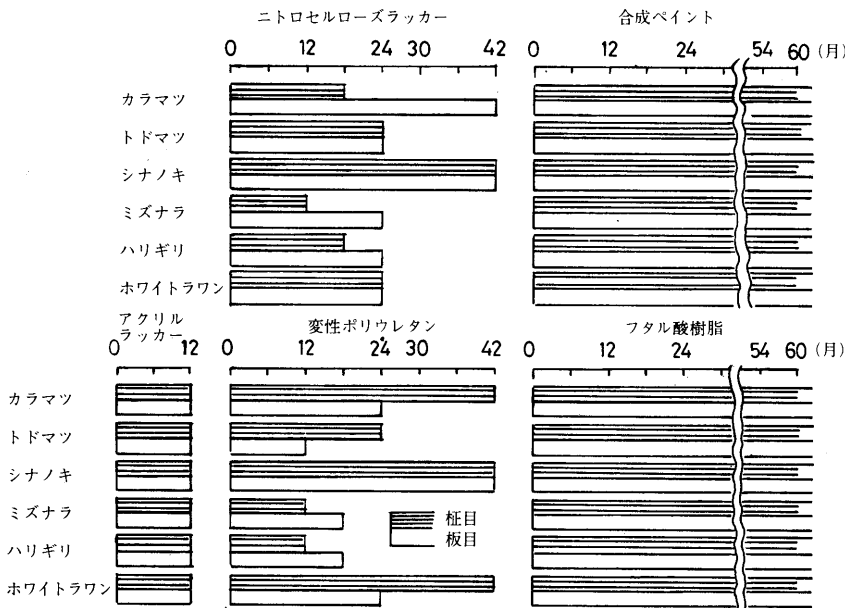


図3 各種不透明塗料塗装材の健全塗膜維持期間（屋外暴露）

塗膜を作らない塗装
 塗膜を作る塗装では塗膜のワレ、はがれといった現象が起こると、その部分から雨水がしみ込み、材が暗色化する。塗膜の有無や色調の著しい違いのために見にくくなった表面を補修しようとしても、全体の塗膜をきれいにすることは容易でない。それで初めから塗膜を作らないもので塗装する方法がある。すなわち、撥水、防腐、着色などの性能をもつものによる塗装であり、こ

るためと考えられる。なおラッカー系塗料の耐候性が著しく低いのは、塗膜自身がラジカル反応などで分解劣化しやすいこと、溶媒の揮散で塗膜を形成するタイプの塗料であるため塗膜の中の分子同志の結合が弱いことなどによる。

図3は同じ樹種の挽き板に灰色の不透明塗料を塗った結果である。合成ペイントとフタル酸樹脂の塗装材は5年以上の屋外暴露にも耐え、健全な塗膜を維持している。フタル酸樹脂塗料については白色のマリンペイントで塗装した外装用合板が、10年以上を経過してもなおその表面に塗膜を付着している例がある。

不透明塗装がこのような良い耐候性を示すのは、配合された耐光性顔料が光を遮へいし、塗膜や木材表面を光分解から守るからである。

塗膜を顕微鏡でみると小さな穴が開いている。したがって長時間雨水にさらされたり、高湿の状態におかれたりすると、材内に水が浸透し、寸度変化を起こして塗膜の付着力が低下する。そこで材内の空隙をあらかじめプラスチックで充填してから塗装すると、材内への水浸透がなくなり、塗膜の安定性が非常に高くなる。

の目的の製品が木材保護着色剤というような名称で、表2に示すように数社から市販されている。

撥水は、木材表面にあたる水をはじくことであるが、防水とは異なり、強い圧力で接触する水の浸透は防ぐことができない。

着色は、木材を美しくみせて付加価値を高めることと、表面を着色物質で覆うことにより材組織に直接あたる光の量を低減し光分解を抑えること、二つの意味をもつ。したがって、着色剤は耐光性の高いものでなければならず通常は顔料の微細粒子が用いられる。図4は市販木材保護着色剤について各種の色調の撥水保持効果を、耐候促進試験機で調べた結果である。撥水性は耐候処理前の撥水能を100とする時の保持率で示してある

表2 市販木材保護着色剤

商 品 名	取り扱いメーカー
ガードラック	和信化学
キシラデコール	武田薬品
ケミストップ	三井石油化学
ゴリ	大日本塗料
オリンピックステイン	新宮商行
サドリッ P X	関西ペイント

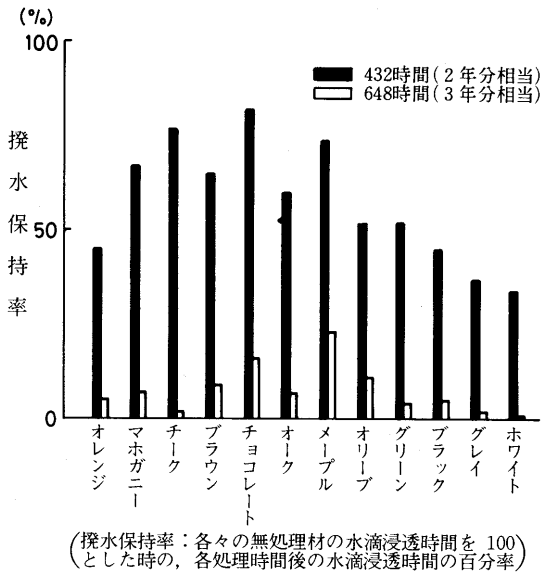


図4 着色したパネルボードのウェザーメーター処理による撥水保持率の変化

が、屋外暴露 2年相当の光量と降水量を与えた場合は効果が半減し、3年相当の処理を行った時は約1割程度の効果しか保持しないことがわかる。このことから少なくとも塗布後2年を経過したら、塗り直す必要がある。

変退色をみると 3年相当の処理後で E (Lab) が10~23に変わるものの、色あせてなくなるものはなかった。

防腐性能は防腐剤の塗布又は含浸で付与できる。外国から輸入される木製遊具の中には、C C A のような防腐剤のみを含浸して仕上げた製品がある。板べいや外壁のようなところでは、水が滞溜しない限り腐朽菌は繁殖しないので、防腐性能の付与までは必要ないと言える。しかし、土中に埋める柱のように土と木材とが接触する場合には、十分な防腐性能を与えることが必要であり、このためには単なる塗布よりも減圧加圧の操作で内部まで含浸させる必要がある。

塗装にあたって注意すべき点

塗膜を作る塗装は、肌ざわりのよい美しい表面

に上げることができる。しかし塗膜がはく離した後の補修が難しい。これに対して、木材保護着色剤による塗装は鏡面のような仕上げにすることは不可能だが、簡単な塗り重ねによって、耐水性や耐光性を持続することができる。どちらを選択するかは使用期間や使用環境などを考慮してきめる。装飾性よりも実用性に重点があり、使用期間も長いという用途には塗膜を作らない塗装が最適である。

塗装前の素材は、気乾材の含水率である15%前後に調整しておくことが望ましい。また塗装前の表面は塗布量の低減と美しさの保持の意味から、プレーナーがけ程度の仕上げが必要である。塗装中の注意としては塗布したものが木材に十分なじみ、落ち着いた被膜になるようにするため、処理直後に雨にあうようなことはさける。

おわりに

正倉院の校倉造にみるように、使用方法が適切であれば木材は千年以上の使用にも耐える。

光による表面劣化は 2 ~ 3mm 程度であり、また雨水の滞溜がなく、高湿下で使用することもなければ腐朽することはない。木材は有機物であり劣化は避けられないが、できるだけ使用環境にあった適正な処理条件を見出し、劣化を最少限に防いで、貴重な木材資源を大切に使いたいものである。

参考文献

- 峯村，梅原：林産試研報，No.68 (1979)
- 佐藤，峯村：林産試月報，1976年10月号，8
- 梅原：北海道林業技術研究発表大会論文集，1982年2月
- 川上ら：中小企業庁研究開発補助事業テキスト (1982)
- 堀岡：林試研報，No.68，15 (1954)
- Hon ら：Wood Sci.，14，41 (1981)

(林産試験場 接着科長)