

## 여러 가지 나무재를 이용한 도자기용 유약제조와 색상 특성

한영순<sup>†</sup> · 이병하\*

청강문화산업대학 도자디자인과

\*명지대학교 세라믹공학과

(2003년 12월 30일 접수; 2004년 2월 19일 승인)

### Glaze from Wood Ashes and their Color Characteristics

Young-Soon Han<sup>†</sup> and Byung-Ha Lee\*

Department of Ceramic Design, Chungkang College of Cultural Industries, Icheon 467-744, Korea

\*Department of Ceramic Engineering, Myongji University, Yongin 449-728, Korea

(Received December 30, 2003; Accepted February 19, 2004)

#### 초 록

우리 주변에서 쉽게 구할 수 있는 12가지 나무와 참나무잎, 소나무껍질 등을 나무 부위별로 구분하여 나무재를 만들어 한국적 천연 재유의 특성을 연구·분석한 결과 나무재의 주성분은 CaO이며 소나무껍질재는 SiO<sub>2</sub>, 참나무잎재의 주성분은 CaO와 SiO<sub>2</sub>이다. 아카시아나무재, 미루나무재 및 대추나무재는 다른 나무재에 비해 MgO와 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 성분이 많이 함유되어 있어 노랑색기를 띤 녹색유약으로 나타났으며 UV에 의한 4분류 중 가장 채도가 높아 맑은 색을 지닌 투명유 제조에 적합하다. 포도나무재, 배나무재 및 참나무재는 재 안에 많이 함유된 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO 및 MnO의 영향을 받아 UV 분석결과 노랑색기를 띤 녹색 현상이 나타났으며 다른 나무재보다 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>의 함량이 많아 온화하고 안정된 느낌을 주는 유백현상이 강하게 나타나 유백유 제작에 적합하다. 소나무재, 플라타너스나무재 및 느티나무재는 다른 나무재에 비해 CaO 성분과 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 성분이 많아 12가지 나무재 중 가장 선명하고 푸른색기가 많은 녹색 현상이 나타나 청자유약제조에 적합하다. 자작나무, 참나무, 밤나무는 소량으로 유약의 색상에 많은 영향을 주는 MnO가 가장 많이 함유되어 있고 아카시아나무재, 미루나무재, 대추나무재 보다는 약하지만 노랑색기를 띤 녹색유 현상이 나타나 이라보 유약 제조에 적합하다.

#### ABSTRACT

This study is to analyze the characteristics of typical Korean wood ashes from twelve trees, oak tree needles and pine bark, which are common in the area, and to suggest their applications in ash glaze making. The chemical analysis of the ashes shows that the main component of wood ash is CaO while wood bark ash consists of SiO<sub>2</sub>, and leaf ash consists of CaO and SiO<sub>2</sub>. The results of the study are as follows: Ashes made from the wood of Acasia, Poplar and Jujube contained relatively high amounts of Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and MgO compared to other tree ashes. The ashes had yellowish green color glaze. From the result of UV analysis they presented the highest chroma. Therefore these ashes are good for making transparent glaze. From the result of UV analysis Grapevine, pear and oak wood ashes containing the highest amounts of Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and MnO presented yellowish green color glaze compared to other ashes are suitable for making opaque glazes because of their showing stable and opacity phenomena. Pine tree, Platanus and Zelkova wood ashes consist of high amounts of CaO and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> compared to other tree ashes. So they showed the most vivid and bluish green color glaze among 12 ashes. Therefore, they would make a good celadon glaze. Birch, Oak and Chestnut tree ashes have high content of MnO which affects on glaze color with small amount. These ashes presented yellowish green color not as much strong as Acacia ash, Poplar ash, Jujube tree ash. These are good for Irabo glaze.

**Key words :** Wood ashes, Transparent glaze, Opaque glaze, Irabo glaze, Celadon glaze

#### 1. 서 론

우리나라 전통도자기 유약의 특징은 재유에 있다. 옛날 토기의 소성과정에서 1200°C 이상에서 장시간 소성 중에

연료인 나무재가 기물의 표면에 붙어 소지의 규산과 화합하여 일종의 유 현상이 발견되어 자연유(재유)의 시초가 되었다. 재유는 동양도예의 독특한 것으로 중국의 당대에서 송 시대에 크게 발전했으며 우리나라 고려시대에는 소나무 재를 청자유에, 조선시대에 콩깍지 재를 백자유에 사용하였다. 옛날부터 우리나라는 온돌생활을 하였으므로 연료로 각종 초목을 많이 사용하여 재를 쉽게 구할 수 있었기 때문에 자연스럽게 재유가 발전되었다.

<sup>†</sup>Corresponding author : Young-Soon Han  
E-mail : yshan@chungkang.ac.kr  
Tel : +82-31-639-5881 Fax : +82-31-639-5880

초목은 땅에 뿌리를 내리고 자랐기 때문에 땅의 주성분인 규산, 알루미늄, 산화칼슘, 마그네시아, 산화철, 알칼리 등이 함유되어 있어 초목재는 훌륭한 매용재 역할을 할 수 있다. 그 중에서 나무재는 일반적으로 알루미늄과 실리카 성분이 적고 염기성이 많으며 인산을 함유하고 있어 다른 유약에서는 찾을 수 없는 재유만의 특성을 갖고 있다.

이상과 같이 나무 재는 매용재를 3가지 이상 함유하고 있어 매용력이 가장 우수하다. 또한 나무재에 함유되어 있는 성분 중 대부분이 비정질이므로 다른 원료와 반응을 잘하고 산화인 성분을 함유하여 색상, 표면질감의 변화 등의 다양성을 지녀 매우 매력적인 유약재료이다. 이런 이유로 과거부터 청자유와 천목유, 분청유, 백자유로 한국에서 뿐만 아니라 일본, 중국에서도 오랫동안 활용하여 오랫동안 활용하여 왔다.

이러한 특성을 지닌 나무재는 원료 조합에 있어 장식과 재, 도석과 재, 2가지 원료의 조합만으로도 훌륭한 유약을 만들 수 있는 장점도 갖고 있다.

이러한 이유로 지금도 많은 도예인들이 재유의 특성을 선호하고 많은 관심을 갖고 사용하며 보다 효율적인 활용 방안을 모색하고 있지만 정확한 자료와 그 활용방법을 몰라 큰 발전 없이 사용되어오고 있다.

BC1400년경부터 사용해온 재유약이지만 오랜 역사동안 사용해왔던 재유에 대한 기록은 1926년 일본 도자기 시험소 보고 논문인 S. Ueda<sup>1)</sup>의 “재유와 재유약의 연구 및 합성시험” 이외에 E. Miyakawa<sup>2)</sup>의 “도자기 유약”, S. Onishi<sup>3)</sup>의 도예의 유약, Y. Shiwa<sup>4)</sup>의 도예를 위한 과학 외에 일본의 여러 학자 및 도예가들이 저술한 책과 보고서,<sup>5-14)</sup> 미국의 R. Tichane<sup>15)</sup>의 “Ash Glaze”, 미국의 P. Rogers<sup>16)</sup>의 “Ash Glaze” 등이 각종 나무 재에 대한 실험 및 연구로 초목재의 종류와 성분분석, 나무 부위별 특성과 각종 나무재의 성분함량에 따른 발색과 유조 등의 특징을 일반적인 방법으로 서술해 놓은 정도의 기록이 있을 뿐이다. 따라서 본 연구에서는 우리 주변에서 쉽게 구할 수 있는 12가지 나무재와 두가지 부위별 나무재를 만들어 유약에 활용할 수 있도록 한국적 천연 재유의 특성에 따라 나무종류별 및 부위별 유약의 특성을 파악한 후 분류하여 그 활용방안을 제시하고자 한다.

## 2. 실험방법

### 2.1. 출발원료

본 연구에 사용한 나무재는 중부지방에서 생산되는 나무를 대상으로 하였다. 그 종류에는 우리 선조들이 청자유약으로 많이 사용한 소나무재와 참나무재 우리 주변에서 쉽게 구할 수 있는 아카시나무재, 느티나무재, 대추나무재, 물푸레나무재, 미루나무재, 밤나무재, 배나무재, 자작나무재, 포도나무재, 플라타너스재 및 나무부

위별 특성 연구로 소나무껍질재와 참나무잎재를 선택하였다.

재의 제조는 준비된 나무를 종류별 및 부위별로 구분하여 전통가마의 봉통에 가득 채우고 공기의 유통을 일정하게 유지시켜 가면서 3~4일 동안 서서히 태웠다. 이렇게 만든 재를 120 mesh체를 사용하여 미처 연소하지 않은 부분을 제거하였다. 그 후 재속에 함유되어 있는 과잉의 알칼리를 제거하기 위하여 더운물에 담그어 매일 2~3회씩 수비하여 주었다. 수비공정은 과잉의 알칼리가 거의 다 용출될 정도로 맞추기 위하여 재를 담근 윗물의 pH가 8이 될 때까지 약 1주일에 걸쳐 충분히 수비한 다음 건조하였다.

### 2.2. 재의 입도 및 성분분석

과잉의 알칼리를 제거 한 재에 대한 참 비중을 측정한 다음 입도분석(MPS-Z, Seishian, Japan)을 하였다.

또한 재를 구성하고 있는 각종 성분, 즉 8성분 산화물 이외에 소량이 함유되어 있어도 유약의 색상 및 외관 특성에 많은 영향을 주는 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO 등을 습식분석 방법과 XRF(XRF 1800, Sagimadzu, Japan) 분석 방법을 사용하여 분석하였다.

### 2.3. 시차 열분석 및 XRD 분석

여러 가지 나무재의 강열량과 열간 변화를 알아보기 위하여 TG-DTA(Seishian, Japan) 분석을 행하였으며, 각종 재 내에 함유되어 있는 결정상을 알아보기 위하여 XRD(M18XHF-SRA, Mac Science, Japan)분석을 하였다.

### 2.4. 유약실험

나무재의 종류 및 부위에 따른 유약의 색상과 외관특성을 연구하기 위하여 Table 1과 같은 조합으로 유약실험을 하였다. 이 경우 유약 조합은 사용하는 재의 특성을 최대한 나타내기 위하여 탈철된 부여장석과 나무재만 사용한 가장 간단한 조합을 선택하였다. 이때 소지는 철분의 함량이 거의 없는 고려도토의 백자소지를 사용하였으며 이것으로 4×6 cm 크기의 실험편을 만들어 850°C로 초벌구이한 다음 일정한 두께로 시유하였다. 소성은 0.3 루베 가스가마를 사용하여 환원분위기로 1250°C에서 1시간 유지한 다음 자연 냉각하였다.

### 2.5. 유약의 외관특성 및 색상분석

각종 재를 유약에 사용하였을 경우의 각종 재의 특성을 알아보기 위하여 소성한 실험편의 유약에 대한 색상과 외관 특성을 분석하였다.

	90	80	70	60	50
Bueyo feldspar	90	80	70	60	50
Wood ash	10	20	30	40	50

**Table 2.** The Particle Size of Various Wood Ashes

Wood ash	The average particle size ( $\mu\text{m}$ )	Wood ash	The average particle size ( $\mu\text{m}$ )
Acacia ash	6	Grapevine ash	1
Zelkova ash	2	Platanus ash	6
Jujube tree ash	9	Pine ash	2
Mulpure tree	4	Pine tree bark ash	1
Poplar ash	3	Oak tree ash	9
Chestnut tree ash	5	Oak tree needles ash	5
Pear tree ash	3		
Birch ash	6		

**Table 3.** The Chemical Composition of Wood Ash

(wt%)

Wood ash	Oxide	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	MnO	Ig. loss
Acacia ash		13.91	6.21	0.97	5.90	33.99	2.27	1.97	0.22	0.25	34.31
Zelkova ash		7.31	1.96	0.30	3.83	44.00	3.12	4.02	0.05	0.09	35.32
Jujube tree ash		14.86	4.95	1.43	6.56	31.76	3.39	1.43	0.29	0.34	34.99
Mulpure Tree		4.79	1.01	0.54	2.47	46.56	0.80	1.41	0.01	0.03	42.38
Poplar ash		15.81	6.53	2.18	6.42	28.59	3.51	1.56	0.30	0.30	34.80
Chestnut tree ash		8.97	2.99	0.87	4.95	40.85	3.91	1.57	0.09	0.61	35.19
Pear tree ash		10.68	4.91	1.67	5.73	31.52	6.25	4.57	0.19	0.33	34.15
Birch ash		4.98	1.05	0.41	4.34	45.39	0.74	2.08	0.02	0.63	40.36
Grapevine ash		7.68	3.88	0.96	7.60	28.38	8.79	8.73	0.14	0.45	33.39
Platanus ash		5.15	1.84	0.78	5.17	44.29	1.36	5.04	0.04	0.06	36.27
Pine tree ash		5.25	1.04	1.35	5.17	45.17	8.25	3.82	0.02	0.42	31.96
Pine tree bark ash		33.1	16.9	3.10	3.65	14.5	4.49	1.57	0.41	0.50	21.78
Oak tree ash		8.17	2.61	0.76	4.32	44.2	2.78	4.53	0.11	0.55	31.97
Oak tree needles ash		23.4	7.05	1.91	1.70	24.9	2.28	0.91	0.28	0.45	37.12

유약의 색상은 UV(2401PC-Japan) 분석기기를 사용하여 유약의 색상, 채도, 명도로 구분하여 분석하였다.

또한 유약의 외관 특성과 용융성은 육안으로 분석하였으며 이 경우 외관 특성을 투명유약, 유백유약, 청자유약, 이라보유약으로 분류하여 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 각종 재의 입도 분석

젯물을 제거한 재의 입도분석결과를 Table 2에 나타내었다. 입도 분석 결과 모든 재의 입도는 10  $\mu\text{m}$  이하로 분쇄를 하지 않고서도 유약 원료로 사용하기에 적합하였다. 그 중 비교적 단단한 나무로 알려진 참나무재와 대추나무재의 입도가 9  $\mu\text{m}$ 으로 가장 조립이었다.

반면에 연질이거나 불에 잘 타는 것으로 알려진 포도나무, 느티나무, 소나무재의 입도는 1~2  $\mu\text{m}$ 으로 가장 미립이었다. 따라서 만들어지는 재의 입도는 나무의 재질이 경질이나, 연질이나에 따라 다름을 알 수 있다.

#### 3.2. 각종 재의 성분 분석

여러 가지 나무재의 성분 분석 결과를 Table 3에 나타내었다. 그 결과 12가지 나무재의 경우 나무종류에 관계없이 강열감량은 32~42% 범위에 있어 강열감량차가 Table 1과 같은 유약조합에 큰 영향을 주지 않을 것으로 판단되었다. 다만 silica 성분이 가장 많은 소나무껍질재만은 강열감량 21.78%로 가장적어 소나무껍질재를 사용시는 이에 따른 영향을 고려해야 한다. 성분분석결과 나무의 종류에 관계없이 주성분은 CaO였으며 그 외 SiO<sub>2</sub>, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 순으로 함량이 많았다.

그러나 나무재로 유약을 만들었을 때 미량성분일지라도 유약의 외관특성 및 색상에 가장 많은 영향을 주는 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, TiO<sub>2</sub>, MnO 등은 나무종류마다 함량에 변화가 큼을 알 수 있다.

즉 소성 중 요변 현상에 가장 많은 영향을 주는 TiO<sub>2</sub>는 소나무껍질로 만든 재에 가장 많이 함유되어 있으며, 나무 종류에는 미루나무나 대추나무로 만든 재에 많이 함유되어 있다.

특히, 소나무껍질로 만든 재에는 색상에 많은 영향을 주는  $Fe_2O_3$ 와  $TiO_2$ 가 가장 많이 함유되어 있고  $MnO$ 가 0.50%나 함유되어 있어 이들 성분만으로 조청유나 메밀 유약 제조에 적합하다.  $Fe_2O_3$ 와  $TiO_2$ 가 가장 많은 나무재의 종류는 미루나무재로서 청자유약 제조에 적합하다.

환원분위기로 소성한 경우 백색과 茶색을 띠며 산화분위기로 소성한 경우 옅은 茶색에서 赤茶색을 나타내는  $MnO$ 는 자작나무와 밤나무재에 많이 함유되어 있다.

또한 유약의 부드러움에 많은 영향을 주며 유약의 유

탁작용이나 실투작용을 일으켜 유약을 온화하며 안정감의 효과를 주는  $P_2O_5$ 는 포도나무재에 가장 많이 함유되어 있어 유약유약 제조에 적합하다.

### 3.3. TG-DTA 분석

여러 가지 나무재의 열간 변화를 알아보기 위하여 TG-DTA 분석을 한 결과 2가지 형태로 분류 되었다. 즉  $CaO$ 가 주성분인 대부분의 나무재는 Fig. 1(a)와 같이  $800^\circ C$ 에서 calcite의 분해에 의한 흡열 peak만이 존재하였다. 그러

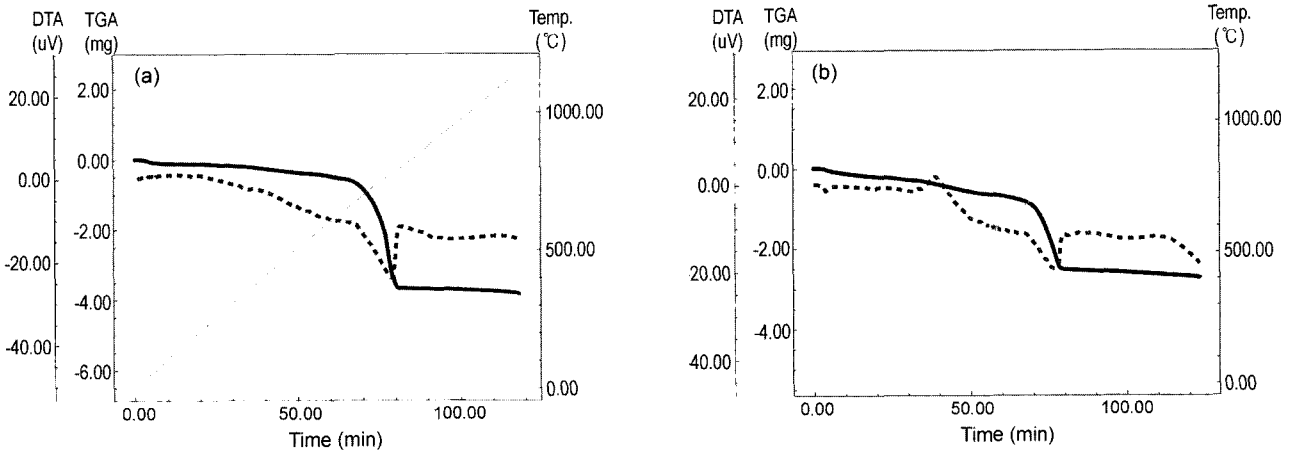


Fig. 1. TG-DTA analysis of various wood ash : (a) oak tree ash and (b) pine tree bark ash.

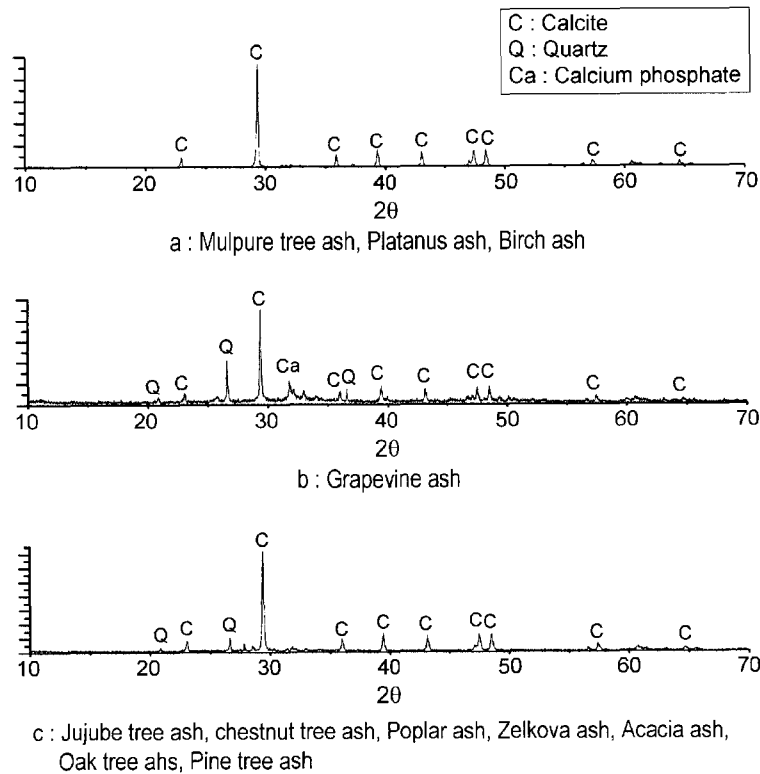


Fig. 2. X-ray diffraction patterns of various wood ash.

나 SiO<sub>2</sub>가 주성분인 소나무껍질재는 Fig. 1(b)와 같이 270°C 부근에서 cristobalite의 전이에 의한 발열 peak와 800°C에서 calcite의 분해에 의한 흡열 peak가 존재하였으며 그이외의 새로운 상의 생성이나 전이에 의한 peak는 존재하지 않았다

3.4. XRD 분석

각종 나무재의 결정상을 알아보기 위하여 XRD 분석을 행한 결과는 Fig. 2와 같다.

12가지 나무를 태워 만든 재의 결정상은 Fig. 2에서와 같이 3가지 형태로 분류되었다. 즉 Table 3의 성분분석 결과 SiO<sub>2</sub> 함량이 적은 물푸레나무, 자작나무, 플라타너스 재는 calcite 결정만이 존재하였으며 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 성분이 가장 많은 포도나무재는 Fig. 2(b)에서와 같이 calcite, quartz, calcium phosphate의 상이 공존하였다.

그 외의 나무재는 calcite와 quartz 상만이 존재하였다.

이것으로 재를 구성하고 있는 여러 가지 성분 중 CaO와 SiO<sub>2</sub>만이 calcite와 quartz 결정으로 존재하며 그이외의 성분은 비정질로 존재함을 알 수 있다. 이것이 나무재가 천연 광물과 다른 또 하나의 특징이다.

3.5. 유약분석

여러 가지 나무재를 유약으로 활용하고자 유약에서의 각 재의 특성을 알아보기 위하여 탈철한 부여장석과 나무재만 사용하여 Table 1의 조합으로 유약을 만들어 환원 분위기로 1250°C에서 소성한 결과는 Fig. 3과 같다.

Fig. 3의 유약시험편에 대한 색상을 보다 명확하게 분석하기 위하여 UV를 사용하여 색상, 채도, 명도를 분석하였으며 그 결과를 Fig. 4에 나타내었다.

12가지 나무재에 대한 UV 분석결과 Fig. 4에서와 같이 4가지로 분류할 수 있다.

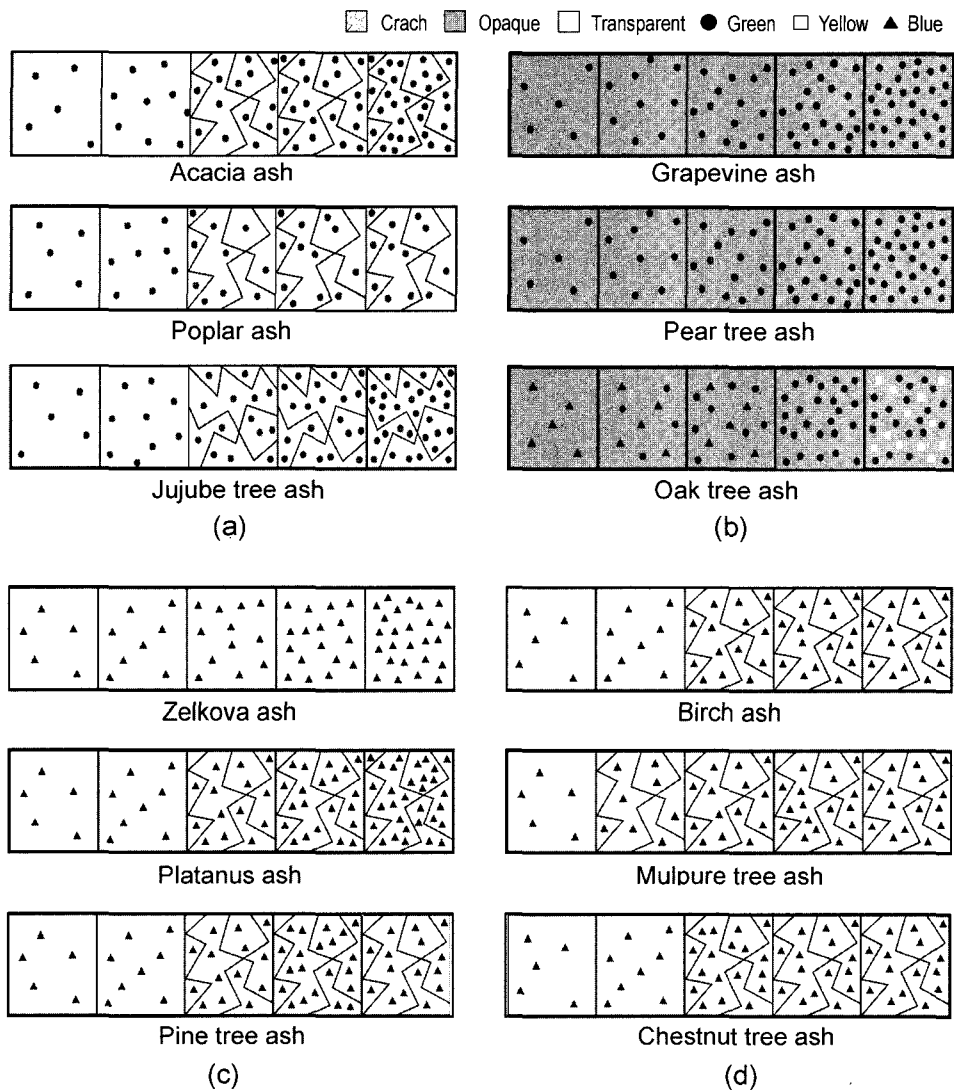


Fig. 3. Glaze appearance characterized by using feldspar-wood ash (porcelain, reduction, 1250°C, soaked for 1 h).

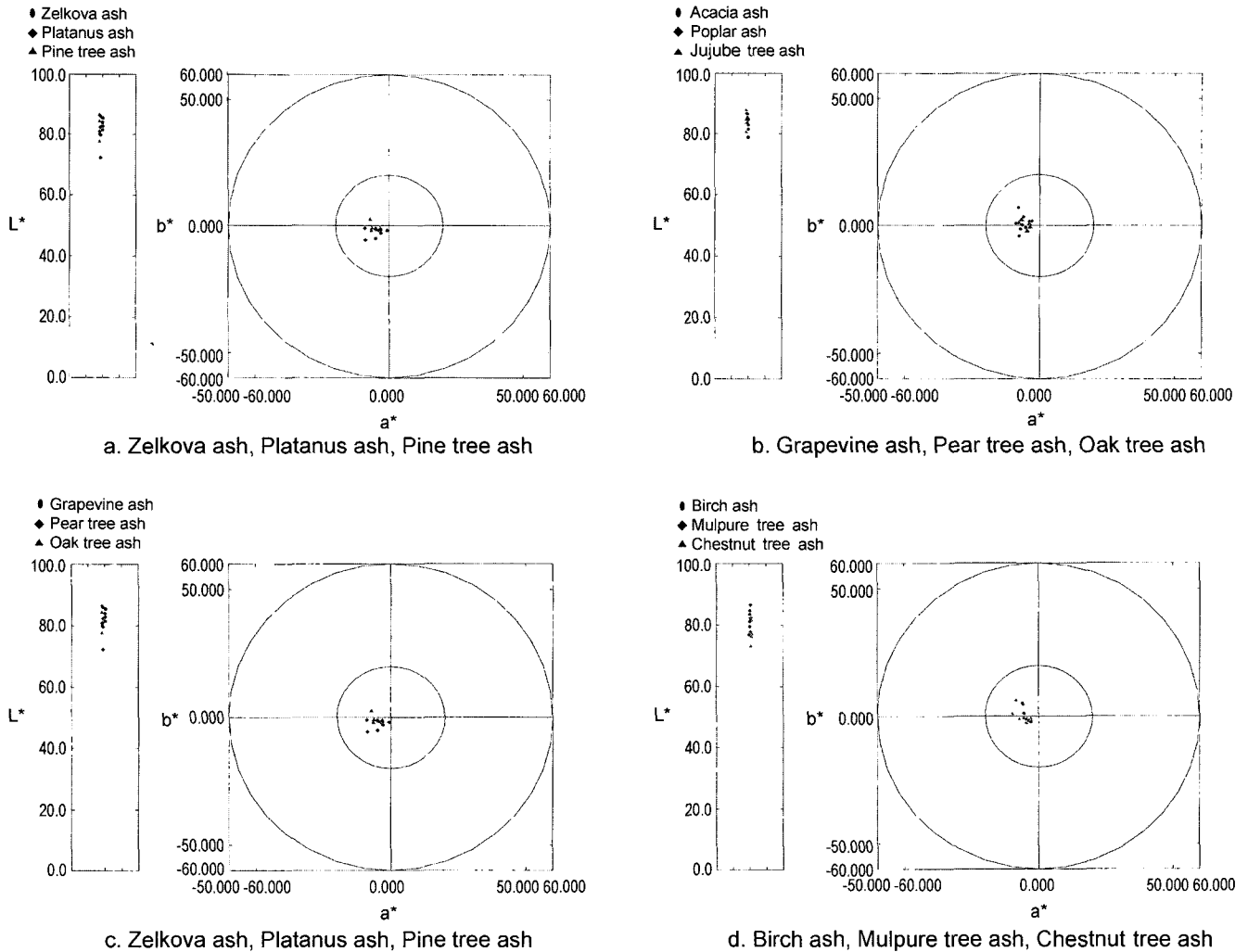


Fig. 4. UV analysis of glaze tests using wood ash.

이상과 같이 4가지로 분류된 나무재의 성분분석과 색상을 비교 분석해 보면 다음과 같다.

12가지 나무재로 만든 유약 외관의 특성은 유약의 기포상태에 의해 나무재 종류에 따라 약간의 차이를 보이며 채도는 모두 낮은 상태였다.

명도는 가장 낮은 것이 70, 높은 것이 90까지 모두 70~90 선상에 놓여 있어 평균적으로 매우 높았다. 색상은 녹색-파랑-노랑색의 선상에 있었으며 모든 나무재가 약간의 차이를 두고 녹색기를 중심으로 노랑색기, 파랑색기가 도는 선상 안에 나타났다.

즉 Fig. 4(a)와 같이 녹색선상위에 노랑색기가 주로 나타난 나무재는 아카시아나무재, 미루나무재, 대추나무재이고, Fig. 4(b)는 녹색선상위에 파랑색기와 노랑색기를 띤 나무재는 포도나무재, 배나무재, 참나무재이며, Fig. 4(c)와 같이 주로 녹색선상에서 파랑색기를 띤 나무재는 느티나무재, 플라타너스 나무재, 소나무재이다.

Fig. 4(d)는 4(b)와 유사하나 녹색선상에 파랑색기보다

노랑색기를 많이 띤 나무재는 자작나무재, 물푸레나무재, 밤나무재 등 4개로 분류됨을 알 수 있다.

유약의 용융상태는 Fig. 3에서와 같이 전반적으로 잘 녹았으며 나무재의 특성이 잘 나타났다.

Fig. 3(a)에서와 같이 대추나무, 미루나무 아카시아나무로 만든 재는 다른 나무재에 비해  $Fe_2O_3$ ,  $MgO$ 가 비교적 많이 함유한 것으로 함유량에 따라 색상의 차이가 있다.

즉 대추나무, 미루나무재 및 아카시아나무재로 만든 유약은 재 안에  $Fe_2O_3$ ,  $MgO$  성분이 많은 관계로 모든 유약이 녹색기를 띤 투명유약이며 유약 내 재의 함량이 많을수록 유약에 crack이 많이 생성되었다.

UV 분석결과 Fig. 4(a)에서와 같이 대부분의 유약이 녹색선 위에 있으며 노랑색기가 도는 유약으로 분석되었다. 이는 재 안에  $MgO$ ,  $Fe_2O_3$ 가 비교적 많이 함유되어 있기 때문에 이들 유약은 다른 나무재 유약에 비하여 채도가 가장 높았다.

Fig. 3(b)에서와 같이 다른 재에 비해  $MgO$ ,  $P_2O_5$  및

MnO를 많이 함유하고 있는 포도나무재와 배나무재, 참나무재로 만든 유약은,  $P_2O_5$ 로 인하여 대부분의 유약이 유백현상을 나타냈으며 특히 유약에 crack이 전혀 없는 안정된 외관특성을 보이고 있다.

이 경우 참나무재와 배나무재의 함량이 가장 높은 나무재 내에 다른나무재에 비해  $Fe_2O_3$ 와  $MgO$  성분이 많으므로 노랑색기가 짙은 유백 유약이 만들어졌다.

이들 유약을 UV 분석결과 Fig. 4(b)에서와 같이 녹색선상에 많이 걸쳐 있어 파랑색기와 노랑색기가 도는 유약으로 분석되었다.

특히, 이 유약에는  $P_2O_5$  성분이 많아 다른 나무재로 만든 유약보다 따뜻하고 안정된 유백유 현상이 나타났다.

Fig. 4(c)에서와 같이 소나무재, 플라타너스나무재 및 느티나무재로 만든 유약은 전반적으로 푸른색기를 띠는 열은 유백현상을 보이며 푸른색 발색이 비교적 선명하다.

이는 이들 나무재안에 매용제인 CaO 성분과 유약을 보다 선명하게 하는  $P_2O_5$  성분이 비교적 많이 함유되어 있기 때문이다. UV 분석결과 이들 유약은 Fig. 4(c)와 같이 녹색선 아래에 걸쳐 있어 주로 파랑색기를 띠는 유약으로 분석되었다. 과거 우리 선조들이 소나무재를 청자유약에 사용한 이유는 소나무재로 만든 유약은 푸른색을 나타내기 때문임을 알 수 있다.

Fig. 3(d)에서와 같이 재 안에 CaO 함량이 비교적 많고 그 이외의 성분이 다른 나무재에 비하여 적은 자작나무, 물푸레나무 및 밤나무재로 만든 유약은 열은 푸른색기를 띠는 투명유약의 외관 특성을 보이고 있으며 재의 함량이 가장 많은 유약에서 약간의 crack이 발생하였다.

이들 유약을 UV로 분석한 결과 Fig. 4(d)에서와 같이 녹색선에 걸쳐 있으나 Fig. 4(b)와 달리 파랑색기보다 노랑색기가 많이 도는 녹색유약으로 분석되었다. 이 경우 자작나무와 밤나무재에는 소량으로도 유약의 색상에 많은 영향을 주는 MnO가 가장 많이 함유되어 있기 때문에 다른 재료로 만든 유약보다 색상의 변화폭이 컸다.

#### 4. 결 론

12가지 종류의 나무와 그 중 소나무, 참나무를 부위별로 구분하여 만든 재의 특성과 12가지 나무재를 이용하여 만든 유약의 활용방안에 대하여 연구한 결과는 다음과 같다.

1. 나무재의 주성분은 CaO이지만 소나무껍질재의 주성분은  $SiO_2$ 이고,  $Al_2O_3$ 와  $Fe_2O_3$ 의 함량도 나무재 중 가장 많다. 따라서 소나무껍질재는 유약에서 silica 대용으로 적합하다.

2. 참나무잎재는 CaO와  $SiO_2$ 의 무게비가 1:1로 가장 많이 함유되어 있으며  $Al_2O_3$ 와  $Fe_2O_3$ 도 나무재 보다 비교적 많이 함유되어 있다. 이와 같이 12가지 나무재는 모두 3가지 이상의 매용제가 함유되어 있어 2성분계 유약 제조에 적합하다.

3. 아카시아나무재, 미루나무재 및 대추나무재는 다른 나무재에 비해  $MgO$ 와  $Fe_2O_3$  성분이 많이 함유되어 있어 노랑색기를 띠는 녹색유약으로 나타났으며 UV 분석에 의한 4분류 중 가장 채도가 높아 맑은 색을 지닌 투명유 제조에 적합하다.

4. 포도나무재, 배나무재 및 참나무재는 재 안에 많이 함유된  $Fe_2O_3$ ,  $MgO$  및 MnO의 영향을 받아 UV 분석결과 노랑색기를 띠는 녹색유약 현상이 나타났으며 다른 나무재보다  $P_2O_5$ 의 함량이 많은 온화하고 안정된 느낌을 주는 유백 현상이 강하게 나타나 유백유 제조에 적합하다.

5. 소나무재, 플라타너스나무재 및 느티나무재는 다른 나무재에 비해 CaO 성분과  $P_2O_5$  성분이 많아 12가지 나무재 중 가장 선명하고 푸른색기가 많은 녹색유약 현상이 나타나 청자유약제조에 적합하다.

6. 소량으로 유약의 색상에 많은 영향을 주는 MnO가 가장 많이 함유되어 있고 아카시아나무재, 미루나무재, 포도나무재 보다는 약하지만 노랑색기를 띠는 녹색유의 자작나무, 물푸레나무, 밤나무는 이라보유약 제조에 적합하다.

#### REFERENCES

1. S. Ueda, "Studies on the Ash Glazes and Synthetic Ash Glazes(in Jpn.)," *Technical Report, Jpn. Ceram. Res. Center*, 61-4 (1926).
2. E. Miyakawa, "Pottery Glazes(in Jpn.)," 17-21, Tokyo, 1965.
3. S. Onishi, "Glazes of Pottery(in Jpn.)," 5-41, Tokyo, 1976.
4. Y. Shiraki, "Science for Pottery(in Jpn.)," 144-73, Tokyo, 1994.
5. Y. Shiwa, H. Nakao, T. Watari, and Y. Imaoko, "Preparation and Characteristics of Glaze by Malt Ash(in Jpn.)," *J. Ceram. Soc. Jpn.*, **106** [9] 920-23 (1998).
6. T. Sugiyama, H. Nagae, T. Yamada, and S. Suzuki, "Coloring of Lime Glazes Containing Iron Oxide: Part 1(in Jpn.)," *J. Ceram. Soc. Jpn.*, **111** [1] 47-52 (2003).
7. H. Takashima, "Science of Pottery Glazes(in Jpn.)," 47-99, Tokyo, 1944.
8. S. Onishi, "Pottery and Glazes(in Jpn.)," 189-91, Tokyo, 1996.
9. E. Kojima and A. Tsutsumi, "Techniques of Coloring for Pottery(in Jpn.)," 63-160, Tokyo, 1996.
10. K. Tsuaka, "Basis of Glazes Notebook(in Jpn.)," 31-8, Tokyo, 1997.
11. K. Tsuaka, "Applications of Glazes Notebook(in Jpn.)," 30-46, Tokyo, 1999.
12. H. Kitakawa, "A Method of Making Natural Ash Glazes(in Jpn.)," 59-71, Tokyo, 2001.
13. Y. Shiraki, "Glazes and Coloring(in Jpn.)," 530-35, Tokyo, 1968.
14. M. Umeda, "An Introduction to Pottery(in Jpn.)," 89-96, Tokyo, 1997.
15. R. Tichane, "Ash Glazes," 67-81, Krause Pub., WI, 1998.
16. P. Rogers, "Ash Glaze," 25-47, Uni. of Penn. Press, PA, 2003.