

# 鐵과 銅에 의한 色釉藥

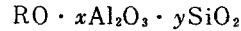
李 鍾 根

漢陽大學校 名譽教授

## □ 目 次 □

1. 銅을 이용한 유약
2. 鐵을 이용한 유약

도자기의 유약은 組成的으로 보면 알루미늄 珪酸鹽( $Al_2O_3-SiO_2$ )이다. 珪酸( $SiO_2$ )을 主成分으로 하고 알루미늄( $Al_2O_3$ )와 알칼리( $R_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$  등), 알칼리土類酸化物( $RO$ ,  $CaO$ ,  $MgO$  등), 酸化亜鉛( $ZnO$ ), 酸化鉛( $PbO$ ) 등의 鹽基性成分을 함유하고 있다. 이것을 式으로 표시하면,



로 된다. 여기에서  $RO$ 는 염기성성분이며  $R_2O$ 를 포함한다.

한편 유약의 色은 發色元素의 發色에 起因되는 것이다. 일반적으로 많이 도자기유약에 쓰이는 元素의 發色에 대하여 구분하여 보면,

### ① 언제나 發色하는 元素

크롬(Cr), 망간(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 동(Cu), 우라늄(U) 등.

### ② 특별한 조건에서만 發色하는 元素

티타늄(Ti), 바나듐(V), 안티몬(Sb), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W) 등.

### ③ 언제나 發色하지 않는 元素

실리콘(Si), 알루미늄(Al), 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 바륨(Ba), 아연(Zn), 납(Pb), 나트륨(Na), 칼륨(K), 리튬(Li) 등으로 된다. 도자기유약의 색은 ①군에 속하는 發色 元素의 함유량과 종류에 따라서 決定되지만 유약의 呈色은 이 밖에 밑바탕이 되는 유약의 조성, 소성온도곡선, 소성분위기 등에 따라서 달라지며 一定한 것은 아니다. 따라서 일정한 呈色을 얻기 위하여서는 소성분위기를 포함한 소성조건을 정확하게 제어하여야 하는 것은 물론, 유약의 조제조건 즉 원료의 선택, 조합비율, 분쇄의 정도, 시유할때의 유약의 두께등을 일정하게 제어하여야 한다. 그러나 이들 모든 工程을 충분히 잘 관리하여도 유약의 色을 完全하게 제어하기는 어렵다. 이것은 사람의 눈이 色을 식별하는 능력이 매우 크기 때문이라고 할 수 있다. 따라서 도자기유약에 대한 지식이나 기술이 진보하더라도 같은 色調의 유약을 얻기란 매우 어려운 일이다.

일반적으로 도자기유약의 착색에 쓰이는 發色 元素의 수는 적지만, 이들 發色 元素가 發色

하는 색은 매우 多樣해서 실지로 얻을 수 있는 색의 종류는 무궁무진하다 할수 있다. 책이나 연구보고에 이러한 發色元素의 呈色一覽表가 나와 있기는 하지만 이것만으로는 크게 유용한 것이 못된다. 그것은 발색원소를 含有하는 유약의 組成, 즉 유약의 종류와 燒成溫度, 그리고 酸化燒成이나 還元燒成이나 하는 燒成分위기, 또 그 程度에 따라서 呈色이 달라지기 때문이다. 따라서 발색원소의 呈色을 表記할 때에는 이러한 모든 조건을 되도록 자세히 기록하여야만 再現이 가능하게 된다.

여기에서는 옛부터 많이 쓰여온 鐵과 銅을 利用한 着色유약에 대하여 좀 자세히 알아 보기로 한다.

### 1. 銅을 이용한 유약

銅과 그 代表的인 유약의 색에 대하여 표시한 表에 의하면 銅에 의하여 얻어지는 유약의 색은

赤, 綠, 赤紫, 靑綠, 터키블루, 水色, 紫, 灰等

으로 되어 있다.

銅의 配合原料로는 酸化銅이 주로 쓰이는데, 酸化銅에는 赤色酸化銅(Cu<sub>2</sub>O)와 黑色酸化銅(CuO)이 있으며, 一般的으로는 黑色酸化銅이 많이 쓰인다. 赤色酸化銅은 第一酸化銅으로 眞紅色의 結晶粉末로 혼한 酸化物은 아니다. 銅을 酸化시키면 表面이 黑色으로 되는데 이것이 第二酸化銅인 黑色酸化銅이다. 이 黑色酸化銅을 버려보면 金屬銅과의 境界에 赤色을 볼수 있는데, 이것이 第一酸化銅이다. 辰砂와 같은 赤色유약을 만들때 이 赤色酸化銅을 쓸때가 있는데, 이때도 一般적으로는 第二酸化銅을 原料로 쓰고 強還元焰으로 소성해서 적색을 얻는다. 다만 銅赤色유리를 만들때에는 還元劑와 同時에 赤色酸化銅을 쓰는 것이 일반적이다.

鉛釉에 있어서 酸化銅을 넣으면 綠色釉가 되지만 유약成分中에 있는 酸化鉛을 알칼리로 置換하면 靑綠色으로 변화해 가며 酸化鉛이 全部 빠지고 純알칼리유약이 되면 靑色으로 된다. 黑

色酸化銅을 3% 넣고 만든 유약을 예로 들어 그 발색상태를 비교해 보면 다음과 같다.

SK05a	1.0PbO·0.1Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·1.7SiO <sub>2</sub>	綠色
SK01a	0.6PbO	} 0.2Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2.1SiO <sub>2</sub> 靑綠色
	0.3CaO	
	0.1Na <sub>2</sub> O	
SK02a	0.7Na <sub>2</sub> O	} 0.05Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·1.5SiO <sub>2</sub>
	0.3CaO	
		SK02a에서 靑綠色
		SK1a까지 靑色
SK03a	0.7K <sub>2</sub> O	} 0.05Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·1.7SiO <sub>2</sub>
	0.3Na <sub>2</sub> O	
		靑靑色

알칼리珪酸鹽에서는 酸化銅을 넣으면 深靑色을 나타내는데, 硼酸(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)를 첨가하면 色은 靑綠色이 된다.

酸化銅과 함께 酸化주석(SnO<sub>2</sub>)를 첨가하면 유약의 색은 맑게 되고 강하게 빛나는 靑色이 된다. 그러나 CuO를 넣고 여기에 SnO<sub>2</sub> 1% 정도를 넣어서 還元燒成하면 赤色이 된다. 그리고 酸化리시움을 첨가하면 還元燒成에서 赤色の 발색을 촉진한다.

가장 보편적인 유약인 石灰釉에서 酸化銅은 綠色으로 呈色된다.

石灰釉라고 하는 유약은 RO·xAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·ySiO<sub>2</sub>에 있어서 RO 즉 鹽基性成分에 있어서 CaO가 主成分인 유약이다. CaO成分의 供給原料는 石灰石(CaCO<sub>3</sub>)를 一般的으로 써왔지만 근래에는 珪灰石(CaO·SiO<sub>2</sub>) 또는 石灰長石(CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2SiO<sub>2</sub>)를 쓰는 경우가 많아졌다.

石灰釉의 鹽基性成分을 보면 대체적으로 다음의 組成範圍에 있다.

- 0.1~0.3KNaO
- 0.5~0.8CaO
- 0.1~0.2MgO
- 0.0~0.2ZnO
- 0.0~0.2BaO

이러한 石灰釉에 骨灰나 酸化티탄과 같은 乳濁劑를 넣은 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>系の 性狀을 보면 그림 1과 같다. 各組成에 酸化第二銅을 5%넣고 SK9번에 酸化소성하여 그 성상을 圖表化한 것

이 그림 1 인데 無光澤, 透明, 乳濁이 되는 부분과 그 색을 표시하고 있다.

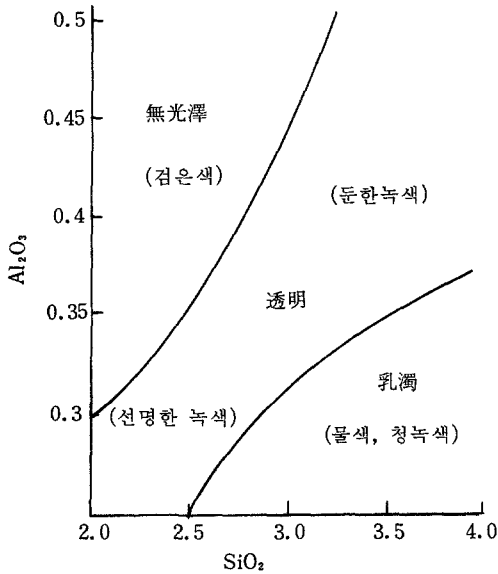


그림 1. 銅釉의  $Al_2O_3$ - $SiO_2$  性狀圖 SK9, 酸化염, Cu05%

이 그림 1 에서 無光澤, 透明, 乳濁이 되는 경계선은 塩基의 組成에 따라서 左右, 上下로 약간씩 이동한다. 鮮명한 綠色을 얻으려면  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  共히 적은 쪽을 택하는 것이 좋다. 그리고 酸化銅 4~5% 정도와 함께 骨灰를 2~3% 첨가하는 것이 좋다. 이때 이 程度의 骨灰는 乳濁作用은 하지 않고 銅의 色을 靑色을 띠 鮮명한 綠色으로 한다. 이때 酸化티탄을 첨가해도 乳濁効果는 나타내지 않고 酸化銅의 色調는 黃色을 띠 綠色으로 된다.  $Al_2O_3$ 와  $SiO_2$ 가 많은 磁器釉型에서는 色調가 어두운 綠色이 된다.

水色 또는 靑綠色의 乳濁釉를 만들려면  $Al_2O_3$ - $SiO_2$ 의 組成을 도표의 아래쪽 乳濁釉組成으로 한다. 이때 CuO의 첨가량이 4~5%일 경우는 靑綠色의 乳濁釉가 되고 CuO의 첨가량이 2% 이하의 경우는 水色の 乳濁釉가 된다. 乳濁釉를 만들기 위하여는 骨灰 2~4% 또는 酸化티탄 4~6%를 첨가하여야 한다.

酸化銅에 의한 赤色유약은 환원소성의 경우에 얻어진다.  $Al_2O_3$ - $SiO_2$ 의 성상을 보면 그림

2와 같은데 辰砂의 赤色釉는 透明部에서 얻어지며 均窯라고 부르는 水色과 赤色이 混合된 유약은 乳濁部에서 얻어진다. 이때의 CuO의 첨가량은 1%정도이다. 그리고 辰砂釉를 얻고자 할 때에는 骨灰와 3%정도의 酸化주석의 添加가 필요하며 0.2몰정도의 CaO를 BaO 또는 SrO로 置換하면 좋은 결과를 얻을 수 있다.

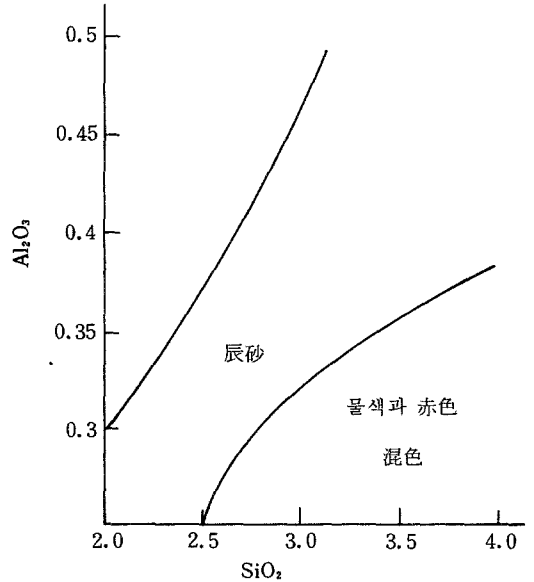


그림 2. 銅釉의  $Al_2O_3$ - $SiO_2$  性狀圖 SK9, 환원염, CuO 1%

유약에 酸化銅을 飽和에 이르게 많은 量을 添加하면 黑色의 金屬과 같은 모양의 매트유가 된다. 이때의 첨가량은 유약의 종류에 따라서 다르며 일반적으로 10~30%이다. 그러나 이러한 유약은 소성후 사용할 때 대단히 예민해서 따뜻한 손 또는 濕한 손만 대어도 釉面에 기름이 묻은 것과 같은 반점이 생긴다. 그리고 이와같이 많은 量의 酸化銅을 含有한 유약에는 金으로 彩飾할 수 없는데, 이것은 채식가마에서 燒付할때 金이 가라앉아서 모양이 나타나지 않게 되기 때문이다.

## 2. 鐵을 이용한 유약

우리가 살고 있는 지구의 지각을 형성하고

있는 광물은 火成岩, 水成岩, 變成岩을 구성하고 있는데, 그중에서 火成岩이 99% 이상을 占有하고 있다. 클라크(clarke)가 火成岩의 평균 조성으로부터 지각의 화학조성을 계산하여 발표한 클라크數는 지각을 형성하는 各元素 또는 酸化物的 占有率을 표시하는 수치이다. 表1에 지각 화성암의 평균화학성분을 表2에 지각 화성암의 주요元素平均量을 표시하였다.

표 1. 지각 화성암의 평균화학성분(%)

SiO <sub>2</sub>	59.12	TiO <sub>2</sub>	1.05	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.34	CO <sub>2</sub>	0.10	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.08	ZrO <sub>2</sub>	0.04	MnO	0.12
FeO	3.80	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.30	NiO	0.03
MgO	3.49	Cl	0.05	BaO	0.06
CaO	5.08	F	0.03	SrO	0.02
Na <sub>2</sub> O	3.84	S	0.05	WO	0.01
K <sub>2</sub> O	3.14	(Ce, Y) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.02	Zn	0.004
H <sub>2</sub> O	1.15	Cu	0.01	Pb	0.002

표 2. 지각 화성암의 주요원소 평균량(%)

O	46.59	P	0.13	Zr	0.026
Si	27.72	H	0.13	Ni	0.020
Al	8.13	Mn	0.10	Sr	0.019
Fe	5.01	S	0.052	V	0.017
Ca	3.63	Ba	0.050	Ce, Y	0.015
Na	2.85	Cl	0.048	Cu	0.010
K	2.60	Cr	0.037	U	0.008
Mg	2.09	C	0.032	W	0.005
Ti	0.63	F	0.030	Li	0.004

이 표에 나타난 바와 같이 지각의 鐵分含有量은 酸化鐵로 계산하여 7%에 달하여 SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 다음으로 많은 것이다. 철분은 이와같이 많이 함유되어 있을뿐 아니라 그 분포 범위가 넓어서 거의 모든 鑛物에 鐵鑛物이 함유되어 있거나 固溶되어 있는 상태이다. 또한 鐵分의 着色能이 매우 커서 거의 모든 천연광물의 呈色을 左右하고 있다고 해도 과언이 아니다.

도자기를 주축으로 하는 세라믹스에서는 無色透明 또는 白色을 基本으로 하고 있는 것이 많아서 철분을 가장 기피하고 있는 경우가 많

다. 따라서 窯業原料에 있어서 가장 基本的인 精製는 脫鐵에 두고 있는 경우가 많다.

참고로 窯業原料에 있어서의 脫鐵은 첫째로 比重과 粒子크기에 의한 分離로서 水簸가 채택되며, 둘째로 磁力에 의한 選磁이 채택이 되고 이에 依하여 目的이 達成되지 못할 경우는 浮遊選磁法이 채택이 된다. 끝으로 鹽酸이나 蓆酸을 利用한 化學처리방법이 쓰인다.

우리나라에서는 아직 실시되고 있지 못하지만 高嶺土나 粘土와 같은 粉體로 산출되는 원료는 水簸操作이 前處理過程으로서 반드시 수행하는 鑛山에서의 處理操作으로 되어 있다. 다만 脫鐵이라는 면에서 보면 水簸에 의하여 脫鐵의 目的이 반드시 이루어지는 것으로 생각하는 것은 잘못이다. 그것은 水簸가 粒子의 크기와 比重에 의하여 分離되는 것으로, 오히려 鐵分이 적은 部分이 分離되므로서 目的物의 鐵分含有量이 오히려 증가되는 경우도 있다.

또 精製라는 개념은 不必要한 雜質물을 제거하는 것으로 오해하기 쉬우나 現代의 개념은 組成磁物을 分離해서 각각 순수한 磁物로 하여, 各各을 이용하고자 하는 操作으로 이해하여야 한다. 즉 脫鐵過程에서 分離된 鐵磁物도 폐기하는 것이 아니라, 이것도 鐵의 原料로서 使用토록 하는 것이다.

鐵分은 이와같이 도자기의 제조에 있어서 가장 장애가 되는 成分으로 여겨지고 있으나, 한편으로는 이 철분을 이용하는 면에서도 활발한 연구와 기술개발이 이루어져 왔다. 철분을 이용한 가장 유명한 도자기유약의 하나는 靑磁釉이다. 이 유약은 鐵分을 含有하는 유약을 시유하고 환원소성하여 얻어지는 고려자기의 찬란한 역사를 이룬 우아한 비취색의 유약이지만, 이외에도 철분을 이용한 유약은 허다하다.

鐵에 의하여 얻어지는 유약의 色은 朱赤色, 黃色, 黃褐色, 赤褐色, 靑色, 綠色, 黑色等 허다하다.

鐵의 酸化物에는 酸化第二鐵, 酸化第一鐵, 四三酸化鐵 등이 있다. 酸化第二鐵(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)은 赤色粉末로 1370°C에서 燒結하며 融點은 1550°C이다. 酸化第一鐵(FeO)은 黑色粉末이며 融點

은 1377°C로 酸化第二鐵보다 낮다. 四三酸化鐵(Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, 또는 FeO·Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)은 黑色粉末이며 FeO와 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 結合된 페라이트이다. 이러한 酸化物中에서 도자기의 原料로 쓰이는 것은 주로 酸化第二鐵(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)이다.

鐵釉의 鐵分供給原料로는 現在도 各地에서 産出되는 철분을 많이 含有하는 土石類가 쓰이고 있고 특히 傳統도자기의 製造에는 이와같은 含鐵天然原料를 配合에 쓰는 경우가 많으나, 일반적으로는 순수하게 제조된 赤色酸化鐵을 原料로 쓴다. 赤色酸化鐵은 鐵이나 鐵化合物을 黃酸과 作用시켜서 黃酸鐵을 만들고, 이것을 직접 공기중에서 加熱分解하여 酸化鐵을 만들던가, 黃酸鐵溶液에 암모니아수와 같은 알칼리를 넣어서 水酸化鐵을 침전시키고, 이 침전을 걸러 말린다음 空氣中에서 加熱하여 酸化鐵을 만든다. 이때 가열온도에 따라서 酸化鐵의 色相이 달라지는데 赤色顔料로 쓰는 酸化鐵을 만들 때에는 燒成方法을 엄격히 제어해야 한다. 또 赤色顔料로서의 酸化鐵을 만들 때에는 黃酸鐵에 黃酸알루미늄을 섞어서 溶液을 만들고, 알칼리로 水酸化物을 共沈시킨다음에 加熱하면 色相의 安定化에 크게 도움이 된다.

鐵에 의한 유약의 色은 매우 多様한데, 그것은 鐵이 三價의 鐵과 二價의 鐵이 있고, 이것들은 유약의 組成이나 소성조건에 따라 生成되는 비율이 달라지기 때문이며, 또한 과잉으로 첨가되면 鐵化合物이 結晶化하여 析出되기 때문이다. 靑磁의 色이 여러가지로 나오는 것도 三價의 鐵과 二價의 鐵이 共存하고, 그 비율과 量이 다르기 때문이라고 해석된다.

철이 매우 多量한 色釉를 만들수 있는 까닭을 개략적으로 살펴보면 다음과 같다.

1) 酸化鐵을 添加할수 있는 量의 범위가 대단히 넓다. 酸化鐵이 유약에 용해하여 첨가할수 있는 量이 15% 정도나 되고 때로는 20%까지 첨가할 수 있게 된다. 石灰가 많이 包含되어 있는 유약은 많은 量의 酸化鐵을 溶解할수 있고 또 バリウム(BaO, 原料로는 BaCO<sub>3</sub>를 쓴다)을 첨가하면 더 한층 酸化鐵을 녹기 쉽게 한다. 그리고 물론 酸化鐵의 첨가량에 따라서도

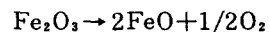
여러가지 色調의 色釉를 얻을수 있다.

2) 酸化鐵은 보통 酸化第二鐵(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)의 형태로 첨가되지만 高温에서 소성하는 동안에, 이 三價의 鐵이 一部 환원되어서 산소를 放出하면서 二價의 鐵 즉 酸化第一鐵(FeO)로 변한다. 三價의 鐵의 色은 黃赤系이고 二價의 鐵의 色은 靑色系이다. 따라서 三價의 鐵과 二價의 鐵이 共存하는 比率과 量에 따라서 유약의 色相은 변한다. 酸化第一鐵의 融點은 酸化第二鐵보다 낮고 融劑로 작용하는 힘이 강해서, 유약을 녹기 쉽게 한다. 그리고 환원소성을 하면 酸化第一鐵의 生成量이 많아져서 色도 靑色系로 기울어지고, 유약은 더한층 녹기 쉽게 된다. 例로 환원소성에서는 珪酸分이 많은 유약에서도 철을 첨가하면 용융하게 된다. 건축용 벽돌의 製에 있어서도 소성의 끝마무리에서 환원소성하여 紫褐色의 變色벽돌을 만드는 이치도 이것이다.

3) 酸化第一鐵의 含有는 유약의 呈色에 중요한 의미를 갖는다. 환원소성에 의하여 얻어지는 靑磁의 靑은 靑色 내지는 靑綠色은 三價의 鐵과 二價의 鐵이 공존하는데 기인하는 것으로 알려져 있다. 또 黒天目釉라고 해서 靑磁으로 眞黑의 呈色을 하는 유약에 있어서도 그 呈色은 二價의 鐵과 三價의 鐵이 共存하므로써 얻어지는 것으로 여겨지고 있다.

4) 유약의 유리相으로부터 酸化鐵 즉 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 結晶이 析出될수 있다. 고온에 있어서 일부 酸化第一鐵이 되어서 안전한 용액상태로 되어 있던 유약이 냉각과정에서 表層에 있던 酸化第一鐵이 다시 산화해서 酸化第二鐵이 되고, 이때문에 그 부분의 산화철의 농도가 커져서 과잉으로 되어 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 결정으로 析出하게 된다. 철에 의한 적색유약이나 鐵砂유약은 이와같이 하여 얻어진다. 감색의 유약도 이와같은 酸化第一鐵의 再酸化에 의하여 얻어지는 것으로 여겨진다.

5) 高温에 있어서 酸化第二鐵이 還元하여 산소를 방출하면,



長石을 많이 함유하는 粘力이 큰 유약 속에서

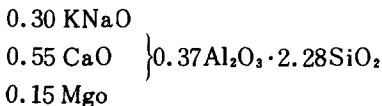
發泡하게 된다. 이렇게 기포가 생기면, 기포가 생긴 부분의 유리相에서  $Fe_2O_3$ 의 結晶이 析出하기 쉽게 된다. 이것이 油滴유약이 생기는 原理라고 생각된다. 이 경우는 酸化鐵 結晶의 析出에 기인하는 것이지만 鐵鈹物의 結晶이 析出되는 경우도 있다. 예를 들면 유약의 組成에  $MgO$ 가 含有되어 있을 경우 이것이 酸化第一鐵과 함께  $SiO_2$ 에 作用하여 輝石종류의 鐵鈹物의 結晶을 析出し킨다. 還元燒成으로 酸化第一鐵이 많아지면 더욱 이 結晶이 析出되기 쉽고 色은 올리브그린이다. 산화소성의 경우도 이 結晶이 析出될수 있는데, 이때의 色은 黃色기가 많아진다.

6) 石灰를 많이 포함하고 있는 염기성의 유약에서는 石灰長石(anorthite,  $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ )이 析出될 경우가 있는데, 이 石灰長石에 철분이 녹아들어가서 黃色의 無光澤釉가 된다. 이때의 黃色은 선명한 것이 못되고 탁한 황색이다.

7) 乳濁유약에 있어서는 鐵分の 첨가량이 적을 때에는 엷은 靑色이 되고, 鐵分の 첨가량을 많이하면 靑色, 綠茶色等 여러가지 色調가 된다. 또 黑天目釉에 乳濁釉를 입히면 더한층 변화가 많은 色釉를 얻을수 있다.

鐵에 의한 色釉 즉 鐵釉에 대한 試驗例를 보면 다음과 같은 것이 있다.

기초유약으로는



를 쓰고, 이에 8~10%의 酸化第二鐵을 첨가하고, 소성온도는 SK9로 한다.

이 유약은 녹색을 띤 黃色의 結晶을 析出한다. 이 유약에서 結晶의 析出을 막기 위하여는 규석을 첨가한다. 규석을 첨가하여 가면 황갈색의 투명유가 되고, 규석의 첨가량이 많아짐에 따라서 呈色은 점점 짙어지고 나중에는 黑色釉가 된다. 황갈색의 透明釉를 飴釉, 眞黑色의 유약을 黑天目釉라고 부른다. 규석이 많은 調合에서 骨灰 2~4% 또는 酸化티탄을 3~6% 첨가하면 乳濁化하고 黃茶, 엷은 녹색, 엷

은 靑色等이 섞인 色釉가 된다.

또 기초유약에 鹽基成分을 일정하게 하고 카올린과 규석을 첨가하여 가면  $Al_2O_3$ 와  $SiO_2$ 가 변화한다. 이와같이 하여  $Al_2O_3-SiO_2$ 系의 性狀圖를 만든 것이 그림 3이다.

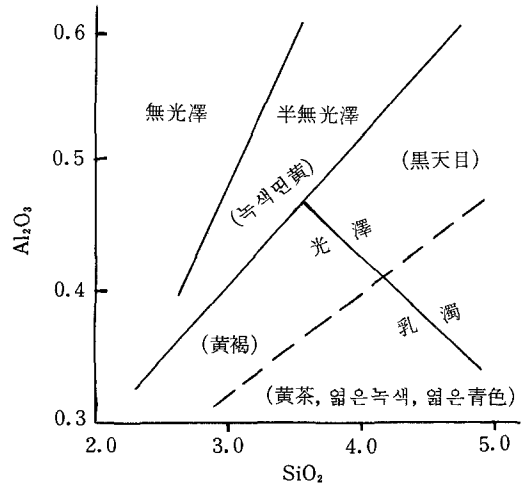


그림 3. 鐵釉의  $Al_2O_3-SiO_2$  性狀圖

鹽基組成 0.30KNaO 固定  
0.55CaO  
0.15MgO  
 $Fe_2O_3$  8~10% 첨가

光澤의 투명유약부분에서 보면  $SiO_2$ 와  $Al_2O_3$ 가 적은 부분에서는 황갈색이지만  $Al_2O_3$  특히  $SiO_2$ 가 많아질수록 색이 진하게 되고 黑褐色을 지나 眞黑色의 天目釉로 된다.

鹽基成分의 영향을 보면 황갈색은  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ 가 적은 石灰釉에서 얻기 쉬우며, 黑天目釉는 石灰釉보다는 KNaO와  $Al_2O_3$ 가 많은 長石釉쪽에서 잘 나타난다.

黑天目釉의 鹽基組成범위는

0.35~0.55 KNaO  
0.05~0.25 MgO  
0.25~0.55 CaO

이다.

破線 밑의 乳濁部分은 乳濁劑를 첨가할 경우 乳濁하는 부분이다.

끝으로  $\left. \begin{array}{l} 0.30 \text{ KNaO} \\ 0.55 \text{ CaO} \\ 0.15 \text{ MgO} \end{array} \right\}$ 의 鹽基組成은

0.30몰의 알칼리長石, 0.55몰의 石灰石, 0.05몰의 滑石을 調合하면 얻어진다. 各原料가 순수할 경우 0.30몰의 長石에서는 0.30몰의  $Al_2O_3$ 와 1.8몰의  $SiO_2$ 가 도입되며, 滑石의 化學式은  $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ 이므로 0.05몰의 滑石에서 0.15몰의  $MgO$ 가 供給되는 同時에 0.2몰의  $SiO_2$ 도 供給된다.

0.3몰의 長石은 長石 1 몰이 칼리長石으로 보면 556이므로

$$556 \times 0.3 = 166.8$$

石灰石의 분자량은 100이므로 0.55몰의 石灰石은

$$100 \times 0.55 = 55$$

滑石의 분자량은 379이므로 0.05몰의 滑石은

$$379 \times 0.05 = 19$$

滑石을 煨燒해서 쓸경우는 하소활석의 분자량이 361이 되므로 0.05몰은

$$361 \times 0.05 = 18.1$$

따라서 기본 鹼基性組成을 만들려면 칼리長石 166.8, 石灰石 55, 滑石 19.0 또는 하소활석 18.1의 비율로 混合하면 된다. 물론 여기에  $Al_2O_3$ 와  $SiO_2$ 의 몰수에 해당하는 규석, 고령토를 배합하여야 한다.

鐵에 의한 赤色유약의 試驗例를 보면 鹼基性組成이

$$0.40 \text{ KNaO}$$

$$0.25 \text{ MgO}$$

$$0.35 \text{ CaO}$$

와 같이 알칼리와  $MgO$ 가 많은 유약에 11~15%의 酸化鐵과 함께 11~15%의 骨灰를 넣으면 잘 나타난다고 한다. 그리고 환원소정보다는 酸化소성에서 잘 나타난다.