

열처리에 의한 모발의 퇴색 및 손상도 연구

Hair Bleaching and Degree of Damage by Thermal Treatment

***Corresponding author**

Sun Nye Lim
(isn6685@nate.com)

성유림, 강은주, 임순녀*

동신대학교 뷰티미용학과

Yu Rim Seong, Eun Ju Kang and Sun Nye Lim*

Department of Cosmetology, Dong Shin University, Naju, Korea

Received_August 24, 2019

Revised_September 09, 2019

Accepted_September 16, 2019

Abstract This study comparatively analyzed hair bleaching and degree of damage by the temperature of a heating tool after coloring hair with a permanent, semi-permanent or plant hair dye. According to analysis by spectrophotometer, 'semi-permanent hair dye' was the highest, followed by 'permanent hair dye' and 'plant hair dye' in terms of changes in L^* values. In terms of changes in hair shape when analyzed using FE-SEM, 'semi-permanent hair dye(150°C or lower)' was the greatest, followed by 'plant hair dye(180°C or lower)' and 'permanent hair dye(200°C or lower)'. Therefore, it is reasonable to flat iron hair at low temperature. According to the test, amino acid values gradually decreased in both bleached and colored hair. The results obtained through TGA-based thermal analysis confirmed that as brightness increases, hair moisture contents decrease. This study aimed to protect hair by suggesting a correct use of a flat iron by the hair dye type during hair coloring. It appears that the study results would help hairdressers minimize hair damage by using a hair dye at proper temperature.

Textile Coloration and Finishing

TCF 31-3/2019-09/155-164

©2019 The Korean Society of

Dyers and Finishers

Keywords bleaching, temperature, spectrophotometer, FE-SEM, TGA

1. 서 론

현대사회는 자신의 개성이 돋보이는 차별화된 이미지의 중요성이 이슈가 되어 유행을 따라가기보다는 각자의 스타일을 더욱 존중하고 각자의 스타일에 대한 표현 방법에 다양성을 보여 지고 있으며 그중에서도 자신을 확실하게 어필할 수 있는 방법 중의 하나로 헤어컬러 이미지 연출이 보편화되게 사용되고 있다¹⁾. 염색이란 개인의 이미지 연출을 위해 모발의 색을 인공적으로 변화시키는 것으로 자연의 모발 색에 염색약을 이용하여 인위적으로 모발을 탈색 하거나 밝은 색으로 염색하여 보다 자신에게 어울리는 메이크업과 의상 악세서리 등에 어울리게 하는 멋내기 염색이 대중적으로 시술되고 있고, 백모도 밝은 색조로 염색하는 백발염색과 새치를 안보이도록 감추기 위한 새치커버 염색이 있다²⁾.

현재 유통되고 있는 염모제의 대부분은 유지 기간에 따라서 각각 분류하고 있는데, 크게 3가지 종류로 나타내 보면 염모제의 유지기간이 다음 샴푸시 까지만 유지되는 일시적 염모제와 유지기간이 4-6주 정도로³⁾ 시간이 지날수록 색이 빠져 점점 퇴색해 나가는 반영구 염모제, 그리고 알칼리 산화염모제와 같이 한 번의 염색으로 보통 모발이 잘릴때 까지 모발 내부에 염모효과가 남아있는 경우의 영구 염모제로 분류된다⁴⁾.

일반적으로 일시적 염모제는 1회성 사용감에 가까워 스타일링을 연출하는데 있어 폭넓은 응용이 가능하다. 일시적 염색제품의 종류로 컬러샴푸와 린스, 컬러스프레이, 컬러 마스크라, 컬러 크레용, 컬러무스, 컬러 젤 등으로 종류가 아주 다양한데 색의 지속기간이 아주 짧기 때문에 일반인의 사용이 보편적이지 않는 편에 속한다. 반영구 염모제는 직접적 컬러라고도 하는데 그 이

유는 암모니아와 과산화수소가 들어있지 않는 1제로만 구성이 되어있기 때문이다. 반영구적 염색은 잔존력이 있기 때문에 4-6주 지속이 되고 시간이 지나면 서서히 색상이 빠져나와 본래 모발의 색으로 돌아가기에 탈색 후 애쉬컬러⁵⁾나 톤다운을 하는 사람들이 선명하고 다양한 색을 내기 위해서 반영구 염색을 선호하고 있다. 그 다음으로 영구적 염모제는 산화 염색제와 식물성 염색제로 나뉜다. 산화 염모제는 가장 일반적으로 사용하는 염색제이며 1제(산화염료, 알칼리)와 2제(과산화수소)를 혼합하여 사용한다. 위 설명과 같이 몇대기와 새치커버에 탁월한 색감을 부여할 수 있고 유지기간도 가장 길다고 알려져 있다. 식물성 염모제는 과거 고대부터 사용되어진 염색제로 식물의 열매나 뿌리, 잎, 줄기, 꽃의 색소⁶⁾가 산성용액 속에서 케라틴을 염색시키는 성질을 이용한 것으로 대표적으로 헤나가 있는데, 화학작용을 시켜 염색이 되는 과정이 아니기 때문에 손상도가 많지 않고 새치커버를 하거나 톤 다운을 하는 모발에 사용이 되는 편이다. 이중에서 알칼리 산화 염모제인 영구 염모제가 한국 시장판매의 압도적인 70~80%를 차지하고 있다⁷⁾.

헤어스타일의 발달과 더불어 변화에 사용되는 미용 기기들 또한 다양한 변화를 가져왔다. 이처럼 헤어스타일은 외적 이미지 결정에 많은 비중을 차지하고 있는데 헤어 약품과 기기의 발달로 더욱더 다양하고 자유롭게 스타일을 구현할 수 있게 되었고 소비자의 아름다움과 이미지 변화를 주고 싶은 욕구를 채울 수 있는 경쟁력을 어느 정도 갖게 되면서 많은 변천을 해왔다⁸⁾. 기존의 미용기구들의 주 소비층이 과거에는 전문가였지만, 현재는 일반인들을 타겟으로 하여 보다 더 쉽고 간편하게 사용가능한 매직기, 고데기, 아이롱 등의 미용기구들이 출시되고 있다. 스타일링을 위한 미용기기 사용은 열을 이용하여 모발의 구조에 변화를 주어 모발의 형태를 일시적으로 변형하는 방법인데 모발 내부의 수소 결합으로 수분을 증발시켜 형태를 바꾸고 그 모양대로 결합이 다시 이루어지는 연결합에 의한 원리를 이용한 테크닉이다⁹⁾. 모발은 물리적 마찰에 자극되어 열을 이용한 아이론을 사용할 때 염색 모발의 컬러 퇴색을 더욱 빨리 되게 만드는데 일반적으로 드라이와 매직기, 아이론 사용으로 모발을 더욱 손상되게 만들고, 색상 유지력을 떨어뜨리기 쉽다.

본 연구는 영구, 반영구, 식물성 염색시술 후 열기구

의 온도별에 따른 퇴색도와 손상도를 각각 알아보고 비교 분석한다. 이에 따른 결과를 미용 소비자에게 정보 제공하여 탈색 후 블랙으로 염색시술시 염모제 종류별로 각 모발에 맞는 효율적인 아이론 사용을 제시하여 모발을 보호 하려는데 그 목적이 있다.

2. 실 험

2.1 시료 및 시약

2.1.1 모발

본 연구에 사용된 시료모발은 샵에 내방한 고객 중에서 본 연구의 실험자가 육안으로 관찰한 결과 건강한 모발로 확인되어 미용실에서 시술되어지는 화학 시술을 하지 않았고 흡연 및 특정한 질병이 없어서 약물을 복용하지 않았다고 응답한 광주광역시에 거주하는 20세의 미혼 여성의 모발을 사용하였다. 시료모발은 실험에 용의하게 하기 위해 모발을 각 2g씩 나누어 1cm가량을 실리콘으로 고정시켜 사용하였다.

2.1.2 시술 약제 및 시술 기기

영구염모제는 로레알 마지렐50g 1(흑색)을 사용하였고 반영구 염모제는 로레알 뉴앙셀 헤어 메니큐어 150g(흑색), 식물성 염모제는 미인헤나 트리트먼트헤나칼라 100g(흑색)이며 탈색제는 로레알 블론드 스트루디오 멀티테크닉 탈색약 500g이며 파우더 타입이다. 시술 기기는 Glam Palm 브랜드의 플랫폼(대) GP501을 사용하였다.

2.2 실험 방법

염모제 종류별로 시술된 모발에 같은 온도로 열을 가했을 때 염료가 빠진 후 퇴색과 손상정도 비교 분석하기 위해 건강모에 탈색작업 진행 후 영구적 염모제, 식물성 염모제, 반영구 염모제를 시술한 각각의 피스 4cm 가량을 아이론 열기구를 사용하여 110℃, 150℃, 180℃, 200℃ 온도로, 하루에 한번 세척과 자연건조 후 9초의 일정한 압력을 유지하여 열을 가한다. 실험하는 기간은 6주(매일)이며 총 42회의 샴푸와 자연건조 후 열을 주는 작업을 진행하였다.

20대 여성의 경우 평소 헤어스타일링 연출시간은 10분 이내이고, 사용주기로는 매일 사용¹⁰⁾하기 때문에 1일 1회씩 총 6주 동안, 즉 42회 진행하고, 중간 웨이브

의 형태를 만들기 쉬운 아이론의 열을 가하는 시간은 9초¹¹⁾로 진행하며, 매주 색차계를 사용하여 염색 모발이 퇴색하는 과정을 알아본다.

2.2.1 시료 모발 제작 방법

1) 건강 모발(Virgin hair : V-HR)

20세 미만의 미혼여성의 모발로 염색, 탈색, 코팅, 퍼머넌트 웨이브 등의 화학적 처리를 하지 않은 건강한 모발을 사용하였고, 모발의 명도는 3레벨의 어두운 갈색 모발이다.

2) 탈색 모발(Bleach hair : B-HR)

모발의 염색성과 손상도를 비교하기 위하여 V-HR(2g)에 탈색제 1제(알칼리)와 2제(산화제)를 1:2 무게비율로 혼합하여 시료모발 1개당 4g씩 도포하고 실온 21℃ 습도 38%에서 30분간 자연방치 후 증류수로 세척하여 헤어드라이어로 인한 손상을 막기 위해 자연 건조하였고, 시료모발은 1회 탈색하여 준비하였다.

3) 영구적 염모제를 이용한 모발의 염색

(Oxidation color hair : O-HR)

B-HR(2g)을 영구적 염모제 1레벨과 6% 과산화수소를 1(3g) : 1.5(4.5g)의 무게 비율로 혼합하여 시료모발에 충분히 도포하였다. 염색제가 도포된 모발을 상온에 자연방치 35분간 자연방치 후 증류수로 세척하여 헤어드라이어로 인한 손상을 막기 위해 자연 건조하였다.

4) 반영구적 염모제를 이용한 모발의 염색

(Semi-permanent direct color hair : S-HR)

B-HR(2g)을 반영구적 염모제 블랙 색상을 10g씩 도포 후 호일링을 하여 열처리 15분 하였고 열처리가 끝난 후 호일을 열어 자연방치 20분 후 증류수로 세척하여 헤어드라이어로 인한 손상을 막기 위해 자연 건조하였다.

5) 식물성 염모제를 이용한 모발의 염색

(Henna hair : H-HR)

B-HR(2g)을 식물성 염모제 블랙 색상과 미온수(43℃)을 1:3 무게 비율로 혼합하고 15g씩 도포 후 호일링을 하여 자연방치 30분 후 증류수로 세척하여 헤어드라이어로 인한 손상을 막기 위해 자연 건조하였다.

2.3 측정

2.3.1 건강모발과 염색모발의 표면색 변화

건강모발과 염색모발에 아이론 사용하였을 때 모발 표면색에 얼마나 큰 변화와 차이점이 있는지 알아보기 위해, 분광측색계(Spectrophotometer CM-700d, JAPAN)를 이용하여 시료모발 총 18개로 L*값을 분광측색계로 측정하여 비교 분석하였다. 그 중 최대 값과 최소 값을 제외하고 모발의 평균값을 구하여 유의성을 검증하였다.

2.3.2 모발의 아미노산 분석

아미노산 분석을 위해 Positive electrospray ionization((+) ESI) mode로 설정된 LC-MS/MS를 이용하였다. 분석용 Column으로는 GL Science의 Inertsil ODS(150×4.6mm, 5μm)를 사용하였는데 상세한 실험방법은 다음과 같다.

각각의 시료모발 약 0.02g을 취하여 20ml vial에 넣은 후 6N HCL 5ml를 첨가하고 질소가스를 5분간 주입하여 채웠다. Screw cap을 사용하여 vial을 밀봉하고 100℃ 항원기에서 120시간 동안 가열 가수분해시켰다. 가수분해한 시료는 실온에서 방치하여 냉각한 다음 여과지로 여과하고 증류수로 세척하였다. 시료 액 중에서 존재하는 염소를 제거하기 위해 4시간 동안 건조시킨 후 꺼내어 10배 희석하고 시료모발은 Nebulizer압력, N₂ gas유속 및 온도는 각각 35psi, 10L/min, 320℃로 설정하였으며 Capillary voltage는 4kV를 유지하였으며 분석용 column은 GL Science의 Inertsil ODS를 사용하였다. 본 연구에서 18종의 아미노산 분석을 진행 하여 전체 아미노산 함량(mg/g) 비교하였다.

2.3.3 열 분석

각각의 시료를 기름종이(oil paper) 위에서 1cm 미만의 길이로 자른 뒤 자른 모발의 중량을 전자저울위에서 측정한 후 무게를 측정하고 열분석용 sample holder에 장착한다. 모발 시료에 대한 열분석은 sample holder와 reference holder에 열을 동시에 가해 표준 물질과 상대 비교를 한다. 이때 표준 물질은 감마알루미나(AL₂O₃)를 사용하였다. Reference물질과 모발의 무게 차이를 컴퓨터 프로그램을 이용하여 0점(0point)까지 정확히 미세 조정한다. 다음, 열분석기

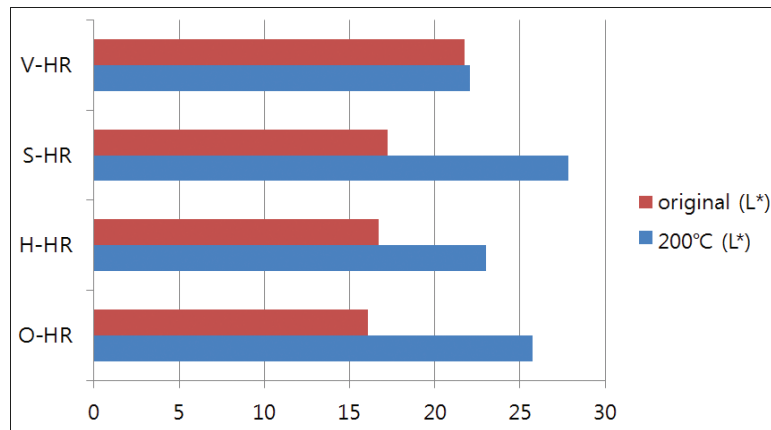


Figure 1. Measurement of L^* values using spectrophotometer.

(thermal analysis : Linseisgas control, L-40/2053, LBL-2)를 사용하였고 이때 조건은 30℃부터 500℃까지 가온하여 5℃/min로 상승시키는 환경으로 실험하여 시료모발의 무게 감량비를 측정하였다.

2.3.4 주사전자현미경(SEM)을 이용한 모발 관찰

시술이 끝난 모발의 중간부를 채취한 후, 전계방사형 주사전자현미경(FE-SEM)을 이용하여 시료 모발의 형태적 특성 변화를 관찰하고 검토하기 위하여 각 백금으로 30분간 Pt코팅된 모발을 전계방사형 주사현미경(Field Emission Scanning Electron Microscope - II : Gemini 500 + EDS(Oxford))으로 500배율, 2000배율로 확대하여 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 모발의 색차 변화

시료모발 총 18개중 최종적으로 변화된 모발의 명도를 알아보기 위하여 건강모발, 탈색모발, 건강모와 각 염모제를 사용한 모발에 200℃의 온도로 프레스 작업한 시료의 데이터를 Figure 1에 나타내었다.

색좌표를 통하여 L^* 값(명도)만을 산출한 값으로 V-HR는 21.73, B-HR는 40.52, V-HR-200℃는 22.07의 수치로 V-HR와 V-HR-200℃의 명도차는 1.56%로 미세하게 퇴색이 진행되었음을 확인할 수 있다. 이어 H-HR는 16.71, H-HR-200℃는 22.98로 37.5%가 증가하였고 S-HR는 17.25, S-HR-200℃는 27.83으로 61.3% 증가, O-HR는 16.1, O-HR-

200℃는 25.76으로 60% 증가하여 고온일수록 명도차이가 나는 것을 확인 할 수 있다. 이러한 결과는 반복적인 열 마찰로 인하여 모발이 변성되고 열처리 온도가 높아질수록 모발 코텍스층의 구성물질인 간충물질과 피질세포가 유출되기 때문에 명도가 증가된 것이라 사료된다.

모발에 플랫아이론의 열처리한 후 모발의 색도를 관찰한 선행논문¹²⁾에서 건강모는 200℃에서 가장 밝은 명도를 보였으며, 염색모는 160℃~200℃에서 점차 높은 명도값을 나타낸 결과와 유사하다. 반영구 염모제를 사용한 모발의 명도가 가장 밝아졌으며, 그 다음으로 영구적 염모제, 식물성 염모제의 순으로 퇴색이 진행되었다. 즉, 아이론의 고온에 강한 순서는 식물성 염모제, 영구적 염모제, 반영구적 염모제로 나타낼 수 있겠다.

3.2 주사전자현미경(FE-SEM)을 이용한 모발의 형태학적 변화 관찰

주사전자현미경을 통해 V-HR, B-HR, V-HR-200℃ 시료모발의 형태학적 변화를 확대 관찰하였다. 각각 시료의 110℃부터 200℃까지의 표면을 확대하여 육안으로 비교하였을 때 대표적으로 모표피의 마모와 들뜸 현상, 큐티클의 간격 불규칙, 경계선이 녹아 보이는 현상, 균열현상, 큐티클 층이 울퉁불퉁한 표면의 모발을 위주로 표를 나열하였고 제시되는 열 온도보다 더 높은 온도로 작업한 모발은 대부분 손상도가 더욱 진행되었다.

영구 염모제를 사용한 모발은 200℃, 반영구 염모제를 사용한 모발은 110℃, 식물성 염모제를 사용한 모

발은 180℃로 각각의 온도로 프레스 작업을 시작한 모발부터 모표피의 손상과 들뜸 현상 등이 Figure 2, Figure 3, Figure 4에서 관찰되었다. 아이론의 온도가 높아짐에 따라 모표피가 벗겨지고, 눌리는 형태학적 변화는 퍼머넌트 웨이브 시술시 열과 마찰로 인한 물리적·형태적 특성이 변화하였다는 보고¹³⁾와 유사하다.

3.3 모발 아미노산 분석

모발은 18종의 아미노산으로 구성되어 있으며, 본 연구에서 18종의 아미노산 분석을 통하여 Table 1과 같이 각 모발의 전체 아미노산 함량(mg/g)을 비교하여 제시하였다.

실험 결과 버진 헤어보다 염색을 진행한 모발의 전체 아미노산 함량(mg/g) 값이 높게 나왔다. 이는 모발 손

상을 최소화시키기 위해서 실험에 사용된 약제 안에 포함되어 있는 아미노산 성분들이 모발 내부로 침투된 것으로 사료된다.

아이론을 사용하여 프레스 작업을 한 결과 V-HR에 비해 B-HR의 전체 아미노산 함량은 3.8% 감소하였고, V-HR-200℃는 V-HR에 비해 8.7% 감소하였다. 건강모에 탈색1회를 진행한 모발보다 42회 200℃의 온도로 아이론 프레스 작업을 한 모발이 더 손상되었음을 알 수 있다. H-HR의 전체 아미노산 함량(mg/g)은 743.77mg이며 높은 온도의 아이론을 사용할수록 아미노산 함량이 계속 떨어지는 것을 볼 수 있는데 H-HR-110℃는 H-HR에 비해 5.4% 감소, H-HR-150℃는 8.4%, 180℃는 9.3%, 200℃는 10.5% 감소되는 것으로 확인되었다. O-HR의 전체 아미노산

O-HR-200℃

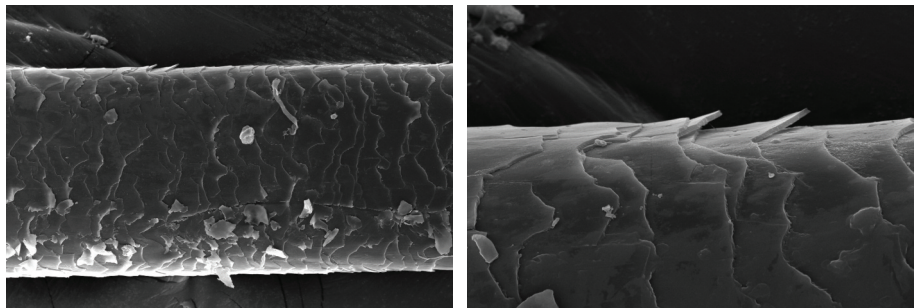
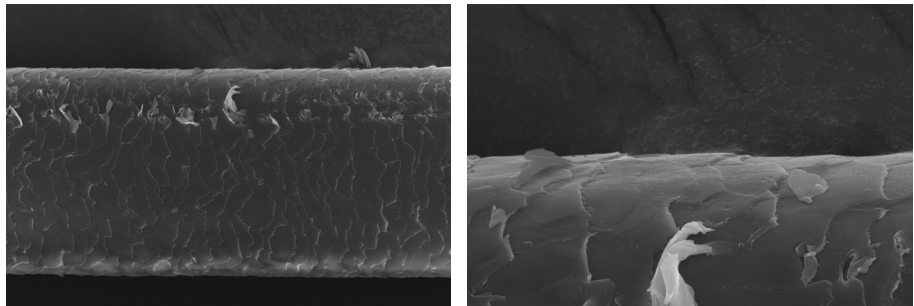


Figure 2. Changes in hair shape after 200℃ pressing on the hair colored with permanent hair dye.

S-HR-110℃



S-HR-150℃

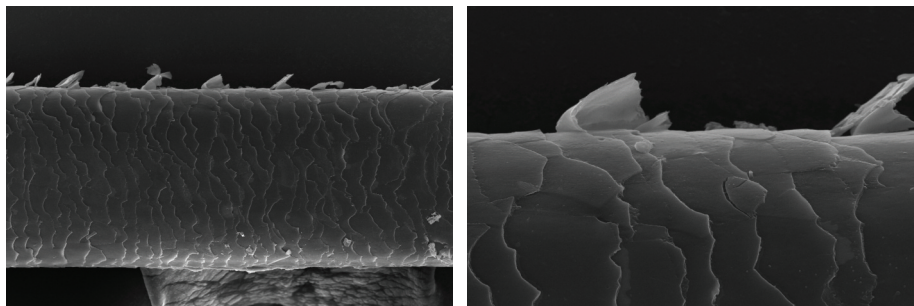


Figure 3. Changes in hair shape after 110℃ and 150℃ pressing on the hair colored with sem-permanent hair dye.

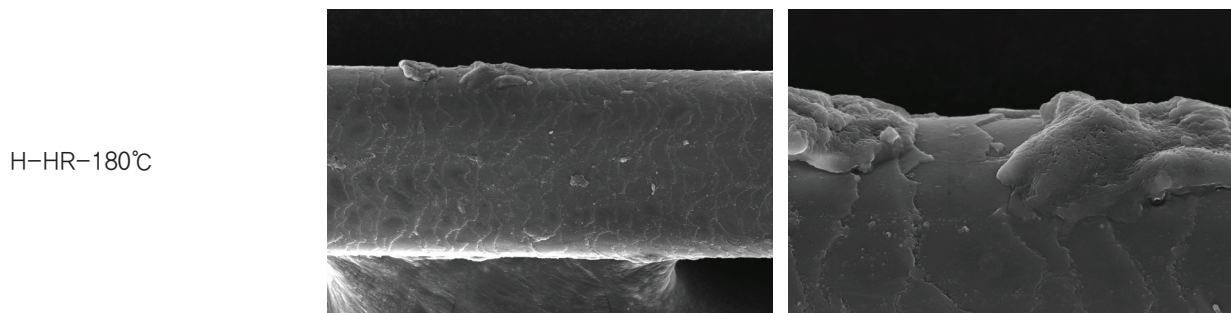


Figure 4. Changes in hair shape after 200°C pressing on the hair colored with plant hair dye.

함량(mg/g)은 754.64mg이며 높은 온도의 아이론을 사용할수록 아미노산 함량이 계속 떨어지는 것을 볼 수 있는데 O-HR-110°C는 O-HR에 비해 8% 감소, O-HR-150°C에서는 11.1%, 180°C는 16.8%, 200°C는 25.6% 감소되는 것으로 확인되었다. S-HR의 전체 아미노산 함량(mg/g)은 841.82mg이며 높은 온도의 아이론을 사용할수록 아미노산 함량이 계속 떨어지는 것을 볼 수 있는데 S-HR-110°C는 S-HR에 비해 11.6% 감소, S-HR-150°C는 15.5%, 180°C는 16.9%, S-HR-200°C는 25.6% 감소되는 것으로 확인되었다.

Table 1을 통해서 볼 때 건강모에 탈색 1회를 진행한 모발보다 42회 200°C의 온도로 아이론 프레스 작업을 한 모발이 더 손상되었음을 알 수 있고 염색모발에 사용하는 아이론의 온도가 높아질수록 아미노산 전체 함량이 현저하게 감소되는 것을 관찰하였다. 또한 1회의 탈색기술보다 반복적인 아이론 사용이 모발에 치명적인 손상을 초래한다는 결과를 볼 수 있는데, 아이론 웨이브 시술온도에 따른 모표피 형태의 변화를 알아보는 선행논문¹⁴⁾에서 180°C의 온도로 20회 정도 아이론 웨이브를 진행한 모발과 탈색 1회 모발의 표면관찰을 하였을 때 아이론을 사용한 모발이 손상이 더 심하다는 결과와 본 연구가 일치하며 염색모발 관찰시 온도가 저온보다 고온일수록 심각한 손상을 일으키는 것을 확인하였다.

3.4 열분석(TGA)

건강 모발과 아이론 작업을 진행한 모발의 온도 상승이 모발에 미치는 영향을 분석하기 위해 모발에 열을 가하면서 온도변화에 따른 시료의 무게변화를 측정하였으며 Figure 5와 Figure 6에 나타내었다.

8.7930mg의 V-HR모발에 열을 가한 결과, 255°C

에서는 총 중량의 24.3%가 감소되었고 325°C에서는 총중량의 39.2%가 감소되었으며 모발 단백질이 대부분 탄화되는 500°C에서는 72.6%가 감소하였고, 3.7120mg의 B-HR모발에 열을 가한 결과, 245°C에서는 총 중량의 10%가 감소되었고 320°C에서는 총중량의 52.9%가 감소되었으며 모발 단백질이 대부분 탄화되는 500°C에서는 72.3%가 감소하였다.

3.5650mg의 O-HR모발에 열을 가한 결과, 240°C에서는 총 중량의 8.1%, 320°C에서는 총 중량의 58.3%가 감소되었으며 모발 단백질이 대부분 탄화되는 500°C에서는 75.6%가 감소되었다. 4.2980mg의

Table 1. Amino-acid contents (mg/g)

Sampling hair	Amino-acid contents(mg/g)
V-HR	682.42
B-HR	656.42
V-HR-200°C	622.75
H-HR	743.77
H-HR-110°C	703.53
H-HR-150°C	681.25
H-HR-180°C	674.35
H-HR-200°C	665.37
O-HR	754.64
O-HR-110°C	694.46
O-HR-150°C	670.19
O-HR-180°C	627.86
O-HR-200°C	560.80
S-HR	841.82
S-HR-110°C	743.50
S-HR-150°C	710.56
S-HR-180°C	699.05
S-HR-200°C	625.90

H-HR모발에 열을 가한 결과, 250℃에서는 총 중량의 11.2%가 감소되었고 330℃에서는 총 중량의 50.9%가 감소되었으며 모발 단백질이 대부분 탄화되는 500℃에서는 71.4%가 감소하였음을 알 수 있었다.

7.1500mg의 S-HR 모발에 열을 가한 결과, 260℃에서는 총 중량의 19.1%가 감소되었고 340℃에서는 총 중량의 45%가 감소되었으며 모발 단백질이 대부분 탄화되는 500℃에서는 72.1%가 감소하였으며, 3.8780mg의 V-HR-200℃모발에 열을 가한 결과, 245℃에서는 총 중량의 8.6%, 320℃에서는 총중량의 60.3%가 감소되었으며 모발 단백질이 대부분 탄화되는 500℃에서는 76.4%가 감소하였다. 9.2530mg의 O-HR-200℃ 모발에 열을 가한 결과, 330℃에서는 총중량의 65.5%가 감소되었으며 모발 단백질이 대부분 탄화되는 500℃에서는 72.3%가 감소하였다. 3.0870mg의 H-HR-200℃ 모발에 열을 가한 결과, 330℃에서는 총중량의 65.7%가 감소되었으며 모발 단백질이 대부분 탄화되는 500℃에서는 72.2%가 감소하였다. 5.8370mg의 S-HR-200℃ 모발에 열을 가한 결과, 330℃에서는 총중량의 66.2%가 감소되었

으며 모발 단백질이 대부분 탄화되는 500℃에서는 72.8%가 감소하였음을 알 수 있었다.

결과적으로 본 연구에서 전체 모발에 열을 가한 결과 첫 번째의 큰 무게변화는 150℃에서 일어났으며 이것은 유기물질의 특성상 열에 반응이 가장 빠른 수분이 감소한 것이라고 볼 수 있다. 모든 모발에서 200℃~300℃에 달하는 구간은 세부적인 사항은 알 수 없으나 모발 조성중의 미량원소와 단백질 등의 감소구간으로 이 구간에서 H-HR-200℃, S-HR-200℃, O-HR-200℃의 모발의 총중량 감소율이 65.7%, 66.2%, 58.3%로 나타났다. 건조 중량의 대부분이 감소한 499℃부분에서는 그래프의 속도가 매우 완만해지는 것으로 모발내의 단백질은 모두 탄화하였다고 볼 수 있다. 이 분석법을 통하여 화합물에 결합된 결합수의 건조온도를 정확하게 측정할 수 있었다. 500℃까지의 가열온도에 모발구성 원소들이 기화되거나 승화되었으며 최종적으로 탄소성분만 남아 있는 것으로 확인되었다. 이와 같은 결과는 모발 구성 원소 중 탄소를 제외한 나머지 원소들이 융점과 비점이 500℃의 연소온도보다 낮기 때문에 나타나게 되는 것으로 사료된다. 또한 염

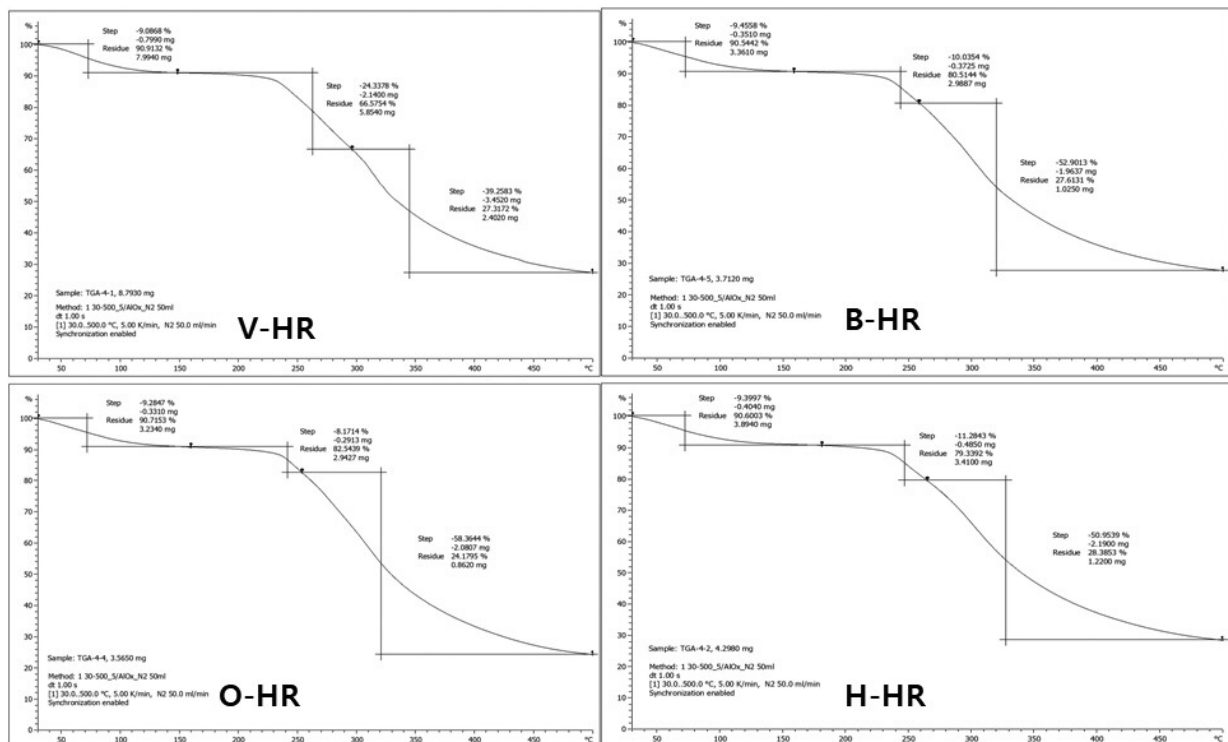


Figure 5. TGA-based thermal analysis.

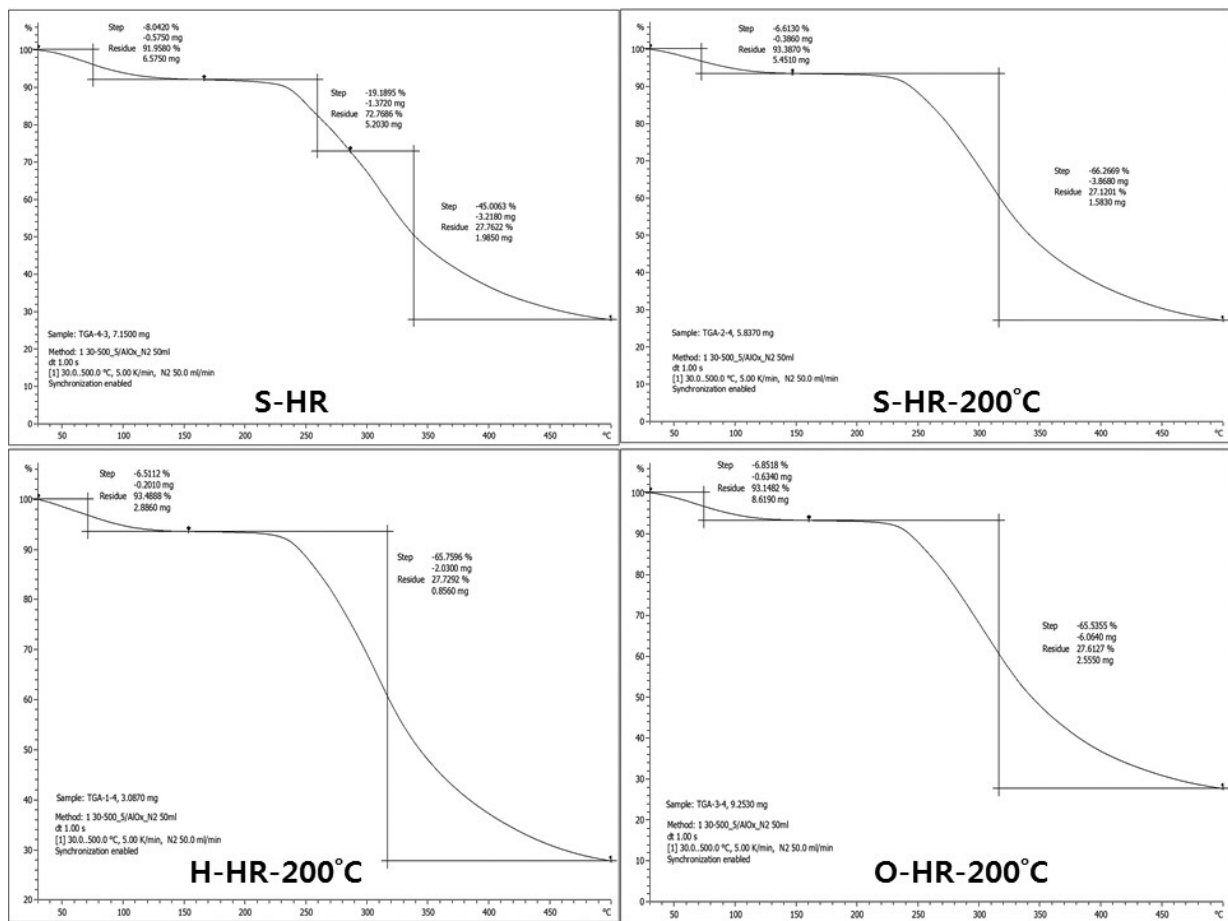


Figure 6. TGA-based thermal analysis.

색모발이 건강모발보다 중량감소가 느리게 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

최근 들어 셀프스타일링 기기 사용은 보편화가 되어 기기를 사용하면서 모발 보호와 염색 시술된 모발에 퇴색으로부터 예방하는 방법의 연구가 미비한 실정임으로 영구적 염모제, 반영구적 염모제, 식물성 염모제를 시료 모발에 시술 후 열기구의 온도별에 따른 퇴색 정도와 손상도를 각각 알아보고 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 분광 측색계를 이용하여 모발의 명도를 관찰한 결과 건강모발에 200°C의 온도로 프레스 작업한 모발은 건강모발보다 1.54% 명도 값이 높아짐에 따라 미세하지만 자연모발에서도 퇴색이 진행됨을 알 수 있었

다. 퇴색이 가장 많이 나타나는 온도는 200°C로 저온보다 고온 일수록 명도 차이가 많이 나타나며 200°C의 아이론 온도로 시술한 모발을 기준으로 L* 값의 변화가 큰 순서는 반영구적 염모제, 영구적 염모제, 식물성 염모제 순이었다.

2. 주사전자현미경(FE-SEM)을 이용한 모발의 형태학적 변화를 관찰 하였을 때 영구적 염모제를 사용한 모발에 200°C 프레스 작업한 모발은 가장 손상이 많아 보이는 표면을 갖고 있는데 모표피의 사이 사이가 들떠있고 불규칙적으로 겹쳐있는 것을 확인할 수 있으며 탈락현상이 심하다. 탈색 후 식물성 염모제로 시술을 하였을 때 식물성 염모제를 사용한 모발에 180°C 프레스 작업한 모발의 표면을 관찰하였을 때부터 큐티클 층이 불규칙적이게 변형되었으며 들뜸 현상이 나타났다. 반영구적 염모제를 사용한 모발에 110°C, 150°C 프레스 작업한 모발은 표

면의 경계가 불규칙해지고 모표피의 마모와 들뜸 현상이 보인다. 따라서 주사전자현미경을 이용한 모발의 형태학적 변화 관찰에서는 반영구적 염모제(150℃ 이하) > 식물성 염모제(180℃ 이하) > 영구적 염모제(200℃ 이하)의 열 온도를 낮게 하여 아이론을 사용하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

3. 실험 전 버진 헤어보다 염색을 진행한 모발의 전체 아미노산 함량(mg/g) 값이 높게 나왔다. 이는 염색을 진행하는 과정 중 모발 보호를 위하여 사용된 약제에 따라 이들이 포함되어 있을 수 있으며 모발 내 단백질 공급이 이루어질 수 있는 것으로 보이며, 열을 가하는 온도에 따라 아미노산함량의 값이 감소하는 것이 확인된다. 모발의 실험 후 탈색모발과 염색모발의 전체 아미노산 값이 모두 완전한 감소율을 보였으며, Cystine의 값의 차이가 있고, 모발에 물리적, 화학적 자극을 가할수록 감소하는 것을 확인하였다. 전체 아미노산 함량(mg/g)으로 유실되는 값을 본 결과 손상과 퇴색이 가장 많이 되는 200℃ 열에 가장 강한 염모제는 O-HR(200℃/667.37mg)이며 그 다음으로 H-HR(200℃/625.90mg), 가장 약한 염모제는 S-HR(200℃/561.80mg)로 나타났다.
4. TGA를 이용한 열 분석법을 통하여 얻은 결과는 150℃의 온도에서는 모든 모발의 수분이 감소한 것이라고 확인되며, 일정한 연소온도 200℃~400℃에서 염색 후 아이론 작업을 한 모발은 중량감소가 건강모발보다 많은 것으로 나타났다. 완전히 탄화가 진행되는 499℃의 온도에서는 비슷한 중량 감소율이 나타나 수분 함유량이 감소되었다는 것을 확인할 수 있으나 비슷한 결과로 유의미한 차이를 보이지 않았다.

References

1. K. H. Song, A Study on Preference for Satisfaction with Permanent Hair Dyes and Natural Hair Dyes, M.S. Thesis, Youngsan University, 2014.
2. J. S. Kim, Comparison of Hair Damage Caused by Natural or Synthetic Hair Dyes, M.S. Thesis, Konkuk University, 2004.
3. J. O. Song, Recognition and the Actual Use of Hair Dyeing Among University Students, M.S. Thesis, Daegu Hanny University, 2008.
4. E. J. Lee, A Research on the Hair Damage Assessment and Color Visibility in Accordance with Types of Hair Dye, M.s. Thesis, Seokyeong University, 2011.
5. S. K. Eom and Y. J. Jung, Change of Pure Color by the Level Scale - Around the Ash Gray Color, *Korea Society of Design Trend*, **52**, 147(2016).
6. J. Y. Yu, The Dyeing Properties of Human Hair Used Water Extracts of *Phellodendron amurense Rupr*, M.S. Thesis, Kwangju Women's University, 2010.
7. G. Y. Lee, Study on the Physicochemical and Morphological Changes of Hair Treated with Dye Agent, Ph.D. Thesis, Hanseo University, 2009.
8. J. S. Song, Current Status of Self Hair Styling Depending on Lifestyles of Women, M.S. Thesis, Seokyeong University, 2015.
9. S. J. Moon, Hair Wave Effectiveness Based on Production of Hair Curling Tool for Human Hair, Ph.D. Thesis, Kwangju Women's University, 2012.
10. J. S. Kim, D. P. Kim, and E. J. Park, Hair Thickness and Amino Acid Change by Bright Ness Pre-Treatment and After-Treatment in Hair Dyeing, *Journal of Beauty Art Management*, **12**(1), 19(2018).
11. Y. J. Lee, A Study of the Wave Style Pattern with the Iron : Based on the Styling Iron, Ph.D. Thesis, Yong In University, 2005.
12. M. K. Sung, Morphological Analysis of Hairs Based on Flat Iron Permanent Repetitive Procedure and Heat Treatment, M.S. Thesis, Seokyeong University, 2014.
13. M. O. Han, Effects of Permanent Wave, Permanent Wave Lotion and Treatment Frequency on Damage of Hair, M.S. Thesis, Dong-A University, 2004.
14. S. H. Eo, Wave Form and Cuticles' Morphological Change Under Different Iron Wave Condition, Ph.D. Thesis, Wonkwang University, 2012.

Authors

성유림	동신대학교 뷰티미용학과 학생
강은주	동신대학교 뷰티미용학과 교수
임순녀	동신대학교 뷰티미용학과 교수