

당진 자개리 유적지에서 출토된 무문토기의 고고지질학적 분석 및 해석

이명성*·이광준*·이찬희*·오규진**·나건주**

*공주대학교 문화재보존과학과, **충청문화재연구원

Archaeogeological Analysis and Interpretation of the Pottery from the Jagaeri Prehistoric Site, Dangjin, Korea

Myeong Seong Lee*, Gwang Jun Lee*, Chan Hee Lee*,
Kuy Jin Oh** and Geon Ju Na**

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

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

1. 서 언

이 연구는 충남 당진군 면천면 자개리 일대의 선사 유적지에서 출토된 무문토기와 유적지 토양을 대상으로 고고지질학적 의미를 검토한 것이다. 자개리 유적은 넓은 평야가 펼쳐진 예산지역과 구릉이 밀집하여 연결되는 서산지역의 접이지대에 있어 전반적으로 완만한 경사를 이루고 있다. 이 일대의 지질은 흑운모 화강암으로 구성되어 있으며, 북서부에 변성암류가 남동부에는 충적층이 분포한다.

자개리 유적은 1유적과 2유적으로 나뉘어 발굴조사가 진행되었으며(그림 1A), 이 연구에서는 자개리 1유적지에서 출토된 무문토기편과 토양시료를 대상으로 고고지질학적, 토양학적, 광물학적 및 지구화학적 특성을 분석하였다. 또한 토기가 산출된 지역을 중심으로 채취한 지반토양을 토기와 동일한 방법으로 정량분석하여 토양지질학적 및 토양지구화학적 유사성을 규명하였다. 이를 통해 고고지질학적 측면에서 토기의 특성과 산지를 해석하였으며, 제작환경을 고찰하였다.

2. 산출상태 및 연구방법

자개리 유적은 경작지 사이에 위치하는 독립구릉에 입지하며 남북으로 300 m의 거리를 두고 위치한다(그림 1A). 이 연구대상 유적지에서는 청동기시대 주거지 41기, 동일 시기의 소형 유구 2기, 석곽묘 2기 및 시대미상의 구상유구 1기가 확인되었다(그림 1B). 청동기시대 주거지는 수혈식 주거지로 평면 형태가 장방형, 방형, 원형으로 구분되며 장방형 주거지가 4기, 방형 주거지가 33기, 그리고 원형주거지 4기이다. 출토유물 중 토기는 대부분 무문토기이나 소형 호형토기도 확인되며, 이 밖에 석부와 석촉, 석도 등이 출토되었다.

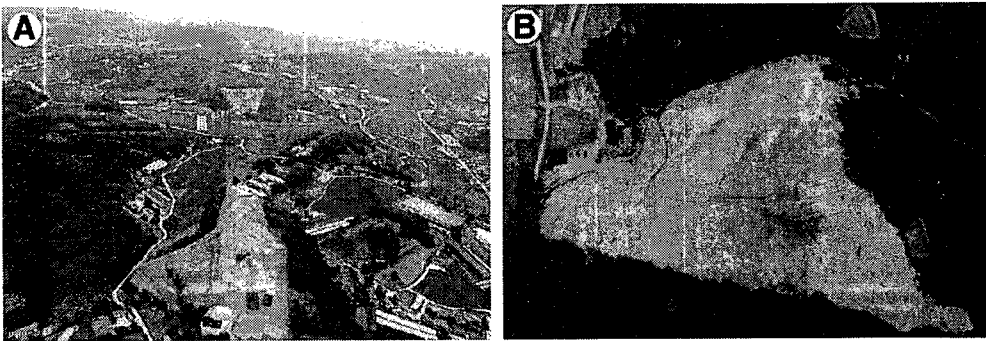


그림 1. 자개리 유적의 전경.

- (A) 유적의 전체전경으로 경작지 사이에 남북으로 위치한다.
(B) 자개리 1유적 전경으로 작은 계곡의 남사면과 북사면에 분포한다.

이 연구를 위해 유적지 일대를 대상으로 야외 지질조사와 토층의 산출상태를 정밀 조사 하였다. 시료채취는 자개리 1유적지에서 출토된 무문토기 편 10점과 토양시료 13점을 대상으로 하였으며, 전암 대자율측정, 광학현미경 관찰, SEM, XRD, XRF, ICP-AES, ICP-MS, INNA 및 DTA-TG 분석을 실시하였다.

3. 결과 및 해석

3.1. 전암 대자율

자개리 유적지에서 출토된 토기와 토양의 대자율 값을 보면, 토기는 0.17~7.18

(10^{-3} SI unit)로 상당히 넓은 범위를 보이며 토양은 0.20~2.65 정도로 토기보다는 다소 좁은 대자율 범위를 갖는다. 따라서 토기 제작과정에서 한 유적지 내에서도 성질이 다른 태토를 사용하였을 것으로 추측된다. 일부 토기편을 제외하고는 자개리 일대의 토양과 토기가 오차범위 내에서 동일한 자화강도를 가짐으로 근본적으로 동일한 과정에 의해 생성된 토양과 태토라는 것을 의미하는 중요한 자료이다.

3.2. 토양광물 및 지구화학적 특징

토기를 구성하는 태토의 입도와 토기제작에 첨가한 비짐의 산출상태, 그리고 토기 표면의 공극 등을 관찰하기 위해 실체현미경 관찰을 하였다. 각각의 토기들은 황갈색 내지 흑갈색을 띄고 있었으며, 황갈색 토기의 비짐에 첨가된 석영과 장석의 크기가 흑갈색의 치밀한 기질을 보이는 토기보다 입자가 크다(그림 2A, 2B). 또한 황갈색을 나타내는 토기편이 흑갈색을 나타내는 토기편 보다 기공의 크기가 크며, 기질에서도 흑갈색의 토기들이 더 치밀한 조직을 보여준다. 편광현미경 관찰에서도 분급이 불량한 점토와 극조립 및 미립의 석영을 태토로 이용한 것을 알 수 있었다(그림 2C). 이와 같이 자개리 유적지에서 발굴된 토기는 만들어지는 조건에 따라 색상, 조직 및 공극의 크기가 다양하다.

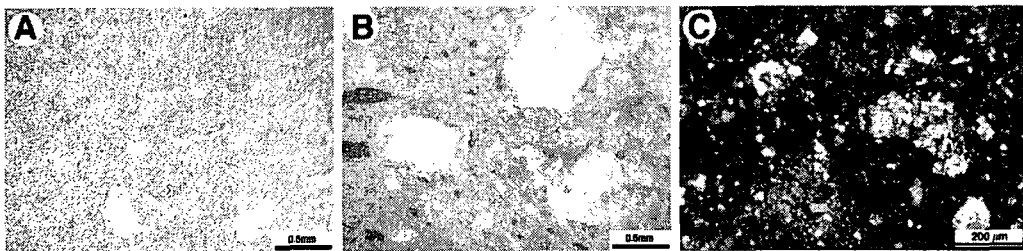


그림 2. 자개리 토기의 실체현미경과 편광현미경 사진.

- (A) 흑갈색의 기질을 띄며 작은 크기의 석영과 장석이 첨가되어 있다.
- (B) 거정의 석영과 장석을 비짐으로 첨가하였으며 기질의 색은 황갈색을 나타낸다.
- (C) 석기들의 느슨한 조직을 보이며 비짐에 첨가된 석영입자들의 분급이 불량하다.

주사전자현미경에서 관찰한 토기들의 구성입자는 아주 불균질한 분포를 보이나 대부분 기질은 사질점토질양토에 속한다. 모두 토기의 제작당시 첨가된 석영, 장석 입자 등이 관찰되고 태토의 특성이 그대로 보존되어 있는 한편, 소성으로 인해 치밀하고 견고해진 모습도 보인다. 이 토기와 토양을 대상으로 전암 화학분석하여 주성분, 미량 및 희토류 원소의 부화계수도 산출하였다. 이 시료들의 구성원소에 대한 표준화결과,

모든 시료들은 대체로 비슷한 진화양상을 보였다. 이는 비교대상 토양과 각각의 토기가 동일한 진화경로를 통하여 생성된 물질임을 지지하는 것이다.

3.3 XRD 및 열분석 결과

출토된 토기편의 X-선 회절분석 결과, 자개리 1유적의 토기에서 녹니석과 같은 점토광물이 대부분 검출되지 않았고 운모류, 석영, 정장석 및 사장석이 전반적인 토기의 구성광물로 나타났다. 태토의 조성이 반영되는 토기의 경우, 태토에서 나타나는 조암광물이 나타나지 않았다는 것으로 조성온도를 추정해 볼 수 있다. 유적 주변 토양에 대한 X-선 회절분석 결과, 상부와 하부의 토층에 관계없이 거의 모든 토층의 토양에서 토기의 구성광물이 공통적으로 검출되었다. 그러나 토양에서는 스멕타이트와 카올리나이트와 같은 점토광물이 검출되었다.

DTA 결과, 자개리 토기들은 모두 500~600°C 구간에서 운모류의 주요 흡열피크를 보이고 있다(그림 3). 대부분 저온영역에서 탈수와 층간수의 변화가 보인다. TG 결과에서도 모두 중량감소의 특이점은 발견되지 않았다. 대다수의 곡선은 점토광물을 함유하고 있는 시료에서 나타나는 경향성을 보인다. 중량감소의 경향은 400~500°C 구간에서 600~700°C 구간까지 중량이 감소하는 경향을 보였다.

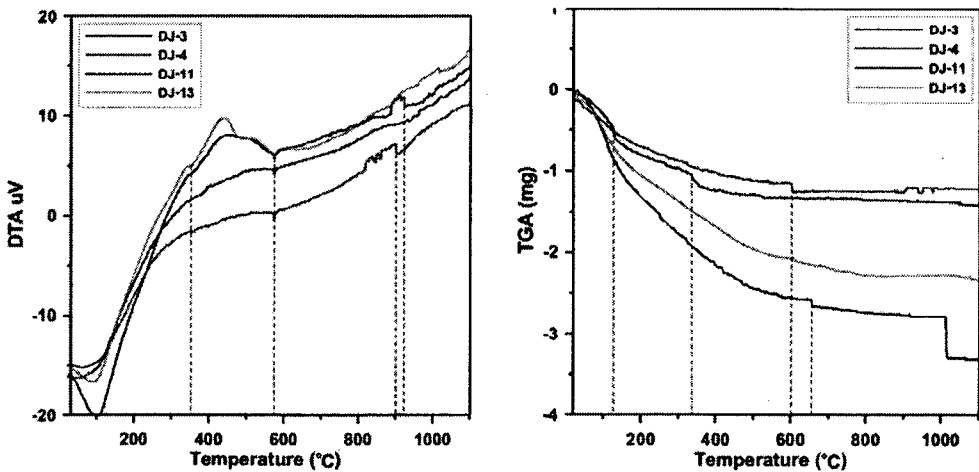


그림 3. 자개리 토기의 DTA 및 TG 분석결과.

위의 분석결과를 종합할 때, 태토와 토기의 광물조성이 아주 단순하며 열에 의한 큰 변화를 경험하지 않은 것으로 해석된다. 그러나 모든 토기에서 500~700°C 사이에

서 열에 의한 반응과 중량감소가 있었던 것으로 해석된다.

4. 고고지질학적 고찰

자개리 유적지에서 출토된 토기 편들은 색상이 달리 보이는 토기, 또한 첨가물의 입도가 일정한 토기부터 불균질한 토기까지 다양하였다. 하지만 X-선 회절분석을 통하여 서로 간에 유사하다는 것을 알 수 있었고, 거의 모든 광물이 동일하게 동정되었다. 자개리에서 수습된 토기와 토양은 토양광물학적 분류를 통해서 볼 때, 서로 거의 비슷한 조성을 갖고 있는 것으로 해석된다. 또한 거의 모든 시료의 지구화학적 조성이 유사하지만 주변에 분포하는 여러 가지의 토양을 이용하여 태토를 삼고, 주변의 암석을 부수어 첨가물로 사용하였을 것으로 판단된다.

자개리 토기의 태토로 이용되었을 것으로 보이는 유적지 일대의 토양에서 카올리나이트가 검출되었다. 그러나 자개리의 모든 토기에서 카올리나이트가 검출되지 않는 것으로 보아, 일단 태토의 카올리나이트가 550°C 이상의 소성조건을 거치면서 결정구조의 파괴가 수반되었던 것으로 유추할 수 있다. 점토광물은 800°C에서 결정수와 구조수가 분해되어 상전이를 발생하는데, 이에 따른 생성광물종이 모든 토기에서 검출되지 않았다. 따라서 당진 자개리 선사유적지에서 출토된 모든 토기들은 550~800°C 구간의 소성을 겪었을 것으로 해석된다.

5. 결 언

1. 자개리 1유적에서 출토된 토기편들은 대부분 태토에서 보이는 담갈색, 적갈색, 황갈색뿐만 아니라 흑갈색 내지 흑회색까지 다양한 색상을 보인다. 이를 통해 같은 태토 일지라도 유기물의 함량과 기질의 성분 차이 및 소성조건에 의해, 다양한 색도 차이가 나타날 수 있을 것으로 판단된다.

2. 토기의 전암대자율 범위는 0.17~7.18 (10^{-3} SI unit) 정도로 넓은 범위로 나타나며, 토양의 대자율 범위는 0.20~2.65 정도로 일부 토기편을 제외하고는 같은 유적지에서도 성질이 다른 태토를 이용한 토기가 있었을 것으로 생각된다.

3. 자개리 유적의 토기와 토양은 주성분, 미량 및 회토류 원소의 부화, 결핍에서 지구화학적 특성이 유사하고, XRD에서 나타나는 구성광물들이 대부분 유사하다. 또한 토기에서 동정되지 않은 고령석이 토양에서 나타나는 것으로 보아, 550°C 이상의

소성조건을 거치면서 결정구조의 파괴가 있었던 것으로 추정된다.

4. 토기의 건조에 따라 발생하는 균열의 내부에도 열에 의한 이차생성물이 없었다. DTA-TG 분석결과, 일부 운모류 외에 점토 광물이 동정되기도 하였으나 고온소성의 토기에서 나타나는 멀라이트가 검출되지는 않았다.

5. 따라서 당진 자개리 1유적지에서 출토된 토기는 현지 유적지에서 조성이 다른 태토를 조달하고 비집 물질을 첨가하여 토기를 제작하였을 것으로 보인다. 자개리 유적지의 일반적 토기 소성조건은 고령석의 파괴 온도보다는 높고, 점토광물의 생성 및 녹니석의 상전이 온도보다는 낮은 550~800°C 범위로 판단된다.