

탈색단계별 과산화수소 농도에 따른 모발의 물리·형태적 손상정도 비교

이은경[†] · 황중덕* · 김혜정

대구공업대학 뷰티아트디자인과, 경북도립 경도대학 뷰티디자인과*

The Comparison of Physical & Morphological Damage of Hair According to the Bleaching Methods by the H₂O₂ Concentration

Eung-Kyeung Lee[†] · Jung-Deog Hwang* · Hye-Jeung Kim

Dept. of Beauty Design, Daegu Technical College

Dept. of Beauty Design, Gyeongdo Provincial College*

(2007. 1. 12. 접수/2007. 2. 22. 채택)

Abstract

This study attempted to comparative analysis about the physical and morphological damage degrees of hair according to the bleaching methods by H₂O₂ concentration. As a result of the changes in the physical characteristics of the hair according to the decoloration operation methods by 3-6-9% and 9% H₂O₂ concentration, the intensity of tension considerably decreased but the elongation was increased. And the more the damage of hair, the larger the degree of change. Regarding the method of decoloration operation, the 3-6-9% decoloration operation method was more damaging than the 9% single decoloration operation method. In the change of the characteristics of the form of the hair, the control group of the 5-level decoloration hair generally showed a smooth external appearance and regular and closely overlapped epidermis and undamaged cuticle were observed. But in the 3-6-9% decoloration operation method and 9% single decoloration operation method, damages such as the irregular form of the edge of the epidermis and the unclear boundary between the epidermis occurred.

Key words: Morphological damage(형태적 손상), Physical damage(물리적 손상), Decoloration(탈색), Bleaching(표백), Tension(신장), Elongation(신장도)

I. 서 론

인간의 기본적 욕구인 의식주와 더불어 아름답고 자 하는 본능적 욕구를 충족시켜 인간 삶의 질을 높 이는데 기여해 온 미용은 문명의 발달이 진행 될수록 외적인 아름다움에 기능적인 아름다움을 손상치 않 으려고 노력하고 있다. 특히 경제성장과 더불어 소득

이 증가되고 생활수준이 향상되면서, 개인의 미적 욕 구 충족과 함께 모발에 대한 변화는 곧 자신을 쉽게 변화시킬 수 있다는 인식으로 인해 모발관리 기법에 대한 다양한 방법들이 현장에서 이루어지고 있다. 그 러나 이러한 모발의 미적 연출방식들은 모발의 손상을 동반하고 있는 것이 현실이다.

모발의 성분은 대부분이 단백질(80~90%)이며, 나 머지는 멜라닌 색소(3% 이하), 지질(1~8%), 미량원 소(0.6~1.0%), 수분(10~15%) 등으로 이루어져 있고

[†]Corresponding author: Eung-Kyeung Lee
E-mail: colo76@hanmail.net

모발 단백질의 주성분은 시스틴으로서 약 14~18%의 함유량을 나타내고 있다^{1,2)}. 모발의 구조는 크게 피부를 경계로 피부 안에 있는 부분을 모근부, 피부 밖에 있는 부분을 모간부로 나뉜다. 모근부는 크게 전구모양으로 모근이 들어가 골을 이루고 있는 모구(bulb)와 작고 긴 관 모양을 하고 모근부를 보호하는 자루역할을 하는 모낭(hair follicle), 피부의 유두에 해당하며 혈관이 많고 모구에 영양을 공급해 두발의 성장을 돕는 모유두(papilla), 피지를 분비하여 모발을 보호하고 윤기 있게 하는 피지선(sebaceous gland), 평평한 평활근 섬유 다발로 자신의 의지에 따라 움직일 수 없으며 추위나 공포를 느끼면 자율적으로 수축하고 피부에 소름이 돋게 하는 입모근(arrector pili muscle)로 나뉜다. 모간부는 바깥쪽으로부터 모표피(cuticle), 모피질(cortex), 모수질(medulla) 3층으로 구성되어 있다. 모표피는 모간의 가장 외측 부분으로 케라틴이라고 하는 경단백질이 5~10층의 투명하고 얇은 비늘모양으로 구성되어 있고 모피질은 모발의 가장 중요한 부분으로서 고단위 황화합물을 포함한 케라틴으로 주로 되어 있으며, 비교적 규칙적으로 나열된 섬유조직을 가지고 있는 피질세포와 세포간 결합물질인 간충물질로 구성되어 있다. 모수질은 모발의 가장 내측 중심부위에 있는 공포를 형성하여 공기를 함유하고 있는 구조로 되어있다^{3,4)}.

모발의 손상요인 중 생리적 요인은 호르몬의 불균형, 편식, 다이어트, 스트레스, 영양결핍, 모질 등이 있고 물리적 요인은 샴푸, 브러싱, 타월드라이, 브로우드라이, 전기아이론, 마찰, 잘못된 커트 등이 있으며, 화학적 요인은 염색, 탈색, 퍼머먼트웨이브, 스타일링제 등이 있으며 환경적 요인은 자외선, 수질 및 대기오염, 건조한 기후 등이 있는데⁵⁻¹³⁾, 특히 빈도가 높은 손상으로는 퍼머먼트웨이브이고 그 다음이 염색과 탈색이다. 염, 탈색이란 자연 모발색을 변화시키기 위한 방법으로서 고대 시대에서부터 현재에 이르기까지 신분, 종교, 개성의 표현방법으로 널리 행하여져 왔다. 이러한 염, 탈색과정을 이해하기 위해서는 모발의 기본적 구조 및 화학적 특징과 색상에 대한 기본적인 지식이 요구된다. 미용현장에서는 일반적으로 탈색 시 과산화수소 농도의 부분별한 사용으로 필요이상의 과도한 모발 손상을 초래하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 탈색단계별 과산화수소농도에 따른 모발의 손상정도를 비교함으로써 고농도의 과산화수소수의 사용에 대한 기초정보와 각 단계별 탈색정도에 따른 모발손상에 대한 과학적인 기초자

료를 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

1) 대조군

본 연구에서 사용한 대조군은 2006년 3월에서부터 2006년 9월까지 예천 소재의 인문계 고등학교 여학생(평균 연령 18세) 15명을 대상으로 하였다. 대조군의 선정 기준은 설문지를 통하여 약물복용 및 흡연, 과도한 다이어트를 하지 않은 여학생의 level 5정도 모발 nape 부위를 두피로부터 약 3 cm정도 떨어져 약 30 cm 가량의 길이로 채취하였다. 이를 해부현미경(SZ40, B061 Olympus JAPAN)하에서 손상도, 굵기를 분류하여¹⁴⁾ 모발 30가닥씩 두피 쪽으로 1 cm 실리콘 처리하여 미지근한 물로 중성샴푸를 이용하여 세척한 탈색 level 5의 모발을 대조군으로 하였다.

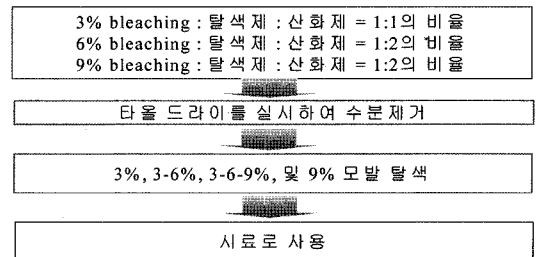
2) 실험군

실험군은 level 5를 대조군(1)으로 하고 대조군에 3%로 탈색한 군(2), 대조군에 3→6%로 탈색한 군(3), 대조군에 3→6→9%로 탈색한 군(4), 대조군에 9%로 탈색한 군(5)으로 하였다. 단계별 탈색의 실험방법은 <Fig. 1>과 같다.

2. 실험방법

1) 탈색시술 시 모발 컬러비교관찰

10년 이상의 3인 미용경력자의 시진, 촉진 및 디지털



<Fig. 1> 단계별 탈색의 실험방법

털 카메라를 이용하여 촬영 후 비교 관찰하였다¹⁵⁾.

III. 결과 및 고찰

2) 모발의 형태적 특성 관찰

모발의 형태적 특성 측정은 물리적 특성 결과치 중에서 평균값을 나타내는 시료를 선택하여 시술 전·후의 모발에 피막(이온 증착기, Ion sputter : E-1030, Hitachi, JAPAN)을 입혀 전처리하고, 실리콘 처리지점 상부에서 약 5 cm되는 지점인 모발의 중간부위 그리고 모발 끝에서 3 cm 되는 부위인 모발의 최 말단 부위를 전계방사형 주사전자현미경(Field Emission Scanning Electron Microscope : FE-SEM, S-4100, Hitachi, JAPAN)으로 1,500배 배율로 촬영하여 관찰하였다¹⁶⁻¹⁸⁾.

3) 모발의 물리적 특성 측정

모발의 물리적 특성은 인장강도와 신장도로서 측정되는데, 본 실험에서도 인장강도 및 신도를 측정하여 비교하였다. 측정은 KS K 0409에 의거하여, 시술 전·후의 모발 중 비교적 굵기가 균일한 모발 30가닥씩을 선별한 후 25°C, 65%RH로 조정된 항온항습실의 표준 환경 하에서 30시간 방치하여 모발의 인장강도와 신장도(DYNAFIL, 길이 10 mm, speed 500 mm/min, C.R.E type)를 측정하였으며, 이들 측정값 중에서 최대·최소값을 제외한 평균값으로 산출하였다¹⁹⁾.

4) 통계처리

Windows용 v. 10.0 spss법으로 평균과 표준오차, 분산분석(ANOVA검정)법으로 유의성을 검정하여 각 group 간의 결과를 비교·분석하였다.

1. 모발의 물리적 특성

1) 탈색단계별 과산화수소 농도에 따른 모발의 인장강신도 비교

각 모발의 인장강도는 대조군은 129.75 mg, 대조군에 3% 과산화수소로 탈색한 모발은 132.25 mg, 대조군에 과산화수소 3%→6%로 탈색한 모발은 136.75 mg, 대조군에 단계별 과산화수소 9%까지 탈색한 모발은 126 mg, 대조군에 한번에 9%로 탈색한 모발은 124.25 mg이고 이들의 유의값이 0.334로 p<0.05수준에서 유의한 차이를 보였다.

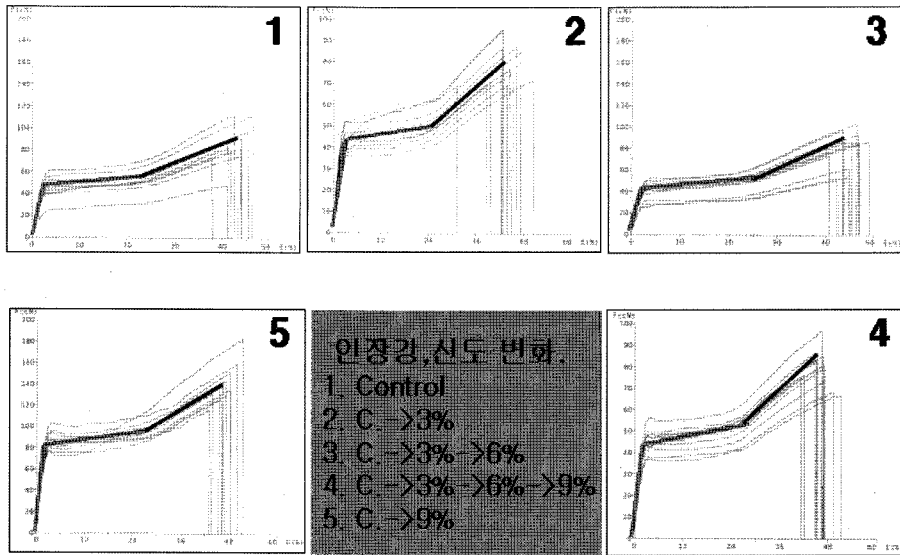
각 모발의 신도는 대조군은 42.15%, 대조군에 3% 과산화수소로 탈색한 모발은 41.72%, 대조군에 과산화수소 3%→6%로 탈색한 모발은 42.17%, 대조군에 단계별 과산화수소 9%까지 탈색한 모발은 43.55%, 대조군에 한번에 9%까지 탈색한 모발은 42.70%이고 이들의 유의값이 0.282로 p<0.05수준에서 유의한 차이를 보였다.

대조군에 비해 인장강도가 줄어들고 신도가 늘어남에 따라 손상모라 볼 수 있는데 대조군에 비해 과산화수소 3%까지 탈색한 모발은 인장강도가 늘어나고 신도가 줄어든 것으로 보아 3%의 과산화수소는 과산화수소라는 약산성이 저농도일 경우 모발에 사용 시 오히려 모발의 단백질 결합들을 응축시켜 물리적인 손상도가 낮아졌음을 알 수 있다. 이에 비해 과산화수소수 6%까지 탈색한 모발은 3%과산화수소로 탈색한 모발에 비해 인장강도와 신도 모두 늘어났는데 이는 모발의 단백질 결합들이 응축현상으로 인해 인장강도는 증가하고 부분적인 파괴현상으로

<Table 1> 탈색단계별 모발의 인장강신도 비교

물리적특성 실험방법	인장강도(mg/l hair)		신도(%)	
	평균±편차	F-value	평균±편차	F-value
Group 1	129.75 ± 21.43	.334	42.15 ± 3.68	.282
Group 2	132.25 ± 13.36		41.72 ± 4.25	
Group 3	136.75 ± 14.78		42.17 ± 3.35	
Group 4	126.00 ± 15.11		43.55 ± 7.66	
Group 5	124.25 ± 17.67		42.70 ± 4.28	

P<0.05 1. Control 2. C.→3% 3. C.→3%→6% 4. C.→3%→6%→9% 5. C.→9%



X축 :신도, Y축 : 인장강도

<Fig. 2> 탈색단계별 인장강신도 곡선비교

신도가 증가한 것으로 사료된다. 단계별로 9%까지 탈색한 모발은 6%까지 탈색한 모발에 비해 현저하게 인장강도가 낮아지고 신도가 늘어난 것으로 보아 9%의 과산화수소가 3% 혹은 6%의 과산화수소에 비해 모발에 확연한 손상을 줄 수 있음을 알 수 있었다. 단계별 과산화수소 9%까지 탈색한 모발과 한번에 9% 과산화수소로 탈색한 모발 비교시 대조군에 비해 두 모발 모두에서 인장강도가 줄어들고 신도가 늘어난 것으로 보아 어떠한 방법으로도 9%의 과산화수소는 모발손상을 초래함을 확인할 수 있었고 그 손상도의 차이는 단계별 9% 과산화수소로 탈색한 모발이 단지 한번에 9%로 탈색한 모발에 비해 인장강도도 높고 신도도 높아 손상정도는 미비한 것으로 나타났다.

이의 결과는 윤(2004), 오(2000)에 의한 모발의 화학적인 조건에 의한 물성변화는 탈색모발에서 케라틴 분자의 여러 결합의 과도한 분해와 구조적 파괴현상이 일어남으로 인해 인장강도의 경우는 낮아지나, 신도는 증가되는 것으로 나타난 결과와 일치함을 볼 수 있다^{20,21)}.

2) 탈색단계별 모발관리에 따른 인장강신도 곡선비교

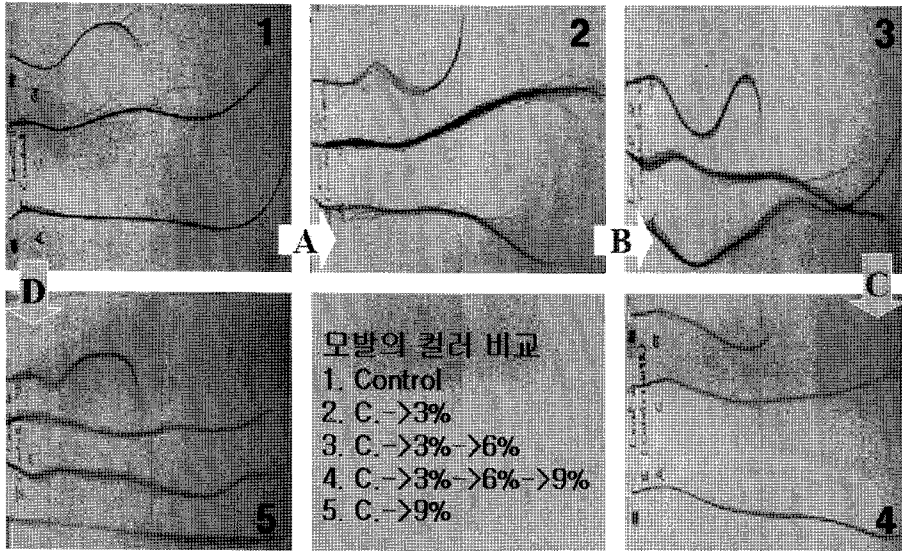
모발을 처음으로 잡아 당길 때 모발이 늘어남에 따

라 인장력이 직접적으로 증가하는 영역을 후영역이라고 하고 다음으로 모발을 당겨 인장력변화가 작은 영역을 강복영역, 다시 모발의 늘어남에 대해서 인장력이 증가하는 영역을 후강복영역이라 부른다. 후영역은 주로 수소결합의 영향이 크게 나타나는 영역이고 강복영역과 후강복영역은 디설파이드결합이나 펩티드사슬의 영향이 크게 나타나는 영역이다²²⁾.

본 실험의 모든 그래프에서는 디설파이드결합이나 펩티드사슬이 절단되면서 가장 약한 결합인 수소결합마저 끊어 버림으로써 모든 영역이 크게 변화한 것으로 여겨진다<Fig. 2>.

2. 디지털카메라로 관찰된 모발의 외부형태

모발의 각 실험 처리군에서 모발을 축진하고 디지털카메라로 촬영하여 시진 한 것은 <Fig. 3>과 같다. 대조군은 level 5정도로 일반적인 건강모이고 대조군에 3% 과산화수소로 탈색한 모발은 대조군에 비해 약간 따뜻한 느낌으로 한 톤 정도의 밝기만 볼 수 있었다. 이에 비해 대조군에 3% 과산화수소로 탈색한 모발에서 대조군에 3→6%로 탈색한 모발간의 색 차이와 대조군에 3→6% 과산화수소로 탈색한 모발에서 대조군에 3→6→9%로 탈색한 모발간의 색 차이는 둘 다 2~3톤 정도의 밝기를 확인할 수 있었다. 이의



<Fig. 3> 디지털 카메라로 관찰한 모발의 외형

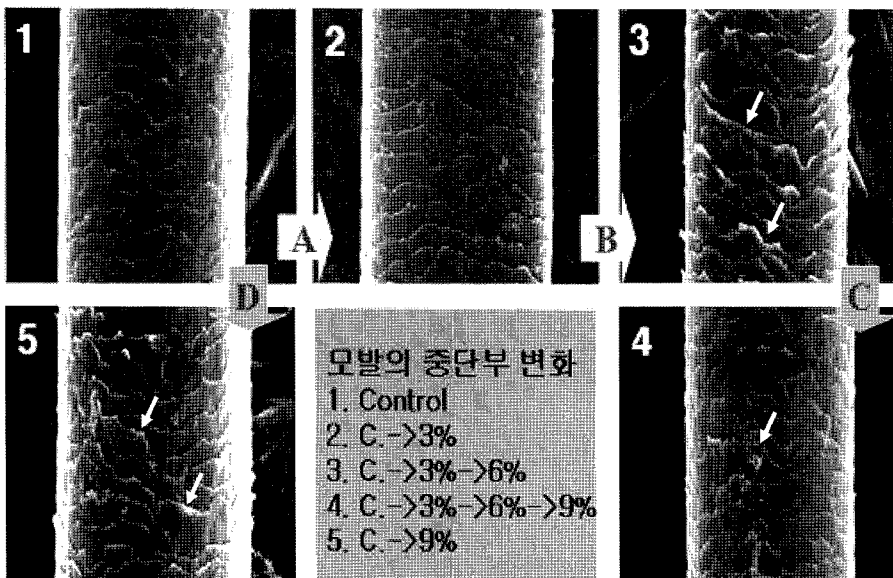
결과는 김(2001), 박(2004)의 결과에서도 산화제에 의해 단계적인 탈색에서 2~3톤 정도의 밝기차이를 보였다는 결과와 일치하고 있음을 알 수 있다^{23,24)}.

대조군에 9%로 바로 탈색한 모발은 단계적으로 9%로 까지 탈색한 모발과 비교 시 같은 level 9정도 이지만 탈색 후 촉진해 본 결과 한번에 9%로 탈색한 모발이 다소 경도가 강하게 되어 뻣뻣한 질감으로 나타났다.

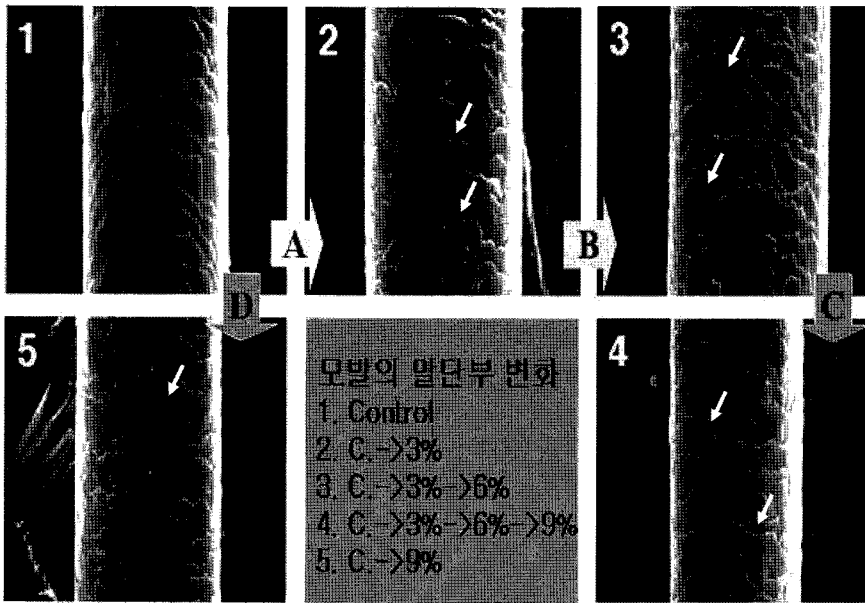
3. 전자현미경을 통한 외부형태변화 관찰

1) 모발의 중단부 관찰

모발의 각 실험 처리 군에서 level 5의 모발에 중단부의 모표피 손상부분을 전계 방사형 주사전자현미경상에서 관찰한 것은 <Fig. 4>와 같다. 과도한 손상이나 퍼머 등의 관리가 없었던 대조군(1)인 level 5의



<Fig. 4> 전자현미경을 통한 모발 중단부의 외부형태 관찰



<Fig. 5> 전자현미경을 통한 모발 말단부의 외부형태 관찰

모발에서는 대체적으로 모표피가 약간 들뜬 상태로 표피의 손상이 소량 있는 것으로 보아 이는 샴푸, 브러싱, 드라이, 자외선 등 일상적, 환경적인 원인에 의한 것으로 보여 지고 대조군에 3%의 과산화수소수로 탈색한 모발(2)는 대조군보다는 약간 손상이 되긴 했으나 거의 구별이 되지 않을 정도의 손상이 미비한 것으로 보여 진다.

이에 비해 대조군에 3%의 과산화수소로 탈색한 모발에 6%로 탈색한 모발(3)과 대조군에 3→6→9% 단계별로 탈색한 모발(4)는 각질화가 심해지고 비늘의 불규칙이 점점 더 나타났으며 부분적으로 큐티클이 녹아내려 상호경계의 불확실화가 나타나 모발의 손상이 심하게 나타났음을 볼 수 있었다. 대조군에 바로 9%의 과산화수소로 탈색한 모발(5)은 대조군에 3→6→9%로 단계별로 탈색한 모발에 비해 손상이 덜 되긴 하였으나 큐티클의 들뜸, 이동, 박리현상을 볼 수 있었다. 탈색 단계간 모발 손상비교 시 3%의 과산화수소는 조금 모발손상을 야기하는 반면 거의 비슷한 정도의 모발손상을 일으키는 6%와 9%의 과산화수소는 눈에 확연히 표현 될 정도의 모발손상을 발생 시켰다.

같은 9%로 탈색한 모발비교시는 한번에 9%의 과산화수소로 탈색한 모발이 단계별 9% 과산화수소로 탈색한 모발에 비해서 손상이 덜 되었음을 볼 수 있었다.

2) 모발의 말단부 관찰

모발의 각 실험 처리군에서 level 5의 모발 말단부의 모표피 손상부분을 전계 방사형 주사전자현미경 상에서 관찰한 것은 <Fig. 5>와 같다. 대체적으로 모표피가 중단부보다 더 많이 들뜨고 불규칙한 상태로 큐티클의 손상이 다량 있는 것을 볼 수 있었다. 대조군에 비해 3%의 과산화수소로 탈색한 모발은 큐티클이 더 각화되어진 모습을 볼 수 있는 반면 대조군에 3%의 과산화수소로 탈색한 모발과 대조군에 3→6%의 과산화수소로 탈색한 모발 손상도 차이는 큐티클의 이동이 더욱 뚜렷한 것으로 보아 손상이 확연해짐을 대조군에 3→6→9% 과산화수소로 탈색한 모발은 부분적으로 큐티클의 용출까지 볼 수 있었다. 각 그룹간의 손상도 차이의 간격은 대조군에 비해 3%의 과산화수소로 탈색한 모발은 손상도가 작은 것에 비해 단계별 6%까지 탈색한 모발과 단계별 9%까지 탈색한 모발의 손상도는 두 그룹간의 거의 비슷할 정도의 손상정도로 확인한 손상도를 볼 수 있었다.

VI. 결 론

1. 모발의 물리적 변화의 관찰

인장강 · 신도는 탈색 후 손상이 되면 모발의 강도

와 신도 모두에 영향을 미치는 것으로 나타났으며 3%와 6%에서는 모발의 단백질 결합들의 부분적인 파괴와 동시에 응축현상이 일어나 오히려 인장강도가 상승되었다. 단계별 처리 및 단일 처리시 모두의 9% 과산화수소농도에서는 케라틴분자의 여러 결합의 과도한 분해와 함께 구조적인 파괴현상이 일어나 인장강도가 현저히 낮아지고 신도는 오히려 높아지는 결과를 나타내었다. 대조군에 각 단계별 모발의 밝기는 과산화수소농도에서 단지 3%인 경우 한 톤 정도의 차이가 나타나는 것에 비해 6, 9%는 2~3 level 정도의 차이를 볼 수 있었다. 단계별로 탈색을 시행한 모발과 한 번에 9%로 탈색한 모발은 같은 밝기를 가졌지만 축진 시 한번에 9% 과산화수소로 탈색한 모발이 단계별로 탈색한 모발보다 모발의 손상 정도가 낮게 보인다.

2. 모발의 형태적 변화의 관찰

Level 5의 대조군은 전반적으로 큐티클층이 안정되어 있어서 표피의 배열이 다소 규칙적이며 외형적으로 손상이 거의 없는 것으로 관찰되었다. 단계별로 탈색이 진행될수록 모발 전반에 걸쳐 큐티클층의 버블현상이 나타나며 외형적으로 표피가 불규칙해지고 표피 사이의 경계가 불분명하게 나타났다. 과산화수소의 농도에 따른 모발의 손상정도는 대조군에 비해 3%의 경우 모발손상이 미약하게 나타나지만 6%와 9%의 과산화수소농도에서는 두 농도 모두 비슷한 정도의 모발 손상이 나타났다.

한번에 9% 과산화수소로 탈색한 모발은 단계적으로 탈색한 모발에 비해 모발 손상정도가 낮게 나타났다.

참고문헌

- 김계순, 김명주, 김선옥, 김준득, 박미경, 박지영, 봉재환, 서란숙(2001). 미용학개론. 훈민사, p.89, pp.93-100, pp.149-177, pp.222-225, pp.396-397.
- 이원경(1998). 모발미용학. 청구문화사, pp.43-62, pp.105-116, pp.183-191, pp.231-287.
- 김경순, 류은주, 조성태, 최영희, 황희순(1995). 퍼머넌트 웨이브 및 헤어컬러링. 청구문화사, pp.89-97.
- 류은주(1995). Hair Permanent Wave. 청구문화사, pp.23-31.
- 최근희, 오경운, 김동욱(2001). 모발관리 이론 및 실습. 수문사, pp.17-23, pp.31-33.
- 김경순, 류은주, 조성태, 최영희, 황희순(1995). 모발관리학. 청구문화사, pp.97-113.
- 권경옥, 권영두, 김상진, 김주덕, 박성순, 이화순(1997). 신화학품학. 동화출판, pp.70-91.
- Clarence R. Robbins(1994). Chemical and physical Behavior of Human Hair. Springer-Verlag New York, Inc. pp.23-51, pp.116-122.
- 조명숙(2002). 모발과학총론. 훈민사, pp.11-20, pp.35-39, pp.47-54, pp.68-69, pp.73-75.
- 이외수(1997). 모발과학. 현문사, p.111, p.122, p.159, pp.161-170.
- 김한식(1997). 모발생리학. 현문사, pp.59-72, pp.75-85, p.95, pp.125-127.
- 최근희, 김순희, 이근광, 김문주, 광형심, 김태운, 이문환, 정지영, 봉재환, 유유정, 김희선, 권대순(2001). 모발과학. 수문사, pp.8-33, pp.88-103, pp.113-114, p.118, pp.126-135, pp.164-170, pp.172-204, pp.254-255.
- 김순희(1996). 모발손상의 측정을 위한 기초연구. 마산전문대학 논문집, p.19, pp.59-80.
- 이은경(2003). 염색모발의 Perm 관리 시 Ample의 효과적인 사용에 관한 연구. 대구가톨릭대학교 대학원 석사학위논문. pp.4-10.
- 최수경(2004). 열펌 시 열방치 시간에 따른 모발의 형태학적 손상도 연구. 대구가톨릭대학교 대학원 석사학위논문. pp.5-10.
- 이은경(2003). '앞의 글', pp.4-10.
- 최수경(2004). '앞의 글', pp.5-10.
- 정 연(2001). 퍼머·염색·탈색·코팅 관리에 따른 모발의 변화에 관한 연구. 대구가톨릭대학교 대학원 박사학위논문. pp.15-29.
- 박진희(2003). 극손상 염색모발의 Perm 과정 시 Ample의 열처리 효과에 관한 연구. 대구가톨릭대학교 대학원 석사학위논문. p.10.
- 윤종현(2004). 불리치(Bleach)조건에 따른 모발의 물성 변화. 경성대학교 대학원 석사학위논문. pp.13-20.
- 오지민(2000). Permanent제와 Bleaching제에 의한 모발의 형태학적 변화. 영남대학교 환경대학원 석사학위논문. pp.19-28.
- 정 연(2001). '앞의 글', pp.15-29.
- 김순희(2001). 물리학적 처리조건에 따른 모발의 역학적 성질의 변화. 한국미용학회지, 7(3), pp.89-96.
- 하병조, 전동원, 금경선(2005). 파라-페닐렌디아민이 함유된 산화형 영구염모의 물리화학적 특성평가에 관한 연구. 한국패션비즈니스학회, 9(5), pp.136-144.