

한국 전통 도자기 문화의 과학기술적 연구

고 경 신
중앙대 화학과

A Scientific and Technological Study of Korean Traditional Ceramics

KOH Kyong Shin
Department of Chemistry
Chung Ang University

ABSTRACT

The ceramics culture of traditional Korea has a long and rich history of various interactions with China and Japan on one hand and indigeneous creative forces on the other. Its artistic achievements, especially of the pisaek(jadelike color) and inlaid celadons, assume the position of the highest pride in Korean people's heart. Yet its values are hardly recognized abroad with exception of Japan and maybe China, as it is often taken as merely a variation of Chinese ceramics culture which exerted such a dominant force in world development of ceramics art and industry. It is also characterized within Korea by an irony of its creators being ignored in the low social status and its technology ignored by the learned circle of Confucian scholars.

Until now the Korean ceramics has been studied from historical, functional, and artistic points of view. This study attempts to initiate a scientific and technological examination. The scientific and technological research efforts on ceramics are introduced by first showing the experimental efforts of Europeans in developing their white porcelain in the 17th and 18th centuries and then showing the recent analytical works on ceramic sherds in U.S., England, and China. The scientific and technological nature of ceramics is explained by examining the various production stages and the actual physical and chemical changes during its production. Then the artistic characteristics of Korean ceramics is examined closely especially comparing with those of Chinese ceramics. As a starting point for understanding such characteristics from scientific and technological point, the Korean literature on technical aspects of pottery making is examined, and the raw materials used in modern reproduction efforts are analyzed for their chemical and mineral composition. An integrated understanding of the artistic and technological nature is hoped to be gained by combining such diverse studies together in examining the Korean ceramics culture.

일상생활에 항상 필요하였던 항아리와 그릇들은 인류문명의 어느 곳에서나 흙과 불로써 화학기술적 공정에 의하여 만들어진 최초의 수공업 제품 중의 하나이다. 각 민족의 예술과 기술적 수준에 따라, 또 원료의 종류에 따라, 수없이 많은 종류의 요업제품들이 개발되어 사용되었기 때문에, 陶磁器 기술의 발전과정과 사용방법 등은 그 민족의 기술적 유산을 잘 나타내는 화학기술 분야가 된다.¹⁾ 한국의 요업기술은 중국의 영향을 받으며 한국의 좋은 토질과 한국 도공들의 기술전통을 바탕으로 고려청자와 조선백자로 나타나는 세계적인 수준에 도달할 수 있었다.

한편으로는 생활의 필수품으로 사용되고, 다른 한편으로는 예술품으로 애호되었던 도자기 제품들은 그동안 그 기능과 예술적인 측면에서 연구되어 왔다. 그러나 근래 10여년 동안에는 이들에 대한 과학기술적 분석 연구가 대대적으로 이루어지고 있다. 당시에는 어떠한 과학기술적 이해가 없이 오직 경험에만 의존하여 개발, 발전해 온 도자기 제품들은 사실상 여러 복잡한 공정에 의하여 매우 다양한 화학적 물리적 변화를 거쳐서 이루어진다. 시행착오 과정에서 어떤 바람직한 결과를 감지하였을 때 그 원인들을 추측 분석하여 반복, 확인하고 더 좋은 방향으로 개선해 나가기 위하여 필요하였던 상상력, 예민한 관찰과 분석, 정밀한 반복 능력 등은 현대와 공통되는 과학기술의 필수조건들이다.

생산공정에서 수많은 변수들의 조합으로써 이루어진 한 도자기 제품의 성질, 품질, 그리고 예술성을 더 깊이 이해하기 위해서, 생산 당시에 사용되었던 공정과 변수들을 분석 규명하는 연구는 현대 과학기술 개발에서, 특히 재료공학 분야 등에서 사용되고 있는 최첨단 분석장치들과 실험방법들이 꼭 같이 이용된다. 다만 실험분석이 선행되어, 특정한 제품이 개발되는 현대의 개발과정과 반대방향의 분석이다. 수백년 전에 이미 생성되었던 제품들의 성질, 성분, 미세구조 등을 먼저 분석하고 어떠한 원료와 어떠한 기술공정이 사용되었나를 추정하는 것이다.

이 논문에서는 먼저 도자기에 대한 근래의 과학기술적 연구현황과 도자기 생산에 내포된 물리적 화학적 변화들을 간단하게 소개한다. 다음에는 한국 전통 도자기의 발전과정과 특징을, 특히 중국 도자기 발전과 비교하여 살펴보고, 전통 사회에서 극히 드물게 기록되었던 도자기 기술에 관련된 문헌을 소개한다. 마지막으로 현재 전통 도자기 재현 작업에서 실제로 사용되고 있는 원료들의 성분의 특성분석을 관찰하려고 한다. 이러한 과정을 통하여 한국 전통 도자기 문화에 대한 과학기술적 연구의 기초와 방향이 조금이나마 제시되었으면 한다.

I. 과학기술적 연구 배경

1. 유럽 도자기 기술 발전에 있어서의 과학기술의 기여

도자기 생산기술의 발전은 보수적인 경향을 띠고 있다. 어떠한 성공적인 공정이 한번 개발 사용되기 시작하면, 그 공정은 약간의 선택적인 변형 단계도 거치지 않은 상태로 계속 사용된다. 원료의 선택과 공정단계 하나 하나에서 관련되는 수많은 변수들이 제품에 미치는 복잡

1) 1. Anne Anderson, *Interpreting Pottery* (Pica Press, 1984).

2. Dean E. Arnold, *Ceramic Theory and Cultural Process* (Cambridge University Press, 1985).

3. W.D. Kingery, *Ceramics and Civilization*, Vol. I-V (American Ceramic Society, 1984-1990).

하고 까다로운 영향을 이해하여 조절할 수 없었기 때문에, 공정의 새 방법을 모색하는 것조차 생각할 수 없었던 것이다.

중국 도자기는 이렇게 경험에 의한 기술로서 몇 천년 동안 발전하여 16세기에는 전 세계에 수출되는 호황을 누렸다. 중국 도자기가 서양 도자기 예술과 산업에 미쳤던 영향은 도자기 자체가 “china”로 명칭되었던 사실에서 볼 수 있다. 그리고 영국과 프랑스 박물관들에 현재 소장되어 있는 엄청나게 많은 도자기량에서 실감할 수 있다. 포르투갈, 네덜란드와 영국의 해외 무역에 의하여 서구에 널리 알려지게 된 하얀 반투명의 경질 자기(hard, white, translucent porcelain)들은 비싼 가격으로 거래되었으며, 서양의 도자기 산업은 일찍부터 이 중국도자기들을 모방, 개발하는 데 주력하게 되었다. 도자기 생산공정을 과학적으로 이해하여 개발하려는 노력은 바로 이 과정에서 시작되었다고 할 수 있다. 중국에서는 널리 퍼져있는 자연 원료로 경험에 의하여 만들 수 있었던 도자기들을 서구의 다른 종류의 원료로 전혀 다른 전통에서 개발하는 데는 많은 실험에 의한 이해와 변화가 요구되었다.

이처럼 중국 도자기를 개발하려는 노력은 벌써 15세기에 베네치아에서 있었다는 기록이 있다.²⁾ 1575년부터 1587년 사이에는 이탈리아 피렌체에서 거의 개발되었다가, 내화도가 충분하지 못한 결점 때문에 성공하지 못하였다. 이로부터 약 100여년이 지난 1695년에 파리 근방의 St. Cloud라는 도시에서 25년만의 실험 노력 끝에 첫 자기제품을 만들 수 있었다. 그러나 여기에서 발전된 자기는 soft-paste에 의한 기술로서, 자연의 원료들을 그대로 혼합하여 성형하는 것이 아니고, 모래, 석회와 나무재들을 섞어서 먼저 고온에서 처리하여 다시 갈아, 그 가루들과 점토 등을 섞어서 성형하는 기술이다.

수출품으로 생산된 중국 도자기는 여러 색깔로 호화 찬란하게 장식되었었고, 그렇게 장식될 수 있는 경질의 하얀 바탕이 요구되는 것이었다. 이러한 성질의 자기가 자연 원료 그대로를 혼합하는 중국 전통의 hard porcelain이 마침내 1708년에 독일 Meissen에서 만들어졌다. 이 개발의 주인공들인 von Tschirnhaus는 수학자, 물리학자였으며 Böttger는 연금술과 야금술의 경험자로서 과학배경이 풍부하였다. 영국에서는 1745년에 와서 첫 soft-paste porcelain이 Chelsea에서 개발되었으며 더 하얀 바탕을 만들기 위하여 곧 골회(bone ash)가 첨가되었다.

18세기 동안에 유럽의 도자기 기술은 초기의 작은 작업장의 형태에서 말기의 전문화된 생산공장 형태로 바뀌면서 산업혁명을 주도한 중요한 산업기술로 등장, 발전하였다. 이 과정에 널리 알려졌던 것은 선교사 Pere D'Entrecolles가 1712년과 1722년 두 차례에 걸쳐서 중국江西省 景德鎮窯에서 사용되고 있던 당시의 기술공정에 대해 쓴 편지 내용들이다. 또한 그가 보낸 중국 원료시편들은 당시 유명한 화학자 René de Réaumur에 의하여 분석되었다. ‘kaoling’은 녹일 수 없으나, ‘petunse’는 그의 爐에서 잘 녹았다. petunse는 녹일 수 없는 물질과 그것을 녹이는 데 필요한 용제 물질로 되어 있다고 설명하였다. 그리고 du Halde의 중국 역사 책에 포함된 중국 도자기 기술의 저술은 영국에서는 1725년에 번역되어 출판되었으며, 분리되어 전문화된 중국의 생산공정이 영국 도자기 산업을 이끄는 Josiah Wedgwood에게 매우 인상적이었다.

중국 도자기 기술이 유럽의 기술을 발전시키는 데 얼마만큼의 중요한 역할을 하였나는 각각의 견해에 따라 다르겠지만 어떠한 자극과 출발점을 제공한 것에는 거의 모두가 동의할 것이다. 그러나 그 발전의 성격과 수준에 현저한 차이가 있는 것을 또 모두 시인할 것이다. 유

2) W.D. Kingery, “The Development of European Porcelain”, *Ceramics and Civilization* 3(1986), 153-180.

럽 18세기의 발달은 경험에만 의한 기술발전이 아닌 적극적인 과학기술적 이해에 기초한 능동적인 개발로서, 중국의 기술을 곧 능가하여 수출국으로 탈바꿈하게 된 것이다. 그리고 도자기 기술은 요업기술 전체로 확대되어, 새로운 시장개발, 새로운 상품개발, 새로운 방법과 다른 기술과의 상호협력 등이 이루어졌으며, 여러 내화물질의 개발이 산업혁명의 강철 산업에 결정적인 역할을 하게 되었다. 요업기술은 경험과 시행착오의 방식에 의존하는 기술개발의 한계성과 과학기술적 개발의 가능성을 잘 보여준 첫 산업기술이라고 생각할 수 있다.

2. 근래의 연구현황

중국 도자기 기술에 대한 관심은 산업기술로서 발전한 이후에도 계속되어 마침내 학문적 관심으로 모아지게 되었고 현재까지도 도자기에 대한 과학기술적 분석의 대상도 역시 중국 도자기가 중심이 되고 있다. 19세기 말 프랑스 Sèvres 국립공장에서는 景德鎮에서 사용되고 있는 porcelain stone에 대한 분석이 이루어졌으며 이 결과들은 반세기 후의 두 소련 논문들에서 확인되었다.³⁾ 1930년대에는 스웨덴 학자 Nils Palmgren이 0.5톤에 가까운 陶片들을 경덕진 도요지에서 수집하여 Gustavsberg 공장에 보냈으며, 이들에 대한 성분과 현미경 분석을 40년대와 50년대에 지질학자 Nils Sundius와 요업화학자 Walter Steger가 수행하였다.⁴⁾ 영국에서는 1930년대에 Hetherington과 Mellor 등에 의하여 유약과 소지에 대하여 여러 편의 논문과 저술이 이루어졌으며, 산화동을 이용한 辰砂 기술과 백자의 靑華 기술이 가장 큰 관심을 모아왔다.⁵⁾

마침내 1950년대에는 중국 내에서도 도자기 도편들에 대한 연구가 시작되었다. 중국 Institute of Silicate Chemistry의 Zhou Ren과 Li Jiazhi가 B.C. 200년부터 A.D. 1880년까지 생산된 여러 종류 도편 46개를 경덕진요의 발달을 중심으로 분석한 것을 시작으로⁶⁾ 여러 연구소와 박물관 특히, Shanghai Institute of Ceramics에서 수많은 연구들이 계속 이루어졌다.

-
- 3) Nigel Wood, "Some Implications of Recent Analyses of Song Yingqing Ware from Jingdezhen", *Scientific and Technological Insights on Ancient Chinese Pottery and Porcelain* (Beijing, 1986), pp.261-264.
 - 4) N. Sundius and W. Steger, *Sung Sherds* (Almqvist and Wiksell, 1963).
 - 5) 1. A.L. Heatherington, *Chinese Ceramic Glazes* (Cambridge, 1937).
 2. J.W. Mellor, "The Chemistry of Chinese Copper-Red Glazes", *Trans. British Ceramic Society* 35(1936), 364-378.
 3. J.W. Mellor, "The Cobalt-Blue Colours", *Trans. British Ceramic Society* 36(1937), 264-265.
 4. J.W. Mellor, "The Chemistry of the Copper-Red Glazes", *Trans. British Ceramic Society* 36(1937), 487-491.
 5. C.M. Harder, "Red Glazes and Underglaze Red by Reduction", Presented at the Annual Meeting, American Ceramic Society, Buffalo, New York(February, 1935).
 6. W.J. Young, "Discussion of Some Analyses of Chinese Underglaze Blue and Underglaze Red", *Far Eastern Ceramic Bulletin* 3(1949), 19-26.
 7. Harry Garnet, "The Use of Imported and Native Cobalt in Chinese Blue and White", *Oriental Art New Series* 2(1956), 48-50.
 8. C.J.Y. Watt, "Notes on the Use of Cobalt in Later Chinese Ceramics", *Arts Orientalis* 11(1979), 63-89.
 - 6) Zhou Ren and Li Jiazhi, "An Investigation on the Technical Aspects of Chinese Ancient Ceramics", *Kaogu Xueban* 1(1960), 89-103.

1982년에는 Shanghai 연구소에서 주최하여 중국 전통 도자기에 대한 국제회의가 열렸으며, 중국, 미국, 영국, 일본 등 11개국 125명의 과학자들이 65편의 논문을 발표하였다. 이 논문들이 회의의 결과보고서로 출간되었고⁷⁾, 1990년에는 제3회 학회가 개최되었다.

미국에서는 M.I.T.의 재료공학자 Kingery와 그의 학생 Vandiver가 재료공학의 첨단 장비들을 사용하여 청자와 鈞(Jun)자기의 유약에 대한 성분과 미세구조를 분석하였고, 현재까지 여러 논문과 저술 활동을 통하여 이 분야의 양과 질의 연구확대에 절대적인 역할을 하고 있다.⁸⁾ New York Institute for Glaze Research의 Tichane은 지난 15년 동안 *Those Celadon Blues*(1978), *Ching-te-Chen*(1983), *Reds, Reds, Copper Reds*(1985), *Ash Glazes*(1987)와 *Clay Bodies*(1990)라는 다섯편의 단행본을 출간하였다.⁹⁾ 영국에서의 연구는 Oxford의 Research Laboratory for Archaeology and History of Art가 중심이 되었다. Freestone, Tite와 Roberts 등의 수많은 논문은 1958년부터 이 연구소에서 출간된 논문지 *Archaeometry*에 주로 발표되었다.¹⁰⁾ 자신이 도예가인 Nigel Wood의 예술, 과학과 역사가 동시에 어우러진 수십편에 이르는 논문들은 이 새로운 분야의 바람직한 연구 접근방법을 보여주고 있다.¹¹⁾

이러한 활동들은 미국에서 개최되는 두 종류의 국제학회에서 최신 정보로서 교환되고 있다. 1984년부터 미국요업학회(American Ceramic Society)에서 매년 개최되는 학회에서 발표되는 논문들은 *Ceramics and Civilization*이라는 제목으로 현재 5권까지 출간되었다.¹²⁾ 1988년부터는 재료공학학회(Materials Research Society)에서 매 2년마다 *Materials Issues in Art and Archaeology*라는 분과가 개최되고 있다.¹³⁾ 한국 청자에 대한 논문이 1990년 MRS

7) Shanghai Institute of Ceramics, Academia Sinica, ed., *Scientific and Technological Insights on Ancient Chinese Pottery and Porcelain-Proceedings of the International Conference on Ancient Chinese Pottery and Porcelain Held in Shanghai from November 1 to 5, 1982*(Science Press, Beijing, 1986).

8) 1. W.D. Kingery and P.B. Vandiver, "Song Dynasty Jun Ware Glazes", *Scientific and Technological Insights on Ancient Chinese Pottery and Porcelain* (Shanghai Institute of Ceramics, Beijing, 1986), pp.182-186.

2. P.B. Vandiver and W.D. Kingery, "Song Dynasty Celadon Glazes from Dayao Near Longquan", *Scientific and Technological Insights on Ancient Chinese Pottery and Porcelain* (Shanghai Institute of Ceramics, Beijing, 1986), pp.187-191.

3. W. David Kingery and Pamela B. Vandiver, *Ceramic Masterpieces: Art, Structure, Technology* (The Free Press, 1986).

4. P.B. Vandiver, "Ancient Glazes", *Scientific American* (April, 1990), 80-87.

9) 모두 The New York State Glaze Institute에서 출판하였음.

10) 1. J.P. Roberts, "Determination of the Firing Temperature of Ancient Ceramics by Measurement of Thermal Expansion", *Archaeometry* 6(1963), 21-25.

2. M.S. Tite, M. Bimson, and I.C. Freestone, "An Examination of the High Gloss Surface Finishes on Greek Attic and Roman Samian Wares", *Archaeometry* 24(1982), 117-126.

11) 1. Nigel Wood, *Oriental Glazes-Their Chemistry, Origins and Recreation* (Pitman Publishing, 1978).

2. Nigel Wood, "Chinese Porcelain", *Pottery Quarterly* 12(1978), 101-128.

3. Nigel Wood, "The Two International Conferences of Ancient Chinese Pottery and Porcelain", *Transactions of the Oriental Ceramic Society*(1985-1986), 37-57.

12) W.D. Kingery, 앞의 책(주1의 3).

13) Edward V. Sayre, Pamela Vandiver, James Druzik, Christopher Stevenson, ed., *Materials Issues in Art and Archaeology*, Symposium held April 6-8, 1988, Reno, Nevada, U.S.A. (Materials Research Society, Pittsburgh, 1988).

학회에서 발표되었으나¹⁴⁾, 한국 학자에 의한 발표가 이러한 학회에 아직까지 하나도 없었다는 것은 고려청자와 조선백자의 전통을 지닌 한국학계의 깊은 반성을 요구하고 있다.

II. 도자기의 과학 현상

1. 요업기술의 제조공정과 미세구조의 연구

지구의 岩石들이 風化 작용에 의하여 점토질로 변환된 무기물질들이 도자기의 주원료들이다. 이 원료들을 분별, 분리, 분쇄, 혼합하고, 수분과 열의 작용을 이용하여 인간의 생활과 미적 감각에 알맞는 여러 형태의 바위 같은 제품들을 역생성하는 것이 요업의 공정 기술이라고 할 수 있다. 강도가 높고 열에 강하고 화학적으로 안정하지만 유연성이 없는 요업 재료는, 유연하여 두들기고 연장하여 성형할 수 있는 금속재료와 더불어 인류 문화에 가장 중요한 물질을 제공하였다. 토기 생산에서부터 시작된 요업제품의 개발과정은 오늘날까지 계속되고 있다. 특히 지난 20여년 동안 새로운 제조 방법과 독특하고 우수한 특성들이 발견됨에 따라, 요업제품들의 개발과 사용은 더욱 활발하게 되어, new ceramics라는 분야의 최첨단 기술 분야로 등장하였다.

요업 제품들의 다양성과 응용 정도는 전통요업 제품들의 종류를 나타낸 표 1과 new ceramics 제품들을 나타낸 표 2에서 볼 수 있다. 이 논문에서 검토되고 있는 도자기는 표 1에서 가정용품으로 나타나는 요업기술의 극히 작은 부분이다. 크게 토기(unglazed earthenware), 도기(earthenware), 석기(stoneware)와 자기(porcelain)로 나눌 수 있는, 가정용품 도자기 자체만의 발전과정이 얼마나 긴 시간과 넓은 지역에서 이루어졌나를 그림 1은 잘 나타내고 있다. 한국 도자기의 전통은 그림 1에서 earthenware와 triaxial hard paste porcelain로 이어지는 중국 도자기의 전통과 관련된다.

제품의 종류, 용도와 크기 등에 따라 차이가 있으나 도자기의 제조는 대체로 표 3에 나타난 복잡한 단계들을 거치게 된다. 규석, 장석, 도석과 같이 돌맹이 상태로 된 원료들을 먼저 乾式으로 분쇄하고, 점토와 고령토 등의 분말형태와 배합하여, 濕式으로 곱게 부수고, 자기장치 등으로 철을 제거하고 다시 잘 섞고, 또 수분을 적당히 제거하고, 수분 분포를 균일하게 하고 기포를 제거하며 점력(plasticity)을 높이는 토련작업을 거쳐서 제품 모양으로 성형하게 된다. 토련이 끝난 소지는 최소한 2주일간 젖은 상태로 저장시켜(숙성, aging), 소지내 유기물질의 부패로 발생하는 gas와 기포가 제거되고 점력이 높아지게 하여 사용하는 것이 좋다. 성형된 제품은 대체로 그늘에서 서서히 건조시키는데 조각이나 변형 등의 장식은 반건조 상태에서 한다. 완전히 건조된 기물을 약 850°C에서 초벌구이한 후에 청화, 철화, 진사, 백자 등의 장식 그림을 그린다. 이제 따로 준비한 유약을 시유하여 약 1200°C와 1500°C 사이에서 12시간 정도 재벌구이하게 된다.

위의 공정에서 원료들의 처리, 성형과 건조 등의 단계에서는 거의 모두 물리적 변화들이 일어난다. 그러나 소성단계에서, 특히 높은 온도의 재벌구이에서는 화학적 변화가 일어나서

14) Richard Newman, "A Compositional and Microstructural Study of Korean Celadon Glazes of the 11th to 15th Centuries", *Materials Research Society Symposium Proceeding 185*(Materials Research Society, 1991), 429-434.

<표 1> 전통 요업제품의 용도에 따른 분류

分 類	用 途
家 庭 用 品	식기류 ; 식탁용, 주방용 장식용 ; 완구류, 장식품
建 築 用 品	타일류 ; 내장 및 외장타일, 모자이크 타일 위생도기 ; 변기 및 화장실 부속품
工 業 用 品	전기용 ; 애자류, 전자부품 이화학용 ; 내산병, 내알카리병 특수자기류 ; 원자로 재료, 내열자기 등

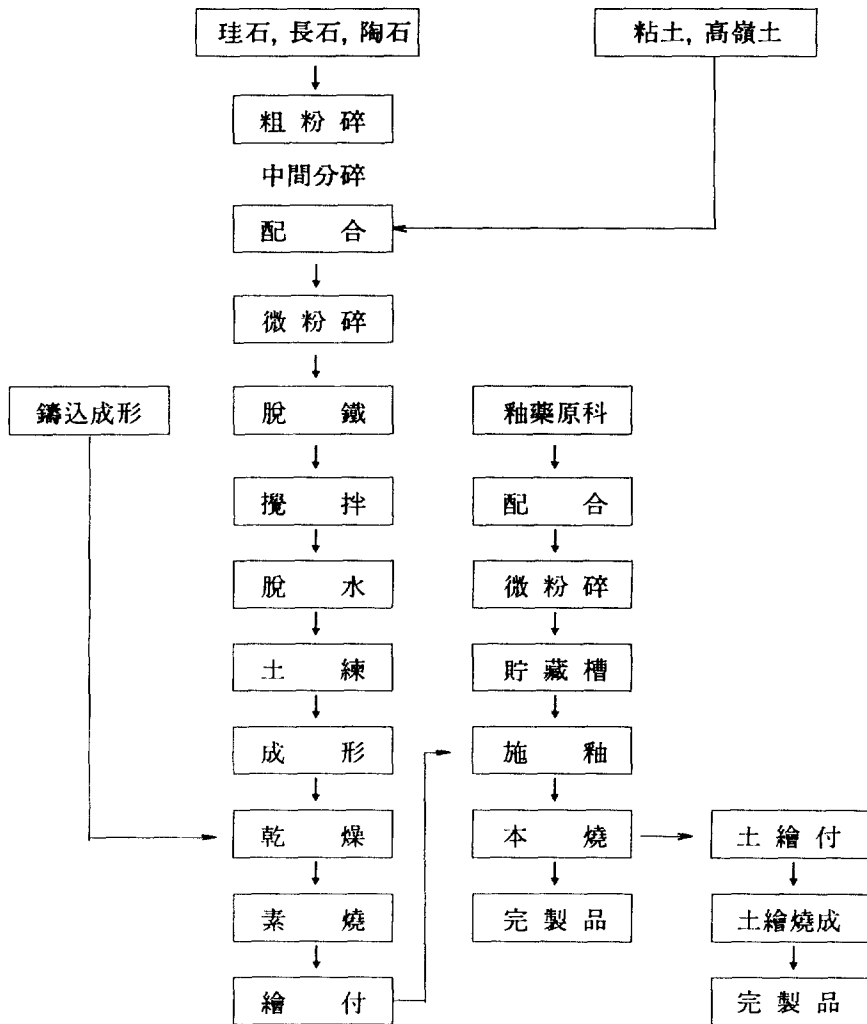
(출처 : 李珍性, 「陶磁工藝概論」 (半島出版社, 1987), p. 20.)

<표 2> New ceramics 제품들의 기능과 용도에 따른 분류

Function	Application	Material
Electrical	• Substrate for IC • Capacitor • Piezoelectric Ceramics • Fast Ion Conductor • Superconductor	• Al_2O_3, AlN, BeO, SiC • BaTiO_3, SrTiO_3 • PZT, PLZT • $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$ • Y-Ba-Cu-O, etc.
Magnetic	• Soft Ferrite • Hard Ferrite	• $\text{Mn}_{0.4}\text{Zn}_{0.6}\text{Fe}_2\text{O}_4$ • $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$, $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$
Chemical	• Sensor • Substrate for Catalyst	• ZrO_2, SnO_2, ZnO • Al_2O_3, Cordierite
Mechanical	• Cutting Tools • Mechanical Seals • Armor • Engine Parts	• Al_2O_3, Si_3N_4, TiC, TiN, WC, CBN, Diamond • Al_2O_3, SiC, WC, C • B_4C, SiC, Al_2O_3 • SiC, Si_3N_4, ZrO_2
Optical	• Translucent Ceramics • Laser Materials • Light Memory • Optical Fiber	• Al_2O_3, MgAl_2O_4 • Y_2O_3, ThO_2 • PLZT • SiO_2
Biological	• Artificial Bone & Joint • Artificial Tooth	• Al_2O_3 • Apatite Hydroxide

(출처 : 이준근, 「세라믹스의 소결」 (반도출판사, 1991), p.11.)

〈표 3〉 도자기의 제조 공정도

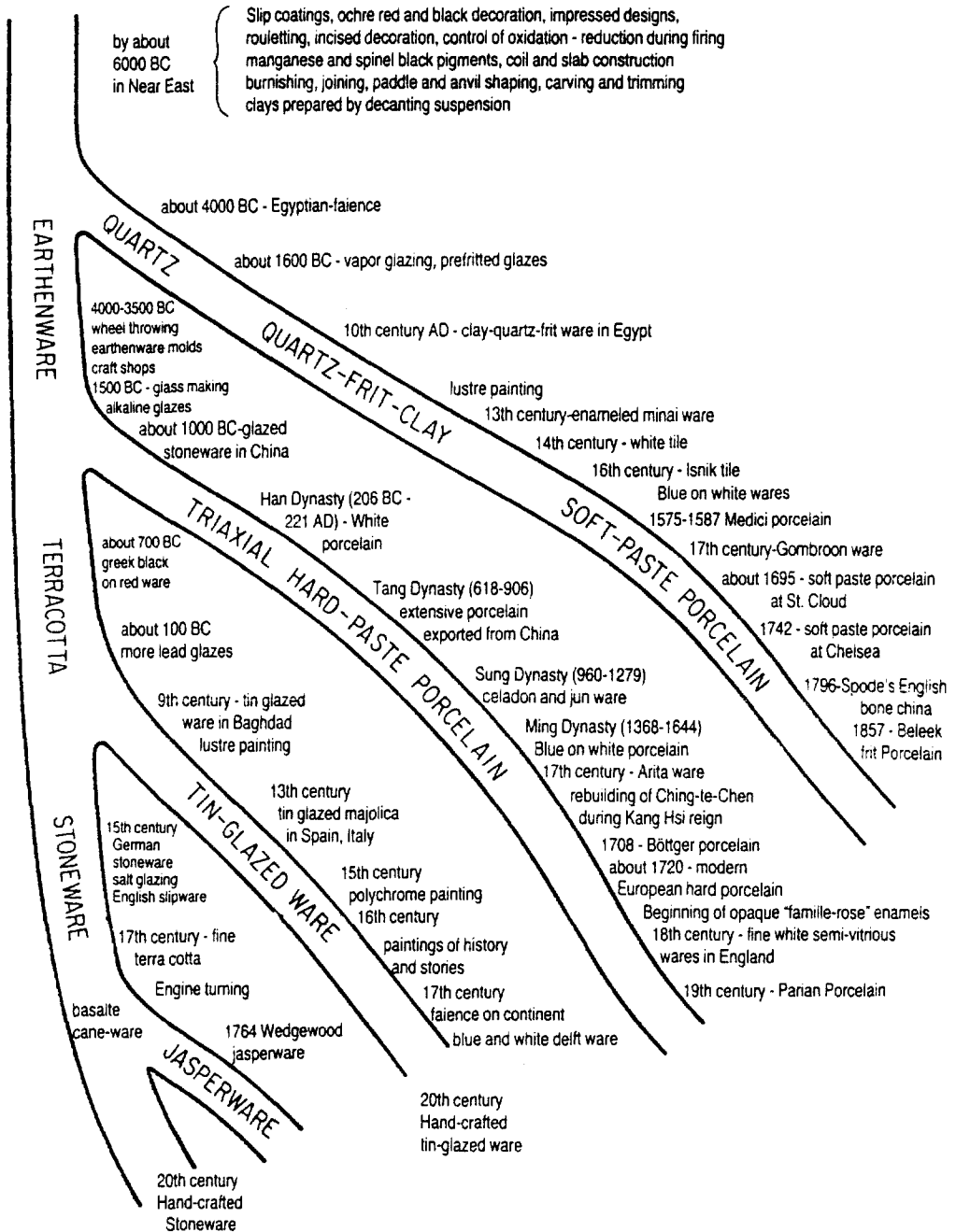


(출처: 李珍性, 「陶磁工藝概論」(半島出版社, 1987), p.25.)

〈그림 1〉 도자기의 여러 형태와 발전 상황

about 22000 BC - Earliest known fired clay figures

about 8000 BC - fired vessels in Near East



(출처 : W.D. Kingery and P.B. Vandiver, *Ceramic Masterpiece— Art, Structure, Technology* (The Free Press, 1986), p.19.)

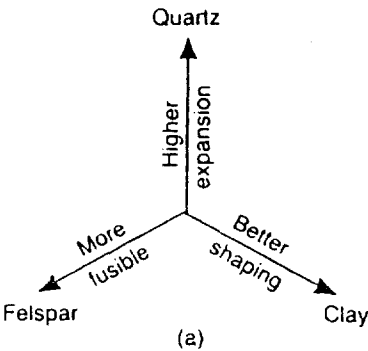
물성 자체가 달라지므로 원료들과 완성된 제품은 완전히 다른 성질을 지니게 된다. 이때의 화학적 변화는 물리적 변화 단계에서의 많은 변수들의 영향도 받지만, 주로 성분구성, 소성온도와 시간, 그리고 소성 분위기에 따라 어떤 종류의 변화가 얼마만큼 일어나는가가 결정된다. 어떤 물리적 변화와 화학적 변화를 거쳤느냐에 따라 완성된 도자기 제품의 구조(structure)가 결정되고, 그 구조가 어떠한가에 따라 제품의 외형적 성질과 기능적 품질이 결정된다. 따라서 도자기의 구조를 분석 규명하는 일은, 한편으로는 규명된 구조는 어떠한 제조 공정들의 변수에 의하여 형성되었나, 다른 한편으로는 이 구조에 근거하여 성질과 품질을 추정 설명하는 것이다. 구조는 도자기의 여러 부분들이 나열되고 합쳐져서 전체가 되는 것을 말하는데, 눈으로 볼 수 있고 millimeter와 centimeter 크기로 나타낼 수 있는 거시구조(macrostructure)와 아주 작아서 눈으로 분별할 수 없는 부분들의 집합인 미세구조(microstructure)로 나누어진다. 대체로 10^{-3} millimeter, 즉 micrometer(μm) 크기의 상(phase)들을 구분할 수 있는 것은 현대의 분석장치, 광학 현미경, x-ray diffractometer, 그리고 전자현미경 S.E.M. (scanning electron microscope)으로 가능하게 되었다. 특히 도자기에 대한 과학 연구가 지난 10여년 동안 활발해진 것은 SEM의 microprobe에 의한 분석 방법의 발전으로 극히 작은 상의 성분과 분포를 규명할 수 있게 되었기 때문이다.

위와 같은 성분과 미세구조의 정성적, 정량적 분석에서 한편으로는 사용된 제조공정의 변수와 다른 편으로는 제품의 성질을 설명하는 것이 도자기 분석 연구의 궁극적 목적이지만 절대적인 설명을 기대하기는 어렵다. 첫째 도자기는 원료의 분쇄와 배합과정 등의 제조공정 변수의 미세한 차이에 따라 완전 균일한 형태가 될 수 없다. 이 불균일성 때문에 어느 부분을 분석하였나에 따라 결과가 달라지게 된다. 두번째 이유는 미세구조를 형성하는 제조공정의 변수가 너무나 많고, 이들은 또 상호작용을 하고 있기 때문이다. 한 예로 높은 온도에서 짧게 소성했을 때와 낮은 온도에서 더 긴 시간을 소성했을 때의 결과가 비슷할 수 있다. 이러한 분석 연구에 의한 한계성은 모든 기술이 수많은 과학 현상의 집합체로서 완전한 과학적 이해와 조절이 불가능하고, 따라서 경험에 의한, 장인(匠人)들의 영감에 의존한, 예술적인 측면을 내포하고 있는 데에 기인한다.

2. 삼각 좌표 조성(triaxial composition) 도자기 소지(body)의 과학 반응

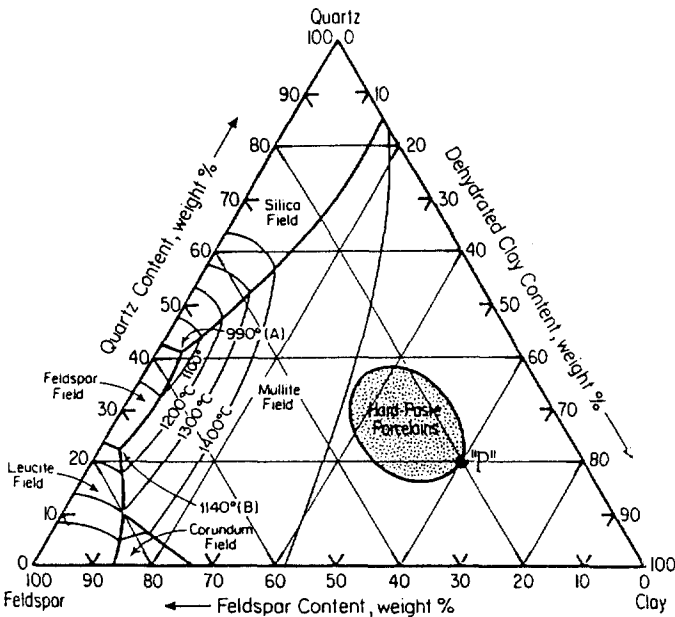
그림 1에서 본 바와 같이 중국과 한국의 도자기는 삼각 좌표 조성의 범위에서 발전하였다. 삼각좌표 조성 혹은 삼성 분계 조성이라고 하는 것은 그림 2(a)가 나타내는 것과 같이 대체로 점토(clay), 규석(quartz), 장석(feldspar)의 세가지 물질로 만들어지는 도자기들을 뜻한다. 삼각 좌표에 의한 도자기 물질들은 전통 도자기 외에도 타일류와 위생 도기 등이 있으며, 이 세가지의 역할을 하는 원료들도 각각 여러 종류가 있다. 표 4는 잘 알려진 삼각 좌표 조성 제품들의 원료 조성들을 보여 주고 있다. 그림 2(b)에서 볼 수 있는 것과 같이, 규석으로 대표되는 충전재(充填材, filler)는 소성 단계에서 온도가 높아질 때 처음에는 반응하지 않고 녹지 않아서 기물의 형태를 유지하고, 온도가 1250°C 정도 이상이 됐을 때는 녹기 시작하지만 규석 액체의 점도는 매우 높아서, 기물의 형태를 유지하는 것이 용이하게 된다. 장석은 용융재(flux)로서 1140°C 정도에서 녹기 시작하며 도자기가 磁化(vitrification)되는 과정에 필요하다. 장석의 양이 증가할수록 낮은 온도에서 소성할 수 있는 장점이 있으나 기물의 성형에 필요한 점력이 떨어지게 된다. 기물의 형태가 복잡하고 까다로우면 점력을 높여야 되므로 더 많은 양의 점토가 필요하게 된다. 그러나 점토의 증가량은 더 높은 소성 온도를 요구하게 되

〈그림 2(a)〉 Triaxial composition에서 각 원료들의 역할



(출처: Allen Dinsdale, *Pottery Science—materials, processes, and products* (Ellis Horwood Limited, 1986), p.46.)

〈그림 2(b)〉 Triaxial composition의 phase diagram



(출처: W.D. Kingery and P.B. Vandiver, *Ceramic Masterpiece—Art, Structure, Technology* (The Free Press, 1986), p. 34.)

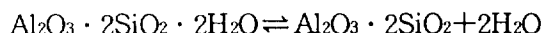
Diagram의 어느 한 점은 세가지 원료의 상대적 양을 나타낸다. “P”라는 점은 점토 60%, 장석 20%의 조성을 나타낸다. 각 등온선은 그 특정한 조성이 모두 녹는 점들을 나타내고 각 부분은 마지막으로 녹는 정결상을 나타낸다.

므로, 도자기 조성의 결정은 서로 다른 성질의 이 세가지 물질을 적절하게 조절하는 타협의 원리로 이루어지게 된다.

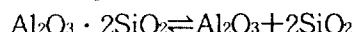
가열되는 동안의 물리적 화학적 변화는 성분조성과 소성 조건에 따라 다르지만 대체로 다음과 같이 여러 단계로 일어난다. 먼저 약 200-250°C가 되면 습기가 거의 모두 제거된다. 불순물로 포함된 유기물질들이 300°C 내지 400°C에서 거의 모두 타서 제거되는데 만약 가열 속도가 너무 커서 모두 타지 못한 상태에서 그동안 진행된 磁化 작용에 의하여 공기로부터 차단되면 높은 온도에서 환원제의 역할을 하게 된다. 이러한 제품들의 내부는 환원된 상태로 검은색으로 남게 된다. 573°C에서 규석결정이 α 에서 β 형태로 바뀌게 되고 이 변화는 가역 변화이므로 식을 때는 다시 α 형태로 된다.

여러 종류의 점토질 원료에서 가장 많이 발견되는 광물은 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 나 $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ 로 나타낼 수 있는 kaolinite이다. 가열에 따른 이 광물의 변화는 다음과 같은 단계를 거치는데 온도 범위는 정확하게 분별되지 않는다.

- 1) 500-550°C: kaolinite에서 물분자가 제거되는 흡열반응이 일어난다.



- 2) 800-900°C: metakaolinite($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)가 분해되고 산화물들은 거의 비결정질 (amorphous) 상태이다.



- 3) 950-1000°C: $r\text{-Al}_2\text{O}_3$ 가 결정화되는 발열 반응이 일어난다.

- 4) 1150-1250°C: mullite($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)가 형성이 되고 규석이 cristobalite구조로 되는 경우도 있다.

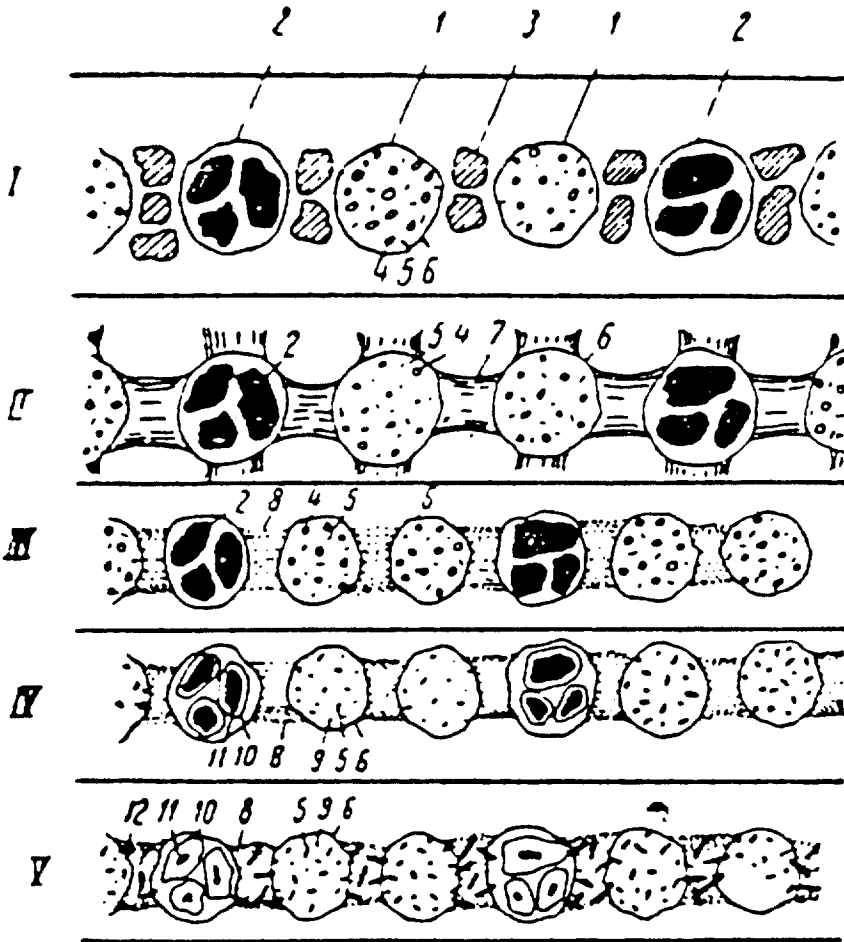


점토질에서 생긴 위의 mullite는 1차(primary) mullite라고 하고 경우에 따라서는 1000°C 정도에서도 생긴다. 그러나 이들은 크기가 작아서 광학 현미경으로 관찰이 되지 않으며 더 높은 온도, 약 1250°C 정도에서 장석이 녹고 磁化되어감에 따라 생기는 2차(secondary) mullite가 훨씬 더 커서 대체로 바늘 모양으로 관찰된다. 유리질에 박혀 있는 이 긴 바늘 모양의 mullite 결정들은 마치 콘크리트에 박혀있는 철근 막대들 같이 요업제품들을 기계적으로 강하게 한다.

1000°C 정도의 고온에서부터 생기는 磁化 과정을 통한 치밀화(densification) 과정이 도자기 소성의 가장 중요한 단계이다. 기공들이 감소하고 치밀화되어감에 따라 기물의 수축이 일어나게 되는데 이 때 액체화되는 정도가 너무 빠르면 형태 자체가 이그러질 수 있기 때문에 소성의 속도가 중요하다. 磁化와 치밀화 과정을 그림 3에 다섯 단계로 나타내었다. 단계 1에서는 위에서 본 kaolinite 반응이 어느 정도 진행된 상태로 kaolinite의 잔류형태 안에 비결정질 SiO_2 와 1차 mullite가 존재하고 있다. 2단계에서는 장석이 녹기 시작하였으나 액체의 점도가 높기 때문에 3단계에서와 같이 어느 정도의 원래 형태가 유지된다. 1250°C 정도에서는 10 micron 이하의 장석 입자들은 모두 녹고 주위의 점토물질들과 반응하여 없어지며, 더 큰 입자들도 점토와 작용하여 유리로 되기 시작한다. 이 때 장석의 Na^+ 와 K^+ 등의 alkali 이온들은 이동성(mobility)이 커서 다른 부분으로 흘러들어 간다. 유리의 표면장력이 주위의 입자들을 모이게 하여 기공을 없애게 된다.

단계 4에서는 규석 주위가 녹기 시작한 것을 볼 수 있다. 잔류 kaolinite의 SiO_2 와 장석이 녹은 것도 볼 수 있다. 온도가 높아짐에 따라 규석이 더 많이 녹아서 1350°C 정도 되면 20 micron 이하의 규석 입자는 모두 없어진다. 단계 5에서는 장석이 녹은 곳에서 secondary

〈그림 3〉 Triaxial composition 소지의 자화와 치밀화 과정



(출처: P.P. Budnikov, translation by Scripta Technica, *The Technology of Ceramics and Refractories* (The M.I.T. Press, 1964), p.505.)

mullite가 생기고 남아있는 규석 주위는 유리질 액체(solution rim)로 되어있는 것을 볼 수 있다. 이 磁化와 치밀화 과정은 비교적 천천히 일어나서 소성이 끝날 때 평형에 도달한 상태가 아니고 변화가 진행되다가 중단되어 바위 같은 형태로 식어서 다섯번째 단계의 미세구조를 지니게 된다. 이렇게 평형에 도달하지 못하고 굳어버린 미세구조의 여러 결정체들과 유리질을 현대 분석장치로 분별할 수 있는 것이다. 이 과정이 늦은 이유는 액체질의 점도가 높아서 확산속도가 느리고 또 여러 상들 사이의 자유에너지 차이가 작기 때문이다. 온도가 높아짐에 따라 액체의 양이 증가하지만 장석이 점토와 작용하므로 액체에 silica의 양이 증가하게 되므로서 높은 점도는 유지되게 된다. 또 1300°C 정도의 높은 온도에서는 규석 자체가 녹기 때문에 silica의 양은 더욱 증가한다. 높은 점도 때문에 磁化 과정이 느리게 되어 삼각 좌표 조성은 도자기의 소성온도 범위가 비교적 넓을 수 있다는 유리한 특징을 가지게 된다. 낮은 온도까지 소성된 도기(earthenware)들에는 비교적 많은 기공들과 녹지 않은 규석들이 있으며 약간의 장석이 남아 있을 수 있고 mullite가 별로 발견되지 않는다. 높은 온도까지 소성된 자기들에서는 장석이 모두 녹았고 기공도가 매우 적으며 磁化가 더 많이 진행되고 mullite도 더 많이 생기게 된다.

3. 유약의 과학반응과 빛과의 상호작용

유약(glaze)은 도자기 소지위에 정착, 유리화되어 외부 물질의 침투를 막는 보호작용을 하는 동시에 장식작용을 하게 된다. 요업 소지개발에 못지않게 유약의 종류도 다양하고 역사적 발전과정도 복잡하다. 중국 경질 백색 자기를 성공적으로 개발한 18세기의 유럽의 도자기 기술은 온갖 종류의 장식 안료와 방법을 개발하는 데 당시 화학자들의 노력이 집중되었다. 유약을 분류하는 조건만도 유약의 성분, 생성된 유약의 광학적 성질, 소지의 종류, 시유 방법과 소성 방법등에 따라 표 5와 같이 15가지로 나눌 수 있다. 원료에 따른 몇 종류의 유약에 대한 소성 온도와 소성 시간을 그림 4에 나타내었다.

중국과 한국 전통 도자기에 주로 사용된 유약은 높은 온도(표 5의 9번)에서 소성하는 장석 종류(그림 4의 feldspathic)이다. 대체로 소지에 사용되는 원료를 같이 사용하는데 소성과정에서 자화가 소지보다 훨씬 더 많이 일어나게 하기 위하여 용제를 더 첨가하였다. 대체로 석회석이나 식물의 재가 첨가되어 Ca가 Na와 K와 더불어 용제 역할을 하였으며 시대와 장소에 따라 칼슘과 알칼리의 비율이 다르게 나타났다.

그림 4에서 보는 것 같이 feldspathic 유약과 유리와의 차이는, 유리공정에서는 높은 온도에서 오랫동안 유지하여 불순물들까지 완전히 녹이고 기포들도 모두 제거하게 되나 유약은 제일 높은 소성온도에서는 잠깐만 머물게 된다는 점이다. 불순물과 기포가 모두 없어지지 않은 채 남아 있을 뿐만 아니라 B과정과 같이 소성 온도의 최고점보다 약간 낮은 곳에서 몇시간 유지시키므로 액체의 일부가 결정화되게 한다. 또한 중국의 爐들은 대체로 용량이 컸기 때문에 열용량이 커서 높은 온도에서부터 식는 시간이 오래 걸렸기 때문에 결정화가 일어나는 것이 용이하였다.

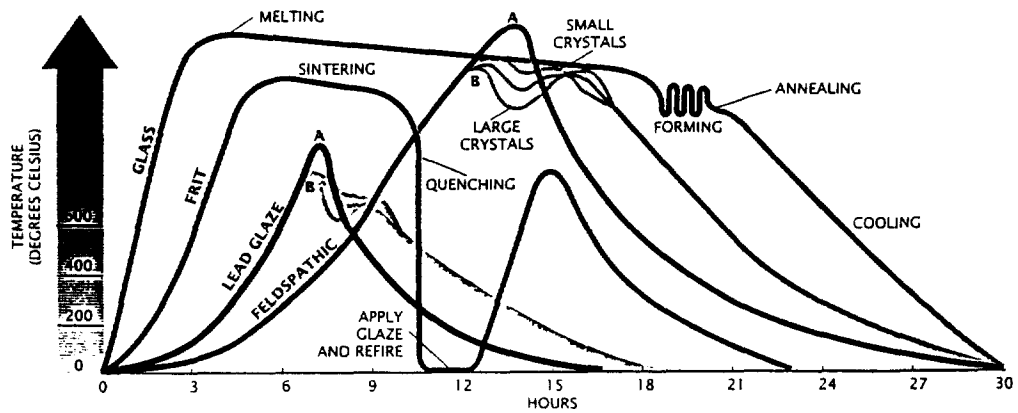
유약속의 기포, 녹지 않은 원료 입자들과 새로 생성된 결정체에 의한 미세구조는 유약의 광학성질을 결정하게 된다. 그림 5에서 볼 수 있는 것과 같이 lead glaze의 경우에는 유리와 같이 표면이 매끄럽고 유약속이 대체로 균일하고 깨끗하기 때문에 입사된 빛이 거의 완전히 반사되어 반짝이게 된다. 결정체가 표면에 노출되어 표면이 울퉁불퉁할 때는 빛이 모두 산란

〈표 4〉 Triaxial composition 원료들의 종류와 그들의 조성 비율

Classification	Earthenware or semi-porcelain	Bone china	Hard porcelain	Sanitary whiteware	Sanitary fireclay	Wall tile	Electrical porcelain
Clay							
Ball clay	25		10	23		22	25
China clay	25	25	40	24		22	25
Fireclay					60		
Flux							
Stone	15	30				15	
Felspar			20	20			25
Filler							
Quartz/flint	35		30	33		41	25
Bone		45					
Grog					40		

(출처: Allen Dinsdale, *Pottery Science—materials, processes, and products* (Ellis Horwood Limited, 1986), p.45.)

〈그림 4〉 유약의 소성 온도와 시간



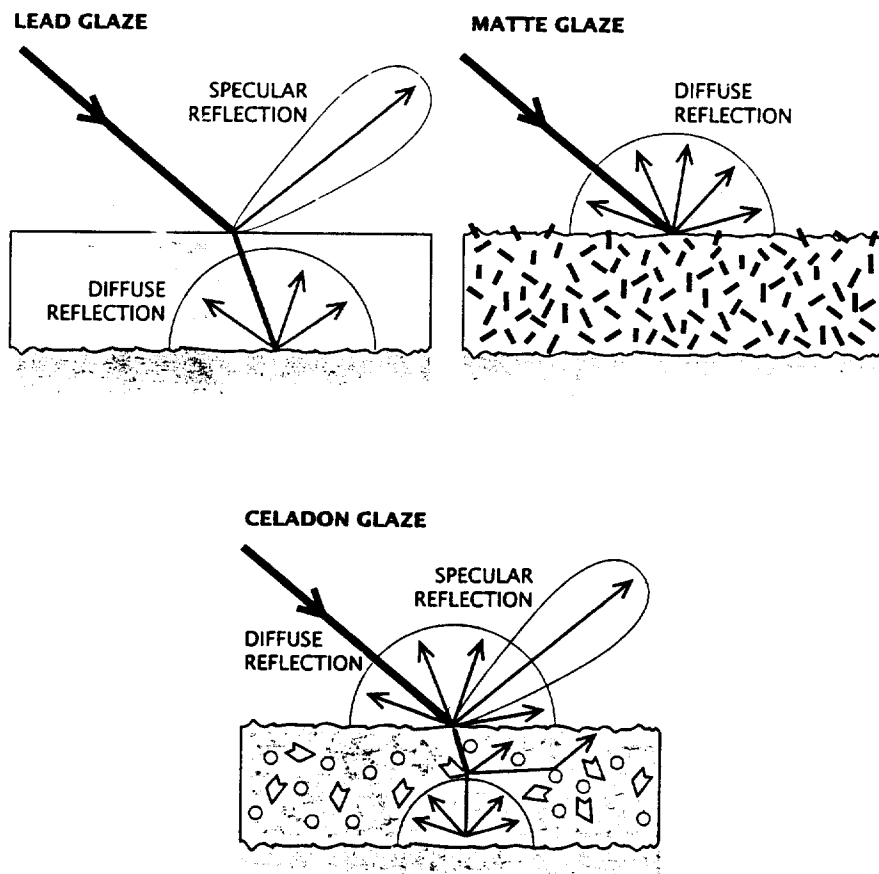
(출처: Pamela B. Vandiver, “Ancient Glazes”, *Scientific American*(1990. 4), 82.)

〈표 5〉 유약을 분류하는 조건들

1. Lead or leadless.
2. Raw or fritted.
3. Once-fired or twice-fired (Once- or twice-fired refers to the substrate: once-fired glazes are applied to clayware and twice-fired glazes are applied to biscuit).
4. Tile, tableware, sanitaryware, electrical porcelain, etc,
5. Hollow-ware or flatware.
6. Earthenware, hard porcelain, bone china, vitreous china, alumina, etc.
7. Dipping, spraying, waterfall, etc.
8. Fast-fire or "conventional" fire.
9. High temperature or low temperature.
10. High expansion or low expansion.
11. Oxidising, neutral or reducing fire compositions.
12. Coloured or colourless.
13. Transparent or opaque.
14. Glossy, matt, vellum or textured, etc.
15. Electrically conducting, scratch-resistant, etc.

(출처: J.R. Taylor and A.C. Bull, *Ceramics Glaze Technology* (Pergamon Press, 1986), p.97.)

〈그림 5〉 유약과 빛과의 상호작용



(출처: Pamela B. Vandiver, "Ancient Glazes", *Scientific American* (1990. 4), 82.)

되어 매끄럽지 않고 탁(matte)하게 보인다. 청자의 유약인 경우에는 표면이 lead와 matte의 중간으로 입사된 빛의 일부는 반사되고 일부는 산란된다. 그리고 빛의 일부는 유약 속으로 들어가서 기포와 다른 결정체 입자들에 의하여 일부 흡수되고 산란되며 또 일부는 유약과 소지의 경계면에 도달하게 된다. 경계면에서 다시 빛은 흡수, 반사, 산란되므로 유약의 광학적 외형은 빛의 이러한 상호작용의 결과로서 나타나게 된다. 따라서 청자의 반투명 상태는 어떤 종류의 입자들과 기포가 얼마만큼 어떤 형태로 존재하느냐에 따라 결정된다. 또한 유약에 어떤 전이 금속이 어떤 산화 형태로 존재하느냐에 따라 색깔이 조절되는데, 청자의 푸른색은 철의 환원된 상태(FeO)에 기인한다.

Ⅲ. 한국 전통 도자기 문화

1. 한국 과학 기술의 전통과 도자기 문화

한국의 전통 도자기, 특히 고려 청자와 조선의 백자는 첨성대, 고려의 활자인쇄, 거북선과 측우기들의 진정한 세계적인 발명들과 더불어 한국 문화의 긍지를 항상 불러 일으켰다. 그러나 이러한 세계적인 발명들이 그렇듯이, 한국 전통 도자의 발전 상황에도 매우 아이러니컬한, 서로 상반되는 특징이 현저하게 나타난다. Gutenberg보다 200여년 앞서 활자인쇄를 성공적으로 사용하여, 인류 전체의 문화 발전에 크나큰 영향을 미칠 수 있는 기회를 눈 앞에 두고도 그 가능성을 실현화시키지 못하고 死葬시켰다는 것이다. 세계적인 거북선의 발명이 임진왜란이 끝나서 다급한 상황이 없어졌을 때 녹슬게 그냥 내버려 두어졌던 사실을 Hulbert는 한국인의 “지적 무관심”(intellectual apathy)이라고 표현하고 있다.¹⁵⁾ 청자와 백자의 한국특유의 아름다움을 창출해냈으면서도, 이 문화유산의 주인공들이었던 도공들은 사회에서 무시당했던 장인들로서 정신적으로나 물질적으로 그들의 기술에 대하여 체계적으로 정리하고 기록할 수 있는 여유가 없었다. 당시의 학자들이 이러한 기술적 활동을 학문적 대상으로 생각하지 않은 그 전통, 아니면 그 지적 무관심이 오늘날까지 계속 이어지는 것이 현실이다. 현재의 경제와 물질적 발달은 임진왜란 때와 같은 다급함을 요구하지만 지나간 도자기 문화의 진정한 이해는 지나간 거북선과 같이 방치해 놓아도 좋은 것으로 생각하는 듯하다.

다행히 1980년대에는 도자기 기술에 대한 역사학적, 미술사적, 예술사적 연구가 주로 한국 학자들에 의하여 많이 이루어지고, 박물관들의 도록들도 여러편 출간되었다.¹⁶⁾ 그러나 이러한 국내에서의 발전은 외국에서의 이해를 넓히는 데는 아직 효과적이지 못하다. 미국, 영국,

15) Homer Beza Hulbert, “Korean Inventions”, *Harper's New Monthly Magazine* 159(1899), 102-108.

16) 1. 權內卓, 「傳統陶磁의 生産과 需要」(嶺南大學校 民族文化研究所, 1980).
2. 金元龍, 「韓國의 美術 1-新羅土器」(열화당, 1981).

프랑스의 서점들에는 동양 도자기의 한 부분으로 다루어진 책들은 가끔있으나¹⁷⁾, 한국 도자기만을 다룬 책은 거의 찾아 볼 수 없다.¹⁸⁾ 중국, 일본, 중동과 동남 아시아의 도자기들에 대한 전문 서적들과 도록들이 많이 진열된 상태와 대조적이다.¹⁹⁾ 박물관의 경우도 그렇다. 일본의 경우를 제외하고는 각 박물관에 한국 청자와 백자에 할애된 공간이 너무도 적다. 프랑스의 경우가 극단적이다. 동양도자기의 박물관이고 연구소인 파리의 Guimet Museum에는 중국 도자기의 종류와 시대별로 진열되어 있다. 바로 이런 박물관에 한국 도자기는 약 30여점 밖에 없고 월남과 중동 도자기가 훨씬 더 큰 공간을 차지하고 있다.

국내에서의 안일한 자부심과 외국 박물관과 서점에서 나타나는 초라한 위치에는 너무나

3. 梨花女子大學校博物館 特別展圖錄, 梨花女子大學校博物館
- (10) 「高麗陶磁」(1981)
- (12) 「扶安柳川里窯, 高麗陶磁」(1983)
- (13) 「粉青沙器(附: 扶安 牛里里窯 出土品)」(1984)
- (14) 「조선 백자 향아리」(1985)
- (16) 「통일 신라 고려 절그릇」(1987)
- (17) 「文房具 100選」(1988).
4. 崔淳雨, 「韓國靑磁陶窯」(韓國精神文化研究院, 1982).
5. 黃種九, 「黃種九 教授 論文集」(1984).
6. 黃種九, 黃種禮, 「現代 高麗 陶磁 作品集」(德聖陶磁社, 昭和60年).
7. 「潮林美術館所藏品選集」(潮林美術館, 1984).
8. 「潮巖美術館名品圖錄」(三星美術文化財團, 1984).
9. 崔淳雨 編著, 「國寶 5, 6—靑磁·土器 I, II—」(藝耕産業社, 1986).
10. 鄭良謨 編著, 「國寶 15, 16—白磁·粉青沙器研究 I, II—」(藝耕産業社, 1986).
11. 姜敬淑, 「粉青沙器研究」(一志社, 1986).
12. 「이화여자대학교 창립 100주년 기념 博物館所藏品目録」(梨花女子大學校博物館, 1986).
13. 尹龍二, 「高麗陶磁의 變遷」, 「潤松文化, 陶藝 VI, 靑磁」(韓國 民族文化研究所, 1986).
14. 李種宜, 金載稅, 朴淳發, 「龍仁 四里 高麗 白磁窯, 發掘調査報告書 I」(潮巖美術館, 1987).
15. 李慶熙, 「韓國陶磁史」(螢雪出版社, 1987).
16. 姜敬淑, 「韓國陶磁史」(一志社, 1989).
17. 「미국박물관소장 한국문화재」(한국국제문화협회, 1989).
18. 「韓國 磁器 發生에 관한 諸問題, 제1회 東垣기념학술대회 발표요지」(1990).
19. 「海剛陶磁美術館陶錄集 제1책」(海剛陶磁美術館, 1990).
20. 池順鐸, 「陶菴池順鐸陶藝集」(美術新聞社, 1990).
21. 鄭良謨, 「韓國의 陶磁器」(文藝出版社, 1991).
- 17) 1. William Bower Honey, *The Ceramic Art of China and Other Countries of the Far East* (Faber and Faber Limited and the Hyperion Press Limited, 1945).
2. Fujio Koyama and John Figgess, *Two Thousand Years of Oriental Ceramics* (Bijustu Shuppan—Sha and Harry N. Abrams Inc.).
- 18) W.B. Honey, *Corean Pottery* (Faber and Faber, 1947).
- 19) 1. G.St. G.M. Gompertz, *Chinese Celadon Wares* (Faber and Faber, 1958).
2. R.L. Hobson, *The Wares of the Ming Dynasty* (Charles E. Tuttle Company, 1962).
3. Mary Tregear, *Song Ceramics* (Thames and Hudson, 1982).
4. Basil Gray, *Sung Porcelain & Stoneware* (Faber and Faber, 1984).
5. Roxanna M. Brown, *The Ceramics of South-East Asia—Their Dating and Identification* (Oxford University Press, 1988).
6. Suzanne G. Valenstein, *A Handbook of Chinese Ceramics* (The Metropolitan Museum of Art, 1989).
7. S.J. Vainker, *Chinese Pottery and Porcelain, From Prehistory to the Present* (George Braziller, Inc, 1991).

큰 차이가 있다. 근래에 외국에서 한국 도자기에 대한 인식이 조금 달라진 측면은 골동품으로서의 가치가 오른 것이다. 그것은 근래의 경제 발달을 나타내주는 좋은 예로써 이들을 찾는 한국과 일본 사람들이 많아졌기 때문이다. 세계 도자기사에서 한국의 상대적 위치를 객관적인 지식과 안목으로 규명하여 외국으로도 알려져 함은 한국의 것을 자랑하는 차원을 넘어서, 세계 도자기 문화의 발전과 기술에 대한 진실한 이해를 위해서 한국인들이 당연히 담당해야 할 의무이다.

2. 한국 도자기의 발전과정과 예술적 특성

7000-8000년 전경 신석기 시대의 빗살무늬토기(櫛目文土器)로부터 시작된 전통 도자기의 생산은 삼국시대에는 이미 1200°C 이상에서 환원 분위기로 구워내는 高度의 수준에 이르렀고, 그 생산량의 정도를 고분에서, 특히 신라와 伽倻고분에서 발견되는 상상을 능가할 만큼의 대량 매장량에서 볼 수 있다. 통일 신라에서는 삼국시대의 副葬用 토기에서 실생활용으로 많이 바뀌며, 삼국시대 때 시작된 토기 표면에 鉛釉系인 綠釉토기와 褐釉토기가 발달된다.²⁰⁾ 이러한 국내 기술을 토대로 고려 청자는 중국 浙江省 越州窯의 청자기술의 많은 영향을 받으며 9세기경에 시작되었다. 越州窯 외에 陝西省 耀州窯, 河南省 汝窯, 河北省 龍泉窯와 江西省 景德鎮窯의 중국청자와 기형, 굽받침과 문양에서 많은 유사성을 나타내는 발전시기를 거쳐서, 12세기 중반에서부터 13세기 초반까지 翡色, 부드러운 곡선과 상감기법의 창안으로 고려 특유의 청자를 완성시키는 절정기를 이루게 된다.²¹⁾ 까다로운 상감장식이 손쉬운 印刑장식으로 바뀌면서 실용성과 기능이 강조된 기형으로 서서히 변형하여 조선초기의 분청사기의 발전으로 계승되었다. 조선의 백자와 청화백자가 다시 중국의 영향을 나타내는 반면 여러종류의 분청사기는 대체로 한국만의 소박성, 자유로움, 멋을 나타내고 있다.²²⁾ 그림 6은 한국과 중국에서 역사적으로 중요하였던 도요지들을 나타낸다.

한국 도자기의 발달이 한편으로는 중국의 영향을 받고 또 한편으로는 일본 도자기 문화에 자극이 되었음은 잘 알려진 사실이다. 이렇게 국내의 기술과 예술적 성향이 중국의 상황과 상호작용하고 일본에 유입되고 변천된 그 배경은 한국 도자기 발전과정의 수많은 변수들을 분별하고 이해하는 것이 매우 어려움을 시사한다. 특히 중국 도자기가 세계 도자기 발전 역사에 차지하는 중요한 위치와 무역품으로 전세계로 펼쳐나간 방대한 규모 때문에 한국 도자기는 마치 중국 도자기의 한가지 변형된 기술 정도로 이해되는 것이 거의 당연시되어 있다. 따라서 한국 도자기 문화의 발전을 깊이있게 이해하기 위해서는 그 발달 과정에 어떠한 특징들이 있으며 중국에 비교하여 어떤 유사성과 다른 점이 있느냐를 검토하는 것이 중요하다. 물론 전문학자들에 의한 세부적인 비교가 이루어져야 하지만 이 논문에서는 거시적인 차이만 관찰함으로써 기술적 연구에 도움이 되도록 한다.

우선 기술적 측면에서 볼 때 翡色과 상감 기법 장식에 의한 고려특유의 아름다운 청자를 말하게 된다. 최고의 청색을 중국에서 秘色이라고 한 반면, 한국에서는 翡色이라고 표현하였는데, 이들의 차이가 과연 어떤 것일까 하는 뒤에서 다시 언급하기로 한다. 반 건조된 도자기 태토를 무늬대로 파내고, 파낸 곳을 alumina가 많이 들어 있는 백토와 철분이 많이 들어 있는

20) 鄭良模, 앞의 책(주 16의 21)

21) 金英媛, “高麗磁器와 中國磁器의 北較研究—高麗時代 純靑磁와 中國陶磁의 北較”, 「고고미술」 171, 172(1986), 73-90.

22) 姜敬淑, 앞의 책(주 16의 16), pp. 268, 340, 350.

〈그림 6〉 한국과 중국의 중요 도요지



(참고 : 1. 「韓國考古學地圖」(韓國考古學 研究會, 1984), pp.167-177.

2. 金炳億, 「陶磁工藝—成形, 釉藥, 燒成」(太學苑, 1983), pp.245-246.

3. Mary Tregear, *Song Ceramics* (Thames and Hudson, 1982), p.8.

붉은 흙으로 메꾸어서 초벌구이하면 하얀색과 검은색으로 발색한다. 이 위에 유약을 시유하여 다시 소성하게 되는데, 이러한 상감기법은 12세기 중엽 인종 말년 부터 의종 초년 경에 시작되어 12세기 후반부터 13세기에는 그릇 전면에 상감이 사용되는 절정기를 이룬다.²³⁾ 가공되는 재료의 일부를 파내고 다른 재료를 삽입하는 착감(錯嵌)내지 상감 기술은 한국에서 여러 형태로 나타났다. 신라 때의 求禮 華嚴寺에서 발견된 石經에 글자를 凹刻하고 그속에 순금을 상감한 예가 있으며 동과 철의 기문에 금과 은, 漆器의 螺鈿상감과 木工상감 등 여러 면으로 사용되었다. 이 방법은 동서양의 어디든지 조금씩 있지만 한국에서와 같이 애호된 예가 없어서 상감은 확실히 한국의 특색이라 할 수 있는데 그 小理와 理由가 어디 있는지가 문제이다.²⁴⁾ 흑상감과 백상감에 의한 학, 구름, 꽃, 버드나무와 오리 등으로 우아하게 장식된 청자의 걸작품들은 그야말로 도자기 예술의 극치를 보여준다.

고려 청자 장식에 또 하나의 독특한 점은 辰砂의 사용이다. 산화동을 환원염에서 소성했을 때 Cu_2O 에 의하여 나타나는 붉은색은 매우 까다롭다. 소성 조건에 따라 여러 색조의 붉은색이 되고 산화되면 CuO 가 되어 녹색(apple green)으로 되기도 하고 모두 휘발되기도 한다. 중국에서는 14세기 초에 약간 사용되고 그후 몇백년 동안 중단되었었다.²⁵⁾ 清代에 와서는 한국에서와 같이 유약 아래 그림장식(underglaze, 釉裏장식)으로 사용되지 않고 단색(mono-chrome) 도자기로서 상 드 뵈프(sang de boeuf, 牛血紅)와 桃花紅(peach-bloom red) 등으로 사용되었다. 고려에서는 12세기 작품에서부터 포도 무늬와 목단 무늬에 사용된 것을 많이 볼 수 있고, 13세기 전반의 江華郡 崔沈墓에서 출토된 국보 133호인 靑磁辰砂蓮花瓢形注子에는 연봉오리 가장자리와 童子, 주전자 입구 등 작품 전체에 진사장식이 대범하게 사용되고 있어서 이장식 방법의 기술이 완전히 확립된 것을 보여주고 있다.²⁶⁾ 조선백자의 진사 장식의 좋은 예들은 국립 박물관에 소장된 18세기의 白磁辰砂葡萄紋壺, 白磁辰砂蓮花紋壺와 白磁辰砂竹紋壺²⁷⁾ 등이며, 靑磁辰砂彩托盞²⁸⁾과 白磁陽刻雙紋辰砂彩四角硯滴²⁹⁾은 유약 밑에 기물 전체를 진사로 입힌 보기 드문 작품들이다.

고려의 상감기법이 더 자유스럽고 손쉬운 印花기법, 박지(剝地)기법, 철화(鐵畵)기법, 귀알기법과 담근(담병)분장기법 등으로 바뀌고 도자기가 대중화되어 출현한 粉靑沙器(粉粧灰靑沙器의 준말)는 한국 고유의 또다른 독특한 도자기 업적을 나타낸다. 고려말 14세기에 시작되어 전국에 골고루 분포되어 국가의 규제없이 약 200여년 동안 제작된 분청사기는 한국인의 진정한 민예품으로서 그 장식과 기형의 종류가 다양하고 자유분방한 멋으로서 대표된다. 중국 북방계 도자기의 중심지였던 河北省의 磁州窯에서도 분청사기의 일부 종류와 비슷한 장식과 기형이 생산되어서 분청사기에 미친 자주요의 영향이 거론되기도 한다. 그러나 영향을 직접 받지는 않았다는 전문가들의 견해는³⁰⁾ 자주요의 날카로운 장식 무늬와 딱딱한 분위기가 한국의 분청사기와 다른 것을 뒷받침해 준다.

高裕燮은 분청사기의 미적 분위기를 “組荒, 迫力, 氣宇, 活達하며 불완전하고 ‘데카당’하

23) 같은 책, pp. 139, 141, 148.

24) 高裕燮, “高麗陶磁과 李朝陶磁,” 「韓國美術史及美學論文」(通文館, 1963), pp. 11.

25) Nigel Wood, 앞의 책, (주 11의 1).

26) 崔淳雨, 앞의 책(주 16의 9), 도록 90.

27) 鄭良模, 앞의 책(주 16의 10), 도록 80, 82, 84.

28) 崔淳雨, 앞의 책(주 16의 9), 도록 95.

29) 鄭良模, 앞의 책(주 16의 10), 도록 85.

30) 姜敬淑, 앞의 책(주 16의 16), p.266.

다”고 표현하고, 불완전한 데서 완전을 찾고 활달한 데서 박력을 얻고자 하는 禪에서 분청사기가 茶碗으로서 보물 같이 취급되고 있는 까닭을 밝히고 있다. 동양에서 일찌기 禪道와 茶道에 가장 중요하였던 도자기는 그 평가기준 자체가 차를 담았을 때 發色의 조화가 어떠한 것이었다.³¹⁾ 이러한 茶味에 의한 禪味는 한국에서는 없어졌지만 일본에서는 아직도 중요하게 남아 있으며, 15세기와 16세기에 생산된 분청사기를 미시마(三島), 연질의 초기백자를 이토(井戸), 그리고 남부 해안지방의 하질의 사발을 고모가이(熊川)라고 하여 國寶와 家寶로 내려오고 있다.³²⁾ 이들의 대부분은 분청사기 중에서도 거칠기가 아주 심하여 한국 내에는 당시의 가난한 농부들도 밥그릇으로 사용하기를 꺼렸을 것이고, 일본이 아니었으면 그 생산의 흔적이 지금은 완전히 사라졌을 것이다.³³⁾

분청사기의 미적 매력은 다른 종류의 한국 도자기들과 더 나아가서 한국 미술 전체를 대표하는 특징들에서 공통점을 찾을 수 있다. 나라의 독립을 잃은 상태로 현대화 물결에서 새로와진 한국인들의 뿌리 의식을 찾아 노력하였던 고유섭은 한국 미술의 특색을 다음과 같이 표현하였고, 그 많은 예를 도자기 문화에서 보았다.³⁴⁾

조선의 미술은 民藝의이어서 信仰과 生活이 미술에서 분리되어 있지 않았다. 商品化된 미술이 아니므로 精緻한 맛과 정돈 맛이 부족하나 質朴하고 鈍厚하고 순진하다. 따라서 서양과, 또 어느 정도 중국에서와 같이, 미술에 個性的의 요소들과 天才主義가 없고 ‘無技巧의 技巧’와 ‘무계획의 계획’으로 작품이 이루어진다. ‘技巧적 技巧’와 ‘計劃의 計劃’은 具象的 생활에서 의식적으로 구별되고 추상되고 自覺되어, 獨自性, 自律性과 科學性을 갖게 되고 다시 具象的 생활로 합해지고 調和되는 것을 理想으로 한다. 한국의 ‘무기교의 기교’와 ‘무계획의 계획’은 생활과 분리되고 分化되기 이전의 것으로 구체적 생활 그 자체가 樣式化되어 나오므로 생활과의 合調가 처음부터 문제되지 않는다.

이런 차이를 동양과 서양의 陶磁 문화에서 보면, 東洋도자는 應用 藝術品으로서의 예술성을 갖고 西洋도자는 純粹 藝術品으로서의 예술성을 갖고 있다. 서양의 도자기는 내실의 장식용으로 그 위에 그려진 繪畫, 또는 彫刻이 중요하나 동양도자는 처음부터 생활용품으로 발전하였다. 서양에서는 功用과 虛用을 분리하였으나 동양에서는 功用을 중심으로 발전하여 끝에는 虛用의 정도에까지 발전하였다. 따라서 동양도자는 生의 歷史를 들여다 보려는 心理로써 보아야 하고 평가기준은 人生觀이 된다.

한국의 ‘무기교의 기교’와 ‘무계획의 계획’에 따른 미술은 整齊性이 부족하고, 非均齊性(asymmetry)과 無關心性으로 나타내게 된다. 이러한 요소들의 결과는 寂寥와 明朗의 矛盾과 작은 맛과 큰 맛이 한꺼번에 느껴지는 모순으로 나타난다. 비정제성과 비균제성은 도자기에서 器物의 형태가 圓形的 完形을 갖지 않고 대체로 왜곡된 跛刑을 이루고 있는 것에서 볼 수 있다. 完刑이 아닌 歪曲된 破형으로서의 형태는 음악적 律動性과 線的인 성격을 띄게 되면서 가늘고 약한 분위기가(纖弱美) 優雅한 모습으로 나타난다. 이러한 분위기는 도자기 유

31) 1. 高裕燮, “高麗陶磁과 李朝陶磁”, 「韓國美術史及美學論文」(通文館, 1963).

2. 高裕燮, “高麗陶磁”, 「韓國美術文化史 論叢」(通文館, 1966).

32) 1. 林屋晴三, 「陶器全集 18, 高麗茶碗」(平凡社, 昭和 43).

2. 權內卓, 앞의 책(16의 1), p.31.

33) Jon Carter Covell and Alan Covell, *The World of Korean Ceramics* (Si-sa-yong-o-sa, 1986), pp. 84-86.

34) 1. 高裕燮, “朝鮮古代美術의 特色과 그 傳承問題”, 「韓國美術史及美術論文」(通文館, 1963).

2. 高裕燮, 앞의 글(주 31의 2), pp. 217-218.

약 색채의 단조로움과 더불어 적료한 성격으로 비치게 된다. 그러나 이 상태는 思想的으로 철저하게 깊이있게 연장되지 못하고 어느 정도에서 諦觀의 輪廻를 하게 된다. 끈기와 고집이 부족하여 虛無, 功無, 運命의 관념이 이루어져서 弄調로서의 ‘유모어’가 나오는 것이다. 형태의 不完全과 선율적 특성도 이 ‘유모어’의 성립을 돕게 되어, 적료한 유모어를 통하여 ‘어른 같은 아해’의 모순된 성격을 내고 있다.

한국 미술의 ‘무관심성’은 흔히 건축의 木材 사용에서 볼 수 있다. 목재의 자연적 屈曲을 整理하지 않고 그대로 사용한 것은 自然에 대한 強壓이 아니고 順應의 자세이며, 細部에 치밀하지 못하는 결과를 낳게 된다. 그러나 이 세부에 치밀하지 못함은 움직이고 있는 것으로서의 치밀치 못한 生動性을 느끼게 하고 구수한 큰 맛을 보게 한다. 중국의 미술이 웅장한 健實味가 있으나 이 구수한 맛이 없다. 한국의 것은 端雅한 측면의 작은 맛과 無關心, 諦念에 의한 疎大와 破調로서의 큰 맛이 어우러져 있다. 이 작은 맛은 자연적 지리적 결과이고 큰 맛은 生活力의 鈍質한 곳에서 나온다.

한국 도자기의 미적 요소들을 한국 미술 전체의 특색과 더불어 관찰한 또 하나의 학자는 일본의 민예 연구가 야나기 무네요시(柳宗悅)로서 그는 고유섭과는 다른 입장에서, 한국인들의 아픔과 그들의 민족예술의 아름다움을 깊이 이해하고, 그 특색들의 배경 원인들을 지리적 환경과 역사에서 찾아 중국과 일본과 다음과 같이 비교하였다.³⁵⁾ 예술의 구성, 혹은 미의 요소를 일반적으로 형태, 빛깔, 선으로 나타내는데 한국의 예술에서는 선이, 중국은 형태가, 일본은 색채가 가장 중요하다. 예술은 민족의 마음의 표현이며, 그 나라의 자연에 의하여 방향이 정해지고 역사에 의하여 경로가 주어진다. 중국은 거대한 대륙으로서 茫大한 강, 높이 솟아오른 산과 무한한 들판으로 이루어져 있다. 그리고 기후는 엄청나게 덥고 엄청나게 춥다. 이러한 커다란 힘들에 의한 자연 환경 속의 모든 것은 자극이 많고 무겁고 날카롭다. 자연 그 자신이 약한 것의 존재를 허용하지 않는다. 사람은 肥滿하고 동물은 끈기가 강하고 음식은 기름기가 있고 음악은 찢어지는 것 같다. 여기에서 예술은 강한 것과 힘을 나타낼 수 있는 안정한, 굳건한 형태의 요소로써 형성된다. 섬나라 일본은 맑은 강, 푸른 언덕, 온화한 기후, 습기찬 공기와 부드러운 흙이 낙원의 생활 여건을 이루고 있다. 바다에 의하여 외부의 침략이 막아져서 “아름다움과 즐거움과 상냥스러움이 그들의 마음에 넘치고 있다.” 이러한 환경에서 색채에 의한 예술 형성은 거의 당연하다.

중국과 일본 두 나라 사이 半島의 나라 한국은 한쪽으로는 힘찬 강한 대륙에, 한쪽으로는 따뜻한 빛의 바다에 연결되어 있다. “마음은 자유를 바라 大海에 나가려고 하면서 몸은 대륙에 굳게 맺어지고 있다.” 역사는 끊임없는 외래의 침략과 압박으로 오래 계속되는 평화를 누릴 수가 없었다. “그리하여 마음은 산란하다. 고통이나 쓸쓸함이 몸에 두루 스미고 있다. 지상의 희망은 그들에게 희박하게 있었다. 무슨 일인가를 꿈꾸고 무슨 일인가에 그리움을 갖고 고민을 안으로 감추고 있다. 동요와 불안과 고민과 비애가 그들이 사는 세계였었다.” 이들의 예술은 선으로써, 쓸쓸하고 동요되는 마음, 무언가를 그리워하는 美感을 나타내고 있다. 선은 가늘고 긴 성질로서 특징지워질 수 있다. 선이 두터우면 형태에 가까워지고, 가는 선이란 또한 긴 것을 말할 것이다. 긴 것은 직선이 아니라 곡선이다. 형태에 강한 면이 있다면, 선에는 쓸쓸함이, 특히 곡선에는 바람에 쓸리는 모습, 불안정한 동요하는 마음이 있다. 예술만이

35) 야나기 무네요시 著(朴在森 譯), 「韓國과 그 藝術」(韓民文庫社, 1969) (원본발행; 1922, 재판발행; 1954).

야나기는 이 곡선의 흐름을 도자기에서 현저하게 보고 있다. 아주 길고 가는 술병의 목에서, 평평한 형태를 취한 대접 언저리의 조용한 곡선과 작은 굽에서, 그리고 폭넓은 한국 항아리의 허리에서 발에 걸친 가는 모습에서 보고 있다. 고유섭은 도자기의 歪曲된 破形에서 조선의 예술이 線的이라는 야나기의 정의를 시인하고 있다. 이러한 맥락에서 왜 雲鶴과 柳陰水禽이 가장 즐겨 사용되었던 무늬였는가를 이해할 수가 있다. 많은 종류의 새 중에서 키 크고 다리가 길고, 가는 날개의 학, 한 없이 넓은 하늘 가운데 조각이 되어 뜨는 쓸쓸한 구름, 수많은 나무 중에서 길고 가는 버들가지, 그 나무 밑에 흐르는 선의 물, 한시도 발로 대지를 밟지 않고 물의 흐름 사이사이에 뜨는 물새들을 쓸쓸하고 적막한 선의 아름다움을 자아내기에 충분하다. 또한 울긋불긋한 어떠한 강한 색채도 한국 도자기에서 찾아 볼 수가 없다. 모두가 가라앉은 색들이며 이들 유약의 발색은 거의 모두가 還元焰에서 이루어졌다. 환원염이란 산소가 모자라서 연기가 많고 그을리는 불꽃이다. 산소가 충분하여 끝까지 타는 불꽃인 酸化焰은 일본에서 많이 사용되었다. 연한 물빛 유약 속에 상감무늬가 감추어져 있는 도자기들의 미는 내적이며 침묵적이다.

위와 같은 특색들 때문에 근래에 도자기 애호가들 사이에서는 한국 도자기를 중국 도자기들보다 더 좋아하는 경향이 생기고 있다. 자신이 도예가이며 도자기에 대한 과학기술적 연구에 많은 공헌을 하고 있는 영국의 Nigel Wood는 한국 도자기는 중국의 것들보다 예술적으로 훨씬 높은 수준이라고 평가하고 있다. 거기에서 'vitality', 'energy', 'vigor', 'spontaneity'와 'quality'를 느낄 수 있으며, 일본 도예가들이 이러한 도자기들은 만들지 못하였지만 높은 예술성을 감지하는 데는 으뜸이어서 한국의 도자기를 그토록 애호하였다고 말하고 있다.³⁶⁾ Covell의 다음 표현들은 고유섭이 말하는 자연적인 소박함, 생동력, 유모어 등을 연상시킨다.³⁷⁾

Today some rank them(Korean ceramic traditions) higher than China because of Korean ceramists resistance to artificiality. ... Throughout all this time span of ceramic creation in Korea--and it can be traced back seven millennia--the shapes disclose a closeness to the environment, a nature-oriented, humanistic tradition. ... Man on the peninsula related to his surroundings, including their limitations of his medium of clay, rather than insisting on a absolute mastery over it. ... Korean fluid curve of form ... The Korean imagination is linked to a playful use of folklore ... During Koryo there was not the demand for similarity, for mechanical perfection, for meticulous repetition, that workers at Chinese pottery centers felt. ... Celadon glazes on Koryo pieces usually, are thinner than those in China, perhaps because the artisan wished the natural clay surface not to be totally obscured. The application of glaze was generally more casual.

뒤에 Adams는 한국 도자기에 감추어진 內的 沈默의 味를 신비스러운 성질, 조용히 앉아서 조용히 발견되기를 기다리는 성질이라고 표현하였다. 솔직함, 활력, 장난스러움에 가까운 자연스러움 등의 스쳐 지나가는 성질들은 일찍부터 일본 茶道家들을 매혹시켰다고 다음과 같이 말하고 있다.³⁸⁾

36) Nigel Wood, 필자와의 개인 대화(1991. 7. 23).

37) Covell and Covell, 앞의 책(주 33), pp.9, 54.

38) Edward B. Adams, *Korean Pottery Heritage Vol 1*(Samhwa Printing Co, Ltd, 1986), pp.6, 21-22.

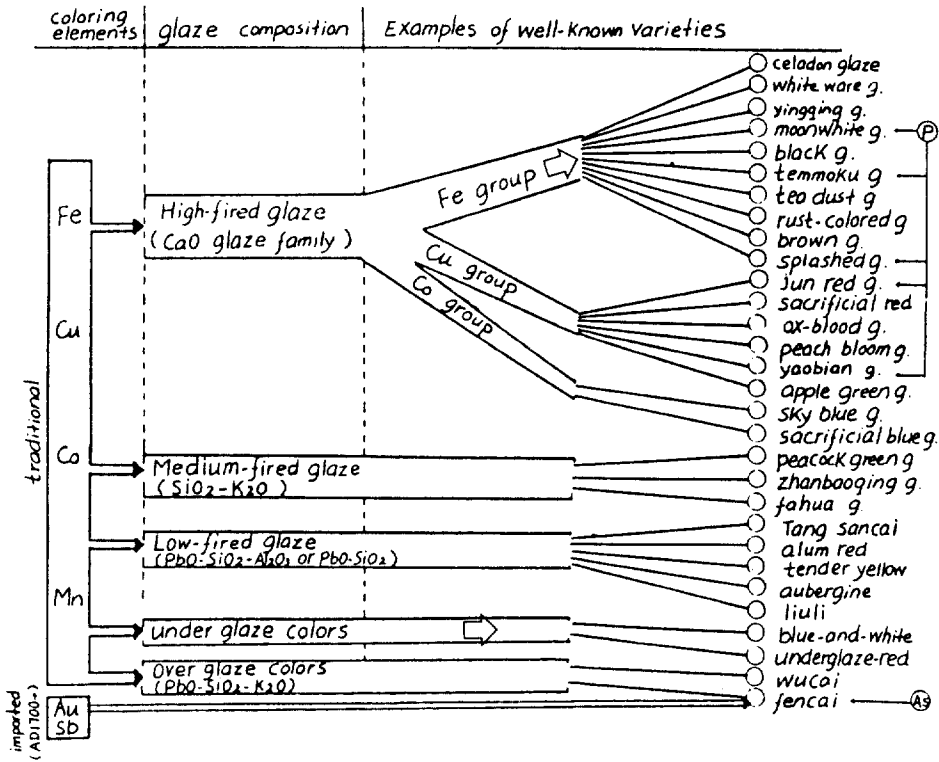
This growing appreciation for Korea's ceramic arts over the last two decades has resulted in a recognition of a mystic quality that has become distinctly Korean. This subtle difference is portrayed by the fact that Korean potters were obliged to rely more upon the beauty of earthy forms than upon costly decorative materials. However, certain periods of social stability were marked by pottery examples that exemplify and refinement, though the Koreans, unlike the Chinese, never cultivated a taste for the grandiose or imported luxuries. ... they have over the centuries maintained a basic characteristic love for nature, the mountainous outdoors and the land that gives them life. ... This strength of expression in contour lines of profile forms rather than brilliance is an honest portrayal of the potters' creativity that has been keenly admired by both Japanese and Chinese connoisseurs of ceramics. ... Korean ceramics sit quietly and wait to be recognized in a silent sort of way, not demanding attention with brilliant designs as in Chinese ceramics or in a lesser degree from Japanese wares. ... They lack artificiality but are ingenious to the point of playfulness ... straightforward, sturdy and unassuming. These are the fleeting qualities, which intrigued the great Japanese tea masters of the seventeenth century and established a fundamental style of distinction between Korean ceramics and those of Japan and China. ... this singular appeal of pottery made without pretention. ... This casual and natural quality, which so typifies the Korean ceramic industry, is present throughout the entire spectrum of history from the Three Kingdoms period through the Yi Dynasty. Korea's finest examples of pottery still demonstrate this divergence by slight irregularities and by the spontaneity of the impression it creates.

중국의 화려한 唐三彩, overglaze 유약으로 호화롭게 장식된 경질자기들과 가지각색의 單色자기들이 관람자들의 관심을 강요할 때 한국 도자기는 조용한 멋으로서 관심을 기다리는 듯하다. 이러한 차이는 청자에서도 어느 정도 나타난다. 중국의 청자에서 있는 것 모두를 보는 듯한 느낌을 받는 한편, 한국 청자에서는 은은함, 도자기의 태도가 보일듯 말듯한 데서 그 억함과 어떤 깊이를 느끼는 듯하다. 이러한 차이의 느낌을 정양모는 “우리 청자의 비색이 山谷을 흐르는 맑은 물이나 모시밭이라면, 중국 청자는 깊은 웅덩이의 물이거나 비단밭과 같아서 장막을 드리운 것과 같다”고 표현하고 있다.³⁹⁾ 이런 차이를 중국 秘色과 한국 翳色の 색조 차이로 나타낼 수 있을 것이다.

위에 표현된 한국 도자기의 예술적 특질을 과학기술적 측면에서도 어느 정도 볼 수 있다. 진사발색과 같이 까다로운 소성을 일찍부터 계속 사용한 기술세계에서, 왜 화려한 색이 있는 유약이나 장식 방법을 전혀 개발하지 않았나 하는 것이 기술 측면에서 중요한 문제가 된다. 신라토기, 청자, 백자, 분청사기 모두가 회색, 회청색, 회갈색, 검은색 등으로 색채가 거의 없는 가라앉은 색이다. 백자의 하얀색도 중국의 백색 경질도자기 같이 밝고 맑은 하얀색이 아니고 회색이 감도는 회백색인 경우가 많다. 중국 도자기의 다양한 종류와 비교하여 볼 때 한국 도자기의 색깔 결핍은 더욱 현저하게 나타난다. 그림 7에서 이 현황을 뚜렷하게 볼 수 있다. 유약아래(underglaze)와 유약위(overglaze)의 여러 장식방법 등에 따라 철(Fe), 구리(Cu), 코발트(Co)와 망간(Mn)의 색 유발물질들을 여러 범위의 온도에서 소성시킬 수 있는 여러 종류의 유약들과 같이 사용함으로써, 크게 분류하여 이 그림에 나타난 30종류의 도자기를 중국에서는 개발 제작하였다. 그러나 한국에서는 높은 온도에서 소성할 수 있는 석회질(CaO) 유약이 거의 유일하게 사용되었고, 또 여기에 사용된 발색제도 거의 철 뿐이었다. 철,

39) 鄭良模, 앞의 책(주 16의 21), p.203.

〈그림 7〉 중국 도자기 유약과 장식 색채의 종류



(출처: Zhang Fukang "The Development of Ancient Chinese Glazes and Decorative Ceramic Colors", *Scientific and Technological Insights on Ancient Chinese Pottery and Porcelain* (Beijing, 1986), p.53.)

* 화살표는 필자가 삽입

구리와 코발트가 유약아래 그림 그리는 데 원료로 사용되었고, 화려한 장식을 할 수 있게 한 overglaze 기술은 한국에서는 결코 발달하지 않았었다(한국에서 발전하였던 종류를 그림에 화살표로 표시하였다). 왜 낮은 온도에서 소성되는 鉛釉에 기초를 둔 唐三彩의 많은 종류들, 인이 함유된 청자와 비슷한 유약을 사용한 河南省 臨汝縣 부근과 禹縣 부근의 鈞窯에서 제작된 회귀한 질감과 문양의 도자기들, 明代 때부터 지금까지 수출이 주목적이었던 장식의 硬質 磁器 예술품과 생활도자기들, 가지각색의 單色釉 등은 한국에서는 전혀 발달시키지 않고 토기, 청자, 분청과 백자의 테두리 안에서만 변형과 발전을 모색하였던가? 원료와 기술의 제한들이었는지, 아니면 야네기 무네요시가 지적하는 대로 한국의 지리적 역사적 여건에 따른 쓸쓸함에 젖은 의식적인 선택의 결과이었던지, 또는 도공들의 사회적 위치와 국가의 경제적 발달과 외교관계에 따른 것인지 등을 분석 규명하는 것이 과학기술적 연구의 중요한 과제일 것이다.

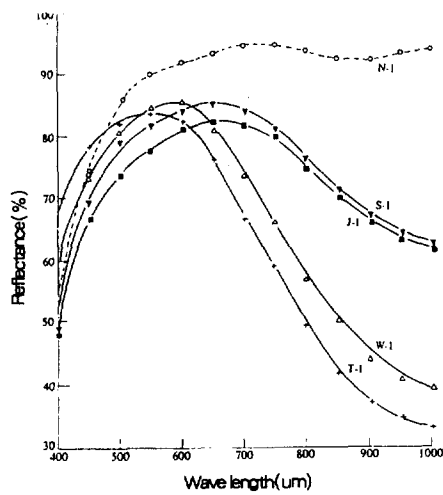
중국과 한국 도자기의 색조 차이를 또 도자기의 반사도 측정에서 볼 수 있다. 그림 8에는 백자의 반사도를 나타냈는데 (a)는 중국 定窯에서 제작된 백자의 반사도이고 (b)는 한국 경기도 광주의 여러 요에서 제작되었던 백자의 반사도이다. 중국에서는 환원염(T-1, W-1)과 산화염(J-1, S-1)이 사용되었지만 한국에서는 환원염만 사용되었으며, 한국의 백자는 대체로 반사도가 중국의 것보다 훨씬 낮다. 한국 청자의 경우도 중국 청자들과 비교했을 때 반사도가 낮은 것을 그림 9에서 볼 수 있다. 9(a)에는 여러 종류의 중국 청자의 반사도, 9(b)에는 한국에서 靑色으로 간주된 도편들의 반사도를 나타냈다. 靑色이 중국청자의 색들과 특히 秘色이라고 표현된 색과의 차이를 이런 반사도에 의한 차이로 볼 수 있고, 이러한 차이가 어떠한 미세구조의 차이에 의한 것인가, 공정의 어떠한 변수들이 이러한 미세구조를 나타내게 했는지가 한국과 중국 도자기에 대한 과학기술적 연구의 핵심과제이다.

IV. 한국도자기 기술에 대한 문헌

도자기 기술에 대한 문헌이 드문 것은 동서양의 어느 곳에서도 마찬가지다. 복잡한 공정의 이 기술은 다른 산업기술들과 마찬가지로 이익을 추구하는 기술보유자들의 비밀로 취급되었었기 때문이다. 그러나 한국과 같이 극단적인 경우는 드물 것이다. 비밀로 취급된 이유도 있겠지만, 더 기본적인 원인은 기술 자체가 중요시되지 않은 사회에서 관심의 대상이 될 수 없었기 때문이다. 개인의 사회적 진출이 완전히 차단된 상태에서 체념을 통한 자연에만 의지하며 호소하고 닛을 달랜 도공들의 생활 속에서 문헌기록으로써 자신들의 기술을 전수시키고 발전시킨다는 발상 자체가 불가능한 일이었다.

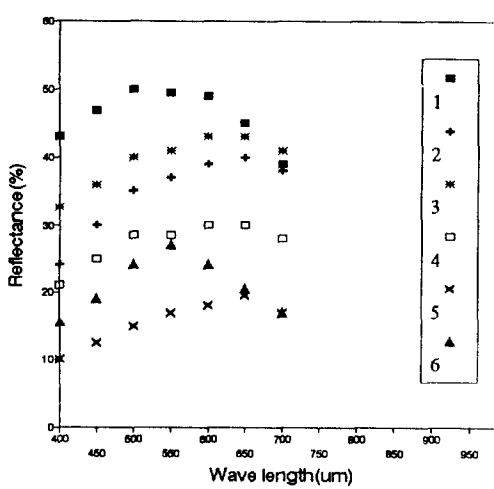
따라서 토기와 청자에 대한 기술 기록은 거의 찾아볼 수가 없으며 조선시대의 백자기술에 관련된 문헌도 극히 드물다. 토기, 청자와 백자의 원료와 공정에는 세부적인 차이가 있지만 도자기 기술의 보수적인 경향 때문에 그 차이의 폭이 작아서 조선시대의 기록에서만도 한국 도자기 기술의 전체에 대한 실마리들을 볼 수 있을 것이다. 원료에 대한 기록들이 실록과 「承政院日記」에 나와 있다. 청화백자의 수요가 증가함에 따라 장식에 사용된 코발트 안료 回回靑을 세조 때에 국내에서 찾으려고 노력하였다. 세조 9년(1464)과 10년(1465)에 전라도 敬差官 丘致山同과 경상도 경차관 柳援 등이 康津에서 회회청과 靑鐵, 密陽府, 義城縣과 전라도 順千府 등에서 回回靑과 비슷한 돌(回回靑相似石), 蔚山府에서 深重靑, 土靑, 三靑 등을 채

〈그림 8(a)〉 중국 定窯에서 제작된 백자들의 반사도



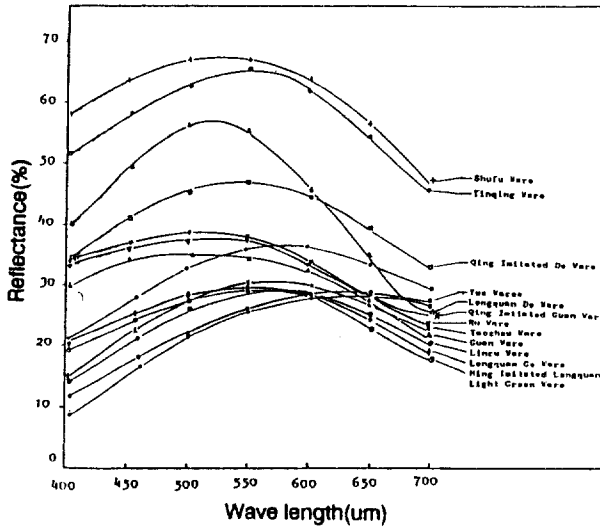
(출처: Li Guozhen and Guo-Yenyi, “An Investigation of Ding White Porcelain of Successive Dynasties”, *Scientific and Technological Insights on Ancient Chinese Pottery and Porcelain* (Beijing, 1986), p.137.)

〈그림 8(b)〉 조선 시대 백자도편의 반사도



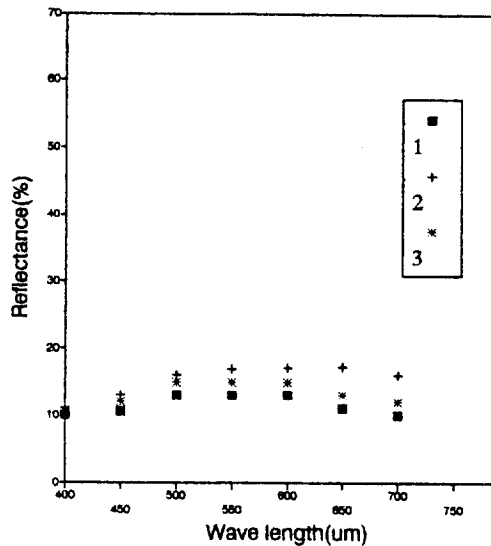
- 1. 京畿道 廣州郡 草目面 武甲里 白磁 窯址
- 2. 京畿道 廣州郡 退村面 觀音里 4號 窯址
- 3. 京畿道 廣州郡 都尺面 官坪里 白磁 窯址
- 4. 京畿道 廣州郡 退村面 斗山里 9號 窯址
- 5. 京畿道 廣州郡 都尺面 新垆里 白磁 窯址
- 6. 京畿道 廣州郡 退村面 斗山里 4號 白磁 象嵌 窯址

〈그림 9(a)〉 중국 청자들의 반사도



(출처: Li Guozhen and Gao Lingxiang, "Development of Chinese Celadon and Its Influences.", *Ceramics and Civilization, Vol III* (The American Ceramic Society Inc., 1986), p.148.)

〈그림 9(b)〉 翡色 도편의 반사도



1. 全羅南道 康津郡 大口面 沙堂里 出土
2. 全羅北道 夫安郡 保安面 柳川里 出土
3. 全羅北道 夫安郡 保安面 柳川里 出土

취하여 바쳤다. 또 睿宗 원년(1469)에 康津縣에서 회회청과 비슷한 沙土도 시험해 올리도록 하였고, 채색을 구해 올리는 邑人에게 계급을 올리기도 하고 포 50필 등의 상을 주기도 하였다.

40)

백자의 소지로 사용한 점토에 관한 기록들이 孝宗, 顯宗, 肅宗, 英祖 시대에 다음과 같이 나온다.⁴¹⁾ 효종 4년(1653)에 원주에서 백토를 운반해 오고 효종 10년(1659)에는 충청도 瑞山에서 450명이 굴취하여 사용하였는데 다음해에는 원주와 서산토가 깨끗하지가 않아 경주 백점토를 사용한다고 하였다. 숙종대는 평안도 宣川, 진주, 양구, 경주의 백토를 사용하였고, 숙종 23년(1697)에는 진주토의 土脈이 거의 끝나 충주와 陰城에서 굴취하기도 하였다. 숙종 35년(1709)에는 양구토의 坑穴이 깊어서 절벽이 무너지고 役夫가 압사되는 일이 일어났다. 또한 숙종 39년(1713)에는 昆陽 水乙土의 토맥도 다 끝나서 加平에서 흙을 조달하고 있다. 이렇게 제기와 특수자기 제조의 원료에 관심을 갖은 결과는 17세기의 후반부터 백자의 유색이 맑고 깨끗해져서 회백자로부터 하얗고 깨끗한 백자로 이행되고 있다.⁴²⁾ 19세기 후반에 사용되었던 백토는 양구, 낭천, 춘천, 인제, 홍천 등지에서 왔으며, 또 분원이 있었던 광주에서 반 정도가 조달되었다. 일년에 분원에서 사용한 백토는 모두 2095석이었는데 그 중에 1400석이 광주에서 굴취되어 선박으로 운반해 왔다.⁴³⁾

가마 구조에 관한 기록도 몇 편 있다. 한국에서는 거의 항상 오름가마(登窯)가 사용되었는데 成宗 24년(1493)에는 立釜와 臥釜를 만들었다는 이례적인 기록이 있다.⁴⁴⁾ 당시 司饗院 提調였던 柳子光이 입부와 와부를 만들고 와서 보고하는 내용이다. “와부는 불꽃이 가마안에서 서리어(橫亂) 사기가 이그러지기가 쉬운데, 입부는 불꽃이 곧장 위로 올라가서 그릇이 모두 반듯이 구워진다. 吳愼孫을 통해 중국에서는 입부로 굽는 방법을 들었는데 이는 매우 합당하다. 입부를 만들려면 이천 점토를 써야 하므로 부근 관청을 시켜서 사기소에 흙을 운반하도록 해주어서 시험하게 해 달라고 하여 이것이 허락되었다.” 입부와 와부의 가마구조와 내력이 자세히 없어서 와부는 전통적으로 사용되었던 오름가마이고 입부는 중국 북방지방 황하

40) 1. 「世祖實錄」卷30, 世祖 9年 5月 壬子條.

2. 「世祖實錄」卷31, 世祖 9年 閏7月 庚申條.

3. 「世祖實錄」卷34, 世祖 10年 8月 戊子條.

4. 「世祖實錄」卷34, 世祖 10年 9月 癸亥條.

5. 「睿宗實錄」卷8, 睿宗 元年 10月 乙卯條.

이 참고문헌들의 원본 내용은 姜敬淑, 앞의 책(주 16의 16), pp.367-368에 발췌 정리되어 있음

41) 1. 「承政院日記」第129冊, 孝宗 4年 11月 30日 條.

2. 「承政院日記」第155冊, 孝宗 10年 3月 13日 條.

3. 「承政院日記」第162冊, 縣宗 元年 6月 13日 條.

4. 「承政院日記」第220冊, 縣宗 11年 8月 11日 條.

5. 「承政院日記」第292冊, 肅宗 8年 8月 9日 條.

6. 「承政院日記」第331冊, 肅宗 14年 9月 3日 條.

7. 「承政院日記」第372冊, 肅宗 23年 7月 26日 條.

8. 「肅宗實錄」卷47, 肅宗 35年 正月 甲戌條.

9. 「備邊司謄錄」第60冊, 肅宗 36年 3月 22日 條.

10. 「肅宗實錄」卷55, 肅宗 40年 8月 壬辰條.

11. 「承政院日記」第480冊, 肅宗 39年 8月 4日 條.

이 참고문헌들의 원본 내용은 姜敬淑, 앞의 책(주 16의 16), pp.428-431에 발췌 정리되어 있음.

42) 같은 책, pp.427, 432.

43) 「六典條例」卷2, 吏典, 司饗院府 分院條.

44) 「成宗實錄」卷55, 成宗 6年 5月 庚申條.

유역 근처에서 많이 사용된 모양의 가마인지를 확실히 알 수 없다. 또한 입부와 외부는 가마 전체의 형태가 아니고 봉통의 구조만을 말한 것인지도 모른다.⁴⁵⁾ 입부와 외부의 표현은 3세기 뒤, 18세기 후반에 다시 나온다. 實學者 李喜經(1745-1805)은 그의 저서 「雪岫外史」에서 조선 백자의 발전에 있어 문제점들을 지적하면서, 가마 구조의 개선을 주장하고 있다.⁴⁶⁾分院에서 臥窯에 불을 세게 때서 자기를 굽는 것을 보았는데, 켄 불꽃이 여러 날이 지나도록 꺼지지 않았다. “불꽃은 위로 올라가는데 가마가 臥窯라면 번조하는데 반드시 불길이 굽어 골고루 퍼지지 못할 것이며 또 불꽃이 너무 세면 磁器가 반드시 이지러지고 많이 갈라질 것인데, 어찌하여 가마를 立窯로 만들지 않고, 불을 때는데 약한 불로써 때지 않는가? 중국의 벽돌 가마는 모두 立窯이다.”라고 하니 번관이 웃으면서 말하기를 “그렇다고 이제 당신의 말을 따라 어찌 옛 것을 폐기하고 고쳐 만들 수가 있겠는가?”라고 하였다는 것이다. 그러나 입요는 한국에서 끝내 실제로 사용되지 않은 듯하다.⁴⁷⁾

李喜經은 또 기술이 낙후된 사회적 이유 두가지를 지적하고 있다. 한가지는 방법을 제대로 깨우치지 못하고 이치를 다 연구하여 구하지 못한 채 제멋대로 시행하였기 때문이고 또 하나는 검약 사상 때문에 匣器가 제작되지 못하고 彩繪가 금지되어서 고급 자기가 발전되지 못하였기 때문이다. 자기의 수준이 수요자들을 만족시키지 못하고 오히려 중국과 일본 도자기를 애호하게 되어 한국 자기의 발전이 더욱 저하된 악순환의 결과가 나타난 것이다. 이 두가지의 낙후 원인은 도자기 기술만이 아니라 다른 모든 전통기술 분야에 적용될 수 있다.

도자기 기술의 기록은 19세기 憲宗代(1834-1849)의 李圭景의 저서 「五州書種博物考辨」에서 가장 자세하게 볼 수 있다.⁴⁸⁾ 磁器와 陶器의 분류로부터 시작하여 흙을 분별하는 법, 흙을 처리하는 법, 물레 만드는 법, 가마 만드는 법과 유약 만들고 바르는 법 등 도자기 공정의 여러 측면을 기록하였다. 晋州, 昆陽, 春川, 楊口 등에서 나오는 백토가 나라 안에서 제일이라고 한 것은 17세기, 18세기에 쓰던 원료들이 계속 사용되고 있음을 보여준다. 질그릇가마(陶窯)의 크기와 불 때는 방법 등을 설명하고 있다. 가마의 길이가 긴 것은 20-30丈이 되고 짧은 것은 60여尺이다. 연결되어 접해 있는 것이 수십 가마다. 경사진 언덕과 산 기슭에 의지하여 불기가 충을 따라서 위로 올라 가게 하고 가마 문은 양쪽 가장자리에서 서로 마주 보게 하였다. 아주 작은 그릇을 앞의 가장 작은 가마에 넣고 매우 큰 항아리를 끝의 가장 높은 가마에 넣는다. 불을 땔 때는 먼저 앞의 제일 가마에서부터 일으키고 두 사람이 서로 마주보고 불색을 고대로 본다. 대체로 질그릇 130근에 때는 나무 100근을 때서 다 타기를 기다려서 그 구멍을 막은 후에 다음으로 제2 불을 일으키고 또 다음을 하여 끝까지 이른다. 유약에 식물의 재를 사용하는 것이 이규경의 기록에 나와 있다. 질그릇 위에 바르는 물을 銹라고 하는데 이의 자료는 고장에 따라 다르다. 厥藍艸, 黃罐, 담배(燐煙艸)나 葦艸 등이 사용되는데 이들을 재로 태워서 포대에 물을 넣어 맑게 걸러서 거칠은 것은 버리고 아주 가는 것을 쓴다. 재 두 그릇마다 붉은 흙의 진흙물(紅土泥水) 한 사발울 균일하게 저어 섞어서 굽지 않은 그릇 위에 발라 구워내면 스스로 광택이 난다.

이규경의 기록에는 현대 한국인들이 알기가 힘든 물질과 공정들이 많다. 위의 길남초와 황관, 千鍾律, 艾杖 등의 물질이라든지 파잎 안에 白項蚯蚓 큰것 한마리를 넣고 파잎 끝에 봉해

45) 姜敬淑, 앞의 책(주 16의 16), pp.373-374.

46) 李喜經, 「雪岫外史」(아세아 문화사 영인본, 1986), p.99.

47) 姜敬淑, 앞의 책(주 16의 16), pp.446-447.

48) 李圭景, 「五州書種博物考辨」(憲宗代(19세기) 古典刊行會 영인), pp.1149-1151, 1161-1164.

서 하루 후에 보면 다 녹아 물이 되니 그 맑은 것을 취해서 도기 위에 바른다는 등의 과정은 지금 독자들에게는 생소하기만 하다. 앞에서 본 1695년에 파리 근방의 St. Cloud에서 만들어졌던 soft-paste 자기들과 독일 Meissen의 von Tschirnhaus와 Böttger 등에 의하여 1708년에 만들어졌던 경질자기들의 공정들은 현대의 방법들과 물론 다르지만 실험과 과학 분석에 의한 그 과정들은 현대와 연결되는 기술 과정이다. 대조적으로 이규경의 기록들은 유럽의 이 개발 과정들보다도 100여년 이후의 19세기 초반의 기록인 데도 불구하고 현대와 거의 단절된 기술 배경을 보여주고 있다. 그러나 이규경의 기록들은 한국 도자기 발달을 이해하는 데 새로운 측면을 보여주는 듯하다. 예를 들어 陶器上出銀沙點法, 制姿紋假窯陶法과 制陶窯上假彩法 등은 중국 福建省 建窯를 중심으로 발달한 油滴紋과 兔毫紋, 南宋의 빙열 무늬가 크게 난 哥窯 제품들과 overglaze 방식에 의한 색채의 제품들을 연상시켜서 한국에서도 이런 여러 도자기를 만들려는 노력이 있었으며 실제로 만들었을 가능성을 제시하고 있다. 이러한 기록들을 찾아내고 충실히 이해하는 것이 한국의 기술전통을 이해하는 데 매우 중요할 것이다.

V. 한국의 도자기 원료

地殼의 비금속 무기물질인 도자기 원료는 세계 어디서나 비교적 손쉽게 싸게 구할 수 있다. 한국에는 삼각 좌표 조성의 점토질, 규석질과 장식질 원료 모두가 풍부하게 산출되며 이들의 지역적 분포와 특성들에 대한 연구와 조사가 공업진흥청과 대한광업진흥공사 등에 의하여 자세하게 이루어졌다.⁴⁹⁾ 고령토와 점토 등은 중요한 수출품목이나 경제시설이 미비하여 주로 原廣形態로 수출되고 정제품은 수입하는 경우가 많다.⁵⁰⁾ 전통 도자기의 제조 생산에서도 현재 중국, 일본, 홍콩 등에서 수입한 원료를 일부 사용하고 있다.

주로 경기도 이천과 여주에 많이 분포되어 있는 청자, 백자, 분청사기와 여러 생활 도자기 공장들은 원료를 자체내에서 정제조합하여 쓰는 경우보다는 원료 전문업체에서 구매하는 경우가 더 많다. 그러나 이러한 전문업체에서마저도 원료의 성분과 특성 조사들을 토대로 하지 않고 경험에 의한 방법으로 소지 조합을 하고 있어서 제품의 불량률이 많은 형편이다.⁵¹⁾ 또한 유약과 상감 원료에는 ZnO, Cr₂O₃, MnO₂, Co₃O₄ 등의 화학품들이 미량으로 사용되기도 하는 것이 전통 방법들과 다르다.⁵²⁾

표 6은 1991년 경기도 이천의 한 백자 재현 공장과 여주에 있는 판매처에서 구한 전통 도자기 원료들에 대한 성분분석과 분석 결과이다. 표 7은 6의 광물들을 조합하여 유약, 태토와 상감원료로 사용하는 것들의 분석 결과이다. 성분분석은 Akashi DS-130S의 전자현미경에 부착된 Link 회사의 energy dispersive X-ray analyzer(EDX)로 하였으며 광물분석에는 일본 Rigaku회사의 X-ray diffractometer를 사용하였다. 현지에서 사용되고 있는 이름을 그대로 나타냈는데

49) 1. 「韓國의 鑛產物」(大韓鑛業振興公社, 1979).

2. 「비금속 광물 특성 조사 보고서(고령토, 남석편)」(대한광업진흥공사, 1987).

3. 「한국의 요업 원료」(공업진흥청, 1975-1983).

50) 「韓國의 鑛產物」, 앞의 책(주 49의 1), p.268.

51) “백자 소지 개량 및 유약 시험”, 「技術 指導 報告書」(공업진흥청 국립공업시험원 도자기 시험소, 1990), pp.67-75.

52) 1. “고려 청자 제조 시험”, 「연구 보고」 제 23집(국립공업표준시험소, 1973), 67-75.

2. “생활 자기의 유약 개선”, 「技術 指導 報告書」(공업진흥청 국립공업시험원, 도자기시험소, 1990), pp.131-145.

〈표 6〉 재현 작품에 현재 사용되고 있는 도자기 원료들의 성분과 광물 분석

원료 \ 성분	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	Principal minerals	Minor minerals	Trace minerals
카오린*	55.9	42.4			0.8		0.8			k, i	k, h	
하동 고령토**	56.3	37.8	0.9		2.4	1.1	1.6			a		
와목점토*	56.1	40.6	1.4				0.6	1.3		k, q		
와목점토**	59.0	35.5	2.6		0.4		1.3	1.2		q, k		
규석*	99.3				0.7					q		
규석**	98.8		1.2							q		
장석*	71.0	18.4				7.0	3.6			a	o, m	
안양장석**	65.0	23.7				8.8	2.6			a	o, m	
부여정제장석**	71.8	16.6		2.2	0.2	9.2	2.2					
석회석*	2.0	0.5			95.2					c		
석회석**	4.2	1.6	1.6	2.2	92.2			0.5		c		
대리석*	3.3	0.6			93.9					c		
도석*	78.9	15.0	0.7	0.8		2.9	2.5			q	a	o, m
양구도석(돌)**	71.1	19.0	1.2	0.9	1.2	3.1	3.7			q	a, m, o	
경주도석(돌)**	55.6	31.0	4.6		4.1	1.2	2.1	0.3	0.4	q, a	o	m, k
물토*	75.3	18.0		0.3		2.0	4.7			q	a	o, m
서산물토**	74.5	19.1	1.5	0.4			4.5			q	a, o	m
서산물토(돌)**	70.3	21.4	1.5			1.8	4.6	0.2		q		o, m, a

* 경기도 이천의 한 도요지에서 사용되고 있는 도자기 원료

** 경기도 여주에서 소매되고 있는 도자기 원료

Principal minerals : 30% 이상

Minor minerals : 10-30%

Trace minerals : 10% 이하

k : kaolinite, $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ i : illite, $\text{K}_{0.7}\text{Al}_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ a : albite, $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ h : halloysite, $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ o : orthoclase, $\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ m : muscovite, $\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ c : calcite, CaCO_3 q : quartz, SiO_2

카올린, 하동고령토와 와목점토들은 kaolinite, illite와 halloysite와 같은 점토질 광물을 포함하고 있으므로 점력을 높여 성형이 가능하게 한다. 도자기의 골격을 유지시켜주는 데 사용되는 규석은 거의 순수한 SiO_2 의 석영결정체이다. 장석, 석회석과 대리석은 용제로 사용되며 장석에는 정장석과 소다 장석이 있고 석회석과 대리석은 거의 순수한 탄산 칼슘이다. 대리석은 석회석이 재결정된 것이다. 도석과 물토에는 규석(quartz), 정장석(orthoclase)과 소오다 장석(albite), 그리고 백운모(muscovite)가 함께 포함되어 있다. 백운모는 입자가 미세하면 견운모(sericite)라고도 하는데 정장석이 변성된 물질이다. 이 물질은 칼륨을 포함하고 있어서 용제로도 사용될 수 있는 동시에 입자의 미세함이 점토질과 비슷하여 성형이 될 수 있다. 따라서 도석과 물토에는 규석, 장석질과 점토질의 성질이 모두 있어서 이 한가지 물질로 도자기를 만들 수 있는 것이다. 이렇게 한가지 원료로 자기를 만드는 것을 한국에서는 單味라고 하는데, 중국 경덕진의 경질자기와 서양자기와 차이가 중국에서는 이 도석만으로 삼각 좌표에 해당하는 성분의 자기를 만들 수 있었다는 것이다.

도석이 이렇게 여러 광물의 복합물질로서 그 화학 성분과 광물 성분이 산지별로 다르며, kaolinite가 포함된 경우도 많다. 다음 표 8에 나와 있는 중국과 일본에서 사용된 도석의 성분은 한국의 도석과 물토와 성분이 비슷하다. Vogt에 의하여 분석된 porcelain stone은 광물의 성분이 quartz 47.7%, sericite 32.5%, soda feldspar 5.8%와 kaolinite가 14%이다. Nangang porcelain stone의 성분은 quartz 60%, sericite 26.5%, kaolinite 10%와 calcium carbonate가 3.5%이다.⁵³⁾ 중국 강서성의 경덕진요에서 한때 세계로 경질자기를 대량 수출할 수 있었던 것은 바로 철(Fe_2O_3)이 거의 없는 porcelain stone이 대량 생산되었었기 때문이다. 도석 중에는 일부 카올린화된 것도 있고, 그렇지 않은 것에는 카올린을 첨가하여 쓰기도 하였다. 한국에도 도석이 풍부하게 산재해 있는 것이 도자기를 많이 생산할 수 있었던 기본 조건이었을 것이다.

韓半島를 중심으로 한 아시아 대륙 동쪽 연변부는 지질학에서 北西太平變動帶라고 한다. 이것은 크게 러시아의 극동지역에서 중국 남동부에 이르는 大陸隆起帶와 日本列島를 중심으로 沈降帶로 나뉜다. 韓半島는 地質과 地形에서 근본적으로 일본열도와는 다르고 中國大陸의 그것에 아주 가깝다. 대륙유기대의 지역은 지반을 이루고 있는 암석의 연대가 오래고 따라서 지반이 대체로 안정하다. 한반도는 일련의 陸塊와 堆積盆地가 번갈아가면서 나타나는 경향이 있는데, 경북의 봉화지역에서 小白山脈을 따라 전남의 보성, 강진, 해남지역으로 비교적 좁고 길게 뻗어있는 小白山陸塊는 中國 화남지방의 南中國地塊와 관련이 있는 것으로 해석되고 있다.⁵⁴⁾ 중국의 청자와 경질백자의 중심지였던 浙江省 龍泉窯과 강서성의 경덕진요와 한국 고려청자 생산의 중심지였던 전남 강진이 이처럼 비슷한 지질적 조건을 가지고 있는 것은 앞으로 도자기의 과학기술적 분석 연구에 어떤 시발점을 제시하고 있다.

용천요와 경덕진요로 대표되는 중국 남쪽의 도자기와는 다른 전통의 도자기가 河北省의 定窯와 磁州窯, 河南省의 鈞窯에서 주로 北宋시대(960-1126)에 발달하였다. 이 지방에서는 남쪽의 도석과 다른 점토질의 원료들이 사용되었다. 북쪽 사막에서 날아온 황토 밑에 깊이 깔려있는 석탄기-이첩기(Carboniferous-Permian) 점토들은 황토층이 비교적 얇은 산기슭에서 발견된다. 이 점토들은 alumina 성분이 많고 내화도가 높은 한편 점력이 우수하여 성형이 쉽게 자유스럽게 이루어질 수 있다. 이러한 점토질 원료가 충분히 磁化되고 반투명

53) Nigel Wood, 앞의 글(주 11의 3), pp.261-264.

54) 權赫在, 「韓國地理」(법문사, 1987), pp.25-28.

〈표 7〉 태토, 유약과 상감재료로 재현 작품에 현재 사용되고 있는 조합 원료들의 성분과 광물 분석

성분 원료	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	Principal minerals	Minor minerals	Trace minerals
청자유약**	62.8	16.2	3.4		11.7	1.9	3.4	0.6	c, q	a	
청자유약***	61.6	16.3	1.3		13.4	1.4	5.4	0.6	q	c, o	a
청자태토**	57.8	31.9	3.2	0.7	2.6	1.3	2.3	0.3	q	a	k, m
청자태토***	65.7	25.7	3.2		0.4		3.7	1.0	q	h, m	o, a, k
청자태토*	61.3	29.4	3.2		0.3		5.5	0.3			
강진태토***	63.1	31.9	4.1	1.0	0.4	1.1	2.7	1.2	q	o	a, an, m
백자태토***	66.8	26.7	0.7		1.1	2.5	1.9	0.2	a, q		m, o
흑상감***	48.5	28.2	15.4		3.8		2.2	1.7	q	n, an, hem, a	
백상감***	55.6	39.9	1.3		0.1	0.7	1.4	0.4	q, al	k, a	

* 경기도 이천 청자도요지에서 초별구이한 시편

** 경기도 여주에서 소매되고 있는 청자 원료

*** 경기도 이천 동국요에서 사용되고 있는 원료

■ 광물 분석의 기호는 앞 표 6과 같음.

추가 광물

an : anorthite, Ca(Al₂Si₂O₈)

hem : hematite, Fe₂O₃

al : aluminum oxide, corundum, α-Al₂O₃

〈표 8〉 중국과 일본에서 사용되었던 陶石들의 성분 분석

구 분	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
Porcelain stone 1 (Vogt, 1900)	76.0	18.0	1.0	0.23	0.21	0.38	4.14	
Porcelain stone 2 (Nangang)	77.5	16.6	0.75	0.37	0.76	0.85	3.23	0.07
Izumiyama stone 3	79.7	15.2	0.24	0.02	0.19	0.27	4.2	0.05

(출처: Nigel Wood, "Some Implications of Recent Analyses of Song Yingqing Ware from Jingdezhen", *Scientific and Technological Insights on Ancient Chinese Pottery and Porcelain* (Beijing, 1986), p.34.)

(translucent)해지려면 1250-1350°C의 높은 소성 온도가 필요하였고, 마침내 10세기 후반부터 석탄을 사용하는 가마가 발전하였다.⁵⁵⁾

남쪽의 장식질이 많고 점토질이 적었던 원료들이 그 형태가 딱딱하고 더 질긴 질감의 도자기를 생성시켰다. 반면에 북쪽의 도자기들은 성형과 장식에 있어서의 힘, 활기, 상상력이 완연하여 남쪽의 것들보다 높은 수준의 업적으로 보인다.⁵⁶⁾ 이러한 북쪽 도자기의 특징들은 위에서 검토한 한국 도자기의 특색들을 연상하게 하므로 한국 도자기의 원료연구가 예술의 특징들을 이해하는 데 중요한 실마리를 제공할 것을 보여준다.

식물의 재는 용제의 원소 Na, K와 Ca를 많이 포함하고 있고, 또 흙에서 쉽게 찾을 수 없는 인과 망간을 포함하고 있어서 아주 일찍부터 유약성분의 하나로 사용되어 왔다. 인과 망간은 유약의 발색에 영향을 미쳐서 유약의 질감과 색조를 조절하는 데 중요하다. 한국 청자 유약에는 산화망간(MnO)이 약 0.5%-0.75% 정도로 포함되어 있어서 중국 청자보다 회색빛이 많이 났다는 분석이 발표된 바 있다.⁵⁷⁾ 인은 유약의 자화 과정에서 기포의 형성과 제거, 또 결정화 속도에 영향을 미친다. 표 9는 중국과 일본 식물재의 분석이고, 표 10은 한국식물의 분석이다. 식물재의 성분은 식물의 종류, 식물의 부분, 토양과 기후에 많은 영향을 받기 때문에 성분분석의 해석에 주의해야 한다. 한국에서 유약에 사용되는 식물재는 소나무, 참나무와 감나무 등이며, 황회목 등의 여러 재의 잿물은 전통 염색방법과 알칼리 성분을 요구하였던 여러 공정에 많이 쓰였다.

Ⅵ. 한국 도자기 문화의 종합적 이해와 발전

옛 전통 도자기 작품에 대한 분석 연구로서 어느 정도의 과학기술적 이해가 가능해진다면, 그 이해는 도자기의 본성인 예술성과 기능을 더 깊이있게 감상할 수 있게 할 것이다. 중국과 한국의 여러 종류의 도자기들의 발전과정을 비교 분석하여 그들의 기능적, 기계적 성질과 그들이 느끼게 하는 차이점이 무엇인가를 관찰하고, 어떤 과학기술적인 원료와 공정 차이들이 그런 상황과 느낌을 나타낼 수 있었던가를 이해할 수 있다면, 예술적인 감상과 평가, 사회적 여건의 이해, 과학기술적 분석과 재현 개발의 노력은 각각의 독립적 분야가 아니라 동그라미로 이어지는 하나의 연속적인 과정이 된다. 이 논문이 그러한 방향의 다과학적 연구에 도움이 되었으면 하면서 한국 도자기의 內面 세계가 상징적으로 표현되고 있는 17세기 백자 위에 적혀 있는 한편의 시로 이 논문을 마친다.⁵⁸⁾

守口能天吐 (말을 삼가 불만을 삭일지라도 하늘에다 속을 쏟아낼 수 있어)

隋時任清濁 (맑은 것 탁한 것 닦하지 않고 받아 들이네)

質白見天成 (바탕이 깨끗하여 천연으로 된 것 같고)

中虛足容物 (속은 비어 모든 것을 받아 들이네)

55) Nigel Wood, "Recent Researches into the Technology of Chinese Ceramics", Presented at the Symposium on the Ceramic Art of China (Los Angeles County Museum, 1989).

56) Nigel Wood, 앞의 책(주 11의 1).

57) Pamela B. Vandiver, Louise A. Cort, Carol A. Handwerker, "Variations in the Practice of Ceramic Technology in Different Cultures: A Comparison of Korean and Chinese Celadon Glaze", *Ceramics and Civilization 4*(American Ceramic Society, 1989), 364.

58) 「조선 백자 향아리」 앞의 책(주 16의 3), pp.3, 37(도록 55), 105.

〈표9〉 중국과 일본 식물들의 재 성분

Discription	Contents (wt %)										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	Total
Ash, pine (China)	24.35	9.71	3.41		39.73	4.45	8.98	3.77	2.74	2.78	99.92
Ash, pine, twigs and leaves (Jingdezhen)	57.08	14.23	6.12	0.82	8.04	2.30	5.32	0.39	2.22	1.67	98.19
Ash, pine (Japan)	21.35	9.02	2.89		40.17	6.76	10.31	4.11	1.04	2.93	98.58
Ashm pine, leaves (Jingdezhen)	35.44	9.49	2.29	0.26	12.08	5.62	21.56	0.24	4.06	n.d.	91.04
Ash, pine, fruits (China)	24.43	21.86	3.67	0.37	16.19	20.25	9.30	0.23	3.70	n.d.	100.00
Ash, China fir, twigs and leaves (Jingdezhen)	30.83	6.66	2.73	0.32	34.73	6.34	11.54	0.25	4.05	n.d.	97.45
Ash, oak (China)	39.81	15.11	3.58		23.54	4.09	5.77	1.47	4.32	2.30	99.99
Ash* oak (Japan)	39.62	16.34	3.83		23.69	4.14	5.68	1.52	1.01	2.62	98.45
Ash, Shemu (China)	34.60	4.38	0.49		47.71	5.99	2.51	0.06	0.33	3.93	99.40
Ash* Quercus glandulifera (Japan)	10.26	2.23	0.73		63.73	4.23	13.80	1.27	0.73	3.00	99.98
Ash, Quercus glandulifera (China)	63.71	3.87	0.88		22.59	1.32	1.35	0.33	1.09	4.86	100.00
Ash, poplar(China)	1.61		1.60		66.50	3.18	13.44			13.30	99.63
Ash, Chinese sorghum (China)	70.82	5.49	2.51		7.61	3.85	5.98	0.58	0.32	1.62	98.78
Ash, straw (China)	80.11	3.25	1.39		4.92	1.53	5.02	0.58	0.60	2.34	99.74
Ash, fern (Jingdezhen)	74.60	2.89	1.02		8.55	4.03	5.18	0.11	1.82	1.21	99.41
Ash, fern (Jingdezhen)	55.02	19.32	1.67	0.30	8.59	7.44	4.81	0.56	1.36	0.92	99.99
Ash, rice husk (China)	94.36	1.78	0.61		1.04		1.35				99.14
Ash, small bamboo, twigs and leaves (Jingdezhen)	60.02	0.76	0.36	0.01	5.94	2.78	25.56	0.10	0.89	2.95	99.37
Ash, baby bamboo (Jingdezhen)	20.28	3.80	3.66	0.29	6.24	4.76	40.82	0.39	0.61	4.31	85.16
Ash* camellia (Japan)	35.72	16.22	5.88		19.69	8.19	8.36	0.99	0.12	2.35	97.52
Ash* camellia (Japan)	2.39	13.77	0.47		64.23	8.80	0.72	0.53	1.28	3.62	95.81
Ash* camellia, seed (Japan)	0.75	7.74	0.58		18.33	13.32	13.39	5.01	0.27	36.30	95.60
Ash* camellia, leaves (Japan)	6.46	29.19	0.51		40.37	12.65	0.25	0.27	1.38	4.98	96.06
Ash* collected from kitchen (Japan)	20.63	9.14	2.99		46.73	6.15	3.69	1.50	1.21	2.88	94.92
Ash* collected from kitchen (Japan)	7.07	3.98	3.34		52.71	11.14	6.21	1.45	0.81	7.85	94.56
Ash* collected from kitchen (Japan)	21.45	5.62	2.96		54.69	8.29	2.27	0.84	0.63	3.26	100.01
Ash, persimmon (Jiangxi)	10.34	0.94	0.57	0.21	45.10	8.40	12.46	0.18	1.85		
Ash, from ancient kiln site (Gong Xian, Henan)	38.75	7.80	2.04	0.46	21.26	1.59	1.72	0.86	0.08		

n.d.: Not determined. * From reference, 加藤悦三, “釉調合の基本”, 47(1976).

(출처: Zhang Fukang, “The Origin of High-fired Glaze on China”, *Scientific and Technological Insights on Ancient Chinese Pottery and Porcelain* (Beijing, 1986), p.43.)

〈표 10〉 한국 식물들의 재 성분

원료 \ 성분	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	MnO ₂	P ₂ O ₅	SO
소나무재*	9.6	7.2	2.8	14.6	55.0		2.2		2.8	5.8	3.8
재래소나무재	15.5	6.3	4.2	6.4	30.0		20.0		4.2	9.6	7.9
리기다소나무재	4.8	7.9	3.6	8.9	22.0		23.1		5.3	16.6	3.0
참나무재	10.3	2.6	1.1	8.4	43.2		16.2		8.0	6.0	0.5
참나무재**	10.9	6.0		8.4	57.4		7.1		4.2	5.6	2.9
감나무재	3.1	1.3	1.1	9.0	47.2		19.9		0.6	13.5	5.0
고사리재	5.6	0.4	0.26	12.2		0.2	53.4			23.1	2.5
은행나무재	2.1	0.4		5.6	57.4		23.7		0.3	8.2	3.9
아카시아나무재	1.4		0.6	5.5	50.7		25.1			12.8	7.6
황희목(줄기)	3.4	19.8	0.5	13.2	25.4		20.6		1.4	7.9	9.7
황희목(잎)	8.6	29.4	2.0	11.2	15.7		17.3		1.6	4.3	1.7
지리산잡나무(1)**	17.4	5.2		6.5	47.8	2.0	13.5		1.6	4.4	1.9
지리산잡나무(2)**	8.5	1.7		8.6	60.2	1.2	12.1	0.4	1.0	4.5	1.9
하동잡나무**	11.1	5.0		10.6	57.1		8.4		1.1	4.8	6.9
잡나무(가정집 아궁이 재수비안한 상태)	24.7	10.2	4.8	11.0	26.6	7.6	4.7	0.8	0.6	2.2	
잡나무(가정집 아궁이 재수비한 상태)	25.7	11.0	4.1	15.8	27.8	4.7	1.8	1.1	1.2	2.6	4.2

* 이천의 한 전통도자기 도요지에서窯에 불 났을 때 소나무재를 수비하여 유약제조에 사용하고 있는 재

** 통도사 옆 전통도자기 도요지에서 사용하고 있는 재