산림바이오매스의 크라프트 펄프화를 위한 펄프 적성 연구

Study of Kraft Pulp Properties for Kraft Pulping from Forest Biomass

박현진, 김철환, 이지영, MD Mominul Islam Sheikh,
김성호, 김경철, 심성웅, 조후승
경상대학교 임산공학과

ABSTRACT

In recent, many forest residues have been generated by the National Forest Management Operation. Unfortunately, most of the forest residues are supposed to be used as raw materials for burning fuels like wood pellets. In this study, we investigated whether or not this forest biomass mixed in various ages and species could be used as raw materials for making kraft pulps in a view of optical properties.

Key words : Forest Management Operation, Kraft pulping, Bleaching, wood biomass

1. 서 론

현재 국내에서 발생하고 있는 산림 바이오매스에 대한 활용 대안은 다각적으로 모색되고 있으나 각 대안이 가져오는 경제적인 가치나 비용에 대한 분석은 심층적으로 이루어지지 못하고 있어 효율적 이용이 저해되고 있는 실정이다. 수입에 의존하는 국내의 특성상 목재 수출국의 다양한 여건이나 운반비 과다 상승 등 여러 복합적인 원인으로 목재의 가격은 지속적으로 상승하고 있고 공급가능한 대경재의 수량은 한계가 있는 현실에서 숲가꾸기사업, 간벌과정에서 발생하는 산지 폐잔재 등에서 발생하는 목재들의 재사용 및 재활용은 선택이 아니라 필수라 하겠다.

따라서 본 연구에서는 숲가꾸기사업을 통해서 발생되는 산림바이오매스를 더 효과적

이고 경제적으로 사용할 수 있는 최적용도 개발을 위한 연구를 하였다. 이를 위해 숲가꾸기 산업 산물들을 일정 조건 하에서 크라프트 펄프화하여 상업용 칩들로부터 제조된 펄프와 광학적 및 표백 특성을 중심으로 비교분석하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

본 실험에서는 숲가꾸기 산물을 이용한 펄프 적성 연구를 위하여 칩 크기별 단일수종, 혼합별로 나누어 크라프트 펄핑을 하였으며, 각 원료별 조건은 Table 1과 Table 2에 각각 나타내었다.

Table 1. Classification of wood species wood ages

Symbol	Wood species by ages
SLB7	벚나무7년
SLB8	벚나무9년
SLB9	밤나무6년
SLB10	밤나무8년
SLB11	밤나무10년
SLB12	오동 4년
SLB13	오동 8년
SLB14	아카시아7년
SLB15	아카시아15년
SLB16	아카시아24년
SLB17	참나무 2년
SLB18	참나무 15년
SLB19	참나무 24년
SNB20	적송 14년
SNB21	적송 24년
SLB22	IA(Indonesia Acacia)
SLB23	TE(Thailand Eucalyptus)
SLB24	VA(Vietnam Acacia)
SLB25	KO(Korean Mixed Hardwoods)

Table 2. Mixing ratios of wood species by Collected from Forest Management Operations

Symbol	Mixing ratios of different wood species
MLB26	KO:VA:TE (4:3:3)
MLB27	굴참나무:밤나무:아카시아 (4:3:3)
MLB28	밤나무:아카시아:벚나무 (4:3:3)
MLB29	아카시아:벚나무:오동나무 (4:3:3)
MLB30	벚나무:오동나무:굴참나무 (4:3:3)
MLB31	굴참나무 : 밤나무 :아카시아 (5:3:2)
MLB32	밤나무 : 아카시아 : 벚나무 (5:3:2)
MLB33	아카시아 : 벚나무 : 오동나무 (5:3:2)
MLB34	벚나무 : 오동나무 : 굴참나무 (5:3:2)
MLB35	오동나무:굴참나무:IA:KO (2:2:3:3)
MLB36	오동나무:굴참나무:VA:TE (2:2:3:3)
MLB37	굴참나무:밤나무:IA:KO (2:2:3:3)
MLB38	굴참나무:밤나무:VA:TE (2:2:3:3)
MLB39	아카시아:벚나무:IA:KO (2:2:3:3)
MLB40	아카시아:벚나무:VA:TE (2:2:3:3)

2.2 크라프트 펄프화(kraft pulping)

Table 1과 Table 2에 나타나 있는 조건으로 시료를 구분 및 혼합하여 크라프트 펄프를 제조하였다.

이 때 활성알칼리도는 액비 4:1로 하여 특정 조건으로 한정하여 증해하였다.

2.3 Kappa No. 측정

Kappa No.를 통해 펄프내의 잔류하고 있는 리그닌 양을 측정 하였으며, TAPPI method T 236

om-99에 의거하여 실험하였다.

2.4 표백 및 백색도 측정

Kraft pulping 된 펄프의 표백특성을 확인하기 위하여 Table 3과 같은 조건으로 4단 표백을 실시하였다.

표백 전 펄프와 표백 후 펄프의 백색도를 측정하여 표백특성을 확인하였다.

Table 1. Bleaching conditions of kraft pulps

Sequence	Amount (%on pulp)	Consistency	Time	Temperature	pH
Chlorine Dioxide	2	5	3	80	3.5-4.0
Sodium hydroxide	8	5	2	70	12
Sodium hypochlorite	2	5	2	60	11-11.5
Peroxide	6	5	2	80	

3. 결과 및 고찰

3.1 Kraft pulp의 Kappa 값과 수율 비교

숲가꾸기 산물로 제조된 목재 칩을 수종별 혼합별로 일정조건하에서 크라프트 펄프화한 펄프에 잔류한 잔류한 리그닌 양을 Kappa 값으로 측정하여 Fig. 1과 Fig. 2에 나타내었다.

수종별 Kappa 값을 측정한 결과, 밤나무 수종과 아카시아 수종이 다른 수종에 비해 높은 Kappa 값이

나타났다. 그 중 밤나무 6년의 경우 대조군 보다 낮은 값을 나타내었으며, 수입산 수종의 경우 KO를
제외한 나머지 수종들은 대조군 보다 낮은 Kappa 값을 나타내었다.
그리고 국내산 활엽수 혼합수종으로 제조된 칩을 혼합하여 제조한 펄프의 경우 대조군과 비교하였을
때, 오동나무 수종과 혼합된 펄프를 제외하고 모두 높은 값을 Kappa 값을 나타내었다.

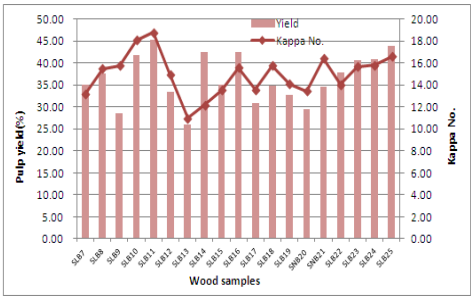

Fig. 1. Relationship between yields and kappa number of kraft pulp made by wood samples with different ages.

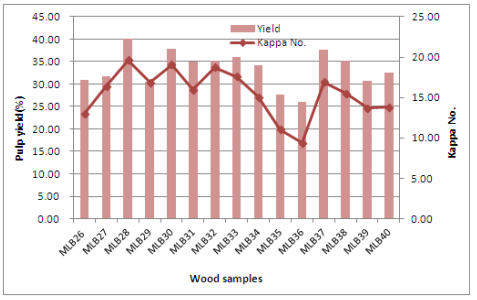

Fig. 2. Relationship between yields and kappa number of kraft pulp made by wood samples with different mixing ratios.

3.2 Kraft pulp의 백색도 비교

Fig. 3, Fig. 4는 숲가꾸기 산물로 제조된 목재 칩을 수종별 혼합별로 일정 조건 하에서 펄핑 한 후,
평량 80g/㎡의 수초지를 제작하여 백색도를 측정하여 나타낸 것이다.
단일 수종의 경우, 밤나무 수종과 아카시아 수종이 가장 낮은 백색도를 나타내었으며, 혼합별의 경우 오동나무 수종과 혼합된 펄프들이 다른 수종과 혼합된 펄프에 비해 가장 높은 백색도를 나타내었다.

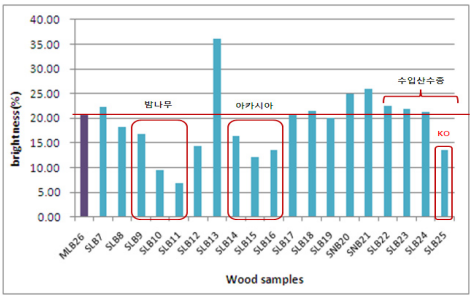

Fig. 3. Brightness of kraft pulps from wood chips with different ages.

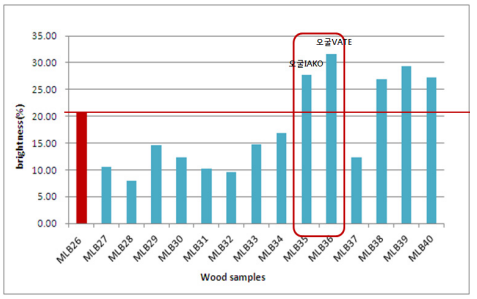

Fig. 6. Brightness of kraft pulps from wood chips with different mixing ratios.

3.3 표백 후 백색도 비교

Kraft pulping한 펄프를 일정한 조건으로 표백한 후 수초지로 제작 하여 백색도를 측정하여 Fig. 5와 Fig. 6에 나타내었다. 단일 수종의 경우 밤나무, 아카시아, 참나무24년생, 적송 24생을 제외하고 모두 대조군 보다 높은 백색도 값을 나타내었다. 밤나무수종과 아카시아수종의 경우, 표백 전 백색도 값이 낮은 값을 나타내었으며, 표백 후에는 크게 향상되었지만 다른 수종이 비해 낮은 백색도 값을 나타내었다.

혼합수종의 경우 밤나무, 아카시아, 굴참나무와 혼합한 펄프의 경우, 대조군에 비교 하였을 때 낮은 백색도의 값을 나타내었다.

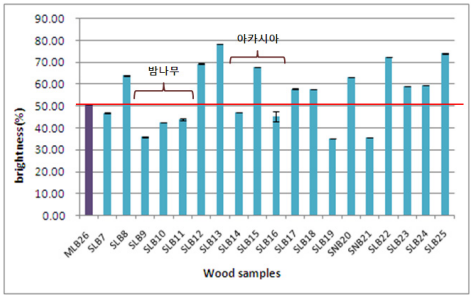

Fig. 5. Brightness of kraft pulps after bleaching from wood chips with different ages.

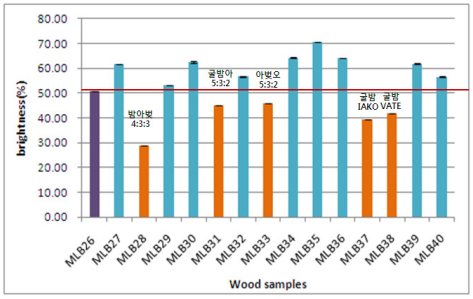

Fig. 6. Brightness of kraft pulps after bleaching from wood chips with different mixing ratios.

4. 결 론

본 연구에서는 숲가꾸기사업을 통해 발생된 부산물을 효과적 및 경제적으로 이용하기 위하여 서로 혼합비를 달리한 후 광학적 및 표백특성을 분석하여, 상업용 펄프화 비교 분석하였다.

수종별로 밤나무 8년생을 제외한 밤나무와 아카시아의 경우 대조군보다 높은 리그닌 함유량을 나타내었으며, 이 두 수종을 혼합한 펄프의 경우, 낮은 백색도 값을 나타내었다.

이와 반대로 오동나무수종의 경우 오동나무 8년생에서 가장 낮은 값의 Kappa 값이 측정 되었으며, 백색도의 경우, 가장 높은 백색도를 나타내었다. 오동나무와 일정 비율로 혼합한 펄프 역시 높은 백색도를 나타내었다. 이들 수종을 표백하여 측정한 백색도의 경우, 밤나무수종과 아카시아수종, 참나무수종의 경우 다른 수종에 비해 표백이 잘되지 않았으며, 이들 수종을 혼합하여 크라프트 펄핑한 펄프 역시 다른 수종에 비해 표백이 잘되지 않음을 확인 할 수 있었다. 이들 수종을 제외한 모든 수종에서 대조군와 흡사하거나 보다 더 나은 광학적 특성을 확인 할 수 있었다.

사 사

이 연구는 2011년 산림과학기술개발사업의 지원에 의해 수행되었습니다.

인용문헌

1. 백경길, 김철환, 이지영, 서정민, 이희진, 박현진, 김호철. 숲가꾸기 산물의 크라프트 펄프화 특성 탐색. 한국펄프종이공학회 춘계학술논문발표집 pp 241-249 (2010).

2. 원종명, 제지산업의 미래와 대응 전략, 한국펄프종이공학회 추계학술발표집 pp. 11-27(2008)

3. 신수정, 성용주, 박종문, Impact of hexeneuronic acid to kappa number determination in hardwood
chemical pulps Journal of Korea TAPPI Vol. 42. No. 2, 2010 Printed in Korea
4. 신재호, 김철환, 이지영, 이희진, 백경길, 곽혜정, 김성호, 심성웅, 강하륜. 숲가꾸기 부산물을 이용한 펄프와 상업용 펄프의 특성분석, 한국펄프종이공학회 추계학술 논문발표집 pp241-249(2009).

5. 안병일, 이균식, 김철환, 이지영 숲가꾸기사업에서의 산림 바이오매스 발생량 추정. (제1보) 펄프 종이기술 41(4): pp15-24 (2009).
6. 안병일, 이균식, 김철환, 이지영 숲가꾸기사업에서의 산림 바이오매스 발생량 추정. (제2보) 펄프종이기술 41(4): pp25-32 (2009).