

기본유의 변화가 안료의 발색에 미치는 영향과 Computer D-base해석

임희진 · 최성철

한양대학교 무기재료공학과
(1998년 9월 2일 접수)

Effect of Variable Base Glaze on the Gradation of Colouring and Analysis of The Computer D-Base

Hee-Jin Lim and Sung-Churl Choi

Department of Inorganic Materials Engineering Hanyang University, Seoul 133-791, Korea
(Received September 2, 1998)

초 록

본 연구에서는 고온에서 안정된 발색제(스피넬구조의 CoAl_2O_4 안료)를 사용하여 도자 기본 유약의 안료용착에 있어 다양한 발색변이와 조성별, 기본유 적응성의 관계를 다양하게 고찰하였다. 또한 본 실험에 의한 결과자료를 컴퓨터 데이터 베이스화시켜 도자기분야의 정보 확대성을 부각시켜 보았다. 기본유로 지정한 석회유, 바륨유, 아연유, 연유, 활석유에 $\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 계 스피넬 안료를 반응시킨 결과 소성온도 1250°C 범위에서 가시부 파장범위인 $480 \sim 455 \text{ nm}$ 에서 코발트 블루, 남색, 청보라로 발색되어 안정된 적응색을 보였다. 기본유중 석회유, 바륨유, 아연유에서 안정된 발색을 보였다. 이와 같이 자료의 데이터베이스 프로그램으로 온도별 검색결과를 살펴볼 수 있었고 1150°C 의 소결에서 전반적으로 안료와의 용착이 미진함을 보였고, 연유는 휘발성으로 인해 용착상태가 미흡함을 보였다.

ABSTRACT

This research was performed to investigate how the basic glaze change affected colour development at high temperature with a stable colorant (spinel structure, CoAl_2O_4 pigment). The compounded pigment, which is widely used for porcelain, was also tested for the basic glazes adaptability. The data from the test were recorded in a computer data-base program. Therefore, could be easily used in the study related with a pottery field. $\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ system spinel pigment of barium glaze, lime glaze, zinc glaze, lead glaze and talc glaze were chosen for this study. The colors of Cobalt blue, bright blue, blue purple, were seen at the wave lengths of $455 \sim 480 \text{ nm}$ at the firing temperature of 1250°C . Stable color were obtained from lime glaze, barium glaze, zinc glaze. All the information in the database were used to examine all the possible result of the test in the study of porcelain. When the test results database were examined in all temperature ranges, the lack of adhesion with the pigment occurred at the temperatures of 1150°C . The lack of adhesion is seen due to vaporization of the lead glaze.

Key words : Pottery Glaze, Database program, Colour gradation

1. 서 론

도자기에 있어서 유약은 실용 용기에 입혀서 기물의 강도를 더해주고 흡수성을 없애서 위생적이며 사용에 편리하도록 하는 것이 실용적 측면에서의 주목적이며 유약의 강도와 관계하여 영구적으로 도자기의 상태로 유지할 수 있어 오랜 세월 동안 변형없이 보관할 수 있다. 실용적인 식탁 용기뿐만 아니라 세면대와 변기, 타일 등과 같이 건축 자재 및 위생적인 청결의 목적으로

사용하기에 적합, 유약의 표면이 매끄럽고 알칼리와 산성에 강하여 변질되지 않고 세척이 용이하여 위생적이다. 또한 전기 흐름 차단, 단열 효과가 높아 전기애자, 전기제품, 산업분야에 다양하게 사용되고 유약의 사용과 단전의 목적으로 이용되어 각 분야에서 광범위하게 활용되고 있다. 유약의 사용으로 단전 효과와 기계적 강도의 증가로 인해 마모율이 적어지고 내알칼리성, 내실성의 효과가 커지므로 다양한 활용 범위를 갖게 된다.^{1,2)}

또한 유약의 다양한 발색은 외형적으로 기물의 외형을 보다 미려하게 치장하는데 그 의미가 있다. 그러나 국내 도자산업에 중요한 부분을 차지하는 유약재료에 있어 재현성을 목적으로한 정보의 부족은 이미 언급되어져 있었고 색상을 주는 발색산화물과 안료의 기초적 연구의 개발과 그 자료들이 거의 전무하여 수입에 의존하는 등, 국내 산업 또한 부진을 면치 못하고 있다.

발색을 주는 원자성질은 최외각의 전자가 좌우하므로 발색제는 제 4주기의 전이원소를 말하며 중간색이 나오질 않는다. 최외각의 전자가 여러 가지 로내 변화(즉, 원자의 이온결합, 공유 결합등)에 의해 원자가와 그 배위수가 바뀌므로 발색제의 색이 달라진다. 언제나 색을 주는 발색산화물에는 CoO , Cr_2O_3 , Mn_2O_3 , Fe_2O_3 , CuO , NiO , V_2O_5 의 7개 원소가 있다.⁷⁾ 위 요소의 산화물 등이 발색제로 영향, 발색제를 첨가하여 색상은 내주재, 유약제나 결정성장제를 넣어주어 유약의 투명도나 표면상태를 조절한다. 그러나 이런 발색의 다양성을 지니는 각종 색상 유약의 일반적인 사용식의 보편화가 되어있지 못하고 안료생산 수출국 자체의 방법을 공개하지 않아 도자기 산업의 부가가치를 높여 경쟁력으로 대두되고 있고 연구가 원활하지 못한 국내 안료유약 개발의 진부함과 실제 사용에 보편성이 부족하여 전량 수입에 의존하여 현장에서 작업을 하는 실제 이용자와 안료 유약을 개발하는 연구자와의 미흡한 정보교류로 인하여 그 문제점이 점차 대두됨을 인식하게 되었다. 본 실험에서는 기본유별 안료의 발색 적응성 실험을 통하여 안료의 음착성향을 파악하고 그 자료의 열람의 과정에 있어서 컴퓨터 프로그램을 제작하여 보았다. 이에 따른 웹 문서상의 데이터 보관과 해석을 위한 열람의 편리성을 부여하기 위해 열람방식을 컴퓨터용어인 C언어로 제작하고 다시 HTML(Hyper Text Makeup Language)문서로 만들어 컴퓨터 자료보관 형식 즉, 데이터 베이스화를 모색하였다. 이 방식은 도자기 분야의 정보 확대성을 부각시킬 수 있고 인터넷에 공유하면 국내의 어느 지역에서나 자료의 열람이나 업데이트를 가능케 할 수 있는 장점이 있다. 안료와 기본 유약의 적응실험을 영상을 통하여 해석하고 고온발색의 안정화요소를 알아보고 앞으로 자료의 보급화를 촉진하여 도자기 영역의 분석적인 데이터베이스를 구하고자 한다.

2. 실험방법

본 연구의 실험방법은 다음과 같다.

실험과정을 보면 기본 조성을 제작하고 얻어진 자료에 의해 분석하고 프로그래밍하여 나열하는 순으로 전개하였다.

2.1. 시편제조

시편용 소지는 국내에서 생산된 백자소지로서 시편의 크기는 $40 \times 40 \times 8$ mm되게 판상 성형하여 건조후 900°C 로 1차 소성후 초벌시편으로 사용함으로써 유약과의 반응성을 호전 시켰다. 비교적 고온에서 안정한 스피넬 안료인 CoAl_2O_4 를 제작하여 발색산화물 안료를 제작하였다.

2.2. 시편 분석

합성한 안료의 spinel peak를 확인하기 위해서 X선 회절기(일본RIKAKU사, MODEL명 RAD-C)를 이용해 2θ범위 $10^\circ \sim 70^\circ$, 30 Kv, 15 mA, Cu k_α -target, Ni-filter, slit : 0.15 mm 조건으로 측정하였다. 다음 Fig. 1은 안료 합성상 고온에서 안정한 스피넬 구조가 형성된 XRD그림이다.

XRD 피크를 분석해본 결과 각 스피넬들은 스피넬구조를 형성하고 있음을 알 수 있었다. 안료는 고온안정형 스피넬구조를 유도하기 위해 35 : 65 wt% 비율로 공정순서에 의하여 1250°C , 2시간 유지하여 하소후 제작하였고 온도별로 분류하여 첨가별 온도별 합성하여 소성하였다.

그리고 유약의 기본유는 공정상 다양한 온도범위에도 일정한 유약발색을 갖는 조성을 찾아내기 위하여 다섯 가지 기초유-석회유, 바륨유, 활석유, 아연유, 연유를 3성분계하여 각각 예비 실험후 제조하여 설정하였고 각 조성의 기본식과 성분식을 Table 1에 나타내었다.

기초실험에 의거한 각 기본유별 몰당량을 조합하였고 기본유는 제결식에 의해 조합하여 ultrasonic milling하여 건조기에서 건조하여 다시 milling하여 유발에서 혼합하였다. 반응성을 위해 천연상태의 원료를 사용하였고 그 각 기본유의 원료조사표를 Table 2에 나타내었다.

하소하여 조합되어진 유약 20 g에 하소된 코발트안료를 0, 0.5, 1.0, 5.0, 10 wt% 비율로 첨가하여 혼합, 분

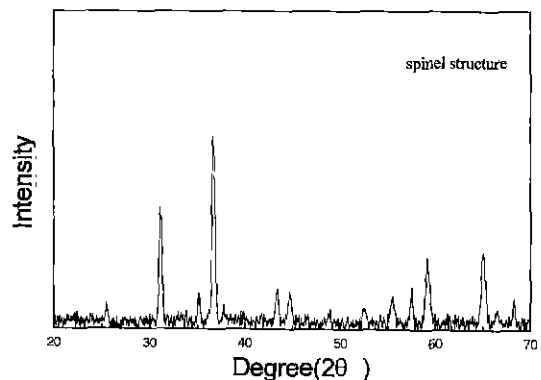


Fig. 1. XRD structure of CoAl_2O_4 .

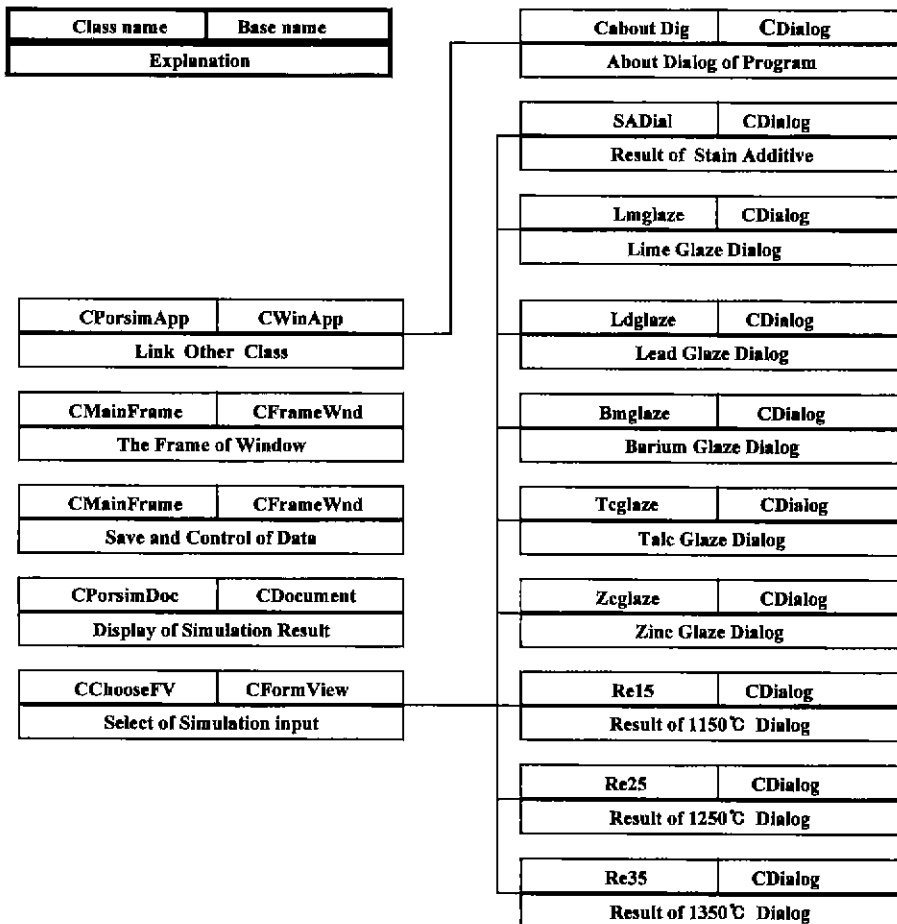
Table 1. Glaze Composition in Equivalent

Oxide Base glaze	Na ₂ O	CaO	MgO	PbO	BaO	ZnO	Al ₂ O ₃	SiO ₂
Barium glaze	0.4	0.16	-	-	0.44	-	0.8	5.1
Talc glaze	0.22	0.2	0.57	-	-	-	0.58	3.61
Lead glaze	0.23	0.63	-	0.14	-	-	0.71	3.93
Zinc glaze	0.16	0.18	-	-	-	-	0.28	2.89
Lime glaze	0.27	0.73	-	-	-	-	0.58	4.96

Table 2. Glaze Composition Equivalent

Oxide Baseglaze	Feldspar	Quartz	Lime stone	Kaolin	ZnO	BaCO ₃	Dolomite	PbO	MgCO ₃
Barium glaze	30.91	32.68	15.95	17.46	-	-	-	-	-
Talc glaze	24.1	40.20	5.20	14.83	15.70	-	-	-	-
Lead glaze	39.57	21.54	3.02	19.48	-	16.39	-	-	-
Zinc glaze	28.34	-	-	36.49	-	-	9.94	-	8.43
Lime glaze	26.34	26.86	13.61	26.74	-	-	-	6.74	-

Table 3. Class Diagram by Classification of Temperature, Base Glazes and Stain



쇄, 건조, 혼합의 단계를 거쳐 균일 혼합시킨 후 담금법으로 시유하여 표면을 다듬어 건조후 각각 1150, 1250, 1350°C로 조건으로 온도구배를 주어 소성하여 각 기본유별로 안료와의 적용성을 알아보았다. 기본유를 외관상태로 구분하여 각기 시편별 분류를 안료조합별, 온도별로 나누어 시편 명을 명기하였다. 소성조건은 5°C/mm, kantal로에서 중성분위기로 하여 최고온도에서 120분 유지 시킨 후 서냉시켰다.

2.3. 시편 발색 측정

안료의 기능적인 색은 안료를 구성하는 화합물의 조성, 구조, 입자의 크기와 형에 따라서 주로 결정되기 때문에 입자표면에 있어서 광을 선택적으로 흡수 혹은 반사함으로써 생기는 것이다. 이러한 착색산화물의 색의 평가방법에 대해서 알아보면 색의 측정에는 분광광도계를 이용하고, 투사한 광의 가시파장 전역에 대한 시료의 분광반사율로 나타낸다. 온도별 조성별로 각각 제작된 시편의 안료발색의 물성을 알아보기 위해 얻어진 자료들의 결과를 XRD와 KSA 0011,⁴⁾ 0061,⁵⁾ 0062,⁶⁾ 0063,⁷⁾ 0064,⁸⁾ 0066⁹⁾에 따라⁷⁾ X, Y, Z 3색 분광법으로 발색분포를 알아보았다. 이를 기준으로 유약과 발색의 적용성을 알아보기 위해 colour meter(일본 Colour technosystem사, 모델명 JP7100F)를 사용하여 색상분석을 하였다. 색도계를 이용한 측정결과는 Fig. 2~7에 분광 반사 그래프로 나타내었다.

2.4. 시편자료 및 결과 컴퓨터 프로그램 구축

고온에서 안정한 안료의 합성과 5가지 기초유를 제작하여^{10,11)} 유의 발색상태를 KS규격에 의하여 색채분광학적 자료분석을 하고 얻어진 자료들을 WEB에 올려 이용할 수 있도록 컴퓨터 언어로 작성하여 HTML문서로 제작하여 Table 3에서와 같이 프로그램을 구성하였고 이에 의하여 안료발색에 정보성을 파악할 수 있도록 하였다.¹²⁾

3. 결과 및 고찰

색은 수많은 세라믹 제품에 중요한 특성이 될 수 있는 관상의 목적을 부여한다. 식탁용기, 타일, 위생도기, 도자기 에나멜, 유리제품, 그리고 점토 구조물 등은 색을 포함한다. 세라믹 재료에 있어서 색을 얻는 방법에는 많은 방법이 있다. 첫째 특히 유리질이라면 전이 금속이온을 함유한 세라믹재료는 색을 띤다.¹³⁾ 비록 이 방법은 색유리를 제조할 때 사용하는 방법이나 색의 순도와 착색강도에 적용되기 때문에 이 방식으로 획득할 수 없어 다른 제품에 드물게 사용된다.

발색원소의 종류나 그 양에 따라서 도자기의 색이 일정치 않다. 동일한 발색원소를 사용하였다 하더라도 발색제의 조성, 제조이력, 소지, 유약의 조성에 따라, 또는 소성조건에 따라 색조가 일정하지 않을 수 있다. 도자기의 색은 발색제를 함유하는 발색제의 화학적, 광물적, 조성과 입도 그리고 발색제와 접촉하는 물질 즉, 소지와 유약의 광물적 조성, 또는 소성조건 소성온도, 소성분위기에 따라 영향을 준다. 도자기에 색을 주는 재료로 채료 또는 안료라고 하는데 이는 발색원소와 관련 있으며 착색 목적물과의 상관관계 즉, 착색 목적물의 조성이나 소성온도를 비롯한 소성조건과 연관된다. 발색원소는 천이원소로(d블록 원소) 전형원소에는 없다. 발색원소로 중요한 것은 모두 제4주기에 모여있고 원자번호 23인 V에서 29인 Cu까지 7개가 있으며 원자번호가 작은 부분에서는 색을 주는 원소와 색을 주지 않는 원소의 구별이 명백하다. 원자번호가 큰 원소(Sb, Bi, Mo, W)는 색의 구별이 뚜렷하지 못하다.¹⁴⁾ 색에 관하여 특수한 작용으로 I족 b의 동족원소인 Cu, Au, Ag 등과 VII의 백금족 원소 Rh, Pd, Ir, Pt등은 Colloid 발색에 이용된다.¹⁵⁾

아연유는 기초유조성에 아연을 함유하여 그 조합식에 코발트 안료의 발색상태를 관찰해보았다. 아연은 일반적으로 화장품이나 염료, 촉경성 시멘트, 치의료용 접합제, 자동차 타이어, 흰색 본드, 흰색 잉크, 복사제지 그리고 에나멜, 도자기, 유리등의 불투광성 매트성분에 탄산연의 대응으로 쓰이며 백색도료의 안료성분으로 선택적으로 사용된다.

아연유는 매트유에 일반적인 조성식에 사용되며 부드러운 유백의 느낌을 표현하는데 이용된다. Fig. 2에서 보면 안료가 첨가되지 않은 기초유의 발색분포는 백색의 명도 또한 60% 이상으로 570 nm에 분포곡선이 나타나고 있다. 소성 온도가 높아짐에 따라 안료용착량이 많아지고 점차 색상 침착현상이 이루어지고 있다. 분광반사율 곡선 그림을 보면 각 온도별 첨가비율별로 합성된 시편들은 450~490 nm 영역에서 안료첨가량에 따라 파랑-남색-청보라 순으로 진행되고 있다. 소성온도 1150°C에서 색상분포는 472 nm에서 1250°C에서는 468 nm, 1350°C에서는 465 nm의 평균 주파크를 나타낸다. 이로 인해 소성온도가 높아짐에 따라 안료와 백색의 아연기초유 성분과의 결합성이 호전되고 있음을 알수 있었다. 1250, 1350°C의 온도분포에서는 안료첨가량 5 wt% 이상 곡선에서는 명도와 순도의 반사영역의 차이가 순도 68~69%를 나타내고 색상분포가 일치하고 있어 안료 첨가가 5 wt%이상 첨가시 색상차이의 변화가 나타나지 않음을 알 수 있었다.

바륨 유약은 알칼리의 이성분계식에 바륨이 기본이 되는 유약식이다. 바륨은 세라믹, 도료, 에나멜, 대리석

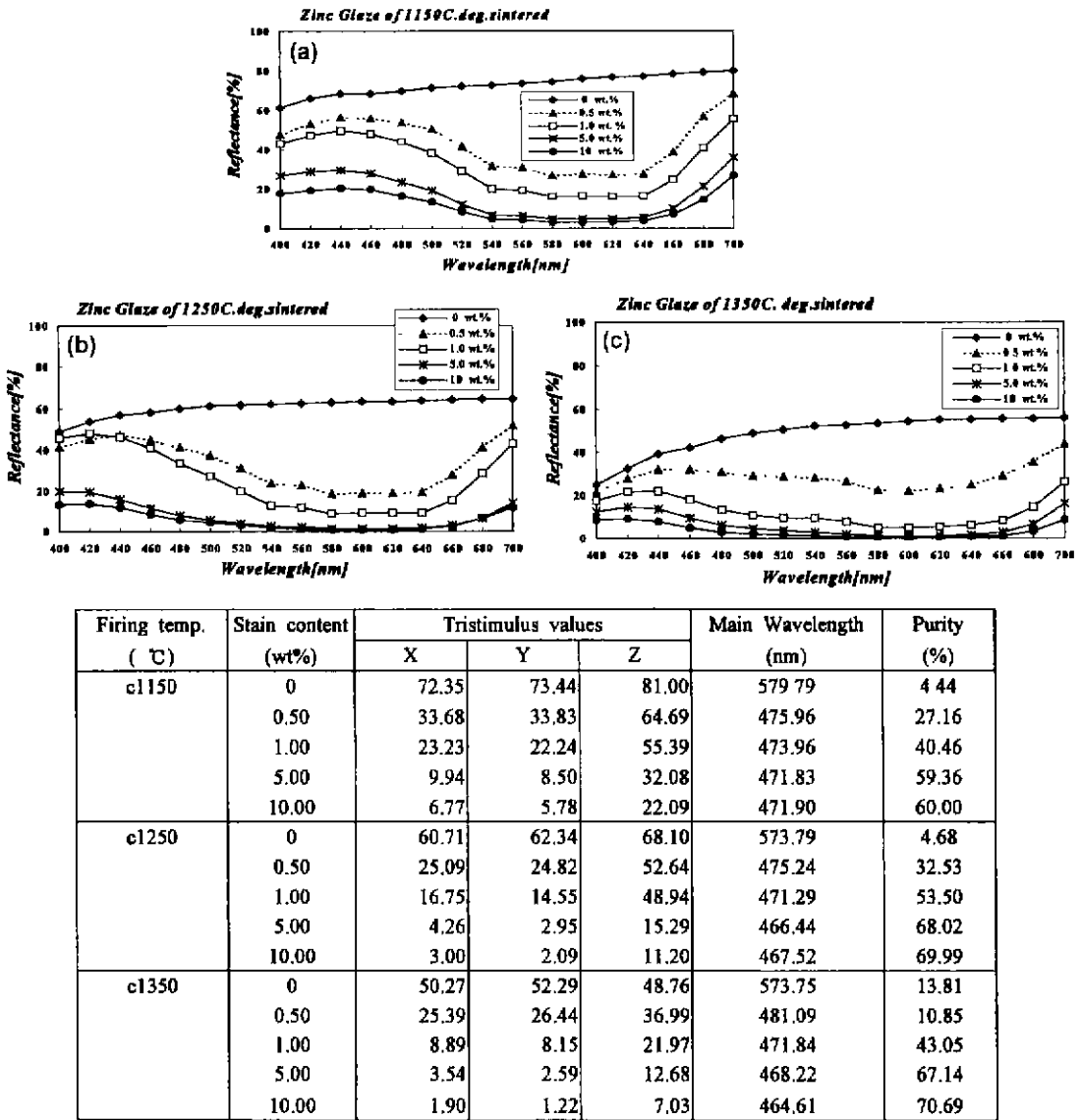
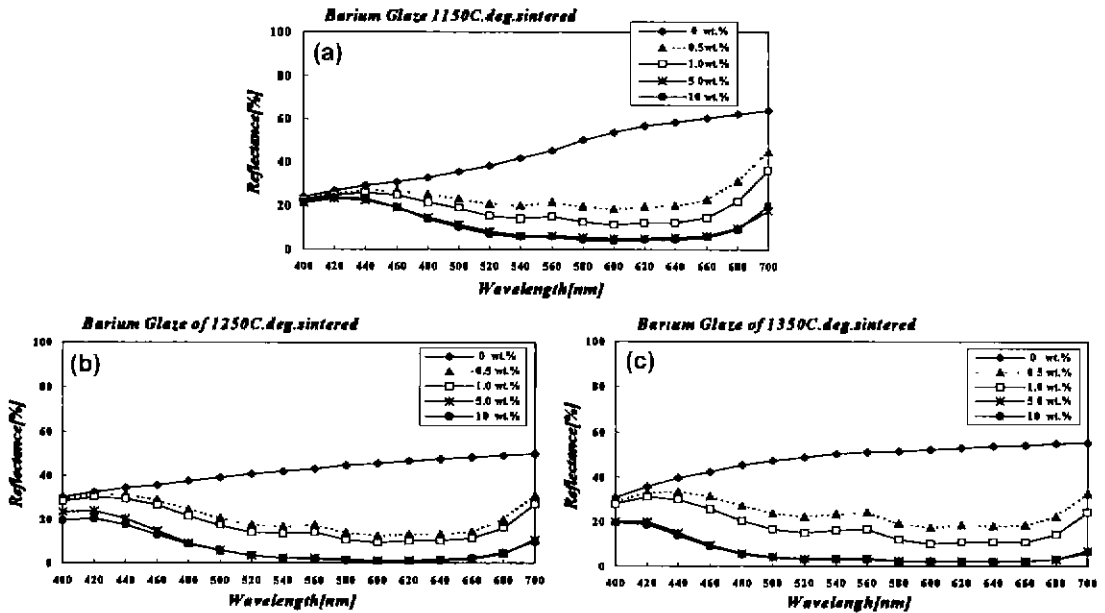


Fig. 2. The curve of spectroscopic reflectance of zinc glaze.

보강재, 종이제조 및 광학유리나 전자재료에 이용되며 유약에 사용시에는 Fig. 3에서 분광분포 575-580 nm를 보이는 유백 투명의 소지 기본색을 주는 성질을 지니고 있다. 강알칼리성으로 용융온도 범위가 넓어 세라믹재료에 다양하게 이용되는 바륨은 유약에서도 광범위한 용융범위를 가져 소성온도에 영향을 주지 않고 유약의 용착을 양호하게 하여준다. 이 실험 결과에 맞추어 가시광선 영역안에서의 반사율변화를 측정해 보았다. 스펙트럼의 400 nm에서 700 nm에 해당하는 가시광선 영역에는 파장마다 고유의 색을 가진다. 400 nm

에 해당하는 보라색에서 파랑, 녹색, 노랑, 주황색 그리고 700 nm에 해당하는 빨강색순으로 나타내고 있다. 이런 내용으로 보았을 때 실험된 결과가 그래프상에 발색의 색을 파장분포로 나타내고 있다. Fig. 3의 상단그림을 보면 바륨기초유의 안료 발색실험의 분광반사율 곡선그래프이다. 결과를 보면 전 온도 범위에서 용착상태가 좋고 소성온도 상승시 발색분포 곡선도 470 nm-467 nm-463 nm으로 주파장이 파랑-남색-청보라순으로 미세한 변화가 보여 온도의 영향을 받고 있으며 안료의 색상 침착현상이 양호한 발색을 나타내고 있음이



Firing temp. ($^{\circ}$ C)	Stain content (wt%)	Tristimulus values			Main Wavelength (nm)	Purity (%)
		X	Y	Z		
B1150	0	46.52	45.29	35.77	582.37	25.03
	0.50	20.82	20.70	30.95	471.09	12.08
	1.00	14.94	14.49	28.45	472.62	26.90
	5.00	8.42	7.07	22.84	468.40	49.69
	10.00	7.71	6.14	23.05	467.81	56.02
B1250	0	42.49	43.11	42.12	578.39	11.78
	0.50	17.24	16.76	34.06	473.33	29.08
	1.00	14.21	13.40	31.47	472.26	30.21
	5.00	4.80	2.95	19.18	465.45	75.13
	10.00	4.26	2.73	16.87	466.41	74.13
B1350	0	48.93	50.49	49.12	574.79	11.54
	0.50	21.68	21.92	36.82	476.18	19.81
	1.00	14.99	14.54	31.16	473.67	31.14
	5.00	4.46	3.23	13.84	464.00	59.60
	10.00	4.31	3.13	12.76	462.27	57.17

Fig. 3. The curve of spectroscopic reflectance of barium glaze.

보였고 이는 바륨이 기초유에서 광범위한 용융범위를 형성해주고 있음을 알 수 있었다. 이는 저온유에서 고온유까지 안료사용에 적합하다고 사료되었다. 반사율 0%는 dark를 의미하고 100%는 light를 의미하는데 이 유추해 보았을때 안료첨가량이 증가하면 반사율도 낮아짐을 알 수 있었다. 이 역시 5wt%이상 안료 첨가 시편에서는 모두 반사율이 50%에도 미치지 못하는 어두운 반사율을 나타내고 있어 발색의 변화가 크게 나타나지 않고 있었다.

Fig. 4는 활석기본유의 분광반사를 곡선을 나타낸다. 활석은 하소 마그네시아로 알칼리성으로 입자가 미세하며 용융온도가 높은 특징이 있다. 기본유는 575 nm영역의 미백의 색상을 보인다. 1150 $^{\circ}$ C소결 부분에서 420~500 nm부근의 전반부 반사율, 즉 명도가 높게 나온 것은 유약과 소지층의 용착상태가 불균일한 상태이고 온도 또한 25%이하로 안료의 용착 또한 미진하여 발색에 영향을 주지 못하고 있음을 짐작할 수 있었다. 그러나 1250 $^{\circ}$ C이후에는 470 nm~465 nm의 안정된 발색으로 고

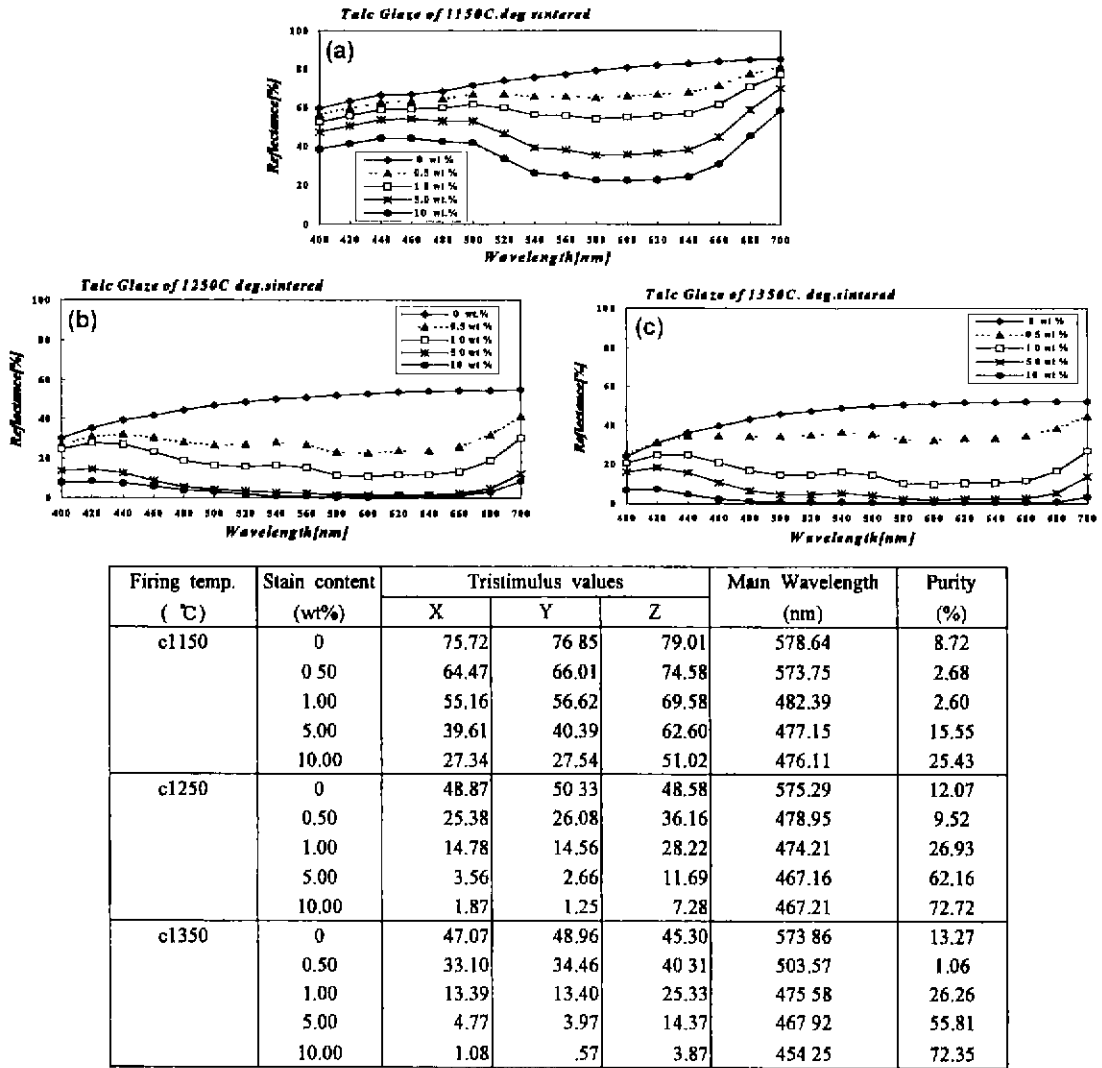


Fig. 4. The curve of spectroscopic reflectance of talc glaze.

른 용착을 보이고 있어 안료와 유약이 1250°C영역에 적용됨을 알 수 있었다. 이로인해 1250°C에서 고른 용착을 보이고 있는 활석유는 고온유 의 안료 합성에 유용한 것으로 나타났다.

Fig. 5는 연유 의 분광반사율곡선으로 전 온도영역에서 전반부 반사도가 높게 형성되었다. 기본유약의 발색은 575 nm에서 백색을 나타내고 있었지만 안료의 합성시 명도와 순도 또한 저온유부터 고온유의 전 온도 분포에서 25%이하로 낮게 나타나 색상이 열게 나타났다. 이는 세라믹, 금속, 합금, 전자재료, 유기, 무기 안료로 저온에서 쉽게 발색을 주는 연유는 저온 용융하는 납유 의 특성상 저온유에 사용되어지며 온도 1150°C이상 상승시

납성분이 휘발하면서 안료 역시 함께 휘발되어 발색도 균일하지 못한 것으로 여겨진다. 납유는 1000°C 이하의 저온유에서 속성의 발색을 주지만 유독성과 고온 소결시 납성분의 용출이 문제시되어 안료사용을 지양하고 있다. 전 온도 영역에서 안료합성의 발색은 첨가량에 관계없이 470 nm로 밝은 파란색을 보여 경향성이 나타나지 않았다. 코발트 블루의 안료의 첨가실험은 온도와 첨가량 모두 납유 의 저온용융 특성으로 인해 영향을 주지 못함을 알 수 있었다.

Fig. 6은 석회유 분광반사율곡선으로 파장범위 450~480 nm영역에서 안료 첨가비량에 따른 발색범위가 아연유, 바륨유에서와 같이 기본유에 안료발색 경향성이

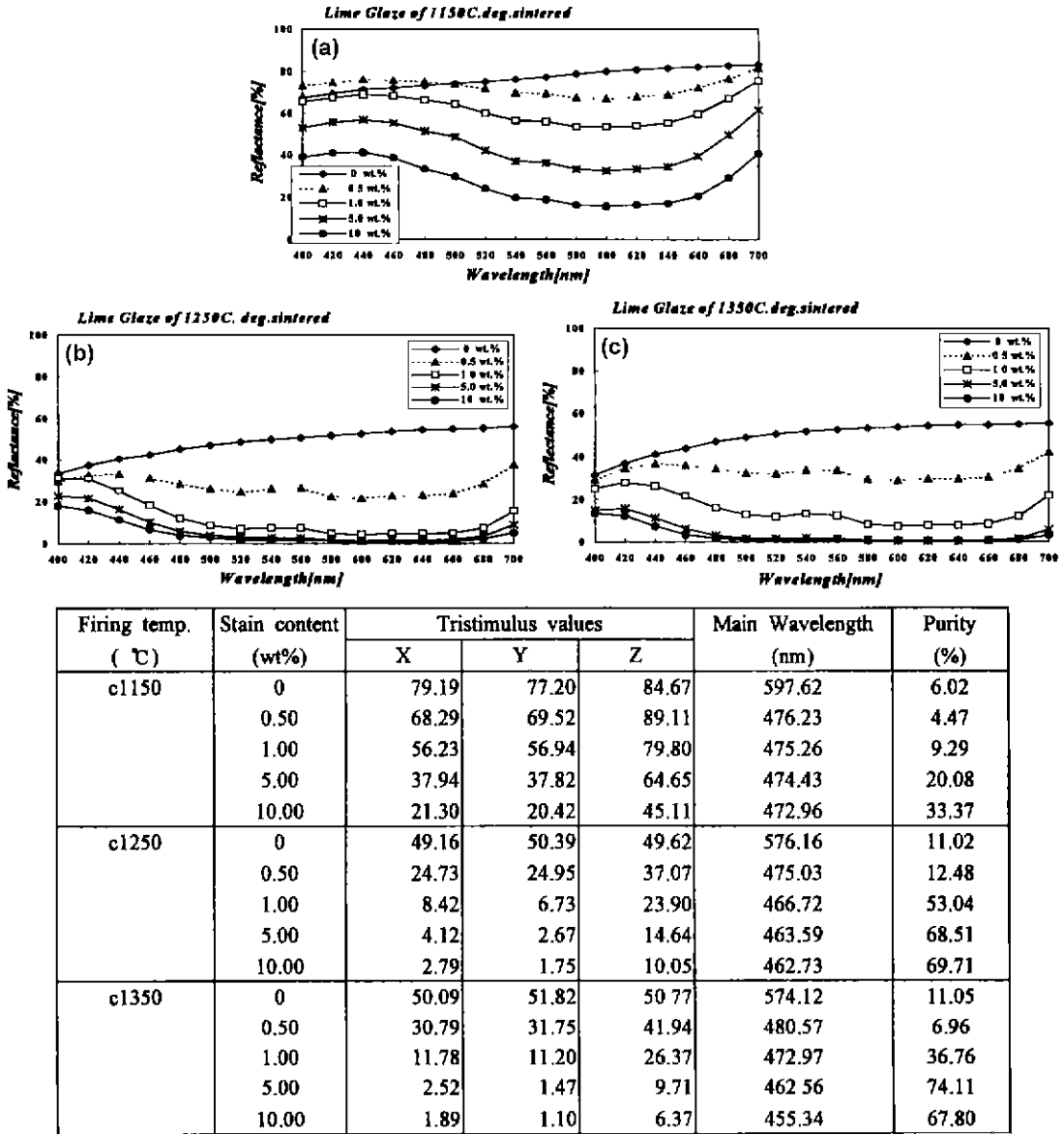


Fig. 5. The curve of spectroscopic reflectance of lead glaze.

나타났으며 이 역시 안료침가 5wt% 이상에서 반사율이 위 두가지 유약에서와 같이 일치하였다. 이는 안료 발색에 있어 기본유의 주원료로 사용된 Zn, Ba, Ca 등은 알칼리 영역의 용융 온도범위를 확장시켜 비교적 안정된 발색을 유도하는 것으로 사료되었다.

Fig. 2-6의 그림은 색의 수치를 통해 파장성분을 도표화한 분광 반사율곡선으로 물체는 광원으로부터 빛의 일부를 흡수하고 나머지는 반사한다. 이 반사부분이 시각적으로 색으로 인식되고 도표상에서 반사영역으로 표

시되는 것이다. 반사되어진 도표의 x,y,z 값으로 순도값과 명도를 계산하여 수치화시킬 수 있었으며 각각 주어진 값으로 시편의 적응도를 판단할 수 있었다. Fig. 7은 하이퍼텍스트 화면을 나타내고 있으며 이와 같이 실험되어진 자료들의 양이 많아 자료분석의 나열을 용이하게 하기 위해 자료를 정리하여 HTML(Hyper text makeup language) 문서로 작성하였다.^{16,17)} 이는 정보의 호환성을 목적으로 제작되었으며 인터넷에 접속하여 장소나 시간에 구애 없이 다양한 정보 교류를 가질 수

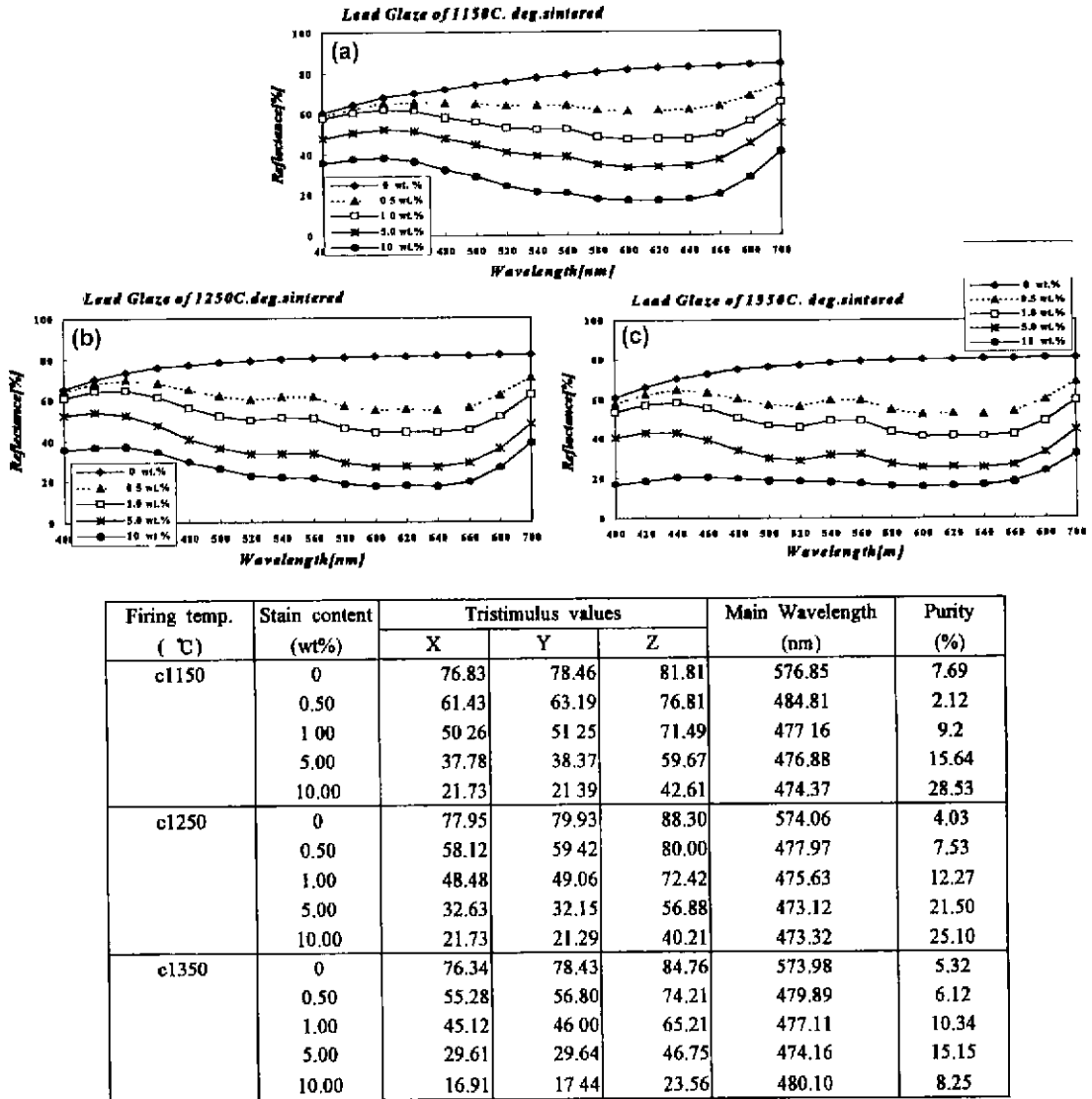


Fig. 6. The curve of spectroscopic reflectance of lime glaze.

다. 따라서 인터넷 사이트에 개설하였고 이에 계속이어지는 실험의 자료와 공정상의 변수를 제어한 실험상의 정보 자료를 지속적으로 올려 공유하고 이는 실시간에 정보를 보완하고 개선시키는데 유용하리라고 예상되는 바이다.

이에 도자 산업의 현장성을 파악하여 자료의 데이터를 공개하여 좀더 많은 자료들을 공유하고 문제점을 파악하여 침체된 도자 산업에 활성화를 이루는데 본 연구의 목적을 두고 있다. 본 실험은 세라믹스의 고전인 도자 산업에 있어 그 기술을 전수하고 답습하는 방식에서 벗어나 좀 더 적극적인 자료의 접근을 꾀하도록 하였다.

각 기초유별로 원하는 자료를 클릭 하였을 때 온도별, 안료 첨가 비율별로 자료를 나열하게 되고 다음을 다시 들어가면 실험 자료와 조건, 온도, 조성 그리고 분광 반사를 곡선이나 CIE그래프를 나열하여 안료와 유약의 융착상태를 공개하여 각기 해석할 수 있도록 프로그래밍 하였다.

4. 결 론

본 연구의 결론을 정리하면 다음과 같다.

1. 각 기본유의 온도영역별 영향에서는 1250°C소성시

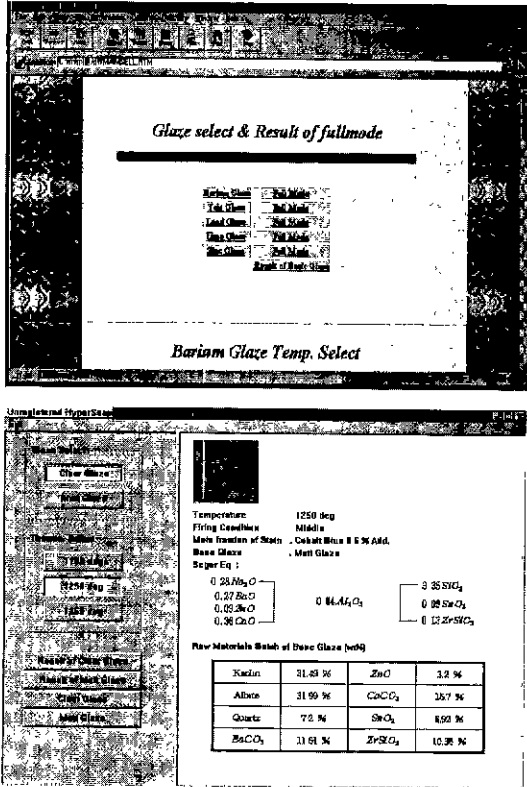


Fig. 7. Hyper text screen.

안정된 발색을 보이고 있었다. 또한 1150°C의 소결에서 전반적으로 안료와의 융착이 미진함을 보였고, 연유는 휘발성으로 인해 융착상태가 미흡함을 보였다.

2. 합성된 안료는 고온에서 안정한 스피넬구조인 $CoAl_2O_4$ 를 형성하고 있었으며 코발트블 루의 안료 첨가량에 따라 480~455 nm영역에서 파랑, 남색, 청보라로 발색 곡선을 나타내고 있었다. 또한 안료첨가 비율비로 발색변이는 5wt%이상 첨가시에는 발색의 다양성이 뚜렷하지 않았다.

3. 각 기본유별 안료 첨가 발색의 영향을 분석한 결과, 석회유, 비록유, 아연유에서 안정된 발색을 얻을 수 있었다.

4. 기본 유약과 안료의 발색과 적응성의 결과 자료를 데이터 베이스 프로그래밍하여 검색하여 본 결과 이는 도자 정보영역의 확대성을 부각 시킬수 있는 가능성이 있음을 알 수 있었다.

REFERENCES

1. D. B. Judd and G. Wyszecski, "Color in Business, Science and Industry," 3rd. Wiley. New York, 1975.
2. S. Greenwald, S. J. Pickart and F. H. Grannis, "Cation Distribution and Factors of Certain Spinel's Containing Ni²⁺, Mn²⁺, Co²⁺, Al³⁺, Ga³⁺ and Fe³⁺," *J. Chem. Phys.*, **22**, 1597-1600 (1954)
3. S. Yoichi, "Pigment and Stain," Dongkang publishing Corp. pp.133-135, p.276, p.471, p.684, p.710 (1995).
4. Korean Standards Association, "Names of Non-Luminous Object Colours," A 0011 (1997).
5. Korean Standards Association, "Specification of Colours According to the CIE 1931 & Standard Colourmetric System and the CIE 1964 Supplementary Standard Colourmetric System," A0061 (1993).
6. Korean Standards Association, "Colour Specification-Specification According to Their Three Attributes," A 0062 (1994).
7. Korean Standards Association, "Method for Specification of Colour Differences for Opaque Materials," A 0063 (1996).
8. Korean Standards Association, "Glossary of Colour Terms," A 0064 (1989).
9. Korean Standards Association, "Methods of Measurement for Colour of Reflecting or Transmitting Objects," A 0066 (1993).
10. R. K. Mason, "Use of Cobalt Colors in Glazes," *Am. Ceram. Soc. Bull.*, **40**(1), 5-6 (1961).
11. F. W. Billmeyer, Jr. and M. Saltzman, "Principles of Color Technology," Wiley, New York, 1981.
12. Mark Andrews, "Visual C++ Object-Oriented Programming," Prentice Hall, 800-819 (1997).
13. O. S. Dumont, K. Brokopf and K. Burkhardt, "Color and Constitution of Inorganic Solids Light Absorption of Bivalent Cobalt in Oxide Coordination Lattices," *J. Anorg. Allgem. Chem.*, **312**, 121-134 (1958).
14. Aladar Burgyan and Richard A. Eppler, "Classification of Mixed-Metal-Oxide Inorganic Pigment", *Am. Ceram. Soc. Bull.*, **62**(9), 1001-1003 (1983).
15. DCMA Classification and Chemical Description of the Mixed Metal Oxide Inorganic Colored Pigments, 2d ed. Metal Oxides and Ceramic Colors Subcommittee, Dry Colore Manufacturers Assn., Arlington, VA, (1982).
16. "Programming with MFC and WIN 32," Vol2., Microsoft Corp, 69-98 (1997).
17. S. Y. Lee, "Visual C++ Programming Bible Ver 4.x," Youngjin publishing Corp., pp.243-245, 407-408 (1994).