

서천 옥북리 유적지 출토 무문 토기의 고고과학적 분석 및 해석

한이현* · 이찬희* · 장성윤* · 김명진**

*공주대학교 문화재보존과학과, **(재)충청문화재연구원

Archaeometric Analysis and Interpretation of Coarse Pottery from the Okbukri Site, Seochon, Korea

Lee Hyeon Han*, Chan Hee Lee*, Sung Yoon Jang* and Myung Jin Kim**

*Department of Cultural Heritage Conservation Sciences, Kongju National University,
Kongju 314-701, Korea

**Chungcheong Cultural Properties Research Institute, Kongju 314-923, Korea

1. 서 론

충남 서천군 옥북리 일대는 서쪽으로 해안선을 접하고 남쪽으로는 대소의 하천과 넓은 평야가 펼쳐져 있으며, 배후에는 차령산맥의 말단부로서 낮은 구릉이 형성되어 있다. 이 일대의 주요 구성 암석은 선캠브리아기의 편마암이며, 소규모의 퇴적암과 변성퇴적암이 분포한다. 또한 부분적으로 중생대의 화강암이 노출되어 있다. 옥북리 유적에서는 청동기시대에서 조선시대에 이르는 다양한 유구 총 91기가 확인되었다.

이 연구는 옥북리 유적에서 확인된 청동기 시대 패총과 토기가마에서 출토된 토기를 대상으로 광물학적, 지구화학적 특성을 분석하였으며, 유적지 주변에서 수습한 토양과 가마 벽체를 채취하여 토양학적 분석과 더불어 토기와 동일한 방법의 자연과학적 분석을 실시하였다. 정밀 관찰과 분석을 통해 토기 가마와 패총과의 연관성을 추정하였으며, 토기의 제작 환경과 소성조건 및 출토지에 따른 성인적 동질성을 해석하였다.

2. 시료 및 분석

옥북리 유적의 청동기시대 토기가마는 4기씩 A와 B 군으로 이루어져 있으며, 각각 2기의 패층에 인접하여 약간 높은 곳에 조성되었다. A군과 B군의 가마 2기에서 출토된 토기편 6점과 2개의 패층에서 출토된 토기편 6점을 수습하였다. 또한 가마 주변을 구성하는 고토양을 선별하여 토양시료 2점과 가마 벽체 2점을 채취하였다(그림 1).

시료로 선정된 토기편과 토양, 토기요 벽체를 대상으로 육안관찰, 전암대자율 측정, 광학현미경 관찰을 실시하였다. 또한 일부시료를 대상으로 X-선 회절분석(XRD), 주사전자현미경 관찰(SEM-EDS), X-선 형광분석(XRF), 중성자방사화분석(INNA), 유도결합 아르곤 플라즈마발광분광 분석과 질량분석(ICP-AES, ICP-MS)을 실시하였다. 한편 토기편 시료의 일부와 토기요 벽체는 DTA-TG도 실시하였다.

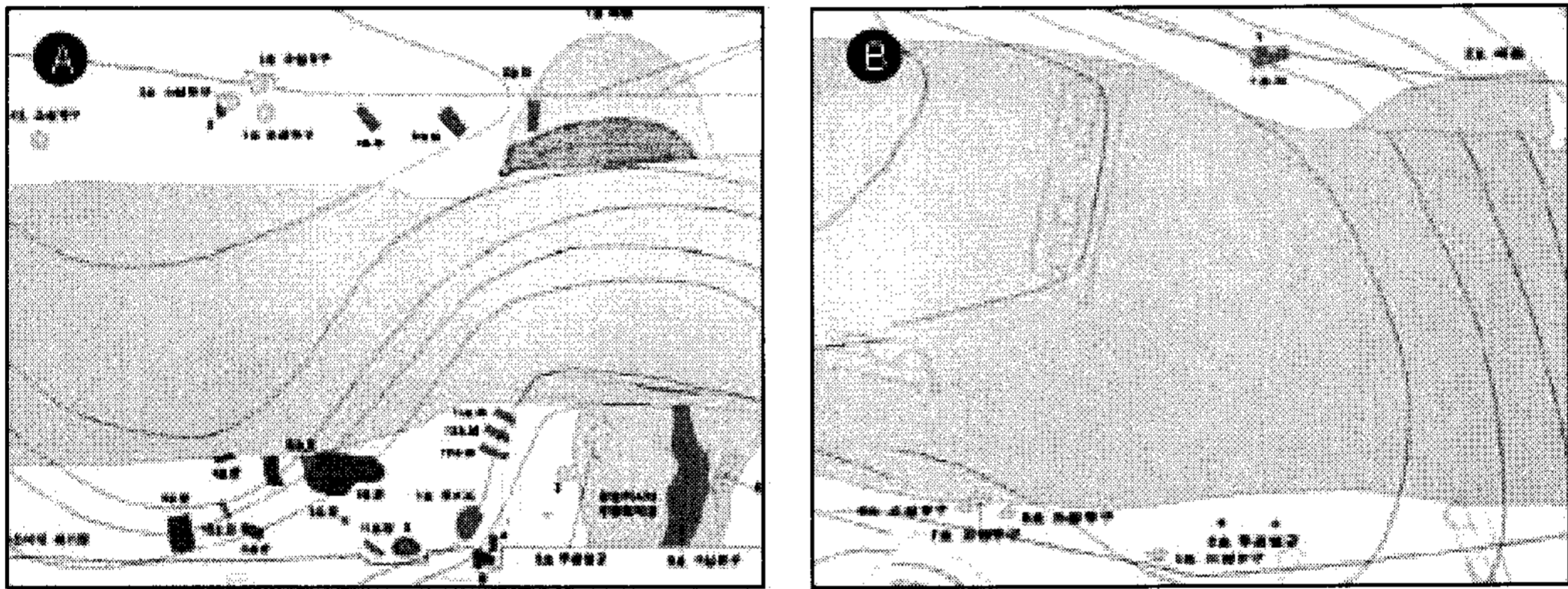


그림 1. 조사지역 유구 배치도. (A) 1호 패층과 A군 토기 가마. (B) 2호 패층과 B군 토기 가마.

3. 결과 및 해석

옥북리 유적지에서 출토된 토기와 토양을 대상으로 평균 5회 정도의 전암대자율을 측정하였다. 토기의 대자율은 $0.25 \sim 3.76 (\times 10^{-3} \text{ SI unit})$ 의 범위로 측정되었고, 한 토기편만이 6.75 범위의 값을 갖는다. 2호 토기 가마 주변의 토양은 평균 0.34, 3호 토기 가마 주변의 토양은 0.73의 값을 갖는다. 따라서 토기 제작 과정에서는 한 유적지 내에서 성질이 조금 다른 태토를 사용하였을 것으로 추측된다. 그러나 일부 토기편을 제외하고는 옥북리 일대의 토양과 토기가 오차 범위 내에서 동일한 자화강도를 가짐으로서 근본적으로 동일한 과정에 의해 생성된 토양과 태토라는 것을 의미한다.

실체현미경 관찰을 통해 토기편을 구성하고 있는 토양의 입도와 내부 공극 등을 파악하였다. 각각의 토기편들은 표면에 공극들이 보이며, 비짐으로는 원마도가 낮고 불균질한 다양한 입자로 구성되어 있다. 편광현미경으로 구성광물의 형태와 조직을 관찰하였으며 바탕흙에 혼입된 비짐의 존재를 관찰 할 수 있다. 관찰결과, 분급이 불량한 점토와 극조립 및 미립의 석영, 장석, 운모를 태토로 이용한 것을 알 수 있었다(그림 2).

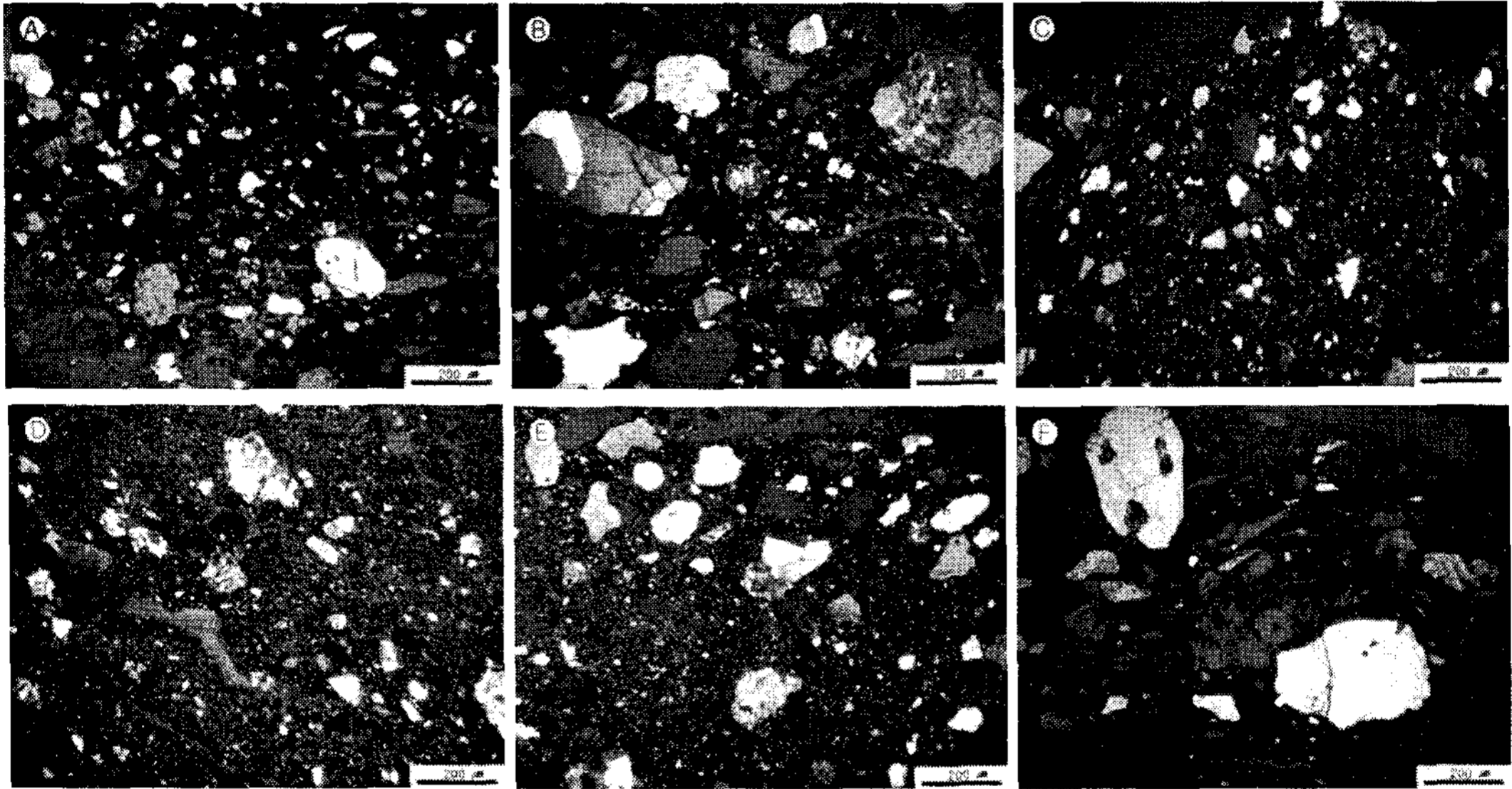


그림 2. 토기편의 편광현미경 사진. (A) 1호 패총 출토 토기편. (B, C) 2호 패총 출토 토기편. (D, E) 4호 토기 가마 출토 토기편. (F) 5호 토기 가마 출토 토기편.

이 토기와 토양을 대상으로 주성분 원소, 미량 원소, 희토류 원소, 호정 및 불호정 원소의 거동 특성을 검토하였다. 이를 이용해서 시료별 상대적인 증감과 진화 경향에 따른 연관성을 추정하였다. 토기편들은 매장 환경에 따라 약간의 차이가 있지만 주성분 원소와 미량원소 등은 모두 동일한 경향을 보였다. 이는 분석 대상인 토기편과 토양 시료들이 동일한 진화 경로를 통해 생성된 물질임을 증명하는 것이다.

토양의 X-선 회절분석 결과, 토기편에서 관찰되었던 석영, 운모, 정장석, 사장석 및 카올리나이트가 확인되었다. 토기편의 X-선 회절분석 결과, 석영과 운모 및 정장석 및 사장석이 관찰되었고, 비짐으로 쓰였을 것으로 보이는 각섬석이 발견되었지만 토양에서 관찰되었던 카올리나이트는 동정되지 않았다.

DTA 결과, 옥북리 토기는 저온 영역에서 탈수와 층간수의 변화가 보인다. 대부분의 토기에서 나타나는 500~600°C 구간에서의 흡열 피크는 석영의 상전이 현상을 보여주는

증거이다. TG 결과에서도 모두 중량 감소의 특이점은 발견되지 않았고, 점토광물을 함유하고 있는 시료에서 나타나는 변화 경향을 보인다.

4. 고고과학적 고찰

옥북리 유적지에서 출토된 토기 편들은 황갈색과 갈색, 회갈색 등 색상이 다르게 보이는 토기이고, 첨가물의 입도가 불균질 하였다. 하지만 X-선 회절분석 결과, 서로 간에 유사하다는 것을 알 수 있었고, 거의 모든 광물이 동일하게 동정되었다. 옥북리에서 수습된 토양은 지구화학적 특성으로 보아 주로 화강편마암과 편암의 풍화작용으로 인해 생성된 원적토이다. 토기와 토양광물학적 분류를 통해서 볼 때 거의 비슷한 조성을 갖고 있는 것으로 해석된다. 또한 지구화학적 조성이 유사하여 주변에 분포하는 토양을 태토로 삼고, 주변의 암석을 부수어 첨가물로 사용하였을 것으로 판단된다.

옥북리 토기의 태토로 이용되었을 것으로 보이는 유적지 일대의 토양에서 카올리나이트가 검출되었다. 그러나 옥북리에서 출토된 모든 토기에서 카올리나이트가 검출되지 않는 것으로 보아, 태토의 카올리나이트가 550°C 이상의 소성 조건을 거치면서 결정구조 파괴가 수반되었던 것을 유추할 수 있다. 일반적으로 975°C에서 산출되는 멀라이트가 검출되지 않았으므로 975°C보다는 낮은 온도에서 소성된 것으로 볼 수 있다.

열분석 결과, 모든 시료에서 석영의 상전이가 발생하였으며 900~1100°C 고온 영역에서 관찰되는 발열 피크를 통해서도 소결이 진행되었던 것으로 추정하였다. 그러나 한가마 내에서도 부분적으로 소성 환경이 다를 수 있으며, 한 토기에서도 부분적으로 다른 소성조건이 적용 될 수 있다.

5. 결 론

1. 옥북리 토기편의 전암 대자율 값은 $0.25 \sim 3.76 (\times 10^{-3} \text{ SI unit})$ 정도의 범위로 나타나며, 토양의 대자율은 0.34~0.73 이다. 일부 토기편을 제외하고는 같은 유적지에서 성질이 거의 유사한 태토를 이용하여 토기를 제작하였을 것으로 판단된다.

2. 이 지역의 토기편과 토양은 유사한 토양 광물학적 특성을 보이며 주성분, 미량, 희토류 원소의 부화와 결핍에서 지구화학적 특성이 유사하다. 따라서 토기의 대부분은 유적지 주변에 분포하는 토양을 원료로 제작하였을 가능성이 높다.

3. 옥북리 일대의 토양에서 동정되었던 카올리나이트가 모든 토기에서는 나타나지 않는 것으로 보아, 550°C 이상의 소성조건을 거치면서 결정구조가 파괴가 있었던 것으로 추정된다.

4. 토기편을 대상으로 실시한 DTA 결과, 550~600℃ 구간에서 석영의 상전리로 인해 발생하는 흡열피크가 선명하게 관찰되며 800~1,100℃의 고온 영역에서 관찰되는 발열피크는 분해반응과 더불어 결정상의 전이 등으로 소결이 진행되었음을 의미한다. TG 결과, 200~500℃에서 공통적으로 중량감소가 발생하고, 800~850℃ 부근에서 역시 미세한 중량 감소가 관찰되었다.

5. 이와 같은 광물학적 및 지구화학적 특성 연구를 통해 토기편의 태토와 주변 토양은 동일한 생성 과정을 경험한 물질로 판단된다. 또한 토기편의 소성 온도는 카올리나이트의 파괴온도보다는 높고, 멀라이트의 산출온도보다는 낮은 900℃ 부근으로 추론할 수 있다. 유적 내의 가마와 패총에서 출토된 토기편이 유사한 경향을 나타내는 것으로 보아 옥북리 유적 내에서 토기의 원료공급과 제작이 모두 이루어졌을 것으로 판단된다.