

再び木製窓を外窓に

その2 木製窓の外観の変化を調べる

中村史門

はじめに

近年、住宅の開口部、特に窓に対する関心が高まってきています。気密性、遮音性等の機能の面、価格の面、更に耐久性の面などから一時はアルミニウム、プラスチックの窓が大きく伸びてきて、木製窓は減る一方でした。しかしながら、木製窓も種々の研究開発の結果、機能の面でもこれらアルミニウムやプラスチック製品に十分対抗できる製品が開発されてきています。また、加工法の改良等によりコスト的にもかなり下がってきています。この様な木製窓をより一層普及させるためには、かつての木製窓に対する、狂う、腐る、変色するなどのマイナスイメージをぬぐい去る必要があります。このためには、腐れ、変色等を防止し、初期性能を長期にわたって維持させるための耐久化処理技術を確認する必要があるでしょう。

そこで、各種の薬剤を用いて耐久化処理を施した実大の木製窓を、実用に近い状態で屋外に暴露しその耐久性について調査しています。同時に、処理条件をやや詳細に調べるために部材での暴露も行っています。

ここでは、外観上の変化、特に色の変化について3年間の経過をまとめてみました。

試験の概要

試験を行っている木製窓の構造、耐久化処理については若井（本誌7頁）が述べていますが、エゾマツ材製の引き違いタイプが6体、カラマツLVL製の片開きタイプが3体の合計9体です。

耐久化処理としては、表面保護をねらった単なる塗装処理は、メンテナンス（塗り替え等）に対

する十分な配慮が必要となり、長期の耐久化から見ると不安が残ります。そこで本試験では、組み立て前の部材段階で処理する基材処理と組み立て後に塗装する表面処理との組み合わせを基本としています。

基材処理としては、水溶性防腐剤（CCA）の加圧注入、樹脂液（アクリル系モノマーまたはオリゴマー）の含浸重合処理を行いました。表面処理としては、市販の塗膜を形成しないタイプの木材保護者色剤（キシラデコールまたはオリックステイン）を表面に刷毛で塗布しました。この木材保護者色剤は防腐剤や顔料を含んだオイルステイン系の塗料で、木材にある程度浸透し木材の表面に塗膜を造らないで木材表面を保護し耐久性を高めるタイプのものです。現在の市販木製窓もこのタイプの塗装をしているのが多いようです。

屋外暴露は林産試験場構内の暴露地にPT構造の小屋を建てその南面側に窓枠ごと組み込んで行っています。部材も同じ場所で南向きに垂直で行っています。また、比較のため市販のプラスチック窓と木製窓各1体も暴露しています。

外観の変化については、肉眼による観察、写真による観察記録を行っていますが、特に色の変化については定量的に判定するために、暴露前後の色差を求めて検討しました。

ここで色差というのは、色の違いを定量的に表す数値で図1の様な色立体の中で色は点座標で表すことができますから、二つの色の差はその二点間の距離となります。色を数値的に表す表色系としてはL a b系、H V C系、V x V y V z系などJ I Sで定められています。図1に示したのが

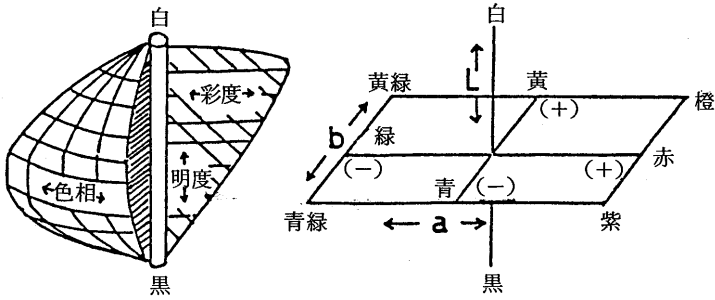


図1 色立体とLab色系

Lab系で、従来から木材の色を表示するのに多く用いられています。座標のうち高さを表すLは明度指数とよばれ明度を表します。中心軸は無彩色になり上から下へ白 灰—黒の順になります。このL軸に直交するab座標はクロマチックネス指数と呼ばれ、色相と彩度を表します。中心軸からの隔たりが彩度で、色のあざやかさを表します。一方、中心軸の回りでの方向が色相を表し、時計回りで青、緑、黄、赤となります。色の違いや変化を知るための色差はハンターの色差式から求めました。すなわち、携帯式の測色計でLabを測定し次式から色差を計算しました。

$$E(Lab) = \{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2\}^{1/2}$$

ここで、E(Lab)は色差、Labは暴露後、L₀ a₀ b₀は暴露前の測色値です。

この式から計算される色差は視覚的に等歩度になっており、人間の視覚的な表現と相関する様になっています。

色の測定は、エゾマツ製のものについては外枠12カ所、障子7カ所について行い、カラマツLVL製については外枠13カ所、障子8カ所について行いました。

の平均値です。

図2はエゾマツ製窓について示したものです。

図から明らかなように、暴露初期の6ヵ月から1年で色差が大きく増加しており、その後比較的緩やかな変化になっています。CCA注入-キシラデコール塗布処理した窓以外では6ヵ月で色差が6以上まで変化しており、視覚的にも“大いに”と表現されるまで変色しています。このことから初期に大きく変色することが分かります。

耐久化処理別にみると、水溶性防腐剤のCCA注入とキシラデコールの塗布を組み合わせたものは3年経過後の色差が4程度におさまっており、変色は“目立つ”という分類に入るものの、外に比較して少なく、良好といえます。

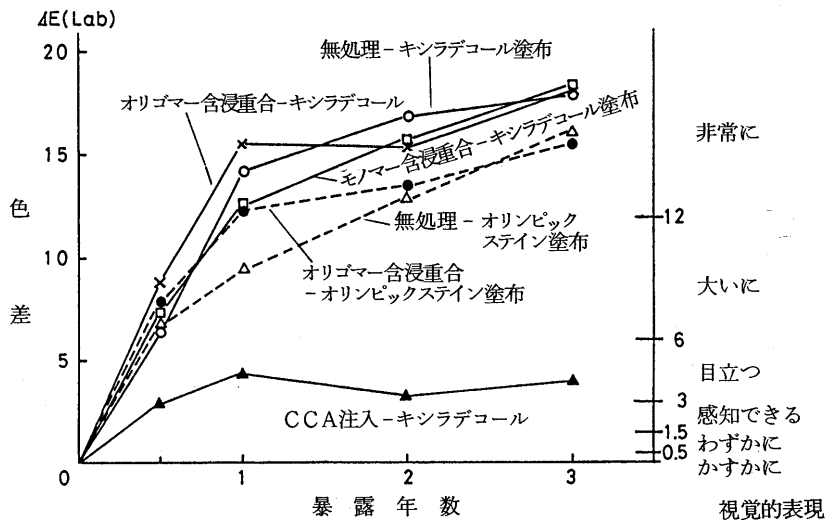


図2 エゾマツ製窓の変色

3年間での変化

3年までの色の変化を色差の経時的変化で示したのが図2~4です。縦軸が色差を、横軸が経過年です。また図2には、右側の縦軸に色差値と相関する視覚的表現を書き添えてあります。図中の色差値は全測定点におけ

非常に

大いに

目立つ

感知できる

わずかに

かすかに

視覚的表現

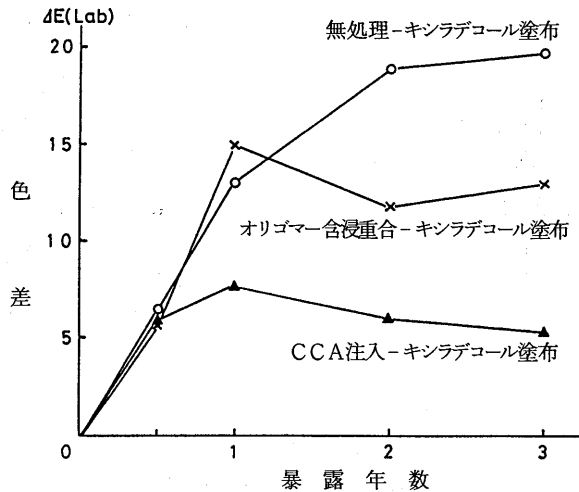


図3 カラマツLVL製窓の変色

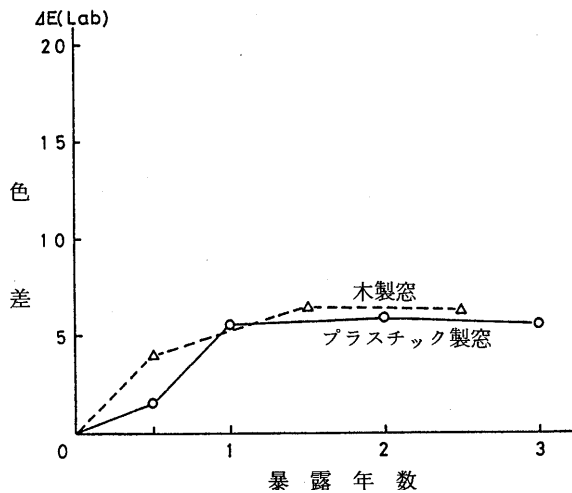


図4 市販窓の変色

表面処理では、今回使用したものではありません。オリンピックステインが若干良い様です。ただし、この様な保護着色の耐光性、退色性は同一銘柄でも色調によって異なる場合もあります。今回はできるだけ同系統の色調のものを用いています。

基材処理の樹脂含浸では、モノマーとオリゴマーの違いは影響ないようです。

図3はカラマツLVL製窓の変色を示したものです。この場合、表面処理はキシラデコール塗布

のみです。

カラマツLVL製窓の場合も、エゾマツ製と同様に初期における変色が比較的大きいといえます。また、CCA注入の基材処理と組み合わせた場合が最も変色が少なく、6ヵ月以降ほぼ一定となっています。エゾマツの場合も同じですが、注入したCCAの成分が木材と強固に結合して着色するため表面処理とあいまって変色が少なくなるものと考えられます。

樹脂含浸や防腐剤注入の基材処理に比較して、基材無処理の方が変色が大きくなっています。これには基材の割れなども大きく影響していると考えられます。すなわち、割れは劣化を促進するはか、色は物体に当たって反射されてきた光によるものですから、物体の表面状態によって測色値も異なってくるからです。

この表面の割れ、粗さについては、同時に行っている部材の試験からも、基材処理を行うことによって抑えることができることが認められました。

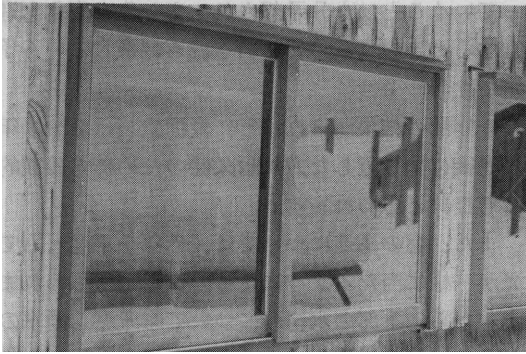
図4は比較のため同時に暴露している市販の木製およびプラスチック製窓の変色を示したものです。窓の色はプラスチック製が白、木製が黒褐色です。木製には今回の試験で用いたのと同じ保護着色剤が塗装され

ています。

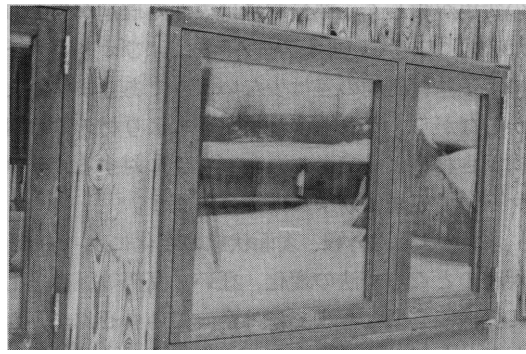
いずれも変色は少なく、3年後でも色差は6程度で推移しており、比較的安定しているといえます。

次に3年経過後の表面の状態を写真 ~ に示します。

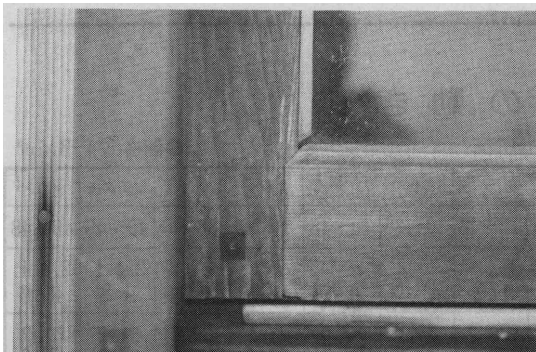
写真は基材無処理 - キシラデコール塗布の処理を行ったエゾマツ製窓の全体を、写真はその一部を拡大したものです。



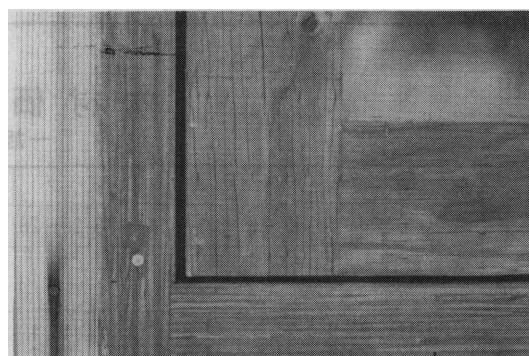
エゾマツ製窓



カラマツLVL製窓



エゾマツ製窓 (拡大)



カラマツLVL製窓 (拡大)

写真でも分かるように、部分的にかなり状態が異なり、上部よりも下部また縦よりも横の方が変色が激しくなっています。すなわち、光の当たりやすい部分や雨水が掛かりやすく、たまりやすい部分の変化が激しくなっています。これは表面に塗布した薬剤が光の影響を受けて変質するとともに雨水によって流されてしまったものと考えられます。

この点、カラマツLVL製の場合、平面的な外側の構造が有利に働き、部位別の差が比較的少ないようです(写真)。

写真はカラマツLVL製窓の拡大写真です。写真にみるように、単板の裏割れが表に通じたような材の割れが多数あります。これは暴露に伴って多くなってきています。これに対しては、樹脂含浸、CCA注入の基材処理によって抑制はできるものの防止することは難しいようです。

一方、エゾマツ製の窓はオリゴマーで基材処理したものは材の割れは出ていません。しかし、モノマー含浸、CCA注入、無処理のものには比較的大きな割れが出ています。

この割れに対する基材処理の効果については、今後の経過をみなければ断定はできないものの現時点では、オリゴマーによる処理が効果があるといえます。

おわりに

3年間実用に近い状態で屋外暴露を行った木製窓の外観とその色の变化について概略をとりまとめてみますと、暴露初期の6~12ヵ月での変色が大きいこと、各種の耐久化処理の中ではCCA注入-キシラデコール塗布が変色が少なく良好であることがあげられます。

また、部位別にみると、窓の下部および横部分

の変色が激しく、部分的には表面処理剤が失われた状態になっています。モノマーおよびオリゴマーによる基材処理の差は少ないようであり、しかしながら、これらの基材処理により材の割れは抑制されるようであり、エゾマツに対するオリゴマー含浸処理は効果が期待されます。

以上のような外観、表面状態の変化によっては、現在のところ寸法の変化、狂い、腐朽等、窓としての機能を損なうまでには至っていません。しかしながら、劣化は材表面から進行することが多いと考えられ、今後、割れが他の性能劣化へつなが

っていくことは十分予想され、また色の変化も進行すると思われるので、引き続き観察していく予定です。

3年間の結果からみると、表面塗装は2～3年経過後に塗り直した方が耐久性のためにも美観的にも良いと思われます。

また、窓の構造については、外部を平面として光が様に当たるようにするのが有利に思われます。さらに下部の水切りについても考慮し雨水のたまりづらい構造にすることも必要かと思われま

(林産化学部 木材化学科)