

エーテル化木材の防腐・防蟻性能および寸法安定性

榎 章郎*・田中裕美*・吉岡佐知子*・布施五郎*

Fungal and Termite Resistance and Dimensional Stability of
Etherified WoodsAkio ENOKI*, Hiromi TANAKA*, Sachiko YOSHIOKA*
and Goro FUSE*

Synopsis

To improve the antifungal and antitermitic properties and the dimensional stability of wood, blocks of buna (*Fagus crenata* Blume), sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don), and matsu (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) were treated with a 95:5 (vol/vol) mixture of buthylene oxide and triethylamine at 140°C and eight atm for 4, 5 or 8 hr. The treatment caused the wood of three species to turn light yellow. The color was similar to that of hinoki (*Chamaecyparis obtusa* Endl.). Chemical analysis of untreated and etherified wood samples showed that buthylene oxide combined with hydroxyl groups of the polysaccharides and with phenolic hydroxyl groups of the lignin in the woods, forming ether bonds. The moisture gain and swelling of etherified woods measured at 23°C and 75% RH decreased in proportion to the amount of buthylene oxide absorbed by the wood. Antiswelling and antishrink properties improved in proportion to the amount of buthylene oxide absorbed. Etherified buna with weight increases of 10%, etherified sugi with increases of 17%, and etherified matsu with increases of 15% were resistant to the wood-destroying fungi, *Coriolus versicolor*, *Tyromyces palustris*, and *Chaetomium globosum*, and *Serpula lacrymans*. These woods had preservative efficiency of at least 80%. The etherified woods also had high preservation properties against termites in JWSA No. 11 tests, and at least 80% antitermitic efficiency. Wood samples were not damaged at all when buried in soil in a termite-breeding chamber in our laboratory.

I 緒 言

木材はセルロース、ヘミセルロースおよびリグニンを主成分とする天然高分子物質であり、軽く丈夫、加工が容易、釘着可能等の優れた性質を有する。その反面、木材は熱、光、酸素、水、薬品、昆虫、微生物により、変形、変色、分解等の劣化を受けやすい。そして微生物およびシロアリにより毎年莫大な木質資源が失われている。

木材腐朽菌は一般に菌体外にセルラーゼおよびヘミセルラーゼを分泌して、それぞれ木材中のセルロースとヘミセルロースを加水分解する¹⁾。ある種の細菌や白色腐朽を行う担子菌はリグニナーゼを菌体外に分泌して木材中のリグニンを酸化分解する^{2,3)}。褐色腐朽を行う担子菌は過酸化水素や水酸化ラジカルを菌体外で生成して、これで木材中のリグニンやセルロースを初期分解と言われてい

* 農芸化学部 林産化学研究室 (Laboratory of Forest Products Chemistry, Faculty of Agricultural Chemistry, Kinki University, Nara 631, Japan)

る^{4,5)}。軟腐朽菌の木材中でのリグニン分解機構についてはほとんど研究がなされていない。

白アリの腸内細菌や原生動物も微生物と同じようにして、白アリの腸内で、木材中の高分子物質を分解するものと考えられる⁶⁾。木材分解微生物がエーテル結合を開裂する反応を触媒する酵素を菌体外に分泌するという事例はまだ報告されておらず、木材腐朽菌は菌体外にエーテル結合開裂酵素を分泌しないのではないかと考えられる。それ故に木材中のセルロース、ヘミセルロースおよびリグニンの水酸基がエポキシ化合物とエーテル結合した化学修飾木材は、木材腐朽微生物や白アリ腸内微生物が分泌するセルラーゼやリグナーゼによって分解されなくなることが予想される。

また木材中の水酸基がエポキシ化合物によりエーテル化され、さらに木材構成高分子間がエーテル結合により架橋されたエーテル化木材は低い吸湿性と優れた寸法安定性を有することが予想されている。事実、Rowell等はエポキシ化合物で木材を処理すると、吸湿性が低下し、寸法安定性、防腐・防蟻性能が向上することを報告している^{7,8)}。しかしこれらの実験では樹種は針葉樹1種、腐朽菌は褐色腐朽菌2種、白アリは1種に限られている。それ故に、エーテル化木材の実用化のためには、我国の代表的な針葉樹や、より菌に腐朽されやすい広葉樹材のエポキシ化合物に対する反応性、それらのエーテル化木材の白色腐朽菌、軟腐朽菌さらに我国の代表的な腐朽菌および白アリに対する一般的な抗菌、抗蟻スペクトルについて検討する必要がある。Rowell等は木材を構成しているセルロース、ヘミセルロースおよびリグニンの水酸基とエポキシ化合物がどんな割合でエーテル結合するかについて検討しておらず、この点も検討する必要がある。

本研究では、ブチレンオキシドを用いてエーテル化木材(ブナ、スギ、マツ)を調製し、その寸法安定性、防腐・防蟻効力について検討した。さらにブチレンオキシドが木材中のどの成分の水酸基とどれ位エーテル結合しているかについて調べた。

II 材料および方法

試料 試料木材として、アカマツ (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.)、スギ (*Cryptomeria japonica* D. Don)、ブナ (*Fagus crenata* Blume)を用いた。腐朽および食害試験用の腐朽試験片として、20(半径方向, R)×20(接線方向, T)×10(繊維方向, L) mm³の木口試験片を用いた。20(R)×20(T)×

500(L) mm³の角材を10 mmの厚さに順次輪切りにしてゆき、隣接した2枚の試験片を1組とし、一方をコントロール片とした。シロアリ飼育槽内での食害試験および寸法安定性測定用の試験片として、30(R)×30(T)×600(L) mm³の角材を長さ100 mmに順次切ってゆき、隣接する2つの角柱の一方をコントロール片として用いた。これらの試験片は実験に使用する前にエタノール:ベンゼン混液(1:2 V/V)で8時間、次いでアセトンで8時間ソックスレーで抽出した後、105°Cで乾燥し、恒量を測定した。

エーテル化反応 一定量の1,2-ブチレンオキシド:トリエチルアミン溶液(95:5 V/V)を耐圧瓶の中に入れる。恒量を測定した試料を入れた後、蓋をする。耐圧瓶内を真空ポンプで3分間減圧状態にした後、窒素ガスを送り込み、瓶内を大気圧にし栓を閉じる。この反応瓶を140°Cに一定時間保った。反応中は瓶内の気圧を8気圧に保つように、窒素ポンプを用いて調整した。反応終了後、ただちに反応瓶を水で冷却し、試料を取りだし、ソックス抽出器で8時間メタノール抽出し、次いで8時間アセトン抽出を行い、乾燥し、恒量を求めた。重量増加率[Weight increase (%), 以後WIと略す]は試料の絶乾重量(W_0)を基準にして次式より求めた。 $WI = [(W - W_0) / W_0] \times 100$ ここで、Wは乾燥状態でのエーテル化木材片の重量である。

吸湿性および膨潤性の測定 試験片[3(R)×3(T)×10(L) cm³]を105°Cの熱風乾燥器で全乾にし、シリカゲルの入ったデシケータ中で23°Cに冷したのち、重量および寸法を測定した。次にこの試験片をNaClの結晶と共存する飽和水溶液を入れた23°Cのデシケータ中(75% RH, relative humidity)に入れて、恒量に達するまで吸湿させ、吸湿量と寸法変化量を測定し、吸湿率および膨潤率(接線方向、半径方向)を求めた。上下の両木口面の中央に十字に引いた標線(半径方向と接線方向)の長さを測定し、それぞれの平均値を半径方向と接線方向の寸法とした。両板目面と両まき目面の中央に繊維方向に引いた標線を測定し、その平均値を繊維方向の寸法とした。

抗膨潤および抗収縮性の測定 105°Cの熱風乾燥器で全乾にした試験片[3(R)×3(T)×10(L) cm³]の重量および寸法(半径方向、接線方向、繊維方向)を測定したのち、吸引瓶中の23°Cの蒸留水に浸漬し、吸引瓶を真空ポンプで30分間減圧状態にする。次に吸引瓶を1時間大気圧下で放置し、さらに30分間減圧し、22時間大気圧下で放置した。試験片を水中

より取り出し、ただちに吸水状態の試験片の寸法(半径、接線および繊維方向)を測定した。次に吸水状態の試験片を40°Cで4時間保ったのち、105°Cで20時間乾燥する。そしてシリカゲルの入ったデシケータ中で23°Cに冷し、試験片の寸法を測定した。この乾水繰返し操作を3回行い、それぞれの膨潤率(SW)と収縮率(SH)を次式で求めた。 $SW = \frac{x_2 - x_1}{x_1} \times 100$,

$SH = \frac{x_2' - x_1'}{x_2'} \times 100$ x_2 : 水に浸漬した後の半径、接線または繊維方向の寸法, x_1 : 全乾状態での半径、接線または繊維方向の寸法, x_2' : 水に浸漬後の寸法, x_1' : 水に浸漬し、再び全乾にしたときの寸法。次に抗膨潤・収縮能(ASE)を次式で求めた。 $ASE = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \times 100$ A_1 : 無処理木材の膨潤率または収縮率, A_2 : エーテル化木材の膨潤率または収縮率。

分析 赤外線スペクトル(IR)はKBr法で求めた。試験片中の酸不溶成分量はJIS P 8001-1961に従って、クラークソン法(72%硫酸)で測定した。試験片の糖組成はSawardker等⁹⁾の方法に準じて、クラークソン法による酸加水分解で生じた単糖をアルジトールアセテートに変え、ガスクロマトグラフィーで決定した。

防腐性能試験 エーテル化木材の防腐性能試験はJIS A 9302に準じて行った。腐朽前と腐朽後の試験片の重量を測定し、次式により試験片の重量減少率と効力値を求めた。

$$\text{重量減少率 (WL)} = \frac{\text{腐朽前の重量} - \text{腐朽後の重量}}{\text{腐朽前の重量}} \times 100$$

$$\text{効力値} = \frac{\text{無処理木材の WL} - \text{エーテル化木材の WL}}{\text{無処理木材の WL}} \times 100$$

試験片[2(R)×2(T)×1(L) cm]の耐候操作は次のように行った。試験片を流水中に1時間侵ける。試験片を取りだし軽く水切りを行い、60°Cで23時間乾燥する。この操作を21回(3週間)繰り返す。供試菌として当研究室で継代培養している *Cariculus versicolor* (L. ex Fr.) Quél. FRI 1030, *Tyromyces palustris* (Berk. et Curt.) Murr. FRI 0507, *Serpula lacrymans* (Wulfen ex Fries) Schroeter IFO 8697, *Chaetomium globosum* Kunze ex Fries IFO 6347の菌株を用いた。

防蟻総合試験(白アリ食害試験) 試験片の他に餌のない状況に白アリをおいて、試験片が食害される

かどうかを調べる総合試験はJTCAS 第一号に準じて行った。試験片は2(R)×2(T)×1(L) cm³の大きさのものを用いた。供試白アリとして当研究室で飼育しているイエシロアリ(*Coptotermes formosans*)を用いた。

白アリ飼育槽内での防蟻性能試験 当研究室のイエシロアリ飼育槽内の土壌中にエーテル化木材片[3(R)×3(T)×10(L) cm³]と無処理木材片[3(R)×3(T)×10(L) cm³]を縦方向を上下にして、半分を土壌中に埋める。この上にアルミ箔で覆いをした透明なプラスチック箱をかぶせる。15日毎にアルミ箔を取り除いて、プラスチック箱を通して、地上部の試験片を観察する。6ヶ月後に試験片を取りだし、食害状況を調べる。

III 実験結果および考察

木材をブチレンオキサイドトリエチルアミン溶液(95:5 V/V)で、140°C、8気圧下において処理すると、樹種によらず材は淡黄色を示すようになり、その色調はヒノキ材のそれによく似たものになった。それ故に木材の色調改善にこのエーテル化反応は利用できる可能性がある。

表1に各種木材片と口紙の反応時間とブチレンオキサイドの付加による重量増加率、エーテル化試料の吸湿性および膨潤性を無処理試料のそれらと対比して示した。単位重量に対する重量増加および付加反応の速度は針葉樹の方が広葉樹より大きいことを表1は示している。無処理木材に比べてエーテル化木材はすべて吸湿率および膨潤率が小さくなっている。また吸湿率および膨潤率はエーテル化による重量増加率に反比例している。純セルロースの口紙のエーテル化反応による重量増加率は針葉樹のその約1/2、広葉樹の約2/3である。図1に乾燥と浸漬の繰り返しによるエーテル化木材の抗膨潤率・抗収縮率(ASE)の変動を示した。ASEの値が大きい程、無処理木材の寸法変化に対するエーテル化木材の寸法の変化の比が小さいことを示している。ASEが100%の時はエーテル化木材の寸法の変化はゼロであり、0%のときはエーテル化木材の膨潤または収縮率が無処理木材のそれに等しいことを意味する。すべてのエーテル化木材の膨潤率および収縮率は対応する無処理材のそれより、乾水繰返しなどの時点においても小さかった。エーテル化スギおよびエーテル化マツの接線、半径、繊維方向のASEおよびエーテル化ブナ材の半径、繊維方向のASEは乾水繰返しによってほとんど変動(減少)しなかった。

Table 1. Effects of reaction time on the weight increase, hygroscopicity, and degree of swelling of woods and filter paper treated with buthylene oxide-triethylamine (95:5, vol/vol) at 140°C and 8 atm.

	Weight increase ^(c) (%)	Reaction time (hr)	Moisture gain ^(b) (%)	Degree of swelling (%) ^(a)		Code
				Tangential direction	Radial direction	
Etherified Buna (1)	10.3	4	5.8	1.25	0.82	Buna (WI 10.3)
Untreated Buna (1)	/	/	9.1	1.85	1.34	/
Etherified Buna (2)	13.9	8	4.1	1.00	0.67	Buna (WI 13.9)
Untreated Buna (2)	/	/	9.2	1.75	1.33	/
Etherified Sugi (1)	14.9	4	5.0	1.30	0.68	Sugi (WI 14.9)
Untreated Sugi (1)	/	/	6.1	1.61	0.88	/
Etherified Sugi (2)	21.9	8	4.4	1.05	0.27	Sugi (WI 21.9)
Untreated Sugi (2)	/	/	6.0	1.50	0.84	/
Etherified Matsu (1)	17.9	4	4.1	1.30	0.72	Matsu (WI 17.9)
Untreated Matsu (1)	/	/	6.5	2.31	1.63	/
Etherified Matsu (2)	20.0	8	3.8	1.23	0.54	Matsu (WI 20.0)
Untreated Matsu (2)	/	/	5.9	2.13	1.52	/
Etherified filter paper (1)	7.1	5	/	/	/	F.P. (WI 7.1)
Etherified filter paper (2)	9.5	8	/	/	/	F.P. (WI 9.5)

a, b: Hygroscopicity and swelling at 23°C and 75% RH.

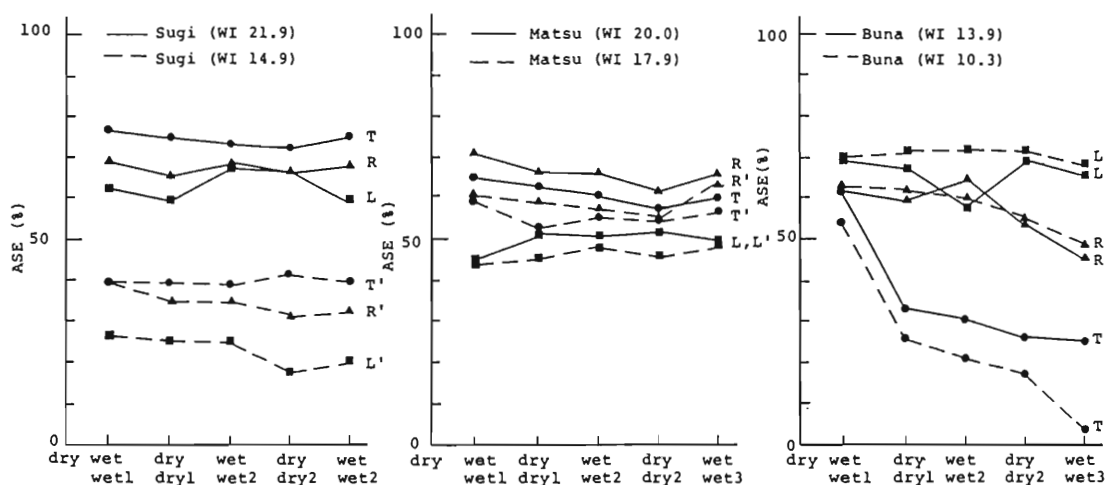
c: $\frac{\text{Weight after treatment} - \text{Weight before}}{\text{Weight before}} \times 100$ 

Fig. 1. Effects of number of wet-dry cycles on antiswelling and antishrink efficiencies (ASE) in radial, tangential, and longitudinal directions for etherified woods.

●—ASE in tangential direction, ▲—ASE in radial direction, ■—ASE in longitudinal direction

エーテル化ブナ材は乾水繰返しにより接線方向のASEが急激に減少している。これは無処理ブナ材では乾—水—乾の時点で、上下両木口面の中央付近で半径方向にひび割れが生じ、以後の浸漬と乾燥における接線方向の膨潤および収縮率が急激に小さくな

ってゆくのに対し、エーテル化ブナ材ではそのようなひび割れは3回の乾水繰返し後も生じず、接線方向の膨潤および収縮率はほとんど変動(減少)しなかったことによる。以上のごとく、針葉樹、広葉樹共に、ブチレンオキサイドによるエーテル化によ

り、寸法安定性およびその持続性は大きく改善されることがわかった。

Fig. 2 にエーテル化ブナおよびスギ木片の IR スペクトルを無処理のそれと共に示した。エーテル化木材は無処理の木材に比べて、 2900 cm^{-1} 付近のメチレン基($-\text{CH}_2-$)の吸収が強くなっている。また遊離の水酸基を有する芳香核に由来する 1370 cm^{-1}

付近の吸収がエーテル化木材の方が無処理木材のそれより若干小さくなっている。エーテル化木材のケトン($-\text{CO}-$)に由来する 1730 cm^{-1} 付近の吸収は無処理のそれに比べてかなり小さくなっている。これらはプチレンオキシドのエポキシドリングが開環して、(1) 木材成分の水酸基とエーテル結合し、メチレン基が増加したこと、(2) プチレンオキシ

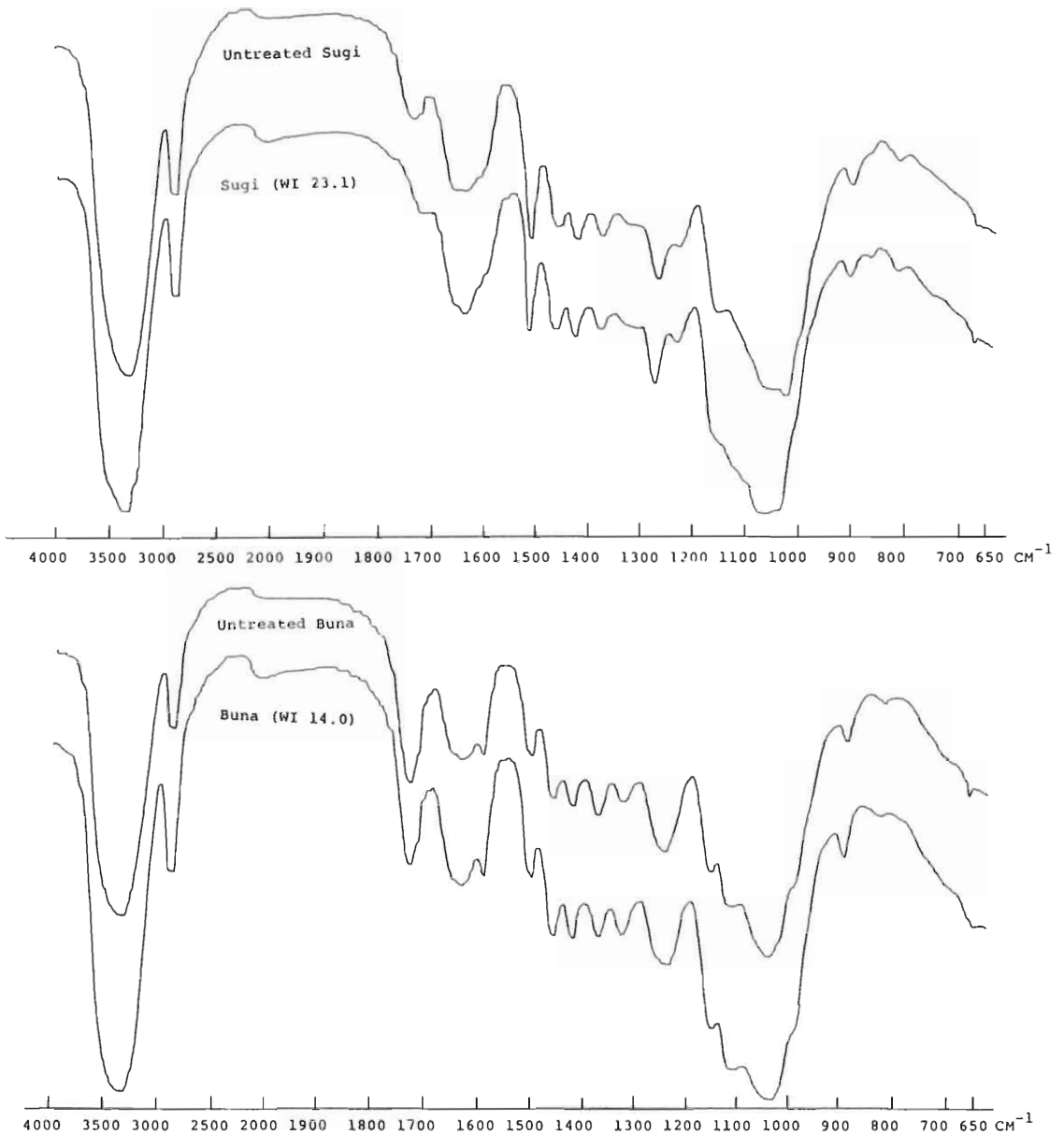


Fig. 2. Infrared spectra of etherified woods and untreated woods.

ドとエーテル結合する水酸基の一部分はリグニンのフェノール性水酸基であること、(3) 木材中のエステル結合のかんりの部分は140°C, 8気圧で処理されると、脱炭酸することを示している。

表2に無処理木材とエーテル化木材の酸不溶物量および構成単糖量を示した。表2の値を用いて、エーテル化反応の際に、クラソンリグニン(酸不溶リグニン)にブチレンオキシドがまったく結合しないと仮定して計算したエーテル化木材の酸不溶物量、およびブチレンオキシドが木材中の多糖類にまったく結合していないと仮定して計算したエーテル化木材の単糖の理論量を、実際に得られたそれらの値と対比して表3に示した。重量増加率が9.5%のエーテル化口紙をクラソン法で酸加水分解したと

ころ、すべて溶解して、酸不溶物は生じなかった。それ故に木材中の多糖類に結合したブチレンオキシドはすべて酸可溶部中に存在すると考える。エーテル化木材ではキシロースの実測値と理論値の差が13%と大きく、次いで酸不溶部のその差が4.3%、グルコースのそれが2.6%となっている。それ故に木材ではブチレンオキシドは主にキシランの水酸基とエーテル結合するものと推定される。しかし1部はリグニンやセルロースとも結合すると考える。スギ材とマツ材においては、ブチレンオキシドはセルロース、ヘミセルロースおよびリグニンとほぼ一様にエーテル結合するものと考えられる。

表4にエーテル化木材の腐朽試験結果を示した。エーテル化木材は樹種によらず、白色腐朽菌、褐色

Table 2. Concentration of acid-insoluble fraction and sugars in etherified and untreated woods

	% of wood insoluble in 72% H ₂ SO ₄	Sugar concentrations (%)				
		Glucose	Galactose	Mannose	Xylose	Arabinose
Buna (WI 14.6)	25.2	36.2	0.6	1.4	7.8	0.8
Untreated Buna	24.0	44.4	0.6	1.4	23.0	0.0
Sugi (WI 17.6)	33.4	34.6	0.2	5.6	3.0	0.2
Untreated Sugi	32.2	51.4	0.8	8.4	6.2	1.6
Matsu (WI 15.0)	30.8	35.6	0.2	7.4	3.0	0.2
Untreated Matsu	30.2	46.8	2.8	12.4	4.4	1.2

Table 3. Theoretical and experimental values of acid-insoluble fraction and sugar concentration in etherified woods.

Specimen		Addition amount of B.O. (%) ^c	% of wood insoluble in 72% H ₂ SO ₄	Sugar concentration (%)				
				Glucose	Galactose	Mannose	Xylose	Arabinose
Buna (WI 14.6)	Theoretical value	12.7(127) ^d	20.9(209) ^a	38.8(388) ^b	0.6 (6)	1.2 (12)	20.8(208)	0.6 (6)
	Experimental value	12.7(127)	25.2(252)	36.2(362)	0.6 (6)	1.4 (14)	7.8 (78)	0.8 (8)
			4.3 (43)	2.6 (26)	0.0 (0)	-0.2(-2)	13.0(130)	0.6 (6)
Sugi (WI 17.6)	Theoretical value	15.0(150)	27.4(274)	41.4(414)	0.6 (6)	7.1 (71)	5.3 (53)	1.4(14)
	Experimental value	15.0(150)	33.4(334)	34.6(346)	0.2 (2)	5.6 (56)	3.0 (30)	0.2 (2)
			6.0 (60)	6.8 (68)	0.4 (4)	1.5 (15)	2.3 (23)	1.2(12)
Matsu (WI 15.0)	Theoretical value	13.0(130)	26.3(263)	40.8(408)	2.4(24)	10.8(108)	3.8 (38)	1.0(10)
	Experimental value	13.0(130)	30.8(308)	35.6(356)	0.2 (2)	7.4 (74)	3.0 (30)	0.2 (2)
			4.5 (45)	5.2 (52)	2.2(22)	3.4 (34)	0.8 (8)	0.8 (8)

a) Theoretical values of acid-insoluble fraction were calculated with the basis of the assumption that klason lignin in etherified woods does not combine with butylene oxide.

b) Theoretical values for the sugar concentration were calculated with the assumption that butylene oxide is not linked with polysaccharides in the wood and that the polysaccharides do not change in their chemical structure when treated at 140°C and 8 atm.

c) $\frac{\text{Weight after treatment} - \text{Weight before}}{\text{Weight after treatment}} \times 100$

d) Values in parenthesis are mg value contained in 100 mg of the wood sample.

Table 4. Weight loss and preservative efficiency of etherified woods in JIS-A-9302 test.

Specimen	Weathering ^{a)}	Weight loss (%)	Preservative efficiency (%) ^{b)}	Fungus
Buna (WI 11.4)	yes	6.1(175) ^{c)}	83.1	<i>Coriolus versicolor</i>
Buna (WI 11.3)	no	6.0(172)	83.3	"
Untreated Buna	no	36.0(940)	/	"
Buna (WI 11.2)	yes	1.1(4)	90.8	<i>Chaetomium globosum</i>
Buna (WI 11.4)	no	1.4(5)	88.3	"
Untreated Buna	no	12.0(309)	/	"
Buna (WI 12.0)	yes	8.9(258)	84.1	<i>Tyromyces palustris</i>
Buna (WI 11.8)	no	9.0(262)	83.9	"
Untreated Buna	no	55.9(1437)	/	"
Sugi (WI 20.5)	yes	3.8(59)	91.5	"
Sugi (WI 17.8)	no	4.0(62)	91.0	"
Untreated Sugi	no	44.5(590)	/	"
Buna (WI 12.1)	yes	2.9(83)	91.0	<i>Serpula lacrymans</i>
Buna (WI 12.4)	no	2.3(66)	92.9	"
Untreated Buna	no	32.3(823)	/	"
Matsu (WI 15.8)	yes	3.8(83)	83.6	"
Matsu (WI 15.4)	no	3.6(77)	84.5	"
Untreated Matsu	no	23.2(442)	/	"

a) (1-hr leaching and 23-hr heating at 60°C) × 20 times, b) $[(W_1 - W_2)/W_1] \times 100$, W_1 : Mean % weight loss of three untreated wood blocks, W_2 : Mean % weight loss of three etherified wood blocks. c) Values in parentheses are mean weight losses in milligrams per wood.

腐朽菌、さらに軟腐朽菌によって極めて腐朽されにくくなり、その防腐効率はすべて80%以上であった。厳しい耐候操作（流水に1時間浸漬し、60°Cに23時間保つ、この操作を21回くり返した。）を行っても、エーテル化木材の防腐効率は減少しなかった。しのう菌のケトミニウムと白色腐朽菌のカワラタケはエーテル化木材片上に付着し繁殖し木片表面を覆うことはなかった。一方、褐色腐朽担子菌、オオウズラタケとナミダタケは木材片に付着し完全に木材片を包み込んだ。しかし腐朽による重量減少率はコントロール材のそれに比べられると小さくなった。カワラタケは白色腐朽菌、ケトミニウムはしのう菌であ

るため、針葉樹に対する腐朽力は極めて弱く¹⁰⁾、無処理のスギ材とマツ材の重量減少率は5%以下であり、エーテル化スギ材とマツ材のそれは1%以下であった。本実験ではブナ材では重量増加率が11%以上のものを用いて、またスギ材とマツ材は15%以上のものを用いて腐朽試験を行った。そして防腐効率はすべて80%以上であった。腐朽されない木材として、エーテル化木材を実用化するためには、防腐効率値を80%以上にするのに必要な最小のエーテル化率を明確にしなければならない。この点について現在検討中である。

表5にイエシロアリによる食害試験結果を、写真

Table 5. Weight loss of etherified wood caused by *Coptotermes formosanus* and antitermitic activity of the wood.

Specimen	Weathering ^{a)}	Weight loss (%) ^{b)}	Efficiency (%) ^{c)}
Buna (WI 12.3)	yes	1.8 (54)	85.4
Buna (WI 11.8)	no	1.6 (47)	87.0
Untreated Buna	no	12.3(308)	/
Sugi (WI 20.9)	yes	3.9 (63)	88.2
Sugi (WI 21.4)	no	3.6 (58)	89.1
Untreated Sugi	no	33.1(428)	/
Matsu (WI 15.4)	yes	3.6 (76)	90.5
Matsu (WI 15.3)	no	3.8 (78)	90.0
Untreated Matsu	no	38.0(755)	/

a-c: See footnote of Table 1.

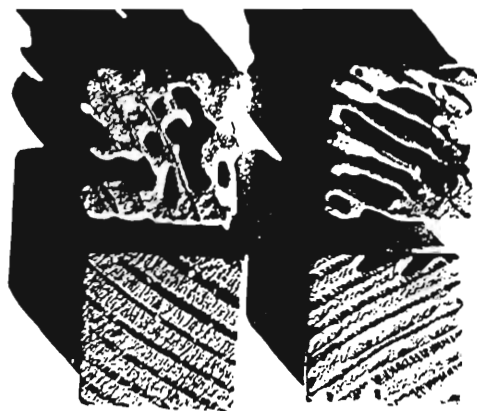


Photo. 1. Wood blocks after 30-day exposure to termites in JTCAS No. 1 test.
Upper: Untreated blocks of matsu
Lower: Left, etherified matsu (WI 15.4)
Right, etherified matsu (WI 15.3)

1にその食害試験後の試験片の写真を示した。エーテル化マツ材の他に食物が無い条件下で、200匹のイエシロアリは約80 mg (4%)のエーテル化マツ材を30日間で食べた。一方無処理マツ材は755 mg (38%)食べられた。それ故にエーテル化マツ材の防蟻効力値は約90%である。エーテル化ブナ材およびスギ材の防蟻効力値も90%に近い値であった。同一プラスチック容器内に無処理マツ材とエーテル化マツ材を一緒に置いた場合、無処理マツ材のみが食べられて、エーテル化マツ材はまったく食害されなかった。

イエシロアリ飼育槽内の土壤中に半分埋められて、1ヶ月および6ヶ月間放置したマツ試験片の写真を写真2に示した。エーテル化マツ材は6ヶ月放置してもまったく食害されなかった。無処理マツ材は1ヶ月後では地下部がはげしく食害され、地上部は所々に齧られた跡が存在した。6ヶ月後では地上部地下部ともにはげしく食害され、ボロボロになった。試験片をシロアリ飼育槽内に放置している間に、15日間隔で地上部にでている試験片を、アルミ箔を取り除き、プラスチック箱を通して観察を行った。観察時に無処理マツ材には常にシロアリが附着していたが、エーテル化マツ材上には一度もシロアリは観察されなかった。松林中に存在するイエシロアリの巣の周囲に埋めたエーテル化松材は3年経過後もまったく食害されていなかった。周囲に打ち込んだコントロール材は1年以内にはげしく食害された。以上のことから、餌となる木材が近くに存在する場

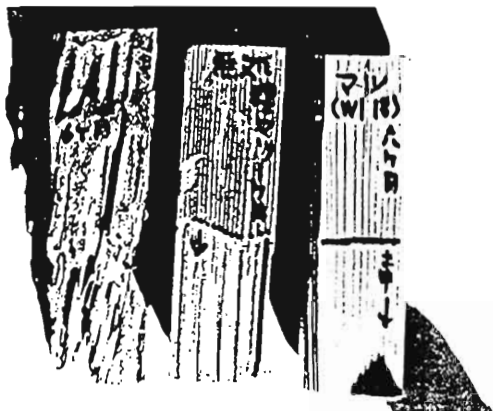


Photo. 2. Wood blocks after exposure to termites in a termite-breeding chamber. Specimens from left to right are:
Untreated matsu after six-month exposure.
Untreated matsu after one-month exposure.
Etherified matsu (WI 18.0) after six-month exposure.

合、エーテル化木材はまったく食害を受けないことがわかる。

文 献

- 1) Fengel, D. and Wegener, G.: "Wood", Walter de Gruyter Berlin New York, p. 373 ~406 (1984)
- 2) Ramachandra, M., Crawford, D.L. and Hertel, G.: Appl. Environ. Microbiol., 57, 3057-3063 (1988)
- 3) Kirk, T.K. and Farrell, R.L.: Ann. Rev. Microbiol., 41, 465-505 (1987)
- 4) Enoki, A., Tanaka, H. and Fuse, G.: Wood Sci. Technol. 23, 1-12 (1989)
- 5) Koenigs, J.W.: Wood Fiber 6, 66-80 (1974)
- 6) Cookson, L.J.: Wood Sci. Technol., 21, 11-25 (1987)
- 7) Rowell, R.M. and Gutzmer, D.I.: Wood Science 7, 240-246 (1975)
- 8) Rowell, R.M., Hart, S.V. and Esenther, G.R.: Wood Science 11, 271-274 (1979)
- 9) Sawardeker, J.S., Sloneker, J.H. and Jeanes, A.: Anal. Chem., 37, 1602-1612 (1965)
- 10) Enoki, A., Tanaka, H. and Fuse, G.: Holzforschung, 42, 85-93