

韓國產 잣나무의 펄프화에 관한 研究(I)¹
— 熱處理가 크라프트 펄프화에 미치는 影響 —

朴 鍾 烈²

Studies on the Pulping of the *Pinus koraiensis* Sieb. et
Zucc. Grown in Korea (I)¹

— Effect of Heat Treatment of Chip on the Kraft Pulping —

Chong Yawl Park²

要 約

本 研究는 우리나라 主要 長期造林樹種에 包含되어 있는 잣나무의 펄프資源화를 위한 一環으로, 크라프트 펄프화時 發生될 수 있는 pitch trouble을 減少시키기 위하여, 칩을 溫度別(40, 50, 60°C) 및 時間別(1, 3, 5, 7日)로 熱處理를 實施하고, 그에 따른 樹脂含量과 종이의 物理的 性質을 調査하기 위하여 遂行되었다. 本 研究 結果로 40°C로 熱處理한 것이 人工造林木 및 天然林木에 對하여 모두 收率 및 樹脂含量에 있어서 가장 좋은 結果를 보였으나, 다른 性質은 거의 改善되지 않거나, 또는 오히려 악화되는 結果를 招來하였다. 종이의 強度的 性質은 處理條件에 따라 다른 效果를 나타내어, 實用화를 위해서는 原料, 펄프화法 및 펄프의 用途에 따라 適切한 熱處理 條件을 選擇하므로써, 樹脂含量 및 펄프품질면에서 가장 바람직한 效果를 얻을 수 있을 것으로 期待된다.

ABSTRACT

This study was carried out to find the effect of heat treatment on the pitch content and the properties of the kraft pulp produced from *Pinus koraiensis*. In the results of this experiments, the heat treatment with 40°C showed the best result in the yields and the pitch contents of kraft pulp of the woods from both artificial and natural stands. Other properties, however, were not improved. They were rather deteriorated with heat treatment. Therefore, it needs to select the heat treatment conditions according to the properties of raw material, the pulping methods and the final use of pulp.

Key words: *Pinus koraiensis*; kraft pulp; pitch content; heat treatment; physical properties of paper.

緒 論

우리나라는 繼續的인 經濟開發 5 個年計劃의 推進에 따른 눈부신 經濟成長과 더불어 GNP 水準 亦是 눈에 띄일만큼 높아짐에 따라 國民 1人當 紙類의

消費量은 每年 놀라운 速度로 增加되고 있다. 그러나 펄프生産에 使用 가능한 木材의 蓄積量은 너무나 貧弱하여 펄프의 大部分을 輸入에 依存하고 있으며, 그 一部는 國產 소나무 및 輸入칩을 利用하여 國內에서 生産 供給하고 있는 實情이다. 특히 外國에 많은 負債를 지고있는 우리나라에서 每年 數億달러의

¹ 接受 8月 29日 Received August 27, 1983.

² 慶尙大學校 農科大學 College of Agriculture, Gyeong sang National University, Jinju, Korea.

* 本 研究는 1982年 文敎部 學術研究助成費 支援에 의하여 遂行되었음.

外貨(82年 現在 約 3億달러)를 펄프 및 古紙 輸入에 浪費해야 한다는 것은 注目해야 할 일이다. 따라서 이러한 問題點들을 改善하기 위해서는 現在 펄프用材로 使用되지 않고 있으며, 充分한 蓄積量을 지니고 있는 樹種의 利用開發 및 非木材資源의 利用에 對한 研究가 切實히 要求되고 있다.

따라서 우리나라 全域에 分布되어 있으며 比較的 成長이 良好하고 材質이 좋아 長期造林樹種으로 選定되어 繼續 造林이 實施되고 있는 잣나무의 利用은 이와 같은 問題點을 解決하기 위한 하나의 方法이라 할 수 있다. 그러나 특히 소나무類는 樹脂 含量이 많아 펄프 및 종이 製造時 pitch trouble을 惹起시키기 때문에 이들의 펄프用材로서의 使用에 큰 沮害要因이 되고 있는데, 잣나무 亦是 樹脂分이 많기 때문에 이에 對한 根本的인 問題를 解決하지 않으면 使用이 困難하다.

外國에서는 이미 오래전부터 pitch trouble에 對한 研究가 實施된 바, Rapson¹⁾은 viscose rayon process에서 樹脂가 惹起시키는 問題點을 解決하기 위하여 鹽素處理, 알칼리抽出 및 二酸化鹽素處理가 펄프내의 樹脂含量에 미치는 影響을 調査하였고, Nishida等¹⁰⁾은 樹指障害를 減少시키기 위한 方法을 開發하기 위해 赤松침을 乾燥시켜 各 乾燥期間에 따른 樹脂의 特徵을 調査하고, 樹脂의 組成을 分析하였다. 闊葉樹 樹脂에 對한 研究⁹⁾도 이미 실시되었는데, 이 研究結果에 依하면 樹脂의 性質 및 含量은 樹種에 따라 다르고, 分布는 거의 大部分이 ray parenchyma cell에 되어 있고, longitudinal parenchyma에도 少量 存在하는 反面에 針葉樹의 경우는 longitudinal과 transverse parenchymatous cell, resin canals 및 이들에 隣接한 薄膜細胞 등에 分布하며, 이들을 減少시키기 위한 方法으로는 乾燥, 蒸解, 微細分의 除去, 酸化處理 및 surfactant 등이 使用될 수 있다. 침의 貯藏에 依해서도 pitch 含量을 줄일 수 있는데, 이미 報告된 結果에 依하면^{2, 3)} 伐木時에는 sapwood의 抽出物 含量이 heartwood보다 많으나 貯藏하는 동안 急速히 sapwood의 dichloromethane 抽出物 含量이 heartwood의 것보다 적어졌다. 또한 貯藏하는 동안의 溫度에도 影響을 받아 高溫으로 處理하는 것이 低溫으로 處理한 것보다 부후에 對한 影響은 적게 받으나 蒸解時間이 길어지며, 乾燥를 실시함에 따라 펄프收率도 감소한다.

國內에서는 이문철等⁷⁾이 國産材의 크라프트 펄

프화에 對하여 研究하였으며, 황병호^{4, 5)}는 韓國産 잣나무의 化學組成份에 對하여, 강하영等⁶⁾은 韓國産 잣나무 樹脂의 化學的 性質에 對하여 研究를 實施한 바 있으나, 아직까지 잣나무의 크라프트 펄프화에 있어서 pitch trouble에 關한 研究는 전혀 實施된 바 없다. 따라서 本 研究는 잣나무의 펄프資源화를 위한 方法으로 침의 熱處理가 크라프트 펄프화에 미치는 影響을 調査하여 그 基礎資料를 提供코자 實施되었다.

材料 및 方法

1. 供試材料

本 實驗에 使用된 잣나무는 지리산 중봉과 하봉 사이의 海拔 1,100~1,200 m에서 生育하고 있는 天然林과 海拔 600~700 m의 慶南 山淸郡 三壯面 所在의 慶尙大學校 附屬演習林內에 人工植栽된 人工林에서 各各 優勢木 3本씩 採取하였다.

2. 實驗方法

(1) 供試材 性質 調査

供試材의 比重은 地上에서 1 m 및 2 m 部位에서 3cm 두께의 圓板을 採取하여 1ℓ 메스실린더에 들어갈 수 있는 크기로 切斷한 다음 室溫의 물에 48時間 沈積시켜 확장지로 물을 除去한 다음 1ℓ 메스실린더 中의 물에 잠기게 하여 容積을 測定한 다음 105 ± 2°C에서 무게가 恒量에 達할때 까지 乾燥시킨後 全乾무게를 測定하여 求하였다.

纖維長 및 纖維幅은 1.5 m 部位에서 圓板을 採取하여 光學顯微鏡을 利用하여 200回 測定을 實施하고 그 算術平均을 求했다.

木材의 化學組成 分析은 침을 製造하기 위해 2.5 cm 두께로 圓板을 잘라낼 때 나온 톱밥을 實驗室用 木粉製造機로 粉碎한 후 40~60 mesh의 木粉을 採取 陰乾시킨 후 冷水 및 溫水抽出物(TAPPI Standard T 207 os-75), 1% 鹽基抽出物(T 212 os-76), 알코올-벤젠 抽出物 및 Dichloromethane 抽出物(T 204 os-76), Klason lignin(T 222 os-74), 全纖維素(酸性 亞鹽素酸 소다法), 페트산(T 223 os-78) 및 灰分(T 15 os-58)에 對한 定量分析을 實施하였다.

(2) 熱處理 및 펄프化

供試材의 性質 調査用 試料를 採取하고 남은 木材를 2.5 cm 두께의 圓板으로 자른 다음 손으로 25

Table 1. Heat treatment condition.

Temperature (°C)	40, 50, 60
Heating time (day)	0, 1, 3, 5, 7

mm×20mm×2mm 크기의 칩을 調製하여 室內에서 2個月間 乾燥시킨 다음 Table 1과 같은 條件으로 恒溫器內에서 熱處理를 實施한 後, Table 2와 같은 條件으로 電氣加熱式 4ℓ 容量의 蒸解釜를 使用하여 各 處理別 3反復 蒸解를 실시한 後 充分히 洗滌하여 10 cut 實驗室用 Flat screen 으로 精漚하고 室內에서 氣乾시켜 펄프收率을 測定하였다.

Table 2. Cooking condition.

Chip (O.D. Weight, g)	400
Active alkali (% as Na ₂ O)	18
Sulfidity (% as Na ₂ O)	20
Max. Temp. (°C)	170
Time to max. temp. (min.)	70
Time at max. temp. (min.)	90
Liquor to wood ratio	4 : 1

3) 펄프의 性質 調査

熱處理가 펄프化에 미치는 影響을 調査하기 위하여 Kett 水分 測定器를 使用하여 펄프 含水率을 測定하여 펄프收率을 計算하고, KAPPA Number (T 236 os-76)와 pitch content (T 204 os-76)를 測定하고, 종이의 物理的 性質을 調査하기 위하여 各 條件別로 製造된 펄프를 實驗室用 beater를 使用하여 保水度 45° SR까지 高해한 後, TAPPI Standard Sheet machine으로 평량 60 g/m²의 종이를 抄紙 (T 205 os-71)한 後 20°C, 60% RH에서 調濕 處理한 後 引張強度 (T 404 os-76), 破裂強度 (T 403 os-76), 引裂強度 (T 414 ts-65) 및 백색도 (T 452 os-77)를 測定하였다.

結果 및 考察

1. 供試材의 性質

本 供試材의 比重은 人工造林木이 0.377, 天然林木이 0.359로써 0.37의 소나무, 0.36의 일본잎갈나무⁷⁾와 비슷했고, 纖維長은 人工造林木이 3.21 mm, 天然林木이 3.19, 纖維幅은 人工造林木이 0.040 mm, 天然林木이 0.039 mm로써 長幅比가 80.25 ~ 81.79에 達하여 100.8의 일본잎갈나무 보다는 낮으나,

78.2의 소나무 보다는 높았다.⁷⁾

供試材의 化學組成成分은 Table 3과 같이 水抽出物 및 全纖維素는 人工造林木이 天然林木보다 많았고, 알코올-벤젠 抽出物, 리그닌 및 灰分 等은 天然林木이 더 많았다. 이상의 組成成分을 考察해 볼 때, 비록 全纖維素는 人工造林木이 다소 높으나, 抽出物 含量이 많기 때문에 펄프收率은 天然林木이 더 높을 것으로 期待되며, 종이의 強度的 性質도 天然造林이 더 좋을 것으로 評價되는데, 이와 같은 現象은 비록 人工造林木이라 하지만 不充分한 管理에서 起因되는 것으로 思料된다. 그러나 Dichloromethane 抽出物은 天然林木이 人工造林木의 約 2倍에 達해 pitch trouble이 많이 發生할 것으로 期待된다.

Table 3. Chemical compositions of sample wood. (Unit : %)

Composition		Classification	
		Artificial	Natural
Extractives	Cold water	4.36	2.78
	Hot water	6.54	5.96
	1% NaOH	18.89	19.59
	Alcohol-benzene	4.64	6.17
	Dichloromethane	2.75	5.07
Holocellulose		75.06	74.67
Klason lignin		28.16	29.26
Pentosan		15.69	16.12
Ash		0.47	0.91

2. 펄프收率

各 熱處理 條件에 따른 펄프收率은 Fig. 1과 같이 處理 및 無處理의 경우 모두 天然林木이 人工造林木보다 約 1~3% 程度 높게 나왔는데 이와 같은 結果는 人工造林木의 抽出物 含量이 많음에서 起因된 것으로 思料된다.

熱處理 溫度別 펄프收率은 人工 및 天然造林의 경우 모두 40°C에서 가장 높았고, 50°C일 때 收率이 가장 낮았으며, 處理時間이 길어짐에 따라 收率이 떨어지는 現象은 Dahm²⁾의 研究 結果와 같은 傾向을 보여 주었으나, 40°C의 경우는 큰 差異를 나타내지 않았다.

이와 같이 熱處理 溫度間에 差異가 생기는 現象에 對한 原因은 아직 發表된 바 없어 이에 對한 研究가 要求되고 있으며, 단지 實驗值로 나타난 結果를 考察해 볼 때, 40°C로 칩을 處理하는 것이 가장 좋

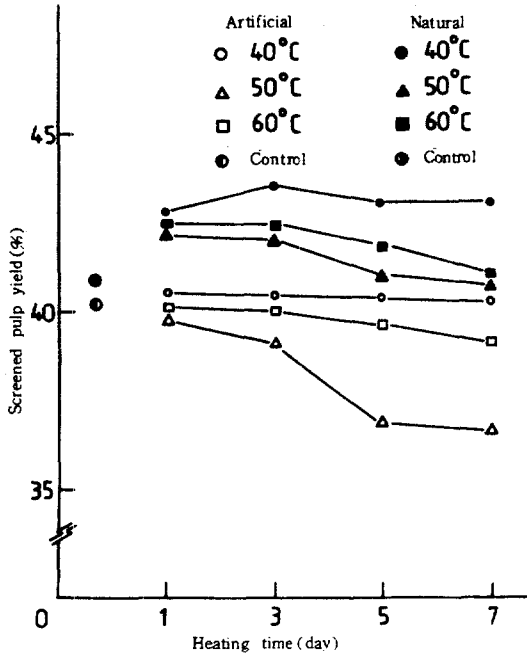


Fig. 1. Effect of heating temperatures and times on the screened pulp yield.

은 結果가 얻어질 수 있음을 알 수 있다.

3. Pitch 含量

Resin 또는 pitch는 木材 抽出物 內에 存在하는 成分, 펄프內에 存在하는 것 및 펄프와 製紙用 機械에 附着되는 成分들에 對하여 일컬어 지는데, 이들의 化學的 性質에 對하여도 아직 자세한 內容이 밝혀져 있지 않다. 一般의으로 resin은 viscose process에서는 表面活性에 좋은 影響을 미치는 것으로 알려져 있으나 그 量이 너무 많으면 溶解用 펄프의 加工 및 製品에 惡影響을 미치기 때문에 보통 0.15 ~ 0.30%로 制限된다. 한편 製紙用 펄프에 있어서는 抄紙機에 附着되거나 거품을 일으키며, 종이에 resin speck을 惹起시키는 外에 filter와 screen의 clogging, bleach-hollander lining 뿐만 아니라 moving metal parts에 附着되어 예기치 않은 汚染을 惹起시키는 등 많은 問題點을 지니고 있다.¹²⁾

알칼리 펄프화에서는 resin, fatty acids 및 그 ester가 soluble soaps로 轉換되고, 이 soap가 resin의 상당량의 unsaponifiable fraction을 乳化(emulsification)시키기 때문에 KP의 경우 SP보다 pitch trouble이 적은 것으로 알려져 있다. 그러나 때때로 centrifugal-cleaner tip, consistency 및 ma-

gnetic-flow meter probe을 막으며, 종이에 dirt speck을 惹起시킨다.¹⁾

따라서 소나무類의 하나인 잣나무를 펄프用材로 使用하기 위해서는 이들 樹脂 含量을 減少시키거나, 그 沮害要因을 除去하는 方法을 開發해야 한다. 木材 펄프內의 樹脂 含量을 減少시키는데 使用할 수 있는 方法에는 木材의 乾燥, 蒸解方法의 改善, 微細分극, 一般 纖維보다 길이가 짧은 방사유세포의 除去, 酸化劑 處理 및 界面活性劑 使用 등의 方法이 있는데,⁹⁾ 本 研究에서는 樹脂含量 減少를 위해서 熱處理 方法을 導入하였다.

熱處理 條件에 따른 펄프內의 樹脂含量은 dichloromethane 抽出物의 量으로 表示한 바 Fig. 2와 같이 天然林木의 펄프가 人工造林木의 것 보다 約 0.10 ~ 0.15% 더 많은 것으로 나왔는데 이것은 天然林木 自體內의 樹脂含量이 더 많은데서 起因된 것으로 생각된다. 各 處理 溫度別 效果를 보면, 人工 및 天然林木의 경우 모두 40°C로 處理한 경우 無處理보다 含量이 적을 뿐만 아니라, 다른 溫度로 處理한 것 보다 더 좋은 結果를 나타내었으며, 人工造林木을 50°C로 處理한 것이 가장 높은 樹脂含量을

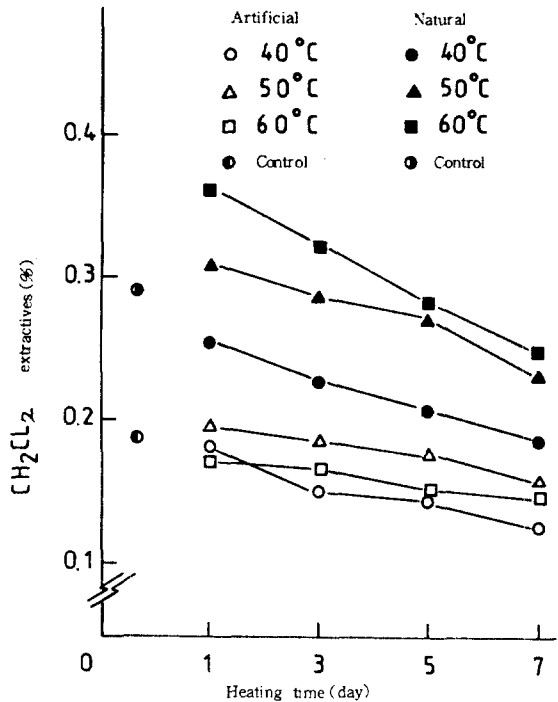


Fig. 2. Effect of heating temperatures and times on the dichloromethane extractives deposit in pulp.

나타난데 비해 天然林木의 경우는 60°C로 처리한 것이 가장 높게 나타난 것은 各造林狀態에서 起因된 化學組成分 및 性質에 起因된 것으로 思料된다. 또한 處理 時間別 效果를 보면 各 處理 모두 時間이 길어짐에 따라 樹脂含量이 점차 떨어져서 7日 處理한 後의 含量은 無處理보다 낮게 나왔다. 이상과 같은 結果는 木材에 熱處理를 했을 경우, 時間이 지남에 따라 樹脂含量이 減少한다는 Dahm의 實驗 結果²⁾와 일치하고 있으나, 그는 단지 木材에 對한 것만 調査를 하였기 때문에 直接的인 比較는 困難하다.

이상의 結果를 考慮할 때, 40°C에서 7日間 處理함으로써 人工造林木으로부터는 0.13%, 天然林木으로부터 0.18%의 樹脂를 含有하는 펄프를 얻을 수 있을 것으로 期待되나, 木材나 칩을 너무 오래 貯藏하면 fatty acids와 resin이 減少되어 이들의 分散劑로서의 作用에 손실을 가져오기 때문에 長期 貯藏은 오히려 逆效果를 줄 수 있다.

4. 脫리그닌

低溫 熱處理가 알칼리 펄프化時 脫리그닌에 미치는 影響에 對하여 研究 報告된 바는 없으나 本 研

究結果 Fig. 3과 같이 人工造林木의 펄프化時는 50°C로 處理할 경우 脫리그닌이 매우 促進되어 가장 좋은 結果를 나타내었으며, 40°C 및 60°C의 경우는 5日 以上 處理하므로써 無處理보다 좋은 效果를 나타내었다. 天然林木의 경우는 處理時期에는 60°C로 處理한 것이 좋았으나 5日 以後는 人工造林木과 마찬가지로 50°C로 處理한 것이 가장 效果가 좋은 것으로 나타났다. 이와 같은 結果에 對하여는 아직 研究된 바 없어 熱處理가 脫리그닌에 미치는 影響에 대한 研究가 必要하다.

5. 백색도

펄프의 백색도는 抽出物과 리그닌에 依해 가장 큰 影響을 받는 것으로 생각되는데, 化學펄프의 경우 대부분이 高溫으로 蒸解가 實施되기 때문에 發生되는 各 成分의 縮合에 의해 惹起되는 것으로 생각된다. 本 實驗結果는 Fig. 4와 같이 天然林木으로 製造된 펄프의 백색도가 人工造林木의 것 보다 훨씬 좋은 것으로 나타났는데, 이와 같은 現象은 木材 抽出物에 주로 起因된 材色에 많은 影響을 받은 것으로 思料된다.

處理 溫度別 效果를 보면, 人工造林木의 펄프는

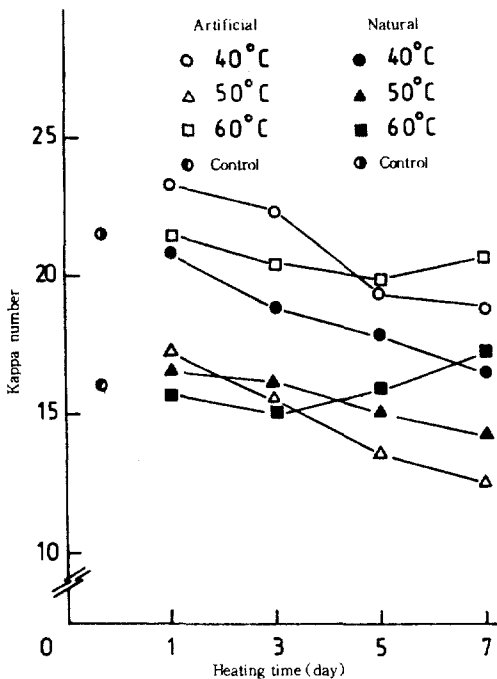


Fig. 3. Effect of heating temperatures and times on the delignification.

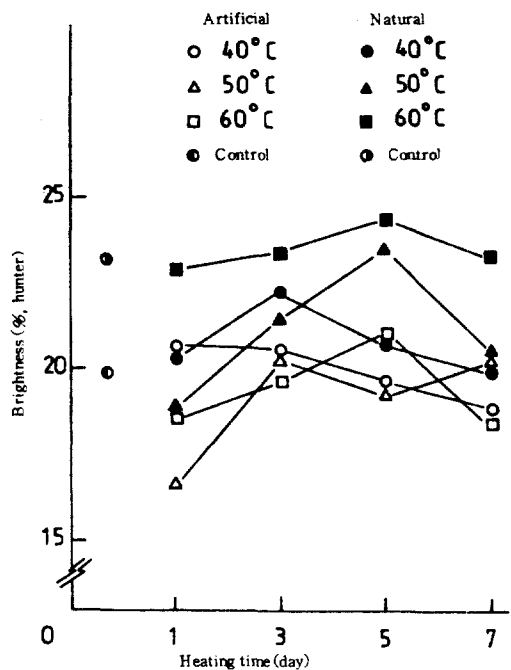


Fig. 4. Effect of heating temperatures and times on the brightness.

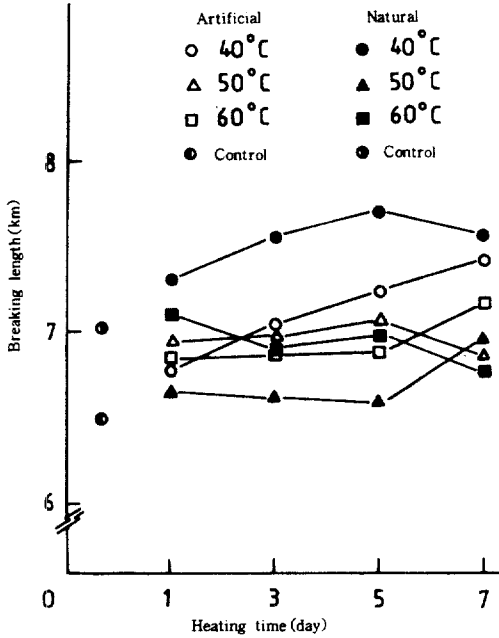


Fig. 5. Effect of heating temperatures and times on the breaking length.

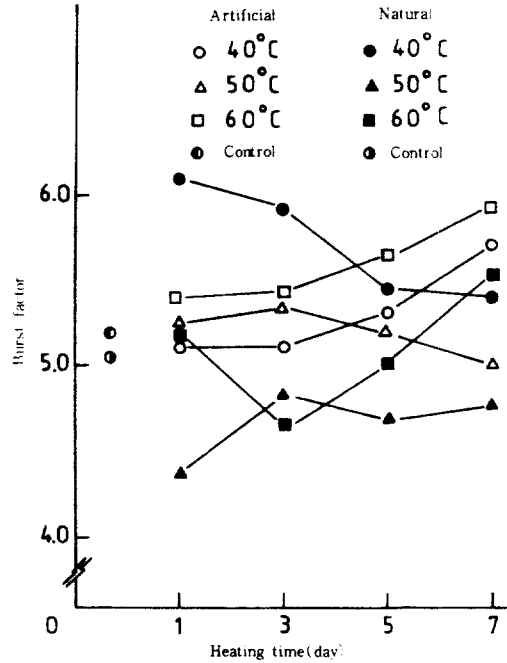


Fig. 7. Effect of heating temperatures and times on the burst factor.

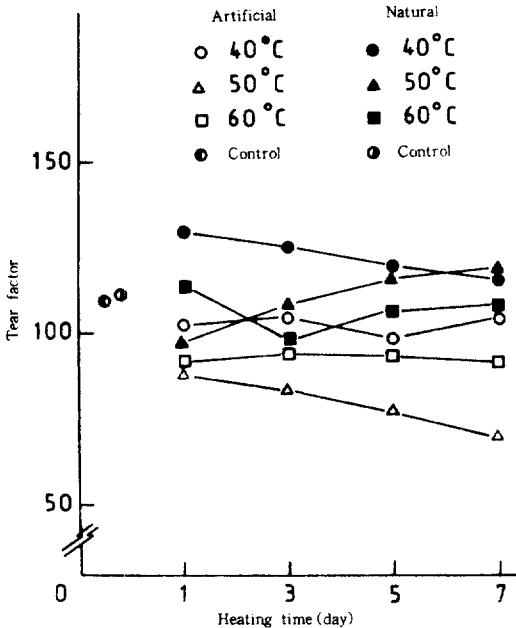


Fig. 6. Effect of heating temperatures and times on the tear factor.

初期에는 40°C로 處理한 것이 좋았고, 處理時間이 길어짐에 따라 60°C에서 50°C로 옮겨가는 現象을 나타내었으며, 天然林木의 펄프는 60°C로 處理

한 것이 가장 좋았으나 無處理 펄프에 비해 별 效果를 나타내지 않았다. 따라서 백색도의 觀點에서 볼 때, 熱處理는 별로 좋은 效果를 얻을 수 없음을 알 수 있다.

6. 종이의 強度的 性質

침의 熱處理時 重要한 것은 pitch含量과 펄프收率 外에는 強度的 性質을 들 수 있다. 종이의 強度的 性質은 Fig. 5, 6 및 7에서 보는 바와 같다.

熱處理에 따른 종이의 裂斷長은 天然林木의 경우 40°C로 處理한 것은 無處理보다 좋았으나, 他處理는 오히려 無處理보다 劣等한 強度를 나타내었다. 人工造林木의 경우는 初期에는 50°C와 60°C로 處理한 것이 좋았으나, 處理時間이 길어짐에 따라 40°C로 處理한 것이 顯著하게 좋아졌고, 모든 處理時의 強度가 無處理보다 良好한 結果를 나타내었다.

引裂強度的 경우에는 天然林木은 40°C로 處理했을 경우에 無處理보다 좋은 強度를 나타내었으나, 그 外의 것은 人工 및 天然林木의 것 모두 無處理보다 낮은 強度를 나타내어 引裂強度的 경우 熱處理는 오히려 惡影響을 미침을 알 수 있다.

破裂強도는 各 處理間의 變化가 심하여 一定한 効

果를 알 수 없으나, 天然林木을 40°C로 熱處理 했을 때와 人工造林木을 60°C로 處理했을 경우는 無處理보다 좋은 結果를 나타내었다. 그러나 이들 結果는 一定한 傾向을 보여주지 않아 이들에 對한 集中的인 研究가 實施되기 前에는 이들 效果에 對하여 明確히 結論을 내릴 수 없다.

結 論

우리나라 主要 長期造林樹種에 包含되어 있는 잣나무를 펄프用材로 使用하기 위한 일환으로 잣나무 使用時 惹起될 수 있는 pitch trouble을 減少시키기 위해 침을 溫度別(40, 50, 60°C) 및 時間別(1, 3, 5, 7日)로 熱處理를 實施한 結果 다음과 같이 結論을 要約할 수 있다.

- 1) 펄프의 收率은 天然 및 人工造林木 모두 40°C로 熱處理한 것이 가장 좋았다.
- 2) 樹脂含量은 天然 및 人工造林木의 경우 모두 40°C로 熱處理한 것이 가장 적게 나왔고, 處理時間이 길어짐에 따라 그 含量도 急速히 低下되었다.
- 3) 熱處理가 脫리그닌에 미치는 影響은 뚜렷하지 않으나 人工造林木의 경우 50°C로 處理한 것은 處理時間이 길어짐에 따라 脫리그닌이 急速히 增加되어 無處理보다 좋은 結果를 나타내었다.
- 4) 백색도에 對한 熱處理 效果는 一定한 傾向을 보여주지 않았으며, 오히려 열처리가 백색도를 低下시키는 要因이 되었다.
- 5) 종이의 裂斷長은 人工造林木을 熱處理할 경우 모두 增加되었으나, 天然林木은 40°C로 處理했을 때만 좋은 效果를 얻을 수 있었다.
- 6) 引裂強度는 거의 모든 熱處理가 오히려 強度를 低下시켰고, 단지 天然林木을 40°C로 處理했을 경우만 改善되었다.
- 7) 破裂強度는 天然林木을 40°C로, 人工造林木을 60°C로 熱處理했을 경우를 除外하고는 모두 強度 低下 또는 效果를 나타내지 못했다.
- 8) 以上の 結果를 考慮할 때 樹種, 化學組成分과 性質, 펄프化 方法 및 펄프의 用途에 따라 熱處理 條件을 選擇하므로써 效果的인 pitch trouble의 減少 效果를 얻을 수 있다.

謝 辭

本 研究를 遂行하는데 必要한 實驗器機를 使用토

록 許諾해 주신 서울대학교 농과대학 임산가공학과 辛東韶 教授님과 始終 研究를 도와주신 元鍾鳴 先生께 感謝드리며, 백색도 측정기의 使用을 위해 여러 모로 便利를 提供하여 주신 풍단제지주식회사 대전 공장 전무님 이하 여러분께 感謝드립니다.

引 用 文 獻

1. Bryce, J.R.G. 1980. Alkaline pulping. Pulp and Paper 1, Ed. by J.P. Casey, pp. 438.
2. Dahm, H.P. 1964. Effect of temperature in chip storage. Norsk Skogindustri 18 (10): 362-365.
3. Ellefsen, O. and O. Langsetmo. 1960. Varying timber transport and storing conditions and the influence upon the pitch deposits of the corresponding unbleached pulp. Norsk Skogindustri 14 (11): 474-478.
4. Hwang, B.H. 1975. Studies on the chemical component of *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc. (1) The chemical component of heart and sapwood. Res. Bull. Gang Weon Univ. Nat. Sci. 9:249-252
5. Hwang, B.H. 1976. Studies on the chemical components of *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc. (3) The chemical components of normal and compression wood. Res. Bull. Gang Weon Univ. Nat. Sci. 10:223-227
6. Kang, H.Y. and B.H. Hwang 1976. Studies on chemical properties of *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc. resin. Wood Industry 4(1): 3-7.
7. Lee, M.C., B.M. Jo, K.P. Lim and P.C. Chun 1971. Studies on the kraft pulping of Korean wood. TAPPIK 3(2): 6-12.
8. Levitin, N. 1962. Ether extractives of red and white pine. Pulp and Paper Mag. Canada 63(3): T169-174.
9. Mutton, D.B. 1958. Hardwood resin. Tappi 41 (11): 632-643.
10. Nishida, K., K. Kuroki, M. Shinjo, T. Hojo and N. Hashimoto. 1965. Studies on pitch trouble, its causes and its measure to be taken for its prevention (IV). Seasoning and pitch trouble. Japan Tappi 10(6): 125-130.

11. Rapson, W.H. 1956. Deresination of pulp. Pulp and Paper Mag. Canada 57(9): 147-151.
12. Rydholm, S.A. 1965. Pulping Processes. pp. 1024-1049.
13. Vincent, D.L. 1957. Studies on pitch deposition. Pulp and Paper Mag. Canada 58(11): 150-156.