

캐러팅처리에 의한 앙고라 토모섬유의 모폴로지에 관한 연구

차효길, 지동선, 한정련

단국대학교 공과대학 섬유고분자공학부

1. 서론

천연섬유중에서 모섬유 이외의 케라틴 섬유에 속하는 앙고라는 앙고라 토끼털(토모)을 말하며, 보통의 토끼털과는 구분된다. 원래 앙고라 토끼의 이름은 앙고라 지방에서 온 것이 아니고 앙고라 산양과 같은 길고 흰 털을 갖고 있는 토끼라는데서 유래되었고 그 기원은 분명치 않으나 섬유 원료로서 주목받기 시작한 것은 불과 100여년전 부터이다[1,2].

세계적으로 앙고라 토모의 주요 생산국은 중국, 프랑스, 독일, 영국, 이태리, 페루, 칠레등이고 전세계 생산량은 2000년에 약 17,2840톤 정도 예상되나 이중에서 약 90%가 중국에서 생산된다. 앙고라 토모의 소비량은 독일, 프랑스, 일본, 미국이 가장 많고 우리나라는 2000년에 10,539톤이 소요될 전망인데 국내 생산량은 10% 미만이어서 대부분 수입에 의존하고 있는 실정이다. 이러한 앙고라 토모 섬유의 구조를 분류하면 전체의 95%를 차지하는 면모(fiber fur fiber), 자모(guard hair), 이행모(hetero type hair) 그리고 Scale의 4부분으로 구분할 수 있다[3,4].

앙고라 토모 섬유의 특징은 매우 가볍고, 따뜻하며 내부는 마치 모수(medulla) 처럼 생긴 여러개의 공기포가 규칙적으로 연결되어 있어 양모에 비해 30%정도 보온력이 높으며 이들 공기포의 영향으로 40%의 습기를 흡수하고도 젖은 느낌을 주지 않는다. 또한 순백의 색상을 가지고 있어 파스텔풍의 염색을 할 경우 대단히 아름다울 뿐만 아니라 실키한 광택과 부드러운 촉감을 지닌다.

그러나 이와 같은 우수한 장점을 가지고 있는 고급 섬유 소재임에도 불구하고 스케일과 크림프가 없고[5], 지방질과 협잡물이 섬유 표면의 cuticle층에 유착되어 인편 부상이 잘되어 있지 않아 단독으로는 방적이 곤란하다. 이 때문에 양모, 견, 레이온, 합성섬유등과 혼방하여 부인용 의류, 편모, 모자, 장갑, 머플러 등에 널리 사용되고 있으며 최근에는 신경통과 류마치스 치료에 효과가 있어 유럽에서는 100%의 앙고라 내의류가 시판되고 있다. 그러나 앙고라 섬유의 혼용률이 증가함에 따라 섬유간의 포합성 부족, 짧은 섬유장, guard hair 문제등으로 인해 방적시 비모(fly)와 정전기 발생률이 높아 방적성과 염색성이 크게 떨어질 뿐만 아니라 실이나 편물상태에서 털빠짐(falling) 현상이 나타나는 등 많은 문제점이 야기되고 있다.

지금까지 이러한 문제점을 개선하기 위해 사용되어 온 대표적인 전처리 방법에는 화학약제에 의한 Carroting 처리 [3,4,6,7,9,11,13,14], 미생물을 이용한 단백질 분해 효소 처리 [8], 자연해연과정에서의 Steam setting[10] 등이 있다. 특히 Carroting 처리 조제로서는 peracetic acid, hydrosulfite, sodium bisulfite, ammonium thioglycollate, water/H₂O₂/H₂SO₄/organic compound, Hg(NO₃)₂/HNO₃, H₂O₂/sodium hypochlorite/bleaching

agent/silicone/water, HgNO₃/ammonia 등등이 주로 사용되어 지고 있다. 따라서 본 연구에서는 양모섬유의 표면 개질 방법 [12,15,16]을 고려한 앙고라 토모 섬유 표면의 지방질 제거 및 scale의 부상효과에 따른 방적성 개선에 도움을 줄 목적으로 formic acid/hydrogen peroxide와 hydrochloric acid/hydrogen peroxide 2종류의 산용액속에서 시료를 각각 Carroting 처리한 후 앙고라 토모 섬유의 현미경적 구조와 정전기적 표면저항 변화에 따른 모폴로지 및 인장특성 관계를 고찰하고자 한다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

본 연구에서 사용한 Angora 토모는 미방 텍스코(MI BANG TEXCO.)사로부터 구입한 중국산 앙고라 토모로 견부 및 배부에서 채취한 Extra Super Grade A급의 원모를 시료로 사용하였고, 캐러팅 처리 약제는 hydrogen peroxide(H₂O₂), formic acid(HCOOH), hydrochloric acid(HCl) 1급시약을 사용하였다.

2.2 Carroting처리

캐러팅 처리를 하기 위해 앞서 전처리 과정으로 Angora 토모에 부착되어 있는 오염된 불순을 제거하기 위해 Shaking Incubator(JEIL Scientific IND CO. Ltd., J-SIS)를 사용하여 0.2g씩의 시료를 80℃의 증류수에 60분간 침지한 후 90℃의 감압 건조기에서 건조하였다. 이것을 0.3%, 0.5%, 0.7%의 HCOOH용액 및 0.1%, 0.2%, 0.3%의 HCl용액 각각에 대해 1.5% H₂O₂ 용액을 사용해 HCOOH/H₂O₂ 용액 및 HCl/H₂O₂ 용액 100ml 씩을 만들어 60℃의 일정 온도에서 60분, 80분, 100분간씩 각각 캐러팅처리한 다음 증류수로 충분히 수세한 후 90℃의 감압건조기에서 건조하여 시료로 사용하였다.

2.3 표면 및 단면구조의 관찰

캐러팅 처리한 Angora 토모 시료의 현미경적 구조를 관찰하기 위해 주사형 전자현미경(JSM-35CF, JEOL사, Japan) 및 편광 현미경(Leitz Wetzlar, 307-148.002, Germany)을 사용하여 2000배율로 표면 및 단면 구조를 관찰하였다.

2.4 인장 강신도 측정

시료섬유의 인장 강신도는 Lenzing AG사(Austria)의 Vibroskop와 Vibrodyn를 사용하여 10mm/min의 신장속도로 인장하여 측정하였다.

2.5 표면저항 측정

시료섬유의 정전기적인 성질을 알아보기 위하여 Rothschild사(Swiss)의 정전 .전량계인 Static-Voltmeter R-4021를 사용하여 표면 저항을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰



Figure 1.

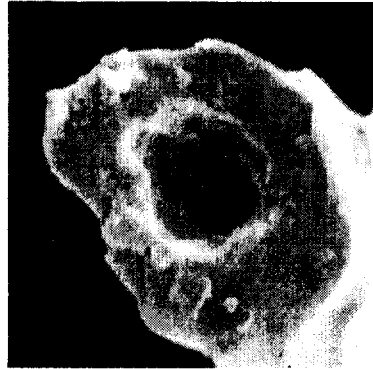


Figure 2.

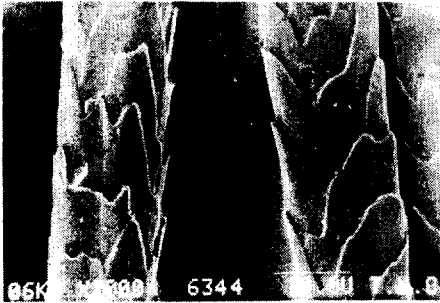


Figure 3.



Figure 4.

Figure 1. SEM microphotograph of the cross-section of Angora rabbit fiber carroted with $\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2$ at 60°C , 80min.

Figure 2. SEM microphotograph of the cross-section of Angora rabbit fiber carroted with $\text{HCl}/\text{H}_2\text{O}_2$ at 60°C , 80min.

Figure 3. SEM microphotograph of the surface of Angora rabbit fiber carroted with $\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}_2$ at 60°C , 80min.

Figure 4. SEM microphotograph of the surface of Angora rabbit fiber carroted with $\text{HCl}/\text{H}_2\text{O}_2$ at 60°C , 80min.

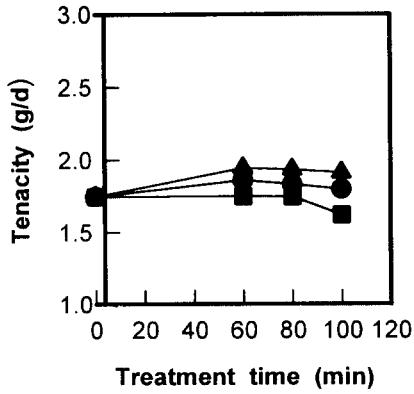


Figure 5. The relationship between tenacity and treatment time of Angora rabbit fibers caroted with various HCOOH / H₂O₂ solution at 60°C. Concentration of HCOOH/1.5% H₂O₂ : 0.3 % (▲), 0.5 % (●), 0.7 % (■).

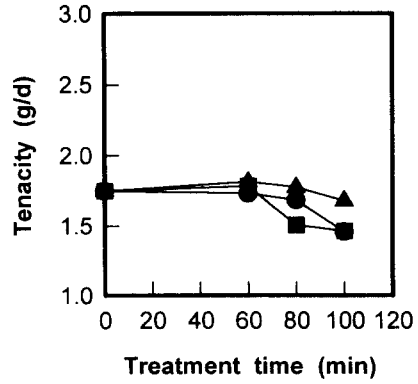


Figure 6. The relationship between tenacity and treatment time of Angora rabbit fibers caroted with various HCl / H₂O₂ solution at 60°C. Concentration of HCl / 1.5% H₂O₂ : 0.1 % (▲), 0.2 % (●), 0.3 % (■).

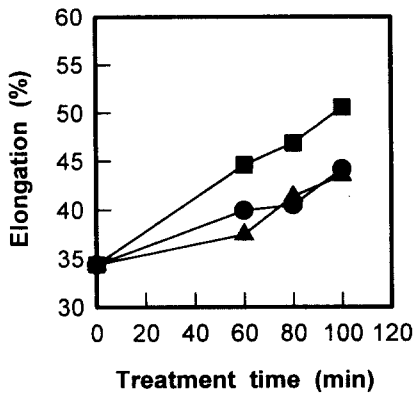


Figure 7. The relationship between tenacity and treatment time of Angora rabbit fibers caroted with various HCOOH/H₂O₂ solution at 60°C. concentration of HCOOH/1.5% H₂O₂ : 0.3 % (▲), 0.5 % (●), 0.7 % (■).

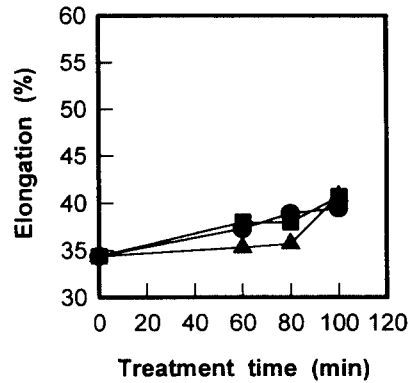


Figure 8. The relationship between tenacity and treatment time of Angora rabbit fibers caroted with various HCl/H₂O₂ solution at 60°C. concentration of HCl/1.5% H₂O₂ : 0.1 % (▲), 0.2 % (●), 0.3 % (■).

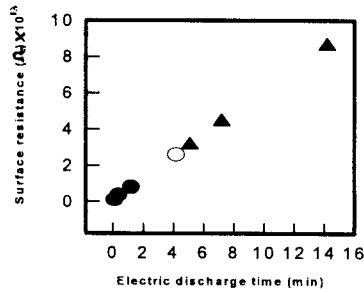


Figure 9. Comparison of HCOOH with HCl on the relationship between electrostatic surface resistance and electric discharge time of Angora rabbit fibers carroted with acid / H₂O₂ solutions at 60 °C

▲ : 0.5% HCOOH, ● : 0.2% HCl, ○ : uncarroated.

3.1 현미경적 구조

본 연구에서 캐러팅처리한 앙고라 토모섬유의 현미경적 단면구조를 관찰해 보기 위하여 60 °C에서 0.5% HCOOH/1.5% H₂O₂ 용액에서 80분간 처리한 시료는 Figure 1에, 0.1% HCl/1.5% H₂O₂ 용액에서 80분간 처리한 시료는 Figure 2에 각각 나타냈다. 이들 단면사진을 비교해 보면 HCOOH/H₂O₂ 용액에 처리한 시료보다 HCl/H₂O₂ 용액에 처리한 시료가 내부의 침해정도가 훨씬 큼을 알 수 있었다. 또한 현미경적 표면구조를 관찰해 보기 위하여 0.5% HCOOH/1.5% H₂O₂ 용액에 80분간 처리한 시료는 Figure 3에, 0.1% HCl/1.5% H₂O₂ 용액에 처리한 시료는 Figure 4에 각각 보였다. 이들 표면사진을 보면 HCOOH/H₂O₂ 용액에서 처리한 시료가 HCl/ H₂O₂ 용액에서 처리한 시료보다 스케일의 부상이 더욱 선명하게 나타남을 알 수 있었다.

3.2 인장특성

일정온도에서 캐러팅시간과 농도에 따른 앙고라 토모섬유의 인장특성 변화관계를 Figure 5와 Figure 6에 각각 나타냈다. 이들 두 그림에서 보면 처리시간이 길어질수록, 저농도에서 고농도로 갈수록 미처리 시료인 원모보다 tenacity가 약간씩 감소하는 경향을 보였다. 또한 캐러팅 약제에 의한 차이를 보면 HCl/H₂O₂ 용액에서 처리한 시료가 HCOOH/H₂O₂ 용액에서 처리한 시료보다 약간 강도저하가 더 크게 나타났음을 알 수 있었다. 이는 HCl이 강산의 무기산인데 반해 HCOOH는 약산의 유기산이기 때문인 것으로 생각된다. 한편 일정온도에서 처리시간과 농도에 따른 신도변화를 알아보기 위해 Figure 7에는 HCOOH/H₂O₂ 용액에서 처리한 결과를, Figure 8에는 HCl/H₂O₂ 용액에서 처리한 결과를 나타냈다. 이들 두 그림에서 보면 처리시간이 길어질수록 저농도에서 고농도로 갈수록 신도가 증가하는 경향을 보였

다. 이는 캐러팅 처리에 의해 양고라 토모섬유의 시스틴기가 파괴되어[3,4] 섬유가 유연해졌기 때문인 것으로 생각된다. 또한 캐러팅 약제에 의한 차이를 보면 HCOOH/H₂O₂ 용액에서 처리한 시료가 HCl/H₂O₂ 용액에서 처리한 시료보다 신도가 훨씬 더 증가하는 경향을 보였다. 이는 캐러팅처리에 따른 시스틴기 파괴정도가 HCOOH보다 HCl에 의한 영향이 더 심하여 절단시간이 길어졌기 때문이라 생각된다.

3.3 표면저항

캐러팅처리에 따른 정전기적 표면저항 변화관계를 Figure 9.에 나타냈다. 이 그림에서 보면 방전시간과 표면저항은 선형관계임을 알 수 있었고, HCl/H₂O₂ 용액에서 처리한 시료가 HCOOH/H₂O₂ 용액에서 처리한 시료보다 훨씬 방전시간이 빠르고 표면저항도 낮은 값을 나타내고 있음을 알 수 있었다. 따라서 섬유의 대전방지 측면에서는 HCl/H₂O₂ 용액에서의 처리가 HCOOH/H₂O₂ 용액에서의 처리보다 매우 유리함을 알 수 있었다. 이는 HCl은 강전해질이고 HCOOH는 약전해질이어서 이들의 전리차이에 따른 전기전도도가 HCl쪽이 더 크다는 점과 섬유표면의 지방질을 제거하거나[15] 캐러팅에 의해 화학적결합(시스틴결합)이 파괴되면 소수성이던 표면이 극성화 되어 친수성으로 전환 될 수 있기 때문에[12, 15, 16] 표면의 친수화가 방전을 용이하게 할 것으로 생각된다.

4. 결론

양고라 토모섬유의 방적성을 개선시킬 목적으로 HCOOH/H₂O₂ 및 HCl/H₂O₂ 2종류의 산 용액속에서 캐러팅처리한 양고라 토모섬유의 모폴로지와 인장특성 관계를 고찰한 결과 단면 및 표면구조 변화에 따른 형태학적 구조와 강신도면에서는 HCOOH/H₂O₂ 용액에서 처리하는 것이 적합함을 알 수 있었고, 정전기적 표면저항과 방전시간에 따른 대전방지성 측면에서는 HCl/H₂O₂ 용액에서 처리하는 것이 보다 적합함을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 박성양, 공석봉, “양모·모제품 용어사전”, 한국섬유신문사, p. 34, 1995.
2. 대한방모공업협동조합, “모방산업 지원 안내서”, p. 147~152, 1996.
3. 김승진, 주창환, 이대훈, 최수일, 한국섬유공학회지, 31, 3 (1994).
4. W. V. Bergen, “Wool Hand Book”, Vol. 1, p. 429~445 Interscience Publishers, N.Y, 1963.
5. 김재완, 김재문, 김덕리, 유덕환, “섬유재료학”, p. 116~117, 1981.
6. 김승진, 최수일, 이민수, 박인동, 한국섬유공학회지, 32, 899 (1995).
7. 장석운, 최영엽, 한국섬유공학회지, 7, 234 (1970).
8. 박영은, 양고라 토모섬유의 방적성에 관한 연구, 단국대학교 대학원 석사학위 논문, 1992.
9. 백광욱, 양고라토의 모질개선에 관한 이화학적 연구, 과학기술처 연구보고서 (1970).
10. 이상규, 영남공업전문대학 논문집, 9, 179 (1980).
11. U.S Patent 5, 203, 156 (1990).

12. 강후창, *한국섬유공학회지*, **24**, 689 (1987).
13. 한국섬유공학회, “섬유사전”, p. 717, 1989.
14. J. E. Aword, *U. S. Patent* 181720 (1931).
15. D. J. Evans, J. D. Leeder, J. A. Rippon and D. E. Rivett, Proc. 7th int. Wool Text. Res. Conf., Tokyo (1985).
16. C. M. Carr, I. H. Leaver, and H. E. Hughes, *Text. Res. J.*, **56**, 457 (1986).