경남 사촌리 가마터 출토 백자에 대한 고고화학적 분석 고찰

고민정, 김규호

공주대학교 문화재보존과학과

The Analytical Investigation of Archeological Chemistry on White Porcelain at Excavated Kilns in Sachon-ri Gyeongsangnam-do, Korea

Koh Min-jeong, Kim Gyu-ho

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

Ⅰ. 서론

시도기념물 제234호인 사촌리 가마터는 경남 사천시 사남면 사촌리에 위치하고 있으며 백자만을 생산하였던 17세기의 가마터로 추정하고 있다. 사촌리 가마터의 출토 백자편은 육안관찰에서 기종에 상관없이 연질백자와 경질백자로 구분되며 연질백자는 수습 백자편의 80 % 이상을 차지하는 특징을 보인다.

본 연구에서는 사촌리 가마터 출토 백자에 대한 물리·화학적 분석 및 미세구조 관찰을 통하여 이 가마터에서 제작한 백자의 물성 및 조성적 특성을 제시하고자 한다. 또한, 자연과학적 비교 분석을 근거로 연질백자와 경질백자에 대한 상호 관계를 검토해 보고자 한다.

Ⅱ. 연구시료 및 방법

연구 시료는 경남문화재연구원의 시굴 조사과정에서 수습한 백자편중 대표성을 띠는 편으로 발굴자와 분석자가 상호 협의하여 선정하였다. 선정된 도편은 미백색을 띠는 연질백자 5점, 회색의 경질백자 4점이다.

물성 분석인 색도는 분광측색계 Minolta CM-2500d를, 비중, 흡수율 및 기공률은

비중측정기 GX-13과 디지털 저울 GX-200을 이용하여 측정하였다. 화학조성 분석에서 태토는 X-선형광분석기(Philips Inc. PW2404), 유약은 에너지분산형분광분석기(OXFORD 6025 EDS)가 부착된 주사전자현미경(JEOL SUPERPROBE JXA-8600SX)으로 측정하였다. 그리고 도편 단면의 미세구조는 실체현미경(LEICA MZ 7_5)과 광학현미경(ECLIPSE E600WPOL)으로 관찰하였다.

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

1. 물리적 특성

태토와 유약으로 구분하여 명도(L^*), 채도(a^*, b^*), 비중, 흡수율 및 기공률을 측정하고 평균값을 산출하여 비교한 결과, 연질 및 경질백자는 물리적 특성에서 뚜렷한 차이를 보인다(Table 1). 연질백자 태토와 유약의 명도 값은 경질보다 높은 수치로 밝게 나타나고, 채도는 황색 계통이 높게 측정된다. 유약면에 대한 색도 측정 결과, 연질과 경질 모두 태토보다 명도 값이 낮아지는 경향을 보이며, 경질의 경우 높아진 채도 b^*값은 유약 색상이 황색 계통임을 제시하고 있다. 태토만을 측정한 비중, 흡수율, 기공률에서 연질은 경질에 비해 상대적으로 가볍고 태토 내부에 존재하는 기공이 많은 것을 알 수 있다.

Table 1. 사촌리 가마터 연질 및 경질백자의 물리적 특성 분석 결과

구분		명도(L^*)	채도(a^*, b^*)	부피비중	흡수율(%)	기공률(%)
연질백자	태토	85.4±2.8	2.0±0.8, 15.1±2.2	1.94~2.00	7.1~9.7	14.2~19.0
	유약	67.7±2.1	2.9±0.8, 15.8±1.0	-	-	-
경질백자	태토	72.0±2.5	0.6±0.2, 5.6±1.4	2.09~2.13	2.8~4.2	5.8~8.7
	유약	64.5±1.3	0.6±0.2, 10.8±0.7	-	-	-

2. 화학조성의 특성

연질 및 경질백자의 태토분석 결과 SiO_2와 Al_2O_3의 경우 연질백자가 64.8±1.1 %, 29.3±1.2 %이고 경질백자가 66.7±1.3 %, 28.5±1.1 %의 측정값을 갖는다. 융제로 작용하는 CaO와 Na_2O는 연질 0.76±0.16 %, 1.6±0.4 %, 경질 0.40±0.08 %, 0.80±0.20 %로 연질백자의 값이 약간 높다. 이것은 융제성분의 상대적인 몰 퍼센트를 계산한 결과로도 확인 가능하다. 그러나 이러한 성분들의 함량차이는 측정 오차 범위에 포함되므로 동일 계통의 원료일 가능성이 높다. 이외에도 L.O.I가 연질과 경질이 각각 0.35±0.10, 0.09±0.10으로 다소 차이를 보인다. 그 원인에 대해서는 재현 실험 등을 포함한 다각적인 검토가 필요하겠지만 태토의 정제 또는 번조 과정에서 나타나는 차이로 사료된다.

유약 조성은 연질백자와 경질백자에 따른 뚜렷한 조성 차이가 나타나지 않으므로 동일 계통으로 추정된다. 주성분의 조성 범위는 SiO_2 72.6~76.6 %, Al_2O_3 14.1~16.6 %, CaO 2.0~4.0 %이고 Na_2O 및 K_2O는 각각 4 %, 1 % 정도로 사촌리 가마터 백자 유약은 SiO_2 성분이 높고 CaO 성분이 낮은 고화도 유약으로 구분할 수 있다.

3. 미세구조

미세구조의 관찰을 통해 도자기의 자화 정도를 확인할 수 있다. 태토는 연질의 경우 자화가 이루어지지 않은 초벌과 유사한 미세구조를 나타내고 있고, 경질은 상대적으로 연질백자보다 자화가 잘 된 양상이다. 유약에서는 크고 작은 기포들이 경계층과 유약내부에 많이 존재하고 석영이 녹지 않고 남아있다. 이와 같은 특징으로 보아 짧은 시간 안에 온도를 급하게 상승시켜 번조하였던 것으로 추정되며 이러한 번조 조건은 사촌리 유약의 성분특징과 더불어 유약이 완전하게 용융되지 못한 원인으로 판단된다.

Ⅳ. 결론

연질과 경질로 구분한 사촌리 백자는 색도, 부피 비중, 흡수율, 기공률 등 물리적 특성과 미세구조에서 차이를 확인할 수 있다. 그러나 태토의 조성은 일부 융제 성분을 제외하고 분명한 차이를 보이지 않는 점으로 보아 동일 계통의 원료일 가능성이 높다. 따라서 사촌리 가마터에서 연질과 경질의 구분은 번조 조건에 따른 차이로 볼 수 있다. 전반적으로 사촌리 백자는 번조 온도가 급하게 상승하였으며, 번조 시간이 충분하지 못한 가마 구조에서 생산한 제품일 가능성이 높은 것으로 판단된다.