

닥나무 인피섬유의 특성 개선을 위한 전통 잿물 제조과정의 응용

김형진, 오동근, 조병묵

*국민대학교 임산공학과, 강원대학교 제지공학과

1. 서 론

전통 방식으로 제작된 한지는 뛰어난 내구성과 강도적 특성을 가지고 있어 예로부터 천년을 가는 종이로 널리 알려져 있다. 이러한 전통 제작기법에서 한지의 강도적 특성에 크게 영향을 미치는 인자 중 하나는 닥인피를 증해할 때 잿물의 특성에서 찾을 수 있다. 잿물을 이용하여 증해한 한지는 섬유 손상이 적어 화학약품을 이용하여 제조된 한지보다 보존성 및 강도가 우수한 것으로 보고 된 바 있다. 그러나 전통 한지 초조과정에서의 잿물 내림은 증해에 요구되는 적절한 알칼리도를 유지하기 위해서는 재의 소모량이 많은 특징이 있다.

따라서 본 연구에서는 잿물 제조 방식을 달리하여 한지를 제작하여 강도적 특성을 비교 분석한 다음 잿물 제조 방식의 대안과 이를 통한 닥나무 인피섬유의 특성 개선을 목표로 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

충북 괴산에서 수집한 닥나무(*Broussonetia kazinoki* Siebold) 인피부를 하루 동안 물에 불린 후 흑피를 제거하고 백피화 한 다음 일광건조에서 건조시켜 실험에 사용하였으며, 재는 벗짚을 불완전 탄화시켜 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 잿물 내림

벗짚재 30g을 cylinder type의 glass filter에 넣은 후 80℃ 정도의 증류수를 부어 초기 여과액 30ml만을 받아 사용(잿물A)하였으며 잿물 내리는 즉시 pH를 측정하였다. 잿물

내림 과정의 응용 방식과 비교하기 위하여 30g의 재에 80℃ 정도의 증류수를 부어 재의 교체 없이 420ml의 잿물(잿물B)을 내렸으며 잿물내림 즉시 pH를 측정 하였다. 두 종류 잿물은 모두 filter paper(#2)를 이용하여 filtering한 후 사용하였다.

벗짚재 10g을 비이커에 넣은 후 증류수를 200ml의 증류수를 투입하였으며 항온 수조의 온도를 80℃로 유지한 상태에서 1시간 동안 용출시킨 후 여과포를 이용하여 벗짚재와 여과액을 분리 하였다. 여과액은 재차 Filter paper를 이용하여 여과 처리한 후 백닥의 증해에 사용하였다. 동일한 과정을 3회 반복하여 잿물내림(잿물C) 실시하여 증해에 이용하였다. 또한 참숯 마쇄분과 벗짚재를 2:3의 비율로 혼합하여 30g의 재를 만들어 잿물(잿물D)을 내렸으며 초기 30ml의 여과액을 filtering 하지 않고 백닥 증해에 사용하였다. 또한 참숯 혼합잿물과 비교하기 위해 벗짚재 만을 초기30ml의 잿물을 내렸으며 여과액은 filtering 하지 않고 백닥의 증해에 이용하였다.(잿물E)

또한 벗짚재의 닥 증해 효과를 비교하기 위하여 잿물내림 A와 동일한 조건으로 고추대 재에 의한 잿물을 제조하였으며 닥 인피부의 증해 특성을 관찰하였다. 이때 벗짚재의 잿물내림 pH는 10.7이었으며, 고추대의 pH는 9.95였다.

또한 잿물내림 자숙재 이외에 화학약품에 의한 자숙 특성을 확인하고자 NaOH, K₂CO₃, Na₂CO₃를 이용하여 자숙처리를 행하였으며 닥 인피섬유의 해리 특성을 평가하였다.

2.2.3 닥인피부 증해

닥인피부를 3~5cm 길이로 잘라 전건중량 1.5g을 채취하여 잿물 30ml를 투입하여 상압조건에서 1시간 30분간 증해를 실시하였다. 이때 증해 용기에 환류 냉각장치를 부착시켜 잿물의 증발 손실을 방지하였다.

2.2.4 닥섬유질의 고해

소형 질구를 이용하여 각각 10분간 고해하였으며 여수도를 측정한 결과 500 ~ 550ml - CSF를 나타내었다.

2.2.5 Handsheet 제조

고해와 백닥 펄프를 이용한 수초지 제조는 ISO-5269 에 따라 실험실용 수초지기(L&W)를 이용하여 초지 하였으며 초지과정에서 닥펄프의 균일한 분산을 위하여 air bubble을 사용하여 약 5분간 교반한 후 탈수 시켜 초지하였다.

2.2.6 물리적 및 광학적 특성 평가

제조한 수초지를 이용하여 ISO 1924-2에 따라 인장강도, ISO-1974에 따라 인열강도, ISO-5626에 따라 내절도를 측정하였으며 10회 반복 시험 후 평균값을 통계처리 하였다. 또한 광학적 특성을 평가하기 위하여 백색도 및 L,a,b value를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 자숙제에 따른 섬유 분산 특성 평가

그림 1은 벗짚재와 고추대 재의 잿물 내림 방법 A를 이용하여 잿물을 제조한 다음 1.5 시간 동안 증해한 후 TAPPI 표준형 섬유해리기로 30분 동안 해리시켜 초지한 시트의 섬유 분산 특성을 나타낸 결과이다. 그림 A의 벗짚재 잿물 자숙에 의한 섬유의 분산 특성이 그림 B의 고추대 잿물 자숙에 의한 섬유 분산성 보다 우수한 결과를 나타냈으며 이는 초기 잿물내림 30mL의 pH에 의한 영향으로 사료된다.

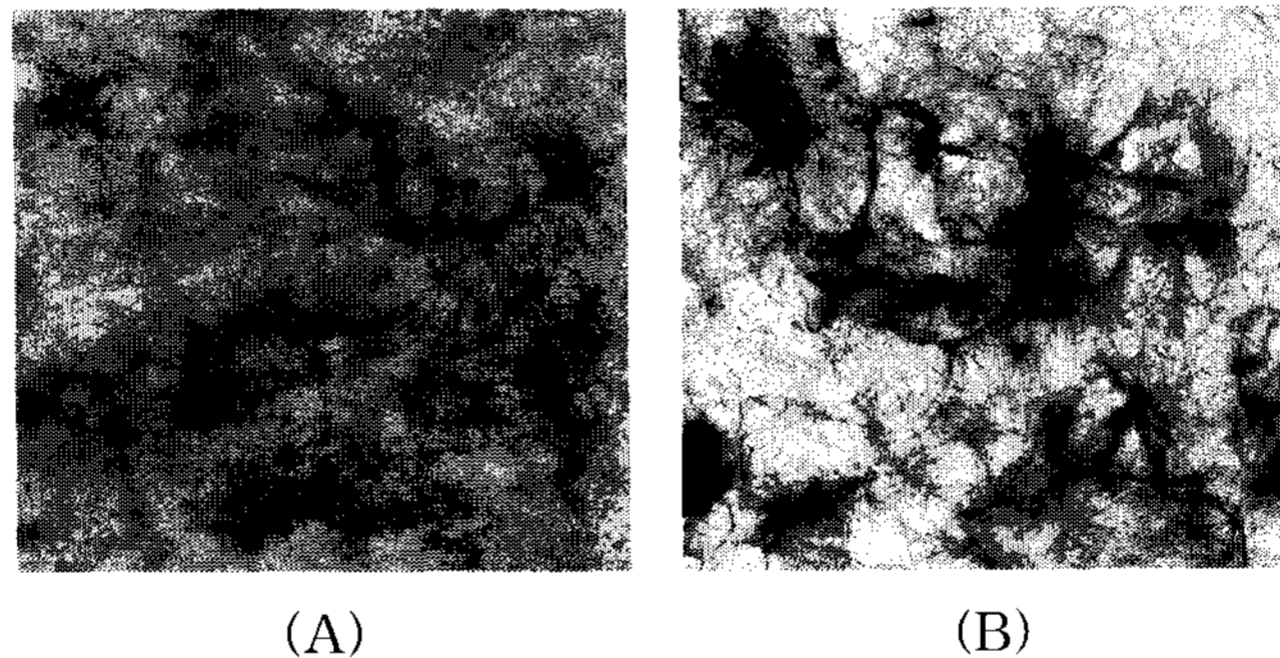


그림 1. 벗짚재(A) 및 고추대재(B) 잿물에 의한 섬유의 분산 특성

그림 2는 전통 잿물내림에 의한 자숙제 이외의 화학약품에 의한 섬유의 분산 특성을 비교하기 위하여 NaOH, K_2CO_3 및 Na_2CO_3 를 이용하여 잿물내림 A의 방법과 동일한 조건으로 증해 및 해리를 행한 후 초지한 시트의 섬유 분산 특성을 나타낸 결과이다. NaOH, K_2CO_3 및 Na_2CO_3 를 각각 pH 11의 수용액으로 제조한 후 증해한 섬유의 분산 특성을 나타낸 결과이다. 동일 pH 조건에서의 섬유분산 특성은 K_2CO_3 가 가장 우수한 특성을 보였다.

또한 그림 3은 각 약품의 농도에 따른 분산 특성을 알아보기 위하여 NaOH, K₂CO₃ 및 Na₂CO₃를 각각 0.2% 및 1% 수용액으로 제조한 후 증해한 섬유의 분산 특성을 나타낸 결과이다. 0.2% 수용액에 의한 증해 시 NaOH가 비교적 양호한 섬유 분산특성을 보였으나 1% 수용액으로 증해한 경우 K₂CO₃가 가장 우수한 분산 특성을 나타냈다.

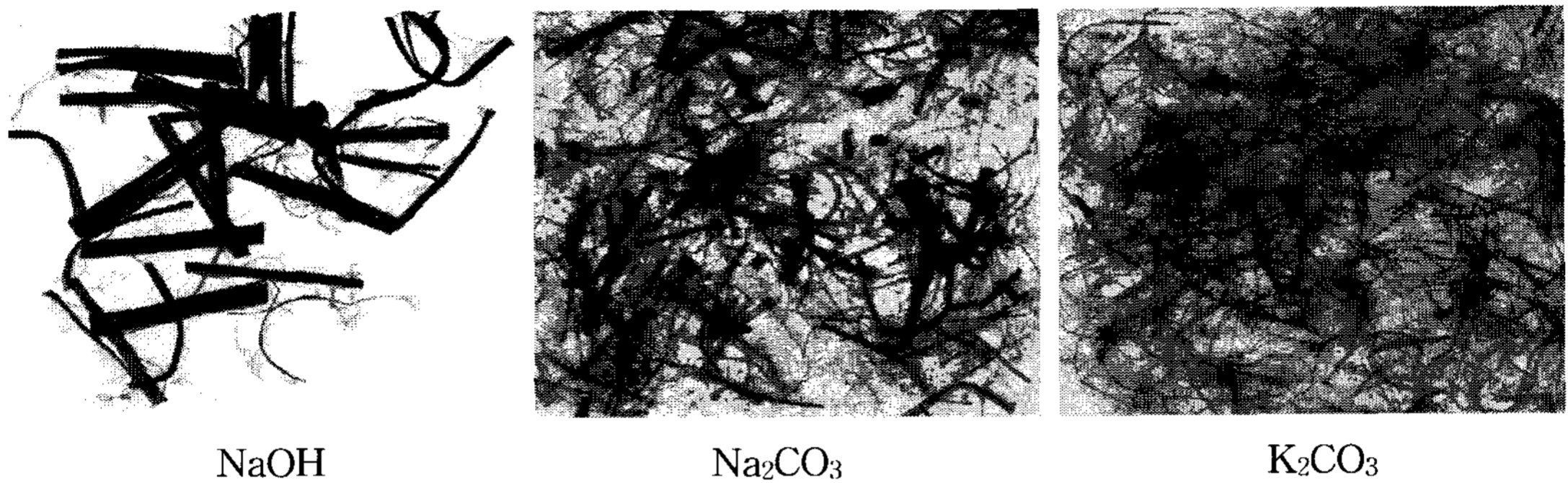


그림 2. 자숙제 종류에 따른 섬유의 분산 특성

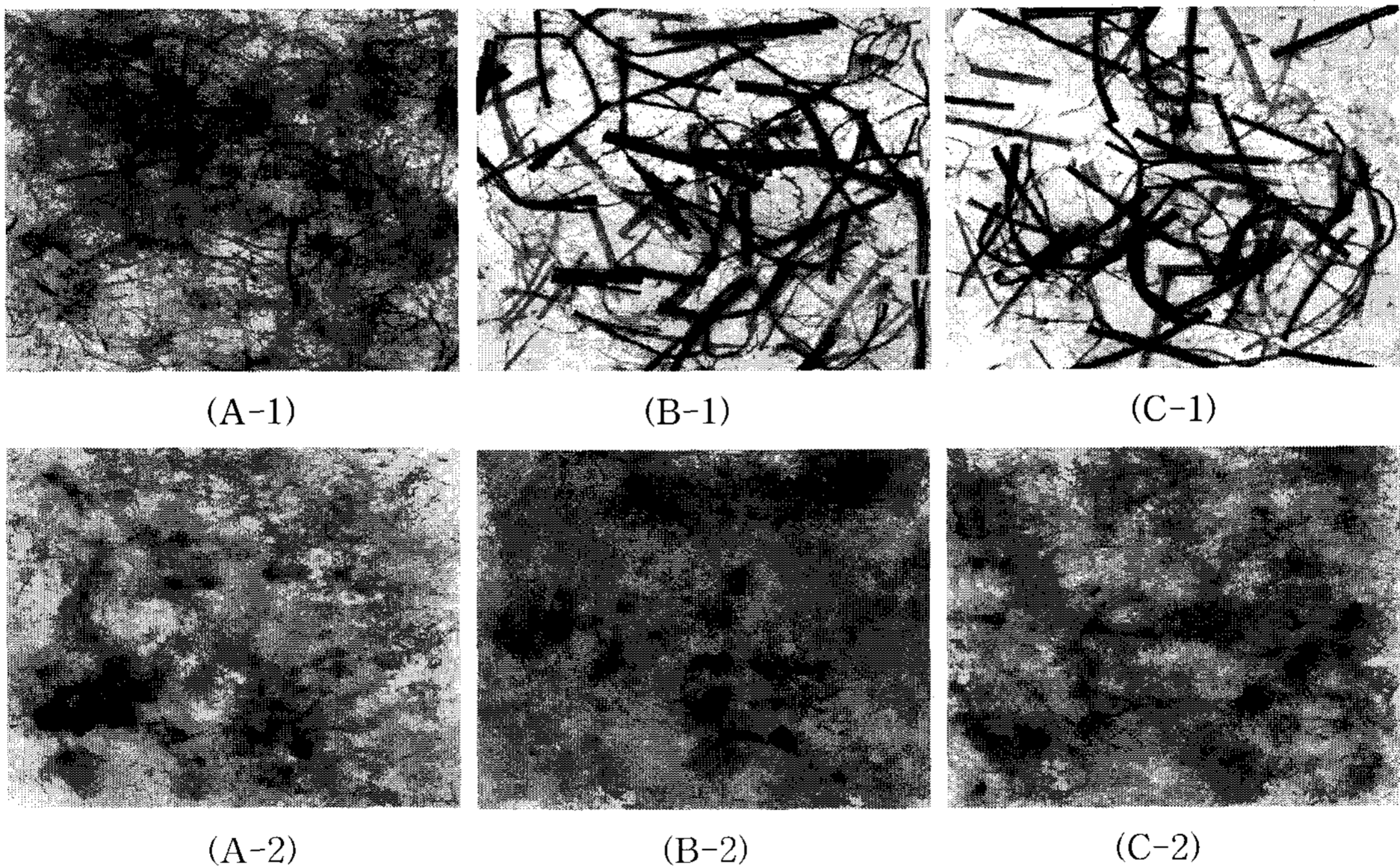


그림 3. 자숙제의 농도별 섬유의 분산 특성 (A: NaOH, B: Na₂CO₃, C: K₂CO₃)

3.2 잿물 제조 방식에 따른 시트의 물리적, 광학적 특성 변화

Fig. 1은 잿물 제조 방식이 인장강도에 어떠한 영향을 미치는지 나타낸 그래프이다. 잿물의 제조 방법에 대한 인장강도의 차이는 보이지 않았고 잿물D와 E는 filtering을 하지 않아 첨가된 재와 숯으로 인해 강도의 감소가 예상 되었으나 실제 측정 결과는 다른 잿물들의 결과와 유사하였다. 이와 같은 결과는 첨가된 재나 숯의 양이 적고 대부분이 장섬유로 이루어진 한지의 경우 섬유간 형성된 공극이 많아 그 공극에 숯이나 재가 들어가 섬유간 결합에는 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다.

내절도는 Fig. 2와 같이 재가 유입된 D와 E가 상대적으로 내절도가 저하되었다. 이와 같은 결과는 섬유가 접힘과 펴짐을 반복할 때 첨가된 숯과 재의 입자로 인해 마찰력이 증가하여 강도에 영향을 준 것으로 판단된다.

잿물 제조 방식에 따른 인열강도를 Fig. 3에 나타내었다. 인장강도와 마찬가지로 숯이나 재의 첨가에 따른 뚜렷한 강도의 감소가 나타나지 않았다. 이와 같은 결과는 일정량 재의 투입은 인장강도와 같이 섬유간 결합력에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

전통 방식의 잿물과 새로운 방식의 잿물을 투입하여 제작한 수초지의 L값과 brightness를 Fig. 4와 Fig. 5에 나타내었다. L값의 경우 잿물A, B, C는 Fig. 1에서와 같이 차이가 없었으며, 이와 같은 결과는 L값은 잿물의 제조 방식에 따라 영향을 받지 않는 것으로 판단되었다. 그러나 Filtering 하지 않은 D와 E는 감소하는 경향을 보였는데 이와 같은 결과는 숯이나 재가 첨가되어 L값에 영향을 미친 것으로 판단된다.

Brightness의 경우 A, B, C는 차이가 없었으며 D, E는 비교적 낮게 측정되었다. 이와 같은 결과는 L값과 같이 첨가된 숯이나 재에 의해 Brightness가 감소한 것으로 사료된다. 문³⁾이 발표한 논문에 따르면 A, B, C의 Brightness는 K_2CO_3 로 증해한 한지와 유사하였다.

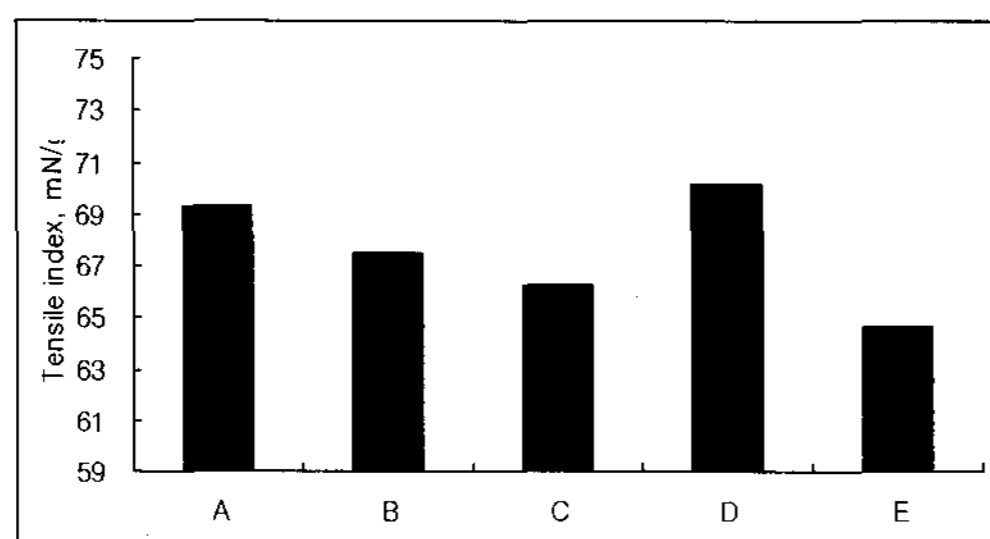


Fig 1. 잿물에 따른 인장강도의 변화

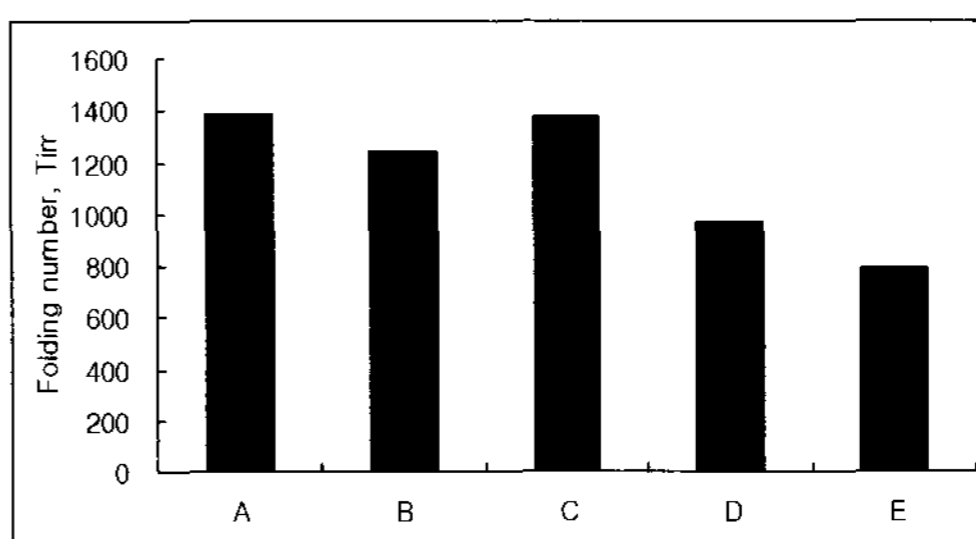


Fig. 2. 잿물에 따른 내절도의 변화

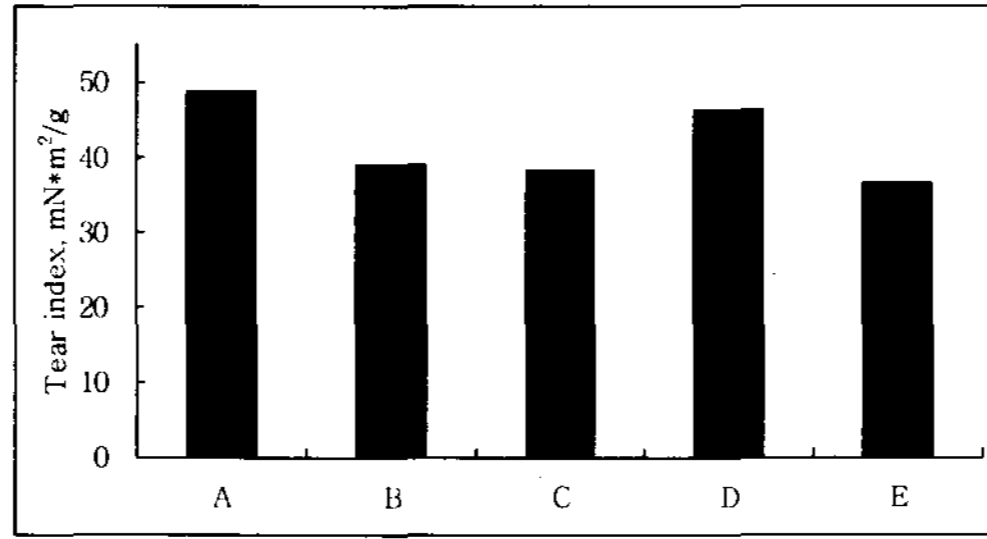


Fig 3. 잿물에 따른 인열강도의 변화

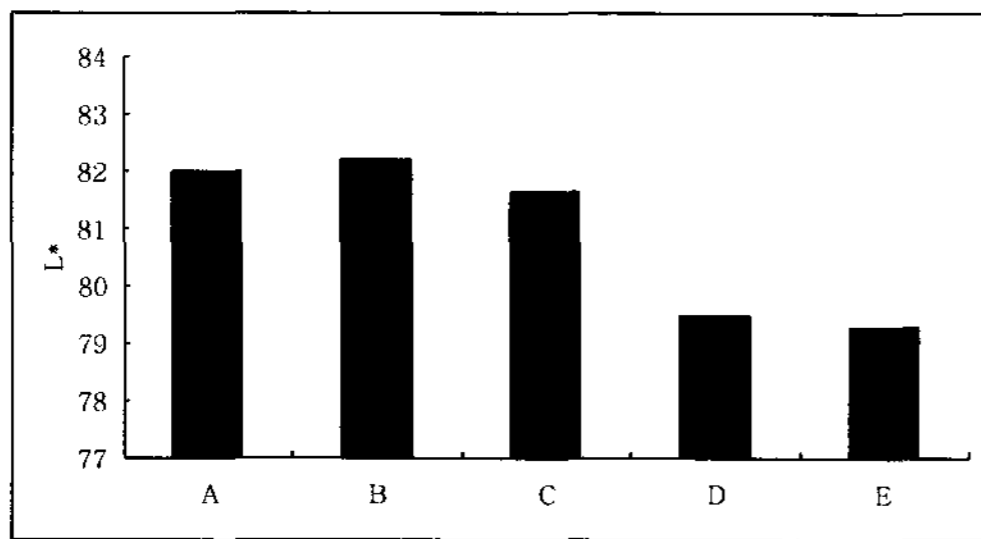


Fig 4. 잿물에 따른 L값의 변화

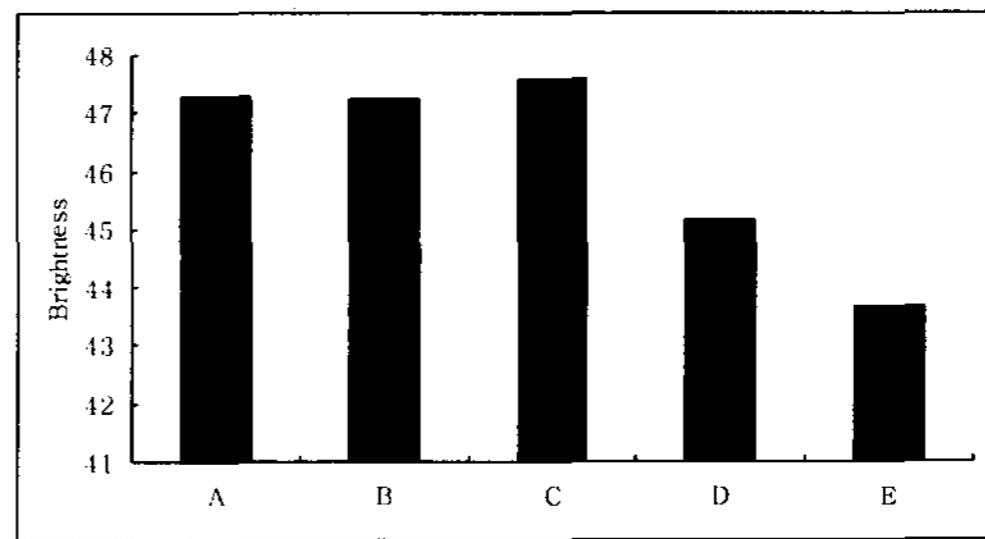


Fig 5. 잿물에 따른 Brightness의 변화

4. 결 론

본 연구에서는 전통방식의 잿물과 현탁액 상태로 만든 잿물 그리고 벗짚 대신 숯을 넣어 제조한 잿물 모두 닳나무 증해가 가능하였다. 또한, 강도적 특성도 내절도를 제외하고는 비슷한 경향을 보였다. 그러나 현탁액 제조시 재의 양을 크게 줄일 수 있을 것이라는 예상과는 달리 전통방식과 크게 차이가 나지 않았다. 그러나 일정량의 재 대신에 숯을 넣어 제조한 잿물이 다른 종류의 잿물과 비슷한 효과를 냈고 이는 잿물 제조시 재 대용으로 일정량의 숯을 투입하는 것도 가능하다는 것을 알 수 있었다. 이를 이용하여 숯이 들어간 한지를 제조하여 항균성을 조사해보면 좋은 기능성 한지를 제조할 수 있을 것이다.

5. 참 고 문 헌

1. 최태호, 조남석. 닥나무류를 이용한 새로운 한지의 개발에 관한 연구(제1보), Korean Tappi (1992)
2. 최태호, 조남석. 닥나무류를 이용한 새로운 한지의 개발에 관한 연구(제2보), Korean Tappi (1992)
3. 문성필. 섬유 손상이 적은 한지의 제조법(제1보), 한국목재공학회 (1998)
4. 이명기, 문성필, 박종열. 섬유손상이 적은 한지 제조법(제3보) (1998)
5. 문성필, 임금태. 섬유 손상이 적은 한지제조(제4보)Korean Tappi (2000)
6. 문성필. 전통한지 복원을 위한 기초연구, Korean Tappi (2006)