

창포 추출액을 이용한 모발의 황토염색 특성 분석연구

김영숙[†] · 백대진
한서대학교 화학과

The Study on Characteristics of Dyeing Hair with Hwangtoh and Iris Extract

Young-Sook Kim[†] and Dae-Jin Baek

Department of Chemistry, Hanseo University, Chung-Nam 356-706, Korea

Usually, organic synthetic dyes are used to color hair. It is controversial that dyeing hair may cause environmental problems and concerns on its harmfulness are arising. A study was performed on hair coloring with Hwangtoh and iris extract, which is eco-friendly and not harmful to the human body. First of all, color level of KS A 0066, and color fastness to washing, light, rubbing and perspiration were examined. XRF and XRD were used to analyze elements and minerals of Hwangtoh, respectively. Elements on the surface of dyeing hair with Hwangtoh were analyzed with EDS, and SEM was used to observe the Hwangtoh's surface. As the results, tannin in iris reacted with transition metals in Hwangtoh to make an insoluble mixed dye, and the dyeability was excellent in the process of pre-mordanting.

Key words : Dye, Hwangtoh, Iris, Mineral, Pre-mordant

1. 서 론

사람의 모발염색은 인류탄생과 함께 아름다움을 추구하려는 본성에 대한 표현이다. 초기의 모발염색은 각종 동·식물 및 광물들로부터 채취하여 질병, 재해, 악귀 등으로부터 몸을 보호하기 위한 주술적인 목적으로 사용되었다. 기원전 2000년경의 이집트 시대부터는 장식적인 기능으로 사용되었으나, 현대는 자신의 외적 매력을 한층 더 높이는 토탈페션의 개념으로 사용하고 있다.

현대의 모발염색은 유기합성염모제를 주로 사용되고 있다. 유기합성염모제는 백혈병, 림프종, 다발성 골수종 등의 암 발생^{1,3)}이 증가한다고도 보고되고 있다. 유기합성염모제의 성분 중에 phenol과 para-phenylenediamine은 모발을 약하게 하고, 피부염을 일으킬 수 있다. 또한 과산화수소와 암모니아는 눈에 들어가면 각막 상피미란을 일으켜, 시력감소를 초래 할 수 있다.

이러한 유기합성염모제의 인체에 대한 유해성^{4,5)}의 논

란으로 단순히 색을 내기 위함의 수단만은 아니다. 스트레스, 염색 공정 시 발생하는 공해 및 폐수의 환경오염으로부터 탈출하고자 천연염료에 대한 관심이 높아지게 되었다. 천연염료는 환경 친화적인 염색 공정의 하나이다. 자연 상태에서 채취하기에 인체에 무해하여 한약재로 대부분 이용되고 있다. 천연염료는 건강 차원에서 그 인식이 점차 증대되고 있는 추세이다.

따라서 본 연구는 진정한 의미의 천연염색 방법으로 매염제는 창포를 사용하였고, 천연염(안)료는 황토를 사용하여 상호 연관 특성에 대하여 분석하였다. 창포를 이용한 모발간의 친화력을 부여함으로써 황토가 염모제로서의 가능성을 제시하고자 한다. 모발의 황토염색성을 알아보기 위해 색상도와 염색견뢰도를 측정하여 분석하였다. 황토의 성분을 알아보기 위해 X선 형광분석, X선 회절분석을 하였고, 황토염색 모발의 표면관찰을 위해 EDS와 주사전자현미경으로 염색제로서의 특성을 분석하였다.

[†]To whom correspondence should be addressed.

E-mail:

2. 재료 및 방법

2.1. 시료채취

모발은 최근 8개월 동안 약물복용, 다이어트, 펌, 염색을 하지 않은 20~30대 한국여성의 초장 약 40~60 cm의 미처리모발(virgin hair)을 20~25 cm 잘라 채취하였다. 채취한 미처리모발은 상단부분을 각각 1.0~1.5 cm 두께로 실로 묶었다.

이들을 정련(精練)하여 탈색처리를 위하여 아모스의 헤어블리치 제품으로 제1제와 제2제를 1:2로 혼합하여 조제하였다. 실로 묶은 한 개의 미처리모발을 호일 위에 놓고 탈색제를 도포 한 후 상온에서 15분간 자연방치한 후 수세하여 자연 건조시켰다. 앞서 동일한 방법으로 3회 실시하여 각각의 시료모발을 만들었다.

2.2. 창포액 추출

창포는 전북 완주군 고산면에 자생하고 있는 것을 사용하였으며, 실험에 사용한 창포는 정련하여 자연건조시킨 후 창포 25 g을 증류수 600 mL에 넣어 92°C에서 60분간 항온조에서 가열하여 300 mL의 창포 액을 추출하였다.

2.3. 황토염료 제조

황토는 강원도 영월군에 있는 동강 주변에서 카울린 황토를 사용하였다. 실험에 사용한 황토는 CILAS 1064 L(프)를 이용하여 평균입도는 5.65 μm 로 분쇄하여 증류수 100 mL에 소금 27 g을 첨가하고, 황토 900 g을 첨가한 후 잘 저어 켈 상태의 황토 염료를 제조하였다.

2.4. 매염 및 염색

창포매염은 시료모발을 40°C를 유지하면서 15분간 처리하였고, 황토염색은 시료모발을 80°C를 유지하면서 30분간 처리 후 수세하여 자연 건조시켰다.

2.5. 색상도 측정

염색된 시료의 염색성 측정을 위해 DATACOLOR SF600 PLUS-CT를 이용하여 KS A 0066 CIE-D65, 10°, d/0 표색계에 의해 색상은 CIE 좌표계 L*, a*, b* color space 방식을 사용하여 색 좌표로 표시하였다. L* 축은 색의 명도를, a* 축은 Red-Green, b* 축은 Yellow-Blue의 색상 정도를 의미한다.

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

K : 흡광계수(Absorption coefficient)

S : 산란계수(Scattering coefficient)

R : 분광반사율(Reflectance coefficient(max=400 nm))

2.6. 염색견뢰도 측정

염색견뢰도는 세탁견뢰도, 일광 견뢰도, 마찰 견뢰도, 땀견뢰도를 각각 측정하였다. 세탁견뢰도는 Launderometer 방식으로 KS K ISO 105 C06:2002에 준하여 A2S법(40±2°C, 30분)에 의하여 표준 회색 색표(gray scale)를 이용하여 등급을 측정하였다. 일광 견뢰도는 XENON-ARC-LAMP를 사용하여 KS K 0650, CM-5:2006에 준하여 표준퇴색시간(S.F.H : standard fading hour) 40시간과 60시간 조광 후 표준 청색 염포(blue scale)법에 의해 평가하였다.

마찰 견뢰도는 크로크미터를 이용하여 KS K 0650, CM-5:2006에 준하여 측정하였고, 땀견뢰도는 Perspiration Tester를 사용하여 KS K ISO 105 E04:2005 (38±1°C, 6시간)에 의하여 평가하였다. 측정결과는 표준 회색 색표를 이용하여 등급을 판정하였다.

2.7. 성분분석

황토의 성분분석은 X선 형광분석기(ARL XRF 9900XP)를 사용하였다. 황토 시료 2 g에 적절한 비율로 용제(붕사)를 섞고, 1200°C 정도의 고온에서 가열하여 용융시킨 후 용융물을 주조물 몰드에 부어 냉각시켜 유리구를 제작하였다. 이 유리구를 미리 조정해 놓은 본 기기에 고정을 시키고 성분분석을 실시하였다. 이 때 사용한 전압 및 전류는 주성분 경우 40 kV-30 mA, 미량원소는 50 kV-40 mA로 하였다.

황토의 광물분석은 X선 회절분석기(JADE RIKAGU)를 사용하였으며, 분석의 실험조건은 2 θ 측정범위는 0~70°, 가속전압 30 kV(15 mA), 타겟 Cu, 필터 Ni의 조건으로 실험하였다.

2.8. 표면관찰

염색모발 표면에 부착된 성분을 분석하기 위해 EDS(ISIS 300, Oxford)를 장착한 주사전자 현미경을 사용하여 1000배 확대한 영상으로부터 시료들의 EDS 패턴을 얻었다. 시료는 황토 단독 염색모발, 창포 전매염 황토염색 모발, 창포 후매염 황토염색 모발을 연소시킨 후 부착된 황토의 성분을 분석하였다.

염색모발의 표면관찰을 위해 주사전자현미경(SEM Oxford 6587, England)을 사용하여 1000배 확대한 사진을 제시하였다. 시료의 형태학적 관찰을 위해 시편을 카본테이프를 홀더에 붙여 시료를 만들었다. 시료에 전도성을 주기 위하여 시료모발에 진공 이온 코팅기(CRESSINGTON SPUTTER COATER, 108 auto)를 사용하여 100초 동안 20 μm 두께로 금코팅을 하였다. 주사전자현미경으로 15 kV 조건에서 1000배율로 시료모발의 상태를 촬영하여 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 색상도 분석

Fig. 1은 매염방법에 따른 L*, a*, b* color space의 변화로 살펴보았다.

Fig. 1-a는 L*값의 기울기가 완만하게 감소한 것은 황토의 미세한 광물질들은 SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂, CaO, MgO, KO, Na₂O 등이 이온화되면서 β-구조화된 모발의 음이온성 아미노산기와 배위결합으로 이루어지기 때문이다. 또한 시간의 증가에 따라 L*의 값은 감소하는 경향도 나타났다. Fig. 1-a에서 L*값은 무매염 염색모발이 매염한 염색모발 보다 L*값의 감소폭이 작게 나타났다. 이는 창포에 의한 매염성을 알 수 있다. 또한 L*값의 감소폭이 10분과 30분이 크므로 색상의 변곡 점이라 할 수 있다.

Fig. 1-b에서 a*의 값은 무매염 염색모발이 7.19, 전매염 염색모발이 11.58, 후매염 염색모발이 10.4로 전매염 염색모발의 값이 가장 크게 나타났다. 또한 b*의 값은 전매염 염색모발이 30.22와 비교해 볼 때, 무매염 염색모발 30.16과 후매염 염색모발 29.9의 값으로 조금 높게 나타났다. a*와 b*의 값을 종합하면, 전

매염 염색모발의 경우일 때 가장 크게 나타내고 있다. 이는 염색모발에서 짙은 황토색을 나타내는 것을 알 수 있다.

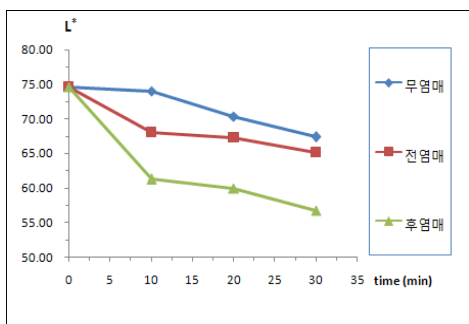
3.2. 염색견뢰도 분석

Table 1에 의하면 창포와 황토를 사용한 모발염색에서는 세탁견뢰도와 땀견뢰도는 (오염)변·퇴색, (오염)모, (오염)면에서 4 또는 4~5급으로 우수하게 나타났다. 일반적으로 천연염료의 세탁견뢰도 및 땀견뢰도에서 좋지 못한 단점이 있으나, 창포의 주성분 penta-m-digalloyl-β-glucose와 황토의 산화물들과 반응하여 불용성의 복합염을 형성하고, 모발에 대한 고착력을 향상시키기 때문이다.

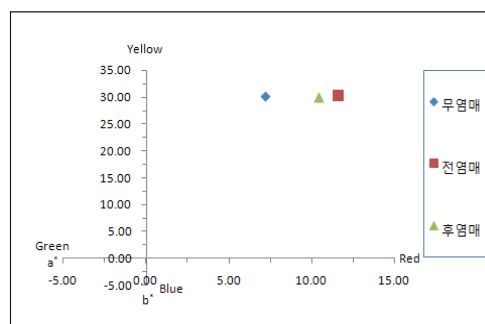
일광견뢰도에서는 2~3등급으로 나타났다. 일광은 자외선, 적외선, 가시광선이 모두 포함되어 있는 상태이다. 대부분의 광화학적 손상은 200~290 nm의 자외선에 의한 것으로 편평상피세포암, 화상, 일광알레르기,

Table 1. Color fastness of Hwangtoh-dyed hair based on mordanting with iris

항 목		황토염색 모발
세탁 견뢰도(급)	(오염)변·퇴색	4
	(오염)모	4~5
	(오염)면	4~5
일광 견뢰도(급)	40시간 조광	2~3
	60시간 조광	2~3
마찰 견뢰도(급)	건	3
	습	3
땀 견뢰도(급)	(오염)산성 변·퇴색	4~5
	(오염)면	4~5
	(오염)모	4~5
	(오염)알칼리성 변·퇴색	4~5
	(오염)면	4~5
	(오염)모	4~5



(a) Brightness of color



(b) Level of color

Fig. 1. Color level analysis based on mordanting methods.

목덜미 능형피부, 악성흑색종 등 무수히 많은 증상들이 나타날 수 있다. 또한 자외선은 시스틴 함량을 감소시켜 모발고유의 구조를 변화시키고 멜라닌색소를 파괴함으로 변색⁸⁾ 일어나게 한다. 그러나 황토의 성분 속에는 자외선을 분산 및 차단하는 무기물질이 다량 함유되어 있다. 특히 자외선 차단제⁹⁾에 많이 사용되고 있는 ZnO와 TiO₂가 함유되어 있어 자외선에 대한 차단성이 클 것으로 본다.

마찰견뢰도는 건, 습 모두 3급으로 나타났다. 이는 황토와 모발간은 화학적 결합이 아닌 물리적 결합에 의한 것으로 생각된다.

3.3. 성분 분석

황토의 X선 형광(XRF) 분석 결과를 Table 2에 제시하였다. XRF분석에 의한 대상 시료의 주산화물 조성을 검토하여 보면 SiO₂(26.16%)와 CaO(25.59%) 및 Al₂O₃ (13.16%)의 함량이 약 60% 이상을 차지하고 있다. Fe₂O₃(5.05%)와 K₂O(2.74%) 및 MgO(1.57%)는 소량 존재하고 있으며, TiO₂(0.606%), MnO(0.237%), P₂O₅ (0.131%) 등은 미량 나타났다.

SiO₂와 CaO는 동물의 골격, 근육, 혈관, 치아, 손톱, 모발 등과 같은 신체 조직형성의 기초물질을 만들며, 신체부위를 지탱해 주고 튼튼하게 한다. SiO₂의 부족

Table 2. Chemical composition of major oxides in Hwangtoh (XRF)

Compound	Wt(%)
SiO ₂	26.16
CaO	25.59
Al ₂ O ₃	13.16
Fe ₂ O ₃	5.05
K ₂ O	2.74
MgO	1.57
TiO ₂	0.606
MnO	0.237
P ₂ O ₅	0.131
Na ₂ O	0.0661
SrO	0.0187
SO ₃	0.0186
ZrO ₂	0.0179
ZnO	0.0177
BaO	0.0162

시 손톱이 갈라지고, 피부가 쳐지며, 머리카락이 빠지는데, 고령자의 뼈가 약해지는 노화의 원인으로 Si의 결핍을 들 수 있다.

X선회절(XRD) 분석기를 사용하여 황토의 주요 광물 조성 결과를 Fig. 2에 제시하였다. XRD분석에 의해 나타나는 결정광물은 2값의 29.4°에서 주피크가 나타나는

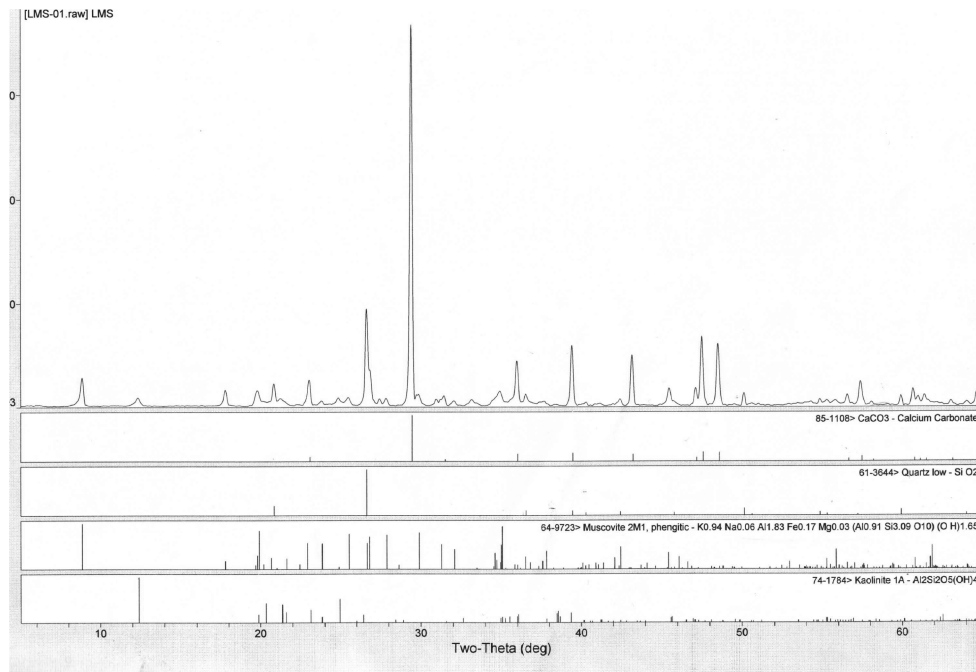


Fig. 2. XRD analysis of mineral composition of Hwangtoh.

Calcite(CaCO_3)이고, 26.6°의 Quartz(SiO_2)이다. 미량광석으로는 8.86°에서 Muscovite(K 0.94 Na 0.06 Al 1.83 Fe 0.17 Mg 0.03(Al 0.91 Si 3.09 O 10)(OH) 1.65)와 12.36°에서 나타나는 Kaolinite($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$)가 미량 포함되어 있는 것으로 분석되었다. 이들의 점토광물은 2 μm 이하의 크기로 시트상의 구조를 지니고 있으며, 색상은 회거나 노란색으로 녹색기운이 있는 흰색이지만, 풍화작용에 의해 산화철 성분이 점토광물의 표면을 감싸게 되면 색이 붉은 색으로 변화하게 된다.

EDS 분석 결과를 Fig. 3, 4, 5에 제시하였다. 황토를 이용한 모발염색에서는 모발에 부착되는 성질을 나타내는 점토광물의 C, O, S, Ca, Na, Al, Si, Fe 등이 존재하는 것이 확인되었다. 특히 Al 성분에 의해 황토의 점성이 좌우된다.

Fig. 3는 황토의 단독 염색모발을 EDS로 분석한 결과 C 59.62%, O 35.76%, S 3.95%, Ca 0.67%의 피크가 확실히 나타났으나, 황토의 주요성분 Si, Al, Ca, Fe의 원소는 나타나지 않았다. 이것은 아직 황토의

확실한 염착이 이루어지지 않았기 때문인 것으로 생각된다.

Fig. 4는 창포전매염 황토염색 모발을 EDS로 분석한 결과 C 41.53%, O 40.46%, Al 4.85%, S 3.74%, Ca 3.16%, Si 2.95%, Fe 2.70%, K 0.44%, Na 0.17%의 함유량을 나타내고 있다. 그리고 피크가 가장 확실하게 나타나고 있는 Fe은 점토광물을 덮고 있는 산화철 성분 때문인 것으로 추정된다. 또한 Si와 Al 및 Au의 피크도 분명히 나타났는데 이는 황토의 주요 산화물 성분들이 모두 포함되어 있다.

Fig. 5은 창포 후매염 황토염색 모발을 EDS로 분석한 결과 황토 단독 염색모발에서 나타나는 C 51.86%, Ca 0.85%, K 0.25%, O 41.79%, Fe 0.43%이외에 S 2.72%, Na 0.85%, Si 0.53%, Ca 0.85%, K 0.25%, Fe 0.43%의 황토의 주요성분의 피크가 나타났다. 이는 황토 단독 모발염색 보다 창포 액을 후처리한 황토모발염색에서 점토광물의 성분을 많이 함유하여 더 많은 염색성을 가지고 있다.

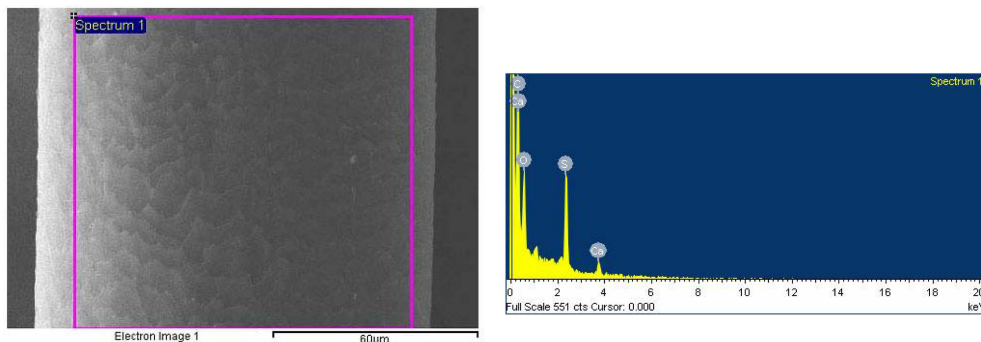


Fig. 3. EDS analysis of Hwangto-dyed hair without mordanting.

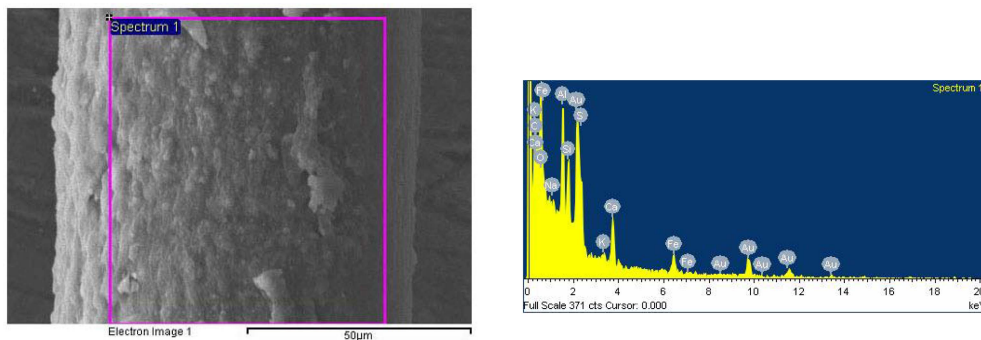


Fig. 4. EDS analysis of Hwangto-dyed hair having pre-mordanting with iris.

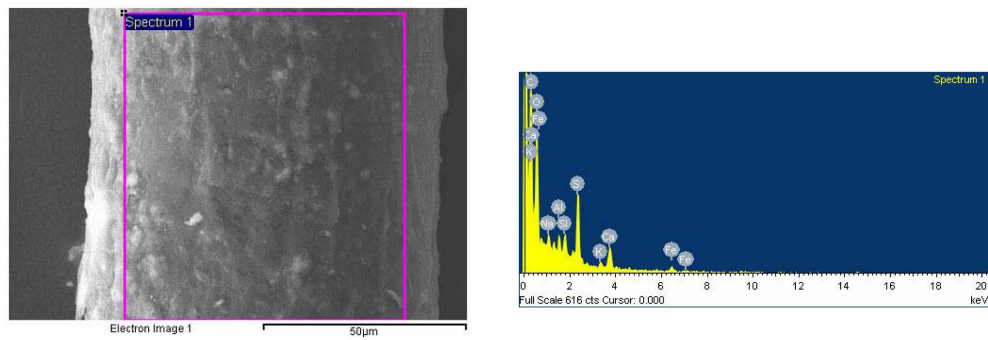
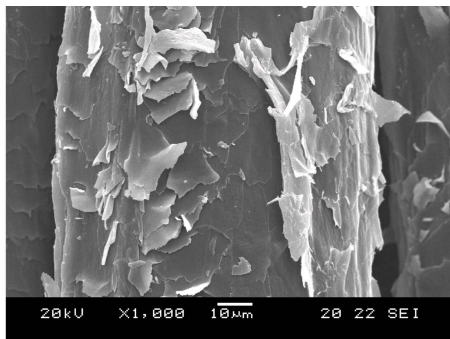
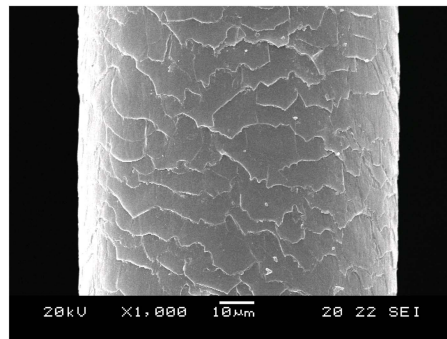


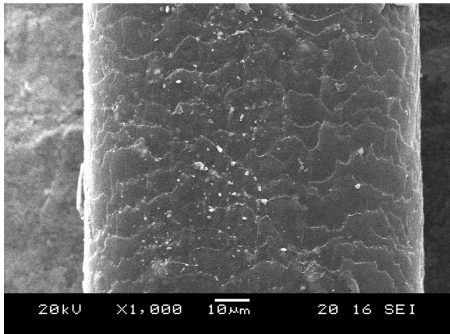
Fig. 5. EDS analysis of Hwangtoh-dyed hair having post-mordanting with iris.



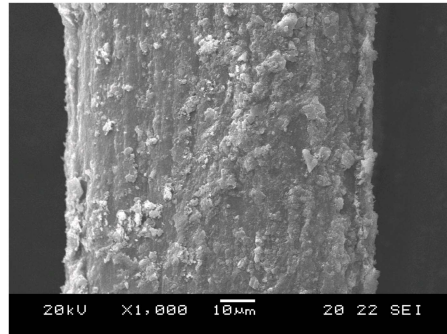
(a) Damaged hair



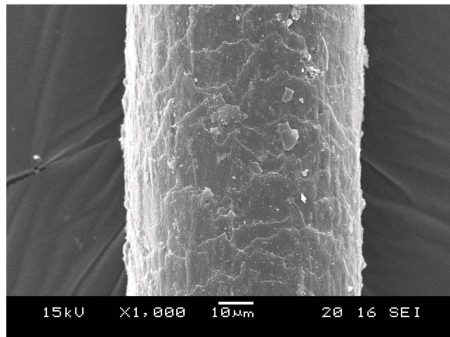
(b) Hair mordanted with iris



(c) Hair dyed with Hwangtoh



(d) Hwangtoh-dyed hair having pre-mordanting



(e) Hwangtoh-dyed hair having post-mordanting

Fig. 6. SEM analysis of hair surface based on mordanting methods.

3.4. 표면관찰

표면관찰을 위해 주사전자현미경으로 손상모발, 단독 창포매염 모발, 단독 황토염색 모발, 전매염 황토염색 모발, 후매염 황토염색 모발의 표면을 각각 촬영한 결과이다.

Fig. 6-a는 손상으로 인한 β-구조화 된 모발로 scale이 분리 또는 소실되어 모발이 들떠 있어 손상이 심한 상태이다. Fig. 6-b는 모발표면에 탄닌이 배위결합하여 탄닌산안티몬이 형성되어 항산화성과 라디칼 소거제의 기능으로 손상된 상태를 막아주는 모발보호의 역할을 하고 있다.

Fig. 6-c는 모발표면에 미비하게 황토입자가 부착되어 있는 것을 볼 수 있다. 이는 모발의 아미노산과 황토입자간의 시간경과⁷⁾에 따른 낮은 이온 교환작용에 의한 것으로 생각된다. 황토자체의 입자형성은 선형성과 평편성이 있어 수소결합이나 반데르반스 힘에 의한 것⁸⁾으로 생각된다. 황토에 의한 모발보호 효과로 scale과 scale사이의 경계가 뚜렷하여 모발내부를 보호하고 있다. 점차적인 미세한 황토입자량의 증가를 나타내고 있다.

Fig. 6-d와 Fig. 6-e에서 볼 때, 탄닌의 처리 조건에 따른 황토의 염착성의 정도를 알 수 있다. 일반적인 천연염색의 염색성은 염료를 탄닌 성분으로, 매염제를 전이금속으로 사용하여 후매염의 우수한 염색성을 나타낸다. 그러나 황토는 매염제를 탄닌성분으로 염료를 전이금속 성분을 사용하여 우수한 염색성을 나타냈다. 그러므로 천연염료는 후매염이 우수하고, 천연안료는 전매염이 우수한 염색성을 나타내는 것을 알 수 있다.

Fig. 6-d는 탄닌의 관능기들에 의해 황토입자의 내부 표면 Mg²⁺, Fe²⁺, Na⁺, K⁺, Ca²⁺ 등과 같은 양이온과 반응하여 불용성의 복합염 형태로 배위결합 한 후 β-구조화 된 모발 단백질 펩티드결합 및 아미노산 잔기의 가교결합에 의한 높은 반응성기¹⁰⁾들에 의해 황토와 모발간의 이온결합에 의해 부착이 이루어지는 것으로 생각된다.

Fig. 6-e는 Fig. 6-d 보다 황토입자의 부착량 감소를 볼 수가 있다. 이는 황토염색에서는 후매염이 전매염보다 염착성이 감소함을 볼 수 있다. 탄닌에 의한 황토를 불용성의 복합염 형태를 제대로 이루지 못하였으며, 고착역할을 제대로 못함으로 감소한 것으로 사료된다.

4. 결 론

창포 추출액을 이용한 모발의 황토염색 특성을 알아

보기 위한 색상도, 염색견뢰도, 성분분석, 표면 관찰에 대한 결론은 다음과 같다.

색상도 분석은 매염방법에 따른 L*, a*, b* color space의 변화로 살펴보았다. L*값의 감소폭이 10분과 30분이 크므로 색상의 변곡 점이라 할 수 있다. a*와 b*의 값은 전매염 염색모발의 경우일 때 가장 크게 나타났다. 짙은 황토의 모발 색을 나타내는 것을 의미한다.

염색견뢰도 분석은 (오염)변·퇴색, (오염)모, (오염)면에서 4 또는 4~5급으로 세탁견뢰도와 땀견뢰도가 우수하게 나타났다. 이는 탄닌의 주성분 penta-m-digalloyl-β-glucose와 황토의 산화물들과 반응하여 불용성의 복합염을 형성하고, 모발에 대한 고착역할을 하기에 우수하게 나타났다. 일광견뢰도는 자외선, 적외선, 가시광선이 모두 포함되어 있어 2~3등급을 나타냈다. 그러나 황토 속에는 자외선 차단제에 들어 있는 성분 ZnO와 TiO₂가 다량 포함되어 있어 자외선의 차단성이 클 것으로 사료된다. 마찰견뢰도는 황토와 모발간은 화학적 결합이 아닌 물리적 결합에 의한 것이기에 3급으로 나타났다.

성분분석은 XRF분석에 의한 황토의 주산화물 조성을 검토하여 보면 SiO₂(26.16%)와 CaO(25.59%) 및 Al₂O₃(13.16%)의 함량이 약 60% 이상을 차지하고 있다. Fe₂O₃(5.05%)와 K₂O(2.74%) 및 MgO(1.57%)는 소량 존재하고 있고 TiO₂(0.606%), MnO(0.237%), P₂O₅(0.131%) 등은 미량 나타났다. XRD분석에 의해 나타나는 결정광물은 2θ의 29.4°에서 주피크가 나타나는 Calcite(CaCO₃)이고, 26.6°의 Quartz(SiO₂)이다. 미량광석으로는 8.86°에서 Muscovite(K 0.94 Na 0.06 Al 1.83 Fe 0.17 Mg 0.03(Al 0.91 Si 3.09 O 10)(OH) 1.65)와 12.36°에서 나타나는 Kaolinite(Al₂Si₂O₅(OH)₄)가 미량 포함되어 있는 것으로 분석되었다.

표면관찰을 위해 주사전자현미경으로 촬영하여 분석하였다. 손상모발의 경우 scale이 분리 또는 소실되어 모발이 들떠 있어 손상이 심한 상태를 볼 수 있다. 단독 창포매염의 모발은 표면에 탄닌이 배위결합하여 탄닌산안티몬이 형성되어 항산화성과 라디칼 소거제의 기능으로 손상된 상태를 막아 준 상태이다. 단독 황토염색의 모발은 모발표면에 미비하게 황토입자가 부착되어 있는 것을 볼 수 있다. 전매염 황토염색의 모발은 매염제를 탄닌성분으로 염료를 전이금속 성분을 사용하여 우수한 염색성을 나타냈다. 후매염 황토염색의 모발은 전매염 황토염색의 모발보다 황토입자의 부착량

감소를 볼 수가 있다. 그러므로 창포 추출액을 이용한 모발의 황토염색에서는 전매염이 가장 우수한 염색성을 나타내고 있음을 알 수 있다.

참고문헌

1. Bolduc C, Shapiro J. *Hair care products:waving, straightening, conditioning and coloring*. Clin Dermatol, **2001**, 19(4):431-6.
2. Gago-Dominguez M, et al. *Use of permanent hair dyes and bladder-cancer risk*. International Journal of Cancer, **2001**, 91(4):575-579.
3. Grodstein F, Hennekens CH, Colditz GA, Hunter DJ, Stampfer MJ. *A prospective study of permanent hair dye use and hematopoietic cancer*. J Natl Cancer Inst, **1994**, 86(3):164-5.
4. Larson WG, Jackson EM, Barker MO, et al. *A primer on cosmetics*. J am Acad DerMatol **1992**, 27, 469-481.
5. M. J. Lee. *The Study on Dyeing Wool Using Flowers and on Expressions of Felt*, **1997**, J. of Seoil Univ., 14, 945~966.
6. 김인영 · 강삼우, 화장품에서 UV 차단제의 피부 자극성과 SPF 측정, Analytical Science & Technology, **1990**, Vol. 11, No. 2.
7. 김수정, 이원수, 최응호, 안성구. 모발염색으로 인한 각피의 손상과 재생-시간경과에 따른 형태학적 변화. 대한피부과학회지, **1996**, 34(2):257-263.
8. I.K. Kim, S.H. Seo, and C.Y. Kang, *General Properites and Ferric Oxide Content of Hwangtoh(Yellow Ochre)*, J.Kor. Pharm. Sci., **2000**, 30(3), 219-222.
9. J. R. Bahk and E. H. Marth, *Mycopathologia*, **1983**, 83, 129.