

아프리카인 매리골드(*Tagetes erecta L.*) 꽃 抽出物로 染色한
毛髮과 羊毛纖維 染色에서 後媒染에 의해서 吸着된
金屬이온 濃度가 色相과 堅牢度에 미치는 影響

金京善* · 全東源

梨花女子大學校 衣類織物學科 博士課程*
梨花女子大學校 衣類織物學科 教授

Effect of Absorbed Metal Ion Concentration by After-treated
Mordanting on the Color and Fastness in Human Hair
and Wool Fiber Dyed with African Marigold Petals Extract

Kim, Kyung-Sun* · Jeon, Dong-Won

Dr. Course., Dept. of Clothing and Textiles, Ewha Womans University*
Prof., Dept of Clothing and Textiles, Ewha Womans University

Abstract

In the previous study, african marigold petals extract was valued as an excellent natural yellow dye because of its distinguished reactivity with various mordants and color fastness. In this study, we were studied on effect of absorbed metal ion by after-treatment of mordants on the color and fastness in human hair and wool fiber dyed with african marigold petals extract because the proteinic and cellulosic fiber were very well dyed. The dyed human hair showed better dyeing ability in the color fastness than wool fiber on tests of light, wash and perspiration. The absorbed metal ion concentration of mordanted human hairs were 1 or 5 times higher than wool fibers. However, excess of absorbed metal ion haven't consistent effect on K/S and surface color. Human hairs dyed using african marigold extract and mordanted with Al, Sn, Cu and Fe were showed various reddish yellow color groups and good dyeing ability on african marigold extract.

Key Words : marigold extract(매리골드 추출물), hair(모발), mordanting agent(매염제), fastness(견뢰도)

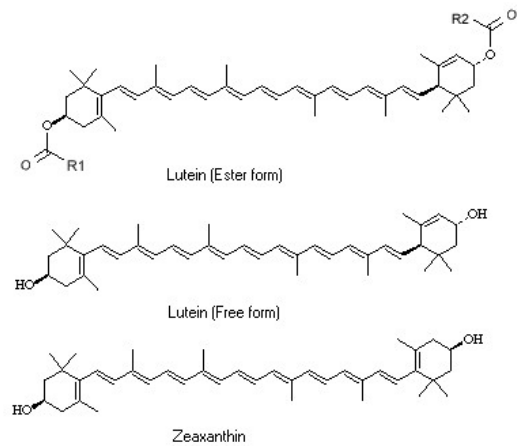
1. 서론

아프리카인 매리골드(African marigold, *Tagetes erecta* L.)는 초롱꽃목, 국화과, 천수국속 식물이 다. 멕시코 원산으로 담황색, 황색, 등색 등의 꽃을 피우며 독특한 냄새가 난다. 아프리카인 매리골드에는 주황색의 루테인과 제악산틴(Lutein, Zeaxanthin $C_{40}H_{56}O_2$) 색소가 다량 함유되어 있는데 특히 꽃에는 4%의 루테인이 함유되어 있다. 루테인과 제악산틴은 호변이성물질로 분리가 어려우며 유사한 성질을 갖는데 루테인은 대부분 에스테르화 되어 식물에 존재한다. 분자구조는 <Fig. 1>에 제시하였다. 식물성 천연염색 가운데 황색색소를 함유하는 염색은 치자, 황벽, 울금 등이 있으나 염색에서 많은 제약이 따른다. 치자는 단색계 염료로서 매염제 없이 직접 염색되는 장점이 있으나 염색된 색소는 불용성 화합물로 전환되지 못하므로 견뢰도가 매우 낮아서 실용적인 염색에 이용되기 어렵다¹⁾. 황벽은 은은한 연두 락 황색으로 천연염료 가운데 흔치 않은 염기성 염료지만 견, 양모와 같은 단백질계 섬유에만 염착되는 한계를 가지고 있다²⁾. 울금 또한 연두 락 황색으로 천연염유에 염색되지만 매염처리 효과가 미약하며 반응성과 견뢰도가 매우 낮다³⁾. 따라서 황색계 염료이면서 발색이 뛰어나고 견뢰도가 우수한 실용적인 염색이 거의 없는 실정이다.

아프리카인 매리골드 꽃의 주색소인 루테인은 이중결합의 수가 11개이며 긴 선형구조로 되어 있어 염착능이 뛰어나다. 아프리카인 매리골드 추출물은 섬유소와 단백질계 섬유에 대해 매우 우수한 발색효과를 보여주고 있다는 사실은 이미 제시된 바 있다^{4, 5)}. 뿐만 아니라 매염제에 대한 반응성이 매우 뛰어나 다양한 황색계열로 발색되며 견뢰도가 우수하여 실용적인 활용성이 매우 기대되는 염료라고 할 수 있다.

모발은 <Table 1>에 제시된 바와 같이 천연 단백질계 고분자 섬유로 18종류의 아미노산 성분으로 이루어져 있는데 염료와 반응할 수 있는 관능기인 $-COOH$, $-NH_2$ 기를 가지고 있어 염색성이 매우 우수하다. 모발을 염색하기 위해서는 강

알칼리성 용액에서 탈색처리를 하게 된다. 그러나 강알칼리성 용액에서 모발은 팽윤될 뿐만 아니라 스케일이 손상되어 물리, 화학적인 외부 자극에 민감하게 반응 한다⁶⁾. 염색 본래의 목적은 아름다운 색상을 모발에 재현하는 것이다. 그러나 탈색에 의해 1차 손상된 모발은 염모제에 의해 또다시 2차적인 손상을 입게 되어 모발에 코팅 등의 보호를 위한 시술을 필요로 하게 되는 문제점이 수반된다. 그러나 예비실험 결과 매리골드 추출물로 염색하는 경우 인위적으로 pH를 조절하지 않은 중성욕에서의 염색성이 가장 뛰어난 결과를 보인 바 있다. 따라서 모발의 염색에 적용되는 경우 추가손상을 일으키지 않고도 염색이 가능할 것으로 예상된다. 또한 추출물을 정제하지 않고 그대로 사용함으로써 염액 속에 포함된 주색소인 루테인과 제악산틴, 미량 포함되어 있는 플라보노이드계 색소 등에 의한 상호 보완적인 색상발현과 정유 등 기타 함유물질에 의해 동반되는 부가적인 작용을 기대할 수 있을 것으로 생각된다.



<Fig. 1> Structural Formula of Lutein and Zeaxanthin, the main pigments of african marigold extract.

본 연구에서는 모발에 대한 아프리카인 매리골드 꽃 추출물의 염색성을 살펴보고자 양모섬유를 함께 염색하여 비교하였다. 또한 모발과 양모섬유

의 매염제로 사용된 네 종류 금속이온(Al, Sn, Cu, Fe)의 흡착농도를 정량적으로 분석하고 색상과 견뢰도에 미치는 영향을 고찰하였다. 모발은 양모섬유와 유사한 염색거동을 보일 것으로 예측되지만 탈색된 모발에 잔존하는 멜라닌 색소와 탈색처리 될 때 손상된 스케일의 변화가 염색에 어떠한 영향을 미치는가에 대하여 중점을 두고 고찰하였다.

II. 실험

1. 시료 및 시약

1) 모발시료

염색용으로 탈색된 25~35세 여성의 모발을 시중에서 구입하여 사용하였다. 모발의 특성은 <Table 2>에 제시하였다.

<Table 1> Component of amino acid included in human hair¹⁾

Component	Amino acid	Proportion(%)	Isoelectric point(pH)
acidic	aspartic acid	3.9~7.7	2.8
	glutamic acid	13.6~14.2	3.2
hydroxy contained	tyrosine	2.2~3.0	5.7
	serine	4.3~9.6	5.7
	threonine	7.4~10.6	5.6
alkaline	arginine	8.9~10.8	10.8
	histidine	0.6~1.2	7.5
	lysine	1.9~3.1	9.7
	tryptophan	0.4~1.3	5.9
neutrality	alanine	2.8	6.0
	glycine	4.1~4.2	6.1
	isoleucine	4.8	5.9
	lucine	6.4~8.3	6.0
	phenylalanine	2.4~3.6	5.5
	proline	4.3~9.6	5.7
	valine	5.5~5.9	6.0
sulfur contained	cystine	16.6~18.0	5.0
	methionine	0.7~1.0	5.7

<Table 2> Characteristics of human hair and wool fiber

Sample	Shape	Diameter	Surface color		
			L*	a*	b*
Human hair	Straight	90~110µm	71.07	3.65	22.02
Wool fiber	Wave	30~40µm	82.31	0.71	-3.30

2) 양모시료

터키산 양모(Long haired lam)로 스킨에서 분리되지 않은 형태로 가공된 백색원모를 사용하였다. 양모섬유의 특성은 <Table 2>에 제시하였다.

3) 염재

아프리카인 매리골드 품종으로 국내에서 재배하여 건조시킨 꽃을 사용하였다. (2005년도 10월 수확, 건조 후 실온보관)

4) 매염제

본 연구에서 사용된 매염제는 <Table 3>과 같이 네 종류로서 1급 시약(Duksan Pure Chemical Co., LTD.)을 사용하였다.

2. 실험방법

1) 염액추출

아프리카인 매리골드 꽃을 염재로 사용하였다. 추출조에 염재와 탈이온수를 1:25의 비율로 넣고 90~98℃의 온도에서 50분간 가열하여 1차 염액을 추출하였다. 추출액이 40℃로 냉각되었을 때 폴리에스터 거름망으로 걸러서 염액을 염재와 분리하였다. 다시 염재에 20배의 탈이온수를 넣고 90~98℃에서 30분간 가열시킨 다음 1차와 같은

방법으로 2차 염액을 추출하였다. 걸러낸 염재에 10배의 탈이온수를 넣고 같은 방법으로 30분간 가열하여 3차 염액을 추출하였다. 1차, 2차, 3차 염액을 모두 합하여 염재의 25배의 염액이 되도록 하였으며 추출된 염액은 pH6.5~7.0 범위의 액성으로 측정되었다.

2) 염색

염액을 욕비 1:50이 되도록 하고 40℃로 승온시킨 후 시료를 넣고 다시 가열하여 90~98℃를 유지하며 60분간 염색하였다. 염색이 완료된 후 30℃로 냉각되었을 때 시료를 건져내 자연건조하였다. 염색조건은 <Table 4>와 같다. 염색은 1회 실시하였다.

3) 매염

후매염 처리 하였으며 처리조건은 <Table 5>와 같다. 욕비 1:50의 탈이온수를 30℃로 승온 후 5%(o.w.f.)의 알루미늄과 2%의 주석, 구리, 철매염제를 넣고 용해시켰다. 이 매염액을 가열하여 40℃가 되었을 때 모발시료를 넣고 다시 가열하여 60℃를 유지하면서 30분간 매염하였다. 매염 완료 후 매염액이 30℃로 냉각되었을 때 시료를 꺼내 탈이온수로 맑은 물이 나올 때까지 수세한 다음 상온에서 건조하였다.

<Table 4> Dyeing condition

Sample	Temp.(℃)	Bath ratio	Time(min)	Bath pH
Human hair Wool fiber	90~98	1:50	60	6.5~7.0

<Table 5> Mordanting condition

Sample	Mordanting Conc. (% o.w.f.)		Bath ratio	Temp. (℃)	Time (min)
Human hair Wool fiber	Post	Sn, Cu, Fe	2	1:50	60
		Al	5		

3. 측정

1) 표면색

Spectrophotometer(COLOR-EYE 3100, Gretag Macheth, USA)를 이용하여 2°관찰자와 D65광원으로 고정하여 원포와 시험포의 X, Y, Z값을 측정 후 Hunter표색계에 의한 L*, a*, b*값으로 변환하여 구하였다. ΔE는 대조시료와 시험시료간의 색차로서 다음과 같이 계산된다.

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

2) 최대흡수파장 λ_{max}와 염착농도 K/S값

Spectrophotometer(COLOR-EYE 3100, Gretag Macheth, USA)를 이용하여 각 시료별로 가시광원의 흡수파장인 400~700nm 범위 내에서 최대흡수파장 λ_{max}를 측정하고 최대흡수파장에서의 염착농도 K/S값을 산출하였다.

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

K : absorbance coefficient of dyed material

S : scattering coefficient of dyed material

R : reflectance

3) 금속이온농도 측정

염색 후 매염 처리된 시료에 흡착되어 있는 금속이온의 농도를 측정하기 위하여 유도결합플라즈마-원자방출분광광도계(Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectroscopy, Optima 4300 DV, Perkin Elmer)로 금속이온 농도를 ppm단위로 측정하였다.

4) 세정견뢰도

KS K 0430에 규정된 세탁에 대한 염색견뢰도 시험방법에 따라 실험하였다. 100×40mm의 동일한 크기의 6가지 섬유로 된 멀티포의 무게를 재고 그 무게의 1/2만큼 세탁견뢰도 테스트할 모발

의 무게로 하여 멀티포 안에 감싸 넣은 후 실로 꿰매어 시료를 준비하였다. 5g/l의 비누용액에 시료를 넣은 후 40l에서 30분간 세탁견뢰도 시험기(Laundry-O-meter, LP2, Atlas, USA)를 사용하여 실험하였다. 세탁 후 시료는 40℃의 오븐에서 24시간 건조시킨 후 시료의 변퇴색 정도를 그레이스케일(gradescale)과 비교하여 등급을 판정하였다.

5) 땀견뢰도

ISO 105-E04, KS K 0715(Textiles-test for fastness-Part E04: Color fastness to perspiration)의 규격에 따라 실험하였다. 산성 땀액은 1l에 0.5g의 L-히스티딘 염산염(1수화물), 5g의 염화나트륨과 2.2g의 인산이수소나트륨용액을 증류수에 용해하여 제조하고 0.1mol/l 수산화나트륨용액으로 pH가 5.5가 되도록 조절하여 준비하였다. 실험방법은 40×100mm의 시험편을 동일한 크기의 6종류의 섬유로 제작된 담섬교직포와 포개 후 짧은 한 변을 꿰매어 시료를 준비하여 욕비 1:50의 인공 땀액에 상온에서 침지하였다. 30분 후 용액에서 건져낸 시험편을 두 개의 아크릴판에 끼우고 12.5kPa의 하중을 가하여 예열된 시험기에 끼운 후 37±2℃의 건조기에 넣어 4시간 동안 방치하였다. 시험이 끝난 시료는 접힌 상태를 풀어 60℃이내의 건조기에 넣어 건조시키고 시료의 변퇴 정도를 각 변퇴색용 표준회색 색표와 비교하여 견뢰도를 판정하였다.

6) 일광견뢰도 측정

KS K 0218 규격에 따른 염색물의 일광견뢰도 시험방법인 크세논아크법으로 인공 광원기(Xenon weather-O-meter, Di 4000, Atlas, USA)를 사용하여 실험하였다. 모든 시료는 표준 청색 염포와 함께 온도 63℃, 습도 30%의 인공 광원기에 20시간 노출시킨 다음 시험편의 변퇴 정도를 같이 노출시켰던 표준 청색염포와 비교하여 등급을 판정하였다.

III. 실험결과 및 고찰

1. 표면상태의 변화

염색과 매염에 의한 표면상태의 변화를 관찰하기 위하여 SEM으로 촬영한 이미지를 제시하였다. 모발시료는 탈색 처리된 상태에서 염색되었으며 양모섬유는 탈색 처리되지 않은 원모상태로 염색되었다. <Fig. 2>는 모발의 측면표면, <Fig. 3>은 모발의 부분단면을 촬영한 이미지이다. <Fig. 4>는 양모섬유의 측면표면, <Fig. 5>는 양모섬유의 부분단면을 촬영한 이미지이다. 사진에 제시된 모발과 양모섬유에서 (a)는 미처리 원모이며 (b)는 염색된 시료, (c)는 염색 후 주석매염 처리된 시료이다.

<Fig. 2>의 (a)에 제시된 모발의 외관은 매끈한 외형을 보이고 있으나 (b)에 제시된 부분단면 이미지에서는 표면이 약간 거칠어 보인다. (c)의 이미지는 (b)와 유사하게 거칠어진 모습인데 염색과 매염에 의해 표면이 거칠어진 것으로 보인다. <Fig. 3>의 단면을 살펴보면 큐티클층 사이의 변화를 관찰할 수 있다. 미처리 시료인 (a)에서 큐티클층은 3~4개 정도가 남아 있고 큐티클층 사이가 비교적 안정되어 보인다. 그러나 (b)에서는 단면큐티클의 변화는 관찰하기 어려우나 (c)에서는 확실한 차이가 나타나고 있다. 큐티클층 사이에 형성된 기포의 크기가 더 커진 것을 관찰할 수 있다. 매염에 의해서 표면이 거칠어지고 큐티클층 사이에 생성되고 있는 기포가 커진 것으로 보아 매염처리에 의해 큐티클이 손상된 것을 알 수 있다.

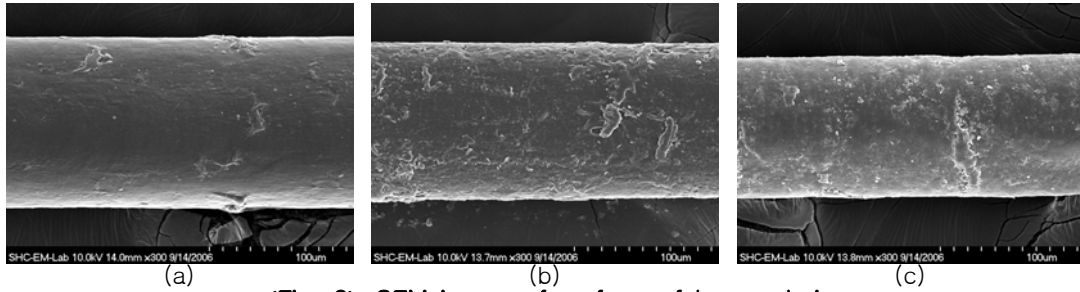
양모의 이미지를 비교 관찰하면 염색과 매염이 표면에 미치는 영향을 보다 확실히 확인할 수 있다. <Fig. 4>에 제시된 표면사진과 <Fig. 5>에 제시된 부분단면인 (a)와 (b)에서는 표면이 매끈하여 염색에 의한 손상을 확인하기 어렵다. 그러나 매염 처리된 양모의 표면과 단면사진인 (c)를 살펴보면 변화가 확연하다. 표면스케일의 길이방향으로 미세하게 거칠어져 있다. 따라서 모발과 양모섬유에서 염색보다는 매염제 처리에 의해서

더욱 심각한 손상을 받는 것을 알 수 있다.

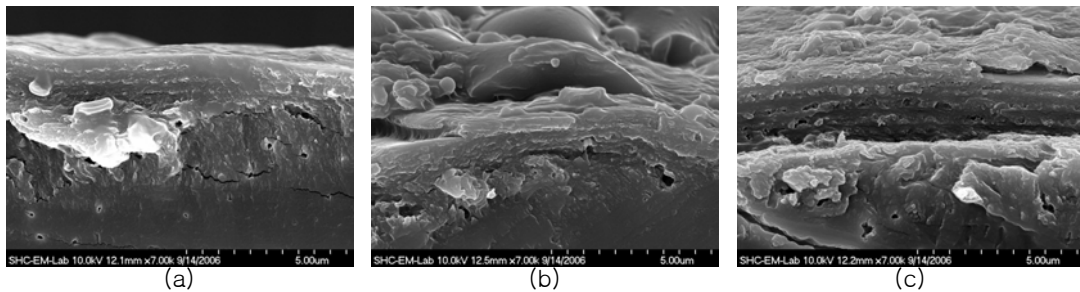
염색된 모발의 표면이 거칠어져 보이는 것은 염색의 색소 또는 기타성분이 모발표면에 불규칙하게 염착되기 때문으로 생각된다. 본 연구에 사용된 모발은 굵은 모발에 속하며 원래의 큐티클은 6~7개로 추정되는데 탈색처리에 의해 3~4개 층만 남아 있는 것으로 추정된다. 스케일을 형성하는 최외곽 큐티클층인 epicuticle은 완전히 소실된 것으로 보이며 중간층인 exocuticle 또는 부분적으로는 가장 안쪽의 endocuticle층이 외부로 드러난 것으로 볼 수 있다. 불규칙하게 남아 있는 엑소/엔도큐티클층은 에피큐티클에 비해 외부자극에 더 쉽게 반응하기 때문에⁸⁾ 염착이 불균일하게 이루어진 것으로 생각된다. <Table 8>에 제시된 무매염 염색된 모발시료의 300배 확대이미지를 살펴보면 색소가 표면에 불균일하게 묻쳐있는 것을 관찰할 수 있다. 그러나 양모섬유의 확대 이미지에서는 이러한 현상을 관찰하기 어렵다. 예상하였던 바와 같이 매리골드 추출물 염색은 중성을 유지하고 있어 염색 후에 모발손상을 유발하지 않는 것으로 판단된다.

매염에 의한 모발손상은 다음과 같이 설명될 수 있다. 금속매염제는 용해되었을 때 양이온으로 해리된다. 염료와 불용성의 배위화합물을 형성하면서 모발에 염착하게 되는데 금속이온의 산화작용으로 프로톤(H⁺)을 방출하게 된다⁹⁾. 따라서 모든 매염액은 <Table 6>에 제시된 바와 같이 pH2.0~3.5인 강산성을 띠게 된다. 모발은 일반적으로 약산성에서는 수렴성을 갖게 되어 모발이 단단해지고 윤기가 흐르게 되지만 강산성에서는 스케일의 케라틴 단백질이 팽윤되고 용해되어 손상을 입게 된다. 따라서 본 연구에서도 모발과 양모섬유 모두 강산성 매염처리에 의한 손상이 SEM사진을 통해 입증되고 있다. 매리골드염색을 모발에 도입하기 위해서는 발색을 위해 매염제 처리가 필수적이지만 모발손상의 원인이 되므로 매염제의 장점을 유지시키면서 모발의 손상을 줄일 수 있는 방안 또는 대체물질을 모색해야 할 것으로 사료된다.

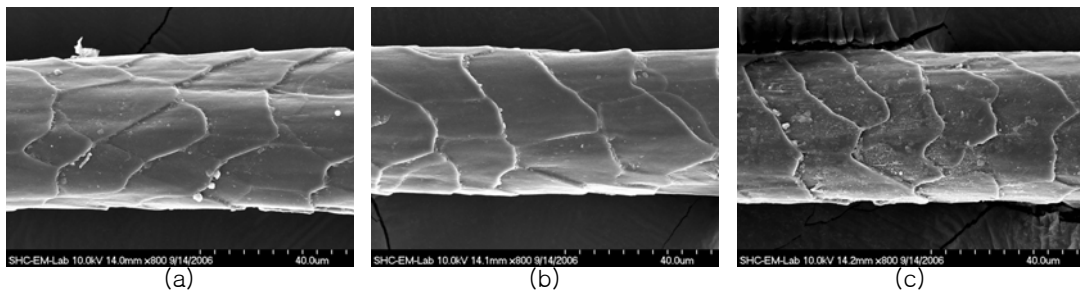
金京善 · 全東源 / 아프리카 매리골드(*Tagetes erecta L.*) 꽃 추출물로 염색한 모髮과 羊毛纖維 염색에서 後媒染에 의해서 吸着된 金屬이온 濃度가 色相과 堅牢度에 미치는 影響



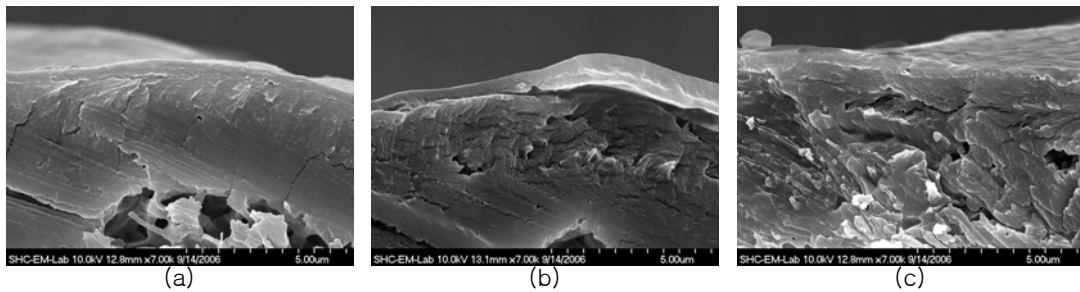
<Fig. 2> SEM image of surface of human hair
(×300, a: untreated, b: dyed, c: dyed-mordanted)



<Fig. 3> SEM image of cross section of human hair
(×7000, a: untreated, b: dyed, c: dyed-mordanted)



<Fig. 4> SEM image of surface of wool fiber
(×800, a: untreated, b: dyed, c: dyed-mordanted)



<Fig. 5> SEM image of cross section of wool fiber
(×300, a: untreated, b: dyed, c: dyed-mordanted)

<Table 6> pH changes at various mordanting bath

Mordant	Al	Sn	Cu	Fe
pH	3.0	2.0	3.5	2.0

<Table 7> λ_{max} value of dyed human hair and wool fiber using african marigold extract

Sample	Original	None	Sn	Al	Cu	Fe
Human hair	400	420	420	420	400	400
Wool fiber	400	400	400	400	400	400

2. 최대흡수파장의 변화

네 종류의 매염제로 각각 처리했을 때 최대흡수파장의 변화를 <Table 7>에 제시하였다. 모발 염색에서는 무매염, 알루미늄, 주석 매염에서 20nm가 이동하여 420nm로 측정되었으나 구리, 철매염에서는 오히려 염색되기 이전의 400nm 파장대로 변화되었다. 양모섬유에서는 동일한 400nm로 측정되어 변화가 나타나지 않았다. 이는 모발에서 관찰되는 특이한 현상이라고 볼 수 있는데 그 원인은 다음과 같이 짐작된다. 탈색된 모발에 원래의 멜라닌 색소가 미량 잔존하고 있으나 구리와 철매염할 때 분해 되는 것으로 생각된다. <Fig. 6>에 제시된 모발의 색상변화를 살펴보면 붉은 정도를 나타내는 a^* 값과 황색정도 나타내는 b^* 값이 모발 본래의 값보다 저하되어 거의 0에 가까운 값을 보이고 있어 이러한 사실을 뒷받침해 주고 있다.

3. 표면색상의 변화

아프리카인 마리골드로 염색한 모발과 양모의 표면색상을 비교 관찰하기 위하여 300배 확대이미지와 실물이미지를 촬영하여 <Table 8>에 제시하였다. 정량적인 색상의 변화를 살펴보기 위해 염색과 매염 조건의 변화에 따른 L^* , a^* , b^* 값과 색차 ΔE 값을 측정하여 <Fig. 6>에 제시하였다.

<Table 8>에 제시된 모발의 색상은 어두운 적색 띠 등색계열로 염색되었으며 양모섬유의 색상은

은 밝은 황색계열로 염색되어 매염제에 대한 색상 반응성이 서로 다른 경향을 보여주고 있다.

<Fig. 6>에 제시된 L^* 값의 변화를 살펴보면 모든 매염조건에서 양모가 모발보다 큰 값을 나타내어 명도가 높게 유지되고 있다. 염색이전에는 모발이 양모보다 명도가 10정도 낮은 상태로 유지되고 있었으나 매염이 도입되면 명도차가 더 커져서 양모의 거의 1/2수준에 불과하다.

a^* 값은 모발이 양모보다 약간 크게 나타났다. 모발자체의 a^* 값이 크게 유지되었기 때문이며 염색과 매염에 의해서도 그 차이가 일정하게 유지되고 있다. 따라서 a^* 값의 변화는 모발과 양모 모두 유사한 수준이라고 할 수 있다. b^* 값은 모발 본래의 값은 양모보다 더 크게 유지되고 있었으나 염색과 매염된 시료의 측정치에서는 양모에서 월등히 크게 측정되었다. 색차 ΔE 값의 변화는 모발의 구리와 철매염에서 더 크게 나타났는데 명도가 크게 감소되었기 때문으로 생각된다.

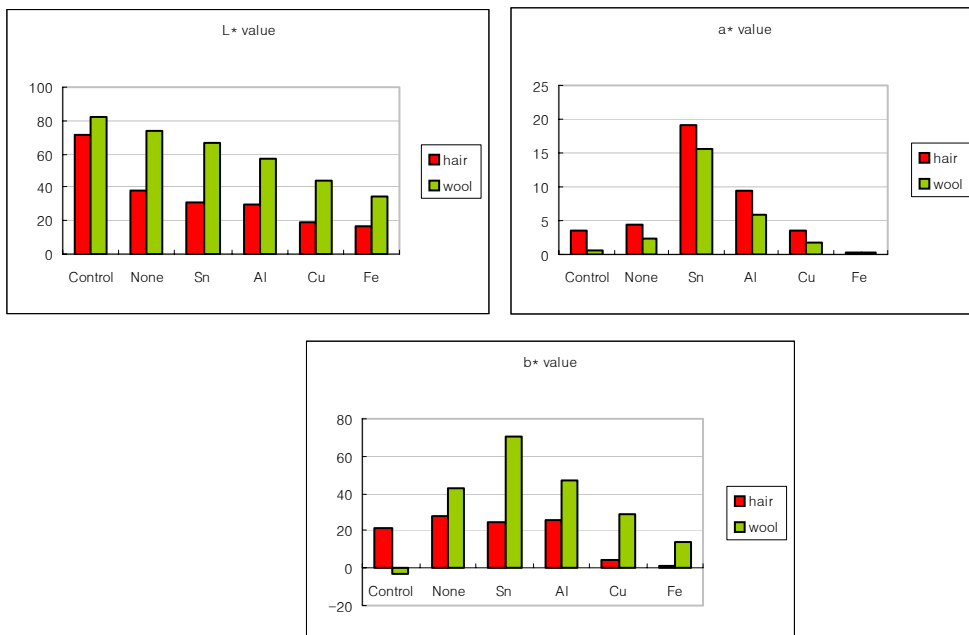
천연염색에서 주석과 알루미늄 매염제는 색상을 밝고 선명하게 해 주는 역할을 하고 있다는 사실은 이미 여러 연구에서 보고된 바 있다¹⁰⁾. 구리매염제는 자체가 청색을 띠고 있기 때문에 염색물의 청색정도를 높여주고 철매염제는 명도를 저하시켜 무채색에 가깝게 하는 역할을 한다. 마리골드의 모발 염색에서도 이러한 매염제에 대한 반응성이 매우 뛰어나서 다양한 색조의 황색계열로 발색되는 것으로 보아 염색성이 우수한 것으로 평가된다. 특히 주석매염에 의해 적색과 황색의 선명도가 크게 증가하여 마리골드 고

유의 색상과 유사하게 발현되고 있어 가장 바람직한 매염제로 평가된다.
모발과 양모의 전체적인 색상변화의 경향을 살

펴볼 때 a*값은 염색과 매염에 의해 유사한 수준으로 증가되었고 b*값은 양모에서 크게 발현되었다. 명도인 L*값은 모발에서 크게 저하되었다.

<Table 8> Color image of human hair and wool fiber dyed with african marigold extract

Sample		Original	None	Al	Sn	Cu	Fe
Human hair	×300						
	Real						
Wool	×300						
	Real						

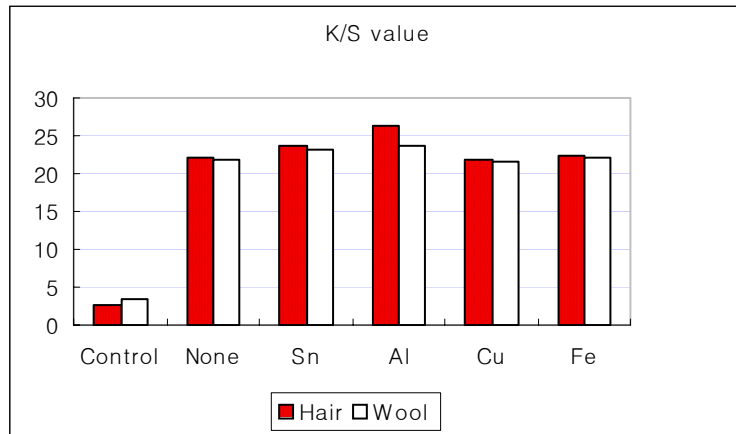


<Fig. 6> Surface color change of human hair and wool fiber dyed with african marigold extracted and post-mordanted using at various mordanting Condition.

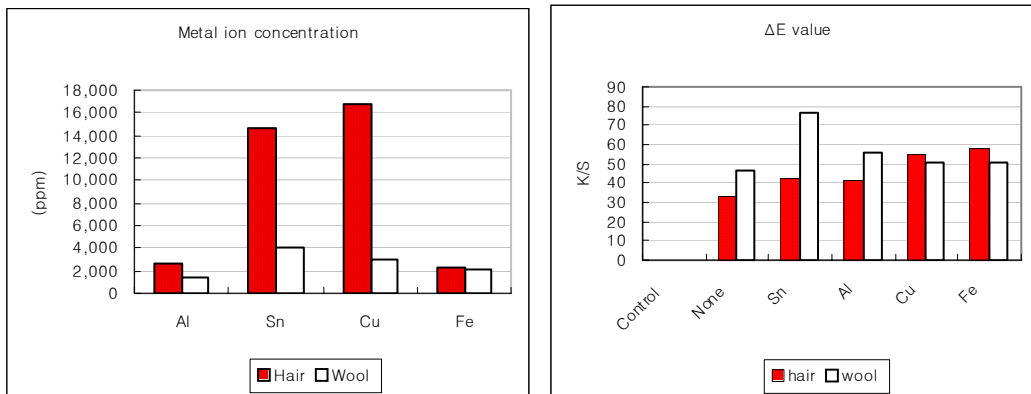
4. 염착농도 K/S

<Fig. 7>에 제시된 염착농도(K/S)는 최대흡수 파장대에서의 측정치이다. 염색이후 큰 폭으로 상승되며 매염여부에 의하여 크게 변화되지 않고 있다. 400, 420, 440nm에서 측정된 염착농도는 모발에서는 유사하게 20이상의 값을 나타내고 있으나 양모섬유에서는 최대흡수파장인 400nm 이외의 파장대에서는 매우 낮은 측정치를 보여주고

있다. 따라서 최대흡수파장대에서의 염착농도 비교만으로 염색성을 비교하는 것은 적절하지 못하다는 것을 알 수 있다. 표면색을 나타내는 객관적인 측정치인 L*, a*, b*값과 결과가 일치하지 않는 것도 이러한 이유 때문으로 생각된다. 따라서 모발은 하나의 최대흡수파장에 의해 대표되는 색상으로 염색된 것이라고 보기 어려우며 보다 복잡한 색상경향을 나타낸다고 할 수 있다.



<Fig. 7> K/S value of human hair and wool fiber dyed with marigold extract and post-mordanted using Al, Sn, Cu, Fe.



<Fig. 8> Comparison between metal ion concentration and ΔE value of human hair and wool fiber dyed with african marigold and mordanted using Sn, Al, Cu, Fe.

5. 모발에 흡착된 금속이온의 농도가 색상에 미치는 영향

염색된 각 시료에 흡착된 금속이온의 농도를 측정하여 <Fig. 8>에 그래프로 제시하였다. 주석과 구리매염 시료는 알루미늄과 철의 흡착량과 비교할 때 6~7배에 이르고 있다. 모발은 양모섬유에 비해서 금속이온의 흡착능이 월등히 우수하다는 사실을 확인할 수 있다.

양모에 흡착된 금속이온농도를 모발시료와 비교해 보면 철매염에서는 유사한 수준이고 알루미늄은 1/2, 주석은 1/3, 구리는 1/5에 불과한 것으로 측정되었다. 동일한 매염조건에서 처리된 시료임에도 불구하고 이러한 큰 차이가 발생하고 있는 이유는 모발은 탈색과정에서 에피쿠티클이 손상을 입어 외부자극에 상대적으로 약한 엑소큐티클층이 밖으로 드러나기 때문이다. 반면 양모는 에피쿠티클의 스케일이 고스란히 보존되어 있어 금속이온의 흡착이 덜 용이했기 때문으로 생각된다.

모발의 금속이온 흡착농도는 구리>주석>알루미늄>철의 순으로 나타났으나 색차는 철>구리>주석>알루미늄의 순으로 나타났다. 양모의 금속이온 흡착농도는 주석>구리>철>알루미늄의 순으로 나타났으나 색차 ΔE 값은 주석>알루미늄>구리>철의 순으로 나타났다. 이러한 결과에 비추어 볼 때 금속이온의 흡착농도와 색상의 변화 간에는 일관된 상관성이 없는 것으로 결론지어진다. 또한 모발에서 흡착된 금속이온농도가 양모보다 크게 측정되었음에도 불구하고 b^* 값의 변화는 양모에서 크게 나타나고 있어 금속이온의 과량흡착이 오히려 염착에 방해로 작용하고 있음이 분명하다. 또한 모발의 명도가 양모보다 크게 저하되는 것도 모발에 흡착된 금속이온의 농도가 월등히 높기 때문으로 추정된다. 따라서 금속매염은 색상발현에 반드시 필요한 과정이지만 흡착 농도가 일정량 이상으로 높아지게 되면 오히려 색상발현에 방해가 되거나 명도저하에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

탈색된 모발에 매염을 도입하는 경우 스케일의 손상에 의해 흡착능이 변화되므로 2% 농도로 적용되는 매염제의 농도는 과다한 것으로 판단되며 매염제의 적정사용 농도에 대한 후속연구가 필요한 것으로 사료된다.

6. 모발에 흡착된 금속이온의 농도가 견뢰도에 미치는 영향

아프리카 매리골드 꽃 추출물로 염색한 모발과 양모의 염색내구성을 조사하기 위해 일광, 세정, 산성 땀견뢰도를 시험하고 시료의 변퇴색 정도를 측정하여 <Table 9>에 등급으로 제시하였다. 흡착된 금속이온농도가 견뢰도에 미치는 영향에 대하여 살펴보았다.

모발의 일광견뢰도는 예상보다 우수하다. 그 원인은 <Fig. 8>과 <Fig. 9>에서 관찰되는 바와 같이 섬유 표면적과 중심까지의 두께차이 때문으로 사료된다. 양모의 직경은 모발의 1/3수준에 불과하다. 더구나 중심부에는 모수가 발달하여 반지름의 절반에 해당하는 부분은 비어 있어 실제로 두께는 모발의 1/6에 불과하다고 할 수 있다. 따라서 일광이 미치는 거리가 짧고 상대적으로 넓은 표면적에 일광이 조사되어 광취화가 크게 일어난 것으로 볼 수 있다.

한편, 세정견뢰도는 모발과 양모섬유 모두 우수하다. 주석매염 염색시료는 모발과 양모섬유 모두 4등급으로 판정되는데 상대적으로 짙은 색상으로 발색되었기 때문에 퇴색도 가장 심하게 유발되는 것으로 생각된다.

산성 땀견뢰도는 모발이 양모에 비해 우수하다. 금속이온이 상대적으로 과량 흡착되어 불용성 염을 형성한 때문으로 생각할 수 있으며 두께의 차이에서 오는 물리적인 구조의 차이 때문으로도 해석될 수 있을 것으로 사료된다.

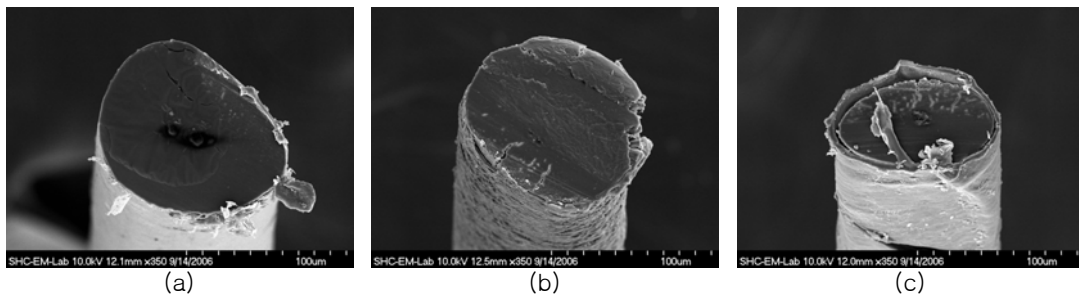
위의 결과들을 종합해 보면 다량 흡착된 금속이온은 산성 땀견뢰도에 영향을 미쳐서 모발의 염색 내구성을 향상시키는 것으로 생각되지만 세정견뢰도에는 큰 영향을 미친다고 보기는 어렵다.

<Table 9> Colorfastness of the human hair and wool fiber dyed with african marigold extract

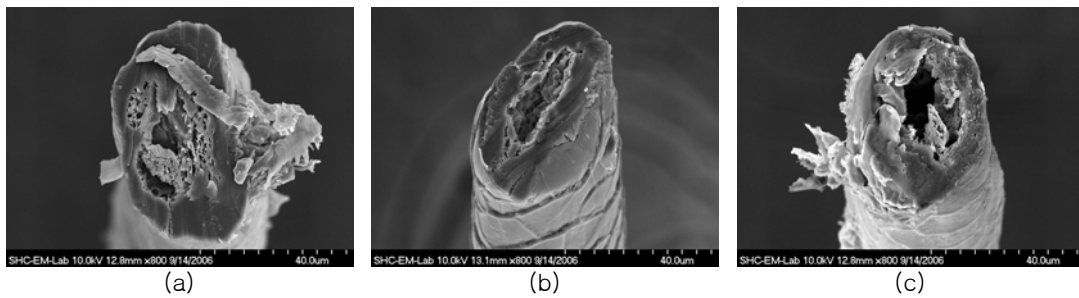
Fiber	Mordant	Light*	Laundry**	Acid Perspiration**
Human hair	None	6	5	5
	Sn	7	4	4
	Al	7	5	5
	Cu	7	5	5
	Fe	7	5	5
Wool fiber	None	4	5	4
	Sn	4	4	4
	Al	4	4	4
	Cu	6	5	4
	Fe	6	5	4

*light fastness grade: 1(bad)~8(good)

**laundry and acid perspiration fastness grade: 1(bad)~5(good)



<Fig. 8> SEM image of cross section of human hair
(×350, a: untreated, b: dyed, c: dyed-mordanted)



<Fig. 9> SEM image of cross section of wool fiber
(×800, a: untreated, b: dyed, c: dyed-mordanted)

IV. 결론

아프리카 매리골드 꽃 추출물로 모발을 염색하고 비교대상으로 양모섬유를 동일한 조건으로 염색하여 모발의 고유한 염색특성을 살펴보았다. 모발과 양모는 모두 양쪽성 단백질 섬유로 염색 거동이 유사할 것으로 예상되었으나 탈색처리에 의한 물리적 구조의 변화와 섬유 내부에 잔존하는 색소의 유무에 따라 염색성이 현저히 달라지는 것을 확인할 수 있었다. 연구 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 모발에 염색이 적용되면 최대흡수파장이 20nm가 상승하여 무매염, 주석, 구래매염에서 420nm였다. 구리와 철매염에서는 20nm가 단파장대로 이동하여 염색이전의 모발시료와 동일하였다.

2. 매리골드 추출물의 pH는 중성이기 때문에 모발손상을 크게 유발하지 않았다. 염색에 의한 모발표면의 불균일한 염착현상은 관찰되나 모발이 손상되었다고 보기는 어렵다.

3. 모발과 양모섬유 모두 염색 후 매염 처리된 시료의 표면은 미세하게 거칠어지고 큐티클층 사이에 기포가 크게 형성되었다. 매염과정에서 매염욕이 강산성(2.0~3.5)으로 유지됨에 따른 현상으로 판단된다.

4. 매염 염색된 모발시료의 금속이온농도를 측정한 결과 주석과 구리매염 시료에서 매우 높게 나타나 모발의 금속이온 흡착능이 양모섬유보다 월등히 뛰어났다.

5. 금속이온의 흡착능도가 일정량 이상 높아지면 오히려 색상발현에 방해가 되거나 명도저하에 영향을 미쳤다.

6. 모발은 주석, 알루미늄매염에서 저명도의 황색계열로 발색되었고 양모섬유는 고명도의 선명한 황색계열로 발색되었다.

구리와 철매염에서는 모발과 양모섬유 모두 무채색계열로 발색되었으나 모발은 적색 띠 흑색에 가깝게 염색되었고 양모는 황색 띠 어두운 녹색계열로 발색되었다.

참고문헌

- 1) 오화자(2002), "치자의 염색성, 항균성, 소취성에 관한 연구", *대한가정학회지*, 49(11), 131-140
- 2) 주영주, 소황옥(1996), "황벽의 염색성에 관한 연구", *복식*, 27(2), 121-132
- 3) 주영주, 소황옥(1996), "울금의 염색성에 관한 연구", *한국의류학회지*, 20(3), 429-437
- 4) 박윤점, 송채은, 조자용, 허복구(2005), "아프리카 매리골드 추출물이 견직물의 염색성에 미치는 영향", *생명자원과학연구지*, 27(2), 108-117
- 5) 송채은, 김광수, 장흥기, 유용권, 허복구, 박윤점(2004), "매리골드에서 추출한 염액에 의한 드라이플라워용 라그라스의 자연염색", *한국원예학회지*, 22(1), 119-124
- 6) 김경선, 전동원, 하병조(2006), "모발의 탈색 정도에 따른 인장특성과 표면색 변화 연구", *패션비즈니스*, 10(1), 94-105
- 7) 김한식(1997), "모발생리학", *현문사*, 71
- 8) 전수영, 피용천(2005), "자외선에 의한 모발손상", *대한피부과학회지*, 43(2s), 133
- 9) 조경래(2000), "천연염료와 염색", 형설출판사, 198-201
- 10) 김경선, 전동원, 김종준(2005), "견섬유의 코치닐 염색에서 염욕의 액성과 매염제가 미치는 영향", *대한가정학회지*, 43(7), 109-116
- 11) 김경선, 최인려, 전동원, 김종준(2005), "염욕의 pH와 매염제의 변화에 따른 코치닐의 염색성 연구 I -면직물을 중심으로-", *복식문화연구지*, 13(2) 240-247

(2006년 5월 24일 접수, 2006년 7월 27일 채택)