

木材防腐剤の防腐効力試験

第1報 万能老化試験機による耐候操作について(1)

木材化学第2研究室 西本孝一・井上吉之

(昭和33年8月1日受理)

Koichi NISHIMOTO and Yoshiyuki INOUE: Methods for Testing the Effectiveness of Preservatives. I. On the Process for Weathering of Preservatives with Weather Meter. (1).

緒 言

木材防腐剤の耐候性或いは溶脱性の優劣が処理木材の防腐効力を支配する事は明白な事実である。培養技術に就いてはかなりの研究が続けられ成果を得ている為、研究者の注意は抗菌試験に先立つ適当な曝露方法の啓発に目下向けられている。

実験室的な水洗溶脱試験の成果は文献に相当数見る事が出来るが、文献に出ている溶脱試験は主に防腐剤の評価を目的とする事が多く、例えば防火剤の研究、防腐剤の溶脱性に対する pH の影響の研究、材中に難溶性化合物を残しておく様な方式の改良等に就いてであり、木材又は溶脱液の化学分析で判断する事は腐朽試験より短期間に有効な結果を得るも、防腐剤の評価を考える時、溶脱処理した木材の耐朽性を測る方が有効である。

耐候或いは溶脱の方法は標準化されていないものの一つではある。(但し防腐剤効力試験法では一応規定はしてある)ある研究者は一定量の蒸留水を用い、一定期間毎に水を換える方法、又他の研究者は木片の入った容器に水道水を流し込む方法を用いる。後者の場合は防腐剤の種類に依つては実際の場合に若干似ているが、異つた実験室で得た結果を直接比較し難い欠点もある。更に同一研究所の結果も水温の季節的变化でばらつく事が考えられる。耐候操作として水洗揮散繰返し法が用いられている場合もあるが、揮散操作中は水洗操作を中止する傾向にある為、これ等の間隔は溶脱の程度に影響するものと思う。油性防腐剤では揮散及び機械的消失が問題になるが、水溶性防腐剤ではこれ等の消失は余り重要ではない故水洗のみでよいのではないかとも思われる。又水洗に先立ち水を飽和せしめた処理材からは、単に水に漬すより早く防腐剤が溶脱すると言う研究者もある。耐候性・溶脱性の割合を測る為、溶脱液、木材或いはその両者の薬剤成分を分析する方法、腐朽試験に供する方法等種々の研究者は独自の考えで行っているが、これ等諸種の方法の相関々係に就いては不明である。

木材防腐剤の防腐効力試験はそれが直接防腐剤の優劣、耐用年限等の決定に係る基礎的意味を有するものであるが故、最も実地に近き状態で、正確に短期間に試験出来る事が望ましい。しかしながら、現状は未だ研究の一段階で解決されるべき問題が山積している。かかる意味に於いて我々は最も自然状態に近い条件で耐候操作を行うべく万能老化試験機の活用に研究の重点をおき、数年来実験せる結果に就いて報告するものである。本論文は昭和31年9月第3回日本木材学会で発表せる木材防腐剤に関する研究(第21報)、昭和32年4月第4回大会に於

ける同 (第 22 報), 昭和33年 4 月第 6 回大会に於ける同 (第25報) として発表せるものを一括せるものである。

万能老化試験機について

近時諸材料の耐候性についてかなりの関心が持たれる様になり, 耐候試験研究会等が開催され繊維類, プラスチック等の耐候老化性が活発に論ぜられている。かかる現状に答えて Weather Meter (万能老化試験機) が日本でも製造され, 各地に於いて耐候試験に活用されている。本実験に於いても使用した関係上, 此処にその概略を紹介することとした。

一般に物質の life の長さを測ること即ち, 物質の耐久度又は堅牢度を求めるには種々の方法があるが大体 2 つの見方がある。1 つはその物質が特殊な環境で使用された場合においていう堅牢度である。材料を戸外の風雨に曝すと材質によつて差があるが, 老化又は劣化を起す。これは可視光線, 紫外線等の太陽光と, これに伴う熱, 風, 雨などの組合つた外的自然条件の作用によつて起るものである。これは方法としては簡単で最もよいが, 太陽強度が季節, 時刻によつて変動するので試験期間は少くとも 1 年間を単位としなければ正しい値を示さず, 特に堅牢度の弱いものはこの影響が大きい。又曝露地区により劣化の傾向が異なり比較し難い場合が多い。他の 1 つは所謂人工法で太陽光の代りに人工光源を用い, 気象条件を人為的に再現し得る装置で Accelerated Weathering を行わんとするものである。同一試験機械を用いれば規格試験として正しい値を示し, 又太陽光との強さの尺度が分つていれば耐用年数の算出も可能なわけである。

繊維の染色の褪色試験は古くより行われとくに歐洲では盛んであつた。その後欧米各国では塗料関係を初め, 有機材料に就いて規格が順次制定せられて, 最近では無機材料を含めてあらゆる材料に就いて耐候性の研究が進められている。特にプラスチックの発達に伴い高分子材料に就いて研究が始められ, 我が国でもその機運が非常に高まりつつある。この試験の世界的規格案としては約 30 ヶ国の委員を有する I.S.O. があり, その他決められているものに A.A.T. C.C. 試験法, A.S.T.M., Federal Method 等がある。

耐候試験の劣化の要因は紫外線, 可視光線の如き光化学的作用によるものと, 熱老化や炭酸ガス, オゾン, 水等の物理化学的なものとがある。又カビ, 木材の如く腐朽菌によるものもある。これ等の要因が単独に作用することは勿論であるが, 2 つ以上組合せによつて作用が激しくなる場合が多い。耐候試験の如く多数要因の組合せの試験研究は難しいが学問的には興味がある。

要因の中で最も重要なのは紫外線を含めた光エネルギーである。水銀灯, タングステン灯は太陽光の波長スペクトルに比較し著しく分布が異なる。アークランプからの光の波長分布が太陽のものと全く同じであることが望ましく, 強度の関係も明らかでなければならない。そこで今簡単に太陽エネルギーに就いて 2・3 の文献より考えて見る。太陽より地球上に到達するエネルギーは波長約 $500\text{ m}\mu$ で最大で $320\text{ m}\mu$ 以下の紫外部は急速に減少する。太陽の位置は 1 日の時刻により又 1 年の周期として移動するので地表面に受ける輻射エネルギーは変化し, 又天候によつて支配される。従つて全エネルギーは時間, 日, 年の積分した値となる。1 年間の紫外エネルギーは雨天, 曇りを見込み $1.2 \times 10^6 \times 395 \mu\text{w}/\text{cm}^2$ となる。

耐候試験に活用する光源としてのアークランプの紫外部は24時間連続に定まったエネルギーを照射するわけで、今アークランプのエネルギーと6月正午時の日光の紫外部との強度比を α とし、 $\alpha=1$ 即ち、365日6月正午の明るさが24時間続いたものとすれば、そのエネルギーは $1.5 \times 10^7 \times 365 \mu\text{w}/\text{cm}^2$ となる。この事より1年間のアークランプと日光のエネルギーの比は

$$\frac{\text{ARC}}{\text{SUN}} = 13\alpha \dots\dots\dots(1)$$

となり、 α は紫外線強度の測定で決められる。

Weather Meterはその種類の如何を問わず光源としてカーボンアークランプを用い、電磁コイルを用いて自動的に常に様な光量を得るようになっていて、ガラスグローブにて汙光されている。このカーボンアークランプは発光剤にセリウムを入れ低電圧大電流(50V. 60A.)で弧光したものは日光に似ている。このアークランプが1個のものと2個のものと2種類のWeather Meterがあり、一般に2個掛が多く使われている。この場合の試料の位置に於ける α を照度計により求め(1)式より日光との倍率を求めると、 $13\alpha=42$ となり従つて日光曝露試験1年分は $1/42$ 年 $\div$ 9日間行えばよいことになる。

試験材料を日光又は試験機のアークランプにあてれば輻射エネルギーを吸収してそれ自体の温度は上昇する。従つて温度は試験材料自体の温度と周囲空気温度の両者を調整する必要がある。温度が極めて高いと光そのものの劣化よりも熱による老化の影響が大きく、材質により輻射熱による温度上昇は違うので、Weather Meterでは標準黒鉄温度計(Black panelの温度計)を試験温度の標準とし、間接水冷及び試験機内の空気温度調節により70°C以下で行える様にしてある。

撒水又は降雨は耐候試験では無視し得ないが、特に木材の如き材料に対しては重要な要因である。戸外曝露試験では降雨は場所により年によつてかなりの変動がある。Weather Meterでは人工降雨即ち撒水はあるサイクルをもつて加圧した水をノズルより撒布させるもので、水圧、周期時間、ノズルの大きさを變えることによつて見掛雨量を變える事が出来る。この撒水のやり方には2つの方法があつてその曝露地区の降雨条件と同じように再現させる場合と、単に試験規格に定められたものを行う場合で、前者はその試験地区の降水量、降水日数が必要となる。Weather Meterの降雨装置は降雨時間、周期が36の組合せが可能で水圧も0~3kg, ノズルの大きさは3種あり水圧の加減で毎分20~570 ccの水量に15段階の變化が出来る。降雨時間、周期、水量を調節する事により各地の降雨量、降雨日数に応じた撒水が出来るわけである。

以上 Weather Meterにつき簡単に説明したが、勿論細かい点では未だ完全とは言えないだろうが、現在では人工耐候試験として天然気象に最も近似な条件を再現するものである事は否定出来ない。

木材防腐関係は勿論の事、建築材料としての木材、集成材、合板、塗料等の研究に活用され、他の材料関係に於けるこの方面の研究成果に劣らない成果を挙げられる様期待するものである。

既 往 の 研 究

溶脱操作が木材防腐剤効力試験に取り入れられたのは1915年 F. J. Angier¹⁾ が最初と思わ

れるが、当時は塩化亜鉛、硫酸銅、弗化ソーダ等の単一化合物を静水に浸漬する操作についての結果を報告していたにすぎない。

1930年代に入り多くの報文を見る様になったが、全てを記載出来ないが、S. Kamesam²⁾, W. Krieg and H. Pflug³⁾, C. Greaves⁴⁾, J. Van den Berge⁵⁾, L. Lutz⁶⁾, J. Bryan⁷⁾, B. Schulze⁸⁾⁹⁾ 等が報告している。British Forest Product Laboratory の N. A. Richardson and E.E. Larner¹⁰⁾ はソックスレー抽出器を応用した溶脱操作を行い、溶脱液を分析したが、C. Jacquiot¹¹⁾ も同装置を用い処理木材が腐朽を受け易くなるに必要な溶脱回数により防腐剤を比較する事を呈案した。しかしこれは耐候条件の固定化と溶脱処理した試片を菌の侵害から守るに必要な防腐剤の限界注入量を決定するという事からは離れている。米国に於ては W. P. Arnold and E. R. Boller¹²⁾, L. C. Drefahl and R. H. Bescher¹³⁾, R. E. Waterman, J. Leutritz and C.M. Hill¹⁴⁾, R.H. Baechler¹⁵⁾, 等の研究があるが、これ等は処理木材を静水中に一定期間漬漬しながら適時水を交換する溶脱操作を行つている。

第2次大戦中に AWP A Proceeding に木材中に不溶性化合物を沈着せしめる混合防腐剤の研究が載つた。1940年代に入り混合物の溶脱性が研究され始め、流水による溶脱操作が始められた。即ち B. Hägar⁴⁶⁾, R.H. Baechler¹⁷⁾ の研究があり、W. McMahon, C.M. Hill and F.C. Kock¹⁸⁾ は Greensalt の溶脱性を研究し、溶脱される成分は大部分初めの7時間に起るとしている。A. Gordon¹⁹⁾ は銅の溶脱性に対する洗滌液の pH 影響について、又 R.H. Baechler and C. A. Richards²⁰⁾ は蒸溜水で27日溶脱するより0.02%の炭酸ソーダ溶液で1日溶脱する方が耐朽性の低下が大きいと報告している。W. T. Henry and R. J. Kepfer²¹⁾ は Chromated zinc chloride と copperized chromated zinc chloride との溶脱性を比較し、個々の成分による相違を明確にした。W. F. Seyer²²⁾ は小試片と軸方向に長い丸太柱とに於ける硫酸銅、塩化亜鉛、arsenic trioxide と固着剤との混合液の溶脱の程度を調べ、樽中に入れて回転し毎日水を換えて行つたがその結果丸太柱の場合には346日で初めの量に対し銅は62.8%, arsenic は50.1%, 亜鉛は41.3%が残留していたが、小試片の場合にはこの程度の消失は1日の溶脱で起り、種々の考察の結果実際には6.2年で銅の全部7.2年で亜鉛の全部が消失すると結論している。これはかなり興味ある報文である。

1950年代に入り、屋外曝露試験結果の報告を見る事が出来る様になった。K.M. Harrow²³⁾ は New Zealand に於て非曝露処理木材と地面に直立せしめた処理木材とより切断せる試片を分析する事により材中の塩化亜鉛、Tanalith、硼酸の変化を調べた。分析は6, 15, 26週間曝露した後行つた。消失は外部に主として起つており、材種による相違は殆んどなかつたと報告している。C.G. Duncan²⁴⁾ は材中の薬剤の永続性を示すに適当な屋外曝露期間の検討を行い、Coal tar Creosote, PCR 重ガス油溶液を用い限界注入量の決定を行つている。彼は一定期間の屋外曝露中の気候の相違により Creosote の消失にばらつきが生じ、暖かい月に最高で消失量と温度との間には明白な関係が存するが、降雨量とは殆んど明白な関係はなく、又 PCP 油溶液の消失はばらつきが小さいと報告し、防腐剤効力試験には屋外曝露より変化少く迅速な人工的耐候操作が必要であると論じている。E. Rennerfelt²⁵⁾ は耐候操作を行つた時と行わなかつた時との Baliden Salt の限界注入量を比べ、前者の場合にその量が増加するとし、木材片中に残存せる砒素の量に就いても若干の結果を発表している。J. Herzig²⁶⁾ は

DIN 52176, Blatt 1. にある Standard German 法とは異なる方法で6種の塩類について溶脱試験を行つているが、彼の目的はある化学薬剤の組合せによる固着に必要な処理後の放置期間を決める事である。S. J. Wilson, N. Tamblyn and D. F. McCarthy²⁷⁾ は14種類の水溶性防腐剤の溶脱性を研究した。溶脱操作は18ヶ月間風乾した処理試片に蒸留水を圧入し、35°Cで蒸留水を用い機械的振盪法に依つた。時間は30分~64日間とし、溶脱液の薬剤量を分析し溶脱日数と溶脱量との関係及び一般に用いる混合物で処理した木材中の Zn, Cu, Cr, As, F の固着についての結果を報告している。この研究は腐朽試験に続くわけであるが、これは E. W. B. Da Costa²⁸⁾ が報告している。これによると防腐力は溶脱処理した試片に残存する有効成分の量を化学分析して得られるものより小さく、且つ新しい同成分の毒性より低くなつており、防腐剤に依つてかなりの相違があると報告している。又同様な実験を別な材種に就いて D. F. McCarthy and S. J. Wilson²⁹⁾ が行つている。

薬剤の消失量について

本実験の目的とする所は耐候操作の方法に依つて、防腐剤中の有効成分の消失量が如何程異なるかと言う事を明らかにするもので、更に防腐剤相互間の消失の難易に就いても比較せんとするものである。

(1) 供試材料

スギ及びブナの同一材の辺材部より 3×2.5×15 cm の板約30枚調整し、13~16%に乾燥した後、各板より 2×2×2cm の小試片を7個宛合計210個仕上げ、0.001 g 迄秤量した後各試片の見掛比重を求め、これに基いて全試片を7組に分けた。

Table 1. 試験に供した防腐剤
(Preservatives used for treatment of test piece)

Pres. No.	防腐剤名 (Preservatives)	組 成
1	Creosote oil	J.I.S. 1号
2	Creosote oil+P.C.P.	J.I.S. 3号に P.C.P. 2%混合
3	Malenit	(Na+D.N.P.+SbF ₃) 3% soln. 会社製品
4	Boliden Salt	(H ₃ AsO ₄ +ZnCr ₂ O ₇) 25% soln 2.5% 会社製品
5	P.C.P.-Na	5% soln
6	P.C.P. Emulsion	界面活性剤、溶剤にて可溶化した3% soln.
7	P.C.P.-Na, 溶脱防止	5% soln. 注入後 Al ₂ (SO ₄) ₃ +M ₂ ZrO ₃ soln. で処理
8	Antokisin	P.C.P., γ-BHC のトリクロロベンゼン soln. 会社製品

注入せる防腐剤は Table 1 に記載せる中の7種類で、各組の試片を夫々各防腐剤に割り当て、前排気 500mm Hg 20分間、加圧 5kg/cm² 60分間、油性防腐剤のみ後排気 500mm Hg 20分間の注入条件で注入した。注入30分後試片の重量を0.001 g 迄秤り、各試片の注入量を算定した。

この注入量に基き1組を3群に分け、1群は同じ防腐剤が注入された10個の試片で構成され、

注入量も±5%以内に統一されたものである。

(2) 耐候操作方法

かくして処理された試片は群別に耐候操作を施した。但し操作前に約2ヶ月間室内に全試片を放置せしめた。

A群：室内に放置後直ちに試片中の防腐剤の定量分析を行つた。

B群：室内に放置後万能老化試験機（東洋理化工業製 WE-2 型）に試片を取付け、208時間駆動した。試験機内の温度は35°Cに保ち、撒水時間は年平均降雨量約 1500 mm に相当する如く30分間隔に6分射水に調節した。試験体表面の温度は撒水直後で40~45°C、直前では55~60°Cであつた。紫外線が試片の一面には直接照射しないので、104時間にて試片を付け換え一応全面に直接照射される様にした。送風は連続的に起つていたので試片は殆んど常に風を受けている状態であつた。かかる耐候操作後試片は室内に約2週間放置し、試片中の防腐剤の定量分析を行つた。

C群：室内に放置後次の水洗一揮散繰返し操作を10回行つた。即ち24時間流水で洗滌した後24時間風乾し、次ぎに60°Cに保つた恒温器中に24時間入れ揮散操作を行う。この洗滌、風乾、揮散の操作を順次繰返し行うわけである。かかる耐候操作終了後試片を室内に約2週間放置し、試片中の防腐剤の定量分析を行つた。

耐候操作中B群は各組の試片を夫々別個の試片ホルダーに取り付け、万能老化試験機は12時間駆動し12時間停止する如く運動し、全駆動時間を208時間とした。C群は各組の試片を夫々別個の容器で水洗し、油性防腐剤処理試片組と水溶性防腐剤処理試片組とは別個の恒温器中で揮散せしめた。

(3) 定量分析方法

先づ試片の内部と外部とに分ける為、試片の表面より5mmの深さ迄を外部として削り取り、それ以内を内部として別に切削して出来るだけ細かいチツブ状として夫々各防腐剤定量分析用の試料にした。

各防腐剤の定量方法は夫々次の如き方法を用いた。

i) クレオソート油

分析用試料をトルオールでソックスレー抽出器にて抽出し、抽出前後の試料の重量差並びに抽出液を蒸溜し溶媒を蒸発し残渣量で以つてクレオソート油を定量した。但し試料中の水分を除去する為、ソックスレー抽出器の冷却管の滴下口に小さな受器を取付け流出する溶媒と水分を集取する。トルオールは水より軽い故水が受器の下に留り、トルオールは上部よりあふれ出て循環する如く装置した。抽出時間は8時間とし、抽出後試料は60°Cで24時間乾燥した。集取した水分を除去してクレオソート油の定量の計算をした。

ii) クレオソート油・P.C.P. 混合

クレオソート油と同様の方法に依り、クレオソート油の定量を行い、P.C.P. の定量は行わなかつた。

iii) マレニツト

本防腐剤は弗化ソーダを主成分とするが、本成分は殺菌力も強力とは言えず水による流失も容易である事は一般に認められている所で、本成分の耐候操作による動向は従来研究された例

も若干ある。デニトロフェノールは殺菌力強力にして流失し難いと思われている成分である。この成分の動向には従来殆んどその研究例を見ない為、筆者は本成分の定量のみを行つた。

デニトロフェノールの定量は窒素の定量を行い計算に依つて、成分の量を出した。チップ状にした試料中の窒素をキエルダール法に依つて定量した。

iv) ポリデン塩

試料中の砒素を定量する事に依り薬剤の定量を行つた。有機物中の砒素の定量に就いては従来数多くの研究がなされているが、木材中の砒素の定量に就いては極く僅かの研究を見るのみで、最近筆者も実験を行い次の方法が正確なる事を認めた。

即ち、試料 1 g をキエルダール分解壺に取り過酸化水素水 10cc を加え、試料が均等に湿めつてから濃硫酸 5cc を加え、発泡しなくなつてから小焰で加熱する。液が褐色になつた場合は更に過酸化水素水を追加する。硫酸の蒸気が出だしてから数分間加熱した後放冷し、0.1 g の硫酸ヒドラジンを加え 10 分間加熱し還元を行う。放冷後冷却しながら 25cc の蒸溜水を加え混合し、0.1 g のブロムカリを加え更に 1cc の四塩化炭素を添加し、よく振盪しながら 0.1-N ブロム酸カリ液で滴定する。得られた砒酸の量より薬剤の量を計算した。

v) P.C.P.-Na.

P.C.P.-Na 水溶液は木材に滲透した場合材中に於て P.C.P. に一部変化する³⁰⁾。それ故本実験に於ける試料も当然両者が混在している事は想像し得る。かかる場合の定量方法に就いては筆者等は先きに詳細に発表した³⁰⁾、その方法に基いて行つた。即ち分光分析に依るもので、得られた値はすべてソーダ塩に換算して本薬剤の量とした。

vi) P.C.P. 可溶化溶液

本溶液はブタノール・メタノール混合液に P.C.P. を 6% 溶解し、アニオン界面活性剤を添加し水で 2 倍に稀釈せしめた透明な液で、所謂可溶化した溶液である。

本剤の定量は分光分析により簡単に行えるわけで、試料中の P.C.P. をメタノールで抽出し、メタノールを溜去しその残渣をエーテルに溶かし更にエーテルを溜去し、その残渣をメタノールにて適当な濃度に稀釈し分光光度計 (Spectrophotometer) にてその吸光度を測定し、これより P.C.P. 量を計算するわけである³⁰⁾。

vii) P.C.C.-Na 溶脱防止

P.C.P.-Na の溶脱防止は P.C.P.-Na 水溶液を木材に注入後硫酸アルミニウムと硫酸ジルコニウムの水溶液に木材を約 10 分間浸漬し、P.C.P.-Na を金属塩 (P.C.P.-M) に変化して固着せしめたものである。かかる処理では木材中には P.C.P.-Na, P.C.P., P.C.P.-Al が存在する事になり、定量は複雑になる様であるが、Spectrophotometer では P.C.P. と P.C.P.-M とは同一波長に於て吸光度の極大値が現われるのでこれをすべて同一物として取扱つた。即ち P.C.P.-M は試片の外周に存在し量的にも少くないと考えられるのですべて P.C.P. として計算したわけである。その他の方法、計算法は全く (v) の P.C.P.-Na の定量に於ける場合と同じである。

(4) 実験結果

以上の実験による結果は Table 2~6 に示す。Tables 中の注入量とは吸収された防腐剤の重量より計算した値で、水溶性防腐剤に就いては注入前の薬剤濃度がそのまま変化せずに木材

中に注入されたものとして計算した。

Table 2 は耐候操作を行わない試片に就いて，その試片中の薬剂量に於いて注入前後の試片重量差より計算せる値と分析による値との関係を示すもので，スギ・ブナ共に全防腐剤に就いて近似値を示している。勿論 Table 2 は単に重量法と分析法との比較を示すに限らず，最初の注入量を示すものでクレオソート油系は油全体を，マレーツトは dinitrophenol を，ボリデン塩及び P.C.P. 系は薬剤自体の木材 1 g. あたりの量を mg. で示したものである。

この値は10ヶの試片の平均であるが，これ等の注入量は耐候操作を行つた試片の最初の注入量を計算する上に於いて重要な役割を果すものである。即ち，次式によつて行つた。

$$R = \frac{bc}{a}$$

但し R : 求める最初の注入量

a : 重量差により計算した A 群試片10ヶの平均注入量

b : 重量差により計算した B 又は C 群試片の平均注入量

c : 分析により求めた A 群試片の平均注入量，

Table. 2. 注入量算出に於ける重量法と分析法との比較
(Comparison of the initial retention calculated from weight of solution absorption and determined by analysis)

スギ (*Cryptomeria japonica* D. Don)

No.	注入量 (計算) (Initial Retention) calculated	注入量 (分析) (Initial Retention, by analysis)			分析値/計算値 (anal./cal.)
		内部 (inter)	外部 (outer)	全体 (total)	
1	596	584	578	580	97 (%)
2	581	589	570	575	99
3	6.2	5.7	5.9	5.9	95
4	45	33	49	44	98
5	73	61	69	67	92
6	96	78	84	82	86
7	114	76	111	105	92

〔註〕 木材 1 g あたりの薬剂量 mg. で示す。(以下同じ)

ブナ (*Fagus crenata* Blume)

No.	注入量 (計算) (Initial Retention) calculated	注入量 (分析) (Initial Retention, by analysis)			分析値/計算値 (anal./cal.)
		内部 (inter)	外部 (outer)	全体 (total)	
1	335	319	365	333	99
2	288	297	282	284	99
3	2.5	2.1	2.5	2.4	96
4	31	25	34	31	100
5	55	54	52	53	96
6	43	43	42	43	100
7	45	38	43	42	96

Table 3. スギ辺材に於ける万能老化機による耐候操作後の薬剤残存量
(Residue of preservatives in *Cryptomeria Japonica* D. Don leached by Weather Meter)

No.	最初の注入量(重量) (Initial Retention calculated from weight.)	残存量 (分析) (Residue, by analysis.)			最初の注入量(分析) (Initial Retention by analysis)
		内部 (inter)	外部 (outer)	全体 (total)	
1	647	454	479	473	628
2	587	504	482	483	581
3	7.0	3.6	4.4	4.2	6.6
4	45	32	46	43	44
5	97	41	73	67	89
6	77	41	49	47	66
7	103	81	98	96	95

No.	残 存 率 (%) (Residue)		
	内 部 (inter)	外 部 (outer)	全 体 (total)
1	72	76	75
2	84	85	84
3	56	66	63
4	97	96	98
5	51	79	76
6	66	72	71
7	117	98	101

Table 4. ブナ辺材に於ける万能老化試験機による耐候操作後の薬剤残存量
(Residue of preservatives *Fagus crenata* Blume leached by Weather Meter)

No.	最初の注入量(重量) (Initial Retention calculated from weight)	残存量 (分析) (Residue, by analysis)			最初の注入量(分析) (Initial Retention by analysis)
		内部 (inter)	外部 (outer)	全体 (total)	
1	352	264	262	264	348
2	348	271	277	275	344
3	2.8	1.6	1.8	1.7	2.7
4	33	25	32	30	33
5	47	28	31	30	45
6	51	45	48	47	51
7	47	39	43	43	44

No.	残 存 率 (%) (Residue)		
	内 部 (inter)	外 部 (outer)	全 体 (total)
1	69	78	76
2	75	81	80
3	67	64	63
4	92	89	91
5	61	69	67
6	88	96	92
7	100	96	98

Table 5. スギ辺材に於ける水洗—揮散繰返し操作後の薬剤残存量
(Residue of Preservative in *Cryptomeria Japonica* D. Don
leached by cycle method)

No.	最初の注入量(重量) (Initial Retention calculated from weight)	残存量 (分析) (Residue, by analysis)			最初の注入量(分析) (Initial Retention by analysis)
		内部 (inter)	外部 (outer)	全体 (total)	
1	598	531	522	525	580
2	585	539	522	527	578
3	6.5	3.6	4.2	4.0	6.2
4	45	32	45	42	44
5	111	52	66	62	102
6	83	55	51	52	71
7	102	81	94	93	94

No.	残 存 率 (%) (Residue)		
	内 部 (inter)	外 部 (outer)	全 体 (total)
1	91	90	91
2	91	91	91
3	60	68	65
4	96	93	95
5	57	62	61
6	82	70	73
7	119	95	99

Table 6. ブナ辺材に於ける水洗—揮散繰返し操作後の薬剤残存量
(Residue of preservative in *Fagus crenata* Blume leached
by cycle method)

No.	最初の注入量(重量) (Initial Retention calculated from weight)	残存量 (分析) (Residue by analysis)			最初の注入量(分析) (Initial Retention by analysis)
		内部 (inter)	外部 (outer)	全体 (total)	
1	365	300	297	298	361
2	331	321	280	295	328
3	2.5	1.5	1.7	1.6	2.4
4	33	27	32	30	33
5	50	37	38	38	48
6	40	40	38	39	40
7	48	41	46	45	45

No.	残 存 率 (%) (Residue)		
	内 部 (inter)	外 部 (outer)	全 体 (total)
1	86	75	83
2	94	87	90
3	71	68	67
4	95	87	91
5	75	80	79
6	100	97	98
7	100	100	100

かかる計算法を用いたのはB又はC群の試片は最初の注入量が重量差による以外に測り得ず、これのみにては正確性を欠くためである。かくして求めた最初の注入量と分析により求めた残存量とより各防腐剤の残存率を求めたが、内部或いは外部に於ては次の式によつて別に計算した。

$$\text{残存率} = \frac{A \cdot D}{B \cdot C}$$

但し、A：A群試片の重量差による最初の注入量

B：B又はC群試片の重量差による最初の注入量

C：A群試片の内部又は外部の分析による注入量

D：B又はC群試片の内部又は外部の分析による残存量

これに依ると、A群の試片とB又はC群の試片と薬液浸透状態が全く等しいという仮定に立つわけであるが、本実験の場合には止むを得ない事である。

(5) 考察

同一防腐剤の各群の試片に対する注入量はほぼ等しい量を示している。防腐剤別の注入量を見ると油性系は大体内部の方が外部より多く、水溶性系は逆の現象を示している。これは注入処理後2ヶ月間室内に放置したので、油性系で処理した試片では外部の剤が揮散し、水溶性系では水分のみ揮散した為と考えられる。それ故注入処理直後分析定量を行えばかかる現象は起らなかったものと思う。

耐候操作の仕方による薬剤の消失状態は全般的に明らかに異なる結果を示す。即ち万能老化試験機による耐候操作は明らかに水洗一揮散繰返しによるより過酷であつて、薬剤の消失が著しい。水溶性系防腐剤に就いては耐候操作による薬剤の消失状態は余り差異がないが油性系では顕著である。これは紫外線の有無が大きく影響しており、油性系は紫外線による酸化等に変質する事が無視出来ないことを物語っている。又スギ辺材では油性系防腐剤の残存がブナ辺材に於けるより多く、水溶性系は殆んど相違ないが若干ブナ辺材に於ける方が多い様な傾向を示している。これは全く組織的な因子によるもので水溶性系の場合には薬剤の木材への吸着が関連し、ブナ辺材の方が吸着し易いのではないかと推察される。

防腐剤個別の考察は油性系、水溶性系に分けて行う。

i) 油性系防腐剤

C群の耐候操作では残存率が高く、消失率は10%前後であるが、B群の場合にはかなり低下し、消失率は20%に増加している。C群の場合にはクレオソート油とこれにP.C.P.を混合したものとは相違殆んどないが、B群では明らかにP.C.P.混合したものがクレオソート油自体の残存率が高い。内部と外部との残存率は耐候操作に依つて傾向を異にしている。即ちB群では内部までかなり消失しているに反しC群では外部のみに止まつている。これは或る程度の温度下で水洗するか否かの操作上の違い及び紫外線の酸化の影響が内部に逆及ぶことから来るものと考えられる。

ii) 水溶性系防腐剤

油性系防腐剤の場合に比べ耐候操作の方法による消失状態の相違ははるかに僅小である。むしろ殆んど差異がないと断定し得る。水溶性系防腐剤の消失は大部分が水洗によるもので、紫

外線等の酸化には殆んど影響されない事を意味するものであろう。殆んどすべての場合に内部の消失が外部より大きい、これは木材中に滲透した水が蒸発する際に内部の薬剤を外部に移行せしめ、かかる現象を惹起したものと思う。それ故木材中で不溶化するポリデン塩、溶脱防止のため不溶化せる P.C.P.-Na はかかる現象を起していない。

マレニツト、P.C.P.-Na は耐候操作の如何を問わず消失が著しい。ポリデン塩、P.C.P.-Na の溶脱防止処理せるものは非常に高い残存率を示し、特に後者は殆んど消失していない。可溶化 P.C.P. は材種により傾きを異にしている。即ち、スギ材に於いては30%近くの消失を示すに対し、ブナ材では10%にも達しない状態である。又 Table 2 に示す値に於ても他の防腐剤の分析値/計算値の両材による差が殆んどないに対し、可溶化 P.C.P. のそれは約15%の差がある。これ等の事より一種のエマルジョン状態にせる本薬液の滲透には材による組織的な相違による差が生じ易く、材によるエマルジョンの崩解のし易さ、滲透状態・分布の相違等が消失の難易に関係するものと興味深く感ずる次第である。

防腐効力について

以上の実験で万能老化試験機と揮散・水洗繰返試験との耐候操作によつて木材中より消失する薬剤量を測定し、両方の操作を比較検討したわけである。

そこで本実験は万能老化試験機が天然条件と如何なる関係があり、防腐材の効力に及ぼす影響が異なるか否か等に就いて検討し試験機の条件決定、更には本機による効力減退率にて防腐効力の永続性、経年変化をも明確にし、今後新しき防腐剤が出現した場合にもその耐用年限をかなりの信頼度で断定し得る効力試験方法を確立せんとする第一歩である。

(1) 供試材料

前実験と同じスギ及びブナの辺材部より 3×3×30 cm の柱状材を夫々279本調整し、13~16 %の含水率に乾燥した後 2×2×28 cm に正確に仕上げる。

注入せる防腐剤は Table 1 に記載しているが、注入条件は前排気 (500 mmHg) 30分間、加圧 (7kg/cm²) 90分間とし、油性防腐剤にのみ後排気 (500 mmHg) 20分間を施工した。但しアントキシンは数回塗布した。

Table 7. スギ試験材の注入状態
(Retention of *Cryptomeria japonica* D. Don)

No.	非 曝 露 試 験 (Non. Weathering test)		人 工 老 曝 露 試 験 (Artificial weathering test)		天 然 老 化 曝 露 試 験 (Naturel weathering test)	
	吸 収 率 (Absorpted ratio) (%)	注 入 量 (Retention) (kg/m ³)	吸 収 率 (Asorpted ratio) (%)	注 入 量 (Retention) (kg/m ³)	吸 収 率 (Absorpted raio) (%)	注 入 量 (Retention) (kg/cm ³)
1	52	170	53	189	48	179
2	56	185	65	229	50	179
3	224	817	243	836	204	802
4	105	417	107	442	104	401
5	168	677	186	692	168	599
6	177	717	197	729	174	709
7	170	571	176	604	153	572

Table 8. ブナ試験材の注入状態
(Retention of *Fagus crenata* Blume)

No.	非 曝 露 試 験 (Non. weathering test)		人 工 老 化 曝 露 試 験 (Artificial weathering test)		天 然 老 化 曝 露 試 験 (Natural weathering test)	
	吸 収 率 (Absorpted ratio) (%)	注 入 量 (Retention) (kg/m ³)	吸 収 率 (Absorpted ratio) (%)	注 入 量 (Retention) (kg/m ³)	吸 収 率 (Absorpted ratio) (%)	注 入 量 (Retention) (Kg/m ³)
1	52	328	57	360	45	278
2	47	290	53	337	41	263
3	90	562	91	567	90	570
4	102	571	119	636	118	627
5	95	580	95	596	91	567
6	103	542	111	622	104	580
7	96	564	95	590	96	579

スギ材ブナ材別々に279本の試片を9組に分け8組に夫々8種類の防腐剤を圧入又は塗布し残り1組は無処理のままとした。1組は31本の試片より成り、この中10本は非曝露用として、6本は万能老化試験機による人工曝露用として、残り15本は天然曝露用として3群に分けた。この3群に分けるのに各試片の注入量に基いて注入量の近似せるものを夫々所定数ずつ選び分けた。これ等の注入状態はTable 7, 8の如くで、注入量は注入処理前後の重量差で、注入率は注入前の木材重量と注入量との比で、所定本数の平均値として示した。なおアントキシンは試片1本あたり10gを塗布する様にしたのでスギ、ブナ合せて62本全部が等しい事になる故記載しなかつた。

(2) 耐候曝露試験

耐候曝露試験としては本実験の目的上、人工老化曝露、天然老化曝露、非老化曝露の3種を次の如き試験方法で行つた。注入処理後試験に供する迄約2ヶ月間室内に放置した。

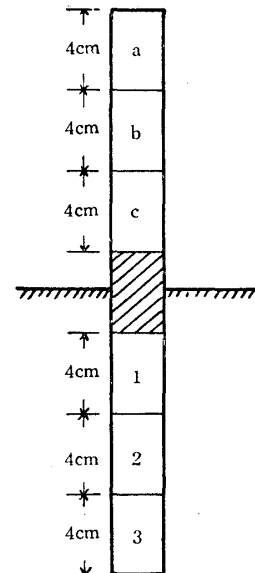
第1群：非老化曝露試験用として各処理10本宛合計90本の試片は人工老化曝露試験が終了する迄、室内に放置し腐朽試験に供した。

第2群：人工老化曝露試験用として各処理6本宛合計54本の試片は、前実験と全く同様な条件で万能老化試験機に供した。終了後約20日間室内に放置し腐朽試験を行つた。

第3群：天然老化曝露試験用として各処理15本宛合計135本の試片は、本研究所内の日あたりのよい試験地に長さの1/2(約14cm)を地中に埋め1/2は地上に露出する如く地面に真立せしめ1ヶ年間放置した。試片の配列は各処理別に南北の方向に3列に列べ、同一処理試片相互の間隔は約15cm、異なる処理試片とは約50cm離れた。試験地は乾地で夏は勿論冬に於ても午前9時頃より午後4時頃迄1日7時間以上は太陽光線が直接試片に照射される開放地であり、雑草が繁茂しない様常に除草に留意した。この1年間の月別降雨量及び気温はTable 9に表示する。曝露終了後約20日間室内に放置し、各処理別に1組5本の3組に無差別に選別し、2組分の地上部のみ腐朽試験に供した。残り1組は地上部と地下部との腐朽及び老化程度を調べる為腐朽試験を行わなかつた。

Table 9. 天然曝露試験地の降雨量及び気温
(Amount of rainfall and temperature on test place of natural weathering)

年 月 (Month, year)	降 雨 量 (Amount of rainfall)	気 温 (Temperature)
	(mm)	(°C)
昭 和 31. 5	237	17.3
6	251	22.4
7	259	26.2
8	294	25.9
9	231	23.4
10	123	17.3
11	66	10.3
12	54	4.3
昭 和 32. 1	56	4.4
2	56	3.6
3	70	5.2
4	150	14.1



(3) 腐朽試験

腐朽試験は $2 \times 2 \times 4\text{cm}$ の圧縮強度試片にて行つたので、その腐朽状態は圧縮強度の減少程度で判断した。即ち1本の試片を1/2にし一方を健全部の圧縮強度、他方を腐朽試験後の圧縮強度として両者の差で以つて腐朽状態を判定する事を原則とした。

第1・2群の試片は先づ長さを1/2にし、一方の腐朽試験用木片はその切断面に合成樹脂を塗布した。第3群の任意の2組に就いては、その地上露出部より腐朽試験用木片を取り、同様に合成樹脂を塗布した。これ等準備せる圧縮試験型腐朽試験用木片を、予めワタグサレタケ (*Poria vaporaria*) の繁殖せる培地上に繊維方向を垂直にして置き、第1・2群及び第3群の1組は180日間、第3群の他の1組は75日間、夫々 $30 \pm 2^\circ\text{C}$ に保つた培養室内に放置した。

腐朽試験に供せず健全部及び地上露出部と地下部との比較の為に圧縮試験せる第1・2群の半数並びに第3群の2組の地下部と1組の地上・地下両部の木片は、夫々の腐朽試験の終了する迄室内に放置しておき、全試片揃えて強度測定を行つた。

(4) 実験結果

実実験結果は Table 10~16 に表示した。腐朽試験に於いてその試片は柱状の試片で注入処理し、これを切断して調整したが防腐剤は完全に試片の中心迄滲透しており、且つ切断面に合成樹脂を塗布した為、部位による差異なきものと見做し同一条件の試片は等しいものとして腐朽前後の強度は平均値として表わした。即ち Table 10 では30個、Table 11 では18個の平均値である。Table 12 は天然老化曝露後の地上露出部と地下部との変化を比較したものであるが、上図の如く両側より夫々3個宛圧縮試片を取り a, b, c, の平均値を以つて地上露出部の強度としたので試片15個の平均値となる。又地下部は部位による変化を求めるため1, 2, 3別個の5個宛の平均強度を出し地上露出部のそれと比較し、同時に地下部全体の平均値も求めて比較したものである。Table 13・14 は天然老化曝露後腐朽試験した結果であるが、腐朽前の各処理材の強度は地下部より求めねばならないので、Table 12 に於て求めた地上露出部と

西本・井上：木材防腐剤の防腐効力試験

Table 10. 非曝露試験に於ける防腐処理材の防腐効果
(The effective of preservatives in the non-weathering test)

スギ (*Cryptomeria japonica* D. Don)

No.	健全材強度 (Sound wood) (kg/cm ²)	腐朽材強度 (Decay wood) (kg/cm ²)	強度残存率 (Strength residue) (%)
1	310	287	93
2	311	286	92
3	371	329	89
4	327	287	88
5	404	350	88
6	438	386	88
7	313	286	91
8	304	278	91
9	324	191	59

ブナ (*Fagus crenata* Blume)

1	452	433	96
2	472	457	96
3	424	380	90
4	413	366	89
5	498	456	91
6	371	353	95
7	477	439	92
8	378	361	95
9	361	104	29

Table 11. 人工曝露試験に於ける防腐処理材の防腐効果
(The effective of preservatives in artificial weathering test)

スギ (*Cryptomeria japonica* D. Don)

No.	健全材強度 (Sound wood) (kg/cm ²)	腐朽材強度 (Decay wood) (kg/cm ²)	強度残存率 (Strength residue) (%)
1	370	253	68
2	376	290	77
3	299	216	72
4	385	286	74
5	394	293	74
6	418	288	69
7	375	321	86
8	350	237	68
9	383	178	47

ブナ (*Fagus crenata* Blume)

1	612	412	67
2	614	447	74
3	486	339	70
4	423	323	76
5	514	387	75
6	442	325	74
7	500	413	83
8	414	271	66
9	513	93	18

Table 12. 天然暴露試験に於ける地上部と地下部との腐朽状態の比較
(The decay dergree of test pieces above and under the ground in natural weathering test)

スギ (*Cryptomeria Japonica* D. Don)

No.	地上部 強度 (kg/cm ²) (Above the ground)	地下部 (Under the ground)							
		1		2		3		平均 (average)	
		強度 (kg/cm ²) (streng- th)	強度 残存率 (Resi- due)	強度 (kg/cm ²) (streng- th)	強度 残存率 (Resi- due)	強度 (kg/cm ²) (streng- th)	強度 残存率 (Resi- due)	強度 (kg/cm ²) (streng- th)	強度 残存率 (Resi- due)
1	295	263	89(%)	264	89(%)	269	91(%)	265	90(%)
2	380	355	93	357	94	348	92	353	93
3	290	222	77	223	77	219	76	221	76
4	296	270	91	268	91	267	90	268	91
5	344	308	90	308	90	297	86	304	88
6	253	229	91	230	91	231	91	230	91
7	330	309	94	315	95	309	94	311	94
8	260	272	103	272	103	275	104	273	103
9	259	31	12	48	19	35	13	38	15

ブナ (*Fagus crenata* Blume)

1	470	451	96	442	94	416	88	436	93
2	525	504	96	486	93	486	93	496	94
3	408	297	73	285	70	288	71	290	71
4	315	242	77	263	84	280	89	262	83
5	382	365	95	361	94	368	96	362	95
6	284	267	94	279	98	270	95	272	96
7	452	466	104	466	104	426	93	453	100
8	352	337	96	323	92	347	98	336	95
9	308	104	33	103	33	144	46	117	38

Table 13. 天然暴露試験に於ける防腐処理材の防腐効果 人工腐朽期間75日
(The effective of prservatives in natural weathering test.
75 days of the artificial decay)

No.	スギ (<i>Cryptomeria japonica</i> D. Don)			ブナ (<i>Fagus crenata</i> Blume)		
	健全材 (Sound wood)	腐朽材 (Decay wood)	残存率 (Residue)	健全材 (Sound wood)	腐朽材 (Decay wood)	残存率 (Residue)
	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)
1	401	371	92	531	465	88
2	340	316	93	539	467	87
3	351	288	82	449	383	86
4	308	273	89	334	305	92
5	323	294	91	474	430	91
6	316	292	93	369	324	88
7	389	369	95	455	456	100
8	316	288	91	393	377	96
9	308	214	69	394	207	52

西本・井上：木材防腐剤の防腐効力試験

Table 14. 天然曝露試験に於ける防腐処理材の防腐効果 人工腐朽期間6ヵ月
(The effective of preservative in natural weathering test
6 month of the artificial decay)

No.	スギ (<i>Cryptomeria japonica</i> D. Don)			ブナ (<i>Fagus crenata</i> Blume)		
	健全材 (Sound wood)	腐朽材 (Decay wood)	残存率 (Residue)	健全材 (Sound wood)	腐朽材 (Decay wood)	残存率 (Residue)
	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)
1	352	245	70	512	380	74
2	360	315	88	515	424	82
3	390	312	80	466	394	84
4	296	240	81	304	231	76
5	345	273	79	470	378	80
6	263	237	90	384	323	84
7	309	279	90	430	391	91
8	293	264	90	361	319	88
9	265	123	46	314	55	18

Table 15. 人工曝露試験と天然曝露試験との効力値の比較
(The comparison of artifical and natural weathering test)

No.	スギ (<i>Cryptomeria japonica</i> D. Don)		ブナ (<i>Fagus crenata</i> Blume)	
	人工 (Artificial)	天然 (Natural)	人工 (Artificial)	天然 (Natural)
1	73	75	70	77
2	84	96	77	85
3	81	90	78	93
4	84	92	85	85
5	84	90	82	88
6	78	102	78	88
7	95	99	90	99
8	95	99	69	93
9	79	78	62	62

Table 16. 各耐候操作別の耐朽比
(The decay-resistance ratio in each weathering test)

No.	スギ (<i>Gryptomeria japonica</i> D. Don)			ブナ (<i>Fagus crenata</i> Blume)		
	非曝露 (Non)	人工曝露 (Arti.)	天然曝露 (Nat.)	非曝露 (Non.)	人工曝露 (Art.)	天然曝露 (Nat.)
1	1.58	1.45	1.52	3.31	3.72	4.11
2	1.56	1.64	1.91	3.31	4.11	4.56
3	1.51	1.53	1.74	3.10	3.89	4.66
4	1.49	1.57	1.76	3.07	4.22	4.22
5	1.49	1.57	1.72	3.14	4.17	4.45
6	1.49	1.47	1.96	3.27	4.11	4.66
7	1.54	1.83	1.96	3.17	4.61	5.06
8	1.54	1.45	1.96	3.27	3.67	4.90
9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

地下部との各処理材の強度比率をこの場合の地下部の強度に剩じた値を以つて地上部の腐朽前強度とした。即ち地下部の同一処理材15本は殆んど同様な腐朽・老化程度であるという仮定に立つた計算法である。Table 15 は人工老化曝露と天然老化曝露との結果を比較し易い様に求めたものである。即ち、非曝露腐朽試験により得られた強度残存率と曝露腐朽試験により得た強度残存率との比、換言せば耐候操作を施さない場合の耐朽性に対する耐候操作に供した場合の耐朽性の比率で効力値と言えるもので、耐候操作による防腐効力又は耐朽性の変化並びに耐候操作法によるこれ等の変化の相違が明確に判断し得る。Table 16 は耐朽比³¹⁾を耐候操作別に表わしたもので、各防腐剤の防腐効力の比較が簡明に分り、万能老化試験機による耐候操作が天然老化の何年分に相当するかも推定し得る。

(5) 考 察

各曝露試験に供する処理材の防腐剤注入量は材種別には一応近似している。防腐剤の効力特に耐候性、永続性は注入量の影響が大きい故、特に注意をはらつて処理材の分配を行つた。油性防腐剤はスギ、ブナ殆んどその注入率に変わりなく、注入量に於てむしろブナの方が多量に注入されているが、水溶性防腐剤では全く反対の傾向を示している。しかし本実験では注入に関して研究する事を目的としない故、これ等の原因は深く探求する事を他の機会にゆずることとする。

天然曝露試験地に於ける降雨量、気温は Table 9 の如くで、試験期間1ケ年の降雨量は1847mm、平均気温は14.5°Cであり、降雨量は例年(1500~1600mm)より若干多く、気温は例年並である。

耐候操作を行わず防腐効力を調べた場合には各防腐剤ともかなり高い防腐効力を示している。1ケ年屋外曝露した場合の地上部と地下部との強度変化より腐朽状態を判断すると、マレニツト処理材、無処理材を除く各処理材は殆んど強度に変化なく、良好な防腐効力を示していた。勿論この結果のみを以つて防腐剤の効力の良否を断定する事は危険であり、断定を下す事を本実験の目的とはしないが一応地下部が腐朽し易い事は明白に示されていると考えられる。

Weather Meter による人工曝露後各処理材を腐朽試験に供した場合、その腐朽期間は6ヶ月間であるが、P.C.P.-Na 水溶液注入後溶脱防止した処理材、即ち No. 7 の防腐処理以外はかなり効力低下を示した。この結果と屋外曝露した場合の結果を比較して見ると、明らかにその効力低下は大きい。Table 15, 16 を見ても明らかな如く、効力値は人工曝露に於ける場合の方が天然屋外曝露の場合より小さい。これは前者の方が過酷な条件である事を物語るものである。

Weather Meter にて何時間曝露すれば、天然の何年に相当するかは本実験では明確には決定し難いが、Weather Meter の理論上1年間に相当する208時間は少くとも天然条件1年間より長い条件のものであると言える。

耐朽比を見ると、クレオソート油注入スギ材を除きすべて曝露しない時より曝露後に耐朽比は上昇している。無処理材は曝露される事により腐朽し易くなる故、もし防腐剤の効力が曝露により変化しないものならば、耐朽比は曝露期間に応じて上昇し一定値で定数を示す筈である。しかし現実には曝露により防腐効力が変化しない防腐剤はないわけで、程度の差こそあれ防腐効力は低下する。この両者の関係よりある曝露期間に耐朽比は最大値を示し、以後耐朽比

は徐々に1.00に近付くわけである。かかる点より人工曝露の耐朽比が天然曝露のそれより若干小さい事は、結果的に前者が後者より長期間曝露した事になる。

以上 Weather Meter による防腐剤の耐候操作に就いて本実験を行つたわけであるが、Weather Meter の駆動時間と天然条件の曝露期間の正確な関係にまでは及ばなかつたが、Weather Meter が天然条件と非常に似ている事は、木材防腐剤の試験の場合に明確に断言出来る。

総 括

木材防腐剤の防腐効力を試験するに際し、耐候操作を実施しなければ意味がない事は言を待たないが、耐候操作として如何なる方法が望ましいかは重要な研究問題である。勿論天然気候条件に最も近い方法を採用すべきであるが、この為にはどうするかが問題である。この1つの方法として万能老化試験機を利用する方法について本実験を始めたわけである。

先づ木材から薬剤が耐候操作により消失する状態を分析法で調べる事により揮散—水洗繰返し耐候操作と比較し、又天然屋外曝露との関係を調べる為、人工腐朽により防腐効力の変化を測定した。この結果得た結論は次の如くである。

- 1) 耐候操作法により薬剤の消失量が非常に変化する防腐剤がある。即ち揮散—水洗繰返し繰作では消失率20~10%の油性防腐剤は万能老化試験機によると25~20%に増大し、水溶性防腐剤では殆んど差がなかつた。
- 2) 万能老化試験機による耐候操作と天然屋外曝露による耐候操作とでは、腐朽試験の結果前者の方が過酷な条件である事が分つた。
- 3) 万能老化試験機を理論上天然条件1ヶ年間に相当する時間駆動する事は、天然屋外曝露1ヶ年以上にあたり、理論上の時間より短かくてよい。
- 4) 天然屋外曝露中試験材の腐朽又は強度低下は地上部より地下部に於いて著しい。
- 5) 万能老化試験機は防腐剤の耐候操作手段として十分利用出来、その方法は天然に近い条件を与えるものとして有効なものである。

Résumé

The soil-block method of testing provides a measure of the suitability of a preservatives for protecting wood against decay. In such an evaluation, the preservative material in the wood is subjected to some sort of weathering to indicate permanence. The permanence phase of the soil-block testing at Japan has consisted of weathering treated blocks to a drying phase at elevated temperature and to a leaching phase. Obviously, weathering treated blocks at outdoors is difficult to reproduce. The differences in season result in variable rates of loss from the test blocks of preservatives, with losses being highest during the warm months of the year. In order to make the weathering conditions more reproducible, attention was given to Weather Meter.

A comparison of different methods of artificial weathering, (a cycle of a

leaching phase and a drying phase every 24 hours, Weather Meter,) and outdoor weathering, has been made using small treated blocks of *Cryptomeria Japonica* and *Fagus crenata* sapwood with eight preservatives. The loss of preservatives from treated blocks was determined by chemical analysis, and the decay resistance of preservatives treated blocks was submitted to decay resistance tests by a pure culture soil-contact method. The test fungi used was *Poria vaporaria* Cooke.

The condition of the artificial weathering by Weather Meter was appeared to affect creosote somewhat more than the cycle weathering, and water-borne preservatives equally. And this artificial weathering affected preservatives equally or somewhat more than the outdoor weathering as the results of decay resistance tests. Those results are showed in Table 2-16.

文 献

- 1) F. J. Angier ; AWP A Proc., **11**, 75 (1915).
- 2) S.Kamesam ; Indian F. P. L. Bull., **81**, 24 (1933).
- 3) W. Krieg and H. Pflug ; Chem. Zeit., 57, 794 (1933).
- 4) C. Greaves ; Can. Forest Service Circular, **36**, 15 (1933).
- 5) J. Van den. Berge ; Diss. Delft. Publ. Int. Adv. Off. Wood Pres. The Hague. (1934).
- 6) L. Lutz ; Ann. 1' Ecole Nat. Eaux Forets, **5**, 315 (1935).
- 7) J. Bryan ; Wood, **4**, 161 (1939).
- 8) B. Schulze ; Holzfr., **23**, 102 (1939).
- 9) B. Schulze ; Holz, **3**, 99 (1939).
- 10) N. A. Richardson and E. E. Larner ; J. Soc. Chem. Ind., 58, 66 (1939).
- 11) C. Jacquot ; Ann. 1' Ecole Eaux Forets, **8**, 185 (1942).
- 12) W. P Arnold and E. R. Boller ; AWP A Proc., **32**, 390 (1936).
- 13) L. C. Drefahl and R. H. Bescher ; AWP A Proc., **35**, 30 (1939)
- 14) R. E. Waterman, J. Leutritz and C. M. Hill ; Ind. Eng. Chem. Anal. Ed., **10** (6), 306 (1938).
- 15) R. H. Baechler ; U. S. Forest Products Lab. Rept., (Aug., 1933).
- 16) B. Hägar ; AWP A Proc., **37**, 45 (1941).
- 17) R. H. Baechler ; AWP A Proc., **37**, 23 (1941).
- 18) W. McMahon, C. M. Hill and F. C. Kock ; AWP A Proc., **33**, 334 (1942).
- 19) A. Gordon ; AWP A Proc., **47**, 278 (1947).
- 20) R. H. Baechler and C. A. Richards ; Trans. Amer. Soc. Mech. Engin., **73**, 1055 (1951).
- 21) W. T. Henry and R. J. Kepfer ; AWP A Proc., **45**, 66 (1949).
- 22) W. F. Seyer ; AWP A Proc., **41**, 137 (1945).
- 23) K. M. Harrow ; New Zealand J. Sci. Technol., **32** (Sec. B) 6, 33 (1951).
- 24) C. G. Duncan ; AWP A Proc., **50**, 41 (1954).
- 25) E. Rennerfelt ; Holz als Roh und Werkstoff, **12** (8), 304 (1954).
- 26) J. Herzig ; Holz als Roh und Werkstoff, **13** (1), 1 (1955).
- 27) S. J. Wilson, N. Tambllyn and D. F. McCarthy ; Australian For. Prod. Lab. Progress Rept., No. 1 (April, 1955).
- 28) E. W. B. DaCosta ; Australian For. Prod. Lab. Progress Rept., No. 2 (Aug. 1955).
- 29) D. F. McCarthy and S. J. Wilson ; Australian For. Prod. Lab., No. 3 (Aug., 1957).
- 30) 西本・布施：木材研究, **18** 1 (1957)
- 31) 井上・西本：日林学誌, **33** (2) 70 (1951)