

木材は野外で何年くらい使用できるか

防腐処理の効果は？

奥村 真由己

はじめに

木材を素材のまま野外で使用すると、日光や風雨による干割れ、風化などの劣化や微生物による腐朽が起こります。特に土壌に接している部分では、酸素（空気）、水分、温度という腐朽が起こる3条件がそろいやすくなります。

木材の野外での耐用年数は、環境の影響を大きく受けて変化しますが、多くの樹種を用いた野外杭試験の結果¹⁾によると、耐朽性が最大級の樹種で9年以上ですが、多くの樹種では5～6年以内であると報告されています。このため、木材を野外で長期間使用する場合は、何らかの防腐処理が必要となります。

防腐処理木材の耐用年数は、処理方法（加圧注入処理か塗布などの表面処理）や使用する防腐剤などにより大きく異なります。その中で高い防腐性能が期待できるのは、防腐剤を内部まで浸透させた加圧注入処理木材です。一方、塗布などの表面処理では薬剤の浸透深さが不十分で処理量も少ないため、加圧注入処理よりも防腐性能は劣ります。しかし、処理作業が簡単で現場施工が可能なため、遊具や木柵などの屋外施設や外構部材などの処理に利用されることもあります。

では、これらの防腐処理によって、どの程度の耐用年数が得られるのでしょうか。これに答えるのはやさしいことではありません。それは、同じ処理方法でも樹種により薬剤の吸収量や浸透深さが異なるからです。また、木材自体が天然材料なので、同じ樹種でも材質は均一ではないからです。さらに、劣化には土壌、気候などの環境要因が大きく影響を及ぼすと考えられます。

防腐性能を実験的に評価するには二通りの方法があります。一つは小試験片による室内試験で、もう一つは、防腐処理材の野外での被害状況を調査する野外試験です。前者はJISなどに定められ、試験期間も3か月程度ですが、実際の耐用年数との関係がはっきりしないという弱点があります。後者は結果が出るま

で何年もかかりますが、最も実地的な評価方法として各地で行われています。

ここでは、林産試験場で行った塗布処理丸太の野外試験結果を中心に、防腐処理丸太の耐用年数についてまとめました。

耐用年数をどうやって求めるか

野外試験にはトドマツ、カラマツの丸太を用いました。丸太の寸法は径20～24cm（以下、径B）と径10～14cm（以下、径S）の2種類で、長さは径B、Sともに200cmとしました。丸太は皮をはいで乾燥した後、防腐剤を2回塗布しました。塗布に用いたのは、表面処理用の有機化合物系防腐剤4種、クレオソート油、ナフテン酸銅です。クレオソート油は原液のまま、他はそれぞれに適した溶媒^{ようばい}で希釈して使用しました。また、比較のためにCCAの加圧注入処理を行いました。

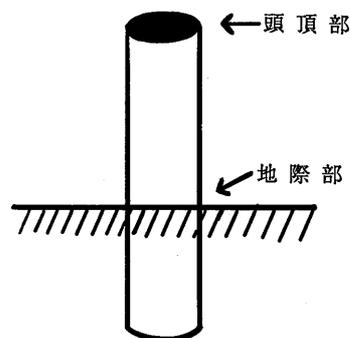


図1 丸太の設置方法

表1 被害度の評価基準

被害度	観察状態
0	健全
1	部分的に軽度の虫害または腐朽
2	全面的に軽度の虫害または腐朽
3	2の状態のうえに部分的にはげしい虫害または腐朽
4	全面的にはげしい虫害または腐朽
5	虫害または腐朽により形がくずれる

防腐処理した丸太は、1984年に林産試験場の暴露試験地に、地中深さが80cm程度になるように埋設しました。

腐朽による被害状況は、丸太の頭頂部と地際部について目視で評価しました(図1)。丸太の被害程度の評価方法は、表1に示す森林総合研究所の基準²⁾に沿ったものです。得られた被害度を各条件ごとに平均して平均被害度を求め、その値が2.5に達した年数を耐用年数としました。

防腐処理すると耐用年数は？

- 林産試験場での野外試験結果 -

防腐処理していない丸太の平均被害度の経年変化を図2に示しました。埋設翌年から腐朽が観察され、2年目から被害度が急上昇しています。地際部の耐用年数はトドマツ径Bは4年、径Sは2年、カラマツは径B、Sともに3年でした。径Sのトドマツ、カラマツはともに8年ですべて倒壊しましたが、径Bは倒壊には至っていません。これは、径Bは太いので残存強度が大きいためであると考えられます。

頭頂部では、日光や雨などによる劣化が起きていますが、カラマツ径B以外の丸太は平均被害度2.5以下でした。一般に地際部の方が頭頂部よりも腐朽が早いので、地際部の耐用年数が材の耐用年数とされています。

各防腐処理丸太の耐用年数を表2に示しました。全

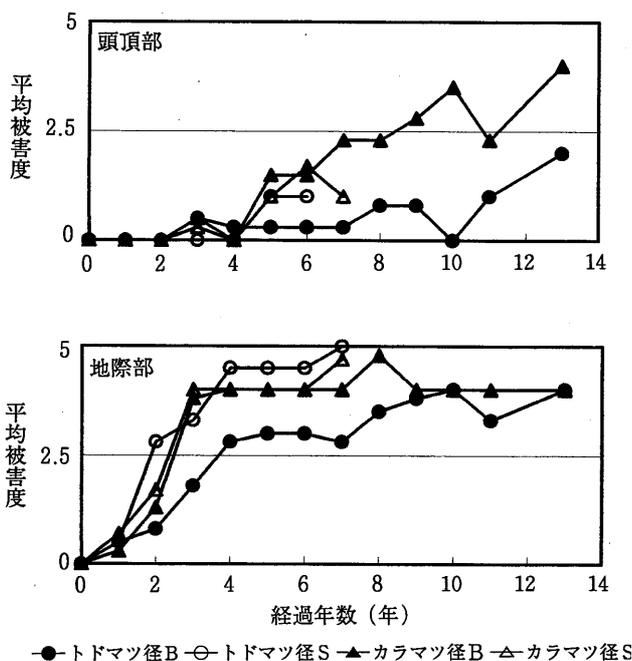


図2 無処理丸太の平均被害度

体に、トドマツの方がカラマツよりも耐用年数は1~2年長くなりました。有機化合物系の防腐剤で処理した丸太の耐用年数は5~8年程度でした。クレオソート油処理丸太の耐用年数は、トドマツでは13年以上、カラマツでは10年程度でした。ナフテン酸銅処理丸太は13年以上でした。塗布処理した丸太では径Bと径Sで耐用年数の差はほとんどありませんでした。しかし、無処理丸太と同様に径Sでは倒壊するものが多く見られました。

野外での耐用年数の目安を10年とすると、ナフテン酸銅とクレオソート油での塗布処理が一定の基準を満たしているものと考えられます。しかし、塗布処理材では被害のバラツキが大きく、平均被害度が2.5以下であっても、個別には被害度3~4のものも見られました。塗布処理では表面だけしか薬剤が浸透していないため、割れなどによって腐朽菌が木材内部に入り込むと、急速に腐朽が進むものと考えられます。

なお、比較のためCCAを加圧注入処理した丸太は、13年経過時点で腐朽による劣化はほとんど認められませんでした。今後も十分に使用に耐え得ると思われま

全国各地の野外試験結果

私たちと同じような手法で行われた森林総合研究所

表2 防腐処理丸太の野外耐用年数(林産試験場)

防腐剤	処理	耐用年数(年)	
		トドマツ	カラマツ
無処理	-	2~4	3
TBP	塗布	5~7	4~5
ベルサイダー	塗布	7~8	5~8
TBTO	塗布	8	5~9
OMP	塗布	5~6	5~8
クレオソート油	塗布	*	10
ナフテン酸銅	塗布	*	*
CCA	加圧注入	*	*

*13年以上。

表3 防腐処理丸太の野外耐用年数(森林総合研究所)³⁾

防腐剤	処理	吸収量(kg/m ²)	耐用年数(年)
無処理	-	-	2~4
クレオソート油	加圧注入	219	18以上
	塗布	18	7
ナフテン酸銅	塗布	15	10

*丸太の長さ100cm, 中央径8~9cm。
*供試材としてスギを用いた。

と山梨における野外試験結果³⁻⁴⁾をそれぞれ表3, 4に示しました。

表3の供試材はスギ丸太です。クレオソート油を加圧注入した丸太の耐用年数は18年以上、クレオソート油とナフテン酸銅を塗布処理した丸太の耐用年数はそれぞれ7年, 10年でした。

表4は、スギ、ヒノキ、カラマツ丸太の耐用年数を比較したものです。無処理丸太の耐用年数は樹種によらず同程度で、径4~8cmでは2~3年、径9~12cmでは4~6年でした。防腐処理をすると、いずれの場合も耐用年数は長くなりますが、カラマツはスギ、ヒノキよりも効果が小さくなっています。これは、カラマツの注入性が良くないためと考えられます。CCAやクレオソート油を加圧注入処理した丸太では、カラマツの1.2m材以外は耐用年数7年以上で、ここでも高い耐朽性を示しました。焼き丸太の耐用年数は無処理丸太より短く、すべての樹種で1年以内でした。

CCAに替わる新薬剤の防腐性能は？

加圧注入処理用の防腐剤はCCAから新薬剤へと急速に移行しつつあります。新薬剤とは、アルキルアン

モニウム化合物(AAC)、銅・アルキルアンモニウム化合物(ACQ)、銅・ホウ酸・アゾール化合物(CuBAz)などで、いずれも毒性が低く、環境に対する負荷が小さいという特徴を持っています。これらの新薬剤についてはまだ長期の野外試験データは少なく、その防腐性能は主に室内試験によって評価されているのが現状です。

各メーカーが発表している新薬剤で加圧注入処理した材の野外杭試験結果⁵⁻⁷⁾を整理すると、表5のようになります。試験年数が短く耐用年数を決めるには至っていませんが、処理材は無処理材よりも高い耐朽性を示しています。

また、森林総合研究所における加圧注入処理材の野外杭試験結果⁸⁾を表6に示しました。AACの主成分であるDDAC(ジデシルジメチルアンモニウムクロライド)や、ACQの主成分の一つであるBKC(塩化ベンザルコニウム)で処理された木材は地中部の腐朽が早く9年で耐用年数に達していますが、地上部や地際部は14年経過時点でもほぼ健全とされています。また、ACQ処理材は8年経過時点でもまだ健全であるという結果でした。

表4 防腐処理丸太の野外耐用年数(山梨県森林総合研究所)⁴⁾

防 腐 剤	処 理	耐 用 年 数 (年)					
		スギ		ヒノキ		カラマツ	
		1.2m	3 m	1.2m	3 m	1.2m	3 m
無処理	—	2~3	5	2	4~6	2	4
クレオソート油(市販品)	塗布	3~4	—	2~3	—	2	—
クレオソート油(JIS)	塗布	*	—	7	—	3	—
〃	浸漬	*	*	*	*	3	6
〃	加圧注入	*	*	*	*	7	*
焼き丸太	—	1以内	—	1以内	—	1以内	—
TBTTP	加圧注入	6	—	*	—	4	—
CCA	加圧注入	*	*	*	*	5	*

*: 7年以上。
長さ1.2m: 径4~8cm 長さ3m: 径9~12cm。

表5 新薬剤加圧注入処理材の野外杭試験結果⁵⁻⁷⁾

防 腐 剤	供 試 材	吸 収 量 (kg/m ³)	試 験 年 数	観 察 結 果	無処理材 耐用年数
AAC	スギ 3×3×60cm	*	5年目	被害度1未満	2~4
ACQ	スギ 3×3×60cm	7	10年目	5年目で軽微な腐朽 腐朽なし	2~3
		9	10年目		
CuBAz	ラジアータマツ 1×0.5×14cm	10	2年目	被害度1未満	16か月

*: 不明

防腐処理された木材の耐用年数をまとめると

各地で行われた野外試験の結果から、防腐処理材の野外接地状態での耐用年数は次のように推測できます。

- ・無処理材は2～4年程度。
- ・クレオソート油とCCAの加圧注入処理材は18年以上。ナフテン酸金属塩はそれに準ずる程度。
- ・有機化合物系防腐剤の塗布処理材は5～8年程度。クレオソート油とナフテン酸銅の塗布処理材は10年程度。
- ・新薬剤の加圧注入処理材は10年以上。

以上の結果はあくまでも参考値で、過酷な環境条件や物理的に負荷がかかる状態におかれた場合は、劣化が予想以上に進行する場合があります。期待する耐用年数を得るためには、材の使用状況をよく考えて処理方法を選択することが求められます。

参考資料

- 1) 松岡昭四郎ほか4名：林業試験場試験報告，第329号，73-106（1984）。
- 2) 雨宮昭二：林業試験場試験報告，第150号，143-156（1963）。
- 3) 鈴木憲太郎ほか3名：林業試験場試験報告，第315号，105-112（1981）。
- 4) 名取 潤：木材保存，21巻1号，16-22（1995）。
- 5) 上田 洋，白石徹治，園部宝積：木材保存，15巻1号，18-25（1989）。

表6 野外抗試験結果（森林総合研究所）⁸⁾

防腐剤	樹種	吸収量 (kg/m ³)	耐用年数 (年)
無処理	スギ	—	3
	ブナ		1
クレオソート油	スギ	493	*
	ブナ	522	*
CCA-1号	スギ	12.8	*
	ブナ	12.7	*
CCA-2号	スギ	14.0	*
	ブナ	12.7	*
ナフテン酸銅	スギ	4.5	*
	ブナ	3.5	14(地中)
ナフテン酸亜鉛	スギ	5.6	*
	ブナ	3.9	6(地中)
DDAC	ラジアータマツ	9.3	9(地中)
BKC	ラジアータマツ	9.5	9(地中)
ACQ	ラジアータマツ	6.1	8年以上

*18年以上。

- 6) 雪竹靖弘ほか3名：木材保存，20巻2号，28-30（1994）。
- 7) 長野行紘ほか4名：木材保存，第22巻2号，10-23（1996）。
- 8) 鈴木憲太郎ほか3名：第46回日本木材学会大会研究発表要旨集，457（1996）。

（林産試験場 耐久性能科）