

# Osmose Process 에 의한 木材防腐 處理에 關한 研究

沈 鍾 燮 · 趙 在 明

[學術院 論文集 第 13 輯 ; 271 ~ 286, 1974]

## A Study on the Preservative Treatment of Wood by Osmose Process

Chong Supp Shim·Jae Myeong Jo

[ Jour. National Academy of Science, Korea, Vol. 13 ; 271 ~ 286, 1974 ]

### Abstract

In order to investigate the effectiveness of Osmose process for the practical treatment of wood this study has been made using water soluble preservatives such as Malenit and chromated zinc chloride.

The results obtained in this investigation are as follows:

1. The penetration of Malenit in sapwood has been observed deeper than that of chromated zinc chloride for all species tested in this investigation.
2. The penetration of preservatives applied in soft wood, ie. *Pinus densiflora* and *Larix leptolepis* has been observed better results than that of hard wood, i.e., *Quercus accutissima* and *Carpinus laxiflora*.
3. The longer stack covering, despite of preservatives applied and size of wood tested, has given better penetration for all species tested, and the fastest diffusion has been occurred in 15 days from they day started. Following after 15 days diffusion had gradually become slower.
4. The length of time needed for effective penetration has taken 45 days for all species tested, reaching twenty millimeters (20mm) in depth in case of Malnit, that means also more than 50% of penetration into sapwood portion. However it has taken 45 days fer *Pinus densiflora* and *Larix leptolepis*, reaching fifteen millimeters (15mm) and 60 days for *Quercus accutissima* and *Carpinus laxiflora*, reaching same fifteen millimeters in case of chromated zinc chloride, that means also less than 50% (except 50% for *Larix*) of penetration into sapwood portion.
5. Deeper penetration of preservatives from the wood surface has been observed in the larger wood than the smaller wood for all species tested, although the penetration ratio between the width of sapwood and the length penetrated has been observed smaller in larger wood than smaller wood.
6. The relation between moisture content of wood and the penetration of preservatives into wood tested has shown the linear regression, that is, the more moisture content brought the deeper penetration.
7. Following the result obtained at this investigation osmose process with Malenit applied has indicated as a useable process for the none pressure treatment of wood.

## 1. 緒 言

木材는 다른 構造用材料에 比較하여 入收搬出이 容易할 뿐 아니라 加工處理가 容易하며 重量에 比較하면 強度가 큰 편에 屬한다. 또한 熱이나 電氣에 對하여서도 低傳導體로서 珍用될 뿐 아니라 防音用材 또는 美觀用材로서 貴重視되어 오고 있다. 그러나 反面에 組織上의 不均衡에서 오는 異方性과 水分에 따라 일어나는 木材의 收縮과 膨脹 그밖에 燃燒性, 腐敗하는 性質등은 木材性質의 三大缺陷으로서 材料利用上 크게 不利한 點들이다.

이와같은 木材性質上의 缺陷을 改善할 수 있다면 材料로서 木材의 利用價値는 더욱 높아질 것이다. 이分野에 對한 研究努力은 各國의 많은 研究陣을 통하여 不斷히 繼續되어 오고는 있으나 아직도 많은 問題點들이 남아 있다.

本研究는 이와 같은 時點에 서서 木材가 지니고 있는 性質上의 缺陷을 多少나마 改善하여 構造用材料로서 木材의 合理的인 利用을 可能케 함은 勿論 나아가서는 現下 資源事情으로 보아 切實히 要請되고 있는 木材資源의 節約에 寄與함을 目的으로 始作한 것이다. 즉 木材를 素材 그대로 使用하면 腐敗로 因하여 그 使用壽命이 短縮되기 때문에 이와같은 腐敗를 防止 또는 遲延시키므로써 木材의 使用壽命을 延長시켜 間接의이나 木材消費를 節約하여 資源의 合理的인 利用을 圖謀할 수 있는 實用的이며 簡便한 方法을 찾아 내고져 한 것이다.

우리나라는 木材資源이 甚히 不足한 나라이면서도 그 使用하고 있는 面을 살펴보면 比較的 浪費하고 있는 面이 많이 눈에 띈다. 다시 말하여 木材의 合理的인 利用方法에 對하여 너무나 無關心한 편이다. 坑木의 境遇를 한例로 보면 現在 年間 40여만㎡라는 莫大한 量이 石炭을 캐내기 爲하여 使用되고 있다.

그러나 大部分의 경우 生木을 그대로 坑內에 使用하기 때문에 腐敗로 因하여 못쓰게 되는 量은 年年히 增加하여 坑木의 需要는 漸漸增加하여 가고 있다. 만약에 坑木을 使用하기 前에 適當한 方法으로 防腐處理를 하여 使用한다면 生材 그대로 使用하였을 때에 比較하여 적어도 2~3倍의 使用壽命을 延長시킬 수 있는 것이다. 現在까지 우리나라에서는 坑木問題를 山林資源에만 依支하고 너무 安易하게만 생각하여 왔다. 즉 長久的인 眼目에서보다 近視眼的으로 일을 處理하는 慣習 때문에 坑木방부 處理의 實用的이며 簡便한 方法을 찾아내지 못하고 그저 前近代의인 方法을 그대로 踏習하여 오고 있는 實情이다.

本實驗에서는 이와같은 現實을 감안하여 防腐處理에 對한 室內試驗을 끝내고 坑木의 坑內防腐實用實驗을 實施하기 前에 野外에서 坑木用 木材를 가지고 防腐實驗을 實施하여 그 結果의 實用化 可能性을 檢討코져 하였으며 處理方法으로는 現地實用化를 위하여 가장 適當하다고 생각되는 Osmose process를 若干 調整하여 우리의 생각에 맞는 方法이 되게 設計하여 實施하였다. 또한 本實驗에서 調査된 範圍는 本處理法의 實用化에 있어서 알아야 할 樹種別, 藥劑種類別, 木材의 經級別 및 含水量別 그리고 被覆放置期間別과 藥劑의 材內浸透程度와의 關係등을 調査檢討하였다.

Osmose process, diffusion process의 한 方法으로서<sup>1,10)</sup> 독일에서 처음으로 實驗하여 開發되었으나 diffusion process 中에는 이 方法 以外에도 많은 方法들이 있다. 즉 Preservative bandage 法은<sup>9)</sup> 서전에서 開發되어 一時 Ahig process로 通하였으나 그後 독일에서 積極 實用化에 努力하였으며 그후 Cobra process<sup>10)</sup>亦是 독일에서 開發하여 "Serpents teeth"라 稱하는 特殊한 器具를 利用하여 preservative paste를 材內에 注入 處理한 일도 있다. 그밖에 미국에서는 Anaconda (Dry) process, Pfister method<sup>10, 22)</sup> 등이 繼續 開發되었고 그후 Osmo plastic method<sup>1)</sup>가 開發되었다. Preservatives의 leaching 하는 性質을 改善하여 새로 開發된 方法이 double diffusion process<sup>5)</sup>이며 이 方法은 널리 實用化 되었다. 그後 Clemson Agricultural College(U.S.A)에서는 Trough method<sup>16)</sup> (一名 barrel method)가 開發되어 實用化된 일이 있다. 일본에서는 最近 Amemiya<sup>1, 2)</sup>가 diffusion process의 principle을 適用하여 St eeping 法으로 몇가지 實驗한 結果를 發表한바 있다.

以上과 같이 diffusion process는 여러가지 다른 process로 開發되어 여러가지 水溶性防腐藥劑를 利用하여 實用化에 努力하고 있으나 藥劑의 入手難 技術未及 또는 經濟的인 面등 여러가지 理由로 우리나라에서는 實驗研究조차 不振한 實情에 놓여 있었다.

## 2. 材料와 方法

### 2.1. 材料

#### 2.1.1. 供試樹種

소나무 (*Pinus densiflora* S. et Z.)

일본잎갈나무 (*Larix leptolepis* Sarg.)

상수리나무 (*Quercus acutissima* Carr.)

서나무 (*Carpinus laxiflora* Blume)

2.1.2. 供試材 採取

가. 實驗(I)

供試材伐採와 處理 日字

供試材의 伐採와 處反日字는 다음Table 1.과 같다.

Table 1 Cutting date of trees tested

Species tested	<i>Pinus densiflora</i>	<i>Larix leptolepis</i>	<i>Quercus acutissima</i>	<i>Carpinus laxiflora</i>	Remarks
Date cut	5. 15	5. 3	4. 29	4. 21	
Date cut	5. 17	5. 16	5. 1	4. 21	Green condition

供試材의 크기는 徑級을 9 ± 1 cm, 15 ± 1 cm, 21 ± 1 cm 등 3 급으로 區分하고 길이는 一律적으로 40 ± 1 cm 로 하였다.

供試材의 處理當時의 含水率은 다음Table 2.와 같다.

Table 2 Average moisture contents of wood treated (%)

Species	<i>Pinus densiflora</i>	<i>Larix leptolepis</i>	<i>Quercus acutissima</i>	<i>Carpinus laxiflora</i>
Outside *	88	72	57	88
Inside **	94	44	65	90

Note : \* Deepness from surface : 0 - 2 cm

\*\* Deepness from surface : 4 - 5 cm

樹種別 藥劑에 따른 徑級別과 被覆期間別 差異에 서 나타나는 防腐劑의 浸透程度를 測定하기 위하여 마련한 供試材의 含水率은 伐採하여 防腐處理할 當時의 生材含水率을 適用하였다. 이때의 含水率을 測定하기 위하여 各 供試材에서 increment borer 로 試材를 採取한後 그 試材를 가지고 含水率測定法 (K, S)에 따라 決定하였다. 이때에 表層은 材 表面에서 2 cm 깊이의 含水率을 測定하였고 心層의 경우는 材 表面에서 4 ~ 5 cm 깊이의 含水率을 測定하였다. 供試木의 數는 모두 480 本으로 하였다.

나. 實驗(II)

本實驗用 供試材의 伐採日字는 Table 1.과 같다. 그러나 處理日字는 9월 6일에 一齊히 實施하였다. 但 供試材의 含水率을 20%에서 50%까지 維持하기 위하여 4 단계의 調濕處理를 하여 各 供試木이 任意 含水率을 保有하도록한 後 處理當時에 各 供試

木의 含水率을 前記 方法과 같이 測定하였다.

供試木의 크기는 徑級 12 ± 1 cm 길이 40 ± 1 cm 로 하였으며 使用한 供試材의 數量은 240 本으로 하였다.

다. 實驗(III)

本實驗에서 豫備的인 調查를 위하여 供試材의 邊材와 心材의 吸水性을 測定하였다. 즉 吸水性用 供試材는 二面을 正徑斷面이 되게하여 長方向을 木理와 平行이 되게하고 크기는 3 × 3 × 10 (cm)가 되게하여 採取하였다. 다음 각 試片을 氣乾含水率로 調節한 後 各斷面別로 吸收시킬 面만을 남기고 他面은 paraffin 과 vaselin 同量混合液을 完全塗布하였다.

2.1.3. 處理用 防腐劑

本實驗에 使用된 防腐劑는 水溶性防腐劑로서 chromated zinc chloride (ZnCl<sub>2</sub> 82.5%, Na<sub>2</sub>CrO<sub>7</sub> 17.5%)는 75%水溶液으로 調製하여 使用하였으며 Malenit (NaF 80% C<sub>6</sub>H<sub>3</sub>(NO)<sub>2</sub>OH 8% 이상 Sb 1% 이상)는 50% 水溶液으로 調製하여 使用하였다.

2.2. 方法

2.1 防腐處理 : 準備된 供試材에 chromated zinc chloride의 경우는 300 g/m<sup>2</sup> Malenit의 경우는 250 g/m<sup>2</sup>를 大型 paint brush를 가지고 均一하게 全面을 塗布하였다.<sup>1,15)</sup> 藥劑의 使用量은 國際規定量보다 若干 많은 量을 適用하였다. 本法은 焦點이 生材時 含水量이 많을때 處理를 하여야 함으로 伐採後 3日이 經過된 生材를 處理하였다.(但 含水率別 藥劑浸透率 調査의 경우 除外) 이때의 處理溫度는 野外大氣溫度로서 約 20 ~ 24 °C範圍에 있었다.

2.2.2 被覆處理

供試材에 防腐處理가 끝난후 直時 露天에 積材하여 0.03 mm 두께의 polyethylene 布로 完全被覆한 後 周邊을 흙으로 덮어 누르고 乾燥를 防止한 後 15日, 30日, 45日, 60日 등의 期間別로 4區分 5反覆處理를 하였다.(但 含水率과 藥劑浸透關係를 實驗하기 爲하여서는 別途로 모두 45日間으로 單一處理를 하여 實驗을 하였다)

2.2.3 吸收性 實驗處理

實驗用水는 蒸溜水를 使用하였으며 水温은 25 ± 1 °C로하여 準備된 試片을 直接 水中에 浸漬시켜 水 表面에서 水中으로 약 5 cm 깊이에 머무르도록 하였다. 吸收量의 計算은 다음 方式에 依하여 決定하였다.

$$\text{吸收量 (g/cm}^2\text{)} = \frac{W_2 - W_1}{A}$$

$W_1$  = 防水處理後의 試片의 重量(g)

$W_2$  = 吸收處理後의 試片의 重量(g)

A = 吸收面의 面積

2.2.4 防腐劑의 浸透度測定

處理한 防腐劑가 供試材 内部로 어느 程度 浸透 하였는가를 測定하기 위하여 供試材 中間部位에서 圓周를 4等分하여 4個所의 測定位置를 定한 다음 increment borer를 가지고 試料를 削내어 各試片의 邊材幅과 防腐劑의 浸透程度를 다음 檢出法에 따라 測定하였다.

2.2.5 防腐劑의 檢出法<sup>7, 21, 20)</sup>

가. Sodium fluoride의 檢出 : Zircon alizarin reaction을 적용하였다. First solution-zirconium oxychloride(2.5 g)과 HCl(40cc)H<sub>2</sub>O(960 cc)를 混合하여 調製하고 Second-solution은 sodium alizarin salbonate(Alizarin red) 2.5g을 別途로 準備하여 이 두액을 混合하여 30分 以內에 使用하였다.

나. Zinc chloride의 檢出

First solution - 赤血鹽(K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>) 1% solution

Second solution - 요드加里(KI) 1% solution

Third solution - 可溶性澱粉 1% Solution

이상 3종의 溶液이 準備되면 各液을 同量式 混合한 後 處理된 試片에 塗布하면 靑藍色이 나타남으로 이 反應을 測定하였다.

2.2.6 處理된 試材의 配置

樹種別, 處理藥劑別, 徑級別, 被覆期間別 그리고 含水率의 差異등에 따라 完全히 任意 配置하였다. (配置場所는 同一한 與件이 주어졌음)

3. 實驗結果

本 實驗에서 얻어진 各樹種에 따른 藥劑別, 被覆期間別 그리고 供試材의 徑級別 防腐劑의 浸透結果는 다음 表들과 같다.

3.1. 소나무의 境遇

소나무를 各要因에 따라 處理하여 나타난 結果는 Table 3 과 같다.

Table 3 The penetration of preservatives of *Pinus densiflora* due to the different factors

Diameter (cm)	Preservatives	Malenit				Chromated zinc chloride			
	Period covered	15	30	45	60 (day)	15	30	45	60 (day)
9	A L P* (mm)	14.6	19.0	21.2	27.4	8.4	15.0	12.6	20.2
	A W S** (mm)	25.6	25.0	23.8	27.6	24.8	25.4	26.8	26.6
	P R*** (%)	57.0	76.0	89.1	99.3	33.9	49.6	56.0	75.9
15	A L P (mm)	16.4	19.2	22.0	25.8	8.8	13.8	13.8	19.0
	A W S (mm)	43.4	40.8	49.4	39.4	44.4	46.0	44.0	42.2
	P R (%)	37.8	47.1	44.5	65.5	19.8	30.0	31.4	45.0
21	A L P (mm)	17.0	20.8	23.4	27.6	9.2	13.4	16.0	19.0
	A W S (mm)	58.6	61.2	59.4	57.0	62.0	54.2	58.8	60.6
	P R (%)	29.0	34.0	39.4	48.4	14.8	24.7	27.2	31.4

Note : \*ALP - Average length of penertation \*\*AWS - Average width of sapwood \*\*\*PR - Penetration rate

소나무의 경우 얻어진 實驗結果에 따라 各要因別 分散分析한 結果는 Table 4와 같다.

3.2 일본잎갈나무의 境遇

일본잎갈나무를 各要因에 따라 處理하여 나타난 結果 Table 5와 같다.

일본잎갈나무의 경우 얻어진 實驗檢果에 따라 各要因別 分散分析한 結果는 Table 6과 같다.

3.3 상수리나무의 境遇

상수리나무를 各要因에 따라 處理하여 나타난

結果는 Table 7과 같다.

상수리나무의 경우 얻어진 實驗結果에 따라 各要因別 分散分析한 結果는 Table 8과 같다.

3.4 서나무의 境遇

서나무를 各要因에 따라 處理하여 나타난 結果는 Table 9와 같다.

서나무의 境遇 얻어진 實驗結果에 따라 各要因別 分散分析한 結果는 Table 10과 같다.

供試 樹種別 吸水性을 調査하기 위하여 實施한

**Table 4** Analysis of variances (Penetration of preservatives of *Pinus densiflora*)

Factors	DF	SS	MS	F
Total	119	3561.3		
Preservatives (Pr)	1	1512.3	1512.3	889.59
Period covered (Pe)	3	1766.3	588.8	346.35
Diameter (D)	2	25.4	12.7	7.47
Pr x Pe	3	25.4	8.5	5.00
Pr x D	2	8.6	4.3	2.53
Pe x D	6	40.4	6.7	3.94
Pr x Pe x D	6	16.1	2.7	1.59
Error	96	166.8	1.7	

LSD 5% = 1.64, LSD 1% = 2.17

**Table 5** The penetration of preservatives of *Larix leptolepis* due to the different factors

Diameter	Preservatives			Malenit				Chromated zinc chloride			
	Period covered			15	30	45	60(day)	15	30	45	60(day)
9 (cm)	A	L	P (mm)	18.2	19.2	22.0	24.0	9.4	15.2	17.8	19.4
	A	W	S (mm)	16.2	15.0	18.2	17.0	17.6	15.2	19.0	17.6
	P	R	(%)	112.3	128.0	124.2	141.2	53.4	100.0	93.7	110.2
15	A	L	P (mm)	16.6	18.4	19.2	22.2	8.8	12.6	16.2	16.6
	A	W	S (mm)	16.2	15.2	12.8	17.2	12.4	11.8	16.4	14.8
	P	R	(%)	102.5	121.1	150.0	129.1	71.0	106.8	98.8	112.2
21	A	L	P (mm)	18.0	19.4	21.4	24.2	9.6	13.6	17.6	17.6
	A	W	S (mm)	19.2	23.6	16.4	21.0	19.6	19.0	16.2	17.2
	P	R	(%)	93.8	82.2	130.5	115.2	49.0	71.6	108.6	102.3

**Table 6** Analysis of variances (Penetration of preservatives of *Larix leptolepis*)

Factors	DF	SS	MS	F
Total	119	2287.0		
Preservatives (Pr)	1	991.9	991.9	472.33
Period covered (Pe)	3	888.3	242.8	115.62
Diameter (D)	2	76.5	38.0	18.10
Pr x Pe	3	103.1	34.3	16.33
Pr x D	2	2.4	1.2	0.57
Pe x D	6	13.5	2.3	1.10
Pr x Pe x D	6	6.5	1.1	0.52
Error	96	204.8	2.1	

LSD 5% = 1.83, LSD 1% = 2.42

**Table 7** The penetration of preservatives of *Quercus acutissima* due to the different factors

Diameter	Preservatives		Malenit				Chromated zinc chloride			
	Period covered		15	30	45	60(day)	15	30	45	60 (day)
9 (cm)	A L P*	(mm)	13.4	13.6	18.8	20.6	6.6	8.4	8.6	12.6
	A W S**	(mm)	23.2	21.8	23.2	19.8	21.0	22.2	23.4	20.8
	P R***	(%)	57.8	62.4	81.0	104.0	31.4	37.8	36.8	58.7
15	A L P	(mm)	14.4	16.0	19.6	22.0	7.0	9.4	9.8	13.0
	A W S	(mm)	32.2	29.2	31.6	29.0	28.8	27.8	29.8	30.0
	P R	(%)	44.7	54.8	62.0	75.9	24.3	33.8	32.6	43.3
21	A L P	(mm)	15.6	17.8	20.4	23.0	7.2	8.6	9.4	13.0
	A W S	(mm)	32.4	33.8	30.8	32.8	28.2	32.2	29.6	33.6
	P R	(%)	48.1	52.7	66.2	70.1	25.5	26.7	31.8	38.7

Note : \*ALP— Average length of penetration, \*\*AWS — Average width of sapwood, \*\*\*PR — penetration rate.

**Table 8** Analysis of variances (Penetration of preservatives of *Quercus acutissima*)

Factors	DF	SS	MS	F
Total	119	3178.0		
Preservatives (Pr)	1	2167.5	2167.5	1548.2
Period covered (Pe)	3	717.7	239.2	170.9
Diameter class (D)	2	54.1	27.1	19.4
Pr x Pe	3	66.5	22.2	15.9
Pr x D	2	21.3	10.7	7.6
Pe x D	6	9.6	1.6	1.1
Pr x Pe x D	6	3.7	0.6	0.4
Error	96	137.6	1.4	

LSD 5% = 1.40, LSD 1% = 1.97

**Table 9** The penetration of preservatives of *Carpinus laxiflora* due to the different factors

Diameter	Preservatives		Malenit				chromated zinc chloride			
	Period covered		15	30	45	60(day)	15	30	45	60 (day)
9 (cm)	A L P*	(mm)	14.0	16.2	21.2	22.0	7.8	9.4	11.0	13.8
	A W S**	(mm)								
	P R***	(%)								
15	A L P	(mm)	12.6	17.2	21.0	22.0	7.8	9.4	11.8	14.2
	A W S	(mm)								
	P R	(%)								
21	A L P	(mm)	12.2	17.0	19.8	22.8	8.0	10.4	12.6	14.2
	A W S	(mm)								
	P R	(%)								

LSD 5% = 1.43, LSD 1% = 1.89

**Table 10** Analysis of variances (Penetration of preservatives of *Carpinus laxiflora*)

Factors	DF	SS	MS	F
Total	119	2941.9		
Preservatives (Pr)	1	1477.0	1470.0	1130.77
Period covered (Pe)	3	1185.3	395.1	303.92
Diameter class (D)	2	9.6	4.8	3.69
Pr x Pe	3	114.3	38.1	29.31
Pr x D	2	12.1	6.1	4.64
Pe x D	6	7.4	1.2	0.92
Pr x Pe x D	6	16.4	2.7	2.08
Error	96	126.8	1.3	

LSD 5% = 1.43, LSD 1% = 1.89

實驗結果는 Table 11 과 같이 나타났다.

**Table 11** Amount of water absorbed by specimens of various tree species

Species	Items	Parts of wood	Average annual ring	Specific gravity (Air dry)	Amount of water absorbed (g/cm <sup>2</sup> )		
					Cross section	Radial section	Tangential section
<i>Pinus densiflora</i>		Sap wood	2.6	0.48	4.90	0.68	0.75
<i>Larix leptolepis</i>		Heart wood	3.0	0.56	0.14	0.04	0.05
<i>Quercus acutissima</i>		Heart wood	3.5	0.89	0.23	0.05	0.05
<i>Carpinus laxiflora</i>		Sap wood	1.9	0.75	2.00	0.32	0.21

1) 소나무의 경우

소나무의 含水率과 防腐劑의 浸透度와의 關係를 實驗한 結果는 Table 1 과 같다.

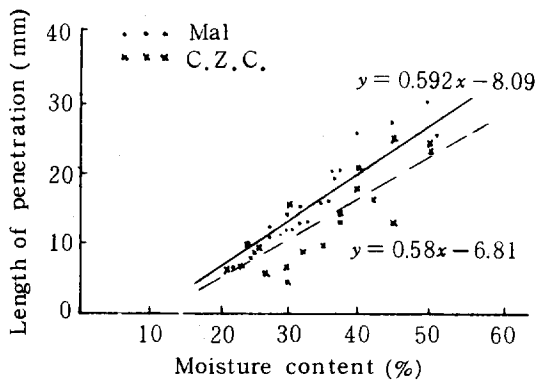


Fig. 1. Relationship between moisture content and penetration of *Pinus densiflora*.

소나무의 경우 含水率과 防腐劑의 浸透度와의 關係를 分散分析한 結果는 Table 12, 13 과 같다.

**Table 12** Analysis of variances (Malenit Relationship between moisture content and penetration of *Pinus densiflora*)

SV	DF	SS	MS	F
Total	28	1261.8		
Regression	1	1114.5	1114.5	202.6**
Deviation	27	147.3	5.5	

**Table 13** Analysis of variances (Chromated zinc chloride, Relationship between moisture content and penetration of *Pinus densiflora*)

SV	DF	SS	MS	F
Total	27	1014.1		
Regression	1	771.4	771.4	82.9**
Deviation	26	242.7	9.3	

2) 일본잎갈나무

일본잎갈나무의 含水率과 防腐劑의 浸透度와의 關係를 實驗한 結果는 Fig 2 와 같다.

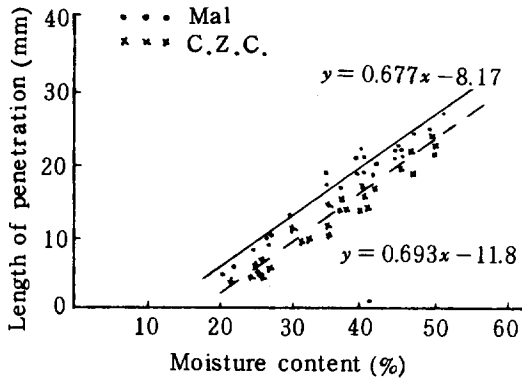


Fig. 2. Relationship between moisture content and penetration of *Larix leptolepis*.

일본잎갈나무의 含水率과 防腐劑의 浸透度와의 關係를 分散分析한 結果는 Table 14, 15 와 같다.

**Table 14** Analysis of variances (Malenit, Relationship between moisture content and penetration of *Larix leptolepis*)

SV	DF	SS	MS	F
Total	29	1254.0		
Regression	1	1126.1	1126.1	244.8**
Deviation	28	127.9	4.6	

**Table 15** Analysis of variances (Chromated zinc chloride, Relationship between moisture content and penetration of *Larix Leptolepis*)

SV	DF	SS	MS	F
Total	26	916.5		
Regression	1	884.4	884.4	680.3**
Deviation	25	32.1		

3) 상수리나무의 경우

상수리나무의 含水率과 防腐劑의 浸透度와의 關係를 實驗한 結果는 Fig 3과 같다.

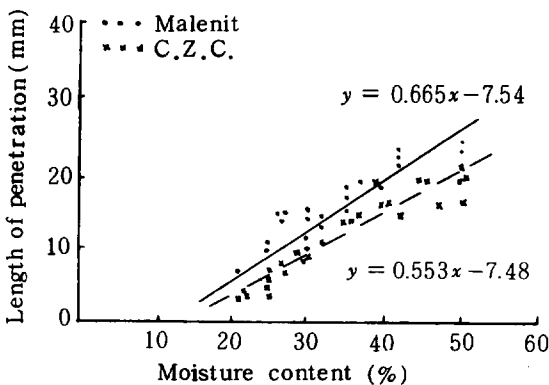


Fig. 3. Relationship between moisture content and penetration of *Quercus acutissima*.

상수리나무의 含水率과 防腐劑의 浸透度와의 關係를 分散分析한 結果는 Table 16 및 17 과 같다.

**Table 16** Analysis of variances (Malenit, Relationship between moisture content and penetration of *Quercus acutissima*)

SV	DF	SS	MS	F
Total	31	1104.0		
Regression	1	1012.9	1012.9	337.6**
Deviation	30	91.1	3.0	

**Table 17** Analysis of variances (Chromated zinc chloride, relationship between moisture content and penetration of *Quercus acutissima*)

SV	DF	SS	MS	F
Total	29	897.2		
Regression	1	790.1	790.1	207.9**
Deviation	28	107.1	3.8	

4) 서나무의 경우

서나무의 含水率과 防腐劑의 浸透度와의 關係를 實驗한 結果는 Fig 4 와 같다.

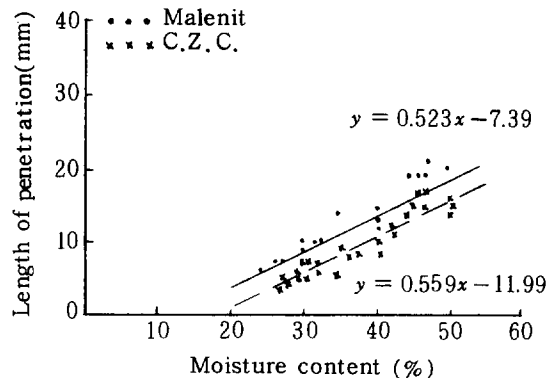


Fig. 4. Relationship between moisture content and penetration of *Carpinus laxiflora*.

서나무의 경우 含水率과 防腐劑의 浸透度와의 關係를 分散分析한 結果는 Table 18, 19 와 같다.

**Table 18** Analysis of variances (Malenit, Relationship between moisture content and penetration of *Carpinus laxiflora*)

SV	DF	SS	MS	F
Total	27	1106.1		
Regression	1	481.8	481.8	20.1**
Deviation	26	624.3	24.0	



**Table 19** Analysis of variences (Chromated zinc chloride. Relationship between moisture content and penetration of *Carpinus laxiflora*)

SV	DF	SS	MS	F
Total	26	602.3		
Regression	1	515.5	515.5	147.3**
Deviation	25	86.8	3.5	

**4. 考 察**

本研究는 序頭에서 밝힌바와 같이 木材가 元來 지니고 있는 性質上의 缺陷인 腐敗하는 性質을 改善하여 더욱 오랫동안 使用할 수 있도록 合理的이며 簡便한 處理方法을 찾아내어 그 方法의 實用化를 圖謀하므로써 現下 크게 不足을 느끼게 하고 있는 坑木을 비롯하여 여러가지 木材資源의 節約에 寄與코져한 것이다. 즉 그동안 外國에서는 많은 木材防腐處理方法이 研究되어 實用化되고 있으나 우리나라에서는 一部枕木處理를 除外하고는 거의 默殺되고 있는 實情이다. 따라서 우리 나라의 材料事情과 經濟의事情 그리고 技術의인 面등을 勘案하여 特히 實用面에서 가장 適當하다고 생각되는 方法과 防腐劑를 選擇하여 國內産木材를 處理하였을때 그 實用化가 可能한 것인지의 如否를 檢討 究明코져 한 것이다.

이와같은 見地에서 處理方法으로는 가장 손쉽게 實施possible한 osmose process 를 擇하였으며 防腐劑로서는 價格이 比較의싸고 購入이 容易한 Malenit 와 chromated zinc chloride 를 擇하였다.

Osmose process 의 有利한 點은 生材를 直時處理할 수 있는 點이며 그 原理는 擴散現象을 適用한 것이므로 現地에서 比較的 容易하게 實施할 수가 있다. 7) 1) 10)

本研究에서 알고져한 點을 좀더 具體的으로 말하여 보면, 첫째 對象樹種으로는 現在 坑木으로 많이

사용되고 있는 主要 樹種(소나무, 일본잎갈나무, 상수리나무, 서나무등)을 위에 提示된 處理方法과 防腐劑로 處理하였을 때 어느 程度의 藥劑浸透反應을 나타내는가를 알아보고, 둘째 같은 樹種이라 하여도 그 徑級에 差異가 있을때 防腐劑의 材內浸透에 어떠한 差異가 생기는 가를 알고져 하였다. 셋째 같은 樹種으로 같은 徑級의 木材라 하더라도 防腐處理後 被覆하는 期間의 差異에 따라 果然 藥劑浸透能率에 어떠한 差異가 있을 것인가를 究明코져 하였다. 그밖에 모든 條件이 同一하고 含水量만에 差異가 있을 境遇 含水量이 藥劑浸透能率에 어떻게 影響하는 가를 檢討究明코져 하였다.

이것들은 곧 適用할 處理方法과 藥劑의 實用化를 判斷決定하는데 重要한 決定要素가 되기 때문이다.

다음에 얻어진 實驗結果에 따라 樹種別로 分析檢討하여 보면 아래와 같다.

**4.1. 소나무 (*Pinus densiflora* 의 경우**

첫째 實驗結果에서 나타난 要因別로 木材內 擴散浸透도를 보면 다음 Table 20, 21과 같다.

Table 20, 21에 나타난바와 같이 어느 境遇에서나 즉 徑級에 따라서나 또는 防腐處理後 被覆放置期間의 長短에 따라서는 區別없이 Malenit 의 경우가 Chromate zinc chloride 의 경우보다 모두 浸透率이 높았다.

이와같이 藥劑間의 浸透率에 差異가 생긴것은 使用한 藥劑의 濃度差에서 起因한 것으로 推理된다. 즉 浸透率에 影響할 可能性이 큰 木材의 含水率과 處理當時의 溫度등은 모두 同一한 條件에서 이루어졌기때문에 이와같은 浸透率의 差異는 藥劑의 濃度에서 오는 것으로 생각된다. 一般的으로 水溶性 防腐劑를 diffusion process 에 適用할 때의 藥劑의 濃度は 1:1 의 比率를 推薦하고 있다. 7) 15) 本實驗에서는 Malenit 의 경우는 1:1 의 比率를 適用하였으나 chromated zinc chloride 의 경우는 高濃度에 있어서의 浸透도를 比較하기 위하여 1:1.5 의 比率를

**Table 20** Relationship between diameter and period covered (Malenit, *Pinus densiflora*)

Diameter (cm)	Period covered (days)							
	15		30		45		60	
	ALP *	PR *	ALP	PR	ALP	PR	ALP	PR
	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
9	14.6	57.0	19.0	76.0	21.2	89.1	27.4	99.3
15	16.4	37.8	19.2	47.1	22.0	44.5	25.8	65.5
21	17.0	29.0	20.8	34.0	23.4	39.4	27.6	48.4

Note : \*ALP: Average of length of penetration, \*\*PR: Penetration rate

Table 21 Relationship between diameter and period covered (Chromatezinc chloride, *Pinus densiflora*)

Period covered (days)	15		30		45		60	
	ALP	P R	ALP	P R	ALP	P R	ALP	P R
	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
9	8.4	33.9	15.0	56.0	12.6	49.6	20.2	75.9
15	8.8	19.8	13.8	30.0	13.8	31.4	19.0	45.0
21	9.2	14.8	13.4	24.7	16.0	27.2	19.0	31.4

Note : \* ALP : Average of length of penetration , \*\* Penetration rate

適用한바 結果적으로 浸透도가 鈍화된 것이 아닌가 推理된다. 또한 Malenit의 致死藥劑度는<sup>20) 20) 12)</sup> 0.25%이며 chromate zinc chloride의 경우는 0.35%로서 有効致死濃度の 藥劑가 充分이 浸透된 것으로 判斷된다.

둘째 徑級別에 따른 防腐劑의 浸透도를 보면 表에 보는 바와 같이 어느 防腐劑의 경우나 어느 被覆期間에 있어서나 徑級에 따라 藥劑가 木材內部로 浸透된 깊이는 比例하여 增加하였다. 그러나 邊材幅에 對한 藥劑浸透도의 比率는 徑級에 따라 反比例現象을 나타내고 있다. 一般적으로 徑級이 커지면 邊材의 幅도 比例하여 커지는 傾向이 있으나 이것도 어느 限度에 가면 반드시 一致하지는 않는다는 것이 通例가 되어 있다.<sup>9) 10)</sup>

따라서 徑級에 比例하여 藥劑의 浸透깊이가 커졌다는 것은 邊材量의 差異에 起因하는 것으로 推理된다. 즉 徑級 9cm의 供試材는 平均 邊材幅이 약 25mm이며 徑級 15cm인 경우는 平均 약 42mm 그리고 徑級 21cm의 경우는 平均 약 57mm가 되어 있다. 이와같이 徑級이 클수록 邊材幅이 커졌다. 이것은 邊材量에 比例하여 藥劑浸透가 增加한다는 一般적인 傾向과 一致하는 것이다.<sup>19) 13)</sup>

이와는 反對로 邊材幅의 넓이와 藥劑의 浸透比率는 徑級이 커질수록 減少하였는데 이것은 藥劑浸透能率이 깊이 들어감에 따라 鈍化되는 現象이거나 아니면 一定濃度の 藥劑가 一定期間 浸透하여 들어가는 被浸物의 容積은 거의 一定한 것이 아닌가 推理된다. 따라서 直徑이 작으면 浸透되는 깊이는 깊어지고 直徑이 크면 反對로 浸透되는 깊이는 얕아지는 結果를 招來하는 것으로 생각된다.

세째 防腐劑處理가 끝나면 直時 處理木을 一定한 높이로 쌓고 被覆을 하여 一定期間을 放置하여 藥材의 材內 浸透를 시키는바 이 被覆期間에 따른 藥材의 浸透도를 보면 表(21) (22)에서 보는바와 같이 어느 藥劑의 境遇나 어느 徑級에 있어서나 모두

被覆期間이 길수록 藥劑의 浸透도는 增加하는 現象을 나타냈다. 즉 malenit 처리의 경우 徑級 9cm에서 15日間 被覆한 것은 14.6mm, 30日間 被覆한 것은 19.0mm, 45日間 被覆한 것은 21.2mm, 60日間 被覆한 것은 27.4mm 등등으로 被覆處理期間이 길수록 浸透도는 커졌다. 이와같은 結果는 被覆處理의 目的이 木材內의 水分蒸發을 防止하고 藥劑의 材內擴散浸透作用을 繼續促進시킬수 있는 狀態를 維持시키려는데 있으므로 可能한 最大擴散作用이 이루어지려면 그 期間이 길수록 좋은 結果가 나타날 것이 豫想된다. 그러나 그 限度에 關하여서는 繼續研究가 必要할 것이다.

넷째 다음에 處理할 木材의 含水率이 藥劑浸透와 어떠한 關係가 있을 것인가?를 알기 위하여 實驗한 結果를 보면 Fig 1에 보는바와 같이 含水率이 높을수록 防腐劑의 浸透도가 增加하였다. 이와같은 現象은 一般적인 物理化學的 傾向과 一致되는 것으로 擴散作用은 接觸되는 相對液의 濃도와 큰 關係가 있기 때문에 木材內의 水分이 많을수록 擴散하여 들어가는 程度도 커질것은 疑心의 餘地가 없을 것으로 생각된다.<sup>18) 4)</sup> 다만 木材內에 包含되어 있는 水分이기 때문에 純粹한 물과는 다르다는 點이 없지 않으며 擴散되며 浸透되어 가는 藥液의 濃도등에 對하여서는 더많은 研究가 必要할 것으로 생각된다.

以上 소나무의 경우 處理에 使用된 防腐劑間의 浸透 差異나 供試材의 徑級에 따른 浸透도의 差異 그리고 被覆처리 期間에 따른 浸透도의 差異 그밖에 處理材의 含水率과 藥劑浸透도와의 關係등을 比較考察하여 보았다. 이와 같은 여러要因間의 關係를 알아보기 위하여 分散分析한 結果 表(4)에서 보는바와 같이 高度의 有意差를 나타낸 경우가 많았다.

#### 4.2. 일본잎갈나무 (*Larix leptolepis*)의 경우

結果에서 나타난 要因別 擴散浸透도를 보면 다음 Table 22 및 23과 같다.

**Table 22** Relationship between diameter and period covered (Malenit, *Larix leptolepis*)

Diameter (cm)	15		30		45		60	
	ALP	P R	ALP	P R	ALP	P R	ALP	P R
Period covered (days)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
9	18.2	112.3	19.2	128.0	22	124.2	24.0	141.2
15	16.6	102.5	18.4	121.1	19	150.0	22.2	129.1
21	18.0	93.8	19.4	82.2	21	130.5	24.2	115.2

Note : \*ALP :Average of length of penetration, \*\*PR:Penetration rate

**Table 23** Relationship between diameter and period covered (Chromated zinc chloride, *Larix leptolepis*)

Diameter (cm)	15		30		45		60	
	ALP	P R	ALP	P R	ALP	P R	ALP	P R
Period covered (days)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
9	9.4	53.4	15.2	100.0	14.4	100.2	17.8	100.1
15	8.8	71.0	12.6	106.8	16.6	100.1	16.2	112.2
21	9.6	49.0	13.6	71.6	17.6	108.6	17.6	102.3

Note : \*ALP :Average of length of penetration, \*\*PR :Penetration rate

Table 22 23에 나타난바와 같이,

첫째 :防腐劑別 木材內 浸透度는 어느 徑級에 있어서나 어느 被覆期間에 있어서나 모두 malenit, chromated zinc chloride 보다 더 깊이 浸透하였다. 이것은 소나무의 경우와 거의같은 傾向을 나타냈으며 그 邊材內 浸透長도 거의 比等한 量이다. 一般적으로 防腐劑의 材內 擴散浸透度는 소나무와 일본잎갈나무의 경우 거의 같거나 때로는 잎갈나무류가 心邊材의 區別이 없이 소나무보다 더 容易하게 藥劑가 浸透한 것 같이 보인다. 이것은 木材構造와 含水量등 여러가지 要因에 起因하는 것으로 생각되나 本實驗의 結果는 邊材幅이 소나무에 比較하여 좁은 관계로 邊材幅과 浸透長과의 比率에 있어 일본잎갈나무가 높게 나타났으나 實際 浸透長은 소나무의 경우가 컸다. 즉 一般적으로 일본잎갈나무는 소나무보다 浸透가 어렵다.

둘째 :處理材의 徑級에 따른 藥劑의 浸透度는 Table 22 23에 나타난 바와 같이 어느 防腐劑의 경우에 있어서나 또는 被覆處理期間에 있어서나 徑級別 差異가 뚜렷하게 나타나지 않았다. 이와같은 結果는 소나무의 경우와는 對照的이었다. 소나무와의 差異는 邊材幅에 있어 各 徑級이 일본잎갈나무는 모두 소나무의 邊材幅보다 심히 좁았다. 그리고 徑級別 邊材幅에 큰 差異가 없었다. 이것이 곧 藥劑浸透度에 影響하여 各 徑級別 浸透度에 큰 差異가 없었던 것으로 생각된다. 일반적으로 잎갈나무류는

그 解剖學的 構造에 特異性이 있고 樹脂含有量도 많아 소나무와는 性質上의 差異가 있으며 특히 邊材와 心材 사이에 吸收能率이 差異가 別로 없는 group에 屬하고 있다. 本實驗結果에서도 邊材와 心材에 따른 藥劑의 浸透差異가 分明치 않았다. 이와같은 理由에서 인지 일본잎갈나무의 경우 徑級差異에 不拘하고 藥劑의 浸透度에 별 差異는 發見할 수 없었으나 邊材幅에 對한 藥劑浸透長의 比率은 malenit의 경우 거의 100%였으며 chromated zinc chloride의 경우도 被覆期間 15일의 경우를 除外하고 거의 100%였다.

세째 :다음에 被覆處理期間別 防腐劑의 浸透도를 보면 어느 藥劑의 경우에서나 어느 徑級에 있어서나 모두 被覆期間이 길면 길수록 防腐劑의 浸透도는 增加現象을 나타냈다. 이와같은 傾向은 소나무의 경우와 比等하였다. 즉 malenit의 경우 處理材 9 cm 직경에서 15日間 피복한 것은 防腐劑浸透長이 18.2 mm였으며 30日間 피복한 것은 19.2 mm, 45日間 피복한 것은 22.6 mm, 60日間 피복한 것은 24.0 mm 등으로 被覆處理期間에 比例하여 藥劑의 浸透도는 增加하였으며 특히 注目을 끄는 것은 邊材幅에 對한 浸透長과의 比率이 malenit의 경우는 16日間만 넘어도 100%에 達한 경우가 나타났으며 Chromated zinc chloride의 경우는 30日間만에 100%에 達한 것이 나타났다. 이 점은 잎갈나무의 特異한 點이라 하겠다.

넷째 : 다음에 處理材의 含水率과 防腐劑의 浸透度와의 關係를 檢討하기 위한 그 結果를 보면 그림(2)와 같으며 그 傾向은 소나무의 경우와 같았다. 즉 含水率이 높으면 防腐劑의 浸透도는 높아갔으며 그 關係는 直線的인 關係로 나타났다.

以上 모든 因子間의 關係를 分散分析에 依하여 檢

討하여 본 結果는 모두 有意性이 있는 것으로 나타났다. Table 6 參照

4.3. 상수리나무(*Quercus acutissima*)의 경우

處理結果에서 나타난 各 要因別 防腐劑浸透도는 다음 Table 24 25와 같다.

Table에 나타난 바와 같이

Table 24 Relationship between diameter and period covered (Malenit, *Quercus acutissima*)

Period covered (days)	15		30		45		60	
	ALP*	PR**	ALP	PR	ALP	PR	ALP	PR
Diameter (cm)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
9	13.4	57.8	13.6	62.4	18.8	81.0	20.6	104.0
15	14.4	44.7	16.0	54.8	19.6	62.0	22.0	75.9
21	15.6	48.1	17.8	52.7	20.4	66.2	23.0	70.1

Table 25 Relationship between diameter and period covered (Chromated zinc chloride, *Quercus acutissima*)

Period covered (days)	15		30		45		60	
	ALP*	PR*	ALP	PR	ALP	PR	ALP	PR
Diameter (cm)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
9	6.6	31.4	8.4	38.8	8.6	36.8	12.6	58.7
15	7.0	24.3	8.4	33.8	9.8	32.9	13.0	43.3
21	7.2	25.5	9.6	26.7	9.4	31.8	13.0	38.7

Note : \*ALP : Average of length of penetration, \*\*PR : Penetration rate

첫째 : 防腐劑別 浸透도는 어느 處理材의 徑級에서나 어느 被覆處理期間에서나 모두 malenit의 경우와 chromated zinc chloride의 경우보다 더욱 깊이 浸透하여 경우에 따라서는 2배도 더 많이 들어갔다. 이와같은 傾向은 量의 差異는 있으나 소나무와 일본잎갈나무의 境遇와 같았다. 다만 前者에 比較하여 눈에 띄게 浸透도가 下落하였다. 그 理由는 供試材의 處理當時의 含水量이 前二者에 比較하여 적었던 것과 참나무류는 構造上 vessel에 많은 tylosis를 가지고 있어<sup>5)</sup> 이것이 浸透를 더디게하는 作用을 하여 소나무나 일본잎갈나무에 比較하여 藥劑의 浸透가 鈍化된 것으로 推理된다. 즉 處理當時의 供試材의 含水量을 보면 소나무의 경우는 88%, 일본잎갈나무 72%, 상수리나무는 57%로서 가장 적은 含水量이었다. 이와같은 傾向은 本實驗結果에서도 明確히 나타나 있다. (含水量과 藥劑浸透와의 關係參照)

둘째 : 다음 供試材의 徑級別 藥劑浸透도를 보면 Table 24 25에 나타난바와 같이 malenit의 경우는 어느 被覆處理期間에 있어서나 徑級差異에 따라 防腐劑 浸透도에 分明한 差異가 나타나 있다. 그러나

chromated zinc chloride의 경우는 어느 被覆期間에서나 徑級에 따라 藥劑의 浸透도의 差異가 Malenit의 경우에 比較하여 分明치 않은 것이 特徵이다. 邊材幅에 對한 浸透長과의 比率을 보아도 malenit의 경우는 被覆期間의 增加에 따라 增加하였으며 모든 경우에 50%를 넘고 있어 좋은 浸透結果를 나타내고 있으나 chromated zinc chloride에 있어서는 한 경우(9cm경에 60일 피복)의 例外가 있을뿐 모든 경우에 50%에 미달하여 그 實効性이 적어 보인다.

세째 : 다음에 被覆處理의 期間에 따라 防腐劑의 浸透도가 어떻게 變化하였는가를 보면 어느 藥劑의 경우나 또는 어느 徑級에 있어서나 모두 被覆期間이 길수록 防腐劑의 浸透도는 增加하였다. 이와같은 傾向은 增加하는 率에 差異는 있으나 소나무, 일본잎갈나무등과 같은 傾向이라 할 수 있다. 다만 邊材幅에 對한 浸透長과의 比率이 chromated zinc chloride의 경우는 60日間을 경과하여도 50%에 미달한 것이 많았다는 것은 注目된다.

넷째 : 다음에 供試材의 含水率과 防腐劑의 浸透도의 關係를 보면 Fig 3과 같이 直線的關係를 나타

있다. 즉 水分量이 많으면 많을 수록 防腐劑의 浸透는 컸다. 이와같은 傾向은 소나무, 일본잎갈나무에 서도 나타났으며 一般의인 傾向과 같은 것이다.

以上 여러 因子間的 關係를 分散分析하여 보면表

(8)에 나타난바와 같이 有意性을 認定할 수 있다.

4. 4. 서나무(*Carpinus laxiflora*)의 경우

實驗에서 얻어진 各 要因에 따른 防腐劑의 擴散浸透度를 綜合하면 다음 Table 26 27과 같다.

Table 26 Relationship between diameter and period covered (Malenit, *Carpinus laxiflora*)

Period covered (days)	15		30		45		60	
	ALR*	PR**	ALP	PR	ALP	PR	ALP	PR
	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
9	14.0	-	16.2	-	21.2	-	22.0	-
15	21.6	-	17.2	-	21.0	-	22.0	-
21	12.2	-	17.0	-	19.0	-	22.8	-

Note : \*ALP : Average of length of penetration, \*\*PR : Penetration rate

Table 27 Relationship between diameter and covered (Chromated zinc chloride, *Carpinus laxiflora*)

Period covered (days)	15		30		45		60	
	ALP*	PR**	ALP	PR	ALP	PR	ALP	PR
	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
9	7.8	-	9.4	-	11.0	-	13.5	-
15	7.8	-	9.4	-	11.8	-	14.2	-
21	8.0	-	10.4	-	12.6	-	14.2	-

Note : \*ALP : Average of length of penetration, \*\*PR : Penetration rate

表에 나타난 바와같이

첫째 : 防腐劑에 따른 木材內 浸透度를 보면 어느 경우에 있어서나 Malenit가 chromated zinc chloride 보다 더욱 깊이 浸透되었다. 이 點에 있어서는 其他 樹種의 경우와 同一한 傾向을 나타내고 있다. 다만 같은 潤葉樹인 상수리나무와 比較하였을 때 모든 境遇에 浸透도가 높았다는 것은 處理當時의 供試材 含水率이 서나무에 있어서 더 높았다는데 起因하는 것으로 생각된다. 그밖에 참나무와 서나무는 해부학적 또는 물리적 성질에 差異가 있으므로<sup>5)</sup> 이와 같은 異差가 더욱 浸透도의 差異에 影響하였을 것으로 생각된다. 즉 處理時의 서나무의 含水率은 88%인데 反하여 상수리나무는 57%였다. 또한 處理當時의 含水率이 거의 같은 狀態였던 소나무의 藥劑 浸透도와 比較하면 서나무의 경우가 若干 적은 浸透도를 나타내고 있다. 이와같은 差異는 亦是 針葉樹間的 構造的 差異에 起因하는 것으로 생각된다.<sup>5) 10)</sup> 즉 지금까지 많은 研究結果에 의하면 소나무는 比較的 藥劑나 물이 容易하게 많이 浸透할 수 있는 group에 屬하며 서나무는 약간 힘든 group에 屬한다는 것이다.<sup>10) 20) 21)</sup> 특히 서나무의 경우는 心材와 邊

材의 區分이 잘 안되며 邊材幅의 測定이 不可能하였다.

둘째 : 供試材의 徑級에 따른 防腐劑의 浸透度를 檢討하면 表에 나타난 바와 같이 徑級에 따른 浸透도의 差異가 다른 樹種에서와 같이 分明하지 않다. 즉 malenit 處理의 境遇 徑級이 9cm인 경우는 14.0mm인데 15cm 徑급에서는 12.6mm로 오히려 9cm 徑급에서 浸透도가 높았다. chromated zinc chloride의 境遇도 이와 거의 같은 傾向을 나타내고 있다. 徑級 15cm와 21cm의 境遇를 比較하여 보아도 큰 差異를 發見할 수 없다. 이것은 서나무의 해부학적 特性으로 보아 邊材間的 藥劑浸透도에 差異가 적은 樹種에 屬하고 있다는 點에서 理解가 간다. 즉 다른 수종에서는 徑級에 따라 邊材幅에 差異가 있었고 邊材幅이 크면 浸透長은 比例하여 컸으나 邊材幅과 浸透長과의 比率는 反對로 徑級이 클수록 적었다. 이와같은 關係를 서나무에서는 찾아볼 수 없는 理由가 바로 心邊間的 差異가 적은데 있다고 생각한다.

셋째 : 被覆處理의 期間에 따른 防腐劑의 浸透度를 觀察하면 어느 防腐劑를 使用하였을 때나 어느 徑

級에서나 모두 被覆期間이 길면 길수록 藥劑의 浸透도는 增加하였다. 이와같은 傾向은 다른 樹種의 경우와 同一한 傾向이라 하겠다.

넷째 : 供試材의 含水率이 藥劑浸透에 미치는 關係를 보아도 亦是 含水率이 많으면 많을수록 浸透도가 높아졌다. 이 關係를 나타낸다. 이와같은 傾向은 例外없이 모든 樹種의 경우 同一한 傾向이라 하겠다.

以上과 같은 要因別 考察結果를 綜合하기 위하여 分散分析을 하여본 結果 Table 10 과 같이 各 因子間에 有意성이 있음을 알 수 있었다.

#### 4.5. 綜合的 考察

以上 各 樹種別로 나타난 結果를 各要因別로 檢討 考察하였으나 이 考察結果를 綜合하여 보면 다음과 같다.

첫째 : 處理에 使用한 防腐劑別 供試材內로의 藥劑 浸透도는 程度의 差異는 찾아볼수 있으나 어느 樹種의 境遇에 있어서도 모두 malenit 가 chromated zinc chloride 보다 浸透도가 높았다.

Malenit 은<sup>7)12)15)20)</sup> NaF(sodium fluoride)를 主成分으로 하여  $\text{CoH}_3(\text{NO})_2\text{OH}$  (dinitrophenol) 과 Sb (antimon)을 混合하여 製造한 防腐劑로서 水溶性이다. 主成分인 NaF는 極히 低溶解性이어서 48℃의 물에 4.4% 정도 溶解한다. 一般的으로 弱한 alkali 性を 띠며 calcium 監이나 또는 magnesium 監 등과 混合하면  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{N}_2\text{F} = \text{CaF}_2 + 2\text{NaHCO}_3$  와 같은 反應을 일으켜  $\text{CaF}_2$ 의 沈澱이 생기며 그 效力을 減少시키는 경우가 있으므로 malenit의 水溶液을 調製할 때에는 硬水を 避하여야 한다.<sup>9) 11)</sup> 그러나 簡易防腐處理에 있어서 使用하기 容易한 防腐劑로서 日本에서 많이 使用되고 있는 防腐劑의 一種이며 우리나라에서도 有望한 種類의 하나다.

chromated zinc chloride<sup>10) 20) 12)</sup>는  $\text{ZnCl}_2$ 를 主成分으로 하여  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 를 混合하여 만든 것이며 zinc chloride ( $\text{ZnCl}_2$ )보다도 leaching 하는 일이 적어서 使用壽命을 延長하는 特徵을 가지고 있다. 美國에서는 널리 使用되고 있는 防腐劑에 屬한다. 一般的으로 高温에서 不溶性沈澱物이 생기는 境遇가 있으므로 160°F 이상으로 加熱하지 않도록 注意하여야 한다. 따라서 使用할 때에는 高温에 오래 曝露할 우려가 있는 場所에는 이와같은 處理木의 使用를 禁하고 있다.

以上과 같이 두개의 防腐劑는 各其化學的인 特性이 있어 木材內의 浸透도에 있어서도 差異가 생겨 malenit chloride 보다 높은 浸透도를 나타내고 있다.

둘째 : 다음 樹種別 방부제의 浸透도를 보면 소나무와 일본잎갈나무등 針葉樹의 경우가 상수리나무와 서나무등 潤葉樹의 境遇보다 浸透結果가 좋은 傾向을 나타내고 있다. 이것은 木材의 構造的 差異와 内部含有物質등에 起因하는 것으로 생각된다.

一般的으로 針葉樹의 構造는<sup>5)</sup> 그 構成要素인 細胞가 homogeneous 인데 反하여 潤葉樹의 構造는<sup>5)</sup> 그 要素인 細胞가 heterogeneous 인 境遇가 많다. 즉 針葉樹는 90% 이상이 tracheid 로 構成되어 있는데 反하여 潤葉樹의 경우는 vessel 를 비롯하여 wood fiber, Parenchyma 등 多様な 細胞가 여러가지로 얽키어 그 組織을 이루고 있다. 또한 防腐劑의 木材內 通路라고도 할 수 있는 膜孔의 數나 크기에 있어서도 tracheid의 경우는 比較的 크고 變化가 적은데 反하여 vessel 이나 wood fiber 등에 있어서는 膜孔의 大小 差異와 變動이 많아 防腐劑의 木材內 浸透가 고르지 않음은 물론 침투가 더딘등의 特性이 있다. 그밖에 많은 潤葉樹의 경우 vessel 內에 生成되는 tylosis 는 vessel 의 液體流通을 斷하는 役을 하므로써 潤葉樹의 藥劑浸透를 阻止하고 있는 일이 많다.<sup>19)</sup>

以上과 같이 針葉樹와 潤葉樹사이에는 構造上에 固有한 特性을 가지고 있으므로 自然 藥劑의 浸透도에도 差異가 나타날 것은 當然한 일이다.

셋째 : 어느 樹種에 있어서나 防腐 藥劑의 種類와 供試材 徑級差異에도 不顧하고 모든 境遇에 被覆處理 期間이 길면 길수록 木材內 擴散 浸透도는 높아졌다. 그러나 初期擴散速度는 處理後 15 日까지가 가장 빨랐고 그後 漸次 鈍化되어 가는 傾向을 나타냈다. 이 現象은 時間이 經過함에 따라 木材表面의 防腐劑의 濃도가 弱해지는 同時에 木材內의 水分量에도 變動이 일어나는 結果가 아닌가 생각된다.

被覆處理 期間은 含水率과 아울러 本處理方法에 있어서 重要な 要因이라 할 수 있다. 이 期間을 말하여 一部 學者들은 養生期間이라고도 한다.<sup>3)</sup>

나 一般的으로 擴散期間이라고 부른다. A memiya의 實驗結果에서는<sup>1)2)3)</sup> 被覆後 3 週日이 經過하였을 때까지는 浸透速度가 相當히 빨랐으나 그후 부터 漸次 鈍化되어 갔다고 한다. 本 實驗에서 보다 浸透期間이 길었는데 이것은 結局 木材表面에 塗布한 防腐劑의 種類와 材種등등 要因의 差에서 結果되는 것으로 생각된다. 즉 時間이 經過함에 따라 木材表面과 内部사이의 防腐劑의 濃度傾斜가 低下되어 가게된다. 一般的으로 濃度傾斜와 擴散速度와는 比例關係를 維持한다. 따라서 浸透速度는 時間이 經

실험에 따라 鈍化現象을 나타낸다. 浸透速度와 處理材의 두께와의 關係에 對하여 Amemiya의 實驗結果를 參考하면 다음과 같다.

**Table 28** Relation between period diffused and thickness of specimen

Thickness (cm)	period (days)
1	10
2	20
3	30
4	40
5	50

以上과 같이 被覆間은 浸透도에 큰 영향을 가지고 있으며 osmose process에 있어서 가장 重要作業의 하나다.

그러면 가장 適當한 期間은 얼마나 되어야 하는가는 一律的으로 말할 수 없다. 그러나 木材의 種類 藥劑의 濃度 處理材의 含水量등에 따라 藥劑가 一定한 浸透도에 到達하여야 함은, 結局 그 浸透도에 到達하는데 必要한 期間이 곧 適當한 期間이라 하겠다. 一般的으로 그 基準이 50%以上이 되어야 하며 그러기 위하여는 적어도 30日程度를 基準으로 하는 例가 많다.<sup>10) 3) 17)</sup>

넷째: 樹種에 따라 방부제의 有效 浸透도에 도달하는데 必要하였던 期間을 보면 malenit의 경우는 어느 樹種에 있어서나 45日에서 20mm程度의 깊이로 邊材幅과 藥劑浸透長과의 比率이 50% 이상의 浸透도를 나타냈다. 그러나 chromated zinc chloride의 경우는 소나무와 일본잎갈나무에 있어서는 45日에서 15mm, 상수리나무와 서나무에서는 60日에 15mm程度로 40% 未達(일본잎갈나무는 50%이상제외)의 浸透도를 나타내며 樹種間에 많은 差異가 있음을 알 수 있었다. 또한 浸透比率로 보면 基準率(50%以上)에 未達狀態로 實用化에 있어 若干 어려운 점이 있기는 하나 계속 연구조사가 必要할 것 같다.

다섯째: 徑級에 따라 防腐劑의 浸透도에 어떠한 現象이 일어났는가를 보면 어느 樹種에서나 徑級에 따라 많은 差異가 있었다. (단 상수리나무의 chromated zinc chloride 처리는 不分明) 즉 徑級이 크면 클수록 表面으로부터 浸透되는 깊이는 增加하였으나 反對로 邊材幅에 對한 방부제의 浸透長과의 比率은 적어 졌다. 즉 徑級이 크면 클수록 이 藥劑浸透의 比率은 減少된 것이다.

一般的으로 邊材率은 木材의 直徑이 크면 클수록 減少되거나 直徑의 增加率과 同率을 維持한다.<sup>5) 10)</sup> 또한 邊材內로 藥劑가 浸透하는 率은 心材보다 比較的 크다. 그러나 樹種에 따라서는 즉 솔송나무, 잣나무, 가문비나무와 같은 境遇는 邊材 못지 않게 藥劑浸透가 어렵다. 한편 소나무의 一部 잎갈나무, 참나무류, 서나무등의 경우는 心材라하여도 邊材 못지 않게 藥劑浸透가 容易하다. 邊材가 心材보다도 浸透率에 있어서 높다는 것은 一般的으로 邊材에서 心材로 變化하여 가는 동안에 생기는 해부학적 또는 物理化學的인 細胞의 性質變化와 따라 생기는 材內沈澱物등의 영향에 그 原因이 있는 것으로 생각된다.

여섯째: 木材의 含水率과 防腐劑의 浸透도와의 關係를 보면 어느 樹種에 있어서나 含水率이 높으면 높을수록 藥劑의 浸透도는 높아 졌다. 그 程度는 樹種에 따라 差異가 나타났다. 一般的으로 平均 含水率이 높은 境遇보다 表面含水率이 높을때 材內 擴散浸透 速度는 빨라 진다고 한다.<sup>18) 17)</sup> 平均 含水率이 50%以上인 경우라도 表面含水率이 30%인 경우는 浸透結果는 甚히 좋지 않았다 한다. 本實驗에서의 各樹種의 處理當時 含水率은 表面에서 50%以上이 維持되었다. 그러나 含水率이 藥劑浸透도에 미치는 영향을 알기 위하여 調濕된 含水率은 20%에서 50%까지로 하였던바 亦是 20%~30%경우는 그 浸透도가 좋지 않았다.

木材內 水分은 약제의 木材內 擴散浸透를 促進하는 作用을 하기 때문에 많은 學者에 依하여 밝혀진 바와 같이<sup>10) 18)</sup> osmose process에서 피복처리 시간과 더불어 重要한 因子라 하겠다. 特히 藥劑는 木材內 自由水中으로 擴散浸透하여 가는 것이므로 自由水가 많으면 많을 수록 浸透가 易容하여 短時間에 木材內 깊이 浸透할 수 있다. 따라서 含水率이 높으면 擴散處理에 좋은 結果를 얻을 수 있다는 것은 두말할 나위도 없다. 그러나 水分이 增加한다고 無作定 浸透도 따라 增加하는 것이 아니라 거기에는 比例限度가 있다는 것을 Schulze와<sup>18)</sup> 같은 사람은 말하고 있다. 이說에 依하면 含水率이 70%以上이 되면 含水率의 增加에도 不拘하고 浸透速度는 별로 增加되지 않는다고 한다. 反對로 含水率이 fiber saluration point (30%)以不에서는 藥劑浸透가 아주 不良하며 長期間 被覆處理하여도 實用的인 價値를 얻을 수 없다고 한다. Amemiya의 實驗結果를 보면 本實驗의 경우와 같이 含水率 20%에서 50%사이에 있어서 含水率과

모두 直線關係를 나타내고 있다. 그러나 亦是 低含水率(30%以下)의 境遇는 그 浸透率이 아주 不良하여 實用化 價値가 없다. 따라서 osmose process 를 適用하여 木材를 防腐處理 할때는 무엇보다도 初期 木材表面 含水率을 높이 維持할 것과 被覆處理 期間을 適當히 유지하여야 할 것이다.

## 5. 結 論

考察에서 論護된바와 같이 本實驗에서 얻어진 結果에 따라 結論을 말하면 다음과 같다.

1) 모든 樹種에 있어서 防腐劑의 種類에 따른 木材內로의 藥劑 浸透度는 malenit의 浸透도가 chromated zinc chloride의 浸透도보다도 컸다.

2) 樹種別 防腐劑의 浸透도를 보면 소나무와 잎갈나무등 針葉樹의 경우가 상수리나무와 서나무등 潤葉樹의 경우보다도 浸透結果가 좋은 傾向을 나타내고 있다.

3) 어느 樹種에 있어서나 防腐劑의 種類와 供試材의 徑級差異등에 不顧하고 모든 경우에 被覆處理期間이 길면 길수록 木材內로의 防腐劑의 擴散浸透도는 높아졌다. 擴散速度는 處理後 15日경 까지 가 빨랐으며 그 後에는 時間經過와 더불어 鈍化現象을 나타냈다.

4) 樹種別 防腐劑의 有效浸透도에 도달하는데 所要한 期間을 보면 Malenit의 境遇에 어느 樹種에 있어서나 45일에서 20mm 程度의 깊이로 邊材幅과 防腐劑 浸透長과의 比率이 50% 以上の 浸透도를 나타냈다. 그러나 chromated zinc chloride의 境遇는 소나무와 잎갈나무에 있어서는 45일에서 15mm 程度의 깊이로 浸透되었고 상수리나무와 서나무의 경우는 60일에서 15mm 程度의 깊이로 모두 邊材幅과 防腐劑 浸透長과의 比率이 40%未達(일본잎갈나무의 50%以上 例外)의 浸透도를 나타내어 樹種間에 많은 差異가 있음을 알 수 있었다. 一般的으로 浸透率이 50%以上이면 實效性이 큰 것으로 되어 있다.

5) 供試材의 徑級에 따른 防腐劑의 浸透도는 어느 樹種에 있어서나 어느 藥劑의 경우나 또는 어느 被覆處理期間에서나 모두 徑級이 크면 클수록 木材表面으로 부터 內部로 浸透되는 깊이는 컸으나 反對로 邊材幅에 對한 防腐劑의 浸透長의 比率은 적어졌다.

6) 供試材의 含水率과 防腐劑의 浸透도의 關係를 보면 樹種間에 程度의 差異는 있으나 어느 樹種

에 있어서도 含水率이 높아지면 높아질 수록 藥劑의 浸透도는 컸다.

7) 本實驗 結果에 따르면 osmose process와 防腐劑中 malenit는 木材의 簡易防腐處理에 實用化의 可能性이 큼을 알 수 있었다

## 參 考 文 獻

1. Amemiya, S. (1955): Bulletin of G. F. E. S. No. 82: 45-56
2. ——— (1961): Bulletin of M. K., No. 7: 183-189
3. ——— (1955): Bulletin of M. K., No. 8: 1-7
4. Baechler, R.H. (1941): Resistance to leaching and decay protection of various precipitates formed in wood by double diffusion, Proc. A. W.P.A., 37: 23-31
5. Brown, H.P., Panshin, A. J. & C. C. Forsaith (1949): Text book of wood technology Vol. 1
6. Buro, A & G, Becker, (1956): Holz als R. U. W. 14: 388-403
7. Damura, T. (1952): Wood preservation (Mokusai Boufoo) Tokyo Asakura Book Co.: 40-41
8. Harkom, J. F. (1939): Wood preservation research, a review of work in progress at the. F.P.L. of Canada, Proc. A. W. P. A. 35.: 306
9. Hedenlund, Einar (1924): Swedish methods of impregnating poles, Elec. World, 83.: 373-375
10. Hunt, G. M. & G.A. Garratt, (1953): Wood preservation.: 184-188, 215-254
11. Inowoee, Y.U. (1972): 木材の劣化と防止法, 森北出版; 92-101
12. Kagita, Sigeru, (1967): Wood engineering (Mokusai Gogaku), Tokyo, Yokends.: 537-545
13. Maclean, J.D. (1929): Absorption of Wood preservatives should be based on the dimension of the timber, Proc. A. W. P. H.: 129-141
14. ——— (1953): Manual on preservative treatment of wood by pressure, USDA, Pub. 224
15. Mokusali-Hosong Handbook (1961): Tokyo, Published by Nippon mokusai gako kijutz kyokai.: 161-163



16. Nettles, W.C., Stewart, G.H. & W.J. Barker (1950): Longer life for fence posts, Clemson Agri. Coll., E.C. 262 (rev.)
17. Nishimoto, G. (1961): Bulletin of M.K. No. 7: 183-189
18. Schulze, B. & G. Theden (1950): *Holzforschung* 4: 79-107
19. USDA (1952): Preservative treatment of wood by pressure methods, Agriculture handbood No. 40
20. Wood Industry Handbook (1958): G.F.E.S., Meguro, Tokyo.: 658-660, 676-677
21. Wood Industry Handbook (1973): Revised: 784-786
22. Wentling, J.P., and Committee: 1942 Report of Committee 5-5-2-Poles, nonpressure treatment, proc. A.W.P.A., 38: 401-407.