

シリーズ

化学加工で木材の需要拡大を図ろう

(2) 木材の防腐処理

山陽木材防腐株式会社中央研究所

主任研究員 石田英生



はじめに

木材が材料として使われるとき、微生物による被害、いわゆる「腐る」欠点が大きな問題となります。したがって、木材を腐りやすい環境で使う場合、我が国では古来よりヒノキやヒバのような腐りにくい樹種を選定してきました。しかし、最近のように良材の入手が困難になってくると、耐朽性のない樹種を腐りにくい加工、すなわち防腐処理を施して使いこなしていかなければなりません。また、最近よくいわれるように、地球上の森林資源の将来が問題になってくると、木材を防腐処理して上手に使っていくことが資源保護の面からもますます重要となってきます。

木材の防腐処理は、我が国においては明治時代になって本格的に行われるようになりましたが、ごく最近（昭和30年代）まではその対象は電柱・枕木といった屋外で使用する木材が主流でした。しかし、最近では特に住宅の耐久性が重要視されるに伴い、その主流は住宅用木材に移ってきました。ここでは、このような状況下での我が国における最近の木材防腐技術の現状について述べます。

木材の防腐処理方法

木材の防腐処理方法を分類すると図1のとおり

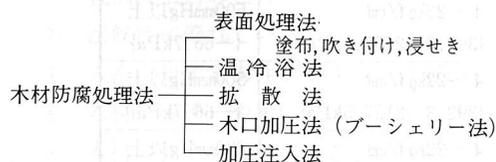


図1 木材の防腐処理方法

です。このうち、拡散法、木口加圧法および温冷浴法は、最近ではほとんど行われなくなっているため詳細な説明は省くことにします。

1. 表面処理法

表面処理法は薬剤を用いて木材の表面だけを処理する方法であり、一般に期待する耐用年数はあまり長くありません。したがって、屋内のように比較的条件のおだやかな所で使用する木材に適用することが望まれます。表面処理法として通常用いられる方法は塗布、吹き付けおよび浸せき処理法です。塗布法は刷毛を用いて手軽に行えるので、建築現場で土台などを処理するのに用いられます。規定の薬剤量を保持するためには1回の塗布では無理があり、2回以上の塗布が必要です。

吹き付けによる方法は塗布法に比べ効率が良く、土台の継ぎ手のように入り組んだ箇所でも有効に処理できる利点があります。ただし、噴霧器などの器具を必要とするので、しるあり防除業者のような専門家が行うのに適しています。

浸せき処理は通常は建築現場では行われず、製材工場などに浸せき槽を設置して行われます。浸せきの時間が長くなるほど薬剤の付着量は多くなるが、一般的には1~5分程度の時間浸せきされます。この方法は木材の表面全面を容易に、かつ大量に処理ができる利点があります。

いずれの方法も、薬剤を規定量以上に付着させ、ムラの無いように処理することが大切です。

2. 加圧注入法

加圧注入法は、写真1に示すような注薬缶を用いて、木材の内部まで薬剤を含浸させる方法で、

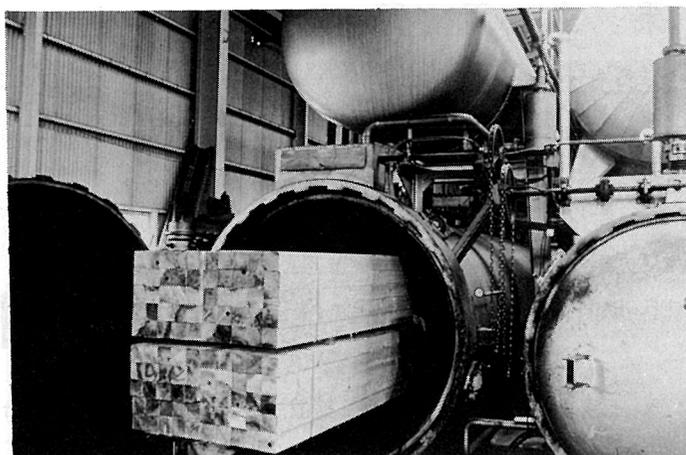


写真1 注 薬 缶

現在のところ防腐効果の面から最も信頼できる方法です。その方法の基準はJIS A 9002に規定されていますが、かなりの設備を要するので専門工場で行わなければなりません。加圧注入法の一般的な工程は図2のとおりです。また、加圧注入法は表1に示す3つの方法に分類されます。

加圧注入で防腐処理した木材の耐用年数を左右する要因は薬剤の効力もさることながら、木材中での薬剤の分布（浸潤度）および薬剤量（吸収量）が重要です。薬剤の浸潤度および吸収量は、辺心材の別、樹種、処理前の含水率およびインサイジングの有無などによって左右されます。

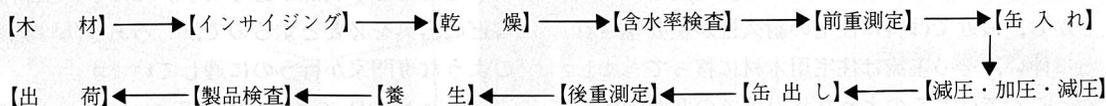


図2 加圧注入処理の工程

表1 加圧注入法の種類 (JIS A 9002による)

種 類	空 気 圧 入	前 排 気	加 圧	後 排 気
第一方法 (ベセル法)	—	500mmHg以上 {-66.7kPa}	4 ~ 22kg f/cm ² {392.3~2157.5kPa}	500mmHg以上 {-66.7kPa}
第二方法 (ローリー法)	—	—	4 ~ 22kg f/cm ² {392.3~2157.5kPa}	500mmHg以上 {-66.7kPa}
第三方法 (リユベイング法)	1.0kg f/cm ² 以上 {98.1kPa}	—	4 ~ 22kg f/cm ² {392.3~2157.5kPa}	600mmHg以上 {-80.0kPa}

1) 辺心材の別および樹種

ほとんどの樹種において辺材は薬剤の浸透が容易ですが、心材は樹種によって異なります。心材の樹種による薬剤の浸透性の難易について表2に示します。

2) 処理前の含水率

処理前の含水率を整えることは加圧注入処理を行う場合に最も注意しなければならない要因です。通常、含水率が低いほど注入性が良くなるが、水溶性薬剤の場合には乾燥しすぎると浸透が遅くなることがあります。一般に注入に適

した含水率は、水溶性薬剤では50%以下、油性および油溶性薬剤では40%以下とされています。

3) インサイジング

インサイジングは木材の表面に深さ10mm程度の数多くの傷をつけて薬剤の浸透を助ける方法であり、製材のJASに採用されています。その効果は写真2に示すように顕著なものがあります。インサイジングの刃の数は、多くなればなるほど薬剤の浸透の効果は良くなりますが、多すぎると強度の低下が起きます。通常は3000~5000/m²の刃数が用いられます。なお強度の低下は、製材のJASで10%以内と規定されています。

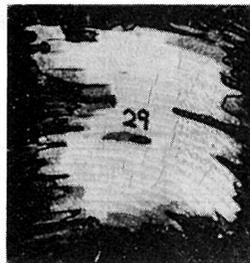
表2 心材の浸透性の区分

浸透性の区分	日本材	南洋材	その他(北米材等)
容易	ひば、いたやかえで、えのき、しで類、ちしゃのき、つばき、とねりこ、はんのき、みずき	アピトン、クルイン、ケンパス、ジェルトン、バクチカン、パラゴムノキ、ホワイトメランチ、ホワイトラワン、ラミン	ポンデロサパイン、レッドウッド、エルム、バーチ、バルサ、ブラックガム、レッドオーク
やや容易	あかまつ、くろまつ、すぎ、つが、ひめこまつ、もみ、あさだ、かし類、しおじ、はるにれ、まかんば、ゆずりは	イエローメランチ、エリマ、カナリウム、ターミナリヤ、マヤビス	ジャックパイン、ベイツガ、ベイマツ(コースト)、ホワイトパイン、イエローバーチ、オーク、コットンウッド、シュガーメープル、チェストナット
困難	えぞまつ、とうひ、とどまつ、ひのき、いすのき、くるみ、こじい、だけかんば、ねむのき、ぶな、みずめ、やまざくら	カプール、カメレレ、チェンガル、チーク、バラウ、マラス	シトカスプルス、ノーブルファー、ホワイトファー、ロジポールパイン
極めて困難	からまつ、かしわ、かつら、きはだ、くすのき、くぬぎ、くり、こなら、せん、せんだん、たぶのき、みずなら	アルモン、イピール、セラガンバツ、ダークレッドメランチ、タンギール、メルサワ、レッドメランチ、レッドラワン	ベイスギ、ベイマツ(マウンテン)、ジャラ、ホワイトオーク、マホガニー、レッドガム

(農林水産省林業試験場編 木材工業ハンドブック抜粋)



インサイジングなし



インサイジングあり

写真2 インサイジングの効果(ベイツガ)

木材防腐剤

木材防腐剤として要求される性能は次のとおりです。

- ① 殺菌殺虫力の強大なこと。
- ② 耐候性に優れていること。
- ③ 人畜に対する毒性ができるだけ低いこと。
- ④ 木材に浸透しやすいこと。
- ⑤ 木材の強度を減じないこと。
- ⑥ 悪臭のないこと。

- ⑦ 接触する金属を腐食させないこと。
- ⑧ 木材を汚染しないこと。
- ⑨ 処理材の接着性や塗布性を減じないこと。
- ⑩ 吸湿性のないこと。
- ⑪ 火災を起こす危険のないこと。
- ⑫ 安価で、供給量が豊富で、取り扱い簡単で簡便なこと。
- ⑬ 処理材を加工するさいに、器具を害することのないこと。

現在国内で実用に供されている木材防腐剤を分類すると図3のとおりになります。このうちの主なものについてその概要を述べます。

1. クレオソート油

クレオソート油は最も古くから使用されている防腐剤であり、コールタールを蒸留して造られるもので、フェノール、クレゾールおよびナフタリンなど200以上の成分を含んでいます。その効力は非常に優れており、現在でも枕木や電柱の一部の防腐に加圧注入用として用いられるほか、建築現場で塗布用としても広く用いられています。ク

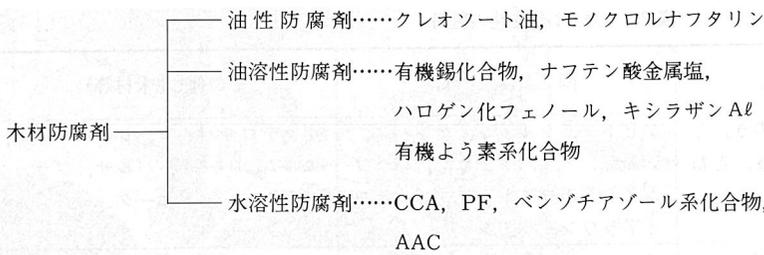


図3 木材防腐剤の分類

レオソート油の品質はJIS K 2439で規定されていますが、塗布用として一般に市販されているものには、廃油などを混入しているため規格に適合せず、ほとんど効力のないものもあるので注意を要します。

2. CCA

CCAは、現在加圧注入用として世界中で最も広く用いられている防腐剤であり、防腐効力だけでなく防蟻効力にも優れています。我が国で用いられるCCAは1号、2号および3号の3種類があり、その品質はJIS K 1554で表3に示すとおり規定されています。CCAの最も大きな特

表3 CCAの組成 (JIS K 1554-1985)

種 類		1 号	2 号	3 号
有効成分の 配合比	クロム化合物 (CrO ₃ として) %	59 ~ 69	33 ~ 38	45 ~ 51
	銅化合物 (CuOとして) %	16 ~ 21	18 ~ 22	17 ~ 21
	ひ素化合物 (As ₂ O ₅ として) %	15 ~ 20	42 ~ 48	30 ~ 38
有効成分 a) の濃度	%	20以上で かつ、表示 濃度以上	65以上で かつ、表示 濃度以上	50以上で かつ、表示 濃度以上
製品の状態		液 状	ペースト状	液状又は ペースト状
水不溶解分	%	1 以下		
pH 値		1.6 ~ 2.8		

注 a) 有効成分とはクロム化合物(CrO₃として)、銅化合物(CuOとして)およびひ素化合物(As₂O₅として)の合計をいう。

長は薬剤が水溶性でありながら木材の中に入ると化学反応を起こして水に溶けない化合物になって定着することにあります。CCA処理木材は耐候性、耐久性および安全性に優れているといった特長を有していますが、これらはいずれもこの

優れた定着性に起因しています。この定着に要する期間は通常注入後3週間程度とされ、定着が進むと外観的には注入直後の黄橙色から緑色への変化となって現れます。

CCAの各成分のうち、クロム化合物は主として定着に、銅化合物は主として防腐効力に、ひ素化合物は主として防蟻効力に関与しているとされています。

3. PF

PFはJIS K 1550でその品質が規定されており、フェノール類とふっ素化合物を有効成分として含有し、その他種類によってひ素化合物、

クロム化合物またはアンチモン化合物を含む防腐剤です。PFは一時電柱などに加圧注入用の防腐剤として多用されましたが、定着が完全ではなく、接地する部分での耐久性が十分でないことから、近年になってCCAに取って替わられ、その使用量は激減しています。

4. その他

その他、ナフテン酸金属塩や有機すず化合物などが主として表面処理用として使用されています。また、有機よう素のような新しい薬剤も開発されてきています。一般に油

溶性のものは一部を除いて主として表面処理用として使用され、水溶性のものは加圧注入用として使用されることが多いようです。

防腐処理木材の耐用年数

木材は腐る環境で使用されるのでなければ非常に耐用年数が長いことはよく知られていますが、現実には使用条件によっては、腐りにくい環境を保持することは困難なことが多いのです。また、その環境によって木材の耐用年数は異なってくるので、一律に耐用年数を明示することは難しいといえます。一般的に防腐処理木材の耐用年数を求める方法としては野外杭試験が用いられますが、この試験で求められた各種の防腐処理木材の耐用年数を表4に示します。野外杭試験は、野外で地中に試験杭を埋設するといった、最も腐りやすい条件で試験するものであり、野外で接地して使用する電柱などに相当します。一般の建築材料の場合には、これよりはるかに環境はおだやかです。したがって、このような材料として使用する場合の耐用年数は、野外杭試験で求められた耐用年数

表4 防腐処理木材の野外杭試験による耐朽性区分 (スギ辺材)

区分	防腐剤名/処理法 (耐用年数)
I (25年以上)	クレオソート油/加圧処理
	クレオソート油+重油/加圧処理
	クレオソート油+コールタール/加圧処理
	CCA系1.2%/加圧処理
II (15~17年)	TBTO/加圧処理
	硫酸銅/加圧処理
III (12~14年)	PF1種1号/加圧処理
	PF2種/加圧処理
	PF2種/拡散
IV (9~11年)	ナフテン酸銅/塗布
V (8年以下)	ほう素化合物/加圧処理 (8年以下)
	ほう素化合物/拡散 (8年以下)
	クレオソート油/3回塗布 (7年以上)
	クレオソート油/1回塗布 (6年)
	PF系2%/1回塗布 (5年)
	無処理 (2年)

(農林水産省林業試験場)

よりも長くなります。一例として米国で指針として出されている用途別の防腐処理木材の耐用年数を表5に示します。

表5 米国における防腐処理材の耐用年数

製品名	防腐剤名	吸収量 kg/m ²	耐用年数 年
電柱	クレオソート油	144	35
	CCA	9.6	50
農業用柱	クレオソート油	144	35
	CCA	9.6	50
支柱	クレオソート油	96	25
	CCA	6.4	35
住宅フェンス	CCA	6.4	35
ガードレール 柱・標識柱	クレオソート油	172	30
	CCA	9.6	30
海中杭	クレオソート油	320	20
	CCA	40	30
造園用材 デッキ材	CCA	6.4	30
コンテナ 函材	CCA	4	
船体、甲板	CCA	9.6	
護岸、棧橋	クレオソート油	400	20
	CCA	40	30
橋、踏板	クレオソート油	192	35
	CCA	9.6	35
坑道用 まくら木	クレオソート油	160	30
	CCA	6.4	30
基礎杭	クレオソート油	192	50以上
	CCA	12.8	50以上
まくら木	クレオソート油	128	35
腕木	クレオソート油	128	40
	CCA	6.4	40
工場用木レンガ	クレオソート油	128	50以上
冷却塔用材	CCA	6.4	20

表5 つづき

農業用材	CCA	8	30
住宅用基礎材	CCA	9.6	50以上
プール用材			
運動場遊具	CCA	6.4	30
道路防音壁	CCA	9.6	35
住宅用製材	CCA	4	50以上
合板			
農業用構造物	クレオソート油	128	50
製材, 合板	CCA	4	50

文献：米国農務省 1980 Technical bulletin No. 1658-1
「ペンタクロルフェノール、無機ヒ素化合物、クレオソート油の生物学的、経済学的分析」より

防腐処理木材の用途
および生産量

現在我が国で防腐処理木材として実績のある用途を表6に示しますが、当面ここ数年は建築材料が中心となると思われる。

防腐処理木材の生産量は、我が国の統計としては加圧注入処理業者の団体である日本木材防腐工業組合でまとめられているものしかありませんが、最近の加圧式防腐処理木材の生産量の推移を図4に示

します。表7には諸外国との生産量の比較を示しますが、これによると我が国の生産量がいかに少ないかが分かります。特に米国などでは、地下室部材やガードレールなど現在我が国では使用されていない用途でも使用されており、したがってその生産量も多いのです。

我が国では一般に、木材は腐るから耐久性がないといった意識が強く、適切な防腐処理を施して使用すれば、鉄やコンクリートに負けない耐久性を与えることができることを認識している人は少ないようです。この意識の違いと、防腐処理木材

に対する信頼性の違いが、諸外国との防腐処理木材の使用実績の差となって現れていると思われます。木材防腐の有用性を啓もうするための業界の一層のPRと、安定した品質の製品を市場に供給し、防腐処理木材に対する信頼性を高めることが必要です。

木材防腐の将来に向けて

今後、木材防腐業界の将来がどのようなかを予測することは難しいが、防腐処理木材の普及を進め、業界の発展を図るためには次の条件が必要になると考えられます。

- ① 防腐処理木材製品に対する消費者の信頼性を高めること。

表6 防腐処理木材の用途

分類		用途
建築材	屋内用	土台, 大引, 根太, 床板, 外壁回りの柱, 間柱筋かい, 胴縁, 壁下地板(合板), たる木, 屋根下地板(合板), 浴室軸組材, 浴室床組材, 台所火掛部分, 地下室用材 etc.
	屋外用	バルコニー, テラス, 物干台, ぬれ縁, フェンス, デッキ材 etc.
土木用材		枕木, 踏切板, 電柱, 坑木, 道路用防風壁, 基礎杭, 橋梁, 港湾岸壁用材 etc.
公園用材		樹木支柱, 案内版, 遊具, 木レンガ, ベンチ etc.
農業・牧畜・園芸用材		ビニールハウス, 花壇枠, 牧柵 etc.
その他		梱包用材, コンテナ用材, 冷却塔用材 etc.

表7 加圧防腐処理木材生産量の比較

国名	全生産量 (1,000m ³)	人口千人あたり生産量(m ³)	統計年度
日本	367	3.2	1985
アメリカ	9,939	45.8	1979
オーストラリア	402	26.0	1981
ニュージーランド	862	287.3	1978
南アフリカ	560	21.9	1982
スウェーデン	452	54.7	1982
ベルギー	206	20.9	1979
オランダ	160	11.2	1983
スペイン	346	9.1	1980

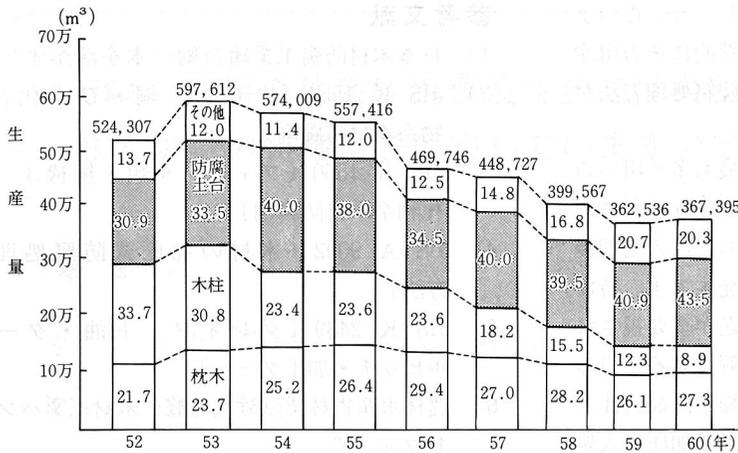


図4 我が国の加圧式防腐処理木材生産量の推移

ように、社会環境はますます公害の防止や、環境汚染の防止を重視するようになってきています。このようなことから、業界各社でも最近になって低毒性防腐剤の開発が進められ、加圧注入用としてベンゾチアゾール系化合物やAAC（アルキルアンモニウム化合物）といった新しい薬剤が実用化されてきました。

木材防腐剤は必然的に殺菌および殺虫といった

生物を殺すか、生長を抑制する性能を有していなければなりません。このような性能を持つ化学物質は、本来的に人体に対して無害であることは難しいのです。また、木材防腐剤は要求される効力の持続期間が一般の農薬に比べてはるかに長く、このことは環境汚染防止の面から、早期分解性が要求されることと矛盾します。このように、木材防腐剤として使用できる化合物の選択の幅は非常に狭く、安全性の高い防腐剤の開発は難しい環境となってきています。したがって、今後は新しい化合物の研究よりも、新しい剤形を工夫することによって、これらの矛盾を解決する方向に研究が進んでいくものと思われます。

一方このような環境の中で、現在広く用いられているCCAはクロム、銅およびび素といった通常では有毒な重金属を使用していながら、その優れた定着性ゆえに処理木材の安全性が高いものです。これを将来ともに安全に使用していくためには、防腐処理工場での公害防止管理の一層の徹底と、最近問題化してきたCCA処理廃材の処分方法の早期確立が望まれます。

3. 用途の多様化

防腐処理木材の用途は、電柱・枕木といったものから住宅用へと移ってきていることは先述したとおりです。また、今後は公園資材やエクステリ

② 安全性の高い薬剤が開発されること。

③ 用途の多様化に対応できること。

以下これに対し、現在業界でどのような対応がされているのかについて述べます。

1. 品質の安定

現状の市場に流通している防腐処理木材製品は、残念ながら必ずしも均一な高品質のものばかりとはいえません。防腐処理木材の防腐品質の良否は、消費者にとって容易に判別できるものではなく、不良品によるトラブルの発生も、使用後5～10年経過して早期腐朽などの発生により初めて発見できるものです。したがって、ユーザーとしても品質で商品を選択することが少なく、価格が優先する傾向があります。

防腐処理木材の評価は、長期間の使用実績によって初めてなされるといった現実から、メーカーとしての姿勢が一層重要となり、業界全体が、より良い製品を市場に供給していくための体制を作ることが必要です。このような観点から、現在関連規格、認定制度および長期保証制度の整備が進められています。

2. 低毒性防腐剤の開発

昨年、しるあり防除薬剤や防虫剤として広く用いられてきたクロルデンが規制され、また、近い将来有機すず化合物の規制が予想されるといった

アとしての需要も増加してくるでしょう。このように用途が多様化してくると、必然的にその用途に最も適した防腐処理薬剤および防腐処理方法が要求されてきます。

例えば、現在加圧注入用として最も多く用いられているCCAは、水溶性であるがために宿命的な問題をかかえています。すなわち、注入処理後の乾燥に伴う寸法の収縮や狂いの発生です。特に工業化住宅の普及により、この問題が重要視されるようになってきました。これを解決する手段の一つとして、気乾状態近くまで乾燥し、最終仕上げり寸法に調整した後、油溶性薬剤で加圧注入処理する方法があります。油溶性薬剤による加圧注入処理は、溶剤の価格が高いことから、注入処理コストが高くなる欠点があります。これを解決するためにセロン法およびダウ法といった注入後、溶剤を回収する方法が考えられました。この技術を応用した方法は我が国でもすでに一部のメーカーで実用化されています。また、加圧注入ほどの浸潤度は望めませんが、表面より2～3mm程度の層を処理する方法としてダブルバキューム法があり、この方法は主としてヨーロッパで実用化されており、窓枠などの防腐処理に利用されています。

これらの方法を我が国に適するように検討を加え、実用化して各地で処理できるように普及させることが望まれてきています。

このように、今後は加圧注入処理の場合、ほとんどの用途がCCAで行われるといった現状から、使用用途に応じて要求される耐久性、安全性およびその他の性能を考慮した処理薬剤および処理方法の選択が進んでくると考えられ、業界としてもこれに対応できるような体制作りを急がなければなりません。

参考文献

- 1) 日本木材防腐工業組合編：“木を活かす”
- 2) JIS K 1554〔クロム・銅・ひ素化合物系木材防腐剤〕
- 3) JIS K 1550〔フェノール類・無機ふっ化物系木材防腐剤〕
- 4) JIS A 9002〔木材の加圧式防腐処理方法〕
- 5) JIS K 2439〔クレオソート油・タールピッチ・加工タール〕
- 6) 農林水産省林業試験場監修：“木材工業ハンドブック”
- 7) (社)日本木材保存協会編：“木材保存学”
- 8) 建設省住宅局建築指導課監修：“木造建築物等防腐・防蟻・防虫処理技術指針・同解説”
- 9) 製材の日本農林規格
- 10) 高橋旨象：日本木材防腐工業組合創立20周年記念研修会資料

著者略歴 石田 英生 (いしだ ひでお)

山陽木材防腐株式会社中央研究所主任研究員
昭和35年山陽木材防腐株式会社入社，研究室勤務，
広島建材工場製造課長を経て現職

勤務先住所および電話番号

群馬県伊勢崎市長沼町2208

TEL 0270-32-0547

「化学加工で木材の需要拡大を図ろう」は

- | | |
|---------------|-------|
| (1)木造住宅と火災 | (4月号) |
| (2)木材の防腐処理 | (5月号) |
| (3)WPCの性質と利用 | (6月号) |
| (4)木材のガス化と可溶化 | (7月号) |
- の4回連載です。

社団法人 北海道林産技術普及協会では機関誌ウッディエイジ
(B5版)の特集号を頒布していますのでご利用下さい。

価格はいずれも実費 ()内は送料

・特 集 号

カラマツを使ってみませんか	(昭和56年)	25頁	400円 (170円)
The おがこ	(昭昭58年)	26頁	400円 (170円)
窓 (木製サッシの実用例集つき)*	(昭和59年1月号)	35頁	700円 (240円)
木材乾燥	(昭和59年8月号)	43頁	800円 (50円)
木材工業とマイコン*	(昭和59年11月号)	17頁	340円 (170円)
木製軽量トラス*	(昭和59年12月号)	16頁	320円 (170円)
木の良さ再発見	(昭和60年1月号)	22頁	300円 (45円)
今なぜ広葉樹か*	(昭和60年3月号)	22頁	440円 (170円)
カラマツ・セメントボード*	(昭和60年10月号)	43頁	860円 (240円)
単板積層材*	(昭和60年11月号)	30頁	600円 (240円)
キノコ (その1)	(昭和61年3月号)	29頁	500円 (45円)
木材の農畜産業への利用	(昭和61年5月号)	27頁	700円 (45円)
「木の家」百年持たせます	(昭和61年9月号)	23頁	700円 (45円)
キノコ (その2)	(昭和61年11月号)	23頁	600円 (45円)
林産試験場の成果	(昭和62年1月号)	43頁	800円 (50円)

註：品切れの場合はコピーになります。*印はコピー。