

木材防腐剤の防腐効力試験(第3報)

油溶性防腐剤の防腐効力について*

西 本 孝 一**

Kōichi NISHIMOTO** ; Evaluation of Wood Preservatives by Soil-bloock Test.

III. On the Evaluation of Organic Solvent Type Preservatives.*

実験計画法による試験は、最小必要量の試験片個数を以て、試験結果の評価検定の所期の目的を達成し得るという証明を第2報において発表した¹⁾。この場合、分散分析における誤差因子の寄与率が若干高かったことは、筆者の希望を完全に満足し得なかつたものの1つであつた。誤差因子の寄与率が高かつた原因としては、2つのことが考えられる。すなわち、第1は実験因子の選定が不完全であつたこと、第2は供試薬剤として乳化液を用いたため、原液と同一濃度で木材中に浸透し難い故、所定の吸収量が得られているか否か疑問であつたこと、が考えられる。筆者は後者の理由が主たるものと考え、この点を明らかにするため本実験を行なつた。

本報告は2つの目的を有する。第1は油溶性防腐剤を用いた場合、実験因子の影響が如何なる度合を示し適確なる試験結果を生ずるか否かを確認することであり、第2はPCPを主体とした、現在市場に出ている型の防腐剤の効力比較である。筆者は前報の結果を考慮し実験計画を立て、所期の目的を達成するに至つたのでここにその結果を報告する次第である。

実 験 方 法

試験材料として用いた木材片は正常健全なスギ、カラマツ、ブナ辺材より仕上げた2×2×1 cmの2方柱直方体で、年輪数は10 mmにつきスギ3.9(3.0~4.0)、カラマツ4.3(3.0~5.0)、ブナ15.0(10.0~16.0)であり、温度60°Cで48時間乾燥した後の比重は、スギ0.28(0.25~0.31)、カラマツ0.36(0.32~0.40)、ブナ0.45(0.43~0.50)である。

Table 1 に示すA~Eの因子を $L_{27}(3^{13})$ によつてわりつけ²⁾、27種類の条件にて試験体を作り、これを*Corirolellus palustris*(林試0507)と*Polystictus sanguineus*(林試T3)との2種類の木材腐朽菌で90日間強制腐朽し、重量減少率を求めた。供試薬剤の組成はTable 2 に示す如くで、PCPを主体とした油溶性防腐剤である。かかる組成はすでに市販薬剤として出されており、新しいものではない。それ故、筆者は市販製品を使用し、稀釈溶剤としてソルベントナフサまたは白灯油を使用した。吸収率は乾燥木材片重量に対する薬液吸収量の比率で、10%は塗付によりその他は減圧注入で処理した。耐候操作としてのWeather meterの条件は、紫外線照射208時間とし60分間隔の6分撒水を行ない、理論的に1カ年天然曝露に相当する条件とした³⁾。また揮散一水洗の条件は、60±2°Cに24時間保つ揮散操作と、水温25±3°C

* 第13回日本木材学会(1963)に講演発表 Presented at the 13th Annual Meeting of the Japan Wood Res. Soc., April 9 (1963).

** 木材生物研究部門 Div. of Wood Biology, Wood Res. Inst., Kyoto Univ.

Table 1. Factors and levels.

Factors \ Levels	1	2	3
Preservatives (A)	PC	PD	PB
Concentration (B)	basic soln.	1/2	1/5
Retention (C)	10%	50%	100%
Weathering (D)	by Weather Meter	JIS. Method 20 Cycles	none
Wood Species (E)	<i>Cryptomeria japonica</i> D. Don	<i>Larix leptolepis</i> Gord.	<i>Fagus crenata</i> Blume

Table 2. Composition of preservatives.

Signs	PCP	Copper naphthenate	BHC	Dieldrin	Rosin amine	Resin
PC	5%	20%	—	—	—	20%
PD	5%	—	0.5%	1%	—	20%
PB	5%	—	2.5%	—	3%	—

給水量 2~3 l/min の流水中で1時間水洗した後約23時間風乾する水洗操作とを繰返す。本法は JIS-A 9302 “木材防腐剤の防腐効力試験方法” に準じたものであるが、本実験では20回繰返すこととした。

上記の強制腐朽操作とは別個に併行して、同様に処理した試験体を無菌培養基上におき、強制腐朽試験と同一条件で同期間放置し、補正用としての重量減少量を求めた。

実 験 結 果

上記の実験方法により求めた腐朽重量減少率に基き分散分析を行ない、各因子の有意検定を行なつた。菌種別の因子を考慮して分散分析をおこなうと、Table 3 に示す如くなり D, A × D および A × D × K の m.s. が極度に小さくなつたので、これを誤差変動 e_1 および e_2 にプールし、A ~ A × E は e_1 で、K ~ A × E × K は e_2 で夫々有意差検定をおこなつた。表中の**印は99%の信頼度で、*印は95%の信頼度で有意な因子であることを示す。

この場合 K すなはち菌種による寄与率 ρ が非常に大きい値を示している。菌種による腐朽度の差が甚しいことを表わすのであるが、この原因は実験上の不備で *Polyostictus sanguineus* による腐朽試験において雑菌が若干入り、腐朽力を低下した現象が認められ、その為菌種間に大きな差異が生じたと考えられる。それ故、*Coriolellus palustris* に限定して分散分析をおこなうと、Table 4 の如き結果を得、薬剤、濃度、吸収量、樹種および薬剤—樹種相互関係について有意的差のあることを確認した。これら有意の因子についてグラフを画くと Fig. 1,

Table 3. Analysis of variance.

Factors	s.s.	d.f.	m.s.	F	$\rho\%$
A	813	2	407	40.7**	1.9
B	2229	2	1115	111.5**	5.5
C	3818	2	1909	190.9**	9.4
D	95	2	48	4.8	0.2
E	1328	2	664	66.4**	3.2
A × B	246	4	62	6.2	0.5
A × C	570	4	143	14.3*	1.3
A × D	39	4	10	—	—
A × E	919	4	230	23.0**	2.1
e ₁	(39)	(4)	(10)		
T''	10058	26			
K	11014	1	11014	500.6**	27.4
A × K	746	2	373	16.9*	1.8
B × K	2007	22	1004	45.6**	4.9
C × K	3579	2	1790	81.3**	8.8
D × K	148	2	74	3.3	0.3
E × K	946	2	473	21.5**	2.3
A × B × K	183	4	46	2.1	0.3
A × C × K	304	4	76	3.4	0.6
A × D × K	88	4	22	—	—
A × E × K	1076	4	269	12.2*	2.5
e ₂	(88)	(4)	(22)		27.0
T'	30147	53			

3~6 の如くとなる。

考 察

実験計画法においてはその取り上げる因子を十分に考慮して決定しなければ、大きな誤りを生ずることは勿論だが、因子および水準の決定如何によつて誤差変動の寄与率を小さくすることが出来、実験の成果を大ならしむることも可能である。かかる意味において前報における因子の選び方ならびに薬剤の組成には疑問があつた。すなわち、防腐効力に重大な影響を有する

Table 4. Analysis of variance.

Factor	s.s.	d.f.	m.s.	F	$\rho\%$
A	1558	2	779	14.70*	8.6
B	4232	2	2116	39.92**	21.7
C	7395	2	3698	69.77**	38.4
D	201	2	101	—	—
E	2250	2	1125	21.23**	11.3
A × B	406	4	102	1.92	1.0
A × C	849	4	212	4.00	3.4
A × D	116	4	29	—	—
A × E	1985	4	496	9.35**	9.3
e	(317)	(6)	(53)		7.3
T	18992				

薬液の吸収量を省略したことと、乳化液を用いたことである。この場合誤差変動の寄与率は21.5%を示した。

本実験においては Table 4 に示す如く誤差変動の寄与率は7.3%に低下し、かなり満足すべき結果を得た。有意な因子の寄与率を見ると、吸収率の38.4%を最大とし、これに関しグラフを画くと Fig. 1 の如くで、吸収率10%すなわち塗布処理程度では無処理（重量減少率スギ53.3%，マツ53.0%，ブナ63.8%）と大差なく、吸収率50%で若干効力が現われる。100%ではほぼ完全な効力が期待出来る。これを薬剤別にしてみると、Fig. 2 に示す如くである。濃度につ

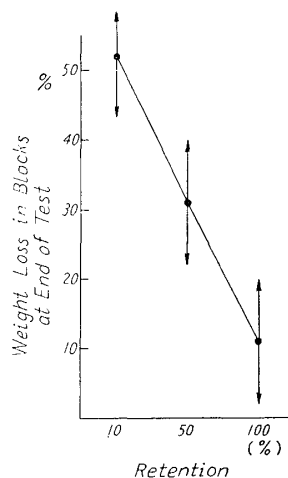


Fig. 1. The influence of the retention to decay.

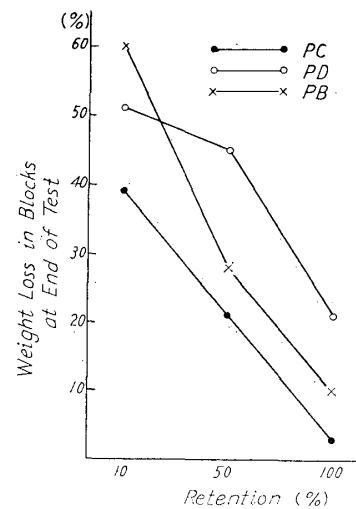


Fig. 2. The correlation of preservatives and the retention.

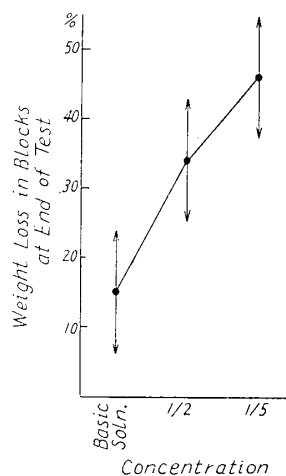


Fig. 3. The relationship between decay and concentration of the preservatives.

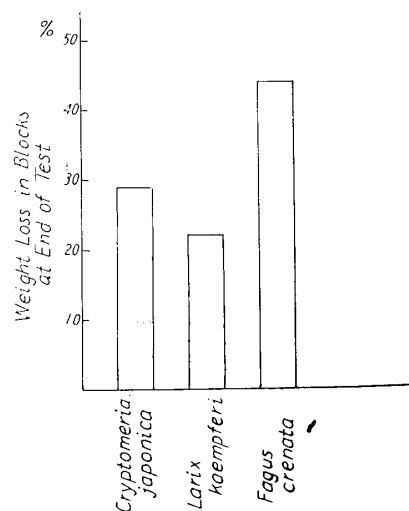


Fig. 4. The influence of the wood species.

いては、寄与率21.7%でそのグラフは Fig. 3 の如くで、原液で処理することを最良とし、稀釈することは非常に危険である。樹種による寄与率は11.3%で木材本来の耐朽性と同傾向を示し、耐朽性の小さいブナ辺材の処理はかなり慎重を要すると思われる。Fig. 4 にその傾向がよく表わされている。薬剤の優劣も95%の信頼度で差が認められ、その寄与率は7.6%で Fig. 5 に示す如く、PC が最もよい結果を示した。これを樹種別にして考慮してみると、Fig. 6 の如くで PC は特にスギ辺材に対し効力が大きい。この理由としては、浸透性の問題を考えるべきで、吸収率は同じでも薬剤による浸透度が異なるのは当然で、この浸透度の相違が作用したものと考える。浸透度については測定確認したわけではないので、この点今後の実験によつて確かめたいと思う。

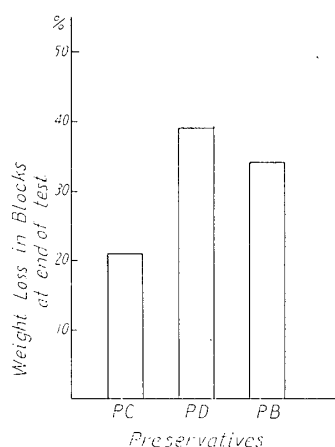


Fig. 5. Evaluation of preservatives.

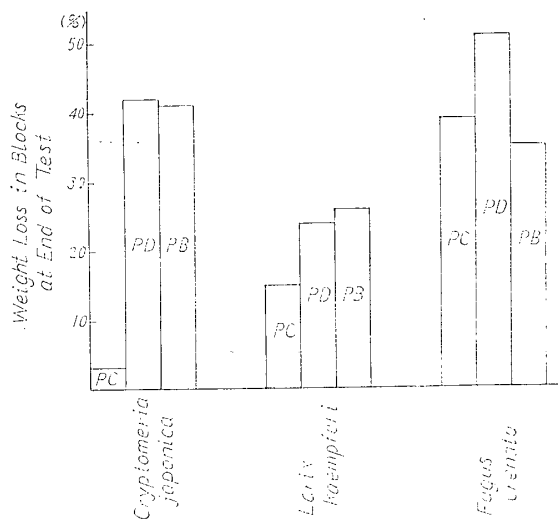


Fig. 6. The correlation of preservatives and wood species.

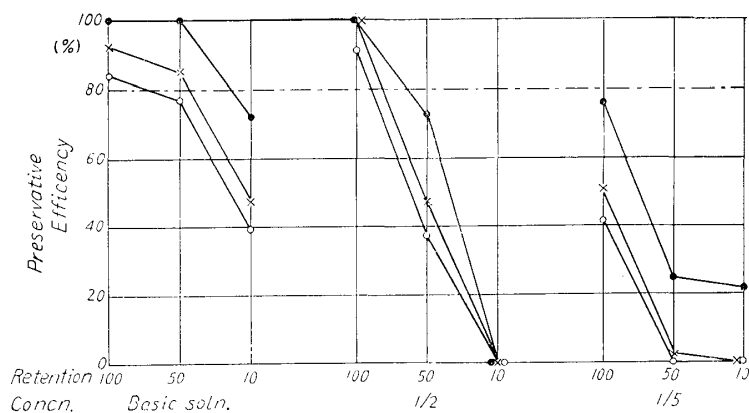
Table 5. Weight loss in control blocks.

	Concentration			Wood Species			Retention		
	basic soln.	1/2	1/5	C.j.	L.k.	F.c.	10	50	100
PC	2.4	2.1	1.6	2.0	1.9	2.2	1.6	2.1	2.4
PD	2.3	1.6	1.7	1.8	2.0	1.9	1.7	1.6	2.3
PB	2.3	2.1	2.0	2.0	2.1	2.4	1.9	2.3	2.3

C.j. ; *Cryptomeria japonica* D. Don.L.k. ; *Larix kaempferi* Sarg.F.c. ; *Fagus crenata* Blume.

乳化液を供試薬剤として選定した場合に比べ、本実験の如く油溶性薬剤を選定した場合は、誤差変動の寄与率が著しく小さくなり、満足すべき結果が得られた。防腐効力試験の如き微生物を取り扱う実験においては、人為的に制御し難い因子例えば腐朽菌の活力が、実験結果を大きく左右することを思えば、誤差変動の寄与率を5%以下に押えることは不可能であろう。

上記のグラフに示した重量減少率は試験体の腐朽による減少に基いて計算したものであり、厳密な意味では菌の食害による減少量と、90日間放置による溶剤その他の成分の消失による減少量との合計に基づくものである。それ故無菌状態でその他の条件は強制腐朽と同一にした場合の試験体の減少率、すなわち補正用試験体の減少率を求めた。この値について分散分析してもすべての因子に有意差は認められなかつた。そこで薬剤別にまとめて平均値を計算して列挙すると Table 5 の如くとなり、濃度、吸収率別には一応常識的傾向を示すが、樹種別には全く相違のない結果となつた。効力値を求めるため、強制腐朽試験体の重量減少率と補正用試験体の重量減少率との差を真の重量減少率とするが、本実験では上記の如き傾向を得たので、樹種間には差異ないものとして取扱つた。例えば各薬剤について原液 10% 処理のスギ辺材の補正用試験体重量減少率は、実験的に求められているが、カラマツ、ブナのそれは求めていないので、スギの値を以て代表する。50%処理ではカラマツ、100%処理ではブナの値を以て代表することになる。実測値より任意のすべての実験条件の重量減少率を算出し、それぞれ該当する補正値とより効力値を計算し、グラフに画くと Fig. 7 の如くとなる。効力値 80 を一応合格基

Fig. 7-1. Preservative efficiency in treated wood of *Cryptomeria japonica* D. Don.

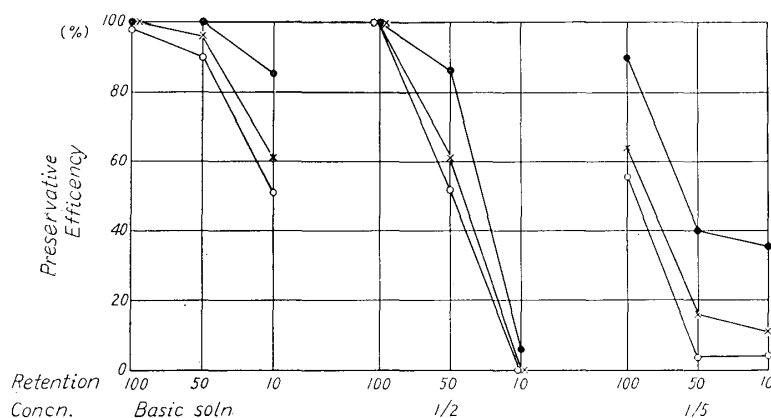


Fig. 7—2. Preservative efficiency in treated wood of *Larix leptolepis* Grod.

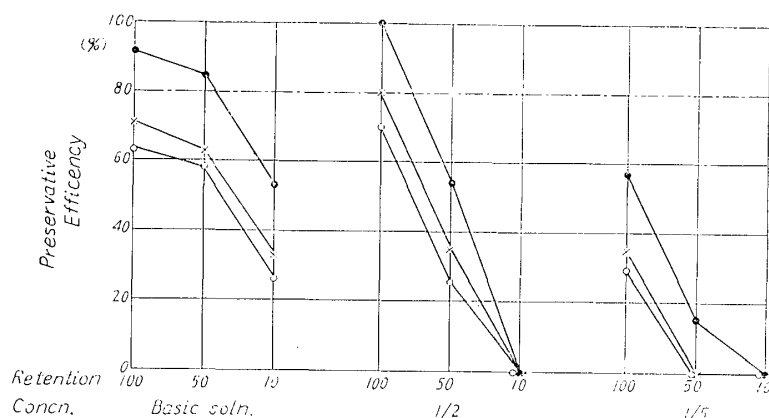


Fig. 7—3. Preservative efficiency in treated wood of *Fagus crenata* Blume

準としていることより考え、1回塗布処理では最も効力の大きいPCでも、マツ材程度の耐朽性のある樹種以外に処理する場合、多少の危険性があり、少なくとも2回塗布以上の処理を講ずることが望ましい。1/2または1/5に希釈した場合は、100%吸収処理のみ安全圏内で、吸収率を減ずることにより急激な効力低下をみた。この結果PCPの効力限界濃度は5%で、各薬剤間の効力差はPCPに添加した成分の殺菌力によつて生ずることは勿論である。この点BHC, dieldrinはかなり殺菌力が劣るし、copper naphthenateも殺菌濃度0.15%⁴⁾で決して強いものでもないが前者に比べるとかなり強力である。かかる殺菌力の差が試験結果に現われたものと思う。これらの化合物は一般に防虫殺虫効果を必要とする時に使用する点より、殺虫試験の結果からも3種類の薬剤の優劣を論ずる必要があるが、今後更に試験を実施する予定である。

要 約

本実験は油溶性防腐剤の防腐効力試験における結果に影響する実験因子の寄与率を確認し、あわせてPCPを主成分とする防腐剤の効力比較を目的とする。

実験条件は、Table 1に示す因子を $L_{27}(3^{13})$ によつてわりつけ、*Coriolellus palustris*, *Polystictus sanguineus*で90日間強制腐朽し重量減少率を求めた。同時に補正用試験体の重量

減少率を求め、処理試験体の効力値を任意のすべての条件について計算した。

実験結果はTable 3, 4, Fig. 1~7 に示す如くで、つぎの結論を得た。

1) 油溶性防腐剤の効力試験においては、吸収量、濃度の結果に及ぼす影響は大きく、耐候操作の影響は殆どない。樹種による相違は素材の耐朽性と同傾向で、この影響も無視出来ない。誤差変動の寄与率も非常に小さくなる。

2) 薬剤間の効力差は選定する種類によつて異なるのは当然であるが、本実験の如くかなり類似したものについても、寄与率が比較的高いことより薬剤間の効力比較は明確になしうる。

3) PCP に copper naphthenate を混合した防腐剤は、BCH, dieldrine を混合したものに比べ、防腐性において著しい効力を有することを確認した。本防腐剤は塗布程度の処理でも十分効力が期待出来る。

4) 補正用試験体の重量減少率は、95%の信頼度においても有意差が認められなかつたが、Table 5 に示す如く濃度、吸収率別には若干差を生ずるも、樹種別には全く相違のない結果を得た。

Résumé

On the evaluation of organic solvent type preservatives, many studies were made of various factors separately. This report treats of many factors synthetically, never separately, and confirms the influence of factor to the experimental results under the same conditions and with the same materials. The five experimental factors and their levels are shown in Table 1 and arranged for the orthogonal array table $L_{27}(3^{13})$. The composition of the preservatives are shown in Table 2. A vacuum is drawn on the blocks, the treating solution is then dropped on the blocks from a separate funnel as quickly as possible, and vacuum is broken at once. The blocks are held in the solution, tightly covered, for a short time, and then are weighed to obtain individual absorptions. Following the procedure of the soil-block method these blocks are tested against *Coriolellus palustris* and *Polystictus sanguineus*.

The experimental results are shown in Tables 3 and 4 and Figs. 1—7. From these data it appears that the relation among the weight loss, the retention and the concentration of the treating solution after testing period can be seen clearly (Figs. 1—3), but the influence of weathering method can not. The influence of wood species can not be disregarded (Figs. 4 and 5), and the decay resistance of the treated blocks is affected by that of none-treated blocks probably. PC (P.C.P+Copper naphthenate) is most effective in three kind of preservatives used. The losses due to decay and operational loss are tested severally, and then there is no slight difference in operational loss of each treating blocks.

文 献

- 1) 布施五郎, 西本孝一: 木材研究 No. 27 : 1 (1962)

- 2) 田口玄一：実験計画法 上下，丸善（1958）
- 3) 西本孝一，井上吉之：木材研究 No. 20 : 55（1958）
- 4) Van Groenou, H. B. and J. Van Den Berge : Wood Preservation during the last 50 years,
Leiden : 318（1951）