<연구논문(학술)>

가발에 사용되는 원사의 특성 연구

임순녀

전남대학교 향장품학 협동과정

A Study of Characteristics of Weft Used in Wig Manufacturing

Sun Nye Lim

Interdisciplinary Program of Perfume and Cosmetics, Chonnam National University, Kwangju, Korea

(Received: August 1, 2012 / Revised: August 27, 2012 / Accepted: September 17, 2012)

Abstract: This study was used a thermogravimetric analyzer to determine thermal characteristics, a hair analysis system to examine morphological changes of wefts-human hair, poly vinyl chloride(PVC) and polyethylene terephthalate (PET)-used in manufacturing wigs. According to a flammability test on human hair and synthetic wefts for wigs, the best results were observed in human hair. According to a thermal test, PET was the best in terms of thermal stability. Also good tensile strength was observed as well. In a scanning electron microscope observation, no human hair scale layer was found because of chemical treatment. In the PVC sample, homogeneous unevenness was observed. Due to a lack of human hair supply and increase in its price, recently, PET weft has emerged as a great substitution for human hair. Because it can be curled using an electric curling device and is more efficient than the conventional non-flammable material PVC in terms of thermal resistance, it will become the next-generation weft for wigs.

Keywords: analysis, human hair, synthetic, PET, PVC, SEM

1. 서 론

가발의 착용은 이집트에서부터 장식과 햇빛으로부터의 보호용으로 처음 사용되기 시작하여 고대에는 모발을 통하여 신분이나 성별 또는 종족의 표시뿐 아니라 모발 그 자체로 아름다움의 상징으로 존재해 왔다¹⁾. 현재는 경제 발달로 인해 최근 더 많은 소비자들에게 인기를 끌고 있는 가발은 기능성과 더불어 자신의 외모를 아름답게 표현하고자 하는 표현 욕구에 의해 개성을 나타내는 미용수단의 일부로 표출되고 있다²⁾ 그러나 현대에는 개성을 중요시하는 사회이므로 도구를 이용한 헤어스타일의 변형 등으로 자신의 아름다움을 표현하기도 한다³⁾. 원래 가발은 검은색을 가장 많이 사용하였으나, BC 12세기경 빨강, 노랑, 초록 등 여러 가지 컬러가 출현하였다⁴⁾.

가발의 종류는 크게 인모와 인조모의 두 가지로 나뉜다.

인모 가발은 사람의 모발로 만들어 자연스럽고 헤어스타일 변형이 가능하지만 관리가 어렵고 대체로 수명이 짧은 편이다. 인조모 가발의 경우 수명이 긴 편이지만 대부분의 제품이 염색이나 파마가 불가능하고 헤어스타일의 변형이 자유롭지 못한 단점이 있다. 가발에 사용되는 소재는 인모를 중심으로 사용되어져 왔으나 후진국의 소득 수준이 향상됨에 따라 인모를 구하는 것 자체가 어려워지고 있으며 이와 더불어 가격이 상승하고 있으므로 인모에 버금가는 합성모를 사용하는 가발이 늘어나고 있는 추세이다⁵⁾.

이처럼 헤어 원사는 크게 인모와 합성모로 나뉜다. 가발에 사용되는 인모의 특징은 윤기와 모질이 자연스러우며 가발상태에서 염색과 탈색이 가능하지만 사용 시 모의 엉킴 현상과 내구성의 문제와 장기간 착용 시 자외선 및 자연환경에 의해 탈색되는 문제점이 있다. 반면 합성모는 내구성이 양호하고 모의 엉킴 현상이나 탈색이 발생하지 않으며 관리가 편리하고 자연스러움이 지속되는 반면 육안으로 합성섬유 특유의 반짝거리는 현상이 나타나는

†Corresponding author: Sun Nye Lim (isn6685@nate.com)
Tel.: +82-62-432-6685 Fax.: +82-62-268-5236
©2012 KSDF 1229-0033/2012-09/204-212

단점이 있다⁶⁾. 인모의 특성은 경단백질로 구성되어 외층은 표피층(cuticle), 내부는 피질층(cortex), 수질층(medulla)으로 구성되어 있다. 모발 단백질은 열에 약한 특성을 가지고 있으며 모발은 보통 10~15%의 수분을 함유하고 있지만 지나친 열을 가하면, 이들의 수분이 증발 건조화 되어 손상도가 크게 된다⁷⁾. 인모를 가공한 인모 가발사는 가공처리가 되어 있어 손상도가 더 크므로 각별한 주의가 요구된다⁸⁾. PVC(polyvinylchloride)는 온도를 상승시켜 80℃ 정도의 전이점을 넘기면 마이크로 브라운 운동을 일으켜 분자간격이 확대되고, 분자간력이 약화되므로 연화가 시작된다. 따라서 인장강도나 경도 등의 물리적 성질은 감소하고 탄성은 증가하게 된다. 온도가 상승하여 150℃를 넘어서게 되면 마이크로 브라운 운동이 활발해져서 결정부분에까지 미치게 되고 분자간력이 급격하게 감소하게 됨으로써 압력을 가하면 용이하게 유동을 일으키는 열가소성을 이용하여 가발 원사가 만들어진다.

PET는 플라스틱 성형 재료의 하나로써 1965년 개발된 폴리에스터섬유로 열경화성 수지에 비길 만큼 물성이 좋으며 가볍고, 고성능, 저비용 및 재활용성으로 인해 섬유시장에서 높은 점유율을 차지해 왔다⁹⁾. PET(polyethylene terephthalate) 가발원사는 높은 내열성과 함께 인모와 혼합 또는 단독으로 고급 가발이나 위빙제품을 만드는 소재로 급부상 하고 있으며, 현재 가발용 원사로 개발 된 제품 중에서 여러 가지 면에서 인모와 가장 근접한 제품으로 인식되고 있는 차세대 가발사라 할 수 있으며 공장에서 가발용 원사의 난연성에 대한 연구가 진행 중에 있다¹⁰⁾. 모다크릴은 합성섬유, 합성고무 원료의 하나로 특이한 냄새를 가진 무색의 액체 아크릴로니트릴의 함량에 따라 Acryl섬유의 용제에 대한 용해성, 염색성 등을 개선하기 위해서 제2의 성분을 15~65% 공중합한 고분자로 제조된 섬유로 중량에 대하여 35% 이상 85% 미만의 아크릴로니트릴단위체를 함유하는 장쇄상합성고분자로 구성되어 있다¹¹⁾.

이에 가발 원사의 열적 특성을 파악하기 위해 열중량분석과 형태학적 변화를 알아보고자 주사전자

현미경을 사용하여 객관적인 데이터를 제시하고자 한다¹²⁾.

따라서 본 연구에서는 가발에 사용되는 인모 및 합성 섬유 가발 원사를 비교분석하고 원사의 특징을 고찰하여 가발 업계에 유용한 기초자료가 되었으면 한다.

2. 실 험

가발에 사용한 원사를 분류하면 인모(human hair)와 합성모(synthetic hair)가 있으며 여기에 인모와 인조모를 혼합한 혼합모가 있다. 합성섬유소재의 가발이나 위빙 헤어제품용 합성섬유소재로는 PVC(polyvinyl chloride), Modacrylic, PET(polyethylene terephthalate), PP(polypropylene) 등이 있다.

2.1 시료 및 실험 방법

2.1.1 원사시료

인모는 화학적 처리를 하지 않은 건강한 모발로 명도가 4Level인 22세의 여자 한국인 모발을 사용하였다. 인모 가발에 사용되고 있는 시료를 중국 공장에서 명도가 4Level인 약품 처리한 인모를 사용하였다. 합성섬유원사와 인모 시료는 250mm로 일정하게 자르고 각각의 무게를 2g씩 다발로 절단한 부분을 실리콘으로 고정시킨 다음 인모 시료와 합성섬유원사를 가발 전용샴푸를 섞은 세척액으로 깨끗이 세척하고 증류수로 3회 행군 후 상온에서 자연 건조시켜 필요한 만큼 절단하여 사용하였다. 합성섬유는 가공이 전혀 되지 않은 PVC(polyvinyl chloride) 시료, PET(polyethylene terephthalate)시료, Modacrylic 시료, PP(polypropylene)시료를 준비하였다. PVC, PET 시료는 색 공정이 이루어지지 않은 단일 흰 색상으로만 이루어져 있는 우노 앤 컴퍼니사의 시료를 사용하였다. Modacrylic, PP시료는 가발에 사용된 원사를 사용하여 실험하였다. 시료 한 가닥의 굵기 및 7cm 길이로 커트한 시료 100개 중량 등의 가발 시료 특성은 Table 1과 같다.

2.1.2 열중량분석

가발에 사용되는 인모와 합성섬유원사의 가열온도

Table 1. Characteristics of weft used in wig manufacturing

Types	Human hair	Human hair wig fiber	PET	PVC	Modacrylic	PP
Thickness	0.090mm	0.091mm	0.104mm	0.098mm	0.086mm	0.093mm
Weight	0.054g	0.041g	0.036g	0.045g	0.040g	0.043g

에 따른 시료의 변화를 분석하기 위해 질소 분위기 하에서 시료의 가열 속도를 분당 30℃로 설정하여 1000℃까지 상승시키면서 시료의 무게 감량비를 측정하였다. 약품 미처리 인모의 시료는 평균 5.3433mg, 약품 처리한 인모 가발 원사의 시료 7.1900mg, PVC 시료 3.2600mg, PET 시료 3.4600mg, Modacrylic시료 3.4300mg, PP시료 3.2400mg을 사용하여 실험하였으며 열중량분석기(TGA/SDTA851e, Mettler Toledo, Swiss)를 이용하였다¹³⁾.

2.1.3 가연성 실험

가연성 시험방법은 공기의 흐름이 없는 밀폐된 공간에서 시료를 수직 방향이 되도록 고정시키고 시료의 끝에 10초간 불꽃을 접촉한 후 불꽃을 제거하고 시료의 불이 꺼지는 상태와 시료가 굳어지는 상태를 모발진단 현미경으로 관찰하였다. 모발 진단기(SOMETECH, CCL-215 USB, Korea)를 사용하여 물리적 자극에 의한 시료의 상태에 따라 40배율에서 400배율까지의 초점을 맞추면서 촬영하였다.

2.1.4 인장강도

역학적 특성 평가는 인장 실험을 통하여 시료의 인장력(tensile force)을 측정하였으며, 시료들이 물리적으로 신장 될 때 나타나는 형태학적 변화와 인장강도 측정 시 절단된 시료를 얻었다. 인모의 시료와 원사 시료의 탄성 및 강도의 변화를 비교 측정하기 위해 만능 재료 강도 시험기(UNIVERSAL TESTING MACHINE, INSTRON MODEL 5543, USA) 0점을 조정한 다음 이어서 30분 이상 항온(20±2℃) 및 항습(40%) 조건에 방치한 시료의 인장거리를 20mm로 고정하였다. Load cell은 50N에서 측정하여 속도는 분당 10mm로 고정하여 각각의 시료에 대해 10회 반복 실험하여 실시하고 얻어진 값을 통계처리 하였다.

2.1.5 주사 현미경 관찰

가발시료의 측면부분을 관찰하기 위해 모발 진단기(SOMETECH, CCL-215 USB, Korea)를 사용하여 물리적 자극에 의한 시료의 상태에 따라 40배율에서 400배율까지의 초점을 맞추면서 촬영하였다. 또한 시료모발의 형태적 특성변화를 검토하기 위하여 백금으로 코팅된 시료를 주사 현미경으로 1000배와 1500배로 확대하여 관찰하였다. 주사현미경(Scanning Electron Microscope : SEM-JEOLJSM-820)으로 촬영하여 원사의 표면 인장강도 실험으로 인해 끊어진 부분의 시료상태와 비교하여 형태적 변화를 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 열분석

열분석 실험은 가발에 자주 사용되는 인모와 PET, PVC 원사에 대해 실험을 하였다. 가열 시의 표준 시료와 비교하여 온도에 따른 질량 변화를 측정한 결과 Table 2에서 Human hair와 Human hair wig fiber 시료는 3단계에 거쳐 중량 감소가 되었으며 PVC와 Modacrylic시료는 2단계, PET와 PP 시료는 1단계에서 중량 감소를 보였다. 또한 인모에 비해 약품 처리된 인모의 시료에서 잔류 물질이 더 적었으며 인모와 흡사한 시료인 Modacrylic시료의 잔류 물질이 가장 많았다.

인모시료에 열을 가한 결과 무게변화는 물이나 잔류용매, 첨가유와 같은 휘발성 물질은 상대적으로 낮은 온도에서 방출되므로 인모에 있어서 30℃에서 200℃처음 무게가 -5.7% 감소하였다. 또한 200℃에서 600℃까지 중량 감소의 감량비는 -64.7%였으며 600℃이후로 서서히 감량하여 11.8%로의 잔류물질

Table 2. The experiment thermal properties of Human hair, Human hair wig fiber and synthetic wigs fiber

Types	Weight rate(%) (step1)	Residue	Weight rate(%) (step2)	Residue	Weight rate(%) (step3)	Residue
Human hair	-5.7135	94.2563	-64.7853	29.4710	-10.6313	18.8397
Human hair wig fiber	-11.0152	88.9336	-59.6590	29.2913	-13.3884	15.9247
PET	-78.2417	21.3881				
PVC	-59.3831	40.5073	-23.6302	16.8771		
Modacrylic	-50.6887	49.3114	-25.7575	23.6054		
PP	-96.7240	2.9467

Figure 1. TGA thermograms of (a) Human hair (b) Human hair wig fiber (c) PET and PVC (d) Modacrylic and PP.

을 남겼다(Figure 1(a)). 약품 처리된 인모 가발 시료의 경우 인모에서 1단계에서 -5.7%보다 -5.3%의 무게 감량이 더 많이 되어 -11%였다(Figure 1(b)). 이는 인모를 가발 원사로 만들기 위해 수지가공 또는 특수 약품처리를 하기 때문에 이런 물질들이 휘발하여 1단계의 무게 감량이 인모보다 많아진 것이라 사료되어진다. 가발에 사용되는 PET시료의 경우 중량 감소가 400°C 부근의 한 곳에서 -78.2%의 중량감소가 일어났으며 21.3%의 잔류물질이 남았다. 가발에 사용되는 중량감소가 두 단계에 걸쳐 일어난 PVC 시료의 경우 첫 번째 단계는 -59.3%의 중량감소를 보였으며 두 번째 단계에서는 -23.6%의 중량감소를 보였다. 잔류물질은 16.8%가 남았다(Figure 2(c)). 그러므로 인모 시료는 200°C가 넘으면 열적 안정성이 좋지 않아 열적 손상을 입을 수 있으며 PVC 시료는 240°C의 열에서 분해되기 시작하지만 PET 시료의 경우 310°C가 넘어서 분해되기 시작하므로 PET의 시료가 열적 안정성이 더 높아 고온의 아이론에도 적합하다고 사료된다.

가발에 사용되는 Modacrylic 시료의 경우 230°C의 열에서 분해되기 시작하여 중량감소가 두 단계에 걸쳐 일어났는데 첫 번째 단계는 -50.6%의 중량감소를 보였으며 두 번째 단계에서는 -25.7%의 중량감소를 보이며 23.6% 잔류물질이 남았다. Modacrylic 원사는 다른 합성섬유원사에 비해 열적 안정성이 낮은 저열사로 판단된다. PP시료의 경우 중량 감소가 430°C 한 곳에서 -96.7%의 중량감소가 일어났는데 2.9%로 잔류물질이 가장 적게 남았다(Figure 2(d)). PP원사는 열가소성 수지에 비해 단단하고, 열에 강한 성질을 지니고 있었다. 열분석 실험 결과 가발 원사는 열적 안정성을 가지고 있지만 완전한 난연성은 없는 것으로 사료된다.

3.2 가연성 실험

가발에 사용되는 합성섬유는 인모와 같은 성질을 가진 것이 우수하다고 할 수 있다. 가발에 사용되는 난연성 섬유는 자체가 타지 않도록 하는 것이 아니라 화재의 전파 능력을 상실하게 하는 섬유를

Figure 2. The image of the wigs fiber that had done a flammability test. (a) Human hair(x80) (b) Human hair wigs fiber(x40) (c) PET wigs fiber(x60) (d) PVC wigs fiber(x40) (e) Modacrylic wigs fiber(x60) (f) PP wigs fiber(x40).

말하며 이러한 난연성은 가발용 원사에 요구되는 중요한 성질이다. 인모와 가발용 합성섬유인 PET, PVC, Modacrylic, PP원사의 가연성 실험 결과를 모발진단기의 사진을 Figure 2에 나타냈다. 인모는 불을 붙이면 타지만 불을 제거하면 바로 꺼지며 모발끼리 서로 끝이 뭉치거나 엉키지 않고 재로 변하는 것을 알 수 있다(Figure 2(a)). 가발에 사용되어지는 약품 처리된 인모 가발 시료의 경우도 인모와 같은 특성을 가지고 있었다(Figure 2(b)). PET 시료는 불이 붙은 후 불을 제거하면 꺼지지만 비닐이 타는 것처럼 한곳으로 군데군데 뭉치는 것을 알 수 있었다(Figure 2(c)). PVC 시료 또한 가까운 원사끼리 서로 뭉치는 경향이 있었고(Figure 2(d)) Modacrylic 원사는 인모 타는 것과 가장 흡사하였지만 딱딱한 잔여물이 남았으며(Figure 2e) PP시료의 경우는 PET와 같이 석유화학제품을 대표하는 열가소성 수지로 불꽃을 제거해도 남은 잔여물로 인하여 계속 타들어가서 원사 자체에 그을림을 남겼다(Figure 2(f)).

인모는 불꽃에 접촉하고 있을 때는 타지만 불꽃을 제거하면 스스로 불꽃을 내면서 연소하는 것을 방지 또는 억제하도록 하는 섬유소재로 가장 우수하였다. 이는 라이타 등에 의해 가발 원사에 불이 붙었을 경우 불꽃을 제거하면 꺼지지만 가발에 사용되는 합성섬유 제품은 연소특성으로 인하여 인모에 비해

불꽃 전파 속도가 빨라 화상을 입기 쉬운 것으로 사료된다.

3.3 인장강도

인장강도 실험은 시료의 양쪽 끝에서 시료가 절단 될 때까지 당기는 힘으로 힘을 증가시키면서 인장시켜 인장길이와 절단하는 데 필요한 힘을 측정하는 방법이다. 일반적으로 시료의 굵기가 두꺼운 것은 가는 시료보다 인장강도가 높게 나타난다. 모발의 인장강도는 모발 측면상태의 손상 정도에 따라 차이가 있어 손상도 측정에 이용되는 방법이다. 약품 미처리모인 인모의 평균 굵기는 0.090mm로 인장강도는 1.106이며 약품처리모인 인모 가발 시료는 0.091mm 인장강도는 0.802로 굵기에 비해 인장강도가 감소하였다. 이는 가발 원사로 처리할 때 약품처리의 결과로 큐티클 층인 표면이 손상되었기 때문이라 사료된다. PET원사의 굵기는 0.104mm로 가장 굵었으며 인장강도는 또한 2.679로 우수하여 가발 수명과 연관성이 있어 오랜 세월 동안 착용할 수 있을 것으로 판단된다. PVC원사는 0.098mm와 인장강도는 2.019로 다른 원사에 비해 PVC원사의 중량이 무거워 가발 제작 시 한 가지 원사에 의한 가발 보다는 다른 합성섬유원사와 혼합하여 제작될 것으로 사료된다.

Figure 3. Tensile strength of PET, PVC, Human hair, Human hair wig fiber.

3.4 주사 현미경 관찰

본 실험은 가발 원사에 사용되는 원사들을 인모와 비교하기 위해 모발 진단기(40, 60, 80, 400배율 등)로 단면을 관찰하고 주사 현미경(1000, 1500배율)을 이용하여 원사들의 측면 구조와 인장 실험을 실시한 후 끊어진 단면을 주사 현미경으로 관찰한 결과 모발의 장축방향으로 서서히 힘을 작용시켜 신장시킬 때 어느 정도 신장되다가 끊어짐을 알 수 있었다.

보통 인모는 종단면과 같은 방향으로 늘어지면서 갈라지고 중심부인 수질이 통과하는 부분에서 피질이 서서히 끊어지는데 가발에 사용되는 인모는 약품 처리과정과 정모 과정을 거치는 동안 손상도가 커서 늘어지기 시작하면서 바로 절단되었음을 알 수 있었다.

인모의 단면 형태는 직모의 특성 때문에 원형이 관찰 되었으며, 모발 특유의 큐티클 구조가 균일하게 중첩되어 있어 건강모임을 나타냈으며 인장 시 서서히 신장되다가 끊어지면서 피질이 관찰되었다(Figure 4). 하지만 가발 원사로 사용되는 약처리모 인 인모에서는 모발 큐티클의 스케일 구조가 거의 보이지 않았으며 원사의 두께가 가늘어져 있고 인장 시 쉽게 끊어짐을 알 수 있었다(Figure 5). 이러한 결과는 인모 원사의 경우 모발끼리의 엉킴을 방지하기 위한 약품처리에 의해 모발이 손상되었기 때문이라 사료되며 가발 수제 시 수제바늘에 의해 원사가 끊어지거나 약해져 가발의 수명이 짧을 것으로 사료된다.

합성 섬유에서 PVC 시료의 단면은 육각형의 별모

Figure 4. SEM images of human hair. (a) section of human hair(x400) (b) cuticle scale side of human hair(x1000) (c) section of human hair broken by tensile force(x1500).

Figure 5. SEM images of human hair wigs fiber. (a) section of human hair wigs fiber(x400) (b) cuticle scale side of human hair wigs fiber(x1000) (c) section of human wigs hair fiber broken by tensile force(x1500).

양이었으며 표면은 균일한 요철이 보이며 인장강도 실험에서 인장력에 의해 끊어진 절단면을 보면 깨끗하게 끊어졌음을 알 수 있다(Figure 6). 그러나 PET 시료의 경우 매끄러운 감촉이 부족한 거친 측면이 느껴지고 인장강도의 절단면이 한쪽 시료의 끝이 쪽 늘어나면서 끊겨서 돼지 꼬리 형상으로 끊어지면서 사선으로 절단되었다(Figure 7).

PET 시료는 다른 시료에 비해 거칠고 무엇인가 부착되어진 물질을 알아보기 위해 SEM에 장착된 에너지 분산 분광계(Energy Dispersive Spectrometer)로

실험한 결과 알루미늄(Aluminium)이 부착되어 있었다. 알루미늄은 열전도율이 높은 물질로 PET 가발 원사에 코팅되어 있어 PVC 가발 원사보다 비교적 높은 온도에서 견딜 수 있는 고열사로 판단된다. Modacrylic의 경우 연필처럼 단면에 구멍이 있었으며 표면에 장축방향으로 불규칙한 선이 보이고 불규칙적인 절단면이 보였다(Figure 8). 이는 Modacrylic 원사가 가볍고 볼륨감은 있으나 원사가 너무 가볍고 손으로 만지면 구김이 생기기 쉽다. 그러나 다른 합성섬유 원사들과 비교해 본 결과 열에 약하며 쉽게 모발

Figure 6. SEM images of PVC fiber. (a) section of PVC fiber(x400) (b) side of PVC fiber(x1000) (c) section of PVC fiber broken by tensile force(x1500).

Figure 7. SEM images of PET fiber. (a) section photo of PET fiber(x400) (b) side of PET fiber(x1000) (c) section of PET fiber broken by tensile force(x1500).

Figure 8. SEM images of Modacrylic fiber. (a) section of Modacrylic fiber(x400) (b) side of Modacrylic fiber(x1000) (c) section of Modacrylic fiber broken by tensile force(x1500).

Figure 9. SEM images of PP fiber. (a) section of PP fiber(x400) (b) side of PP fiber(x1000) (c) section of PP fiber broken by tensile force(x1500).

끝의 엉킴 현상이 많으며 날리는 현상이 많을 것으로 사료된다. PP시료의 단면은 PET시료와 흡사했으며 표면은 PVC시료와 같으나 더 매끄러웠다. 인장력에 의해 끊어진 PP시료 절단부위의 이물질은 가발 원사를 만들 때 기계에 의해 눌러진 부분이라 판단된다(Figure 9).

고찰 결과 단면은 원형에 가까운 인모에 비해 찌그러진 모양의 단면을 합성섬유원사에서 볼 수 있었다. 또한 표면적인 특성은 다른 합성섬유시료들은 고랑이 진 형태로 매끄러운 상태를 보였지만 PET시료는 알루미늄 코팅으로 인해 표면에 특징이 다른 것으로 나타났다.

4. 결 론

본 연구에서는 가발에 사용되는 원사인 인모와 합성섬유 원사의 열적 특성 및 형태학적 변화를 알아보고자 하였다. 열적 특성을 파악하기 위해 열중량 분석기를 사용하였고, 형태학적 변화를 고찰하기 위하여 모발 진단기와 주사현미경 촬영을 하여 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 인모와 가발용 합성섬유인 PVC, PET, Modacrylic, PP원사 등의 열분석 실험에서는 합성섬유 PET시료가 열적 안정성이 가장 높았고 Modacrylic 원사가 열적 안정성이 가장 낮았다.
2. 가연성 실험 결과 인모는 재 형태의 조형물이 모발 끝에 남아있지 않았지만 합성섬유의 시료들은 타고 난 후 모발 끝이 서로 뭉쳐서 딱딱한 상태로 굳어진 것을 알 수 있었다.
3. 인모와 합성섬유의 인장강도 결과 인모보다 합성섬유의 PET시료가 가장 우수하였으며 약품처리한 인모의 경우 인장강도가 감소되었다.

4. 주사현미경 관찰에서 가발에 사용되는 인모의 시료는 약품처리를 하여 본래 인모 특유의 스케일 층을 찾아볼 수 없었다.
5. 합성섬유 원사의 표면 구조가 PVC와 PP원사가 유사하고 단면에서 PVC 원사만 별 모양의 특이한 구조를 나타냈다.

가발에 사용되어지는 합성섬유의 원사 중 PET원사는 인모와 열적 성질이 유사하여 인모와 혼합하여 사용하여도 전기 열기구를 이용한 스타일링이 가능함을 알 수 있었다. 이와 더불어 가발 업계의 지속적인 발전은 인모와 유사한 연소특성을 가진 합성섬유 원사가 개발되어야 할 것이다.

참고문헌

1. B. S. Chang and G. Y. Lee, "New Trichology", Kwangmoonkag, Seoul, pp.75-76, 2011.
2. M. R. Han, The History of the Wigs According to the Times and the Study of the Features of the Modern Wigs, M.S. Thesis, Nambu University, pp.1-10, 2006.
3. M. Y. Gwon, S. Y. Park and Y. K. Seo, "Basic Hair Science", Yaelim, Seoul, p.19, 2004.
4. H. M. Shin, H. S. Lee and S. K. Park, "Associate Hair-Prosthetist", Design Sinhwa, Seoul, pp.147-171, 2012.
5. J. H. Hwang and B. S. Chang, Characteristic of Man-made Hair Used for Wigs, *Journal of Investigative Cosmetology*, 7(1), 61(2011).
6. S. M. Jang, "Toupetology", Hyeonmunsa, Seoul, pp.147-171, 1995.
7. S. N. Lim, S. M. Song, K. Y. Kang, J. H. Mo, C. E. Joung, E. J. Joung, and S. H. Kim, "Scalp

- Trichology”, Kwangmoonkag, Seoul, pp.61-70, 2011.
8. M. J. Kim and M. R. Jang, A Study on the Perception and Preference of the Fashion Wig, *The Journal of Cosmetological Science*, **6**(2), 151(2010).
 9. S. Y. Lee, J. S. Won, J. J. Yoo, W. G. Hahm, and S. G. Lee, Physical Properties of Recycled Polyester Yams According to Recycling Methods, *Textile Coloration and Finishing(J. Korean Soc. Dyers & Finishers)*, **22**(1), 91(2012).
 10. H. C. Kim, Study on the Compatibility of Brominated Epoxy Resin with Nylon 6 and the Characterization of the Blends, *Textile Coloration and Finishing(J. Korean Soc. Dyers & Finishers)*, **22**(2), 155(2010).
 11. J. H. Jang, “New Clothes Material logy”, Singwang, Seoul, pp.78-80, 2001.
 12. J. A. Rho, G. Y. Lee and B. S. Chang, Thermal Analysis of the Straight Permed Hair, *Korean Journal Microscopy*, **40**(3), 163(2010).
 13. T. W. Son, J. H. Lee, M. G. Lee, and J. W. Cho, Preparation of Functional Textiles by Multilayer Structure, *Textile Coloration and Finishing(J. Korean Soc. Dyers & Finishers)*, **23**(3), 201(2011).