

木材防腐剤としての有機錫化合物に関する研究 (第11報)

ブナ丸太の防虫防菌について (その2)*

西 本 孝 一**

Koichi NISHIMOTO** : Studies on the Organo Tin Compounds as the Wood Preservatives. XI. On the Protection of Beech Green Logs from Insect and Fungus Attacks. (Part 2)

前報¹⁾において、有機錫化合物を林地における丸太の防虫・防菌に用いる場合、防菌効果は非常に優秀であるが、防虫効果は単独ではやや低く他の防虫剤に依存せねばならないことを報告した。この結果にもとづき、本試験は種々の防虫剤を併用した場合の防虫効果、ならびに有機錫化合物の濃度変化による防菌効果の差を明確にすることを目的として行なつた。

前試験同様、試験地は本学農学部附属演習林の山間奥地に設け、試験方法もまた前回と殆んど同様である。ただし、今回の気象条件は前回より降雨量少なく、湿度も若干低かつたことを附記する。

本試験を行なうにあたり、試験地の設定については京大演習林長遠藤隆教授、同芦生演習林長和田茂彦助教授、同事務官諸氏のご協力を得、試験実施遂行に直接ご協力下さつた本研究助手林昭三氏、高橋旨象氏、研究員菊本広一氏に対し厚く感謝の意を表するとともに、薬剤に関しご協力下さつた吉富製薬株式会社深く感謝する。

防 除 試 験

試験地は前回同様芦生演習林の標高約700mの山地に設定したが、供試丸太設置場所は前回の場所より約1km離れたところで、林外地としては太陽の直射光線を十分に受ける林道ぞいの周囲に山腹の迫っていない平坦地を選び、林内地としては広葉樹の密林内の急斜地で太陽光線を受けない場所を選んだ。供試丸太および薬剤処理方法は前回と同様である。

1) 供 試 薬 剤

試験に供した薬剤は Table 1 に示す29種類である。防菌効果を調べることを主目的とした薬剤 (A~G)、乳化液との比較において油剤の種類を検討するための薬剤 (H~K)、防虫効果を調べることを主目的とした薬剤 (L~Z)、乳化剤をかえるかあるいはその他の添加物の含む薬剤 (a~c) を調剤した。

A~F および L~Y は乳化剤としてソルボン S (ソルビタンモノラウレイト) T、(ポリオキシエチレンソルビタンモノラウレイト) を、溶剤としてソワゾール 100¹⁾ を用い、G は溶剤としてソワゾール100とメタノールを用いた乳化液である。Z は水溶液である。a, b は乳化剤として数種のを混用し、溶剤としてクレオソート油とソワゾール 100 を用いた乳化液、c は乳化剤としてノイゲン EA 170, NP を、溶剤としてクレオソート油とソワゾール100を用い、

* 日本木材学会第15回大会昭和40年4月に講演発表

** 木材生物研究部門, Division of Wood Biology.

Table 1. Composition of chemicals used in the test.

No.	Chemicals
A	TBT-S ¹⁾ (0.2)*+TBT-F ²⁾ (0.2)+ γ -BHC (1.5)
B	TBT-P ³⁾ (1.0)
C	TBT-Te ⁴⁾ (0.5)+ γ -BHC (1.0)+Aldrin (1.0)
D	TBT-F (0.5)+ γ -BHC (1.0)+Aldrin (1.0)
E	TBT-F (0.3)+ γ -BHC (1.0)+Aldrin (1.0)
F	TBT-F (0.1)+ γ -BHC (1.0)+Aldrin (1.0)
G	TBT-F (0.5)+ γ -BHC (1.5)
H	TBT-F (0.5)+ γ -BHC (1.5) (Swasol oil type)
I	TBT-F (0.5)+ γ -BHC (1.5) (CD oil solvent type)
J	TBT-F (0.5)+ γ -BHC (1.5) (creosote oil solvent type)
K	TBT-F (0.5)+ γ -BHC (1.5) (methanol solution)
L	TBT-F (0.3)+ γ -BHC (1.5)
M	TBT-F (0.3)+ γ -BHC (1.0)+Aldrin (0.5)
N	TBT-F (0.3)+ γ -BHC (0.5)+Aldrin (1.0)
O	TBT-F (0.3)+ γ -BHC (0.5)+Aldrin (0.5)+Malason (0.5)
P	TBT-F (0.3)+ γ -BHC (0.5)+Aldrin (0.5)+EDB ⁵⁾ (1.0)
Q	TBT-F (0.3)+Chloronaphthalene (2.5)+ γ -BHC (0.5)
R	TBT-F (0.3)+Aldrin (1.5)
S	TBT-F (0.3)+Malason (1.0)
T	TBT-F (0.3)+EDB (2.0)
U	TBT-F (0.3)+Chloronaphthalene (2.5)
V	TBT-F (0.3)+Sumithion (0.7)
W	TBT-F (0.3)+Malason (1.0)+Aldrin (0.5)
X	TBT-P (0.5)+ γ -BHC (0.5)
Y	TBT-P (0.5)+Malason
Z	TBT-S (0.3)+Dimethoate (0.8)
a	TBT-F (0.2)+ γ -BHC (1.0)+Dieldrin (0.5)
b	TBT-F (0.5)+ γ -BHC (1.5)+Chloroparaffin (1.0)
c	TBT-F (0.5)+ γ -BHC (1.5)+Casein (1.0)
non.	non-treated

note; 1) Tributyltin sulfamate
 2) Tributyltin fumarate
 3) Tributyltin O, o-dimethyldithiophosphoryl-O-acetate
 4) Tributyltin terephthalate
 5) Ethylene dibromide

* Concentration (%)

粘度を高めるためカゼインを添加したもの。A~G, L~Z, a, b は10倍希釈用原液を, c は3倍希釈用原液を試験地に持参し, 山水で希釈して試験に供した。

2) 調査方法

A~G 処理区および無処理区では15本の丸太を, H~Z 処理区および a~c 処理区では5本の丸太を試験に供した関係上, A~G・無処理区からは毎月5本ずつ抽出し虫害・菌害を調査

1) 芳香族含有量 76.0 vol.%, パラフィン C₈~C₉ 約 24.0 vol. %, オレフィン 0.2~0.3 vol. %,

し、H~G・a~c 処理区では毎月試験地で虫害のみを調査した。虫害調査は前報と同様にして行なつたが、測定を終つた虫孔には必ずペンキで印をし、翌月はこれ以外の新しく穿孔された虫孔のみを測定することにした。菌害調査は前報と同様、試験地では外観調査を行ない、研究所に持ち帰り内部調査を行なつた。

試験結果および考察

防菌試験

前報と同様外観調査は写真を掲載することにした。Photo. 1~7 によれば処理区と無処理区との木口面における変色程度の差異は明確に判断することができる。

Table 2. Depths of discolored areas from the cut ends of beech logs.

Exp. plot.	Open cutover area (cm)						Closed area (cm)					
	1		2		3		1		2		3	
Months	ave.	max.	ave.	max.	ave.	max.	ave.	max.	ave.	max.	ave.	max.
A	1.0 ±0.7	4.2	8.3 ±6.7	34.0	33.8 ±13.0	36.3	1.7 ±1.1	5.6	7.6 ±2.6	22.1	27.5 ±12.0	36.7
B	1.3 ±0.9	6.7	11.6 ±4.2	37.4	36.5 ±7.5	40.0	1.7 ±0.6	9.2	7.3 ±3.8	20.5	30.0 ±10.5	40.0
C	0.7 ±0.5	4.6	5.4 ±2.1	27.5	28.5 ±11.4	37.8	0.9 ±0.5	5.5	7.1 ±1.3	30.8	23.0 ±5.3	40.0
D	1.3 ±0.7	9.2	5.8 ±3.1	28.3	24.0 ±7.3	37.7	0.3 ±0.3	1.7	5.3 ±2.3	15.9	18.9 ±7.7	35.6
E	1.6 ±1.0	9.2	5.8 ±1.9	33.6	40.0 ± 0	40.0	1.4 ±0.9	—	7.3 ±3.5	24.3	32.2 ±11.3	37.7
F	1.5 ±0.7	8.9	9.8 ±6.4	38.2	40.0 ± 0	40.0	1.7 ±0.4	8.5	7.0 ±4.3	20.2	33.8 ±13.1	36.3
G	0.3 ±0.4	1.4	4.3 ±2.3	22.7	22.3 ±15.3	31.5	0.5 ±0.4	3.1	4.7 ±2.6	29.4	8.3 ±5.0	25.1
non.	1.6 ±0.3	10.2	14.6 ±4.0	37.4	39.3 ±1.6	40.0	3.0 ±2.2	14.6	8.2 ±2.2	36.0	40.0 ± 0	40.0

内部調査の結果は Table 2 に示した。表中の数値は10個の板面における菌糸長の平均値である。今回の試験は有機錫化合物とくに tributyl tin fumarate の有効濃度決定と他に有効と思われる化合物の再確認を目的としたものであり、したがって試験に供した薬剤はすべて有機錫化合物を含有する関係上、前回の如き薬剤間の有効差は1カ月目では認められなかつた。しかし2カ月目、3カ月目では明らかに濃度による有効差、薬剤間の有効差が現われ、とくに

Table 3. Analysis of significance among the chemicals.

open cutover area																								
Chem.	A			B			C			D			E			F			G			non.		
Months	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ave.	1.0	8.3	33.8	1.3	11.6	35.5	0.7	5.4	28.5	1.3	5.8	24.0	1.6	5.8	40.0	1.5	9.8	40.0	0.3	4.3	22.3	1.6	11.6	39.3
A	/			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	1	×	×
B	×	×	×	/			×	×	×	1	1	×	×	×	×	×	×	×	×	1	1	5	×	×
C	×	×	×	2	×	×	/			5	×	×	×	×	×	2	5	×	2	5	×	×	×	5
D	1	×	×	0.1	×	5	1	×	5	/			×	×	0.1	×	×	0.1	1	×	×	×	×	0.1
E	×	×	×	×	×	×	×	×	5	1	×	2	/			×	×	×	1	×	1	×	0.1	×
F	×	×	×	×	×	×	1	×	5	0.1	×	2	×	×	×	/			5	5	1	×	×	×
G	2	5	1	0.1	×	0.1	×	5	1	×	×	1	2	×	0.1	0.1	×	0.1	/			1	0.1	1
non.	×	×	1	×	×	2	2	×	5	1	5	0.1	×	×	×	×	×	×	×	1	2	0.1	/	
Ave.	1.7	7.6	27.5	1.7	7.3	30.0	0.9	7.1	23.0	0.3	5.3	18.9	1.4	7.3	32.2	1.7	7.0	33.8	0.5	4.7	8.3	3.0	8.3	30.8

closed area

TBT-F, -Te 5%はそれぞれ前回試験同様良好であつた。しかし平均値のみで良否を判断することは、かかる実地試験の場合にはなほ危険である故、前報同様統計学上のT-検定により、各処理区間の有意差を検討した。その結果は Table 3 に示す。

これによると、林外では TBT-Te, TBT-F (0.5%) の処理区は3カ月間を通じ無処理区より防菌効果があり、他は無処理区と殆んど差はなく、A処理区と TBT-F (0.3%) 処理区が2カ月目まで有効であつた。TBT-Te と TBT-F との同濃度では2カ月以降は効力に差はない。林内でも大体同じような傾向ではあるが、TBT-Te と TBT-F との差が3カ月目に現われ TBT-F の方が若干優るようである。D薬剤とG薬剤は TBT-F の濃度は同じであるが、防虫剤を若干異にしている点は防菌効果には殆んど影響ないものと考えてよい。

防 虫 試 験

調査結果は Fig. 1, 2 に示す。今回の試験は防虫剤の効力を比較検討することが主目的であるから、前回と異なり同一処理丸太は3カ月間試験地に放置しておいた。したがつて全試験期間を通じ同一丸太の虫孔数が測定できたわけである。

穿孔虫の生息密度についてであるが、本試験地は前回試験時には穿孔虫の生息密度が非常に

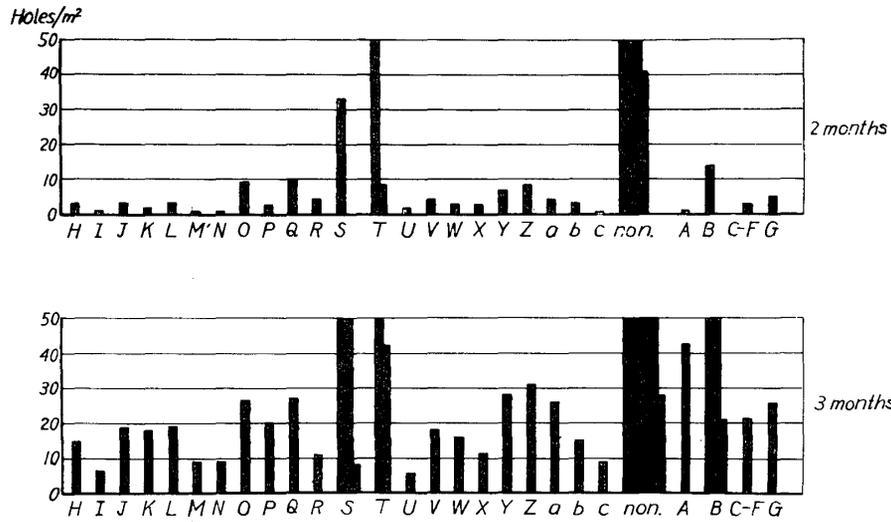


Fig. 1. Entrance holes of the beetles on the log surfaces in the open cutover area.

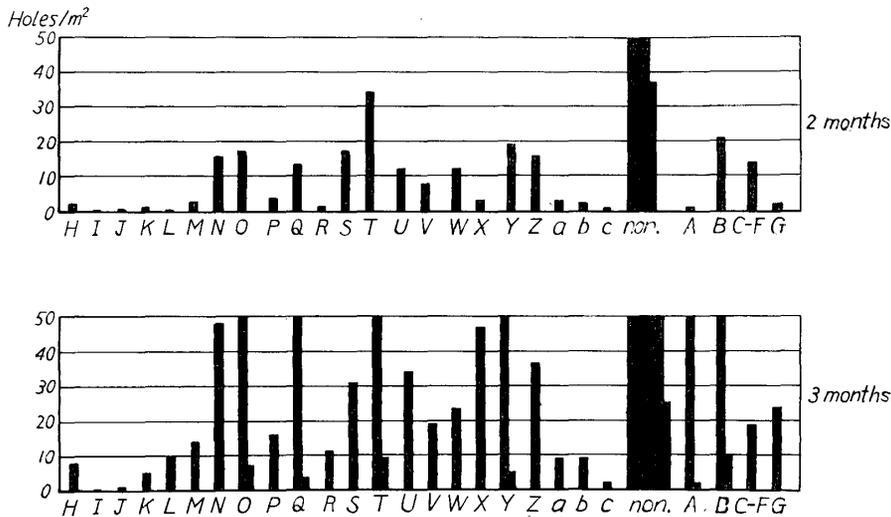


Fig. 2. Entrance holes of beetles on the log surfaces in the closed area.

高く、無処理材では林外で3カ月後約330コ/m²、林内で実に約550コ/m²の虫孔数をかぞえた。しかし、今回は林外で約280コ/m²、林内でも約275コ/m²で、前回に比べかなりの減少を示した。これは恐らく気象条件に支配されたものと思われる。天候と穿入消長とは密接な関係があり、ブナの穿孔虫は微小甲虫であるから、雨が降れば歩行および飛翔が困難になる²⁾。それ故試験時期の天候によつて生息密度が異なることは十分考えられる。試験場所が同じであっても、年が違つると天候も違つたが、生息密度が異なるから、前回の結果と今回の結果とは直接比較することはできない。しかし、実際の被害はその数がそのままあてはまるわけである。一般には、無処理に対する穿孔数が非常に多くなり、生息密度がずっと高くなると、これに伴つて処理区の穿孔数も増加するのが普通である³⁾。前回のG薬剤と今回のG薬剤とはほぼ同じである。両者の防虫効果を比べると、例えば林内で3カ月後に前回は約50コ/m²の虫

孔数を見たが、今回は約 25コ/m² の虫孔数であり、無処理の虫孔数の関係と同じ傾向を示している。このことは上記の生息密度と処理区の穿孔数との関係を裏付けるものであろう。

Fig. 1.2 より明らかなように、林外林内いずれにおいてもG薬剤より効力のある薬剤は、油剤型のすべて (H, I, J, K) と乳剤型の γ -BHC を主体とするもの (L, M, P, a, b, c) および Aldrin を含むもの (R) であつた。この中とくに防虫効果の大きかつたのは、H, I, M, R, b, c で3カ月後に 10コ/m² の虫孔数を見る程度である。この程度の穿孔は実用上完全に近い防虫効力と言つてもよく、その効力は特記されるべきであらう。油剤型薬剤の効果より、溶剤の種類

Table 4. Numbers of insect holes on the surfaces of logs in the open cutover area.

Months	Platypodidae			Ipidae		
	1	2	3	1	2	3
H	0*	0*	0.3*	0*	2.2*	7.6*
I	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0.3	0.7
K	0	0.3	0.3	0	0.3	4.6
L	0	0	0.8	0	0	9.3
M	0	0	0.8	0	1.8	13.1
N	0	0.5	1.2	0	14.9	46.8
O	0.8	2.3	12.1	0	14.9	44.6
P	0	0	1.5	0	3.5	15.1
Q	0	1.2	10.6	0	11.9	42.2
R	0	0.5	2.5	0	0.7	9.0
S	0	4.3	7.0	0	12.5	24.2
T	0	17.0	20.3	0	17.4	38.7
U	0	4.6	11.3	0	7.3	22.9
V	0	2.7	4.6	0	4.8	14.8
W	0	1.0	2.8	0	10.8	20.6
X	0	0	1.3	0	3.3	45.5
Y	0	8.5	15.3	0	10.6	39.7
Z	0.5	1.7	2.8	0	13.7	33.6
a	0	0	0.3	0	3.2	8.6
b	0	0.3	3.2	0	1.5	5.8
c	0	0	0.3	0	0.3	1.2
non.	2.7	31.2	50.6	7.1	155.8	224.4

* Holes/m²

類による効力に差が若干あることが認められる。すなわち CD 油を溶剤として用いたものが最も良好であつた。CD 油はクレオソート油の溜分であつて、防虫性の比較的高いものである。

防虫剤の γ -BHC の優れていることは一般にも認められているが、かかる林地の防虫にもその効力は十分認められる。これに匹敵するものとしてアルドリも十分効力の高いことが認められる。持続性・経済性の点よりこの両者の併用が最も有効と考える。その他マラソン、エチレンジブロマイド、クロルナフタリン、スミチオンなどを試験したが、期待する効果はえられなかつた。水溶性防虫剤としてのジメトエイトを TBT-sulfamate (水溶性錫化合物) と混合して試験した。水溶性予備防腐剤が未だその例を見ない点より、その効力を期待したが本試験に供した薬剤中ではあまり効力的によいものではなかつた。今後水溶性防虫剤の研究によつてより効力のあるもの出来る可能性があることと思う。

一般に生丸太の防虫防菌には薬剤散布量が一定ならば、薬剤の丸太表面への附着量の多いほど有利である。附着し易く、かつ散布後容易に丸太表面から流れ落ちない薬剤は附着量が多くなる。そこで薬剤の粘度が問題になってくる。散布し易くかつ附着し易い粘度は自から限定されてくるし、また乳化液を数倍に希釈して使用する関係からも限定されてくる。この点について種々研究の結果、有機錫化合物の溶解し易い溶剤を用いた場合、粘度増強剤を添加する量も限定されてきて、ある一定以上の粘度には出来ないことが分つた。他の乳化薬剤の比粘度は1.0~1.2であつたが、c薬剤は1.5であり附着量も多いことを確認した。この点が薬剤cのとくに効力の穴であつた原因と考えている。

本試験での穿孔虫の種類は前回同様であり、ククイムシとナガクイムシとの害を比較してみると Table 4, 5 に示す如くで、今回はククイムシの害が比較的多かつた。木口面での被害は非常に少なく、樹皮面では逆にナガクイムシのそれが多かつた。この結果は Table 6 に示したが、表中にない薬剤はすべて両穿孔虫とも3カ月間被害皆無であつた。

Table 5. Numbers of insect holes on the surfaces of logs in the closed area.

Months	Platypodidae			Ipidae		
	1	2	3	1	2	3
H	0*	0*	2.2*	0*	2.8*	12.9*
I	0	0	4.1	0	0.8	2.5
J	0	0.7	10.5	0	1.3	9.1
K	0	0.3	0.3	0	1.2	17.5
L	0	0.2	5.1	0	3.0	14.2
M	0	0	2.0	0	0.2	7.1
N	0	0	0	0	0	9.3
O	1.0	2.2	4.2	2.2	7.0	22.4
P	0	0	3.0	0	2.5	16.8
Q	0	0.3	5.3	0	9.7	21.8
R	0	0.5	1.5	0	3.7	9.8
S	0	3.6	11.6	0	29.9	96.4
T	0	16.0	23.4	0	41.5	68.8
U	0	1.5	3.3	0	0.2	2.2
V	0	1.7	4.6	0	2.1	13.7
W	0	0	2.0	0	2.7	13.8
X	0	0	2.0	0	2.5	9.6
Y	0	0.7	4.3	0	5.9	22.9
Z	0.7	1.7	7.5	1.1	6.0	23.1
a	0	0	2.3	0	4.2	23.4
b	0	0	3.2	0	3.0	11.6
c	0	0	1.1	0	0	8.5
non.	0	9.3	21.6	2.5	181.7	256.4

* Holes/m²

摘 要

ブナ丸太の防菌を目的とする場合には有機錫化合物は非常によい結果を示すが、防虫の面では種々問題が残されていることを前報で報告した。

Table. 6. Numbers of insect holes on the ends of green logs.

Insect	Ipidae			Platypodidae		
	1	2	3	1	2	3
In the open cutover area						
T	0	0	0	0	0.9	1.6
U	0	0.1	0.1	0	0.2	0.2
non.	0.2	0.8	1.1	0.1	4.6	4.2
In the closed area						
O	0	0	0	0	0.1	0.1
P	0	0	0.1	0	0.7	2.6
Q	0	0	0.3	0	0	0.2
R	0	0.5	0.8	0	0.8	1.4
S	0	0.3	0.5	0	4.3	4.9
T	0	0.3	1.3	0	2.8	4.9
U	0	0	0	0	6.8	7.8
V	0	0	0	0	0.5	0.5
W	0	0.5	0.5	0	0.7	0.7
Y	0	0	0.2	0	1.5	2.3
Z	0	0	0	0	0.7	2.1
non.	0	1.3	1.7	0.8	10.4	11.8

本報は主として防虫の点に目的をおき、さらに有機錫化合物の濃度と防菌効力との関係を明らかにする目的で実験を行なったものである。試験地・供試丸太・薬剤処理・調査方法は前報と同様であり、供試薬剤は Table 1 に示す。ただし A~G の薬剤は防菌効力を、H~c の薬剤は防虫効力を試験する目的のものである。

有機錫化合物の防菌効力は前報同様極めて良好なものであり、実用的には0.3%でも十分効果が期待できる。これらの結果は Table 2・3 に示す。

防虫試験の結果は Fig 1・2, Table 4~6 に示す。油剤型の薬剤は防虫効果がよく、とくに CD 油を溶剤とした薬剤は完全防虫に近い効力をあげた。防虫剤では γ -BHC, アルドリンが良好で、両薬剤の併用が好ましい。乳化原液の粘度をできるだけ高くすること

とは、丸太への薬剤附着量を増し、効力の向上に役立つ。水溶性予備防腐剤として TBT-sulfamate とデメトエイトとの混合薬剤には、なお今後の研究により強力な効果を期待しうる。

結 論

2年間にわたる野外試験の結果、有機錫化合物はブナ丸太の防菌防虫に対して極めて有効なことが明らかとなった。種々の化合物中 TBT-fumarate, TBT-terephthalate が効力とくに大きく、実用的薬剤（効力的・経済的）としてはつぎの配合の乳化液が良好である。

TBT-fumarate (又は TBT-terephthalate)	3.0%	} (但し使用時10倍希釈)
γ -BHC	10.0%	
アルドリン	5.0%	
溶剤 (ソワゾール + CD 油)	72.0%	
界面活性剤	10.0%	

Résumé

This experiment was made for about four months from May to August 1964 according to the experimental method of previous report and main purposes of this experiment were to ascertain the relationship between the concentration of the organo tin compounds and its fungiproofing effects and to confirm the insectproofing effects of several insecticides.

The experimental plots, test logs, chemical treatments and methods of examination are similar to those described in the previous report. The composition of chemicals used in this tests are given in Table 1. Table 2 shows the average and maximum depths of log stain entered from the ends, and Table 3 shows the analysis of significance among the chemicals each other about the average depths. It was concluded that spraying 3% organo tin compound emulsion (TBT-fumalate) might result in decreasing discoloration of logs.

Number of insect holes on the surfaces of logs were shown in Fig. 1 and 2 and Table 4 and 5, and these number on the end of logs were shown in Table 6. In conclusion, the oil type chemicals (H-K), especially CD oil, were effective to protect from insect attacks and Aldrin appears to be desirable to use the above both together. The higher viscosity of the emulsion increases the chemical quantity adhered on the log surface and may become more effective to the protection. The mixture of Tributyltin-sulfamate and Dimethoate $\begin{matrix} \text{CH}_3\text{O} \\ \text{CH}_3\text{O} \end{matrix} \text{P} \begin{matrix} \text{S} \\ \text{S} \end{matrix} \text{CH}_2\text{CONCH}_3$ is water borne preservative and expected to be able to become more effective by further studies about water-borne insecticide.

文 献

- 1) 西本孝一：木材研究 No. 34, 105~117 (1965)
- 2) 高橋良雄：蒼 林 3 (6), 86 (1952)
- 3) 慶野金市：グリーン・エージ No. 8, 39 (1961)



Photo. 1



Photo. 2



Photo. 3

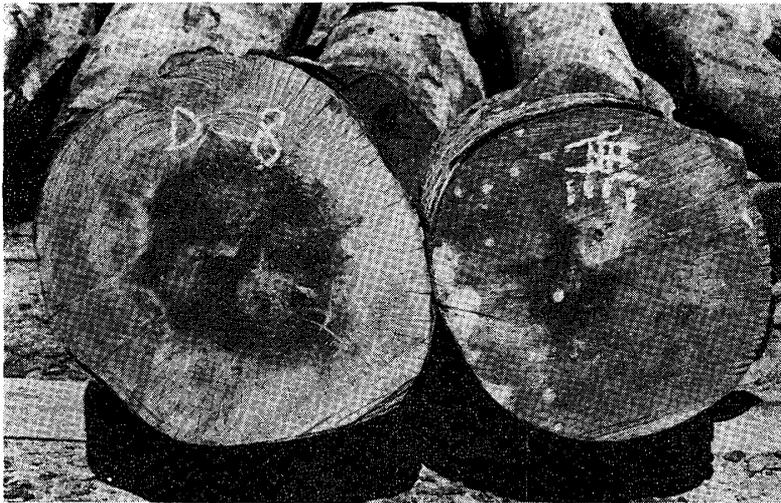


Photo. 4



Photo. 5



Photo. 6



Photo. 7