

조선왕조의 꽃 백자(II)

글 | 이중호 _ 과학칼럼니스트 mystery123@korea.com

조선백자의 질은 태토와 유약, 소성방법에 의해 좌우된다. 조선 초기의 태토로 쓰인 것은 백토인데 당시 백토의 산지로는 경기도 광주, 서울의 남산과 사현, 충청도 충주, 경상도 전주·곤양·경주, 강원도 양구·원주, 황해도 봉산, 평안도 선천 등지였다.

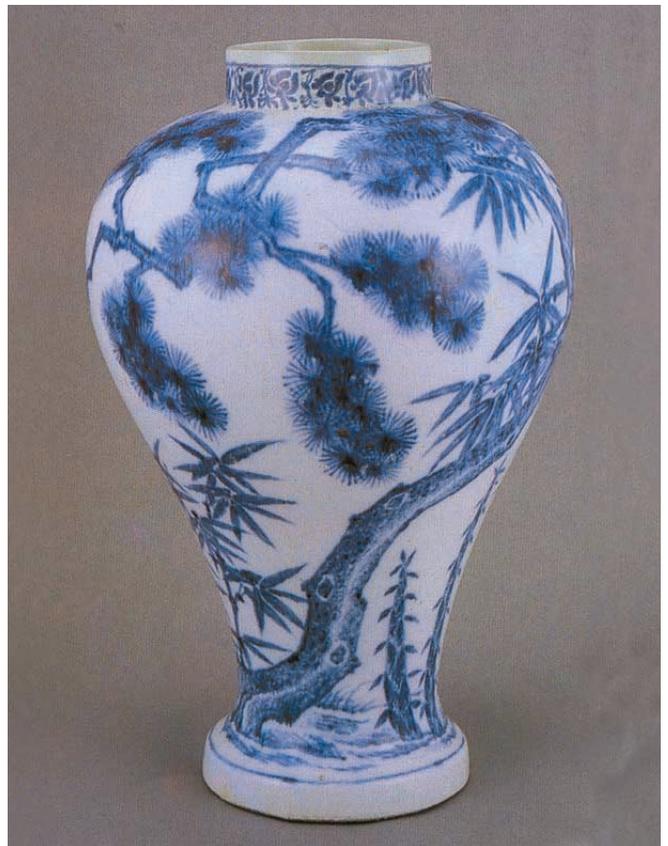
백토는 화강암이 풍화되어 생긴 흰색을 띤 1차 찰흙(카올리나이트)으로 볼 수 있으나 장식과 석영이 많이 들어있기 때문에 와목찰흙과 구별된다. 백토는 광물 조성으로 보아 고령토(카올리나이트) 30~40%, 석영 37~46%, 장석 1~19%로 되어 있다. 백자기 생산에서의 기본은 태토와 유약에 철분이 가능한 한 적게 들어가는 것으로 조선 초기의 백토에는 산화철(Fe_2O_3)의 함량이 겨우 0.4% 정도였다. 또한 백토의 백색도를 높여주기 위해 산화아연(ZnO)을 첨가했다. 산화아연은 백자의 색을 순수하게 만들며 유약의 광택을 높이는 작용을 한다. 실험에 의하면 1천100도 이하에서 유약에 아연이 0.05~0.2g의 적은 양만 함유되도 광택을 증가시킨다. 아연은 유약의 탄성율을 증가시키며 산화칼슘(CaO)과 산화마그네슘(MgO)과 함께 열팽창계수를 낮추고 균열을 방지해준다.



고려 백자의 전통을 이은 조선 전기의 백자상감연당초문대접(국보175호)

맑은 백색 위해 유약에 산화철 없는 재 넣어

조선백자의 기술에서 주목되는 부분은 '자기의 백색도를 높이는 방법'이다. 바탕이 희고 투명해야 백자기로서의 미학적 특성을 살릴 수 있으며, 청화백자의 색감인 산화코발트로 문양을 그려 넣더라도 선명해진다. 고려자기의 경우 산화철과 산화티탄이 1~2% 들어 있어도 고려자기를 생산하는데 문제가 없지만 조선백자에서는 이들 함량을 최소한으로 줄이는 것이 관건이었다.



청화백자(홍치명)송죽문호, 원래 전남 구례군 화엄사에 전해져 오던 명품으로 두 번이나 도난당했다. 주둥이 가장자리의 안쪽 측면에 '홍치이년'이라는 명문이 있다(국보176호).



백자철화매죽문대호. 철화백자 초기의 것으로 당당하고 풍만한 모양새에 능숙한 솜씨로 매화와 대나무를 표현하여 문양과 형태가 잘 어울린다(국보166호).

자기의 백색도는 태토에 착색산화물이 존재하면 낮아진다. 조선 백자의 경우 순백색인 경우 산화철이 0.3~0.4%, TiO_2 가 0.1% 미만이어야 하고, 보통 백색자기에는 산화타이타늄(TiO_2)이 0.1~0.14%, 산화철은 0.4~0.7%가 함유되었다. 일반적으로 산화타이타늄이 0.2~0.3, 산화철이 0.4~0.7% 포함되면 자기는 누른색을 보이고 산화철이 0.8%, 산화타이타늄이 0.3% 포함되면 누른 흰색을 나타낸다. 그러므로 조선시대에 제작된 순백색의 자기는 도예공들이 이와 같은 자기의 성질을 잘 알고 태토를 용도에 맞게 정제하여 사용했음을 알 수 있다.

조선백자 제조기술의 탁월함은 유약의 선택에서도 알 수 있다. 일반적으로 유약을 만드는 데는 재를 적당히 섞어 용융점을 낮추면서 광택을 보장해야 하는데 조선백자의 유약은 백토와 함께 재유약을 섞어 만들었다.

도공들은 우선 백자를 생산하는데 관건인 철 함량이 적은 재를 선별하여 사용했다. 재의 원료는 소나무, 가죽나무, 참나무, 밤나무 기타 잡목의 재인데 남부지방에서는 해변에서 많이 자라는 동백나무와 굴나무의 재도 많이 사용했다. 반면에 서해안과 중부 및 북부

지방에서는 잡목재와 풀재를 많이 사용했다.

재의 성분은 나무와 풀의 종류는 물론 나무의 부분에 따라서 다르다. 일반적으로 나무 밑둥은 규산이 많고 껍질에는 석회가 많으며 뿌리에는 탄산이 많다. 규산질재로는 벚짚, 수수, 조, 참대, 갈대 등을 태운 재를 사용했다. 산화철 함량이 많은 재가 유약 속에 들어 있으면 청화반응을 일으켜 흰색을 방해한다. 그러므로 맑은 백색을 나타내기 위해서는 반드시 산화철을 제거하거나 산화철이 없는 것을 사용했다. 학자들은 도공들이 자석을 이용하여 철분을 제거하거나 수파하는 방법으로 철분을 제거했을 것으로 추정한다. 물론 실험결과에 의하면 철분을 완전히 제거할 수는 없으므로 대체로 0.06~0.08%의 철분이 포함돼 있었지만 이것은 매우 적은 양이다.

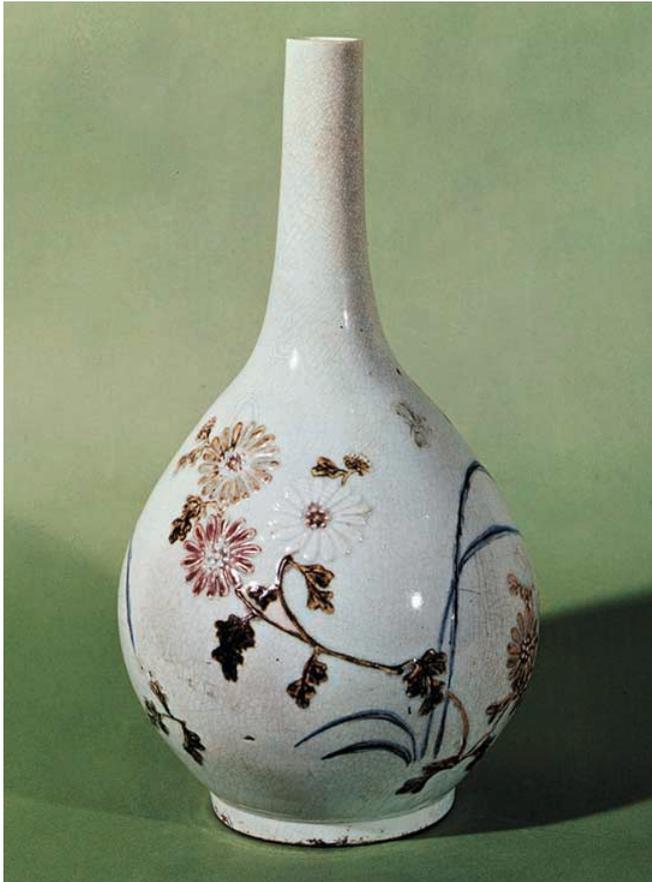
현대 유약과 조선시대 유약을 비교하면 철분과 알칼리금속산화물이 다소 많지만 매우 소량으로 이것은 조선의 도예공들이 사용한 유약은 현대와 비추어 전혀 떨어지지 않는다는 것을 의미한다.

조선자기는 두께가 얇은 것과 두꺼운 것이 있으며 투명하고 색이 희고 맑은 것이 특징이지만 기계적 강도가 높기 때문에 잘 깨지지 않는다. 소성온도와 환원분위기도 자기의 백색도에 영향을 준다. 산성매질에서 소성할 때 소성온도가 높을수록 착색이 잘된다. 결질사기인 경우 소성온도는 1천380~1천410도, 일반사기인 경우는 1천320~1천350도, 연질인 경우는 1천280~1천300도가 적정하다. 조선 도예공들은 자기가 연질이나 아니냐를 구분하여 가마의 온도를 조절했을 것으로 추정한다.

초벌 구운 소지에 토청 가루 물에 섞어 그려

조선왕조에서 가장 공을 들인 것은 청화백자였다. 청화백자는 조선백자를 특징짓는 것 중의 하나이기도 하지만 청화 안료, 즉 코발트를 모두 중국에서 수입해야 했으므로 매우 가격이 비쌌다. 세종 30년(1448)에 “중국에서 청화자기를 외국 사신에게 판매하는 것을 금하고 이를 어길 때는 사형에 처한다고 하니 북경이나 요동에 가는 우리 나라 사신들은 자기의 무역을 일절 금하리”라는 내용이 있을 정도로 중국에서도 고가였다.

그러므로 조선에서는 청화안료를 자체 개발하기 위해 부단히 노력했다. 세종 29년(1447)에는 “영해부에서 캐낸 광석 가운데 심중청 물감들이 섞였다고 한다. 이제부터 부사정 이창문을 보내서 채취하게 하고, 그 밖의 고을에서 광석이 나온 것도 동시에 시험해 볼 것이다. 이청분이 영해의 라동에서 심중청 4돈6푼과 삼청 8푼을 채취했고, 진보현 유영곡에서 6푼, 청송도 세구리에서 1돈쥬를 캐



청화백자철사진사국화문병. 하나의 작품에 진사·철사·청화를 함께 곁들여서 장식한 한국 도자기는 이것 외에는 거의 예가 없다. 1996년 11월 28일 일제지정문화재 재평가에 의해 보물 제241호에서 국보 제294호로 등급이 조정되었다(국보 294호).

다”라는 기록이 있다. 이는 15세기 중반기에 이미 조선에서 청화백자의 안료를 채취하고 있었음을 알 수 있다.

특히 세조는 청화백자 수요에 응하기 위해 군산 청화 안료의 개발에 공을 들였다. 세조 9년(1463)에 전라도 강진, 경상도 밀양, 의성에서 세조 10년(1464) 8월, 전라도경차관 구치 등이 순천부에서 회회청과 비슷한 돌을 캐어 화사기를 만들었으며 강진현에서 정철을 채취해서 진상했다는 기록이 있다. 같은 해 경상도경차관 류완이 “밀양부와 의성현에서 회회청장석을 구해 바쳤다”는 설명도 있다.

조선시대 도공들은 청화를 얻는데 특별한 기술을 도입했다. 우선 토청을 부드럽게 가루 내어 물에 타서 초벌을 구운 소지에 그렸다. 같은 시기에 중국에서는 초벌 굽는 법이 없기 때문에 생소지에 그린 것과 대조적이다. 일본은 우리 나라의 기술을 도입했으므로 초벌을 구운 후에 그렸다.

토청에는 코발트화합물이 들어있다. 학자들은 조선시대 도공들이 순수한 산화코발트(CoO)가 아닌 천연상태의 광물인 토청을 사용했다고 추정한다. 청화백자의 색은 산화코발트의 양과 소성에 좌우된다. 산화코발트를 유약에 첨가하면 연청-청-곤청색이 나오는데 코발트의 색유는 소성 환경에 비교적 영향을 적게 받으며 고온에서도 사용할 수 있다.

코발트는 착색력이 강하며 1.0% 미만으로도 진한 푸른색을 나타낸다. 진한 푸른색을 내는 최대량은 6.0%이며, 그 이상에서는 어두운 푸른색이 나온다. 만일 순수한 코발트의 푸른색을 얻으려면 환원 소성하여 불순물인 철, 망간 등의 발색을 억제해야 한다.

청화백자의 색은 가마의 온도와 화염의 성질에 의해서도 영향을 받는다. 가마 속의 온도가 낮으면 코발트의 고유한 색이 나오지 않으며 반대로 온도가 지나치게 높으면 색은 좋으나 그림이 변형되는 경우가 발생한다. 그러므로 청화백자의 적절한 소성온도는 대체로 1천200~1천300도이다.

청화백자의 색은 유약의 두께에도 관련이 있다. 그것은 코발트 색유는 두껍게 칠해져야 효과가 좋기 때문이다. 코발트가 많이 들어간 유약은 점성이 낮아 두껍게 칠하기는 어려우므로 도공은 코발트 색유의 점성을 높이기 위해 유약에 점성을 높이는 원료를 첨가하거나 유약 원료를 가능한 한 미세하게 분쇄하여 사용했다. 질 좋은 청화백자를 만들기 위해 도공들이 수많은 재료를 선별하여 사용했음을 알 수 있는 대목이다.

산화코발트 양·소성이 청화백자의 색 결정

청화백자의 대표적인 작품으로는 국보 176호로 높이 49cm, 입지름 13.2cm, 밑지름 17.5cm의 ‘청화백자 홍치 2년 명 항아리’를 꼽는다. 구부의 끝이 약간 내경한 듯 직립하였고 동부는 어깨부터 허리까지 심한 S자 커브를 그리면서 잘록하게 들어가 높고 당당한 굽에 이르는 매우 독특한 형태를 갖고 있다. 이 항아리는 ‘홍치 2년’이란 명문으로 1489년, 즉 성종 연간에 제작된 것으로 알려지는데 청화백자의 문양에 있어서 한국화의 절정에 도달한 작품으로 추정된다.

이 도자기는 원래 전남 구례에 있는 화엄사의 각황전 불단 앞에 연꽃을 담아 놓는 꽃병이었는데 도둑이 이를 훔쳤다가 어느 모래더미 속에 놓고 간 것을 되찾은 것이다. 아마도 1489년 왕실용 도자기로 광주의 분원에서 제작된 것을 왕실에서 화엄사에 기증한 것으로 추정된다. ㉔