

持続可能で循環型生産方法でつくられる 卓越した耐久性能と寸法安定性能を持つ 次世代型高機能木材「アコヤ」

Hal Stebbins ● Accsys Technologies PLC

池上智重 ● 池上産業(株)

はじめに

木材は、内包エネルギーが低く、成長過程で光合成により大気中の炭素を吸収し、持続可能で生分解できる唯一の建築材料である。木材製品をより長期間使うことは、より多くの炭素を隔離固定することであり、木材を長期間屋外で利用するためには、木材の耐久性能を高めることが重要である。

熱帯多雨林には耐久性能の高い樹種があるが、それらは生物多様性に貴重な資源である。一方、広く繁殖する成長の早い樹種は高い耐久性能を持っているわけではない。成長の早い樹種の木材に、薬剤を注入するCCAやACQ処理などで木材の耐久性能は高められるが、薬剤の環境への流出、防腐処理木材の使用後の破棄方法についての課題など、常に環境への問題が懸念されていた。

薬剤注入処理と異なる方法として、木材修飾という方法がある。これは、木材の性質を分子レベルで化学的に変える方法で、安全で多くの優れた利点がある。

その木材修飾の代表格である木材のアセチル化処理は、極めて高い防腐性能、優れた寸法安定性能、高い耐紫外線性能を同時に木材に与える方法と知られ、腐りやすく、従来価値の低いとされた樹種も、アセチル化処理されることで、新たに優れた性能を持つ価値の高い建築材料に変えることができる。

アセチル化木材は、屋外家具、ドア・窓、デッキ、土木インフラ資材、

その他多様な過酷な湿度変化温度変化のある屋外環境での用途に、大きな可能性を秘めているといえる。

アクシス・テクノロジーズ社とは

アクシス・テクノロジーズ社は木材学と化学を融合した先端技術開発を行い、無害な方法により高い耐久性能と寸法安定性能を兼ね備えたアセチル化木材（商品ブランド名「アコヤ」）を、世界で唯一製品化に成功した。同社（www.accoya.com）は、英・ロンドン、蘭・アーネム、米・ダラスに拠点を置き、日本では池上産業(株)（www.ikegami.net）が代理店である。アセチル化処理木材「アコヤ」は、すでに多くの性能認定や認証を取得している。また、MBDC社が提唱する、安全で持続可能でゴミという概念そのものがない循環型生産社会を目指すことを基本理念にした「ゆりかごからゆりかごへ」国際環境認証制度で、現在唯一、屋外用木材としてゴールド認定を取得している（2010年10月現在）。

技術概要

【木材の性質】

木材は、本来、自然に数々の生分解プロセスを経て、二酸化炭素と水に還元する。しかし木材は、腐ることも時として大きな欠点といえる。適度な温度と湿度のもとでは、腐朽菌が木材組織を食源として繁殖し、木材を朽ちらせてしまう。また、木材は環境湿度変化による形状変化も欠点である。高湿度環境下では大気中の水分を細胞壁内に吸収し細胞壁は膨張する。低湿度環境では、細胞

壁は水分を放出し収縮する。この湿度変化による膨張収縮の繰り返しは、材割れを発生させ木材を強度的に劣化させる。また、紫外線によって劣化された木材の表面は、塗装の寿命を短縮する大きな原因のひとつでもある。

【木材のアセチル化処理】

木材のアセチル化処理は、世界各地で75年以上にわたり研究されてきた。木材をアセチル化処理することで得られる有用な特性についての認識が深まり膨大な検証が蓄積されてきたが、アセチル化処理木材の実用化は長年困難だった。

アクシス・テクノロジーズ社は独自の研究開発により、傘下のタイタンウッド社オランダ工場で2007年以降、世界で唯一、アセチル化処理木材の生産し実用化に成功し、現在では、同社のアセチル化木材「アコヤ」を、欧州はもとより、北米、アジアの各地へと輸出している。

木材修飾は、木材の性質を分子レベルで変えると先に述べたが、アセチル化処理の場合、木材組織内に存在する活性な水酸基を、アセチル基に分子レベルで化学的に置換する。木材組織内の水酸基という官能基は親水性が高く、大気中から吸収された水分と結合したり分離したりする性質がある。この水酸基を、疎水性のアセチル基に置き換えることで、木材が膨張収縮を繰り返すことを飛躍的に抑制することができ、また、親水性を失った木材組織は、腐朽菌や害虫の食源となりえず、際立った

耐腐朽菌性能と防蟻性能が得られる(図1)。

【無水酢酸によるアセチル化処理】

アセチル基は、元々、微量ながら木材組織内に存在し、酸素、水素、炭素から構成される。アセチル化処理は、木材に元々含まれていない物質は加えない方法である。木材組織内の水酸基の量を減らしアセチル基の量を増やし、木材の芯まで化学構造を変えるアセチル化処理は、高い耐久性能を持つ建築材料をつくる方法といえる。対照的に、油、アンモニア、重金属などを木材に注入する従来の防腐薬剤注入処理方法は、その効果は木材の表層近くの耐朽性能向上だけに止まる場合もあり、また木材の寸法安定性を向上させる効果も期待されない。

水酸基をアセチル基に置換させるために、無水酢酸を木材と反応させる。アセチル化反応後は、未反応の

余剰な無水酢酸は取り除かれリサイクルされる。また、反応過程で副産物として酢酸が生成されるが、この酢酸は無水酢酸を精製する主原料としてリサイクルされ、無水酢酸を使用するアセチル化処理の工程は循環する。

【耐久性能】

ヨーロッパEU規格EN350-2では、アコヤは最も耐久性能の高いクラス1性能の認定を取得している(図2)。耐久性能は規格により定められた実験環境下に一定期間暴露された後、試験体の重量の減少率で評価されるが、アコヤは耐久性能試験の前後で重量の変化がほとんどまったくなく、腐朽菌に対して優れた耐久性能があることが検証されている。現在、日本でも認定に向けてJIS K1571耐久性能試験が京都大学および森林総合研究所で行われ、良好な試験結果が得られている。

【ニュージーランドでの5年間に及ぶ耐久性フィールドテスト】

ニュージーランドのScion研究所での耐久性能比較試験(図3)では、アコヤはCCA注入処理木材や高い耐朽性能を持つ樹種より、優れた耐久性能を5年の年月を経たあとも維持することが実証されている。さらに長い期間のフィールドテストもあり、写①は試験的に水路の土留め用の矢板として、実際に10年間使用したアセチル化処理されたポプラ材の板と無処理のポプラ材の板の比較である。アセチル化処理された矢板は、表面には藻が生えてはいるが、内部は良好な状態である。一方、処理されていない矢板は、形状そのものが変化するほど腐朽している。

【害虫および防蟻性能】

耐久性能の一つに、防蟻性能がある。日本でも白蟻被害の多い地域が

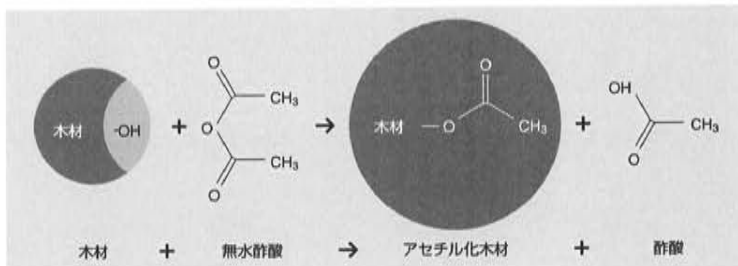
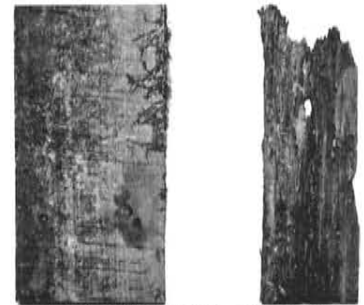


図1 アセチル化木材の化学反応式



①アセチル化処理木材(左)、無処理木材(右)

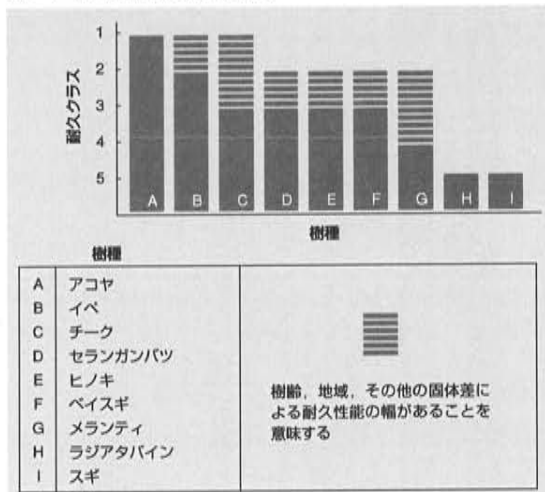


図2 耐久性能比較

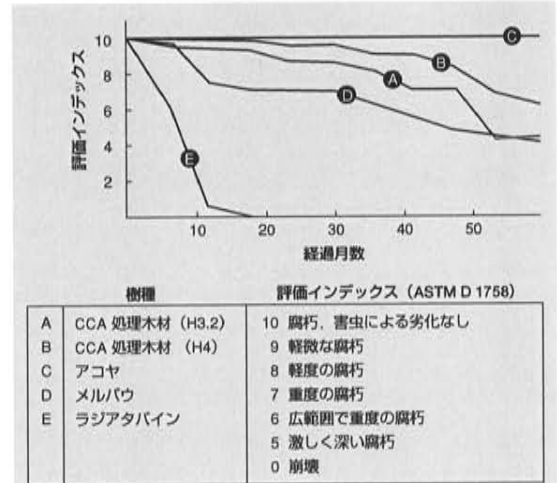


図3 腐朽/害虫劣化

多々あり、JIS規格にも防蟻性能試験が定義されているが、アコヤは世界各地で、その防蟻性能に関しても評価されている(写②)。

【寸法安定性能】

アセチル化処理は、木材の膨張収縮を70～80%抑えることができ、木材以外の建築材料と比較しても、アコヤは優れた寸法安定性能を持ち、従来木材が使用できなかった用途にも積極的に使用されることが想定される(図4)。

【塗装重要】

塗装する基材の寸法安定性能は、塗装の寿命に大きな影響を及ぼす。アコヤは湿度変化による膨張収縮が極めて少なく、また、紫外線に対する耐久性も高く、塗膜下の木質組織の劣化が軽微で、塗膜の密着性を長期間維持することができ、アコヤは通常の3～4倍長く塗装を持たせ、大幅なメンテナンス費用の削減が期待できる。また、日焼けも軽微で、明るい色や透明色の塗装をした場合も、長くその美観を保つことができる(写③)。

【強度特性】

他の木材保存方法や木材修飾方法と比べて、アセチル化処理による木材の強度低下は少ないといえる。ア

セチル化処理後、一般的にヤング係数は若干高くなり、曲げ強度は幾分か低下することが検証されており、構造用途、例えば大型木橋の大断面集成材の製造などにも、アコヤは使用されている。なお、アセチル化処理により、木材の表面硬度(Janka値)は、板の表面は40～50%、木口面は80%程度高くなるがわっている。

【他の性質】

切削、接着、研磨などに関するその他の性質、また難燃および不燃処理についても、各分野の代表的企業と共同で検証作業を進め、耐火性能認定関係も、欧米ではすでに行われている。これらの共同検証作業により、アコヤは他の一般的な木材と同様に加工ができることが確認されている。一方、検証されたアコヤの優れた性能をもとに、アコヤが使用される製品に対しての保証内容を拡大する企業が増えてきている。

木材のアセチル化処理の利点のひとつは、どの程度の量の水酸基がアセチル基に置き換えられたかを化学

的に解析でき、与えられた耐久性能は科学的に検証することができることである。アクシス・テクノロジーズ社はこれらの検証の積み重ねから、地上で50年間、地中および淡水中で25年間のアコヤの耐朽性能を保証している。

アコヤの使用例

最後に、各分野でアコヤが使用されている事例を紹介する。

【建具関係】

ドアや木製サッシ業界は、早い時期からアコヤを受入れ使用している。メンテナンス費用や取替え費用を考慮すると、アコヤの優れた性能は費用対効果の面でも高く評価されている。写④は、最近オランダでオープンした著名なクラブハウスである。この建物は、DOG Architectenが設計、Houtindustrie Van de Witte社がアコヤを使用し、サッシ、ドア、ルーバーを製作している。

【外壁サイディング】

公共建造物やオフィスビルに木製の外壁サイディングを使用することで、木材は既存の建築材料であるに

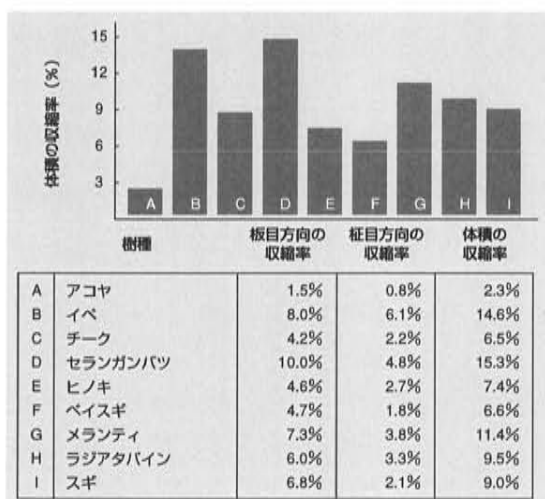
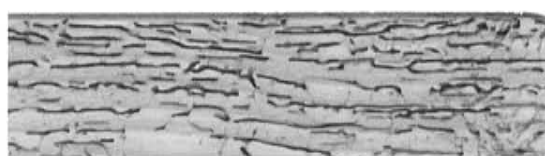
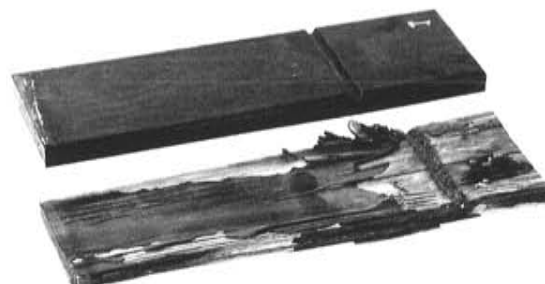


図4 寸法安定性能比較



●防蟻試験：アコヤ(上)、未処理材(下)



●塗装耐久性試験：9.5年経過後、アコヤ(上)、未処理材(下)

もかかわらず新鮮な表現を建築物に与えることができる。写⑥は、外壁にアコヤを使用したMartin van der Meerが設計したオランダにある消防署である。

【デッキ】

今年開催された上海万博では、会場を流れる川の兩岸につくられた各棧橋のデッキに採用された。毎日約3万人の人たちが、それぞれの棧橋のアコヤ製デッキの上を往来した(写⑥⑦)。

【その他の構造物】

蘭・スネーク市で建設された高速道路に架かるスパン32mの木造の陸橋は、現在までにアコヤが使用された最も重要なプロジェクトである。Achterbosch Architectuur社が設計、Schaffizel Holzindustrie社が建設し、2009年春に開通した(写⑧)。耐用年数を80年として設計され、80年間のメンテナンス費用、温室効果ガス排出量などに関し、他の材料を使用した場合との総合的な比較検証が行われ、アコヤの優れた特性と優位性が認められ採用された。現在、同様の陸橋が建設中で2011年春に開通する予定である。

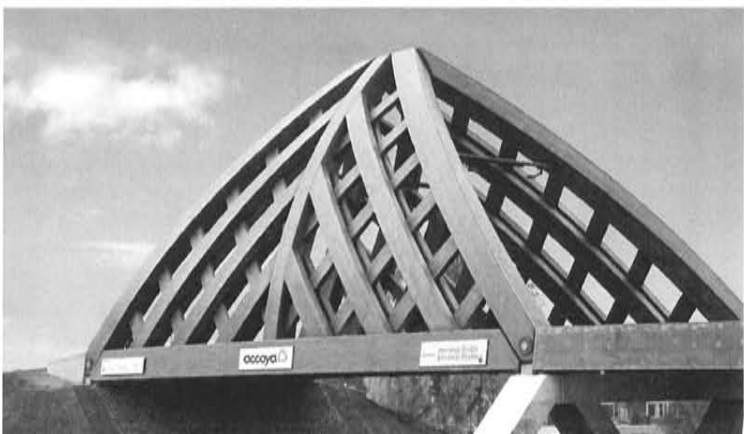
(ハル・ステピンス、
いけがみ ともしげ)



⑥ゴルフ場クラブハウス(蘭・Naarden市)



⑧消防署(蘭・Wesepe市)



⑧木製陸橋(蘭・スネーク市)



⑥上海万博の棧橋デッキ



⑦上海万博の棧橋デッキ