

材質腐朽に関する研究

第9報 ブナ枕木の Creosote 注入と材の腐朽に就いて

赤井重恭・上山昭則

(木材生物第2研究室)

Shigeyasu AKAI and Akinori UHEYAMA: Studies on Wood-Decay. IX.

On the Impregnation of Creosote into Beech Ties and their Decay.

1. 緒言

殼斗科 (*Fagaceae*) に属するブナ (*Fagus crenata*) は解剖学的には散孔材であり、且つ熟材 (Reifholz) であるから、心材を有しない。従つて腐朽菌の攻撃に対して甚だ腐朽し易いが、完全に注薬された枕木は耐久年限は長く、無処理ブナ材2~5年に対して Creosote 注入材は28.5年²⁾という記録もある。

木材の腐朽を防止するためには、現今薬剤を注入してその目的を達している。併しその方法には種々あつて、耐久年限を相当延長するに要する注薬量は注薬方法によつて寧ろ異つている。

WILLIAM et al¹⁾ は一般に8 lb/foot³ (0.13 gr/cm³), 少くとも6 bl/foot³ の Creosote の注入量を必要とすると称し, BESCHER³⁾ は Oak 6 lb/foot³, Pine 8 lb/foot³ の Creosote 或は Creosote-coal tar を使用している。田村²⁰⁾は枕木の防腐剤注入方法に就ての報告に於て、注入条件と油の滲潤との関係を枕木を細く切断して、滲潤体積と注入量との相関関係を詳細に報じている。枕木に注薬する場合、腐朽に耐える経済注薬量の決定が大切であるが、この問題の決定は難しい。筆者等は経済注薬量を次の如く解している。即ち防腐注薬枕木が、喰い込み、亀裂、風化等によつて物理的に使用不能となる時期迄、枕木の各部が腐朽に耐え得る最小有効濃度の防腐剤を保有するような初期注入量である。従つて枕木防腐に当つて適切な防腐剤注入量を決定するには、防腐剤そのものの性質は勿論、枕木の種類、年輪密度、比重等のほか、注薬方法も亦問題であらう。

圧力法に於ては Bethel 法は Rüping 法に比して多量の油を必要とするが、注入容易なマツ枕木には注入量が少くて、操作の簡単な Lowry 法を用いるものが多い¹⁶⁾。この3種の注薬方法では一定量の薬剤の材中での滲潤体積が異つているから、防腐効果の良否は注入量のみで律することは困難であつて、薬剤の材中での滲潤の如何が問題になる。

* 京都大学木材研究所生物第2研究室業績 No.8 (京大植病, No.41)

筆者等はたまたま阪急電鉄株式会社から、ブナ枕木の防腐に関して経済注薬量決定の相談をうけたので、低周波注薬法¹⁰⁾を用いて、Creosote 注入と材腐朽に関する2, 3の基礎実験を行つた。薬剤注入の経済量決定には前述の如く、防腐剤注入量と滲潤体積、風化 (Weathering) 等の重要な問題が多いので、簡単に短期間中に決定することは難しい。

(1) 注入量と滲潤体積

前述の如く、ブナは熟材であるから、素材のまま利用する場合には腐朽が甚しい^{13 14 15 16)}。而して注薬枕木に於ては、日割れ、その他によつて外部と連絡した不注入部分、特に中心部の不注入部分が腐朽のため空洞化し、遂に全体の腐朽を促進することが経験的事実として知られている。従つてブナ枕木に於ては、完全注薬 (滲潤体積 100%) が肝要事であり、これに要する防腐剤の最小必要量を求めることが第一であらう。*

(2) 風 化

Evaporation, Leaching その他薬剤の成分変化等の問題を含めるこの風化の問題には、現在までのところ、枕木全体を実験材料とした報告は見当らない。小材片を利用した実験的研究をみるに、GILLANDER et al⁶⁾は Weathering machine を考案して、Creosote の風化を研究し、それから耐久年数を算出する式を発表した。BLAND⁴⁾は又温冷浴法 (Hot and Cold Bath Method) で注入した Creosote oil の風化を小材片を用いて行つている。氏は36ヶ月間実験を継続したが、小材片による実験では成分損失の大体の傾向を知ることができるが、その結果をそのまま実際の枕木に適用することはできない。結局比較的妥当な方法と見做されるのは、実際に敷設した枕木の防腐成分損失量並に残存油の腐朽菌発育阻止濃度等から推定する方法であらう。

筆者等は風化の問題は将来の研究にゆずり、(1)の問題に就いて2, 3の実験を実施した。

本稿を草するに当り、実験遂行上種々援助を賜つた京阪神電鉄会社森専務、清水土木部長を始め、京阪神電鉄の各位、Creosote 分譲を快諾せられた東洋木材防腐会社宅岐専務、並に圧縮強度測定に便宜を与えられた京大木研杉原助教授、種々の援助をおしまれなかつた京大植物病理学研究室の各位に深謝の意を表する。

2. 供試木材腐朽菌の発育に及ぼす温度の影響

筆者等はブナ材の腐朽試験に供用する腐朽菌として、ブナ材上に比較的多く発見せられ、且つ腐朽力の強いホウロクタケ (*Trametes dickinsii*, 保存番号 No.64) 及びヒイロタケ (*Trametes (Polystictus) sanguinea*, 保存番号 No.66) を選んで供用した⁷⁾。前者は褐色朽を基因し、後者

* 厳密に云えば注薬枕木の滲潤体積率を100%にするに要する量 (これは結局如何にして万遍なく一様に注入するかということである) が問題であり、注入量自身の問題ではない。何故ならば、枕木の1部に多量の油が吸着されても、注入量は満足されるが、滲潤体積率は満足されないからである。併し、実際操作の場合には、注入量が便利であるから一応注入量であらわしている。

は白色朽を基因する。この両菌の生理学的研究、特に温度と発育との関係に就いては既に報告せられたものがあるが^{8,17)}、木材の腐朽試験を行うに当つては、特にこの温度と発育との関係を明かにしておく必要があり、又供試菌の系統によつても異なることもあるから、筆者等は供試の2菌に就いてまず発育と温度との関係を実験した。

常法により作製した1%蔗糖加用麦芽煎汁寒天培養基上に、供試菌々叢の一片を植付け、各温度下に於いてその菌叢直径を測定した。結果は第1表の通りであるが各区ペトリ皿3枚宛を供用し、2回実験の平均結果である。

第1表 供試菌々糸の発育に及ぼす温度の影響 2回実験結果平均
(Effect of temperature upon the mycelial growth of the wood-rotting fungi on one per cent sucrose-malt decoction agar. Average of two replications.)

培養温度 ℃	菌 叢 直 径 (mm.)					
	<i>Trametes dickinsii</i>			<i>Trametes (Polystictus) sanguinea</i>		
	培 養 日 数 (日)			培 養 日 数 (日)		
	3	6	9	3	6	9
20	8	22	33	—	—	—
24	10	21	35	13	48	80+*
28	18	40	60	25	69	80+
32	20	45	68	40	80+*	80+
36	12	21	32	50	80+	80+
40	—	—	—	47	80+	80+

* ペトリ皿の直径以上に達したもの

第1表の結果から菌糸の発育適温を考えると、ヒイロタケは 32~40℃、恐らく 38℃ 附近にホウロクタケは 30℃ 附近にあるものと思われる。この結果は平山⁹⁾、桂¹⁷⁾の結果と大体一致する。筆者等は今後の実験に於て、前者は 36℃、後者は 32℃ に於てそれぞれ培養を行つた。

3. Creosote を含む寒天培養基上に於ける両菌の発育

Creosote は木材防腐剤として現今最も重要なものとされているが、その殺菌力に就いては尙研究が充分であるとはいひ難い。このことはその組成が複雑で一定しないこと、及び斯かる油性防腐剤の殺菌力検定の方法が困難であることにも基因する点が多い。

培養基中に防腐剤を混合して、腐朽菌の発育程度を比較し、それによつて防腐剤の殺菌力を検定しようという培養法 (Cultur method) は方法は簡単であるが、木材小片に防腐剤を滲潤せしめて、材の腐朽程度から検定する材片法との間に、結果に相当の差異を生ずることもあるので、培養

法の結果をそのまま適用することが困難な場合もある。併し、一応培養法により Creosote の供試菌発育阻止状態を観察した。

Creosote 10 ml. に同量のアラビヤゴムを加え、水で稀釈して 100 ml. とし、これを Creosote 10 % 原液とした。常法により作製した 1 % 蔗糖加用麦芽煎汁寒天 90 ml. に Creosote 10% 原液を加え、それを蒸留水で 100 ml. に補正して、Creosote の所要濃度になるようにした。それ等をペトリ皿に分注して、供試菌を植付け培養した。各区ペトリ皿 3 枚宛、2 回の実験結果平均は第 2 表の通りである。

第 2 表 Creosote を含む寒天培養基上の供試菌の発育 (2 回実験結果平均)
(The mycelial growth of the wood-rotting fungi on the culture media containing various concentration of creosote.)

Creosote 濃 度 %	菌 叢 直 径 (mm.)							
	<i>Tremetes dickinsii</i> *				<i>Trametes (Polystictus) sanguinea</i> **			
	培 養 日 数 (日)				培 養 日 数 (日)			
	2	4	6	8	2	4	6	8
0	10.0	26.6	44.0	70.0	31.0	70.0	80+***	80+***
1	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0
0.05	0	0	6.5	12.4	0	0	10.2	15.3

inoculum の直径約 2~3 mm.

* 32°C., ** 36°C. にて培養

*** ペトリ皿の直径以上に達したもの

第 2 表の結果から菌糸発育阻止 Creosote 濃度は 8 日間の培養実験の範囲から推察して、ヒイロタケ、ホウロクタケ共に Creosote 0.1 % 附近にあるようである。尙アラビヤゴム加用の培養基は 8 日以後は乾固するため、供試菌々糸の発育が停止するので、8 日を以つて観察を打切つた。

4. 重油を含む寒天培養基上に於ける供試菌の菌糸発育

現今 Creosote の価格が甚しく高騰しているので、Creosote 油注入は経済上可成りの高価に上る状態である。米国に於ては石油を稀釈剤として使用する場合が多いようである。¹⁾ 本邦に於ても木材防腐、特に枕木の防腐に際して、Creosote の安価な稀釈剤を求める声が高い。Creosote を稀釈する場合、種々の物理化学的性質の変化せぬことは勿論、殺菌力の低下せぬこと並にその稀釈剤が安価であることが望ましいが、適当なものが得られない。筆者等は Creosote を重油で稀釈して注薬を試みたが、まず重油そのものの防菌効果を調べる必要を感じ、前節と同様に Culture method

で試験を試みた。

常法で作った 1% 蔗糖加用麦芽煎汁寒天 80 ml. に、重油と同量のアラビヤゴムを加え、蒸留水を加えて 100ml. に補正して、重油の所要濃度を含む培養基を作った。夫等へ供試 2 菌を植付け、菌叢直径 (mm.) を比較したが、各区 3 枚の Petri dish を用い、2 回実験を行つた。培養温度は前項の実験と同様である (第 3 表)。

第 3 表 重油を含んだ寒天培養基上に於ける供試菌の菌糸発育 (2 回実験結果平均)
(Mycelial growth of the wood-rotting fungi on the culture media containing various concentration of heavy oil. Average of 2 replications.)

重油濃度 %	菌 叢 直 徑 (mm.)							
	<i>Trametes dickinsii</i> *				<i>Trametes (Polystictus) sanguinea</i> **			
	培 養 日 数 (日)							
	2	4	6	8	2	4	6	8
0	+	25.6	48.0	60.0	27.6	69.6	85+***	85+***
0.1	+ ?	18.3	42.3	55.0	20.3	63.3	85+	85+
0.5	0	9.3	26.3	38.6	0	30.6	74.6	85+
1.0	0	0	0	0	0	0	15.6	33.0
5.0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.0 ***	0	0	0	0	0	0	0	0

* 32°C., ** 36°C にて培養

*** ペトリ皿の直径以上に達したもの

** emulsion 状を呈して固化しない

この 8 日間の培養観察結果から、重油の菌糸発育阻止濃度はヒイロタケに於ては 1~5% の間に、ホウロクタケでは 0.5~1% の間にあるものと思われるが、8 日以後では、一部の区に於て寒天が乾固したので実験を中止した。重油の発育阻止効果は Creosote に比して著しく弱く、ヒイロタケの抵抗性がつよい。

5. Creosote, 重油並に両者の混合物の粘度に及ぼす温度の影響

Creosote 油による木材防腐に際して、Creosote 油は勿論その稀釈剤の粘度並にそれに及ぼす温度の影響を調べることは注業作業に於て是非考慮せねばならぬ問題であろう。筆者等は京都工業研究所* に於て Redwood 法¹¹⁾による粘度の測定を行つた。結果は第 4 表に記したが、同一油温につき、3 回反覆測定した結果の平均である。

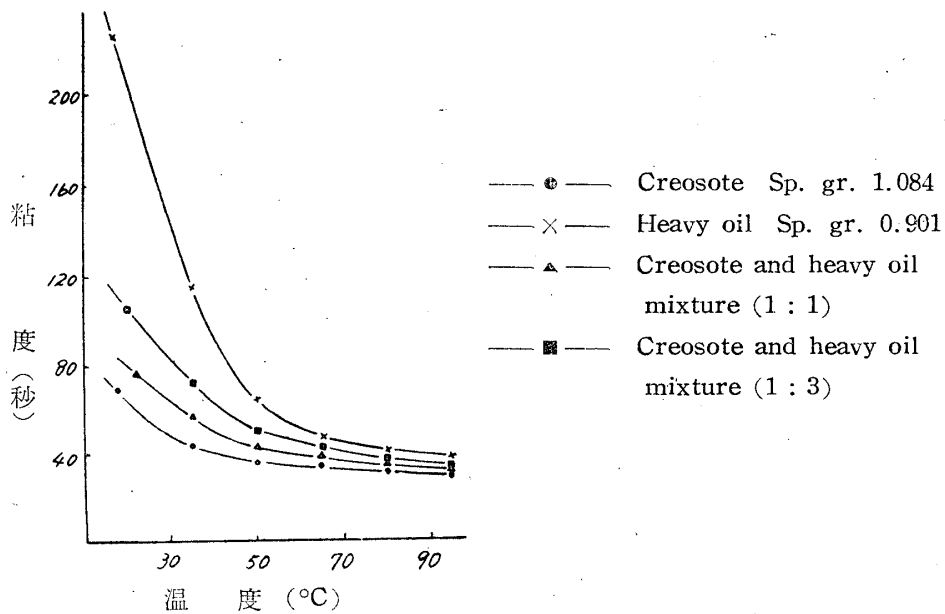
* 測定に際して種々援助下された京都工業研究所々員各位に深謝する。

第4表 Creosote, 重油並にその混合物の粘度に及ぼす温度の影響 (Redwood法による)
(Effect of temperature upon the viscosity of creosote oil, heavy oil
and their mixtures) (After Redwood's method).

油 温 °C	Creosote 単 用	重 油 単 用	Creosote 及 重油 混 合 (1:1)	Creosote 及 重油 混 合 (1:3)
室 温	* 秒 68.9	** 秒 225.8	*** 秒 75.5	**** 秒 103.6
35 ± 1.0	43.2	115.8	57.0	70.5
50 ± 0.5	36.4	63.0	43.4	49.0
65 ± 0.5	33.3	47.0	38.8	41.5
80 ± 0.5	32.0	40.3	35.4	37.0
95 ± 0.5	29.4	36.7	33.0	34.2

粘度は定温下に於て, 50ml. の油が短管から流れ出る時間 (秒) を以つてあらわした。
* 18°C., ** 17°C., *** 22°C., **** 20°C. 下で行つた。
比重: Creosote 1.084, 重油 0.901 (20°C.)

第1図 Creosote, 重油並にその混合物の粘度と温度との関係
(Relation of temperature to the viscosity of creosote, heavy oil and their mixtures.)



第4表及び第1図に於て明かな如く, 重油は Creosote に比して粘度は頗る大きい, 油温が上昇すれば粘度は急激に低下する。而して Creosote 及び重油を混じた場合も, 粘度は Creosote に比して稍々高いが, 油温の上昇と共に低下することは重油と同様である。従つて実際問題として粘度の点から注薬を考えるならば, Creosote 単用の場合は特に温度を考慮に入れる必要はないが, 重油単用の場合例えば Penta chlorophenol* (P.C.P.) を溶解した場合, 又は Creosote, 重油混合液の場合には油温が極めて大切な条件となる。

* 米国 Monsanto 会社製

低周波注薬法では材の内部が相当高温になる為に、油温は内部に入るに従つて高くなる傾向にあるが、加圧法では油温をあげるることによつて深く注入することができよう。併し田村²⁰⁾は加圧法に於て油温をあげることが防腐剤の節約にならぬことを指摘している。

6. 低周波電流加熱法による注薬枕木の腐朽試験

最近伊藤¹⁰⁾は浸水した枕木に 3300V, 低周波電流を印加してそれを加熱し、水蒸気の噴出した後、Creosote 槽中に浸漬して注薬する方法を考案した。氏によれば、従来の加圧法に比して Creosote のブナ材の中への滲潤が著しく、よく材の中心まで達する。筆者等は上記の方法によつて注薬した枕木から 2×2×4 cm の小試片を作り、腐朽試験を試みたが、枕木は岡山県阿哲郡産のブナ材である。

筆者等はこれらの枕木に Creosote を注薬した場合、Creosote-重油混液、或は重油に P.C.P. を溶解したものを注薬した場合の 3 者に就いて行つた。

第5表 注薬枕木の供試油浸潤状態
(The infiltration per centage of preservative oils in the impregnated ties.)

材 片 番 号	クレオソート・重油 (1:3) 混液		5% Pentachlorophenol 重油液	
	油浸潤体積	浸 潤 歩 合	油浸潤体積	浸 潤 歩 合
	cm ³	%	cm ³	%
1	1725	100.0	509	29.5
2	1725	100.0	392	22.7
3	1725	100.0	787	45.6
4	1430	84.5	1034	59.5
5	1107	65.0	750	43.4
6	1149	66.4	576	33.9
7	1159	67.2	457	26.4
8	1129	65.4	290	16.8
9	1159	67.2	178	10.3
10	1144	66.4	198	11.4
11	1009	63.2	227	13.1
12	884	51.4	214	12.4
滲 潤 全 体 積	15345 cm ³		5612 cm ³	
全 滲 潤 歩 合 %	74.1 %		27.1 %	
1kg の油の滲潤体積	5580 cm ³		3710 cm ³	
枕木当り油注入量	11 kg		6 kg	

枕木が敷設された場合、犬釘打込点附近が軌條保持上最も重要である。従つて機械的に破損する場合も多いが、腐朽の点からみれば、この附近が最も腐朽し易いところであろう。若しこの部分の内部に未注入の部分があつた場合には、それらが腐朽する危険も頗る多い。従つてこの部分の薬剤滲潤が充分であることが最も望ましい。筆者等は注薬した枕木の浸潤状態を一部調査した。

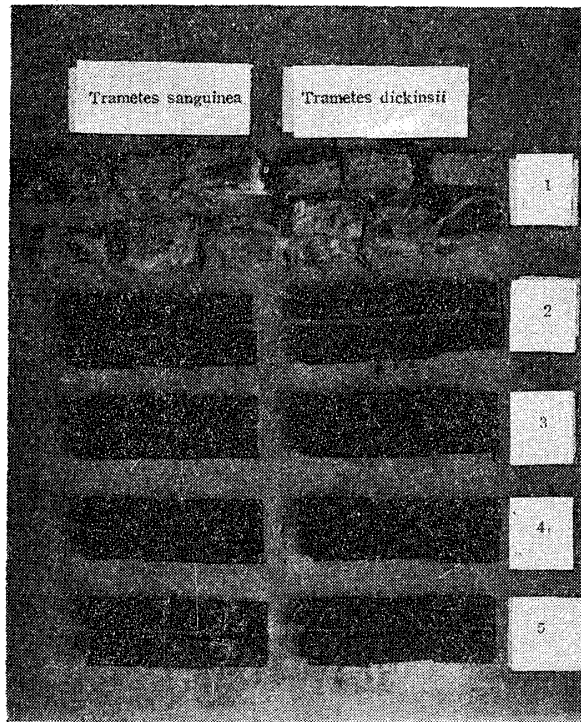
第5表の如く木口から 10 cm 毎に枕木を切断して、その断面に於ける油の滲潤面積から滲潤体積を計算したのであるが、木片番号 4 ~ 6 (木口より 40 ~ 60 cm) 附近は丁度犬釘打込点に相当する。而して供試両枕木共その滲潤状態はこの点に於ては 100% に達せず、特に P.C.P. 注入枕木に於ては 30 ~ 60% に過ぎない。かく滲潤状態不良の原因は注入量並に注入油の粘度に関係することとも大であると思われるが、注入不良と殺菌力不良のために、後述の腐朽試験に於ては(第6表参照)共にその耐朽力が極めて低い。従つて実際問題としては完全注薬が極めて大切となる。斯かる観察は上表の観察以外に、Creosote のみを注入した枕木等に就いても行う予定であつたが、実験の都合上観察し得なかつたのは遺憾である。

筆者等は 6 号枕木 (15×23×240 cm) を使用して注薬したのであるが、その腐朽試験に於ては試片の採取方法が肝要である。即ち木口から 30 ~ 60 cm の部分を切り取り、次にその上面から 2 cm の厚さに 3 枚の薄板をとり、その各々から 2×2×4 cm の材片を作つた。即ち枕木の表面から 0 ~ 2 cm, 2 ~ 4 cm, 4 ~ 6 cm の 3 区をつくり、夫から試片を作製したのである。而して各区 50 個の材片中から、全く任意に 6 個を選んで 1 組として腐朽試験を行つた。供試菌は上記の通りであつて、無菌標準区を設けて、1 試験枕木当り計 54 試片を用いた。

筆者等は実験に際して、国鉄技研の方法¹²⁾をも参考にして、試片を培養基上の腐朽菌々叢上に挿入後、圧縮強度測定による方法を採用した。先ず容量約 250 ml. の広口フラスコに 1% 蔗糖加麦芽煎汁寒天 50 ml. を分注し、夫に腐朽菌を植付けた。ヒイロタケは 36°C., ホウロクタケは 32°C. に約 2 週間保つて供試菌を充分寒天面上に發育せしめた。而して予め 1 夜浸水して充分吸水せしめた素材及び注入材を Koch 殺菌釜で 30 分間滅菌した後、上記の 3 角フラスコの菌叢上に挿入し、再び 36°C., 並に 32°C. の定温器内に 90 日保つた。而して寒天の乾固を防ぐため、12 ~ 15 日間隔に少量の殺菌水を補充した。尙標準無菌区では菌糸を植え付けない培養基上に試片を挿入して実験期間中保つた。この腐朽試験の場合、材片を菌叢上に挿入した後 1 ヶ月を経過しても肉眼的に材片上に菌糸の生長をみないものは、別の新しいフラスコに移し換え、更に 1 ヶ月観察をつづけた。かくしても尙菌糸の生長をみないものは、菌は生長しないものと見做して、以後は移植しなかつた。尙 Creosote 単用区に於ては、菌糸が材片上に生長するものなく、却つて Creosote の揮発成分のため菌糸は死滅する場合もあるものの如く、この点は試験方法として今後改善を要する点であろう。

90 日の培養後の試片肉眼観察結果は第 2 及び 3 図の通りである。第 2 図は枕木当り Creosote 11 ~ 16 kg. 注入の試片であるが、これらには全然菌糸の發育を認めない。然るに素材は完全に菌糸によつて被覆せられている。而して、第 3 図に示した重油溶解の P.C.P. (5%) 及び Creosote 及び重油の混合歩合 1:3 (容量比) の場合には、試片上に菌叢が蔓延した場合も認められた。5% P.

第2図 Creosote 注入ブナ枕木材片の腐朽

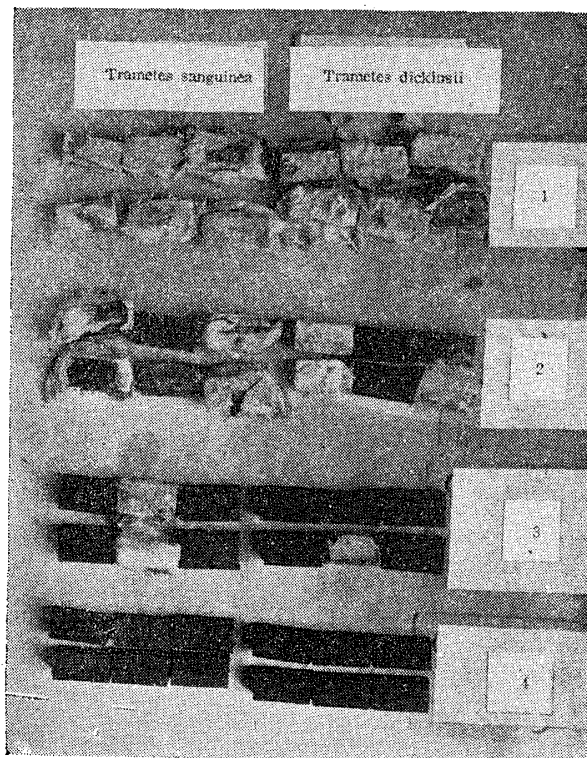


1. 素 材
2. 枕木当り Creosote 11.0 kg. 注入
3. // 11.7 kg. 注入
4. // 12.5 kg. 注入
5. // 16.0 kg. 注入

Decay of wood blocks of impregnated beech ties due to artificial inoculation

- 1: untreated 2: impregnated with 11 kg. creosote per a tie
- 3: impregnated with 11.7 kg. creosote per a tie
- 4: impregnated with 12.5 kg. creosote per a tie
- 5: impregnated with 16.0 kg. creosote per a tie

第3図 防腐剤注入のブナ枕木材片の腐朽



1. 素 材
2. 5 % P.C.P. 注入
3. Creosote, 重油混液 (1 : 3) 注入
4. Creosote, 重油混液 (1 : 1) 注入

Decay of wood blocks of impregnated beech ties due to artificial inoculation

- 1: untreated
- 2: impregnated with five per cent P.C.P. dissolved in heavy oil
- 3: impregnated with creosote and heavy oil mixture (1 : 3)
- 4: impregnated with creosote and heavy oil mixture (1 : 1)

C.P. を注入した場合には、肉眼的にも明かに腐朽を示している。培養法による試験では、P.C.P.

第6表 防腐剤注入ブナ材の培養 90 日後の腐朽程度比較

(Comparison of decay resistance of wood blocks (2×2×4 cm.) of beech ties, which were impregnated with creosote, heavy oil etc., after the ninety days cultivation.)

枕木の処理	試片 切取り 層別 **	ヒ イ ロ タ ケ			ホ ウ ロ ク タ ケ			無接種区
		圧縮 強度 kg/cm ²	強度 残存率 %	腐朽状態	圧縮 強度 kg/cm ²	強度 残存率 %	腐朽状態	
素 材	1	*125	30.3	菌糸は材片全部を被う。腐朽材に帯線を生ずるものあり。白色朽を呈す。	*248	60.2	菌糸は材片全部を被う。子実体の初期様のものを生ず。褐色朽を呈す	*412
	2	183	40.0		293	64.0		458
	3	130	30.3		178	41.5		429
	平均	146	33.7		240	55.4		433
Creosote 11 kg. 注入 (枕木当り)	1	*624	99.4	全く腐朽せず	*630	100.3	全く腐朽せず	*628
	2	583	99.3		575	98.0		587
	3	470	99.2		480	101.3		474
	平均	559	99.3		562	99.8		563
Creosote 11.7 kg. 注入 (枕木当り)	1	*481	99.6	全く腐朽せず	*475	98.3	全く腐朽せず	*483
	2	451	97.0		460	98.9		465
	3	432	100.5		425	98.8		430
	平均	455	99.1		453	98.7		459
Creosote 12.5 kg. 注入 (枕木当り)	1	*569	95.6	全く腐朽せず	*642	107.9	全く腐朽せず	*595
	2	630	107.7		469	80.2		585
	3	515	88.8		601	103.6		580
	平均	571	97.3		571	97.3		587
Creosote 16.0 kg. 注入 (枕木当り)	1	*547	96.0	全く腐朽せず	*588	103.2	全く腐朽せず	*570
	2	587	103.9		561	99.3		565
	3	570	105.6		518	95.9		540
	平均	568	101.8		556	99.6		558
Creosote 重油混液 (1:1) 4.7 kg. 注入 (枕木当り)	1	***340	94.2	腐朽せず	***358	99.2	腐朽せず	***361
	2	280	90.3		345	111.3		310
	3	288	97.6		284	96.3		295
	平均	303	94.1		329	102.2		322
Creosote 重油混液 (1:3) 11 kg. 注入 (枕木当り)	1	***323	93.6	腐朽しない 菌糸うすく材面を被う 同上	***314	91.0	材の2面にうすく菌糸発育 菌糸全面を被う うすく菌糸の被う材片1あり 他は腐朽せず	***345
	2	181	47.4		185	48.4		382
	3	263	66.6		373	94.4		395
	平均	256	68.4		291	77.8		374
P.C.P. 5% 重油溶液 6 kg. 注入 (枕木当り)	1	***162	47.0	菌糸うすく材の全面を被う 材の2面菌糸で被わる 菌糸の発育は素材と同様 帯線を生ず	***211	61.2	うすく菌糸被う 材の2面のみ菌糸被う うすく菌糸被う	345
	2	319	86.9		322	87.7		367
	3	125	33.3		272	72.5		375
	平均	202	55.8		268	74.0		362

* 90日人工培養にて腐朽試験後、絶乾状態で測定。

試材：2×2×4 cm.，繊維方向。

** 枕木の表面から 1: 0~2 cm.，2: 2~4 cm.，3: 4~6 cm.

*** 絶乾材でなく、50°C. に1週間乾燥せしめて測定。

(Na-塩)は相当の効果を示し、^{5,18)} 筆者等の実験*に於ても 0.002% 附近がヒイロタケの発育限界と考えられる。5% P.C.P. 注入材に於ける結果の不良は、第5表から明かなごとく、注入量の不足による材中への滲潤不良がその原因の一つをなすものと思われるが、P.C.P. の溶剤として、井上、黒木⁹⁾ は松根油を利用して、相当の成績をあげているようであるから、重油を溶剤に応用する場合には更によく考究すべきであろう。Creosote 及び重油(1:3)混合液注入の場合に於ては、枕木表面から 4~6 cm の部分の試料のみが腐朽していた。このことは上述の通りこの部分に薬剤不注入の部分があつたことによるものであろう。

供試材片の圧縮強度測定結果は第6表の通りである。

圧縮強度測定には、3角蟻から取り出した材片の菌糸を取り除いて気乾後、105°C で絶乾状態として、ノギスで正確に材片の面積を測定した後、測定した。尚絶乾状態では材片は1部歪を生じたので、Creosote 重油混液注入材以下の区は 50°C に1週間保つた後測定した。

第6表の結果から考察すると、Creosote 11~16 kg. 注入材は共に供試両菌によつて腐朽せられることなく、圧縮強度には変化がない。Creosote、重油混液(1:1)注入材でも尚殆んど腐朽の徴を呈しないが、ヒイロタケ接種区に於て多少の強度が減少し始めているのではないであろうか。而して、混合液(1:3)の場合には明かに強度低下の傾向を示し、その残存率はヒイロタケに対して 69%、ハウロクタクに対しては78%である。尚5% P.C.P. 重油溶液を注入したものは、著しい腐朽の徴候を示し、残存率は夫々 56%、及び 72% であつて、素材に近い価を示した。

7. 結 論

筆者等は小試片を使用して短期間の腐朽試験を試みた。この結果から注入枕木の耐用年限を推論することは極めて困難である。併し、この試験に於て明かに腐朽の徴候を認めたものは実際に敷設した場合に耐用年限が短縮せられるであろうことは述べる迄もない。筆者等の実験した範囲内に於いて述べられることは次の如きものであろう。

1. ブナは熟材であるから、完全注薬(滲潤体積 100%)を必要とする。不注入部分の残存していることは、腐朽を促進することになるから、Incising などを行つて滲潤を促進するのもよいであろう。

2. 培養試験によつて重油の腐朽菌発育抑制濃度が相当高いところにあるのを知つたが、Creosote 及び重油の混合液注入の場合、1:3の混合比では実用上相当の危険が想像せられる。併し混合比1:1では、筆者等の実験範囲内に於てはまづ腐朽を示さなかつた。混合による Creosote の稀釈が経済的に有利であるとすれば、この注入量を増すか、又は稀釈によつて弱められた薬剤の殺菌力を他の薬剤によつて補う必要があるであろう。

3. Pentachlorophenol 重油溶液(5%)の殺菌効果が低かつたが、材中に於ける滲潤不良がそ

*未発表実験結果

の原因の一つと考えられる。最近井上、黒木⁹⁾は P.C.P. を松根油に溶解して相当の効果をあげている。従つてこの問題は改めて検討を要する。

4. 筆者等は風化(Weathering)の実験を行つていない。併しこれは極めて大切な問題であつて、特に小試片でなく、枕木そのものの深部に注中された防腐剤の年々の消耗、成分変化の研究が必要である。この種の研究は最初の注薬量の決定にも大いに役立つであらう。

5. 低周波加熱法では、未だ含水率が繊維飽和点より遙かに高い時に Creosote 等の注入をするのである。従つて注薬当初には相当の水分が含まれている。枕木敷設後この水分が蒸発する際、Creosote は如何なる影響をうけるかは明かでない。このことも残された問題であらう。

6. 筆者等は腐朽試験を犬釘附近の材片のみを使用して行つた。従つて枕木全体の Creosote 滲潤状態については明かにしていない。従つて経済注薬量決定には、注薬枕木を細かく切断して、注薬体積から 100% 滲潤に要する最小量を求め、更にそれと腐朽との関係を求めることも必要であらう。

8. 摘 要

1. 本実験に於ては、ブナ枕木の Creosote 防腐に関する 2, 3 実験を行つた。
2. 供試菌は白色朽を基因するヒイロタケ及び褐色朽を基因するホウロクタケを使用した。供試菌の発育適温は前者は 38°C 附近、後者は 30°C にあるようである。
3. Creosote を含む寒天培養基上、8 日間の観察結果では、ヒイロタケ及びホウロクタケ共に Creosote 0.1% 加用培養基上では発育しない。
4. 重油の腐朽菌発育抑制は、Creosote に比して極めて弱く、ヒイロタケは 5% ホウロクタケは 1% で、その発育を停止する。
5. Creosote 並に重油の粘度を測定したが、常温に於ける粘度は後者は前者に比して極めて大きい。併し温度が上昇すると重油の粘度は急激に低下する。
6. 低周波加熱法で Creosote, 重油並にその混合液及び P.C.P. 重油溶液を枕木に注入しその犬釘打込部から 2×2×4cm の試片を採取して、腐朽菌を接種し培養した。90日間培養後、圧縮強度を測定して、その腐朽程度を比較した。その結果、Creosote 枕木当り 11~16kg を注入したものの及び Creosote, 重油混液(1:1)注入のものでは、全然腐朽しなかつたが、Creosote, 重油混液(1:3)及び P.C.P. 5% 重油溶液を注入したものでは可成りの腐朽を示し、圧縮強度の低下を示した。

Résumé

1. In the present paper, the writers dealt with the results of experiments on the créo-

sote preservation of beech ties.

2. The wood-destroying fungi used in this investigation are *Trametes (Polystictus) sanguinea*, a lignin-decomposing fungus, and *Trametes dickinsii*, a cellulose specialist. The optimum temperature for the mycelial growth of the former seems to lie at about 38°C and that of the latter at 30°C.

3. From the eight days observation it seemed that the agar medium containing 0.1 per cent creosote did not allow the growth of both the fungi.

4. The suppression in mycelial growth of both the fungi did not occur until about 0.5 per cent heavy oil was added in media. The growth of *Trametes sanguinea* was inhibited entirely by adding 5 per cent heavy oil in media, and the growth inhibition of *Trametes dickinsii* was exhibited by 1 per cent addition.

5. The viscosity of oil was measured by means of Redwood's method. Under the normal room temperature the viscosity of heavy oil is remarkably larger than that of creosote oil. The viscosity of the former, however, decreased rapidly with the raise of temperature.

6. Creosote, heavy oil, mixtures of both oils and 5 per cent pentachlorophenol in heavy oil were impregnated into beech ties by means of the electrical direct heating method.

This is a simple open tank method devised by Mr. Ito (10) recently; water soaked ties were heated directly inducing with 3300 v low frequency current. After about one hour, these heated ties were immersed in creosote oil. Small blocks (2×2×4 cm.) of these ties were taken from the part, 30 to 60 cm. from the cut end. They were inserted into culture flasks, in each of which the wood-destroying fungus has been allowed previously to become fully established. After ninety days elapsed, they were taken out from the flasks, and then the compressive strength was measured. In this experiment the ties did not show any signs of decay, when they were impregnated with 11—16 kg. creosote or 4.7 Kg. of creosote-heavy oil mixture (1:1) per a tie. The ties, however, showed considerable decay indicating the decrease in compressive strength, when they were impregnated with the mixture (1:3) of oils. Five per cent pentachlorophenol dissolved in heavy oil was also used. Ties impregnated with this chemical did not show good result.

文 献

- (1) American Wood Preserver's Assosiation: Railway Engineering and Maintenance. 550-557. June, (1951)
- (2) *Ibid* : Report of Committee 7-1. The Service Records. (1933)

- (3) Bescher, R. H. : Wood Preservation for the Railroads. Part. I. 59-64, 1951. Part. II. 77-87, (1951)
- (4) Bland, D. E. : Jour. Coun. Sci. Ind. Res. (Aust.) 17(4) 274-288, (1944)
- (5) Carswell, T. S. & H. K. Nason : Ind. Eng. Chem. 30(5) 623-626, (1938)
- (6) Gillander, H. E. et al. : Ind. Eng. Chem. 26 175-183, (1934)
- (7) 逸見 武雄・赤井 重恭・大野 文夫 : 日本植病会報, 10 304-316, (1941)
- (8) 平山 重勝 : 三重高農校友会學術彙報, 1 21-42, (1929)
- (9) 井上 吉之・黒木 康雄 : 木材研究 8 74-82, (1952)
- (10) 伊藤 忠雄 : 生産と技術, 3, (1951)
- (11) 化学工学 12 : 流体輸送, 吸着と収着, 131-161, 東京, (1936)
- (12) 国鉄技術研究所 : 木材防腐剤の防腐効力試験方法。昭和 26, 5, 4 改正。
- (13) 笠井 幹夫 : 鉄道省, 業務研究資料, 23 (36) 1-21, (1935)
- (14) ——— : 同 上 24 (12) 1-21, (1936)
- (15) ——— : 同 上 25 (4) 1-11, (1937)
- (16) 金平 洋一 : 同 上 27 (23) 1-17, (1939)
- (17) 桂 琦一 : 植物病害研究 3 : 268-288, (1937)
- (18) Monsanto Technical Bulletin No. 25 (1949)
- (19) 中村 忠雄 : 鉄道省, 業務研究資料, 19 (16) 1-35, (1931)
- (20) 田村 隆 : 同 上 22 (29) 1-24, (1934)
- (21) William, G. R. et al. : Elements of Railroads Engineering, New York, 118-139, (1947)