

천안 성거산 위례성 출토 목어의 적외선 조사 및 보존처리

Infrared Irradiation and
Conservation Treatment
of Wooden Fish Excavated
from Wiryeseong Fortress on
Seonggeosan Mountain in
Cheonan

조상윤¹, 김수철^{2*}

한국전통문화대학교 문화유산전문대학원
문화재수리기술편과¹,
한국전통문화대학교 기술과학대학
문화재보존과학과²

Jo Sangyoon¹, Kim Soochul^{2*}

Department of Heritage Conservation and
Restoration, Graduate School of Cultural
Heritage, Korea National University of
Cultural Heritage¹,
Department of Conservation Science,
Korea National University of Cultural
Heritage²

요약

천안 성거산 위례성에서 출토된 목어 2점은 장기간 매장환경에서 열화되어 재질이 매우 취약하였다. 따라서 목재 재질 강화 및 치수 안정화를 통해 변형을 방지하고자 보존처리를 진행하였다. 보존처리 전 목어의 수종분석을 진행하였으며 소나무류로 식별되었다. 또한, 목어에 남아있는 문양 확인으로 어종을 확인하기 위해 적외선 조사를 진행하였으며 적외선 조사 결과 목어에 남아있는 문양을 통해 잉어로 확인되었다. 보존처리는 PEG#3,350 수용액에 40% 농도까지 함침 처리 후 진공동결건조하는 방법으로 실시하였다.

주제어 : 위례성, 목어, 적외선 조사, PEG#3,350, 진공동결건조

Abstract

Two wooden fish excavated from Wiryeseong Fortress on Seonggeosan Mountain in Cheonan-si, Chungcheongnam-do Province were frail due to their deterioration within the burial environment. To prevent further deformation, conservation treatment was conducted on them to strengthen the wooden materials and stabilize the dimensions. Prior to the conservation treatment, the species of wood was determined to be pine and infrared Irradiation on the patterns remaining on the wooden fish revealed that they were depictions of carp. For conservation treatment, the wooden fish were impregnated with PEG #3, 350 in a water solution with a 40% concentration, followed by freeze-drying.

Keywords: Wiryeseong Fortress, Wooden carp, Infrared Irradiation, PEG#3, 350, Freeze-drying

* Corresponding Author :
Kim Soochul

1. 서론

천안 성거산 위례성 내 용샘 유적은 천안시 서북구 입장면 호당리 산 45 일원에 위치하고 있다. (재)충청남도역사문화연구원은 용샘 유적을 2016년에 1차 조사(06월 14일 ~ 08월 05일), 2017년에 2차 조사(07월 12일 ~ 07월 27일)를 진행하였다. 조사 결과, 조선시대 석축 우물과 통일신라시대로 추정되는 석축 우물, 백제시대 목곽시설이 중복된 형태로 확인되었다. 그 중 조선시대 석축우물 바닥면 남서벽 틈새에서 목어 2점이 출토되었다^{[1],(도1,2)}.

출토된 목어 2점은 장기간 매장환경 속에서 목재의 주 구성성분이 대부분 분해되고 분해된 공극이 수분으로 포화되어 그 형태를 유지하고 있는 수침고목재 상태이며^[2] 외기에 장기간 노출되면 형태를 알아볼 수 없을 정도로 변형되어 유물로서 가치를 상실하게 된다. 따라서 수침고목재 유물의 보존처리는 취약한 재질을 강화하고 전시 및 수장환경에서 안전하게 보관하기 위해 반드시 요구되는 부분이다^[3].

표면에 먹 성분이 남아있는 유물의 조사·분석에는 적외선반사사진기술(IRR)을 이용하여 그 내용을 확인한다. 적외선반사사진(이하 적외선 조사)은 가시광선에 비해 긴 파장을 가진 적외선이 물체의 분자에 닿으면 적외선 고유 주파수에 의해 진동이 발생하며 투과된다. 이 과정에서 분자 구조의 진동이 적외선 고유 주파수와 일치하면 흡수되는데 적외선반사사진은 투과된 부분은 투명하게, 흡수된 부분은 검게 표시되며 흡수·투과량에 따라 명암으로 표시된다. 먹과 같은 탄소(C)성분을 포함한 재료의 경우 적외선 흡수량이 높아 검게 표현된다. 위의 원리를 이용하여 불화, 초산화 등의 밀그림 선을 확인하거나 목간에 남아있는 목서를 보다 선명하게 확인하기 위해 사용된다^[4]. 위의 방법을 이용하면 목어에 남아있는 문양을 확인하여 목어의 어종을 동정할 수 있다.

수침고목재의 보존처리에는 PEG 함침법^[5], Sucrose 처리법^[6], Lactitol 처리법^[7] 등 다양한 약제 함침 방법이 있으며, 약제 함침 후 건조에는 자연건조, 조습건조^[8], 진공동결건조^[9]를 이용하고 있다. 위의 방법 중 목어의 보존처리에는 선행연구에서 치수안정화 효과가 우수하고 유물의 원래의 색을 유지할 수 있는 것으로 확인된 저농도 PEG 수용액 함침법과 진공동결건조를 이용하여 보존처리하는 것이 바람직할 것이다^[10].

본 논문에서는 보존처리 전 목어 2점에 대해 수종분석 및 적외선 조사를 실시하여 목어 제작에 사용된 수종과 어종을 확인하고 PEG 함침과 진공동결건조를 이용하여 목어의 문양이 잘 나타나도록 보존처리를 실시하였다.



도1. 천안 성거산 위례성 내 용샘 유적



도2. 목어 출토 당시 모습

2. 재료 및 방법

2.1. 목어 大

목어 大의 처리 전 상태조사 결과, 전체적으로 재색이 어두웠으며 목리 방향은 머리 - 꼬리 방향으로 관찰되었다. 외형에서 목어의 눈, 비늘, 꼬리 등을 표현한 먹선 문양이 관찰되었으며 목어를 가공한 흔적 또한 뚜렷하게 보인다. 세부 상태로는 머리 부분에서 입 부분이 일부 나뉘결이 뜯긴 것으로 보이는 흔적이 관찰되며 몸통 부분과 배 부분, 등 부분에서 일부 찍히거나 눌린 흔적이 보인다. 유물의 크기는 약 367 mm, 두께는 약 62 mm 중량은 980 g이다(도3,4).



도3. 목어 大 정면



도4. 목어 大 배면

2.2. 목어 小

목어 小는 목어 大와 유사하게 재색이 전체적으로 어두웠으며 목리 방향은 머리 - 꼬리 방향으로 관찰되었다. 외형에서 목어의 눈, 비늘, 꼬리 등의 먹선 문양이 관찰되었으며 몸통 부분에서는 상대적으로 먹선 문양이 열게 남아있었다. 세부 상태로는 목어 大에 비해 세밀한 가공흔적이 보였으며 몸통 부분을 중심으로 흑색의 곰

팡이로 추정되는 오염물이 분포하는 것이 확인되었다. 유물의 크기는 약 325 mm, 두께는 약 40 mm, 중량은 340 g으로 확인되었다^(도5,6).



도5. 목어 小 정면



도6. 목어 小 배면

2.3. 적외선 조사

적외선 조사에는 적외선 필터를 적용한 X-T1/IR(Fuji Film, JPN) 카메라를 사용하였으며, 적외선 램프로 분석 대상이 열에 의해 손상되지 않도록 유의하여 비춘 후 조사를 진행하였다^(도7).

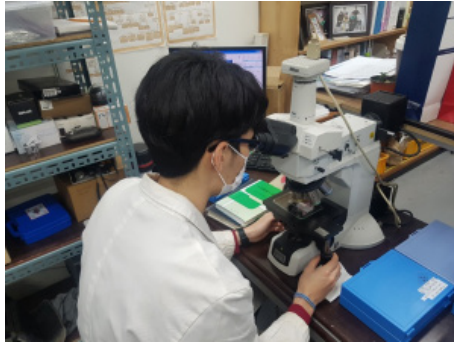


도7. 적외선 조사

2.4. 수중분석

목어 2점의 보존처리 전 목어의 제작에 이용된 목재 수종을 확인하기 위해 수종 분석을 진행하였다. 완형으로 수습된 목어 2점 표면에서 삼단면을 찾아 유물 표면의 손상되지 않도록 유의하여 핸드섹션으로 박편을 제작하였다. 슬라이드글라스 위에 삼단면의 박편을 올려놓고 글리세린 수용액(50%)을 떨어뜨린 뒤 기포가 생기지 않도록 주의하여 커버글라스를 덮어 프레파라트를 완성하였다. 제작된 프레파라트는 광학현미경(ECLIPSE LV100, Nikon, JPN)으로 조직을 미시적으로 관찰하고^(도8) 수

종을 식별할 수 있는 특징을 찾아 사진을 촬영하였다. 수종식별은 ‘목재조직과 식별^[11]’, ‘한국산 목재의 구조^[12]’, ‘한국산 목재의 성질과 용도 I^[13]’을 참조하였다.



도8. 수종분석

2.5. PEG 수용액 함침

보존처리 대상인 목어 2점의 PEG 수용액 함침 전, 표면에 남아있는 오염물 제거를 위해 붓, 부드러운 솔 등을 이용하여 클리닝 해주었다. 클리닝에서 표면에 남아있는 문양이 손상되지 않도록 유의하여 처리하였다^(도9). 이후 목어의 치수안정화 및 강화처리를 위해 PEG(Poly ethylene glycol)#3,350 약제를 물에 녹여 단계적으로 (10%-20%-30%-40%) 농도를 상승시켜 목재 내부의 수분을 치환해주었다^(도10). 총 처리 기간은 46주로 농도에 따라 10주-10주-12주-13주간 처리하여 목재 내부에 약제가 충분히 침투할 수 있도록 하였다.



도9. 클리닝



도10. PEG 수용액 함침처리

2.6. 진공동결건조

진공동결건조는 목재 내부의 수분을 얼음상태에서 바로 기체로 승화시켜 건조 중 변형이 적고 고유의 재색이 잘 나타나는 건조 방법이다^[10]. 진공동결건조기(PVTFD10R, 일신랩, KR)를 이용하였으며 PEG 함침이 완료된 목어의 표면에 남아 있는 PEG 여액을 제거해준 후 진공동결건조 전 목재 내 PEG 수용액을 고체화시키기 위해 예비동결을 진행하였다. 예비동결 과정에서 목재의 수분이 충분히 얼 수 있도록 -40°C 선반에서 168시간 동결하였다. 예비동결 완료 후 진공동결건조기의 콜드 트랩을 -70°C , 초기 선반 온도를 -40°C 로 설정하고 진공을 걸어 승화 건조를 진행하였다. 승화 건조 단계에서 온도 센서를 통해 유물 온도를 확인하고 -30°C , -20°C , -10°C , 0°C 단계로 서서히 온도를 높여주어 2주간 건조해주었다^(도11,12).



도11. 예비동결





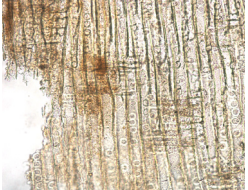
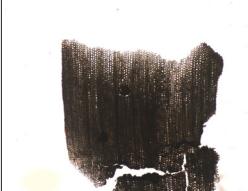

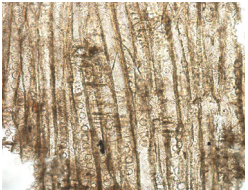
도12. 진공동결건조

3. 연구결과

3.1. 수종분석

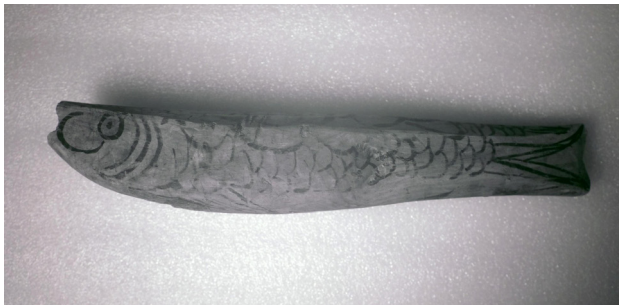
목어 大와 小의 수종분석 결과, 2점 모두 소나무과(Pinaceae) 소나무속(Pinus spp.)의 소나무류(Hard Pine)로 식별되었다. 소나무류는 조·만재의 이행이 급하고 횡단면에서 수직수지구가 관찰된다. 접선단면의 방사조직은 방사유세포와 수평수지구를 갖는 방추형유세포로 구성되어 있다. 방사단면에서 방사조직은 방사가도관과 방사유세포로 이루어져있고 가도관벽의 유연벽공은 1열, 직교분야벽공은 창상형이다. 또한, 방사가도관에서 거치상비후가 발달되어 있다^{[11],[12],[13]}. 소나무속의 경송류에는 소나무, 곰솔이 있으나 해부학적으로 구분이 되지 않아 최종 소나무류로 식별하였다^(표1).

표1. 천안 성거산 위례성 출토 목어 수증분석 결과

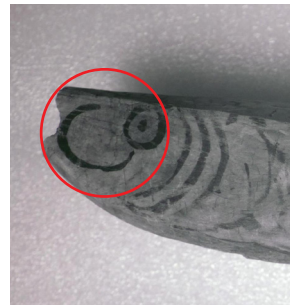
유물명	수종	횡단면(×40)	접선단면(×100)	방사단면(×200)
목어 大	소나무류			
목어 小	소나무류			

3.2. 적외선 조사

목어 大의 적외선 조사 결과 목어 표면에 남아있던 문양이 육안관찰보다 선명하게 관찰되었다. 관찰결과 비늘, 눈, 지느러미, 꼬리 등이 선명하게 관찰되었으며 눈 하단에 수염의 형태로 문양을 표현한 것이 확인되어 잉어로 판단하였다. 적외선 조사 결과는 다음과 같다^(도13~16).



도13. 목어 大 정면 적외선 조사 결과



도14. 확대사진(정면)



도15. 목어 大 배면 적외선 조사 결과

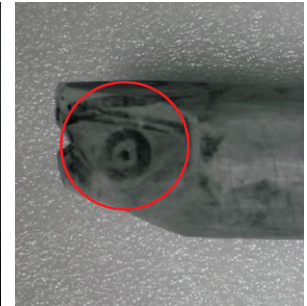


도16. 확대사진(배면)

목어 小는 일부 문양이 마모 등의 이유로 문양의 형태를 알아볼 수 없었으나 적외선 조사를 통해 머리 부분과 꼬리 부분의 문양이 선명하게 관찰되었다. 조사 결과 눈과 입 사이에 목어 大와 유사하게 수염의 형태가 관찰되었으며 비늘의 형태 또한 유사하여 위와 동일하게 잉어로 추정하였다^(도17~20).



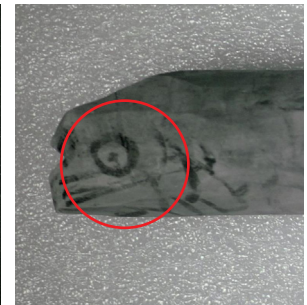
도17. 목어 小 정면 적외선 조사 결과



도18. 확대사진(정면)



도19. 확대사진(정면)



도20. 확대사진(배면)

3.3. 보존처리

목어 2점의 보존처리 과정에서 목어 大는 PEG 수용액 함침 결과 5.5%의 중량이 증가하였으며 진공동결건조 후 49.12%의 중량이 감소하였다. 그리고 목어 小는 PEG 함침 결과 10%의 중량이 증가하였으며 진공동결건조 후 52.67%의 중량이 감소하였다. 보존처리 전·후의 중량은 목어 大는 46.32%, 목어 小는 47.94% 감소하여 목어 2점의 처리 전·후 중량변화는 유사하게 나타났다^(표2).

표2. 목어 중량변화표

중량(g)	목어 大	목어 小
처리 전	980	340
PEG 함침 종료(40%)	1,034	374
진공동결건조 후	526	177
중량변화율	-46.32%	-47.94%



도21. 목어 大 처리 후



도22. 목어 小 처리 후

4. 고찰 및 결론

본 연구에서는 천안 성거산 위례성 유적에서 출토된 목어 2점에 대한 수중분석과 적외선 조사, 보존처리를 진행하였다.

목어의 수중분석 결과 2점 모두 소나무류로 식별되었다. 국내에 출토된 의례구가 보고된 것은 총 16개소의 유적지에서 92점이며 그 중 66점은 조(鳥)형 목기이며 나머지는 인물상 목기, 남근형 목기, 분주목기 등이 있다^[16]. 의례구의 주요 수종으로는 상수리나무와 밤나무가 대다수로 쓰였으며 그 외에도 일부 소나무, 버드나무, 가래나무 등이 이용된 것으로 확인되었다^{[17],[18]}. 따라서 목어 제작에 소나무가 이용된 것은 가공성이 좋고 주변에서 쉽게 구할 수 있어 사용된 것으로 판단된다.

적외선 조사 결과 목어 大는 머리 부분에서 수염, 몸통 부분에서 비늘, 지느러미, 꼬리 부분에서 꼬리지느러미가 관찰되었다. 위의 특징 중 수염을 이용하여 관련 어종을 조사해본 결과 메기, 동자개, 향어, 잉어 등이 있으나 목어의 몸통과 같이 비늘이 크게 발달한 어종은 잉어가 유일하여 잉어로 식별하였다. 또한, 위의 결과를 뒷받침하기 위해 민화의 한 종류인 어해도(魚蟹圖)와 권세품 물고기 장식^[19] 등을 통해 비교한 결과 수염과 지느러미, 비늘의 형태가 잉어와 가장 유사한 것으로 판단하였다. 목어 小는 몸통 부분의 문양이 마모 등의 원인으로 확인이 어려웠으나 머리 부분에서 수염이 관찰되고 비늘의 형태가 목어 大와 유사하게 표현된 점들을 들어 목

어 大와 같은 어종으로 판단하였다. 적외선 조사를 통해 확인된 잉어 문양은 과거 삼국-조선시대의 고분, 사지, 전세품 등 어문(魚文), 어해도, 목어 등 물고기의 형태를 따서 제작한 무늬, 그림, 불전사물이 다수 남아있다. 중국에서는 물고기를 예로부터 길상, 부유함, 풍요를 상징한다고 하였다. 이는 한편으로 축복과 씨족 번성, 신령, 벽사의 의미가 있는 것으로 해석되고 있다. 또한, 두 마리의 물고기는 행복한 부부를 표현한 것으로 판단되었으며 부처의 발자취 모양과도 같아 불교적 의미를 내포한다고도 하였다^[19]. 우리나라에서 해석되는 물고기의 의미는 중국과 크게 다르지 않으며 자손번창과 다산을 상징한다고 전해지는데 위의 내용으로 볼 때, 중국을 비롯한 우리나라에서는 물고기를 풍요, 자손번창 등을 상징하는 매개물로 가치 부여를 한 것으로 판단된다.

보존처리 과정 중 PEG 수용액 함침을 실시한 결과 목어 大는 5.5%, 목어 小는 10%의 중량 증가가 관찰되었다. 선행 연구사례에 보고된 40% 농도 단계별 함침에서의 중량변화율이 5-10% 내외인 것으로 감안할 때^{[10],[14],[15]} 목어의 PEG 수용액 함침 과정이 잘 이루어진 것으로 판단하였다. 또한, 진공동결건조 결과 목어 大는 PEG 함침 후 진공동결건조를 통해 49.12%의 중량이 감소하였으며 목어 小는 52.67%의 중량이 감소하였다. 위의 중량감소 범위는 선행연구사례^[10]에서 PEG 수용액 40% 농도 함침 후 진공동결건조 중량감소량이 약 53.76%인 것으로 볼 때 목어의 진공동결건조에서도 위와 유사하게 건조가 진행된 것으로 판단하였다. 위의 전체적인 보존처리 결과를 통해 약제 함침과 건조가 이상없이 이루어졌으며 보존처리 후 유물 표면에 갈라짐이나 손상이 발생하지 않아 전반적인 보존처리가 이상없이 이루어진 것으로 판단하였다.

참고문헌

1. 충청남도역사문화연구원, *천안 성거산 위례성 내 용샘 유적 1·2차 합본 보고서*, p53-71, 충청남도역사문화연구원, 천안, (2018).
2. 이용희, 저습지 출토 목재유물의 보존과 현황, *보존과학회지* **6**, p126-127, (1997).
3. 김수철, 이용희, 광주 신창동 출토 칠기칼집 보존처리, *박물관보존과학* **5**, p37-38, (2004).
4. 국립문화재연구소 문화재보존과학센터, *적외선을 이용한 문화재 조사*, p4-9, 국립문화재연구소 문화재보존과학센터, 대전, (2014).
5. 김병호, 정형균, 안압지 출토목선의 보존처리, 국립문화재연구소, *보존과학연구* **5**, p1-10, (1984).
6. 강애경, 박상진, 수침출토목재의 PEG4000과 Sucrose처리에 따른 변화, *보존과학회지* **5**, p3-14, (1997).
7. 이효선, 강애경, 박상진, 수침목재의 PEG, 락티톨, 슈크로오스 처리에 의한 치수안정화 효과, *보존과학회지* **8**, p31, (1999).
8. 이광희, PEG 처리 수침고목재의 조습건조, 충북대학교 대학원 임산공학과 목재공학 보존과학전공, 석사학위논문, p11-12, (2009).
9. 김경수, 이용희, 수침목재의 동결 건조 시험보고, *박물관보존과학* **1**, p30-31, (1999).

10. 김수철, 수침고목재의 동결건조를 위한 PEG 전처리 농도 및 용매 설정, 충북대학교 대학원 임산공학과 목재공학전공, 석사학위논문, p21-69, p75-78, (2003).
11. 박상진 등, 목재조직과 식별, p285-288, 향문사, 서울, (1987).
12. 이필우, 한국산 목재의 구조, p20, 정민사, 파주, (1994).
13. 이필우, 한국산 목재의 성질과 용도 I, p28-44, 서울대학교출판부, 서울, (1997).
14. 오정은, 3D 스캔을 이용한 대형 수침고목재 PEG 처리 비교 연구, 한국전통문화대학교 대학원, 석사학위논문, p32-36, (2019).
15. 이경철, 수침고목재의 폴리에틸렌글리콜 침투성, 충남대학교 대학원 임산공학과 목재공학 전공, 석사학위논문, p28-39, (2013).
16. 국립가야문화재연구소, 한국 목기자료집 III 무기·의례구·기타, p15, p79-106, 국립가야문화재연구소, 창원, (2014).
17. 국립가야문화재연구소, 함안 성산산성 목제유물 수종분석, 국립가야문화재연구소, 창원, (2018).
18. 한양대학교·하남시, 이성산성 4차 발굴조사 보고서, p145-175, 한양대학교 박물관, 서울, (1992).
19. 조원창, 고대 한일 위세품에 보이는 물고기 문양의 계통과 전파, 지방사와 지방문화 17, p8-9, (2014).