

## 조선왕조실록 밀납본 손상 복원을 위한 복원용지 탐색

서진호<sup>†</sup> · 정소영 · 정선화

국립문화재연구소  
(2007년 3월 9일 접수, 2008년 1월 28일 채택)

### The Research of Papers to Restore the Waxed Volume in the Annals of Joseon Dynasty

Jin Ho Seo<sup>†</sup>, So Young Jeong, and Seon Hwa Jeong

Division of Conservation Science, National Research Institute of Cultural Heritage, Daejeon 305-308, Korea  
(Received March 9, 2007; accepted January 28, 2008)

조선왕조실록은 우리나라의 역사를 기록한 중요한 자료이며 세계기록문화유산이기도 하다. 조선왕조실록 제작 시 방충의 효과를 위해 밀납을 사용한 시기가 있었으며, 이 때 제작된 조선왕조실록의 밀납이 현재 조선왕조실록 손상의 주원인이 되고 있다. 따라서 본 연구에서는 조선왕조실록 밀납본 손상에 대한 대책으로써 손상 복원용 한지 탐색의 일환으로 국내 및 국외 전통종이, 인공경화된 재현밀납지에 대해 FT-IR을 이용한 표면분석을 실시하였다. 분석 결과, 전체적으로 종이에 대한 spectrum은 크게 차이를 보이지 않았으나, 기존의 종이원료로써 사용되던 *Broussonetia kazinoki* 외의 *Echinochloa crus-galli* var. *frumentacea*, *Dioscorea batatas* 등의 재료로 제조된 종이의 경우 spectrum의 차이를 나타냈다. 또한, 각국의 전통종이 중 한국종이가 가장 유사한 spectrum을 보였다. 인공경화된 재현밀납지와 실록 밀납본에 대한 비교 시 손상에 따른 spectrum 차이를 확인할 수 있었다.

The annals of Joseon Dynasty is the most valuable resource containing the record of Korean history and has been known as one of the UNESCO's Memory of the World Register. There was a period that the annals of Joseon Dynasty was used with beeswax to control pests. It is considered as the prior reason of damage on the annals of Joseon Dynasty. Therefore, in this study we analysed the spectrum of traditional paper inside and outside of Korea, beeswax and accelerated artificial aging paper to restore the waxed volume in the annals of Joseon Dynasty by using FT-IR. As a result of FT-IR analysis, spectrum did not showed its big difference in all paper used in this study. However, there was a different spectrum in paper which was made with not *Broussonetia kazinoki*, but *Echinochloa crus-galli* var. *frumentacea* and *Dioscorea batatas*. Among traditional papers in various countries, spectrum of Korean paper showed the most similarity from the annals of Joseon Dynasty. In comparison between accelerated artificial aging paper and waxed volume, we could identify the change of spectrum affected by the damage.

**Keywords:** the annals of Joseon Dynasty, restoration paper, FT-IR, Hanji

## 1. 서 론

조선왕조실록은 태조부터 철종까지 25대 472년간의 역사적 사실을 편년체로 기술한 연대기로서 조선시대의 정치, 경제, 역사, 문화 등의 전 분야에 대해 기술되어 있는 사료이다. 특히 풍부하고도 엄밀한 기록과 완벽한 내용보존으로 1973년 국보 151호로 지정되었으며, 1997년 10월 1일에는 유네스코(UNESCO) 세계기록문화유산으로 등록되어 세계적인 문화유산으로서 가치를 인정받은 귀중한 자료이다[1].

우리나라의 경우 밀납지 사용의 예는 조선왕조실록 외에는 거의 찾아볼 수 없으며, 국외에도 실록 밀납본과 같은 형태의 유물은 아직 파악되지 않고 있다. 현재 조선왕조실록에서 밀납본의 일부 중 밀납이 경화됨에 따라 변색, 갈라짐의 다양한 손상이 나타나고 있으며, 이에

대한 연구로서 기초적인 실록의 보존 상태 조사, 밀납본 손상원인 분석, 밀납본에 사용된 원재료의 성분분석 등이 이루어지고 있다[1].

따라서 본 연구에서는 조선왕조실록 밀납본의 원재료 탐색의 일환으로 실록 원지와 일본, 중국 한국 지역의 전통 종이를 비교하여 실록 원지에 가장 가까운 재료를 찾고자 하였다.

## 2. 실험 방법

### 2.1. 공시재료

실록 원지에 대한 탐색의 기초 자료로 활용하기 위하여 중국, 일본, 북한 등 인접국에서 수집한 전통수록지와 우리나라의 전통수록지 등 총 39종류의 시료를 이용하여 분석하였으며, 실록 원지의 경우 세종실록(밀납본, 정족산본) 13종, 선조실록, 중종실록, 성종실록(이상 생지본,

<sup>†</sup> 교신저자(e-mail: knisaul1@hotmail.com)

Table 1. List of Paper Using FT-IR Analysis

No.	Sample name	Location and Description	Sampling site
1	RED WAX	Waxed red paper (Top)	Center
2	RED WAX-2	Waxed red paper (Back)	Center
3	WHITE WAX-1	Waxed white paper (Top)	Center
4	WHITE WAX-2	Waxed white paper (Back)	Center
5	BLUE WAX-1	Waxed blue paper (Top)	Center
6	BLUE WAX-2	Waxed blue paper (Back)	Center
7	JUKJI	Bamboo paper	Center
8	MAJI	Dioscorea batatas paper	Center
9	COREA	Corea paper	Center
10	COREA-2	Corea paper 2	Center
11	ONJUPIJI	China <i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>frumentacea</i> paper	Center
12	MUNRUN	Munrun paper	Center
13	MUNRYOJUNG	Munryojung Dansun paper	Center
14	CHINA-A	Jungpi Dansun paper	Center
15	CHINA-B	Munryo Dansun paper	Center
16	CHINA-C	Tkjungpi Dansun paper (Hongsung)	Center
17	CHINA-D	Hyupsun paper	Center
18	CHINA-E	Suman paper	Center
19	CHINA-F	Tkjungpi Sachuk Dansun paper (Youngboje)	Center
20	CHINA-G	Chalhwa	Center
21	JAPAN-A	Kurodani k010	Center
22	JAPAN-B	shibukami	Center
23	JAPAN-C	Gampi paper	Center
24	JAPAN-D	Gampi paper (handmade)	Center
25	JAPAN-E	Uda paper	Center
26	JAPAN-F	Japan Tengujo (handmade)	Center
27	JAPAN-G	Korea mulberry (use sodium hydroxide)	Center
28	JAPAN-H	美濃紙 (Hasegawa)	Center
29	JAPAN-I	美栖紙 (Hasegawa)	Center
30	JAPAN-J	Tengujo	Center
31	BUKHAN	North Korea North Korea paper	Center
32	K-1-A	Jungji	Center
33	K-1-B	Andong (South Korea) Sunji	Center
34	K-1-C	Chakjir	Center
35	K-2-A	Okchunji	Center
36	K-2-B	Portrait paper	Center
37	K-2-C	Kyoji	Center
38	K-2-D	Ryu Hang-Young artisan of paper Window paper	Center
39	K-2-E	(South Korea)	Center
40	K-2-F	Traditional paper (Hanji) applying machine(beat,	Center
41	K-2-G	dryer) and chemical additives (NaOH, PAM etc.)	Center
42	K-2-H		Center
43	OKDANGJI	Machin made Korean paper	Center
44	SILLOK-A	Volume 48	Silk cover
45	SILLOK-B	Volume 68	Book title
46	SILLOK-C-1	The Annals of the Sejong	Brown colored part
47	SILLOK-C-2	Volume 71 p.13, paper	White part

No.	Sample name	Location and Description	Sampling site	
48	SILLOK-D	Volume 114 p.2	thread	
49	SILLOK-E-1	Volume 124 p.9,	printed part	
50	SILLOK-E-2	waxed paper	Non-printed part	
51	SILLOK-F	The Annals of the Sejong	Volume 132 p.23	purple colored part
52	SILLOK-G-1		Volume 146 (fiber)	White part
53	SILLOK-G-2			Dark part
54	SILLOK-H		Volume 163 cover	
55	SILLOK-I	The Annals of the Sungjong	Volume 100~107, paper	side part
56	SILLOK-J		Volume 102 p.8, paper	
57	SILLOK-K	The Annals of the Sunjo	Volume 4~7 p.53, paper	
58	SILLOK-L		Volume 6	Book title (Back)
59	SILLOK-M	The Annals of the Jungjong	Volume 61~70, paper	
60	SILLOK-N		Volume 81 p.63~64, paper	
61	YELLOW WAX	Yellow wax (Hwang nab)		Center
62	WHITE WAX	White wax (Chun nab)		Center
63	TEMP-1	Artificial aging paper (60 °C) using Korean paper made by machine (OKDANGJI)		printed part
64	TEMP-2			Non-printed part
65	UV-1	Artificial aging paper (UV aging) using Korean paper made by machine (OKDANGJI)	Whitening part	printed part
66	UV-2		waxed part, exclusive of whitening part	Non-printed part
67	UV-3			printed part
68	UV-4			Non-printed part
69	SO <sub>2</sub> -1	Artificial aging paper (SO <sub>2</sub> gas) using Korean paper made by machine (OKDANGJI)		printed part
70	SO <sub>2</sub> -2			Non-printed part
71	1535	The Annals of the Sejong	Volume 122	Center
72	1536		Volume 97, 9	Center
73	1537	The Annals of the Sungjong	Volume 32	Center

오대산본) 등에서 얻어진 시료 14종류와 황랍, 천랍 등 2종류의 밀랍을 사용하였다. 분석에 사용된 시료는 Table 1에 요약하여 나타내었다.

## 2.2. 실험방법

### 2.2.1. 인공열화방법

#### 2.2.1.1. UV 광 조건에 따른 인공열화실험

UV lamp는 SANKYO DENKI사의 G30T8 lamp를 사용하였으며, 30W에 파장은 253.7 nm로 처리하였다. 광 외의 조건은 인위적으로 조절하지 않았으며, 온도 등은 상온으로 유지하였다.

#### 2.2.1.2. 온도 조건에 따른 인공열화실험

온도 조건은 밀랍의 녹는점을 고려하여 50 °C로 설정하였으며, 국내 (주)존샘의 Humidity chamber JS-HC-150을 이용하여 인공열화실험을 실시하였다. 온도 외의 빛, 풍향 등의 조건은 건조기 내의 환경을 그대로 적용하였다.

#### 2.2.1.3. SO<sub>2</sub> gas 조건에 따른 인공열화실험

ATLAS사의 gas exposure cabinet를 이용하여 실험을 실시하였다. SO<sub>2</sub> gas의 주입량은 2 ppm으로 설정하였으며, Chamber 내외부의 공기흐름이 없도록 하였다. 온도 및 빛, 풍향 등의 조건은 Chamber 내의 환경을 그대로 적용하였다.

### 2.2.2. FT-IR에 의한 분석법

FT-IR 분석은 Bruker사의 FT-IR IFS-60을 이용하였다. 시료의 형태에 관계없이 별도의 전처리 과정을 거치지 않고 표면 분석을 실시하였으며 ATR법을 사용하였다. 분석 결과는 FT-IR에 내장되어 있는 spectrum과의 비교검색보다는 각 시료간의 spectrum을 비교 분석하였다[2,3].

## 3. 결과 및 고찰

여러 가지 종이 시료에 관한 분석 자료 중 유사한 peak형태를 나타낼 경우 대표적인 지중만을 선택하여 사용하였다.

Figure 1에 나타낸 바와 같이 중국지는 고려지와 *Echinochloa crus-galli* var. *frumentacea* paper를 제외한 모든 종이는 정피 단선지와 동일한 spectrum을 보였으며, 온주피지의 경우 1715, 1248, 1020 cm<sup>-1</sup>에서, 고려지는 1730, 1800 cm<sup>-1</sup>에서 spectrum의 차이를 보였다.

Figure 2의 일본종이 중 Hasegawa씨의 Minopaper 분석 시 다른 종이에서 나타나지 않은 1410 cm<sup>-1</sup>에서 spectrum의 차이를 보였으며, 다른 종이에서 나타나는 1370, 1430, 1630 cm<sup>-1</sup>에서의 spectrum이 나타나지 않았다[4]. 전체적으로 기계지와 수록지간의 FT-IR 분석 결과의 차이는 없는 것으로 나타났다.

한국 전통 수록지의 경우 Figure 3에 나타낸 바와 같이 안동 한지

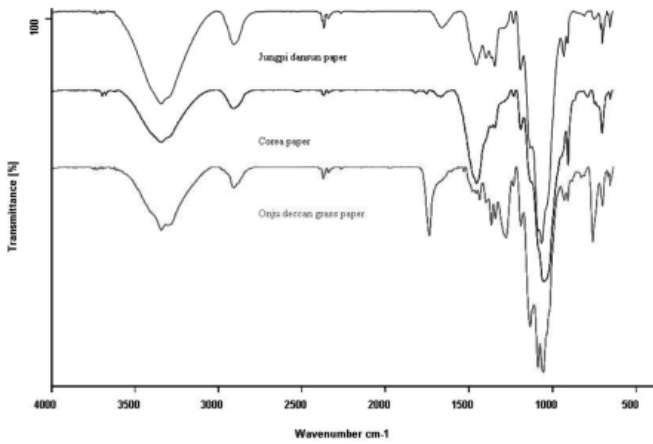


Figure 1. FT-IR spectra of Chinese paper.

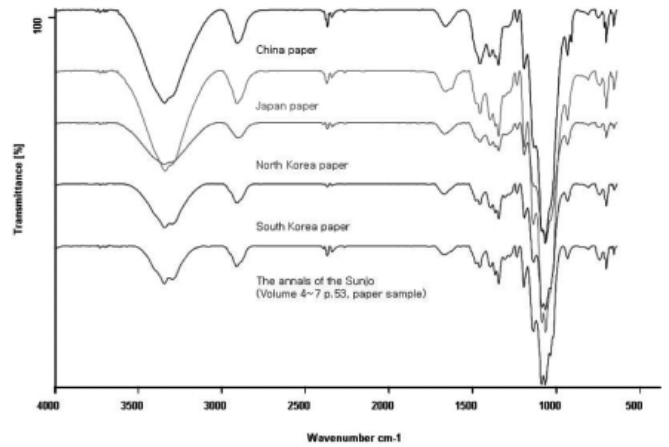


Figure 4. Comparative analysis of paper (paper of China, Japan, North Korea, South Korea and fiber of Chosun Dynasty) using FT-IR (spectroscopy).

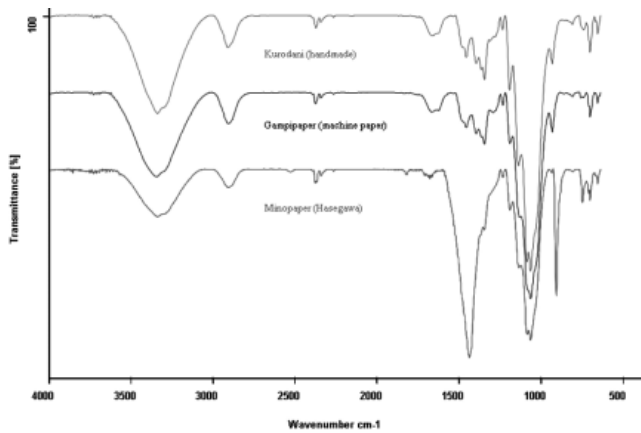


Figure 2. FT-IR spectra of Japanese paper.

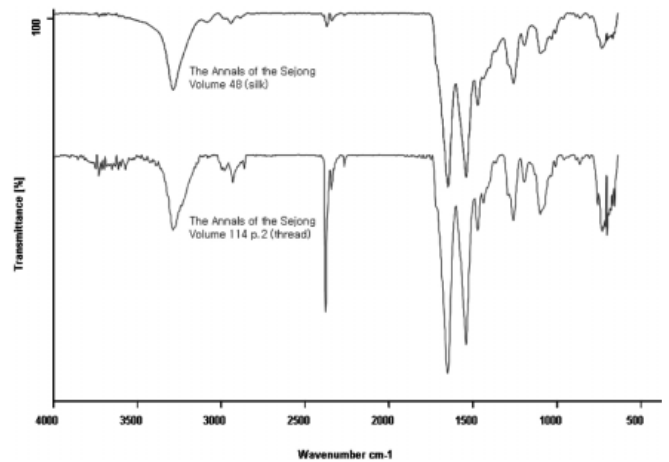


Figure 5. Comparative analysis of silk and thread of Chosun Dynasty.

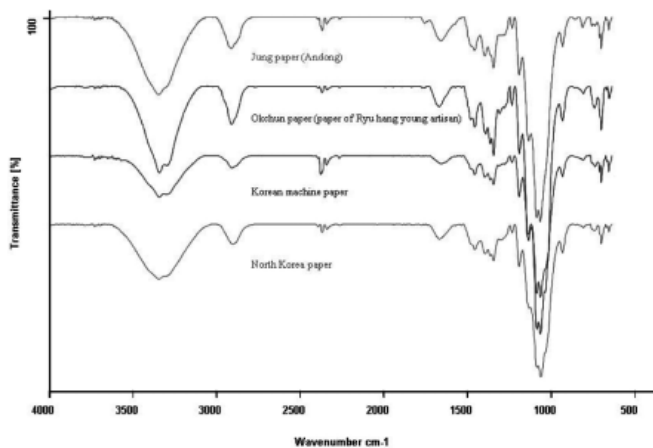


Figure 3. FT-IR spectra of Korean paper.

와 류행영 한지장 한지, 인공열화 실험용으로 구입한 옥당지, 북한 종이 등을 비교하였으며, 모두 동일한 spectrum을 보였다. 그래프 상에 나타내지 않은 종이들 또한 같은 경향을 보였다.

Figure 4에서 보는 바와 같이 FT-IR 분석 결과 한·중·일 종이의 북한 종이, 그리고 실록 생지본 간의 차이는 보이지 않았다.

Figure 5에 나타난 제질실과 비단 표지의 FT-IR 분석 결과를 보면 서로 상당히 유사한 형태를 나타냈다. 따라서 제질실은 비단으로 제작

된 것으로 사료된다.

Figure 6에 나타난 인공경화지의 경우 황랍에 가까운 스펙트럼을 보였다. 백화가 심하게 진행된 UV-2 인공경화지는 밀랍이 UV에 의해 제거되면서 3300  $\text{cm}^{-1}$ 에서 나타나는 종이 특유의 spectrum이 다른 인공경화지에 비해 높은 흡수율을 나타냈다[6]. 또한  $\text{SO}_2$ , 고온경화조건 60  $^{\circ}\text{C}$ , UV-2 조건의 인공경화지를 비교하였을 때 약 3500  $\text{cm}^{-1}$ 에서 alcohol에 존재하는  $\nu\text{OH}$ 와 약 1000  $\text{cm}^{-1}$ 에서  $\nu\text{C-O}$  band가 노화가 진행됨에 따라 더 높은 흡수율을 나타내는 것을 알 수 있었다. 이는 지류에서 대체적으로 나타나는 spectrum으로서 노화가 진행됨에 따라 밀랍이 손실되거나 제거되면서 종이의 spectrum이 크게 나타난 것으로 사료된다. 또한, 경화가 진행됨에 따라 1730  $\text{cm}^{-1}$ 에서 나타나는 ester 기초의  $\nu\text{C}=\text{O}$ , 1709  $\text{cm}^{-1}$ 에서 나타나는 acid 기초의  $\nu\text{C}=\text{O}$ , 두 가지의 carbonyl group을 비교하면 인공경화지에 사용된 밀랍 또한 노화가 진행됨에 따라 산화에 의한 acid band의 농도가 증가하고 ester band보다 더 강해짐을 알 수 있었다[5,6].

Figure 7에 나타난 밀랍본은 2920, 2850, 2350, 1735  $\text{cm}^{-1}$ 에서 종이와 다른 밀랍만의 spectrum을 보였으며, 생지본이 갖고 있는 2900  $\text{cm}^{-1}$ 대의 흡수가 나타나지 않았다. 세종실록 71권의 밀랍이 벗겨진 부분을 분석한 spectrum과 비교해 볼 때 밀랍본에서 밀랍이 벗겨지면서

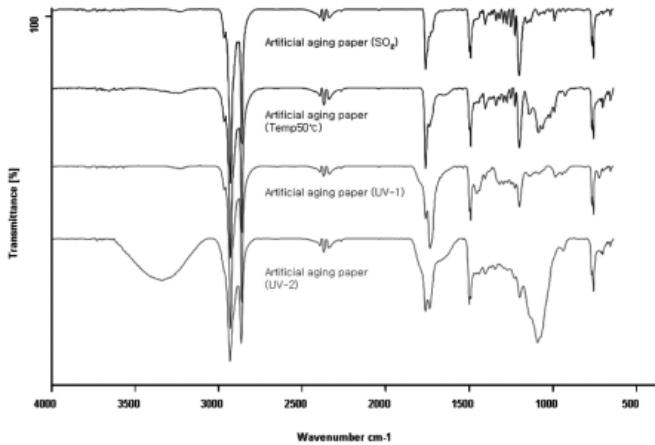


Figure 6. FT-IR spectra of Artificial aging wax treated paper.

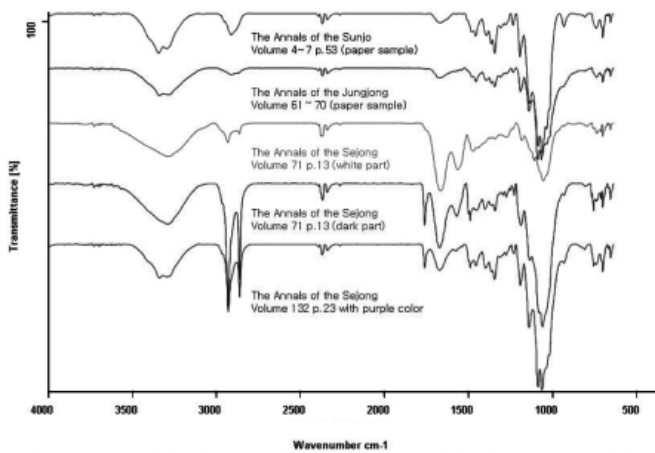


Figure 7. Comparative analysis of paper (wax treated paper and wax non-treated paper of Chosun Dynasty) using FT-IR (spectroscopy).

2850~2920  $\text{cm}^{-1}$ 에서 나타나는 hydrocarbon chain, 1735  $\text{cm}^{-1}$ 에서 나타나는 C = O band가 줄어들거나 사라졌으며, 2350  $\text{cm}^{-1}$ 에서 나타난 흡수는 사라지고 2360  $\text{cm}^{-1}$ 에서 흡수가 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

Figure 8의 분석 결과에서 나타낸 바와 같이 yellow wax는 1730  $\text{cm}^{-1}$ 에서  $\nu\text{C}=\text{O}$ , 1175  $\text{cm}^{-1}$ 에서  $\nu\text{C}-\text{O}$ 를 나타내는 등 일반적으로 FT-IR library상에서 나타나는 beeswax의 여러 가지 peak들이 동일하게 나타났다.

White wax의 경우 yellow wax와 거의 유사한 형태의 spectrum을 나타냈다.

yellow wax를 중국지 중 waxed red paper, waxed blue paper, waxed white paper와 비교하였을 때 2850~2920  $\text{cm}^{-1}$ 에서 나타나는 hydrocarbon chain의 투과율이 현저히 낮았으며, 1730  $\text{cm}^{-1}$ 의 C = O band가 yellow wax보다 white wax에 가까움을 알 수 있었다. 따라서 분랍지에 사용된 wax는 beeswax와는 차이가 있음을 확인하였다.

Figure 9에서 국산 밀납 2종과 한지, 조선왕조실록 밀납본의 FT-IR 분석 결과를 비교하였다. 류행영 한지장의 옥춘지에 대한 FT-IR 분석 결과 3300  $\text{cm}^{-1}$ 대에서 나타난 alcohol에 존재하는 OH기와 1650  $\text{cm}^{-1}$ 대에서 나타나는 흡수, 1000  $\text{cm}^{-1}$ 에서 나타나는 C-O band 등, 종이 특유의 흡수가 실록에서도 동일하게 나타났으며, 천랍 및 황랍의

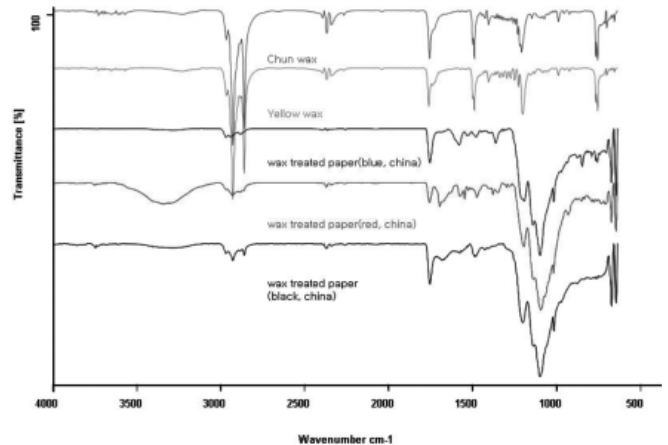


Figure 8. Comparative analysis of wax treated paper of china with two kind of wax that are made in Korea using FT-IR (spectroscopy).

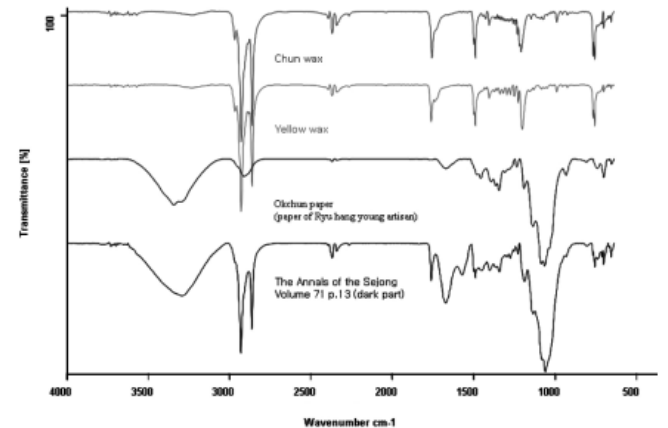


Figure 9. Comparative analysis of wax treated paper of Chosun Dynasty, Korean paper, two kind of wax that are made in Korea using FT-IR (spectroscopy).

FT-IR 분석 결과 2850~2920  $\text{cm}^{-1}$ 에서 나타난 hydrocarbon chain, 1730  $\text{cm}^{-1}$ 의 ester 기초의 C = O band 역시 실록의 FT-IR 분석에서도 나타났다. 또한, yellow wax의 1730  $\text{cm}^{-1}$ 에서 나타나는 ester 기초의  $\nu\text{C}=\text{O}$  band와 실록상의 band가 일치하였으며, white wax는 역시 실록의 spectrum과 일치하지 않았다. 실록에 사용된 밀랍의 성분을 추정해볼 때 yellow wax가 더 유사한 것으로 판단된다.

#### 4. 결 론

FT-IR 분석 결과, 다양한 산지의 전통 종이 중 Dioscorea batatas 섬유나 Echinochloa crus-galli var. frumentacea 섬유 등 일반적으로 종이 제조에 사용되지 않는 재료로 제조한 종이를 제외하고 대부분 같은 성분으로 구성되어 있음을 알 수 있었다. 마, 피, 대나무 등의 재료는 보통 닥섬유로 제조된 종이의 성분 외에 다른 spectrum을 보였다.

한·중·일의 전통 종지와 yellow wax, white wax, 실록 밀납본을 분석한 결과 종지에 대해 나타나는 spectrum과 밀납의 spectrum이 다르게 나타났으며, 인공경화지의 경우 열화 정도에 따른 spectrum 변화가 관찰되었다. 또한 백화 현상에 의해 밀납이 제거된 경우 밀납 고유의 흡수가 사라짐을 관찰할 수 있었다. 이에 따라 종지의 열화에 따른

FT-IR spectrum 변화를 관찰할 수 있었으며, 여러 가지 열화원인에 따라 세부적 실험을 통해 손상원인에 의한 손상기작을 밝혀내는데 기초적인 자료로써 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

전체적으로 FT-IR을 분석한 결과 종이는 한국의 종이와 실록 원지와 가장 유사한 경향을 나타냈으며, 일부 지종은 거의 일치함을 알 수 있었다. 밀납의 경우 white wax보다 yellow wax가 실록 밀납본에 나타난 beeswax의 spectrum과 유사하게 나타났으나 실록에 사용된 beeswax의 경우 여러 가지 물질을 혼합하여 사용한 것으로 추정된다.

## 참 고 문 헌

1. S.-Y. Jeong, H.-Y. Lee, Y.-J. Chung, J.-K. Hong, and D.-S. Eom, Investigation of conservation state on the waxed volumes of annals of the Joseon Dynasty, conservation studies, **25**, 119 (2004).
2. T. E. Conners and S. Banerjee, Surface analysis of paper. CRC Press, 119 (1995).
3. S. Ipert, A.-L. Dupont, B. Lavédrine, P. Bégin, E. Rousset, and H. Cheradame, **91**, 12, 3448 (2006).
4. J. M. Crouyn, The elements of archaeological conservation, Routledge, 286 (1990).
5. A. K. Chatjigakis, C. Pappas, N. Proxinia, O. Kalantzi, P. Rodis, and M. Polissiou, *Carbohydrate Polymers*, **37**, 395 (1998).
6. D. Stewart and I. M. Morrison, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **60**, 431 (1992).