

발굴 출토 화살다발 제작기법 연구 및 보존처리

Study of the method of
production of excavated arrow
bundle and its conservation
treatment

이병훈^{1*}, 최보배², 허일권³

강원도문화재연구소¹, 수도국산달동네박물관²,
국립중앙박물관 보존과학부³

Lee Byeonghoon¹, Choi Bobae²,
Huh Ilgwon³

GangWon Institute of Cultural Heritage,
Chuncheon¹,
Sudoguksan Museum of Housing&Living²,
Conservation Science Division, National
Museum of Korea³

* Corresponding Author :
Lee Byeonghoon

Tel : 82-10-9716-5993
E-mail : lbh982@hanmail.net

요약

본 연구에서는 정선 아우라지 유적 청동기 시대 주거지에서 출토된 화살다발의 제작기법 연구 및 보존처리 과정을 서술하였다. 화살은 화살촉과 화살대 부분으로 이루어진 유물이며, 화살대는 유기물로 제작되기 때문에, 화살대가 화살촉과 함께 완형으로 발굴된 사례는 매우 드물다. 특히 정선 아우라지 화살다발은 무경식석촉과 탄화된 화살대가 결구된 흔적이 확인되었다는 사실에 큰 의의가 있으며, 나무의 끝을 갈라 화살촉에 끼워 넣는 방식이 확인된 중요한 사례이다. 정선 아우라지 화살의 특징을 살펴보기 위해 현미경 조사, 화살대 수증분석 등을 실시하였다. 석촉의 마연흔을 통해 가공순서 및 방향, 도구의 입자 크기 등을 알 수 있었으며, 화살대 수증분석 결과 3년생 버드나무속(*Salix* spp.) 어린가지로 추정되었다. 현장에서의 경화처리 과정 중 경화제는 주변 환경의 영향으로 방수성과 가역성이 우수한 약품을 사용하였고, 응급수습방법으로 'Bridge'법을 사용하였다. 보존처리실로 이관한 후 바닥면 작업을 위해 유물을 뒤집는 과정에서 손상이 되지 않도록 하는 것이 가장 중요했기 때문에, 보강재를 선정하는데 신중히 하였다. 보강재로는 하중을 안전하게 견딜 수 있으며, 물성이 우수한 인조점토를 선택하였다. 최종적으로 유물 접합 및 정리 작업 후 바닥면을 에폭시수지로 마무리 한 후 박물관에 전시하였다.

주제어 : 청동기시대, 화살, 제작기법, 인조점토, 'Bridge'법

Abstract

This paper describes the production methods that were originally used for an arrow bundle excavated from a Bronze Age residential area in Auraji in Jeongseon, Gangwon-do Province and the conservation treatment process that it subsequently underwent. An arrow conventionally consists of an arrowhead and a shaft. It is rare to excavate a shaft along with an arrowhead in a complete form since the shaft is made of organic materials. Notably, the arrow bundle from the Auraji site is of great significance as it shows traces of tangless stone arrowheads attached to charred shafts and offers an important case of the split end of a piece of a tree being inserted into an arrowhead. For a further examination of the characteristics of the arrows from Auraji, microscopic investigation was conducted and the type of wood used for the arrow shafts was examined. The sequence and direction of processing and the particle sizes of the grinding tools were revealed through the analysis of traces of grinding on the stone arrowheads. The shaft is presumed to have been made from a green length of three-year-old willow (*Salix* spp.). A curing agent with a high degree of waterproofing and reversibility was used during the on-site curing process according to demands of the surrounding environment, and a technique that the authors call the "Bridge" method was used for emergency collection of the relics. Once the bundle was transferred to the conservation treatment lab, reinforcing materials were carefully chosen as it was important not to damage the relics during the process of turning them for the repair of their reverse sides. For this purpose, artificial clay was selected since it can safely bear a load and has excellent physical properties. Finally, detached parts were rejoined, the relics and their surrounding materials were cleaned, and the bottom sides were finished with epoxy resin prior to the display of the relics at the museum.

Keywords : Bronze Age, Arrow, Production Method, Artificial Clay, "Bridge" Method

투고일: 2021.03.10 심사(수정)일: 2021.04.22 게재확정일: 2021.04.29

1. 서론

화살은 인류에 의해 만들어진 혁신적인 무기 중 하나로, 활의 시위에 걸어서 쏘는 투사체이다. 탄성을 이용하는 효과적인 살상용 무기 또는 사냥용 장비로서 대상물로부터 일정거리를 유지한 상태로 사용할 수 있으므로, 안전성과 효과적인 공격성 모두 얻을 수 있는 획기적인 발명품이다.

고대에는 제작 용이성, 경도, 강도와 같은 물성 등을 고려하여 살상력을 높이기 위해 여러 재질의 화살촉을 만들어 사용하였다. 석촉, 흑요석 화살촉, 청동촉, 철촉, 뼈 또는 동물의 날카로운 이빨 등을 사용하여 제작하였으며, 이는 시기적, 지역적 특성에 따라 발전하였다. 화살촉의 재질 중 하나인 석촉에 대한 연구는 형태적인 분류의 기준을 확립하기 위해 지역적인 요인으로 접근하거나, 편년의 객관적인 기준마련을 위한 연구 등이 진행되어 왔다. 하지만, 형태학적으로나 편년의 객관적 마련을 위한 연구는 석촉의 제작기법에 대한 면밀한 연구가 선행되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 출토된 화살의 제작기법을 자세히 살펴보고, 계획적인 보존처리 방법으로 박물관 전시까지 안전하게 진행하였다.

본 연구에서 대상으로 한 화살다발은 정선군 여량면 여량리 191번지 일원에 위치한 정선 아우라지 유적 청동기시대 17호 주거지 내부에서 출토되었다^[1]. 이전에 화살대가 출토된 유적으로는 창녕 송현동 7호분의 철촉과 화살대^[2], 다호리 1호분 출토품^[3] 등이 있다. 정선 아우라지 화살은 청동기 시대 유물이며, 석촉과 화살대가 화살다발의 형태로 출토된 것은 강원도에서 두 번째이다. 춘천 천전리 유적 A구역 47호 주거지 내에서 출토된 석촉과 싸릿대 화살대^[4] 이후 발굴된 것이다. 화살대는 유기물로 이루어져 있기 때문에 화재주거지 등에서 탄화된 상태로 출토되며, 정선 아우라지 화살다발과 같이 화살대가 석촉과 함께 발굴된 사례는 매우 드물다. 특히 청동기시대 화살대에 대한 자료는 거의 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 석촉의 제작방법 및 화살촉과 화살대의 결구방식, 탄화된 화살대의 수종분석 결과를 상세히 기록하였다. 화살다발 석촉의 제작기법 관찰을 위해 실체현미경 및 디지털카메라의 현미경렌즈를 활용하였다. 수종식별은 ‘목재조직과 식별’^[5], ‘한국산 목재의 구조’^[6], ‘한국산 유용수종의 목재성질’^[7] 등을 참조하였고, 충북대학교 산학협력단부설 목재연료소재은행 소장 목재재감 프레파라트로 대조하였다.

기준에 석촉 연구에는 여러 기준을 통해 형식적인 분류가 이루어진 바 있다. 한반도 남부지역 청동기시대 유적에서 출토된 이른 단계의 무경식 석촉은 신석기시대 전통을 계승한 것이고, 이단경식 석촉은 청동촉에서 기원한 것으로 추정된 바 있다^[8]. 또한, 한반도 출토 석촉에 대한 연구는 藤田亮策^[9]에 의해 시작되었으며, 청동기시대 마제석촉의 기원을 언급한 연구가 발표된 바 있다^[10]. 中村大介는 무경식석촉의

중국 동북지방 기원설을 주장하였으며, 무경식석촉의 마연방향의 시기적 변화를 제작기법 관찰을 통해 확인하였다^[11]. 특히, 청동기시대 마제 석촉과 화살대의 결합방식을 주요한 속성으로 삼아 연구한 황창한의 논문에서는 석촉의 속성을 크게 경부의 유무와 형태, 신부의 형태로 구분하여 연구가 진행되었다^[12].

화살대 수종분석은 충북대학교 목재연료소재은행에서 실시하였으며, 그 결과를 참고하였다^[14]. 수종분석은 과거의 식생을 파악하고, 유적형성 당시의 자연환경을 복원할 수 있는 과학적 정보를 제공해 준다^[14]. 나무는 그 생태적인 특성상 수종에 따라 한정된 지역에만 분포하며 생활도구의 재료로서 가장 광범위하게 쓰였다. 따라서 발굴현장에서 수습된 숯과 목재유물 등의 수종을 식별하고 조직특성 및 물리화학적 특성을 규명하는 것은 당시 사람들의 다양한 문화 활동과 나무 이용 실태를 파악하는데 중요한 정보가 된다. 또한 목재유물의 보존 뿐 아니라 고고학 유구의 복원을 위한 기초자료로서도 큰 의의가 있다^{[15], [16], [17], [18]}.

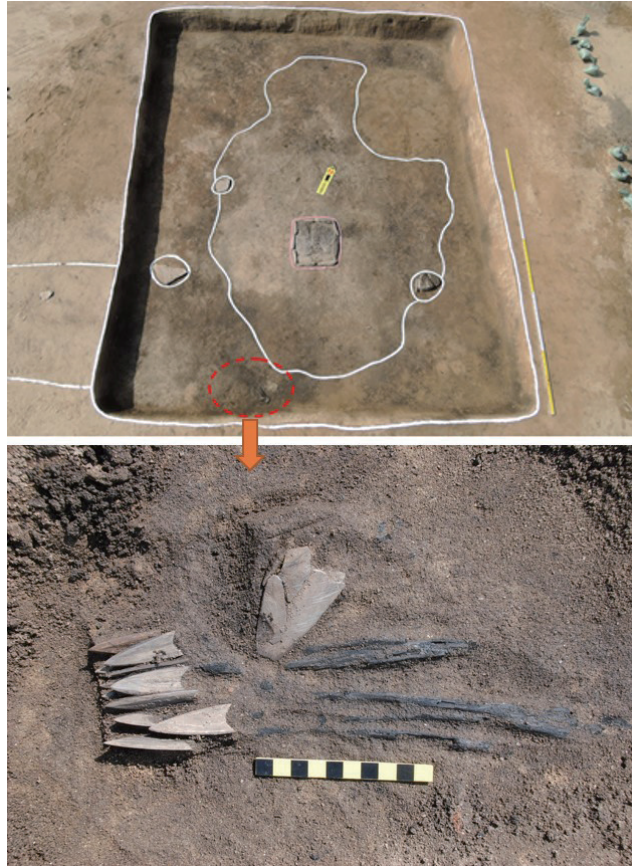
정선 아우라지 화살은 청동기시대 석촉과 화살대의 제작 및 결구방식을 밝히는 것에 있어 매우 큰 의의를 갖는다. 출토 사례가 매우 드물고 희귀한 유물인 만큼 출토 당시 응급보존처리부터 전시에 이르기 까지 보존처리 전 과정에 걸쳐 면밀히 조사하고 기록하였으며, 현재는 국립춘천박물관에 전시하고 있다. 본 연구에서는 정선 아우라지 화살의 특징을 살펴보기 위해 현미경 조사, 화살대 수종분석 등을 실시하였고, 제작기법 및 발굴 당시 응급수습 방법과 보존처리 과정을 서술하였다.

2. 조사대상 및 연구방법

2.1. 조사대상

본 연구에서 조사대상으로 한 정선 아우라지 유적 출토 화살이 출토된 청동기시대 17호 주거지와 출토당시 화살의 모습은 도1 과 같다. 주거지 남벽에서 확인되었으며, 석촉과 화살대가 다발로 출토되었다. 석촉의 기부 형태는 둥글게 만입되었으며, 11점이 모여 있는 형태이다. 석촉은 모두 무경식 석촉이며, 색깔은 회색 7점, 상아색 3점, 보라색 1점으로 다양했다. 석촉은 선단부에서 삼각상으로 벌어져 내려와 신부 말단에서 최대 폭을 이룬 뒤 기부(만입부)로 이어지는 형태이다. 능각은 선단부에서 내려오다 ‘^’형으로 벌어지며 양 측면 인부를 따라 이어지며, 신부의 횡단면은 가운데가 오목한 편육각형이다. 석촉의 길이는 4.2~5.2cm 정도로 조금씩 차이가 있다.

화살대는 잔존길이 최대 24.0cm 정도이고, 평균 두께 0.6cm 정도이다. 화살대 7개가 잔존하고 있다. 화살대 중간부근에 위치하는 석창의 경우 선단 일부가 결실된 상태이며, 삼각상으로 벌어지는 신부를 형성하고 있다. 경부는 결실된 상태이다. 석창의 잔존길이 6.1cm 정도이며, 너비는 3.9cm 정도이다^[1].



도1. 정선 아우라지 유적 청동기시대 17호 주거지(上) 및 화살대 출토당시 사진(下)

2.2. 연구방법

연구방법은 석촉의 형태적 관찰을 위한 화상분석, 화살대 재료파악을 위한 수중 분석을 실시하였다. 화상분석은 실체현미경(LEICA, MZ7.5+Nicon, D3), 디지털카메라, 현미경렌즈(CANON, 5D MarkⅢ+MP-E65)/Image J, v1.48a, NIH1)을 사용하였으며, 마연흔, 결구방식 등을 자세히 살펴보았다.

화살대의 수중분석은 실체현미경(Nikon, SMZ1500)과 주사전사현미경(FE-SEM, LEO-1530, Carl Zeiss)을 이용하여 진행하였으며, 분석방법은 대상 시료를 실온에서 1주간 자연건조 후 실체현미경(Nikon, SMZ1500)으로 표면을 관찰하여, 수종을 1차 분류하였다. 다음으로 시료를 절단하여, SEM 관찰용 삼단면(횡단면, 방사단면, 접선단면)을 제작하고 Stub에 고정하였다. 제작된 시료는 건조기에서 100℃로 약 48시간 건조시켜 수분을 완전히 제거하였다. 시료를 Gold로 코팅(Coating)한 후 미세구조를 관찰하고 그 특징을 촬영하였다.

3. 연구결과

3.1. 화살촉 제작기법

정선 아우라지에서 출토된 화살촉은 무경식석촉으로 확대사진은 도2에 첨부하였다. 무경식석촉의 제작방법은 두 가지가 있다. 판상석재를 찰절기법으로 재단한 후 마연하는 방법과 박편을 이용하는 방법이다^[8]. 찰절기법은 모암에서 석재를 분리하여 영면을 마연으로 다듬은 후 판상석재를 재단한 후 다시 마연하여 완성하는 방법이고^(도3), 박편을 이용하는 방법은 석촉을 다듬는 과정에서 우연히 무경식석촉을 제작하기 적합한 상태로 박리된 것을 이용하는 방법이다^[8]. 정선 아우라지 화살촉은 크기와 형태가 거의 유사하여 찰절기법을 이용하여 제작되었을 것으로 판단되었다. 석촉의 마연흔은 정밀하게 마연된 부분과 거칠게 마연된 부분으로 확인되었다. 이는 석촉의 재질에 따른 차이 일수도 있지만, 마연 횟수 및 마연재료(숫돌) 등에 따른 차이 일 수 있다. 따라서 석촉의 마연흔을 자세히 살펴보고, 마연 방향과 마연 순서, 부위에 따른 마연흔 간의 거리(길이) 등을 살펴보았다.

우선 석촉 내부 홈의 마연 흔적 간의 거리(길이)는 부위별로 다양했다. 날은 신부에 비해 선상흔 폭의 두께가 얇고 표준편차가 적다^(도6, 7). 이는 숫돌(Grinding Stone) 등 마연 도구의 입자 크기가 달랐으며, 날 부분을 날카롭게 제작하기 위해 의식적으로 마연 도구를 선별하여 사용했음을 의미한다. 현미경 관찰 결과 석촉의 신부 중앙에는 미세한 홈이 관찰되며, 화살대와 결박을 강화하는 역할을 했음을 알 수 있다^(도2-右). 화살대 끝을 갈라서 결구하는 무경식석촉의 착장 흔적을 확인하였다. 석촉의 신부 및 가운데 홈은 날과 수평방향 선상흔이 관찰되었고^(도4-右), 날은 사선 방향 선상흔이 관찰되었다^(도5-左). 신부 평평한 면 선상흔은 홈을 마연하는 과정 중에 지워졌는데, 이를 통해 평평한 면을 우선적으로 마연한 후 홈을 제작했음을 알 수 있다^(도4-左). 만입부는 직각면을 만들기 위해 신부 평면을 기준으로 수직방향 마연흔이 확인되었다^(도5-右).



도2. 화살촉 확대사진(左) 및 화살촉 크기(右), 단위: mm

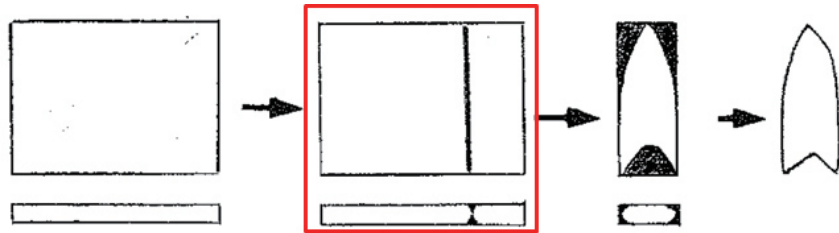
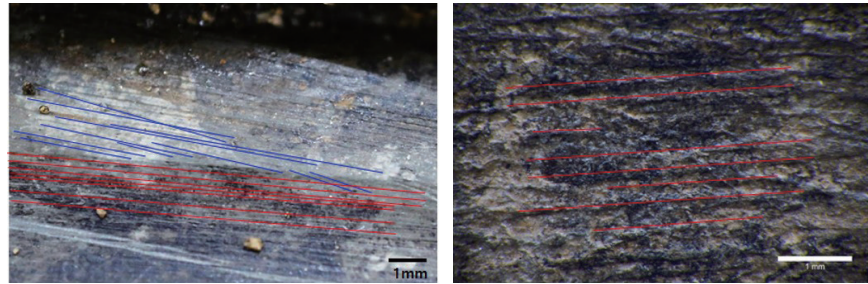
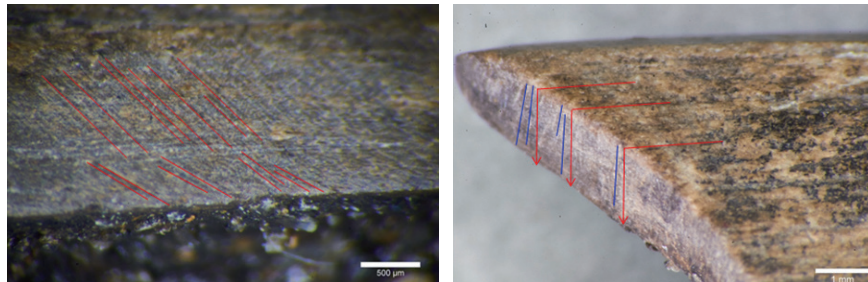


Figure 15. 찔절기법 도식화

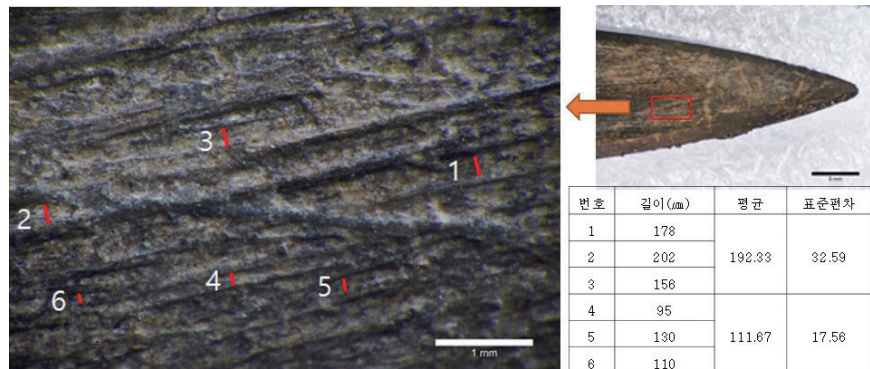
도3. 찔절기법 도식화^[8]



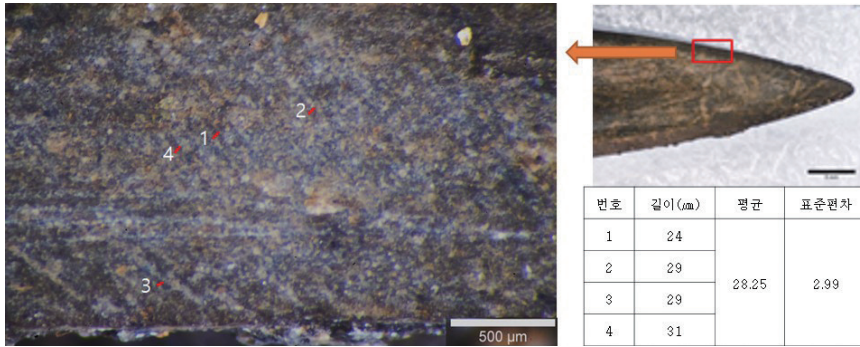
도4. 석촉 화살대 결구 홈 마연흔(左), 신부 횡방향 마연흔(右)



도5. 석촉 날부 마연흔(左), 기부(만입부) 마연흔(右)



도6. 석촉 신부 마연흔 간 폭(길이) 측정 결과



도7. 석촉 날부 마연흔 간 폭(길이) 측정 결과

3.2. 화살촉과 화살대의 결구흔적

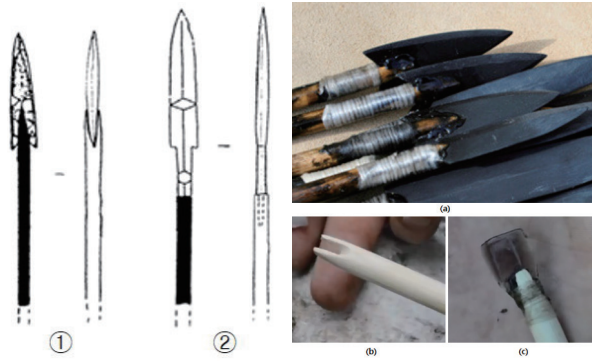
국내 청동기시대 화살대에 출토는 강원도에서 발굴되었던 춘천 천전리 A구역 47호 주거지의 청동기시대 화살다발이 유일하며^[4], 따라서 두 번째로 발굴된 정선 아우라지 유적 출토 화살다발의 비교 및 대조를 통해 제작기법을 확인하였다.

석촉과 화살대의 결구흔적과 직접적인 관련이 있는 석촉의 형태를 살펴보면, 춘천 천전리 청동기 주거지에서 출토된 석촉은 일체형석촉이었으며, 결구는 화살대를 갈라 석촉에 장착하는 형태였다^(도8, 도9-左②). 결입부가 평평한 화살촉이었으며, 그와 같은 형태의 석촉에 결구되는 방법을 확인시켜준 유물이었다. 춘천 천전리 유적 일체형석촉의 화살대는 분석 결과 싸리나무로 확인되었다^[4]. 석촉의 형태에 따라 화살대의 수종을 의도적으로 달리했을 가능성과 지역적으로 풍부한 수종을 사용했을 가능성 등 모두를 간과할 수 없지만, 후에 언급할 정선 아우라지 출토 화살대의 수종과는 차이가 있었다.

정선 아우라지 유적에서 발굴된 화살은 편육각형태인 무경식석촉과 탄화된 화살대가 결구된 흔적이 확인되었다는 것에 큰 의의가 있다. 화살의 결구 방식은 나무의 끝을 갈라 화살촉에 끼워 넣는 것으로 확인되었다^(도9-左①, 도10, 11). 이는 무경식석촉의 결구방식으로 추정되었던 것이 실제로 확인된 중요한 사례이다. 현미경 사진촬영 결과 석촉에 끼워진 나무 깊이는 기부 끝을 기준으로 약 12mm(만입부 기준 약 8mm)이며^(도10), 전체 길이의 약 1/4에 해당한다. 다른 한 개 석촉 홈에서 기부 끝을 기준으로 약 24mm(만입부를 기준으로 약 17mm), 전체 석촉의 약 1/2 정도 길이 탄화흔으로 추정되는 자국이 발견되었다^(도11).



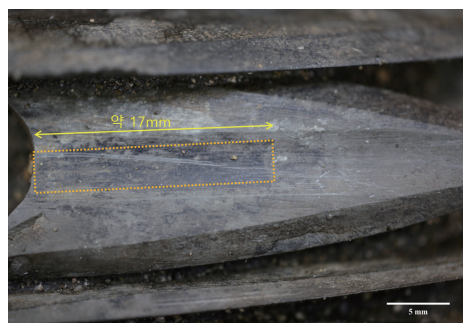
도8. 춘천 천전리 A구역 47호 청동기 주거지 출토 화살다발^[4]



도9. 화살촉 결구방식 모식도(左)^[4]와 재현사례(右)^[13]



도10. 정선 아우라지 출토 화살다발 중 석촉과 화살대가 결구된 화살촉

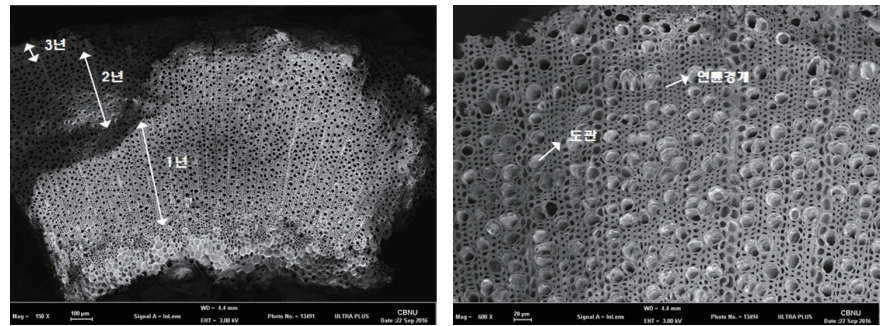


도11. 석촉과 화살대 결구 탄화흔

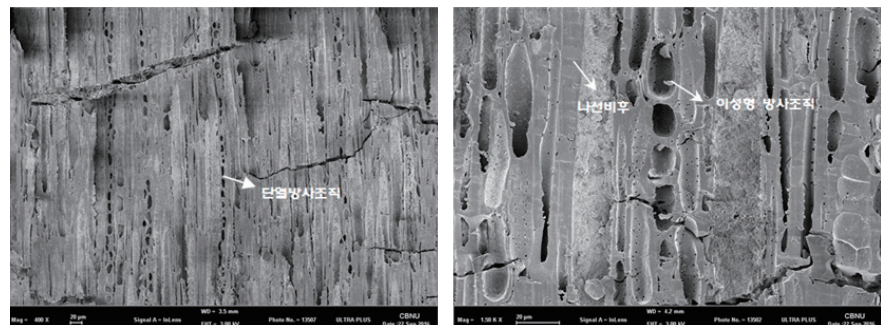
3.3. 화살대의 수종분석

화살대의 수종분석은 서론에서 언급한 바와 같이 충북대학교 목재연륜소재은행에서 실시한 결과를 참고하였다. 화살대는 그 지역에서 산출되는 재료를 이용하여 제작하는 것이 통례이며, 곧게 뻗은 형태나 적절한 강도 역시 부수적으로 고려되는 조건이었을 것이다. 화살대 중 대표성을 갖는 1개의 화살대를 선정하여 분석한 결과, 버드나무속(*Salix* spp.)으로 추정되었으며, 연륜관찰 결과 3년생 어린 가지를 사용한 것으로 확인되었다. 해부학적 특징을 살펴본 결과, 버드나무속(*Salix* spp.) 어린가지로 추정되는 시료의 횡단면은 도관이 연륜 전체에 고루 퍼져있는 산공재였다. 방사단면에서는 방사조직이 평복세포와 방형세포, 직립세포를 모두 가지고 있는 이성형이었으며, 두께가 두꺼운 나선비후도 관찰되었다. 원래 성숙재에서는 나선비후가 관찰되지 않지만 어린 가지에서는 나선비후를 확인할 수 있었으며, 접선단면 방사조직은 대부분 단열이었고 간혹 2열도 관찰되었다^{[도12, 13, 14], [14]}.

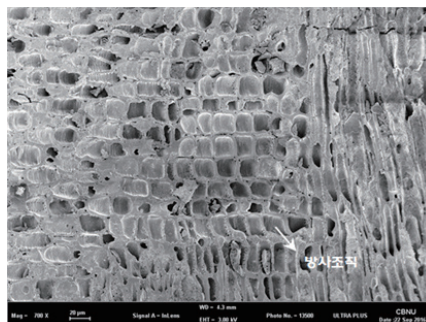
버드나무속(*Salix* spp.)은 우리나라 전 지역에서 자생하고 있으며, 크게 성장하고 있는 수종은 버드나무, 능수버들, 수양버들, 왕버들, 용버들 등이 있다. 목재는 가볍고 연하기 때문에 절삭이 용이하여 가구재, 기구재, 편세공 등으로 많이 쓰이고 있다^[19]. 화살대는 곧고 가벼우면서 탄성이 좋아야 하는데 버드나무속의 목재성질과 일치하였다. 《임원경제지》와 《본초강목》에는 “버드나무는 가지가 단단하면서 위로 뻗었다. 그러므로 양류(楊柳)라 하였고, 가지가 약하면서 드리웠으므로 류(柳)라 하였으니 한 물건이면서 두 종류이다. 가지는 단단하여 화살대를 만들 수 있다.”고 언급되었으며, 《천공개물》에는 “화살의 살대 재료는 각지마다 달라, 중국의 남방에서는 대, 북방에서는 갯버들, 북방 오랑캐는 자작나무를 쓴다.”고 기록되어 있다. 또한 《고려도경》에는 “화살은 대[竹]를 사용하지 않고 버드나무 가지로 만드는데 더 짧고 작다.”고 기록되어 버드나무가 화살대로 사용되었음을 알 수 있었다. 현지 식생을 살펴보기 위해 정선 아우라지 주변의 지명유래를 조사해 본 결과 유천1리 주변에 소나무가 많았으며 마을 중심부에 강이 흐른다 하여 송천(松川)이라 하였는데, 강변에 버드나무가 무성하여 나중에 유천(柳川)이라 불린다는 사실이 확인되었다^[20]. 따라서 정선 아우라지 유적에서 지리적으로 가까운 유천리에 버드나무가 많이 자생하였으며, 버드나무 목재를 구하기 용이한 지역이었다는 사실을 알 수 있었다.



도12. 화살대의 횡단면 미세조직



도13. 화살대의 접선단면 미세조직



도14. 화살대의 방사단면 미세조직

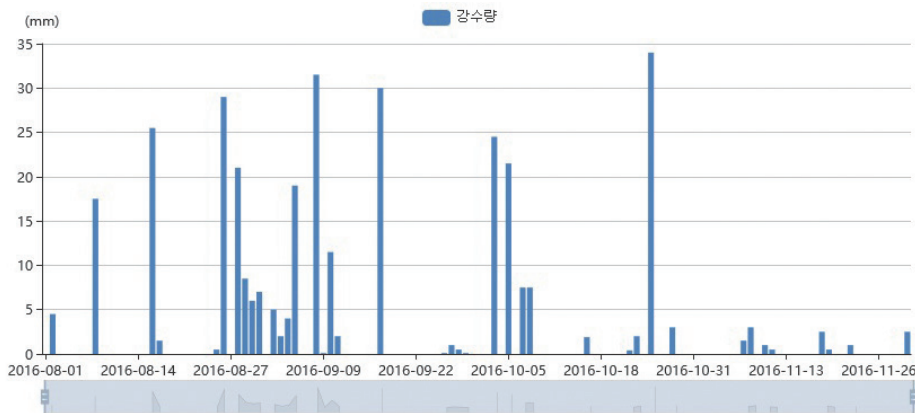
4. 응급수습 및 보존처리

4.1. 응급수습

4.1.1. 경화제 선정 및 표면경화처리

발굴 현장에서 유물을 안전하게 수습하기 위해서는 토질 및 자연환경에 알맞은 방법을 선택하는 것이 가장 중요하다. 따라서 출토 주거지의 토질을 확인한 결과, 점질과 사질이 혼합되어 있었고 모래 성분은 많으나 점성이 있어 뭉쳐지는 토성이었다. 또한 유물의 안전한 수습을 위해 주변토를 경화하여야 하며, 이에 가장 중요한 변수가 습도이다. 정선 아우라지 화살이 발굴된 시기는 장마기간이었기 때문에 정선지역의 기상조건^(도15)에 따라 비가 내리지 않는 시기를 찾아 응급 경화처리를 실시하고, 장마기간 이후에도 경화처리를 지속적으로 진행한 후 수습하고자 하였다.

경화처리약품선정은 유적의 토질 및 기상조건에 따라 방수성이 우수하고 경화속도가 빠르며, 가역성이 우수한 약품을 사용하고자 하였다. Acrylic계 Resin과 Polyvinylacetate계 수지를 선정하여 방수성, 경화속도, 가역성을 기준으로 특성을 분류하였고, 최종적으로 토질과 기수조건에 가장 적합한 Paraloid-B72를 선정하였다^(표1). 용매의 선정에 있어서는, Paraloid-B72의 용매로 가장 유용하게 쓰이고 있는, Acetone와 Xylene의 물성을 비교하였다^(표2). 용매 분자량 및 비중이 적고, 증발속도가 빠른 Acetone이 경화제 용매로 적합하다고 판단되어, 3%, 5%, 10%, 15%, 20%, 30% 농도로 총 5차에 걸쳐 10일간 약품도포 및 건조를 수회 반복하여 표면 경화처리를 실시하였다. 현장에서의 표면 경화처리 일정 및 유물 상태 사진은 표3에 나타내었다.



도 15. 응급경화처리 기간 정선지역 강수량^[21]

표1. 강화처리 대상 약품 특성 비교^{[22], [23]}

Classification	Resins	Water resist	Hardening speed	Reversibility
Acrylic계 Resin	Paraloid-B72	⊕	⊕	⊕
	Isocyanate PSNY-6	○	⊙	○
PolyvinylAcetate계 Emulsion	Caparol-Binder	□	○	○
	Golden Mette Medium	⊙	○	□

Abbreviation ●: excellent, ⊙: good, ○: normal, □: poor

표2. Paraloid B-72에 사용되는 용매 특성^{[24], [25]}

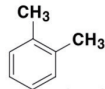
Physical Properties(Solvent)	Paraloid B-72(in Acetone)	Paraloid B-72(in Xylene)
Chemical Formula	CH ₃ COCH ₃	C ₈ H ₁₀
	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \end{array}$	
Molecular Weight(g/mol)	58.08	106.16
Specific Gravity	0.793	0.845
Evaporation Rate(Ether=1)	2.1	17

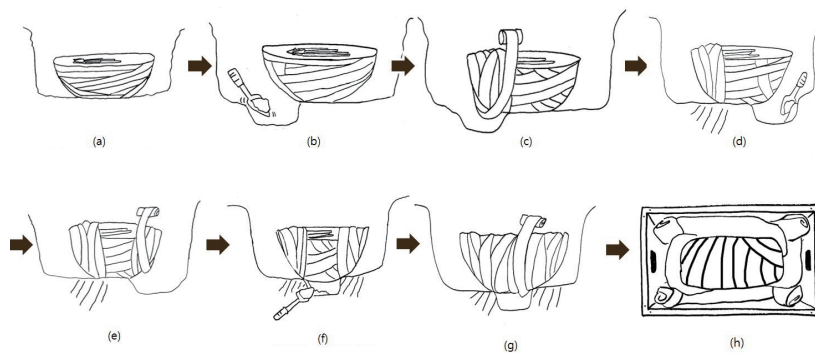
표3. 응급보존처리 일정에 따른 처리방법 및 상태

Count	Date	Concentration	Method	Condition	A photo of Working
1st	2016. 8. 23~24	3%, 5%	by Syringe	Semi-Dried	
2nd	2016. 9. 5~6	5%, 10%	by Syringe	Wet	
3rd	2016. 9. 19~20	10%, 15%	by Syringe	Wet	
4th	2016. 10. 10~11	15%, 20%	by Syringe	Semi-Dried	
5th	2016. 11. 1~4	30%	by Syringe	Dried	

4.1.2. 유물 포장

발굴현장에서의 유물 포장 방법은 각 유물들의 출토상태나 환경조건에 많은 차이가 있으므로 일괄적인 수습방법을 적용할 수는 없다^[26]. 특히 출토된 유물 및 토양의 재질에 따라 수습 시 하중의 영향을 최소화 하는 방법이 가장 중요하다. 따라서 화살다발의 재질에 알맞은 방법으로 안전하게 이동하고자 하였다.

정선 아우라지 출토 화살의 경우 화살대가 비교적 약한 재질인 탄화목이고, 바닥층 아래 토양에 사질이 혼합되어 있으므로, 현장에서 유물을 뒤집어 포장하는 방법은 오히려 손상될 위험이 있다고 판단하였다. 따라서 뒤집지 않고, 현재 상태로 안전하게 수습하는데 중점을 두고 작업하였다. 화살을 수습한 방법은 'Bridge'법이라고 명명하였는데, 수습과정 중에 다리와 같은 형태로 토양을 제거하면서 수습한다는 의미이다. 우선 화살다발을 지지할 수 있도록 강화된 토양과 화살다발 표면을 한지와 Rap을 이용하여 안전하게 Facing 하였다. 그 후 주변 흙을 일정 깊이로 제거하였고, 유물에 횡 방향으로 석고 및 석고붕대를 단단하게 고정하였다. 다음으로 바닥면 전체 넓이의 1/3정도를 제거하고, 종 방향으로 석고붕대를 이용하여 고정하였다. 하중을 받을 수 있도록 아래 쪽 토양을 채운 후, 반대쪽 1/3 면적을 같은 방법으로 실시하였다. 마찬가지로 포장된 아래 쪽 토양을 채우고 유물 가운데 부분의 토양을 파낸 후, 석고붕대를 이용하여 단단하게 포장하였다. 마지막으로 유물의 크기에 맞추어 이동케이스를 제작한 후 이동 중 유물이 흔들리지 않도록 우레탄 폼으로 빈 공간을 고정하였다^(도16).



도16. 정선 아우라지 유적 출토 화살다발 응급수습 방법 모식도

4.2. 보존처리

보존처리실로 이관 후 유물보존처리 전 과정을 도17에 기록하였으며, 처리 과정에 따른 단면 모식도는 도18에 상세히 표기하였다.

4.2.1. 처리 전 작업

현장에서의 응급보존 후 보존과학실로 안전하게 이관한 후 보존처리 전 상태를 자세히 기록하고, 사진촬영을 실시하였다. 처리 전 제원과 미세균열 등 확인 후 보존처리 방안을 마련하였다. 보존처리 방법으로는 전시 활용 및 핸들링을 고려하여 화살 및 주거지 바닥면, 벽면을 함께 보존하기로 결정하였다.

4.2.2. 유물 표면정리 및 보강작업

유물 표면에는 백화현상이 발생된 상태였으며, 아세톤을 이용하여 주거지 표면 원래의 색을 찾고자 표면정리를 실시하였다. 표면 이물질 제거 후 종 방향으로 발생한 균열은 현장에서 수습한 주거지 바닥토로 복원 작업을 실시하였다. 다음으로는 유물 표면에 랩과 호일을 이용하여 고정하였으며^[도18(b)-①], 인조점토^[도18(b)-②], 에폭시 수지(SV427+HV427)^[도18(b)-③], 석고, 석고붕대, 우레탄 폼으로 보강한 후 뒤집었다^[도18(c)-④, ⑤]. 화살 보존처리 과정 중 하단면 석고 제거를 위해 뒤집었을 때, 하중에 의한 손상을 최소화하기 위한 보강재로 인조점토를 사용하였다. 일반 점토와 인조점토 물성을 비교해 보면, 점토는 원하는 모양으로 쉽게 변형이 가능하여 다양한 형태로 성형이 가능하며, 건조하면 경화되어 제작된 형태로 긴 시간동안 유지되는 특성이 있다. 점토는 자연으로부터 채취한 무기질 물질과 수분으로 구성되어 점토 자체가 무겁다는 단점이 있다. 또한 수분이 빠르게 증발하여 성형할 수 있는 시간이 제한적이고, 건조 후 수분의 감소로 표면에 변형이 생기거나 Crack이 발생하는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 고분자 유도제, 중공형태의 폴리아크리로나이트릴 분말, 중공형태의 마이크로스피어 분말 등을 이용한 인조점토가 많이 제작되고 있으며, 점차 물성이 개선된 제품이 생산되는 추세이다. 인조점토는 합성수지를 주재료로 하고 가소제, 충전제, 안정제, 인공색소 등을 혼합하여 조성된 것으로 대부분 공기 중에서 건조되면서 경화반응이 진행된다^[27].

손상을 최소화하기 위해 가볍고, 건조 후에 갈라짐이나 부서짐 형상이 없으며, 탄성 및 신축성, 성형성이 우수한 인조점토가 효과적이라고 판단되었다. 본 연구에서는 시중에서 판매되고 있는 인조점토를 보강재로 선정하여 사용하였고, 이미 연구자들에 의해 테스트를 거친 세 종류 인조점토의 물성을 참고로 첨부하였다^(표4).

4.2.3. 아랫면 보강작업

유물을 뒤집은 후 화살 하단면(뒤집은 면)의 석고와 흙을 제거한 후 Paraloid B-72(in Acetone) 5, 10, 20 wt.%로 강화 후^[도18(e)-⑥] 액상에폭시수지와 유리섬유로 보강하고(AW106+953U)^[도18(e)-⑦], 에폭시수지로 일체형받침대를 제작하였다(SV427+HV427)^[도18(e)-⑧].

4.2.4. 유물면 보강재 제거 및 측면 정리 작업

뒷면 작업을 마무리한 후 다시 뒤집어, 유물면의 보강재를 제거하였다^[도18(f),(g)]. 보강재를 제거한 후 안전하게 노출된 석축, 화살대, 옆면 및 주변 흙을 정리하였다^[도18(h)]. 응급수습 과정 중에 박락되었던 석축 1점은 에폭시 수지를 이용하여 접합하였다.

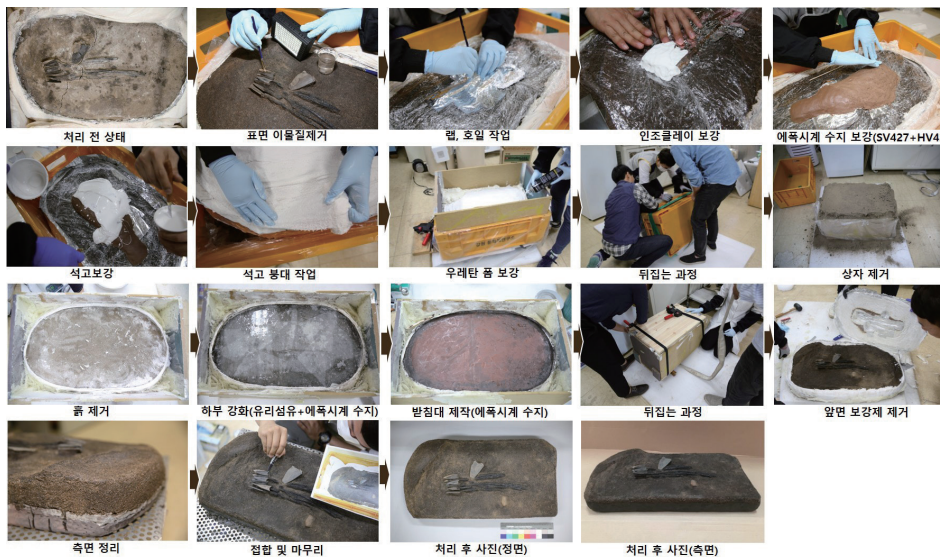
4.2.5. 마무리 및 전시

유물이 안전하게 전시될 수 있도록 에폭시 수지로 제작한 일체형받침대를 평탄하게 보강하였다. 최종 전시단계에서는 관람객의 눈높이에서 최대한의 관람효과가 나타날 수 있는 각도로 제작하여 전시를 실시하였다.

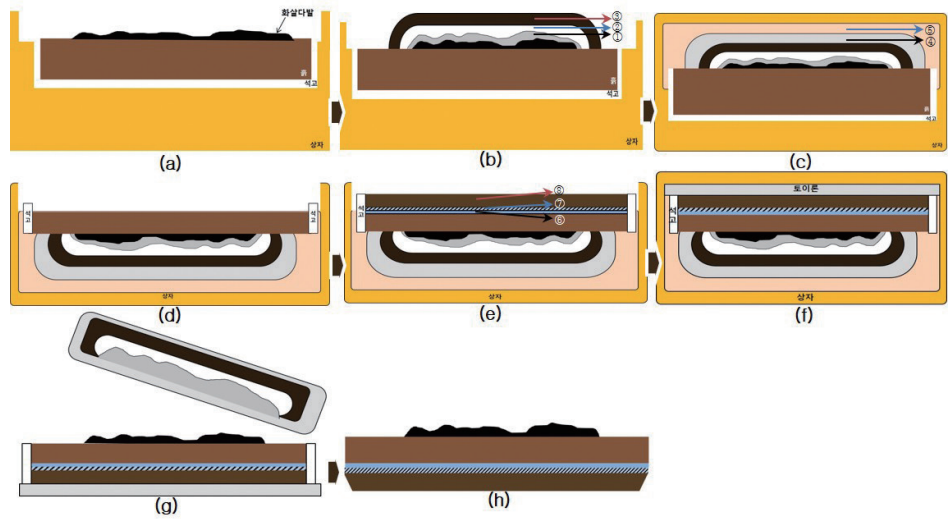
표4. 출시 된 인조점토 물성테스트 결과^[27]

Classification	Elongation		Specific Gravity	Elasticity(cm)		Non-Crack
	2.8cm/sec	20cm/sec		Shortly Thereafter	After 3 hours	
No. 1	13.8	42.7	0.556	22	23	●
No. 2	11.6	29.5	0.567	12	20	◎
No. 3	16.5	34.3	0.568	18	21	◎

Abbreviation ●: Excellent, ◎: Good, ○: Normal, □: Poor



도17. 화살다발 보존처리 전 과정



도 18. 화살다발 보존처리 과정 단면 모식도

5. 결론

본 연구에서는 정선 아우라지 유적 출토 화살이 출토된 청동기시대 17호 주거지에서 출토된 화살 다발의 제작기법과 화살대 수종분석 등 과학적 분석을 실시하였고, 응급보존부터 전시까지의 보존처리 전 과정을 상세히 서술하였다.

첫 번째, 정선 아우라지 화살 다발은 총 11점의 무경식석촉으로 이루어져 있으며, 마연흔을 통해 가공순서 및 마연방향, 마연도구의 입자 크기 등을 알 수 있었다. 정선 아우라지 유적에서 발굴된 화살은 편육각형대인 무경식석촉과 탄화된 화살대가 결구된 흔적이 확인되었다는 것에 큰 의의가 있다. 무경식석촉의 결구방식으로 추정되어왔던 나무의 끝을 갈라 화살촉에 끼워 넣는 방식이 확인된 중요한 사례이다.

두 번째, 화살대 수종분석 결과, 버드나무속(*Salix* spp.)이고 3년생의 어린 가지를 사용한 것으로 추정되었으며, 정선 아우라지 주변에 버드나무의 식생분포와 역사적 사료 등을 통해 재확인하였다.

세 번째, 현장에서의 경화처리에 있어서, 유물을 포함한 주변 토양을 유물과 함께 단단하게 경화해야하기 때문에 수습방법 및 시기 선정이 중요하였다. 특히, 발굴 시기가 장마기간과 겹쳐 고온다습한 기후의 영향으로 기상조건이 좋지 않았다. 따라서 현장에서의 경화처리 약품은 방수성과 가역성이 우수하고 경화속도가 빠른 약품인 Paraloid-B72(in Acetone)를 선정하였다.

네 번째, 화살대의 강도가 약하고 주거지 토층 아래 사질 흙이 혼합되어 있으며

로, 뒤집어서 포장하는 방법으로 수습할 경우 유물이 손상될 위험이 있다고 판단하였다. 따라서 응급수습 시 현장에서 유물을 뒤집지 않고, 현 상태를 유지하며 안전하게 이관하는데 중점을 두었다. 수습과정 중에 ‘Bridge’ 형태로 토양을 제거하면서 수습하는 방법을 사용하였다.

다섯번째, 보존과학실로 이관한 이후에는 효율적인 전시를 목적으로 보존처리를 실시하였다. 보존처리 과정 중 하단면 석고 제거를 위해 뒤집었을 때, 하중을 견딜 수 있는 보강재로 인조점토를 사용하였다. 인조점토는 가볍고, 건조 후 갈라짐이나 부스러짐이 없으며, 탄성 및 신축성, 성형성이 우수하기 때문에 보강재로서 효과적이었다. 유물 면 접합 및 마무리 정리 후, 아랫면은 전시를 위해 에폭시수지로 깔끔하게 마무리 하였다.

정선 아우라지 출토 화살은 청동기 시대 유물로서, 화살촉과 화살대 결구방식이 확인 된 매우 중요한 유물이다. 본 연구에서 밝혀낸 결과가 추후 유사한 형태로 발굴되어 보존처리가 필요한 유물에 유용한 자료로 사용되길 기대한다.

참고문헌

1. 강원문화재연구소, *정선 아우라지 유적 II*, 강원문화재연구소, 춘천, (2019).
2. 국립가야문화재연구소, 창녕군, *창녕 송현동 고분군 I-6·7호분 발굴조사 보고서*, p120, 국립가야문화재연구소, 창원, (2012).
3. 국립중앙박물관편집부, 창원 茶戶里강, *1-7차발굴조사 종합보고서*, p73, 국립중앙박물관, 서울, (2012).
4. 김권중 외, 泉田里, *강원문화재연구소학술총서 80*, 강원문화재연구소, 춘천, (2008).
5. 박상진 외, *목재조직과 식별*, 향문사, 서울, (1987).
6. 이필우, *한국산 목재의 구조*, 정민사, 파주, (1994).
7. 정성호 외, *한국산 유용수종의 목재성질*, 국립산림과학원, 서울, (2008).
8. 황창한, 무문토기시대 마제석촉 제작방법 연구, *호남고고학보* **20**, p38-39, 42-43, (2004).
9. 藤田亮策, 朝鮮考古學研究, 東京 高桐書院, (1948).
10. 황기덕, *조선에서 나타난 활촉의 기본 형태와 그 분포*, 문화유산, (1958).
11. 中村大介, 無文土器時代前期における石鏃の變遷, 待兼山考古學論集, 都出比退志先生退任記念, 大阪: 大阪大學考古學研究室, (2015).
12. 황창한, 청동기시대 마제석촉의 지역성 연구, *야외고고학* **13**, p5-24, (2012).
13. 한국고고학콘텐츠연구원, <http://blog.daum.net/plascamp/20> (b),(c): Shawn Woods, How to make an Ancient Mesolithic style arrow for Primitive Archery Hunting, https://youtu.be/NhRbGG_0kzc, (2016).
14. 손병화 외, 정선 아우라지유적 출토 화살대의 수증분석, 충북대학교 산학협력단, 부설 목재연료소재은행 연구보고서, 청주, (2016).
15. 박원규 외, 평택 현화리 청동기시대 집터 출토 숲의 수종과 재질분석, *보존과학회지* **8(1)**, p19-22, (1999).
16. 박상진 외, 출토고목재의 수종과 조직구조에 관한 연구 I, *보존과학회지* **2(2)**, p3-14, (1993).
17. 김준태 외, 우리나라 전통 숲의 물리화학적 특성, *대한위생학회지* **20(4)**, p77-86, (2006).
18. 오영선 외, 숲에 대한 고찰, *대전대학교 한의학연구소 논문집* **9(1)**, p461-467, (2000).
19. 이필우, *한국산 목재의 성질과 용도*, 서울대학교 출판부, 서울, (1997).
20. 정선군청, <http://www.ariatour.com/hb/tour/sub08>, (2016).
21. 기상자료개방포털, <https://data.kma.go.kr/stcs/grnd/grndRnList.do?pgmNo=69>, (2016).
22. Rohm & Hass, Coatings-Paraloid, R&H, (1998).
23. 정수연, 연질토기의 강화처리에 관한 연구, 한서대학교 대학원 문화재보존학과, 석사학위논문, p7-14, (2008).
24. 위키백과, <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%95%84%EC%84%B8%ED%86%A4>
25. 위키백과, <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%9E%90%EC%9D%BC%EB%A0%8C>
26. 위광철, *발굴현장에서의 유물수습*, 보존과학기초연수, (2005).
27. 등록특허공보 제 10-1103849, 공작용 클레이의 제조방법 및 그 클레이, (2012).