

# 여주 증암리 고려백자 요지 출토도편에 대한 과학기술적 연구

이영은\*·백종오\*·김규호\*\*·고경신\*\*\*

\* 경기도박물관 보존과학실

\*\* 국립공주대학교 문화재보존과학과

\*\*\* 중앙대학교 과학학과

## A Scientific Study of Koryŏ Whiteware excavated from Jungam-ri Kiln in Yeosu, Gyeonggi Province

Young-Eun Lee ·Jong-Oh Back ·Gyu-Ho Kim ·Kyongshin Koh

\* Conservation Science Laboratory, Gyeonggi Provincial Museum

\*\* Dept. of Cultural Heritage Conservation Science, Kongju National University,

\*\*\* Dept. of Science of Sciences, Chung-Ang University

### I. 서론

본 연구는 여주 증암리 고려백자요지 출토 자기편에 대한 과학기술적 접근으로 층위에 따른 구분을 중심으로 도편을 선정하고, 자기편에 대한 주성분 분석과 미세구조 분석을 실시함으로써, 원료의 특성과 번조과정 등의 제작기술적 측면에 대한 과학적 특성을 조사하였다. 또한 자기발생과 관련있는 초기 전축요계 가마터 중 경기지역의 시흥 방산동, 용인 서리 중덕마을에서 발굴된 백자와 비교하여 제작당시의 기술적인 연관성 등을 살필 수 있는 기초자료를 제시하고자 하였다.

### II. 실험

#### 1. 분석시료

2002년 1차 발굴시 다섯그룹으로 나누어진 고고학적 층위 구분에 따라 완(碗)을 중심으로 5편씩 선정하였다. 초별편은 2003년 2차 발굴에서 수습된 것으로 A지구와 B지구에서 유약 시유흔적이 전혀 없는 두 편과 유약이 시유된 것으로 추정되는 흔적이 있는 네 편을 합하여 모두 6편을 취하였다. 또한 가마터 근처에서 발견된 원료광물 3종도 채취하여 분석대상으로 하였다.

## 2. 분석방법

태토의 주성분은 X-선 형광 분석기(XRF, X-ray Fluorescence Sequential Spectrometer, Philips Inc. PW2404)를 이용하여 40kV와 30mA의 조건으로 분석하였고, 유약의 주성분 분석은 전자 현미 분석장치(EPMA, Electron Probe Microanalyzer, SEM: JEOL SUPERPROBE JXA-8600SX, EDS: OXFORD PENTAFET<sub>ATW</sub> detector)를 이용하여 분석하였으며, 조건은 15kV, 5nA였다.

광학 및 편광현미경에서 관찰되는 특징적인 결정이나 미세부분들의 성분과 구조를 분석하기 위하여 전자현미분석기의 반사전자상(BEI, Backscattered Electron Image)으로 상을 관찰하면서 에너지 분산 분석기(EDS, Energy Dispersive X-ray Spectrometer)로 성분을 분석하였다. 도편과 원료의 광물성분 조사는 X-선 회절분석기(D/NAX-RC, Scintag Inc.)를 사용하였다. 20kV, 40mA의 조건에서 측정하였다.

## Ⅲ. 결과 및 고찰

중암리 태토의 기본 원료는 한국 도자기의 전형적인 종류들로 알루미늄이 20wt.%미만인 도석 종류이며, 특히 중암리 가마터 근처에서 발견된 원료는 성분 분석결과 미량의 성분들이 약간의 차이를 보여 그대로 사용했다고 보기는 어려우며, 여기에 탈철 등의 수비과정을 거친 후 일정 비율의 점토흙 등을 첨가하여 사용했을 가능성을 추정할 수 있다.

다섯 층위에서 선정한 25편과 초별편은 일부 미량성분을 제외하고는 거의 비슷한 성분함량을 보였으며, 층위에 따른 성분상의 차이는 뚜렷하지 않았다. 이같은 결과는 한 곳의 원료를 사용할 정도로 단기간의 생산 활동을 가능성과 함께 당시의 도공들이 다른 곳의 흙을 가져다가 비슷한 성분으로 조합할 수 있는 높은 기술력이 있었다고도 생각할 수 있다. 유약은 대부분 라임계열에

속하였으며, 철산화물과 티타늄산화물의 성분은 1-2%, 0.1-0.2%로 다른 초기 백자성분과 비슷하였다. 유약 역시 층위에 따른 구분이 뚜렷하지 않았으며, 유색과 성분의 상관성도 매우 낮았다.

전형적인 초벌편과 유약 시유흔적이 있는 것으로 추정되는 초벌편의 경우, X-선회절패턴의 결과로써 플라이트가 막 생기기 시작하는 1000-1050℃ 정도에서 번조가 멈춘 것으로 추정되었으며, 이것은 방산동 도편에서와 같은 결과였다.

번조과정에서는 유약의 자화정도를 기준으로 하였으며, 유약의 두께나 성분의 차이에 따라 번조온도와 시간등이 달라지므로 이에 따라 태토의 자화 정도가 결정되는 것으로 생각된다. 맨 아래층인 V층의 도편들은 자화가 잘 되고, 수비도 잘 되어 있는 것을 볼 수 있으나 아직까지 번조 분위기의 조절이 미숙하여 다양한 태토색과 유색을 띠게 된 것임을 알 수 있다. 윗층으로 올라갈수록 태토내의 결정입자의 크기가 커지고 덜 번조되거나 과번조된 것들이 종종 보여 제작과정에서 소홀해졌음을 반영하고 있다. 그러나, 이러한 시기에 따른 변화를 감안하더라도, 중암리에서 출토된 도편들의 분석을 통하여 본 전반적인 제작상황은 당시 우수한 원료의 선정과 적절한 수비과정이 이루어졌으며, 또한 같은 결과를 반복해서 얻을 수 있는 재현성 있는 번조과정이 이루어졌음을 확인할 수 있었다.

자기 생산 초기에 해당하는 경기지역의 용인 서리, 시흥 방산동, 여주 중암리의 세 지역의 태토와 유약 성분을 제계트식과 주성분분석법으로 통계처리하여 비교한 결과를 종합하여 볼 때, 이 들 세 지역의 백자 태토성분은 주성분 함량이 거의 비슷하였으나, 1-2% 가량 미량으로 함유된 성분 들 중 MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> 성분에서 차이가 나는 것으로 볼 수 있다. 한편, 유약의 성분을 비교하여 보면 역시 주용용제는 라임성분으로, 그 중 CaO성분이 더 많이 함유되어 ‘높은 라임계열’로 분류되는 서리의 최하층을 제외하고는 모두 ‘라임계열’ 유약이다. 또 한 가지 주목할 점은 유약의 특이한 미세구조에 관한 것으로 지금까지 분석된 한국의 자기 중에서 서리와 방산동의 청자와 백자에서만 관찰된 방사형태와 침상형태의 결정들이 이번에 분석한 중암리 도편 중 JA-9, JA-19 두 편에서 발견되었는데, 이러한 결과는 경기지역에 위치한 전축요계 초기청자와 백자 가마터간의 기술적인 교류와 연관성이 있었음을 추정하도록 하는 단서를 제공하고 있다.

## 참고문헌

- 1) 백종오, 이헌재, 김병희, '여주 중암리 고려백자요지 발굴의 성과와 의의', 경기도박물관 연보 제5호, 경기도박물관, (2001) 21-55
- 2) 이영은, '조선 분청사기의 성분 및 미세구조 연구', 중앙대학교 박사학위논문 (1998)
- 3) 이영은, 고경신, '광주 충효동 분청과 백자의 과학기술적 연구(I) -성분분석을 중심으로', 대한화학회지, 대한화학회, 제 42권, 제 3호 (1998) 1-15
- 4) 이영은, 고경신, '한국 전통 도자기의 변조 공정에 관한 미세구조 연구 -광주 충효동 분청사기를 중심으로', 대한화학회지, 제46권, 제 2호 (2002) 125-138
- 5) C.K.Koh Choo, Y.E.Lee, I.W.Shim, W.K.Choo, G.H.Kim, W.Y.Huh, S.C.Chun, 'Compositional and Microstructural Study of Koryŏ Celadon and Whiteware Excavated from Sŏri Kiln in Kyŏnggi Province' *Archaeometry* (2004) 247-265
- 6) 김규호, 이영은, 이승은, 이연숙, 고경신, '시흥 방산동 가마터에서 출토된 청자와 백자에 대한 과학기술적 연구', 「시흥시 방산동 초기청자·백자 요지 발굴조사 보고서」, 해강도자미술관 (2001) 344-380