



# 과학적 도장 기술, '고려비색' 을 만든다!

글\_ 이종호 과학저술가 [mystery123@korea.com](mailto:mystery123@korea.com)

## 한국에서 고

려청자가 발달하게 된 가장 큰 요인으로 차문화 를 꼽는다. 9세기경 중국에서 불교의 선종과 더불어 차문화가 들어오면서 귀족이나 왕실, 승려 사이에 차 마시는 습관이 늘어남에 따라 도자기의 수요가 크게 증가했다는 것이다. 오늘날 차례(茶禮)라는 것도 고려시대에는 차를 놓고 제사를 지내는 데서 유래된 것이다. 특히 차를 마시는 방법이 변화되면서 차 도구도 변화하기 시작했다. 가루차 대신에 찻잎을 우려 마시는 잎차가 보급되면서 '찻사발'에서 '차관'으로 바뀐 것이다. 보다 아름다운 다관을 만들고자 한 도공의 노력은 세계 도자기사상 유례 없는 고려청자를 탄생케 한다. 학자들은 8~9세기에 중국에서 성행한 햇무리굽(그릇의 굽을 깎아낸 모양이 마치 햇무리 같은 형태의 굽)이 초기 청자 요지(窯地)에서 발견되는 것을 보아 중국의 남북조시대 후기부터 고화도 유약을 씌운 청자가 만들어졌다고 추측한다. 즉, 청자는 오랜 고화도 경질도기의 기술적 전통을 바탕으로 중국 도자문화의 새로운 기술을 적극적으로 수용함으로써 이루어진 것이라는 뜻이다.

### 흙 채취, 성형·유약기술의 결정판

고려자기는 황록색, 황갈색의 자기도 있지만, 비색의 청자가 가장 뛰어나다. 비색이란 중국 월나라에서 나던 청자를 말하며, 당나라 때 일반 백성은 쓰지 못하고 천자에게만 바쳐진 것으로 알려지고 있다. 이 색의 특징은 우선 맑고 선명하며 깨끗하고 윤기가 돈다는 것이다.

청자는 국내뿐만 아니라 외국에서도 큰 찬탄을 받았는데, '수중금(袖中錦)에 복숭알 중국의 상류 사회에서 천하 제일 열 가지 뽑는 가운데 중국 청자를 첫혀놓고 '고려비색'을 담고 있는 고려청자를 선정하였다는 기록이 있다. 최근까지 중국의 유적지에서 종종 고려청자가 출토된다는 사실도 그러한 '수중금'의 평

가를 방증해주는 사례가 된다.

고려자기의 고유한 특징의 하나는 모양이 다양하고 참신한데 있다. 잔, 병, 사발, 접시, 주전자, 단지, 화분, 향로, 화로, 화장함, 연적, 벼루, 붓꽂이 등 품종이 다양하고, 같은 품종이라 하여도 그 모양이 매우 다양하다. 무늬도 인물, 동물, 식물, 자연을 형상화한 것과 상징적 무늬, 글자무늬 등이 있다. 고려자기가 이처럼 예술성 높은 자기가 될 수 있었던 것은 자기의 모양에 따라 무늬를 자유자재로 넣었기 때문이다. 청자는 제작 기술, 장식 의장과 조형성에 있어서 다른 종류의 도자기보다 뛰어난 뿐만 아니라 도자기 조형의 주도적 역할을 하면서 조선 전기까지 제작되었다.

청자를 만드는 기본적인 공정은 어느 도자기를 만드는 방법과 같다. 첫째가 흙의 채취이고, 둘째는 성형이며, 그 다음이 가마에서 구워내는 것이다. 도자기 재료가 되는 흙에는 두 가지 종류가 있는데, 장석(長石)이 분해되어 생긴 고령토와 철분을 포함해 붉은 색을 띤 고운 진흙이다. 결국 이 흙을 어떻게 빚어내는가에 따라서도 자기의 우열이 갈린다. 그 다음이 성형이다. 성형할 때 가장 중요한 것은 두말할 나위 없이 물레의 사용이다. 우리나라 도공들은 특히 발로 돌리는 물레를 잘 썼다. 두 손에 자유를 주었기 때문에 손으로 돌리는 물레보다 여러 모로 편리했다. 마지막으로 가마에서 구워내는 것이다. 그 가마에도 한국인의 특색이 보이는데 등요(登窯)라는 터널식 가마가 그것이다. 등요에서 불을 조절하기에 따라 가마 속의 불길은 산화염도 되고 환원염도 된다. 이 두 종류 불의 성질이 마음대로 조절되면서 비로소 도자기에 색의 변화를 줄 수 있게 된 것이다.

여기에 유약의 기술이 더해진다. 중국청자의 유약은 나무젓물과 장식 가루를 배합한 것이다. 그러나 고려청자는 낮은 온도에서 녹는 연유(鉛釉)에서 높은 온도에서 녹는 회유(灰釉)로의 전환이 이루어진 것이다. 이른바 청자유(靑瓷釉)의 출현이다. 청자는 유약과 태토에 포함된 적은 양의 산화철이 환원해 생긴 푸른색의 자기이다. 고려의 순청자 기술은 12세기 전반에 절정에 달했다. 유약을 입히는 기술이 세련되어 청자로 하여금 날렵한 자태를 가

질 수 있었다. 실험적으로 조사해본 결과 유약의 두께가 놀라울 정도로 일정했다. 이는 중국청자가 유약을 두껍게 발라 투박하게 보이는 것과 대조적이다. 여기에는 상감청자가 개발된다.

### 상감기술의 비밀은 '수축팽창계수'

상감이란 쉽게 말해서 그릇의 표면에 무늬를 파고 그 속에 백토 또는 흑토를 메워서 청자의 푸른 바탕에 백색과 흑색의 무늬를 장식하는 기술로, 꽃을땀·봉박이라고도 부르며, 상안(象眼)·전감(填嵌) 등으로 표기하기도 한다. 이 기술의 개발로 고려청자는 그 아름다운 푸른색에 흑백의 선명한 도안이 화사하게 장식되기에 이르렀다. 상감기술은 금속과 나전칠기에서 이미 보편화된 기법이지만 청자에 응용되어 세계 도자기사에 있어서 고려가 개발한 독보적인 장식기법으로 인정되고 있다.

천 년의 세월이 지나도 그 품위를 흐뜨리지 않는 고려청자 비색(秘色)의 비밀은 무엇인가. 청자의 색은 바탕 흙과 유약에 의해 결정되는 것만은 틀림없다. 자기를 빚어 음각, 양각, 상감 등 문양을 넣은 다음 700~800도로 초벌을 구운 후 여기에 장식질 유약을 발라 1천300~1천350도 고온으로 구워낸다. 그러면 초벌 때만 해도 도토와 비슷한 색을 띠던 것이 재벌 구이를 한 후에는 청자 본연의 비취색으로 완전히 색조를 바꾸게 되는 것이다.

상감청자에 대한 제작 공정과 가공정에 따른 과학 분석은 다음과 같다. 먼저 바탕 흙인 태토와 같은 수축팽창계수를 갖도록 백토와 자토를 준비하는 것이다. 만약 수축팽창계수가 같지 않으면 떨어지거나 균열이 생기고 오므라들 수 있기 때문이다. 수축팽창계수를 같게 하기 위해 백토와 자토, 그리고 물의 배합이 중요한데 백토를 날그릇에 붓으로 발랐을 때 흐르지 않을 정도로 하는 것이 가장 좋다. 또한 바탕 흙의 마른 정도, 즉 습도가 중요하며 태토와 백토, 자토의 자기화 온도를 맞추어야 한다. 자기화 온도가 맞지 않아 태토보다 높을 경우에는 상감면에 미세한 구멍이 생기거나 겉면 위로 튀어나오게 되고, 낮을 경우에는 먼저 녹아 문양이 흐려진다. 고려시대 도공들은 이러한 자기화 온도의 어려움을 해결하기 위해

바탕 흙과 같은 조건의 원료 또는 바탕 흙을 기초 원료로 하고 착색산화물을 첨가하여 백토와 자토를 마련한 것이다.

### 인, 망간 성분이 비취색 결정

1982년 대표적인 청자도요지로 유명한 강진에서 이색적인 실험이 있었다. 실험의 목적은 대학교 유업공학과와 교수들이 청자 조각을 과학적으로 분석해 만든 유약과 강진에서 도예공들이 개발한 자연 유약 중 어느 것을 사용해 만든 청자가 더 아름다운 색을 내는지를 비교하자는 것이다. 초벌 구운 자기에 양쪽에서 만든 유약을 각각 칠하고 나란히 가마에 넣어 재벌 구이한 결과 승부는 과학자들의 패배로 끝났다. 강진요의 청자가 누가 보더라도 비색에 더 접근했던 것이다.

여기에서 인(燐)의 문제가 나온다. 인의 성분은 합성이나 합금을 만들 때 신기한 작용을 한다는 것으로 알려진다. 실제로 유명한 영국의 본차이나(born china)나 고급의 한국 도자기의 경우 소뼈를 넣어 만들기 때문에 얇지만 단단해 잘 깨지지 않는다는 것은 널리 알려져 있다. 초기 고려청자와 청자의 발생에 있어 많은 영향을 주었다는 월주요청자, 상감청자의 태토와 유약을 비교하면 놀라운 결과가 나온다. 역대 월주요청자의 태토에서는 인이 전혀 검출되지 않았으나 강진의 청자에서는 0.04~0.05% 소량이 들어 있었던 것이다. 반면에 유약의 경우에도 초기청자에서 인이 전혀 검출되지 않았으나 상감청자에서는 0.89%, 월



청자상감모란국화문과형병(고려) 국보 제 114호 높이 25.6cm, 국립중앙박물관 소장

주요에서는 1.7%나 함유되어 있었다. 아름다운 비취색의 상감청자는 태토와 유약 모두에 인이 포함되어 있다는 것이다.

한편 유약의 착색제로는 망간과 티타늄이 있는데 고려 비색청자는 중국청자에 비해 망간 성분이 많다. 중국 송청자는 0.1%의 망간 성분을 지닌데 비해 비색청자는 0.5% 정도의 망간 성분이 추출되었다. 중국의 월주요에서도 망간이 나오지 않았으나 초기 청자에는 0.3%, 상감청자에는 0.55%의 망간이 포함되어 있다. 망간은 회색조를 띠게 하는 성질이 있는데 반해, 티타늄은 철분과 결합하면 올리브그린색을 나타낸다. 이는 고려인들이 오랜 실험을 거쳐 독자적인 비색 개발에 성공했다는 것을 뜻한다. ㉓