

簡易木材防腐処理法「拡散法」について (第4報)

アカマツならびにカラマツ丸太を用いての 防腐剤滲透試験

雨 宮 昭 二⁽¹⁾

1. 緒 言

第1報においては、拡散法による防腐処理法を小試験片を用いて予備的に検討し、第2, 3報においては、含水率別に滲透試験を行って、各樹種の含水率による滲透状態の相違を検討して報告したが、これらはいずれも、実験室的な規模と操作をもつて行つた結果であるが、本実験においては、これらの結果が実物大の材を用いて適用されうるかどうかを検討した。すなわち、アカマツおよびカラマツの6尺丸太を用いた場合、きわめて良い滲透結果を得たのでここに報告する。

本実験に使用したカラマツ丸太は浅川分室実験林の草下被官はじめ多くの人々のご厚情により提供していただいたものであり、本実験は防腐研究室全員の協力により行われたもので、これらの人々に対し厚く感謝の意を表するものである。

2. 実 験

試験材： アカマツ丸太は伐倒後約1年経過したものであるが、その間、一度気乾状態まで天然乾燥されたのち、水中に約8カ月間漬けられて、ふたたび充分に水を吸収した高含水率（辺材含水率約100%）材である。カラマツ丸太は伐倒後2, 3日を経た生材である。アカマツおよびカラマツ材の形状、塗付量、含水率などは Table 1, 2 に示すとおりである。アカマツの場合は樹皮を完全に剥ぎとり、カラマツの場合は一部の材は半分うすい樹皮を残したままで実験に供した。

方法： アカマツおよびカラマツ材はともに末口径約5寸のもの2本、3寸前後のもの4本を用い、木材防腐剤粉末（マレニット）と水を1:1に混じた懸濁液を材表面に刷毛を用いて塗付した。塗付後、各樹種ともに末口径約5寸のもの1本と、3寸のもの2本を1組として2組に分け、その1組をビニールの布を用いて完全に被覆し、他の1組は被覆せずに、各組を室温 27°C、関係湿度約 70% の部屋に1カ月間放置した。

カラマツの場合、末口径5寸のものは円周の半分の面を剥皮せず、他の半分の剥皮した面とその滲透状態を比較した。滲潤長さおよび含水率は Fig. 1 に示す各位置から2枚ずつの円盤を採取し、末口から1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 の番号を付して、その各円盤について測定を行つた。

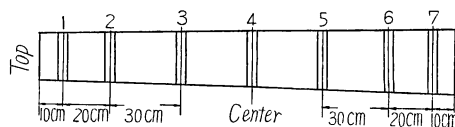


Fig. 1 円盤採取位置

実験結果： 1カ月後における各樹種の滲線方

(1) 木材部材質改良科防腐研究室員

向の滲透結果は Table 1, 2 のとおりである。

両樹種ともにビニール布で被覆した丸太と被覆しない丸太とを比較してみると、前者の丸太はいずれも良好な滲透を示したが、特に良いものは辺材全部を透過して、さらに心材にまで滲透し、部分によつては材の中心まで達しているものもあつた。その状態を示しているのが Table 1, 2 の弗化ソーダ/辺材巾の比率であつて 100% を越しているものは心材にまで滲透していることを示す。このように表面に塗付した防腐剤はほとんど内部に滲透してしまつたため塗付時においてはその表面に結晶粉末が多量についていたのに、1 カ月後の丸太の表面にはもはやその大部分が消失していた。また、ビニール布の内側には水滴が凝縮しており、この中の関係湿度が 100% に近いことを示していた。また、丸太の含水率もあまり変化していなかつた。

これに反して、ビニール布で被覆しない丸太は塗付時には高含水率であつたものも、しだいに乾燥して 1 カ月後には材の含水率は気乾状態に接近しており、表面に塗付した防腐剤もすぐ乾燥して、多量の結晶粉末が表面に付着したままであつた。このために防腐剤の滲透結果も非常に悪く、良好なものでも弗化ソーダで 10 mm 程度の滲潤長であつた。

カラマツの場合、樹皮（約 5 mm のうすい皮）がある部分と、ない部分との滲透状態には、全く差異が

Table 1. アカマツ丸太滲透試験

試料番号				81	98	173	61	90	95
末 元 長 初 塗 重 付 試験後含水率	口 口	径	cm	12	12	16.5	16.0	9.0	11.6
		径	cm	12	14	19.0	18.5	10.5	13.0
	重 付	量	kg	185	187	185	186	185	186
		量	g	153	19.6	34.0	45.4	14.4	19.8
	{ 辺 心	材	%	139	167	199	192	142	160
		材	%	86.1	64.0	83.7	18.9	16.7	15.9
				103.0	49.8	46.8	42.5	21.1	27.7
滲潤長 (髓線 方向) mm	ヂニトロフェノ ール Dinitro-phenol	円盤番号							
		1		8	7	7	0	0	0
		2		7	8	6	0	0	0
		3		8	7	7	0	0	0
		4		9	6	7	0	0	0
		5		8	8	7	0	0	0
		6		8	8	7	0	0	0
		7		8	7	7	0	0	0
		平 均		8	7	7	0	0	0
	弗化ソーダ NaF	1		39	31	31	9	8	8
		2		35	28	29	11	10	9
		3		34	28	24	10	9	9
		4		38	32	27	12	12	8
		5		30	29	25	11	11	10
		6		36	22	28	10	8	9
		7		39	24	29	9	11	9
		平 均		36	28	28	10	10	9
弗化ソーダ/辺材巾 %		1		100	84	69	17	33	23
		2		94	76	60	19	50	26
		3		95	93	70	17	35	28
		4		95	78	52	20	46	22
		5		73	72	62	18	42	30
		6		80	79	72	15	30	25
		7		87	80	51	14	42	26
		平 均		89	80	62	17	40	26
備	考				ビニール 被 覆	“	“	被覆せず	“

Table 2. カラマツ丸太滲透試験

試料番号			2	5	3	1	4	6
末元長初塗	口口	径 (cm)	7.0	9.5	14.5	11.0	8.5	13.5
		径 (cm)	80	10.5	18.0	11.0	9.4	14.3
	重付	径 (cm)	180	181	179	179	178	181
		量 (kg)	7.8	13.0	24.8	13.5	10.4	19.8
	含水率 %	試験前	100	12.0	263	123	120	232
		試験後	94.5	95.0	48.4	107.0	111.1	46.3
		試験後	42.6	39.5	45.7	36.0	42.5	42.6
滲潤長 (縦線方向) mm	Dinitro-phenol	辺材	74.1	72.2	46.2	12.5	14.6	15.6
		心材	41.6	39.8	42.9	16.5	18.8	25.7
		円盤番号						
		1	6	5	6	3	2	2
		2	7	5	6	4	2	2
		3	7	5	5	3	2	3
		4	7	6	6	4	3	2
	弗化ソーダ NaF	5	7	6	5	3	3	2
		6	6	6	5	3	2	2
		7	6	6	5	3	2	2
		平均	7	6	5	3	2	2
		1	35	20	25	8	5	7
		2	23	19	25	8	5	6
		3	24	20	26	8	4	7
		4	22	20	27	8	6	8
		5	23	20	28	8	5	6
		6	22	18	27	8	5	8
		7	19	19	27	8	5	6
		平均	24	19	26	8	5	7
	弗化ソーダ/辺材巾 %	1	218	118	100	50	31	25
		2	144	112	96	44	29	21
		3	160	125	100	47	24	26
		4	147	125	108	44	35	28
		5	135	118	108	47	33	22
		6	137	112	100	47	31	28
		7	112	112	100	47	31	21
		平均	150	117	101	47	31	24
備	考	ビニール被覆						
		半円周皮付						
		被覆なし						
		半円周皮付						

認められなかった。すなわち、樹皮のない部分の滲透が非常に良好なものは、樹皮のある部分でもやはり良好であつた。

各位置の円盤の滲潤長の間にはたいした相異はないが、No. 1 すなわち末口より 10 cm の円盤の滲透は一般に他のものより良好な傾向が見られた。

いずれの丸太でも木口面よりの滲透が測定しがたく、明確な数値が得られなかった。

3. 考 察

前報告までのものは拡散法に関して実験室的規模において行つた結果を報告したものであるが、本報告では実用試験として実物大のものを使用し、操作方法もつとめて簡便な方法を選んで行つた。しかし、その滲透試験結果は前報告の場合と同様にきわめて良好であり、実際に拡散法が優秀な防霉処理法であることを確認することができた。

本実験結果について考察すると次のとおりである。

最初防霉剤を塗付するときは、アカマツは 90~100% の含水率であり、カラマツは 50~100% の含水

率であつたが、半分をビニール布で被覆し、他の半分を被覆しないで堆積しておく、被覆したものは、1 ヶ月後でも含水率の低下が非常に少なく、被覆しないものは 15~20% まで低下していた。その結果滲透状態も、前者は非常に良好であつたが、後者は非常に悪かつた。このことから、初期含水率が高い材でも被覆が不完全であるか、または全くこれを行わない時は良好な滲透は期待しがたく、完全に被覆して、含水率を低下させないということが、本方法においてはいかに重要なことであるかが理解される。

カラマツの場合、皮付の部分と剥皮した部分との滲透結果を比較すると、皮の有無は滲潤長にたいして影響を与えないことがわかつたが、ただ皮があるということは、皮の部分に薬剤が相当量吸収され、将来材が乾燥した場合に剥げてしまうから、それだけ薬剤の浪費が生ずる。それゆゑ、できるだけ皮は完全に剥いだ方がよいと考えられる。

各位置の円盤の滲潤長にはたいして変化は認められないが、ただ両端の 1, 7 の円盤は木口よりの滲透が、その円盤位置に達しているものは良い結果を示したが、各位置における差異よりも節の有無、心材の大小の方が、滲透結果に大きな影響を与えている。木口面よりの滲透は他の処理法に比べてあまり期待できないようであり、この点が欠点と考えれば欠点である。ただ、側面よりの滲透が、辺材全部、あるいは心材までも滲透しているから、木口滲透が悪くても防腐効果は充分期待できるであろう。

塗付量は滲透に非常に影響があり、単位面積当りの塗付量が大なる方が滲透が良好である。また、丸太の直径と、塗付量 (g/m^2) と薬剤吸収量 (kg/m^3) の関係は Table 3 のとおりであつて、一般に、同一濃度の薬剤で、同一塗付量の場合には、直径の大なる丸太はその薬剤吸収量 (kg/m^3) は小さくなる。したがつて、アカマツ、カラマツともに小径木の方が吸収量が大となり、辺材巾に対する弗化ソーダの滲潤長の比率も小径木の方が大なる場合が多い。けつきよく、径の大小により、塗付量を変化させるか、あるいは薬剤の濃度を変えて調節する必要がある。実用的には、薬剤の濃度を変えた方が実行しやすいであろう。

Table 3. 木口径と塗付量および薬剤吸収量との関係

試料番号		81	98	173	61	90	95
アカマツ	木 口 径 (cm)	12.0	12.0	16.5	16.0	9.0	11.6
	塗 付 量 (g/m^2)	193	210	179	183	236	220
	吸 収 量 (kg/m^3)	5.2	5.3	3.3	5.4	7.7	6.2
試料番号		2	5	3	1	4	6
カラマツ	木 口 径 (cm)	7.0	9.5	14.5	11.0	8.5	13.5
	塗 付 量 (g/m^2)	246	205	296	193	231	278
	吸 収 量 (kg/m^3)	11.4	6.6	6.5	5.7	8.4	6.5

4. 拡散法実施上の注意

i) 木材： 拡散法処理を行いうる木材の樹種には、ほとんど制限はないようであるが、いずれにしても、生材あるいは 50% 以上の含水率の木材を使用せねばならない。ただ、注意すべきことは材全体の平均含水率よりは材表面に近い部分の含水率が重要な因子であつて、平均含水率が 50% 以上であつても、表面の薄い層が 30% 以下に低下している材はあまり好ましくない。丸太の場合実際の観察から推定するには、材表面に多少の干割れのあるものは、大体この処理を行うには不適當な材であると考えてよいと思う。

処理前にはできるだけ剥皮した方が良いが、剥皮し難い樹種の場合には、薄い皮ならば残つていてもほとんど防腐剤の滲透を阻害しないから、それほど完全に剥皮しなくとも良い。ただ、皮があるということは、防腐剤が皮に相当吸収されるので、実質的な材の防腐剤吸収量は皮のない材より少なくなる。ゆえに、皮のある材はない材より、余分に防腐剤を供給する必要がある。

ii) 防腐剤： 拡散法に使用される防腐剤は水溶性でなければならない。ただ、木材に吸着その他の理由で、水とともに奥深く滲透しえない薬剤のみのものは不適当である。それゆえ、一般的にいつて、無機薬剤を主体とした防腐剤、たとえば、弗化ソーダ（F D系防腐剤）、硫酸亜鉛、硫酸銅、塩化亜鉛等を主成分とするならば良い結果が得られると考えられる。

防腐剤と水との混合比は、この処理法では木材の単位容積当りの防腐剤の吸収量を決定する重要な要素である。なんとすれば、1回塗付または短時間の浸漬によつて、防腐剤溶液を木材の全表面に付着させる場合、その付着量は木材の断面積の大小にかかわりなく、単位面積当り大体一定であるから、付着した防腐剤溶液の濃度によつて、木材の単位容積当りの薬剤吸収量が決定されることになる。そこで、丸太および角材を処理する場合、単位容積当りの吸収量を一定にするためには、丸太の径、角材の断面に応じて、すなわち、丸太の径、角材の断面の大なるものは小なるものより濃厚な濃度の防腐剤溶液で処理されねばならない。一例として、薬剤吸収量を 3.15 kg/m^3 （F D系防腐剤で、1.25% 水溶液で、注入量石当り約 70 kg に相当）として、使用防腐剤と水との混合比を 1 : 1 とした場合に、丸太の半径を求めると次のようになる。

半径…… r 、材の長さ…… a 、材の表面積…… S 、材の容積…… v

$$S = 2\pi r^2 + 2\pi ra = 2\pi r(r+a) \dots\dots\dots (丸太を円柱とみなした場合) \dots\dots\dots (1)$$

$$v = \pi r^2 a \dots\dots\dots (2)$$

単位塗付量（付着量）……… 250 g/m^2 と仮定すると

塗付量……… g

$$\frac{g}{S} = 0.25 \quad \frac{g}{v} = \frac{3.15}{0.5} \quad \therefore \quad 0.25S = 6.3v$$

(1), (2) より

$$0.25 \times 2\pi r(r+a) = 6.3\pi r^2 a$$

$$r \ll a \quad \text{とすれば}$$

$$r = 0.079 \div 0.08 \text{ m} \quad \text{となる。}$$

けつきよく、防腐剤と水との混合比が 1 : 1 の場合、半径 8 cm の丸太を処理すれば、防腐剤の吸収量は 3.15 kg/m^3 となる。

つぎに、これを基準にして丸太の半径が変つたとき、薬剤の濃度あるいは水との混合比はどのように変るか計算してみるとつぎのようになる。

半径 r' の時の材表面積……… S'

” の材容積……… v'

” の塗付量……… g'

$$\frac{g}{S} = \frac{g'}{S'} \quad g' = \frac{S'}{S} g \dots\dots\dots (3)$$

$$\frac{S'}{S} = \frac{2\pi r'(r'+a)}{2\pi r(r+a)} \quad r, r' \ll a \quad \text{とすれば}$$

$$\frac{S'}{S} = \frac{r'a}{ra} = \frac{r'}{r} \dots\dots\dots(4)$$

(4) を (3) に代入

$$g' = \frac{r'}{r} g \dots\dots\dots(5)$$

半径 r, r' の時の薬液の濃度をそれぞれ z, z' とすると,

$$\frac{gz}{v} = \frac{g'z'}{v'} (3.15) \quad \frac{z'}{z} = \frac{gv'}{gv'} \dots\dots\dots(6)$$

$$\frac{v'}{v} = \frac{\pi r'^2 a}{\pi r^2 a} = \frac{r'^2}{r^2} \dots\dots\dots(7)$$

(6) に (5), (7) を代入

$$\frac{z'}{z} = \frac{r'^2 r}{r^2 r'} = \frac{r'}{r} \dots\dots\dots(8)$$

(8) 式は半径間の比と薬剤の濃度との比が等しいことを示している。

薬剤吸収量を 3.15 kg/m^3 にするためには上記の計算により

$$r = 8 \text{ cm} (2r = 5 \text{ 寸}) \text{ のとき } z = 0.5 \quad \text{とすると}$$

各半径に対応する薬剤の濃度および水との混合比は Table 4 のようになる。

Table 4. 丸太の径と薬剤濃度

半 径 ($r \text{ cm}$)	直 径 ($2r \text{ 寸}$)	薬剤の濃度 ($z \times 100$)	混 合 比 薬 剤 : 水
cm	寸	%	
12.0	8	75	1 : 0.3
10.5	7	66	1 : 0.5
9	6	56	1 : 0.8
8.0	5	50	1 : 1
6.0	4	38	1 : 1.6
4.5	3	28	1 : 2.5
3.0	2	19	1 : 4

材の長さは、半径に比べてある程度長けれ

ば、半径ほど吸収量に影響を与えないと考えられる。

けつきよく、単位面積当りの薬剤吸収量を一定にするためには、丸太の径あるいは角材ならばその断面積に応じて防腐剤の溶液が濃度、あるいは、水との混合比を適当に変えなければならぬことが理解される。また角材の場合、面の粗なるものは、平滑なるものより、防腐剤の

付着量が大なることが多いから、同一断面のものでも、粗なるものは平滑なものより幾分濃度はうすくても良いと考えられる。

iii) 操作： 拡散法処理を行う場合、各操作において注意すべきことは以下のとおりである。

処理を行なわんとする木材は、できるだけ各断面の大きさに応じて分けて、それに適当した濃度の防腐剤溶液で処理されねばならない。

防腐剤溶液を木材の表面に付着させる前に木材に水を十分に散付するか、約 30 分水に漬けて、材表面を十分に湿らした方が良好な結果を得やすい。

防腐剤結晶粉末と水との混合比は防腐剤の量が非常に多いから、防腐剤によつて完全に水にとけるとはかぎらず、不溶解の結晶粉末が多量に沈殿している場合が多い。そこで、この薬液を木材表面に付着させる場合、攪拌棒を用いて、常に良く攪拌して結晶粉末を沈殿させずに、懸濁状態を保たせることが大切である。

防腐剤溶液を木材表面に付着させる手段としては、浸漬、塗付、散付があるが、懸濁液の場合には浸漬、塗付が良い。浸漬は、ただ溶液の中に入れて、直ちにだせばよいのであつて、その時間は僅か数秒で

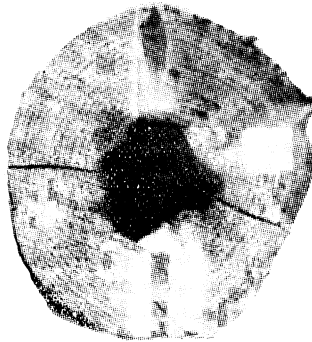
良い。塗付の場合は、よく攪拌した液を刷毛で充分塗ることが大切で、攪拌が不十分であると結晶粉末があまり木材に付着しないおそれがある。塗付回数は普通1回で良い。この操作を行うさい、各種の断面の木材があるときには、まず濃い防腐剤溶液をつくり、断面の大なる材から処理を行い、しだいに濃度をうすめて小さい断面の材へ移つてゆくようにすれば良い。

防腐剤を付蓄させた木材はできるだけ密接して、木口面を同一方向に並べて堆積する。その後、ふたたび木口面のみ、濃い濃度の防腐剤溶液（1：1以上）で充分に塗付することが望ましい。

つぎに、この一山の木材を防水紙あるいはビニール布で完全に被覆し、その被覆物の下端に土をかけて木材が乾燥するのを防ぐ。この状態で3週間～5週間放置する。放置期間は大体3週間で相当深くまで滲透するが、できれば1カ月くらい放置した方が完全である。

5. 摘 要

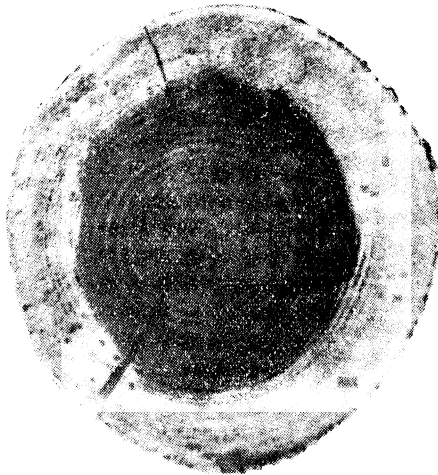
アカマツ、カラマツの6尺丸太を用いて実際的な規模と操作をもつて、拡散法処理を行つた。すなわち、マレニットと水とを1：1に混じた液を丸太の表面に塗付し、1組はビニール布で被覆し、他の1組は被覆せずに、1カ月間、室温 27°C、関係湿度約 70% の部屋に放置した。また、カラマツ材の一部の材は、1本の丸太の半分は剥皮し、他の半分は剥皮せずにその滲透状態を比較した。



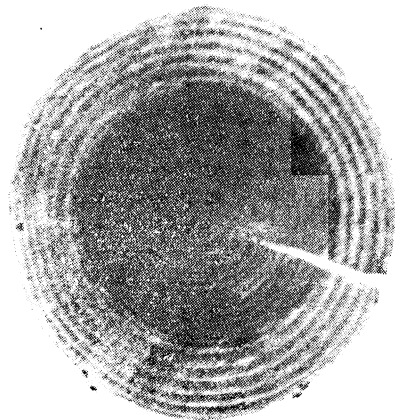
アカマツ 81



カラマツ 2



アカマツ 173



カラマツ 3

Phot. 1 アカマツ、カラマツ丸太滲透結果（黒い部分が防腐剤の滲透しない部分）

実験結果は、ビニールで被覆した材では、いずれも防腐剤が非常によく滲透し、材によつては心材までも滲透し、細い材では材の中心まで滲透していたものもあつた。被覆しない材はいずれも防腐剤の滲透悪く、大径材周囲より 10 mm 以下であつた。

また、皮付きの部分と剥皮した部分との滲透状態を比較検討したが、いずれもほとんど同じ程度滲透しており、皮があつても別に差支えないことがわかつた。

同一濃度の防腐剤溶液で処理した場合、単位面積当りの塗付量が同じでも、単位容積当りの薬剤吸収量は丸太の径の大小により、大なるものは少なく、小なるものは大となるから一定の薬剤吸収量をうるためには、丸太の径に応じて、防腐剤と水との混合比を変え、径の大なるものほど防腐剤の混合割合を大にしなければならない。

参 考 文 献

- 1) 雨宮昭二：簡易木材防腐処理法「拡散法」について 第 1 報, 2, 3 防腐剤の滲透試験, 林業試験場研究報告 71, (1954) p. 137~146
- 2) 雨宮昭二：簡易木材防腐処理法「拡散法」について 第 2 報, 異なる含水率のブナ辺材ならびにブナ偽心材を用いての防腐滲透試験, 林業試験場研究報告 77, (1955) p. 165~170
- 3) Schulze B. und Theden G.: Das Eindringen von Holzschutzmitteln, *Holzforschung* Bd IV. Heft. 3/4, (1950) p. 79~107
- 4) Schulze, B. und Theden, G.: Über das Eindringvermögen von Holzschutzmitteln und dessen Prüfung, *Wiss. Abh. dtsh. Materialprüf.-Anst. II*, Heft. 7, (1950)
- 5) Lies, J.: *Handbuch der Holzkonservierung* (1950) p. 281~288
- 6) Hunt, G. M. and Garatt, G. A.: *Wood Preservation* (1938) p. 194~200

Shozi AMEMIYA: Preservation of Wood by the Diffusion Process. (IV)
The penetrating test of a preservative on the round timbers of Akamatu and Karamatu.

Résumé

Round timbers (the length is about 6 feet) of Akamatu (*Pinus densiflora*) and Karamatu (*Larix kaempferi*) were practically treated by means of the diffusion process in this study.

The preservative used in this study was Malenit. The ratio by which water and Malenit is mixed is 1:1. The mixture of water and Malenit was brushed on the surface of round timbers; then the timbers were divided into two groups, and one group was covered with vinyl sheet and the other was not covered. They were kept in the room at 27°C and where relative humidity is about 70% in a month.

The round timber of Karamatu having a length of 6 feet was barked on the half circumference, and on the other half circumference was not barked. And the penetration of the preservative in each part was compared.

The results obtained are shown in Table 1 and 2. The penetration of the preservative on the timbers which were covered with vinyl sheet was considerable. The sodiumfluoride in Malenit on some of the timbers penetrated from the side into the heartwood through the sapwood, and penetrated into the center of the heartwood on the timbers of small diameter. The penetration of the preservative on the timbers which were not covered was not so deep. The depth penetrated by sodiumfluoride from the side was below 10 mm.

The penetration from the surface which was not barked was about the same as that from the surface which was barked. The results indicate that the bark does not prevent penetration of the preservative, if the bark is thin.