출토 면직물 습식세척을 위한 천연계면활성제의 세척성 연구

백영미¹ | 이영희*

부산대학교 한국전통복식연구소, *부산대학교 유기소재시스템공학과

Detergency of Natural Surfactant for the Cleaning of Excavated Cotton Fabrics

Young Mee Baek¹ | Young Hee Lee*

Korean Traditional Costume Research Institute, Pusan National University, Busan, 46241, Korea

*Department of Organic Material Science and Engineering, Pusan National University, Busan, 46241, Korea

¹Corresponding Author: paikym@pusan.ac.kr, +82-51-510-2156

초록 본 연구는 출토직물의 세척을 위한 천연계면활성제 선정을 위하여 그 특성과 세척성을 알아보는 데 목적이 있다. 이를 위해 대조군으로 합성계면활성제인 SDS (Sodium dodecyl sulfate)와 천연계면활성제 중 LES (Disodium laurethsulfosuccinate), apple wash (Sodium cocoyl apple amino acids), tea saponin (Saponin), cornacopa (Decyl glucoside), coco betain (Cocamidopropyl betaine) 등 5종을 선별하여 계면활성제의 FT-IR (Fourier transform infrared spectroscopy) 분석으로 구조를 확인하고, pH와 표면장력 측정으로 특성을 파악하였다. 인공오염포 4종과 출토직물편에 대한 세척성 실험을 수행하였다. 그 결과 인공오염포에 대해서는 apple wash, tea saponin, cornacopa가 세척성에 있어서 SDS만큼 좋은 것으로 나타났으며 출토직물편에 대해서는 tea saponin과 coco betain의 세척성이 좋은 것으로 나타났다. 따라서 세제의 안전성과 세척성을 감안할 때 천연계면활성제 중 tea saponin이 출토복식 세척을 위한 천연계면활성제로써 적합한 것으로 사료되었다.

중심어: 세척성, 습식세척, 인공오염포, 천연계면활성제, 출토직물

ABSTRACT The purpose of this study was to investigate the characteristics and detergency of natural surfactants for the cleaning of excavated fabrics. For this purpose, SDS, a synthetic surfactant, was selected as the control, and five types of natural surfactants, namely, LES, apple wash, tea saponin, cornacopa, and coco betaine were selected. The structures of the surfactants were confirmed by FT-IR spectroscopy analysis, and the characteristics of the surfactants were determined by measuring the pH and surface tension. In addition, detergency testing was carried out on four artificially soiled fabrics and fragments of excavated fabrics. From the results, apple wash, tea saponin, and cornacopa were found to be as good as SDS in terms of detergency in the cleaning of artificially soiled fabrics, and the detergency of tea saponin and coco betaine was found to be good for cleaning excavated fabrics. Therefore, considering the safety and detergency of detergents, among natural surfactants, tea saponin is found to be most suitable for the cleaning of excavated fabrics.

Key Words: Detergency, Wet cleaning, Artificially soiled fabrics, Natural surfactant, Excavated fabrics

1. 서 론

출토복식유물은 주로 조선시대 회격묘와 회곽묘에서 발견되며 이러한 장례방식의 특성상 미라와 함께 출토되므로 많은 유기체, 무기체 오염물이 다량 부착되어있고 냄새가 심할 뿐만 아니라 미생물에 의한 오염도도 높다(Lee *et al.*, 2005).

습식세척은 비가역적인 보존처리과정임에도 불구하고 매장환경에서 만들어지는 오염물은 제거가 필요하며 이들 오염제거를 위해서 많은 연구들이 진행되었다(Oh, 2010). 출토복식의 세척을 위해서 2000년대 초까지는 세척과정에서 유기용제를 이용한 건식세척과 음이온계면활성제나 비이온계면활성제 등 합성계면활성제를 이용한 습식세척이 주로 시행되어져 왔으며(Baek and Kwon, 2009) 최근에는 습식세척에 천연비이온계면활성제인 사포닌이 많이 이용되고 있다(National Folk Museum of Korea, 2004; 2010; 2012; Gyonggi Provincial Museum, 2006).

해외의 경우 섬유유물의 세척을 위해 다양한 계면활성제를 대상으로 연구가 되어져 왔다. 유럽에서 섬유유물의 습식세척에 많이 사용되었던 비이온계면활성제인 Synperonic N의 원료가 환경호르몬물질로 판명되어 이를 대체하는 연구도 이루어졌고, 그 결과 음이온계면활성제인 Hostapon T와 Orvus WA paste, 비이온계면활성제인 Dehypon LS45, Imbentin C135/070과 Synperonic 91/6 등이 추천되었다(Fields *et al.*, 2004). Timar-Balazsy는 고직물의 습식세척의 체계를 정립하였으며(Timar-Balazsy, 2000), Stavroudis는 6종의 비이온계면활성제와 8종의 음이온계면활성제의 특징을 제시하였고(Stavroudis, 2009), Wolbers는 합성계

면활성제와 알코올류를 혼합하는 micro emulsion방법을 제시하는 등(Wolbers, 2009) 주로 합성계면활성제를 사용한 섬유유물 세척을 중심으로 연구되어져 왔다. 한편 1990년대 soap wort와 saponin을 사용한 세척에 대해 보고된 바는 있으나(Timar-Balazsy, 2000) 현재도 Orvus WA paste나 Dehypon LS45가 일반적으로 많이 고려되어지고 있다(Gardner, 2013). 최근 중국에서는 견직 유물의 세척에 사포닌을 적용한 실험을 (Zhang *et al.*, 2012), 인도네시아에서는 전통식물로 soapberry의 한 종류인 lerak를 이용한 박탁염직물의 세척사례(Brennanhas, 2015)를 소개하는 등 천연계면활성제를 이용한 섬유유물의 세척에 관심을 가지고 연구를 진행하고 있다.

최근 환경보존에 대한 필요성뿐만 아니라 아토피, 천식과 같은 환경질환의 예방의 필요성으로 친환경상품에 대한 관심이 높아지고 있는 가운데 비누, 화장품, 세제 등을 직접 만들어 사용하는 소비자 계층도 늘어나고 있고 천연

Figure 1. Excavated fabric sample.

Table 1. Various surfactants used in this study

Sample designation	Surfactant name	Chemical name	Molecular formula	Type	Base material	States
SDS	SDS	Sodium dodecyl sulfate	$C_{12}H_{25}NaO_4S$	anionic	coconut	powder
LES	LES	Disodium laureth sulfosuccinate	$C_{16}H_{28}Na_2O_7S$	anionic	coconut	liquid
APL	Apple wash	Sodium cocoyl apple amino acids	$RCONRCH_2COONa$	anionic	apple	liquid
TS	Tea saponin	Saponin	$C_{57}H_{90}O_{26}$	nonionic	camellia	powder
DG	Cornacopa	Decyl glucoside	$C_{16}H_{32}O_6$	nonionic	corn	liquid
CB	Coco Betain	Cocamidopropyl betaine	$C_{19}H_{38}N_2O_3$	amphoteric	coconut	liquid

Table 2. Specification of EMPA soiled fabrics

EMPA NO.	Fiber	Component	Reflectance (%, at 520 nm)
101	Cotton	Carbon black/olive oil	14.60
106		Carbon black/mineral oil	25.22
116		Blood/milk/ink	8.03
118		Sebum/pigment	45.12

Table 3. Specification of excavated fabrics

Fiber	Fabric structure	Density (Threads/inch)		Thread thickness (mm)		Twist		Thickness (mm)
		Warp	Weft	Warp	Weft	Warp	Weft	
cotton	1×1 plain	50	49	0.32	0.43	S	S	0.36

계면활성제 개발이 활발히 진행되어지고 있다(Kim *et al.*, 2008; Jung *et al.*, 2010; Jang *et al.*, 2013). 합성계면활성제들은 산업 환경적인 면에서도 생태 및 환경오염의 원인이 될 뿐만 아니라 인체독성이 있는 것으로 알려져 있으며 유물에도 잔류의 위험성이 있어 이를 대체할 천연계면활성제에 관한 연구가 필요하다.

아직 천연계면활성제에 대한 세척성 연구도 부족하며 복식문화재에 대한 적용을 위한 연구도 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 최근 개발되어진 천연계면활성제를 출토복식의 세척에 응용하고자 적용성을 검토하는데 그 목적이 있다.

2. 실험 방법

2.1. 시약 및 시료

본 연구에 사용한 계면활성제는 비교대상으로 대표적인 음이온계면활성제인 SDS를 시그마 알드리치를 통해 구입하여 사용하였으며, 천연유래 계면활성제는 최근 천연세제용으로 많이 사용되고 있는 LES (Miwon Commercial Co., Ltd., Korea), apple wash (SEPPIC, France), tea saponin (Hangzhou Choison Tea Sci-tech Co., Ltd., China), cornacopa (BASF, Germany), coco betain (Miwon Commercial Co., Ltd., Korea)을 천연세제 재료판매업체를 통해 구입하여 사용하였다(Table 1). 또한 인공오염포는 EMPA 101, 106, 116, 118을 Testfabrics(USA)에서 구입하여 사용하였다

(Table 2).

한편 출토직물편은 2011년도에 대전 금고동에서 출토된 안정나씨 일가 복식유물 보존처리 중 사용용도를 알 수 없는 직물편을 선별하여 사용하였다(Table 3, Figure 1).

2.2. 실험방법

오염포 및 출토직물편에 대한 세척성을 알아보기 위한 세척방법은 각 계면활성제별로 5 × 5 cm 크기의 인공오염포 3매와 출토직물편 2매를 3%세척액을 욕비 1:100으로 향온진탕기에 30℃, 100 rpm, 10분간 2회 세척하고 충분히 행군 후 자연건조하고 데시케이트에 24시간 보관 후 실험에 사용하였다.

한편 각 계면활성제의 구조분석을 위하여 적외선분광분석 (FT-IR, Impact 400D, Nicolet, USA)을 실시하였으며, 계면활성제의 특성을 알아보기 위하여 pH (pH meter, F-53, Horiba, Japan)를 측정하였으며, KS M ISO 1071-4:2007 고리법에 의해 표면장력을 측정하였다.

세척성에 대한 평가는 분광측색계 (JX777, Color Techno System. co. ltd., Japan)로 520 nm에서의 표면반사율 값을 5곳 이상 측정한 평균값으로 K/S값을 구한 후 다음 식에 의해 세척율을 산출하였다(Kim, 2013). 또한 전계방출주사전자현미경(Field Emission Scanning Electron Microscope (FESEM), SUPRA™ 40, ZEISS, Germany)을 이용하여 섬유 상태를 관찰하였다.

Figure 2. FT-IR spectra of various surfactants. (A) SDS, (B) LES, (C) Apple wash (APL), (D) Tea saponin (TS), (E) Cornacopa (DG), (F) Coco betain (CB).

$$D(\%) = \frac{(K/S)_s - (K/S)_w}{(K/S)_s - (K/S)_o} \times 100$$

$$K/S = (1 - R)^2 / 2R$$

where, D : Detergency (Soil removal)
 R : Reflectance/100
 $(K/S)_o$: K/S value of unsoiled fabric
 $(K/S)_s$: K/S value of soiled fabric
 $(K/S)_w$: K/S value of washed fabric

또한 세척전후의 시료에 대한 CIE LAB표색계의 L^* , a^* , b^* 를 측정하였으며 세척 후의 색차값(ΔE^*)을 다음의 식에 의해서 계산하였다(Baek *et al.*, 2012).

$$\Delta E_{L^*a^*b^*} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

when, $\Delta L^* = L_1^* - L_2^*$, $\Delta a^* = a_1^* - a_2^*$, $\Delta b^* = b_1^* - b_2^*$

3. 결과 및 고찰

3.1. FT-IR에 의한 계면활성제의 구조적 특성 분석

각 계면활성제의 구조를 확인하기 위하여 FT-IR 분석을 실시하였다. SDS는 대표적인 음이온 계면활성제로 도데칸올($C_{12}H_{25}OH$)과 황산의 에스테르화 반응으로 만들어진 계면활성제이며, 가정용 세제 및 샴푸, 치약류 등에 세정제, 가용화제로 널리 사용된다. SDS는 단백질에 대한 강력한 친화성이 있어 최근 생화학분야 연구에서도 많이 이용되고 있으며, 섬유에서는 견이나 모의 단백질뿐만 아니라 면의 루멘에 포함된 단백질과도 화학적인 흡착을 일으키는 것으로 알려져 있다(Oh, 2010). 분자식은 $CH_3(CH_2)_{11}OSO_3Na$ 의 구조를 가지고 있어 FT-IR 분석 결과 2916과 2852 cm^{-1} 에서 C-H의 stretching에 의한 peak, 1471 cm^{-1} 에서 C-H의 bending에 의한 peak를 나타냈으며, 1211 cm^{-1} 에서 S=O의 특성 peak를 나타내었으며 수중에서 해리되어 생성되는 $ROSO_3^-$ 이온이 계면활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(Figure 2A). LES는 야자와 호박산으로 만든 음이온 계면활성제로 저자극 샴푸와 스킨케어 제품에 사용된다. 분자식은 $C_{16}H_{28}Na_2O_7S$ 이며 FT-IR 분석 결과 2929와 2854 cm^{-1} 에서 C-H의 stretching에 의한 peak, 1468 cm^{-1} 에서 C-H의 bending에 의한 peak를 나타냈으며, 1220 cm^{-1} 에서 S=O의 특성 peak와 1300~1000 cm^{-1} 사이 C-O의 stretching peak들을 나타내었으며 계면활성을 나타내는 $ROSO_3^-$ 분자를 가지고 있다(Figure 2B). Apple wash는 사과 주스에서 분리한 coconutacid chloride와 아미노산의 축합 생성물의 나트륨 염이다. 분자식은 $RCONRCH_2COONa$

로 정확한 구조는 알려져 있지 않으나, FT-IR 분석 결과 3292 cm^{-1} 에서 N-H stretching peak, 2923과 2853 cm^{-1} 에서 C-H의 stretching peak, 1595 cm^{-1} 에서 COO^- stretching peak, 1412 cm^{-1} 에서 N-H의 bending에 의한 peak를 나타냈으며, 1300~1000 cm^{-1} 사이 C-O의 stretching peak들을 나타내었으며 계면활성을 나타내는 $RCOO^-$ 분자를 가지고 있는 음이온계면활성제이다(Figure 2C). Saponin은 녹차 씨나 동백나무열매 등에서 추출한 배당체 화합물인 triterpenoid로 우수한 천연계면활성제이며 농약, 섬유, 화학, 건축 등 다방면에 사용되고 있고 계면활성제로 제품화되어 있다. 분자식은 $C_{57}H_{90}O_{26}$ 이다. FT-IR 분석 결과 3377 cm^{-1} 에서 O-H peak, 2929 cm^{-1} 에서 C-H의 stretching에 의한 peak, 1607 cm^{-1} 에서 C-OH primary alcohol의 stretching peak, 1377, 1072, 1043 cm^{-1} 에서 C-O의 stretching bending에 의한 peak를 나타내었으며 이러한 -OH, -O와 같은 약한 친수기들을 여러 개 가지고 있어 계면활성제로 사용되는 비이온 계면활성제이다(Figure 2D). Cornacopa는 옥수수에서 추출된 다당류 천연계면활성제로 데실알코올과 글루코오스의 축합으로 얻은 성분이며 분자식은 $C_{16}H_{32}O_6$ 이다. FT-IR 분석 결과 3376 cm^{-1} 에서 O-H peak, 2930, 2855 cm^{-1} 에서 C-H의 stretching에 의한 peak, 1596 cm^{-1} 에서 C-OH primary alcohol stretching peak, 1457, 1376 cm^{-1} 에서 C-H bending에 의한 peak, 1032 cm^{-1} C-O의 stretching bending에 의한 peak를 나타내었으며 -OH의 친수기를 가지는 비이온 계면활성제이다(Figure 2E). Coco betain은 코코넛오일에서 얻는 양쪽성 천연계면활성제이며 분자식은 $RCONH(CH_2)_3N^+(CH_3)_2CH_2COO^-$ 의 구조를 가지고 있다. FT-IR 분석 결과 3322 cm^{-1} 에서 N-H stretching peak, 2922, 2853 cm^{-1} 에서 C-H의 stretching에 의한 peak, 1635, 1549

Figure 3. Surface tension of the surfactants.

cm^{-1} 에서 N-H bending peak, 1466 cm^{-1} 에서 C-H bending 에 의한 peak, 1399 cm^{-1} 에서 COO^- sym stretching peak, 1338 cm^{-1} 에서 C-N peak를 나타내었으며 4차 암모늄기 중 하나가 카르복실기를 가지고 있어 산성에는 양이온으로 알칼리성에서는 음이온으로 해리되어 계면활성을 나타낸다(Figure 2F)(Kim, 2013).

3.2. 계면활성제의 특성

3.2.1. pH

세제의 pH는 세척성에 영향을 미치는 요인 중 하나이며 문화재에 사용하기 위해서도 중요하게 고려되어야 할 요소 중의 하나이다. 세제로써의 역할을 위해서는 알칼리성을 띠는 것이 유리하나 열화된 출토복식과 같은 섬유문화재

에 대한 보존처리를 위해서는 중성을 띠는 것이 중요하다. 일반적으로 세척에는 알칼리만으로도 상당한 세척효과를 가지는데 이는 경수를 연화하고, 오구 중의 불용성 유리지방산을 비롯한 산성 물질을 중화하여 비누와 같은 가용성 염을 만들어 용해시키고, 세액의 계면장력을 낮추고, 섬유와 오구의 마이너스(-) 지타전위를 증가시켜 오구의 제거를 쉽게 하고, 재오염을 방지하며, 섬유와 오구의 팽윤을 증진시키고, 비누가 가수분해되는 것을 방지하며 유리지방산의 생성을 억제한다(Kim, 2013). 섬유류 유물의 보존 처리에서도 세척의 경우 섬유 및 염료가 알칼리성 조건에 민감하지 않은 경우, 약 알칼리성 pH의 세척 용액을 사용하여 음이온성 계면활성제의 세정력을 향상시키고, 지방오염을 비누화하여 분해하고, 음이온성 계면활성제를 안정화시키고, 섬유 및 오염으로부터 방출되는 산을 중화시

(A)

(B)

(C)

(D)

Figure 4. Effects of each surfactants on the soil removal from various soiled cotton fabrics. (A) EMPA101, (B) EMPA106, (C) EMPA116, (D) EMPA118.

Table 4. pH of the surfactants

Surfactant	SDS	LES	APL	TS	DG	CB
pH	8.7	8.0	8.6	5.9	11.8	7.1

Figure 5. Color difference(ΔE) of each surfactants on the soil removal from various soiled cotton fabrics. (A) EMPA101, (B) EMPA106, (C) EMPA116, (D) EMPA118.

키는 역할도 한다(Timar-Balazsy, 2000). 본 실험에 사용된 5종의 계면활성제의 pH를 측정된 결과, SDS, LES, apple wash(APL)는 pH 8~8.7을 나타냈으며, saponin(TS)은 pH 5.9를 나타냈으며, cornacoba(DG)는 pH 11.8을 나타냈고, coco betain(CB)은 pH 7.1을 나타냈다(Table 4). 따라서 이러한 pH의 차이가 뒤에 고찰한 세척성의 차이에 영향을 주었을 것으로 생각된다.

3.2.2. 표면장력

액체가 최소의 표면적을 가지려고 하는 힘을 표면장력 이라고 하며 이러한 계면사이의 장력을 줄여 내부로 침투 하기 쉽도록 하는 것이 계면활성제의 역할이다. 표면장력

은 용제의 세척력과 관계가 있으며 용제의 표면장력이 작 으면 용제의 침투력이 좋아서 직물 조직 내부의 오구를 제 거하고, 오구와 섬유 간에 침투하여 오구와 섬유의 결합력 을 약화시켜 오구가 섬유로부터 쉽게 분리된다. 따라서 표 면장력이 작을수록 세척력이 좋아진다(Kim, 2013). 본 연 구에서는 각 계면활성제의 3%농도에서의 계면활성을 측 정하였으며 각 계면활성제의 표면장력은 coco betain(CB), LES, tea saponin(TS), SDS, cornacopa(DG), apple wash (APL) 순으로 나타났으며 천연계면활성제로 apple wash (APL)가 표면장력이 가장 낮게 나타났다(Figure 3). 따라 서 이러한 표면장력의 차이가 뒤에 고찰한 세척성의 차이 에 영향을 주었을 것으로 생각된다.

3.3. 계면활성제에 따른 세척성

3.3.1. 인공오염포에 대한 세척성

계면활성제에 따른 인공오염포에 대한 세척성을 알아

보기 위해서 표면반사율의 변화와 색차의 변화를 살펴보았다. 먼저 520 nm에서의 표면반사율을 측정하여 K/S 값을 구하고 세척전후의 세척율을 비교한 결과, 모든 계면활성제의 세척성이 무세제인 경우보다 높은 세척성을 나타내

Figure 6. Soil removal of each surfactants on the excavated fabrics.

Figure 7. Color difference(ΔE) of each surfactants on the excavated fabrics.

(A)

(B)

(C)

(D)

Figure 8. SEM images of excavated fabrics cleaned with water and surfactants($\times 500$). (A) Water, (B) SDS, (C) Tea saponin, (D) Coco betain.

었다. 특히 apple wash(APL)와 알칼리성이 높은 cornacopa(DG)의 세척성이 음이온 계면활성제인 SDS와 비슷한 세척성을 나타내었다. 세척성은 오염의 특성에 따라 차이를 나타내었으며, 식물성기름 오염의 경우(EMPA 101), 천연 계면활성제 중 cornacopa(DG)의 세척성이 좋은 것으로 나타났다. 다음으로 apple wash의 세척성이 좋은 것으로 나타났다(Figure 4A). 이는 표면장력이 작고 pH가 알칼리성을 띠고 있기 때문으로 생각된다. 또한 광물성기름 오염의 경우(EMPA 106)도 식물성기름 오염 제거 경향과 비교해 비슷한 양상을 나타내었다(Figure 4B). 혈액, 우유, 잉크를 포함하는 오염인 경우(EMPA116) 천연계면활성제 중 LES, apple wash, cornacopa가 SDS와 거의 비슷한 오염제거율을 나타내었다(Figure 4C). 피지와 안료를 포함하는 오염(EMPA 118)에 대해서는 apple wash, cornacopa, coco betain의 오염제거율이 SDS와 비슷하게 나타났다(Figure 4D).

한편 이러한 표면반사율은 안료와 같은 오염입자와 관계되므로 다른 유성오염 천연오염의 세척성과 반드시 일치한다고는 볼 수 없다(Kim, 2013). 따라서 세척전후의 색차를 계산하여 비교하였다(Figure 5). 식물성기름 오염의 경우, 천연계면활성제 중 cornacopa(DG)의 색차값이 높게 나타났으며 다음으로 tea saponin(TS)의 색차값이 높게 나타났다(Figure 5A). 또한 광물성기름 오염의 경우는 식물성오염에 대한 변화율에 비해 낮은 값을 나타냈으나 tea saponin(TS)과 apple wash(APL)의 색차값이 높게 나타났다(Figure 5B). 혈액, 우유, 잉크를 포함하는 오염의 경우, 천연계면활성제 중 apple wash(APL), tea saponin(TS), cornacopa(DS)가 SDS와 거의 비슷한 색차값을 나타내었다(Figure 5C). 피지와 안료를 포함하는 오염에 대해서는 tea saponin(TS), cornacopa(DS)의 색차가 높게 나타났다(Figure 5D). 따라서 색차를 비교해볼 때 대체적으로 tea saponin에 의한 색차변화율이 전반적으로 높게 나타났다.

3.3.2. 출토직물편에 대한 세척성

출토직물편은 대전 금고동에서 출토된 것으로 그 용도가 불분명한 면직물을 사용하였다(Figure 5). 직물편은 파손이 심하였으며 부분적으로 탄화된 흔적이 있다. 따라서 되도록 심한 얼룩이나 오염이 있는 부분은 피하고 비슷한 색상부분의 시료를 채취하여 실험에 사용하였다. 그 결과 출토직물편에 대해서는 coco betain(CB)과 tea saponin(TS)의 세척성이 좋은 것으로 나타났으며 색차값도 coco betain(CB)과 tea saponin(TS)이 높게 나타났다(Figure 6, 7). SEM 관찰결과도 물만으로 세척한 것에 비해 tea saponin이나

coco betain으로 세척한 시료의 세척율이 좋은 것을 확인할 수 있었다(Figure 8). 이러한 coco betain의 경우 양쪽성 계면활성제로 등전점보다 알칼리성 용액에서는 음이온으로, 산성용액에서는 양이온으로 작용한다. 양쪽성 계면활성제는 분자 내에 산성과 염기성 그룹을 모두 포함하고 있고 pH에 의존하므로 산업적으로나 직물보존에서도 중요성을 얻지 못하고 있다(Timar-Balazsy, 2000).

4. 결 론

본 연구는 출토복식의 세척에 천연계면활성제의 적용성을 검토하기 위해 천연계면활성제를 선별하여 인공오염포와 출토직물편을 대상으로 세척성을 비교 고찰하였다. 전반적으로 물로만 세척한 경우 오염제거율은 낮았으며 세척 전후의 색차도 크지 않았고, 합성계면활성제인 SDS는 대부분 좋은 세척성을 나타내었다. 천연계면활성제 중 LES는 전반적으로 오염제거율과 색차변화가 낮게 나타났다. Apple wash는 사용된 계면활성제 중 표면장력이 가장 낮았으며 오염제거율은 높게 나타냈으나 색차값은 크게 높지는 않았다. tea saponin은 인공오염포에 대한 오염제거율은 낮게 나타났지만 색차값의 변화와 출토직물편에 대해서는 높은 세척성을 나타내었다. Cornacopa는 pH가 높아 알칼리성을 나타내었으며 사용 시 pH의 조절이 필요하며 높은 알칼리성에 의해 오염제거율과 색차변화가 크게 나타난 것으로 보인다. Coco betain은 pH가 중성이며 표면장력이 다른 계면활성제에 비해 높게 나타났으며 인공오염포에 대한 오염제거율은 크지 않았으나 출토직물편에서는 높게 나타났다. Coco betain과 같은 양쪽성 계면활성제의 경우 경제성과 pH에 따른 특성변화로 산업적으로나 문화재 보존분야에서도 실용화되지 못하고 있다.

이상과 같이 천연계면활성제의 세척성을 비교해 볼 때까지 사용되고 있는 tea saponin이 기존의 SDS와 비슷한 세척성을 나타내었으며 유물에 대한 세척효과도 좋은 것으로 나타났다. 본 연구에서 각 시료의 오염 정도가 균일하지 않다는 제한점이 있으나 그럼에도 불구하고 tea saponin의 세척효과는 인공오염포와 마찬가지로 좋은 세척성을 나타냈다.

사 사

이 연구는 한국연구재단의 지원(NRF-2010-0008128)에 의해서 수행되었다.

REFERENCES

- Baek, Y.M. and Kwon, Y.S., 2009, The cleaning of costume of Yeosan Song's family excavated at Mokdal-dong in Daejeon. *Journal of Conservation Science*, 25(2), 219-231. (in Korean with English abstract)
- Baek, Y.M., Goto-Doshida, S. and Saito, M., 2012, Effects of the wet cleaning to the color change of the dyed fabrics with natural dyes. *Journal of Conservation Science*, 28(1), 21-27. (in Korean with English abstract)
- Brennanhas, J., 2015, Jakarta post #2: Everybody loves wet cleaning!, Caring for textiles homepage. <http://www.caringfortextiles.com/jakarta-post-2-everybody-loves-wet-cleaning-and-batik-clothing/#.WL7eX2fauUk> (March, 2015)
- Fields, J. A., Wingham, A., Hartog, F. and Daniels, V., 2004, Finding substitute surfactants for synperonic N. *Journal of the American Institute for Conservation*, 43(1), 55-73.
- Gardner, S., 2013, Wet cleaning synthetic fibres: a preliminary investigation into the effects of conservation detergents on soiled synthetic test fabrics. Master's thesis, University of Glasgow, Glasgow.
- Gyeonggi Provincial Museum, 2006, Costumes excavated from Jin-Ju Ryu's couple tomb. Hangzhou Choisun Tea Sci-tech Co., Ltd. homepage http://www.chinateasaponin.com/product_detail_en/6.html
- Jang, A.R., Kim, H.J., Kim, K.S. and Park, E.K., 2013, Development of a natural surfactant from extracts of *saponaria officinalis* L. *Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal*, 28(3), 202-207. (in Korean with English abstract)
- Jung, J.Y., Kim, K.B.W.R., Song, E.J., Lee, C.J., Kwak, J.H., Choi, M.K., Kim, M.J. and Ahn, D.H., 2010, Development of natural dishwashing liquid containing the *curcuma longa* L., *Morus alba* and *Ecklonia cava* extracts. *Journal of the Korean Oil Chemists' Soc.*, 27(2), 157-167. (in Korean with English abstract)
- Kim, H.J., Park, S.K., Kim, B.Y., Hong, S.K., Cho, S.K. and Kim, D.G., 2008, Development of a natural surfactant from extracts of *Platycodon grandiflorum*. *Korean Chem. Eng. Res.*, 46(2), 227-232. (in Korean with English abstract)
- Kim, S.R., 2013, Science of detergence and cleaning. Kyomunsa, Paju. (in Korean)
- Lee, S.J., Cha, M.S., Cho, H.H., Baek, Y.M. and Kwon, Y.S., 2005, Bacterial strains and their cellulase activity from the excavated clothes at Daedeok-gu, Daejeon. *Fashion & Textile Research Journal*, 7(1), 70-74. (in Korean with English abstract)
- National Folk Museum of Korea, 2004, Excavated costumes and textiles from the tomb of Ohsung Nam. (in Korean)
- National Folk Museum of Korea, 2010, Costumes excavated from Yi, Jin-sung's tomb. (in Korean)
- National Folk Museum of Korea, 2012, Haengju Kee's costumes excavated from family tomb of Yeongwol Shin clan. (in Korean)
- Oh, J.S., 2010, Wet cleaning of handed-down and excavated silk fabrics, excavated clothes from the Yi, Jin-sung's tomb. *National Folk Museum of Korea*, 122-135. (in Korean)
- Stavroudis, C., 2009, Sorting out surfactants. *WAAC Newsletter*, 31(1), 18-21.
- Timar-Balazsy, A., 2000, Wet cleaning of historical textiles: surfactants and other wash bath additives. *Studies in Conservation*, 46-64.
- Wolbers, R.C., 2009, The science of cleaning textiles, Tapestry preservation past and present. Metropolitan Museum, <https://www.youtube.com/watch?v=dhhsq8yHBg8>
- Zhang, S., Zhou, Y., Zhao, F., Peng, Z.Q. and Hu, Z.W., 2012, Study on removal treatments of the historical silk which suffer from various pollutions. *Journal of Silk*, 49(11), 28-31.
-