

# 적외선분광분석과 Py-GC/MS를 이용한 옷칠 및 캐슈칠도막 분석<sup>1</sup>

최재완<sup>2</sup> · 김수철<sup>3,†</sup>

## Analysis of Lacquer and CNSL Using Infrared Spectrometer and Pyrolysis-GC/MS<sup>1</sup>

Jaewan Choi<sup>2</sup> · Soo-Chul Kim<sup>3,†</sup>

### 요약

칠기문화재 보존에 옷칠이 사용되지만 근대화로 인해 캐슈칠과 같은 합성도료가 같이 사용되는 추세이다. 보존윤리에서는 문화재 보존 시 동일 재료가 사용되어야 한다고 명시되어있다. 따라서 칠기문화재 보존에는 옷칠과 같은 천연도료가 사용되어야 한다. 하지만 옷칠과 캐슈칠의 성분이 유사하여 전문가들도 쉽게 구분하지 못하는 실정이다. 본 연구에서는 IR과 Py-GC/MS를 이용하여 이를 분석하고 식별 키워드를 찾고자 하였다. IR 분석 결과 옷칠은 720 cm<sup>-1</sup> 대에서 피크가 확인되었으며 캐슈칠은 750 cm<sup>-1</sup>, 720 cm<sup>-1</sup>, 700 cm<sup>-1</sup> 대에서 피크가 확인되었다. Py-GC/MS 결과 두 종류의 시료에서 Benzene과 Phenol계 화합물과 알킬사슬고리에 기인하는 성분이 검출되었다. 하지만, 캐슈칠에서는 Hexanoic acid라는 성분이 검출되었고 옷칠에서는 검출되지 않았다. 이러한 분석방법을 토대로 진정성 있는 칠기문화재 보존처리 및 복원에 활용될 수 있을 것이라 판단된다.

### ABSTRACT

Nowadays, synthetic resin varnish such as cashew nut shell liquid (CNSL) is being used as well as traditional lacquer. The code of ethics states that material must be identical to the original when preserving cultural heritage. Therefore, lacquer should be used. However, problem is that even experts have difficulties differentiating lacquer and CNSL as they have similar components. Therefore, this study was carried out to identify the difference between lacquer and CNSL using IR and Py-GC/MS. As a result of IR, in lacquer, 720 cm<sup>-1</sup> peak was detected and in CNSL, 750 cm<sup>-1</sup>, 720 cm<sup>-1</sup> and 700 cm<sup>-1</sup> peaks were detected. The results of Py-GC/MS detect benzene compounds and alkyl chains for both varnishes. However, hexanoic acid was detected from CNSL but not lacquer. Using these analytical methods, the differences between lacquer and CNSL can be identified on the scene. This is expected to be applied to

<sup>1</sup> Date Received April 27, 2017, Date Accepted June 15, 2017

<sup>2</sup> 국립문화재연구소 문화재보존과학센터. Cultural Heritage Conservation Science Center, National Research Institute of Cultural Heritage, Daejeon, 31422, Republic of Korea

<sup>3</sup> 한국전통문화대학교 문화재보존과학과. Department of Conservation Science, University of Science and Technology, Korea National University of Cultural Heritage, Buyeo, 33115, Republic of Korea

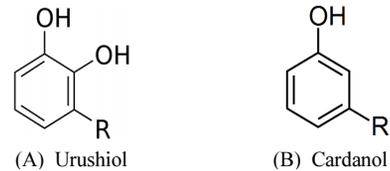
<sup>†</sup> 교신저자(Corresponding author): 김수철(E-mail: oldforest@nuch.ac.kr, ORCID: 0000-0002-3508-8386)

the authentic conservation and restoration of lacquerware.

**Keywords :** lacquer analysis, varnish analysis, cashew nut shell liquid, infrared spectrometer, Py-GC/MS

## 1. 서 론

옷칠의 기원은 중국 요순시대 때부터 기물에 칠해진 것으로 알려져 있으며, 8,000여 년 전 주나라로부터 한국과 일본으로 전파되었다(Chen, 1974; Chen, 1996; Song, 1998). 우리나라 옷칠의 기원은 불확실하나 기원전 3세기 아산 남성리 유적에서 칠편(漆片)이 출토된 바 있고, 현존하는 최고(最古)의 칠기문화재로는 기원전 108년에 제작된 낙랑시대의 목심칠기 및 협저칠기가 있다(Choi, 2011; Kim, 2007). 옷칠은 고유의 색, 우아한 광택뿐만 아니라 내구성과 유연성을 가지며 방수, 방부 그리고 방충 등 뛰어난 효과로 인해 고대에서부터 오늘날까지 내구성이 필요한 기물에 도료로 이용되었다. 우리나라 고문헌인 산림경제(山林經濟), 구합총서(閩閩叢書), 오주서종박물고변(五洲書種博物考辨) 등의 기록에 의하면 옷칠을 이용하여 깨진 토기나 자기, 기와 등을 수리할 때 접착제로 사용하였고, 현재에도 목조불상 개금 시 금박과 불상 접착 시에 이용된다(Lee, 1809; Lee, 1834; National Research Institute of Cultural Heritage, 2014; Yang and Moon, 2005). 근대시기 전에 칠기문화재 제작, 보존 및 복원 시 전통재료인 옷칠을 사용하였다. 하지만 1980년대부터 근대화로 인해 서양 문물이 유입되면서 옷칠보다 사용하기 편리한 캐슈칠과 Polycyte와 같은 현대식재료가 사용되기 시작했으며, 오늘날에는 이러한 현대식 합성도료와 전통옷칠과 같은 천연도료가 더불어 사용되고 있다. 베니스 현장, 나라문서 그리고 문화재보존가를 위한 윤리지침에는 문화재 원형보존에 대한 원칙과 보존 및 복원에 있어 사용되는 재료 또한 원형과 동일해야 된다는 등 진정성에 대한 내용이 제시되어 있다(Do and Lee, 1998; Choi, 2008; National Research Institute of Cultural Heritage, 2012). 따라서 칠기문화재 보존에 동일한 천연옷칠을 이용하여 보존 및



**Fig. 1.** Formula of Urushiol and Cardanol.

복원을 실시해야 한다. 그러나 사용성이 용이한 현대 재료가 실제 문화재 현장에서 빈번히 사용되는 추세이다. 현대식 합성도료는 우리나라 천연도료인 옷칠과 성분이 유사하고 색과 향이 비슷해 전문가들도 쉽게 이를 구분하지 못하는 실정이다. 옷칠의 주요 구성성분인 Urushiol은 Benzene 고리 1번, 2번 탄소에 수산기(Hydroxyl group)가 결합되어 있으며 3번 탄소에는 Alkyl 사슬고리가 결합된 형태이다(Fig. 1 (A)). 캐슈칠의 주요 구성성분은 Cardanol이며 Benzene 고리 1번 탄소에 수산기가 결합되어 있으며 3번 탄소에 Alkyl 사슬고리가 결합되어있는 구조이다(Fig. 1 (B)). 이와 같이 구성성분의 유사성이 매우 크기 때문에 분자구조를 분석하는 유기분석으로 이를 구분하는 게 쉽지 않다. 특히 기존에 진행된 옷칠성분 연구는 근대시기부터 사용된 현대식 합성도료라는 점을 배제하고 연구가 진행되었기 때문에 옷칠과 캐슈칠을 분석하고 차이점을 밝혀낸 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 현재 문화재 보존 및 복원처리 현장에서 일반적으로 사용되는 천연도료와 합성도료를 선정하여 시료를 제작하고 이에 대한 분석학적 차이를 적외선분광분석과 Pyrolysis-Gas Chromatography / Mass Spectrometer를 이용하여 분석하고 나타나는 특징을 규명하여 이를 식별할 수 있는 키워드를 찾고자 하였다. 이를 바탕으로 우리나라 칠기문화재에 사용된 칠의 성분을 확인할 수 있고, 진정성 있는 문화재 보존 및 복원처리를 가능하게 하고자 한다.

**Table 1.** Materials of experiment

Base	Type	Varnish	Storage Environment
Wood (Hard pine)	Natural varnish	Korean lacquer	Temperature: 22℃
		Chinese lacquer	
	Synthetic resin varnish	Korean CNSL	Relative humidity: 60%
		Japanese CNSL	

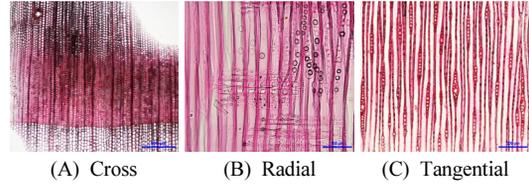
## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 공시 재료

칠기문화재에는 옷칠이나 캐슈칠과 같은 도료를 바탕으로 된 소지목재(素地木材) 위에 칠한다. 따라서 재료는 목재와 도료를 선정하여 시료를 제작하였다. 목재는 우리나라 목재문화재에서 흔히 사용되는 소나무류(Hard pine)로 선정하였고 그 위에 천연도료와 합성도료를 이용하여 3회 칠을 하였다. 도료는 문화재수리기술자와 문화재수리기능자 칠장과 같은 현장 전문가의 의견을 반영하여 문화재 현장에서 가장 일반적으로 사용되는 도료를 선정하였다. 옷칠 시료는 국내산 옷칠과 중국산 옷칠을 선정하였고 캐슈칠 시료는 국내산 캐슈칠과 일본산 캐슈칠을 선정하였다. 옷칠은 상대습도 75%, 온도 27℃ 환경에서 건조하였고 캐슈칠은 상온에서 건조하였다. 시료는 문화재수리기술자, 문화재수리기능자 칠장에게 의뢰를 맡겨 제작하였다. 도료의 건조 상태는 KS M 6050에 준하여 지촉검사를 통해 확인하였다. 제작된 시료는 정확한 분석을 위해서 온도 22℃, 상대습도 60%가 유지 되는 항온항습실에서 보관하였다(Table 1).

#### 2.1.1. 목재

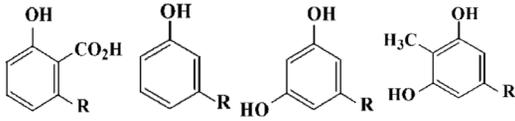
칠기문화재는 일반적으로 소지목재 위에 도료를 칠하여 제작한다. 예로부터 우리나라 전통가구 등 목재의 사용재료로는 소나무, 느티나무, 잣나무, 전나무, 참나무, 오동나무, 떡감나무, 물푸레나무, 단풍나무 그리고 참죽나무 등이 쓰였으나 그중 소나무가 가장 흔하게 사용된 것으로 조사되고 있기 때문에 소

**Fig. 2.** Micrograph of hard pine.

지목재로 소나무를 선정하였다(Kim and Park, 2006). 목재는 수중분석을 실시하여 소나무과(Pinaceae) 소나무속(*Pinus* spp.) 소나무류(Hard pine)임을 확인하였다(Fig. 2).

#### 2.1.2. 옷칠

우리나라 옷칠은 옷나무(*Rhus vernicifera*)에서 채취한 옷액을 이용하여 제작된다. 주성분은 Urushiol이며 그밖에 고무질, 수분, 라카아제, 당단백 등으로 이루어져 있다. Urushiol은 점성이 있는 무색 액체이며 끓는점은 210~220℃ (0.4~0.6 mmHg)이고 공기 중에 검게 변하여 진득하게 되어 응고된다. Urushiol은 Benzene 고리 1번, 2번 탄소에 수산기가 결합되어 있으며 3번 탄소에 알킬사슬고리가 연결되어 있는 구조이다. 옷칠은 라카아제의 효소 작용에 의해서 건조가 진행된다고 밝혀져 있다(Kenjo, 1986; Kim and Lee, 2002). 70% 이상의 습도와 20℃~28℃ 정도의 온도가 유지되며 산소가 존재하는 조건에서 경화가 일어나며 만약 40℃를 넘는다면 라카아제가 불활성화 되어 경화는 일어나지 않는다. 옷칠 건조는 Urushiol이 라카아제 효소 촉매작용에 의해 O-semiquinone radical을 생성하고 이 Radical은 불균등한 반응을 하여 O-benzoquinone을 생성하게 된다. 생성된 Semiquinone radical은 방향족 자유 Radical을 치환시켜 Biphenyl 형태의 이합체를 형성하게 된다. 또한, O-benzoquinone은 Urushiol 알킬사슬고리와 반응하여 다른 Urushiol 분자와 결합할 수 있는 Radical을 생성하게 된다. 이러한 이합체는 O-quinone과 계속적인 반응을 통해 다량체(Polymer)를 형성하며 경화하게 된다. 이러한 경화과정은 산화적 고분자 반응으로 산소가 반드시 필요하며 Urushiol 기능이 큰 역할을 한다. 경화반응으로 인해 Urushiol



**Fig. 3.** Main components of CNSL: anacardic acid, cardanol, cardol, 2-methyl cardol.

단량체 비율이 30% 이하가 되면 Urushiol 겔사슬이 중결합에 의해 자발적 산화작용이 일어나 도막을 형성하게 된다. 본 연구에서는 생칠을 칠하여 제작하였으며 각각 국내산 옷칠과 중국산 옷칠을 이용하여 시료를 제작하였다.

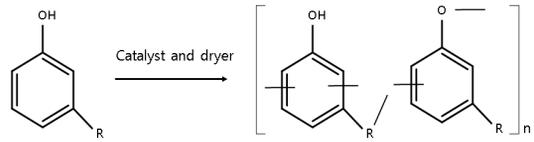
### 2.1.3. 캐슈칠

캐슈칠은 Cashew nut shell liquid (CNSL)를 주원료로 사용한다. 캐슈칠의 주성분은 Anacardic acid와 Cardanol이 90% 정도를 차지하고 나머지 10%는 2-Methyl cardol 등으로 구성되어 있다(Fig. 3). Cardanol은 옷칠의 주요 성분인 Urushiol가 매우 유사한 분자구조를 하고 있다. Cardanol은 Benzene 고리 1번 탄소에 수산기가 결합되어 있으며 3번 탄소에 알킬사슬고리가 연결되어있는 구조이다. 캐슈칠은 산소 존재 하에 촉매작용을 통해서 Cardanol이 결합하게 되는데 일반적으로 Cardanol의 알킬사슬고리와 라디칼이 형성된 곳에서 결합이 이어지면서 Cardanol polymer를 형성하게 된다(Fig. 4). 촉매는 산화촉매, 산촉매, 금속촉매 등이 사용되는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 국내산 캐슈칠(동방카슈공업사, 기본색)과 일본산 캐슈칠(Polycite, 기본색)을 이용하여 시료를 제작하였다.

## 2.2. 방법

### 2.2.1. 적외선분광분석

적외선분광분석은 적외선을 시료에 조사하였을 때 분자에서 적외선을 흡수하기 위해 진동이나 회전운동으로 인한 쌍극자모멘트의 알짜변화가 일어난다. 이때 IR 복사선에 따라 여러 진동과 회전상태 사이에 작은 에너지 차이를 가지고 있는 분자화학종에서



**Fig. 4.** Drying mechanism of cardanol.

만 한정흡수 되는데 이때 나타나는 차이를 이용하여 분자구조를 식별하고 분석하는 원리이다(Holler *et al.*, 2007). FT-IR 분석을 통해서 각 도료에 대한 스펙트럼을 확인하고 비교분석을 실시하였다. 그리고 동일한 환경에서 안정화 시킨 시료를 이용하여 정밀한 분석을 통해 지문영역의 차이점을 확인하고자 하였다.

본 연구에서는 FT-IR Spectrometer (Alpha, Bruker, Germany)를 이용하여 분석하였다. 분석 조건은 적외선이 투과되기 어려운 고체 시료이기 때문에 감쇠전반사(ATR) 방식을 선택하였고 스펙트럼 분해능은  $4\text{ cm}^{-1}$ , 측정 범위는  $400\sim 4000\text{ cm}^{-1}$ 에서 48회 스캔하였다.

### 2.2.2. Pyrolysis-Gas Chromatography/Mass Spectrometer

열분해 가스크로마토그래피-질량분석(Py-GC/MS)은 순간적으로 열을 가하는 Pyrolyzer와 열에 의해서 분해될 때 나타나는 성분을 가스크로마토그래피를 이용하여 나눈 뒤에 질량분석기를 이용하여 분자량을 확인하여 표준데이터베이스와 비교하여 성분을 분석하는 방법이다(Holler *et al.*, 2007). 고분자 재료 및 유기물 성분분석에 활용되고 있으며 극미량의 시료도 분석이 가능하기 때문에 문화재 분석 분야에서도 사용되는 추세이다.

Py-GC/MS를 이용한 도료 성분분석에 사용된 Pyrolyzer는 JAI Portable Pyrolyzer JCI-21이 부착된 HP6890N Series GC/MSD system으로 열분해 온도는  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ 로 실시하였다. GC/MS (GC: 7890A, MS: 5975C, Agilent, USA)를 사용했으며, 분석용 컬럼은 DB-5ms capillary column, Agilent, USA를 이용했다. Oven 온도는  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 에서 5분 동안 유지 후  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 까지

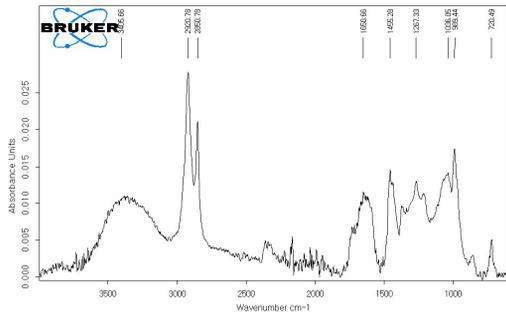


Fig. 5. FT-IR spectrum of Korean lacquer.

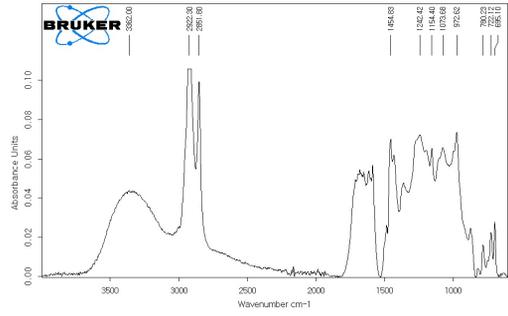


Fig. 8. FT-IR spectrum of Japanese CNSL.

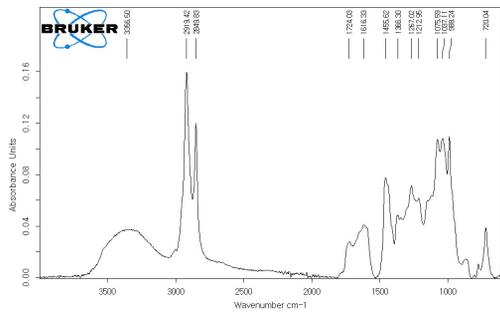


Fig. 6. FT-IR spectrum of Chinese lacquer.

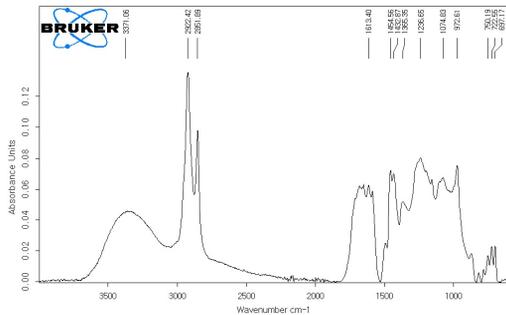


Fig. 7. FT-IR spectrum of Korean CNSL.

분 당 20℃의 속도로 온도를 올려 최고온도에서 10 분 동안 유지하였다. 주입구 온도는 250℃이며 질량 분석기(Mass spectrometer)의 Ion source는 EI 70 eV 이다. Split 모드로 Carrier gas는 He (99.99%)을 사용하여 1.0 ml/min.의 유속을 이용하였다. 분석을 통해 검출된 화합물은 既구축 된 라이브러리 값과 비교분석을 실시하였다.

### 3. 결 과

#### 3.1. 적외선분광분석

적외선분광분석 결과 공통적으로 모든 시료에서 옷칠의 주성분인 Urushiol polymer의 특징과 캐슈칠의 주성분인 Cardanol polymer의 특징에 의한 피크가 비슷하게 관찰되었다(Fig. 5~Fig. 8). 수산기(-OH)에 의한 넓은 흡광피크가 3560~3200 cm<sup>-1</sup>에서 확인되었으며 메틸렌기(-CH<sub>2</sub>, =CH<sub>2</sub>)의 비대칭, 대칭 신축(Stretching) 진동에 기인하는 2920 cm<sup>-1</sup>, 2850 cm<sup>-1</sup>에서 예리한 피크(*Chelae peaks*)가 관찰되었다. 1730~1600 cm<sup>-1</sup>의 흡광피크는 C=C, C=O 이중결합에 의한 신축진동에 기인하는 것으로 판단된다. 1455 cm<sup>-1</sup>에서는 메틸렌기의 굽힘(Bending) 진동에 기인하는 피크가 관찰되었다.

옷칠과 캐슈칠에서 나타나는 가장 큰 차이점은 1000 cm<sup>-1</sup> 이하의 지문영역대에서 관찰된다. 국내산 옷칠과 중국산 옷칠에서는 720 cm<sup>-1</sup>에서 예리한 피크를 확인할 수 있는데 이는 Urushiol polymer의 특징인 1,2,3-Trisubstituted benzene에서 나타나는 피크이다(Coates, 2006; Socrates, 2004; Cho, 2000; Weigel, 1992).

반면에 국내산 캐슈칠과 일본산 캐슈칠에서는 750 cm<sup>-1</sup>, 720 cm<sup>-1</sup>, 696 cm<sup>-1</sup>와 같은 3개의 영역에서 예리한 피크가 관찰되는데 이는 Cardanol polymer의 특징인 1,3-Disubstituted benzene에 의한 굽힘 진동에 기인하는 피크이다(Coates, 2006; Socrates, 2004;

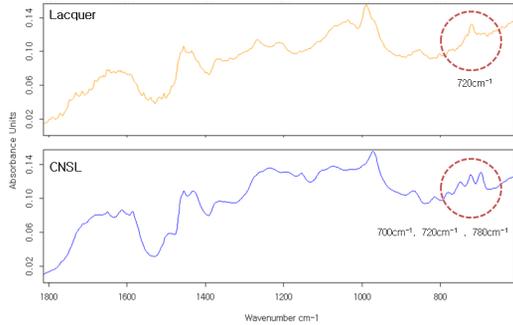


Fig. 9. IR spectra of Lacquer and CNSL magnified on fingerprint region.

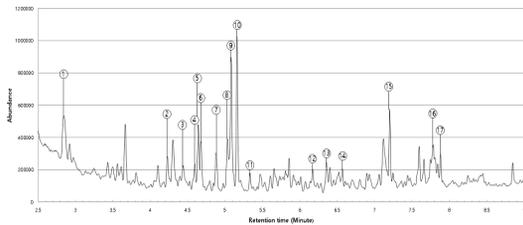


Fig. 10. Total ion chromatogram of Korean lacquer.

Weigel, 1992).

이러한 차이점은 지문영역을 확대하여 관찰하면 더 자세하게 확인할 수 있다(Fig. 9).

### 3.2. Pyrolysis-GC/MS

Py-GC/MS 분석 결과 공통적으로 모든 시료에서 옷칠의 주성분인 Urushiol polymer의 특징과 캐슈칠의 주성분인 Cardanol polymer의 특징에 의한 성분이 유사하게 검출되었다(Figs. 10~13). 검출된 성분은 Urushiol 및 Cardanol polymer의 유래 성분인 Benzene계 화합물 및 Phenol계 화합물이 검출되었고 그 뒤에 알킬사슬고리에 속하는 R기에서 유래된 -cene, -cane, -canol과 같이 Alkene, Alkane 등의 성분이 검출되었다(Nimura and Miyakoshi, 2003) (Tables 2~5).

옷칠과 캐슈칠에서 나타나는 가장 큰 차이점은 특정 이온을 검출하는 방법인 Extracted ion chromatogram (EIC)을 적용했을 때 확인할 수 있다. EIC

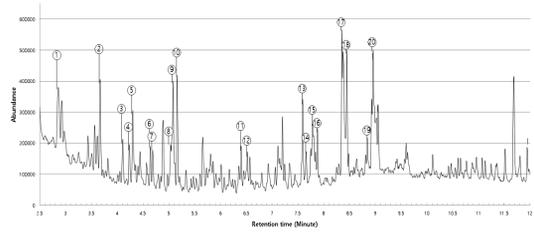


Fig. 11. Total ion chromatogram of Chinese lacquer.

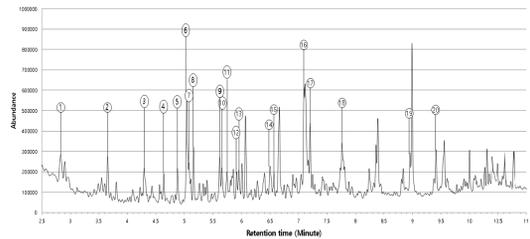


Fig. 12. Total ion chromatogram of Korean CNSL.

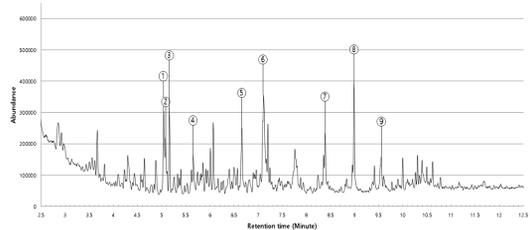


Fig. 13. Total ion chromatogram of Japanese CNSL.

( $m/z$  88)에서 국내산 옷칠과 중국산 옷칠에서는 나타나지 않는 성분이 국내산 캐슈칠과 일본산 캐슈칠에서 확인할 수 있다(Fig. 14 and Fig. 15). 캐슈칠에서 EIC ( $m/z$  88)을 확인하면 Retention time 5분대에 강한 피크를 확인할 수 있는데 이를 Mass chromatogram으로 비교분석 하면 Hexanoic acid (MW: 116)로 확인된다(Fig. 16 and Fig. 17). 캐슈칠은 상온에서 건조되지 않기 때문에 건조제와 같은 화학성분을 첨가하여 제작되는데 이때 Hexanoic acid가 Varnish 건조제 성분으로 사용된다고 알려져 있으며 캐슈자체에도 극미량으로 존재하는 성분이다(Larranaga *et al.*, 2016). 이러한 건조제가 미량으로 잔존하여 분석된 것으로 사료된다.

**Table 2.** Compounds of Korean lacquer

Peak No.	Chemical compound
1	Methyl benzene
2	Benzaldehyde
3	Benzene
4	Methyl benzene
5	1-Methyl-4-(1-methylethyl)-benzene
6	Cyclohexene
7	3-Methyl phenol
8	1-Phenyethanone
9	1-Methyl-4-(1-methylethenyl)-benzene
10	1-Methyl-4-(1-methylethenyl)-benzene
11	1,3,8-p-Menthantriene
12	Alpha methyl cinnamic aldehyde
13	Benzene
14	Tridecane
15	2-Tetradecene
16	1-Tetradecanol
17	Pentadecane

**Table 3.** Compounds of Chinese lacquer

Peak No.	Chemical compound
1	Methyl benzene
2	Ethenyl benzene
3	Propyl benzene
4	Benzaldehyde
5	1-Methyl-2(1-methylethyl)-benzene
6	1-Ethenyl-2-methyl-benzene
7	3-Methyl phenol
8	Methyl-(1-methylethenyl)-benzene
9	Methyl-(1-methylethenyl)-benzene
10	Pentyl benzene
11	Heptyl benzene
12	1-Tetradecene
13	Octyl benzene
14	Pentadecane
15	1,13-Tetradecadiene
16	1,12-Tridecadiene
17	Hexadecene
18	1,13-Tetradecadiene
19	Heptadec-8-ene
20	Heptadecane

**Table 4.** Compounds of Korean CNSL

Peak No.	Chemical compound
1	Methyl benzene
2	Ethenyl benzene
3	Phenol
4	Methyl benzene
5	3-Methyl phenol
6	4-Methyl phenol
7	Methyl-(1-methylethenyl)-benzene
8	Methyl-(1-methylethenyl)-benzene
9	2,5-Dimethyl phenol
10	Cyclohexa-1,3-diene benzene
11	3-Ethyl phenol
12	1-Methyl-4-(1-methylethenyl)-benzene
13	2,4-Dimethyl phenol
14	5-Tridecene
15	Tridecane
16	2-(1,1-Dimethylethyl)-6-methyl-phenol
17	2-Tetradecene
18	4-Methyl phenol
19	3-Pentadecyl-phenol
20	2,2-Dimethylpropanoic acid

**Table 5.** Compounds of Japanese CNSL

Peak No.	Chemical compound
1	3-Methyl phenol
2	1-Methyl-4-(1-methylethenyl)-benzene
3	1-Methyl-4-(1-methylethenyl)-benzene
4	1,3-Diethyl-benzene
5	<i>p</i> -Tert-butyl-phenol
6	2-Tetradecene
7	Butanoic acid
8	3-Pentadecyl-phenol
9	3-Octyl-phenol

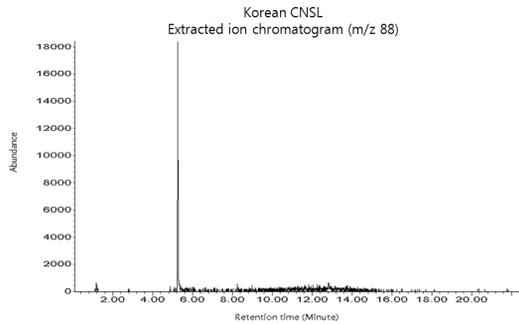


Fig. 14. Extracted ion chromatogram (m/z 88) of Korean CNSL.

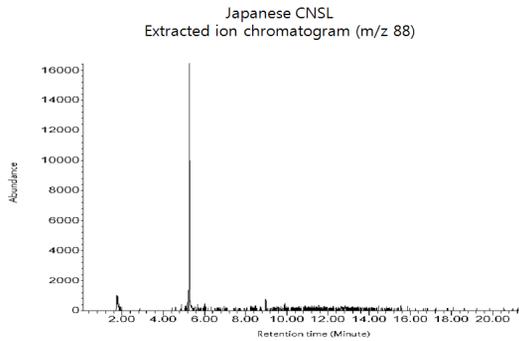


Fig. 15. Extracted ion chromatogram (m/z 88) of Japanese CNSL.

#### 4. 결론 및 고찰

본 연구는 문화재 보존 및 복원 현장에서 사용되는 천연도료인 옷칠과 합성도료인 캐슈칠의 분석학적 관점에서 나타나는 차이점을 확인하고자 적외선 분광분석과 Py-GC/MS를 이용하여 진행하였다. 이를 바탕으로 옷칠과 캐슈칠의 차이점을 확인하였으며 결론은 다음과 같다.

적외선분광분석에서는 옷칠과 캐슈칠의 주성분에 의해 나타나는 피크는 매우 유사하게 관찰되었지만 1000  $\text{cm}^{-1}$  이하인 지문영역대에서 옷칠은 720  $\text{cm}^{-1}$  에서 단일 피크를 확인되는 반면 캐슈칠에서는 750  $\text{cm}^{-1}$ , 720  $\text{cm}^{-1}$ , 700  $\text{cm}^{-1}$  3개의 피크가 확인된다. 이러한 피크는 옷칠의 1,2,3-Trisubstituted benzene과 캐슈칠의 1,3-Disubstituted benzene의 차이에 의해 나

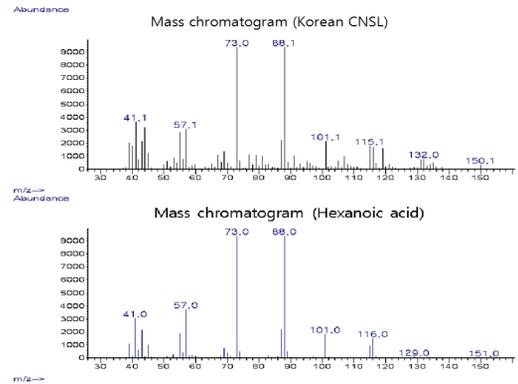


Fig. 16. Relative analysis of mass spectrometer (Korean CNSL and Hexanoic acid).

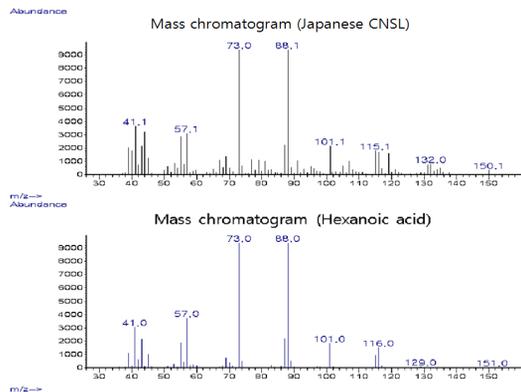


Fig. 17. Relative analysis of mass spectrometer (Japanese CNSL and Hexanoic acid).

타나는 것으로 사료된다.

Py-GC/MS에서는 옷칠과 캐슈칠의 주성분에 유래되는 성분은 매우 유사하게 관찰되었지만 Extracted ion chromatogram (m/z 88)을 확인한 결과 캐슈칠에서는 Hexanoic acid가 검출된 반면 옷칠에서는 확인되지 않았다. Hexanoic acid는 캐슈칠의 건조에 필요한 화학첨가제로 알려져 있으며 캐슈에도 극미량 함유되어 있다. 따라서 잔존하는 미량성분이 검출된 것으로 사료 된다.

본 연구 분석결과 옷칠과 캐슈칠에서 나타나는 차이점을 확인할 수 있었고, 이러한 차이점은 식별 키워드(Keyword)로 사용될 수 있을 것이라 판단된다.

또한, 본 연구결과를 바탕으로 진정성 있는 칠기문화재 보존 및 복원에 활용될 수 있을 것이라 기대한다.

## REFERENCES

- Chen, J. 1974. Han Fei Collection, China.
- Chen, Y. 1996. The Origin of Chinese Lacquerware, National Palace Museum, China.
- Cho, S.M. 2000. Study of Characteristic Properties on Lacquer and its Film Processing.
- Choi, J.D. 2008. The Nara Document on Authenticity, Journal of Architectural History 17(1): 127-133.
- Choi, S.C., Kim, S.D., Lee, Y.H., Ko, Y.H., Ham, S.W. 2011. Studies on Analysis of Joseon Lacquer Layer, Journal of the Korean Society of Conservation Science for Cultural Heritage 27(4): 371-380.
- Coates, J. 2006. Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach, 159-160.
- Do, C.H., Lee, T.N. 1998. Lacquer Coatings on the Koryo Buddhist Canon Printing Wood Blocks, Journal of the Korean Society of Conservation Science for Cultural Heritage 7(2): 86-91.
- Holler, J.F., Skoog, A.D., Crouch, R.S. 2007. Principles of Instrumental Analysis.
- Kenjo, T. 1986. Preface of the Analysis of Ancient Lacquer, Conservation Science 25: 49-53.
- Kim, H.J., Lee, B.H. 2002. Development Trends of Natural Coatings - *Rhus* Lacquer, *Dendropanax* Lacquer and Cashew Nut Shell Liquid (CNSL) Lacquer, Journal of the Korean Industrial and Engineering Chemistry 5(5): 35-43.
- Kim, S.C. 2007. Analysis and Conservation of Lacquer Wares from Archaeological Sites in Korea.
- Kim, Y.J., Park, W.K. 2006. Tree-Ring Dating of the 19th Century Korean Woodworks, the Korean Society of Conservation Science for Cultural Heritage.
- Larranaga, M., Lewis, R., Lewis, R. 2016. Hawley's Condensed Chemical Dictionary.
- Lee, B. 1809. Bachelor Series, Korea.
- Lee, G.G. 1834. Natural Research Book of Five States, Korea.
- National Research Institute of Cultural Heritage, 2012. Ethical Guidelines for Conservators.
- National Research Institute of Cultural Heritage, 2014. Study on the Adhesive Properties of Lacquer and Glue.
- Niimura, N., Miyakoshi, T. 2003. Characterization of Natural Resin Films and Identification of Ancient Coating, Japanese Mass Spectrometer Society 51(4): 449-456.
- Socrates, G. 2004. Infrared and Raman Characteristic Group Frequencies.
- Song, H.G. 1998. Development of Production Technique of Refined Lacquer, Report of Agricultural Development and Research.
- Weigel, U.-M., Herges, R. 1992. Automatic Interpretation of Infrared Spectra: Recognition of Aromatic Substitution Patterns Using Neural Networks, Journal of Chemical Information and Computer Science (32): 723-731.
- Yang, P.S., Moon, S.Y. 2005. Research of Restoration Material in Pottery and Porcelain Conservation, Conservation Science Studies (2): 30-57.