

# 박제 표본의 보존환경에 따른 유해가스 방출 특성 연구

이희정 | 강대일\*<sup>1</sup>

한국전통문화대학교 문화유산융합대학원 수리복원학과,  
\*한국전통문화대학교 기술과학대학 보존과학과

## Study on Poisonous Gas Emission Characteristic of Taxidermied Specimen for Conservation Environment

Hee Jung Lee | Dai Ill Kang\*<sup>1</sup>

Department of Conservation & Restoration, Graduate School of Convergence Cultural Heritage,  
Korean National University of Cultural Heritage, Buyeogun, 323-812, Korea

\*Department of Conservation Science, Colleague of Science and Technology,  
Korean National University of Cultural Heritage, Buyeogun, 323-812, Korea

<sup>1</sup>Corresponding Author: [conserva@nuch.ac.kr](mailto:conserva@nuch.ac.kr), +82-41-830-7361

**초록** 박제 표본이란 포유류, 조류, 파충류, 어류를 표본화한 것으로 국내 주요 자연사 박물관에서 전시 및 교육 목적으로 활용되고 있다. 그러나 현재 이러한 기관에서의 연구는 표본의 생태학적 연구에 집중되어 있어 박제 표본에 대한 보존 과학적 연구는 거의 없으며, 박제 표본 제작에 사용되는 독성 화학약품과 이로 인해 발생하는 유해가스 분석은 전무한 실정이다. 따라서 본 연구는 박제의 손상에 따라 발생하는 유해가스에 대해 SPME법을 적용하여 분석하였다. 자외선 열화 실험 결과, 4종, 습도 및 포름알데히드 열화 실험 결과 7종의 주요 화학물질이 검출되었다. SPME 측정 결과, Naphthalene이 방부제로 사용되었음을 알 수 있으며, 열화 요인에 따라 Acetic acid와 같은 VOCs(휘발성유기화합물)이 검출되었다. 또한, 열화 및 고습의 환경에 노출될수록 Naphthalene의 농도가 감소하였다.

**중심어:** 박제 표본, 유해가스, 보존환경

**ABSTRACT** Taxidermied specimen is the art of preparing, stuffing, and mounting the skins of animals (all vertebrate species of animals including mammals, birds, reptiles, and fishes) for display or for other sources of study. But, as these studies are weighted toward ecologic study, related studies on management and conservation environment are short. Also, the analysis of poisonous gas has not yet been studied. Therefore, this study will be suggested proper preservation methods through the analysis of deterioration on taxidermied specimen by poisonous gas. As a result, 4 types of major chemicals were detected in UV deterioration test, 7 types in RH and formaldehyde deterioration test. As a result of SPME, Naphthalene to be used as antiseptic were detected in all of the test conditions. Acetic acid that is VOCs were detected for factor. Moreover as the higher humidity it was, the concentration of chemicals were decreased.

**Key Words:** Taxidermied specimen, Poisonous gas, Conservation environment

## 1. 서론

표본은 자연물의 전체 또는 일부를 연구용 또는 교재용으로 보존할 수 있도록 화학약품 처리를 행한 것으로 제작 방법에 따라 박제 표본, 건조 표본, 액침 표본, 현미경 표본 등이 있다. 그 중 박제 표본이란 어류, 파충류, 조류, 포유류를 표본화한 것으로 국내 주요 자연사 박물관 및 환경부 소속의 국립생물자원관 등에서 다수 소장하고 있으며 각종 전시 및 교육 목적으로 활용되고 있다.

박제 표본은 1799년, 영국에서 가죽 무두질 처리법이 발달하면서 제작되기 시작하였다. 초기의 제작법은 동물의 가죽을 벗겨 무두질 처리한 후, 그 속을 짚이나 솜으로 채우고 가죽을 꿰매어 형태를 만드는 방식이었다(Charles, 2009). 당시에는 생물학적 지식이 전혀 없는 기술자들에 의해 제작되어 실제 모습과 다른 모습으로 복원된 경우가 많았다(Figure 1). 일본에서의 박제 표본 제작은 1870년대 초반에 오다 노부노리(織田信徳) 등이 서양의 박제 제작법을 배우면서 시작되었으며 당시 제작법을 담은 서적이 현재까지 남아 있다(Figure 2). 후반에는 교육박물관(현재 국립과학박물관)에서도 제작되고 있었던 것으로 추측된다(Sakamoto, 1931). 박제 제작법이 발달함에 따라 국외에서는 제작 및 관리 방안이 체계화 되고 생물다양성 연구는 물



Figure 1. Taxidermied specimen (German, 1780s).

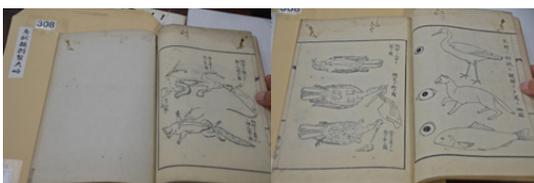


Figure 2. The first reference to manufacturing method of taxidermied specimen(Japan, 1870s).

론, 보존 처리 및 관리 방안에 대한 연구가 폭넓게 이루어져 왔다. 이에 비해 국내의 박제 역사는 정확히 확인되지는 않으나, 일제 강점기 때 일본에 의해 전해진 것으로 알려져 있다.

현재 박제 표본은 주로 자연사 박물관에서 보관·관리하고 있으며, 국내에는 20여개가 존재한다. 그러나 이러한 기관에서의 연구는 표본의 생태학적 연구에 집중되어 있어 박제 표본에 대한 보존 과학적 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 특히 제작 시 사용되는 독성 화학약품이 잔류하여 표본은 물론 관람객에게 악영향을 줄 수 있음에도 불구하고 이로 인해 발생하는 유해가스를 분석한 사례는 국내의로 전무한 실정이다.

따라서 본 연구는 박제 표본의 손상 요인인 자외선, 습도, 포름알데히드의 열화 실험을 통하여 그에 따른 손상 양상을 조사하고, SPME(고체상미세추출법)를 이용하여 박제 표본이 손상됨에 따라 발생하는 VOCs(휘발성유기화합물) 등의 유해가스를 분석하였다. 이를 통해 박제 표본의 보존 과학적 가치를 인식하고 적합한 보존관리 방안을 제시하였다.

## 2. 연구 방법

### 2.1. 실험 재료

병아리박제를 대상으로 하여 박제 표본이 열화되면서 발생하는 유해가스를 측정하고 각 요인이 박제 표본에 미치는 영향을 SPME(고체상미세추출법)를 통해 분석하였다. 병아리박제는 문화재수리기능자 박제 및 표본 제작공 오동세 기능자에 의해서 제작되었다(Figure 3). 조류 박제의 제작 방법은 내장 및 지방질 제거, 근조직 제거, 몸심 고정, 형태 고정, 봉합, 의안 삽입 순으로 이루어지며, 사용되는 약품으로는 방부처리제로써 나프탈렌, 붕사, 과산화수소 등이 사용되었다(Ewha Womans University Natural History Museum, 2000).



Figure 3. Taxidermied bird(chick).

## 2.2. 실험 및 분석 방법

박제 표본은 주로 자외선, 습도, 생물피해 등의 요인에 의해 열화된다(San Diego Natural History Museum, 1999). 또한 박제 제작 시 사용되는 독성 화학약품이나 전시실 내 합판, 접착제 등에서 발생하는 VOCs(휘발성유기화합물) 등이 박제 표본에 영향을 미칠 수 있다. 이에 따라 자외선, 습도, VOCs에 의한 손상에 따른 유해가스를 분석하였다. 이 때, 대조군은 상온에서 상대습도 55±5% 조건으로 보관하였다. 박제가 손상됨에 따라 발생하는 유해가스는 SPME(Solid Phase micro extraction)법으로 분석하였다.

### 2.2.1. 자외선 열화 실험

자외선은 파장에 따라 A(320-400nm), B(280-320nm), C(100-280nm) 타입이 있으며, 각 자외선마다 영향을 미치는 정도가 다르다. 그 중 B 파장은 A, C파장과는 달리 피부의 진피, 피하지방층까지 침투하여 자외선 중 생물학적으로 가장 영향을 많이 미치는 파장으로 알려져 있다. 이에 따라 B 파장을 열화 파장으로 선정하여 실험을 실시한다. 상온에서 UV-B(Sankyo, G15T8 E, 15W)를 168시간 이상 조사한 후 사진촬영을 통한 육안관찰 및 SPME를 이용한 열화 전·후 유해가스 분석을 실시한다(Table 1, Figure 4A).

### 2.2.2. 습도 열화 실험

박제는 습도에 민감하여 고습의 환경에서는 생물학적 피해를 입기 쉽고, 반대로 저습의 환경에서는 물리적 변형 등의 손상이 발생할 수 있다(National Institute of Environmental Research, 2004). 따라서 박제 표본을 저습(20%), 중습(50%), 고습(90%)의 환경에서 4주간 열화시킨 후 발생하는 휘발성 유기화합물을 SPME를 이용하여 측정한다(Table 1, Figure 4B).

### 2.2.3. 포름알데히드 열화 실험

전시용 패널, 합판 등에서 다양한 화학 물질이 방출 되는데, 그 중 목재 접착제에 사용되는 포름알데히드는 VOCs의 일종으로 악취나 인체 알레르기를 유발할 뿐만 아니라 문화재에도 영향을 미쳐 변색 등을 유발시킨다. 따라서 포름알데히드 농도를 일정하게 하여 습도 변화에 따라 포름알데히드가 영향을 주는 정도를 비교해본다. 저습(20%), 중습(50%), 고습(90%)의 환경에서 포름알데히드를 주입하여 4주간 열화시킨 후 발생하는 휘발성 유기화합물을 SPME를 이용하여 측정한다(Table 1, Figure 4C).

### 2.2.4 SPME(Solid Phase Micro Extraction)

SPME(고체상미세추출법)는 전처리 과정이 매우 간단하고 추출과 농축을 동시에 하여 분석물의 손실이 없으며

Table 1. Test conditional exposure time.

| Deterioration test |        | Exposure time                 |
|--------------------|--------|-------------------------------|
| A. UV              |        | UV-B(280-320nm) for 168 hours |
| B. RH              | High   | RH 90%, for 4 weeks           |
|                    | Middle | RH 50%, for 4weeks            |
|                    | Low    | RH 20%, for 4 weeks           |
| C. Formaldehyde    | High   | RH 90%, for 4 weeks           |
|                    | Middle | RH 50%, for 4weeks            |
|                    | Low    | RH 20%, for 4 weeks           |



A. UV



B. RH



C. Formaldehyde

Figure 4. Deterioration test.

**Table 2.** Analysis condition of GC/MS.

| Class                   | Condition  |
|-------------------------|--|
| GC system               | Agilent Technologies 7890A GC system                 |
| Detector                | MSD(Mass Selective Detector)                         |
| Column                  | Agilent HP-5   |
| Carrier gas             | He 1mL/min   |
| Injector/Detector Temp. | 270°C  |
| Oven Temp.              | 40°C for 10 min, 10°C/min to 120°C, held 2 min       |
| Fiber                   | Supelco SPME 57328-U 50/30µm DVB/CAR/PDMS stableflex |

**Table 3.** Major chemicals of SPME measurement results(● : detection).

| No. | Compounds                     | control group | UV | Low RH | Middle RH | High RH | Form+L | Form+M | Form+H |
|-----|-------------------------------|---------------|----|--------|-----------|---------|--------|--------|--------|
| 1   | Acetic acid                   |               | ●  |        |           |         |        |        |        |
| 2   | Decane                        |               |    |        | ●         | ●       | ●      | ●      |        |
| 3   | Octamethyl cyclotetrasiloxane |               |    |        | ●         | ●       | ●      | ●      |        |
| 4   | 1,2-Dimethyl-4-Ethyl Benzene  |               |    |        | ●         | ●       | ●      | ●      |        |
| 5   | Undecane                      |               | ●  |        | ●         | ●       | ●      | ●      |        |
| 6   | Naphthalene                   | ●             | ●  | ●      | ●         | ●       | ●      | ●      | ●      |
| 7   | Cyclopenta[c]thiapyran        |               |    |        | ●         |         |        | ●      | ●      |
| 8   | Dodecane                      |               | ●  |        | ●         | ●       |        | ●      | ●      |

다양한 매질로 분석이 가능한 방법이다. 또한 정확성, 신속성, 높은 감도, 다용도성, 경제성의 장점을 지닌 분석 기술로 알려져 있다. SPME법은 시료를 채취하는 Headspace법과 시료 채취 없이 fiber를 노출 시키는 Contact법이 있다 (Chung, 2012). 본 연구에서는 Supelco SPME 57328-U 50/30µm DVB/CAR/PDMS stableflex의 fiber를 사용하여 contact법으로 실험을 실시하였으며, 각 조건에 따라 열화된 시편에서 발생하는 유해가스를 fiber에 15분간 흡착하고, 5분간 탈착 후 GC/MS로 분석하였다. 사용된 GC system은 Agilent Technologies 7890A이고 Detector는 MSD로 Agilent Technologies 5975C를 사용하였다. column은 Agilent HP-5를 사용하였고, Oven program은 40°C (10min)~120°C까지 10°C/min으로 설정하였다. injector와 detector 온도는 270°C로 설정하였으며, carrier gas는 Helium 1.0ml/min을 사용하였다(Table 2).

### 3. 결과

실험 결과, 모든 조건에서 Naphthalene이 검출되어 Naphthalene이 방부제로써 사용된 것을 확인할 수 있었다. 보존환경에 따른 열화 실험 결과, 검출된 주요 성분은 총 8

**Table 4.** Major chemicals of SPME measurement results in UV deterioration test.

| No. | RT     | Compounds   | Peak Area(wt %) |
|-----|--------|-------------|-----------------|
| 1   | 1.425  | Acetic acid | 0.37            |
| 2   | 17.008 | Undecane    | 0.13            |
| 3   | 18.641 | Naphthalene | 98.24           |
| 4   | 18.867 | Dodecane    | 0.34            |

가지이며, 그 중 자외선 열화에서는 다른 열화실험과는 달리 대표적인 VOCs 물질로 알려져 있는 Acetic acid가 검출되었다(Table 3).

자외선 열화 실험 결과, 4종의 주요 화학물질이 검출되었으며, 습도 및 포름알데히드 열화 시험에서는 7종이 검출되었다. 고습의 환경에 노출될수록 Naphthalene의 농도가 감소하고, Decane, Undecane 등의 화학물질의 농도가 증가하였다.

#### 3.1. 자외선 열화 실험

4종의 주요 화학물질이 검출되었으며, 열화로 인하여 방부제로 사용된 Naphthalene 외에 Acetic acid, Undecane, Dodecane이 추가로 검출되었다(Table 4). 대조군에서 농

**Table 5.** Major chemicals of SPME measurement results in RH deterioration test.

| No. | RT     | Compounds                     | Peak Area(wt %) |        |       |
|-----|--------|-------------------------------|-----------------|--------|-------|
|     |        |                               | Low             | Middle | High  |
| 1   | 14.685 | Decane                        |                 | 0.15   | 0.23  |
| 2   | 14.854 | Octamethyl cyclotetrasiloxane |                 | 2.50   | 3.95  |
| 3   | 16.121 | 1,2-Dimethyl-4-Ethyl Benzene  |                 | 0.11   | 0.11  |
| 4   | 16.994 | Undecane                      |                 | 0.43   | 0.61  |
| 5   | 18.697 | Naphthalene                   | 100             | 92.79  | 88.22 |
| 6   | 18.782 | Cyclopenta[c]thiapyran        |                 | 0.58   | 0.65  |
| 7   | 18.866 | Dodecane                      |                 | 0.74   | 0.91  |

**Table 6.** Major chemicals of SPME measurement results in formaldehyde deterioration test.

| No. | RT     | Compounds                     | Peak Area(wt %) |        |       |
|-----|--------|-------------------------------|-----------------|--------|-------|
|     |        |                               | Low             | Middle | High  |
| 1   | 14.643 | Decane                        |                 | 0.15   | 0.18  |
| 2   | 14.826 | Octamethyl cyclotetrasiloxane |                 | 1.22   | 0.99  |
| 3   | 16.093 | 1,2-Dimethyl-4-Ethyl Benzene  |                 | 0.09   | 0.14  |
| 4   | 16.980 | Undecane                      |                 | 0.39   | 0.53  |
| 5   | 18.683 | Naphthalene                   | 100             | 94.97  | 92.97 |
| 6   | 18.768 | Cyclopenta[c]thiapyran        |                 | 0.51   | 0.78  |
| 7   | 18.866 | Dodecane                      |                 | 0.71   | 0.73  |

도 100%이던 Naphthalene이 박제 표본이 열화되면서 농도가 감소되는 것을 알 수 있으며, 다른 열화 실험과는 달리 Acetic acid가 검출되었다. Acetic acid는 자극성의 냄새가 있는 물질로 대표적인 VOCs(휘발성유기화합물)로 알려져 있으며, 약산으로 일부 플라스틱과 고무, 가죽 등의 재질을 열화시킨다.

### 3.2. 습도 열화 실험

저습에서는 대조군과 같이 Naphthalene만이 검출되었고, 중습과 고습 환경에서 열화된 박제 표본에서는 7종의 같은 화학물질이 검출되었다(Table 5). 그러나, 각 화학물질의 농도를 비교하였을 때, Naphthalene은 고습의 환경에 노출될수록 농도가 줄어드는 반면, 다른 물질들의 농도는 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

### 3.3. 포름알데히드 열화 실험

습도 열화실험과 마찬가지로 저습에서는 대조군과 같

이 Naphthalene만이 검출되었으며, 중습과 고습 환경에서 열화된 박제 표본에서는 7종의 같은 화학물질이 검출되었다(Table 6). 습도에 따른 농도 변화를 비교하여 보면, 전체적으로 습도 열화실험과 변화 양상이 비슷하지만 Naphthalene 농도 변화 폭이 적고, Octamethyl cyclotetrasiloxane의 양은 감소하는 것을 확인할 수 있다.

## 4. 결론 및 고찰

보존환경에 따른 유해가스의 SPME 분석 결과, 자외선, 습도, 포름알데히드 열화 실험에서 각각 4종, 7종, 7종의 화학물질이 검출되었다. Naphthalene이 대조군을 포함한 모든 시편에서 검출되어, 방부제로 사용된 것을 확인할 수 있었다. 또한 열화 요인에 따라서 Acetic acid와 같은 VOCs 물질이 검출되기도 하였으며, 열화 환경에 따라 화학물질의 농도 변화 양상을 확인할 수 있었다. 자외선 열화에 의해 발생한 Acetic acid는 대표적인 VOCs로 실제 박물관 전시 환경에서 발생하면 박제품 등 자연사 표본에 손상을 일으키는 물론 주변 전시용 패널 등 자재에도 영향을

미처 추가적인 VOCs의 방출을 유발할 위험이 있다. 적은 농도로 검출되기는 하였으나, 열화 기간 및 자외선 파장별 열화에 따른 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다. 또한 시편 제작 시 방부제로 사용된 Naphthalene은 현재 IARC에서 발암성 유발 의심 물질(Group 2B)로 분류되어 있으며, 방충방부를 위해 좁약 등으로도 많이 사용되나 현재 중국에서는 이의 사용을 금지하고 있다. 이에 따라 박제 제작자 및 관람자들에 대한 안정성을 고려하여, 이를 대체할 수 있는 약품에 대한 연구도 필요할 것이다.

이처럼 박제 표본이 열화되면서 발생하는 VOCs나 유해가스 등은 인체 및 주변 환경에 영향을 미칠 수 있으며, 주변 수장품의 열화를 촉진시킬 수 있다. 이러한 휘발성 유기화합물의 발생은 박제 표본 제작 시 방부·방충제로서 사용되는 나프탈렌, 붕산 등 다양한 화학물질의 잔류로 인한 영향일 수 있으므로 제작 후 일정 기간 동안 환기를 통해 잔류화학약품을 제거할 필요가 있다. 또한 박제 표본은 자연사 박물관 외에 가정이나 기관 등에 전시 혹은 장식용으로 보관하여 상온 보관하는 경우가 다수 있으나, 손상을 방지하고 재질의 수명을 연장시키기 위해서는 18~20°C의 온도를 유지하는 것이 좋다. 습도는 저습의 환경일수록 화학물질이 적게 검출되었으나, 2~30%의 낮은 습도를 유지하는 것은 재질에 물리적 손상을 줄 수 있으므로 재질에 따라 40~55%를 유지하는 것이 좋다.

본 연구를 통하여, 박제 표본의 열화에 따라 발생하는 유해물질의 종류 및 특성을 확인할 수 있었다. 또한 비파괴적 분석법으로써 주로 환경 공학에서 휘발성 유기화합물 분석에 사용되어 온 SPME법을 박제 표본의 보존 환경 연구에 적용하여 재질의 손상에 따라 발생하는 유해 가스를 검출할 수 있었다. 그러나 아직 이러한 방법이 문화재에 적용된 사례가 적어 앞으로 다양한 연구를 통해 재질의 손상 및 특성 규명, 적정 보존 환경 연구 등에 활용할 수 있을 것으로 기대된다. 현재 국내 박제 표본의 보존은 국외에 비해

유물로서 가치 인식이 부족하고 표본 손상에 대처할 보존 처리방안이 부족한 실정이다. 그러므로 박제 표본 제작에 사용되는 약품을 공개·체계화하고, 손상 및 관리에 대한 연구를 진행하여 박제 표본의 유물로서의 가치를 인식하여 효율적으로 보존할 수 있는 방안을 마련하여야 한다.

## 사 사

본 연구는 국가기록원의 지원을 받아 2012 유기물류 행정박물 보존처리 후 열화방지 기술 연구(R&D) 사업의 일환으로 이루어졌으며, 이에 감사드린다.

## REFERENCES

- Charles, W., 2009, How taxidermy works. How stuff works(adventure.howstuffworks.com).
- Chung, Y.J., 2012, The analysis on VOCs that occurs in leather cultural heritage with SPME. Journal of Conservation Science, 28, 113-118. (in Korean English Abstract)
- Ewha Womans University Natural History Museum, 2000, The Mystery of Natural History. Ewha Womans University Press. (in Korean)
- National Institute of Environmental Research, 2004, Conservation and management of biological specimens(I). National Institute of Environmental Research. (in Korean)
- Sakamoto, Y., 1931, How to make animal stuffed specimen. Heibonsha. (in Japanese)
- San Diego Natural History Museum, 1999, How damage collections. San Diego Natural History Museum.