

국립현대미술관 보존과학 연구지

미술작품의 보존

Conservation of Art

7



국립현대미술관
National Museum of
Modern and Contemporary Art, Korea

목차 |

논문

야외 조각작품의 상태조사 및 분석을 통한 DB구축 / 5
- 권현주, 전상우, 김영미, 범대건

작가 인터뷰를 통한 보존 방안 연구 : 최정화 작가 / 31
- 한예빈, 신정아, 차순민, 김영목, 권희홍

국립현대미술관 소장 작가미상 풍속도 병풍의 재질분석 및 보존처리 / 49
- 최혜송, 최남선, 김태휘, 박영아, 김미나

Py-GC/MS, FT-IR, EDS를 이용한 유화용 바니시의 성분 비교 / 69
- 이나라, 김정흠, 임성진

국내외 뉴미디어 작품 보존 사례를 통한 보존방안 연구 / 91
- 강금만, 배건민, 권인철

CRT 기반 뉴미디어 작품의 디스플레이 교체를 위한
CRT 모니터와 LCD 모니터의 색차 조정 기초 연구 / 115
- 홍진성, 명나희, 권인철

야외 조각 작품의 상태조사 및 분석을 통한 DB 구축

권현주, 전상우, 김영미, 범대건¹

국립현대미술관 작품보존미술은행관리과

Construction of DB through Condition Check and Analysis of Outdoor Sculptures

Kweon Hyeon Ju , Jeon Sang Woo, Kim Young Mi, Beom Dae Geon¹

National Museum of Modern and Contemporary Art, Seoul, 03062, Korea

¹Corresponding Author: tigerdk@korea.kr, +82-02-3701-9861

초록 야외 조각 작품은 실내 조각 작품에 비해 기온변화, 습기, 열 등의 환경적 요인뿐만 아니라 관람객의 접촉과 같은 인위적 훼손 등 지속적으로 여러 손상들이 발생되고 있다. 이에 국립현대미술관은 야외 조각 작품에 대한 상태조사 및 분석 결과를 바탕으로 데이터베이스를 구축하여 작품의 손상 예방, 보존처리 시 기초 자료로 활용하고자 한다. 현재 국립현대미술관 과천관의 야외 조각 작품은 총 83점으로 청동제 34점, 철제 12점, 석제 27점, 페인팅 10점이 전시되어 있다. 상태조사 및 분석 방법으로는 사진촬영(정밀사진 촬영, 드론 촬영), 재질분석(P-XRF, 전암대자율), 상태조사(디지털 현미경, 열적외선 카메라), 표면조사(색도, 광택도, 코팅막 두께, 접촉각 측정)를 진행하였다.

주제어: 야외조각, 상태조사, 작품분석, 데이터 구축, DB

Abstract Compared to indoor sculptures, outdoor sculptures are more damaged by environmental factors such as temperature changes, humidity, and heat, and various problems such as artificial damage such as contact with visitors continue to arise. Thus, the National Museum of Contemporary Art intends to conduct a status survey and analysis of outdoor sculptures to establish data on the current state. Currently, the National Museum of Contemporary Art, Gwacheon National Museum of Modern and Contemporary Art has a total of 83 pieces, consisting of 12 pieces of iron, 34 pieces of bronze, 27 pieces of stone, 10 pieces of painting. As a conditioning and analysis method, photography (precision photography, drone photography), material analysis (P-XRF, electro-cancer magnetism), condition

investigation (state survey, digital microscope, thermal infrared camera), surface investigation (color, glossiness, coating thickness, and contact angle measurement) was conducted. By establishing a database for the relevant research, we intend to use it as basic data for preventing and preserving damage to the work.

Keyword: Outdoor sculpture, Condition check, work analysis, Data construction, DB

1. 서론

조각 작품은 특성상 실내뿐만 아니라 야외에 설치·전시하는 경우가 많다. 야외 전시 작품은 실내 전시 작품에 비해 기온 변화 및 자외선과 같은 환경적인 열화 요인으로 인한 손상, 관람객에 의한 인위적 훼손 등이 일어난다. 이러한 손상은 관람 환경에 영향을 끼칠 수 있으며, 작품의 지속적인 열화로 이어질 수 있다.

이러한 열화를 예방하고 안전한 보존관리를 위하여 주기적인 상태조사와 결과 분석은 필수적이다. 작품의 상태조사는 현재 상태와 노화, 손상과정을 단순히 기록하는 것에 그치지 않고, 조사결과를 수치화 및 분석하여 구축한 데이터를 바탕으로 작품 연구와 전시 주기, 작품 보존 환경 개선 등 다양한 영역에서 활용할 수 있다. 또한 발생될 수 있는 변화를 예측하고 사전에 예방하며 작품의 수명 연장 등 작품의 보존을 위한 유용한 데이터로 활용할 수 있다.

본 연구에서는 현재 국립현대미술관 과천관의 야외조각공원에 있는 조각 작품들을 대상으로 비파괴 조사방법으로 상태조사 및 분석을 실시하였다. 작품마다 재질, 형태, 표면 상태 등이 다르기 때문에 4개 그룹으로 나누어 조사방법의 차이를 두었다. 조사 방법은 작품의 표면 촬영 및 현미경, 열 적외선 카메라, P-XRF, 전암대자율 등을 적용하였고, 측정 결과를 수치화하여 데이터를 구축하였다. 구축된 데이터를 바탕으로 향후 작품 보존 및 관리 방안 마련을 위한 기초 자료로 활용하고자 한다.

2. 상태조사 및 분석

2.1. 상태조사 및 분석 대상

현재 국립현대미술관 과천관의 야외 조각 작품은 총 83점으로 철제 12점, 청동제 34점, 석제 27점, 페인팅 10점을 조사하였다. 본 연구에서는 재질별로 대표적인 1점의 상태조사 및 분석 결과를 수록하였다(Table 1).

Table 1. Works for representative research by material

No.	Artist	Title	Material	Picture
1	조나단 브로프스키	노래하는 사람	합금	
2	오상욱	걷는 사람들	청동	
3	니즈마 미노루	성 87	석제	
4	벤티골드	가이쿠 시리즈	페인팅	

2.2. 상태조사 방법

2.2.1. 사진 촬영

작품의 상태를 정확하게 기록하고자 사진 촬영을 진행하였으며 작품 촬영, 세부 사진 촬영, 드론 촬영, 디지털현미경 촬영, 적외선 열화상 카메라 촬영으로 진행하였다. 사진촬영은 카메라(Canon 5D Mark 4)를 사용하여 방향별 전면, 후면, 좌측,

우측 및 세부 사진 촬영을 실시하였다. 작품의 정확한 색상 확인과 사진 색상 편집의 기준점을 확인하기 위해 작품별로 컬러차트를 설치하여 촬영하였다. 일반 카메라로 상부 촬영이 어려운 대형 조각 작품을 대상으로 드론 촬영을 실시하였고, 드론은 DJI 매빅 2 프로를 사용하였다.

휴대용 디지털 현미경(DG-3, Scalar, JP)을 이용하여 작품의 표면 상태 관찰 및 촬영을 실시하였다. 표면 상태에 따라 마이크로 렌즈($\times 0\text{--}\times 30$ 배)를 이용하여 촬영하였으며, 재질의 표면, 손상별로 현미경 촬영을 실시하였다.

열화상은 측정 대상물이나 장면 내에 있는 온도 값의 차이를 보여주는 적외선 카메라를 이용하여 영상으로 표현하는 방법이다. 모든 물체는 절대온도 0K (-273.15°C) 이상에서 복사에너지를 방출한다. 물체에서 방사되는 방사에너지는 열화상 카메라에 입력되고, 열화상 카메라에 입력된 복사에너지의 강도를 측정하여 온도로 변환시키는 장치가 적외선 열화상 카메라이다(Seo, 2019). 적외선 열화상(Thermacam E45, FLIR, US)을 이용하여 표면의 비열차이로 인해 관찰될 수 있는 균열, 탈락 및 복원 부위를 비접촉 방식으로 측정하였다.

2.2.2. 색도 측정

색도 측정은 색도계의 기본색인 빨강, 초록, 파랑 3색광을 증감혼합해서 얻은 색과 측정하고자 하는 빛의 색을 비교하는 방법이다. 혼합색이 측정할 빛의 색과 같아 보일 때의 기본색의 양을 눈금에 의해 파악하고, 그 양을 기준으로 색도좌표를 산출한 다음 표준표색계에 따른 값으로 환산하면 색도를 측정할 수 있다.

대상에 대한 색도측정값은 국제조명위원(CIE)에서 정의한 $L^*a^*b^*$ 색공간을 사용하여 나타냈다. L^* 는 명도를 나타내며 a^* 와 b^* 는 색도좌표를 나타낸다(Moon, 2001). L^* 는 반사율을 나타내며 수치 커질수록 명도가 높아지고, 수치가 줄어들수록 무채색이 된다. 0부터 100까지의 단계로 소수점 이하 단위도 표현할 수 있다. $+a^*$ 는 빨강, $-a^*$ 는 초록에 가깝다. $+b^*$ 는 노란색에 가깝고, $-b^*$ 는 파란색에 가깝다.

야외 조각 작품의 소재 및 채색에 사용된 페인트를 대상으로 색도변화 비교를 위해 분광측색계(CR-400, Minolta, JP)를 이용하여 3회 측정 후 평균 측정값을 기록하였다.

2.2.3. 광택도 측정

광택도 측정은 AG-4446 (BYK, GER)를 사용하였으며, 측정 주사각도 20°, 60°, 85°에서 측정하였다. 일반적으로 표면 광택도는 투광 각도 20°, 60°, 85°에서 측정 가능하며, 20°는 고풍택 도막에서, 60°는 중간층의 모든 도막에서, 85°는 무광택의 측정에 유리하다(Hong, 2010).

광택측정법은 광원이 렌즈를 거쳐 일정량의 빛을 특정 각도(20°, 60°, 85°)로 시료면에 입사하고 반사되는 빛을 검출기를 통해 측정하는 방법이다(Han, 2009). 대상 표면의 임의 지점 3 point 이상을 측정하여 평균값을 통해 광택도를 측정하였으며, 단위는 GU (Gloss Unit)로 나타내었다. 측정 시 표면이 울퉁불퉁한 경우 오차값이 크게 발생하여, 최대한 평평한 지점을 조사하고자 하였다. 조사 대상 조각 작품은 51점이며, 동일한 조각 작품 내에서 육안으로 광택도가 다른 지점을 조사하여 총 63개 point를 조사하였다. 측정 주사각도에 따라 60°는 22 point, 85°(60° 10 미만)는 34 point, 20°(60° 70 초과)는 7 point를 조사하였다.

2.2.4. 코팅막 두께 측정

코팅막 두께 측정은 측정원리에 따라 철과 비철금속으로 나눌 수 있다. 철소재의 경우 자기유도방식을 사용하는데 전극을 철소재 위의 코팅면에 접촉하면 두 번째 코일 내의 전압과 함께 자속이 증가하면서 전극과 원소재 사이의 거리를 측정하여 두께로 환산하게 된다. 비철금속은 자기유도 방식을 적용하지 않으며, 전도체에 전극을 접촉하여 와전류를 발생시키며 전극부터 금속 사이의 거리와 코일의 고주파 파장이 일정한 관계를 가지면서 금속 소재 위의 비전도 코팅의 두께를 측정할 수 있게 된다 (Han and Beom, 2018).

코팅막 두께 측정은 QN-8500-FN(Automation Dr.Nix, GER)을 사용하였으며, 육안 조사를 통해 코팅막이 남아있는 부분과 남아있지 않은 부분을 구분하여 측정하였다. 코팅막 두께 측정은 10 point 이상을 측정하여 평균값을 통해 코팅막 두께를 측정하였으며, 단위는 μm 이다. 울퉁불퉁한 면을 측정할 때 오차가 발생하기 때문에 최대한 평평한 부분을 측정하고자 하였다. 작품 46점 중 58 point에 대한 조사를 실시하였다.

2.2.5. 접촉각 측정

접촉각이란 고체 표면과 액체 표면이 이루는 각을 말하며, 해당 연구에서는 접촉각 측정 방법 중 Sessile Drop Method를 사용하였다. Sessile Drop Method는 고체 표면 위에 생긴 물방울을 통해 측정한다. 접촉각은 액체가 고체 표면에서 열역학적으로 평형을 이룰 때 액체와 고체가 접촉하는 선에서 힘의 균형이 이뤄지기 위해 나타난다. 이때 발생한 접촉각을 Young의 식을 이용하여 산출할 수 있다. Young의 식은 아래의 식과 같으며 θ 는 접촉각, f_{vs} 는 대기와 고체 사이의 계면 에너지, f_{LS} 는 액적과 고체 사이의 계면에너지, f_{LV} 는 액적과 대기 사이의 계면에너지이다. 낮은 접촉각은 친수성을 나타내고 높은 접촉각은 소수성을 나타낸다(Choi, 2008).

$$\cos\theta = \frac{f_{vs} - f_{LS}}{f_{LV}}$$

작품 표면 변화를 평가하고자 MSA (KRUSS, GER)를 사용하여, 44점의 조각 작품을 조사하였다. 표면에너지(SFE, Surface Free Energy) 측정을 위한 Double dosing system을 사용하였으며, Di-Water(극성), Diiodo-methane(비극성) 2가지 용액을 이용하여 측정하였다.

2.3. 분석 방법

2.3.1. X-선 형광분석(XRF) 분석

X-선 형광분석법은 표면에 X선이 조사될 때, 그 물질의 성분에 따라 고유한 파장을 가진 X-선이 방출되어 대상을 비파괴 분석하는 방법이다. 대상의 성분 분석 및 함량 분석이 가능하다.

P-XRF(Vanta C-series, Olympus, US) 장비를 활용하여 야외 조각 작품의 바탕 소재 및 채색에 사용된 페인트의 성분 분석을 실시하였다. 분석 조건은 10-40kV, 전류 10-50 μ A에서 측정구경은 2mm로 Geochem Mode로 각각 20초씩 분석을 실시하였다.

2.3.2. 전암대자율 분석

전암대자율은 암석 전체 자화강도를 구분하기 위해 응용된 암석학 연구의 한 수단으로 외부자기장에 대한 자화강도를 의미한다(Choi, 2014). 대부분의 암석이나 퇴적물은 소량의 자성광물을 함유하고 있다. 이러한 광물들은 세립질 형태로 기질 전체에 분산되어 있으며 자기장(magnetic field) 내에서 자장의 강도에 비례하여 자화(induced magnetization)를 일으킨다(Ryu, 2013). $I(\text{자화강도}) = k(\text{대자율}) \cdot H(\text{자기장})$ 으로 정의된다. 자화강도는 자철석의 함량에 의해 크게 좌우되어 자철석계열과 티탄철석계열로 분류할 수 있다. 전암대자율 값을 통해 작품의 구성암석 및 암석의 동질성 등을 파악할 수 있다(Lee, 2014).

전암대자율 측정기(SM 30, ZH instruments)를 이용하여 1×10^{-3} SI 단위로 고감도 측정하였다. 대상별 10-30 포인트에 대해 전암대자율을 측정하였으며, 히스토그램을 통한 분포를 확인하였다.

Table 2. Research process

Drone shoot	Microscope	Thermographic camera
		
Color Difference	Glass meter	Coating layer thickness
		
Contact angle	P-XRF	Magnetic Susceptibility
		

3. 상태조사 및 분석 결과

3.1. 상태조사 결과

3.1.1. 사진 촬영

사진 촬영 조사 결과, 작품의 균열, 이물질, 부식 흔적, 오염물, 표면 긁힘 등이 관찰되었다. 대상 조각 작품의 4면 촬영과 상세 사진을 촬영하였다. 일반 사진 촬영으로는 관찰이 어려웠던 균열 및 박락 등을 적외선 및 현미경 촬영을 통해 확인할 수 있었다 (Table 3~6).

Table 3. Results of Singing man Photographic

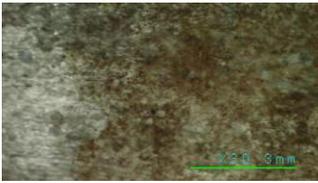
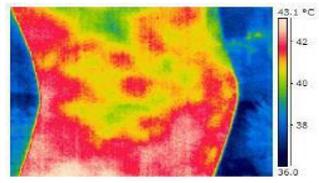
Singing man	A Part of Singing man	Drone shoot
		
Microscope image	Thermographic camera	
		

Table 4. Results of Walking People Photographic

Walking People	A part of Walking People
	

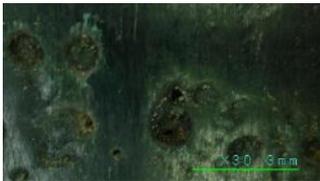
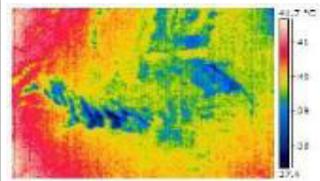
Microscope image	Thermographic camera	
		

Table 5. Results of Castle of the eye 87 Photographic

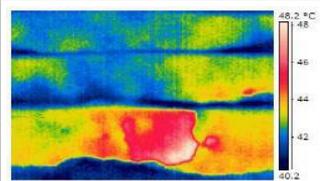
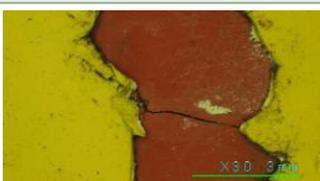
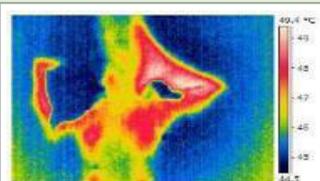
Castle of the eye 87	A part of Castle of the eye 87	Drone shoot
		
Microscope image	Thermographic camera	
		

Table 6. Results of Kaikoo series XI, XVII Photographic

Kaikoo series XI, XVII	A Part of Kaikoo series XI, XVII	
		
Microscope image	Thermographic camera	
		

3.1.2. 색도 측정

야외 조각 작품의 색도 측정 결과는 Table 7과 같이 측정되었으며, 페인팅 작품인 ‘가이쿠 시리즈’의 경우 바탕금속과 페인트 두 가지 색도를 측정하였다. Table 7의 작품을 제외한 51점의 결과는 Table 13으로 부록에 첨부하였다.

Table 7. Result of Color Difference

No.	Material	Title	Measure point		Color Difference	
					L*	
1	합금	노래하는 사람	바탕금속		L*	76.57
					a*	-4.32
					b*	7.45
2	청동	걷는 사람들	바탕 금속	암녹색	L*	25.60
					a*	-2.31
					b*	4.36
				녹색	L*	26.79
					a*	-5.29
					b*	2.15
3	석제	성87	바탕금속		L*	67.46
					a*	-2.05
					b*	13.69
4	철제 페인팅	가이쿠 시리즈 XI, XⅦ	바탕금속	L*	26.92	
				a*	4.25	
				b*	11.28	
			페인트(황색)	L*	69.76	
				a*	7.64	
				b*	71.15	

3.1.3. 광택도 측정

광택도 측정은 금속 작품의 표면 광택도 변화를 측정하기에 적합한 측정 방식으로 석제 작품에는 적합하지 않아 해당 조사에서 제외하였다. 재질별 대표적인 3점의 조사결과는 Table 8과 같다. Table 8의 작품을 제외한 48점의 결과는 Table 14로 부록에 첨부하였다.

Table 8. Result of Glossiness

No.	Material	Title	Angle of injection(°)	Glossiness (GU)
1	합금	노래하는 사람	60	26.5
2	청동	걷는 사람들	85	1.4
3	페인팅 철제	가이쿠 시리즈 XI, XⅦ	85	48.1

3.1.4. 코팅막 두께 측정

코팅막 두께 측정은 10 point 이상을 측정하여 평균값을 통해 코팅막 두께를 측정하였다. 울퉁불퉁한 면을 측정할 때 오차가 발생하기 때문에 최대한 평평한 부분을 측정하고자 하였다. 재질별 대표적인 3점의 조사결과는 Table 9와 같다. Table 9의 작품을 제외한 43점의 결과는 Table 14로 부록에 첨부하였다.

Table 9. Result of Coating layer thickness

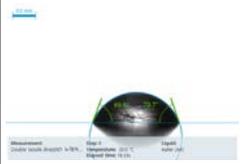
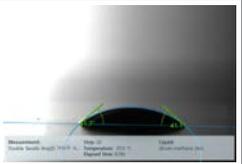
No.	Material	Title	Coating film (μm)
1	합금	노래하는 사람	26.3
2	청동	걷는 사람들	75
3	페인팅 철제	가이쿠 시리즈 XI, XⅦ	531.2

3.1.5. 접촉각 측정

표면에너지(SFE, Surface Free Energy) 측정을 위해 Double dosing system을 사용하였으며, Di-Water(극성), Diiodo-methane(비극성) 2가지 용액을 이용하였다. 표면에너지(단위 mN/m)는 낮을수록 접촉각이 크고, 방수력이 좋은 상태를 의미하며, 조각 작품의 코팅 상태가 매우 좋은 것을 의미한다. 접촉각 측정을 통해 39점의 표면에너지를 계산하였으며, 표면에너지 60 mN/m 이상의 경우 접촉각이 매우 낮아 코팅 상태가 좋지 않음을 알 수 있다.

재질별로 대표적인 1점씩의 조사 결과는 Table 10과 같다. 접촉각을 측정한 43점 중 Diiodo-methane의 접촉각 측정이 불가능한 석제 작품 및 4점의 작품은 표면에너지를 산출 할 수 없어 해당 조사에서 제외하였다. Table 10의 작품을 제외한 40점의 조사 결과는 Table 14로 부록에 첨부하였다.

Table 10. Result of Surface contact angles

No.	Material	Title	Di-Water Surface contact angles(°)	Diiodo-methane Surface contact angles(°)	Surface free energy (mN/m)
1	합금	노래하는 사람	68.31 (±2.76)	45.11 (±2.66)	45.99 ± 2.88
					
2	청동	걷는 사람들	101.43 (±5.56)	58.36 (±2.00)	29.81 ± 1.67
					
3	페인팅	가이쿠 시리즈 XI, XⅦ	52.70 (±5.51)	39.75 (±3.50)	56.26 ± 5.01
					

3.2. 분석 결과

3.2.1. X-선 형광분석(XRF) 분석

청동제 야외 조각 작품 34점의 P-XRF를 이용하여 성분 분석 결과, 대부분의 청동제 조각 작품은 구리(Cu), 아연(Zn), 납(Pb), 주석(Sn)의 합금으로 제작된 것을 확인하였다.

철제 야외조각작품 12점에 대해 P-XRF를 이용하여 성분 분석 결과, 철제 조각 작품의 경우 바탕 금속의 영향으로 철(Fe), 아연(Zn), 망간(Mn) 등이 확인되었다.

또한 모든 페인팅 조각 작품은 사용된 도장 및 페인트의 성분에 따라 납(Pb), 규소(Si), 비스무스(Bi), 스트론튬(Sr), 루비듐(Rb), 몰리브덴(Mo), 티타늄(Ti), 코발트(Co) 등이 확인되었다.

XRF는 금속 및 합금, 오염물을 분석하는 방법 중 하나로 석제 작품에는 적합하지 않아 해당 분석에서 제외하였다. 재질별 대표적인 1점씩의 분석결과는 Table 11과

같으며, Table 11의 작품을 제외한 53점의 분석 결과는 Table 15로 부록에 첨부하였다.

Table 11. Result of P-XRF

No.	Material	Title	Element
1	합금	노래하는 사람	Al, Cr, Fe, Cu
2	청동	걷는 사람들	Cu, Zn, Pb, Sn
3	페인팅 철제	가이쿠 시리즈 XI, XVII	바탕 - Fe 황색 - Fe, Pb

3.2.2. 전암대자율 분석

전암대자율 측정은 작품별로 10회씩 측정하였으며, 작품에 2가지 이상의 암종이 있는 경우 암종 별로 10회씩 측정하였다. 측정결과, 전체 기준으로 최소값 $0.005(\times 10^{-3}$ SI unit), 최대값 $47.5(\times 10^{-3}$ SI unit)로 평균값은 $5.85(\times 10^{-3}$ SI unit)으로 작품과 기단 모두 화강암으로 판단된다.

전암대자율은 암석 분석 방법으로 청동제, 철제 분석에는 적합하지 않아 해당 연구에서 제외하였다. 대표적인 1점의 분석결과는 Table 12와 Figure 1과 같으며, Table 12의 작품을 제외한 37점의 분석 결과는 Table 16으로 부록에 첨부하였다.

Table 12. Result of Magnetic Susceptibility (Unit - 10^{-3} SI unit)

Title	Measure point	Average	Min	Max	Rock type
성 87	작품	3.05	2.01	3.75	화강암
	기단	7.35	5.83	8.77	화강암

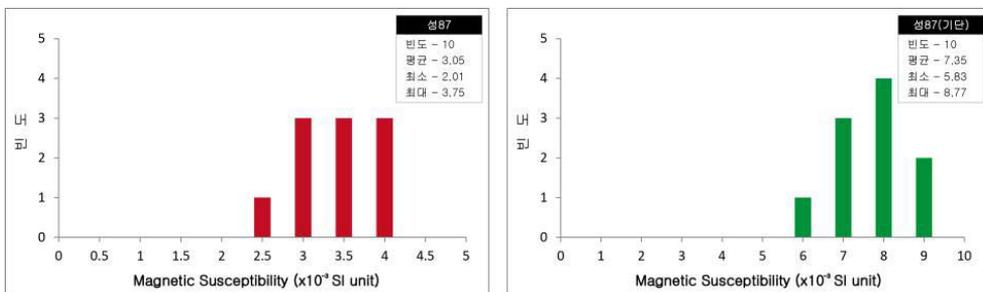


Figure 1. Magnetic Susceptibility analysis result of 'Castle of the eye 87'.

4. 결론 및 고찰

본 연구에서는 국립현대미술관 과천관의 야외 조각 작품을 대상으로 진행한 상태조사 및 분석 결과의 일부를 수록하였다. 사진촬영, 디지털 현미경 촬영, 열적외선 카메라 촬영, P-XRF, 전암대자율, 색도, 광택도, 코팅막 두께, 접촉각 측정을 통해 작품에 대한 기본적인 상태조사를 진행하였다. 조사결과를 수치화하고 분석하여 작품 상태에 대한 데이터베이스를 구축하였다.

P-XRF 분석을 통해 작품의 재질과 부식 화합물의 종류를 확인할 수 있었다. 작품마다 시간의 경과와 환경적인 요인에 의해 생성되는 부식 화합물의 종류, 부식상태가 다르기 때문에 정기적인 상태조사 및 분석이 요구된다. 또한 작품 재질에 따라서 각기 다른 보존처리 재료 및 방법을 요구되므로 추가적인 연구가 필요하다.

전암대자율을 통해 얻은 재질 분석 결과를 바탕으로 암석의 종류를 확인할 수 있었다. 암석의 종류에 따라 클리닝 방법, 접착제의 침투율, 접착강도, 암석 강화에 사용되는 수지 등이 다르므로 데이터베이스를 바탕으로 작품 보존처리에 사용할 처리제의 물리·화학적 특성을 고려하여 안정적인 보존처리 계획을 수립할 수 있을 것이다.

색도, 광택도, 코팅막 두께, 접촉각 측정 결과를 참고하여 작품 보존처리 시, 작가의 작품 제작 의도를 훼손하지 않고, 작품의 원형을 최대한 유지하며 안정적으로 보존처리를 실시할 수 있을 것이다.

작품에 대한 주기적인 상태조사 및 분석을 통해 누적된 데이터베이스는 작품의 특성 연구뿐만 아니라 야외 조각 작품의 지속적인 손상을 예방하고 추가적인 변화를 추측할 수 있는 근거가 될 것이다. 또한 작품의 보존 환경을 개선하고 보존관리 방안 수립 시 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

- Hong, J.Y., 2010, A study on the effect of matting agent on gloss of coatings for Metal artifacts, Master thesis in Hanseo university, 19. (in Korean with English abstracts)
- Han, Y.B, Beom, D.G., 2018, A study on the evaluation method of conservation treatment in Metal sculpture artworks, Journal of the National museum of contemporary art, Conservation of art, Vol.4, Korea
- Moon, E.B., 2001, Textbook for color design, Ahn Graphics, 218.
- Choi, J.H., 2014, Scientific analysis and conservation treatment for memorial stone of buddhist priest jijeung at bongamsa temple in munkyeng, Master thesis in Kongju University, 16. (in Korean with English abstracts)
- Lee, U.I., 2014, Nondestructive Diagnosis and Deterioration Evaluation of the Three-Storeyed Pyochungsa Temple Stone Pagoda in Miryang, Korea, Master thesis in Kongju University. (in Korean with English abstracts)
- Ryu, K.S., 2013, Material Characteristics and Nondestructive Deterioration Evaluation for Molding Clay of Triple Buddha Statues in Gapsa Temple, Gongju, Korea, Master thesis in Kongju University, 27. (in Korean with English abstracts)
- Han, Y.J., 2009, Gonioreflectometer-based gloss measurement, Master thesis in Chungnam National University, 19. (in Korean with English abstracts)
- Ahn, B.T., 2011, Development of automatic contact angle measuring system for hydrophilic performance evaluation, Master thesis in Sungkyunkwan University, 6. (in Korean with English abstracts)

Seo, B.G., 2019, Temperature Error Correction of the Thermal Camera Pixel Size and Measurement Distance Calibration, Master thesis in Kongju National University, 7-8. (in Korean with English abstracts)

Choi, J.K., 2008, A way to Explain the Concept of Surface Tension and Intermolecular Interaction by Measuring the Contact Angle, Master thesis in Korea National University of Education, 6. (in Korean with English abstracts)

Table 13. Result of Glossiness and Color Difference

No.	Artist	Title	Material	Measure point	Glossiness		Color Difference		
					Angle of injection	Glossiness (GU)	L*	a*	b*
2	이우환	문에서	철제	부식물(적색)	-	-	25.54	50.42	10.41
				바탕금속	-	-	37.58	-2.28	2.87
4	권달술	시점-오프너	청동	바탕금속	60°	26.9	31.91	-3.05	5.20
				부식물			48.09	-5.35	6.10
6	이우환	사방에서	철제, 석제	철제	-	-	23.52	1.63	9.91
				석제	-	-	30.88	-0.94	7.52
7	베르나르브네	세 개의 비결정적 선	철제	바탕금속	-	-	24.72	-1.05	10.28
8	박충흠	무제	청동	바탕금속 (녹색)	85°	12.8	48.06	-5.15	8.24
				바탕금속 (암녹색)			31.21	-5.99	7.83
9	세자르 발다치니	빌르타뇌즈의 여인상	철제	바탕금속	-	-	35.64	5.90	13.42
10	탈 스트리터	용계단	페인팅 (철제)	바탕금속	85°	18.9	31.61	14.67	16.12
				페인트(적색)			42.47	14.75	14.86
12	김정숙	비상	청동		60°	36.6	33.94	-0.08	6.83
13	김정숙	뒤틀림	청동		60°	46.7	34.86	0.24	8.10
14	송영수	승화	청동	바탕금속 (흑색)	85°	5.1	29.33	-1.27	6.32
				바탕금속 (암녹색)			29.59	-4.96	4.88
15	고정수	자매-II	청동		60°	25	28.61	-2.58	6.16
16	조승환	너-83-아리랑	청동		85°	8.6	28.47	-3.00	4.73
18	장 피에르 레이노	붉은 화분	페인팅 (플라스틱)	페인트 (적색)	60°	23.9	44.07	42.43	23.42
				오염물 추정 (백색)			71.27	7.77	5.36
20	자비에르 베이앙	말	페인팅(철제)		20°	49.2	43.58	50.24	42.70
21	쿠사마 야요이	호박	페인팅 (플라스틱)	페인트(황색)	60°	58.4	76.08	21.53	84.08
				페인트(흑색)			18.26	-1.90	1.98

22	막달레나 아바 카노비츠	안드로진과 수레바퀴	페인팅 (철제)	바퀴	60°	12.5	27.33	-1.52	2.94
				토르소			25.80	-1.70	3.90
23	신상호	세월이 주는 의미	페인팅 (석제)	석재 (흑색 페인트)	85°	1.0	27.93	-2.19	2.24
				석재 (백색 페인트)	60°	43.9	79.41	-3.26	15.21
24	이상갑	간80	청동	바탕금속 (암녹색)	85°	0.5	29.42	-6.11	5.39
				바탕금속 (녹색)			46.71	-12.77	6.72
25	한창조	역사의 문	청동	바탕금속 (흑색)	85°	2.8	26.76	-3.17	5.32
				바탕금속 (암녹색)			38.46	-7.58	9.18
26	조태병	바람 1	철제	바람개비 내부 날개	-	-	24.10	6.01	10.93
				바람개비 외부 날개	20°	676	67.12	-3.02	6.44
32	최재은	과거,미래	철제		-	-	30.12	1.93	5.81
33	이종각	확산공간-86	청동	바탕금속 (흑색)	85°	5.3	26.03	-2.49	3.75
				바탕금속 (녹색)			44.91	-8.94	5.83
34	문인수	집-현	철제, 석제		-	-	28.54	5.87	9.75
35	곽덕준	10개의 계량기	철제	바탕금속	20°	32.3	69.56	-3.00	8.59
				페인트 (빨간색)	60°	24.7	34.40	29.33	20.31
36	김혜원	평화로 잇는 미소	청동		85°	25.7	51.04	-7.07	1.94
38	남철	21세기를 위한 모뉴망	석제	금속부	20°	464.1	-	-	-
39	안형남	낮에 나온 별	페인팅 (철제)	페인트 (연분홍색)	60°	13.4	81.41	5.35	15.99
				페인트(흑색)	85°	23.2	24.11	-2.14	2.39
				페인트(청색)	85°	37.4	27.47	2.83	-25.61
				페인트(적색)	85°	20.7	35.15	21.42	16.53
				페인트(황색)	85°	25.9	69.98	8.67	52.99

40	김영중	씩	청동	바탕금속 (흑색)	85°	22.7	29.67	-2.07	5.16
				바탕금속 (암녹색)			41.77	-4.62	6.11
43	헤르만 클라인크네히트	무제	철제		60°	43.3	73.93	-3.06	10.21
46	박기옥	짜임	청동	바탕금속 (흑색)	60°	27.6	32.53	-3.43	3.46
				바탕금속 (암녹색)			35.44	-4.55	6.98
47	전준	소리- 돌담에서	청동	바탕금속 (흑색)	60°	30.2	28.90	-3.12	4.59
				바탕금속 (암녹색)			38.36	-4.30	3.62
49	마우로 스타치올리	과천'90	페인팅 (석제)		85°	0.0	39.87	30.33	26.74
50	미쓰야기 다나베	서울, 벼, 열전도	철제, 석제	철제 상부	60°	30.7	75.00	-3.13	9.28
				철제 중간	60°	12.1	77.61	-3.56	9.28
51	엄태정	비악'86	청동	바탕금속 (암녹색)	85°	2.3	25.59	-4.87	6.02
				바탕금속 (녹색)			38.55	-10.41	7.47
52	최만린	태-작품86 -5-22	청동	바탕금속 (흑색)	60°	28.6	26.97	-2.49	2.57
				바탕금속 (암녹색)			33.64	-4.81	2.11
57	류인	입산	청동	바탕금속 (흑색)	85°	9.9	31.42	-1.44	7.95
				바탕금속 (암녹색)			44.12	-5.64	6.58
58	전상범	울	페인팅(철제)		20°	66.1	33.27	32.92	23.70
59	최의순	창	청동	바탕금속 (흑색)	85°	7	27.24	-2.77	4.97
				바탕금속 (황색)			32.12	-6.62	5.84
60	김호용	물아	청동, 석제	바탕금속	85°	41.1	41.28	-3.52	6.57
				바탕석재			50.69	-7.24	9.60

63	이상길	너의 마음으로	페인팅 (철제)	바탕금속	20°	696	65.31	-2.73	9.54
				페인트 (연분홍색)	85°	8.5	64.35	23.07	6.14
65	김윤희	영겁회귀	청동	바탕금속 (흑색)	85°	7	34.73	-1.56	10.16
				바탕금속 (암녹색)			39.46	-11.80	9.50
66	김찬식	정	청동	바탕금속 (흑색)	60°	14.9	30.28	-3.75	5.25
				바탕금속 (암녹색)			45.18	-7.86	-1.97
69	최기원	위대한 탄생	청동	바탕금속 (흑색)	85°	19.7	29.12	-1.75	5.40
				바탕금속 (암녹색)			34.36	-3.89	5.59
70	이승택	무제- 마이산에서	페인팅 (석제)	페인트(적색)	85°	16.6	50.47	29.37	36.12
				페인트(청색)	85°	9.9	49.78	-14.90	-21.54
74	김효숙	동그라미	청동	바탕금속 (흑색)	85°	2.9	37.37	-3.08	5.87
				바탕금속 (암녹색)			45.08	-6.89	8.32
75	황현수	각축의 인생	청동, 철제	바탕금속 (인물상)	85°	5.8	33.94	-2.85	4.81
				바탕금속 (구체)	20°	305.3	72.11	-3.45	6.60
76	심정수	서해안 소리	청동	바탕금속 (흑색)	85°	0.2	30.69	-2.45	4.08
				바탕금속 (암녹색)	60°	24.6	48.84	-17.50	3.53
77	신석필	전설88	청동	바탕금속 (암녹색)	85°	2.7	32.80	-2.21	6.71
				바탕금속 (흑색)			29.98	-7.79	-0.74
78	이상갑	접시	청동, 석제	바탕금속	-	-	25.59	-4.87	6.02
				바탕금속 (테두리)	85°	0.7	38.55	-10.41	7.47
79	강은엽	성	청동	바탕금속 (흑색)	85°	13.4	30.01	-3.15	5.02
				바탕금속 (암녹색)			43.77	-6.38	12.07

82	김봉구	가을	청동		60°	21.9	30.88	-1.81	6.37
83	김창희	해변86-2	청동	바탕금속 (흑색)	60°	25.5	31.02	-2.44	4.21
				바탕금속 (암녹색)			45.15	-8.27	4.21
84	김창희	선율	청동		85°	19.1	-	-	-
85	임연선	가족상	청동		60°	17.4	-	-	-

Table 14. Result of Coating layer thickness and Surface contact angles

No.	Title	Measure Point	Film of paint (μm)	Surface contact angles		
				Di-Water Surface contact angles(°)	Diiodo-methane Surface contact angles(°)	Surface free energy (mN/m)
4	시점-오프너		28.9	95.97	66.26	26.67
8	무제		30	-	-	-
10	용계단		81.9	-	-	-
12	비상		18.6	92.46	52.59	34.1
13	뒤틀림		15.2	93.15	60.89	29.9
14	승화		147.8	86.49	46.05	38.58
15	자매 II		31.1	91.65	56.02	32.6
16	너-83-아리랑		58.1	102.16	58.12	29.87
18	붉은 화분		-	58.04	33.33	55.16
20	말		284.6	51.77	23.46	61
21	호박		-	81.61	44.74	40.59
22	안드로진과 수레바퀴	바퀴	351.5	58.25	29.38	56.17
		등	156.8			
23	세월이 주는 의미		-	29.77	33.58	70.24
24	간 80		47.1	42.12	33.54	63.91
25	역사의 문		175.9	30.97	-	-
26	바람1		11	30.64	29.32	70.73
33	확산공간		46.6	41.76	29.07	65.15
35	10개의 계량기	몸체	38.5	42.3	38.48	62.58
		시계바늘	165.6	-	-	-
36	평화로 잇는 미소		35.3	28.99	27.05	71.92

38	21세기를 위한 모뉴망	금속부	35.2	-	-	-
39	낮에 나온 별	빨간색	74	66.44	49.48	45.39
		연분홍색	110.3	-	-	-
		회색	92.7	-	-	-
		검정색	103.7	-	-	-
		노란색	130.1	-	-	-
		파란색	62.7	-	-	-
40	씩		37.7	-	-	-
43	무제		43.8	-	-	-
46	짜임		28.7	81.79	43.58	41.03
47	소리-돌담에서		26.4	93.6	53.28	33.54
50	서울, 벼, 열전도	上	37.4	26.67	17.52	74.48
		下	811.5	-	-	-
51	비익-86		26.9	-	-	-
52	태, 작품 86		19.8	67.32	36.41	49.53
57	입산		37.7	55.05	-	-
58	울		201.6	62.95	36.14	51.76
59	창		28.9	110.7	72.37	21.63
60	물아		20.9	36.93	28.17	67.88
63	너의 마음 안으로	内	33.6	54.37	-	-
		外	106.7	-	-	-
65	영겁회귀-90		30.6	78.22	43.74	42.19
66	정		36.6	90.02	58.9	31.65
69	위대한 탄생		26.2	43.65	28.43	64.27
74	동그라미		96.6	56.16	29.97	57.1
75	각축의 인생	사람(청동)	66.1	34.03	29.74	69.01
		구(스테인레스)	37.8	-	-	-
76 76	서해안 소리	청색	108	32.1	23.46	71.17
		소라	20	-	-	-
77	전설 88		71.2	75.14	63.8	35.66
78	접시		55.5	28.9	-	-
79	성		34.8	88.83	58.27	32.28
82	가을		26.6	84.68	59.63	33.04
83	해변 86-2		27.4	88.03	50.35	36.2

84	선율		29.6	87.64	59.78	31.96
85	가족상-나들이		29.1	92.94	54.75	32.94

Table 15. Result of P-XRF

No.	Artist	Title	Material	Element
2	이우환	문에서	Iron	Fe, Mn
4	권달술	시점-오프너	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
6	이우환	사방에서	Iron	Mn, Fe
7	베르나르브네	세 개의 비결정적 선	Iron	Mn, Fe
8	박충흠	무제	Bronze	Fe, Cu
9	세자르 발다치니	빌르타노브스의 여인상	Iron	Fe
10	탈 스트리터	용계단	Painting (Iron)	바탕 - Fe, Zn, Pb 적색 - Ca, Ti, Fe, Zn, Pb, Bi
12	김정숙	비상	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
13	김정숙	뒤틀림	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
14	송영수	승화	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
15	고정수	자매 II	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
16	조승환	너-83-아리랑	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
18	장 피에르 레이노	붉은 화분	Painting (Plastic)	적색 - Ca, Ti, Mn, Fe, Pb, Sb 백색오염물 - Ca, Ti, Mn, Fe, Pb, Sb
20	자비에르 베이앙	말	Painting (Iron)	Ti, Cr, Mn, Fe, Zn, Pb
21	쿠사마 야요이	호박	Painting (Plastic)	황색, 흑색 - Ti, Fe, Zn, Sr
22	막달레나 아바카노비츠	안드로진과 수레바퀴	Painting (Iron)	바퀴 - Si, Ti, Fe, Zn, Sr 토르소 - Cu, Zn, Pb, Sn
23	신상호	세월이 주는 의미	Painting (Stone)	백색 - Si, Ca, Ti, Rb, Fe, Sr, Zr, Mn 흑색 - Si, Ca, Cr, Rb, Co, Ni, Fe, Sr, Zr, Ti
24	이상갑	간 80	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
25	한창조	역사의 문	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
26	조태병	바람1	Iron	내부 날개 - Fe, 외부 날개 - Cr, Fe
32	최재은	과거, 미래	Iron	Fe
33	이종각	확산공간-86	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
34	문인수	집-현	Iron	Mn, Fe
35	곽덕준	10개의 계량기	Iron	바탕 - Cr, Mn, Fe, Ni, Mo 빨간색 안료 - Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Zn
36	김혜원	평화로 잇는 미소	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn

39	안형남	낮에 나온 별	Painting (Iron)	청색, 황색 - Ti, Fe, Zn, Pb 적색, 연분홍 - Ti, Fe, Zn, Pb, Bi 흑색 - Fe, Zn, Pb
40	김영중	쌩	Bronze	Cu, Zn, Pb
43	헤르만 클라인크네히트	무제	Iron	Cr, Mn, Fe, Ni, Mo
46	박기옥	짜임	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
47	전준	소리-돌담에서	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
49	마우로 스타치올리	과천'90	Painting (Stone)	Ca, Ti, Fe
50	미쓰아끼 다나베	서울, 벼, 열전도	Iron	철제 상부 - Cr, Fe, Ni, Mo 철제 중간부 - Cr, Fe, Ni, Mo
51	엄태정	비익-86	Bronze	Cu
52	최만린	태, 작품 86	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
57	류인	입산 II	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
58	전상범	울	Painting (Iron)	Ti, Fe, Zn
59	최의순	창	Bronze	Cu, Zn
60	김호용	물아	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
63	이상길	너의 마음 안으로	Painting (Iron)	내부 바닥 - Cr, Fe, Ni, Mo 연분홍 - Ti, Cr, Fe, Ni, Zn, Mo
65	김윤화	영갑회귀-90	Bronze	Fe, Cu, Zn, Pb, Sn
66	김찬식	정	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
69	최기원	위대한 탄생	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
70	이승택	무제-마이산에서	Painting (Stone)	적색 - Ti, Cr, Fe, Pb, Mo 청색 - Sr, Fe, Rb, Ti
74	김호숙	동그라미	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
75	황현수	각축의 인생	Bronze	인물상 - Cu, Zn, Pb, Sn 구체 - Cr, Fe, Ni, Mo
76	심정수	서해안 소라	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
77	신석필	전설 88	Bronze	Fe, Cu, Zn, Pb, Sn
78	이상갑	접시	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
79	강은엽	성	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
82	김봉구	가을	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
83	김창희	해변 86-2	Bronze	Fe, Cu, Zn, Pb, Sn
84	김창희	선율	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn
85	임연선	가족상-나들이	Bronze	Cu, Zn, Pb, Sn

Table 16. Result of Magnetic Susceptibility (Unit – 10^{-3} SI unit)

No.	Artist	Title	Measure point	average	Min	Max	Rock type
2	이우환	문에서	작품	8.12	3.83	13.5	
3	플로르 라히르	별들의 미립자	사암	0.43	0.274	0.656	
			변성암	0.03	0.018	0.055	
			대리석	1.36	0.53	2.22	
			중중	0.05	0.037	0.058	
			좌중대	0.21	0.123	0.281	
			좌중소	25.12	19.2	29.6	
			우중	0.02	0.006	0.027	
6	이우환	사방에서	작품	0.22	0.11	0.371	
27	이승택	무제	작품	6.66	4.5	8.04	
28	이상갑	간 85-5	작품	2.79	2.45	3.17	
29	심문섭	현전-84	작품	8.99	6.58	11.5	
30	김광우	자연+인간+우연	작품	5.86	4.46	6.86	
31	이일호	존재에 대한 응시	작품	6.66	3.73	9.6	
37	최종태	얼굴	작품	0.07	0.054	0.079	오석
			기단	6.49	5.54	7.39	화강암
38	남철	21세기를 위한 모뉴망	작품	3.41	3.13	3.78	대리석
			기단	16.5	14.8	20.5	화강암
41	조국정	관풍광월 II	작품	2.86	2.41	3.27	대리석
			기단	6.04	4.88	7.13	화강암
42	조국정	관풍광월 I	작품	3.3	2.99	3.68	대리석
			기단	6.22	5.07	7.16	화강암
44	곽인식	작품86-끝없는	작품	0.12	0.012	0.347	
45	강관욱	포착된 순수형태	작품	47.5	35.9	59	
46	박기욱	짜임	기단	7.41	4.24	9.31	
47	전준	소리-돌담에서	기단	1.56	0.798	2.18	
48	한용진	어두운 밤에 검은 돌들	작품	19.1	15.7	24.1	마천석
50	미쓰아끼 다나베	서울, 벼, 열전도	기단	4.83	6.26	2.72	
51	엄태정	비익-86	기단	0.06	0.037	0.082	

54	박석원	적	작품	5.87	5.2	6.56	
55	조성묵	돌들의 축제	작품	3.43	2.31	4.59	
56	이춘만	생각하는 사람	작품	2.88	1.26	3.87	
59	최의순	창	기단	0.05	0.034	0.051	
60	김호용	물아	기단	24.2	16	31	
61	임동락	point-뜨거운태양	작품	6.36	4.88	7.8	대리석
62	유영교	삶의 이야기- I	작품	0.005	0.003	0.008	
64	김경옥	평화-99	작품	4.58	3.23	5.57	
66	김찬식	정	기단	6.14	4.55	7.27	
67	김정숙	아치 날개	대리석	4.6	3.59	6.16	
			화강암	7.11	4.86	7.82	
			석회암	0.36	0.214	0.524	
68	백현옥	발아	작품	9.84	8.26	8.26	
70	이승택	무제-마이산에서	화강암	2.71	2.31	3.21	
			반화강암	0.11	0.074	0.157	
71	오세원	한	작품	5.12	4.58	5.88	
72	계낙영	돌로부터- I	작품	0.08	0.058	0.091	
73	김대열	대지에서	작품	5.4	3.71	6.34	화강암
			기단	11.52	7.89	15.5	화강암
78	이상갑	접시	작품	0.8	0.705	0.974	
80	안성복	산	작품	6.22	4.1	8.02	
81	김창근	합 86-7	작품	0.01	0.006	0.013	

작가 인터뷰를 통한 보존 방안 연구 : 최정화 작가

한예빈, 신정아, 차순민, 김영목, 권희홍¹

국립현대미술관 작품보존미술은행관리과

Research on conservation methods through artist interviews

: Artist, *Choi Jeong Hwa*

Han Yebin, Shin Jeonga, Cha Sunmin, Kim Youngmok, Kwon Heehong¹

Department of Conservation and Art Bank, National Museum of Modern and Contemporary

Art, Korea, Cheong Ju, 28501, Korea

¹*Corresponding Author: entasis@korea.kr, +82-143-261-1502*

초록 국립현대미술관은 작품에 안정적이고 적합한 보존처리를 위해 작가 및 유족, 재단 등 관계자 및 전문가와 협업을 진행하고 있으며, 이를 통해 보존 관련 자료를 수집하여 보존처리의 기초 자료로 활용하고 있다. 본 연구에서는 대표적인 현대미술 작가 '최정화'를 대상으로 인터뷰를 실시하였으며, 이를 통해 작품에 대한 작가의 견해, 제작의도 및 보존 방향 등 작품에 관련된 자료를 수집하였다. 특히, 국립현대미술관에 소장된 작가의 작품은 현재 열화로 인해 보존처리가 요구되고 있다. 작가와의 인터뷰를 바탕으로 각각의 작품에 대한 보존처리 계획을 수립하였으며, 그 중 <Flower tree>는 보존처리를 진행하여 작품이 안정적으로 보존될 수 있도록 하였다. 이러한 과정을 통해 최정화 작가의 자료를 확보할 수 있었으며, 향후 최정화 작품의 보존처리를 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

주제어: 현대미술, 보존, 작가, 인터뷰, 최정화

Abstract The National Museum of Modern and Contemporary Art, Korea(MMCA) is collaborating with authors, bereaved families, foundations, and experts to ensure a stable and appropriated conservation treatment. Through this, data related to conservation are collected and used as basic data for conservation. In this study, interviews were conducted with the representative contemporary artist, Jeonghwa Choi and we collected data which included the author's opinion, production intention and direction of preservation. In particular, the artist's works in MMCA are currently in need of conservation due to degradation. Based on the interview with the artist, conservation treatment plans were established for each work. We have carried out conservation treatment in <Flower tree> among his works. Through this process, it was possible to secure his documents and it is expected to

be used as basic data for conservation treatment of his works.

Keyword: Contemporary Art, Conservation, Artist, Interview, Choi Jeong Hwa

1. 서론

작가는 작품을 통해 본인의 생각이나 메시지를 전달하며, 표현 수단으로써 작품을 제작한다. 작품은 전통적인 방법의 회화, 오브제에서 현대에 이르러 미디어, 설치 작품 등 다양한 형태로 발전해왔다. 현대미술에서 작품은 단순히 물질적인 것뿐만 아니라 영상이나 소리 등 미디어적 요소, 시각·후각·촉각 등 감각을 이용하거나 시간의 흐름에 따라 작품이 변화하는 모습이 작품에 포함될 수 있다. 관객이 참여함으로써 작품이 완성되거나, 행위 자체가 하나의 작품이 되기도 한다. 이처럼 현대미술은 형식이 단일화되었던 이전과는 달리 통합 예술적 경향을 요구하였으며, 작가의 경험과 사고(idea)에 그 초점을 맞추게 한다(Chin, 2007).

이러한 현대미술 작품은 재료의 다양성, 실험적 기법 등 작품 특성상 손상유형을 예측하기 어렵고, 정형화된 보존처리가 불가능하다. 특히 작품에 내재되어 있는 작가의 메시지는 특수성과 독자성을 가지며, 미술품의 진정성에 있어 정신적 측면(작가의 의도)이 물질적 측면(작품의 형태)보다 더 중요한 역할을 하기도 한다. 결국 현대 미술품의 올바른 보존을 위해서는 작가의 의도를 파악하는 것이 선행되어야 하며, 이를 바탕으로 보존처리를 실행해야 한다. 작가는 보존처리 계획수립 단계에서 정보의 원천으로써의 구심점 역할을 하며, 성공적인 보존처리를 위한 방향성을 제시하기 때문에 작가와의 협업은 작품의 원본성(originality)에 신뢰도를 높이기 위한 주요한 과정이라 할 수 있다(Kwon, 2020).

이에 작가 관련 아카이빙(Archiving)의 중요성은 더욱 증대되고 있다. 작품의 보존처리에 앞서 작가 인터뷰, 자료수집 등을 통해 작가가 사용한 재료 및 제작방법, 제작 당시 사진, 기록 등 작가와 관련된 자료를 취합하고, 작가가 작고한 경우 유족이나 재단, 조수 등을 통해 당시의 정보를 최대한 수집하는 것이 중요하다. 이러한 내용을 바탕으로 체계적인 보존처리가 진행되어야 한다. 현재 국립현대미술관은 작품에 안정적이고 적합한 보존처리를 위해 작가 및 유족, 재단 등 관계자 및 전문가와 협업을 진행하고 있으며, 이를 통해 보존 관련 자료를 수집하여 보존처리의 기초 자료로 활용하고 있다.

본 연구에서는 작가와의 인터뷰를 실시하여 보존 관련 정보를 확보하였으며, 선행 조사된

내용을 바탕으로 보존처리를 진행하였다. 대상 작가는 대표적인 현대미술 작가이자 플라스틱, 방수천, 밥상 등 다양한 재료로 작품을 제작한 작가 ‘최정화’로 선정하였다. 국립현대미술관 소장품 중 작가의 1990년대-2000년대 초반 작품은 열화로 인해 현재 보존처리가 필요한 상태였다. 작가와의 인터뷰를 통해 작품에 대한 작가의 견해, 제작의도 및 보존 방향 등에 대해 논의하며 작품에 대한 자료를 수집하였으며, 이를 바탕으로 보존처리를 실시하여 작품이 안정적으로 보존되도록 하였다.

2. 작가 인터뷰 방법

대부분의 작가 인터뷰는 작가가 본인의 작업이 어떠한 의미를 지니며, 무엇을 표현하려고 했는지 설명하고 그의 작업을 이해하기 위한 과정이었다. 재료의 적용, 작품의 주제와 재료적 표현의 상관관계, 작품의 열화 및 시간의 흐름에 따라 발생하는 여러 영향들의 결과 등 작품의 물질적인 문제에 대한 질문은 드물게 제기되었다. 그러나 작가 인터뷰를 통해 수집된 정보들은 작품의 보존처리를 위한 기초 자료가 되며, 작품에 적절한 보존처리 방향이나 정도를 제시할 수 있으므로 효과적인 인터뷰를 위해서는 인터뷰의 방법, 질문 내용 등의 체계적인 준비가 핵심이라 할 수 있다(Lydia Beerkens *et al.*, 2012). 실제 작가와의 인터뷰에 앞서 작가 인터뷰를 위한 가이드라인(The artist interview, for conservation and presentation of contemporary art. Guidelines and practice)을 참고하였으며, 이를 요약하여 정리하였다.

미술관 및 박물관에서 작가가 사용한 재료나 기법에 관한 정보를 조사할 때, 가장 큰 도움을 받을 수 있는 대상은 바로 작가이다. 보존처리자는 미술품의 적합한 보존·관리를 위해 작가의 경험과 작품에 접근하는 것이 필요하다. 그 중 작가 및 조수(assistant)와의 인터뷰는 작가의 작업 방법, 재료선택 및 기법 연구 등 작가의 의도를 깊이 있게 이해하기 위해 행해진다. 인터뷰를 통해 재료, 외관, 기능, 전시 등 작품의 여러 요소 중 ‘중요한 의미’가 무엇인지 탐색하고, 적절한 처리를 결정하는데 도움되는 정보를 얻을 수 있으므로 인터뷰의 내용이 핵심적인 역할을 한다.

첫째, 제작과정에 관련된 질문은 작품의 개념에서부터 원형에 대해 언급할 수 있으며, 사용된 기법이나 재료의 선택에 관하여 전체적인 정보를 얻을 수 있다. 이 과정에서 다양한 작품이 제작되면 비슷한 점이나 차이점 등을 구별하여 작품의 비교가 가능하며, 작가의 관점에

대해서도 알 수 있다.

둘째, 재료 및 기법은 작품에 부여하는 의미를 전달하는 중요한 측면을 지닌다. 미술작품에 사용된 재료와 기술이 작품의 의미와 어떻게 연관이 되는가? 작품 표면의 외관이 작품에 결정적 역할을 하는가? 어떻게 기능을 발휘해야 하는가? 작품의 의미에 있어서 재료의 필수적인 역할은 무엇인가? 원래의 재료 보존에 부여하는 가치의 중요성은 무엇인가? 등 작품의 의미와 작품을 구성하는 요소들에 대한 상관관계의 파악이 필요하다. 더불어 작품이 작가가 직접 제작하였는지, 조수 또는 제작회사에 의해 만들어진 것인지, 교체할 수 있는 여분의 재료 및 구성요소의 존재 여부도 중요하다.

더 나아가 재료 및 작품의 열화와 관련된 질문은 작품의 보존에 있어서 중요하다. 작품의 열화 및 손상은 작품의 의미에 어떻게 영향을 미치는가? 작품이 열화되는 동안 복원이 필요한 상태까지 변화하였는가? 대체해야 할 요소가 생겼는가? 수용 가능한 열화의 선은 어느 정도인지 한계에 대해서도 탐색하여야 한다.

셋째, 보존에 대한 논의도 필요한 부분이다. 만약 작품에 개입이 필요하다면 원하는 결과의 특성에 대해 사전에 미리 협의하여야 한다. 보존처리 결과가 어떻게 나오는지, 처리 가능한 것과 불가능한 것은 무엇인지 등 보존에 관하여 논의하여야 한다. 이 과정에서 작가와 보존처리자 사이에서 서로 다른 의견이 나올 수도 있다. 또한 손상이나 열화로 인해 작품의 의미가 보존이 필요할 만큼 변화가 되었다고 생각하는가? 작가가 의도한 의미와 외관, 느낌을 유지하기 위해서는 어떻게 해야 하는가? 일부를 대체하는 것 이외에 다른 대안이 존재하는가? 등 인터뷰를 통해 작가의 의견을 확보하고 이를 자료화하는 것이 중요하다.

3. 대상 작가 : 최정화(1961-)

최정화(1961-)는 1987년 뮤지엄 그룹을 통하여 미술계의 이단아로 불리면서 세간의 관심을 끌었으며, 이후 <썩은 미술 썩는 미술>(1995), <이제까지는 좋았어>(1996)에서는 재래시장에서나 흔히 보이는 돼지머리를 통째로 전시장 안으로 들여왔다. 잘 알려진 바와 같이 최정화의 주요한 예술적 재료들은 변두리 극장의 간판 이미지들, 재래식 시장에서나 발견되는 총 천연색의 플라스틱 바구니, 변두리 지물포에서나 구할 수 있는 합성 비닐, 이태리 패타월, 조잡한 타이포그래피 등이다(Koh, 2012). 이러한 것들은 ‘고급미술’이라는 정태적

영역에 대해 폭발적인 공격의 의미를 가지는 동시에, 천박하다고 여겨졌던 사물들의 기묘한 아름다움에 대해 다시 한번 인식하게 하는 기회를 제공한다(Baek, 1999).

최정화의 작품은 장난스러워 보이지만, 한편 견잡을 수 없는 물질만능주의와 무분별한 도시화와 이로 인한 자연으로부터의 소외에 대해 강하게 비평한다. 그는 자신의 작업을 자연과 인공, 진짜와 가짜 사이의 차이를 지우게 하며 동시에 사람들로 하여금 불안정, 소외, 아름다움의 이질적인 감정을 투영하게 할 수 있는 포함과 변성의 상호반응적 과정으로 여긴다. ‘어떻게 자연과 인공이 조화롭게 결합될 수 있는가’에 대한 최정화의 끈질기고 즐겁고도 괴로운 탐색에서, 다양한 종류의 플라스틱 재료로 만들어진 꽃들은 주된 모티브로 자리잡았다. 그것은 처음으로 만들어진 거대한 풍선 튜브 <슈퍼 플라워>(1996)의 제목이었으며, 싹지를 위한 그의 첫 번째 책의 이름이기도 했다. 꽃들은 그의 작품에서 공기가 주입되는 방식으로도, 커다랗게 캐스팅된 플라스틱 오브제로도 나타난다(David Elliott, 2019).

최정화는 어렵지 않고 쉬운, ‘모두를 위한 예술’을 지향했다. 그래서 누구나 좋아하는 꽃, 과일 등을 주제로 다수의 작품을 제작하였다. 공공미술 작업에는 돼지, 물고기, 꽃, 야채 등 친근한 소재를 활용하는데, 이는 관객들로 하여금 접근하기 쉬운 소재들이다. 또한 그의 작품은 주변 환경의 역사, 이야기를 담기도 하며, 지역 사람들이 참여하여 완성되기도 한다. 이런 점들은 최정화가 일반적인 시민 또는 관객이 이해하기 쉽고 감상하기 좋은 현대 미술작품을 만든다고 평가를 받기도 하였다(Fumio Nanjo, 2019).

최정화는 수많은 인터뷰와 기사를 통해 “작품은 작가만의 것이 아니다”라고 말한다. 이러한 작가의 철학은 최정화 작품의 제작 의도이자 작가의 정체성이라 할 수 있다.

“예술은 어렵지 않고 쉬워야 하며, 누구한테나 다가갈 수 있어야 한다.

작품이 완성된 이후에는 작가가 아닌 사용자 즉, 관객의 것이 된다.” (작가 인터뷰 중)

“당신의 마음이 나의 예술이다! (your heart is My Art!)

당신이 보는 것, 당신이 느끼는 것 - 그것이 나의 예술이다.

나는 당신이 느끼도록 하고 당신은 당신 스스로 예술을 발견한다”

(The creator's Project interview, 2018)

4. 작가 인터뷰

현대 미술작품의 보존은 보존처리에 의해 원본성이 훼손되는 것을 방지하고, 작품에 담긴 작가의 제작의도, 작품의 진정성을 고려하여 진행되어야 한다. 이에 작가 인터뷰 및 작가 관련 자료 수집 등을 통해 보존처리에 필요한 정보를 확보하고 이를 근거로 보존처리를 수행하게 된다.

국립현대미술관은 작가 및 유족, 재단 등 의사결정권자들과의 협업이 증가하면서 보존처리의 객관성과 투명성을 갖추는 것이 중요해졌다. 특히 보존처리에 의한 법적 분쟁을 예방하기 위해 2019년부터 법·제도적인 방안을 마련하였으며, 보존처리 방법, 내용 등이 명시된 ‘보존처리 동의서’를 작성하여 보존처리 근거 자료로써 활용하고 있다.

국립현대미술관에는 현재 최정화 작가의 작품 4점을 소장하고 있으며, 작품마다 재료 및 제작방법, 작품의 특징이 전혀 다른 것으로 나타난다(Table 1, Figure 1). 그 중 3점은 전반적으로 파손되거나 열화로 인해 보존처리가 필요한 상태였으며, 보존처리에 앞서 작가와의 인터뷰를 통해 작품의 제작 의도를 파악하고 각각의 작품에 적합한 보존방안을 마련하고자 하였다(Figure 2, Table 2).

Table 1. List of works by Choi Jeonghwa

Artist	Title of work	Production year	Size (cm)	Materials
Choi Jeong Hwa	Super flower	1995	470 X 420 X 195	mixed media
	Flower tree	2014	80 X 65 X 65	urethane resin, painting, stainless
	Tomorrow's flower	2015	163.5 X 130 X 128, 220 X 203 X 188 etc.	FRP, rubber, urea, iron powder
	Feast of flower	2015	288.6 X 122.3 X 76	table, bowl, plate



Figure 1. Artworks made by Choi.



Figure 2. Interview with Choi.

4.1. 슈퍼플라워(1995)

〈슈퍼플라워〉는 1995년도에 제작된 작품으로 송풍기 유압장치와 천을 이용한 작품들 중 하나이다. 충천연색의 색채와 거대한 크기 때문에 관객을 압도하지만, 사실이 꽃은 공기 없이는 지탱될 수도 없는 천 조각에 불과하다. 꽃과 화분의 형태는 전혀 사실적이려는 노력을 기울이지 않았다. 그러나 색채의 인위성과 형태의 인위성에서 대중문화의 한 요소를 느낄 수 있으며, 바로 거기서 최정화 작품의 아름다움을 느낄 수 있다고 평가되기도 한다(Baek,1999).

작가는 “제품, 작품, 상품, 이 세 가지를 항상 헛갈리게” 만든다고 한다. 작품에 따라 원래 낡고 삭은 것이 있는 반면, 어떤 작품은 번쩍번쩍한 새 것의 느낌, 상품처럼 보여지기도 한다. 작가는 그 시대에 거리에서 제일 많이 봤던 것들을 작품으로 풀어내었는데 그 중 〈슈퍼플라워〉는 길거리에 있는 맥주집 풍선에서 시작된 작품이었다. 방수천을 사용하여 새 상품 같은 느낌으로 만들었다고 한다.

그러나 작품은 제작된 후 25년이 지난 상태로 전체적으로 열화되어 전시가 불가능한 상태였다. 천은 열화되어 천 특유의 냄새가 발생하였으며, 부분적으로 찢어지거나 봉제선이 터진 부분이 다수 확인되었다. 천의 외형을 잡아주는 내부 구조물과 송풍 장치 등도 노화가 발생하여 작품 본연의 모습을 보여줄 수 없었다.



Figure 3. The damaged condition of 'Super flower'.

작가는 <슈퍼플라워>가 새 것, 상품처럼 보여야 함을 강조하며, 부분 복원을 통해서도 작품의 의미를 전달할 수 없다고 하였다. 당시 가장 좋은 재료를 사용했음에도 불구하고 야외에 설치하면 재료가 삭는 것은 어쩔 수 없는 부분임을 인지하고 있었다. 현재 해외 컬렉션의 경우에는 이러한 작품은 두 세트(set)를 제공하고, 비·바람·눈이 있을 경우 철거를 하고 있으나 <슈퍼플라워>는 작가의 초기 작품으로 여분의 재료가 있지 않을뿐더러 도면도 존재하지 않는 상황이었다. 작품을 전시하기 위해서는 현재 작품은 유지하되 새로 제작하는 방향이 요구되었으며, 추후 협의를 통해 재제작을 진행하기로 하였다.

4.2. Flower tree(2014)

<Flower tree>는 꽃 형태의 플라스틱 위에 페인트가 채색된 작품으로, 여러 개의 꽃이 모여 나무 형태를 나타낸다. 최정화의 작품답게 화려하고 다양한 색상을 띠며, 꽃의 특징을 살려 표현하였다. 그러나 작품은 파손되어 프레임에서 꽃이 분리되거나 부러진 형태였다. 구형을 이루는 프레임이 휘어지고 기울어져 불안정한 모습을 보였다(Figure 4).

작품이 파손된 정도가 심하여 프레임은 재제작이 요구되었으며, 꽃 역시 접합 및 복원이 필요하였다. 파손으로 인해 기존 꽃의 위치 파악이 어려웠으나 작가는 “꽃의 위치가 전시 컨셉이나 상황에 따라 바뀔 수 있으며, 이러한 과정 역시 작품의 일부”라고 언급하였다. 또한 자율적으로 보존처리를 진행하되 추후 꽃의 위치에 대한 정보가 필요할 경우에는 처리 후 모습을 기준으로 사용하기로 하였다. 최정화 작가의 작품은 전담 제작팀(스튜디오 철인)에서 제작을 진행하므로 프레임 재제작은 제작팀에 의뢰하여 진행하기로 하였다.



Figure 4. The damaged condition of 'Flower tree'.

4.3. 내일의 꽃(2015)

〈내일의 꽃〉은 총 13개의 화분으로 구성되어 있으며, 그 중 5개는 형광안료로 도장되어 있으며 나머지 7개 화분은 철녹으로 덮여 죽은 듯한 모습을 보인다. 작가는 이 작품을 통해 생사일여(生死一如)를 말하였다.

“삶과 죽음은 다 같은 것인데, 모두들 죽음과 삶을 너무 다 분리시킨다. 그래서 일부러 철을 발라 녹슬게 해서 완전히 죽은 꽃을 만들어 놓은 것이다. 또 하나는 영원한 젊음을 상징하는 플라스틱, 안료, 형광도료를 칠해서 오히려 두 개의 극(極)이 동시에 있게끔 표현하였다.”

그러나 작품의 특성상 전체적으로 철사로 연결되어 있으며, 가지에 비하여 꽃잎이 크고 무거워 하중이나 충격, 흔들림 등에 의해 꽃이나 가지에 균열이 발생하고 부러지는 등 문제가 발생하였다(Figure 5). 작품이 안정적으로 전시되기 위해서는 보강작업이 필요하였으며, 부분적으로 도료나 철녹이 박락되는 부분에 대해서도 보존처리가 요구되었다.

작가는 꽃이 떨어지거나 꺾이는 경우 철사를 보강하여 강화하도록 하였으며, 철녹 화분의 경우 열화로 인해 박락되고 상태가 더욱 악화되는 것도 작품의 일부로 받아들이는 모습을 보였다. 형광안료가 도장된 화분의 경우 박락부는 색맞춤으로 처리하는 방향으로 협의하였다.



(a) Separation

(b) Loss of paint layer

(c) Broken object

Figure 5. The damaged condition of 'Tomorrow's flower'.

Table 2. Results of Choi's interview

작가 의도	Production year	Materials
<ul style="list-style-type: none"> • '모두를 위한 예술' 지향 • 작품이 완성된 후에는 관람객의 것 • '꽃'을 주제로 다수의 작품 제작 • '어떻게 자연과 인공이 조화롭게 결합될 수 있는가' 탐색 및 표현 	슈퍼플라워 (1995)	<ul style="list-style-type: none"> • 부분 복원으로는 작품 의미 전달 불가 • 새로 제작하는 방향으로 논의 필요 • 미술관-작가 협의 통해 장기적인 보존 계획 수립 예정
	Flower tree (2014)	<ul style="list-style-type: none"> • 프레임 재제작(작가 전담 스튜디오: 철인) • 보존처리는 미술관 내에서 진행 • 꽃의 위치는 전시상황에 따라 변동 가능
	내일의 꽃 (2015)	<ul style="list-style-type: none"> • 미술관에서 자율적으로 해석 및 보존처리 진행

5. 〈Flower tree〉 보존처리

최정화의 〈Flower tree〉는 국립현대미술관 미술은행 소장 작품으로 운송 중 손상이 발생하여 작품의 전체적인 형태가 변하였으며, 작품이 다수 파손되어 보존처리가 시급하였다. 앞서 작가와의 인터뷰를 통해 작품에 대한 작가의 제작의도를 파악하고 보존처리 방향에 대해 협의하였으며, 이를 바탕으로 보존처리를 진행하였다.

5.1. 보존처리 전 상태

작품은 철제 프레임에 우레탄 수지로 제작된 꽃 오브제가 고정된 형태이다. 7종류 105개의 꽃으로 구성되어 있으며, 꽃은 각기 다른 색상으로 표현되어 있다. 작품은 운반 중 취급 부주의로 인해 작품이 낙하하면서 프레임이 휘어지고 꽃이 분리되거나 파손된 상태이다. 특히 구형을 이루는 프레임 중 4개가 구부러졌으며, 중앙의 프레임 축이 한쪽으로 기울어져 불안정한 모습을 보인다.

전체 꽃 중 절반 정도 프레임에서 분리되었으며, 일부 꽃의 경우 꽃은 탈락되고 줄기만 프레임에 남아있는 모습을 보인다. 부분적으로 꽃의 꽃잎과 수술 부분이 파손되어 편(片)으로 존재하며, 꽃 표면의 도장층이 박락되거나 마모된 모습도 관찰된다. 작품의 좌대는 스테인리스로 제작되었으며, 표면에 먼지 및 지문자국 등 얼룩이 다수 확인된다(Figure 6).

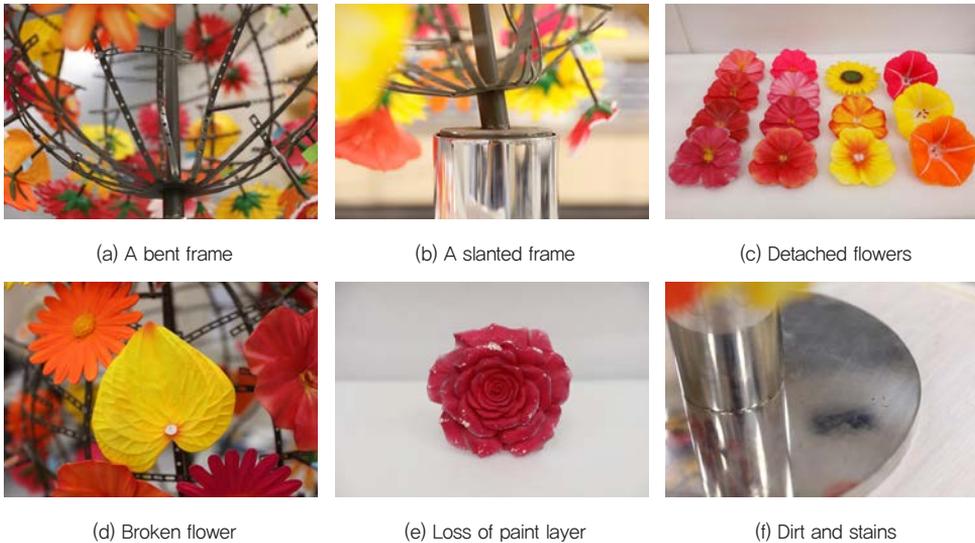


Figure 6. Details before treatment.

5.2. 작품 해체 및 건식 클리닝

보존처리에 앞서 프레임에 고정된 꽃을 해체하였으며, 꽃 제거 후 세부 프레임도 해체하였다. 프레임에서 분리된 꽃은 솔을 통해 건식 클리닝 하였으며, 파손된 꽃의 경우 각각의 파편을 찾아 따로 보관하였다.

5.3. 프레임 재제작

기존 프레임은 변형이 심하고 도장층이 다수 박락되어 프레임을 교체하기로 결정하였다. 최정화 작가의 제작팀(스튜디오 철인)에 의뢰하여 재제작을 진행하였다. 기존 프레임과 동일한 크기와 형태로 제작되었으며, 기존 프레임에 가장 유사한 색상으로 도장하여 완성하였다.

5.4. 접합 및 복원

파손된 편은 각각의 위치를 찾아 메스, 핀셋 등 소도구를 사용하여 시아노아크릴 레이트계 접착제(Loctite 401®)로 접합하였다. 일부 꽃대가 분리된 꽃은 에폭시계 접착제(Araldite®)를 사용하여 꽃대를 접합 후 고정하였다. 부분적으로 발생한 찌뭍 및 결실부는 에폭시 퍼티(Quickplastik®)를 사용하여 복원하였다.

5.5. 색맞춤

작품의 접합 및 복원 후 주변 색상에 맞춰 색맞춤을 실시하였다. 작가의 제작팀(스튜디오 철인)과의 인터뷰를 통해 제작 당시 사용한 재료의 정보 및 제작방법을 확보하였으며, 동일한 성분의 재료를 사용하여 처리하였다(Figure 7).

적색·백색·황색·녹색의 락카 페인트(노루페인트, 하이락 플러스®)를 사용하여 색맞춤을 실시하였다. 꽃은 단일 색상 및 혼합된 색상이 모두 사용되었기 때문에 각각의 꽃 색상에 맞춰 도료를 조색하여 사용하였다. 작품은 제작 당시 무광(光) 스프레이가 도포된 것으로 확인되어 페인트 조색 시 소광제를 소량 혼합하여 사용하였다.

작품의 제작방법을 참고하여 꽃잎은 스프레이 도장, 꽃자루는 붓을 사용하여 색맞춤을 진행하였다. 스프레이 도장 시 한번에 두껍게 도포하면 페인트 건조 시간이 길어지고 균열이 발생할 수 있으므로 얇게 2~3차례 도포하여 적절한 색상이 발현되도록 하였다.



(a) Interview with studio team



(b) Materials used in Choi's works



(c) Mixed paints

Figure 7. Production studio visits and interviews(a,b), mixed paint(c).

5.6. 프레임 교체 및 재조립

새로 제작한 프레임에 보존처리가 완료된 꽃을 재조립하여 고정하였다. 꽃의 재조립은 작가 인터뷰를 바탕으로 보존처리 전 사진을 참고하여 기존의 위치와 유사하게 조립하였다. 파손되어 있던 꽃은 주변 꽃의 종류와 작품의 형태를 고려하여 배치하였으며, 모든 꽃이 고정된 후 작품은 원형의 꽃나무 형태를 갖추었다(Figure 8, Table 3.4).

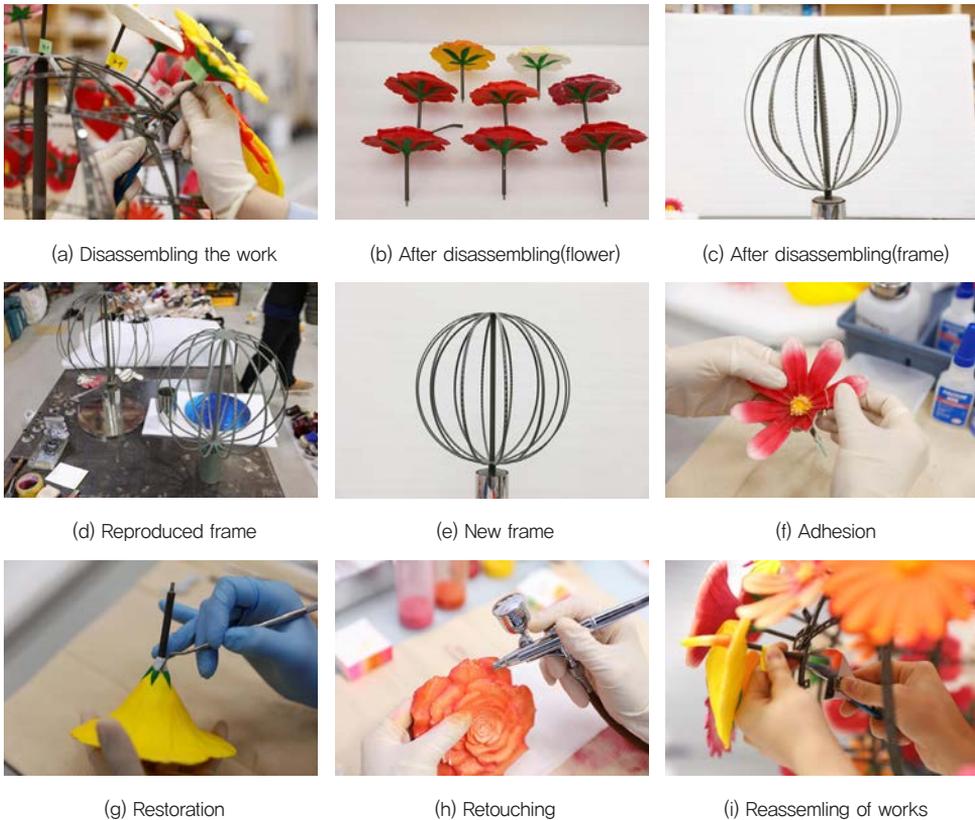


Figure 8. The process of conservation treatment.

Table 3. Compared before and after treatment

Before	After
 A spherical sculpture made of a wire mesh frame, densely packed with colorful artificial flowers in shades of red, orange, yellow, and pink. It sits on a silver cylindrical base. A color calibration chart is visible to the right.	 The same spherical floral sculpture as in the 'Before' image, but the colors appear more vibrant and saturated, particularly the reds and oranges.
 The floral sculpture from a different angle, showing the side profile. The wire mesh and the arrangement of flowers are clearly visible.	 The same floral sculpture from the same angle as the 'Before' image, showing the effect of the treatment on the color saturation.
 The floral sculpture from a three-quarter view, highlighting the depth and texture of the flower arrangement.	 The same floral sculpture from the same three-quarter view, with enhanced color vibrancy.
 The floral sculpture from a front-facing perspective, showing the full circular arrangement of flowers.	 The same floral sculpture from the same front-facing perspective, demonstrating the overall improvement in color appearance.

Table 4. Compared detail parts before and after treatment

No.	Before	After
No.1		
No.2		
No.3		
No.4		
No.5		

6. 결론

현대미술은 재료적, 기법적으로 매우 다양하며 작가의 의도에 따라 작품은 물질적인 요소, 비물질적인 요소가 작품을 구성하기도 한다. 여러 형태의 현대미술 작품을 보존하기 위해서는 작품에 대한 이해와 새로운 접근방식이 요구되며, 무엇보다 작가의 제작 의도를 파악하는 것이 가장 중요한 부분이라 할 수 있다.

본 연구에서는 최정화 작가를 대상으로 인터뷰를 진행하였으며, 이를 통해 국립현대미술관에 소장되어 있는 작가의 작품 〈슈퍼플라워〉(1995), 〈Flower tree〉(2014), 〈내일의 꽃〉(2015)에 대한 자료를 수집하였다. 작가는 모두를 위한 예술을 지향하고 있었으며, 특히 “작품이 완성된 이후에는 작가가 아닌 관람객의 것”이라는 작가와의 인터뷰를 통해 예술에 대한 작가의 가치관을 알 수 있었다. 또한 각각의 작품에 대한 작가의 제작의도를 확인하였으며, 재료 및 제작방법, 작품의 초기 모습 등 작품과 관련된 정보 수집 및 보존 방향에 대한 협의를 진행하였다.

이를 바탕으로 작품에 필요한 보존방안을 마련하였으며, 그 중 〈Flower tree〉는 보존처리를 실시하여 작품 본래의 모습을 찾을 수 있었다. 작품을 구성하는 꽃의 대부분이 부러지거나 분리되어 원래의 모습을 확인하기 어려웠던 〈Flower tree〉는 파편의 경우 접합 및 복원을 실시하였으며, 위치를 알 수 없는 꽃은 작가의 의견을 반영하여 새롭게 조립함으로써 작품이 온전한 형태를 갖도록 하였다. 또한 작가 및 제작팀과의 인터뷰를 통해 작품 제작 당시 사용한 재료 및 제작방법을 참고하여 보존처리를 안정적으로 수행하였다.

이러한 작가 및 관련 전문가와의 협업은 재료적, 방법적으로 다양한 현대미술 작품을 보존하는데 필수적이며, 이를 위한 작가 및 작품에 관련된 자료 아카이빙의 중요성은 더욱 높아질 것이다. 또한 수집된 자료들은 작품의 보존처리 뿐만 아니라 여러 연구에 활용 가능하며, 더 나아가 이러한 과정을 통해 보존처리에 대한 객관성, 당위성이 마련되는 만큼 보존을 위한 협업 및 교류가 더욱 활발히 진행되어야 할 것으로 생각된다.

본 연구는 작가와의 인터뷰를 통해 작가의 제작의도 및 작품 보존에 대한 작가의 의견을 확보할 수 있었으며, 향후 최정화 작품의 보존처리를 위한 기초자료로 활용 가능할 것으로 기대된다.

REFERENCES

Baek, J.S., 1999, Choi Jeong Hwa—The joyful conspiracy of commonness and heresy, *Monthly Art Magazine*, 1999.1

Chin, Y.E., Kang, S.W., 2007, Expansion in the concept of contemporary art and its educational significance, *Art education research review*, vol.21, no.3, 27–33. (in Korean with English abstract)

David Elliott, 2019, CHOIJEONGHWA An endless cycle of birth, death and rebirth, *MMCA Hyundai Motor Series 2018: CHOIJEONGHWA—Blooming Matrix*, National Museum of Modern and contemporary Art, Korea, 389–390.

Fumio Nanjo, 2019, The sublime in everyday life : The art of CHOIJEONGHWA, *MMCA HyundaiMotor seires 2018: CHOIJEONGHWA—Blooming Matrix*, 397.

Koh, D.Y., 2012, Tge emergence of retro culture in the 1990s and Jeonghwa Choi’s plastic paradise, *Korean society of basic design & art*, vol.13, no.6

Kwon, H.H., Lee, J.S., 2020, Collaboration with stakeholders for conservation of contemporary art, *Journal of conservation science*, vol.36, no.1, 37–38. (in Korean with English abstract)

Lydia Beerkens et al., 2012, The artist interview, for conservation and presentation of contemporary art. *Guidelines and pratice*, Japsam books.

The Creators Project : Choi Jeong Hwa, <http://thecreatorsproject.com/creators/choi-jeong-hwa> (2018.8.19.)

국립현대미술관 소장 작가미상 풍속도 병풍의 재질분석 및 보존처리

최혜송, 최남선, 김태휘, 박영아*, 김미나¹

국립현대미술관 작품보존미술은행관리과, 국립가야문화재연구소 학예연구실*

Material Analysis and Conservation Treatment of Genre Painting Folding screen
by Unknown painter in National Museum of Modern and Contemporary Art

Choi Hye Song, Choi Nam Seon, Kim Tae Hwi, Park Yeong A*, Kim Mi Na¹

National Museum of Modern and Contemporary Art, Cheongju, 28501, Korea

¹Corresponding Author: chunsa1213@korea.kr, +82-043-261-1507

초록 보존처리 대상인 풍속도 병풍은 국립현대미술관에서 자료로 소장하고 있는 작가, 연도미상의 작품이다. 병풍의 미술사적 선행연구 결과, 그림과 화제의 내용은 <오률행실도(五倫行實圖) 권1>의 효행고사에 관한 내용으로, 그림의 작가는 미상이나 화제(畫題)의 낙관(落款)으로 글씨는 서예가 김중현(金忠顯)의 것임을 알 수 있었다. 병풍 전체의 곰팡이 및 습기 얼룩과 찢김 등의 손상이 심한 상태로 보존처리를 실시했으며, 재료에 대한 재질분석 또한 진행하였다. 재질 조사 결과, 그림 바탕에 사용된 직물은 견으로 판단되어 보존처리에 적용할 유사한 직물을 비교 및 확인하였으며, 안료의 종류를 추정하기 위한 XRF 및 Raman 분석에서 작품의 연대를 조선 후기 이후로 추정할 수 있었다. 과학적 조사를 통한 결과를 토대로, 유사한 재료를 사용하여 작품을 효과적으로 보존처리 하고자 하였다.

주제어: 작가미상, 풍속도 병풍, 재질분석, 보존처리

Abstract <Genre painting folding screen> is a work of unknown artist collected by the National Museum of Modern and contemporary Art in charge of preservation and management of works in the Korean Cultural Foundation's 'Korea House'. As a result of a prior study of the art history of folding screen, the painting and the contents of the topic were about the filial piety examination of <Oryunhaengsildo Vol. 1>. The signature of text, indication that calligraphy belonged to Kim Choon-hyun. Preservation treatments was performed with severe damage such as mold, moisture stains. and tears throughout the folding screen and material analysis was also conducted. As a result of the material

investigation, similar fabrics for preservation treatment were compared and verified as sill. And XRF and Raman analysis to estimate the type of pigment allowed the date of the work to assumed after the late Joseon Dynasty. Based on the results of scientific research, similar materials were used to effectively preserve the work.

Keyword: An unknown painter, Hyojado(孝子圖), Material analysis, Conservation

1. 서론

국립현대미술관 소장 작가미상의 6폭 병풍은 한국문화재재단에서 관리전환된 것으로 2개의 6폭 병풍으로 구성된 총 12폭의 작품이다. 작가 및 연도는 미상이며 그림 상단의 화제(畫題)의 낙관(落款)으로 화제는 서예가 김충현이 묵서(墨書)한 것임을 알 수 있다.

곰팡이로 인한 오염과 습기얼룩 그리고 찢김 등 보존처리 전 상태의 훼손도가 심한 작품이었다. 보존처리를 진행하기 전, 그림과 화제의 내용에 대한 선행연구를 실시하였으며, 효행고사(孝行古事)를 묘사한 작품임을 확인하였다(Table 1).

Table 1. The contents of each text and painting

	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
Text	왕천익수 (王薦益壽)	설포쇄소 (薛包庖掃)	민손단의(閔損單衣)		왕상부빙(王祥剖啣)	
Painting	왕천익수	석진단지 (石珍斷指)	설포쇄소	숙경방약 (叔謙訪藥)	민손단의	왕상부빙

[오륜행실도(五倫行實圖) 권1]에 기록된 효행에 관련된 이야기이며, 나란히 부착된 각 그림과 화제의 내용이 일치한다. 그러나 화제의 해석에서 4개의 이야기만 기술되어 있던 것과 달리, 그림은 각 6개의 이야기가 묘사되어있었다. 이는 같이 수집되었던 또 다른 6폭 병풍의 내용과 연결되는 것으로 생각되며, 완벽한 작품 내용의 해석을 위해서는 나머지 병풍의 조사연구가 진행되어야 한다.

보존처리 진행에 앞서, <풍속도 병풍>의 장황형태 및 과학적 재질분석을 통해 재료적 특성을 파악하고, 이를 바탕으로 실시한 보존처리 전 과정에 대해 서술하고자 한다.

2. 〈풍속도 병풍〉의 장황형태

〈풍속도 병풍〉은 비단 채색작품으로 그림의 상단에 화제를 붙이고 하늘색 윤선과 흰색 비단으로 회장하였다. 청색 무늬비단으로 상단과 하단부를 회장하고, 흰색-갈색-적색의 병풍 띠를 각 폭의 사방에 둘렀다(Figure 1a, b). 이는 조선후기 병풍 장황의 유형 중 하나로 볼 수 있다(Han *et al.*, 2005). 병풍틀 뒷면의 거죽천은 청색의 면으로 감싸고 첫 번째와 마지막 폭을 제외한 제2-5폭의 뒷면은 태지(苔紙)를 붙여 마감하였다(Figure 1b, e). 병풍은 조선시대에 주로 보이는 병풍 발의 형태가 아닌, 약 1.5×2.0(h)cm 두께의 나무 테로 사방 테두리를 감싼 양식이다(Figure 1d). 이러한 형식은 주로 일본의 병풍에서 보이는 장황형태로, 〈풍속도 병풍〉은 한국과 일본의 방식이 혼용되는 근현대에 제작된 것으로 추정된다(Park, 2018).

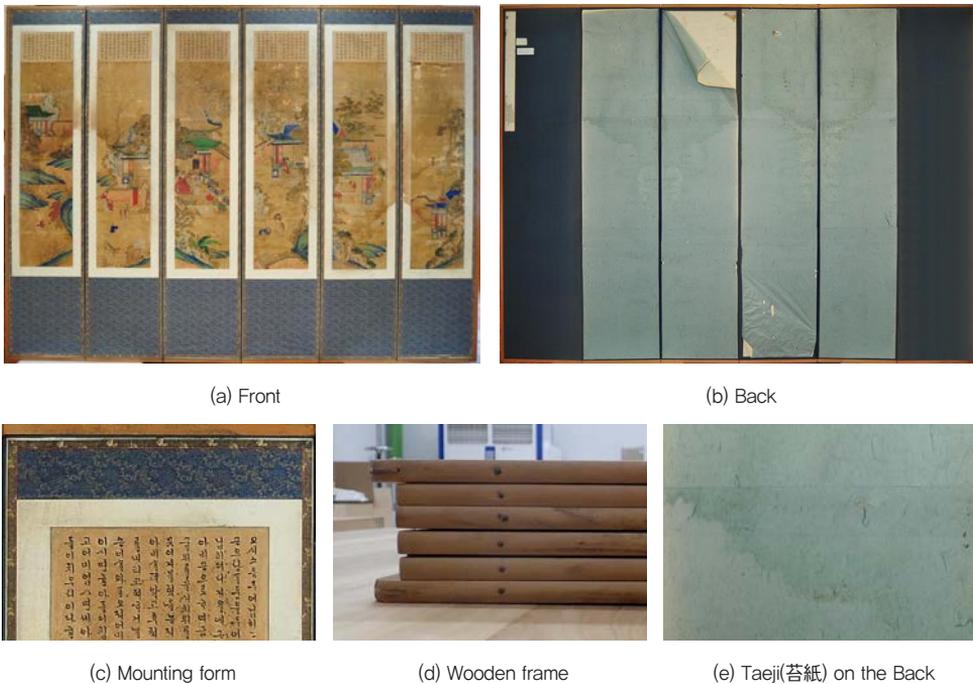


Figure 1. 〈Genre painting〉 folding screen¹, National Museum of Modern and Contemporary Art.

3. 과학적 조사 및 분석

3.1. 식물 분석

3.1.1. 분석 대상

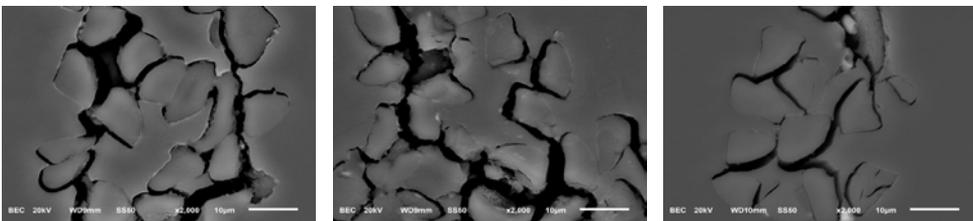
〈풍속도 병풍〉 작품에 사용된 식물의 정확한 재질을 파악하고 그에 따른 보존처리를 진행하기 위해 작품 해체과정에서 채취한 시료를 사용하여 분석하였다.

3.1.2. 분석 방법

주사전자현미경(SEM, Scanning Electron Microscope, JSM-6610LV, Jeol, JPN)으로 작품 식물 시료 분석을 진행하였다. 시료를 Carbon 테잎 위에 올려 Gold 코팅해 전처리한 후 분석을 진행하였다. 분석조건은 가속전압 20 kV, Working distance 9-10mm, Spot Size 50으로 진행하였으며, 섬유 단면 샘플은 BSE(Back Scattered Electron) 모드로, 측면 샘플의 경우 SEI(Secondary Electron Image) 모드로 관찰하였다.

3.1.3. 분석 결과

SEM으로 그림 바탕에 사용된 식물의 단면을 분석한 결과, 제1-6폭의 식물 단면이 모두 동일한 형태를 이루고 있는 것을 관찰하였다(Figure 2). 여섯 폭 모두 10 μ m 내외의 삼각형태를 이루고 있는데 정련견에서 보이는 세리신을 제거한 피브로인의 형태적 특성과 유사하다. 〈풍속도 병풍〉에 사용된 그림 바탕 식물이 견임을 확인하였다.



(a) 1st

(b) 2nd

(c) 3rd

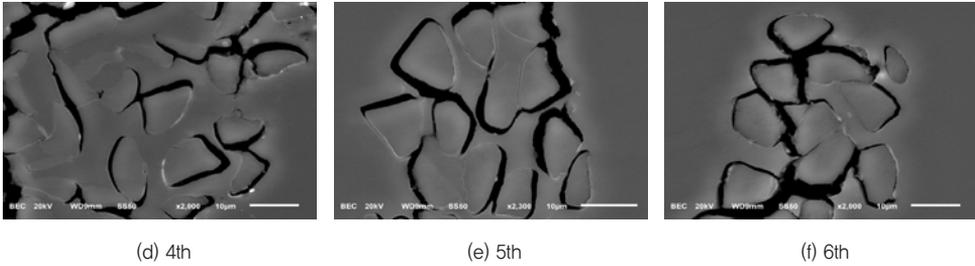


Figure 2. SEM images of painting silk ($\times 2000$).

바탕 견의 직조형태는 실체 현미경(DG-3, Scalar, JPN)으로 관찰하였다. 직조 형태는 경위사(經緯絲)가 각각 한 올씩 번갈아 짜여져 있는 형식으로 평직(平織)임을 알 수 있었다(Sim, 2002). 그림의 결실부 보존처리를 위해 직조 형태가 같은 평직물을 선정하였다(Figure 3).

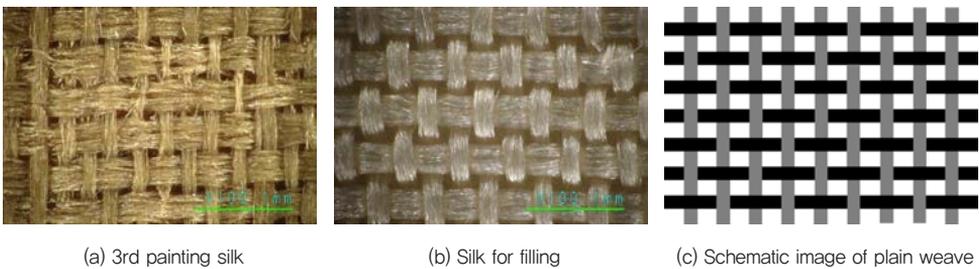


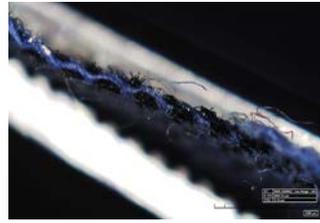
Figure 3. Microscopic images of silk ($\times 100$).

병풍 겉싸개 직물은 표면을 현미경(RH-2000, Hirox, JPN)으로 관찰하여 청색 섬유와 흑색·녹색 섬유가 가로·세로 방향으로 교차해 짜여있는 직조 형태임을 확인할 수 있었다(Figure 4).

SEM 관찰 결과, 가로 방향으로 위치한 청색 섬유의 단면은 편평한 관상으로 중앙에 중공(中空)이 있으며(Kim, 2000), 측면에서 면섬유에 주로 보이는 섬유의 꼬임을 확인하여 면섬유로 판단되었다(Table 2). 흑색과 녹색 섬유는 단면에서 일정한 크기의 다각형 및 삼각형(trilobal) 형태를 이루고 있어 합성 섬유의 일종으로 추정된다.



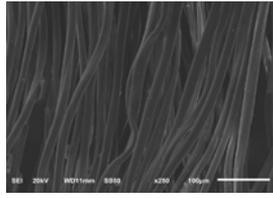
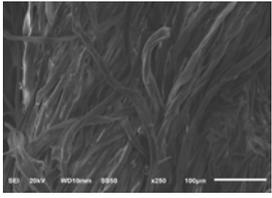
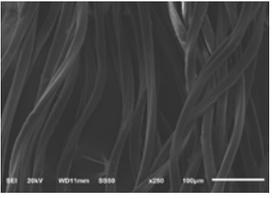
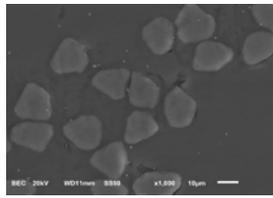
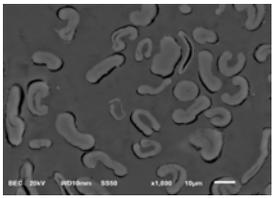
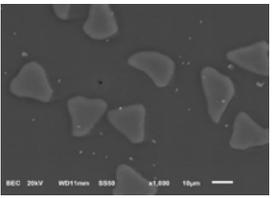
(a) Surface observation of mounting silk



(b) Cross section of silk

Figure 4. Microscopic images of folding screen mounting silk.

Table 2. SEM images of folding screen mounting silk

	Black fiber	Blue fiber	Green fiber
Longitudinal section (×250)			
Cross section (×1000)			

3.2. 안료 분석

3.2.1. 분석 대상

바탕 및 채색으로 사용된 안료 종류의 분석을 위해, 각 색상별로 포인트를 선정하여 비파괴분석을 실시하였다. 녹색 안료의 경우, 작품의 해체과정에서 자연 탈락된 시료가 있어, 파괴분석법을 추가 진행하였다.

3.2.2. 분석 방법

X-선형광분석기(XRF, X-ray Fluorescence Spectrometer, DPO-2000, Olympus, USA)를 사용하여 안료의 성분 분석을 진행하였다. XRF 분석은 측정면적

2mm에서 Rh target을 사용하여 40kV Aluminium filter 15sec, 10kV no filter 15sec의 조건으로 분석하였다.

측정 위치는 바탕 위의 안료와 원료를 구분하고, 색상별 재료 특성을 확인하기 위해 바탕(BG), 흑색(Bk), 백색(W), 적색(R), 황색(Y), 청색(B), 갈색(Br), 금색(Gold), 녹색(G) 등 9가지 위치를 측정하였으며, 본문에서는 색상별로 대표성을 보이는 2-3 포인트의 데이터만 제시하였다(Figure 5).

녹색 안료는 추가로 라만분광분석(Raman Spectrometer, LabRAM HR, Horiba, JPN)과 주사전자현미경(SEM), 에너지 분산형 분광 분석(EDS: Energy Dispersive X-ray Spectroscopy, X-Max, Oxford Instruments, UK)을 이용하여 분석하였다.

라만분광분석의 분석 조건은 레이저 파장 532nm, 장비 스펙 2400Grating 기준 0.33cm^{-1} 이며, <풍속도 병풍>작품의 안료 분석에서는 600Grating의 조건으로 실시하였다.

SEM의 분석조건은 가속전압 20kV, Working distance 11mm, Spot Size 50, SEI 모드로 관찰하였으며, EDS 분석 조건 또한 SEM과 같은 방식으로 진행하였다. 분석 전, 시료를 Carbon 테잎 위에 올린 후 Gold 코팅하여 전처리하였다.



Figure 5. Analysis points of pigments by color.

3.2.3. 바탕 및 채색 안료 분석 결과

XRF 분석 결과, 모든 분석 위치에서 황(S)과 규소(Si)가 높게 측정되는 것을 확인하였다. 작품 그림에서는 알루미늄(Al), 황, 규소, 칼슘(Ca) 등의 원소가 검출되었다(Table 3).

흑색 안료는 바탕층에서 확인되는 원소 이외에 더 높게 검출되는 원소가 확인되지 않았기 때문에 탄소(C) 등의 경원소로 구성된 먹 등을 사용하였을 것으로 추정된다. 제1폭의 황색 안료 또한 주요 원소가 검출되지 않아 황색의 유기염료를 사용하였을 가능성이 높은 것으로 보이며, 그 외의 그림에서는 비소(As)의 함량이 다소 높게 측정되어 석황(As_2S_3)을 사용한 것으로 보인다.

백색 안료는 상대적으로 연백[$2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$]의 주성분인 납(Pb) 함량이 높게 측정되었으며, 적색 안료는 진사(HgS)의 주성분인 수은(Hg)이 높게 검출되었다. 건물 옆의 담을 열게 채색한 적색(R3) 안료는 수은의 함량이 적게 검출되고 납의 함량이 다소 높게 측정되는 것이 확인되어 연백과 진사를 사용한 것으로 추정된다.

청색 안료는 바탕층에 비해 알루미늄, 황, 규소 등의 원소 함량이 높게 측정되어 경원소를 주성분으로 하는 군청($3Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot Na_2S$)이 사용된 것으로 추측되며, 갈색 안료는 철(Fe)과 수은이 높게 검출되어 석간주와 진사가 사용된 것으로 보인다.

모든 작품의 금색 안료에서는 금(Au)이 검출되었다. 녹색 안료는 바탕층과 비교해 구리(Cu), 비소가 높게 측정되었으며, 각각 제3폭과 4폭 작품에서 채취한 시료가 있어 정확한 안료 종류를 파악하기 위해 SEM-EDS 분석 및 Raman 분석을 추가 진행하였다.

Table 3. XRF analysis results

Color	Analysis Point	Elements (ppm)									
		Al	S	Si	Ca	Fe	Cu	As	Au	Hg	Pb
Base	BG	57497	6252	125412	3009	508	ND	36	ND	ND	112
Black	Bk1	17216	15840	50524	12148	449	1249	218	ND	46	164
	Bk2	16188	20987	28111	10508	419	1634	229	ND	53	93
White	W1	ND	84179	70595	3175	357	399	1038	ND	ND	4294
	W2	ND	61824	70388	1555	309	85	746	ND	78	5195
Red	R1	5325	89478	16285	ND	184	133	56	ND	22893	76
	R2	7540	83155	12768	ND	ND	57	119	ND	21505	114
	R3	ND	70404	33742	3097	333	ND	356	ND	1872	1474
Yellow	Y1	14702	17459	30234	14063	267	220	185	ND	ND	74
	Y2	7031	41286	17565	9338	187	109	1554	ND	32	866
Blue	B1	69456	83716	131543	22939	676	300	371	ND	ND	474
	B2	70540	75517	122516	20810	992	155	443	ND	ND	494
Green	G1	ND	5762	7698	2973	211	16428	11124	ND	159	122
	G2	13331	17463	45442	5138	681	8858	4248	ND	72	556
Brown	Br1	11737	27741	34470	4551	4946	675	233	ND	1130	205
	Br2	14393	29110	31800	9867	2910	753	291	ND	664	131
Gold	Gold1	16059	42303	10942	1299	303	106	590	3279	262	30
	Gold2	15179	47518	7768	358	235	146	230	4524	405	69

3.2.4. 녹색 안료 분석 결과

SEM으로 관찰한 결과 제3폭의 박락된 녹색 안료에서 작은 공간이 채워져 배향성이 없는 흐릿한 줄무늬와 부드러운 표면을 가진 원형 구정의 형태를 보이는 것으로 확인되었다(Oh et al., 2015). 이는 Emerald Green에서 나타나는 결정형태로 더 정확한 판단을 위해 EDS 분석과 Raman 분석을 진행하였다.

EDS 분석 결과 Cu 33.38%, As 66.62% 이며, 해당 위치에 대한 Raman 분석 결과 또한 Emerald Green과 유사한 영역에서 피크가 검출되었다(Figure 6). 3폭에 사용된 녹색 안료뿐만 아니라, 제1-6폭에 사용된 녹색 안료 또한 같은 양상을 보이고 있어 <풍속도 병풍>에 사용된 녹색 안료는 구리와 비소를 주성분으로 하는 양록[$\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2) \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$]이 사용된 것으로 추정된다.

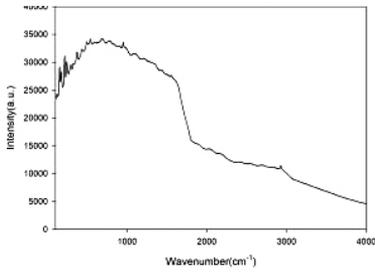


Figure 6. Raman spectrum of green pigment (3rd).

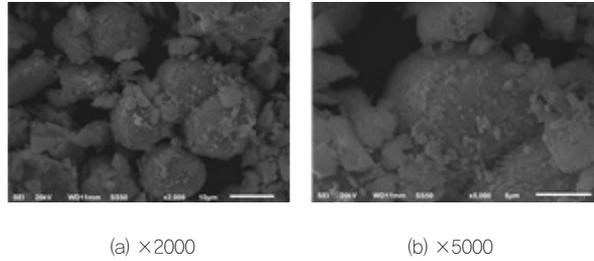


Figure 7. SEM images (3rd).

SEM으로 제4폭의 시료에서 Atacamite 결정 형태인 원형 또는 타원형의 입자들이 서로 뭉친 모양으로 비정형을 보이는 것을 확인하였다(Yoo et al., 2014)(Figure 8). EDS 분석 결과, Cu 57.82%, Cl 17.81%로 검출되었다. Raman에서는 Atacamite 분석에서 보이는 피크에 검출되어 4폭에 사용된 녹색 안료는 녹색[$\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$]으로 추측된다(Figure 9).

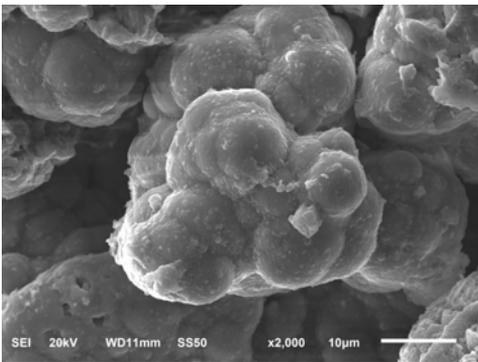


Figure 8. SEM images of 4th (x2000).

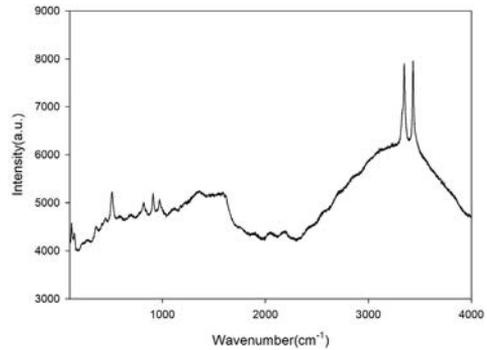


Figure 9. Raman spectrum of green pigment (4th).

4. 보존처리

4.1. 보존처리 전 상태조사

보존처리 전·후 비교 및 기록을 위한 사진촬영을 실시하고, 처리 전 손상상태를 파악하기 위해 육안상태조사를 진행하였다(Figure 10, 11).

전체적으로 습기얼룩과 굽힘이 많으며, 그림의 상단부에는 곰팡이로 인한 검은 반점이 집중적으로 분포되어 있었다. 작품 해체 과정에서 병풍 속틀과 부착 종이까지 곰팡이로 오염된 것을 확인하였다. 노화로 인한 바탕 견의 황변과 채색층 안료의 박락이 심했으며, 찢김과 결실이 다수 확인되었다. 화장비단 또한 습기로 인한 얼룩과 곰팡이의 흔적이 관찰되며, 접착력 약화로 틀에서 분리되거나 울음이 있는 상태였다. 병풍의 뒷면은 전체적으로 먼지가 많고 얼룩진 상태였으며, 태지의 찢김으로 안쪽 속틀 부착 종이 노출되어 있었다.

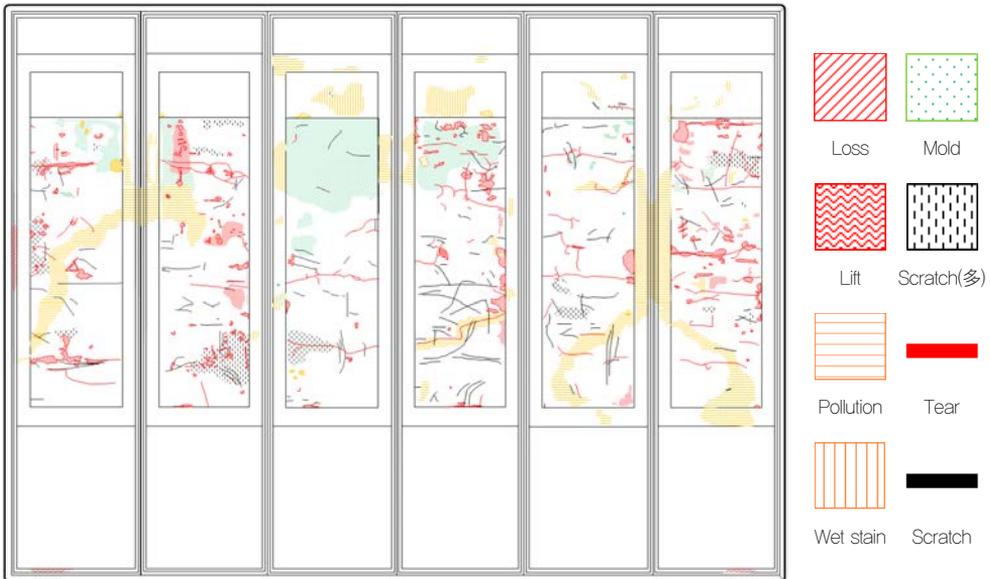


Figure 10. Image of damage type.

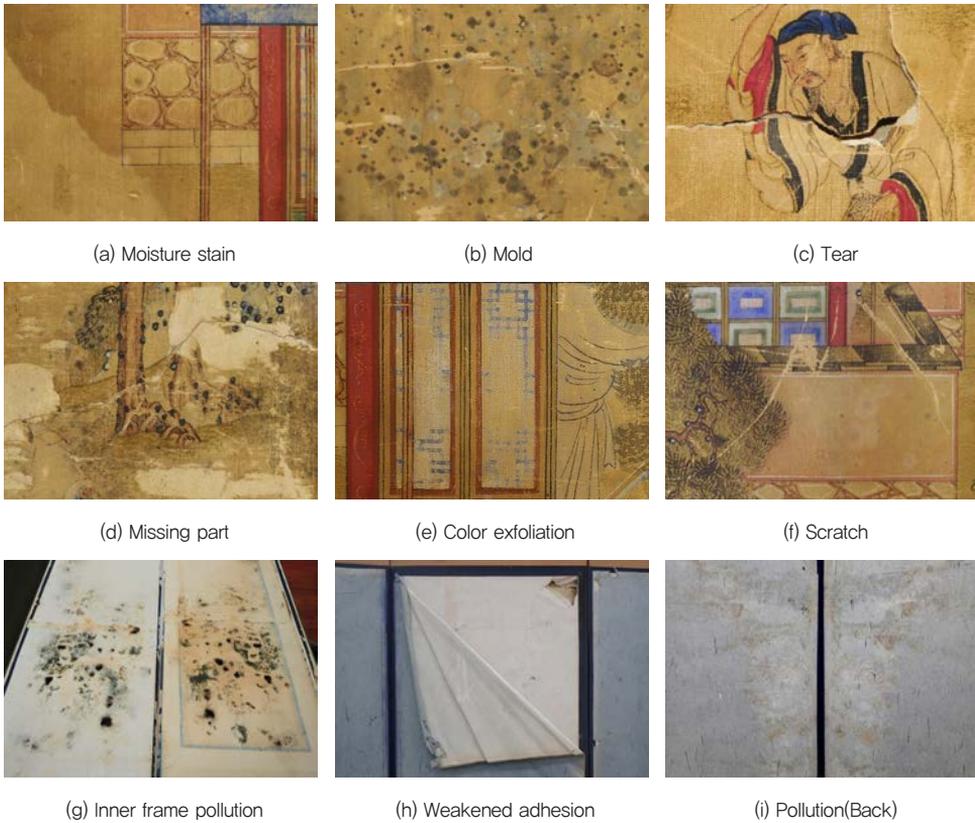


Figure 11. Damage condition.

4.2. 해체 및 클리닝

병풍틀에서 작품을 분리하기 위해, 병풍 띠→상·하회장→중(中)회장 순으로 해체하였다(Figure 12a).

〈풍속도 병풍〉은 곰팡이로 인한 오염이 심하여 해체과정에서 진공클리너를 사용하여 1차 클리닝을 진행하였다. 분리된 그림과 화제는 두께, 무게 그리고 산성도, 색도측정 및 표면 현미경 촬영 등을 통해 작품의 손상 정도를 파악하고(Figure 12b, c), 클리닝 전과 후의 변화를 비교하였다.

상태조사에 사용된 기기는 다음과 같다(Table 4).

Table 4. Condition investigation device

No.	Investigation	Device Information
1	두께	547-312, Mitutoyo, JPN
2	무게	SPX1202KR, OHAUS, USA
3	산성도	Star A211, Thermo, USA
4	색도	CM-700d, Minolta, JPN
5	실체 현미경	DG-3, Scalar, JPN



(a) Separation



(b) pH measurement



(c) Digital microscopy

Figure 12. Condition investigation.

작품표면의 먼지와 오염물질 등 기타 불순물을 제거하기 위해 건식클리닝용 파우더 (cleaning powder®, LINECO, USA)와 부드러운 붓을 사용하여 건식 클리닝을 실시 하였다(Figure 13a). 번짐 테스트를 진행하여, 화제의 먹과 인장, 그림의 채색안료의 번짐 여부를 확인하고, 안료층의 안정화를 위해 아교(播州粒膠®, Nakagawa, JPN, (10g/L) 더하기를 실시하였다 (Figure 13b). 습식 클리닝은 흡수지 위에 작품을 올려 놓고 앞에서 탈이온수(Ariosio power III, Human, KOR)를 미세분무기로 분사 하였다(Figure 13c).



(a) Dry cleaning



(b) Pigment test



(c) Wet cleaning

Figure 13. Cleaning process.

4.3. 구배접지 제거

구배접지를 제거하기 전, 열화로 약화된 바탕 견의 형태 변형과 안료 박락을 방지하기 위해 그림의 앞면에서 총 3차례 보강처리를 실시하였다(Figure 14a). 레이온지를 사용하여 1-2차 보강을 진행하였고, 닥지(0.04mm)로 3차 보강하였다. 보강용 접착제로는 우뭇가사리와 소맥전분풀을 혼합하여 사용하였다. 건조가 완료된 작품을 아크릴 작업대에 고정된 뒤, 최소한의 수분을 가하여 구배접지를 제거하였다(Figure 14b, c).

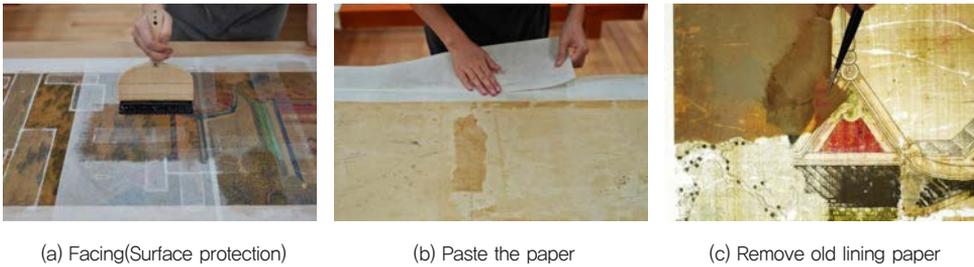


Figure 14. Conservation process (1).

4.4. 결손부 보강

결손부의 메움처리를 위해 보강용 견직물을 준비하였다. 그림의 바탕과 같은 두께와 직조형태를 가진 것으로 손상부위를 본 따 그려, 그림에 겹치지 않게 보강하였다(Figure 15).

그림 바탕의 견은 오랜 시간동안 열화되어 많이 약해진 상태로, 보강용 견직물을 비슷한 강도로 맞추기 위해 야외환경에서 3개월 정도 자연 열화하였다.

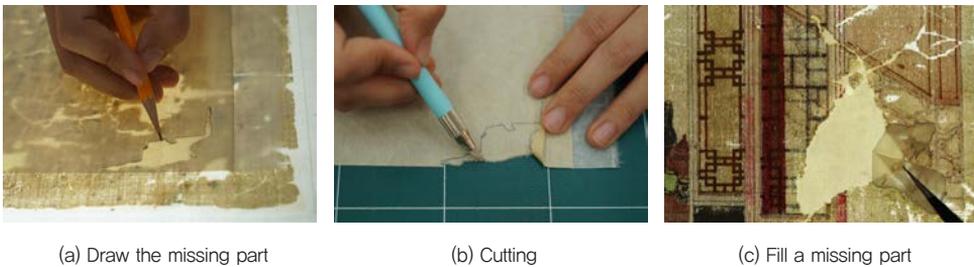


Figure 15. Conservation process (2).

4.5. 배접 및 건조

보건이 끝난 작품은 그림의 보강 및 지지를 위해 한지와 소맥전분풀을 사용하여 종이의 발 방향이 서로 교차되도록 1-3차 배접하였다. 1차 배접지의 경우, 종이의 색이 그림의 색상에도 영향을 주기 때문에, 오리나무 열매로 염색하여 사용하였다. 2-3차는 닥지를 사용하여 배접하였다(Figure 16a).

1차 배접 후 자연건조를 통해 온·습도에 따라 종이의 변형이 일어나는 것을 방지하였고, 2차 배접 후 작품의 전체적인 틀어짐을 막아주고자 건조판에서 건조하였다(Figure 16b).

보건한 결실부분은 그림의 바탕색을 기준으로 전체 분위기에 맞추어 감상에 지장이 없을 정도로 색맞춤하였다(Figure 16c). 작업 전, 안료의 발색을 위해 보건 부위에 아교수(1%)를 두 차례 포수하였다.

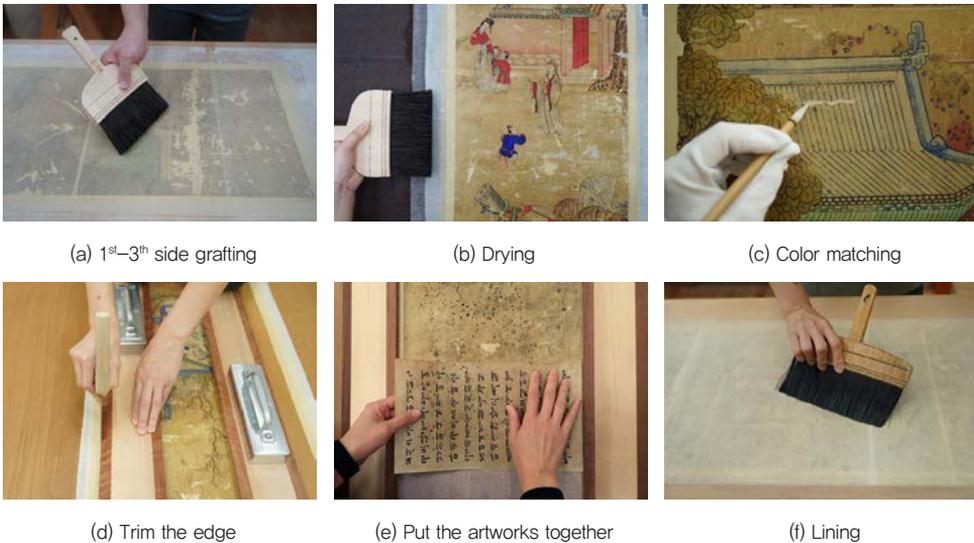


Figure 16. Conservation process (3).

4.6. 병풍 상황

기존 병풍들은 노후되고 뒤틀림이 있으며, 곰팡이로 인한 손상이 커 새로 제작하였다. 원래 작품의 상황과 유사하게 미색비단과 청록색의 상하회장비단을 부착하였다(Figure 17). 병풍에 그림→회장비단(흰색)→상·하 회장비단(청록색)→병풍 띠 순으로 부착한 뒤 병풍을 펼쳐 자연 건조시켰다.

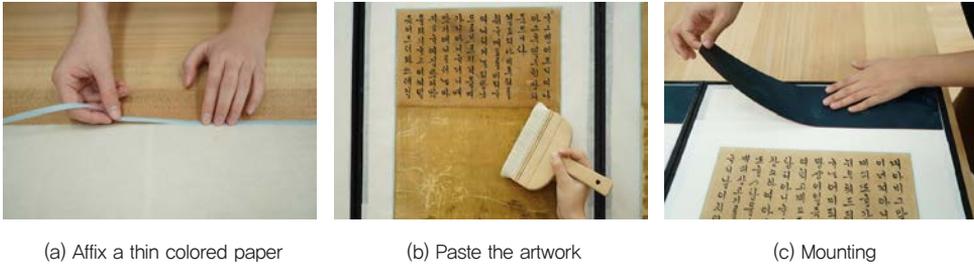


Figure 17. Mounting process.

5. 보존처리 전·후 사진

Table 5. Compared before & after conservation treatment

Full view	
Before	
After	

6. 고찰 및 결론

본 연구에서는 〈풍속도 병풍〉에 사용된 재료의 과학적 조사를 실시하고 이를 바탕으로 보존처리 방안을 수립하여 진행하였다. 병풍 전체가 곰팡이와 습기얼룩으로 오염이 심한 상태였고, 찢김 및 결실이 다수 관찰되어 보존처리가 시급하였다. 작품에 사용된 재료의 재질적 특성을 파악하기 위해 그림의 바탕 직물과 병풍의 겉싸개 직물 그리고 안료에 대한 분석 등을 실시하였다. 직물 분석 결과, 그림 바탕 직물은 견으로 확인되었으며, 병풍 장황에 사용된 겉싸개는 면이 혼합된 합성섬유가 사용되었다. 바탕 견의 직조 형태는 평직(平織)으로, 그림 결실부의 보강 재료로 같은 직조 형태의 견직물을 선정하였다.

안료 분석 결과, 흑색과 황색은 유기염료를 사용하였고, 나머지 색상에는 무기안료가 사용된 것으로 확인되었다(Table 6).

Table 6. Compositions of pigment used in the 〈Genre painting folding screen〉

Color	Pigment
Black	Organic Pigment
White	Lead White
Red	Cinnabar
Light Red	Lead White + Cinnabar
Yellow	Orpiment, Organic Pigment
Blue	Ultramarine Blue
Green	Emerald Green, Atacamite
Brown	Seokganju + Cinnabar
Gold	Gold

녹색의 경우, 제3, 4폭에서 탈락된 시료를 대상으로 SEM-EDS 및 Raman 분석을 추가 진행하여, 보다 정확한 안료의 종류를 분석할 수 있었다. 제3폭에서는 양록(Emerald Green), 제4폭에서는 녹청(Atacamite) 안료가 확인되었다. XRF 분석 결과, 제3폭 외에도 모든 그림의 녹색에서 양록의 주성분이 검출되어, 녹색의 채색안료로 양록이 대다수 사용된 것으로 보인다. 양록(洋綠)은 1870년대 개항 이전부터 서양에서 들어와 19세기 이후 회화에 주로 사용되었으며, 이를 통해 〈풍속도 병풍〉의 제작이 조선 후기 이후에 이루어졌음을 추정할 수 있었다.

보존처리는 작품의 상태조사와 해체과정을 통한 제작기법 조사 및 과학적 분석결과를 토대로 장기적인 보존이 가능하도록 보존방안과 재료를 결정하였다. 병풍은 노후되어 변형된 기존의 병풍틀 대신 속틀을 새로 제작하였고, 기존틀의 원형을 바탕으로 보존성을 고려하여, 가볍고 보온성이 좋은 오동나무로 제작하였다. 병풍의 형태는 조선식 병풍의 특징이 발이 있는 형식으로 장황하였다.

국립현대미술관 소장 <풍속도 병풍>의 재료 특성 분석 및 보존처리 과정을 통해 근·현대 시기에 제작된 병풍에 사용된 재료들을 파악하고 환경적인 요인이 작품 손상에 미치는 영향을 확인할 수 있었다. 본 작품 이외에도 근·현대 시기에 제작된 병풍에 대한 과학적인 연구와 보존처리가 진행된다면, 향후 시기별 장황 형식 변화의 정립이 가능해져, 제작연도가 불분명한 작품들에 대한 연구에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

REFERENCES

Han, J.C., Nam, Y.M., 2005, A study on Mounting of folding screen in the Late Joseon Dynasty. *Journal of Leeum, Samsung Museum of Art, Korea*, 1, 163–165.

Joe, H.J., Yoon, B.H., Jeon, Y. and Lee, H.L., 1995, *Sunjin Printing, Pulp & paper technology*, Korea, 263.

Kim, Sung. Ryul., 2000, Gyomoon Publishers, *Cladding Material Science*, Korea, 58–60.

Oh, J.S., Choi, J.E. and Choi, Y.h., 2015, Study on the Copper–Arsenic Green Pigments used on Shamanic Paintings in the 19~20th century. *Journal of Conservation Science*, 31, 205. (in Korean with English abstract)

Park, So. Hyun., 2018, A study on the Conservation and Manufacturing technique of Modern and Contemporary Folding Screen: Focused on Lee Seo–ji’s ‘Pungsogdo’, *Conservation of Art*, 4, 23–40. (in Korean with English abstract)

Sim, Yeon. Ok., 2002, *Institute of Ancient Textiles, 5,000 Years of Korean textiles*, Korea, 68–77.

Yoo, Y.M., Han, M.S. and Lee, J.J., 2014, Species and Characteristics of Particles for Traditional Red and Green Pigments used in Temples. *Journal of Conservation Science*, 30, 369. (in Korean with English abstract)

Py-GC/MS, FT-IR, EDS를 이용한 유화용 바니시의 성분 비교

이나라, 김정흠, 임성진¹

국립현대미술관 작품보존미술은행관리과

A Comparative study of painting varnish using Py-GC/MS, FT-IR and EDS

Lee Na Ra, Kim Jung Heum, Lim Sung jin¹

National Museum of Modern and Contemporary Art, Cheongju, 28501, Korea

¹*Corresponding Author: lsjrty@korea.kr, +82-43-261-1505*

초록 바니시(varnish)는 작품을 완성한 후 표면을 보호하거나 광택을 부여하기 위해 사용하는 코팅용 재료이다. 수지(resin)를 톨펜타인(turpentine)이나 알코올(alcohol)과 같은 휘발성 용매에 희석하여 사용하며, 용매가 휘발되면서 투명한 피막이 형성된다. 바니시에 사용되는 재료는 매우 다양하여 수지의 경우 댐머(dammar), 매스틱(mastic)과 같은 천연수지부터 알키드 수지(alkyd resin), 아크릴릭 수지(acrylic resin)와 같은 합성수지 또한 사용되고 있다. 바니시의 광택 종류에 따라 왁스(wax), 혹은 실리카(silica) 등의 광택 조절제(matting agent)가 첨가되기도 한다. 이처럼 바니시는 사용된 재료에 따라 특성이 상이하기 때문에 구성 성분을 파악하는 정성적 분석(qualitative analysis)이 매우 중요하다. 이에 본 연구에서는 시판되는 회화용 바니시를 대상으로 성분 분석을 진행하여 향후 실제 작품 분석의 기초자료로 활용하고자 하였다. 합성수지가 사용된 바니시를 대상으로 하였으며, 바니시에 사용된 합성수지와 더불어 무광, 혹은 반유광 바니시에 첨가되는 광택 조절제의 종류를 동정하는데 중점을 두었다.

주제어: 바니시, 정성 분석, 합성수지, 광택 조절제

Abstract Varnishes are coating materials that are applied to protect or polish the surface of artworks. They basically consist of resins and volatile solvents such as turpentine or alcohol. The materials used in varnishes vary widely, ranging from natural resins such as dammar and mastic to synthetic resins such as alkyd resin and acrylic resin. Depending on the type of gloss, matting agents such as wax or silica can also be added. Due to their variance in materials, the qualitative analysis of varnishes is highly

crucial. In this regard, the qualitative analysis on the commercial painting varnishes was conducted in this study, to build the primary database for artwork analysis. Synthetic resin-based varnishes were mainly analyzed in this study, focusing on their consisting resins and matting agents.

Keyword: Varnish, Qualitative analysis, Synthetic resin, Matting agent

1. 서론

바니시(varnish)는 작품을 완성한 후 표면을 보호하거나 광택을 부여하기 위해 사용하는 코팅용 재료이다. 작품에 적용이 용이하도록 수지(resin)를 터펜타인(turpentine)이나 알코올(alcohol)과 같은 휘발성 용매에 희석하여 사용하며, 용매가 휘발되면서 투명한 피막을 형성하게 된다(Mayer, 1991).

회화용 바니시에는 매우 다양한 재료가 사용될 수 있다. 가장 기본적인 재료인 수지의 경우 댄머(dammar), 매스틱(mastic), 샌더랙(sandarac), 셸락(shellac)과 같은 천연수지(natural resin)와 셀룰로오스 계열 수지(cellulosic resin), 알키드 수지(alkyd resin), 아크릴릭 수지(acrylic resin) 등의 합성수지(synthetic resin)가 사용되어 왔다(Mayer, 1991). 광택 종류에 따라 왁스(wax), 혹은 실리카(silica; SiO₂)와 같은 광택 조절제(matting agent)가 첨가되기도 한다(Kweon, 2020).

이처럼 바니시는 매우 다양한 재료로 구성되기 때문에 그 구성 성분을 파악하는 정성적 분석(qualitative analysis)이 매우 중요하다. 바니시의 성분을 파악함으로써 바니시가 칠해진 작품의 열화 메커니즘을 이해하고 예방적 보존 방법을 수립할 수 있으며, 세척 등의 보존처리 시 작품에 손상을 주지 않는 적절한 보존처리 재료를 선정할 수 있다. 또한 시대별, 작가별 바니시 사용 특성을 연구하여 미술사적 연구에 활용할 수 있다(Peris-Vicente et al., 2009).

이와 같은 맥락에서 현재 바니시 성분에 대한 다양한 정성적 연구가 진행되고 있다. 적외선분광분석, 가스 크로마토그래피 분석을 통해 댄머, 매스틱 등 천연수지를 분석한 사례가 있으며(Colombini et al., 2000; Azemard et al., 2014), 아크릴릭 수지, 저분자량 수지(low molecular weight resin) 등의 합성수지에 대해서도 정성 분석이 이루어졌다(Peris-Vicente et al., 2009; Bonaduce et al., 2013; Farmakalidis et al., 2016). 다만 이러한 연구들은

바니시 자체에 대한 분석이 아니라 바니시에 사용되는 수지에 대한 분석으로, 바니시 자체 특성을 분석한 사례는 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 시판되는 바니시를 대상으로 성분 분석을 진행하여 향후 실제 작품 분석의 기초자료로 활용하고자 하였다. 특히 시판되는 다양한 바니시 중 합성수지가 사용된 바니시를 대상으로 하였다. 천연수지 바니시의 경우 바니시 명칭에 수지 종류가 명시되어 있으나(뎀머 바니시, 매스틱 바니시 등), 합성수지 바니시는 수지의 종류를 명확히 표기하지 않기 때문이다. 대부분의 합성수지 바니시는 유광(gloss), 무광(matt), 혹은 반유광(satin)과 같이 광택 종류만 구분하여 유통되고 있다. 따라서 바니시에 사용된 합성수지와 더불어 무광, 혹은 반유광 바니시에 첨가되는 광택 조절제의 종류도 함께 분석하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1. 분석대상

시판되는 바니시 중 7개 제조사로부터 총 15종의 바니시를 선정하였다(Table 1). 무광 바니시 6종, 반유광 바니시 1종, 유광 바니시 8종으로 구성하였다. 슬라이드 글라스 위에 바니시를 도포한 후 먼지 유입이 차단되도록 흡후드 내에서 60일 이상 건조하여 분석에 사용하였다.

2.2. 분석방법

2.2.1. 열분해-가스크로마토그래피/질량분석(Pyrolysis-gas chromatography-mass spectroscopy; Py-GC/MS)

크로마토그래피 분석법 중 하나인 GC/MS는 바니시와 같이 다양한 성분이 혼합된 경우 각 성분을 분리, 분석하는데 용이하다. 따라서 바니시에 사용된 수지 및 첨가제의 일차적인 동정을 위해 Py-GC/MS 분석을 실시하였다(Py: Py-3030S, Frontier lab, JPN, GC: 7890B, Agilent technologies, USA, MS: 5977A, Agilent technologies, USA. 열분해기가 장착된 GC/MS를 활용하여 별도의 시료 전처리 없이 분석이 가능하였다. 분석조건은 Table 2와 같다.

Table 1. List of varnish samples

No.	Manufacturer	Finishing	Sample name
1	A	Gloss	AG1
2	A	Gloss	AG2
3	A	Gloss	AG3
4	A	Matt	AM
5	B	Gloss	BG
6	B	Satin	BS
7	B	Matt	BM
8	C	Gloss	CG
9	C	Matt	CM
10	D	Gloss	DG
11	D	Matt	DM
12	E	Gloss	EG
13	E	Matt	EM
14	F	Matt	FM
15	G	Gloss	GG

Table 2. Py-GC/MS analysis methods

PY	Furnace temperature	600°C
	Interface temperature	180°C
GC	Inlet temperature	250°C
	Split ratio	10:1
	Column	HP-5ms
	Gas	He 99.9999% (1.3 mL/min)
	Oven program	From 40°C(5 min) at heating rate of 10°C/min to 300°C(10 min)
MS	Scan range	40~550 m/z
	Source temperature	280°C
	Quadrupole temperature	150°C

2.2.2. 푸리에 변환 적외선분광분석(Fourier transform infrared spectroscopy; FT-IR)

FT-IR 분석은 유기성분의 구조 분석에 용이한 분석 방법이다. 또한 감쇠전반사법(attenuated total reflection; ATR)으로 분석할 경우 시료 전처리 없이 고체 상태의 시료를 그대로 분석에 사용할 수 있다는 장점이 있다. 단, 혼합물 중 각 성분의 분리분석이 어려워 Py-GC/MS 분석 결과를 바탕으로 데이터를 비교 검증하고자 하였다.

본 연구에서는 Micro-ATR 모드를 활용하여 슬라이드 글라스 위에 도포된 바니시를 별도의 전처리 및 채취 없이 분석하였다. 분석 횟수(number of scans) 64, 분해능(resolution) 4 cm⁻¹, 분석 범위(scan range) 4,000~650 cm⁻¹의 조건으로 수행하였다(Nicolet 6700, Thermo fisher scientific, USA).

2.2.3. 에너지분산형X-선분광법(Energy dispersive X-ray spectroscopy; EDS)

무광 바니시 중 무기 성분의 광택 조절제 첨가 여부를 확인하기 위해 주사전자현미경(Scanning electron microscope; SEM)에 부착된 EDS로 성분 분석을 실시하였다(SSEM: JSM-6610LV, JEOL, JPN, EDS: X-max, Oxford instruments, GBR).

바니시 표면을 금(gold)으로 코팅한 후 분석에 사용하였다. 저진공 조건에서 BEC(backscattered electron composition) 모드로 측정하였으며 가속전압 20 kV, 스팟 사이즈(spot size) 50, 작동 거리(working distance) 10 mm의 조건으로 분석하였다.

3. 연구결과

3.1. Py-GC/MS

E사, G사를 제외한 모든 바니시에서 n-부틸메타크릴레이트(n-butylmethacrylate; nBMA)가 검출된다. nBMA는 아크릴릭 수지 중 하나인 폴리부틸메타크릴레이트(polyn-butylmethacrylate; PnBMA)의 열분해산물이다(Learner, 2004). Figure 1은 A사 유광 바니시(AG2)의 크로마토그램으로, 머무름 시간(retention time) 9분 부근에서 nBMA의 피크가 확인된다.

A사의 유광 바니시와(AG1, AG2, AG3) C사, D사의 유광 바니시(CG, DG)에서는 nBMA만이 검출되는 반면 일부 바니시에서는 다른 성분도 검출된다. B사 유광 바니시(BG)의 경우 머무름 시간 10분 부근에서 메틸스티렌(methylstyrene)이 확인된다(Figure 2). D사 무광 바니시(DM)는 머무름 시간 20분 이후부터 사슬형 탄화수소의 피크들이 일정한 간격으로 관찰된다(Figure 3). B사 반유광 바니시(BS) 또한 검출강도는 비교적 낮지만 사슬형 탄화수소의 피크들이 확인된다. F사 무광 바니시(FM)는 메틸메타크릴레이트(methylmethacrylate; MMA)와 스티렌(styrene)이 각각 3분, 8분 부근에서 검출된다(Figure 4).

E사의 바니시 2종과 G사 유광 바니시(GG)는 nBMA가 확인되지 않으며, nBMA가 검출된 바니시에 비해 상대적으로 많은 성분이 검출된다. Figure 5는 E사 유광 바니시(EG)의 크로마토그램으로, 머무름 시간 2분대에서 시클로헥산(cyclohexane)과

시클로헥센(cyclohexene)이 검출된다. 머무름 시간 8분, 10분 부근에서도 시클로헥산 구조를 기본 골격으로 하는 성분들이 확인된다. 이와 동일한 성분들이 시판되는 수소화 탄화수소계 수지(hydrogenated hydrocarbon resin)의 Py-GC/MS 분석을 통해 검출된 바 있다(Bonaduce *et al.*, 2013).

G사 유광 바니시(GG)는 머무름 시간 1분대에서 아이소부타날(isobutanal)이 나타나고 3분 및 8분 부근에서 각각 4,5-디메틸옥사졸(dimethyloxazole)과 메틸-3-하이드록시-2,2-디메틸프로파노에이트(methyl 3-hydroxy-2,2-dimethylpropanoate)가 검출된다(Figure 6). 해당 성분들은 Py-GC/MS 분석을 통해 우레아-알데하이드 수지(urea-aldehyde resin)의 열분해산물로 확인된 바 있다(Peris-Vicente *et al.*, 2009; Bonaduce *et al.*, 2013).

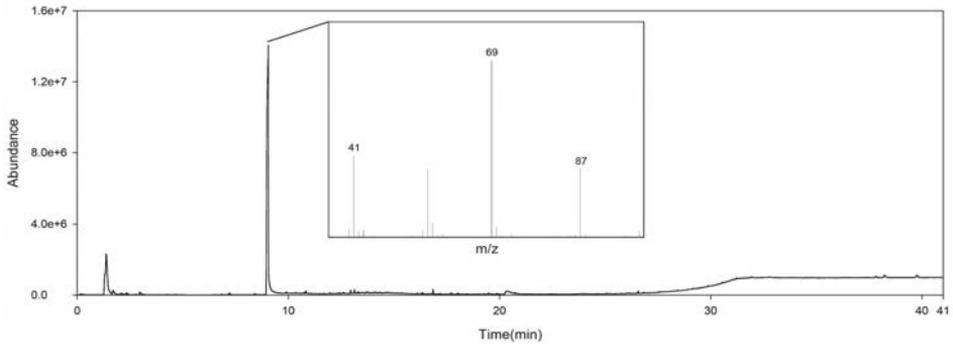


Figure 1. Chromatogram of AG2 with mass spectrum of nBMA.

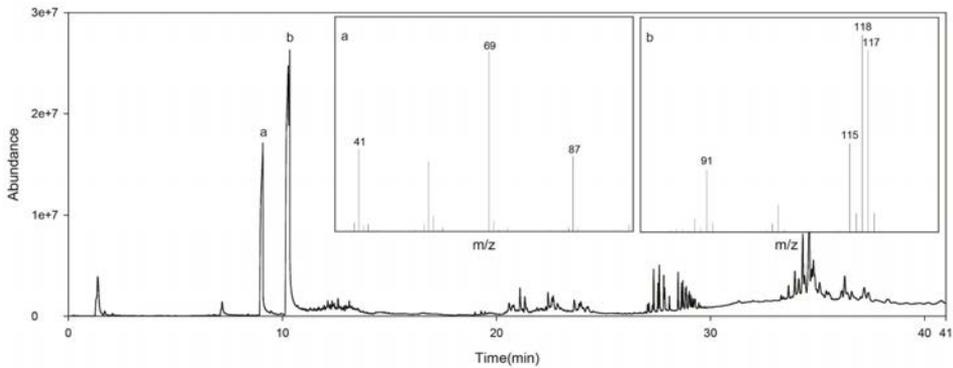


Figure 2. Chromatogram of BG with mass spectra(a: nBMA, b: methylstyrene).

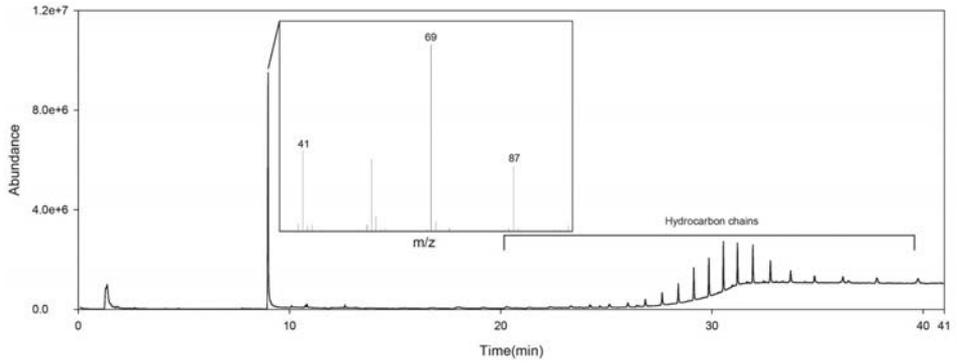


Figure 3. Chromatogram of DM with mass spectrum of nBMA.

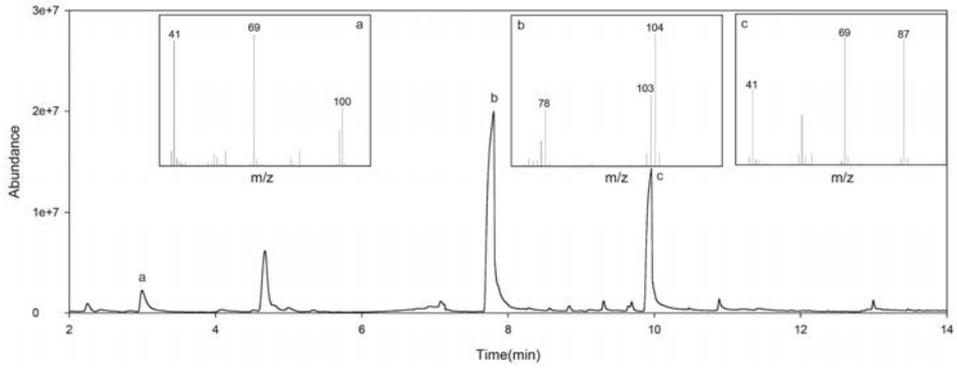


Figure 4. Chromatogram of FM with mass spectra(a: MMA, b: nBMA, c: styrene).

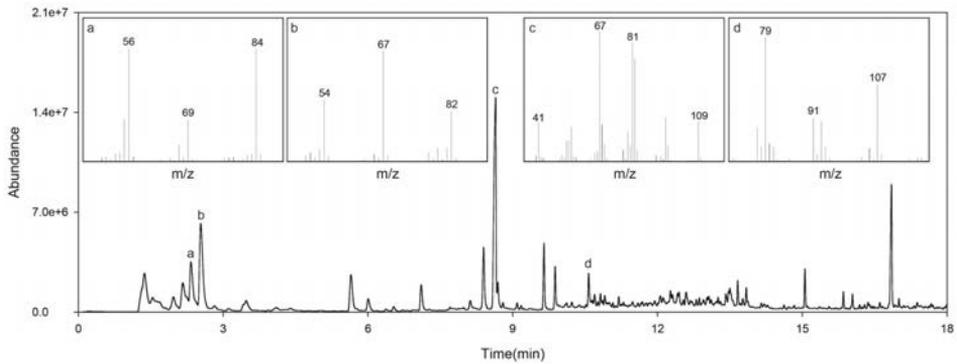


Figure 5. Chromatogram of EG with mass spectra[a: cyclohexane, b: cyclohexene, c: (1-Methylethylidene)cyclohexane, d: 3,3-dimethyl-6-methylenecyclohexene].

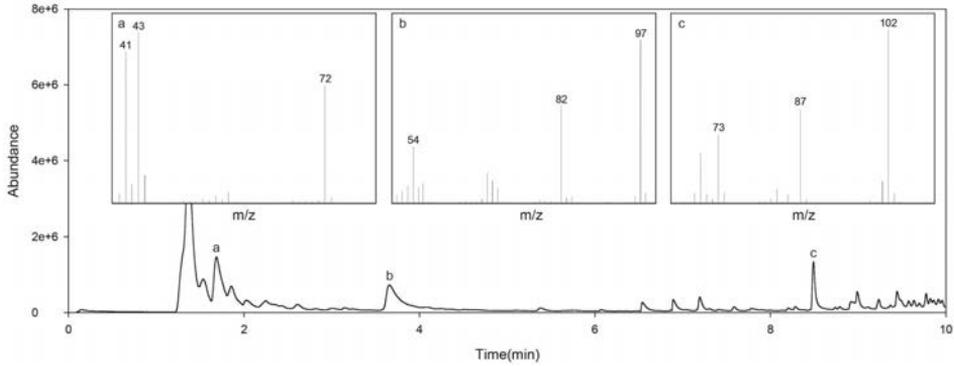


Figure 6. Chromatogram of GG with mass spectra(a: isobutanol, b: 4,5-dimethyloxazole, c: methyl 3-hydroxy-2,2-dimethylpropanoate).

3.2. FT-IR

E사, G사의 바니시를 제외한 모든 바니시에서 유사한 피크가 확인된다(Table 3, Figure 7). 3,000~2,800 cm^{-1} 에서 C-H 신축진동(stretching), 1,720~1,730 cm^{-1} 부근에서 C=O 신축진동, 1,300~1,100 cm^{-1} 의 C-O 신축진동, 995 cm^{-1} 부근의 C-H 앞뒤 흔들(wagging), 750 cm^{-1} 부근 C-H 좌우 흔들(rocking) 등의 피크가 관찰된다. 특성피크의 위치 및 각 피크의 상대적인 검출강도(intensity)가 PnBMA와 유사하다(Learner, 2004; Arunkumar *et al.*, 2017; Nasrin and Bhuiyan, 2018). 특히 A사의 바니시(AG1, AG2, AG3, AM)와 C사 및 D사 유광 바니시(CG, DG)는 PnBMA 특성피크 이외의 피크가 확인되지 않는다.

B사의 바니시 3종(BG, BS, BM)과 C사, D사, F사의 무광 바니시(CM, DM, FM)는 PnBMA 특성피크와 더불어 첨가물로 추정되는 성분의 피크가 함께 나타난다(Figure 8).

B사 유광 바니시(BG)는, 비닐톨루엔(vinyltoluene; VT)이 첨가된 바니시와 유사한 특성피크가 관찰된다(Learner, 2004; Tan *et al.*, 2010; Arunkumar *et al.*, 2017).

B사 무광 바니시(BM)와 반유광 바니시(BS), D사 무광 바니시(DM)는 3,000~2,800 cm^{-1} 영역에서 왁스 성분에서 기인한 것으로 추정되는 C-H 신축진동 피크가 비교적 강하게 검출된다(Figure 9, 10)(Svečnjak *et al.*, 2015; Baglioni *et al.*, 2018.).

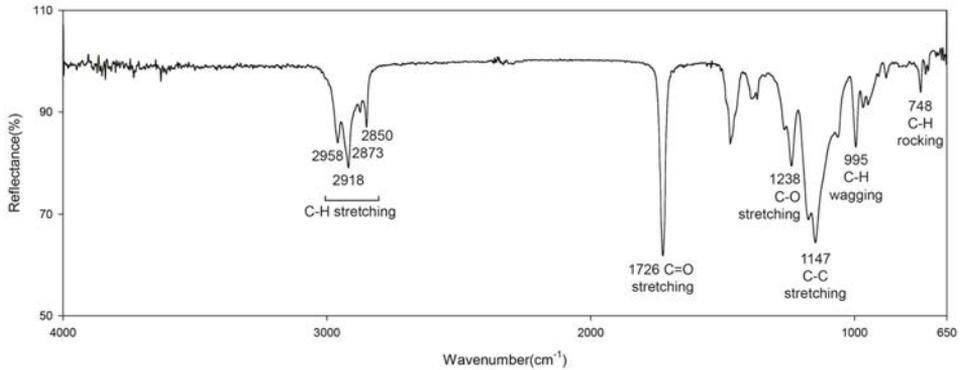


Figure 7. IR spectrum of AG2.

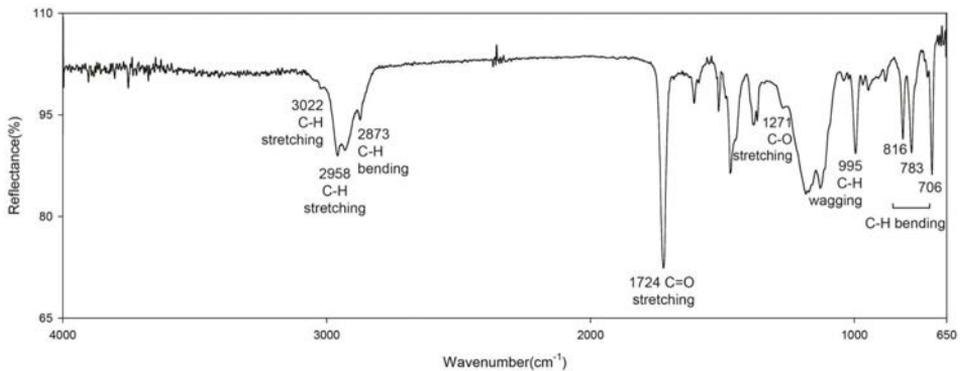


Figure 8. IR spectrum of BG.

세 바니시 모두 밀랍(beeswax)과 같은 천연 왁스에서 나타나는 C=O 신축진동 피크 (1739, 1714 cm^{-1})가 뚜렷하게 확인되지 않는 점으로 보아 파라핀 왁스(paraffin wax), 혹은 폴리에틸렌 왁스(polyethylene wax; PE wax)와 같은 합성 왁스가 사용된 것으로 추정된다.

F사 무광 바니시(FM) 또한 PnBMA의 특성피크가 확인되며, 이와 더불어 스티렌에 의한 특성피크가 관찰된다(Figure 11)(Learner, 2004; Tan *et al.*, 2010).

E사의 바니시는 유광(EG), 무광 바니시(EM) 모두 2,900~2,800 cm^{-1} , 1,400 cm^{-1} , 700 cm^{-1} 영역대에서 C-H, C-C 결합 피크가 확인된다(Table 4, Figure 12). 이는 탄화수소계 수지의 특성피크와 유사하다(Kim *et al.*, 2000). 또한 검출강도가 낮지만 1,300~1,000 cm^{-1} 영역대에서도 피크가 추가 관찰되어 시판되는 수소화 탄화수소계

수지와 동일 조건에서 분석한 결과 주요 특성피크가 일치함을 알 수 있다.

G사 유광 바니시(GG)는 1647 cm^{-1} 에서 알데하이드 구조에서 기인하는 C=O, C-H 결합 피크가 검출된다(Table 5, Figure 13). 주요 특성피크가 우레아-알데하이드 수지와 유사하다(Farmakalidis *et al.*, 2016). 또한 1,000 cm^{-1} 이하에서도 특성피크가 다수 관찰되어 시판되는 우레아-알데하이드 수지를 동일한 조건에서 추가 분석하였으며, 특성피크가 일치함을 알 수 있다. 이 영역에 해당하는 작용기에 대해서는 향후 추가적인 분석이 요구된다.

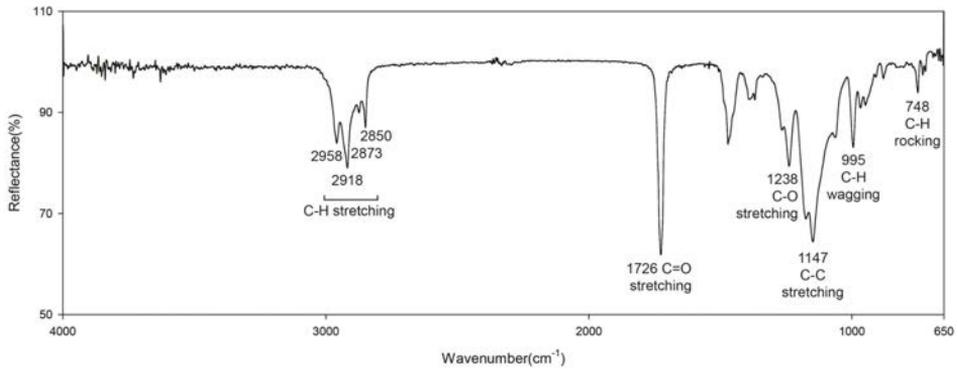


Figure 9. IR spectrum of BM.

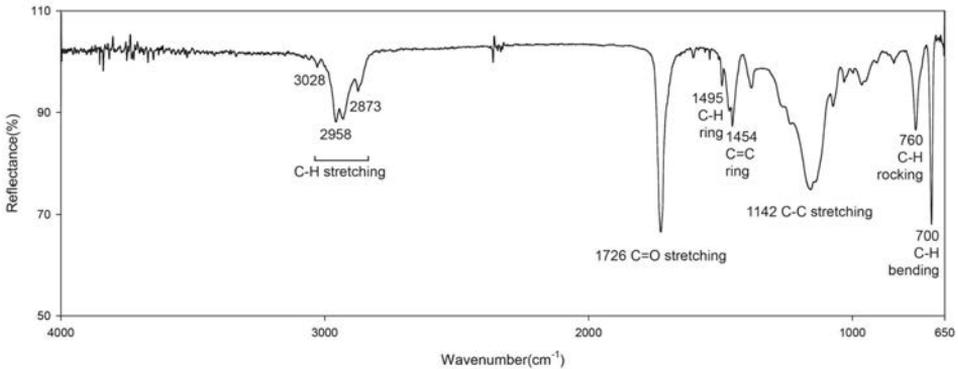


Figure 10. IR spectrum of FM.

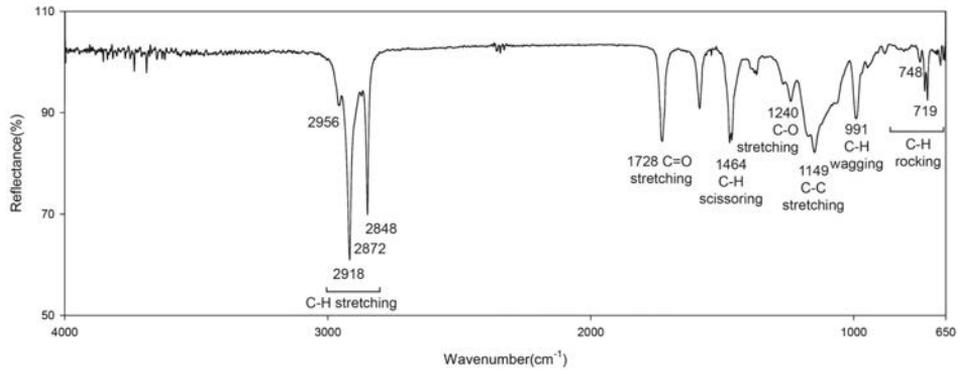


Figure 11. IR spectrum of DM.

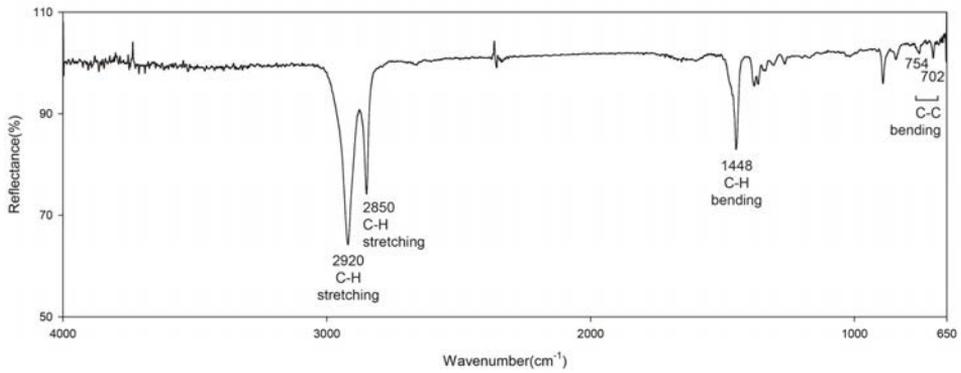


Figure 12. IR spectrum of EG.

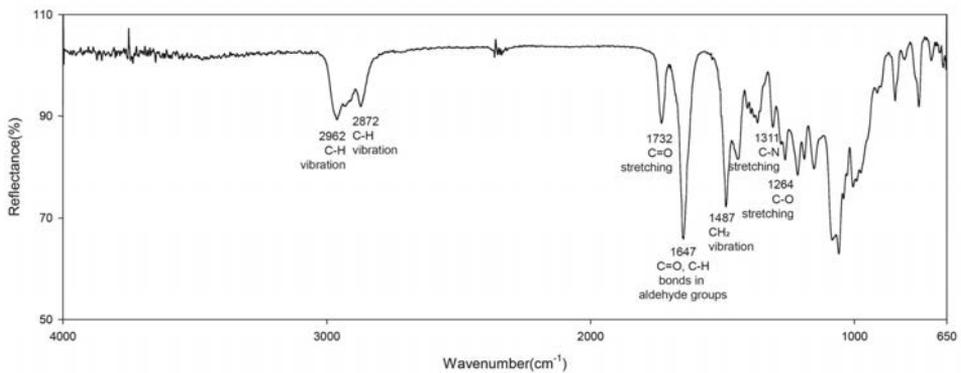


Figure 13. IR spectrum of GG.

Table 3. IR peak positions and assignments of varnish samples, PnBMA, VT, styrene and waxes

		IR peak(cm ⁻¹)											Assignments			
		Varnish samples					Literature									
AG2	BG	BM	DM	FM	PnBMA ^[1,2,3]	VT ^[1,2,4]	Styrene ^[1,4]	Bees wax ^[5,6]	Paraffin wax ^[5,6]							
	3022			3028		3020									C-H stretching	
2960	2958	2958	2956	2958	2964											C-H stretching
2933	2929			2929	2940											C-H stretching
		2918	2918					2921	2915							C-H stretching
2875	2873	2873	2872	2873	2879											C-H stretching
		2850	2848					2852	2848							C-H stretching
1726	1724	1726	1728	1726	1730			1739								C=O stretching
	1606			1603		1605	1605									C-H
	1589		1585			1583										
	1514					1514										
	1486			1495		1490	1495									C-H ring
1471	1470	1471	1471	1471	1472					1471						
			1464	1466												
	1450			1454		1457	1456									
1392	1381	1390	1377	1383	1391											C-H scissoring
1369	1367	1369	1369		1370											C=C ring
1267	1271	1265	1267		1267	1271										C-H twisting
1238		1238	1240		1242											C-O stretching

IR peak(cm ⁻¹)										
Varnish samples					Literature					Assignments
AG2	BG	BM	DM	FM	PhBMA ^[1,2,3]	VT ^[1,2,4]	Styrene ^[1,4]	Bees wax ^[5,6]	Paraffin wax ^[5,6]	
1171	1173	1174	1173		1176					C-O stretching
1147		1147	1149	1142	1151			1172		C=O stretching, C-H bending
	1128					1139				C-C stretching
				1072		1072				
1063		1065	1065	1063	1065					C-H wagging
995	995	995	991	997	996					C-H wagging
968	968	968	970	964	969					C-O symmetric stretching
947	947	949	947	949	947					
881	881	879	881		880					
	816					817				C-H bending
	783					785				C-H bending
				760			761			C-H rocking
748		748	748	750	750	744				C-H rocking
		721	719					719		C-H rocking
	706			700		706	702			C-H bending

¹: Learner, 2004, ²: Arunkumar *et al.*, 2017, ³: Nasrin and Bhuiyan, 2018, ⁴: Tan *et al.*, 2010, ⁵: Svecnjak *et al.*, 2015,

⁶: Baglioni *et al.*, 2018.

Table 4. IR peak positions and assignments of varnish samples, and hydrocarbon resin

IR peak(cm ⁻¹)				Assignments
Varnish samples		Hydrocarbon resin		
EG	EM	Literature ^[1]	This work	
2920	2918	2925	2916	C-H stretching
2850	2848	2853	2846	C-H stretching
1448	1448	1450	1446	C-H bending
1381	1379	1375	1377	C-H bending
1365	1363		1365	
1338	1338		1338	
1306	1308		1304	
1263	1263		1261	
	1167		1165	
891	891		891	
843	843		841	
754		750	756	C-C bending
702		701	702	C-C bending

¹: Kim *et al.*, 2000.

Table 5. IR peak positions and assignments of varnish sample and urea-aldehyde resin

IR peak(cm ⁻¹)			Assignments
Varnish sample	Urea-aldehyde resin		
GG	Literature ^[1]	This work	
2962	2963	2958	C-H vibration
2929		2931	
2872	2874	2870	C-H vibration
1732	1734	1728	C=O stretching
1647	1653	1647	C=O, C-H
1487	1489	1485	CH ₂ vibration
1441	1457	1443	CH ₂ vibration
1406		1404	
1392	1,390~1,369	1392	CH ₃ vibration
1381		1381	
1367		1365	

IR peak(cm ⁻¹)			Assignments
Varnish sample	Urea-aldehyde resin		
GG	Literature ^[1]	This work	
1309	1311	1308	C-N stretching
1263	1264	1261	C-O stretching
1215	1218	1215	C(CH ₃) ₂ deformation
1190		1188	
1153	1154	1149	C(CH ₃) ₂ deformation
1059		1057	
1005		1003	
991		991	
976		976	
914		914	
847		845	
810		810	
756		756	
708		706	

¹: Farmakalidis *et al.*, 2016.

3.3. EDS

무광 바니시 중 무기 성분 광택 조절제의 첨가 여부를 확인하기 위해 EDS 분석을 실시하였다. A~D사 무광 바니시(AM, BM, CM, DM)에서 규소(silicon; Si)가 검출되며, F사 무광 바니시(FM)에서도 규소가 미량 확인된다(Figure 14). 반면 B사 반유광 바니시(BS)와 E사 무광 바니시(EM)에서는 알루미늄(aluminium; Al)이 검출되고 규소는 확인되지 않는다.

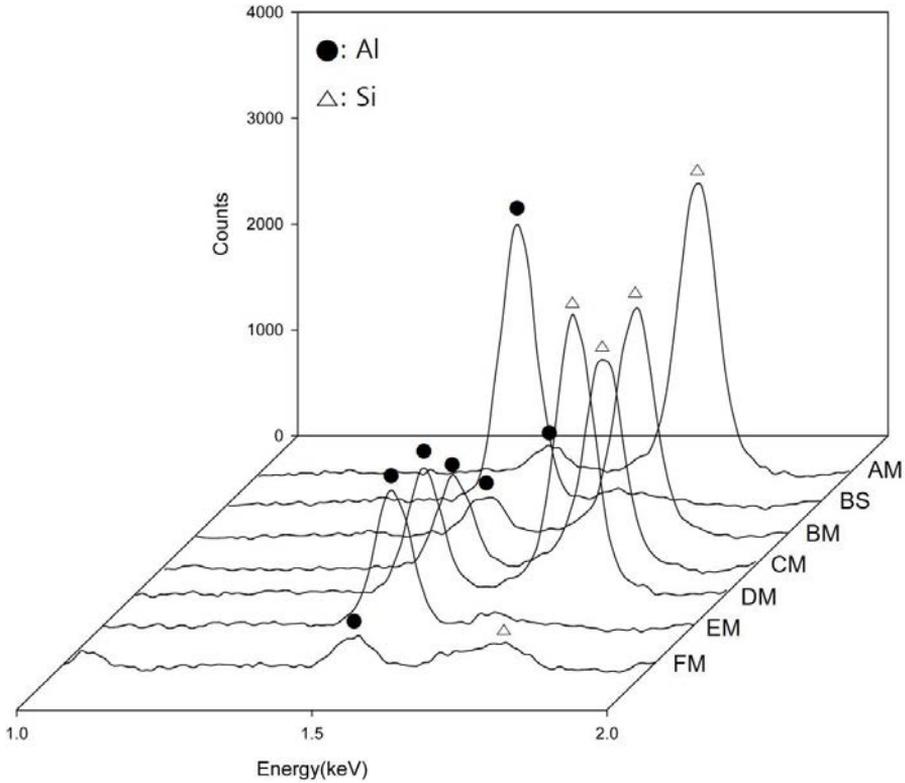


Figure 14. EDS spectra of matt and satin varnish samples.

4. 고찰 및 결론

본 연구에서는 작품에 사용된 바니시 분석의 기초자료로 활용하기 위해 시판되는 바니시를 대상으로 성분 분석을 진행하였다. 7개 제조사로부터 총 15종의 바니시를 선정하여 수지 성분을 분석한 결과, nBMA 수지가 사용된 바니시가 총 12종으로 가장 많았으며, 2종은 탄화수소계 수지, 1종은 우레아-알데하이드 수지가 사용된 것으로 확인되었다(Table 6).

아크릴릭 수지는 아크릴릭산 에스테르(acrylic acid ester), 또는 메타크릴릭산 에스테르(methacrylic acid ester)를 기반으로 하는 고분자를 통칭한다. 아크릴릭 수지의 메타크릴릭산과 n-부탄올(n-butanol)이 결합한 것을 nBMA라 하는데, nBMA가 중합하면 PnBMA가 생성된다. PnBMA가 바니시의 주성분으로 사용되기 시작한 것은 19세기 중반부터이다

(Epley, 1996; de la Rie, 1987). 다양한 아크릴릭 수지 중 황변에 강하고 탄화수소계 용매(hydrocarbon solvent)에 대한 용해성이 높고 실온과 유사한 유리전이온도(22°C)를 지녀 작업성이 좋은 장점으로 인해 바니시 뿐만 아니라 아크릴릭 물감의 매제로도 널리 사용되고 있다(Epley, 1996; Learner, 2000). 본 연구에서 분석한 15종의 바니시 중 12종의 바니시에 PnBMA 계열 수지가 사용된 것으로 분석되어 현재도 널리 사용되고 있음을 알 수 있었다.

아크릴릭 수지와 같은 합성수지가 미술재료 생산에 사용되기 시작한 이후로도 물감, 잉크, 접착제 등 다양한 분야에서 댄머, 매스틱 등의 천연수지가 지속적으로 사용되었다. 그러나 1950년대부터 천연수지와 같이 저분자량이지만 더 다양한 분자량과 극성의 선택이 가능한 저분자량 수지가 천연수지를 대체하기 시작했다(Epley, 1996). 이는 저분자량 수지가 천연수지와 유사한 광학적 특성과 물성을 지니는 동시에 천연수지보다 노화에 안정적인 것으로 판단되었으며, 하부 물감층의 채도와 광택에 미치는 영향은 적었기 때문이다(Bonaduce *et al.*, 2013).

알데하이드 수지와 탄화수소계 수지도 이러한 저분자량 수지의 일종이다. 탄화수소계 수지는 불포화 C9 이성질체(unsaturated C9 isomers), 혹은 C10 디시클로펜타디엔(dicyclopentadiene)의 중합(oligomerization)으로 생성되는 수지이다. 중합 후 수소화(hydrogenation) 과정을 거쳐 불포화(unsaturation) 구조를 제거한 수소화 탄화수소계 수지가 된다(Epley, 1996). 수소화 탄화수소계 수지는 비교적 최근에 바니시의 주성분으로 사용되기 시작하였다(Peris-Vicente *et al.*, 2009). 본 연구에서는 E사의 바니시가 수소화 탄화수소계 수지로 확인되었다. 알데하이드 수지의 경우 시판되는 것은 모두 지방족 알데하이드와 우레아의 축합체(condensation product)이다(Epley, 1996). 본 연구에서 분석한 2종의 알데하이드 수지도 우레아와 축합된 수지임을 확인하였다.

Table 6. Results of component analysis

No.	Varnish samples	Resin						Matting agent		
		PnBMA	HC ¹	UA ²	MMA	MS ³	ST ⁴	Wax	A ⁵	S ⁶
1	AG1	○								
2	AG2	○								
3	AG3	○								
4	AM	○							○	○
5	BG	○				○				
6	BS	○					○	○		
7	BM	○						○	○	
8	CG	○								
9	CM	○						○	○	
10	DG	○								
11	DM	○					○	○	○	
12	EG		○							
13	EM		○					○		
14	FM	○			○		○	○	○	
15	GG			○						

¹: Hydrocarbon resin, ²: Urea-aldehyde resin, ³: Methylstyrene, ⁴: Styrene,

⁵: Aluminum stearate, ⁶: Silica

일부 PnBMA계 바니시에서 공중합체(copolymer) 성분으로 추정되는 MMA, 스티렌 등이 검출되었다. 아크릴릭 물감의 경우 인성(toughness), 소수성(hydrophobicity) 등의 물성과 경제성을 향상시키기 위해 기본 골격이 되는 아크릴릭 수지에 MMA, 스티렌 등을 첨가한다 (Learner, 2000). 바니시 또한 물성 향상을 위해 이러한 성분을 사용한 것으로 판단된다.

광택 조절제는 크게 유기성분이 사용된 것과 무기성분이 사용된 것으로 구분된다. 왁스는 바니시의 광택을 감소시키기 위해 사용되는 유기재료 중 하나이며(Mayer, 1991), 본 연구에서는 7종의 무광 및 반유광 바니시 중 3종에서 왁스가 확인되었다.

무기성분의 광택 조절제는 일반적으로 금속 비누(metal soap)를 일컫으며, 스테아르산 알루미늄(aluminum stearate; C₅₄H₁₀₅AlO₆)이 대표적이다(Epley, 1996). 무광·반유광 바니시 7종 모두 알루미늄이 검출되는 점으로 보아 스테아르산 알루미늄이 광택 조절제로

사용된 것으로 추정된다. 이 중 5종의 바니시에서는 규소가 함께 검출되었으며, 실리카가 첨가된 것으로 판단된다. 실리카 또한 코팅 산업에서 널리 사용되는 광택 조절제이다. 광택 감소 효과가 뛰어날 뿐만 아니라 입자 크기가 다양하고 여러 매체에 분산 가능하다는 장점이 있다(Fletcher, 2002). 특히 금속 비누와 함께 사용하여 물성을 향상시키는 용도로 쓰인다(Epley, 1996).

본 연구에서는 시판되는 회화용 바니시를 대상으로 성분 분석을 실시하였다. 이를 통해 바니시를 구성하는 다양한 성분 중 기본 골격이 되는 수지 성분을 확인할 수 있었으며, 물성 향상을 위해 사용된 일부 공중합체 성분 및 광택 조절제에 대한 규명이 가능하였다. 분석 결과를 데이터베이스화하여 실제 작품 분석 시 적용 가능한 기초자료로 활용할 것이며, 향후 적절한 보존처리 계획의 수립과 작품, 작가에 대한 미술사적 연구에도 도움이 되기를 기대하는 바이다.

REFERENCES

- Arunkumar, R., Babu, R. S., Usha Rani, M. and Kalainathan, S., 2017, Effect of PBMA on PVC-based polymer blend electrolytes. *Journal of Applied Polymer Science*, 134(27), 44939.
- Azemard, C., Vieillescazes, C. and Ménager, M., 2014, Effect of photodegradation on the identification of natural varnishes by FT-IR spectroscopy. *Microchemical Journal*, 112, 137-149.
- Baglioni, M., Poggi, G., Ciolli, G., Fratini, E., Giorgi, R. and Baglioni, P., 2018, A Triton X-100-based microemulsion for the removal of hydrophobic materials from works of art: SAXS characterization and application. *Materials*, 11(7), 1144.
- Bonaduce, I., Colombini, M. P., Degano, I., Di Girolamo, F., La Nasa, J., Modugno, F. and Orsini, S., 2013, Mass spectrometric techniques for characterizing low-molecular-weight resins used as paint varnishes. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 405(2-3), 1047-1065.
- Colombini, M. P., Modugno, F., Giannarelli, S., Fuoco, R. and Matteini, M., 2000, GC-MS characterization of paint varnishes. *Microchemical Journal*, 67(1-3), 385-396.
- de la Rie, E. R., 1987, The influence of varnishes on the appearance of paintings. *Studies in conservation*, 32(1), 1-13.
- Epley, B., 1996, III. The history of synthetic resin varnishes. AIC Wiki. https://www.conservation-wiki.com/wiki/Varnishes_and_Surface_Coatings:_The_History_of_Synthetic_Resin_Varnishes (accessed 2020,12,14)

Farmakalidis, H. V., Douvas, A. M., Karatasios, I., Sotiropoulou, S., Boyatzis, S., Argitis, P., Chryssoulakis, Y. and Kilikoglou, V., 2016, Accelerated thermal ageing of acrylic copolymers, cyclohexanone-based and urea-aldehyde resins used in paintings conservation. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 16(3), 213–228.

Fletcher, T. E., 2002, A simple model to describe relationships between gloss behaviour, matting agent concentration and the rheology of matted paints and coatings. *Progress in organic coatings*, 44(1), 25–36.

Kim, J. K., Ryu, D. Y. and Lee, K. H., 2000, The aromatic hydrocarbon resins with various hydrogenation degrees Part 1. The phase behavior and miscibility with polybutadiene and with polystyrene. *Polymer*, 41(14), 5195–5205.

Kweon, H.J., 2020, Conservation study on oil painting varnish through aging and removal test, *Conservation of Art*, 6, 69–83. (in Korean with English abstract)

Learner, T., 2000, A review of synthetic binding media in twentieth-century paints. *The conservator*, 24(1), 96–103.

Learner, T., 2004, *Analysis of modern paints*. Getty Publications, Los Angeles, 7–116.

Mayer, R., 1991, *The artist's handbook of materials and techniques*, 176–222.

Nasrin, R. and Bhuiyan, A. H., 2018, Evaluation of electrical carrier transport mechanism in plasma polymerized n-butyl methacrylate thin films. *Polymer Science, Series A*, 60(6), 886–893.

Tan, W. T., Radhi, M. M., Ab Rahman, M. Z. B. and Kassim, A. B., 2010, Synthesis and characterization of grafted polystyrene with acrylonitrile using gamma-irradiation, *Journal of Applied Sciences*, 10(2), 139–44.

Peris-Vicente, J., Baumer, U., Stege, H., Lutzenberger, K. and Gimeno Adelantado, J. V., 2009, Characterization of commercial synthetic resins by pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry: application to modern art and conservation, *Analytical chemistry*, 81(8), 3180–3187.

Svečnjak, L., Baranović, G., Vinceković, M., Prđun, S., Bubalo, D. and Gajger, I. T., 2015, An approach for routine analytical detection of beeswax adulteration using FTIR-ATR spectroscopy, *Journal of apicultural science*, 59(2), 37–49.

국내외 뉴미디어 작품 보존 사례를 통한 보존방안 연구

강금만, 배건민, 권인철¹

국립현대미술관 작품보존미술은행관리과

A Study on the Conservation Method through the Case Study of New Media Art at Domestic and Abroad

Kang Geumman, Bae Geonmin, Kwon Incheol¹

National Museum of Modern and Contemporary Art, Cheongju, 28501, Korea

¹Corresponding Author: kic0050@korea.kr, +82-043-261-1474

초록 본 연구에서는 뉴미디어 작품 보존에 대한 선행연구와 국내·외 보존처리사례 및 현황을 조사하고 이를 바탕으로 작품의 보존처리 기본 지침을 제언하였다. 뉴미디어의 보존처리에 관한 이해를 돕기 위해 손상유형과 보존전략을 소개하였으며, 각 사례의 보존처리 방법을 VMN(Variable Media Network)에서 제시한 보존전략에 적용하여 분석 및 분류하였고, 국외의 뉴미디어 보존 담당자와 인터뷰를 통해 현황을 조사하여 보존처리 동향을 분석하였다. 연구 결과 뉴미디어 작품의 하드웨어 및 소프트웨어의 관리 방법과 보존처리 방법, 예비품의 수집 방법에 대한 기본 지침을 제언할 수 있었으며, 작품의 전시와 관리 방법, 정량적인 화질 측정 방법, 보존처리의 정당성, 보존처리에 따른 진본성 평가 방법 등 향후 연구가 필요한 범위를 확인할 수 있었다.

주제어: 뉴미디어 작품, 보존 사례, 손상유형, 보존전략, 보존 방법

Abstract This study is based on the previous study of new media art, case of conservation treatment, and current state of new media art to propose basic guidelines for conservation treatment. For better understanding of the conservation treatment of new media art, damage types and conservation strategies were presented, and the conservation trend was analyzed and classified by applying the conservation strategy presented by VMN(Variable Media Network). The current state was investigated and the conservation trend was analyzed through the interview with experts abroad. The study has shown basic guidelines on the management of conserving new media artworks and how to collect spares, and identified the scope of future studies including

how to display and manage artworks, the method of measuring quantitative image quality, legitimacy of conservation treatment, and evaluating the authenticity.

Keyword: New Media Artwork, Case, Damage type, Conservation strategy, Conservation method

1. 서론

1.1. 연구 배경과 목적

미디어 아트(Media Art)는 매체와 예술의 만남으로 시작되어 참여적 요소, 상호작용적인 요소 등 새로운 개념과 구성 요소들을 창출하였고, 최근에는 뉴미디어 아트(New Media Art)라는 큰 틀로 통칭하고 있다(Bae and Han, 2018). 미디어 매체의 기술발전에 영향을 받아 구성품의 단종, 노후와 같은 물리적 특성의 한계로 인해 뉴미디어 작품은 특성에 맞는 보존의 필요성이 요구되고 있다(KOFIC, 2014). 최근 세계 최대 규모의 뉴미디어 작품인 백남준 作 <다다익선> 3개년 보존·복원 사업이 진행되고, 손상된 뉴미디어 작품들이 누적되는 등 뉴미디어 작품 보존에 대한 실질적인 방안의 필요성이 대두되고 있어, 다양한 선행사례 데이터 축적과 함께 실제로 적용할 수 있는 보존처리를 위한 방안이나 매뉴얼 정립 연구가 필요한 실정이다.

본 연구에서는 뉴미디어 작품의 보존 방법에 대해 이해할 수 있도록 선행연구를 통해 보존전략과 연구 동향에 대해 살펴보고 작품에서 발생할 수 있는 손상유형을 분류하였다. 다음으로 뉴미디어 소장품의 보존처리 사례를 소개하고 보존 방법 및 현황을 조사하여, 이를 통해 도출되는 뉴미디어 작품의 보존을 위한 기본 지침을 제안하고 향후 보존처리 방법 연구와 보존·관리 표준 지침 정립의 기초자료를 제공하는 것에 연구 목적을 두었다.

1.2. 국내·외 선행연구

국외에서는 뉴미디어 아트의 상호작용적, 동적, 경험적인 특징 등이 보존의 새로운 문제로 다가온다는 점을 인식하며 작품 보존의 새로운 패러다임이 요구된다는 연구(Besser, 2001)가 진행된 바 있으며, 보존처리 사례 및 전문가들의 인터뷰를 수록한 간행물(Alain, Jon and Caithlin, 2003)을 비롯하여, 작품의 보존과 진본성(Authenticity)

개념을 다룬 연구(Laurenson, 2006)와 뉴미디어 작품 보존과 관련된 기술과 기관, 법의 역할을 다룬 연구(Richard and Jon, 2014) 등이 발표되었다. Zentrum fur Kunst und Medientechnologie(이하 ZKM)에서는 컴퓨터 기반 뉴미디어 아트의 보존 윤리, 디지털 아트의 보존 방법과 사례에 대해 소개하였다(Serexhe, 2013). 더 나아가 뉴미디어 아트 보존 연구 그룹인 Variable Media Network(이하 VNM), DOCAM Research Alliance(이하 DOCAM), Matters in Media Art(이하 MMA)의 보존 전문가들은 서로 협력하여 뉴미디어 아트 보존을 위한 연구를 진행하였다. 다니엘 랭글로와 예술·과학·기술재단과 구겐하임 미술관의 프로젝트인 VMN은 작품 보존에 앞서 매체를 파악하여 속성을 분류하는 기준을 제시하였고, 미디어아트의 장기적 보존을 위한 보존전략을 ‘저장(Storage)’, ‘에뮬레이션(Emulation)’, ‘마이그레이션(Migration)’, ‘재해석(Reinterpretation)’으로 나누어 제시하였으며(VMN홈페이지, www.variablemedia.net), DOCAM에서 이를 보완하였다.

국내에서도 뉴미디어 아트의 등장으로 일부 국내 뉴미디어 작품 소장처의 작품관리와 기준을 보완하고자 보존과 활용을 위한 기록화 전략의 중요성을 강조한 연구가 진행되었다(Lim, 2007). 또한 뉴미디어 아트 보존에 있어 새로운 개념과 그에 관한 연구 방향을 제시하는 연구가 수행되었고(Kim, 2010), 2012년 국립현대미술관에서 개최한 <다다익선-보존 어떻게 할 것인가> 학술행사에서 <다다익선>의 문제점과 보존방안(Jang, 2012)에 대해 논의하는 한편 풍피두센터와 테이트 미술관의 뉴미디어 작품 보존 사례를 설명하였다. 더 나아가 뉴미디어 작품의 진본성(Authenticity) 개념을 정리하고 VMN과 MMA에서 제안한 보존전략과 보존 사례를 소개하여 국내 상황에 맞는 표준 지침의 필요성을 제시하는 연구(Ju and Oh, 2015)와 VMN, DOCAM, MMA 세 연구 그룹의 보존전략을 분석하고 실무에 적용 가능한 방법론을 제시하는 연구가 진행되었다(Lee, 2017). 또한 이와 같은 보존전략과 사례를 종합하고 손상원인을 진단하여 실제 작품의 보존처리에 적용한 연구가 수행되었다(Kwon and Kwon, 2018).

뉴미디어 보존에 관한 선행연구들에서는 기존의 전통적인 매체를 사용한 작품과 다른 보존전략이 필요하다는 것에 공감하였으며 이에 따라 뉴미디어 작품의 특성에 따른 분류 기준 및 보존전략에 관한 연구가 진행되었다. 또한 뉴미디어 작품에 적용될 수 있는 진본성의 개념을 정립하고 이에 영향을 미칠 수 있는 보존전략에 관한 고찰 연구가

지속해서 시도되어왔다. 하지만 뉴미디어 작품에서 실질적으로 발생할 수 있는 손상유형 연구와 앞서 제시된 보존전략을 적용한 처리 방법에 관한 연구가 미비한 실정으로 실제 보존처리 사례들의 축적과 처리 방법에 관한 연구 및 이에 따라 진본성에 미치는 영향에 관한 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

1.3. 연구 방법 및 방향

뉴미디어 작품 보존에 대한 선행연구를 조사하여 연구 동향을 살폈으며, 보존처리에 대한 이해를 돕기 위해 작품에서 발생할 수 있는 손상유형과 보존전략에 대해 고찰하였다. 국내에서 진행된 뉴미디어 작품 보존처리 사례를 인터뷰, 현장답사, 문헌조사 등을 통하여 조사하였으며 각 작품의 주요 구성요소를 조사하고, 수리 내역에 대해 조사하였다. 국외에서 진행된 보존처리 사례는 뉴미디어 작품의 보존 전문성을 갖추고 있는 5개 기관 The Museum of Modern Art(이하 MoMA), The Solomon R. Guggenheim Museum(이하 Guggenheim Museum), Whitney Museum of American Art(이하 Whitney Museum), Tate Modern Gallery(이하 Tate Modern), ZKM의 보존처리 사례와 처리현황을 인터뷰, 현장답사, 문헌조사 등을 통하여 조사하였다. 각 사례의 처리 방법을 분석하여 적용된 보존전략에 따라 분류하였으며, 사례와 인터뷰를 통해 공통으로 도출되는 사항을 분석하여 기본 지침을 제언하였다.

2. 뉴미디어 작품의 손상유형과 보존전략

2.1. 뉴미디어 작품의 손상유형

뉴미디어 작품은 주로 영상, 프로그램, 조형물의 움직임, 조명의 작동과 변화 등을 통해 표현되며 이러한 표현을 위해 전자 장치가 사용된다. 따라서 손상은 전자 장치 및 소프트웨어의 기술적 요소에 의해 다양하게 발생되며 보존처리를 위해서는 손상된 구성요소에 대한 이해가 선행되어야 한다.

손상유형은 크게 영상을 투사하는 미디어 장치의 하드웨어 손상과 영상·사진 등의 소프트웨어 손상, 구동장치·조명 장치 등의 손상으로 나누어 볼 수 있다. 다시 세분하여 손상유형을 나열해보면 미디어 장치의 하드웨어 손상에는 전체적인 화면변색과 국소적인

화면변색, 일그러짐, 작동 불능 등이 있고 소프트웨어 손상에는 영상 끊김, 노이즈 발생, 영상 손실, 구동 불능 등의 손상이 있다. 구동장치 및 조명장치 등의 전기적 손상에는 합선, 누전, 작동 불능 등의 손상이 있다(Kang and Kwon, 2019).

미디어 장치의 하드웨어 손상은 주로 모니터 패널의 손상과 모니터 패널을 구동시키는 회로의 손상에서 야기되며, 손상원인은 작품의 가동에 따른 부품의 노화(老化) 및 손상, 장치 내 발생하는 열로 인한 손상, 자기장에 의한 자화(磁化), 단선(斷線), 누전 또는 접지(接地, Earth grounding) 불량, 이물질 누적, 물리적 파손 등 다양하다. CRT 모니터에서는 전자총과 전자총 히터의 손상, 수상관의 파손, 회로부의 손상 등이 발생할 수 있고(Grob and Herndon, 1999/2008), LCD, LED, OLED 모니터 등 기타 미디어 장치에서는 백라이트의 손상, 패널의 손상, 회로부의 손상 등이 발생할 수 있다.

소프트웨어의 손상은 소프트웨어상의 오류와 저장매체의 손상에서 비롯되며, 특히 손상된 아날로그 저장매체를 그대로 재생하거나 디지털로 변환하는 과정에서 영상의 노이즈(먼지, 이물질 포함) 발생과 영상의 끊김, 영상 세대 손실, 변색 등의 소프트웨어 손상을 확인할 수 있다(Jung, 2018). 또한 운영체제와 프로그램의 충돌이나 프로그램 코드의 손상, 프로그램 간의 호환성, 하드웨어와 소프트웨어 간의 호환성 문제로 소프트웨어가 구동되지 않는 손상이 발생할 수 있다.

뉴미디어 작품은 기계적 구동장치나 조명장치가 함께 활용될 수 있으며 작품의 구동과 함께 노후와 손상이 불가피하며, 대표적인 손상유형으로는 전선 피복 불량이나 납땀 불량으로 인한 누전, 합선, 소자(素子) 등의 손상으로 인한 깜빡임, 작동 불능 등이 있다.

2.2. VNM에서 제시한 보존 전략

보존 전문가는 앞서 정리한 손상유형과 보존처리 당시의 기술적 요소와 더불어 작품의 표현 의도와 진본성 유지를 고려한 뉴미디어 작품의 보존전략 설정이 필요하며, 보존전략을 결정할 때는 작품의 정보를 바탕으로 작품 관계자들 간의 협의를 진행해야 한다. 뉴미디어 아트 보존 연구 그룹인 VMN(Variable Media Network)은 작품의 특성을 분석하고 보존전략을 다음의 4가지로 제시하여 작품의 손상에 대비하고 보존처리의 방법과 범위를 설정할 수 있도록 하였다.

‘저장(Storage)’ 전략은 구성품의 노후와 단종에 대비하여 동일한 장치 또는 동일

사양의 제품을 확보해 두는 것을 의미한다. 확보된 장치는 보관 중의 손상을 막기 위해 지속적인 관리가 필요하며 확보해 둔 장치마저 작품의 보존을 위해 소진되고 단종 등의 이유로 구할 수 없다면 더 이상 같은 장치로 대체할 수 없다는 단점이 있다. ‘에뮬레이션(Emulation)’은 원작과는 다른 기술이나 수단을 사용하되 외형은 그대로 재현하는 보존 방법이다. 보존처리 시 사용되는 기술이나 수단이 작품의 원본성을 손상하지 않도록 많은 노력과 비용이 필요할 수 있다. ‘마이그레이션(Migration)’은 원본과 가장 유사하게 작품을 표현할 수 있도록 향상되는 기술에 맞추어 새로운 장비나 소프트웨어로 업그레이드하는 방법이며, 장치나 매체를 완전히 새롭게 교체하는 것이므로 작가의 의도나 원본성을 해칠 수 있으므로 주의해야 한다. ‘재해석(Reinterpretation)’은 기존의 매체를 대신하여 새로운 기술적 요소들을 적극적으로 채택하는 것으로 보존전략 중 가장 급진적인 방법이다. 작가의 동의나 보증 없이 진행될 경우 작품의 원본성을 잃게 되는 상황을 초래할 수 있지만 특정한 재료를 구할 수 없는 경우에 다른 형식이나 재료로 대체하여 상황에 따라 퍼포먼스, 설치, 네트워크 작품을 재구성하는 유일한 방법이 될 수 있다.

뉴미디어 작품의 보존처리는 손상된 작품의 처리 가능 여부를 판단하는 것으로 시작하여 사용된 매체의 사용 의도와 목적, 용도, 미적 가치에 따라 가장 적절한 보존전략이 선택되어야 할 것이며, 작품에 대한 아카이브 자료는 보존처리의 근거가 될 수 있으므로 작품의 자세한 기록은 보존전략 수립·실행과 함께 항상 병행되어야 할 것이다(Kwon and Kwon, 2018).

3. 보존전략에 따른 보존처리 사례

현재까지 국내외에서 실시된 뉴미디어 작품의 보존처리 사례를 조사하고 처리 방법을 분석하여 VMN에서 제시한 보존전략에 따라 대표사례를 소개하고자 한다. 작품의 보존처리에 있어 한 가지의 보존전략이 사용되는 것은 아니며, 각 처리 방법은 해석에 따라 다른 전략으로 분류될 수 있으나 본 연구에서는 작품 조형의 외형상 변화 또는 관람객 관점에서 소프트웨어의 변화 여부에 주안점을 두고 분류하였다. ‘저장’ 전략은 작품의 손상에 대비해 구성품을 비축하고 소프트웨어를 디지털 변환 방법 등을 통해 보관하는 것으로 직접적인 처리 사례가 되기 어려워 본 연구에서 다루지 않았다.

3.1. ‘에뮬레이션(Emulation)’ 전략 사례

‘에뮬레이션’은 외형은 그대로 보존하면서 보존처리의 과정에서 원작과 다른 기술이나 수단이 사용되는 전략이다. ‘에뮬레이션’ 전략은 작품 외형을 유지함으로써 보존전략 중 가장 보편적으로 사용되지만, 작품의 보존을 위해 원본과 다른 기술이 적용될 수 있다는 점에서 진본성 훼손의 위험은 존재할 수 있다.

3.1.1. 백남준(1932~2006) 作 〈프랙탈 거북선(1993)〉

대전시립미술관 소장 백남준 作 〈프랙탈 거북선〉은 CRT TV 348대와 네온사인, 라디오 등으로 구성되고 TV와 전화기, 라디오 등을 쌓아 거북선의 형태로 제작한 작품이다(Table 1). 1993년부터 고습 환경에 노출되어 전자 시스템이 손상되고 이후 레이저디스크 플레이어의 손상, 나무판 변형 및 네온 튜브의 손상, 모니터 오작동 등의 문제가 발생하였다. 이러한 손상에 대응하여 전자 기판과 네온 튜브의 수리와 교체를 실시하였으며, 레이저디스크를 DVD 형식으로 변환, 설치 모니터 수량의 감축(349대 중 301대만 설치), 수리가 불가능한 전자제품을 동일 사양으로 교체하여 보존하고 있다. 〈프랙탈 거북선〉은 대전 엑스포가 끝난 후 건물 내부로 유입된 수분으로 인해 심각한 손상을 입었으며 대전시립미술관으로 이전된 후 〈2009 서울 빛 축제〉 전시 중에도 유리 전시관 내 결로현상으로 인해 전시환경 유지에 어려움을 겪은 바 있다. 현재 대전시립미술관 로비에 전시되어 있으나 장소가 협소하여 양 날개의 모니터 수량이 감축되어 설치되어 있으며, 향후 2022년 준공 예정인 개방형 수장고에 마련된 전용 전시실로 이전·설치하여 작품 원형과 안정적인 보존환경을 확보할 계획이다(Kim, 2020).

Table 1. Paik Namjune 作 〈Fractal Turtle Ship〉

Year	1993	Institution	Daejeon Museum of Art
Artist	Paik Namjune	Size	450 × 1,080 × 960 cm
			
Components	348 CRT monitors (now 301), 4 Channel-video, Mixed components (Telephone, camera, radio, fish tank, etc.)		

〈Fractal Turtle Ship〉, that small structure is similar to the entire structure constantly, was moved to the Daejeon Museum of Art in 2002. It was displayed as a new media artwork in the exhibition hall on the 2nd basement floor at the Daejeon Expo Reconstruction center in 1993.

3.1.2. Gary Hill(1951~) 作 〈Suspension of Disbelief(for Marine)(1991)〉

ZKM에서 소장하고 있는 Gary Hill의 작품으로 CRT 모니터 30대가 금속 구조물에 나란히 설치되어 영상을 송출하는 작품이다. 소장 기관의 주기적인 자체 점검을 통해 모니터의 손상과 비디오 재생 회로의 문제가 확인되어 전해콘덴서 등 손상된 회로 소자를 동일 제품으로 교체하였으며, 컴퓨터 제어 비디오 회로와 플레이어 등의 전자 장치를 업그레이드하였다(Table 3). 본 작품은 보존처리 후에도 영상과 조형 등의 외형을 그대로 유지하였지만, 개선된 영상 제어와 재생 기술을 도입한 보존처리 사례이다.

Table 2. Gray Hill 作 〈Suspension of Disbelief(for Marine)〉

Year	1991	Institution	ZKM
Artist	Gary Hill	Size	210 × 834 × 45 cm
			
Components	30 CRT monitors, 4 Channel-video, 4 Laser-disk and 4 Players, Video circuit, Aluminum beam		

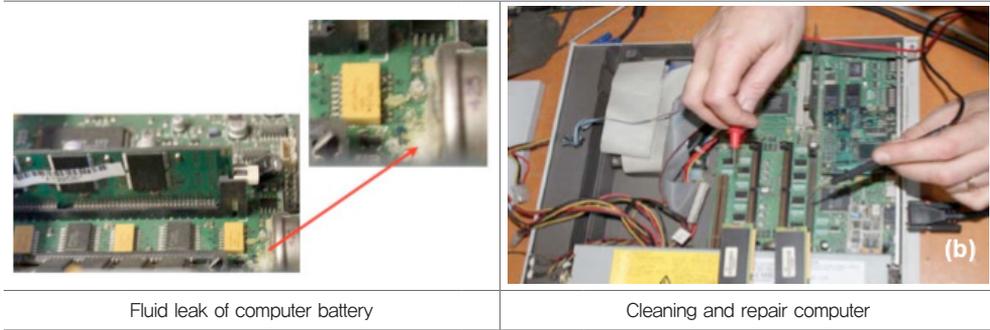
The image of the artwork consists of scanning the bodies of man and woman, and flashes back and forth across the monitors. As the two bodies overlap and break, it seems as the bodyless fragments wake them up.

3.1.3. Bill Spinhoven 作 <I/EYE(1993)>

모니터에 표시되는 눈이 관람객을 따라 움직이는 상호작용 특성을 가진 작품으로 컴퓨터의 손상으로 인해 보존처리 사례이다(Table 3). 작품은 CRT 모니터와 소프트웨어를 포함한 컴퓨터, 렌즈 등으로 구성되어 있는데, 컴퓨터 내부 회로에 장착된 배터리의 방전 및 누액으로 기관의 손상이 발생하였다. 이에 따라 컴퓨터 회로의 클리닝을 실시하였고 컴퓨터의 성능향상과 교체될 카메라 및 모니터의 호환성을 위하여 USB 포트와 메모리가 추가되었다. 운영체제는 기존의 Acorn Risc OS®의 노후로 인해 Windows 운영체제로 교체하였고, 플레이어 프로그램도 바뀐 운영체제에 맞게 교체되었다. 카메라의 경우 바뀐 운영체제에 호환되도록 교체가 필요했으며, 이로 인해 USB 타입의 어안렌즈로 교체되었지만, 외형을 유지하기 위해 기존 작품에 사용된 카메라 케이스와 동일한 케이스를 사용하였다. 키보드와 마우스는 작가의 주문에 따라 원본대로 재설치 되었다. 본 작품은 안정성 향상을 위해 컴퓨터 내부 회로의 개선과 소프트웨어의 교체, 카메라의 교체 등 개선된 기술이 다양하게 사용되었지만, 모니터, 키보드 및 마우스, 카메라 케이스 등의 외형은 보존처리 후에도 그대로 유지하였다.

Table 3. Bill Spinhoven 作 <I/EYE>

Year	1993/2011	Institution	The Netherlands Media Art Institute (NIMK)
Artist	Bill Spinhoven	Size	300 × 300 × 250 cm
		<p>When the audience approach the artwork, the eyes in the video follow the audience's movement and face them. The movement of audience is an interactive factor that moves the image of the eyes.</p>	
Components	<p>1 CRT monitor (Sony(社) PVM 2130®), 1 Computer with keyboard and mouse (Acorn(社) Archimedes®), Black metal pedestal and beam to fix the camera, Additional camera lens, Cable and display components</p>		



3.2. ‘마이그레이션(Migration)’ 전략 사례

‘마이그레이션’ 전략은 원본과 유사하게 작품을 표현할 수 있도록 새로운 장비나 소프트웨어로 업그레이드하는 방법이다. 이를 통해 기술의 변화 속에서도 작품을 보존할 수 있고 각종 손상에도 유연하게 대처할 수 있는 등 작품 관리상의 안정성 증대를 꾀할 수 있지만 이러한 과정에서 작품은 처음의 모습과 달라질 수 있으며 이로 인해 작품의 진본성 또는 작가의 의도가 훼손될 수 있는 위험성이 있다.

3.2.1. 백남준(1932~2006) 作 〈Neo Gothic 탑(1994)〉

(주)기아에서 소장하고 있는 〈Neo Gothic 탑〉은 탑 형상의 구조물에 CRT 모니터와 네온램프가 설치되어 영상이 재생되는 작품으로, 2010년 손상된 모니터의 보존처리를 위해 작품에 사용된 CRT 모니터 패널 전량을 LCD 모니터 패널로 교체하였다(Table 4). 사용된 기존 케이스는 유지한 채 내부의 회로와 패널만 교체하였으며, 레이저디스크를 디지털 형식의 DVD로 변환하고 플레이어 장치도 이에 맞게 교체하였다. LCD 모니터 패널로 교체되면서 CRT 모니터 특유의 굴곡이 사라지고 영상이 디지털화되는 등의 변화가 있었으나, 적극적인 보존처리를 통해 모니터의 발열과 집진력(集塵力)을 감소시키고 구성품 단종에도 대처할 수 있게 향후 작품 운영의 안정성을 증진한 사례이다.

Table 4. Paik Namjune 作 〈Neo Gothic Tower〉

Year	1994	Institution	KIA (Apgujeong branch)
Artist	Paik Namjune	Size	720 × 320 cm
		<p>The Neo Gothic Tower shows a colorful and diverse image from videotape that revitalizes inorganic structures and make them a single electronic creature, which boosts the public. Also, the video works that aim to communicate with each other is the most important factor of these day, are to encourage viewers to participate and enjoy together.</p>	
Components	108 LCD monitors, DVD pleyer, Neon tube		

3.2.2. Marie-Jo Lafontaine(1950~) 作 〈A las cinco de la tarde(1993)〉

Society for the Museum of Contemporary Art에서 소장하고 있는 본 작품은 15개의 나무 받침대 위에 15개의 모니터를 2m 정도 되는 높이로 설치하여 원형으로 배치한 작품으로 관람객이 원형의 내부로 진입해 기둥에 둘러싸인 형태로 관람할 수 있는 작품이다(Table 5). 작품에 사용된 CRT 모니터의 기능이 정지되는 손상이 발생하였고 기존의 CRT 모니터를 더 이상 구하기 어려워 LCD 모니터로 교체하였다. 작가는 모니터 종류와 상관없이 CRT 모니터와 같은 4:3 비율의 화면을 강조하였기 때문에 16:9 비율의 LCD 모니터를 세로로 세운 후 본래 작품의 외형과 동일하게 제작한 목재 받침대로 상단의 4:3 비율만 노출되도록 하였고, 이에 맞게 영상도 노출된 모니터 영역에만 투사될 수 있도록 조정하여 작품의 외형을 최대한 재현하도록 하였다. 또한 작품은 원형을 따라 5개 그룹으로 나뉘어 약간의 시차를 두고 영상이 재생되도록 하여 영상이 물결을 그리듯 재생되는 효과를 보이도록 하였는데, 이를 재현하기 위해 본래의 U-matic tape에 저장된 영상을 AVI 포맷으로 디지털 변환하고 디지털 프로그램을 이용하여 시차를 조정하였다. 시차는 정확한 정보가 없었기 때문에 작가 아카이브의 원본 테이프에서 발생하는 비프음(Beep sound)을 기록하여 참고하였고, 추가로 전시

영상과 작가의 조언을 통해 동기화 작업을 실시하였다. 결과적으로 보존처리를 통해 CRT 모니터의 특성이 사라지는 등 외형적 변화가 생겼으나, 작품에 표현된 작가의 의도를 유지할 수 있었다.

Table 5. Marie-Jo Lafontaine 作 〈A las cinco de la tarde〉

Year	1993	Institution	Society for the Museum of Contemporary Art, Belgium
Artist	Marie-Jo Lafontaine	Size	750 × 700 cm (Variable Installation)
		<p>15 monitors are installed on 15 wooden pedestals at height of 2m. The video of artwork shows flamenco performance and bullfighting. 15 monitors show the same video image, but each group is divided into five groups and each group plays with a slight time difference.</p>	
Components	15 LCD monitors, 15 Wooden pedestals		
			
Expose top of monitors as 4:3		Installing LCD monitors	

3.3. ‘재해석(Reinterpretation)’ 전략 사례

‘재해석’ 전략은 기술의 변화와 시대적 환경에 따라 기존의 매체를 대신하여 새로운 기술적 요소를 적극적으로 도입하는 전략이다. 작가의 동의나 보증 없이 진행될 경우 작가의 의도를 완전히 벗어날 수 있는 위험성이 있지만, 급속도로 변화하는 기술의

수용과 구성품 단종 등의 문제로 인해 발생하는 ‘에물레이션’과 ‘마이그레이션’ 전략의 한계점을 벗어날 수 있는 유일한 방법으로 주목받고 있다. 조사된 국외 사례에서는 ‘재해석’의 적용으로 인해 발생하는 작품의 변화에 대비하기 위해 보존처리와 함께 원본을 별도로 보존하거나 복제본을 제작하여 보존하는 것을 병행하였다.

3.3.1. Hervé Graumann(1963~) 作 〈Raoul A. Pictor cherche son style(1993)〉

본 작품은 컴퓨터의 화면을 통해 작가의 스튜디오를 들여다보게 구성되어 있으며, 화면 안의 작가가 그림을 그린 후 완성된 그림은 프린터를 통해 출력되어 관람객이 인쇄물을 가져갈 수 있는 작품이다(Table 6). 본래의 작품은 Apple 社の Mac[®]과 프린터 및 작품 전용 소프트웨어로 구성되어 있었는데, 작가의 의견을 반영하여 당초 Macromedia Director[®] 프로그램을 이용해 만든 작품 프로그램을 2006년 Action Script[®]을 이용해 웹 프로그램으로 만들고 2009년에는 다시 아이폰용 애플리케이션으로 제작하였다. 작품의 원본 하드웨어는 별도로 보존하였으며, 전시를 위해 복제본을 제작하여 전시하는 방법을 선택하였다.

관람객이 작가가 제작한 프로그램으로 만들어진 그림을 쉽게 소유하고 자신만의 전시를 꾸며본다는 기본적인 작품 개념은 유지된 채 기존의 오프라인 컴퓨터에서 웹을 사용한 프로그램으로 변화하였고 이는 다시 스마트폰을 활용한 프로그램으로 변화하였다. 또한 아이폰용 애플리케이션에서는 완성된 작품을 저장하여 개인 전시를 꾸미거나 증강현실(AR) 기능을 접목하여 가상 전시를 만들어볼 수 있는 등 새로운 기술적 요소를 도입으로 인한 작품의 변화를 확인할 수 있다.

Table 6. Hervé Graumann 作 (Raoul A. Pictor cherche son style)

Year	1993	Institution	House of Electronic Arts Basel
Artist	Hervé Graumann	Size	Variable Installation



The artist in the screen walks around the room, sit in front of an easel, draw a picture, and walk out with a canvas and then the picture is printed out. Printouts are marked with the date and number and can be taken by viewers.

Components	Apple 社 Mac Color Classic®, Hewlett Packard 社 Deskwriter 550C®, Dedicated software
------------	--

3.3.2. Marc Lee(1969~) 作 <TV Bot(2004)>

<TV Bot>은 온라인 TV와 라디오 등 최신자료를 무작위로 수집하여 1시간 내의 길이를 갖는 정보로 모니터와 스피커를 통해 송출하는 작품으로 16:9 비율의 모니터와 스피커, 인터넷에 연결된 컴퓨터 및 전용 소프트웨어로 구성된다(Table 7). 2010년 프로그램 버전을 1.0에서 2.0으로 업데이트 하여 화면구성을 개선하고 트위터(Twitter®)를 데이터수집 프로그램에 추가하였으며, 플레이어 프로그램을 Real player에서 Adobe 社 Flash Player로 전환하였다. 본 사례를 통해 작품이 시대의 환경에 맞춘 기술의 적용으로 변화할 수 있음을 확인하였다.

Table 7. Marc Lee(1969~) 作 〈TV Bot(2004)〉

Year	1993	Institution	House of Electronic Arts Basel
Artist	Marc Lee	Size	-
		<p>It is a work that randomly collects the latest information on TV and radio from the web and transmit it as a video having a length of less than an hour.</p>	
Components	Data Stream, 16:9 Monitor, Speaker, Computer with Internet, Dedicated software		

4. 국외기관의 보존처리 현황(인터뷰 조사)과 기본지침의 제언

4.1. 국외기관의 보존처리 현황(인터뷰 조사)

국외 소재 뉴미디어 작품 보존기관 현황을 살펴보기 위해 MoMA, Guggenheim Museum, Whitney Museum, Tate Modern, ZKM에서 뉴미디어 보존처리 담당자와 인터뷰를 통한 조사를 하였다. 조사된 기관들의 공통된 보존처리 원칙은 손상된 구성품을 직접 수리하거나 동일 사양의 제품으로 교체하여 원본을 최대한 유지하는 것이지만, 필요한 경우 손상 구성품의 동종 제품으로 대체, 복제본 제작, 마이그레이션, 재해석 등의 방법을 적극적으로 실시하고 있었다. 또한 손상된 작품의 보존처리용 예비품을 추가로 확보하기 위한 노력을 지속하고 있었으며, 신제품과 중고제품을 구분하지 않고 수집하여 별도의 공간에 비축하고 있었다. 작품의 가동은 미술관개방 시간 동안만 운용하고 상시 점검을 실시하고 있었으며, 작품 구성품의 손상을 방지하기 위한 케이스 내·외부의 주기적인 클리닝은 모든 기관이 실시하고 있었다. 전자 장비의 손상을 방지하기 위해 작품 인가전압을 110V로 유지하거나 CRT 모니터의 형광체와 전자총을 보호하기 위해 작품이 전시 중이지 않더라도 전원 인가 후 검은색 영상을 송출하는 사례도 확인되었다.

작품의 영상 등 소프트웨어는 입수 후 디지털화를 통한 보존을 지향하고 있으며, 백업을 위한 복제본을 제작하고, 안전한 보관을 위해 여러 개의 서버에 분산 보관하거나

보존 이력 기록 프로그램을 자체 개발하여 활용하는 등 안정적인 보존을 위한 노력을 확인할 수 있었다(Table 8).

Table 8. Interview

The fundamental principle on conservation of new media art	
Whitney Museum	Based on maintaining the original form, but allows modification as needed.
Museum of Modern Art	Based on maintaining the original form, but allows replacing with other technologies if unavoidable.
Guggenheim Museum	Based on maintaining the original form, but allows modification as needed.
TATE modern	Based on maintaining the original form, but allows replacing with other technologies if unavoidable.
ZKM	Try to maintain the original form as much as possible, but allows modification as needed
How to conduct 'Storage'	
Whitney Museum	Determined to have sufficient spare monitors.
Museum of Modern Art	Try to secure new or used monitors, neons, lights, and etc.
Guggenheim Museum	Try to secure at least 20% of operational monitors.
TATE modern	Classify and secured about 300 monitors according to their use.
ZKM	About 1,600 monitors are in storage and consistently collecting spares in need.
How to conduct digital archiving	
Whitney Museum	Convert and save all the works into high-quality of conservation format and have more than two storage server.
Museum of Modern Art	Convert all the works into high-quality of 10-bit decompressed Quick Time file and have 3 storage server.
Guggenheim Museum	Conduct digital archiving after acquiring the works and try to digitalize all analog storing medium.
TATE modern	Using the open source type of digital conversion program, and use White Blocker for saving data. After obtaining the work, make the copy, assign the code according to the purpose, and classify it, and store it in distributed storage with LTO tapes and digital servers.
ZKM	Develop own program to record conservation history by all members.
How to manage the artworks	
Whitney Museum	Operation is allowed during the opening hours of the museum, and regular check is carried out all the time.
Museum of Modern Art	Operation is allowed during the opening hours of the museum, and hold applied voltage at 110V.
Guggenheim Museum	Sending black images after power up to protect the monitors and disassembled cleaning is carried out on a regular schedule.

TATE modern	Operation is allowed during the opening hours of the museum, and disassembled cleaning is carried out after exhibition.
ZKM	Close for two days of the week and shut off the power, and conduct regular check at this time.

4.2. 뉴미디어 보존을 위한 기본지침의 제언

다양한 사례의 조사와 보존처리 현황조사를 통해 뉴미디어 작품 보존처리의 방법과 동향을 확인할 수 있었고 이를 바탕으로 작품의 관리와 보존처리에 대한 기본적인 지침을 정리할 수 있었다. 이를 하드웨어의 손상을 막기 위한 관리방안과 소프트웨어의 관리, 보존처리방법 및 예비품 수집으로 나누어 정리하였다(Table 9).

뉴미디어 작품을 구성하고 있는 디스플레이장치, 재생장치, 컴퓨터, 조명 등 하드웨어는 작품의 가동시간의 축적에 따라 손상이 불가피하며 이에 따라 보존 전문가들은 주기적인 상태점검을 중요시 하였다. 따라서 장기적인 보존과 안정적인 작품의 구동을 위하여 하드웨어는 주기적으로 내·외부 클리닝을 실시하고, 전원을 인가하여 작동을 확인하며, 변화를 점검·기록하는 등의 주기적인 관리가 필수적이라고 판단된다. 또한 구성품 중 배터리가 설치되어 있는 경우, 배터리의 누액에 의한 손상을 방지하기 위하여 작품에 포함된 배터리 유무에 대한 조사와 함께 배터리는 가급적 구성품과 분리하여 별도 보관하는 노력이 필요하다. 전시를 위한 작품의 설치·작품과 관람객의 안전을 위하여 사전에 보존 전문가와 누전·감전방지 등의 안전대책과 작품접근 방안, 전원인가 방안 등의 상시 관리 방안을 협의하여 계획을 수립하고 실행되어야 할 것이다.

소프트웨어 작품의 경우, 데이터를 물리적으로 떨어진 여러 장소에 서버를 구축하여 보관하는 것이 필요하며, 영상 작품의 원본은 현 상태로 보존하고, 전시, 보존, 복제 등을 위한 활용본은 디지털 변환을 통해 장기 보존을 도모하여야 한다.

빠른 기술의 변화와 구성품이 단종 등의 문제에 대응하기 위해, 뉴미디어 작품의 보존처리용 예비품을 지속적으로 구비하며, 현재의 기술에 대한 정보와 더 나아가 과거 및 미래의 기술 정보를 지속적으로 축적하고 연구하는 노력이 필요할 것으로 판단된다.

Table 9. The basic guideline on conserving new media artwork

Category	Contents
Management of Hardware	Conduct disassembled cleaning of internal and external on a regular schedule.
	Verify operation of components by power up to check and record changes.
	Store battery separately from component which has a battery installed.
	The installation of artwork for exhibition shall be conducted in consideration of regular management such as approaches and power supply for the artwork.
Management of Software	Convert all the artworks to high-quality of conservation format and save it apart.
	Backup all the software such as operating system and program and save it apart.
Conservation Treatment	Take care not to interfere the intention of artist after conservation treatment.
	If there is a modification in the composition or software of the artwork due to conservation treatment, take the artist's opinion in advance.
	The operation of the artwork must be recorded using all available methods to maintain its originality in the future.
	Minimum conservation treatment must be considered first.
Storage	Try to secure the spares constantly for conservation treatment.
	Collect the technical information constantly for technological changes.

5. 고찰 및 결론

본 연구에서는 뉴미디어 작품의 보존에 대한 선행연구와 국내·외 다양한 보존처리 사례 및 보존처리 현황을 조사하였으며 이를 통해 도출된 결과를 뉴미디어 작품 보존처리의 기본 지침으로 정리하여 제안하였다.

조사된 보존처리 사례를 종합하여 정리해보면 국내의 경우 국공립미술관은 원본을 최대한 유지하도록 ‘에물레이션’ 전략을 적용한 보존처리를 실시하였고 개인소장품의 경우 CRT 모니터를 LCD 모니터로 교체하는 등 ‘마이그레이션’ 전략을 적용한 보존처리가 주로 실시되는 경향을 확인하였다. 이러한 경향성이 나타나는 이유는 개인 소장처의 경우 작가의 의도를 훼손하지 않는 범위 내에서 보존처리의 가치를 작품의 외형 유지보다 작품의 안정성 증대에 가치를 두기 때문으로 해석된다. 국외 사례의 경우 최대한 원본의 외형을 유지하는데 초점을 두고 보존처리가 주로 수행되었으나, 처리 과정상 필요에 따라 작가의 의견을 참고하여

‘마이그레이션’과 ‘재해석’의 전략을 적용한 보존처리가 적극적으로 이루어지는 것을 확인하였다. 중대한 변화가 수반되는 보존처리가 실시될 때는 원본을 별도 보존하거나 복제본을 제작하여 보존하는 등 원본을 보존하고 기록해두기 위한 노력을 확인할 수 있었다. 소프트웨어의 경우 작품의 안정성 증대를 위해 디지털로 변환되거나 업그레이드하는 사례를 다수 확인하였고 변환된 작품은 여러 곳에 분산 보관되고 있었다.

국내외 사례에서 모두 CRT 모니터가 포함된 작품이 보존 처리된 사례가 큰 비중을 차지하였는데, 이는 작품을 구성하고 있는 CRT 모니터의 노후화와 오랫동안 누적된 작품 가동 시간이 큰 영향을 주었다고 판단되며, 이를 통해 뉴미디어 작품은 시간의 흐름에 따라 손상이 불가피함을 확인할 수 있었다. CRT 모니터의 부품을 교체하거나 복원하는 보존처리가 실시되기도 하지만 동일 제품 또는 동종 사양의 제품으로 구성품을 교체하는 보존처리가 이루어지기도 하였고, 이러한 교체와 기술의 단종을 대비하기 위하여 조사 기관들에서는 작품의 각종 구성품을 예비품으로 꾸준히 수집하고 있었다. CRT 모니터를 사용하는 작품의 경우 예방 보존 차원에서 작동시간을 제한하는 조치를 하고 있었으며, 그 방법은 소장처마다 상이하였다. 모니터의 수명을 늘리기 위해 보관시 모니터의 전원을 켜고 검은색 미디어 영상을 송출하거나, 전원을 110V로 유지하거나, 방열팬 등을 설치하는 모니터의 수명을 연장하기 위한 다양한 시도를 확인할 수 있었는데, 이러한 예방적 방법들은 관련 연구가 미비한 상황에서 실시되고 있어 이에 대한 추가 연구의 필요성을 확인할 수 있었다.

또한, Bert Schutter 作 〈MillXmolen〉 작품의 경우 작가가 CRT 모니터 패널의 교체를 단호히 반대했으며 CRT 모니터를 구하지 못한다면 작품에 죽음을 선언해야 한다고 주장했지만, Miguel-Angel Cardenas 作 〈25 Caramboles and Variation, Birthday Present For a 25-Year Old〉의 경우 CRT 모니터를 사용하던 작품을 작가가 직접 LCD 모니터로 교체하였고 최신 기술과 장비로 교체하여 작품을 설치하는 것을 선호한 예에서 볼 수 있듯이 보존처리 의사결정 과정에서 작가의 의견이 매우 중요하게 작용한다는 점을 확인할 수 있었고, 이것은 작품 수집의 단계에서부터 작품에 대한 작가의 의도와 보존처리에 대한 입장 등의 작가의 의견을 담은 기록과 아카이브 자료가 향후 보존처리에 있어 보존처리의 근거를 제시 하는 등 중요한 자료가 될 수 있다고 판단된다.

뉴미디어 작품은 기술의 발전과 변화에 따라 구성의 범위를 넓혀가고 있으며 작품의 특성 따른 보존처리 방안, 정성·정량적 측정과 기록 방법, 보존개념 연구 등을 요구하고 있다. 본

연구는 이러한 요구에 필요한 다양한 보존처리 사례 축적과 함께 뉴미디어 작품 보존 연구의 기초자료로 사용될 것으로 기대되며, 보관 시 전원 인가 후 검은색 영상을 송출하는 등의 CRT 모니터의 장기적인 전시와 관리 방법, 정량적인 화질 측정 방법, 대형설치작품의 유지관리 방법, 뉴미디어 작품 보존 처리시 새로운 기술을 적용한 적극적 보존처리의 정당성, 보존처리에 따른 진본성의 훼손여부 평가방법 등 향후 작품 보존을 위한 연구의 방향성을 제시하였다고 판단된다.

REFERENCES

Bae, S.B., Han, K.S., 2018, A Study on the Conservation of New Media Art – Focusing on collections of domestic museums, KOREA SCIENCE & ART FORUM 33, 137–147

KOFIC(Korean Film Council), 2014, The Digital Dilemma : Strategic Issues in Archiving and Accessing Digital Motion Picture Materials, The Science and Technology Council of the Academy of Motion Picture Arts and Science

Besser, Howard, 2001, Longevity of Electronic Art, Submitted to International Cultural Heritage Informatics Meeting

Depocas A., Ippolito J., Jones C., 2003, Permanence Through Change: The Variable Media Approach, Guggenheim Museum Publications and The Daniel Langlois Foundation for Art, Science, and Technology

Laurenson, P., 2006, Authenticity, Change and Loss in the Conservation of Time-Based Media Installations', in Tate Papers, no.6, Autumn 2006, <https://www.tate.org.uk/research/publications/tate-papers/06/authenticity-change-and-loss-conservation-of-time-based-media-installations>, accessed 15 January 2021.

Rinehart R., Ippolito J., 2014, Re-collection Art, New Media, and Social Memory, The MIT Press

Serexhe B., 2013, Preservation of Digital Art: Theory and Practice, Wien: Ambra Verlag

<https://variablemedia.net/e/index.html>, accessed 15 January 2021.

Lim, E.J., 2007, The Documentation Strategy for Preserving of Media Arts, Master thesis, Hankuk University of Foreign Studies

Kim G., 2010., Conservation state of media art, Conservation of media art, National Museum of Contemporary Art, Korea, 1-6

Jang, Y., 2012, The History and Conserving Strategy of The More, the Better, How to Conserve The More, the Better, National Museum of Contemporary Art, Korea, 8-29

Ju, Y.U., Oh, J.H., 2015, Relationship Between the Notion of Authenticity and Conservation Strategy in Time-based Media Art- Focused on Variable Media Network and Matters in Media Art, Korea Science & Art Forum, vol.21, 197-290

Lee, S.B., 2017, A study of documentation and technical preservation strategies for new media art conservation : focused on Variable Media Network, DOCAM Research Alliance and Matters in Media Art, Master thesis, Kyung Hee University(in Korean with English abstract)

Kwon, I.C., Kwon, H.H., 2018a, Conservation Methods of New Media Art based on Conservation Strategies, Journal of the National Museum of Contemporary Art, Korea Vol.9, National Museum of Contemporary Art, Korea, 95-112

Kang G.M., Kwon I.C., 2019, A Study on Damage Types and Conservation Methods of Video device - YOOK's 'Walking man', Conservation of Art Vol.4, National Museum of Contemporary Art, Korea, 7-10

Grob B. and Herdon C., 2008, Basic Television and video systems(Lee G.J., Choe S.J., Lee Y.C.,Trans), SHJ(Original work published in 1999), 132-213

Jung, H.J., 2018, The process and technique of digital restoration of movies, Master thesis, Chung-Ang University, 17-41

KIM H.J., 2020, Management history and Conservation state of Nam June Paik's <Fractal turtleship>, Journal of Daejeon Museum of Art vol. 11, Daejeon Museum of Art, 10-55

CRT 기반 뉴미디어 작품의 디스플레이 교체를 위한 CRT 모니터와 LCD 모니터의 색차 조정 기초 연구

홍진성, 명나희, 권인철¹

국립현대미술관 작품보존미술은행관리과

A Study on Color Difference Adjustment of CRT and LCD Display for
Display Replacement of CRT Based Art Work

Hong JinSung, Myung NaHee, Kwon Incheol¹

Conservation and Art Bank Department, National Museum of Modern and Contemporary Art, Korea

Corresponding Author: kic0050@korea.kr, +82-2-2188-6182

초록 뉴미디어 작품의 보존 및 복원은 물리적 보존 방법과 디지털 보존 방법에 대한 이해가 요구되는 복잡한 작업을 필요로 한다. 뉴미디어 작품 보존의 주요 목표는 작품이 환경, 기술의 개발, 전시 디자인 또는 엔지니어의 선호도에 따라 겪을 수 있는 단기 및 장기적 변화를 감지하고 모니터링하는 것이라 할 수 있다. 1970~80년대 CRT 모니터를 활용하여 제작된 미디어아트 작품들은 사용된 기기의 노후화, CRT 모니터의 생산 중단, 그리고 수리 인력 부족 등의 이유로 작품 보존에 어려움을 겪고 있다. 국립현대미술관에서는 백남준 작 ‘다다익선’의 보존을 위해 CRT 모니터의 내부를 LCD 패널로 시범교체하는 연구가 선행되었다 (Kang, Kwon, 2019). 하지만 서로 다른 디스플레이 간 작동 방식의 차이에 의해 화면의 선명도와 색상, 명암비에서의 차이 등 그 한계점을 지적하였다. 이에 본 연구에서는 CRT와 LCD 디스플레이 간 색차(color difference)를 최소화하기 위해 CRT 모니터의 분광 분포 그래프의 형태, 주파수대역 등이 유사한 LED 소자를 LCD 모니터의 백라이트로 사용하는 실험을 진행하였다. 추가적으로 소프트웨어를 이용하여 이미지 자체에 CRT 효과를 구현하는 실험을 진행하였다. 본고에서는 이같은 실험을 통해 백남준 작가의 ‘다다익선’을 비롯하여 CRT 모니터를 사용한 미디어 작품들의 원본성을 확보하고자 하였다.

주제어: CRT, LCD, ksf 형광체 LED, 뉴미디어 작품 보존

Abstract The preservation and restoration of new media art works requires complex work that requires an understanding of physical and digital preservation methods. The main goal of preserving new media works is to detect and monitor short- and long-term changes that the work may experience depending on the environment, development of technology, exhibition design, or the preferences of engineers. Media art works produced using

CRT monitors in the 1970s~80s are having difficulties in preserving works due to the obsolescence of the devices used, the interruption of production of CRT monitors, and lack of repair personnel. At the National Museum of Modern and Contemporary Art, a study was conducted to replace the inside of a CRT monitor with an LCD panel in order to preserve “The More the better” by Nam June Paik (Kang, Kwon, 2019). However, due to the difference in operating methods between different displays, the limitations were pointed out, such as differences in screen sharpness, color, and contrast ratio. Therefore, in this study, in order to minimize the color difference between the CRT and the LCD display, an experiment was conducted using an LED element having similar shape and frequency band of the CRT monitor's spectral distribution graph as the backlight of the LCD monitor. Additionally, an experiment was conducted to implement the CRT effect on the image itself using software. Through this experiment, this paper attempted to secure the originality of media works using CRT monitors, including “The More the better” by Nam June Paik.

Keyword: CRT, LCD, ksf phosphor LED backlight, Conservation of media art

1. 서론

뉴미디어 작품은 개별 작품의 정체성에 따라 작품과 작품에 사용된 기술 및 장비의 관계가 다르게 해석될 수 있다. 하지만 이는 현대미술의 미학적 담론의 관점에 해당되며, 미술 작품의 보존이라는 입장에서선 아래 기술한 비디오 아티스트 빌 비올라의 인용문에 드러난 태도가 적절하다고 생각된다.

“뉴미디어 작품 보존을 위해 새로운 기술 방식의 접근이든, 혹은 원 기술의 재제작 방식의 접근이든, 작품의 하드웨어, 최소한 그에 대한 자세한 정보들은 작품 보존의 필수적인 요소로 간주되어야 한다”(The Legacy of 20th century Art, 1999).

뉴미디어 작품에서 어떠한 요소가 작품의 원본에 필수적인 요소인지는 작가의 의도와 맥락에 따라 해석의 여지가 있을 수 있다. 하지만 작품 보존의 입장에서선 작품에 대한 모든 디테일한 정보는 작품 보존의 필수적인 요소로 간주되어야 한다. 비단 뉴미디어 작품이 아니더라도 시각 예술에 있어 “색”은 작품을 구성하는 필수적인 요소임에는 이견이 없을것이다. 이에 본 연구에서는 CRT의 노화로 인해 디스플레이 변경이 불가피한 경우 발생할 수 있는 디스플레이 간 색차를 줄이기 위한 연구를 진행하였다. 먼저 CRT 모니터는 입력신호를 전자총에서 음극선

(전자빔)으로 변환, 방출해 유리에 도포된 형광체와 충돌하면서 빛을 내는 아날로그 방식의 디스플레이 기술이다. 반면 LCD 모니터는 광원의 역할을 하는 백라이트가 있고, 액정(Liquid Crystal)이 전기신호에 따라 움직이며 백라이트에서 나오는 빛을 투과 또는 차단시키면서 화면을 표시하는 디지털 방식이다. 전자는 이미지의 형성 요소가 광원의 역할을 하는 방출형, 후자는 외부 광원의 일부를 변조하는 투과형으로 구분할 수 있다(Toadere florin, 2009).

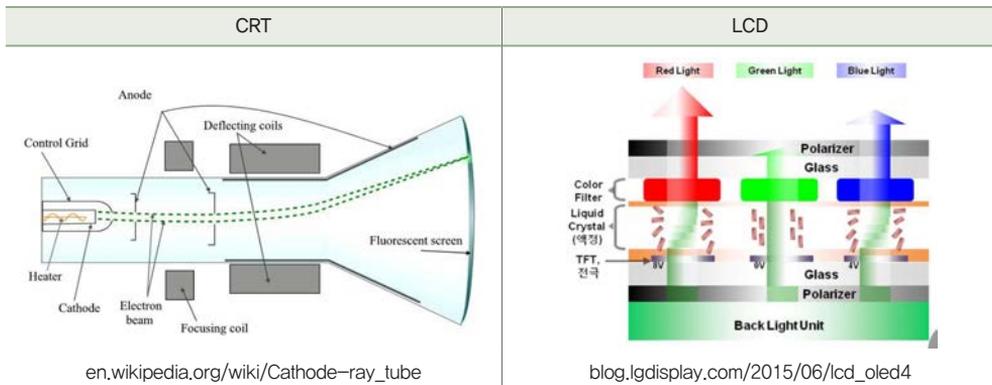


Figure 1. Light generation and modulation process of CRT, LCD displays

이와 같이 각 디스플레이의 작동 방식은 다르지만, 화면의 이미지는 적, 녹, 청 삼원색의 빛의 조합으로 구현된다는 점은 동일하다. 사람이 느끼는 색은, 시각 정보(광원-물리적 단계)가 망막에 도달하면서 시신경을 자극하여(생리적 단계) 뇌의 시각중추에 정보가 전달되면서 발생하는 감각(심리적 단계)이다. 이처럼 사람이 색을 인식하는 과정은 물리적-생리적-심리적 단계를 거치는 복잡한 과정으로 이루어져 있다(G.H. Jacobs, 2003).

본 연구에서는 사람의 색각 과정에서 물리적 단계에 속하는 LCD 모니터의 광원을 이용해 LCD와 CRT 모니터의 색차(Color Difference)를 최소화하고자 하였다. CRT 디스플레이와 유사한 스펙트럼 분포를 가지는 LED를 LCD 모니터의 백라이트로 사용하여 CRT와 LCD 디스플레이 간 색차를 줄이고자 하였다.

두 번째로 CRT 디스플레이는 전자기장 사용과, 당시 비디오 전송기술의 한계에 의해 CRT에서만 나타나는 독특한 몇 가지 특징이 있다. 그 중 Color Bleeding, Scan lines과 같은 일반적인 CRT 디스플레이에서 나타나는 특징을 구현하는 실험을 진행하였다.

2. 연구방법

2.1 디스플레이 광원에 따른 색차 비교

2.1.1 사용장비

디스플레이의 광원에 따른 색차(color difference) 비교를 위해 본 연구에서는 한 대의 CRT 모니터와 두 대의 LCD 모니터를 사용하였다. 1. CRT 모니터(14인치 컬러 TV, GST 社, GCM-140), 2. LCD 모니터(MT-191T, MOTVCVC 社, CCFL 백라이트), 3. LCD 모니터(LG-Ultra slim, LG 社, Trigain phosphor LED 백라이트) 각 모니터의 세부 사양은 Table 1과 같다

Table 1. Disply used in the experiment

	Categories	Ratio	Size	Brightness	Light source
 http://inutra.com/product01/moni.asp	CRT	4:3	14inch	250cd/m ²	electron beams and phosphor
 http://prod.danawa.com/info/?pcode=1036400	LCD	4:3	17inch	300cd/m ²	ksf phosphor LED backlight
 http://www.allstarshop.com/shop	LCD	4:3	17inch	250cd/m ²	CCFL backlight

각 모니터의 분광그래프 획득을 위해 LED BLU(Backlight unit)의 광학적 특성 측정방법을 참고하여 측정 대상 모니터의 워밍업 시간 30분, 일반 환경조건 25℃±3℃,

상대습도 25%~85%, 대기압 86~106kPa 등을 준수하여 실험을 진행하였다(Cho, 2011). 디스플레이 측정에 사용되는 분광 방사 휘도계 (KONICA MINOLTA 社, CS-1000A)를 사용하여 각모니터의 R,G,B 색상의 분광분포 그래프를 측정하였다. 측정 사양은 Table2 와 같다.

Table 2. Spectroradiometer CS-1000A

	wavelength range	380 to 780nm
	spectral bandwidth	5nm
	Display wavelength bandwidth	1nm
	spectral accuracy	0,3nm
	wavelength resolution	0,9nm/pixel
	Polarisation error	Less than 5%
	Measuring area	7,9mm
	Measuring angle	1°
	Measuring distance	362mm
	sensing/konicaminolta.asia/product/	

2.1.2 CCFL 백라이트

CRT 모니터와 달리 LCD 모니터는 스스로 빛을 내지 못하기 때문에 광원의 역할을 하는 백라이트(Backlight)가 필요하다. LCD 초기에는 보편적으로 CCFL(Cold Cathode Fluorwscent Lamp:냉음극 형광램프)을 백라이트로 사용하였다. CRT의 형광체 발광과 이러한 모니터의 백라이트 광원은 기본적으로 빛 에너지이며, 빛 에너지는 분광분포(빛이 파장별로 분리된 색의 양을 그래프로 표시한 것)의 형태로 측정이 가능하다. 그래프의 세기와 분포는 그 광원의 특성을 나타낸다.

Figure 2는 일반적인 CRT 모니터와 LCD 모니터에서 측정된 RGB 삼원색의 분광분포 그래프이다(Andrew J.Woods, 2009). 분광분포 그래프의 대역폭과 넓이는 디스플레이의 색온도와 색 영역을 결정하게 되는데, 각 그림에서 적색 그래프를 비교해보면 CRT에서는 630nm 부근에서 좁고 강한 두 개의 피크(peak)가 나타나고 LCD에선 상대적으로 피크의 세기가 CRT의 절반에 불과하며 파장 대역에서도 차이가 보인다. 녹색의 경우 LCD 모니터에서는 삼원색 중 가장 강하고 좁은 피크를 가지는 반면, CRT 모니터는 상대적으로 넓고 완만한 밴드 형태를 보이고 있는 것으로 보아

LCD 모니터에서 더 확장된 녹색 영역을 보일 것으로 유추할 수 있다. 청색의 경우 적색과 녹색에 비해 상호 유사한 형태를 보이지만 LCD 디스플레이서는 노이즈처럼 보이는 약한 피크가 세 곳으로 나누어져 나타나고 있다.

이처럼 CRT와 LCD 모니터의 삼원색 분광분포 그래프를 비교해보면 확연하게 그 광원의 특성이 다를 수 있다.

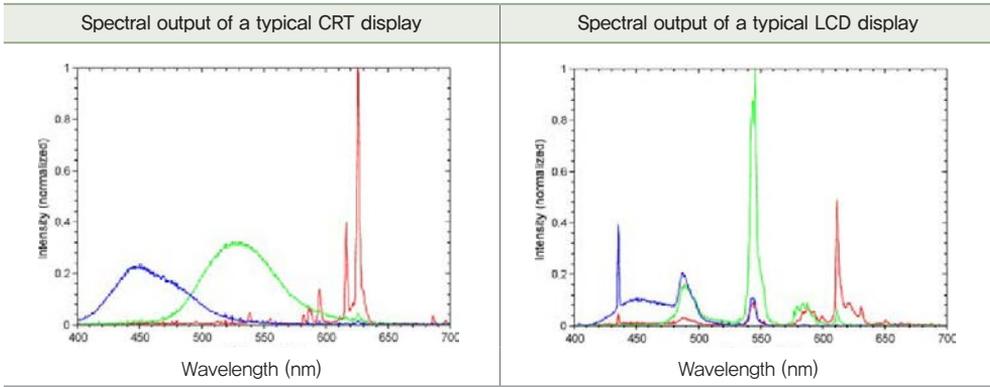


Figure 2. Spectral power distribution of typical CRT and LCD displays, (Andrew J.Woods, 2009)

2.1.2 Trigain RadiantRed Phosphor LED 백라이트

최근 LCD 모니터는 소비전력, 초박형화, 수명시간 등 다양한 면에서 이점을 가지는 LED를 백라이트로 사용하고 있다. 본고에서는 CRT 모니터의 광원과 가장 유사한 특성을 가지는 백라이트를 조사하였으며, 2014년 GE사에서 개발한 TriGain RadiantRed Phosphor를 적용한 LED를 실험에 사용하였다. 기존 LED는 붉은색을 구현하는데 한계가 있었는데 Trigain 형광체는 기존 LED에 사용되는 적색 형광체보다 훨씬 좁고 강렬한 피크를 생성한다. Figure3에 우측 그래프를 보면 기존 LED (검은색 실선)와 Trigain 형광체 LED(하얀색 실선)가 620nm 부근 적색에서 뚜렷한 차이를 보이는 것을 알 수 있다. Figure 3 좌측의 CRT 모니터의 적색 분광 그래프와 비교해보면, 그 형태와 세기 그리고 파장대역이 상당히 유사함을 알 수 있다.

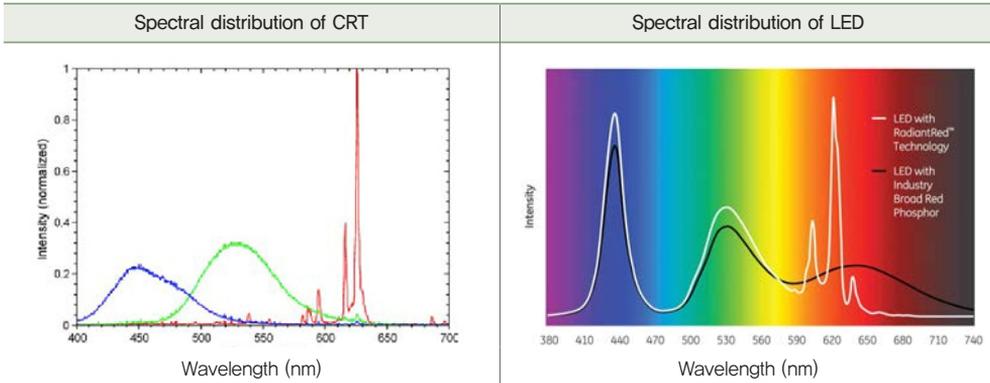


Figure 3. Spectral power distribution of CRT and LED(General Electric company)

2.1.3 RGB 삼원색 분광분포 그래프 측정

실험은 Table 1에 세 모니터에 각각 R, G, B 영상신호를 입력하여 세 가지 색상의 분광그래프를 측정, 기록하였다. Figure 4의 좌측부터 CRT, CCFL 백라이트, Trigain LED 백라이트 디스플레이에서 분광분포 그래프를 나타낸다.

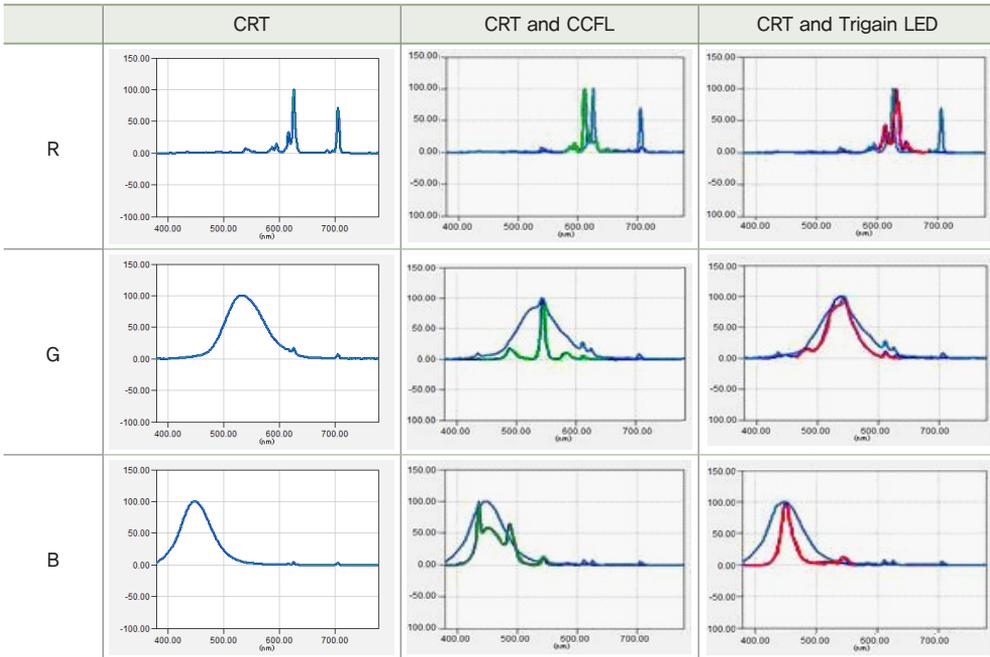


Figure 4. Spectral output of CRT, LCD with CCFL backlight, and LCD with LED backlig ■ LED ■ CCFL ■ CRT

적색의 분광 그래프를 보면 피크가 나타나는 위치가 CRT와 LED에서 630nm로 그 형태와 세기가 유사함을 알 수 있다. 녹색의 경우 상대적으로 CCFL 백라이트는 굉장히 좁고 강한 피크를 지니고 있어 녹색에서 채도가 높은 색을 나타낼 것으로 예상할 수 있다. 반면에 LED 백라이트의 분광 그래프에선 곡선의 완만한 정도가 CRT의 분광 그래프와 유사함을 알 수 있다. CCFL에서 청색은 피크가 세 군데로 나뉘어져 발생하지만, LED의 경우 대역폭에서는 차이가 있지만 피크 발생 지점과 세기가 거의 유사하게 나타나고 있다.

2.1.4 Lab 색 공간에서 색차 값 비교

일반적으로 색의 값을 측정하거나 색차를 비교할 때 적, 녹, 청 삼원색의 조합으로 표현 가능한 모든 색을 격자에 배치하는 색 공간 개념을 사용한다. 색 공간을 이용하면 색 간의 비교, 색 영역 표준 등을 기술할 수 있다. 본 연구에서는 정보 디스플레이 학회(SID:The Society for Information Display)에서 디스플레이 측정 표준으로 제안하는 CIE L*a*b* 색 공간을 사용하였다. 색 공간에서 L* 값은 밝기를, a*은 빨강(+)과 보라(-) b*은 노랑(+)과 파랑(-)을 각각 나타내고, 색 공간에서 서로 다른 두 색의 거리는 사람이 느끼는 색상의 차이와 비례하도록 설계되었다. 각 디스플레이의 R, G, B 색도 값을 Lab 색 공간에서 비교하여 CRT와 LCD 디스플레이의 광원에 따른 색차 값(Delta E value)을 비교해보았다. 아래 표는 디스플레이별 R, G, B의 색도 값과 CRT 모니터를 기준으로 CCFL과 LED 백라이트를 사용했을 때 색차 값을 보여주고 있다.

Table 3. Result of color measurements

	Red			Green			Blue		
	CRT	CCFL	LED	CRT	CCFL	LED	CRT	CCFL	LED
L*	79.82	37.69	75.80	116.15	57.21	91.52	72.62	26.07	46.84
a*	88.17	55.66	114.02	-110.6	-67.82	-118.54	103.88	39.91	120.28
b*	86.80	45.25	96.09	101.6	57.94	90.54	-182.43	-81.56	-164.08
Delta E	-	67.33	28.14	-	75.06	16.30	-	91.77	31.06

LED를 백라이트로 사용했을 때 적색에서 색차 값이 67.33에서 28.14, 녹색에서 75.06에서 16.30, 청색에서 91.77에서 31.06으로 색차가 줄어드는 것을 확인할 수 있었다(Table 3). 하지만 미국 국립표준사무국(NBS, National Bureau of Standards)의 색차 값 평가표 기준에 따르면 색차 값이 6 이상이면 다른 색으로 인식되며, 12 이상인 경우 확연히 다른 색으로 인식되는 것으로 알려져 있다. ksf phosphor LED를 사용했을 때 CRT 디스플레이와의 색차가 수치적으로 줄어드는 것은 확인했지만, 사람이 인식하기에 유사한 정도까지 색차를 줄이기 위해 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다.

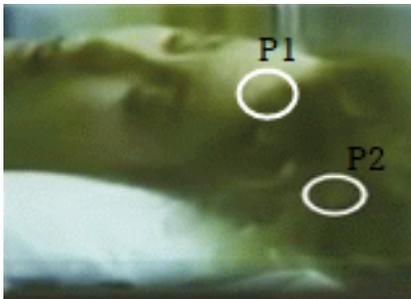


Figure 5. The spots of color measurement

추가적으로 삼원색 외에 이미지에서 나타나는 혼합색의 색차를 측정하기 위해 샘플 이미지(Figure 5)의 두 포인트(P1, P2)에서 분광 분포 그래프를 측정한 후 Lab 색 공간에서 각 디스플레이의 좌표 값을 측정하여 색도 분포 표에 나타나는 위치를 비교하였다. 색 공간의 분포도는

3차원 도형이지만 색도 분포 표에서는 밝기 값이 제외된 색도만을 나타낸다. 1943년 맥아담(MacAdam)은 색도 다이어그램에서 서로 가깝게 위치한 지점들 간의 색차이를 분석했는데, 색도 다이어그램에서 일정 크기의 미소 영역 내의 색은 인간의 눈에 동일한 색으로 인지된다는 사실을 발견하였다(Gunther Wyszecki, W.S. Stiles, Color Science, 2000).

맥아담의 비교실험은 색도도의 25개 지점에서 이루어졌으며, 실험 색상에 따라

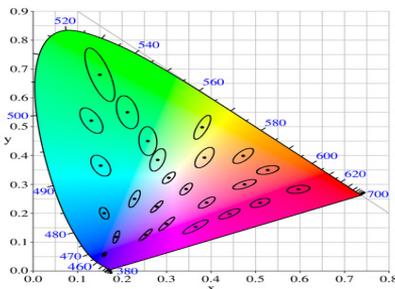


Figure 6. MacAdam ellipse

타원의 크기와 방향이 크게 달라지는 것으로 나타났다. Figure 6은 색도도 위에 25개의 타원을 나타내고 있다. 비교실험에 따르면 각 타원에 위치하는 색상은 동일한 색상으로 인지된다.

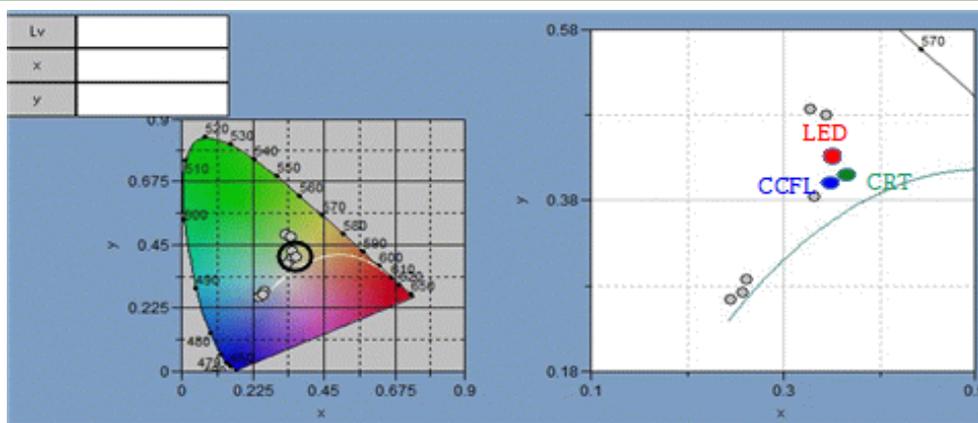


Figure 7. Chromaticity coordinate of P1.

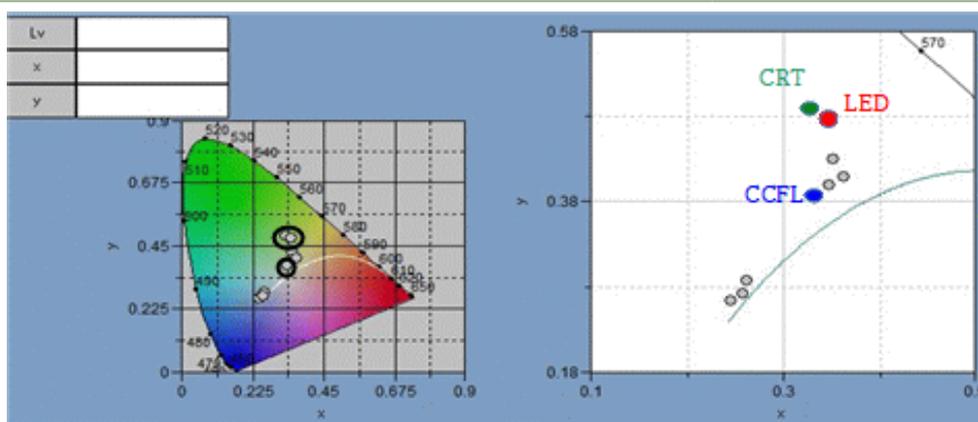


Figure 8. Chromaticity coordinate of P2.

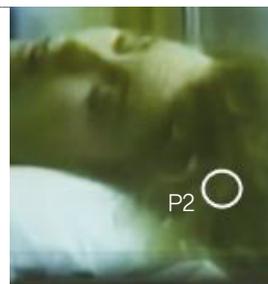


Figure 7에서는 세 대의 모니터 모두 비슷한 지점에 좌표가 생성되었지만, Figure 8에서는 LED 백라이트를 사용했을 때, CRT와 가까운 위치에 좌표가 생성되는 것을 확인할 수 있었다. 이처럼 측정 포인트에 따라 상반되는 결과가 나타나는 것으로 미루어 삼원색의 조합에 따라 색차가 다르게 발생하는 것을 알 수 있다. Figure 7에 나타난 P1의 좌표는 녹색 부근에서 나타나는데 Figure 4에 나타난 광원별 분광 그래프 중 적색과 청색에 비해 녹색에서 CRT와 LED가 가장 근사한 분광 그래프를 보이고있고, Table 3에 Delta E 값 역시 16.30으로 셋 중 가장 작은 수치를 보였다. 이를 통해 광원의 물리적 특성의 유사도가 높을수록 색차가 줄어든다는 것을 확인할 수 있었다.

2.2 소프트웨어를 활용한 CRT 효과 적용

2.2.1 비디오 편집기를 이용한 CRT 에뮬레이션

본 연구에서는 CRT 디스플레이에서 나타나는 특징을 LCD 화면에서 구현하기 위해 비디오 편집기를 이용한 에뮬레이션 실험을 진행하였다. 뉴미디어 작품의 보존 전략으로서 에뮬레이션(Emulation)은 다른 프로그램이나 장치를 모방하는 방식으로 하드웨어 기반일 수도, 소프트웨어 기반일 수도 있다. 또한 저장(Storage), 마이그레이션(migration)과 달리 보존이 필요한 작품에 따라 약간의 해석이 필요하며, 해석에 따라 원본 작업의 모방으로 볼 수도 있다(Guggenheim Museum, 2015).

본 실험에 사용한 소프트웨어는 Avisynth라는 오픈소스 프로그램을 사용했다. AVisynth는 GUI(graphical user interface) 없이 스크립트로 제어되는 비디오 편집기이다. GUI가 없는 경우 일반적으로 직관적이지 않고 불편함이 따를 수 있지만, 스크립트로 제어되는 편집기는 자동으로 보존 처리 내용에 대한 문서화 작업이 이루어진다는 이점이 있다. AVisynth는 기본적인 자르기, 디인터레이싱, 색상 그레이딩, 비디오 노이즈 제거와 같은 기본 편집 기능 외에도 CRT 디스플레이의 스캔 라인, 형광체 효과를 이용한 CRT 에뮬레이션을 제공하고 있다. 본 연구에서는 RGB Shift, Scan lines 생성 필터를 적용하여 LCD 모니터에서 CRT 모니터의 특징을 구현하는 실험을 진행하였다.

2.2.1 Color Bleed

전술한 바와 같이 CRT 모니터는 영상신호가 각각의 RGB 컬러 채널에 해당하는 전자 총의 입력으로 들어가면서 전자빔을 발사해서 형광체를 발광시킨다. 이 과정에서 편향요크를 이용해 전자빔의 방향을 바꾸면서 약간의 오차가 발생하며, 전자빔이 제대로 형광체에 집적되지 못하면 색번짐이 발생하게 된다(Touma, Walid Rachid, 2012). LCD 모니터의 경우 픽셀에 대응하는 액정이 있기때문에 RGB 채널이 정렬되지만, CRT 모니터의 경우 RGB 채널이 정렬되지 못하고 조금씩 어긋나는 현상이 발생할 수 있다.

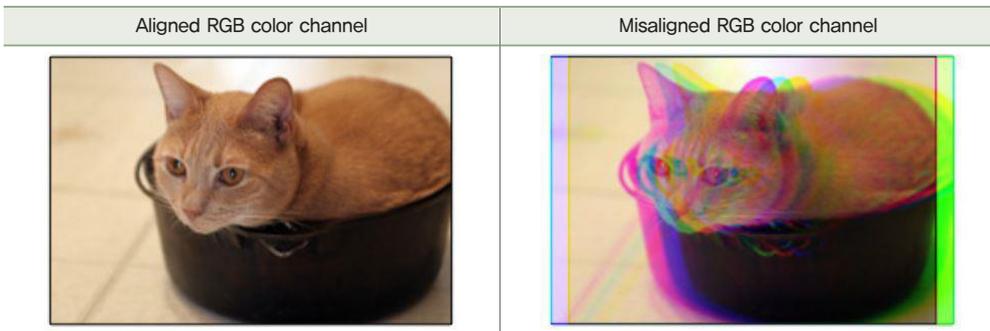


Figure 9. Example of color channel alignment (code.tutsplus/tutorials/)

Figure 9의 그림을 비교해보면 색 번짐에 의한 결과 화면이 어떻게 달라지는지 알 수 있는데 좌측은 세 개의 컬러채널이 정렬된 이미지이고 오른쪽 이미지는 blue 채널을 기준으로 Red채널은 좌측으로, green채널은 우측으로 어긋나면서 전반적인 이미지의 가장자리가 흐릿하게 나타난다.

앞서 설명한 Avisynth에는 이미지에서 R,G,B 컬러의 위치를 임의로 변경하여 위와 같은 효과를 적용할 수 있는 필터를 제공하고 있다. 필터에 입력하는 변수에 따라 어떤 색상을 얼마큼 이동시킬지를 결정할 수 있다. 아래 표는 스크립트이다.

```
# vertically misaligns each color component
r = SelectEvery(3, 0), g = SelectEvery(3, 1), b = SelectEvery(3, 2)
# r, g, b 세 변수에 각각 해당하는 컬러 채널 할당
r = (vcs!= 0) ? r.shift_vertical16 (+vcs* ssy) : r
```

r 채널을 수직 방향 위로 입력된 값만큼 이동

$b = (vcs != 0) ? b, shift_vertical16 (-vcs * sss) : b$

b 채널을 수직 방향 아래로 입력된 값만큼 이동

Interleave (r, g, b)

위 스크립트는 Green 채널은 고정된 상태에서, Red 채널을 위쪽으로, Blue 채널을 아래쪽으로 이동시켜 전체적인 정렬을 어긋나게 만들었다. Figure 12는 프로그램을 이용해 Color Shift filter를 적용했을 때의 이미지이다. 필터 적용 전 이미지(Figure 11)와 비교해보면 이미지의 전반적인 윤곽선이 미세하게 뭉개지면서 전체적인 색감과 분위기가 CRT 화면(Figure 10)과 비슷해지고, 얼굴 부분에 디테일이 비슷해진 것을 확인할 수 있었다.



Figure 10. CRT



Figure 11. LCD



Figure 12. LCD with filter

하지만 Figure 12 이미지의 우측 상단, 흰색 부분에 나타난 과도한 색변짐 같은 경우에는 개선이 필요한 부분이다. 이동할 컬러 채널의 선택, 이동 방향(수직, 수평)과 이동 거리와 같은 여러 변수에 대한 미세한 조절이 필요할 것으로 판단된다.

2.2.2 CRT Scan lines

CRT 디스플레이에는 주사선에 의한 스캔 라인(scanline)이 발생하는데 이는 이미지를 생성하는 수평선 라인 사이에 생기는 스캔 패턴의 검은색 라인으로, 특히 최대 수직 해상도 이하의 인터레이스 스캔 신호가 입력될 때 시각적으로 두드러진다. 이처럼 스캔 라인은 기술적인 문제로 발생했지만, 요즘은 CRT 모니터에서 느껴지는

감성을 구현하기 위해 레트로 게임 사용자들이 하드웨어를 이용해 구현하거나, 컴퓨터 그래픽의 시각효과로 사용되기도 한다.

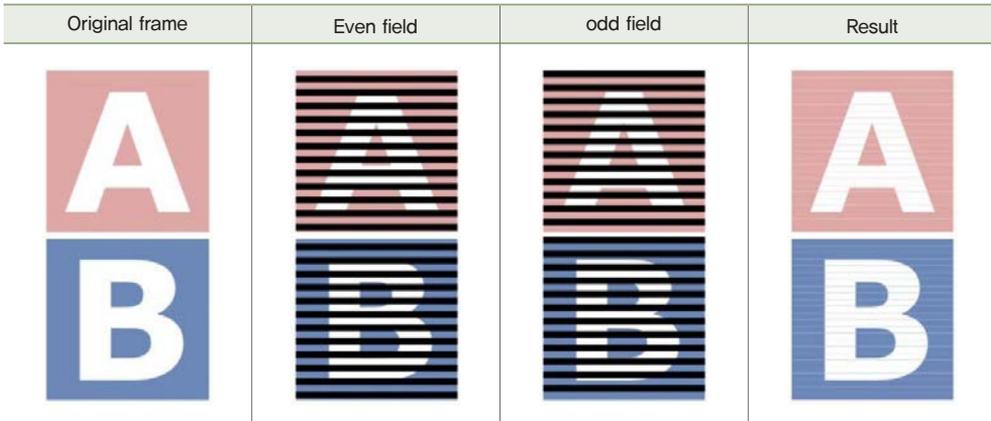


Figure 13. Interlaced Scanning

인터레이스방식이란 화면 주사 방식의 하나로, 단일 프레임을 홀수열과 짝수열 두 개의 필드(Field)로 나누어 순차적으로 재생하며 이 두 개의 필드가 합쳐져 온전한 하나의 프레임을 만든다. Figure 16은 Avisynth를 이용해 Scan line을 적용한 이미지이다.



Figure 14. CRT



Figure 15. LCD



Figure 16. LCD with filter

스캔라인은 주사 방식 외에도 전자빔의 초점을 맞추기 위해 CRT 내부에 설치되는 새도우마스크 종류에 따라 수직, 수평, 혹은 격자무늬로 생성되기도 한다. 따라서 작품 개별 모니터에 대한 상태조사가 먼저 이루어진 후에 적절한 필터 값을 사용해야 한다.

3. 고찰 및 결론

다다익선뿐만 아니라 CRT 모니터를 사용한 미디어 작품들은 향후 디스플레이 변경이 불가피한 시점에 직면할 수 밖에 없다. 이에 본 연구에서는 이러한 작품들의 보존을 위해 CRT 디스플레이의 원본성을 확보하기 위한 방법을 연구하고 제시하였다.

먼저 하드웨어적인 접근 방법으로, LED 백라이트를 사용하여 CRT와 LCD 디스플레이 간 색차를 비교하여 연구하였다. LED 백라이트를 사용한 LCD 디스플레이를 사용했을 때, 기존 CCFL 백라이트에 비해 Lab 색 공간에서의 색차 값(Delta E)이 뚜렷하게 줄어든 것을 확인하였다.

Table 4. Result of color difference depending on backlights

	CRT & CCFL	CRT & LED
(R) Delta E	67.33	28.14
(G) Delta E	75.06	16.30
(B) Delta E	91.77	31.06

R, G, B 세 컬러 중 분광분포 그래프의 유사도가 가장 높았던 녹색에서 가장 작은 색차가 측정되었으며 광원의 물리적 특성이 유사할수록 색차가 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 또한 감소폭은 청색에서 가장 크게 측정되어 분광 분포의 피크 포인트와 노이즈의 감소 역시 CRT 모니터와의 색차를 줄이는데 효과가 있음을 알 수 있었다. 하지만 미국 국립표준사무국(NBS, National Bureau of Standards)의 색차 값 평가표를 기준으로 하면 색차 값이 6 이상이면 일반적인 사람이 인식하기에 다른 색으로 인식된다고 알려져있다.

Table 5. NBS units for expressing differences

Delta E value	Meaning
0 ~ 0.5	trace
0.5 ~ 1.5	slight
1.5 ~ 3.0	noticeable
3.0 ~ 6.0	appreciable
6.0 ~ 12.0	much
12.0 ~	very much

향후 디스플레이 간 색차 값을 6 이하로 줄이기 위한 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다. 이를 위해 매체 간 컬러맵핑에 사용되는 색역 사상(Gamut Mapping) 알고리즘의 적용, 모니터 캘리브레이션과 같은 소프트웨어적인 접근 방법과의 결합 연구가 필요하다고 판단된다.

소프트웨어적 방법으로는 작품의 영상에 효과를 가해 이미지 자체에 CRT 디스플레이 효과를 주어 디스플레이 변경 시 발생할 수 있는 원본과의 이질감을 최소화하고자 하였다. Color shift, 스캔 라인 효과 등을 통해 영상 자체에 CRT 디스플레이의 효과를 주는 방법을 사용한 경우, 육안으로 경험하는 디스플레이 간 이질감이 많이 줄어들었다. 하지만 작품 보존의 관점에서 이러한 방법은 사전에 충분한 논의와 실험이 수반되어야 할 것이다.

또한 화면에서 드러나는 특징 외에도 CRT 디스플레이의 외형적 특징 보존을 위한 별도의 연구도 필요할 것이다. CRT 디스플레이의 곡면을 구현하기 위한 Flexible Display에 대한 연구 및 CRT케이스 내부에 프로젝터를 설치하는 경우 Projection Mapping과 같은 기술도 충분한 활용 가치가 있을 것으로 판단된다.

뉴미디어 작품의 보존은 아직까진 구체적이고 명확하게 제시된 방법론이 없는 상황이기에 앞으로 많은 연구와 실험이 필요할 것이다. 이번 기초 연구가 향후 뉴미디어 작품 보존 연구에 유의미한 자료가 되기를 기대한다.

REFERENCES

- Andrew J. Woods., 2007, Charactering crosstalk in anaglyphic stereoscopic images on LCD monitors and plasma displays, *Journal of the Society for Information Display*. 15(11)
- Cho., 2011, Standardization of measuring method of LED backlight unit, *The korean information display society*. v.12 no.6
- G.H. Jacobs., 2013, Color Vision, *Encyclopedia of Biological Chemistry*, Academic Press.
- Guggenheim Museum (n.d.). Establishing New Practices. Retrieved from Archived copy. Archived from the original on 2015-04-20. Retrieved 2015-04-20.
- Gunther Wyszecki, W. S. Stiles., 2000, *Color Science*, Wiley.
- Kang, G.M., Kwon, I.C., 2019, A study on damage types and conservation methods of video device - Yook's 'Walking man, *Conservation of Art.*, National Museum of Contemporary Art, Korea'
- M Menozzi, H Krueger., 1999, CRT versus LCD: A pilot study on visual performance and suitability of two display technologies for use in office work, Elsevier, v.20
- The Legacy of 20th century Art, Getty Conservation Insitute 1999
- Touma, Walid Rachid (6 December 2012). *The Dynamics of the Computer Industry: Modeling the Supply of Workstations and their Components*. ISBN 9789401121989
- Toadere florin, Nikos E., A (December, 2009) comparison between a CRT and a LCD monitors colors rendering, ICOSSE '09

국립현대미술관 보존과학 연구지

미술작품의 보존 7

Conservation of Art

발행일 2021년 3월 31일
발행처 국립현대미술관
발행인 윤범모

총괄 윤양수
기획 임성진
진행 정국진, 김영석
편집·디자인 한국장애인문화콘텐츠협회

국립현대미술관 청주

[28501] 충북 청주시 청원구 상당로 314
전화 : 043-261-1400

* 이책에 실린 내용은 필자 및 국립현대미술관의 동의 없이
무단 전재할 수 없습니다.

발간등록번호 11-1371033-000007-10
ISSN 2288-7539

