

부여 공남지 출토 짚신의 보존처리

나미선 | 김익주* | 김경희**

국립부여문화재연구소 보존과학실,

*경담문화재보존연구소,

**국립청주박물관 보존과학실

Conservation of Straw Sandals Excavated at Goongnamji in Buyeo

Mi-Sun Na | Ik-Joo Kim* | Kyeong-Hee Kim**

Buyeo National Research Institute of Cultural Properties Conservation Science Division, Buyeo 323-803, KOREA

*GyeongDam Conservation Institute for Cultural Properties, Kwangju 502-832, KOREA

**Conservation Science Lab., Cheongju National Museum, Cheongju 360-191, KOREA

초록 부여 공남지 출토 짚신 시료를 동정하였고 짚신의 보존처리를 위하여 수침고목제 보존처리에 널리 사용되고 있는 PEG와 Acrylic 수지 중 토층경화제로 주로 사용되고 있는 Primal MC-76, 진공동결건조 등의 방법을 적용하여 중량변화율을 알아보고, 이에 대한 흡습성 실험을 실시하였다. 그 결과 연구대상 초본류 시료는 부들류(Typha spp)로 동정되었고, 중량변화율에 있어서는 PEG 2-Step 처리 후 진공동결건조를 한 경우가 가장 안정적인 변화를 나타내었으며 색변화에 있어서는 가장 변화가 적은 것으로 확인되었다.

ABSTRACT To preserve straw sandals excavated at Goongnamji site, this study examined the weight change rate by applying the methods of Primal MC-76 and vacuum freeze-drying used mostly as a earth-layer hardening material among PEG and acrylic resin, which are applied widely for preservation of waterlogged archaeological wood, as a means to preserve plant-based cultural properties along with the examination of the subject material. An experiment was also performed on moisture absorption after treatment. The materials of sandals were identified as Typha spp. The weight change experiment revealed that the vacuum freeze-drying after being treated with PEG 2-Step showed the most stabilized changes in weight, while it offered the smallest change in color as well.

1. 서론

우리나라 문화의 기반인 농경문화를 배경으로 하여 짚·풀을 이용한 공예품들이 최근까지도 우리 민족의 생활용품으로 많이 이용되어 왔다. 짚은 벼·보리·밀·조·매밀 등의 이삭을 떨어낸 줄기를 총칭하는 것이며, 풀은 초본식물(草本植物)의 속칭이다.

짚·풀을 이용한 초본류 문화재는 생활용품의 용도로 주변에서 쉽게 구할 수 있는 재료를 이용하여 왔다. 초본류 문화재는 재료가 취약하다는 단점과 흔하게 구할 수 있다는 장점으로 인해 사용을 하다가 손상이 되면 버리고 다시 만들어 썼다. 때문에 현재 우리가 볼 수 있는 초본류 문화재는 민속품으로 전제되어 온 근세의 유물이 대부분이었지만, 최근들어 저습지 발굴을 통해 출토된

유물이 심심치 않게 늘어가고 있다.

이러한 유물들은 대개 수침상태로 출토되는데, 출토된 초본류 문화재의 예로는 우리나라 최초의 선사시대 저습지 유적으로 확인된 광주 신창동 유적 출토 싸리비·삿자리·노끈·또아리 등의 원삼국시대 유물과 부여 궁남지 출토 짚신·등구미, 이성산성 출토 짚신 등의 삼국시대 유물, 대구 칠곡 동천동 출토 짚신, 경주 황남동 출토 짚신·끈, 대전 월평산성 출토 이엉, 미륵사지 출토 짚신 등의 통일신라시대 유물 등이 있다.

지금까지 국내 수침 초본류 유물의 보존처리에는 대개 PEG처리법, 고급알콜법, 담말수지 등의 천연수지를 이용한 알콜에테르법, Paraloid B-72 등을 적용하여 보존처리 되었다. 국외 보존처리 예로는 Florian(1997)의 바구니·세공품 등에 강화제로 Acryl 수지(Acryloid B-72 5~20%, in toluene, xylene, diethylbenzene), PEG waxes(PEG#1500, #4000 10~20%, in ethanol), methylcellulose(Methocel A4C, 1~2%, in ethanol 30%)등을 사용한 예가 있다. Cornu와 Houman(1982)은 methylcellulose(Methocel A4C와 A15C 1~2%, in water)를 사용하여 부서진 오스트레일리아 민속품을 보존처리 하였다. Smith, C. Wayne(2003)은 수침 상태로 출토된 rope를 silicon oil과 PEG 처리-진공동결건조의 방법으로 보존처리 하였다. 岡田文男(2002)은 토양과 유기물질을 분리할 수 없는 경우에 함께 보존처리 하는 방법으로 PEG법과 고급알콜법의 사용을 제시하고 있다.

그러나 기존의 보존처리 방법으로 적용된 PEG 함침법의 경우, 흑화현상이 심하고 질감에 있어서도 너무 투박하다는 단점과 고습 환경에서는 약제 용출의 위험이 있다. 또 담말수지를 이용한 알콜에테르법의 경우와 고급알콜법의 경우에도 역시 흑화 현상이 심해 질감을 재현해 내지 못하였다. 무엇보다도 금속문화재의 보존처리에 널리 사용되고 있는 Paraloid B72로 보존처리를 한 경우 흑화 현상이 가장 심하고, 공극과 기공이 막힌 상태로 응축되어 그 형태를 제대로 파악할 수 없을 뿐만 아니라 광택이 질감을 훼손하였으며, 먼지를 잘 흡착하는 단점들이 나타났다. 이에 대해 M. L. Florian(1997)은 직접적인 용매와 강화제의 침투는 흑화를 야기할 수 있다고 지적하고 있다.

앞서 말했듯이 수침상태인 초본류 문화재의 보존처리

를 위하여 현재 사용되고 있는 재료와 방법에는 여러 가지가 있으나, 그 적합성이 충분히 구명되지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 몇 가지 실험적 사례를 통하여 초본류 문화재 보존처리 방법의 연구 선행지표가 될 수 있는 자료를 제시하고자 하였다. 이를 위하여 본 연구에서는 cellulose를 기본 골격 물질로 한다는 점에서 화학적인 성상에서 같은 구성을 갖는 수침고목재 보존처리에 주로 사용되고 있는 polyethylene glycol(이하, PEG)처리법과 진공동결건조법을 적용하였다. 또한 토양경화제로 널리 쓰이고 있는 Acryl 수지(Primal MC-76:상품명)를 이용한 치수안정성을 알아보고, 각각의 경화처리 방법 적용 후 흡습성 실험을 통해 습도변화에 대한 안정성을 검토하여 초본류 문화재의 보존처리에 대한 적합성을 알아보하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 재료

2001년도 궁남지에서 출토된 짚신유물은 저습지에서 출토되어 그 형태는 잘 남아 있었으나 재질상 매우 취약하고 와해의 우려가 있어 모두 우레탄폼을 사용하여 토양과 함께 수습하였다. 매장환경과 유기질 유물의 취약성으로 인해 수습 당시 짚신 표면을 덮고 있던 토양에 짚신의 일부가 부착된 채 떨어지는 경우가 있었다. 이때 토양에 부착되어 나온 짚신의 일부(Fig 1~5)를 토양과 함께 본 실험의 시험체로 사용하였다.

실험 대상인 궁남지 출토 짚신의 재료는 벼짚 또는 보릿짚 등 곡물류와는 달리 길이가 긴 섬유로 제작되었는데, 섬유 형태로 보아 그 재료는 부들류(부들목 부들과, *Typha spp.*)로 동정되었다.

2.1.1 섬유질의 동정

광학현미경을 통해 관찰한 궁남지 출토 짚신의 재질은 부들(부들목 부들과, 학명: *Typha orientalis Presl*)류로 확인되었다. 부들은 다년생 초본으로 근경이나 종자로 번식하는 수생식물로서, 전국적으로 분포하고 강가장자리와 연못가 및 수로에서 잘 자란다. 우리나라에서 자라는 부들에는 큰부들, 부들, 애기부들, 쯤부들 4종

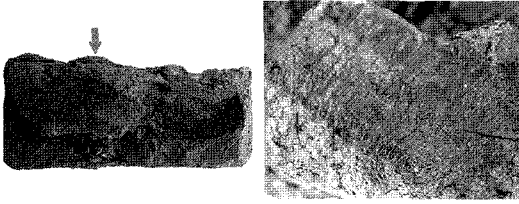


Fig. 1. Sample 1 before treatment.

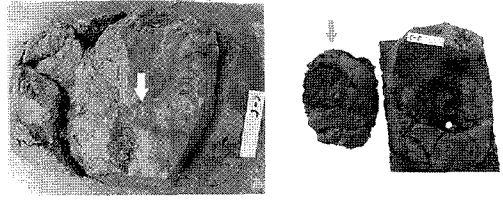


Fig. 4. Sample 5 before treatment.

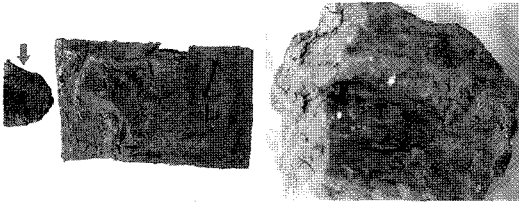


Fig. 2. Sample 2 before treatment.

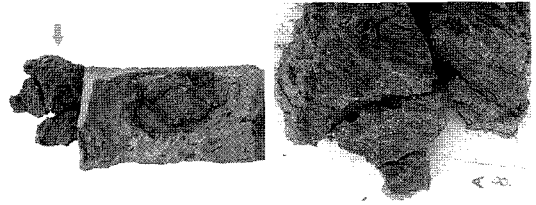


Fig. 5. Sample 6 before treatment.

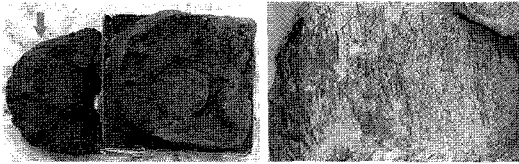


Fig. 3. Sample 4 before treatment.

류가 있다. 일반적인 짚신 재료로 사용하는 벼의 표피세포의 경우는 돌기물을 많이 가지고 있고 성곽 모양으로 굴곡이 많은 것이 특징이다(Fig. 6). 이에 반해 Fig. 7에서 관찰되는 바와 같이 부들의 표피세포는 장세포가 방형에 가까우며 테두리는 매끈하고 기공이 다열을 지어 줄무늬로 존재한다.

궁남지 출토 짚신에서 관찰된 표피세포의 모양은 장방향으로 세포벽은 밋밋하고, 기공의 부세포는 2개로 실리카나 코르크셀, 털이 없는 점, 기공이 있는 표피세포와 기공이 없는 표피세포가 확실히 구분되는 점 등이 부들의 표피와 일치하였다(Fig. 8~9).

부들은 우리나라 전국에서 저질로 자란다. 옛날부터 부들 줄기를 잘라 짠 돛자리는 최고급으로 졌다. 이도 말려서 자리를 짜거나 밭, 명석, 신발을 만들었다. 특히 부들로 삼은 신발은 부들신·부들짚신(香浦鞋)·부들총백이라 부르고, 짚신의 각 부분에 섞어 삼아서, 질기고 부드러운 보기에 좋게 만들기도 한다

2.2 방법

2.2.1 약제처리

실험 1은 저분자량 저농도의 PEG#400을 수분과 서서히 치환하면서 중량의 변화를 살펴보았다. PEG#400의 침투율이 떨어지는 시점에서 PEG2-Step법과 PEG#400으로 구분하여 시행하였다. PEG2-Step법은 PEG#400을 5%부터 10%까지 분무한 후, PEG#4000을 10%부터 30%까지 5%씩 농도를 높여 분무하였다. PEG#400은 5%부터 50%까지 5%씩 농도를 높여가며

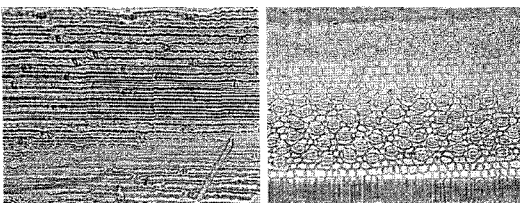


Fig. 6. Epidermis of the *Oryza sativa*

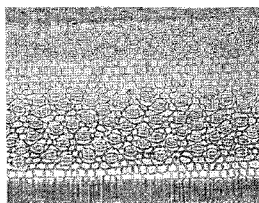


Fig. 7. Epidermis of *Typha* spp. $\times 200$

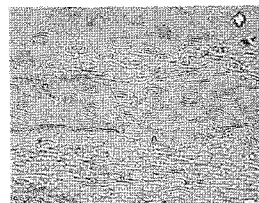


Fig. 8. Epidermis of the straw sandals at Goongnamji $\times 200$ at Goongnamji $\times 400$

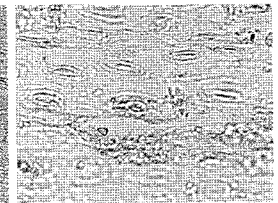


Fig. 9. Epidermis of the straw sandals at Goongnamji $\times 200$ at Goongnamji $\times 400$

분무하였다(Table 1. a).

Table 1. Treatment method(a, b)

a. Treatment 1.

Sample	Treatment	Concentration	Temperature	Solvent
6, 7	PEG#400	30%	normal	water
1, 2, 4, 5	PEG2-Step (MW:400, MW:4000)	PEG#400(10%) PEG#4000 (10~30%)		

b. Treatment 2.

Sample	Treatment	Concentration	Temperature	Time	Solvent
5	PEG#4000	50%	60℃	7 days	in Water
1, 6	Primal	30%	normal	3~4 times	Water
2, 4	MC-76 Vacuum Freeze Drying	-	preliminary: -45℃ freezing: -75℃	24~72 hours	-

실험 2는 PEG#4000과 PEG#400 모두 침투율이 떨어지는 시점에서 최종 단계의 경화를 염두에 두고 진공 동결건조, Acrylic emulsion 수지 Primal MC-76, PEG#4000 50%(60℃ 중탕)의 방법으로 시행하였다(Table 1. b). 처리가 끝난 후, 일주일간 자연건조하고 Auto Dry Chamber에 보관하여 중량변화를 살펴보았다.

2.2.1.1 중량변화를 측정

중량변화를 측정은 약제 처리 중 약제의 침투·확산 정도를 비교하기 위해 매회 처리시와 농도를 상승시킬 때마다 0.01g단위까지 측정하였으며 중량변화율은 식(1)와 (2)로 구하였다.

$$\text{중량변화율(\%)} = \frac{W_a - W_b}{W_b} \times 100 \text{ ----- (1)}$$

[W_a(weight after treatment) : 처리 후 시료 중량(g)]
[W_b(weight before treatment) : 처리 전 시료 중량(g)]

$$\text{중량변화율(\%)} = \frac{W_t - W_c}{W_c} \times 100 \text{ ----- (2)}$$

[W_c : 건조 후 중량(g)]
[W_t : 건조 전 중량(g)]

2.2.2 흡습성 실험

수침 초본류는 재질이 매우 취약하여 보존처리 이후

보관 환경의 변화에 민감하게 반응할 것이므로 물리·화학적으로 안정된 상태로 보관되어야 한다. 특히, 보관 중 습도조건에 따라 유물의 흡습성 증가, 습도 조건에 따른 약제의 용출과 형태 변형 등이 발생할 수 있다.

따라서 각각 일정 습도를 조성하는 염포화수용액을 사용하여 밀폐 챔버 내부를 일정 습도로 만들고(Table 2), 건·습을 반복하는 9단계로 처리하였다(Table 3).

Table 2. Treatment methods in conditioning humidity

Salts	Relative humidity(%) at 25℃	Concentration(%) at 25℃
MgCl ₂	33	35.4
K ₂ CO ₃	43	35.4
NaBr	58	48.6
KCl	84	26.4
KNO ₃	94	27.5

Table 3. Saturated salt solutions used for the humidity control

Samples	Step	Time
1, 2, 4, 5, 6	Freeze-dry	
	-MgCl ₂ (RH 33%)	MgCl ₂ (20 days)
	-K ₂ CO ₃ (RH 43%)	K ₂ CO ₃ (20 days)
	-NaBr(RH 58%)	NaBr(20 days)
	-KCl(RH 84%)	KCl(20 days)
	-KNO ₃ (RH 94%)	KNO ₃ (20 days)
	-KCl(RH 84%)	KCl(20 days)
	-NaBr(RH 58%)	NaBr(20 days)
	-K ₂ CO ₃ (RH 43%)	K ₂ CO ₃ (20 days)
-MgCl ₂ (RH 33%)	MgCl ₂ (20 days)	

2.2.2.1 중량변화를 측정

각각의 보존처리 방법에 따라 건조된 시험재를 다양한 습도 조건에 놓아 두고 중량변화율을 측정하여 보존처리 방법에 따른 치수안정성을 측정하였다.

습도조건이 달라지는 것을 나타내기 위하여 낮은 습도(RH 33%)에서 높은 습도(RH 84%)로 다시 높은 습도에서 낮은 습도로 실온(18~22℃)에서 방치 후 중량변화율을 측정하였다. 중량변화율은 다음 식(3)으로 계산하였다.

$$\text{중량변화율(\%)} = \frac{W_a - W_b}{W_b} \times 100 \text{ ----- (3)}$$

[W_a : 일정 습도 조건 하에서 방치 후 중량(g)]
[W_b : 방치 전(건조 후) 중량(g)]

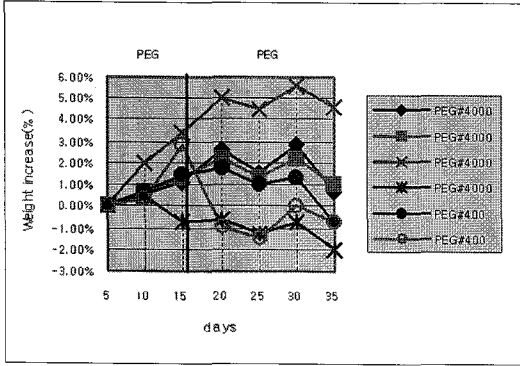


Fig.10. Weight changes in sample during the treatment impregnation with PEG#400 & PEG#4000 sol. Vacuum.

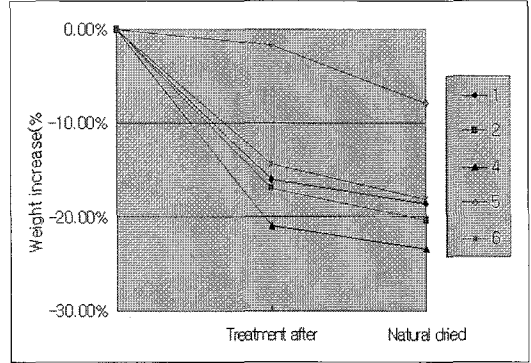


Fig.11. Weight changes in sample after with PEG#4000 sol, Primal MC-76 sol & Freeze Drying method.

3. 결과 및 고찰

3.1 약제 처리에 따른 중량변화율

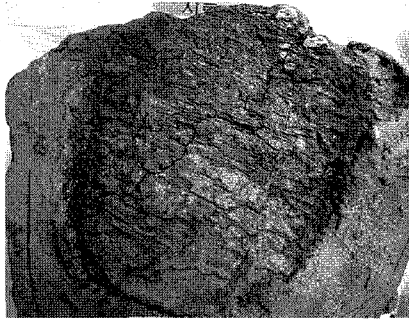
PEG#400과 PEG2-Step법을 적용하여 치수안정화를 취했던 실험 1에서의 중량변화율은 Fig. 10에서 보는 바와 같이 PEG2-Step 처리와 PEG#400 처리가 다른 경향을 나타낸다. 일반적으로 보고된 수침고목재처리에서 낮은 농도(20~40%)에서의 큰 폭의 중량증가율과는 달리 Fig. 10에서 처럼 PEG2-Step에서만 소폭의 증가를 나타내고 있고, PEG#400의 경우는 감소를 나타내고 있다. 이것은 저분자·저농도의 PEG가 기공이 많은 토양과 초본류에서 초기에는 빠르게 침투·확산되지만, 시간이 경과되면서 수지의 침투·확산보다 시료의 건조가 더 빨리 진행되었기 때문으로 생각된다. 시료 5는 PEG2-Step 처리를 한 경우인데 중량의 감소를 나타내고 있다. 이는 처리 당시 다른 시료에 비해 건조가 이미 상당히 진행되었기 때문으로 해석된다.

토양의 치수안정화를 위해 PEG#4000, Primal MC-76, 진공동결건조를 적용한 실험 2에서의 중량변화율은 Fig. 11과 같이 모두 같은 양상을 나타내었다. 진공동결 건조의 경우 20% 이상의 감소율을 나타내고 있고, Primal MC-76이 약 18%, PEG#4000이 약 8%의 중량감소율을 보이고 있다. 일반적인 수침고목재처리에서 나타나는 중량증가율과 달리 중량의 감소를 보이고 있는데, 본 실험에서 중량의 증가나 감소는 초본류 유물보다는 토양내의 기공율과 상관성이 있을 것으로 판단된다. 즉

토양의 기공에 가득 찬 수분이 수지 처리(수지의 농도와 비중도 고려) 후 건조되는 과정에서 발생하는 것으로 생각된다.

3.2 습도 변화 따른 중량변화율

습도조건에 따른 중량변화율을 알아 본 실험 3의 결과는 Fig.12에 나타내었다. 낮은 습도에서 높은 습도로 서서히 조습한 결과 84%의 습도조건에서 최대 중량변화를 나타냈다. 특히 고습도(RH 84% 이상)에서 급격한 중량 증가를 나타냈으며, 대상 시료 모두 10% 내외의 중량 변화를 보이고 있다. Primal MC-76으로 처리한 경우 RH 58%이상부터 RH 94%까지 최대 중량 증가를 나타냈고, 다시 낮은 습도 조건으로 서서히 조습한 결과, 꾸준한 중량 감소를 보였다. 최대 7~9%의 중량 변화를 보이고 있는데, 낮은(RH 58% 이하) 습도 조건에서 안정적인 중량증가를 나타내었다. 또한 고습환경에서도 약제가 용출되거나 표면에 변화가 생기지 않았으며, 중량 증가율도 비교적 안정적이었다. PEG#4000으로 처리한 후 조습한 시료 5번은 중량변화율의 폭이 가장 컸다. 특히 고습 조건(RH 84% 이상)에서 중량의 변화가 가장 컸고, 낮은 습도 조건에서 또한 가장 많은 중량감소율을 나타냈다. 무엇보다도 고습 조건에서 약제가 용출되어 토양과 유물이 모두 검게 변화되는 것이 관찰되었는데, 이것은 PEG#4000의 흡습성 때문이라기보다는 토양의 특성에 기인하는 것으로 판단된다. 실제 수침고목재 보존처리에서 고습상태에서 약제 용출이 발견되지 않는 것을 볼 때 토양의 영향이 큰 것으로 보인다. 동결건조한



a. Sample treated with PEG#4000



b. Details.

Fig. 13. PEG molecules flow out to the surface at the 84% RH during 20days.



Fig. 14 Color of original straw sandals.

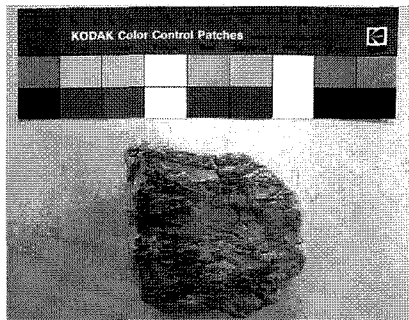
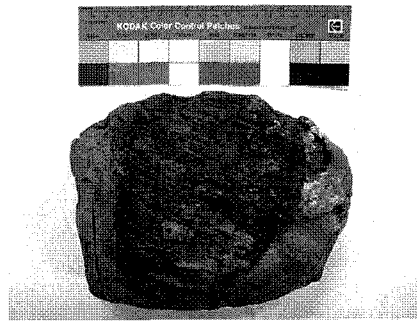


Fig. 16. Color changes of a dried straw.

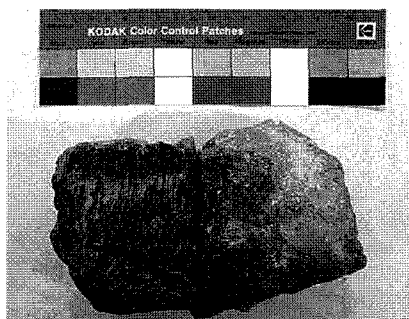
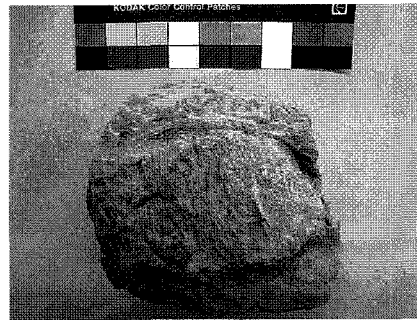


Fig. 18. Lustered color change by Primal.

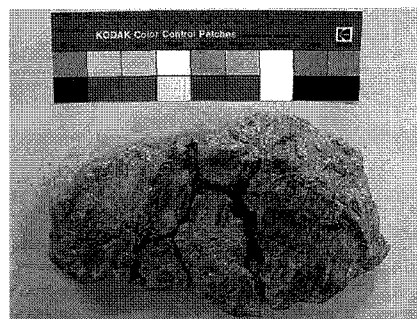


Fig. 19. Lustered color change by Primal MC-76(sample 1). MC-76(sample 6).

후 조습한 경우에는 Primal MC-76과 비슷한 양상의 중량 변화가 나타났으나, 고습 조건에서의 중량 변화의 폭은 가장 낮았다. 대체로 6~8%로 고습과 저습 환경에서 모두 안정적인 중량증가를 나타내었으며, 또한 약제 용출 등의 변화는 관찰되지 않았다. 습도조건에 따른 중량변화는 PEG#4000으로 처리한 시료에서 가장 크게 나타났으며, 이것은 PEG#4000의 흡습성과 토양의 특성 때문으로 판단되었다.

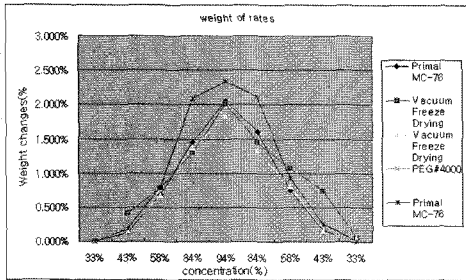


Fig. 12. Weight changes of treated samples stored in humidity-controlled chamber(sample 1, 6 treated after Primal MC-76, sample 5 treated after PEG#4000 sol, sample 2, 4 treated after Vacuum freeze drying.).

3.3 처리 후 색변화

공남지에서 출토된 수침초분류는 출토 당시 젖어 있던 상태로 제작 당시의 마른 짚·풀의 색과 달리 검은 색을 띄고 있었다. 이것은 초분류 자체 성분과 매장환경으로 인해 철분 등의 무기물이 유입되었기 때문으로 판단된다. 수침고목재의 경우 환원처리를 실시하여 유물 내부에 침투된 무기물 등을 치환하여 주지만, 이 경우에는 토양과 함께 처리해야 했기 때문에 환원 처리는 실시할 수 없었다. 따라서 보존처리를 통해 가장 짚·풀의 색이 잘 표현되는 방법을 찾고자 하였다. 세 가지 적용 실험에서 가장 흑화 경향이 심했던 것은 PEG#4000의 경우이다. 특히 고습(RH 84% 이상) 환경에서는 약제 용출로 인해 더욱 검게 변하는 경향이 있다(Fig. 13, 15). 이것은 PEG가 가지고 있는 흡습성때문이라기 보다는 기공이 많은 토층의 특성 때문으로 판단된다. Primal MC-76의 경우에는 약간의 흑화 현상과 광택이 나타났고 시멘트 덩어리와 같은 부자연스러운 질감이 나타났고(Fig. 18, 19). 그러나 토층의 경화에는 효과적인 것으로 판단된다. 마른 짚·풀의 색과 질감이 가장 잘 나타났

것은 진공동결건조의 방법으로 확인되었다. 처리 후에 마른 짚의 색을 띄었으며, 짚·풀의 질감이 가장 잘 나타났다(Fig. 16, 17). 이것은 진공동결건조의 방법이 건조과정 중 응력의 발생을 최소화하여 건조 중 변형이 적고, 대상물 원래의 색과 질감을 유지하기 때문인 것으로 생각된다.

4. 결론

1. 연구대상 초분류 시료는 부들류(*Typha* spp.)로 동정되었다.
2. PEG#400과 PEG#4000을 적용한 중량변화실험에서는 PEG2-Step으로 처리한 경우에 안정적인 중량증가를 나타내는 것으로 확인되었다.
3. 대상 시료 모두 토양과 함께 보존처리를 하기 위해서 PEG#4000, Primal MC-76, 진공동결건조로 처리한 경우, 진공동결건조가 20%로 가장 큰 중량의 감소를 나타냈고, Primal MC-76은 18%, PEG#4000은 약 8%의 중량감소를 나타냈다. 이것은 토양의 치수안정성을 고려할 때, 수지침투와 함께 건조과정이 진행되기 때문으로 판단되었다.
4. 보존처리 이후 다양한 습도 조건에서의 중량변화는 10%내외로 나타났다. 가장 큰 중량변화율을 나타낸 것은 PEG#4000의 경우로, 특히 고습(RH 84% 이상)환경에서는 약제가 용출되었는데, 이것은 토양층에 기인한 것으로 판단되었다. Primal MC-76과 진공동결건조의 경우에는 6~8%의 중량변화율을 나타냈으며, 진공동결건조에서 중량 변화율이 가장 낮음을 확인하였다.
5. 처리 후 색변화에 있어서는 PEG#4000에서 흑화 현상이 가장 심하게 나타났고, Primal MC-76과 진공동결건조는 마른 짚·풀과 가장 유사한 색을 나타냈다. 그러나 Primal MC-76의 경우에는 표면 광택으로 인해 짚·풀의 질감이 잘 나타나지 않았고, 진공동결건조의 경우가 가장 질감을 잘 나타내는 것으로 확인되었다.
6. 이상의 실험 결과를 종합해 볼 때, 중량변화에 있어서 PEG2-Step 처리 후 진공동결건조한 경우에 가장 안정적인 변화를 나타내었고, 색변화에 있어

서도 가장 변화가 적은 것으로 확인되었다.

본 연구에서는 한정된 시료 조건으로 인해, 지금까지 초본유물 보존처리에 적용하였던 약제와의 폭넓은 비교 실험을 시행하지 못하였다. 이후, 보존처리제로 사용되어 온 약제에 대한 비교 실험을 통해 보다 과학적인 근거 자료를 제시할 수 있으리라 생각한다. 또한, 초본유물에 사용되는 재료에 대한 동정과 특성에 관한 연구가 계속 되어 재질의 특성에 맞는 보존처리 방법도 고안되어야 할 것이다.

참고 문헌

1. 김정균 역, 일본접착협회지, *접착제핸드북*, 도서출판 세화, (1991).
2. 박상진, 이종윤, 조남석, 조병목, *목재과학 실험서*, 광일문화사, (1993).
3. 박상진, 이원용, 이화형, *목재조직과 식별*, 향문사, (1997).
4. 이용환, *사라져 가는 토종문화를 찾아서 '장이'*, 실천문화사, (2001).
5. 이유성, *식물형태학*, 도서출판 우성, (2000).
6. 이유미, 서민환, *우리풀 백과사전*, 현암사, (2003).
7. 인병선, *우리가 정말 알아야 할 짚풀 문화*, 현암사, (2001).
8. 국립문화재연구소, *짚 · 풀 공예*, (1998).
9. 국립부여문화재연구소, *궁남지 II*, (2001).
10. 국립부여문화재연구소, *백제의 짚신*, (2003).
11. 배도식, "짚신의 민속적 고찰(1), (2)", *한국민속학* 23, 24, 민속학회, (1990, 1991).
12. 김수철, *수침고목재의 동결건조를 위한 PEG 전처리 농도 및 용매 설정*, 충북대학교 대학원 임산공학과 석사학위 논문, (2003).
13. 이상수, "대전 월평동 목곽의 보존처리", *대전 월평동유적*, 국립공주박물관, (1999).
14. C. V. Hored. *Materials for Conservation*. Butterworth. (1987).
15. James D. Mauseth. *Plant Anatomy*. The Benjamin/Cummings Publ. Co, Inc. (1988).
16. Marja-Sisko Iluessalo-Pfaffli. *Fiber Atlas*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. (1995).
17. Mary-Lou E. Florian. *The Conservation of Artifacts Made from Plant Materials*. The J. Paul Getty Trust. (1997).
18. Roger M. Rowell · R. James Barbour. *Archaeological Wood Properties, Chemistry, and Preservation*. American Chemical Society. Washington, DC. (1990).
19. Smith, C. Wayne. *Archaeological Conservation Using Polymer for Organic Artifact Stabilization*. Texas A & M University Press. (2002).
20. Yoshihisa Fujii et al. *Detection of Acoustic Emission(AE) from Waterlogged Wood in PEG Treatment*. International Congress on the Conservation and Restoration for Archaeological Objects. Nara National Research Institute for Cultural Properties. (2002).
21. 今津節生. *出土木製品の保存科學的研究*. 奈良縣立橿原考古學研究所. (1999).
22. 潮田鐵雄. *はきもの*. 法政大學出版局. (1997)