

Nd:YAG 레이저를 적용한 금속문화재에 코팅된 아크릴 수지의 제거 및 표면 특성 연구

A study of surface characteristic and the removal of acrylic resin from metal artifacts using an Nd:YAG laser

이혜연^{ab*}, 조남철^a

^a공주대학교 문화재보존과학과(E-mail:wisdomlake@hotmail.com), ^b국립문화재연구소 복원기술연구실

초 록 레이저클리닝이란 레이저빔을 표면에 조사하여 오염 물질을 제거하는 공정 기술로서 건식 세정방식이다. 본 연구에서는 레이저클리닝을 금속문화재에 코팅된 아크릴수지에 적용하여 제거 가능성 및 표면 특성을 조사하였다. 실험 결과 소지금속에 손상을 주지 않으면서 아크릴수지를 제거하는 레이저 조건을 확인하였으나 청동유물에 적용한 결과 아크릴수지와 파티나 층이 함께 제거되는 레이저클리닝의 문제점도 확인할 수 있었다. 앞으로 다양한 레이저 시스템 및 파장별 실험을 진행하여 청동 파티나층의 제거 가능성을 검토하면 레이저 클리닝을 청동 문화재에 적용하는데 도움이 될 것으로 본다.

1. 서론

금속유물은 대기에 존재하는 산소나 수분, 대기오염물질로 인하여 부식이 진행된다. 이러한 부식 활성 요인을 차단하기 위하여 표면 이물질을 제거한 후 고분자 수지로 코팅을 한다. 고분자 수지는 표면을 보호해주고 취약한 구조를 강화 및 지지하는 역할을 한다. 그러나 시간이 경과함에 따라 노화된 고분자수지는 기능을 상실하므로 노화된 수지를 제거한 후 재처리가 요구된다. 현재 노화된 고분자 수지는 화학 용제로 제거하고 있으나 화학 용제는 유물에 손상을 줄 수 있으므로 소지금속의 손상 없이 깨끗하게 제거할 수 있는 방법의 연구가 필요하다. 따라서 현재 다양한 산업현장에서 건식 세정 방법으로 사용되고 있는 레이저클리닝을 적용하여 활용 가능성을 알아보려고 하였다. 고분자 수지 중 아크릴수지는 현재 금속유물에 가장 광범위하게 사용되고 있으므로 본 연구에서는 아크릴수지를 대상으로 실험하였다.

2. 본론

금속보존처리에서 가장 광범위하게 사용되고 있는 아크릴수지 중 Paraloid NAD10과 Paraloid B72를 선정하여 각각의 용제에 10·20·30%의 농도로 용해하여 준비하였다. 준비된 아크릴수지를 동(Cu)판과 청동유물편에 코팅하였으며 동판의 경우 노화 전·후 레이저클리닝의 효과를 알아보기 위하여 60일간 자외선에 노출시켜 노화시켰다. 본 실험에 사용된 레이저클리닝 기기는 Q-Switch가 부착된 Nd:YAG 레이저기기로 1064nm와 532nm의 레이저파장을 출력한다. 레이저클리닝 실험은 아크릴수지를 시료에 코팅한 후 레이저파장과 레이저에너지를 증가시키면서 조사한 후 표면의 변화를 조사하였다. 실험 전·후 표면을 실체현미경·금속현미경·FT-IR·SEM-EDS 등으로 분석하였다.

레이저클리닝 실험 후 실체현미경 관찰 결과 동판에 코팅된 경우 1064nm를 사용하였을 때 노화 전에는 레이저에너지밀도 2.00~2.67J/cm², 노화 후에는 1.67~2.00J/cm²에서 제거되었다. 532nm의 경우 노화 전에는 0.83~1.17J/cm², 노화 후에는 0.67~1.17J/cm²에서 제거되었다. 따라서 노화 전보다 노화 후 아크릴수지가 레이저 조사에 반응성이 높았다. 또한 532nm를 사용하였을 경우 1064nm보다 낮은 레이저에너지에서 수지가 제거되었다. 레이저클리닝 전·후 표면에 대하여 FT-IR 분석을

실시한 결과 1064nm의 경우 레이저에너지가 높아질수록 IR 흡수피크의 강도가 줄어들었으나 표면에 수지가 소량 잔류하고 있음을 알 수 있었으며 532nm의 경우는 Paraloid NAD10에서 0.50~0.83J/cm² 이상의 레이저에너지로 제거하였을 때 흡수피크가 나타나지 않아 완전히 제거되었음을 확인하였다. SEM 분석 결과 1064nm에서 2.00J/cm² 이하, 532nm에서 0.83J/cm² 이하의 레이저에너지밀도를 조사한 경우 용융현상이 나타나지 않아 소지금속에 안정한 것으로 확인되었다.

청동유물편에 코팅된 아크릴수지 제거 실험 결과 비교적 낮은 레이저에너지에서 제거되었으나 코팅된 아크릴수지만 제거되는 것이 아니라 청동파티나도 함께 제거되어 소지금속이 노출되었다. 이는 청동파티나가 다공성으로 아크릴수지가 흡수, 경화되어 레이저 조사에 의해 함께 제거된 것으로 보인다.

3. 결론

아크릴수지는 비교적 낮은 레이저에너지밀도에서 제거되었으며 노화 전보다 노화 후 레이저 조사에 반응성이 높았다. 또한 532nm를 사용하는 경우 1064nm보다 낮은 레이저에너지로 수지의 제거가 가능하므로 소지금속의 손상을 줄일 수 있었다. 그러나 청동유물에 적용한 결과 아크릴수지와 파티나가 함께 제거되었다. 청동유물 보존처리 시 파티나는 보호해야할 층으로 청동유물에 코팅된 아크릴수지를 제거하는데 한계성을 보이므로 다른 레이저시스템이나 레이저파장대의 실험 연구가 필요하다.

참고문헌

1. M. P. Mato, T. Ctvrtnickova, E. Fernandez, J. A. Ramos, A. Yáñez, G. Nicolas, Appl. Surf. Sci., 255 (2009), 5579.
2. 이종명, 레이저와 청정가공, 한림원, (2002)