

Polyethylene Glycol의 分子量이 木材의 치수 安定化에 미치는 影響¹

全 哲² · 吳 正 壽²

Effects of Molecular Weight of Polyethylene Glycol on the Dimensional Stabilization of Wood¹

Cheol Cheon² · Jung Soo Oh²

要 約

本 研究는 木材 固有의 特性인 吸濕性 및 收縮, 膨脹의 異方性에 의한 木材 自體 및 木製品의 價値 低下를 防止하고 木材의 天然의인 아름다운 무늬를 살려 더욱 木材의 効用價値를 높이기 위하여 比較的 價格이 싸고 毒性이 없을 뿐만 아니라 注入處理가 容易한 PEG를 利用한 木材의 치수 安定化 技術을 開發하기 위한 一環으로 PEG 分子量別(200, 400, 600, 1000, 1500, 2000, 4000, 6000) 및 樹種別(*Pinus densiflora* S. et Z., *Larix leptolepis* Gordon., *Cryptomeria japonica* D. Don., *Cornus controversa* Hemsl., *Quercus variabilis* Blume., *Prunus sargentii* Redher.)로 치수 安定化 效果를 調査하였던 바, 다음과 같이 要約될 수 있었다. 1) PEG 注入率은 分子量 400일 때 137.22%(*Pinus densiflora*)로 最大値를 나타내었고 그 以後는 比較的 緩慢하게 減少하는 傾向을 보여 주었으며 比重이 낮을수록 PEG 注入量도 增加하는 것으로 밝혀졌다. 2) 부피 膨潤率은 比重에 의한 影響을 별로 받지 않았으며 굴참나무가 分子量 400~2,000에 이르기까지 12~18%의 範圍 내에 分布한 것을 除外하고는 大部分 分子量 600일 때 가장 높은 값을 나타내었고, 一般적으로 潤葉樹材가 針葉樹材보다 높은 부피 膨潤率을 보여 주었다. 3) 부피 膨潤 減少率은 樹種에 따라 약간의 例外는 있었으나 대부분이 PEG 分子量 400에서 最大値를 나타내었고 삼나무의 경우 95.09%로서 最大値를 나타내었으며, 산벚나무를 除外하고는 모두 80% 이상을 나타내었지만 分子量 1,000 以上에서는 膨潤 減少率이 70% 以下로 떨어졌다. 4) 치수 安定化 效率은 比重이 큰 潤葉樹材가 針葉樹材보다 월등하게 높았으며 全 乾比重이 0.89인 굴참나무는 全 分子量 範圍에 걸쳐 부피 膨潤減少率이 1.6 以上이었는데, 一般적으로 分子量이 작을수록 優秀하였으나 分子量 4,000 以上에서는 별로 差異를 나타내지 않았다. 5) 以上과 같은 結果를 綜合 分析한 바 PEG 處理에 의한 치수 安定化는 潤葉樹材의 경우, 特히 效率의이며 비록 膨潤減少率이 分子量 400에서 가장 높은 數値를 나타내었지만 PEG 注入率, 부피 膨潤率, 膨潤減少率 및 치수 安定化 效率을 감안할 때 分子量 200~1,500 사이의 것을 適切한 比로 混合 使用하는 것이 바람직한 것으로 思料되며, 實用化를 위해서는 각 分子量의 PEG 混合比率에 따른 부피 膨潤率, 膨潤減少率 및 치수 安定化 效率에 대한 보다 集中的인 研究가 要求된다.

ABSTRACT

This study was carried out in order to prevent the devaluation of wood itself and wood products causing by anisotropy, hygroscopicity, shrinkage and swelling - properties that wood itself only have, in order to improve

¹ 接受 8月 17日 Received August 17, 1985.

² 圓光大學校 農科大學 College of Agriculture, Wonkwang Univ., Iri, Korea.

utility of wood, by emphasizing the natural beautiful figures of wood, to develop the dimensional stabilization techniques of wood with PEG that it is a cheap, non-toxic and the impregnation treatment is not difficult, on the effects of PEG molecular weights (200, 400, 600, 1000, 1500, 2000, 4000, 6000) and species (*Pinus densiflora* S. et Z., *Larix leptolepis* Gordon., *Cryptomeria japonica* D. Don., *Cornus controversa* Hemsl., *Quercus variabilis* Blume., *Prunus sargentii* Rehder.). The results were as follows; 1) PEG loading showed the maximum value (137.22%, *Pinus densiflora*, in PEG 400), the others showed that relatively slow decrease. The lower specific gravity, the more polymer loading. 2) Bulking coefficient didn't particularly show the correlation with specific gravity, for the most part, indicated the maximum values in PEG 600, except that the bulking coefficient of *Quercus variabilis* distributed between the range of 12-18% in PEG 400-2000. In general, the bulking coefficient of hardwood was higher than that of softwood. 3) Although there was more or less an exception according to species, volumetric swelling reduction was the greatest in PEG 400. That is, its value of *Cryptomeria japonica* was the greatest value with 95.09%, the others indicated more than 80% except for *Prunus sargentii*, while volumetric swelling reduction was decreased less than 70% as the molecular weight increase more than 1000. 4) The relative effectiveness of hardwood with high specific gravity was outstandingly higher than softwood. In general, the relative effectiveness of low molecular weight PEG was superior to those of high molecular weight PEG except that *Quercus variabilis* showed more than 1.6 to the total molecular weight range, while it was no significant difference as the molecular weight increase more than 4000. 5) According to the analysis of the results mentioned above, the dimensional stabilization of hardwood was more effective than softwood. Although volumetric swelling reduction was the greatest at a molecular weight of 400. In the view of polymer loading, bulking coefficient reduction of swelling and relative effectiveness, it is desirable to use the mixture of PEG of molecular weight in the range of 200-1500. To practical use, it is recommended to study about the effects on the mixed ratio on the bulking coefficient, reduction of swelling and relative effectiveness.

Key words: PEG; dimensional stabilization; molecular weight; devaluation.

緒 論

木材는 日常生活과 밀접한 關係를 유지하고 있는 天然資源의 하나로서 家庭生活의 必須의인 家具, 靑상, 의자 등을 비롯하여 內粧用, 意匠用 및 裝飾材, 建築材로서의 利用은 文化가 急速히 發達해 감에 따라 늘어나는 딱딱한 大理石 文化 속에서 人間의 情緒를 純化시키는 물론 生活 環境을 아름답게 함으로써 그 重要性은 더욱 增大되어 가고 있다. 그러나 木材는 吸濕性을 지니고 있으며 水分의 移動에 따른 收縮, 膨脹 및 異方性을 지니고 있어 실제 使用에 많은 制約을 받고 있다. 즉 木材를 素材로 하여 生産된 製品은 주위의 濕度 高低에 따라 收縮 또는 膨脹을 일으킴으로서 製品이 갈라지거나 接合部分이 이완되며 木材 固有의 異方性 때문에 뒤틀리는 現象을 일으켜 實用上 많은 問題點들을 지니고 있다. 그러함에도 불구하고 木材의 天然의인 아름다움과 부드러운 利用하고자 하는 人間의 欲望 때문에 木材의 缺點들이 改善되지 않은 狀態로 使用되어 지고 있는

實情이다. 따라서 本 研究는 木材의 아름다운 무늬를 살리면서 木材 固有의 特性이라고 할 수 있는 吸濕性과 收縮 및 膨脹의 異方性을 改善하고 치수 安定化를 시킬 수 있는 技術을 開發하는 데 있으며, 아름다운 特性을 利用함은 물론이고 木材 需要量의 大部分을 輸入에 依存하고 있는 우리나라의 경우 絶對히 要求되어지고 있는 木材의 效率的 利用과 低質木材의 高級化 및 國際競爭力 向上을 위한 礎石을 이룩하는 데 그 目的이 있다.

研究史

木材는 강한 吸濕性을 지니고 있기 때문에 大氣中の 水分에 露出될 경우 물 分子가 細胞膜에 浸透되어 細胞膜 成分과 水素結合을 이루게 되고 그 結果로 일어나는 膨潤現象에 의해 纖維飽和點에 達할 때까지 木材의 부피는 結合된 물 分子의 量에 比例하여 커지게 되며 만약 주위의 關係濕度가 낮아지면 細胞膜 成分과 結合되어 있던 물 分子들의 脫着에 의해 收縮現象을 일으킨다. 이러한 現象은 木材의

重要한 缺陷의 하나로 指摘되어 왔고 이를 改善하기 위하여 寸數 安定化에 대해 여러 方面으로 研究가 實施되어 왔으며 이를 處理 方法에 따라 分類하면 直交積層²⁰⁾, 防水劑塗布^{9,11)}, 吸濕性 減少^{1,10)}, 架橋 結合¹⁷⁾ 및 膨潤劑處理 등으로 나누어지며 膨潤劑處理는 結合 및 溶解可能 與否에 따라 다시 細分되어 지고 있다.^{2,9,21,22,31)} PEG의 寸數 安定劑로서의 利用은 1948年 Loughborough¹²⁾가 diethylene glycol을 利用한 木材의 化學的 乾燥를 試圖한 以來 많은 關心을 끌게 되었으며, Stamm^{26,30)}은 Polyethylene Glycol(PEG) 1000 이 木材內 浸透가 容易하고 抗收縮率도 가장 좋았음을 밝혔고, Michell 等^{13,14,15,32)}은 PEG-1000 이 生材 木刻製品의 乾燥時 割裂, 彎曲 等の 缺陷 防止를 위한 抗收縮劑로서의 效果를 證明하였다. Englorth와 Michell⁴⁾은 數種의 闊葉樹材를 30%의 PEG-400 溶液으로 3週間 室溫으로 處理하여 만족스런 寸數 安定 效果를 얻었으며, Chudnoff와 Goytia³⁾는 熱帶 闊葉樹材 11種을 PEG로 室溫에서 4週間 處理하여 約 50%의 收縮減少 效果를 얻었다. Kenaga⁸⁾는 PEG가 水溶性 物質이기 때문에 處理할 木材는 纖維飽和點 以下라야 좋은 效果를 얻을 수 있다고 했으나 後에 纖維飽和點 以上의 木材를 約 65°C로 處理할 경우 역시 만족스런 結果를 얻을 수 있다고 報告했으며, Stamm²⁷⁾과 Pankiewicz¹⁹⁾는 PEG의 處理 濃度 및 그 浸透 程度에 比例하여 處理 效果도 增大됨을 확인하였다. Moren¹⁶⁾은 10~20%의 PEG-400 處理에 의

해 소나무 單板의 觸斷 收縮率을 30~55% 減少시켰으며 Nanno 等¹⁸⁾은 29~37%의 PEG 含浸으로 60~90%의 부피 膨潤減少率을 얻었고, Sadoh^{23,24)} 및 Stamm³¹⁾은 PEG가 寸數 安定에 미치는 影響을 調査하기 위하여 細胞膜과 細胞內腔 사이에서의 PEG 移動과 細胞膜 PEG complex의 吸濕性에 대한 研究를 통해서 寸數 安定 기구를 밝혔다. 그 외에 Sadoh와 Hashihira²⁵⁾는 PEG-200~2,000으로 日本産 자작나무를 處理하여 그 膨潤기구를 究明하였다. 한편 우리나라의 趙 等²⁾이 PEG-400으로 國內産 闊葉樹材 6樹種을 處理하여 比重이 낮을수록, 處理 溫度가 높을수록 注入率이 높았으며 寸數 安定 效果도 그와 比例함을 밝혔으며, 現在 文化財 管理局에서 文化財 保存을 위해 低分子量 및 高分子量의 PEG를 섞어 使用하고 있으나 學問的으로는 그 技術이 體系化되어 있지 않다.

材料 및 方法

1. 供試材料

1) 供試木

本 實驗에 使用된 供試樹種은 圓光大學校 農科大學 演習林(全北 鎭安郡 聖壽面 重吉里 所在)에서 樹種別로 地上部 30cm에서부터 1.5m의 크기로 切斷한 다음 곧바로 과도한 水分蒸發을 防止하기 위하여 兩斷面을 비닐로 封한 후 운반하여 약 12個月가량 陰乾시킨 것으로써 그 一般의 性質은 Table 1과

Table 1. Characteristics of sample wood

Species	Properties	Slope (degrees)	Aspect	Age	Mean DBH(cm)	Sp. Gr. (O. D. basis)	M. C. (A. D. basis)
<i>Pinus densiflora</i> S. et Z.		15	NW	25	13.5	0.46	13.6
<i>Larix leptolepis</i> Gordon.		20	S	15	12.8	0.60	16.8
<i>Cryptomeria japonica</i> D. Don.		10	SE	22	17.4	0.39	15.4
<i>Cornus controversa</i> Hemsl.		10	S	25	15.2	0.68	13.6
<i>Quercus variabilis</i> Blume.		15	NE	20	8.4	0.89	15.8
<i>Prunus sargentii</i> Rehder.		20	SE	15	10.5	0.77	14.6

같다.

2) 供試片의 調製

12個月 以上 室內에서 陰乾시켜 놓은 試驗材를 接線方向, 半徑方向, 纖維方向이 뚜렷이 나타나도록 30^(R) × 20^(T) × 20^(L) mm 程度의 크기로 胸高直徑을 前後한 部位에서 採取하여 心邊材 區分없이 調製했으며 각 樹種別 PEG 分子量別로 10 個씩 調製하였다.

3) 寸數 安定劑

試藥用 Polyethylene Glycol (Junsei ; Chemical co., Ltd., Japan) 200, 400, 600, 1,000, 1,500, 2,000, 4,000 및 6,000을 寸數 安定劑로 使用하였다.

2. 實驗方法

1) 供試片의 基礎 性質 調査

PEG 處理 效果를 比較하기 위해 供試片의 基礎的 性質로서 각 樹種別, 處理別, 試片에 대해 electronic

chemicalance (A & D Japan)을 利用하여 0.1 mg까지 氣乾重量, 全乾重量, 濕潤處理後 重量, PEG 處理後 氣乾, 全乾重量을 測定하고 vernier calipers로 위에서 各各의 常態마다 接線, 半徑, 纖維方向의 長이를 測定하고 體積을 求하였으며 이를 根據로 Table 1의 全乾 比重 및 含水率을 算出하였다.

2) PEG 處理

供試片內 PEG 注入은 各 樹種別 및 PEG 分子量別로 PEG 濃度를 容量比 50%로 稀釋攪拌하여 para film으로 密封한 다음 恒溫器內에서 60±2℃로 48時間 浸積處理한 後 吸收紙로 剩餘分의 PEG液을 除去한 후 3斷面의 길이變化 및 重量變化를 測定하고 乾燥器內에서 103±2℃로 48時間 乾燥後 다시 三斷面의 길이와 重量을 測定하였다.

3) 膨潤減少率 測定

各 分子量別 PEG 處理에 의해 얻어지는 結果를 調査하기 위하여 處理試片을 室溫 常態下에서 蒸溜水에 浸積處理시켜 24時間 放置後 꺼내어 剩餘分의 水分을 除去하고 그 부피의 變化를 調査하였다.

4) PEG 處理 效果 分析

各 樹種別, 分子量別로 10 反復 處理한 後 算術平均을 求하여 다음과 같이 PEG 注入率(PL), 부피 膨潤率(BC), 부피 膨潤減少率(R, ASE) 및 치수安定化 效率(RE)를 求하였다.

$$\text{Polymer Loading (PL)} = \frac{W_t - W_c}{W_c} \times 100$$

W_t: 處理試片의 全乾重量
W_c: 無處理試片의 全乾重量

$$\text{Bulking Coefficiency (BC)} = \frac{V_t - V_c}{V_c} \times 100$$

V_t: 處理試片의 全乾 部피
V_c: 無處理試片의 全乾 部피

Reduction in swelling or Antishrink efficiency

$$(R, ASE) = \frac{S_1 - S_2}{S_1} \times 100$$

S₁: 無處理試片의 部피 膨潤率
S₂: 處理試片의 部피 膨潤率

위 식의 S₁, S₂는 다음 식에서 구한다.

$$S = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100$$

V₁: 濕潤處理前 全乾 試片의 部피
V₂: 濕潤處理後 試片의 部피

$$\text{Relative Effectiveness (RE)} = \frac{ASE}{PL}$$

結果 및 考察

1. PEG 注入率

木材內로의 PEG 注入은 木材 自體의 浸透性, 比重, 處理濃度 및 PEG 分子量에 의해 많은 影響을 받는 것으로 報告된 바 있다.^{5,6,7} 따라서 本 實驗은 含水率, 處理溫度, 處理壓力, 處理濃度 등을 一定하게 하고 分子量 및 樹種別 PEG 注入量을 調査하였던 바 그 結果는 Fig. 1과 같다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 本 實驗의 結果는 樹種에 따라 多少 차이는 있으나 一般적으로 PEG 分子量 400 일 때 PEG 注入率이 가장 높게 나타났고 그 以後는 減少하는 傾向이었으며 특히 全乾比重 0.46인 소나무와 全乾比重 0.39인 삼나무의 PEG 注入率은 全乾比重이 0.60 이상인 일본잎갈나무, 층층나무, 굴참나무 및 산벚나무에 비해 월등히 優秀했는데, 이와 같은 現象은 趙等²이 報告한 바와 같이 比重이 낮을수록 高分子 浸透가 용이하다는 研究 報告와 일치하는 傾向이었다. 한편 分子量 400에서 最大의 PEG 注入率을 나타낸 것은 分子量 200의 경우는 細胞內腔에 PEG가 浸透되었다 할지라도 쉽게 溶脫되어 버렸고 PEG 濃度도 50%이었기 때문에 결국 細胞內腔이

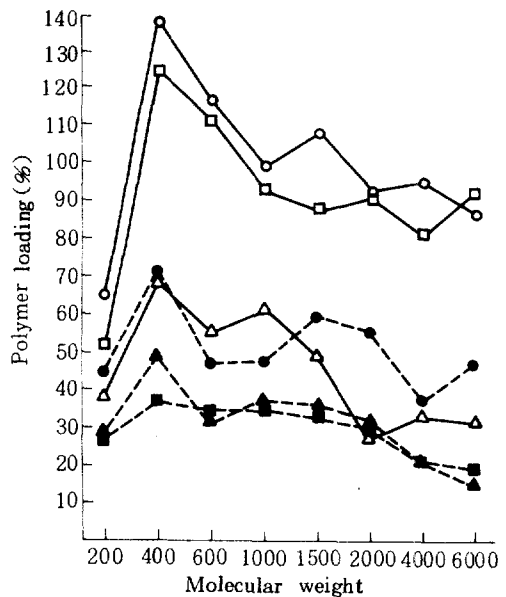


Fig. 1. Relationship between the molecular weight of PEG and polymer loading
○; *Pinus densiflora* ●; *Cornus controversa*
△; *Larix leptolepis* ▲; *Quercus variabilis*
□; *Cryptomeria japonica* ■; *Prunus sargentii*

PEG 稀釋液으로 채워졌다 할지라도 50% 밖에 채워지지 않았다는 결론이 내려지며 分子量 400 以上에서 별다른 變化를 나타내지 않은 것은 PEG 分子가 比較的 크기 때문에 細胞膜內로의 浸透가 어려운 반면 일단 浸透가 되면 親水性을 띄고 있다고 할지라도 그렇게 쉽게 溶脫되지 않았기 때문이다. 결국 이러한 原因에 의해 多少 減少하거나 별다른 變動을 나타내지 않은 것으로 思料되며 이러한 事實을 감안할 때 PEG는 單一 分子量의 것을 膨潤劑로 使用하는 것보다는 多分散性을 지니는 즉 低分子量의 것과 高分子量의 것을 適切히 섞어 使用함으로써 그 效果를 더욱 높일 수 있는 것으로 생각된다.

2. 부피 膨潤率

부피 膨潤率은 膨潤劑를 利用한 木材의 寸數 安定化 處理에서 그 效果를 診斷하는 重要한 因子 中의 하나라 할 수 있으나, 大部分 木材 寸數 安定化의 主目的인 부피 膨潤減少率(R, ASE)에 焦點을 맞추는 傾向이 있으나, 本 實驗에서는 각 PEG間 處理 效果와 PEG 分子量別 變化에 따른 부피 膨潤率을 求하여 寸數 安定化를 試驗해 보았다. 그 結果는 Fig. 2와 같다. 本 實驗 結果 부피 膨潤率은 PEG 注入率에 比해 比重에 따른 影響을 別로 뚜렷하게 나타내지 않았으며 椶欖나무가 分子量 400에서 2,000에 이르기까지 約 12~18%의 範圍內에 分布하는 것을 除外하고는 大部分이 PEG-600 處理時 가장 높은 부피 膨潤率을 보여 주었다. Moren¹⁶⁾ Stamm^{25, 30)}

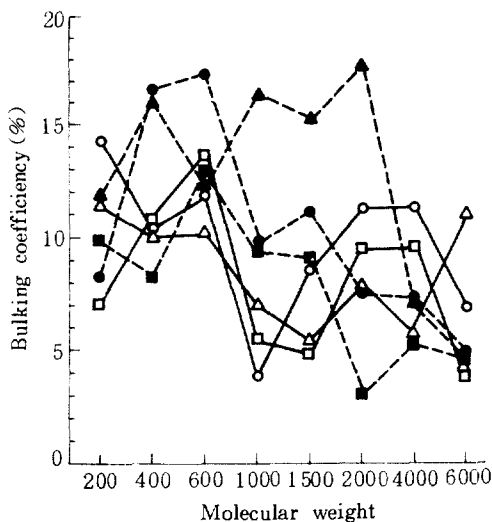


Fig. 2. Relationship between the molecular weight of PEG and bulking coefficient

은 PEG-1,000이 注入 處理가 容易하고 그 效果도 가장 좋다고 하였으나 本 實驗 結果와는 다른 傾向을 보여 주었으며, Sadoh²⁴⁾는 부피 膨潤率이 約 27~30% 以上에서는 부피의 變化가 거의 없다고 報告하여 本 實驗 結果와 多少 類似한 傾向을 보여 주고 있다. 한편 針·潤葉樹材의 부피 膨潤率을 檢討해 보면 비록 多少의 變異는 있었으나 一般的으로 潤葉樹材의 경우 PEG 注入에 의한 부피 膨潤 效果가 針葉樹材보다 월등한 것으로 나타났다.

3. 부피 膨潤減少率

木材가 收縮과 膨潤을 일으키는 主要 原因은 木材의 主成分인 cellulose의 吸濕性에 있다. cellulose는 각 unit마다 강한 親水性을 나타내는 glucose가 모여 이루어진 것으로 이들은 一定한 排列에 의해 microfibril을 이루어 hemicellulose, lignin과 더불어 細胞膜을 形成하게 된다. 이들 중 纖維素 束이 매우 緻密하게 排列되어 있고 自由 水酸基들이 서로 隣接고리와 강하게 結合이 되어 있는 結晶 領域은 물을 吸收하지 못하지만, cellulose chain 사이에 存在하는 결가지가 많은 hemicellulose에 의해 相互 水酸基間의 水素結合이 防害를 받아 形成된 非結晶

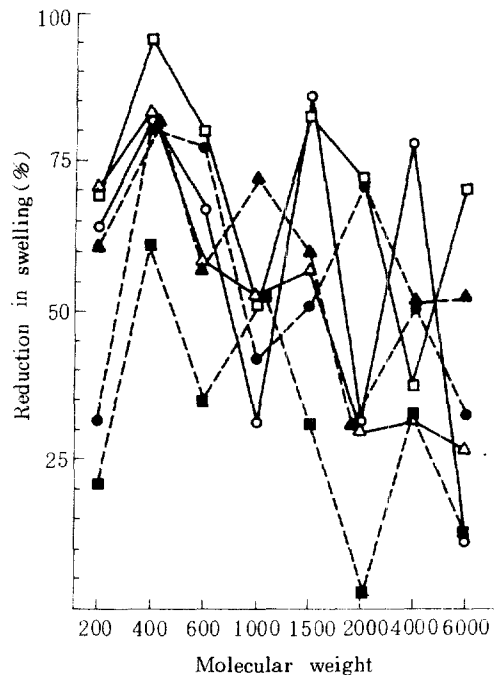


Fig. 3. Relationship between the molecular weight of PEG and the reduction in swelling

領域을 통해 물이 浸透하게 되면 膨潤을 일으키게 된다. PEG를 利用한 치수 安定化는 木材를 미리 膨潤시켜 주위의 關係濕度 變化에 따른 木材의 收縮, 膨脹을 防止 내지는 減少시켜 그 效果를 얻기 위한 것으로 이미 Stamm^{27,28)}에 의해 가장 우수한 水溶性 膨潤劑로 알려졌을 뿐만 아니라 毒性이 전혀 없으면서도 상당한 耐腐朽性을 附與하는 것으로 알려져 있다. PEG 分子量에 따른 각 樹種의 膨潤減少率 즉 抗收縮率은 Fig. 3에서 보는 바와 같이 樹種에 따라 多少의 例外는 있으나 大部分이 PEG 分子量 400에서 最大值를 나타내어 삼나무의 경우 95.09%로써 最大值를 나타내었고 산벚나무를 제외하고는 모두 80% 이상을 나타내어 매우 좋은 效果가 있었음을 보여 주었다. 그러나 PEG 分子量 1,000 이상에서는 간혹 80% 이상의 높은 값을 보여 주기도 했으나 一般적으로 膨潤減少率이 70% 이하로 떨어졌다. 이와 같은 現象은 PEG 注入率 및 부피 膨潤率에서 언급한 바와 같이 細胞膜內로의 高分子 浸透 容易性에 의해 基因된 것으로 思料되며 分子量 1,000에서 PEG 注入이 容易하고 抗收縮率도 가장 좋았다고 報告한 Stamm의 研究 結果보다 오히려 效率的 使用 可能 範圍가 넓은 것으로 밝혀졌다. 한편, 針·濶葉樹材의 경우 PEG 注入率과 더불어 膨潤 減少率도 比重이 큰 濶葉樹材에 비해 매우 높게 나왔다. 이와 같은 結果는 PEG 注入率과의 密接한 關係 뿐만 아니라 濶葉樹材의 경우 木材의 比重이 크기 때문에 결국 膨潤의 可能性은 그만큼 큰 것도 하나의 要因으로 思料된다. 그러나 趙 等²⁾의 PEG 注入量이 60% 이상 達했을 때 吸收 減少率이 급격한 增加를 보인다는 報告와는 달리 本 實驗에서는 PEG 注入量과 一定한 關係를 나타내지는 않았다.

4. 치수 安定化 效率

PEG 分子量 및 각 樹種別 PEG 치수 安定化 效果를 正確히 分析하기 위하여 각 PEG 注入率에 대한 膨潤 減少率의 比를 求하였던 바 Fig. 4와 같다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 同一 分子量 範圍內에서 PEG 注入量을 고려하지 않을 경우 比重이 낮은 針葉樹材의 치수 安定 效果가 더욱 優秀하게 나타났으나 PEG 注入量에 따른 그 效果를 볼 때 오히려 比重이 큰 濶葉樹材의 경우 치수 安定化 效率이 더욱 좋았음을 보여주고 있다. 특히 全乾比重이 0.89인 굴참나무는 全 分子量 範圍에 걸쳐 치수 安定化 效率이 1.6 이상이었다. 한편 分子量別 效率은 分子量이

Appendix

Physical properties of PEG treated woods

	M.W.	PL(%)	BC(%)	R(%)	RE
<i>Pinus densiflora</i>	200	65.17	14.25	68.41	1.05
	400	137.22	10.31	84.18	0.61
	600	117.38	11.69	67.30	0.57
	1000	99.43	3.92	32.90	0.33
	1500	100.80	8.21	86.34	0.86
	2000	93.81	11.20	32.38	0.35
	4000	94.90	11.22	78.71	0.83
	6000	87.12	6.14	12.01	0.14
<i>Larix leptolepis</i>	200	38.59	11.32	71.67	1.86
	400	69.15	10.06	84.80	1.23
	600	55.76	10.25	58.77	1.05
	1000	60.45	6.99	54.77	0.91
	1500	48.48	5.35	57.88	1.19
	2000	26.74	7.65	28.60	1.07
	4000	33.74	6.02	32.39	0.96
	6000	30.38	10.93	27.50	0.91
<i>Cryptomeria japonica</i>	200	50.69	7.00	69.88	1.38
	400	124.10	10.40	95.09	0.77
	600	117.76	13.47	79.87	0.68
	1000	93.12	5.47	51.61	0.55
	1500	86.56	4.68	82.59	0.95
	2000	92.08	9.41	72.80	0.79
	4000	80.69	9.47	35.31	0.44
	6000	92.34	3.94	70.72	0.77
<i>Cornus controversa</i>	200	45.58	8.24	32.69	0.72
	400	71.39	16.55	81.88	1.15
	600	47.53	17.22	77.43	1.63
	1000	47.92	9.71	43.21	0.90
	1500	59.67	11.04	51.63	0.87
	2000	55.00	7.42	73.09	1.33
	4000	37.88	7.00	51.11	1.36
	6000	47.60	4.85	34.58	0.73
<i>Quercus variabilis</i>	200	28.82	11.77	61.12	2.12
	400	48.36	16.02	82.96	1.72
	600	31.45	12.11	56.14	1.79
	1000	37.51	16.28	73.74	1.97
	1500	36.60	15.16	59.76	1.65
	2000	31.43	17.53	30.63	0.97
	4000	21.68	7.02	52.81	1.70
	6000	15.19	4.04	54.76	1.86
<i>Prunus sargentii</i>	200	28.52	9.86	21.58	0.76
	400	37.22	8.21	60.21	1.62
	600	34.02	12.87	39.52	1.16
	1000	34.50	9.36	54.96	1.59
	1500	33.79	9.03	31.01	0.92
	2000	29.70	3.00	3.90	0.13
	4000	21.68	5.13	33.26	1.53
	6000	19.72	4.64	12.73	0.65

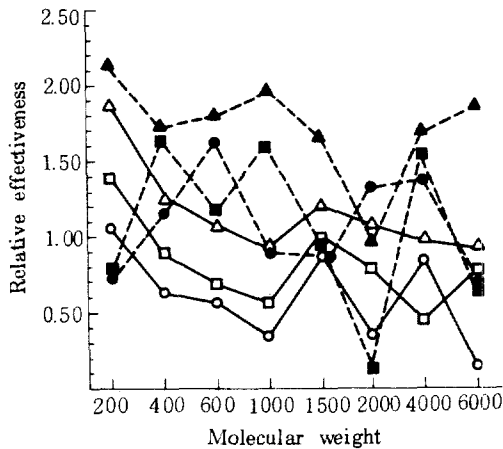


Fig. 4. Relationship between the molecular of PEG and relative effectiveness

작을수록 優秀하여 PEG-200에서 樹種別로 0.72~2.12의 범위였으며 PEG-400以後는 分子量에 따른 큰 變化를 나타내지 않았다. 비록 PEG-400일 때 PEG 注入率 및 膨潤 減少率이 優秀했지만 經濟的인 面 즉, 寸수 安定化 効率, 分子量 크기에 따른 溶脫性, 膨潤 減少率, 膨潤劑 注入에 따른 木材의 膨潤率 등을 고려해 볼 때 PEG-200에서 1,500까지의 것을 적절히 混合하여 使用할 경우 充分한 寸수 安定 効果와 높은 寸수 安定化 效率를 얻을 수 있는 것으로 思料되며 이를 實用化하기 위해서는 각 分子量의 PEG 混合 比率에 따른 膨潤率, 水分에 의한 膨潤 減少率 및 寸수 安定化 效率의 集中的인 研究가 要求된다.

引用 文 獻

- Bryant, B. S. 1966. The chemical modification of wood from point of view of wood science and economics. For. Prod. J. 16(2): 20-27.
- 趙南爽, 趙在明, 襄圭用. 1975. 폴리에틸렌 글리콜-400에 의한 木材의 寸수 安定化. 목재공업 3(1): 20-27.
- Chudnoff, M. and E. Goytia. 1967. Dimensional stabilization of tropical hardwoods with PEG. Turrialba. 17(2): 208-214.
- Englorth, G. H. and H. L. Michell. 1963. New horizons in bowl turning. For. Prod. J. 13(2): 48-49.
- 石丸優. 1976. 膨潤木材へのポリエチレングロール의 吸着(第1報). 木材學會誌 22(1): 22-28.
- _____, 高橋靖司. 1977. 膨潤木材へのポリエチレングロール의 吸着(第2報). 木材學會誌 23(9): 451-458.
- _____. 1980. 膨潤木材へのポリエチレングロール의 吸着(第3報). 木材學會誌 26(3): 178-184.
- Kenaga, D. L. 1963. Effect of treating conditions on the dimensional behavior of wood during PEG soak treatments. For. Prod. J. 13(8): 345-349.
- _____. 1966. Unusual chemical improves wood properties. For. Prod. J. 16(2): 21-26.
- 木谷良明, 大澤純二, 中戸莞二. 1970. 膨潤木材へのポリエチレングロール吸着における分子量依存性. 木材學會誌 16(7): 326-333.
- Leslie, H. C. 1973. PEG of the woodworker's heart. Man/Society/Technology, A Journal of Industrial Arts Education 33(1): 13-16.
- Loughborough, W. K. 1948. Its effectiveness and present status. USDA, For. Ser., FPL. Rep. 1721: 13.
- Mitchell, H. L. and H. E. Wahlgren. 1959. New chemical treatment curbs shrink and swell of walnut gunstocks. For. Prod. J. 9(12): 437-441.
- _____. and E. S. Iversen. 1961. Seasoning green wood carvings with PEG-1,000. For. Prod. J. 11(1): 6-7.
- _____. and E. W. Fobes. 1962. Protect imported carvings with PEG. For. Prod. J. 12(10): 476-477.
- Moren, R. 1965. PEG impregnation of wood and its effect in wood drying and wood working. Holz als roh- und werk-stoff 23(4): 142-152.
- _____. 1966. Dimensional stabilization of plywood and veneer. Wood 31(8): 40-42.
- 南野竹男, 三島茂次, 奥井鉄男. スキー用材の寸法安定性を目的としたポリエチレングロール處理. 木材工業 20(4): 19-25.
- Pankiewicz, E. R. 1968. Control of shrinkage

- in Australian timbers. Div. For. Prod. Tech. Pap. No. 54 : 12.
20. Rowell, R. M. and D. I. Gutzmer. 1975. Chemical modification of wood : Reactions of alkylene oxides with southern yellow pine. Wood Science 7(3) : 240-246.
21. _____ and W. D. Ellis. 1978. Determination of dimensional stabilization of wood using the water-soak method. USDA, For. Ser. FPL Madison, WI 53705 : 104 - 111.
22. _____ and R. L. Young. 1981. Dimensional stabilization of wood in use. USDA, For. Ser., Research Note. FPL-02343 : 1-8.
23. 佐道健. 1967. ポリエチレングリコール処理過程における木材の寸法変化と処理木材の 2, 3 の弾性的性質. 木材學會誌 13(2) : 41-45.
24. _____. 1968. ポリエチレングリコール処理による木材の寸法安定化の機構. 木材學會誌 14(7) : 353-357.
25. Sadoh, T. and M. Hashihira. 1973. A note on the swelling of wood with polyethylene glycols. Bull. Kyoto Univ. For. 45 : 227-237.
26. Stamm, A. J. 1956. Dimensional stabilization of wood with carbowaxes. For. Prod. J. 6(5) : 201-205.
27. _____. 1959. Effect of polyethylene glycol on the dimensional stability of wood. For. Prod. J. 9(10) : 375-381.
28. _____. 1959. Dimensional stabilization of wood by thermal reactions and formaldehyde cross-linking. Tappi. 42(1) : 39-44.
29. _____. 1962. Stabilization of wood - a view of current methods. For. Prod. J. 12(4) : 158.
30. _____. 1964. Factors affecting the bulking and dimensional stabilization of wood with polyethylene glycols. For. Prod. J. 14(9) : 403-408.
31. _____. 1968. Penetration of cell wall of water saturated wood and of cellophane by polyethylene glycols. Tappi 51(1) : 62.
32. _____. 1977. Dimensional change of wood and their control. Wood Technology, Chemical Aspects, ACS symposium series 43 : 115-140.