

木材保存

常務理事 今村 祐嗣

第9話

木材の保存処理

1. 保存処理の方法

耐久性に乏しい木材に対しては薬剤による保存処理が有効な手段ですが、その方法は表面処理と加圧注入処理に大きく分けることができます。表面処理は薬剤を塗布、吹き付けあるいは浸せきなどの方法によって処理する方法で、現場で比較的簡易に行える長所がありますが、木材内部への薬剤の浸透がほとんど認められないため、用途を含めてその効果は限定的です。一方の圧力缶の中に木材を入れ、減圧、加圧によって薬剤を木材内部まで浸透させる加圧注入処理では、比較的内部まで処理できるため高い耐久性が期待できます(写真9-1)。

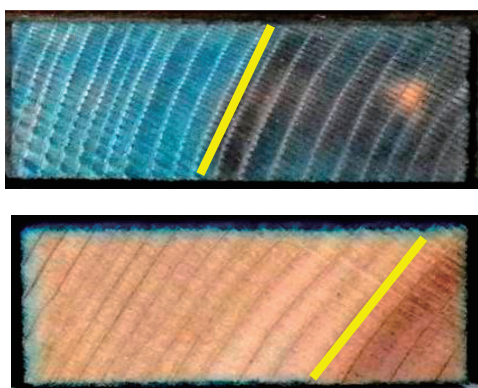


写真9-1 加圧注入処理した木材(上)と刷毛塗り2回の木材(下)への薬剤の浸透状況(青色部分が薬剤の浸透領域を示し、黄色線は辺心材の境界でいずれも左側が辺材部) 一酒井温子氏提供一

2. 保存処理に用いる薬剤と効力

加圧注入処理に用いる薬剤については、JIS K 1570：2010「木材保存剤」に防腐・防蟻性能をもつものとして規定され、現在、水溶性薬剤では無機系の銅や亜鉛に有機化合物を加えたもの(銅・第四級アンモニウム化合物系—ACQ、銅・アゾール化合物系—CUAZ、等)や有機系薬剤の混合薬剤(アゾール・第四級アンモニウム・ネオニコチノイド系化合物系—AZNA、アゾール・第四級アンモニウム・非エステルピレスロイド系化合物—AZAAC、等)が、乳化性薬剤ではナフテン酸銅系薬剤(NCU-E)等が、水を使用せず有機溶剤を用いる乾式処理用にはネオニコチノイド・アゾール化合物(AZN)等が、さらには油状のクレオソートにおいても毒性の高い留分を除いた新しいタイプが使用されています。

これらの木材保存剤の防腐・防蟻性能は、JIS K 1571：2010「木材保存剤—性能基準及びその試験方法」に規定された室内試験と野外試験で評価されることになっています。室内防腐試験では、所定の腐朽菌を培養したビンの中に12週間置き(コラム「木材保存」第2話)、室内防蟻試験では一定頭数のイエシロアリに3週間食害させて評価します。

野外試験では、防腐・防蟻性能とも処理した杭を地面に埋めて評価しますが、防腐性能の場合、被害の進行状況を経年的に観察して行います(0：健全～5：崩壊)の基準で判定



写真9-2 野外防腐試験での被害度の例
—酒井温子氏提供—

した被害度)。規格では平均被害度が2.5に達した年数を耐用年数と定め、処理は無処理の3倍以上の耐用年数を求めています(写真9-2)。各種の加圧注入処理木材を全国各地で暴露試験した結果のデータベースは、(公社)日本木材保存協会のホームページで公開されています(URL : <http://www.mokuzaihozon.org/>)。暴露場所の状況や気候環境によって差があり、また、素材では樹種や辺心材によって、処理した木材では薬剤の種類や処理量によって違いがありますが、大体スギの辺材では2～3年で被害度が2.5に達するものの、処理した木材では多くの場合10年を越えても健全な状態を示しています(写真9-3)。



写真9-3 加圧注入処理した遊歩道ロープ支柱
(スギ丸太：φ=70mm、L=1200mm)
の13年経過後の様子
—日本木材防腐工業組合提供—

3. 注入処理の方法

木材の注入処理では、缶の中に材料を入れ、減圧・加圧の操作によって薬剤を注入します。通常、辺材への注入性は良好ですが心材へは液体が入りにくく、また、木口に比べて側面からの薬剤の浸透性は極端に低いのが実状です。樹種によっても、カラマツのように注入性が極めて悪いものも存在します。

このため、注入性を向上させる前処理技術として材面へのインサイジングが行われてきました。これは刃物を材表面から押し込むことによって人工的な微小な傷(木口切断)を数多くつくり、一定深さまでの浸透性を確実にしようとするもので、きわめて実用的な手法です。製造現場においては刺傷による強度低下を抑制しながら、対象によってインサイジング密度を変えたり、注入前の乾燥管理を行って注入性を確保しています。

一般的に加圧注入処理した木材の性能は、薬剤の木材中での浸潤度(断面積での薬剤の浸潤割合)と吸収量(木材の体積に対する薬剤の割合)で決まり、製材JASでは使用環境による性能区分(K1～K5)ごとに性能基準が規定されています。例えば、K3では断面にある辺材部の面積の80%以上と、材の表面から10mmまでに存在する心材部分の面積の80%以上の浸潤度が求められます。

加圧注入処理した製材品であっても、薬剤が浸透している領域は、通常、木口あるいは



写真9-4 加圧注入処理後の切断によって薬剤の未浸潤部(中央部)が露出した土台材
—桃原郁夫氏提供—

側面から一定の深さまでに限定されています。従って注入後の切断、仕口やボルト穴加工、さらには干割れなどによって未浸潤部分が露出すると、そこから腐朽や蟻害が生じることが懸念されます(写真9-4)。このようなことを避けるためには、処理した製品に仕口など

の加工を施すのではなく、加工した後に加圧注入処理することが大切であり、また、現場で切断した場合は露出部を薬剤で処理することが耐久性の確保に極めて重要です¹⁾。

1) 桃原郁夫：木材保存、42、132-137 (2016)

第10話

屋根瓦に生えている、これは一体何？

古い屋根瓦にコケの固まりのようなものが生えていることを目にされたことがあると思います(写真10-1)。これは一体何なのでしょう。実は葉状地衣類のウメノキゴケ科に属するキクバゴケ類で、コケという名前が付いていますがわれわれが一般的に目にするコケ(苔)とは異なる生き物です¹⁾。



写真10-1 屋根瓦の表面で生育するキクバゴケ類の仲間

では、あまり馴染みのない地衣類とは一体どういうものなのでしょうか。地衣類は菌類の仲間です。必ず藻類と共生しているという特徴を持っています。地衣類の構造を作っているのは菌類ですが、菌類は光合成ができないので、内部に共生している藻類から栄養となる光合成産物を得て生活しています。特に、ウメノキゴケに代表される薄い膜状の葉状地衣類は、菌糸からなる上下の皮層が藻類層を挟む構造になっていて、下皮層から根に似た組織が出

て対象物に固着します。地衣類の色は灰色、黄緑色、橙色など、様々です。

地衣類は、明瞭な茎と葉を持つコケ類とは形態的にも構造も異なっていますが、両者とも光合成生物であり、生育環境も共通しています。そんなところから地衣類の多くには〇〇ゴケという和名が付けられています。しかし、地衣類は菌類、特に子囊菌であることが多いことから、分類学的にはカビに近いとも言えます。

桜や梅の木にも地衣類が生育しているのをよく目にします。写真10-2は桜の幹に付着した地衣類の一種のウメノキゴケです。ウメノキゴケの成長速度は遅く、対象物が動くと付着できません。梅や桜の枝や樹皮に大量のウメノキゴケがついているのは、樹木の成長が遅れたり弱ったりしていることを示します。しかし、地衣類は樹幹から栄養を摂るわけではなく、樹木を弱らせることはありません²⁾。



写真10-2 桜の幹に生育しているウメノキゴケ

この地衣類ですが、乾燥した基材のわずかな水分を利用して生育するなど、他の植物が生育できないような厳しい環境に進出できる一方、大気汚染や環境の変化には抵抗力が低い種類が多いとも言われています。

地衣類は瓦や木の幹だけでなく、石やコンクリートなど安定した場所ならどこでも生えます。写真10-3は石垣の表面を見たものですが、緑色のコケの下に白っぽくべったりと附着しているのはレプラゴケと称される地衣類の一種と思われま³⁾。

ところで、建造後長時間を経た石垣や石柱、あるいは古い屋根瓦に地衣類が生育している理由ですが、新しい石や瓦に比べて古い材料では表面が滑りにくいことから着生しやすく、また吸水性や保水性も古い方が高いことから成長しやすいのでは、と推定されます。

この地衣類、食用になっているものがあって、イワタケがそうです。また、酸性、アル



写真10-3 石垣の表面に見られたレプラゴケと思われる地衣類（白い層）

カリ性を見分ける実験で使用するリトマス試験紙は、リトマスゴケという名前の地衣類の化学成分を利用して作られるということです。

- 1) 浜田信夫：奇妙なカビ：地衣類、環境管理技術、37、105-112 (2019)
- 2) 山中勝次（京都菌類研究所）：私信
- 3) 浜田信夫：私信

第11話

変色と汚染

われわれと同じように木材も日焼けを起こします。この日射による木材の変色ですが、大まかに述べますと、元々薄い色の木は濃くなり、濃い色の木は色が薄くなります。これは、“やけ”と“あせ”とも表現できます。木材は紫外線領域の短波長側の光をよく吸収しますが、“やけ”では吸収された紫外光が木材成分の光化学反応を引き起こし、フェノール性の着色物質が生成することが原因と考えられています。一方の“あせ”では、むしろ波長の長い可視光が木材成分のキノン構造をつくり出し、これが分解しやすいことに起因するのではないかと推定されています¹⁾。

光による変色はどんな樹種であっても起こり得ますが、変色の進む速さが樹種によって異なることは経験的に広く知られています。

例えば、ヒノキやブナなどといった通常の木材に比べると、マホガニーなどは一定時間の光照射によって最も変色しやすい木材と言えます。

では、光変色を防ぐにはどうすれば良いでしょうか。変色を引き起こす紫外光を吸収する物質で表面を覆うのが良いと簡単には言えません。紫外線吸収剤には色々のものが開発されていますが、理想的には400nm以下の波長の光を吸収し、可視光をほとんど吸収しないのが良いことになります。木材への適用法としては材面上に塗膜を作り、紫外光の少ない光だけを通すという方法になります。

ところで、太陽光に暴露された木材では、文頭に掲げた光変色に続いて木材の主要成分であるリグニンの分解が生じます(コラム「木

材保存」第5話)。分解された成分の多くは水に溶けやすく、雨水により容易に木材表面から流れ出ます。その結果、表面層は褐色のリグニンが消失し、白色のセルロースに富んで退色し灰色化してきます。雨の多いわが国では、その後、カビなどが付着して斑点状の黒色のシミが発生し、これが進行して最終的には樹種に関係なく暗灰色化します。カビが生えやすいのは、セルロースの光分解によって生成した糖類が栄養になっているためと考えられます。

その結果、外装に使用された木材は、日射による影響やカビなどの生物的作用を複合的に受けることになります。写真11-1は小屋根の付いたスギの板壁ですが、無塗装で施工後5年余り経過した状態です。上部から下部に向けて、黄変→退色→黒カビ汚染(乾燥)→黒カビ汚染(湿潤)→緑藻類汚染→地面からの跳ね返り汚染、が発生しています²⁾。



写真11-1 無塗装の板壁に発生した複合汚染
—矢田茂樹氏提供—

一方、乾燥しやすい環境ではカビの生育は抑えられ、きれいなシルバーグレイの表層を呈していることがあります(写真11-2)。米国などでは住宅の外壁にベイスギなどの針葉

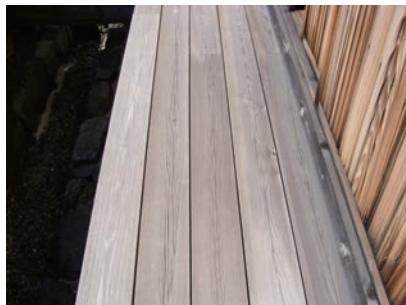


写真11-2 シルバーグレイに変色した濡れ縁

樹材が塗装をせずに用いられ、長期間の暴露によって灰色化した状況が好まれる傾向があります。これには雨量が少なく、カビや藻類の汚染が発生しにくいという要因もはたらいっていると思われます。

写真11-3をご覧ください。木製の扉に打たれた釘から垂れたように黒沁みが発生している様子が見えます。これは、釘の鉄イオンと木材中のタンニンやフェノール性成分とが化学反応を起こし、黒色の錯化合物がつくられたためと考えられます。鉄と木材が乾燥した状態で接触しても汚染は生じませんが、鉄がイオン化して水に溶解し、木材のフェノール成分と反応する時に汚染が生じると言われています。



写真11-3 扉板の釘から発生した鉄汚染

同じように鉄に接触しても木材の種類によって汚染の発生状況は異なることが経験されていて、ミズナラは汚染の出やすい樹種の一つです。また、雨のように外から水分が供給さ

れる場合だけでなく、未乾燥材のように木材そのものの含水率が高い場合でも汚染が生じると報告されています。

外壁のように雨のかかる木材の釘まわりの汚染を防ぐには、真ちゅう、ステンレス、カラーネイルなどの釘を用い、やむを得ず鉄釘を使用する時は打ち込み後すぐに浸透性の塗料などを釘打ち部に塗っておくと良いとされています。また、鉄汚染による呈色は一般に青黒く、時間の経過とともに除去が難しくなります。一旦着色した汚染はシュウ酸の水溶液で除去し、第一リン酸ナトリウムの水溶液で処理する方法が提案されています¹⁾。

さて、写真11-4は伐採されて林地に放置されていたヒノキの幹です。周囲の辺材部（コラム「木材保存」第1話）が鮮やかな緑色を呈しています。本来、この部分は白いはずで



写真11-4 伐倒して放置されたヒノキ丸太に発生した変色菌

すので伐採後に変色したのです。これは辺材部に侵入して繁殖した菌類によるもので、広く辺材変色菌と呼ばれています。その代表である青変菌による辺材汚染はマツ類に発生することが多く、マツクイムシによって枯損したアカマツやクロマツの辺材部は大抵の場合青黒く変色しています。青色は菌類そのものの色だけでなく、菌類が生成する物質によっても発生すると言われています。

一方、製材したての材を積んでおくと短期間で赤や黒の斑点が材面に生じることがあります。これはカビの繁殖によるもので、温度や水分などの条件が整えば容易に発生します。伐採した丸太を水中に貯木することがありますが、これは木材と酸素を遮断してカビの発生を抑える効果があります。

上に述べました辺材変色菌は辺材内部に侵入しますが、カビは材内部には入らず表面だけに繁殖します。また、辺材変色菌もカビも木材中のデンプンなどを栄養とし、セルロースやリグニンという主要成分を分解するわけではありませんので、それらの繁殖によって木材の強度が低下することはありません。

- 1) 峯村伸哉：木材利用の化学（今村博之ほか編）、共立出版、1983
- 2) 矢田茂樹：木材保存、42、127-131（2016）