

안동 봉황사 삼세불 제작에 사용된 섬유의 동정

조경실 | 백영미¹

은실문화연구원, ¹부산대학교 한국전통복식연구소

Identification of Fibers of Samsebul (Triple Buddha Statues) at Bonghwangsa in Andong

Kyoung-Sil Cho | Young-Mee Baek¹

The EunSil Cultural Heritage Research Institute, Uiwang, 437-821, Korea

¹The Korean Traditional Costume Research Institute, Pusan National University, Busan, 609-735, Korea

¹Corresponding Author: paikym@pusan.ac.kr, +82-51-510-2850

초록 안동 봉황사의 삼세불(三世佛)은 대웅전 후불탱화로 경상북도 유형문화재 406호로 지정되어 있다. 이들 탱화들은 조선시대 삼세불화 연구의 기준이 되는 작품으로 귀중한 의미를 지닌다. 본 연구에서는 이들 탱화가 그려진 바탕직물의 섬유에 대해 현미경 관찰 및 용해법과 감쇠 전반사이용 적외분광분석법, 주사전자현미경 등을 이용하여 섬유의 재질을 동정하였다. 실험을 위해 보존처리과정 중 수거된 약사불 시료 2점(A, B), 석가불 시료 1점(C), 아미타불 시료 1점(D)을 채취하여 사용하였다. 본 시료들에 대해 기존의 문화재 명칭에는 삼베로 기록되어 있었다. 열화가 심하고 두꺼운 먼지층을 형성하고 있어 육안으로는 감별이 어려웠으나 본 실험을 통하여 약사불 시료 1점(A)을 제외하고는 모두 견직물임을 알 수 있었다.

중심어: 안동 봉황사 삼세불, 약사불, 석가불, 아미타불, 섬유동정, 현미경법, 용해법, 감쇠 전반사법

ABSTRACT Samsebul, the altar portrait behind the statue of Buddha in the main building of Bonghwang temple in Andong, has been designated as Tangible Cultural Property No. 406. These alter portraits have significance as the standard of the research of Samsebul in *Joseon* period. In this study, fibre of the ground textile is identified using microscopic examination, solubility test, ATR-FT-IR, SEM, XRD. Two samples from Yaksabul(A, B), one sample from Seokgabul(C), and one sample from Amitabul(D), which were collected during the conservation process, were prepared for this study. In previous record, above samples were documented as hemp. Due to severe deterioration and accumulated dust layers on these samples, it was hard to recognize them with naked eyes, but through this study, we could identify that all samples except one from Yaksabul(A) are silk.

Key Words: Samsebul of Bonghwangsa in Andong, Yaksabul (Bhaisajyaguru), Seokgabul (Śākyamuni), Amitabul (Amitabha), Identification of textile, Microscopic method, Solubility test, Attenuated total reflectance (ATR)

1. 서론

봉황사는 경상북도 안동시 임동면 수곡리에 있는 사찰로서 대한불교조계종 제 16교구 본사인 고운사의 말사이다. 644년(신라 선덕여왕 13) 창건되었고 임진왜란 때 불에 탄 뒤 1642년 중창되면서 황산사로 불리게 되었다가 2006년부터 다시 봉황사로 불리고 있다. 봉황사의 대웅전은 현재 경상북도 유형문화재 제141호로 지정되어 있다. 불단 후벽의 삼세불화는 1725년 제작된 것으로 알려져 있으며 경상북도 유형문화재 제406호로 지정되었다. 또한 오방제위도(五方帝位圖) 3탱 및 사직사자도(四直使者圖) 4탱 총 7탱도 문화재자료 543호로 지정되었다.

본 연구의 대상인 삼세불화는 봉황사 대웅전의 후불탱화로 안치되었던 세로 380~390cm, 가로 240~280cm의 거대한 후불탱화이며, 행정적인 정식 명칭으로 석가불화는 삼배 바탕(388.5 × 278.5 cm), 1725(옹정3)년, 아미타불화는 삼배 바탕(384 × 237.9 cm), 1725(옹정3)년, 약사불화는 삼배 바탕(393 × 250.5 cm), 1725(옹정3)년 제작으로 공문에 기록되어 있었으며 현재는 보존처리 후 안동 시립 민속 박물관에 위탁 보관되어 있다. 삼세불화는 석가불화인 영산회상도를 중심으로 좌우에 약사회상도, 아미타 극락회상도가 봉안되어 있는데, 석가불은 현재, 약사불은 과거, 아미타불은 미래를 의미한다. 약사회상도의 화기(畵記)에 의해 1725년의 조성연대를 명확히 알 수 있을 뿐만 아니라 이목구비 등의 특징적 세부묘사, 개성이 넘치는 형태, 파스텔 톤의 아름다운 채색 등 조선시대 삼세불화 연구의 기준작이 되는 귀중한 자료이다¹.

이에 본 연구원에서는 2010년 안동시청으로부터 의뢰

를 받아 본 유물의 보존과학적 조사와 보존처리를 수행하였으며 그 과정에서 소량의 직물시료를 사용하여 삼세불의 바탕섬유의 재질에 대한 분석을 수행하였다. 섬유류 유물에 대한 재질조사는 보존처리와 복원연구를 위한 중요한 자료가 되고 있다. 섬유류의 분석을 위해서는 현미경법, 연소법, 용해법, 정색법, 비중법 등의 방법², 그리고 적외분광분석기, 라만분광분석기, 가스크로마토그래피, 질량분석기, X-선 형광분석기, 전자현미경의 원소분석기, X-선 회절분석기 등 다양한 기기를 이용한 분석방법이 가능하다³. 최근 섬유감별을 위해 가장 많이 사용되어지는 분석법은 FT-IR과 SEM에 의한 섬유감별이 극소량의 시료로도 감별이 가능하여 많이 사용되고 있다^{4,7}.

본 연구는 광학현미경과 전자현미경을 이용한 현미경법, 화학약품을 이용한 용해법과 FT-IR, X-선회절분석 등의 분광분석기기를 이용한 분석법 등을 이용하여 삼세불화의 바탕직물의 재질을 분석함으로써 육안관찰만으로 오류를 범할 수 있었던 기존의 삼세불화에 대해 보고된 문화재 명칭을 바로잡는 계기가 되었다는 점에 그 의의가 있다.

본 연구는 2010년 안동시청, (주)한경문화재보존 주관으로 수행된 “안동 봉황사 삼세불화 보존처리보고서”의 일부를 발췌하여 작성한 것이다.

2. 연구방법

2.1. 시료

본 연구의 대상인 삼세불은 Figure 1과 같으며 보존처리 중 수거된 파편을 이용하였으므로 시료의 정확한 위치



Figure 1. Photographs of the Samsebul. (a) Yaksabul, (b) Seokgabul and (c) Amitabul.

는 알 수 없으나 약사불의 하단쪽 직물(A)과 좌측의 이색면(B), 그리고 석가불의 위쪽 봉 부위 직물(C), 아미타불 상단 오른쪽의 한지가 붙어있는 직물(D) 등의 부근에서 떨어진 파편 중 일부를 시료로 사용하였으며 시료명은 Table 1과 같다.

2.2. 실험방법

각 직물의 재질은 현미경에 의해 조직과 섬유를 관찰하고 화학적인 실험방법과 분광학적인 실험방법을 사용하여 재질을 동정하였다.

2.2.1. 현미경 관찰

직물은 광학현미경(SZ-PT, Olympus, Japan)을 사용하여 조직 및 밀도를 관찰하였으며 고배율의 광학현미경(Axiovert 40 CFL, Carl Zeiss, USA)에 의해 400배로 측면을 관찰하고 주사전자현미경(측면관찰 S-4200, HITACHI, Japan, 단면관찰 JSM-6700F, JEOL, Japan)을 이용하여 섬유의 측면을 400배로, 단면을 1000배로 관찰하였다. 일반적으로 현미경을 통해서 본 직물의 특성은 Table 2⁸와 같다.

2.2.2. 용해법

직물의 용해특성으로 섬유를 감별하기 위하여 직물편을 소량 이용하여 상온에서 35% 염산으로 섬유감별을 위한 용해성 시험을 실시하였다⁹.

Table 1. Sample name and detected place.

Mark	Sample name	Sampling place
A	Yaksabul-1	Bottom side
B	Yaksabul-2	Left side
C	Seokgabul	Fragments around a pole
D	Amitabul	Right upper side, paper is attached

Table 2. Microstructures of textile fibers.

Textile fiber	Surface feature	Cross-sectional shape
Cotton	Flat, twisted ribbon	Kidney-bean cross-sectional shape
Flax	Cross markings or nodes	Polygonal ultimate cells and lumen
Silk	Uneven in diameter along the length	Triangular cross-sectional shape with rounded corners

2.2.3. 적외분광분석

섬유식별을 위한 분광학적 방법으로 FT-IR(Spectrum GX, Perkinelmer, USA) 분석을 실시하였으며 게르마늄이 장착된 ATR방식으로 측정하였다. 분석조건은 4000~400 cm⁻¹ 영역대에서 scan time은 32scan으로 분석하였다.

2.2.4. X-ray 회절분석

X-선 회절분석법은 결정 등의 원자의 배열에 관한 정보를 얻기 위한 분석법으로 결정성의 시료물질의 종류가 예상될 때 시료의 동정에 사용될 수 있다¹⁰. 본 연구에서는 X-선회절장치(X-ray Diffractometer, Empyrean series2, PANalytical, Netherlands)를 이용하여 Ni filter로 여과한 CuK α 선을 사용하여 적도선 방향($2\theta = 5\sim 40^\circ$)으로 회절시켜 X-선 회절 강도 분포곡선을 얻었다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 현미경법에 의한 섬유동정

3.1.1. 섬유조직

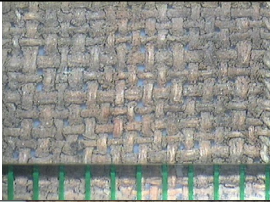
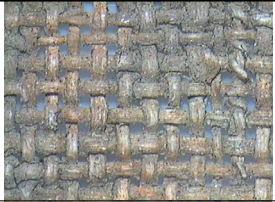

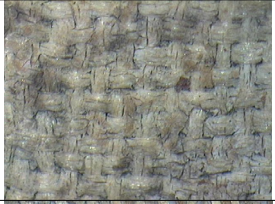


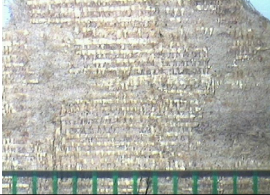

광학현미경을 사용하여 직물의 밀도나 조직을 관찰하였으며 섬유의 상태를 조사하였다.

경위사방향은 알 수 없고, 4개의 시료는 모두 평직이며, 꼬임은 없고, B, C, D의 경우 광택이 있다. B의 경우 섬유열화에 의한 균열이 많이 보인다. 시료 A의 경우 다른 시료에 비해 실의 굵기가 굵고 조직이 성글다(Figure 2).

3.1.2. 섬유형태

섬유는 고유의 형태를 가지고 있으므로 광학현미경이나 전자현미경에 의해 섬유의 형상을 관찰하여 섬유의 특성을 확인할 수 있다. 본 시료들은 SEM을 통해 섬유의 측면과 단면을 관찰한 결과 시료 A의 경우 축방향으로 선이 보이고 마디가 있으며 길쭉한 다각형의 형태에 중공을 가지고 있으므로 마디물임을 알 수 있으나 저마인지 대마인지는 정확한 구분이 어렵다. 布目順郎이 보고¹¹한 西弥護免遺跡

Table 3. Density of samples.

Samples	Fabric density (threads/cm)	Feature	
A	18×18		
B	24×24		
C	32×24		
D	20×54		

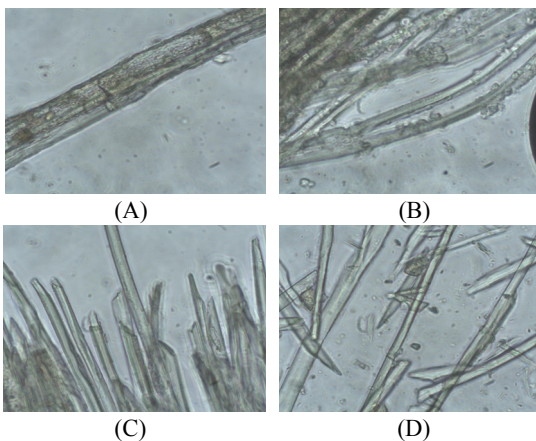


Figure 2. Photographs of samples of Samsebul by optical microscope (×400). (A) Yaksabul 1, (B) Yaksabul 2, (C) Seokgabul, (D) Amitabul.

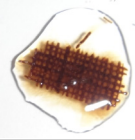
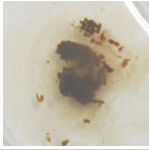
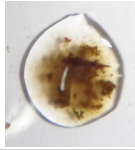
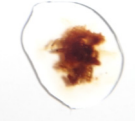
출토의 鏡에 부착된 마포의 구조와도 매우 유사한 형태를 띠고 있으며, 섬유 굵기와 단면의 형태, 중공의 형태 등

으로 보아 삼베로 추정된다^{12,13}. 한편 시료 B, C, D의 경우 측면은 매끈하고 섬유폭도 얇으며 꼬임은 없다. 단면은 중공이 없고 각이 둥근 삼각형의 형태이므로 견직물로 확인되었다(Figure 3)^{12,13}.

3.2. 용해법에 의한 섬유동정

섬유는 그 화학적 조성에 따라 여러 시약에 반응하는 상태가 다르므로 특정시약에 대한 용해도를 이용해 섬유를 감별할 수 있다. 면이나 마와 같은 셀룰로오스계 섬유는 35%의 염산에 용해되지 않지만 견섬유는 용해되므로 이러한 성질을 이용하여 셀룰로오스계 섬유와 견섬유를 감별할 수 있다⁹. Table 4는 본 실험에서 사용한 시료들의 용해성 시험 결과를 나타낸 것이다. Table 4에서 알 수 있는 바와 같이 시료 A는 35% 염산에 용해되지 않았으나 시료 B, C, D의 경우 35% 염산에 의해 용해되므로 시료 A는 셀룰로오스계 섬유이며 시료 B, C, D는 견섬유로 확인되었다.

Table 4. Solubility of samples.

Sample	A	B	C	D
	non soluble	soluble	soluble	soluble
Solubility				

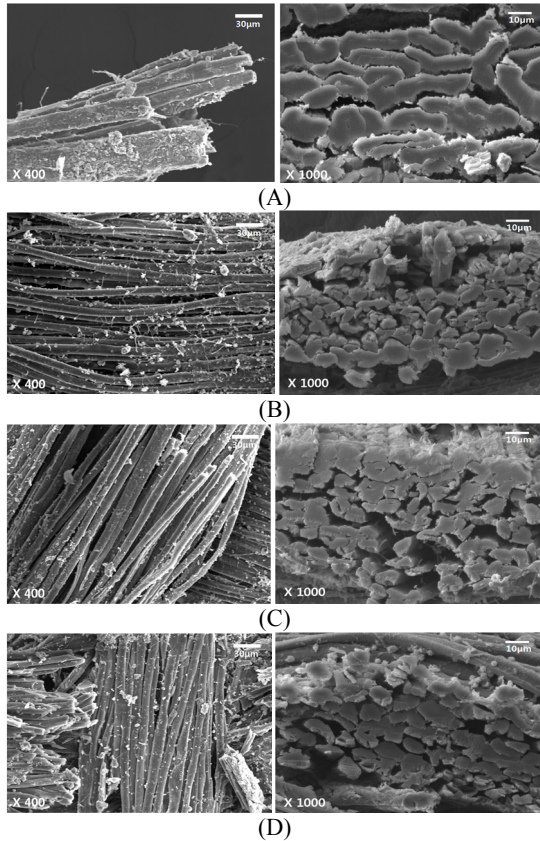


Figure 3. SEM photographs for the surface feature ($\times 400$) and cross-sectional shape ($\times 1000$) of Samsebul samples. (A) Yaksabul 1, (B) Yaksabul 2, (C) Seokgabul, (D) Amitabul.

3.3. ATR-FTIR에 의한 섬유동정

FT-IR 분석은 셀룰로오스섬유와 동물성섬유가 각각 고유의 peak를 가지므로 셀룰로오스와 동물성섬유의 감별을 위해 매우 유용하게 사용되고 있다. 셀룰로오스섬유는 화학구조상 β -D-glucose 단위로 이루어져 있으며 D-glucose는 5개의 hydroxyl기 그룹과 Carbon-1에 aldehyde그룹을 포함하고 있다¹⁴. 시료A의 경우 3330cm^{-1} 부근에서 broad한

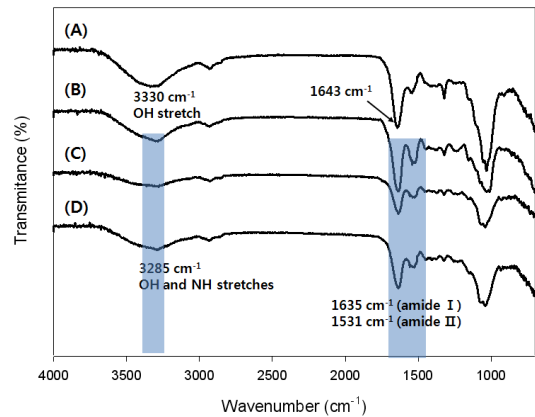


Figure 4. FT-IR spectra of Samsebul samples. (A) Yaksabul 1, (B) Yaksabul 2, (C) Seokgabul, (D) Amitabul.

-OH stretching에 의한 peak, 2929cm^{-1} 부근에서 C-H stretching peak, 1643cm^{-1} 부근에서 -OH deformation에 의한 peak, 1322cm^{-1} 부근에서 C-H wagging에 의한 peak, 1031cm^{-1} 부근에서 C-O-C stretching에 의한 peak 등 셀룰로오스계 섬유유의 IR피크특성^{15,16}을 나타내며 시료 B, C, D의 경우 3285cm^{-1} 부근에서 -OH와 =NH 그룹사이의 H-bond들의 peak, amide 그룹의 peak 즉, 1630cm^{-1} 부근에서 amide I 과 1530cm^{-1} 부근에서의 amide II의 강한 peak, 1230cm^{-1} 부근에서의 amide III의 약한 peak 등 견섬유의 IR피크특성¹⁷을 나타내었다. 따라서 시료 A의 경우 셀룰로오스계 직물로 확인되었으며 B, C, D의 경우는 견직물로 확인되었다 (Figure 4).

3.4. X-선 회절분석에 의한 섬유 결정구조

X-선 회절분석은 시료 중의 원자배열의 규칙성, 즉 결정이라는 것을 전제로 같은 화학적 조성으로 같은 결정구조를 가지고 있는 물질이라도 그 결정화의 정도에 따라 X-선 회절강도가 변화한다. 결정성이 좋은 시료의 회절선은 강하며 나쁜 시료의 것은 약하다. 결정성이 좋은 시료의 X-선 회

절선은 예리하며, 나쁜 경우에는 폭이 넓고 희미한 pattern을 나타낸다¹⁰. 셀룰로오스의 결정은 천연셀룰로오스인 셀룰로오스 I 외에 화학적 처리에 의해 II, III, IV 형이 있다¹⁸. Figure 5에서 삼베의 경우 2 θ 가 14.9°에서 결정 101면의 회절피크, 16.7°에서 101면의 회절피크, 22.6°에서 002면의 강한 회절피크, 34.5°에서 021면의 회절피크를 나타내고 있으며 셀룰로오스 I의 특성을 나타내었다¹⁹. 시료 A의 경우 2 θ 가 15.3°, 16.8°에서의 회절피크 및 22.9°에서의 강한 회절피크를 나타내어 삼베시료와 비슷한 특성을 가지고 있으면서도 열화에 의해 intensity가 현대 삼베시료에 비해 낮아 열화가 진행되었음을 확인할 수 있었다. 한편 현대 견직물시료를 측정된 결과 2 θ 가 20.2°에서 결정 002면의 강한 회절피크를 나타내었으며, 시료 B의 경우 20.3°에서, 시료 C의 경우 20.2°에서, 시료 D의 경우 20.5°에서 피크를 나타내 현대 견직물의 피크와 비슷한 형태를 나타내고 있으나 intensity가 낮게 나타나 열화가 진행되었음을 확인할 수 있었다.

4. 결론

봉황사 삼세불화의 섬유는 열화가 상당히 진행되어서 육안으로 섬유의 종류를 동정하기 쉽지 않아 기존의 공문에는 삼베로 기록되어져 있었다. 이에 약사불과 석가불, 아미타불 등의 탱화로부터 바탕직물의 파편 일부를 수거해 광학현미경 및 SEM을 이용한 현미경 관찰과 용해도법에 의한 섬유감별, 적외선분광분석을 통하여 섬유분석을 시도하였다.

그 결과 광학현미경과 SEM에 의한 현미경관찰로부터

시료 A는 직물의 밀도도 다른 시료들에 비해 낮고 섬유도 굵었으며 400배로 확대하여 섬유의 측면과 1000배로 단면을 관찰한 결과 삼베섬유와 유사하였으며, 시료 B, C, D는 견섬유와 형태가 유사하였다. 또한 35% 염산에 면직물이나 마직물은 녹지 않고 견직물만 녹는 원리를 이용하여 수행한 용해법에 의한 실험결과, 시료 A를 제외하고는 용액에 모두 녹았으므로 시료 A만 셀룰로오스직물이고 시료 B, C, D는 견섬유임을 확인할 수 있었다. 한편 ATR법에 의한 FT-IR을 수행한 결과 시료 A에서 broad한 OH 피크와 C-H stretching peak, OH의 deformation 피크 등 수소결합이 많은 셀룰로오스 섬유의 특성을 나타내었으며, 나머지 시료들은 amide I 과 II가 나타나는 견섬유의 특성피크를 나타내었다. 또한 X-선 회절분석에 의해 시료 A는 삼베와 거의 같은 피크를 나타내었으며 시료 B, C, D의 경우는 견섬유와 비슷한 형태의 그래프와 피크를 나타내고 있으나 결정화 영역의 피크의 intensity가 현대직물에 비해 낮아 열화의 정도를 확인할 수 있었다.

이상 본 실험을 통해 약사불에는 두 종류의 직물, 삼베와 견이 불화의 바탕직물로 사용되었음을 알 수 있었고, 나머지 석가불과 아미타불은 모두 견직물이 불화의 바탕직물로 사용되었음을 알 수 있었다. 그러나 마직물의 경우는 저마와 대마, 아마의 식별에 대한 좀 더 깊은 연구가 앞으로 수행되어야 할 것으로 사료된다.

금후 보존처리 후의 본 문화재의 정식명칭은 : 석가불화; 비단 바탕 (414.5 × 290.4 cm), 1725(옹정3)년, 아미타불화; 비단 바탕 (403.7 × 261.9 cm), 1725(옹정3)년, 약사불화; 삼베와 비단 바탕 (398.1 × 258.2 cm), 1725(옹정3)년 제작으로 정정되었으며 과학적인 연구로 인하여 육안관찰

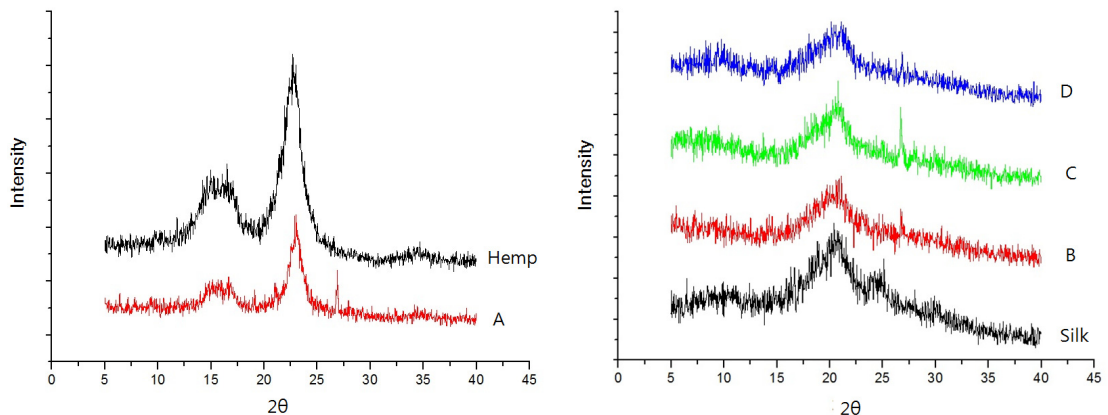


Figure 5. XRD diagrams of Samsebul samples. (A) Yaksabul 1, (B) Yaksabul 2, (C) Seokgabul, (D) Amitabul.

조사만으로 오류를 범할 수 있었던 문화재의 명칭을 바로 잡는 계기를 마련하였다. 본 연구에서는 물리적 관찰법과 화학적 방법, 기기분석법을 종합적으로 이용하여 문화재의 분석을 시도하였으며 특히 X-ray 회절분석을 섬유동정에 사용함과 동시에 결정화도를 살펴봄으로써 섬유유 의 열화정도도 확인할 수 있었다.

이상 섬유재질분석을 통하여 섬유동정을 수행하였으며 앞으로 더 많은 섬유문화재의 분석자료들이 데이터베이스화되어 고직물 연구와 문화재의 보존, 복원 연구에 도움이 되고자 한다.

참고문헌

1. [http://www.gb.go.kr/data/dobo/5273\(20081103\).pdf](http://www.gb.go.kr/data/dobo/5273(20081103).pdf), Gyeong-sangbuk-do report, (2008).
2. Choi, S.C., Lee, Y.H. and Chun, T.I., "Test method of Textile". Suhaksa, p143-164, (1992).
3. Oh, J.S., "Analysis and Conservation of Historic Textiles - Theory and Practice -". *Journal of the Korean Society of Costume*, **58**, p211-231, (2008).
4. Baek, Y.M. and Kwon, Y.S., "A Study on Analyzing of Carbonized Fibers in Excavated Cloths". The 20th Conference of the Korean Society of Conservation Science of Cultural Heritage, p109-114, (2004).
5. Žemaitė, R., Jonaitienė, V., Milasius, R., Stanys, S. and Ulozaite, R., "Analysis and Identification of Fiber Constitution of Archaeological Textiles". *Material Science*, **12**, p258-261, (2006).
6. Garside, P. and Wyeth, P. "Identification of Cellulosic Fibers by FTIR Spectroscopy: Thread and Single Fibre Analysis by Attenuated Total Reflectance". *Studies in Conservation*, **48**, p3-8, (2003).
7. Liu, J., Guo, D., Zhou, Y., Wu, Z., Li, W., Zhao, F. and Zheng, X., "Identification of ancient textiles from Yingpan, Xinjiang, by multiple analytical techniques". *Journal of Archaeological Science*, **38**, p1763-1770, (2011).
8. Kathryn L. Hatch, "Textile Science". West Publication Company, p155-179, (1993).
9. Korea Apparel Testing & Research Institute, "Explanation of Textile Test". p21, (2004).
10. Yu, B.S., Park, M.G. and Youm, J.R., "Instrumental Analysis". Dongmyoungsa, p328-329, (1994).
11. Nunome, J., "The Archaeology of Fiber before your eyes". Sensoku to Seikatsusha, p147-148, (1992).
12. The Textile Institute Manchester, "Identification of Textile Materials". Seventh Edition, Manara printing services, p78-83, (1985).
13. Oh, J.S., "identification Atlas of Natural Fiber and Fur". Natural Folk Museum, (2005).
14. Timar-Balazsy, A. and Eastop, D., "Chemical Principle of Textile Conservation". Routledge, p19, (2011).
15. Wang, Q., Fan, X., Gao, W. and Chen, J., "Characterization of bioscoured cotton fabrics using FT-IR ATR spectroscopy and microscopy techniques". *Carbohydrate Research*, **341**, p2170-2175, (2006).
16. Socrates, G., "Infrared Characteristic Group Frequencies". BWILEY, p20, p66, (1994).
17. Prasong, S., Yaowalak, S. and Wilaiwan, S., "Characteristics of Silk Fiber with and without Sericin Component: A Comparison between Bombyx mori and Philosamia ricini Silks". *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **12**, p872-876, (2009).
18. Jang, B.H., Park, B.G., Park, S.M., Kim, K.S., Tak, T.M. and Ryu, D.I., "Textile process". Hyoungseol publishing company, p13-20, (1994).
19. Jeon, C.H., Kwon, Y.S., Lee, S.J. and Cho, H.H., "A Study on the Acid Degradation Properties of Cellulose Fabrics for Costume Heritage Restoration". *Textile Coloration and Finishing*, **17**, p35-40, (2005).