

닥나무 세라믹을 첨가한 한지벽지의 기능성 연구

오승원, 박성철¹⁾

전북대학교 농업생명과학대학 농업과학기술연구소,
한지산업지원센터¹⁾

A Study on the Functional Properties of Hanji Wall Paper using Ceramic from *Broussonetia kazinoki* Sieb.

Seung-Won Oh and Seong-Cheol Park¹⁾

College of Agriculture and Life Science, Institute of Agriculture Science &
Technology Chonbuk National University,
Hanji Industry Support Center¹⁾

1. 서 론

우리나라의 전통문화기술의 하나인 한지(韓紙)는 대표적인 기록문화재로서 자연스러운 디자인, 질긴 수명, 뛰어난 흡습성 및 보온성으로 우리 민족의 역사와 함께 하였다. 그러나 전통적인 제조방법인 수륙지는 노동집약적 산업의 형태로 최근에는 값싼 인건비를 바탕으로 하는 중국산 및 태국산에 밀려 판로에 어려움을 가지고 있어 이를 타개할 수 있는 다양한 기술과 상품의 개발이 시급한 실정에 있다.

이에 따라 한지의 새로운 수요창출을 위해 새로운 기술을 접목하여 대규모 소비가 가능한 기능성 한지벽지의 개발은 한지유산의 지킴이 역할과 소비자의 욕구를 충족시킬 수 있는 좋은 대안이 될 수 있고 천연재료로는 황토, 맥반석, 제주화산재 등 많은 기능성 물질들을 적용하고 있다. 이러한 기능성 물질들 중 최근에 집중적으로 연구되고 있는 목질 세라믹도 좋은 소재가 될 수 있다. 목질 세라믹은 목질재료에 경화성 플라스틱을 주입 후 고온에서 탄화시켜 제조한 다공질성 탄소재료로서 내부식성, 내구성, 전자파 차폐 및 원적외선 방사 등의 성질을 지니고 있어 공업적으로 다양한 이용성을 갖

춘 신소재로 평가받고 있다. 목재 세라믹은 숯 및 목탄과 같은 일반적인 탄소재료와 침탄의 탄소섬유의 중간적 성질을 갖는 신소재 무기질 재료이다. 더구나 한지는 주 원료가 되는 닥나무 인피섬유 외에 목질부는 폐기 또는 농가의 화목용으로 이용되어져 신기술을 접목한 목질부의 활용 및 개발이 필요하다.

따라서 닥나무 세라믹을 제조하고 이들 세라믹을 이용한 한지벽지의 기능성 즉 원적외선·음이온의 방출, 포름알데히드의 탈취 등의 특성을 확인하여 한지의 다양한 용도에의 활용에 대한 기초자료를 제공하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

세라믹 제조에 사용된 닥나무(*Broussonetia kazinoki* Sie)는 전북 완주군에서 재배한 것으로 한지를 제조하는데 필요한 인피부를 제거하고 목질부만을 사용하였다. 닥나무 목질부를 세라믹화 후에는 수초지 시 내침하기 위해 입자 크기는 120mesh 이하의 분말상을 이용하였고, 펄프는 태국산 표백 닥펄프를 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 세라믹 분말의 제조

닥나무 목질부의 톱밥은 크기를 1mm 이하로 선별하고 함수율을 6% 이하로 조절한 다음, 분말 페놀수지(코오롱 유화(주), KNB-100PL)와 톱밥을 충분히 혼합하여 열압기를 이용하여 보드를 제조한 후 제조된 보드를 액상 페놀수지(코오롱 유화(주), KPD-L777)에 함침하였다. 이때 수지함침율을 각각 40, 50, 60, 70%로 조절 후 시료를 건조기에 넣고 건조 및 경화시켰다. 건조된 함침 보드는 진공 소결로를 이용하여 탄화온도 600, 800, 1,000, 1,200℃에서 승온온도 4℃/min., 최고온도 유지시간 2시간의 조건으로 탄화시켜 닥나무 세라믹을 제조하였고 실험목적에 따라 120mesh 이하 크기로 분쇄하였다.

2.2.2 세라믹의 첨가

한지를 제조하기에 앞서 닥펄프는 태국산 백닥을 20분 동안 칼비터(knife beater)로 고해하여 사용하였다. 다양한 수지함침율(40-70%) 및 탄화온도(600-1,200℃)에 따라 제

조한 닥나무 세라믹 분말은 닥펄프의 건조 중량비 10%를 첨가하여 수초지 하였고, 적정 첨가량을 구명하기 위해 수지 함침율 50%, 탄화온도 600℃의 닥나무 세라믹 분말을 닥펄프 건조 중량비에 따라 0, 5, 10, 15% 첨가하였다. 또한 세라믹의 첨가는 최대한 정착을 위해 닥펄프와 혼합 시 가정용 믹서를 이용하여 3분 동안 교반하였다.

2.2.3 수초지의 제조

균일한 수초지를 제조하기 위해 수분산성과 점착성을 고려하여 PAM(polyacrylamide) 수용액을 0.01%를 첨가하였고 ISO 5269/1에 의거하여 평량 100 g/m²으로 수초지하였고, 일반적인 한지의 건조방법과 동일하게 열판에서 건조하였다.

2.2.4 각종 기능성 측정

가. 원적외선 측정

원적외선 방출 및 방사에너지는 수지함침율 40-70%, 탄화온도 600-1,200℃의 세라믹과 수지함침율 50%, 탄화온도 600℃으로 제조된 세라믹을 0-15%로 첨가한 수초지를 측정하였다. 이들의 측정방법은 FT-IR spectrometer를 사용하여 40℃, 5-20 μ m 범위에서 전자재시험연구원의 KICM-FIR-1005에 의거하였다.

나. 포름알데히드 탈취율

포름알데히드 탈취율은 2.2.2 가의 세라믹이 첨가된 모든 수초지를 측정하였다. 시험방법은 10×20cm의 시험편을 FT-IR Detector를 이용하여 전자재시험연구원의 KICM-FIR-1085의 방법에 의거하여 측정하였다.

다. 음이온 방사

음이온의 방사는 수지함침율 50%, 탄화온도 600℃에서 제조된 세라믹 0-15% 첨가한 시험편을 KOBE DEMPA KST-900 기기를 이용하여 전자재시험연구원의 KICM-FIR-1042에 의거하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 원적외선 방사율 및 방사에너지

액상 페놀수지의 함침율을 달리하여 세라믹을 첨가한 수초지의 원적외선 방사율 및 방사에너지의 결과를 살펴보면 함침율 40%에서 각각 0.907, 3.66×10^2 , 70%에서는 0.899, 3.63×10^2 으로 수지의 함침율이 증가할수록 점차 낮아지는 경향을 보였다. 특히 방사율과 방사에너지가 함침율 50% 이상에서 급격하게 감소하였는데 이는 높은 수지함침율의 경우 수지가 탄화과정에서 목분의 표면을 더욱 부드럽게 하는 유리질 탄소로의 전환이 많다는 것에 기인하는 것으로 여겨진다. 탄화온도의 경우에서도 마찬가지로 온도가 높아질수록 방사율과 방사에너지가 감소하였는데 600℃에서 각각 0.907, 3.66×10^2 , 1,200℃에서 0.899, 3.63×10^2 으로 함침율의 경우와 같이 유리질 탄소의 영향에 따른 것으로 생각된다. 한편 방사에너지의 경우 일정한 함침율과 온도 이상에서는 더 이상의 감소가 없어 향후 이에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 그러나 세라믹의 첨가량에 따른 원적외선 방사율과 방사에너지는 첨가량이 증가할수록 점차 높아져 무첨가에서는 각각 0.892, 3.60×10^2 , 15%는 0.912, 3.68×10^2 이었다.

3.2 탈취율

가. 수지함침율

공간내의 악취분자를 흡착·분해에 의해 무취물질로 변화시켜 제거하는 작용을 하는 소취는 방향제를 이용하여 악취를 희석시키는 방향소취와 공간으로부터 악취분자들을 적극적으로 제거하는 탈취가 있다. 수지 함침율이 서로 다른 세라믹을 첨가한 수초지의 포름알데히드 탈취율의 결과를 살펴보면 함침율에 관계없이 반응시간이 경과함에 따라 점차 탈취율은 상승하였다. 그러나 수지 함침율이 증가함에 따라 탈취율은 점차 감소하였는데 함침율 40-70%, 120시간 후의 탈취율은 각각 80.8, 80.8, 79.4, 74.0으로 함침율 50%를 기점으로 감소하였다. 이와 같은 결과는 상기의 3.1의 결과에서 서술한 바와 같이 수지 함침율이 증가할수록 탄화과정에서 다공질의 세라믹 생성보다 유리질 세라믹으로 변환되는 부분이 많다는 것에 기인한다.

나. 탄화온도

탄화온도를 달리하여 제조한 닥나무 세라믹을 첨가한 수초지의 포름알데히드 탈취율은 반응시간이 경과함에 따라 점차 상승하는 결과를 나타내어 탄화온도 600℃의 경우 포름알데히드의 초기농도가 82ppm에서 120분 후에는 14ppm(80.8%)으로 감소하였다. 그러나 탄화온도를 600-1,200℃로 상승시켰을 때에는 탈취율은 점차 감소하는 경향이었는데 120분 반응시간 후 탈취율이 각각 80.8, 78.1, 76.7, 75.3% 이었다.

다. 첨가량

닥나무 세라믹의 첨가량에 따른 포름알데히드의 탈취율 결과를 살펴보면 세라믹을 첨가하지 않은 경우에도 포름알데히드의 반응시간이 경과함에 따라 매우 완만하지만 탈취의 효과가 있었다. 그러나 일반적으로 60% 이상의 탈취율을 가질 때 탈취효과가 있다고 평가하고 있어 무첨가의 경우에는 이에 미치지 못하였다. 한편 세라믹을 5-15% 첨가 시 반응시간의 경과 및 첨가량의 증가에 따라 탈취율이 상승하였는데 120분 반응 후 각각 72.6, 80.8, 83.6%의 우수한 탈취율을 나타내었다. 그러나 무기물의 첨가에 따라 종이의 품질이 저하됨을 감안한다면 실제 기능성 세라믹 한지벽지를 생산하는데 있어서는 첨가량 10%의 내외가 적절할 것으로 사료된다.

3.3 음이온

대조구의 음이온 방출이 75 ION/cc, 세라믹 무첨가 및 첨가 수초지의 음이온 방출은 76 ION/cc로서 대조구와 비교해도 거의 같았고, 세라믹의 첨가량이 증가하여도 변화가 없었다. 이러한 결과는 닥펄프뿐만 아니라 세라믹에서도 음이온의 방출은 없는 것으로 확인되었다. 음이온은 공기 중에 매우 약한 전기를 입은 여러 가지 양상의 이온이 떠돌고 있고 마이너스 대전하고 있는 물질을 지칭하는데 이러한 음이온은 항산화, 소취 및 살균 기능이 있어 최근 벽지, 공기청정기 에어컨에 이용이 되고 있고 오래전부터 한지에서 음이온이 방출된다는 설이 있었으나 본 연구결과 한지에서 음이온의 방출은 거의 없었다.

4. 결 론

본 연구는 한지의 특성상 폐기되어져 왔던 닥나무 목질부로 세라믹의 제조하여 기능

성 한지벽지에 이용되는데 기초 자료를 제공하고자 하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

다양한 조건에서 제조된 닥나무 세라믹을 첨가한 한지벽지의 원적외선 방사율 및 방사에너지는 수지함침율과 탄화온도가 높을수록 저하되었고 세라믹의 첨가량이 증가할수록 상승하였으며 세라믹의 첨가로 90% 이상의 비교적 높은 방사율을 나타내었다. 폼알데하이드에 대한 탈취율도 수지 함침율과 탄화온도가 높을수록 점차 감소하였지만 세라믹의 첨가량이 증가할수록 상승하여 전체적으로 70% 이상의 의미있는 탈취율을 나타내었다. 그러나 세라믹 한지벽지의 음이온 방출은 대조구와 차이가 거의 없었다.

인용문헌

1. 김용식, 성민기, 이승민. 2006. 공동주택 건축내장용 벽지 및 마루바닥재 등의 폼알데하이드 및 휘발성 유기화합물 방출특성평가. 한국생활환경학회지 13(3): 241-248.
2. 민춘기, 조중연, 신준섭, 류운형. 2001. 텐셀섬유를 활용한 한지의 제조. 펄프종이기술 33(4):35~41.
3. 오승원. 2004. 간벌재를 이용한 기능성 Woodceramics 발열판 제조기술개발. 연구보고서.
4. 윤승락, 조현진, 박상범, 김재경, 김사익, 조종수, 김효주. 1996. 한지 벽지 제조에 관한 연구(I)-벽지용 한지 제조 및 특성-. 목재공학 24(4):15~21.
5. 윤승락, 조현진, 박상범, 김재경, 김사익, 조종수, 김효주. 1997a. 한지 벽지 제조에 관한 연구(II)- 한지벽지 제조 및 특성-. 목재공학 25(4):17~21.
6. 윤승락, 조현진, 박상범, 김재경, 김사익, 조종수, 김효주. 1997b. 한지 포장지 개발에 관한 연구. 산림과학 논문집 56:87~94.
7. 전철. 닥나무의 인피섬유를 이용한 전통 한지장판지 개발에 관한 연구. 목재공학 18(4):53-64 (1990).
8. 조중연, 신준섭, 민춘기, 류운형, 이선호. 2001. 추출 방향성 물질을 함유한 마이크로 캡슐의 제조와 한지에의 적용. 펄프종이기술 33(2):74~80.
9. 조현, 최중문, 김우재. 2006. 신축공동주택의 실내 휘발성 유기화합물(VOCs) 실태조사 및 습도 변화에 따른 발생특성 평가. 한국생활환경학회지 13(4): 283-289.