

屋外における木材の利用

—カラマツ林業研究会での発表を紙上に再現しました—

長野県林業総合センター 吉野 安里

1 はじめに

あなたの身近な場所には木材が使われていますか？特に屋外ではどうですか？あらためて見直してみると、木造住宅、商業スペースのデッキ、公園の遊具や遊歩道などであったりするわけです。木材は、天然由来の材料であり、適度な弾力性と温かな触感、そのうえ入手も加工も容易です。こうした点が、憩いの場や景観を大切に作る場所にふさわしい材料として、意識され（あるいは無意識に）木材が選ばれているのかもしれない。

木材は腐るといわれます。しかし、それは使い方によって長持ちさせることもできます。

2 木材の屋外利用と耐久性

木材の劣化の原因とその対策です。1) 耐候性：太陽光と降水によって、木材は表面から分解されて侵食を受けます。対策としては塗装を行うのが一般的です。日本の気候は、夏は強い日差しに加え、雨の量も多いので耐候性の維持はなかなか大変です。2) 耐腐朽性：シロアリやキノコなどの生物によって、木材は食害されたり腐朽したりします。対策として防腐処理を行ったり、耐腐朽性の高い樹種を使う方法があります【スライド2】。

3 高耐久性樹種 【スライド3、4】

樹種によっては、木材（心材）中に忌避成分を大量に含有しているものがあります。生まれながらの「防腐処理木材」といったところでしょうか。商業施設のデッキにイペやボンゴシなどの南米産



【スライド1】

木材の屋外利用と耐久性

劣化の原因	対策（課題点）
紫外線劣化 太陽光・水・酸素	耐候性を高める ・高耐候性塗装 ・設計上のくふう
生物劣化 昆虫類：シロアリなど 菌 類：木材腐朽菌	耐腐朽性を高める ・防腐処理 ・高耐久性樹種 ・設計上のくふう
(火 災)	メンテナンス ・診断技術 ・部材ごとの耐用年数 ⇒防腐処理にメリハリをもたせる。

【スライド2】

材がよく使われています。国産材では、ヒバやクリなどに耐久性あることが昔から知られており、古い民家の土台などに見ることができます。一般にどの樹種も、辺材は耐久性をもたないものとして扱っています。耐久性はあるのに耐蟻性には劣る樹種（ベイスギ）もあるのは興味深いですね。高耐久性樹種といっても万能ではありません。

表-1 心材の樹種別耐腐朽性の比較

心材の耐腐朽性	野外耐用性	日本材	北米材、北洋材	南洋材
極大	9年以上			ボンゴシ(アゾベ)、ドゥーシェ、イペ
大	7~8年	ヒノキ、ヒバ、クリ、ケヤキ	ベイヒ、レッドウッド、ベイスギ、ベイヒバ	マホガニー、チーク、ジャラ、ピンカド
中	5~6年	カラマツ、スギ、ナラ、カシ類	ベイマツ、シベリアカラマツ	クルイン、アンバス、カポール、カポフィルム
小	3~4年	マツ類、モミ、マカンバ、ブナ、コナラ	ベイツガ、サザンパイン、ソフトメープル	アビトン、タウン、レッドラワン、ナトー、ユーカリ
極小	1~2年	エゾマツ、トドマツ、キリ	ベイモミ、スプルース、ラジアタマツ	アガチス、ラミン、アルストニア、ジェルトン

* 野外耐用性は土に接する部分で、土と接しなければこの値の2倍程度の耐用性があると考えられる。
 出典：(財)日本住宅・木材技術センター 「大規模木造建築物の保守管理マニュアル」p.211(1997)

【スライド3】

表 各種木材の耐蟻性(特記のない場合は心材)

耐蟻性	日本材	外国材
大	ヒバ、ビャクシン、コウヤマキ、イヌマキ、カヤ、スダジイ、イスノキ、タブノキ	ベニヒ、タイワンスギペリコブシ、クルイン、アゾベ、マンソニア、ブビンガ、ドクシェ、イロコ、コチベ、マコレモバング、タウソ、ターミナリア、チーク、モンキーボット、タクキャン、メラワン、ローズウッド、ニオベ、シタン
中	ヒノキ、スギ、ツガ、カラマツ、クスノキ、イタヤカエデ、カツラ、ケヤキ、ブナ、トチノキ、イチイガシ、アカガシ	ベイヒ、フラミレ、レッドメランチ、イエローメランチ、ナトー、カメレン、クイラ、ラミンゴ、ブラックウォールナット、シルバービーチ、ブラックビーン
小	熱帯産材を除くすべての辺材	ベイスギ、ベイツガ、ベイマツ、ラジアタマツ、シベリアカラマツ、オーク、アラカシ、マホガニー、バルサ、ロブナ、ホワイトラワン、アスベン、リンバ、メックラン、クリエチア、ラミン、オベチエ、サベリ、チアマ、アジナ、エリマ、マンガシロ、グオ、ゼブラ、ヒッコリー

出典：(財)日本住宅・木材技術センター 「大規模木造建築物の保守管理マニュアル」p.222(1997)
 (同マニュアルから日本材と外国材に区分)

【スライド4】

過大な期待は禁物で、なるべく雨水が溜らないような、地面から離すような使い方が大切です。

4 防腐処理

防腐処理薬剤の効力は、断面が3センチのスギ辺材杭に薬剤を含浸させ、それを土壤に挿して何年で腐朽したかという方法で判定します【スライド5】。

クレオソート油は、かつては電柱や枕木の防腐処理に広く使われていました。においがきつい、しみだしてくるなどの短所があります。右の表中のクレオソート油吸収量 503kg/m³ というのは本当に限界まで注入したのですが、そこまで注入しなくても 20 年近くは防腐効力があります。現在では、枕木や木製の橋梁など特に信頼性が要求される場所の防腐処理に使われています。

今から 10 年くらい前では CCA が盛んに使われていました。CCA はクロム、銅、ヒ素の英名頭文字に相当します。写真【スライド6】は CCA を注入処理した野外テーブルとベンチです。地面に埋設する方法でありながら5年経過してもまったく無傷でした。この場所のわずか数メートル先にはシロアリが生息していました。CCA は木材成分と化学的に結合するので、専門工場で適切な養生をすれば、ほとんど水に溶脱しないのですが、廃棄のこともあり、今では CCA の注入処理は行われなくなりました。

近年では、より「環境にやさしい」薬剤に移行してきました。ただし「腐朽菌にもやさしい」ことを意味します。CCA に代わって ACQ、AAC という防腐薬剤などが使われてきています。

5 治山丸太筋工の木製構造物の劣化

防腐処理をしない（ほとんどしない）場合の何年くらい耐久性があるのでしょうか？治山丸太筋工の調査をする機会がありました。現場は上伊那地方の 13 箇所、施工後 2 年から 19 年経過した場所です【スライド7】。

この調査の目的は、丸太が何年の耐久性があって、その間に植生が回復しているか（あるいは逆に、植生が回復するまでの間、丸太構造物が保たれているか）という点を明らかにすることです。

ここでその一部を紹介しますが、丸太の横柵の地際部の腐朽状況に注目しました。腐朽調査にはピロディンを使いました。この道具は、ちょうど

表 野外における耐用年数
スギ 辺材杭(3×3×60cm)(八王子市)

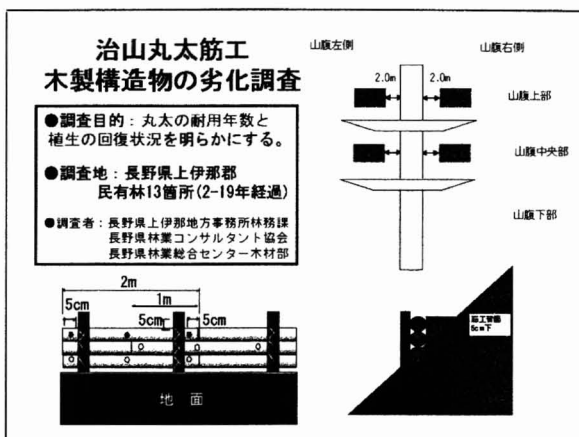
薬剤	平均吸収量 (kg/m ³)	耐用年数	薬剤	平均吸収量 (kg/m ³)	耐用年数
クレオソート油	503	36年以上	ナフテン 酸銅(NCU)	銅として4.5	17年以上
"	52	19年	ナフテン 酸亜鉛(NZn)	亜鉛として5.6	17年以上
"	27	17年	フェノール 樹脂 30%	144	20年
CCA(JIS K1554 Type1)	12	31年以上	" 20%	77	17年
"	2.2	18年	" 10%	49	15年
CCA(JIS K1554 Type2)	10.9	27年	DDAC (AAC)	17	7年以上
"	1.8	13年	ACQ	6.1	7年以上
			無処理	-	3年

(森林総合研究所、林業試験場整備: 木材工業ハンドブックにその後のデータを追加)

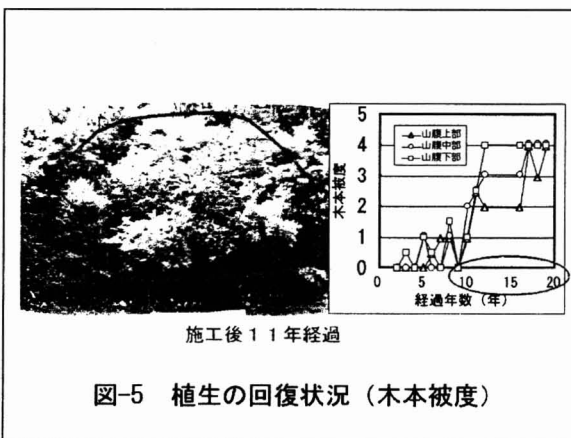
【スライド5】



【スライド6】



【スライド7】



【スライド8】

一定の力で「せんまいとおし」を丸太に突き刺すような仕組みで、何ミリまでめり込むかによって丸太の腐朽による欠損を測るというものです。

なおこの調査は、上伊那地方事務所林務課、林業コンサルタント協会と共同で実施しました。

植生の回復状況ですが、木本被度であらわしています。おおむね 10 年経過すると、植生は回復されていました【スライド 8】。

一方、ピロディンの貫入値ですが、値が大きいとそれだけ丸太の腐朽が進んでいます。ピロディンは 40mm までしか計測できませんが、年数が経過するにつれて腐朽している丸太が増えていることがわかります。おおむね 10 年の植生回復までは、丸太はなんとか保っていることがわかります【スライド 9】。

6 高耐久性設計

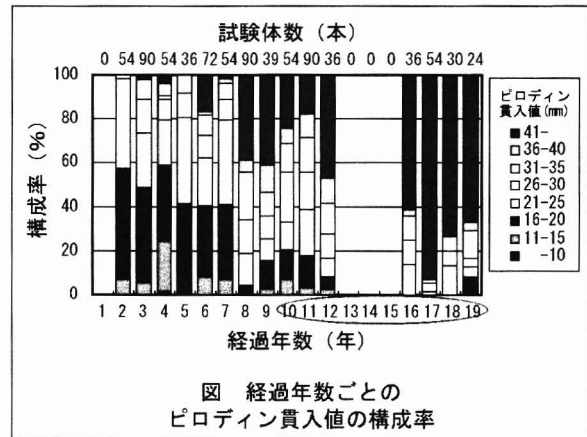
耐久性を高める上で、設計上の工夫とても重要なことです。簡単に言うといかに水はけをよくするかということですが、これは多くの事例から学ぶことができます。

ここではひさしに注目してみましょう。ある建物の例です【スライド 10】。なかなかおしゃれな建物で、ひさしのないデザインです。しかし雨じまいがよくなくて雨漏りしました。樋はあるのですが、雨は外壁をつたっていきます。外壁はパネルで構成されていて雨が部屋の内部にまで浸透してしまいました。

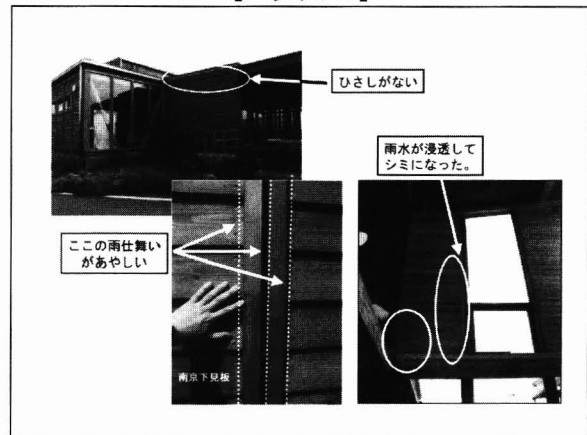
木製の外壁とトタン屋根との隙間は樹脂で防水してあるのですが、外の湿度の変化によって外壁は伸縮します。結果として、この部分からも雨水の浸入を許してしまいました【スライド 11】。また梁の一部を外部にあらわしにしています。装飾的なものでしょうが、天端を覆ったほうがよいと思います。この梁と柱のとりあいの部分の雨仕舞いがよくなく、柱を雨がつたっていきます。この建物は、濃い茶色であったために、雨による汚染はそんなに目立っていませんでした。

別な例です。この建物の妻側にひさしがありません【スライド 12 左】。そのために雨が構造材に直接つわっています。アーチ型の構造材と基礎との連結には、金物を使用されているのですが、この部分に雨水が集まる結果となっていました。

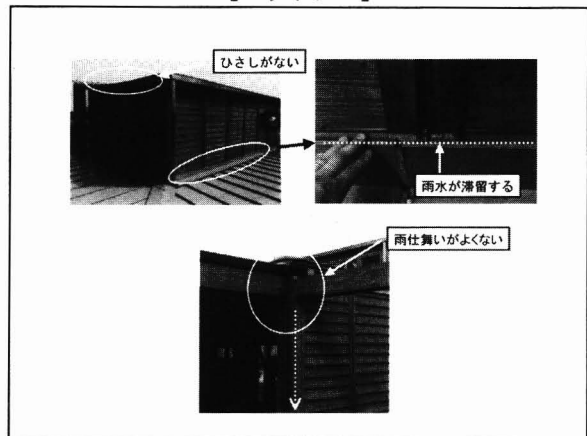
軒先の直下は雨水がしたり落ちるために、そ



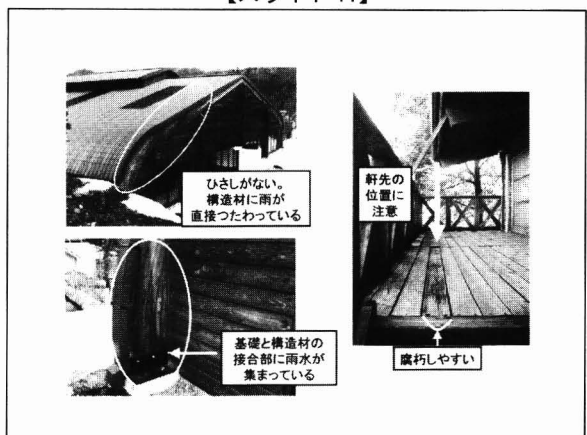
【スライド 9】



【スライド 10】



【スライド 11】



【スライド 12】

の部分にデッキ部材があると腐朽しやすくなります【同右】。軒先のわずかな位置関係で、建物の耐久性に影響することがわかります。

ここであげた事例は設計者、施工者、発注者を非難する目的ではなく、高耐久性設計の上で参考にする趣旨で紹介しました。

耐久性の点から工夫されている例を紹介します。東京アクアラインのデッキの手すり面です【スライド 13】。曲線になっていて水はけもよさそうです。松本ナワテ通りの手すりです。U字型の金物を使い、部材には孔をあけていません。部材の交換が容易である点も好感が持てます。

最近の木橋には、高耐久性を意識した設計を採用しています【スライド 14】。「丸山沢橋」(箕輪町)では欄干の天端に傾斜をもたせたり支柱にはキャップをかぶせるなどの雨仕舞いの工夫があります。支柱のとりつけ金物も下に排水の孔があります。この部分の金物は、支柱を覆ってしまうような構造が多いのですが、この例では水がなるべく滞留しないように工夫されています。完全な防水は難しいので、むしろ水はけをよくした例です。木曽のかけはし(上松町)の場合【スライド 15】は、床板はクレオソート油による防腐処理がされていました。欄干の支柱の頂部にはキャップをかぶせ、根本は銅版で被覆されています。

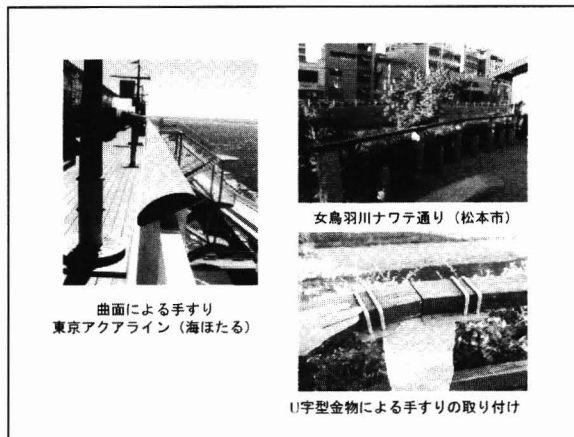
7 まとめ

1) 強力な薬剤・化学的処理に依存しなくなりつつあります。住宅には「環境にやさしい」処理を、水源に近い場所では防腐処理を避ける、人命に関わる橋梁ではしっかり防腐処理をするなど、防腐処理にメリハリをつける考え方が定着してきました。

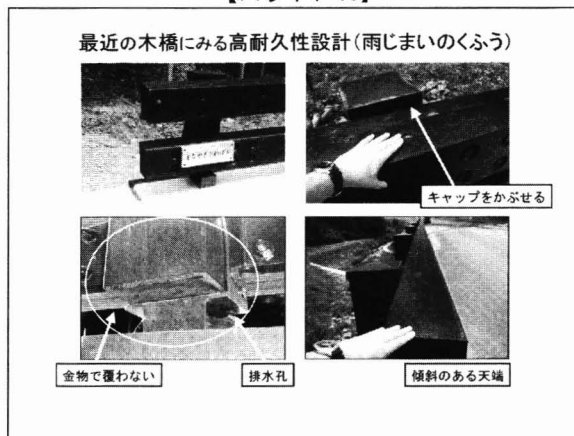
2) 高耐久性の樹種も上手に使うことも、薬剤の依存を減らす上で有効です。ただし万能ではないので、過大な期待は禁物です。

3) 高耐久性設計は、従来あまり重視されていなかったような気がします。しかし、設計上の工夫で耐久性を向上できる余地はあると思います。過去の事例から多くのこと学ぶ点があります。

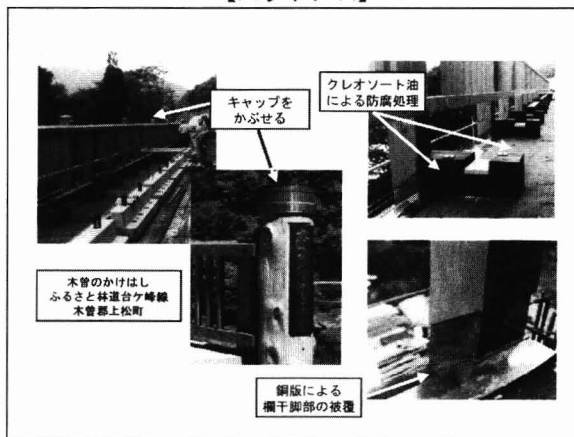
4) メンテナンスのための診断技術がまだ確立されていません。また、耐用年数を求めるためにはさらに多くのデータを集める必要があります。



【スライド 13】



【スライド 14】



【スライド 15】

「木材の屋外利用と耐久性」まとめ

対策(課題点)

耐候性を高める

- 高耐候性塗装
- 設計上のくふう

耐腐朽性を高める

- 防腐処理
- 高耐久性樹種
- 設計上のくふう

メンテナンス

- 診断技術
- 部材の耐用年数 → 防腐処理
- メリハリをとりこめる

強力な薬剤や化学処理は使われなくなりつつある。処理にメリハリをつける。

多くの事例から学ぶ点あり。

上手に使う。過大な期待は禁物

まだ決め手がない。複数の方法の併用と経験が必要。経験をマニュアル化

多くのデータを収集し定期的なメンテナンスに活用

【スライド 16】