

표고곰목의 화학적 특성과 펄프재로서의 이용방안*1

정명준*2 · 김대영*2 · 조병묵*3 · 오정수*2†

Chemical Characteristics and Application for Kraft Pulp of Bed Log Wastes*1

Myung-Joon Jeong*2 · Dae-Young Kim*2 · Byoung-Muk Jo*3 · Jung-Soo Oh*2†

요약

연구는 폐표고곰목을 제지용 원료로 활용하기 위한 기초자료로 1년부터 5년 동안 재배한 표고곰목을 이용하여 목재 성분 조성(글루코스, 자일로스)과 크라프트 펄프화 특성을 평가하였다. 그 결과 화학조성의 경우 변재에서는 재배기간이 증가함에 따라 글루코스와 자일로스의 감소가 크게 나타났으나 심재부에서는 큰 차이가 나타나지 않았으며 정선수율과 리젝트 함량 모두 재배기간이 증가함에 따라 감소하였다. 펄프 특성에서도 재배기간 증가에 따라 섬유장과 폭, 여수도는 감소하였으며 폐표고곰목 크라프트 펄프를 국산 폐골판지에 첨가 시 종이의 건조 강도가 향상되었다. 이상의 결과로 폐표고곰목 크라프트 펄프를 다른 장섬유 펄프와 혼합사용 시 강도 향상과 고해 에너지 감소를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

ABSTRACT

This research studied the utilization of the bed log wastes as a papermaking grade pulp. Five different bed log samples from shiitake mushroom (*Lentinus edodes* (Berk.) Sing) cultivation were collected by the cultivating periods of 1 to 5 years. The wood chemical composition and the characteristics of kraft pulping of each sample were investigated. The results of chemical composition showed that the rate of carbohydrate (glucose and xylose) content in sapwood was decreased as the cultivation period was increased. In heartwood, there was no significant difference. The screening yield of non-cultivated bed

* 1 접수 2005년 3월 7일, 채택 2005년 4월 30일

본 연구는 2004학년도 동국대학교 연구년 지원에 의하여 이루어졌음

* 2 동국대학교 산림자원학과 Department of forest resources, Dongguk university, Seoul, 100-715, Korea

* 3 강원대학교 제지공학과 Department of Paper Science & Engineering, Kangwon National University, Kangwon, 200-701, Korea

† 주저자(corresponding author) : 오정수(e-mail: ohjs@dongguk.edu)

log from kraft pulping was higher than that of cultivated one, but the reject of cultivated one, especially for 5 year-cultivated, was lower than non-cultivated bed log. The fiber length and width was continuously decreased as the cultivation period was increased. Therefore, the freeness of the pulp from the cultivated bed log was sharply decreased comparing to non-cultivated due to the fiber cutting and the increased fine content. The dry strengths were increased according to the increasing addition level of bed log kraft pulp to KOCC and non-cultivated wood pulp. From the overall results, the pulp from 5 years cultivated bed log can be reasonably used if it is mixed with long fiber pulp for advantages such as reducing beating time.

Keywords: Shiitake mushroom, Bed log wastes, Kraft pulp, Dry-strength

1. 서 론

우리나라는 전 국토의 65%가 산림으로 이루어져 있지만 다른 나라에 비해 임목축적이 상대적으로 낮은 수준이며, 이에 따라 목재수요량의 대부분을 수입에 의존하고 있다. 현재에 이르러서는 건설업 발달에 따른 건축폐기물과 임산물, 특히 버섯의 수요량이 증가하면서 버섯 재배농가에서 생기는 폐골목 양이 증가하는 추세를 보이고 있어 많은 용적을 차지하는 이들 폐골목의 활용방안이 절실히 요구되고 있다(김 등, 1999).

우리나라의 표고재배는 1955년 표고종균의 인공배양법이 개발됨에 따라 종균에 의한 재배가 활발히 이루어졌으며, 그 후 정부의 적극적인 장려정책에 따라 오늘날 1만여 농가가 표고재배를 하고 있다. 이렇게 표고버섯의 수요가 증가함에 따라 표고버섯 재배용 자목으로 많이 사용되는 참나무류의 소비도 증가 추세를 보이고 있다. 1996년 기준으로 표고버섯 재배용 자목으로 많이 사용되는 참나무류는 연간 약 154,000 m³나 사용되고 있으며, 이들 중 90,000 m³가 폐골목으로 추정되고 있다(김 등, 2000). 지금까지 표고버섯 재배 농가에서는 표고생산에만 몰두하여 자목의 처리 및 효과적인 이용 방향에 대해서는 무관심하였지만 근년에 와서 환경보존 문제가 심각하게 대두되면서 표고폐골목의 처리문제가 하나의 큰 문제점으로 대두하게 되었고, 이와 같은 골목을 버려지는 것이 아닌 고부가가치 산업의 원료로 사용되기 위한 연구가 요구되고 있다. 지금까지 폐골목 관련 연구에는 폐골목

재활용을 위한 cellulose 결정의 변태구조 분석 연구(김과 이, 1995), 폐골목의 비료화 연구(조 등, 1999)와 백색부후균을 이용한 펄프화 연구(강 등, 2001), (Akhtar *et al.*, 1997), (Messner *et al.*, 1998), (Trotte, 1996) 등이 있으나 보다 다양한 활용방안에 대한 연구가 필요시된다.

본 연구에서는 접종연도에 따른 표고 폐골목 내부의 화학적 특성 변화를 알아보고, 폐골목으로 생산한 펄프의 특성을 관찰하여 펄프재로서의 유용 자원 가능성을 조사하여 표고 폐골목에 새로운 부가가치를 부여하여 이에 따른 활용방안을 제시하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

공시목은 동국대학교 윤길산 연습림에서 분양받은 갈참나무(*Quercus aliena*)와 접종 후 1~5년 된 갈참나무 표고목을 사용하였고, 그 특징은 Table 1과 같다.

2.2. 시료의 성분분석

2.2.1. 성분 분석용 시료 조제 및 화학적 조성 분석

생재와 접종한지 1~5년 된 골목을 심재부와 변재부로 구분하여 willy mill을 이용하여 분쇄 후 40~120 mesh로 조제된 목분 시료를 이용 1% sodium hy-

Table 1. Description of samples

Category	Specification
Species	<i>Quercus aliena</i>
Age (years)	25~30
DB.H. (cm)	15~20
Cultivated period (years)	Non~5
Fungus	Shiitake mushroom (<i>Lentinus edodes</i> (Berk.))

droxide 추출(Tappi T-212), alcohol-benzene 추출(Tappi T-204), lignin 함량(Tappi T-222)을 정량하였다. Holocellulose 함량은 wise법에 의거 측정하였다. α -cellulose 함량은 정청한 holocellulose를 NaOH (17.5%)를 사용하여 20°C 온수에서 5분간 고르게 팽윤시킨 후, 여과·중화하여 정량하였다.

2.2.2. 조성당 분석

공시재료의 접종기간별 심·변재 부분을 Tappi T-249에 따라 시료를 전 처리한 후 gas-chromatography (HP-6890)를 이용하여 Table 2와 같은 조건으로 조성당(glucose, xylose, mannose, arabinose, galactose) 함량을 분석하였다.

2.3. 결정화도 분석

결정화도는 목편을 가로, 세로 1.0×1.5 cm, 두께 0.5 mm 이하로 시료를 제작하여 X-ray 회절장치(RIGAKU DMAX 2100V)를 사용하여 상대결정화도를 측정하였다.

상대결정화도는 다음과 같이 면적법과 Segal법으로 계산하였다.

$$\text{면적법 Cr. (\%)} = \left[\frac{(I_{110} + I_{110} + I_{200})}{(I_{110} + I_{110} + I_{200} + I_{am})} \right] \times 100$$

$$\text{Segal법 Cr (\%)} = \frac{(I_{200} - I_{am})}{I_{200}} \times 100$$

I_{110} : ($1\bar{1}0$)의 회절강도($2\theta = 14.7^\circ$)

I_{110} : (110)의 회절강도($2\theta = 16.2^\circ$)

I_{200} : (200)의 회절강도($2\theta = 22.8^\circ$)

I_{am} : 비결정부분의 회절강도($2\theta = 18^\circ$)

Table 2. Gas-chromatography specifications

Category	Specification
Column	DB-255 (0.25 mm × 30 m)
Film Thickness	0.25 μ m
Injection Temp.	250°C
Column Oven Temp.	220°C
Detector	FID
Carrier gas	He
Sample Injection Volume	10 μ l

2.4. 주사전자현미경 관찰

공시재료를 심재부와 변재부로 나누어 연화시킨 후 블록을 제조하고 주사전자현미경(SEM, Hitachi S-3000)을 이용하여 생재와 표고골목의 해부학적 변화를 관찰하였다.

2.5. 펄프화 및 펄프특성 분석

2.5.1. 펄프의 제조 및 품질 평가

공시재료인 생재와 1~5년 된 골목의 수피를 제거하고 오염된 부분(해충 또는 외부곰팡이에 의한 피해부위)을 제거한 후 길이 20~30 mm, 폭 10~15 mm, 두께 2~5 mm의 chip을 이용하여 Table 3과 같은 조건으로 kraft pulping을 행하였다.

증해 후 plate screen (Toyoseiki, Japan)을 이용하여 정선 후 정선수율과 screen reject율을 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{SR(\%)} = \frac{R}{(S + R)} \times 100$$

$$\text{SY(\%)} = \frac{S}{W} \times 100$$

SR : Screen reject율(%)

R : Screen reject량(g)

S : 정선 펄프 전건 중량(g)

W : 목재 chip 중량(g)

SY : 정선수율(%)

그리고 정선펄프를 이용하여 여수도(Tappi T-227)와 kappa number (Tappi T-236)를 측정하였다.

섬유의 형태학적 특성 평가를 위해 섬유장측정기(Kajaani Fiber Lab V.3)을 이용하여 섬유장·폭, 미

Table 3. Cooking condition for kraft pulping

Parameters	Condition
Active alkali	10, 13, 16%
Sulfidity	25%
Liquor-to-wood ratio	6 : 1
Maximum cooking temp.	170°C
Time to maximum temp.	1 hour
Time at maximum temp.	2 hour

세섬유(5 mm 이하) 함량을 측정하였다

2.5.2. 폐표고골목 펄프의 수초지 제조 및 물성 평가

폐표고골목 펄프 혼합에 따른 물리적 특성변화 측정을 위해 갈참나무 생재 펄프와 국산 폐골판지(Korean Old Corrugator Container: 이하 KOCC)에 폐표고목 펄프를 각각 10%, 20%, 30%를 첨가하여 초지 후 인장강도(Tappi T-494), 인열강도(Tappi T-414), 파열강도(Tappi T-403), 압축강도(KS M7051), 내절도(Tappi T-511)를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 시료의 화학조성 분석

3.1.1. 추출물 함량 분석

표고골목의 연도별 추출물 함량을 Fig. 1과 Fig. 2에 나타내었다.

1% NaOH 추출물 함량의 경우 변재부는 생재에서 접종 5년차로 갈수록 18.0%에서 40.2%로 추출물 함량이 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 1% NaOH에 의해 주로 목재 내에 저분자화된 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스 그리고 저분자량의 탄수화물이 용출된 것으로 접종연도 증가에 따라 표고균에 의해 목재 내에 고분자 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스의 분해가 지속적으로 진행된 것을 알 수 있다.

그리고 심·변재간의 비교를 통하여 표고버섯균이 변재부를 주요 영양원으로 하여 목재부후가 진행된

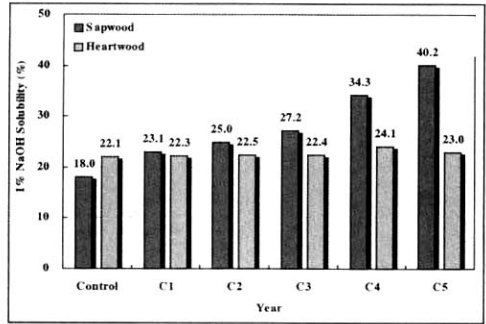


Fig. 1. The 1% sodium hydroxide soluble content according to cultivation period in sapwood and heartwood.

※ Control: Non-cultivated sample
 C1: 1 year cultivated sample
 C2: 2 years cultivated sample
 C3: 3 years cultivated sample
 C4: 4 years cultivated sample
 C5: 5 years cultivated sample

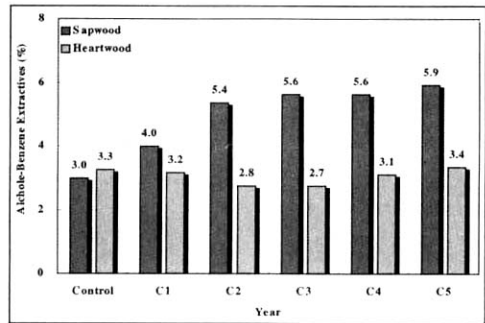


Fig. 2. The alcohol-benzene extractives content according to cultivation period in sapwood and heartwood.

것을 알 수 있었다.

접종연도 증가에 따른 alcohol-benzene 추출물 함량변화는 변재부에서 3.0~5.9%로 증가하였고, 심재부에서는 2.7~3.4% 사이의 값으로 거의 변화가 일어나지 않았다.

그러나 이러한 변화는 목재내의 주성분의 중량감소에 의해 목재 내 alcohol-benzene 추출성분의 감소가 일어나지 않아서 상대적으로 조성비율이 높아져 이와 같은 결과가 나온 것으로 생각된다.

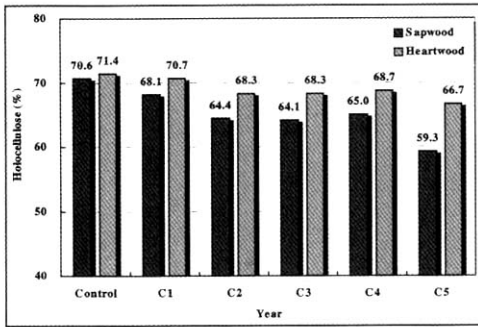


Fig. 3. The holocellulose content according to cultivation period in sapwood and heartwood.

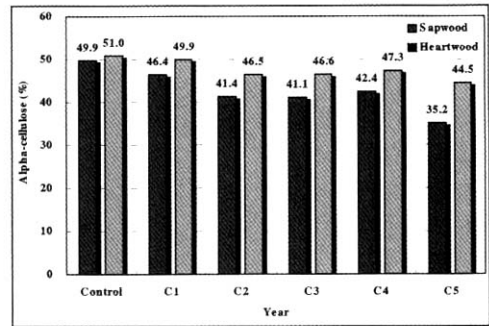


Fig. 4. The α -cellulose content according to cultivation period in sapwood and heartwood.

3.1.2. 목재 조성분 분석

3.1.2.1. Holocellulose 함량 분석

Fig. 3은 접종연도가 증가함에 따른 holocellulose 함량변화를 나타낸 그래프이다.

접종연도가 증가함에 따라 변재부에서는 70.6%에서 59.3%로 함량이 감소하였고, 심재부에서는 71.4%에서 66.7%로 감소하였다.

변재부에는 접종연도가 증가함에 따라 지속적인 감소가 나타났으나, 심재부에서는 접종 후 5년이 되어서야 뚜렷한 감소가 나타났다. 이러한 현상은 표고버섯균이 접종연도에 따라 변재부에서 심재부로 그 영역이 확장되는 것으로 목재 내 저분화로 인한 1% NaOH 추출물 함량 변화와 holocellulose 함량감소와 일치하는 결과를 얻을 수 있었다.

3.1.2.2. α -cellulose 함량 분석

Fig. 4는 접종연도가 증가함에 따른 α -cellulose 함량 변화를 나타낸 그래프이다.

α -cellulose 함량 변화 또한 holocellulose 함량 변화와 비슷한 양상으로 변재부에서 holocellulose 함량 감소율이 11.3%이고, α -cellulose 함량 감소율은 14.7%로 α -cellulose의 감소율이 더 큰 것으로 나타났다. 이는 표고버섯균에 의해 α -cellulose가 부분적으로 저분자화(degradation)되어 17.5% NaOH에는 가용성이지만 일부는 holocellulose 함량에는 영향을 미치지 않아서 이와 같은 결과가 나온 것으로 생각된다.

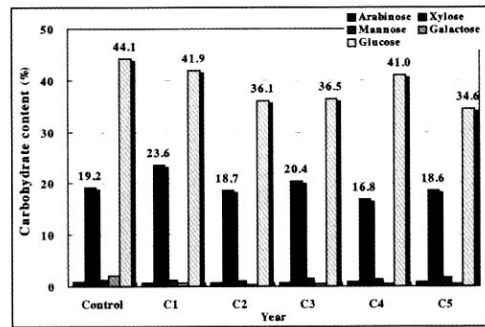


Fig. 5. The carbohydrate content of sapwood, according to cultivated period.

3.1.2.3. 조성당 분석

표고버섯균에 의해 상대적으로 부후가 많이 진행된 변재부의 접종연도별 조성당 함량을 Fig. 5에 나타내었다. Glucose와 xylose가 가장 많은 조성 비율을 차지하였고 이들의 함량은 접종연도가 증가하면서 각각 44.1 → 34.6%, 19.2 → 18.6%로 감소하는 경향이 나타났다으며 glucose의 감소율이 xylose의 감소율보다 높은 특징이 나타났다.

Cellulose의 주성분인 glucose의 감소량은 9.5%로 α -cellulose의 감소량인 14.7%보다 적게 나타났다. 이는 목재부후균이 목재내로 침투하여 α -cellulose의 degradation을 일으켜 저분자화 하여 α -cellulose 분석 시에는 저분자가 알칼리에 용해되어 감소량이 크지만 조성당 분석 시에는 분자량에 영향을 받지 않기 때문에 이와 같은 결과가 나타난 것으로 생각된다.

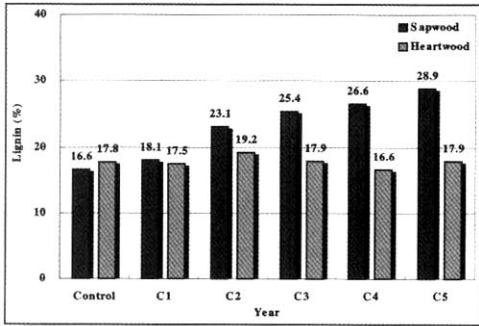


Fig. 6. The lignin content according to cultivation period in sapwood and heartwood.

3.1.2.4. Lignin 함량 분석

Fig. 6은 접종연도가 증가함에 따른 목재 내 lignin 함량을 나타낸 그래프이다.

접종연도가 증가함에 따른 lignin 함량은, 변재부에서 16.6%에서 28.9%로 증가하였고, 심재부에서는 16.6~19.2% 사이의 함량을 나타내었다.

변재부에서 접종연도가 증가함에 따라 lignin의 수치가 증가하는 것은 실질적으로 리그닌도 분해가 되었지만 상대적으로 holocellulose의 함량 감소가 더 커서 이와 같은 현상이 나타났다. 그러므로 표고버섯균에 의해 lignin보다 holocellulose함량 감소가 더 큰 특징을 확인할 수 있었다.

3.2. 상대결정화도 분석

Fig. 7과 Fig. 8은 생재와 접종 후 3년과 5년 된 표고골목을 면적법과 Segal법으로 계산한 상대결정화도이다.

측정결과 두개의 측정법 모두에서 상대결정화도가 증가하였다가 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 접종 3년 된 표고골목은 표고버섯균에 의해 목재 중 상대적으로 접근성이 용이한 비결정영역의 분해를 촉진시켜 상대결정영역이 증가되어 결정화도가 생재에 비해 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 접종 후 5년 된 표고골목은 표고버섯균이 비결정영역 감소에 따라 결정영역까지 영향을 미쳐 생재에 비해 결정화도가 작게 나타난 것으로 생각된다.

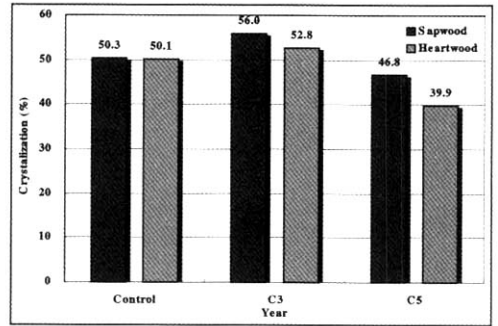


Fig. 7. The variation of relative crystallization according to cultivation period in sapwood and heartwood (Area method).

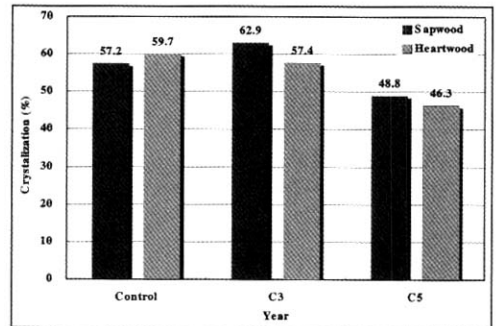


Fig. 8. The variation of relative crystallization according to cultivation period in sapwood and heartwood (Segal's method).

3.3. 접종연도별 펄프특성 분석

3.3.1. 연도별 정선 수율 및 screen reject을 분석

표고버섯균 접종연도가 각기 다른 표고골목을 펄프화하여 정선수율과 screen reject을 변화를 Fig. 9에 나타내었다.

정선수율의 경우 접종연도가 증가함에 따라 생재 펄프 수율 40.5%에서 접종 후 5년 된 표고골목에서 수율 29.7%로 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 screen reject에서도 32.9%에서 29.7%로 감소경향을 나타내었다. 이것은 접종연도 증가에 따른 표고골목의 밀도감소로 인하여 약품에 대한 접근성이 높아지고 또한 표고버섯균에 의한 목재 주성분의 저분자화

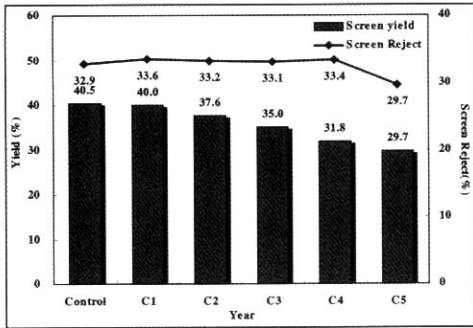


Fig. 9. The variation of screen yield and screen reject according to cultivation period by kraft pulping.

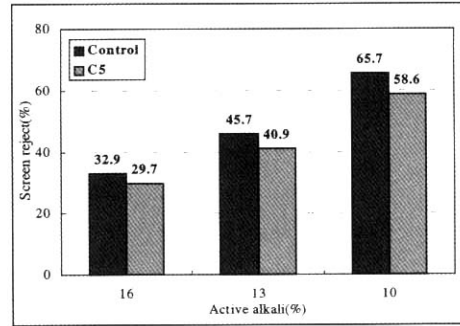


Fig. 11. The variation of screen reject according to active alkali of kraft pulping.

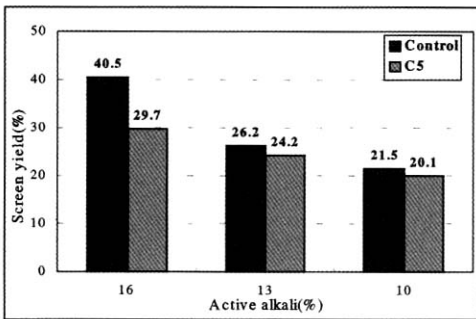


Fig. 10. The variation of screen yield according to active alkali of kraft pulping.

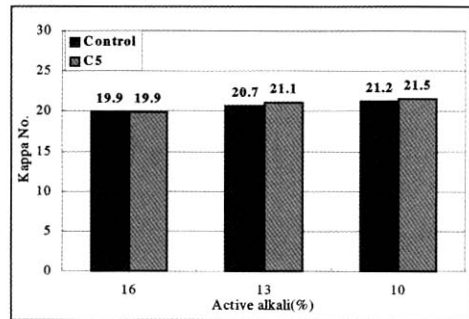


Fig. 12. The kappa number according to active alkali of kraft pulping.

로 인하여 알칼리에 대한 가용분의 증가로 정선 수율과 reject율이 동시에 감소된 것으로 생각된다.

3.3.2. 활성알칼리 농도의 변화에 따른 수율과 screen reject을 분석

Fig. 10과 Fig. 11은 각각 활성알칼리 변화에 따른 정선수율과 screen reject율을 나타낸 그래프이다.

일반적으로 활성알칼리 농도 증가에 따라 목재 주성분의 용해로 수율이 감소하지만 본 연구에서는 활성알칼리 농도 감소에 따라 생재보다 접종 후 5년 된 표고 골목에서 정선수율과 screen reject율이 감소하였다. 이는 본 실험에서는 표고골목의 낮은 밀도로 인하여 상대적으로 액비(6:1)가 증가하여 일반적인 실험조건보다 낮은 활성알칼리 농도에서 증해를 행하였기 때문에 정선수율이 감소한 것으로 사료된다. 그리

고 상대적으로 높은 screen reject율이 나타난 것은 표고버섯균에 의한 목재의 부후로 저 농도에서도 용이한 펄핑을 기대하였으나 실험 결과 약품 절감 효과가 크지 않음을 알 수 있었으며, 또한 screen reject의 상당부분이 표고버섯균에 의해 부후가 상대적으로 덜 진행된 목재내 심재부에 기인한 것으로 사료된다.

3.3.3. 활성알칼리 농도의 변화에 따른 Kappa 값의 분석

Fig. 12는 활성알칼리 변화에 따른 Kappa 값의 변화를 나타낸 그래프이다.

활성알칼리가 낮아짐에 따라서 Kappa 값은 19.9에서 21.5로 증가하지만 그 차이는 거의 크지 않으며 생재와 접종 후 5년 된 표고골목 간에 차이가 없었다. 이는 저분자화 된 cellulose와 hemicellulose 성분이

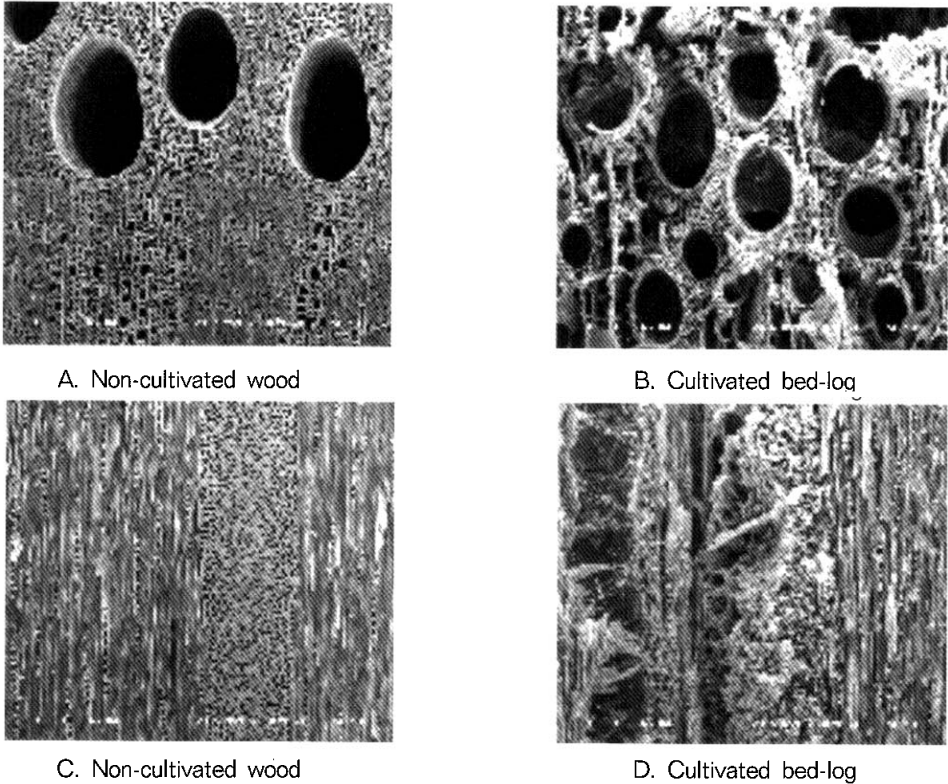


Photo 1. The scanning electronic microphoto of cross section (A · B) and tangential section (C · D) of *Quercus aliena* and cultivated bed log.

알칼리에 의해 쉽게 용해되지만 밀도 감소로 인하여 그만큼 약품에 대한 접근성이 용이해 리그닌도 kraft 펄프화 과정을 통하여 탈리그닌 되어 이와 같은 결과가 나온 것으로 생각된다.

3.3.4. 접종기간과 활성알칼리 농도의 변화에 따른 섬유장 및 폭의 변화 분석

Fig. 13은 접종연도별 제조한 펄프의 섬유장과 섬유 폭의 중량평균 값을 나타낸 그래프이다.

섬유장은 생재펄프에서 0.97 mm에서 5년 된 펄프 0.63 mm로 길이가 감소하는 것을 볼 수 있다. 섬유 폭 또한 생재펄프 18.9 μm 에서 5년 된 펄프는 15.9 μm 로 감소하였다.

접종연도가 증가함에 따라 섬유장과 폭 모두 일정한 비율로 감소하는데, 이는 표고버섯균에 의한 갈참

나무 목섬유의 단섬유화로 인하여 길이와 폭 모두 작아지는 결과를 가져온 것이라고 생각된다.

주사전자현미경 사진(Photo 1)을 통하여 생재와 5년 된 표고골목의 접선단면과 횡단면에서 표고버섯균에 의한 세포벽 두께감소와 섬유의 절단을 관찰할 수 있었고 또한 부분적으로 약화된 섬유들이 펄프화 과정을 통하여 섬유의 절단으로 이와 같은 섬유장 감소를 초래한 것으로 생각된다.

Fig. 14는 활성알칼리농도에 따른 섬유장과 섬유 폭을 나타낸 그래프이다.

활성알칼리 농도가 낮아짐에 따라서 생재펄프는 0.96~0.98 mm, 5년 된 펄프는 0.57~0.70 mm로 거의 차이를 보이지 않았으며 섬유 폭 또한 생재펄프에서 18.9~19.8 μm , 5년 된 펄프는 15.9~18.1 μm 로 섬유장과 마찬가지로 거의 차이를 보이지 않았다.

그러므로 섬유장과 섬유 폭은 활성알칼리 농도 감

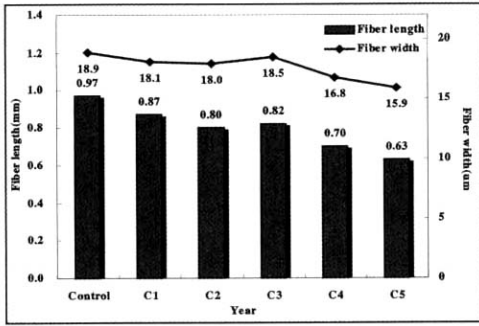


Fig. 13. The fiber length and width of kraft pulp according to cultivation period.

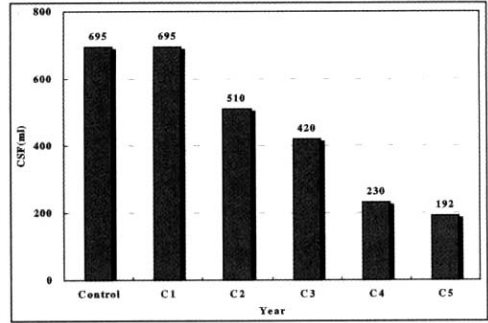


Fig. 15. The freeness of kraft pulp according to cultivation period.

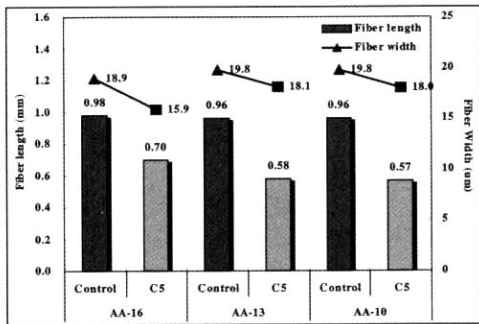


Fig. 14. The fiber length and width according to active alkali of kraft pulp.

소에 따른 증가가 기대되지 않는다는 것을 알 수 있었다.

3.3.5. 접중연도 변화에 따른 여수도 변화 분석

Fig. 15는 접중연도에 따른 펄프의 여수도를 측정 한 그래프이다.

여수도는 생재펄프 695 ml (CSF)에서 접중 5년 된 펄프 192 ml로 여수도 값이 급격히 감소하는 경향을 나타냈다.

여수도는 섬유장, 폭, 미세분 함량과 밀접한 관계가 있는데 접중연도가 증가함에 따라 섬유장과 폭이 작아지고 미세분의 함량이 증가하여 sheet형성 시 섬유간의 공극 감소로 배수성이 떨어져 여수도 값이 감소하는 것으로 사료된다.

3.4. 제조한 수초지의 물성 평가

제조된 표고골목 펄프는 낮은 여수도로 인하여 단독으로 사용 시에는 많은 문제가 있다. 그러므로 다른 펄프에 대한 충전제로써 지력 증강과 이에 따른 고해 절감 효과를 위해 KOCC에 폐표고골목펄프를 첨가한 수초지의 기계적 성질을 측정하였다.

Table 4는 KOCC에 접종 후 5년 된 표고골목펄프를 10%, 20%, 30% 첨가하였을 때 종이의 강도를 나타낸 그래프이다. KOCC에 표고골목펄프를 혼합하였을 때는 첨가량에 따라 인장강도와 파열강도, 내절도가 각각 16.4%, 19.4%, 24.7%가 증가하였다. 이는 표고골목펄프내 상대적으로 높은 미세분 함량으로 섬유간 결합력을 증가시켜 강도가 증가한 것으로 생각된다.

압축강도는 첨가량이 증가함에 따라 5.94%가 증가하여 그 효과가 크지 않았다. 이는 실험에 사용된 KOCC가 재생펄프로 일반 펄프에 비해 섬유의 hornification이 일어나 KOCC 자체의 압축강도가 커서 5년 된 골목 펄프를 첨가하더라도 강도변화가 크지 않는 것으로 사료된다.

인열강도는 약간의 감소가 나타났는데 이는 표고골목펄프가 섬유자체의 강도가 작기 때문에 감소 폭이 크게 나타났어야 하지만, 섬유 자체 강도 감소 대신 섬유간 결합력 증가로 인열강도의 감소 폭이 크지 않은 것으로 생각된다.

Table 4. The dry-strength of mixed oak and Mixed KOCC pulps according to addition level of bed-log kraft pulp

Dry-Strength	Addition level of bed log pulp (%)			
	0	10	20	30
Tensile Index (N · m/g)	61.4	66.8	71.4	73.4
Burst Index (kPa · m ² /g)	187	211	227	232
Ring Crush (N)	88.6	88.7	93.2	94.2
Folding Endurance (log)	1.40	1.54	1.69	1.86
Tearing resistance (mN)	5.03	4.99	4.88	4.62

4. 결 론

1) 표고버섯균에 의한 목재 성분변화 연구결과 변재부에서 1% NaOH 추출물함량은 접종기간이 증가함에 따라 18.0%~40.2%로 증가한 결과를 통해 목재 내의 주성분이 표고버섯균에 의해 저분자화 되었음을 알 수 있었다. 또한 표고균에 의해 lignin보다 cellulose와 hemicellulose의 함량 감소가 더욱 큰 것을 알 수 있었다.

2) 폐표고골목의 펄프화 결과 수율과 섬유장 및 섬유 폭이 생재펄프에 비해 각각 26.4%, 20.2%, 15.8% 감소하였고, 여수도가 떨어지는 단점이 있었다.

그러나 이를 KOCC에 30% 첨가 시 종이의 인장강도, 파열강도, 압축강도, 내절도가 각각 16.4%, 19.4%, 5.9%, 24.7% 증가되어 대부분의 물리적 강도가 향상되었다. 그러므로 폐표고골목 펄프는 다른 원료와 혼합 초지를 통하여 종이의 물성 향상 또는 고해 에너지를 감소시킬 수 있을 것으로 생각된다.

이러한 결과들로부터 폐표고골목을 크라프트 펄프 원료로 활용하는데 있어 단섬유에 의한 여수도 불량으로 인하여 종이의 주원료로는 활용에 한계가 있기

때문에 이러한 특성을 활용할 수 있는 증진제로서의 용도개발과 펄프화 기술에 대한 요구가 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 강규영, 조병목, 오정수. 2001. 백색부후균 생물 전 처리에 의한 Kraft Pulp화 특성. 목재공학 29(4): 103~110.
2. 김남훈, 이원용. 1994. 표고버섯골목의 재활용에 관한 연구(I)-Cellulose의 결정화도를 중심으로. 목재공학 22(3): 26~31.
3. 김남훈, 이원용. 1995. 표고버섯골목의 재활용에 관한 연구(II)-폐골목 세포벽 중의 셀룰로오스 결정의 형태구조. 목재공학 23(3): 1~7.
4. 김외정, 배재수 외. 2000. 폐목재의 수집체계 개선 및 재활용 촉진방안. 임업연구원. 연구과제 제159호.
5. 김재현, 구태우, 김외정. 1999. 생활폐목재의 발생 실태 및 재활용 확대방안에 관한 연구. 목재공학회 하계총회 및 학술연구발표회: 201~205.
6. 조남석, 오병익, 김덕신, 민두식. 1999. 표고버섯 재배폐골목의 유기질 비료화. 목재공학 27(2): 62~69.
7. Akhtar, M., M. C. Attridge, G. C. Myers, and R. A. Blanchette. 1993. Biomechanical pulping of loblolly pine chios with selected white-rot fungi. Holzforschung 47: 36~40.
8. Akhtar, M., R. A. Blanchette, and T. K. Kirk. 1997. Fungal delignification and biomechanical pulping of wood. In: Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology, Vol. 57. Springer-Verlag. Berlin: 159~195.
9. Messner, Kn K. Koller, M. B. Wall, Akhtar, and G. M. Scott. 1998. Fungal treatment of wood chips for chemical pulping. In: Environmentally Friendly Technologies for the Pulp and Paper Industry. John Wiley & Sons, Inc. New York: 385~419.
10. Trotter, P. C. 1990. Biotechnology in the pulp and paper industry: a review. - Part 2 upgrading pulp properties, papermaking, effluent treatment, and converting biomass to fuels and chemicals - TAPPI J. 73(3): 201~205.