

スギ材の耐久性向上に関する研究

各種防腐薬剤のスギ材への注入性の検討と野外効力試験

誌名	愛媛県林業試験場研究報告
ISSN	03892875
著者名	村口,良範 武智,正典 三好,誠治 越智,仁夫
発行元	愛媛県林業試験場
巻/号	20号
巻号補足	
掲載ページ	p. 38-53
発行年月	2000年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



スギ材の耐久性向上に関する研究

— 各種防腐薬剤のスギ材への注入性の検討と野外効力試験 —

村 口 良 範・武 智 正 典^{*1}・三 好 誠 治^{*2}・越 智 仁 夫

Studies to add life to durability of Sugi wood

Investigation on the impregnative performance of different kinds of wood preservatives
into Sugi woods and field exposure test of its efficacy

Yoshinori MURAGUCHI, Masanori TAKECHI^{*1}, Seiji MIYOSHI^{*2} and Kimio OCHI

J I S規格に規定された低毒性防腐薬剤と従来のCCA薬剤及びクレオソート油および木酢液を県産スギ材へ適用し、外構用木材への利用技術を解明するため、スギ材の条件(形状、含水率、品種等)別の注入特性を調査し、さらに野外試験地に設置し被害状況を調査した結果、薬液の加圧処理において、水溶性薬剤は丸太(辺材・心材混在)では容積重と注入量は負の高い相関があったが、心材、辺材それぞれから採取した小角杭では、薬剤の種類によって関係はまちまちで、容積重の調整(乾燥)が注入性向上に有効なものと、そうでないものがあった。また、供試した低毒性薬剤のスギ心材部への注入性はCCA薬剤に比較してよかった。なお、スギの個体間の薬液注入性のバラツキは大きく、品種(系統)による影響は認められなかった。県下2カ所の野外試験地(苗畑)で接地屋外暴露試験を行い、無処理材、木酢液処理材は2~3年で耐用年数を迎えた。そのほかの防腐処理杭では、注入時に未乾燥材に注入処理した杭に、乾燥割れの発生に起因する腐朽が進み、耐用年数が迫っている。4年経過してスギ角杭(辺材の無欠点杭3×3×60cm)に劣化が進んでいる薬剤は接地条件下での外構用部材への適用は困難と考えられる。

キーワード — 注入特性、外構用部材、スギ耐久性、低毒性薬剤、野外杭試験

1. 緒 言

木材の屋外での利用(外構用部材)が増えつつある現状の中で、環境保全への気運の高まりとともに低毒性薬剤の開発と性能評価が進められている。本研究では生産量が増加している本県スギ材を外構用部材として需要拡大するため、耐久性が国産材の中では中位にランク(心材の耐久性区分が中)とされるスギ材に耐久性を付与することを目的として、転換期にある低毒性木材防腐剤を使った耐久性向上の検討を行った。試験はスギ材の条件(形状、含水率、品種等)別に、低毒性防腐薬剤を含む各種防腐薬剤で処理し、各薬剤の注入特性を調査した。さらに、処理した条件別の試験片の一

部を野外試験地に設置し被害状況を調査したので報告する。

なお、本報告の一部は日本木材学会中国・四国支部第8回研究発表会で公表した(村口, 1996)。

なお、本試験の実施に当たり薬剤の提供をいただいた、防腐剤メーカー各社、各位にお礼申し上げます。

2. 供試材料及び試験方法

2.1 角杭(心材・辺材)への注入試験

県産スギの心材、辺材から採取した角材(農林水産省森林総合研究所で行われている防腐処理杭試験の杭の標準仕様に準拠)に各種防腐薬剤を注

* 1 現松山地方局久万出張所林業課

* 2 現農林水産部林業振興課

入し注入特性をみた。

2.1.1 供試材

試験体の形状は県産スギ中丸太の辺材及び心材で採取した2方桁で、気乾含水率まで乾燥したものをカンナ仕上げし、30(R)×30(T)×600(L)mmの直方体とし一端約40mmを削って杭状にしたものを供試した。

なお本数は各薬剤にそれぞれ辺材・心材杭とも20本(久万本場苗畑と津島試験地苗畑に各10本ずつ設置)ずつとした。

2.1.2 供試薬剤

低毒性防腐薬剤として市販されている下記の5種類

アルキルアンモニウム化合物系-1(DDAC40%)

アルキルアンモニウム化合物系-2(DDAC37%)

銅・アルキルアンモニウム化合物系

乳化性ナフテン酸銅系

乳化性ナフテン酸亜鉛系

及び木酢液とし、比較対照の薬剤としてCCA(クロム・銅・砒素化合物系木材防腐剤JIS 9002 2号)及びクレオソート油の合わせて8種類とした。また、水のみ注入も行った。

2.1.3 供試薬剤の調整及び試験方法

水溶性及び乳化性防腐薬剤6種については各薬剤の外構用の仕様に従って、濃度・希釈倍率の処方を行い加圧注入した。薬液の注入条件はJISに定める第1方法(ベセル法)により前排气(30min 13hPa~34hPa)→液加圧(1hr 980kPa)→後排气(10~20min 40hPa)の工程で行った。木酢液・クレオソート油の注入はステンレス容器に供試材・薬液原液を入れ、液に浸したまま(Wet Vacuum)(15min)→空気加圧(1hr)の変則的な工程で行った。定法により測定した注入量により評価を行った。

2.2 心材・辺材別ブロックへのT・R方向からの注入試験

スギ長尺材の薬剤処理を想定し、心材及び辺材への材面のみからの注入性を検討した。

2.2.1 供試材

出所の異なるスギ15個体から採取した心材・辺材別の角材(辺材3cm角・心材2.5cm角、L=1m)を繊維方向に10cmずつのブロック7個に割材し、両木口をエポキシ樹脂接着剤で封鎖したものをを用いた。同一個体から切り分けた7個はそれぞれ異なる薬剤処理に供した。(供試材数は1薬剤につき心材・辺材とも15個)

2.2.2 供試薬剤

2.1.2のうちクレオソート油及び木酢液を除く6薬剤及び水の7種類とした。

2.2.3 供試薬剤の調整及び試験方法

濃度・希釈倍率は2.1.3と同様とし、注入条件は、前排气(30min)終了後、液に浸したまま(Wet Vacuum)で30分静置し、一度取り出して各試験体の重量を測定した。さらに気体加圧(1hr 930kPa)し、終了後重量を測定した。定法により測定した注入量により評価を行った。さらに再乾燥後中心部分で切断し薬剤の材面(T・R方向)からの浸潤度を測定し評価した。

2.3 スギ品種・系統間の注入試験

スギの品種・系統が明らかな個体別に注入特性を検討した。

2.3.1 供試材料及び試料の調整

品種・系統が明らかなスギ15個体(生材時高・中・低含水率傾向のもの)のそれぞれ髓を含む柃目面を1面に持つ板材を供試材とし、繊維方向に35mmずつの7ブロックに割材し、髓を含む柃目面以外の面をエポキシ樹脂接着剤で封鎖した。

2.3.2 供試薬剤

2.1.2のうちクレオソート油及び木酢液を除く6薬剤及び水のみ7種類とした。

2.3.3 供試薬剤の調整及び試験方法

注入条件は、前排气(60hr 29hPa)終了後、液浸(Wet Vacuum)で30分静置し、さらに気体加圧(1hr 930kPa)し、終了後重量を測定した。再乾燥後中心部分で切断し材面(R方向)からの薬剤浸潤状態を観察した。評価因子には注入量、浸潤

面積率、浸潤深さを用いた。なお、同一個体から切り分けた7個はそれぞれ異なる薬剤で処理した。

2.4 乾燥条件別丸太への注入試験

県産スギ小丸太から採取した杭丸太への各種防腐薬剤の注入特性を検討した。

2.4.1 供試材

丸太杭の形状は末口径4cm～9cmの心持ち丸太で材長60±3cmとし、末口端を仕拵えしたものとした。注入時の含水率条件別に各薬剤ごとに10本ずつ準備した。

乾燥条件は乾燥材(気乾状態)及び生材とし、生材については背割り施行有・無の計3条件とした。

2.4.2 供試薬剤

2.1.2のうちクレオソート油及び木酢液を除く6薬剤とした。

2.4.3 供試薬剤の調整及び試験方法

2.1.3と同様とする。定法により測定した注入量により評価を行った。

2.5 各種防腐処理杭の野外における被害調査

屋外の苗畑に試験杭等を埋設し、定期的(1年経過時ごと)に杭を抜き取り、目視・刺針により観測し劣化度判定を行った。

2.5.1 供試材料

防腐処理したスギ角杭(2.1の各種防腐剤試験で供試した心材・辺材杭(3×3×60cm)、無処理角杭(気乾状態の心材・辺材杭))及びスギ丸太杭(2.4で供試した乾燥状態・背割り施行有無別杭(直径4～9cm×60cm)、無処理丸太杭(設置時に気乾状態、生材背割り施行状態、生材背割り無し状態))

2.5.2 供試材料の調整及び処理方法

埋め込み方法は杭の4材面(角杭のみ)のうちラベル貼付面を北面(丸太杭も同様)にし、長さの半分(仕拵えした側30cm)は地中に、他の半分は地上に出るように鉛直方向に埋めこみ、その状態が保持出来るようにした。各防腐剤ごと各条件別の杭それぞれ10本の内各5本ずつの2区画に分け、距離(畝たて等実施)を置き反復した。また杭同士は60cmの間隔を置くように方形格子状に配置した。

埋め込み場所は角杭については北宇和郡津島町岩淵の林業試験場津島試験地苗畑(以下津島試験地苗畑という)と上浮穴郡久万町林業試験場本場苗畑(以下本場苗畑という)の2カ所とし、丸太杭は津島試験地苗畑1カ所のみとした。図-1に試験地の位置図を示す。

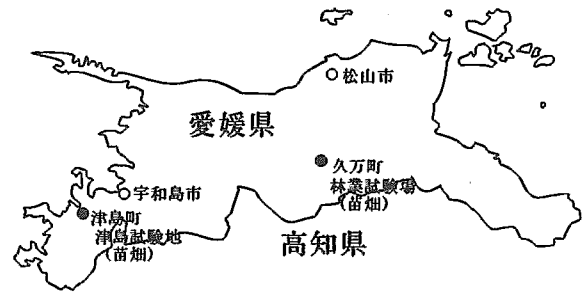


図-1 防腐処理杭の野外試験地位置図

津島試験地苗畑の試験地の概況は1級河川岩松川左岸リバーサイトの日当たりの良い平地(標高20m)に位置し、気候温暖で降水量も適度にあり、土壌は有機質に富んだ砂質壤土で水はけも良く、園内の作業小屋や放置された古木にイエシロアリの生息が確認されている。

本場苗畑試験地の概況は標高500mの県内では比較的降水量の多い地域であり、全体が緩やかな南西斜面で日当たりは良好である。土壌は礫混じりの埴質壤土で比較的湿潤である。高冷地にあるため四国にあってイエシロアリの生息していない地域にある。

埋め込み時期は津島試験地苗畑は平成7年3月に実施し、本場苗畑は平成7年7月に実施した。

2.5.3 調査方法

評価方法は木材表面の肉眼的観察状況により下記の6段階(農林水産省森林総合研究所で行われている「杭の被害程度を評価する方法」を準用)に分類し、それを被害度で表す方法で行った。各杭の評価は1本全体を総合して評価することが困難なため3箇所(地上部の木口付近(T)、地際部付近(G)、地中部の木口付近(B))に分けて評価した。

(被害度) 観察された状態

- (0) 健全
- (1) 部分的に軽度の被害
- (2) 全面的に軽度の被害
- (3) 2の状態の上に部分的にはげしい被害
- (4) 全面的にはげしい被害
- (5) 破壊

なお、耐用年数の判断基準として、各条件別供試杭(各部分ごと)の10本の平均被害度が2.5に達した時点をもって耐用年数とした。

各調査時ごとに各杭各部分に外観的に発生した状態の変化(クラックの発生、腐朽程度、虫害の発生等)を展開図としてスケッチした。なお、腐朽の程度については、健全部分と被害部分に分け、下記の4段階(農林水産省森林総合研究所で行われている「腐朽度の評価方法」を準用)に分類し0～3までの数字を付した。

- (0) 健全部分または変色部分
- (1) 表面のみがわずかに腐朽
- (2) 表面からわずかに内部に侵入している腐朽
- (3) 表面に亀裂が入り内部に深く侵入している腐朽

また、4年経過時に、試験地近隣気象観測定点の試験中の気象データを調査した。

3. 結果及び考察

3.1 角杭(心材・辺材)への注入試験

角杭への各薬剤の注入結果(平均注入量)を図-2に示す。

どの薬剤も心材は辺材に比べ防腐剤の注入量が少なかったが、各薬剤間の注入量の大小が心材、辺材ともに同じ傾向で現れていた。

また、辺材への注入量は変則的方法で注入したクレオソート油を除いて全ての薬剤で700kg/m³(心材杭は600kg/m³)を越えており、丸太杭に比べて節など影響がないためか注入量のバラツキは小さかった。

試験体は注入前に製材後半年以上風乾していた

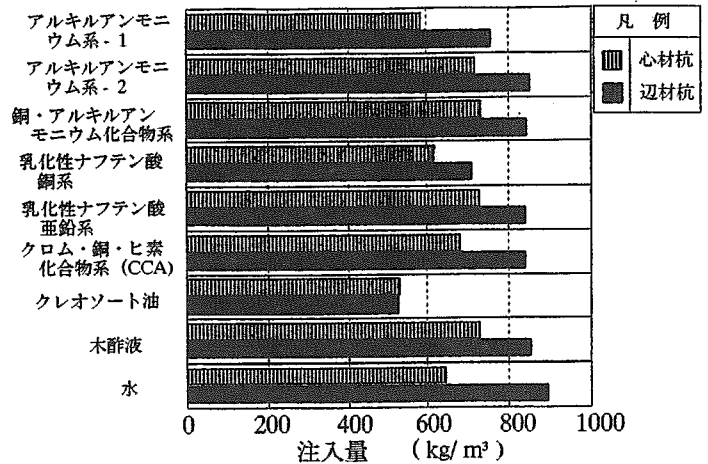


図-2 スギ角杭の注入結果

が、注入時の容積重は辺材(平均0.324g/cm³ 0.261～0.439)、心材(平均0.378g/cm³ 0.294～0.469)であった。

注入量と容積重の関係を示したのが図-3である。辺材杭では、アルキルアンモニウム化合物系-1と乳化性ナフテン酸銅系の薬剤を除いて正の相関関係があり1%の有意水準で有意であった。しかし、心材杭での関係は一部の薬剤を除いて小さかった。

水のみについても同様の結果が得られた。また、水の注入量と比較するとどの薬剤も辺材杭の注入量は水に及ばなかったが、心材杭では水の注入量を上回った薬剤があった。

乳化性薬剤は接液面積が大きいいためか水溶性の薬剤と遜色ない注入量が得られている。

なお、この角杭の結果では、木口方向からの薬液の浸入が多いことから材質との関係がわからなかった。そのため2.2試験を追加して考察を加えることとした。

3.2 心材・辺材別ブロックへのT・R方向からの注入試験

図-4に減圧終了時及び加圧終了時の平均注入量を示した。減圧注入では心材・辺材ともほとんど200kg/m³を越える注入量は得らず、薬剤間のバ

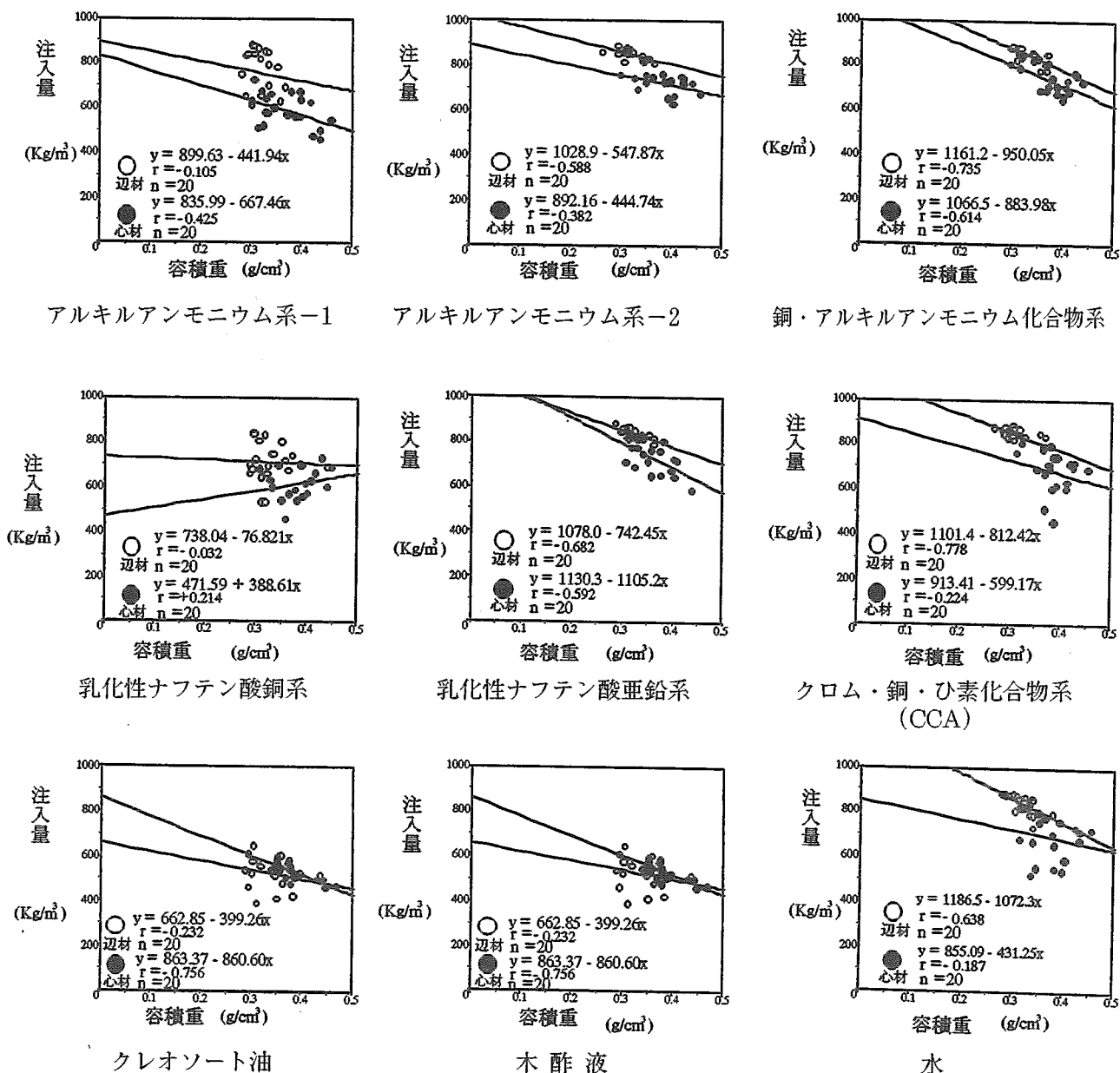


図-3 角杭の薬剤別の容積重と注入量の関係

ラツキも小さかったが、加圧後にどの薬剤も500 kg/m^3 前後の注入量に増えており、加圧によりT・R方向からの薬剤溶液の浸透が促進されたことがうかがえる。

心材においてそれぞれの薬剤において、容積重と注入量は大きな負の相関関係があった(1%有意水準で有意)が、辺材にはその関係はなかった。

加圧注入量で比較すると水は辺材にはT・R方

向からはどの薬剤より注入しやすく、心材にはCCAを除く他の薬剤より注入しにくい結果となったが、このことは溶媒としての水だけより薬剤の水溶液となって心材への侵入が容易になったといえる。

アルキルアンモニウム系や乳化性ナフテン酸銅系では心材の注入量と辺材の注入量の差がなかったことから、この試験では両木口が封鎖されてお

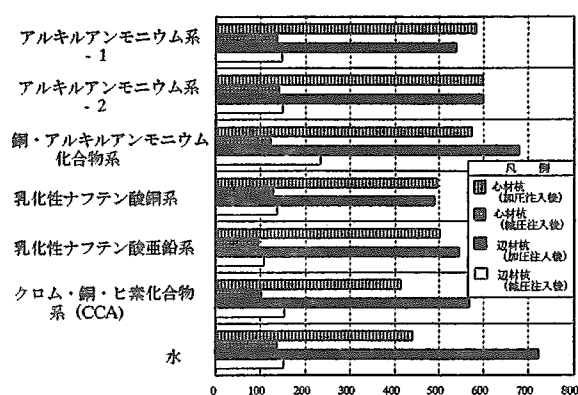


図-4 スギ小片ブロックへのT・R方向からの注入結果

り、3.1の角杭の結果と総合すると、これら薬剤の辺材部木口からの注入が大きいことが推察された。

各供試の中央部横断面の浸潤面積を測定した結果(平均浸潤率)を、図-5に示す。

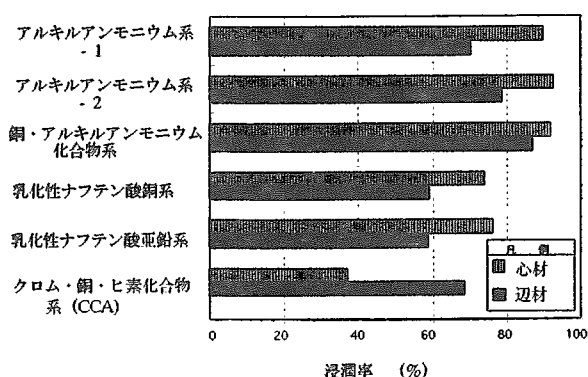


図-5 スギ小片ブロックへのT・R方向からの防腐剤浸潤結果

注入量の差が浸潤率に現れており、両因子間には大きな正の相関関係があった。(1%有意水準で有意)

なお、浸潤率において心材が辺材を上回っているのは、断面の違い(辺材3cm角、心材2.5cm角)が多分に影響していることがうかがえる。

心材・辺材とも各薬剤の注入量、浸潤率は個体によってかなりばらついていた、本試験では15個体を薬剤ごとに切り分けて注入したが、15個体別には7薬剤込みの注入量の変動係数が以外に小さ

かった。(辺材2~27%、心材2~38%)

これはT・R方向からの注入量は品種を含む個体間差に影響を受けられる。

3.3 スギ品種・系統間の注入試験

試験に際し15品種(系統)の選出条件とした生材時の心材含水率と生材時の明度(L*値)を図-6、図-7に示した。注入した結果、各薬剤別に15品種の心材部への浸潤面積率を図-8に示した。品種・系統を生材時心材含水率の違いに関連づけて観察したが、心材含水率のいかに関わらず注入量は薬剤の注入特性や供試材の性状(難注入部である心材への浸透性)に影響を受けており、品種・系統間の差異は認められなかった。

また、心材部の薬剤浸透性の指標とした心材部平均浸潤面積率でも品種・系統間の差異はなく15個体の平均値でみると、3.2のスギ心材への注入結果の傾向が同じ傾向で現れた(各品種・系統の浸潤面積率レベルの差はあるものの同じ傾向)。

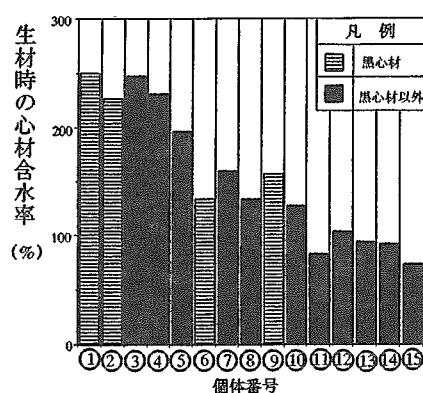


図-6 供試個体別の生材時心材含水率

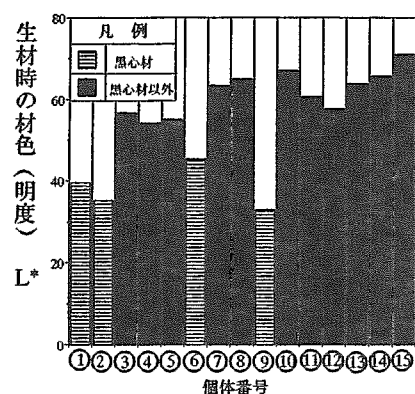


図-7 供試個体別の生材時材色(明度L*値)

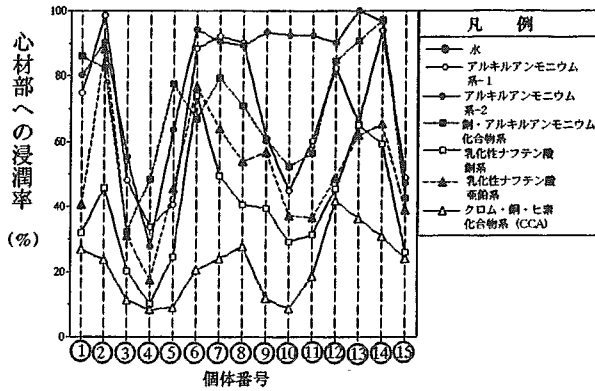


図-8 各品種・系統個体別の浸潤率

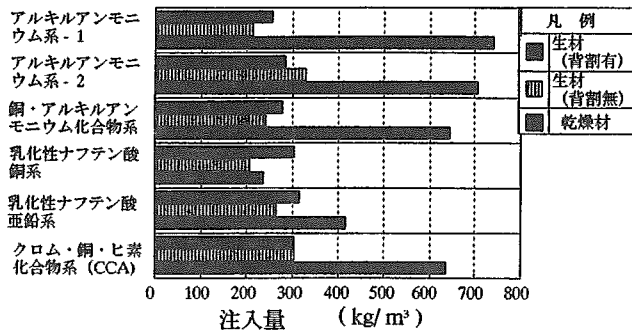


図-9 スギ丸太杭の注入結果

つまり心材にはCCAがどの薬剤より浸潤し難く、乳化性薬剤はアルキルアンモニウム化合物系の成分を含む薬剤よりも浸潤しにくいことがわかった。

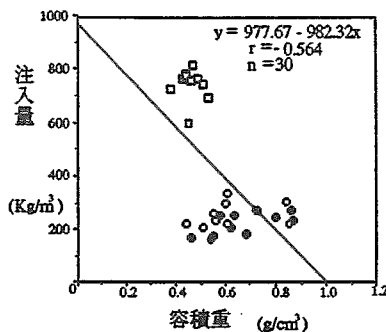
心材色が黒心傾向の個体の薬剤浸透性は必ずしも低いものではなかった。

3.4 乾燥条件別丸太への注入試験結果

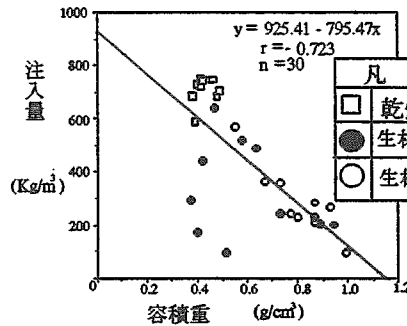
スギ丸太材への各薬剤の平均注入量を図-9に、注入時の容積量と注入量の関係を図-10に示した。

水溶性の4薬剤では乾燥材への注入量が600kg/m³を越えており、生材への注入がほとんど300kg/m³を下回っているのとは比べ際立って多く、注入時の容積重と注入量は負の相関があった。(危険率1%水準で有意である $r = -0.888 \sim -0.564$)

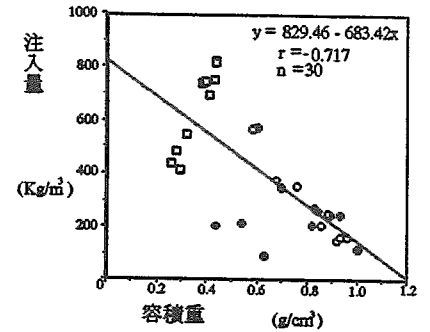
乳化性薬剤の丸太への注入量は、今回の希釈(20倍)条件においては乾燥材への注入量が生材への注入量と比べてもそれほど多くなかった。しかし、背割りを入れ接液面積を大きくしたことで注入量が幾分か向上しているように思われた。



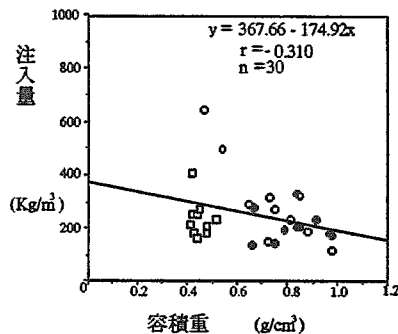
アルキルアンモニウム系-1



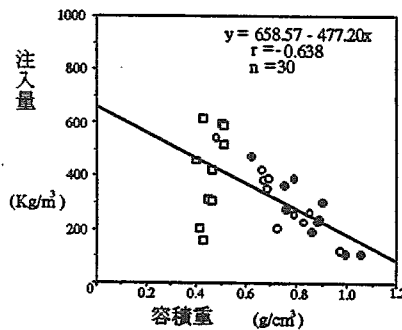
アルキルアンモニウム系-2



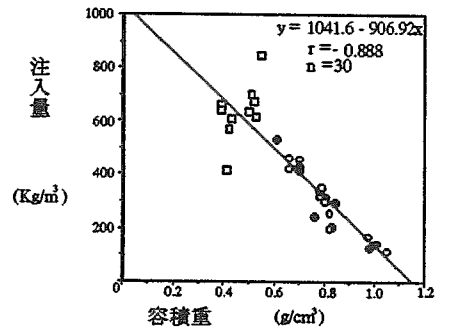
銅・アルキルアンモニウム化合物系



乳化性ナフテン酸銅系



乳化性ナフテン酸亜鉛系



クロム・銅・ヒ素化合物系(CCA)

図-10 丸太杭の薬剤別の容積重と注入量の関係

3.5 各種防腐処理杭の野外における被害調査

3.5.1 野外試験地近隣の気象観測定点の気象データ

木材劣化に影響を与える気象因子として、野外試験地の気温、湿度、降水日数、降水量が取り上げられているが、本試験の野外試験地で観測することは困難である。

そこで、2地域の近隣の気象観測定点の野外試験時前後を含むデータを表-1に示した。試験開始は、本県において異常渇水があった平成6年(6月頃~11月頃)の翌春であった。気象年報から抜粋した過去5年間の気象データの平年差を表-2に示した。設置期間に関わるのは4年間のデータであるが、日照時間が長く、降水量は平年値より少なかった。また、気温は近年上昇していることがわかった。

3.5.2 各種防腐薬剤処理杭の被害経過

津島試験地苗畑に設置した各条件別試験杭の被害経過(各10本の平均値)を表-3に、久万本場苗畑に設置した角杭(心材・辺材)の被害経過(各10本の平均値)を表-4に示した。また、図-11から図-17は4年経過時の各試験杭の平均被害度であり、津島試験地と久万試験地の被害形態・腐朽形態を比較すると程度(進度)の差はあるものの、総じて傾向は似通っていたため、以下、角杭の被害評価は両試験地を総括して行った。

無処理の角杭・辺材杭は設置初期(1年目)から劣化の兆候が起こっていた。初期において地中部の杭表面全体に変色が起こり、次第に腐朽に変わり、腐朽が内部へ進行した結果、2~3年目には多くの個体で地際部分に縦のひび割れ(クラック)が発生し、縦・横のクラックが繋がり、杭は簡単に折損した。破壊部内部は多くのもので繊維が容易に粉末化する状態であった。地上部は3年目から子実体の発生に伴い急激に腐朽・劣化が進んだ。

無処理の角杭・心材杭では、初期の変色は部分的であったが、その後の劣化は辺材に比べ緩やかであるものの辺材杭と同様の形態で進行した。ま

た、2~3年目までは地際部が最も腐朽が進んでいたが、4年目には地中木口部の被害度が地際部を上回った。

地上部は4年経過時には子実体の発生は見られず、劣化程度も軽微であった。

無処理丸太杭では設置時の条件にかかわらず初期(1年経過時)に地上部に無数発生したクラック(一部は地中部にも貫通)の地際部下部に腐朽が発生し、経年毎に腐朽部の発生数と広がりを増し、内部への腐朽は軸方向深部まで進行した(刺針が容易に貫通)。3年目には腐朽部が陥没するような縦横のクラックが発生し、子実体の発生とともに容易に折損破壊した。その段階では心材部にも腐朽は進んでいた。

なお、無処理丸太の乾燥条件別(乾燥材及び生材背割り施行有・無の3条件)には、腐朽形態に大きな差はなかった。

木酢液処理の辺材杭は1年目で地中部材表面に変色部分とわずかに内部まで進行した腐朽部が混在し、2年目で地際部で折損するものも発生した。腐朽形態は無処理材と近似しているが腐朽進度は早く、久万試験地の中には地中部全体の腐朽によりT方向に極端に収縮した個体もあった。地上部は子実体の発生は少ないものの4年で破壊に至った個体も多かった。

心材杭は腐朽の速度は辺材に比べ緩やかなものの、腐朽形態は似通っていた。

アルキルアンモニウム化合物系防腐薬剤で処理した角杭・辺材杭では3~4年目から地中部材表面に変色部が細かい斑点状に現れた(散在)ものや、大きな斑紋状で変色部の現れるものがあったが、一部はさらに、地中部木口に腐朽が進みつつある。また、4年目になり地上部に一部劣化(腐朽の有無は疑問)が始まった。

なお、心材杭は一部の地中部材面に斑点状に変色が見れるにとどまっていた。

アルキルアンモニウム化合物系防腐薬剤で処理した丸太杭では乾燥材では3~4年目にクラック下

表-1 野外試験地近隣の気象データ

(1) 観測地点 宇和島観測所 (津島部外観測所は降水量データのみ)

年	月	気 温			相対湿度 平均(%)	日照時間 hr	降 水 量 mm	風速平均 (m/s)	津 島 町 降水量(mm)
年	月	月 平 均	最 高	最 低					
1995 (H. 7)	1	7.3	11.2	3.7	60	97.6	44.0	4.5	41
	2	6.7	12.0	1.8	62	157.8	39.5	3.1	47
	3	10.3	15.1	5.6	65	163.1	43.5	3.3	58
	4	14.4	18.6	9.9	70	146.1	122.5	3.0	118
	5	18.4	23.4	13.6	69	190.4	289.5	2.6	247
	6	21.5	25.4	17.9	76	152.3	186.5	2.4	206
	7	27.1	31.5	23.4	76	245.8	315.5	2.6	292
	8	28.7	33.8	24.7	72	284.3	19.5	2.3	10
	9	23.6	28.1	19.5	69	153.6	115.0	2.4	160
	10	19.1	24.4	14.4	73	185.2	113.5	2.2	130
	11	12.2	17.4	7.8	65	141.6	72.0	3.6	66
	12	7.3	11.9	3.2	64	101.4	23.5	3.9	15
年 間		16.4	21.1	12.1	68	2,019.2	1,384.5	3.0	1,390
1996 (H. 8)	1	6.6	11.4	2.0	63	119.5	47.5	3.9	46
	2	5.5	10.6	1.1	67	134.7	75.0	3.5	71
	3	10.1	14.9	5.7	65	100.0	98.0	3.5	76
	4	12.2	17.5	6.7	60	206.8	120.5	3.2	90
	5	18.9	23.9	14.1	65	228.2	69.5	2.4	72
	6	23.3	27.4	20.1	77	110.6	312.0	2.4	299
	7	26.3	30.5	23.0	76	207.1	361.0	2.3	351
	8	27.4	31.7	23.9	74	217.9	104.5	2.5	111
	9	23.9	28.1	20.2	72	158.2	51.5	2.6	59
	10	18.9	23.9	14.5	72	151.7	78.0	2.3	78
	11	14.6	19.2	10.3	70	119.2	53.0	2.9	46
	12	8.5	14.2	3.9	70	148.4	81.0	3.1	67
年 間		16.4	21.1	12.1	69	1,902.3	1,451.5	2.9	1,366
1997 (H. 9)	1	6.4	10.9	2.1	62	120.3	53.0	4.3	52
	2	6.9	11.8	2.4	64	141.8	51.5	3.4	48
	3	11.5	16.3	6.7	68	170.5	143.0	2.7	153
	4	15.6	20.6	10.6	67	186.9	119.5	2.5	132
	5	20.0	25.0	15.4	71	192.0	175.5	2.6	173
	6	23.1	27.4	19.3	74	165.3	152.0	2.6	187
	7	26.3	30.2	23.0	78	173.6	216.5	2.7	226
	8	27.5	31.9	23.9	75	209.9	68.0	2.5	59
	9	23.7	28.0	20.1	77	167.6	336.0	2.5	356
	10	17.9	23.3	13.1	68	219.4	13.0	2.8	24
	11	14.8	20.0	10.1	73	150.4	95.0	2.8	103
	12	10.0	14.5	6.1	69	116.6	54.5	2.9	64
年 間		17.0	21.7	12.7	71	2,014.3	1,477.5	2.9	1,577
1998 (H. 10)	1	7.1	11.0	3.4	69	90.7	119.5	3.4	150
	2	9.8	14.5	5.5	65	124.5	59.5	3.1	69
	3	10.9	16.1	5.8	66	162.0	74.0	3.0	107
	4	18.2	22.7	14.2	77	160.5	170.5	2.5	178
	5	21.1	25.0	17.5	78	152.1	140.5	2.4	137
	6	23.1	26.7	19.9	80	121.9	300.5	2.3	385
	7	27.2	31.3	23.8	78	226.9	191.5	2.0	170
	8	28.7	33.6	25.1	73	264.3	0.0	2.0	3
	9	25.3	29.6	22	77	137.7	339.5	2.1	241
	10	21.0	25.5	17.6	78	135.6	318.0	2.3	320
	11	14.5	19.7	9.9	69	147.1	23.5	2.5	32
	12	10.4	15.8	5.6	66	159.7	8.0	2.6	17
年 間		18.1	22.6	14.2	73	1,883.0	1,745.0	2.5	1,809
1999 (H. 11)	1	7.4	12.0	3.4	62	128.0	35.5	3.9	21
	2	7.1	12.0	2.6	62	136.8	45.0	4.2	38
	3	12.0	16.3	7.7	69	109.1	92.0	2.8	76
	4	15.1	20.0	10.7	68	155.9	62.5	3.3	72
	5	19.6	24.7	14.6	68	238.3	156.0	2.5	126
	6	23.2	26.9	19.6	79	118.6	396.5	2.6	429
	7	25.6	29.5	22.4	78	161.8	308	2.2	361
	8	27.3	31.6	24.2	78	181.2	463	2.3	469
	9								
	10								
	11								
	12								
年 間									

(2) 観測地点 久万地域気象観測所

年	月	気 温			日照時間 hr	降 水 量 mm	風速平均 (m/s)
年	月	月 平 均	最 高	最 低			
1995 (H. 7)	1	1.7	5.4	-1.6	89.1	89	1.3
	2	1.4	6.8	-3.5	135.9	48	1.2
	3	5.6	10.9	0.6	140.9	75	1.5
	4	10.5	15.8	4.9	125.1	197	1.4
	5	15.1	21.3	9.5	161.7	271	1.4
	6	18.5	23.4	14.2	109.3	189	1.3
	7	24.3	29.5	20.2	144.4	338	1.2
	8	25.1	31.4	20.3	195.1	54	1.1
	9	19.4	24.8	14.8	127.8	133	1.2
	10	14.0	21.0	8.7	153.8	111	0.9
	11	6.4	12.6	1.3	135.7	91	1.1
	12	1.7	6.0	-2.5	90.9	71	1.2
	年 間	12.0	17.4	7.2	1,609.7	1,667	1.2
1996 (H. 8)	1	1.3	6.3	-3.0	109.1	70	1.3
	2	0.3	5.4	-3.8	125.5	84	1.3
	3	5.5	10.6	0.6	120.7	147	1.7
	4	7.9	14.0	1.9	177.0	103	1.5
	5	15.7	21.9	9.7	194.0	59	1.4
	6	20.6	25.0	16.8	72.1	380	1.2
	7	23.6	28.6	19.5	131.6	343	1.1
	8	23.9	29.5	19.8	149.8	196	1.2
	9	19.5	24.7	15.2	104.2	76	1.1
	10	13.9	19.6	9.2	131.0	92	0.9
	11	9.5	14.6	4.7	94.4	79	1.2
	12	2.8	8.8	-1.3	113.1	106	0.9
	年 間	12.0	17.4	7.4	1,552.5	1,735	1.2
1997 (H. 9)	1	0.4	4.9	-3.3	106.7	122	1.2
	2	2.0	7.0	-2.3	118.6	57	1.5
	3	6.9	12.8	1.2	154.2	117	1.4
	4	11.6	17.7	5.5	161.0	160	1.2
	5	16.3	21.9	10.7	140.4	227	1.1
	6	19.7	24.9	15.4	104.0	201	1.2
	7	23.0	27.5	19.0	108.4	370	1.2
	8	23.9	29.5	19.7	167.3	91	1.1
	9	19.5	24.9	15.5	130.8	243	1.1
	10	12.8	19.6	7.3	171.6	36	1.0
	11	9.5	15.7	4.3	120.1	146	1.1
	12	4.5	9.8	0.2	111.7	69	1.0
	年 間	12.5	18.0	7.8	1,594.8	1,839	1.2
1998 (H.10)	1	1.8	5.5	-1.7	72.3	153	1.2
	2	4.3	9.6	-0.3	89.9	74	1.3
	3	6.7	12.5	1.1	152.8	126	1.5
	4	15.0	20.9	9.9	143.2	174	1.3
	5	18.5	23.3	13.9	115.5	177	1.4
	6	20.2	24.7	16.4	81.6	263	1.3
	7	24.1	29.1	20.1	136.6	216	1.2
	8	25.0	30.7	20.6	161.5	16	1.1
	9	21.4	26.2	17.5	100.4	348	1.0
	10	16.4	21.6	12.7	101.1	318	0.9
	11	8.7	15.2	3.1	120.3	38	0.9
	12	4.4	10.7	-0.7	144.1	27	0.9
	年 間	13.9	19.2	9.4	1,419.3	1,930	1.2
1999 (H.11)	1	2.1	7.2	-2.1	141.3	35	1.4
	2	1.6	6.6	-3.2	121.4	72	1.4
	3	7.6	12.9	2.6	106.3	84	1.5
	4	10.8	16.5	5.4	133.4	82	1.6
	5	16.0	22.8	9.8	192.9	203	1.4
	6	20.1	24.5	16.1	80.1	452	1.3
	7	22.7	27.4	18.8	89.1	312	1.5
	8	23.8	28.1	20.8	113.6	411	1.3
	9						
	10						
	11						
	12						
	年 間						

表一2 野外試験地近隣の気象データ(平年差)

年 度			1994	1995	1996	1997	1998
宇和島	気 温 ℃	当 年 値	17.4	16.4	16.4	17.0	18.1
		平 年 値	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
		平 年 差	+1.4	+0.4	+0.4	+1.0	+2.1
	降 水 量 mm	当 年 値	1,040.5	1,384.5	1,451.5	1,477.5	1,745.0
		平 年 値	1,635.3	1,635.3	1,635.3	1,635.3	1,635.3
		平年比(%)	64	85	89	90	107
	日照時間 h	当 年 値	2,150.6	2,019.2	1,902.3	2,013.3	1,883.0
		平 年 値	1,913.1	1,913.1	1,913.1	1,913.1	1,913.1
		平年比(%)	112	106	99	105	98
松山	気 温 ℃	当 年 値	17.1	16.1	16.0	16.7	17.6
		平 年 値	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8
		平年比(%)	+1.3	+0.3	+0.2	+0.9	+1.8
	降 水 量 mm	当 年 値	696.0	1,393.0	1,131.5	1,440.0	1,381.5
		平 年 値	1,286.0	1,285.0	1,286.0	1,286.0	1,286.0
		平年比(%)	54	108	88	112	107
	日照時間 h	当 年 値	2,251.8	2,170.7	2,057.4	2,133.0	1,896.4
		平 年 値	1,980.0	1,980.0	1,980.0	1,980.0	1,980.0
		平年比(%)	114	110	104	108	94

表一3 津島試験地苗畑に設置した防腐処理杭の平均被害度の経年変化

薬 剤 区 分	杭の位置	種類 区分 年度	角 杭								丸 太 杭 (注入時条件)															
			辺 材 杭				心 材 杭				乾 燥 材				生材(背割無)				生材(背割有)							
			1年	2年	3年	4年	1年	2年	3年	4年	1年	2年	3年	4年	1年	2年	3年	4年	1年	2年	3年	4年				
無 処 理 対 照 材	(T)	0.0	0.0	2.2	3.8	0.0	0.0	0.5	0.7	0.0	0.0	3.1	4.8	0.0	0.0	2.8	3.9	0.0	0.0	2.7	3.9					
	(G)	1.1	2.7	3.5	4.4	1.0	1.9	2.5	3.0	1.0	3.1	4.2	4.6	0.9	2.7	3.8	4.3	1.4	3.2	3.9	4.4					
	(B)	1.5	3.0	3.8	4.6	0.6	2.0	2.7	3.4	1.1	2.9	3.9	3.9	0.9	2.3	3.4	4.0	1.6	3.0	3.7	4.0					
アルキルアンモニウム 化 合 物 系 - 1	(T)	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	0.0	0.0	0.1	1.5					
	(G)	0.0	0.1	1.0	1.1	0.0	0.0	0.3	0.7	0.0	0.0	0.3	0.8	0.6	0.7	1.6	2.8	0.3	0.6	2.4	3.4					
	(B)	0.0	0.3	1.1	1.6	0.0	0.1	0.7	1.2	0.0	0.0	0.3	1.1	0.4	1.0	1.7	0.3	0.4	1.2	2.0						
アルキルアンモニウム 化 合 物 系 - 2	(T)	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	0.0	0.0	0.2	1.3					
	(G)	0.0	0.3	0.5	1.3	0.0	0.3	0.4	1.0	0.0	0.1	0.4	1.0	0.3	0.5	2.0	2.4	0.5	0.8	2.3	2.8					
	(B)	0.0	0.6	1.3	2.1	0.0	0.4	1.1	1.7	0.0	0.0	0.5	1.1	0.1	0.2	1.0	1.7	0.3	0.4	1.5	2.0					
銅・アルキルアンモ ニウム化合物系	(T)	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.3	0.8	0.0	0.0	0.2	0.9					
	(G)	0.5	0.6	0.8	0.8	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.8	1.0	0.5	1.2	2.4	2.9	0.7	1.1	2.6	3.0					
	(B)	1.1	1.2	1.4	1.4	0.3	0.5	0.1	0.7	0.4	0.4	0.6	0.7	0.5	0.8	1.2	1.4	0.8	0.8	1.5	1.6					
乳 化 性 ナフテン酸銅系	(T)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.7					
	(G)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.8	0.1	0.4	0.8	1.3	0.0	0.1	0.8	1.4					
	(B)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.0	0.0	0.2	0.3					
乳化性ナフテン 酸 亜 鉛 系	(T)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.3					
	(G)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.5	1.9	0.3	0.7	1.3	2.6	0.3	0.5	1.4	2.4					
	(B)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4	1.0	0.2	0.2	0.4	1.1	0.2	0.2	0.5	1.1					
クロム・銅・ひ 素 化 合 物 系 (CCA)	(T)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1					
	(G)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.4	0.1	0.1	0.4	0.6	0.0	0.1	0.2	0.3					
	(B)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1					
クレオソート油	(T)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																	
	(G)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																	
	(B)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																	
木 酢 液	(T)	0.0	0.0	2.0	3.9	0.0	0.0	0.6	0.9																	
	(G)	1.2	2.8	4.0	4.4	1.2	2.1	3.2	3.4																	
	(B)	1.8	2.8	3.8	4.2	1.3	1.8	3.2	3.5																	

表一4 久万本場苗場に設置した防腐処理杭の平均被害度の経年変化

薬 剤 区 分	杭の位置	種類	角 杭							
		区分	辺 材 杭				心 材 杭			
		年度	1年	2年	3年	4年	1年	2年	3年	4年
無 処 理 対 照 材	(T)		0.0	0.0	2.7	3.9	0.0	0.0	1.8	2.5
	(G)		1.1	3.9	4.3	4.7	0.8	2.3	3.4	4.3
	(B)		1.6	4.3	4.9	5.0	0.2	2.1	3.0	4.1
アルキルアンモニウム 化 合 物 系 - 1	(T)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(G)		0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3
	(B)		0.0	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.5
アルキルアンモニウム 化 合 物 系 - 2	(T)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(G)		0.0	0.1	0.1	0.8	0.0	0.1	0.4	0.6
	(B)		0.0	0.0	0.3	1.4	0.0	0.0	0.0	0.7
銅・アルキルアンモニウム 化 合 物 系	(T)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(G)		0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	(B)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
乳化性ナフテン酸銅系	(T)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(G)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(B)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
乳化性ナフテン酸亜鉛系	(T)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(G)		0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1
	(B)		0.0	0.0	0.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1
クロム・銅・ひ素化合物系 (CCA)	(T)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(G)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(B)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ク レ オ ソ ー ト 油	(T)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(G)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(B)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
木 酢 液	(T)		0.0	0.0	2.8	4.5	0.0	0.0	0.7	0.7
	(G)		1.1	3.2	4.4	4.7	0.5	2.4	3.2	3.7
	(B)		1.4	3.2	3.9	4.5	0.2	1.9	2.4	3.4

部に小面積の腐朽部が発生するものと地中部木口側に腐朽が小さく発生するものがあるがその進行は緩やかであった。一方、生材に注入した杭では、一部には1年目にクラックに由来する腐朽部が地際部に現れ、材表面への広がりも早かった。また、地中部木口に腐朽部が部分的に現れるのも特徴的であった。背割り施行の有無別の試験体では背割りを入れたものに背割り周辺部の腐朽部が激しかった。なお、3年目以降に地上部の腐朽が見られるようになった。

銅・アルキルアンモニウム化合物系防腐薬剤で処理した角杭・辺材杭では1年目から多くの個体の地中部材表面に大きな斑紋状の変色が現れ、変色部が経過年毎に腐朽したが変色部は材面端部と地中部木口が激しかったが、その後4年間の進捗、特に内部への腐朽の進行は緩やかであった。なお、

心材杭は一部の辺材同様、地中部材面に発生した変色が腐朽に移行していった。

銅・アルキルアンモニウム化合物系防腐薬剤で処理した丸太杭の乾燥材処理材では4年経過時に全く健全なものと1～2年でクラック下部に小面積の腐朽部が発生し腐朽が広がっていく個体があった。一方、生材に注入した杭では、1年目にクラックに由来する腐朽部が地際部に現れ、変色が材表面へ大きく広がり、3～4年経過時には外観においては腐朽部が陥没するような縦横のクラックが発生し、内部にも腐朽が進行し破壊寸前の個体が多くあった。背割り施行の有無別の試験体では背割りを入れたものに背割り周辺部の腐朽部が激しい。なお、3年目以降に地上部の腐朽が見られるようになった。

乳化性ナフテン酸銅系防腐薬剤で処理した角杭・

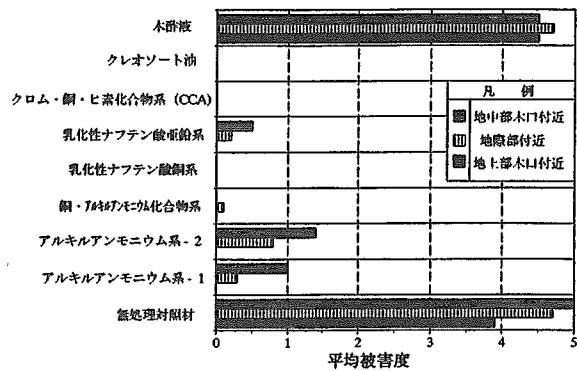


図-11 久万試験地スギ角杭(辺材)の平均被害度

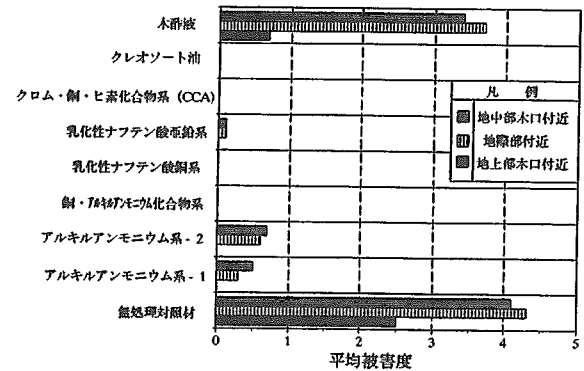


図-12 久万試験地スギ角杭(心材)の平均被害度

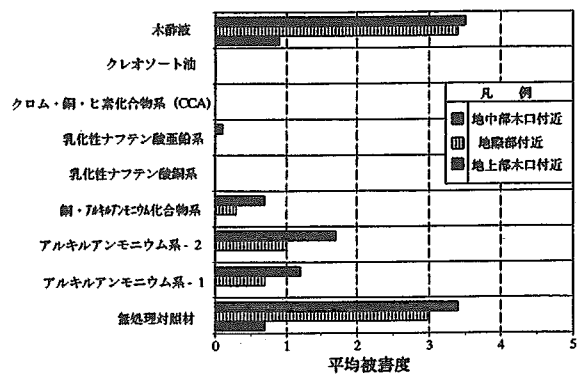


図-13 津島試験地スギ角杭(心材)の平均被害度

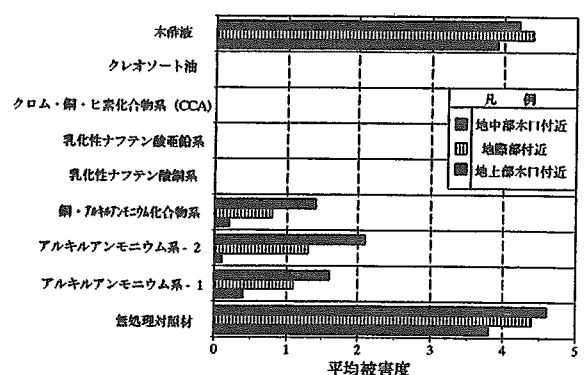


図-14 津島試験地スギ角杭(辺材)の平均被害度

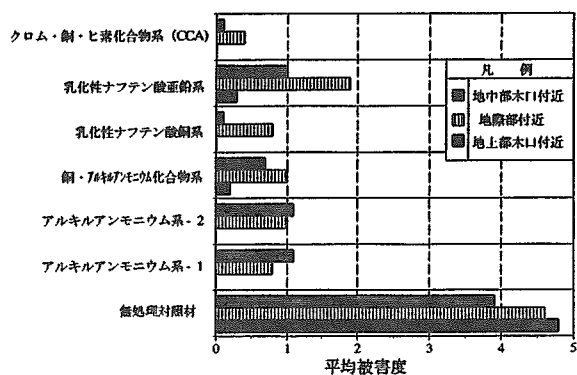


図-15 スギ丸太杭(乾燥材に防腐処理)の平均被害度

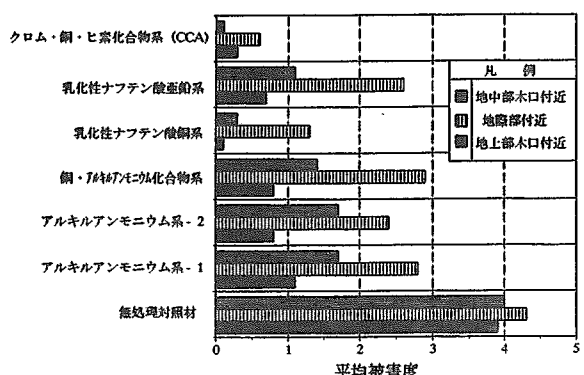


図-16 スギ丸太杭(生材背割り無材に防腐処理)の平均被害度

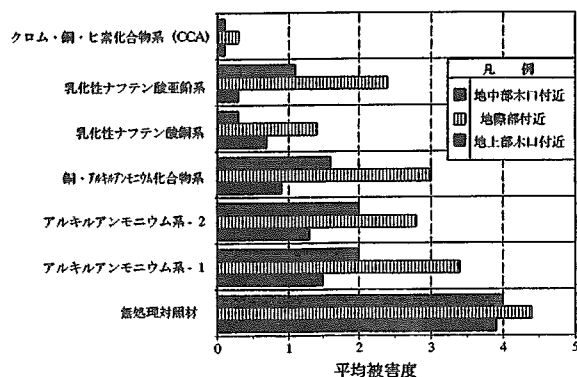


図-17 スギ丸太杭(生材背割り施行材に防腐処理)の平均被害度

辺材杭及び心材杭では1年目から多くの個体の地中部材表面、地中部木口面に防腐剤成分の銅の溶出と見られる斑紋状の変色が現れたがその後4年間を経過しても腐朽は発生していなかった。

乳化性ナフテン酸銅系防腐薬剤で処理した丸太杭の乾燥材処理材では3、4年経過時に一部個体のクラック接地下部に小面積の腐朽部が発生した個体があるが進捗は遅かった。

一方、生材に注入した杭では、一部には2～3年目にクラックに由来する腐朽部が地際部に現れた個体があり徐々に腐朽部は広がりを見せていた。

乳化性ナフテン酸亜鉛系防腐薬剤で処理した角杭・辺材杭及び心材杭は津島試験地のものは比較的健全であるが、久万試験地のものは3～4年目から一部の個体の地中部材表面端部に変色が発生し腐朽へと移行しつつあった。

乳化性ナフテン酸亜鉛系防腐薬剤で処理した丸太杭の乾燥材処理材では2年目からクラック下部に小面積の腐朽部が発生し腐朽が広がっていき、腐朽部が陥没するような縦横のクラックが発生し内部にも腐朽が進行している個体と、2～3年目にクラックに由来する腐朽部が地際部に現れ、徐々に腐朽が進行しつつある個体があった。一方、生材に注入した杭では、一部には1～2年目に地中部材表面全体を覆うような変色が発生し、それが徐々に腐朽部に移行し、特に地際部に腐朽部が陥没するような縦横のクラックが発生し内部にも腐朽が進行して、折損破壊に至る個体も出現した。なお、背割り施行の有無別の試験体では背割りを入れたものに背割り周辺部の腐朽部が激しいが腐朽の進捗は背割りを施行していないものに比べ緩やかであった。

クロム・銅・砒素化合物系木材防腐剤で処理した角杭(辺材杭、心材杭)に目立った変色は発生しておらず、すべて健全であった。

クロム・銅・砒素化合物系木材防腐剤で処理した丸太杭の乾燥材処理材のうち2本がクラック下部に小面積の腐朽部が発生し、緩やかに進行して

いる。一方、生材に注入した杭でも数本がクラック下部に小面積の腐朽部が発生し、緩やかに進行しているが、他の薬剤の腐朽の進行に比べごく緩やかであった。

クレオソート油木材防腐剤で処理した角杭・辺材杭及び心材杭では、設置時からクレオソート油のしみだしが続き、地上部木口部・材面部にタール固形物として付着している。腐朽の兆候は全く見られず全て健全であった。

3.5.3 各種防腐薬剤処理杭の耐用年数

津島試験地及び久万試験地における4年間の各条件別試験杭の被害度(各10本の平均値)を示した表-3及び表-4において、網掛けした数字はそれぞれの集団のその部位が耐用年数に達していると判断した平均被害度2.5以上のものを示している。これは、杭の耐用年数を農林水産省森林総合研究所で行われている「杭の被害程度を評価する方法」に基づき平均被害度2.5に到達した時点とする評価法に準拠したものである。

4年次までの調査結果では、無処理材のスギ辺材杭では地際部以下の地中部の耐用年数が2年、地上部は津島試験地2年、久万試験地3年であり、心材杭は地中部が3年、地上部は久万試験地が4年で耐用年数を迎えた。

木酢液処理杭の耐用年数も無処理材とほとんど同じであった。

無処理丸太杭では地際部以下地中部の耐用年数はおおむね2年であり、地上部は3年であった。特に無処理丸太杭の設置時の条件((乾燥材・未乾燥材(背割り有・無))による耐用年数の差異はなかった。また、丸太の断面形状(直径4～9cmの範囲に分布)による耐久性の差異も認められなかった。

防腐処理した丸太杭においては、丸太の生材状態の時に防腐処理(背割り施行の有・無別に2種類)した防腐処理剤の地際部に限って4年間に耐用年数に達したものがあつた。

つまり、アルキルアンモニウム化合物系-1(DAC40%)4年、アルキルアンモニウム化合物系-

2(DDAC37%)4年、銅・アルキルアンモニウム化合物系は未乾燥材処理剤(背割り無)4年及び未乾燥材処理剤(背割り有)3年、乳化性ナフテン酸亜鉛系の未乾燥材処理剤(背割り無)4年であった。これは薬剤注入量の差が劣化進捗(被害度)の差異に現れたものと思われた。

4. 結 論

平成9年2月に水質汚濁防止法の改正が施行(前3年間は暫定期間)され、特に砒素の排出規制が強化された。県内の業界においては、防腐処理工場を持つ企業が平成7年段階で4業者ありそのすべてが、防腐薬剤に砒素を含むCCA薬剤(クロム・銅・砒素化合物系木材防腐剤)を使っていたが、平成11年段階でCCA薬剤を使う業者は皆無になり、低毒性の薬剤に転換しつつある(工場数も6社に増加)。

本試験では、耐久性に疑問のあるスギ材に耐久性を付与する目的に、転換期にある低毒性防腐薬剤の注入性と薬剤の適用性を調べた。

その結果として

①供試した低毒性薬剤のほとんどが水溶液(乳化剤は水に分散させて)としてCCA薬剤と比べて遜色ない注入量を確保できたが、注入性向上のため前処理としての乾燥と併せて、注入に際して前真空処理時間や加圧条件の調整、薬液に添加する助剤・添加剤の検討がさらに必要と感じた。特に注入時の薬剤の発泡抑制には配慮しなければならなかった。

②乳化性の薬剤で処理する場合、処理材の薬液への接液面積を増やす工夫が注入性向上につながった。

③CCA薬剤がスギ心材に浸透しにくかったのに比べ、比較的浸透しやすい薬剤が多かった。

④スギの個体間の浸透性のばらつきが大きく、注入量を増し、耐久性を向上させるには注入量の下限値を示す難注入材の注入量を増やす必要がある。特に外構用の薬剤仕様では濃度を高くするた

め特に注意が必要であった。

⑤低毒性防腐薬剤の中にはCCA薬剤の耐久性に劣らない性能のものがあつた。しかし接地使用の困難なものもあり、使用条件に適合した薬剤の選択が必要であった。

⑥防腐処理前の乾燥処理は、注入性の向上を促進し使用時の耐久性向上のため必要条件であった。

⑦防腐剤の浸潤が木材内部に至ってない処理材の初期腐朽発生に乾燥収縮によるクラック発生が大きな要因となっていた。

⑧無処理のスギ材の耐用年数は3年程度であり、直径10cm以下の断面では断面を大きくして耐用年数を延ばす効果はなかった。

⑨精製した木酢液の防腐効果はほとんどないことがわかった。

今回の試験から、温暖な四国・愛媛県の屋外での木材使用は、無処理のスギ丸太等が2～3年で耐用年数を迎えるなど厳しい環境であることが推察されるが、今後外構用木材資材の耐久性向上のためには使用部位による適切な利用方法の検討と防腐塗装併用技術とメンテナンス(取り替え部分のキズ化などを含む)の適用などを考える必要がある。

参考文献

- 雨宮昭二(1963) 浅川実験林苗畑の杭試験(1). 林試研報150:143-156.
- 雨宮昭二・松岡昭四郎・庄司要作・井上 衛・阿部 寛・内藤三夫(1969) 木材防腐実地試験(5) 各種防腐処理外柵の被害経過と耐用年数. 林試研報225:133-143.
- 雨宮昭二・松岡昭四郎・庄司要作・井上 衛・阿部 寛・内藤三夫(1970) 浅川実験林苗畑の杭試験(2)防腐処理杭の10年間の被害経過. 林試研報230:105-142.
- 雨宮昭二(1970) 浅川実験林苗畑の杭試験(3)各樹種の野外試験による耐久性調査結果. 林試研報232:109-135.

鈴木憲太郎・松岡昭四郎・庄司要作・井上 衛
(1981)木材防腐実地試験(6)各種防腐処理小丸
太の野外における被害経過と耐用年数. 林試研
報315:105-112.

日本木材学会(1991) 木材の化学と利用技術Ⅱ
“スギ”. 日本木材学会研究分科会報告書. pp.
90-100.

村口良範・武智正典(1994) 県産材の材質特性と
加工利用技術の解明. -間伐小径材の利用技術-.
愛媛県林試研報15:97-112.

村口良範(1996) 各種防腐薬剤のスギ材への注入
性. 日本木材学会中国・四国支部第8回研究発
表会要旨集. pp.42-43.