

# 樹齡에 의한 포플러펄프의 性質에 관한 研究

辛東韶 · 趙炳默 · 安元榮 · 文昌國 · 沈鍾燮

[韓國 펄프 · 종이技術 第6卷 第1号 ; 5 ~ 16, 1974]

## Studies on the Properties of Mechanical Pulp from Italian Poplar Wood (*Populus euramericana* I-476) by the Age of Tree

Dong So Shin · Byoung Muk Jo · Won Yong Ahn  
Chang Guk Moon · Chong Supp Shim

[The Jour. of TAPPIK, Vol.6, No.1 ; 5 ~ 16, 1974]

### Abstract

The first step to utilize the growing resources of Italian poplar (*Populus euramericana* I-476) for pulp-woods, its characteristics and adaptabilities to the pulp industry must be investigated completely. The plantation methods are important for its fast growing in stock, and no less important is the cutting age for its utilization as pulpwood. In this paper, the stone groundwood pulping, refiner groundwood pulping and chemi-groundwood pulping characteristics by the age of tree, along with their physical and chemical characteristics were tested, and relationships between the age groups were analyzed to find out the optimum felling age.

The results obtained are as follows:

1. The coefficient of pliability was a little higher in the case of younger trees.
2. The water retention value of each pulp was directly proportional to its physical strength, but this tendency was not detected between the age groups of sample woods.
3. Generally, the physical strength of younger wood pulp was lower regardless of the pulping process. But in the case of pretreatment with NaOH, Asplund and CGP pulp from 5 year old sample wood were stronger in physical strengths than those of GP and Asplund pulp with no pretreatment from 10 years old sample wood.
4. The tear factor of Asplund pulp with alkali pretreatment was higher than that of CGP pulp but the breaking length and the burst factor was similar in all processes. Considering the pulp yield and its brightness, CGP process seems to be advantageous.
5. The dissimilarity of physical strength between 7 and 10 years old wood pulp was not very large in all pulping processes but the physical strength of 5 year old wood pulp was very weak. In the of groundwood pulping from Italian poplar woods, 5 year old wood pulp should be mixed with other long fiber pulp for making a good paper.

### 1. 緒 論

펄프 資源 면에서 볼 때, 최근 세계 각국의 針葉

樹材 資源이 점차 減少되어 감에 따라 자연히 활엽 수재의 이용이 활발하여져서 그 利用度가 점점 높아져 가는 두드러진 경향을 보이고 있다.

그러므로 펄프 原木은 점점 低質化되나 펄프의 품질만은 더욱 높아야 될 어려운 현실에 直面했으면서도 우선 부족한 펄프 자원을 어떻게 確保하느냐에 더 중점을 뒀야 될 형편에 처한 것이 사실이다. 이와같은 原料難의 打開策으로서 이미 구미의 펄프 공업계에선 포플러를 가장 유망한 펄프용재로 인정하고 그의 경제적 가치를 점점 높이 評價하고 있다.<sup>1)</sup> 포플러재는 오늘날 다각도로 이용되고 있으나 특히 이태리에서는 貴重한 펄프 자원으로 脚光을 받아 그 나라에서는 이미 세미케니칼법으로 펄프를 量産하고 있다.<sup>2),3)</sup> 우리나라에서도 생산이 빠른 포플러를 育成하는 사업으로 11만 ha를 조림한 결과 1970년대 말에 100 만 m<sup>3</sup>, 1985년 부터는 180만 m<sup>3</sup>의 이태리 포플러재의 保續생산이 가능한 것으로 밝혀졌다.

한편 1970년도 紙類 수요량 376 천톤 중 지류 및 펄프의 총 輸入量은 수요량의 51%를 점했으며 연간 10~12%의 지류 수요 증가를 推定하면 그 수입량은 앞으로 더욱 늘어날 것이 명백하다.<sup>4)</sup>

그러므로 향후 1980년까지 紙類 생산에 요하는 所要원목 공급을 국내산 포플러재로써 46~48%정도 充當한다면 펄프工業界의 원료난 완화는 물론 製紙工業에 일대전환기를 가져올 것으로 예상된다. 이와같은 관점에서 볼 때 포플러재에 대한 펄프용재로서의 重要성과 그 자원의 合理的 이용 방안에 관한 검토가 더욱 요청되나 국내에서는 소나무 一邊利用으로 말미암아 활엽수재의 이용을 기피하고 있다.

또한 포플러재의 펄프화에 관한 연구는 国内外로 아직 빈약한 실정이며 있다하여도 주로 高收率 펄프에 관련된 것이 약간 있을 정도이다.<sup>9),10),11),12),13),14)</sup>

Brecht<sup>11)</sup>의 케미그라운드우드 펄프도 세미케미칼팔프에 가까운 蒸解였다.

포플러재의 펄프화 방법으로는 材色, 容積重, 化學的組成分, 動力消費 관계, 그리고 이미 알려진 포플러 펄프의 특성과 우리나라의 紙類 需要 추세를 고려할 때, 세미칼미칼법보다는 케미그라운드우드 펄프나 리파이나 펄프등의 메카니칼법이 公業적으로 훨씬 유리하다고 하겠다.<sup>15)</sup>

따라서 本 研究에서는 이태리 포플러재를 樹齡別로 採取하여 각각 스톤그라운드우드, 아스푸런드 및 케미그라운드법으로 펄프화 한 후 각 펄프의 性狀을 비교 검토하여 팔프용재로써의 올바른 이용을 위한 科學的 資料 및 收穫期의 判定과 동 펄프로 제조될

紙種의 결정을 위한 자료를 수집코자 하였다.

## 2. 材料 및 方法

### 2.1. 供試材

공시재는 京畿道 安城郡 陽城面에 人工植栽 된 이태리포플러 單純林에 수령 5, 7 및 10년생의 이태리포플러 I-476를 수령별로 각기 3본씩 選定 別채하여 공시하였다.

공시재의 형상은 Table 1과 같다.

동 공시재의 生育地는 해발 50~60 m인 평지이며 토양은 사양토였고 10년간의 年平均 降雨量은 1227 mm였다.

Table 1. Samples of poplar woods

Age (yrs)	DBH (cm)	Height (m)	Bark ratio (%)
5	13.7~15.2	14.1~15.5	
7	18.5~20.0	18.5~19.4	
10	22.3~24.9	22.1~22.7	9.6~10.2

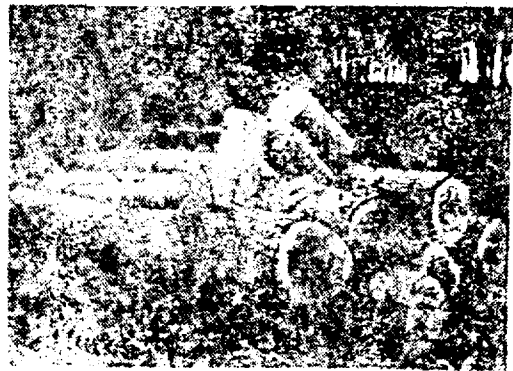


Photo. 1. Samples of poplar wood

### 2.2. 實驗方法

#### 2.2.1. 試料調製

수령별 원목의 組成分 분석용 시료는 樹高의 1/3 부분 上端에서 20~25 cm 두께의 원판을 채취하여 톱밥을 낸 다음, 분쇄기(cutting mill)로 40~60 mesh의 목분을 내어 시료로 하였다.

比重, 섬유율의 형태적 성질 및 樹皮率 測定用 원판은 地上部와 수고의 1/3 부분 및 2/3 부분의 3부위에서 각각 채취하였다. 칩 처리용 펄프 제조 시료로는 별채 후 박피하여 실험실내에서 약 4개월간

기전시킨 공시재를 調木한 다음 실험용 칩퍼 (Asplund laboratory chipper) 로 25×25×3~5 mm 크기의 칩을 제조하여 공시하였다. 스톤그라운드우드 펄프 製造用 시료로는 60 cm 길이로 재단한 원목을 탱크에서 70 시간 물에 침적시켜 수분 함량이 50 % 이상되도록 한 후, 쇄목기에 투입하였다.

2.2.2. 形態的 性質의 測定

공시재의 形態적 性質으로는 포플러재의 比重, 木纖維長, 목섬유 직경과 루멘폭 (lumen width)을 측정 하였다.

비중은 일본 공업 규격 JIS A 1002에 준한 全乾比重  $r_0$ 를 구하였다.

목섬유장(L), 목섬유직경(D) 및 루멘폭(l)은 수령별로 각각 110본씩의 섬유를 현미경으로 조사하여 구하였다.

木纖維膜厚 p는 木纖維直徑에서 루멘폭을 감한 값을 반으로 하여 정했다. 纖維結合面積 (fiber bonding ratio)을  $L/D$ , 분결계수와 柔軟係數 (coefficient of pliability)를 각각  $2p/l$ ,  $l/D$ 로 나타내었다.

2.2.3. 原木 및 펄프의 化學的 組成 分析

원목의 化學적 組成 분석은 Tappi Standard T 11m 59에 준하여 조제된 木粉으로 Tappi Standard T 1m 59~T 19m-50에 의거 공시목별로 수분, 灰分, 냉수 추출물, 온수 추출물, 1% NaOH 추출물, 알콜·벤젠 추출물과 펜토산, 리그닌, 크로스베반 셀룰로오스, 홀로셀룰로오스의 함량을 구하였다.

팔프 분석은 TAPPI Standard T 203 m-45, T 222m-18, T 222m-54 및 T 223m-58에 의거 α-갈락토오스, 회분, 리그닌 및 펜토산 함량을 구하였다.

2.2.4. 펄프 製造

가. 碎木펄프化 (stone groundwood pulping)

60 cm 길이로 재단되어 미리 70 시간 물에 침적시킨 공시원목을 現在 工場에서 操業中인 斷續式 3 포켓트 그라인더 (3 pocket wood grinder)로 碎木하였다. 그라인더의 쇄목석 (grinding stone) 크기는 직경 54"에 폭 27"며 grit size는 60으로 미국 Norton 회사 제품을 사용하였다. 그 碎木條件은 Table 2와 같다.

Table 2 Stone groundwood pulping conditions

Wood grinder type	3 pocket
Pulp stone type	A 601 -M 5VG
Stone speed	250 rpm, 800 hp
Grinding pressure	3 kg / cm <sup>2</sup>
Pit temperature	65 °C

나. 化學碎木 펄프化 (chemigroundwood pulping)

常溫에서 7% 농도의 수산화나트륨 용액을 사용하여 液比 6:1로 3시간 침지 前處理한 칩을 스프라웃 왈드론형 리파이너 (Sprout Waidron type refiner)로 디스크 간격 (disc clearance) 0.05 mm의 條件下에 4회 반복 리파이닝 하였다. 전처리 과정에서 칩의 알칼리 소비량은 다음 식으로 구하였다.

$$\text{NaOH 소비량} = \frac{\text{添加 NaOH 량} - \text{濾過廢液中的 NaOH 량}}{\text{칩 絶乾重量}}$$

다. 아스푸런드 펄프화 (Asplund pulping)

無處理 및 전처리 아스푸런드 펄프화는 모두 1회에 絶乾量 150 g의 공시칩을 투입하여 수령별, 처리별로 3 반복씩 실험실용 아스푸런드 디파이브레이터 (Asplund laboratory defibrator, 10 hp)로 펄프화 하였다.

전처리로는 두 방법을 시도하여 보았다. 먼저 中性 처리로서 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>와 NaHCO<sub>3</sub>를 각각 6:1로 조성한 약액이 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>로 換算하여 3% 농도가 되도록 한 후 액비를 6:1로 하여 1晝夜 침지한 것을 펄프화 하였고 알칼리 처리로는 케미그라운드우드 펄프화의 前處理 약액과 동일한 조건으로 제조된 알칼리 용액에 1주야 침지한 것을 펄프화 하였다.

Table 3. Asplund pulping conditions

Steaming pressure	5 kg / cm <sup>2</sup>
Steaming time	3 min
Defibrating time	4 min

아스푸런드 펄프화의 조건은 Table 3과 같다. 디파이브레이터에서 펄프화된 펄프를 다시 實驗室用 아스푸런드 라피네이터 (Asplund laboratory raffinator, 5HP)로 3회 반복하여 精碎하였으며 각 펄프의 수율은  $\frac{10}{1000}$  컷트 슬롯트 (slot)의 후렛트스

크린 (flat screen)으로 정선한 펄프량에서 구하였다.

### 2. 2. 5. 펄프의 物理的 實驗

#### 가. 簡分析 및 保水度 測定

펄프의 사분분석 (fiber classification)은 전건 펄프 3 g을 시료로하여 아스플룬드 섬유분별기 (Asplund fiber classifier)로 행하였다.

섬유 후렉션의 분별은 35, 48, 65, 100, 140, 240 mesh passing 및 스크린 통과분의 7 단계로 나누어 각 섬유의 전건중량을 측정 한 후 투입 전량에 대한 百分比로 구하였다. 보수도 (water retention value)는 0.5 g의 펄프 현탁액을 여과기로 흡입 여과한 다음 15분간 3000 G (G는 중력가속도)로 遠心回轉 탈수시킨 팔프의 무게를 달고나서 이를 건조하여 전건중량을 구한 후 전건중량에 대한 백분비로 구하였다.

#### 나. 펄프의 強度 試驗

TAPPI Standard T 205m - 60에 준하여 각 펄프별, 濾水度별로 펄프쉬트抄紙機 (Noble & Wood Sheet Machine)로 제조한 8"×8"의 펄프쉬트에서 裂斷長, 比破裂度 및 比引裂度 등의 強度 試片을 채취하여 TAPPI Standard T 220m - 60의 방법에 따라 측정하였다.

#### 다. 白色度 測定

TAPPI Standard T 217m - 48에 준하여 백색도 측정기 (photovolt refractometer)로 측정하였다.

## 3. 結果 및 考察

### 3. 1. 供試材의 性質

#### 3. 1. 1. 比重

비중은 펄프 톤당 원목 消費量에 직접 영향함으로 포플러재간에 生長量은 같아도 比重이 큰 것이 펄프용재로써 유리하다. 0.30~0.40의 容積重에 있어서 實質量은 20~27%이므로 포플러재의 용적당 펄프 수율은 낮은 편이다. 공시 이태리포플러재는 포플러屬 중, 양버들, 사시나무, 은백양보다 가벼우며 일반적으로 포플러재의 容積重이 0.30~0.45 g/cm<sup>3</sup>에 반하여 공시재의 것은 Fig. 1과 같았다.

수령별에 있어서선 수령이 높아짐에 따라 용적 중도 증가 하였으며 또 동일 수령에 있어서도 部位 別로 元口 (butt)에서 樹冠 (crown) 쪽으로 향하면서 높

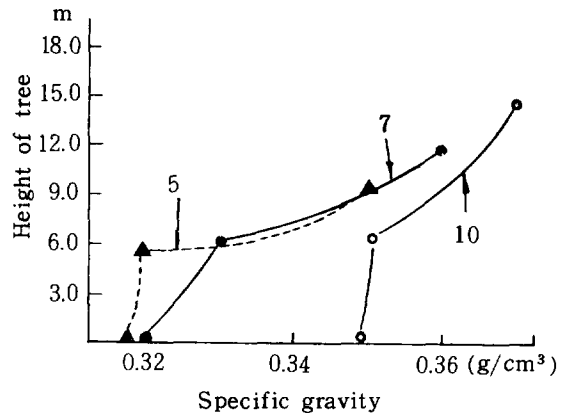


Fig. 1. Relationship between height of tree and specific gravity for three different ages.

아가는 경향을 나타내었다.

春, 秋材 別에 있어서는 춘재보다 추재가 높은 상관관계를 나타내므로<sup>8)</sup> 樹齡과 比重의 상관관계에는 추재부의 비중이 크게 영향하는 것으로 사료된다.

포플러재의 비중과 採取 部位間的 상관 관계에 있어서 Wegelin은 비중이 원구에서 수관으로 향함에 따라 감소한다고 하였으나 Lenz는 反對 현상을 나타낸다고 보고 하였다.<sup>6)</sup> 本 研究에서의 공시재는 Lenz의 실험 결과와 일치하였다.

이태리포플러재를 펄프화할 때, 그 용적중을 315 kg/m<sup>3</sup>로 하고 기계펄프의 수율을 80~92%로 본다면 펄프 톤당 所要原木은 약 3.6~3.2 m<sup>3</sup>로 측정된다.

#### 3. 1. 2. 解剖學的 性質

포플러재의 導管은 펄프쉬트 제조시, 未叩解 상태에서는 목섬유보다 강도가 낮으나 叩解가 진행되면 섬유간의 결합력이 강화되어 목섬유와 近似한 강도를 나타낸다. 일반적으로 導管은 펄프쉬트의 不透明度를 높이고 평활도를 낮추는 力割을 하나<sup>7), 8)</sup> 紙質을 좌우하는 가장 결정적인 요소는 목섬유이다.

왜냐하면 목섬유는 섬유결합면적, 柔軟係數 및 룬켈 (Runkel) 계수로 표시되어 팔프쉬트의 밀도 (density), 과열강도 (burst strength), 및 인열강도 (tear strength)와 상관관계를 갖고 동시에 고해의 難易, 透氣度, 容積重 및 보수도에 영향을 미치는 인자가 되기 때문이다.<sup>10)</sup>

그러므로 본 연구에서는 供試材別의 섬유 형태적 구조와 각 펄프화 간의 품질을 평가하기 위하여 우선 纖維長 및 幅등을 측정 하였다.

10년생 포플러재의 樹高別 목섬유장 측정 결과는

Fig. 2와 같다.

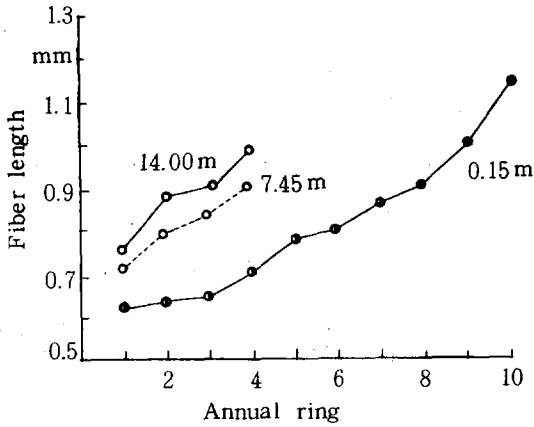


Fig. 2. Variation in average wood fiber length of different heights for all 10 years old wood.

수고 1/3 부위의 年輪과 섬유장에 대한 回歸式을 구한 바 표 Table 4와 같았다.

Table 4. Relationship between the annual ring and fiber length of poplar wood

Fiber length	Annual ring	Coefficient of multiple determination	Regression equation
Y	X	0.99 <sup>2</sup>	Y = 65.72X + 644.48

수령별 수고(樹高)의 1/3 부위의 섬유결합면적 및 유연 계수는 Fig. 3과 같다.

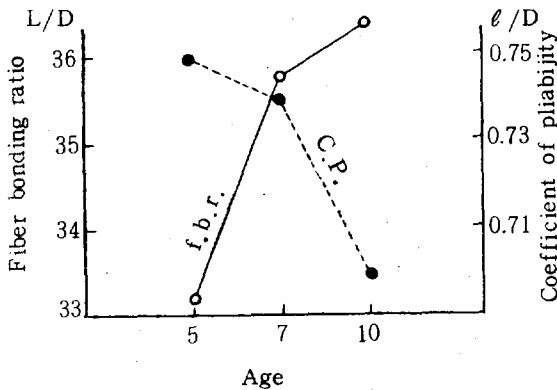


Fig. 3. Relationship between the fiber characteristics and different age.

본 연구에서 나타난 섬유결합면적은 공시재가 활엽수재이므로 短纖維 이어서 침엽수재에 비하면 낮았다.

파열강도 및 열단장(breaking length)과 상관관계가 큰 유연계수는 樹齡이 낮은 것이 약간 큰 값을 나타내므로 5년생 펄프원목이라도 破裂強度 및 引張強度는 10년생의 것에 못지 않을 유효한 인자로 생각할 수 있을 것이다.

밤나무, 단풍나무, 졸참나무, 그리고 남양재인 kapur, white meranti, giam 재의 유연계수에 비하면 공시재의 것은 훨씬 컸다.<sup>19)</sup>

공시재의 용적중이 년분에 따라 증가함은 루멘과 纖維直徑의 비가 적어지는 결과가 뒷받침하고 있다.

룬켈계수는 유연계수와 같은 경향을 나타냈으며 그측 정치는 5,7,10년생의 순으로 각각 0.66, 0.75, 0.84이었다.

전반적으로 10년생까지는 모두 1보다 적으므로 有用한 원료로 간주된다.

3. 1. 3. 化学的 性質

화학적 조성분은 해부학적 성질과 마찬가지로 펄프쉬트의 특성에 큰 영향을 미치는 중요 인자로서 그 組成含量의 多寡에 따라 여러가지 紙質上에 특징을 형성한다. 즉 고해의 나이, 펄프 收率, 로에값(Roe), 펄프쉬트의 밀도, 강도 및 투명도등에 큰 유의성을 나타내는 요인이 된다.

포플러재는 일반적으로 다른 활엽수재와 마찬가지로 헤미셀룰로오스(hemicellulose)의 함량이 많은데 특히 포플러재의 헤미셀룰로오스는 polyuron acid의 형태로 다량 존재하며 수령이나 圖板 채취 부위에 따라 그 조성분에 약간의 차가 있음도 밝혀졌다.<sup>20)</sup> 그러므로 본 연구에서는 수령에 따른 펄프의 특성을 알고자 공시재로는 동일 立地내에서 正常材(normal wood)를 선택하는데 유의하였다.

공시재의 수령별 화학적 조성분의 분석 결과는 Table 5와 같다.

主要成分은 他 포플러類와 근사한 함량을 나타냈으며 수령별 셀룰로오스 함량은 Fig. 4와 같이 수령의 증가에 따라 함량이 증가하는 경향을 나타냈다.

셀룰로오스 함량은 섬유장과 高度의 有意성을 가진다고 하였는데<sup>21)</sup> 공시재도 같은 경향을 보였다.

다른 조성분은 樹齡에 따라 일정한 경향을 나타내진 않았다.

펜토산의 含量과 펄프쉬트의 강도와는 정상적인

Table 5. Chemical composition of sample woods

(unit : %)

Age (yrs)	Ash	Extractives				C. B. cellulose	Holo-cellulose	Lignin	Pentosan
		Cold water	Hot water	1 % NaOH	Alcohol. benzene				
5	0.49	1.32	3.25	21.6	1.44	49.8	87.6	22.7	22.99
7	0.46	2.00	3.47	21.2	1.42	50.5	86.8	24.0	23.01
10	0.62	1.64	3.31	21.4	1.21	51.4	87.3	22.7	23.01

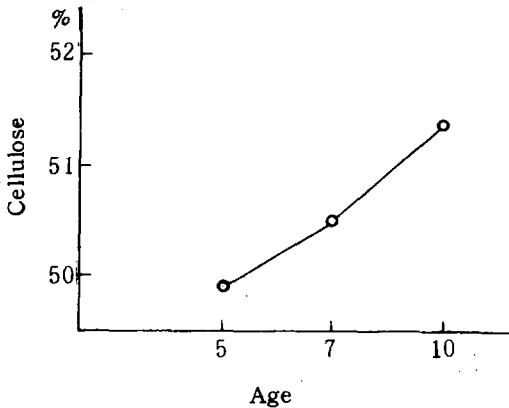


Fig. 4. Variation in cellulose content at different age for the part of 1/3 in height of tree.

관계는 없으나 破裂強度는 펜토산 함량이 7~15% 일 때가 최대이며, 引裂強度는 고해처리 펄프와 未 叩解處理펄프에 대해 각각 5 및 8%에서 피크를 나타낸다고 하였다.<sup>21)</sup>

그러나 펜토산(pentosan)의 함량은 강도보다 오히려 수율에 더 큰 영향을 미친다고 보는 것이 옳아겠다.

추출물 함량의 過多는 펄프 수율을 감소시키며 동시에 약품의 소비량에 증대시키므로 그 함량이 적은 원목이 유리하데 Table 5에서와 같이 공시재의 1% NaOH 추출물량은 같은 포플러屬의 양버들이나 은백양보다 약 5% 정도 많았다.

### 3. 2. 펄프의 特性

#### 3. 2. 1. 碎木펄프

碎木펄프의 性質은 사용하는 원목의 종류와 품질에 따라 매우 큰 영향을 받는다.

短纖維인 포플러재의 碎木 펄프 제조에는 재질이 부합되는 碎木 조건의 設定이 가일층 요구된다.

그러므로 쇄목조건의 설정에는 여러가지 쇄목 과

정에서 영향을 미치는 인자와 抄紙性(runnability), 인쇄적성(printability) 등의 인자를 고려해야 할 것이다.

본 연구에서는 현재 조업중인 신문용지 제조 공장에서 可變 可能的한 쇄목압력, 쇄목석 및 핏트온도(pit temperature)를 Table 2의 조건으로 하여 공시하였다.

새 碎木條件과 펄프 품질과의 관계를 考察하여 볼 때, 쇄목압력을 높이면 펄프의 생산량과 후리네스가 높아지고 상대적으로 동력 소비는 줄어지나 파열강도 및 인열강도는 감소되는 것으로 나타났다. 또 摩碎溫度가 높으면 인열강도는 약간 증대하지만 파열강도엔 차가 없고 대신 밀도와 인장강도가 指數的으로 低下하는 경향을 보였다.<sup>22)</sup>

Table 2의 쇄목 조건으로 펄프화 한 공시재의 樹齡別 碎木펄프의 性狀은 Table 6과 같다. 樹齡別 5, 7, 10년생의 각 初期 未叩解 펄프의 濾水度는 470, 500, 510 CSF이었다.

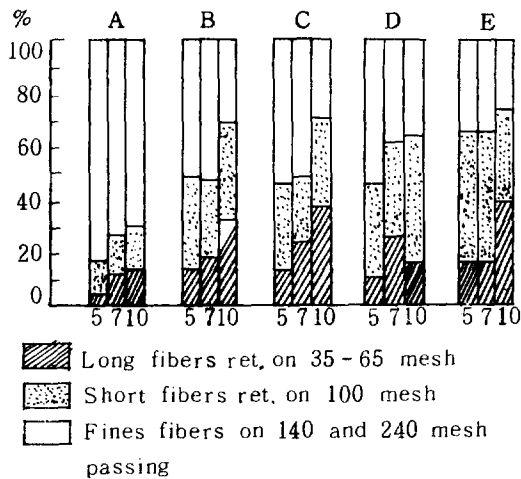
機械펄프로서 각종 紙類의 용도에 상응되는 펄프 쉬트의 강도를 파악하고 또 樹齡別에 따른 叩解의 영향을 비교 검토코자 각 펄프별로 초기 濾水度 상태에서 200, 150, 100 CSF의 세 叩解水準( beating degree)까지 고해 하였다.

叩解處理의 有無에 따라 密度에 차가 있고 또 밀도는 1/D와 펜토산 함유량에 상관하고 있지만 다른 樹種과는 달리 본 供試材는 특히 1/D와는 유의성이 없는 것으로 생각된다. 밀도는 濾水度가 100 CSF까지 낮아짐에 따라 逆으로 증대하였는데, 이와같은 현상은 고해의 진행에 따른 섬유간 및 纖維內 結合面積의 증대와 比表面積의 감소, 그리고 섬유 절단으로 인하여 보다 微細한 部分이 많아져서 결과적으로 높아진 경향을 보인다고 추론된다.<sup>23)</sup>

밀도는 비파열도 및 열단장에 유의적인 영향을 미치나 비인열도에는 纖維長이 더 큰 영향을 준다고 한 Miyage<sup>24)</sup>의 실험 결과에 비추어 볼 때, 供試

Table 6. Physical properties of stone groundwood pulp from poplar woods

Age (yrs)	Freeness (CSF)	Thickness (mm)	Density (g/m <sup>3</sup> )	Bulk	Brightness (%)	Breaking length (km)	Burst factor	Tear factor
5	200	0.21	0.2319	4.3120	60	1.4722	0.1714	18.03
	150	0.21	0.2586	3.8667	61	1.5786	0.1788	17.23
	100	0.18	0.3097	3.2287	61	2.0137	0.2533	17.15
10	200	0.22	0.2512	3.9805	64	2.2287	0.3980	27.50
	150	0.20	0.2824	3.5417	64	2.6918	0.4711	25.33
	100	0.19	0.2922	3.4228	64	2.7747	0.4792	23.06
15	200	0.23	0.2458	4.0668	65	2.5396	0.7932	30.00
	150	0.22	0.2507	3.9882	65	2.7157	0.8102	27.84
	100	0.21	0.2666	3.7507	65	2.8502	0.8533	24.40



- A : Groundwood pulp
- B : Chemigroundwood pulp
- C : Asplund pulp without pretreatment
- D : Asplund pulp pretreating with Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> + NaHCO<sub>3</sub>
- E : Asplund pulp pretreating with NaOH

Fig. 5. Fiber fractions.

펄프의 밀도는 樹齡間에서 보다 同一樹齡 內에서 더 영향하는 것으로 思料 되었다. 수령별 펄프쉬트의 강도에 있어 比引裂度는 10, 7, 5년생의 순으로 낮았다. 이것은 樹齡이 增加함에 따른 평균 L/D (Fig. 3 참조)의 차로 인하여 비인열도의 강도 인자인

磨擦 抵抗이 커진 緣由와 셀룰로오스 함량이 많을 수록 마찰저항을 크게 하는 여러 인자의 영향으로 考察된다. 總水度가 낮아질수록 10년생과 7년생간

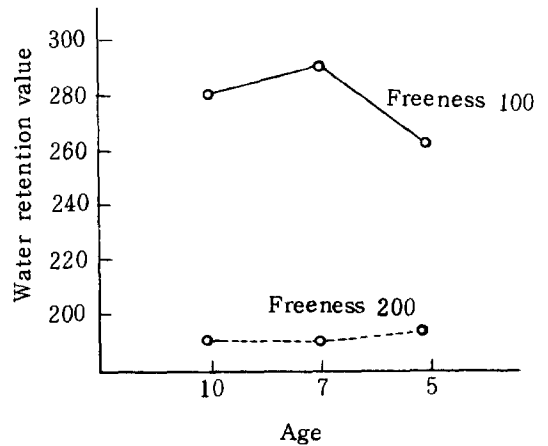


Fig. 6. Relationship of water retention value to the age of tree at two freeness levels.

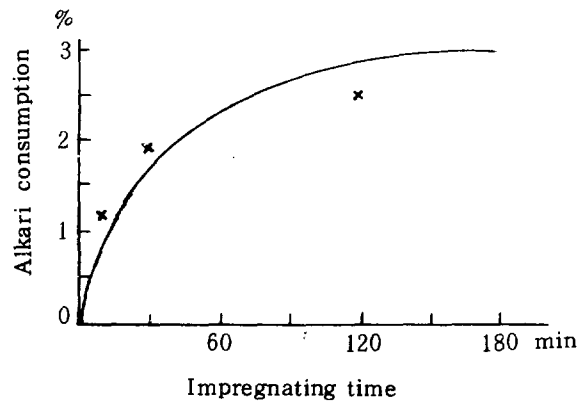


Fig. 7. Relationship of alkali consumption to impregnating time at 70g/l caustic soda for 11% moisture content of chip.

엔 강도의 차가 僅少하였으나 5년생과는 약간 큰차를 나타내었다.

漚水度 100 CSF에서의 섬유分別은 섬유가 미세화되어 樹齡間의 차를 測定하기 困難하였지만 전체적으로 보아 Fig. 5와 같이 고해전의 섬유분포가 紙質에 영향을 주는 것으로 推定된다.

즉 35~65 mesh의 長纖維 部分에서는 수령간에 차가 있을 뿐 아니라 후리네스 100 CSF의 短纖維 部分과 微分(fines)의 섬유分量은 대체로 類似한 것으로 간주되므로 長纖維의 部分이 결국 강도의 영향인 자라고 생각된다.

比破裂度 및 裂斷長은 比引裂도와 어느 정도 같은 경향으로 나타났는데 열단장은 10년생과 7년생간에 근소한 차를 나타내었다. 比破裂度 裂斷長은 고해로 2次的 강도인 纖維結合 強度가 向上되는데 그 요인인 섬유 特性 指數로서의  $l/D$ 의 최대는 밀도의 그것에 대한 것과 相關하지 않을 것으로 사료된다.

섬유간의 結合을 알고자 漚水度 200과 100 CSF에서 측정한 펄프별 保水度는 Fig. 6과 같다.

두 漚水度에서 볼 때, 短纖維일수록 保水度는 크나 수령별 강도와 보수도 간에는 正常的인 關係를 맺기 어려운 것으로 생각된다.

그러나 碎木펄프에 있어서 수령별 강도의 순위를 뒷받침해 주는 因子로는 밀도가 유력한 근거라고 생각된다. 공시재의 碎木펄프의 물리적 강도와 標準 新聞紙(각국기준)의 그것과 비교해 보면 열단장은 5년생이라도 사용 가능하나 比引裂도는 補強을 요하였다.

### 3. 2. 2. 化學碎木 펄프

氣乾漚으로서 70 g/l 농도의 수산화나트륨 용액과 처리한 漚의 알칼리 消費曲線은 Fig. 7과 같다.

알칼리 3%를 소비한 供試 포플러재의 化學碎木 펄프의 物理的 性質은 Table 7과 같이 樹齡 및 漚水度를 불문코 강도가 향상되었다.

즉 5년생 및 10년생 펄프의 裂斷長은 漚水度 100 CSF에 있어서 碎木펄프보다 약 3배, 비파열도는 5배, 그리고 비인열도는 약 2배로 각각 增強되었다.

樹令別, 漚水度 간의 강도 변화는 碎木펄프와 유사하며 특히 注目할만큼 강도가 향상된 것은 5년생 펄프이다. 유칼리재의 碎木펄프 제조에 있어서 빌렛(billet) 크기에 의한 3% 알칼리 소비펄프가 無處理한 것 보다 강도가 2배 증가하였다고 보고했는데<sup>25)</sup> 그 결과보다도 더 效果가 큰 것으로 생각된다. 樹齡別 강도에 있어서 裂斷長 및 比破裂度は 樹齡이 높을수록 강한 강도를 나타내며 비인열도는 5년생이 역시 낮고 7년생과 10년생은 近似한 값을 나타내었다. 化學碎木 펄프법에 의한 精碎펄프에 있어서 纖維長은 펄프쉬트의 강도에 별 영향이 없다고 한 報告文과는<sup>26)</sup> 다른 結果를 나타내었다. 포플러재를 원료로한 펄프쉬트의 강도 증강에는 Fig. 5에서 보는 바와 같이 纖維結束 및 섬유의 損傷을 적게한 것이 더욱 중요한 요인이었으며 또 펄프와 원목의 화학조성분의 차, 즉 약간의 低分子 헤미셀룰로오스의 抽出에 의한 펄프의 성질 改善과 리그린 함량의 減少로 말미암아 펄프의 水和膨潤 및 지질의 緊密性에서 온 근거로 추정 된다. (섬유 사진 참조)

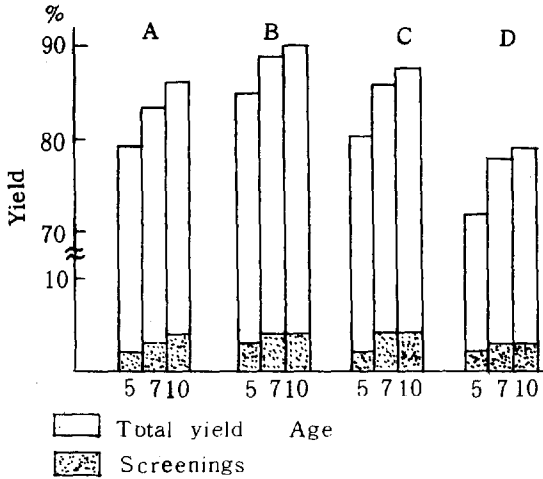
Table 7. Physical properties of chemigroundwood pulp from poplar woods

Age (yr)	Freeness (CSF)	Thickness (mm)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Bulk	Brightness (%)	Breaking length (km)	Burst factor	Tear factor
5	200	0.10	0.5593	1.7880	47	5.4394	3.1204	40.14
	150	0.10	0.5807	1.7220	46	5.9735	3.3721	38.93
	100	0.10	0.5811	1.7209	46	6.3821	3.5092	34.07
7	200	0.10	0.5863	1.7056	48	6.5658	3.5742	43.66
	150	0.10	0.5874	1.7039	47	6.6327	3.6064	40.09
	100	0.09	0.5877	1.7015	46	6.6500	3.6330	32.55
10	200	0.11	0.5891	1.0230	50	6.7922	4.2263	41.61
	150	0.11	0.5913	1.8452	44	7.4557	4.2511	40.05
	100	0.10	0.5932	1.8197	42	7.5856	4.3805	31.57



백색도만은 44~50%로 碎木펄프보다 낮았다.

펄프 수율은 Fig. 8과 같이 總收率(total yield) 79~86% 이었으며 수령이 낮을수록 수율도 낮았는데 이는 섬유部分의 微細分이 많은 것과 密接한 關聯이 있는 것으로 해석된다.



- A : Chemigroundwood pulp
- B : Asplund pulp without pretreatment
- C : Asplund pulp pretreating with  $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NaHCO}_3$
- D : Asplund pulp pretreating with  $\text{NaOH}$

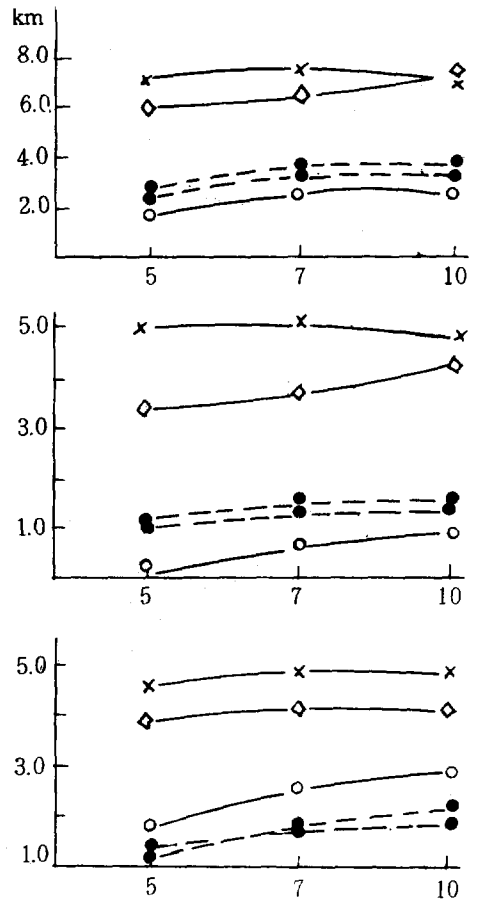
Fig. 8. Pulp yield.

3. 2. 3. 아스푸런드 펄프

無處理와 아황산나트륨 및 수산화나트륨 前處理에 의한 아스플런트펄프의 物理的 性質은 Table 8-1 ~ 3과 같다. 무처리 아스플런트펄프의 強度는 碎木펄프 보다 열단장 및 비파열도는 향상되었으나 비인열도는 증강되지 않았다. 그러나 化學碎木펄프에 비하여 無處理중 가장 優勢한 강도를 나타낸 것은 수산화나트륨 처리였다. 樹齡별 강도의 변화는 碎木펄프 및 化學碎木 펄프와 같은 경향이며 수산화 나트륨 前處理 5년생의 아스푸런드 펄프는 10년생의 碎木 펄프 및 無處理 아스푸런드 펄프보다 강한 강도적 特性을 나타내었다. 漚水度 150 CSF에 기준한 수령별 펄프의 강도는 Fig. 9와 같다.

특히 수산화나트륨으로 전처리된 아스푸런드 펄프는 白色度만 높으면 5년생 原木이라도 신문지에 요구되는 比引裂度 및 裂斷長을 만족시킬 수 있는 것으로 나타났다.

무처리 아스푸런드 펄프와 아황산나트륨 前處理



- Groundwood pulp
- Asplund pulp without pretreatment
- ◇—◇ Chemiground wood pulp
- ◆—◆ Asplund pulp without pretreatment
- ×—× Asplund pulp pretreating with  $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NaHCO}_3$

Fig. 9. Comparison of physical strength of various mechanical pulps by the age of tree at 150 CSF freeness.

펄프간에는 뚜렷한 강도 變化가 없었으며 백색도는 前者가 後者보다 2~3% 높았고 수율은 2~5% 오히려 감소되었다.

化學碎木 펄프와 수산화나트륨 前處理 아스푸런드 펄프간의 裂斷長과 比破裂度는 대체로 근사한 값을 나타냈으며 비인열도는 後者가 더 증강된 것으로 나타났다. 백색도는 수산화나트륨 전처리를 짧게 한 것이 물론 有利하나 알칼리 처리 또는

**Table 8-1.** Physical properties of Asplund pulp with no pretreatment from poplar woods

Age (yr)	Freeness (CSF)	Thickness (mm)	Density ( $g/cm^3$ )	Bulk	Brightness (%)	Breaking length (cm)	Burst factor	Tear factor
5	200	0.17	0.3724	2.6850	54	2.4232	0.9047	14.47
	150	0.17	0.3946	2.5344	57	2.4342	0.9086	11.63
	100	0.18	0.4041	2.4684	51	3.2869	1.2151	11.59
7	200	0.17	0.3423	2.9217	54	3.0848	1.1381	24.97
	150	0.16	0.3560	2.8090	53	3.1139	1.2138	17.22
	100	0.15	0.3620	2.7623	51	3.9450	1.4350	16.31
10	200	0.16	0.3237	3.0892	52	3.0778	1.1747	24.17
	150	0.16	0.3251	3.0758	52	3.0910	1.2516	21.23
	100	0.16	0.3658	2.7339	50	3.7248	1.4241	17.72

**Table 8-2.** Physical properties of Asplund pulp with  $Na_2SO_3+NaHCO_3$  pretreatment from poplar woods

Age (yr)	Freeness (CSF)	Thickness (mm)	Density ( $g/cm^3$ )	Bulk	Brightness (%)	Breaking length (cm)	Burst factor	Tear factor
5	200	0.16	0.3424	2.9202	53	2.5302	0.7431	14.86
	150	0.16	0.3508	2.8506	52	2.7730	0.7635	13.44
	100	0.16	0.3738	2.6750	48	3.1063	1.1196	12.22
7	200	0.16	0.3027	3.3033	55	2.7009	1.2005	19.21
	150	0.17	0.3118	3.2067	54	2.8920	1.2227	15.44
	100	0.15	0.3163	3.1613	53	3.5577	1.2789	15.27
10	200	0.17	0.3274	3.0540	56	2.9554	1.2054	18.49
	150	0.16	0.3282	3.0466	55	3.2107	1.2229	18.35
	100	0.16	0.3392	2.9483	54	3.4841	1.3245	17.52

**Table 8-3.** Physical properties of Asplund pulp with NaOH pretreatment from poplar woods

Age (yr)	Freeness (CSF)	Thickness (mm)	Density ( $g/cm^3$ )	Bulk	Brightness (%)	Breaking length (cm)	Burst factor	Tear factor
5	200	0.10	0.5839	1.7126	36	6.0155	3.9947	54.36
	150	0.10	0.5887	1.6987	34	6.9355	4.2816	46.02
	100	0.10	0.5911	1.6918	33	7.0125	4.8357	41.10
7	200	0.10	0.5937	1.6846	30	6.8916	4.7736	53.26
	150	0.09	0.6008	1.6644	28	6.9900	4.7886	47.56
	100	0.10	0.6216	1.6087	27	7.7566	4.8269	42.27
10	200	0.10	0.5707	1.7523	27	6.6219	4.6241	59.31
	150	0.10	0.6008	1.6644	25	7.3391	5.1937	57.26
	100	0.09	0.6347	1.5756	25	7.3606	5.4357	43.84

추출로서 강도를 향상 시킬려면 紙種에 따라서는 표백을 요하게 된다.

수령 및 펄프화 간의 保水度 관계는 Fig. 10 과 같다.

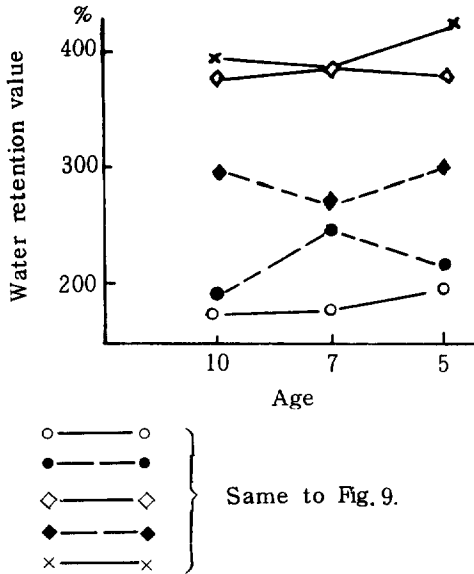


Fig. 10. Relationship between water retention value and the age of tree at various mechanical pulps.

즉 樹齡間에 一定한 경향을 찾기가 어려우나 強度가 강한 펄프의 보수도가 높으며 碎木 펄프의 것과 유사한 경향을 나타내었다.

포플러재의 機械펄프 제조 시, 비인열도를 높이고 자 강한 전처리를 하면 결과적으로 收率을 저하시키므로 書籍地, 衛生地, 板紙등의 各種 用途에 適合한 전처리 약액의 선택이 무엇보다도 요구된다.

4. 結 論

- 1) 柔軟係數는 전반적으로 樹齡이 낮을수록 약간 큰 값을 나타내었다.
- 2) 保水度는 각 펄프화간에 있어서 강도가 큰 것이 높은 값을 나타내는 傾向이었지만 樹齡間에는 강도와 比例하지 않았다.
- 3) 각 펄프화간에 있어선 樹齡이 낮을수록 펄프 쉬트의 강도가 낮으나 5년생의 알칼리 전처리 아스푸런드펄프 및 化學碎木 펄프는 10년생의 碎木 펄프나 무처리 아스푸런드 펄프보다 강한 強度의 特性을 나타냈다.
- 4) 比引裂度는 알칼리 전처리 아스푸런드 펄프가

化學碎木 펄프보다 강했으나 裂斷長 및 比破裂度는 大體로 근사한 값이므로 수율 및 白色度를 고려하면 포플러재의 펄프화에는 化學碎木 펄프법이 유리한 것으로 사료된다.

5) 碎木 펄프 제조시 5년생의 포플러재는 펄프 原木으로써 單獨 이용이 부적당하므로 다른 加工處理나 강한 펄프의 混用이 요구된다.

그리고 각 펄프間에 있어서 7년생 및 10년생의 펄프는 강도의 差가 근소하였으나 5년생의 펄프와는 큰 差를 보였다.

附記: 本 研究는 1971 年度 科學技術處 用役 研究이다.

參 考 文 獻

1. Jacopian V. & H. Schonbach, *Zellstoff und Papier* 131 (1968)
2. Stegmann, *Das Papier* 10: 207 (1956).
3. Schreiner E. J.: *Agr. Handbook*, No. 150. U.S. Dept. of Agr. Forest Service 124. (Feb. 1959)
4. Engel, K. *Wochenblatt fur Papier fabrikation*, 123 (24): 1168, (1961)
5. 紙パルプ技協會編: *パルプ総論*: 202 東京三好印刷 (1970)
6. FAO, *Poplars in Forestry and Land Use*: 461 Rome, (1658)
7. *Paper Trade J.*, 142 (1): 24, (1958)
- 8.
9. Hyttinen, A. E. R. Schafer, *Pulp & Paper Mag. of Can.* 140, (1955)
10. Kerr W. D. & J. D. Hart, *Tappi* 40 (8): 681 (1957).
11. Brech, W. *Tappi* 42 (8): 664, (1959)
12. Wunschmann, G. *Das Papier* 457 (8) (1944)
13. Jayme G. & R. Nischk, *Wochenblatt fur Papier fabrikations* 85 (7) (1957)
14. Horst, C. W. *Southern pulp paper mfr.* 21 (3) 76, (1958)
15. 辛東韶: 韓國林學會誌, 11: 33 (1970)
16. 辛東韶: 晉州農科大學農業研究所報, 5: 35 (1971)
17. Marton R & A. K. Agarwal, *Tappi* 48 (5): 264, (1965)
18. Alexander S.D. & A.F. Brown, *Tappi* 48 (7) 395 (1965)
19. 守屋正夫: 紙パ技協紙 21:141, (1971)

20. 香山疆：紙パ技協誌 22:581,(1968)
21. Dadswell, H.E. A.J. Watson, & J.W.P. Nicholls: *Tappi* 42 (7): 521, (1959)
22. U.S. Dept of Agr. Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison & W.S. No. R. 1679, (1962)
23. 白田誠人：大内基弘，伊藤俊武，中野準三，石田伸彦；紙パ技協誌，23：29(1969)
24. 三宅基夫：紙パ技協誌，22：600,(1968)
25. Elder, R.A. J.G. Job & A. J. Pearson: *Appita* 21 (3): 60, (1967) ■