

조선왕조실록 밀랍본 복원기술연구(제1보)

– 재현밀랍지의 열화거동평가 –

정선화[†] · 정소영 · 서진호 · 이혜윤^{*1}

(2006년 11월 8일 접수: 2007년 2월 16일 채택)

The Study of Restoration Technique of Wax-treated Volume for the Annals of the Joseon Dynasty(I)

– Evaluation of degradation behavior of reproduced waxy paper –

Seon-Hwa Jeong[†], So-Young Jeong, Jin-Ho Seo, and Hye-Yun Lee^{*1}

(Received November 8, 2006: Accepted February 16, 2007)

ABSTRACT

The purpose of this research was to identify causes of damage of wax-treated volume of “The Annals of the Joseon Dynasty”. As one of the efficient restoration methods, analyses of damaged state of reproduced wax-treated paper through tests of degradation of wax-treated paper under an artificial setting were performed, and in particular, differences between lightness and acidity were observed. On the whole, it was confirmed that yellow wax-treated papers were more stable than white wax-treated papers against artificial aging treatment, which is thought to be because the white wax-treated paper was more affected by a variety of substances interacting with paper than yellow wax-treated paper under artificially aged conditions, which were added in the course of refinement and processing operation such as decolorization and deodorization.

Keywords : *The Annals of the Joseon Dynasty, degradation artificial aging treatment, lightness, acidity, white wax-treated paper, yellow wax-treated paper, wax*

• 국립문화재연구소 보존과학연구실(Division of Conservation Science, National Research Institute of Cultural Heritage)

*1 국립현대미술관 작품보존수복팀(Conservation Team, National Museum of Contemporary Art)

† 주저자(corresponding author) : E-mail: jeongsh@empal.com

1. 서론

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

우리나라의 경우 밀랍지 사용의 예는 조선왕조실록 외에는 거의 찾아볼 수 없다. 油紙의 경우 조선시대 전반에 걸쳐 널리 사용되고 있으나, 밀랍지의 경우는 거의 없었으며, 중국의 경우 건륭대에 사용된 분랍지 정도만 파악이 되었으며, 영국의 경우 파라핀을 이용한 유물들이 있을 뿐 국외에도 실록 밀랍본과 같은 형태의 유물은 아직 파악되지 않고 있다.²⁾ 또한 현재까지의 조선왕조실록의 보존 연구는 기초적인 실록의 상태 조사^{3,4)} 및 일부의 밀납 분석만 이루어졌으며, 밀납 제거 처리를 위한 재현 밀랍지의 인공열화에 따른 물리·화학적 특성에 대한 연구가 일부 이루어지고 있는 실정이다.^{5,6)} 따라서 향후 조선왕조실록에 사용된 한지의 지질의 과학적 분석 및 실록 밀랍본의 밀랍 제거 처리에 따른 전반적인 연구가 필요하다.

국립문화재연구소에서는 조선실록에 대한 1998~1999년의 상태 조사 결과, 밀랍본으로 되어 있는 실록 중 일부가 경화되어 꺾이고 고착되는 등 손상이 발생되어 있는 것을 확인하였다. 이에 따라 인공경화 실험을 통하여 밀랍지를 재현하고 밀랍본의 밀랍 제거를 통하여 향후 조선실록의 영구 보존을 위한 보존처리 방안을 강구하고자 손상된 조선실록의 복원을 위한 기초 연구를 현재 진행하고 있다.^{7,8)}

따라서 본 실험에서는 실록의 보존환경에 따라 실록 편찬에 사용된 재료 및 밀랍이 어떻게 변화하는지에 대한 연구를 통해 밀랍본의 손상원인을 규명하고자 하였으며 이를 위해 재현 밀랍지를 다양한 조건에서 경화시킨 후 시간의 경과에 따른 밀랍지의 물성 변화 양상을 조사하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

조선실록 밀랍본의 손상 원인 규명을 위해 가로, 세로 각각 10cm의 시험편 형태로 밀랍지를 제작한 후 다양한 인공열화 방법을 통해 밀랍본의 손상상태를 재현하고자 하였다. 실험에 사용된 한지는 옥당지(기계지)로 하였으며, 2종류의 밀랍(황랍, 백랍)을 65~70℃에서 녹인 후 한지를 담귀서 밀랍을 입혔다. 실험에 사용된 밀랍 중 황랍은 강원도 횡성의 A사로부터 분양받아 사용하였으며 백랍은 정제된 상태의 것을 구입하여 사용하였다.

2.2 인공열화실험

2.2.1 자연건조 조건에 따른 인공열화실험

자연건조 조건은 상온의 자연환경에 그대로 방치하여 실험을 실시하였다. 실록이 보관 시에 실내보관을 실시하였기 때문에 비, 눈 등의 조건을 제외시켰으며, 실내에서 자연건조시켰다.

2.2.2 UV 광 조건에 따른 인공열화실험

UV 광 조건에 따른 인공열화실험은 연구소 내에 보유하고 있는 후드에 장착된 UV lamp를 이용하여 실험을 실시하였다. 광 외의 조건은 인위적으로 조절하지 않았으며, 온도 등은 상온으로 유지하였다.

2.2.3 온도 조건에 따른 인공열화실험

온도 조건은 밀랍의 녹는점을 고려하여 50℃로 설정하였으며, 건조기를 이용하여 일정 온도를 유지하여 밀랍의 인공열화를 실시하였다. 온도 외의 빛, 풍향 등의 조건은 설정하지 않았으며, 건조기 내의 환경을 그대로 적용하였다.

2.2.4 SO₂ gas 조건에 따른 인공열화실험

SO₂ gas 주입이 가능한 chamber 내에 재현 밀랍지를 배치한 후 실험을 실시하였다. Chamber 외부로 SO₂ gas가 흘러나오지 않도록 설정하였으며, 마찬가지로 외부에서 내부로 공기유입이 되지 않도록 하여 SO₂ gas에 의한 밀랍지 손상 정도를 조사하고자 하였다.

2.2.5 온도 35°C, 습도 60% 항온항습기 조건에 따른 인공열화실험

온도와 습도, 바람까지 동시에 설정이 가능한 항온항습기에서 온도 35°C, 습도 60%의 조건 하에 밀랍지의 인공열화실험을 실시하였다.

2.3 열화 특성 평가 및 미세 구조 관찰

2.3.1 색도 측정

밀랍지의 인공열화 조건 및 시간에 따른 색도 및 변퇴색 정도를 확인하기 위하여 색도계 BYK-Gardner를 활용하였으며, 모든 샘플의 중앙부위를 동일하게 측정하였다.

2.3.2 산성도 측정

종이표면 pH는 전극법으로 표면 pH 측정센서가 부착된 HANNA HI 9024로 측정하였으며, 측정부위는 색도 측정 위치와 동일한 부분을 측정하였다.

2.3.3. SEM에 의한 밀랍지 표면 관찰

이미지 촬영 시와 동일한 시료를 사용하였으며, Cressington sputter coater를 이용하여 시료에 gold coating을 실시한 후 JEOL사의 JSM-5910LV

Scanning Electron Microscope를 이용하여 촬영하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 밀랍본 재현 종이에 대한 색도 측정 결과

종이의 백색도는 색차계를 이용하여 L*, a*, b*값을 구하였는데 그 중 명도, 즉 색의 밝기를 나타내는 L*값을 색도의 지수로 사용하였다. 그림에서 나타낸 바와 같이 L*값이 커질수록 white에 가깝고, 작아질수록 black에 가까워진다. 백랍지 명도 측정결과는 Fig. 1에 나타내었다. 표준시료와 9개월 열화 처리한 백랍지의 명도를 비교한 결과 열화가 진행됨에 따라 명도가 낮아짐을 확인할 수 있었다. 특히 50°C 건조기내에서 열화 처리한 시료가 25.6 point, 35°C, 60%의 항온항습기내에서 열화 처리한 시료가 23.9 point로 다른 열화조건에 비해 큰 명도 감소차이를 나타냈고, 이산화황 처리 시료, UV 램프로 조사 처리한 시료는 명도차이가 18~19 point로 그 차이가 미미하게 나타남으로써 온습도에 의한 변색이 가장 심하다는 것을 알 수 있었다.

일반적으로 종이의 열화실험에서 시간이 지날수록 명도 값이 감소하는 경향을 나타내는데 밀랍지의 경우

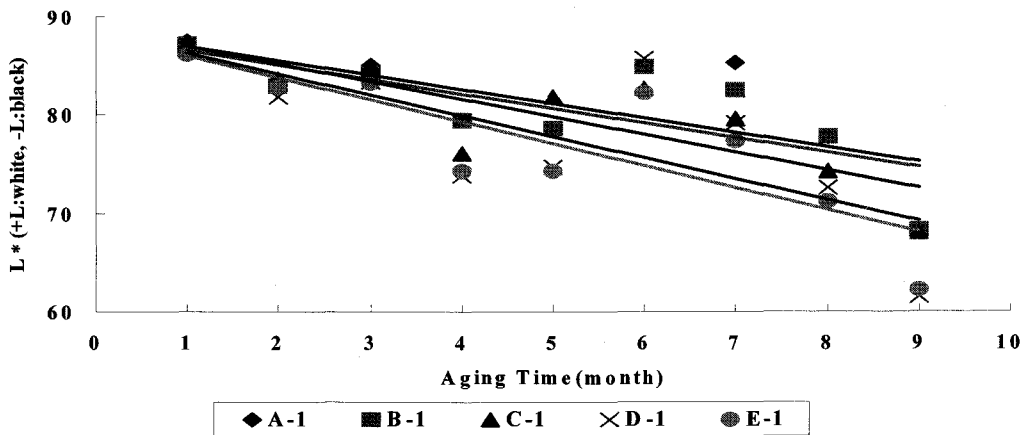


Fig. 1. Effect of accelerated artificial aging treatment of white wax-treated paper on lightness.

A-1 : white wax - control B-1 : white wax - UV irradiation C-1 : white wax - SO₂ gas
 D-1 : white wax - 50°C Temp. E-1 : white wax - 35°C, 60%

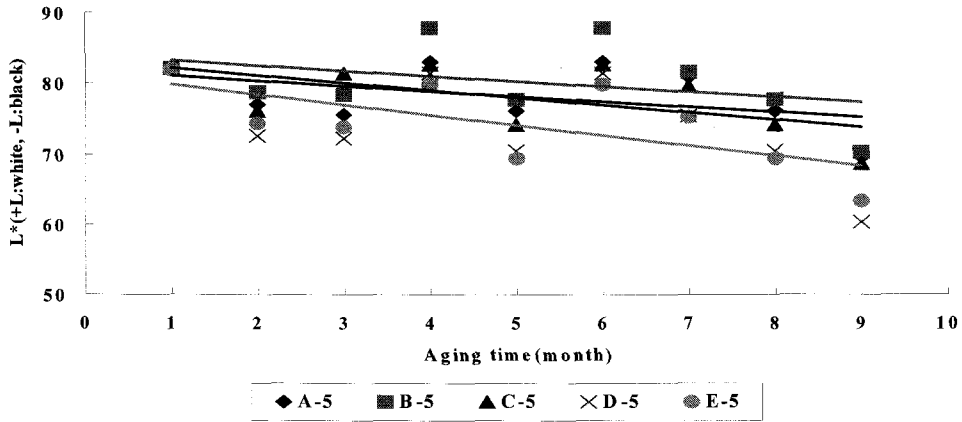


Fig. 2. Effect of accelerated artificial aging treatment of yellow wax-treated paper on lightness.

A-5 : yellow wax - control B-5 : yellow wax - UV irradiation C-5 : yellow wax - SO₂ gas
 D-5 : yellow wax - 50°C Temp. E-5 : yellow wax - 35°C, 60%

에서도 같은 경향을 나타내었다.

황랍지의 명도 측정은 앞의 백랍지 명도와 동일한 방법으로 측정되었다 (Fig. 2). 열화시간이 경과함에 따라서 각 열화조건별 차이에서는 백랍지와 마찬가지로 50°C 건조기내에서 열화시험한 명도차가 21 point 이상 가장 높게 나타났고, 그 다음이 항온항습기내에서 18.6 point, 이산화황은 13.5 point, UV 램프조사와 자연건조는 11~12 point의 미미한 명도 변화율을 나타냈다.

이는 백랍지와 유사한 경우로 자외선이나 이산화황가스보다 온도 및 습도의 변화에 따른 변색이 가장 큰 영향을 받고 있음을 확인할 수 있었다.

3.2 밀랍본 재현 종이에 대한 산성도 측정 결과

산성도는 전극법으로 표면 pH 측정센서가 부착된 pH meter로 측정하였는데, 두 종류의 buffer solution

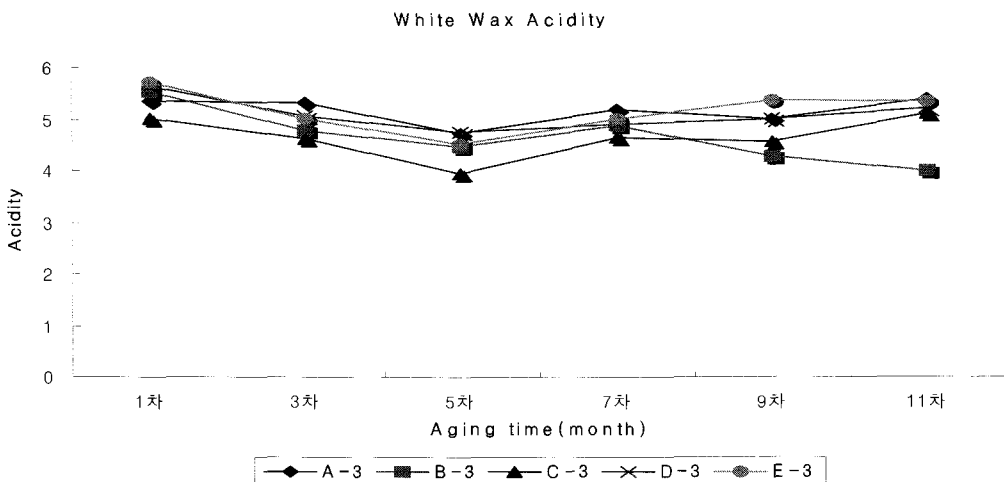


Fig. 3. Effect of accelerated artificial aging treatment of white wax-treated paper on acidity.

A-3 : white wax-control B-3 : white wax-UV irradiation C-3 : white wax-SO₂ gas
 D-3 : white wax-50°C Temp. E-3 : white wax-35°C · 60%

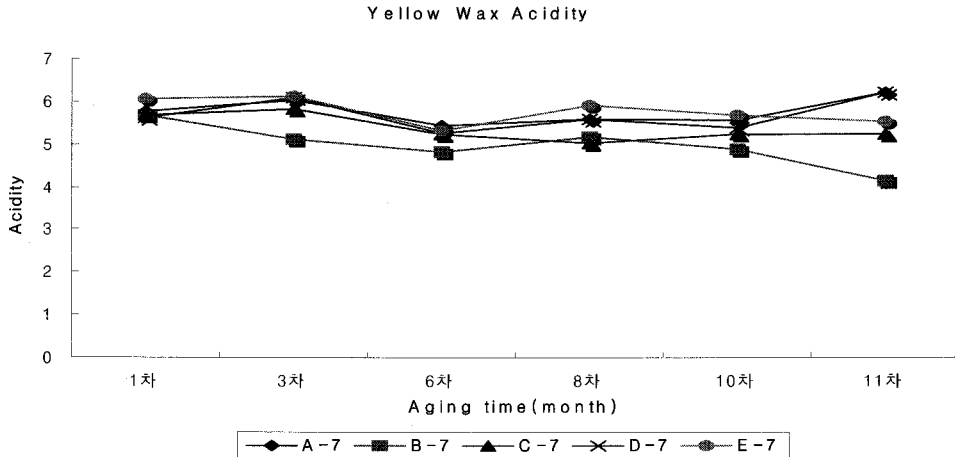


Fig. 4. Effect of accelerated artificial aging treatment of yellow wax-treated paper on acidity

A-7 : yellow wax - control B-7 : yellow wax - UV irradiation C-7 : yellow wax - SO₂ gas
 D-7 : yellow wax - 50°C Temp. E-7 : yellow wax - 35°C, 60%

(예; pH7.01, pH4.01)을 사용하여 calibration 시킨 후 센서를 이용하여 측정하고자 하는 시료의 위치에 깨끗한 증류수를 한 방울 떨어뜨린 후 센서를 평행하게 올려 놓은 다음 액정에 표시되는 값을 읽어 산성도로 표시한 것이다. 백랍지 산성도 측정결과 표준시료 pH 5 범위에서 인공열화시간이 경과함에 따라 큰 차이가 없었다 (Fig. 3). 그러나 자외선 조사 처리한 시료에서 초기 pH 5.02에서 시간이 경과함에 따라 산성화가 진행되어 9개월경과 후 pH 4.40으로 그 차이가 -1.22로 가장 큰 변화를 보이고 있음을 알 수 있었다. 그 외의 처리에서는 그 차이가 매우 미약하였다. 그러므로 산성도의 변화는 온도 및 습도의 변화에 비해 자외선조사에 의한 영향이 크다는 것을 확인할 수 있었다. 이는 신⁹⁾과 정¹⁰⁾ 등의 연구논문에서도 확인할 수 있었는데 그 구체적인 내용을 살펴보면 신 등⁹⁾은 온도 80°C, 관계 습도 65%, 파장 340 nm의 자외선으로 종이 시편을 열화시킬 때 나타나는 종이의 열화정도를 분석함으로써 종이의 물리·화학적 변화를 조사하여 보다 현실적인 종이의 열화특성을 비교분석하였고, 정 등¹⁰⁾은 온도 30°C, 관계습도 40%, 파장 280 nm의 자외선으로 지종별 종이의 광학적·기계적 특성을 분석하여 열화시간이 증가함에 따라 강도가 감소하는 경향을 발표한 바 있다.

황랍지의 산성도 측정결과 백랍지의 경우와 마찬가지로 자외선 조사 처리한 시료의 산성도가 -0.81로 다

른 처리조건에 비해 가장 큰 변화를 나타냈다 (Fig. 4). 그 다음으로 이산화황, 향온항습기, 건조기, 자연건조 처리 순으로 나타났는데 그 차이가 1을 넘지 않은 범위로 매우 약하게 나타났다.

3.3 밀납본 재현 종이에 대한 SEM 촬영 결과

인공열화(2.2 인공열화실험)에 의한 밀랍지의 종류별 손상상태 분석을 위해 ×1000배의 배율로 SEM (Scanning Electron Microscope) 관찰을 실시하였으며 그 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 관찰 결과, 종이를 100% 밀랍에 담구어 가공하는 경우, 종이 표면에 지나치게 많은 양의 밀랍이 남게 됨을 관찰할 수 있었다. 그러나 UV에 의해 백화된 밀납 부위는 UV에 의해 탈락되면서 섬유조직이 그대로 드러나 있었는데 황랍지보다는 백랍지에서 더 두드러진 양상을 나타내었다. 그리고 35°C, 60%의 향온항습 조건에서 열화된 재현 밀랍지 표면에는 짙은 갈색의 얼룩이 관찰되었는데, 이는 향온항습기 내 송풍 조절로 밀랍지의 상호 마찰로 인한 표면밀랍의 변형에 의한 것으로 판단된다.

4. 결론

1. 재현 밀랍지의 명도는 시간이 경과함에 따라 그 수

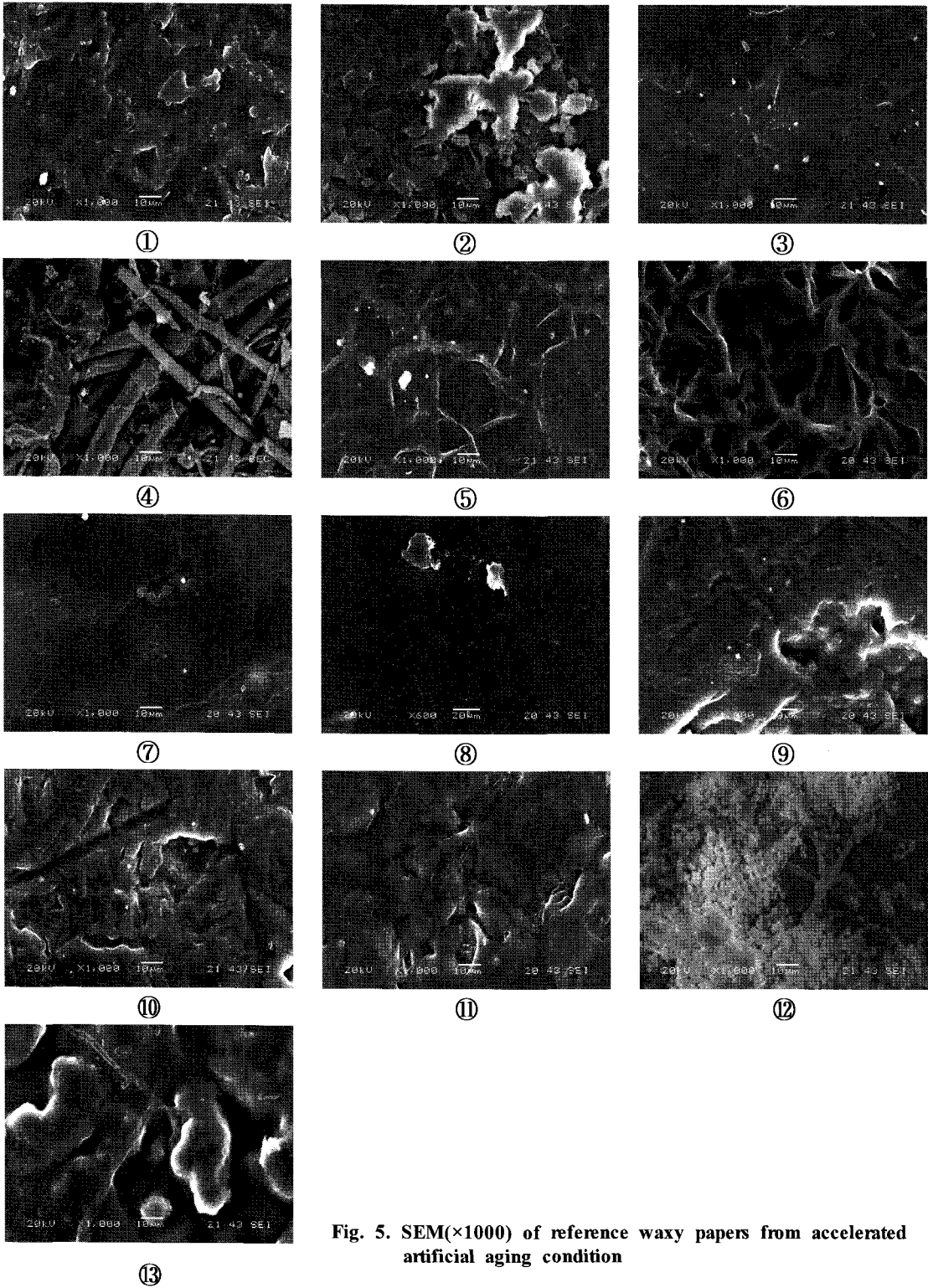


Fig. 5. SEM($\times 1000$) of reference waxy papers from accelerated artificial aging condition

※ List of photo

photo number	photo description(Artificial aging from 9 months)
1	Contemporary reproduced white wax-treated paper.
2	Contemporary reproduced yellow wax-treated paper.
3	Contemporary reproduced white wax-treated paper. Artificial aging with UV.
4	Contemporary reproduced white wax-treated paper. Artificial aging with UV. Sample from the white part of the wax.
5	Contemporary reproduced yellow wax-treated paper. Artificial aging with UV.
6	Contemporary reproduced yellow wax-treated paper. Artificial aging with UV. Sample from the white part of the wax.
7	Contemporary reproduced white wax-treated paper. Artificial aging with 50°C.
8	Contemporary reproduced yellow wax-treated paper. Artificial aging with 50°C.
9	Contemporary reproduced white wax-treated paper. Artificial aging with SO ₂ gas.
10	Contemporary reproduced yellow wax-treated paper. Artificial aging with SO ₂ gas.
11	Contemporary reproduced white wax-treated paper. Artificial aging at 35°C, 60%.
12	Contemporary reproduced white wax-treated paper. Artificial aging at 35°C, 60%. Sample from the darker part of the wax.
13	Contemporary reproduced yellow wax-treated paper. Artificial aging at 35°C, 60%.

치가 낮아져 열화가 진행되면서 명도가 낮아짐을 알 수 있었다. 또한 백랍지가 황랍지에 비해 큰 색도차를 나타냈으며 자외선이나 이산화황보다는 온도 및 습도에 의한 영향을 많이 받고 있음을 확인하였다.

2. 인공열화 처리된 재현 밀랍지의 산성도는 백랍지와 황랍지 모두 표준시료가 pH 5 범위에서 그 차이가 1을 넘지 않은 것으로 보아 거의 변화가 없음을 알 수 있었다. 그러나 백랍지의 자외선 조사 처리 시료는 산성도차가 -1.12로 가장 크게 산성화의 영향을 받고 있음을 알 수 있었다. 또한 전체적으로 황랍이 백랍에 비해 인공열화처리에 안정함을 확인할 수 있었다.

3. 재현 밀랍지의 표면 특성을 관찰하기 위한 SEM 촬영 결과 백랍과 황랍간의 특징적인 차이는 나타나지 않았다. UV 인공열화지 촬영 시 UV에 의한 탈랍으로 인해 섬유만 존재하는 백화 부위를 관찰할 수 있었으며, 향온향습 조건인 35°C, 60%의 조건 하에서 인공열화지 표면이 짙은 갈색 물질이 관찰되었는데 이는 향온향습기 내 송풍 조절로 인해 밀랍지의 표면에 변형이 발생되었던 것으로 판단된다.

전체적으로 볼 때 황랍이 백랍에 비해 인공열화처리에 대해 안정성을 가지고 있음을 확인할 수 있었다. 이는 백랍의 경우 탈색, 탈취 등 정제 및 가공과정에서 첨

가되는 다양한 물질이 종이와의 상호작용을 통해 인공 열화 조건에서 황랍보다 더 크게 영향을 받았기 때문으로 판단된다.

사 사

본 연구는 국립문화재연구소에서 지원한 동산문화재 복원기술개발 중 전통제작기술 표준화에 관한 연구의 일환으로 진행되었습니다.

인용문헌

1. 배현숙, 조선실록 연구서설, 태일사(2002).
2. 張彦遠, 中國美術論叢刊. 『歷代名畫記』, 卷三. p. 47, 人民美術出版社(1963).
3. 박지선 외, 조선왕조실록 보존을 위한 기초조사연구 (I), 서울대학교 한국학연구 총서 12, 서울대학교출판부(2005).
4. 박지선 외, 조선왕조실록 보존을 위한 기초조사연구 (II), 서울대학교 한국학 장기기초연구 2차년도 보고서, 서울대학교 규장각(2005).
5. Yong-Jae Chung, Agnès Lattuati-Derieux, Martine Regert, Results obtained on reference waxes and sam-

- ples from Korean waxy papers, French-Korean collaboration-Report on waxy paper (2006).
6. R. Aichholz, E. Lorbeer, Investigation of combwax of honeybees with high-temperature gas chromatography and high-temperature gas chromatography-chemical ionization mass spectrometry (I. High-temperature gas chromatography), *Journal of Chromatography A*, 855, pp. 601-615 (1999).
 7. 조병묵 외, 조선왕조실록 복원을 위한 실록 원지의 지질 분석, 한국문화재보존과학회 제 24회 학술대회 발표논문집, pp. 16-22 (2006).
 8. 조병묵 외, 조선왕조실록의 물리적, 광학적 특성 및 보존상태 평가, 한국문화재보존과학회 제 24회 학술대회발표논문집, pp. 174-180 (2006).
 9. 신종순 외, 人工劣化에 의한 종이 Permanence의 物理化學的 및 速度論的 研究(第1報), *Journal of Korea TAPPI* 24(4):36-48 (1992).
 10. 정선화 외, 자외선조사 인공촉진 열화처리가 종이 광학적, 기계적 특성에 미치는 영향, *Journal of Korea TAPPI* 27(3): 42-50 (1995).