개질 처리된 유기충전제가 종이에 미치는 영향
Effects of Lignocellulosic Fillers on Paper Properties

이영록, 김철환, 이지영, 정호경, 백경길, 이희진, 곽혜정
경상대학교 환경산림과학부 환경임산전공

1. 서 론

현대 과학의 비약적인 발전으로 인해 다양한 소재의 원료 및 제품들을 우리 주위에서 손쉽게 찾아 볼 수 있다. 그 중에서도 목재는 우리 주위에서 손쉽게 구할 수 있을 뿐 아니라 친환경적인 소재로 각광을 받고 있기 때문에 현재까지도 모든 분야에서 사용되어지고 있는 실정이다[1]. 하지만 목재 자체가 친환경적인 소재이지만 목재를 벌채함으로써 발생되는 환경적인 문제 때문에 전 세계적으로 목재의 사용량은 점점 줄어드는 실정이다. 친환경소재가 각광받고 있는 현 시점에서 목재사용을 조금 더 효율적으로 이용하기 위한 하나의 대안으로서 본 연구를 진행하였다.

국내 임야에서 발생되는 폐잔재는 숲가꾸기 사업, 간벌과정에서 다량 발생하며, 2002년 산지 폐잔재의 발생량은 67,000m^3으로 파악되었으며, 산지 폐잔재는 이용가치가 떨어져서 폐잔재의 이용률이 낮아 매년 약 1,000m^3 이상의 목재가 산지폐잔재로 폐기되는 실정이다[2]. 이러한 산지 폐잔재 및 목재를 가공할 때 생산되는 부산물(톱밥), 목재 폐기물을 이용하여 제지공정에서 사용되고 있는 무기계 충전제를 대체할 수 있는 방안을 모색하고자 본 연구를 진행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험재료

본 연구에서 목질계 유기충전제는 경남 산청군 소재의 경상대학교 덕산(지리산) 학술림에서 채취한 수령 15년생 미만의 굴참나무(*Quercus variabilis*)와 소나무(*Pinus densiflora*)를 사용하였다. 유기충전제의 개질처리를 하기 위한 충전제로는 파우더 타입의 중질탄산칼슘(GCC)과 경질탄산칼슘(PCC)을 사용하였고, 보류제로는 Cationic PAM

을 사용하였다.

2.2 목분의 개질처리

2.2.1 목재의 분쇄

유기충전제의 시료를 얻기 위하여 공시재료를 칩 화시킨 후 Wonder Blender (WB-01, Sanplatec corp., Japan)를 이용하여 25,000 rpm의 속도로 60초간 분쇄하여 표준체를 사용하여 200mesh를 통과하고, 400mesh에 잔류한 목분 만을 사용하였다.

2.2.2 목분의 표백

분급된 목분의 백색도를 향상시키기 위하여 8%(W/V) 이산화염소를 10% 농도의 지료에 전건대비 2%를 첨가하여 반응온도 80℃에서 30분간 표백한 뒤 깨끗이 세척하여 동일한 조건으로 과산화수소 4%를 첨가하여 2단 표백을 실시하였다.

2.2.3 충전제를 이용한 목분의 개질처리

표백 처리한 목분(모입자)과 탄산칼슘(자입자)을 이용하여 Table. 1의 조건으로 Wonder Blender(WB-01, Sanplatec corp., Japan)를 사용하여 개질처리 하였다.

개질 처리된 목분을 입도분석기(Accusizer 780/DPF, Agilent Technologies, Inc, USA)를 이용하여 입도를 분석하였고 목분의 표면개질상태를 관찰하기 위하여 주사전자현미경(JSM-6380LV,Jeol., Japan)을 사용하였다.

Table 1. Conditions of the surface treatment of lignocellulosic filler.

Composition	모입자(목분)		자입자(탄산칼슘)
	70%	:	30%
Run Time	2min		

2.3 개질 처리된 목분을 이용한 수초지 제조 및 특성분석

2.3.1 수초지 제조

개질 처리한 목분을 충전제로 사용가능성을 분석하기 위하여 Hw-BKP와 Sw-BKP

를 실험실용 Valley beater를 이용하여 여수로 450 mL CSF로 고해시킨 후 혼합하여 Table 2 의 조건으로 실험실용 사각수초지기를 이용하여 평량 80 g/m^{2}로 수초지를 제조하여 항온 항습실에서 24시간동안 조습처리를 하였다.

Table 2. Addition level of pulp and lignocellulosic fillers in handsheet.

	Addition level
Ratio of pulp	Hw-BKP : Sw-BKP = 7 : 3
Lignocellulosic filler and filler(GCC)	10%, 20%, 30%
Retention aid(C-PAM)	0.02%

2.3.2 수초지의 물리·광학적 성질

조습 처리된 수초지의 평량을 측정한 후 물성을 분석하기 위하여 TAPPI Standard method에 의거하여 인장강도, 벌크, 회분함량 및 백색도, 불 투명도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 개질처리된 목분의 입자크기 분포

무기충전제(GCC, PCC)와 개질처리 된 유기충전제의 입도를 분석한 결과는 Fig 1과 같다. 개질처리 된 유기충전제의 입도는 무기충전제의 입도분포를 살펴보면 개질 처리 된 유기충전제의 입도(약 60 um)주위의 입도분포가 증가한 이유는 유기충전제를 개질 처리하는 동안 무기충전제와 유기충전제의 파손이 일어난 것을 증명해 주면서 파손된 유기충전제와 무기충전제가 물리적인 힘에 의해서 결합된 것으로 판단되어진다. 이것은 유기충전제의 표면사진인 Fig. 2에서도 관찰 할 수 있었다.

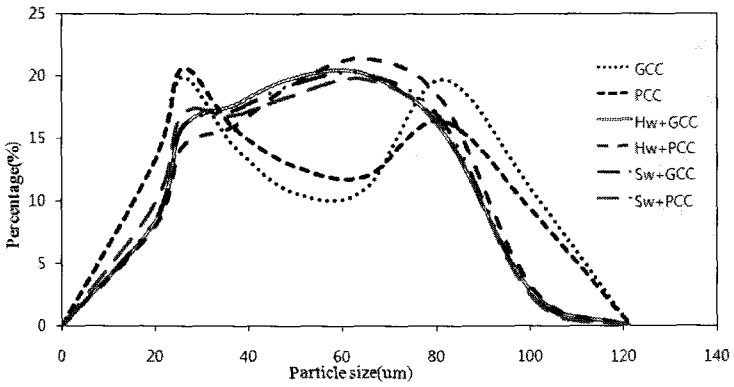

Fig 1. Particle size distribution of lignocellulosic fillers and fillers.

3.2 개질처리된 목분의 표면관찰

굴참나무와 소나무를 물리적인 힘에 의하여 분쇄시킨 목분과 충전제를 혼합하여 다시 한 번 물리적인 충격을 가해 줌으로 인해 Fig. 2에서 볼 수 있듯이 목분 표면이 갈라지고 손상을 입은 부분에 물리적인 힘을 가함으로 충전제가 갈라진 목분 표면에 침투함으로서 목분과 충전제의 결합이 일어나고 일부는 목재표면에 충전제가 고착된 것으로 생각되어진다.

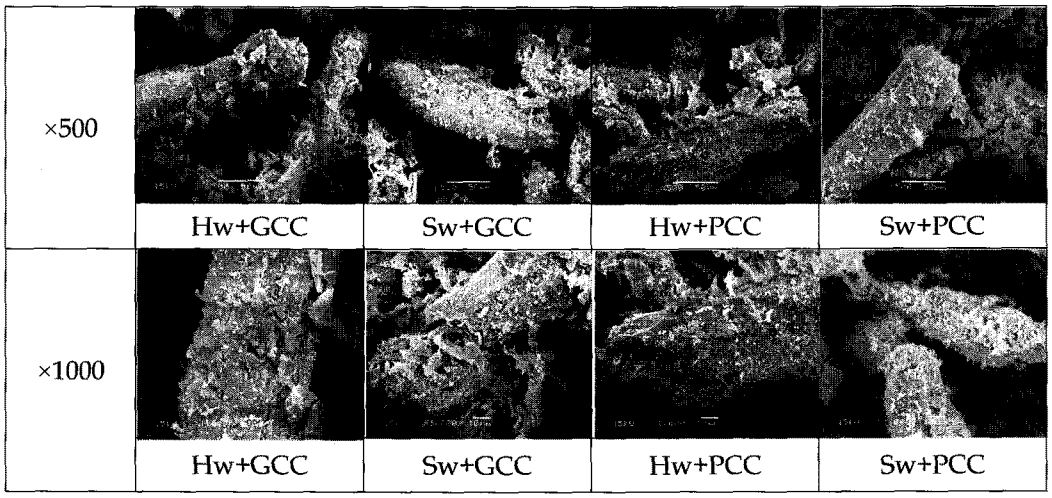

Fig 2. Scanning electron micrograph of lignocellulosic fillers.

3.3 수초지의 물리·화학적 성질

3.3.1 물리적 성질

수초지를 제조하였을 때 실질적인 충전제의 함량을 알아보기 위하여 회분을 정량하였다. Fig 3에서 볼 수 있듯이 무기 충전제인 GCC는 첨가량 대비 약 65~70%가 보류되었고, 유기충전제는 첨가량 대비 약 45~50%가 보류되었다. 하지만 유기충전제는 무기충전제와 목분이 혼합되었기 때문에 보류도는 더욱 더 향상되었을 것으로 판단된다.

일반적으로 충전제의 함량이 증가 할수록 물리적인 성질은 저하된다. Fig 4는 인장지수를 나타낸 것으로 현재 제지공장에서 사용하고 있는 무기충전제(GCC)를 기준으로 보았을 때 목분과 충전제(PCC)를 혼합하여 개질 처리한 유기충전제는 무기충전제보다 대체적으로 강도가 저하 되었지만, 목분과 충전제(GCC)를 혼합하여 개질 처리한 유기충전제는 무기충전제보다 강도 저하가 둔화 되었다. 그 이유는 목분과 충전제(GCC)를 혼합하여 개질 처리한 유기충전제가 보류도가 조금 더 높아서 유기충전제에 포함되어 있는 목분이 섬유와 결합하여 강도적 저하를 둔화시킨 것이라 판단된다.

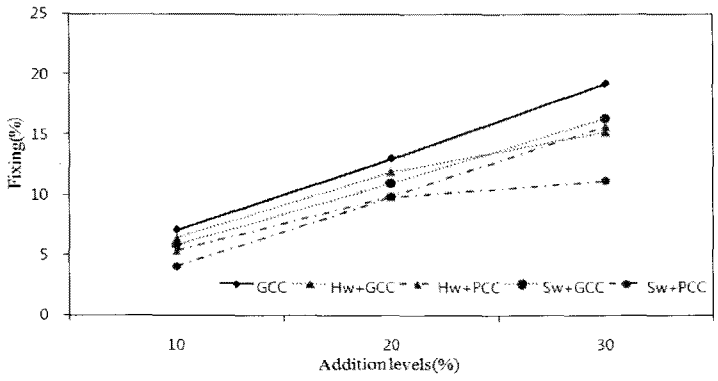

Fig 3. Fixing of fillers as a function of lignocellulosic filler addition.

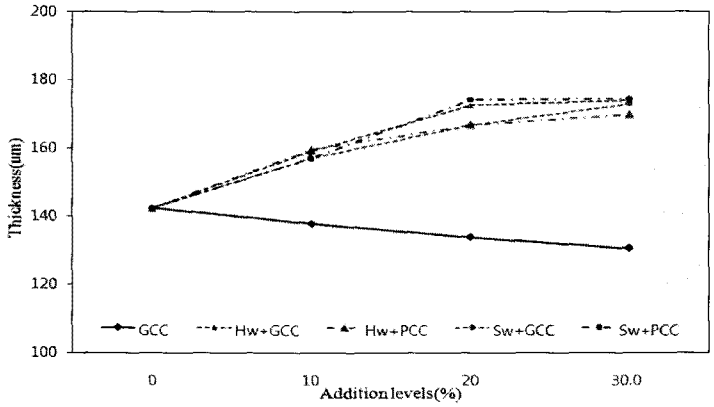

Fig 4. Thickness of handsheet as a function of lignocellulosic filler addition.

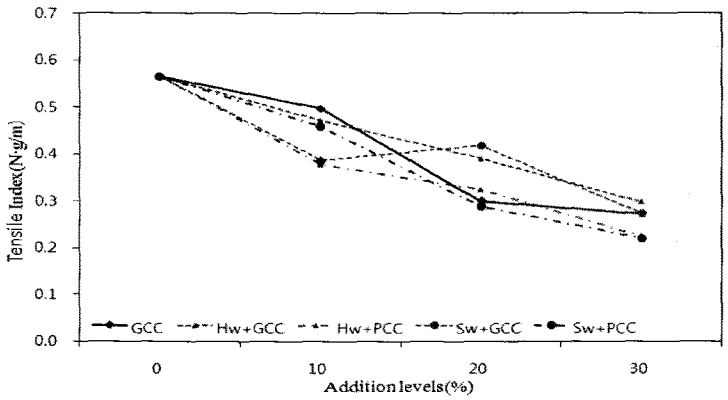

Fig 5. Tensile of handsheet as a function of lignocellulosic filler addition.

3.3.2 광학적 성질

종이의 광학적 성질은 종이의 외관을 크게 좌우하기 때문에 가끔 물리적 성질보다 중요한 성질로 간주되기도 한다. 빛이 종이에 비추어지면 일부는 반사되고 일부는 흡수되며, 나머지는 투과되는데, 이들 각 범주에 할당된 빛의 양과 반사 또는 투과된 빛 중에서 굴절·확산된 빛의 양에 의하여 광학적 성질이 결정된다.[3] 이러한 광학적 성질을 알아보기 위하여 백색도와 불 투명도를 측정하였다. Fig. 6에서 볼 수 있듯이 무기충전제는 충전제의 함량이 증가할수록 백색도가 향상되었지만 개질 처리된 유기충전제는

충전제의 함량이 증가할수록 감소하였다. 백색도는 일반적으로 펄프의 표백정도를 평가하기 위하여 고안한 것으로 유기충전제에 포함된 목분의 표백정도가 낮아서 백색도가 감소되었다고 판단된다.

Fig. 7은 수초지의 불 투명도를 나타낸 것으로 개질 처리된 유기충전제나 무기충전제 모두 첨가량이 증가 할수록 불 투명도가 향상되었다. 하지만 무기충전제의 첨가량이 30%일 때 충전제를 첨가하지 않은 종이보다 불 투명도는 약 6.5% 증가하였지만, 개질 처리된 유기충전제를 30% 첨가하였을 때는 약 12.5% 증가하였다. 그 이유는 Fig. 2에서 볼 수 있듯이 개질 처리된 유기충전제를 사용하였을 벌크가 크게 향상되어 빛을 산란시켜주는 계면이 늘어나고 굴절횟수의 증가함과 동시에 굴절각이 다양해짐으로 인해 불 투명도가 증가된 것으로 판단된다.[4,5]

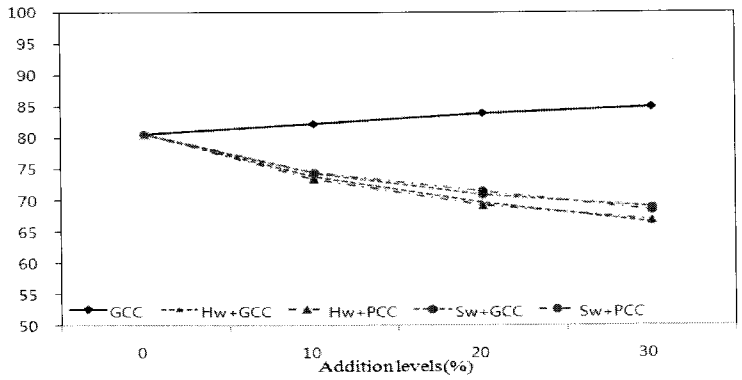

Fig 6. Brightness of handsheet as a function of lignocellulosic filler addition.

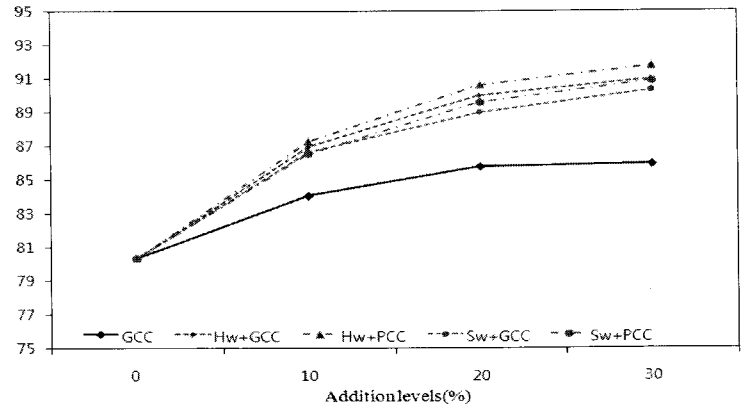

Fig 7. Opacity of handsheet as a function of lignocellulosic filler addition.

4. 결 론

물리적인 힘을 이용하여 개질 처리된 유기충전제에는 표면에 무기충전제를 상당량 고착시킨 것을 육안으로 관찰할 수 있었으며, 개질 처리된 유기충전제의 입도 또한 무기충전제에 입도 수준으로 만들 수 있었다. 하지만 무기충전제를 목분에 100% 고착시키지 못하여 종이의 백색도를 저하시키는 결과를 초래하였다.

개질 처리된 유기충전제를 사용함으로 인하여 종이의 벌크, 불 투명도를 향상시킬 수 있었지만, 종이의 백색도 및 인장강도를 감소시키는 결과를 초래하였다. 이러한 물리적 광학적 성질로 미루어 보아 개질 처리된 유기충전제는 높은 백색도를 요구하지 않는 백판지에 사용한다면 원료절감 및 기계의 마모도를 줄여 경제적인 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

앞으로 물리적인 개질처리 뿐 아니라 화학적인 개질처리를 병행하여 백색도를 높이면 백상지, 아트지 등의 지종에도 유용하게 사용할 수 있을 것으로 기대된다.

인용문헌

1. Jang, C-S. A study in Technical Development and Practical Use of Korean-type Mobile Carbonization Apparatus for the Field Utilization of Logging Residues, Korea Rural Economic Institute(2004)
2. Kim, W-J. Waste-wood collected system improvement & recycled promotion plan, Korea Forest Research Institute(2000)
3. 신동소 외6명. 제지과학: pp.409(1996)
4. Cho J-H. Studies on properties of printing paper and printing properties by surface Modification of pigment for papermaking(Ⅰ), J. Korean Ind. Eng. Chem. : Vol. 14 No. 2 April pp165-169(2003)
5. 임현아 외 2명. 비 목재 펄프를 이용한 도공원지의 특성이 도공지의 물성 및 인쇄적성에 미치는 영향(Ⅱ). 한국목재공학회 추계발표논문집: pp177-183(2000)