

# 防腐木材の効力試験法に関する研究 (予報)

## 木材防腐剤の防腐効力試験法について

教 授 芝 本 武 夫  
庄 司 隆 治

Takeo SHIBAMOTO and Ryuji SHOJI :  
Studies on the Standard Evaluating Method for Preservative-  
treated Wood. (Preliminary Report)  
—On the Testing Method for Evaluating Wood Preservative—

### 目 次

I 緒 言	99	V 総 括	110
II 実験方法	100	VI 参考文献	110
III 実験結果	103	Résumé	111
IV 考 察	107		

### I 緒 言

近年木材利用の合理化が強く叫ばれるようになり、木材防腐の分野においても「木材防腐特別措置令」に規定された枕木や電柱などの外に、坑木、土木・建築用材、車輛・船舶用材などに対しても、それぞれの用途に応ずる適性をもつ防腐木材の要望が高まってきたので、防腐剤および処理方法に関する調査研究もまた活潑になってきた。しかしながら、それらに関する限りにおいては、従来に比して著しい進歩がみられず、そのために四囲の要請を満足させるにいたっていない現状である。そうした進歩のおそい原因は、主として防腐木材の示す諸性質、とくにその宿命とする防腐効力（耐久性）を直接製品について、短期間に的確にかつ容易に把握できる方法が確立されていないことにあると考えられる。

防腐木材に対しては、少なくとも素材の数倍に達する耐久性が要求される。木材—防腐剤—腐朽菌の3者は、長期間にわたって、自然のおよび人為的の諸種の影響をうけながら、複雑多岐な相互作用を営み、防腐木材の耐久性はそれらの総合結果として決定される。したがって、これら諸因子の相互反応の機作が解明されない限り、防腐木材の耐久性を供用前に判定することはほとんど不可能であるといえよう。そのために、従来はやむを得ず日本工業規格に規定された防腐剤および処理方法によって、需要者側の監督下に防腐木材の生産がおこなわれている。このような処理方式の規格採用は、需要者の監督制度を必要とし、両者相俟って、生産者自体の防腐に関する研究や設備の改善などに対する意欲を阻む結果を招来するおそれがある。

著者らは、木材防腐工業の自主的発展を促し、木材の合理的利用に寄与するためには、防腐木材として具備すべき諸性質を規定し、その判定法を確立し、使用する防腐剤や処理条件などは生産者の創意と研究と技術とに委ねるべきであると考え。このような観点から、防腐処理木材の防腐効力を直接製品について判定するためには、どのような試験方法をとるべきかについて、研究をおこなうことにした。いま、その結果の一部を報告する。

本研究をおこなうに当って、種々御協力をいただいた農林省林業試験場島薮平雄、阿部寛、雨宮昭二、建設省建築研究所森本博、日本国有鉄道技術研究所山名成雄、河村肇、東京教育大学農学部林学科学学生小野昌孝の諸氏に対して、深甚な謝意を表する。

この研究の一部は、文部省科学研究費によったものである。

## Ⅱ 実 験 方 法

防腐木材の耐久性は、それに使用した防腐剤の各種腐朽菌に対する殺菌性(または抗菌性)、木材組織に対する浸潤性、および長期間の供用条件下における抗菌力の持続性(耐候性)の3大要素によって決定される。これらの要素については、個別に、また総合的に、試験する<sup>1)2)4)5)7)9)11)</sup>方法がある。

木材防腐剤の抗菌性については、それを各種の濃度に添加した寒天培養基に腐朽菌を移植して発育した菌その直径を測定し、または腐朽菌の発育を阻止し、あるいは死滅させる濃度を求める方法、防腐剤培液中に腐朽菌を浸漬してから、寒天培養基に移植して発育を阻止し、または死滅させるに至る濃度と時間とを測定する方法、あるいは腐朽菌の呼吸量と防腐剤の濃度との関連をしらべることなどによって試験する方法がある。また、防腐剤を浸潤させた木材試験体を腐朽菌に蝕害させて、重量あるいは強度の減少率を求め、あるいは腐朽させる前に耐候試験をおこなう方法もある。

木材組織に対する防腐剤の浸潤性を知るためのすぐれた方法は、まだ得られていない。一般には木材試験体を加圧法や減圧法や浸漬法などで防腐剤処理をおこなった後、切断して定性的に浸潤状態を観察し、浸潤度を測定する方法が多くもちいられている。この外に、防腐剤が一定の厚さの木材を透過するに要する時間を測定し、あるいは濾紙や経木に対する毛管上昇長を測定する方法も試みられている。

防腐剤の耐候性をみるためには、一定条件の下で耐候操作をおこなった防腐剤処理試験体を腐朽させて、重量あるいは強度の減少率を求めるのが普通である。

以上の方法は比較的容易に、実験室的操作でおこなうことができ、必要とする試験期間も比較的短かくてすむ。しかし、得られた結果が実際の供用条件下における効力とどの程度に一致するかについての検討が得られなければならない。これに反して、防腐処理した小木柱を野外に曝露埋設して、腐朽状態を観察する方法がアメリカで多く採用されている。本法は、試験の条件が

実際の供用条件に近いので、信頼度の高い結果を与えることは事実であるが、数年ないし数十年の試験期間を必要とすることが欠点である。

防腐木材の耐久性を短期間に的確に判定するためには、上述した野外埋設試験の結果、あるいは実際に供用されている防腐木材の耐久性と関連性をもつ結果を与えるような実験室的試験方法を確立しなければならない。この目的を達成するために、著者らは先ずつぎのような条件で、木材試験体による防腐剤の効力試験をおこなった。さらに、より短期間の試験条件の検討や、供用されている防腐木材の耐久性、経年的な防腐剤残存量などについての調査研究もあわせておこない、その関連性について検討を進めてゆくつもりである。

### 1. 腐朽菌の種類および培養基

多くの腐朽菌は、同一の防腐剤に対して同じような抵抗を示すものではないが、それらのすべてについて試験することはほとんど不可能である。実験に供するものは最も普遍的なもの、腐朽力が旺盛で實際上被害の大きなもの、防腐剤に対する抵抗性があまり選択的でないもの、操作し易いものなどの観点から、ワタグサレタケ (*Poria vaporaria* FR.) を採用した。培養基はブナ木粉 (10~60 mesh にしたもの) にグルコース約 1%, ペプトン約 0.2%, 水約 220% を加えたものを内容約 300 cc の広口三角フラスコにつめて用いた。培養は約 28°C の恒温器内でおこない、器内の湿度は 90% 以上にした。

### 2. 試験体用木材片

防腐剤の浸潤状態をできるだけ均一にする目的をもって、気乾状態にしたブナ辺材で、1 cm につき 6~9 個の年輪を含んでいる部分から、木口面で 20×20 mm、繊維方向 10 mm で 2 方マサの木材片を調製し、デシケータ中に保存して実験に供した。

### 3. 防腐剤の種類および濃度

市販されている 6 種の防腐剤を試料とし、実用上必要と思われる濃度と、それを 1/2, 1/5, 1/10 に稀釈したものについて試験した。それはある程度安全度を見越した高濃度のものが実用濃度と

Table 1 Samples

Chemical	Formula	Concentration (%)	Solvent
Na-PCP	$C_6Cl_5 \cdot ONa$	2.50 1.25 0.50 0.25	Water
F. D (a)	Mixture of NaF, $C_6H_2CH_3(NO_2)_2 \cdot ONa$ and Sb-double salt	2.50 1.25 0.50 0.25	"
F. D (b)	"	2.50 1.25 0.50 0.25	"

Copper sulphate (cryst.)	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	5.00 2.50 1.00 0.50	"
PCP	$\text{C}_6\text{Cl}_5 \cdot \text{OH}$	6.00 3.00 1.20 0.60	Aceton
Coal-tar creosote	.....	Initial* 1/2 1/5 1/10	Aceton

\* Not diluted

して指定されるので、稀釈することによって各々の効力の差を見出そうとしたものである。

#### 4. 試験体のつくり方

木材片を 60°C で 48 時間乾燥した後、秤量した。この条件は木材質に対する影響が少なく、しかも絶乾状態に近くなるものとしてえらんだ。秤量した木材片を真空デシケータ中のビーカに入れ、20 mm Hg で 10 分間減圧してから、木材片が完全に浸漬するように試料を導入して、直ちに常圧に戻し、木材片をとり出して別のデシケータに入れ、30 mm Hg で 15 分間減圧して、滲み出してくる過剰な試料を除去してから秤量し、前後の差重から試料吸収率を求め、平均吸収率に ± 10 % の範囲の吸収率をもつ木材片のなかから、所要個数だけえらび出して試料試験体 (A) とし、水またはアセトンだけで処理した木材片を対照試験体 (B) とした。なお後述するように、一部の試料については、補正試験体 (C) を設けた。

#### 5. 耐候操作

揮散による損失、および雨露による溶出に対する抵抗性をみるために、つぎの操作を 0 回および 3 回および 10 回くり返した。

揮散： 約 60°C に 24 時間保持する。

溶脱： 2 ~ 3 l/min の流水 (水温約 23°C) 中に 60 分間浸漬した後、24 時間風乾する。

#### 6. 抗菌操作

耐候操作を終った試験体は、約 60°C で 48 時間乾燥して、重量  $W_1$  を求めてから、さきに培養してあるワタグサレタケの菌そう上に小木片をおき、その上に繊維方向を垂直にしてのせ、約 28°C で 90 日間抗菌操作をおこなった。この間湿度は 90 % 以上に保った。

#### 7. 防腐効力の表わし方

抗菌操作を終った試験体をていねいに取り出し、附着物を除いてから 24 時間風乾し、約 60°C で 48 時間乾燥して重量  $W_2$  を求め、 $(W_1 - W_2) / W_1 \times 100$  (%) によって重量減少率を求めた後、効力値を算出した。

効力値とは、対照試験体の重量減少率と試料試験体の重量減少率とから、次の式によって算出

したものである。

$$\frac{\text{試験体Bの重量減少率}-\text{試験体Aの重量減少率}}{\text{試験体Bの重量減少率}} \times 100$$

## 8. 補正試験

防腐剤のなかには、実験中に揮散しあるいは溶出して、試験体の重量減少をもたらすものがあると考えられるので、必要に応じて補正試験体C（調製法は試料試験体Aと同じ）を、抗菌期間中、ワタダサレタケを培養していない培養基にのせて補正試験をおこなった。したがって、この場合には、前項の重量減少率は補正試験の結果に基づいて補正した値をもちいた。

## 9. その他

試験体は5個を1組とし、その平均値を求めた。また、重量は小数以下2位まで求め、以下は切り捨てた。

# Ⅲ 実験結果

## 1. 防腐剤の組成

硫酸銅は化学用最純（結晶）をもちい、他は日本工業規格に規定してある方法に準じて、組成分析をおこなった。

Table 2. Composition of the Water borne Preservatives

Chemical	Composition
Na-PCP	Na-PCP... 95.7 %, Water insoluble matter...trace, m. p. ...187°C (as PCP)
F. D (a)	NaF... ca. 85 %, Na-dinitro compound...10.0 %, Water insoluble matter ...1.2 %, m. p. ...82~85°C (as Dinitro compound)
F. D (b)	NaF... ca. 85 %, Na-dinitro compound...10.7 %, Water insoluble matter ...1.0 %, m. p. ...74~80°C (as Dinitro compound)
Copper sulphate	CuSO <sub>4</sub> · 5 H <sub>2</sub> O...99.0 %, Fe...0.015 %, Water insoluble matter...0.0 %

Table 3. Composition of the Oily and Oil borne Preservatives

Chemical	Composition
PCP	PCP... 96.7 %, m. p. ...183~184°C.
Coal-tar creosote	S. gr. ... 1.059 (40°C/4°C), Moisture...0.5 %, Tar Acid...2.67 %, Viscosity... 1.27 (Engler degree), Distillation test : Distillate until 235°C...23.6 % from 235° to 315°C...45.5 % Residue...20.9 %

## 2. 木材片の試料吸収率

試料吸収率の過小なものや過大なものは、試験体から除去されるので、実際には所要個数よりも多くの木材片を処理しなければならない。

Table 4. Absorption value of the Water borne Preservatives into Test Pieces

Chemical	concentration (%)	Wood pieces		Absorption value (%)			Absorbed weight (kg/m <sup>3</sup> )
		Numbers	Weight (g) (average)	Range	Average	Deviation	
Na-PCP	2.50	33	2.38	78.20~105.22	89.00	4.09	529.55
	1.25	//	2.36	70.51~108.33	85.72	8.97	501.03
	0.50	18	2.33	80.08~108.04	88.76	8.11	517.03
	0.25	//	2.36	75.40~90.18	84.82	5.39	498.20
F.D (a)	2.50	19	2.09	91.74~123.52	106.51	6.82	556.57
	1.25	//	2.09	95.34~114.42	106.95	5.95	558.87
	0.50	//	2.14	89.75~120.00	110.13	8.67	589.14
	0.25	//	2.11	89.83~121.77	112.41	6.54	592.51
F.D (b)	2.50	//	2.11	100.00~131.19	113.62	7.27	603.67
	1.25	//	2.12	89.58~122.38	107.01	6.59	567.10
	0.50	//	2.12	98.63~124.50	111.04	7.95	588.51
	0.25	//	2.12	99.10~121.61	111.29	5.98	589.78
Copper sulphate	5.00	9	2.18	88.70~104.98	96.90	6.16	528.21
	2.50	//	2.14	94.49~113.21	105.98	5.10	567.10
	1.00	//	2.11	98.17~119.19	109.68	7.64	578.56
	0.50	8	2.17	92.89~118.69	107.60	7.66	583.73

Table 5. Absorption Value of the Oily and Oil borne Preservatives into Test Pieces

Chemical	Concentration (%)	Wood pieces		Absorption value (%)			Absorbed weight (kg/m <sup>3</sup> )
		Numbers	Weight (g) (average)	Range	Average	Deviation	
PCP	6.00	24	2.24	36.17~61.50	48.23	6.60	269.9
	3.00	//	2.23	33.91~61.65	47.34	7.32	263.7
	1.20	18	2.22	28.75~54.17	42.78	5.82	237.6
	0.60	//	2.24	35.29~55.86	42.92	6.03	240.3
Coal-tar creosote	Initial	24	2.24	61.83~84.86	71.68	5.55	401.5
	1/2	//	2.25	51.90~77.00	64.09	6.13	360.6
	1/5	18	2.21	35.93~50.44	42.39	4.21	234.3
	1/10	//	2.21	38.19~53.95	46.95	5.12	259.1

### 3. 耐候操作による防腐剤の消失

クレオソート油試験体について、試料吸収直後の重量と耐候操作終了後の重量との差を求めて、消失量と見做した。

Table 6. Weight Loss of Coal-tar Creosote by Weathering Treatment

Concentration	Initial		1/2		1/5		1/10	
	3	10	3	10	3	10	3	10
Weathering (cycle)								
Wt. of Initial (g) (a) (after impregnation)	1.65 (412)	1.60 (400)	1.43 (356)	1.39 (348)	0.96 (240)	0.99 (250)	1.04 (260)	1.03 (256)
Wt. of Net (g) (b) (after weathering)	1.00 (250)	0.77 (193)	0.73 (183)	0.56 (140)	0.41 (103)	0.37 (93)	0.32 (80)	0.30 (75)
Weight loss (g) (a)-(b)	0.65	0.83	0.70	0.83	0.55	0.62	0.72	0.72
Per cent $\frac{(a)-(b)}{(a)} \times 100$	39.4	51.9	49.8	59.7	57.3	62.6	69.9	70.9

Notice : ( ) shows the gross absorption (kg) per cubic meter of wood.

### 4. 抗菌操作後の試験体の重量減少率

Table 7. Per cent of Weight Loss of Test Pieces by Decaying (Water borne Preservatives)

Chemical	Concentration%	Per cent of Weight Loss									
		Weathering 0 cycle		Weathering 3 cycles		Weathering 10 cycles					
		Range	Aver.	Range	Aver.	Range	Aver.				
Water	—	49.76~54.00	52.41	91.45	—	—	—	—	—	—	—
	2.50	1.67~3.64	2.70	116.59	3.23~16.32	5.82	110.97	0.41~20.49	5.96	100.26	
	1.25	5.97~21.81	13.94	113.29	20.16~32.02	26.21	74.69	18.06~34.05	24.73	108.92	
	0.50	28.91~46.89	37.85	108.43	30.40~44.88	36.38	85.43	32.50~43.15	36.31	89.71	
Na-PCP	0.25	30.13~44.04	38.33	62.53	37.08~46.18	41.95	67.03	40.00~43.57	42.57	66.58	
	2.50	0.47~1.35	1.00	91.09	0.45~1.44	0.74	90.86	0.0~0.90	0.18	115.96	
	1.25	0.48~1.49	0.96	102.31	0.46~0.97	0.76	108.67	0.0~1.43	0.48	104.04	
	0.50	0.47~8.13	4.86	115.67	2.45~4.87	3.49	121.17	3.67~7.28	5.93	134.62	
F. D (a)	0.25	6.61~10.78	8.40	128.51	9.00~12.68	9.88	138.92	27.18~32.07	29.53	127.43	
	2.50	0.90~2.42	1.39	94.76	0.0~0.96	0.66	89.95	0.0~1.42	0.96	86.44	
	1.25	0.0~0.48	0.18	91.87	0.0~0.79	0.79	89.84	0.0~0.48	0.19	110.49	
	0.50	0.0~5.93	2.27	99.13	1.77~2.46	5.91	166.39	4.31~9.00	5.59	120.87	
F. D (b)	0.25	2.85~8.46	5.37	120.92	8.63~9.34	11.27	132.39	11.48~13.14	12.53	120.96	
	5.00	29.00~42.17	36.99	151.63	33.00~15.45	38.32	154.20	43.56~48.51	45.42	134.77	
	2.50	31.16~44.10	39.11	162.68	36.91~42.06	38.23	116.96	36.19~44.44	40.55	99.20	
	1.00	30.14~45.79	35.56	97.58	41.98~40.28	44.56	101.43	41.62~46.41	43.53	103.61	
Copper sulphate	0.50	33.96~49.79	39.71	86.08	40.09~49.49	41.24	82.14	49.50~53.92	51.44	139.94	

Table 8. Per cent of Weight Loss of Test Pieces by Decaying (Oily and Oil borne Preservatives)

Chemical	Concentration%	Per cent of Weight Loss								
		Weathering 0 cycle		Weathering 3 cycles		Weathering 10 cycles				
		Range	Aver.	Range	Aver.	Range	Aver.			
Acetone	—	50.2~53.6	51.1	61.6	—	—	—	—	—	—
	6.00	2.1~3.2	2.5	105.3	2.5~2.9	2.6	124.4	1.7~2.5	2.2	116.8
PCP	3.00	2.1~3.2	2.5	123.7	2.2~3.2	2.5	130.2	0.8~3.6	1.9	64.9
	1.20	2.2~10.3	5.4	72.0	33.3~47.0	40.8	114.4	37.6~46.5	42.2	130.1
	0.60	35.7~52.1	43.3	112.7	37.7~56.6	45.7	108.4	40.9~56.6	48.0	100.3
	Initial	9.5~9.8	9.6	75.8	5.5~6.6	6.1	70.2	1.6~2.7	2.1	50.6
Coal-tar creosote	1/2	6.8~8.7	7.4	76.2	4.1~5.3	4.8	89.3	0.8~0.8	0.8	104.9
	1/5	2.9~3.8	3.5	116.9	1.7~2.1	1.8	124.5	0.0~0.4	0.3	108.0
	1/10	3.4~6.5	4.3	103.8	0.6~0.9	0.4	123.7	0.0~0.0	0.0	117.5

Table 9. Per cent of Weight Loss of Test Pieces for Correction  
(Coal-tar creosote and PCP)

Chemical	Concentration (%)	Per cent of Weight Loss (average)		
		Weathering 0 cycle	Weathering 3 cycles	Weathering 10 cycles
PCP	6.00	1.6	1.3	1.1
	3.00	1.8	1.9	0.9
	1.20	2.0	1.4	1.3
	0.60	—	—	—
Coal-tar creosote	Initial	9.2	5.5	1.7
	1/2	7.4	4.8	0.8
	1/5	3.2	1.8	0.4
	1/10	4.3	0.5	0.0

Table 10. Per cent of Weight Loss of Test Pieces by Decaying (Corrected)

Chemical	Concentration (%)	Per cent of Weight Loss (average)		
		Weathering 0 cycle	Weathering 3 cycles	Weathering 10 cycles
PCP	6.00	0.9	1.3	1.1
	3.00	0.7	0.6	1.0
	1.20	3.4	39.4	40.9
	0.60	—	—	—
Coal-tar creosote	Initial	0.4	0.6	0.4
	1/2	0.0	0.0	0.0
	1/5	0.3	0.0	(-) 0.1
	1/10	0.0	(-) 0.1	0.0

試験体AおよびBの腐朽による重量減少率および試験体Cの重量減少率は、つぎのとおりである。これによってみると、油性防腐剤、とくにクレオソート油は第10表に示したように、補正されなければならない。

### 5. 効力値

油性試料の効力値は、補正した重量減少率をもちいて算出した。なお、重量減少率が負を示したものは(クレオソート油試験体のうち、1/5濃度耐候操作10回のもの、1/10濃度で耐候操作5回のもの)、重量減少がないものとして計算した。

Table 11. Preserving Efficiency Value (Water borne Preservatives)

Chemical	Concentration (%)	Weathering		
		0 cycle	3 cycles	10 cycles
Water	—	1.00	—	—
Na-PCP	2.50	94.85	88.89	88.63
	1.25	75.31	49.99	52.81
	0.50	27.78	30.58	29.29
	0.25	26.86	20.61	18.78
F.D (a)	2.50	98.09	98.58	99.66
	1.25	98.36	98.54	99.08
	0.50	90.73	93.37	88.69
	0.25	93.97	81.15	43.69
F.D (b)	2.50	97.34	98.74	98.17
	1.25	99.66	98.49	99.64
	0.50	95.67	88.70	89.33
	0.25	89.75	78.40	76.11



Coper sulphate	5.00	29.42	26.88	13.33
	2.50	25.37	27.05	22.61
	1.00	32.15	14.77	16.94
	0.50	28.04	21.31	1.85

Table 12. Preserving Efficiency Value (Corrected)  
(Oily and Oil borne Preservatives)

Chemical	Concentration (%)	Weathering		
		0 cycle	3 cycles	10 cycles
Aceton	—	1.00	—	—
PCP	6.00	98.3	97.4	98.7
	3.00	98.5	98.9	98.0
	1.20	93.3	23.2	19.7
	0.60	15.4	10.7	6.2
Coal-tar creosote	Initial	99.2	98.8	99.2
	1/2	100.0	100.0	100.0
	1/5	99.5	100.0	100.0
	1/10	100.0	100.0	100.0

#### IV 考 察

本研究の目的は、実験に供した6種の防腐剤の効力を比較することではなく、ここに得られた結果を基礎として、著者らが採用した実験条件の適否を検討することにある。以下項を追って検討してみたい。

##### 1. 腐朽菌の種類

この種の実験に用いる腐朽菌の種類は、多いほどよいのが当然であるが、実験規模が余りにも大きくなり過ぎるし、また腐朽菌の種類による作用の相違についても不明な点が多いので、支障のない限り少なくした。リグニン分解菌であるカワラタケ (*Coriolus versicolor* (Fr.) Quél) およびウスバタケ (*Irpex lacteus* Fr.) についても予備実験をおこなったが、いずれも腐朽力が弱く、とくに後者はこのような実験には適しない。また、素材の耐朽性と異なり、防腐剤に対する抵抗性をみるのであるから、必ずしもセルロース分解菌とリグニン分解菌とにわけて実験する必要もないと考えられる。

ワタグサレタケは尿酸集積作用が旺盛なので、ある種類の防腐剤に対しては不適なことがあるかも知れないので、なお今後研究する必要があるが、取扱いやすく、かつ腐朽力が大きいので、短期間に結果を知ることができる便があり、従来もわが国では多くの研究者によって、しばしば採用されているものである。今後の研究によって、他の腐朽菌が追加されることがあっても、ワタグサレタケが除外されることがあるとは考えられない。

##### 2. 木材片

腐朽菌は木材の木口面から侵入し易いので、実験期間を短縮する意味で、木口面を広く繊維方向を小さくした。島菌らは<sup>8)</sup> 20 mm 立方のブナ辺材をワタグサレタケで腐朽させると、約 60 日

でほとんど腐朽の限界点に到達することを報告している。著者らの場合には、それよりもなお腐朽され易い形状にしてあるから、対照試験体（B）は 60 日以前にすでに腐朽の限界に達しているものと考えられる。これに反して、防腐剤処理試験体（A）は容易には腐朽されないので、90 日程度の抗菌操作が望ましい。したがって、木材片はブナよりもなお一層耐防性の大きい樹種の材から調製するのが妥当ではないかと考えられる。

### 3. 試験体のつくり方

防腐剤を完全に浸潤させることを目標としたので、木材片の試料吸収率の偏差は比較的小さい。木材片の性状が異なると、吸収率も変わることが考えられるので、各所でおこなわれた実験結果を比較検討するためには、吸収率を一定にし、それをできるだけ均斉に木材片に浸潤させる条件を規定すべきであろう。吸収率をいくりにするかは、種々研究しなければならないが、防腐木材の実際の注入量を参考にすることも一つの方法であろう。また不完全に浸潤させた試験体に傷をつけ、つづいて耐候操作をおこなえば、間接的にその浸潤性を知ることでもできよう。

### 4. 耐候操作

供用条件に即した耐候操作の条件を選ぶことは、供用条件そのものが雑多であり、またそれらに関する研究がたんねんになされない限り、ほとんど不可能に近い。アメリカでは、建植したクレオソート油注入木柱について、経年的に残存油量をしらべた報告<sup>10)</sup>があり、わが国では石井らの研究<sup>6)</sup>がある。それによると、建植 20 年を経過したクレオソート油注入スギ木柱は、地上刃材部の外側で 125 kg/m<sup>3</sup>、内部で 85 kg/m<sup>3</sup>、地中に埋没していた木口部で 335 kg/m<sup>3</sup> の残存油量を与えている。いま仮りに、地中部ではクレオソート油の消失がなく、また木柱内部における油の浸潤状態を均一と見做すと（実際には両木口部に多く、幹軸中央部に進むにつれて減少している）、当初の注入量に対して  $335 - 125 / 335 \times 100 = 63$  % のクレオソート油が 20 年間に消失したことになる。これは 1 例に過ぎず、供用条件が異なると、異なった残存油量を示すであろうが、著者らの実験においては、第 6 表に示したように、稀積しないクレオソート油試験体は、3 回および 10 回の耐候操作で、それぞれ 39.4 % および 51.9 % の油が消失している。勿論、残存している防腐剤量のほかに、質的变化についても検討しなければならないが、いずれにしても、このような調査研究を組織的に広汎に展開してゆけば、実用されている防腐剤の耐候操作の条件をかなり実際のものに近づけることが可能になり、新しい防腐剤は既知の防腐剤の値に対する相対値によって判定できるようになるであろう。

ある種の防腐剤、とくに水溶性のものには、木材に浸潤してから若干の時日を経過してから、はじめてその耐候性を増大すると思われるものがあるので、これに対する考慮が払われなければならない。

### 5. 重量減少率および効力値

Na-PCP をのぞいた他の試料では、1組5個の試験体の重量減少率は、比較的にそろっている。これはすでに多くの報告<sup>5)</sup>がなされているように、Na-PCP は木材組織に対して浸潤し難く、かつ浸潤状態が不均一であることに基因するものと考えられる。

補正試験は油性防腐剤、とくにクレオソート油に対しては、必ずおこなわれねばならない。

#### (a) 濃度と重量減少率

防腐効力は防腐剤の濃度のほかに、実際に木材が吸収した薬剤量と、その浸潤状態によって左右されることが大きい。しかし本実験では、濃度を変えても吸収率に大差がないので（クレオソート油は稀釈するほど吸収率が小さくなっているが、これはアセトンで稀釈したためである。この欠点を除くには、もっと沸点の高いものを稀釈剤として用いなければならない）、濃度別に重量減少率を検討することにする。

クレオソート油は 1/10 濃度に稀釈してもなお防腐効力を示すが、硫酸銅は 5%濃度でもなお不十分である。二つの F・D 系防腐剤は、第2表に示したとおり、その組成が類似しているので、ほとんど一致した値を示している。すなわち 1.25%以上の濃度では腐朽されず、0.5%になるとわずかに腐朽される。Na-PCP は 2.5%で、また PCP は 1.2%以上の濃度であればよい。

#### (b) 耐候操作と重量減少率

1/10 濃度に稀釈したクレオソート油試験体を 10 回耐候操作しても、重量減少は全くみられない。このときのクレオソート油含有量は約 73 kg/m<sup>3</sup> であるが、石井ら<sup>6)</sup>も 85 kg/m<sup>3</sup> のクレオソート油が残存しているスギ木柱辺材の内部は、ほとんど腐朽されなかったと報告している。

二つの F・D 系防腐剤もまた、1.25%以上の濃度では 10 回の耐候操作をおこなっても、完全な防腐効力を示しているが、それ以下の濃度になると耐候操作の影響を受け、Na-PCP は 2.5%で、PCP は 1.2%の濃度でも耐候操作をおこなうことによって明らかに抗菌性が減退する。

木材防腐剤の効力は、木材試験体の腐朽による強度減少率で表わされる場合が多い。<sup>2) 3) 7)</sup>これは重量減少率を求めるよりも、短期間に結果が得られる利点があり、また、木材利用の上からも強度を測定することがより実際に即しているようにも考えられる。木材の強度は概ね比重に比例するから、可及的均一に調製した木材では、強度と重量の減少は並行関係を示すかも知れないが、不均齊に腐朽された木材では、必ずしも比例的関係を示さない場合が多い。このような場合でも、重量減少率は腐朽の絶対値を示すものと考えられる。したがって、強度の測定について今後さらに研究が進められるまでは、重量減少率によって効力を表わすのが妥当であると考えられる。

この種の試験では、つねに対照試験をおこない、試料試験体の値との比を求めなければならない。効力値はその一つの表わしかたである。

以上の結果を総合すると、著者らが採用した実験条件はかなり妥当なものであるといえる。しかし、異なった実験者の結果を相互に比較対照できるようにするためには、なお二、三の改善を

加えるべき点が残されているように思われる。また、これを実際の防腐木材と関連させるためには、とくに耐候操作の条件について研究しなければならない。そして本実験における木材片の代りに、製品となった防腐木材から直接採取した試験体について耐候操作および抗菌操作をおこない、その耐朽性を供用前に容易に把握できるようにしたいと考える。

## V 総 括

1. 防腐木材の耐久性を供用前に判定する方法を確立するために、先ず6種の防腐剤で処理した木材試験体について、その効力をしらべた。
2. 腐朽菌はワタグサレタケをもちい、ブナ木粉にブドウ糖とペプトンを加えて湿潤にしたものを培養基とした。
3. 試験体は、木口面で20×20 mm、繊維方向10 mmのブナ辺材木材片に、防腐剤試料を完全に注入して調製した。
4. 試験は、耐候操作によって、防腐剤の木材中における安定性を区分した後、抗菌操作によって腐朽による重量減少率を求めた。
5. 試験結果は、対照試験体の腐朽による重量減少率を基礎として算出される効力値で表わした。
6. 油性防腐剤、とくにクレオソート油の試験には、補正試験が必要である。
7. 本研究においてとくに重要な点は、試験に用いる腐朽菌の種類と耐候操作の条件とであるが、この外に防腐剤の吸収率を一定にし、また木材片はブナ辺材以外の材から調製するのが妥当のようである。

さらに、木材は昆虫類、とくに白蟻による被害が甚大である。したがって、防腐木材は防虫効力も具備する必要がある、すぐれた防虫剤、とくに防蟻剤に対する要求が強いので、これについての試験方法についても、あわせて研究しなければならない。

## VI 参 考 文 献

- 1) 田村 隆・笠井幹夫：木材の耐久，229~310（昭和19年）
- 2) 十代田三郎：木材の耐朽性（昭和22年）
- 3) 森 徹・浅野猪久夫：建設省建築研究所要報，第112号（昭和25年）
- 4) 水本 晋：長野県立農林専門学校学術報告，第3号（昭和25年）
- 5) PCP 研究会：木材防腐剤としてのペンタクロル・フェノールおよびその塩類に関する研究，8~22（昭和29年）
- 6) 石井文男・神田俊也：木材防腐剤の効力試験（第1報）（昭和30年）
- 7) 西本孝一・布施五郎：木材研究，第14号，27~36（昭和30年）
- 8) 島藺平雄・松岡昭四郎：第1回木材学会大会（昭和30年）
- 9) J. Liese：Handbuch der Holzkonservierung，377~388，397~398（1950）

- 10) G. Q. Lumsden : Proceedings of American Wood Preservers' Association , 27~52 (1952).  
 11) G. H. Hunt, G. A. Garratt : Wood Preservation , 72~88 (1953).

### Résumé

The aim of this study is to establish the standard evaluating method for wood treated with preservative. In the first step, we studied on the testing method for evaluating wood preservative by the wood test piece method.

The experimental conditions are as follows, and according to their results, we tried to discuss on each conditions.

1. Fungus : *Poria vaporaria* FR.
2. Culture medium : Air dried sawdust (sap wood of beech)+1 % glucose+0.2 % peptone+ca. 220 % water.
3. Wood piece : Species.....Air dried sap wood of beech.  
 Size .....Cross section 20 mm×20 mm, and length for fiber direction 10 mm.
4. Preparation of test piece :
  - (1) Treatment conditions of wood piece with preservative.....  
 Initial vacuum.....20 mm Hg for 10 min.  
 Impregnation of preservative  
 Final vacuum.....30 mm Hg for 15 min.
  - (2) Absorption value of preservative of test piece.....  
 Averaged value of all treated wood pieces ± 10 %.
  - (3) Numbers.....5 pieces for each test.
5. Weathering treatment : One cycle is consist of the following two treatments.
  - (1) Evaporating treatment.....Test piece was maintained at 60°C for 24 hr.
  - (2) Leaching out treatment.....Test piece was immersed into the tap water (2~3 l/min., about 23°C) for 60 min. and dried at room temperature for 24 hr.
6. Anti fungal treatment : For 90 days at 28°C and over 90 % relative humidity.
7. Presentation of the final result :

$$\text{Preserving efficiency value} = \frac{B-A}{B}$$

in the above formula, A=per cent of the weight loss of test piece treated with preservative,

B=per cent of the weight loss of test piece treated with solvent only (for contrast).

Preservatives used in this study are as follows :

Sodium pentachlorophenate, two F·D group preservatives, Copper sulphate, Pentachlorophenol (solved in acetone), Coal-tar creosote (diluted with acetone).

The results obtained are as shown in Table 1~12.

The correction test necessitates in the case of experiment for oily or oil borne preservative, because its volatile portion is lost from the test piece by evaporation during anti fungal treatment.

According to the results, we can recommend the our experimental conditions for the testing method of the evaluating wood preservative, but we must discuss further more on few points, for example, on the species for wood piece, on the preparing conditions of test piece, and especially, on the conditions of weathering treatment.