

양모섬유의 기능발색

-양모의 트립토판과 알데히드 유도체의 발색반응에 의한 염색-

김경필, 김혜인, 박수민
부산대학교 섬유공학과

Coloring Behavior of Using Color Reactions of Wool-Tryptophan and Aldehyde Derivative

Pil-Kyung Kim, Hye-In Kim and Soo-Min Park
Department of Textile Engineering, Pusan National University, Busan , Korea

1. 서론

양모와 견과 같은 동물성 섬유는 주성분이 단백질로 구성되어 있으며 그 기본성분은 아미노산이다. 단백질섬유는 모두 동물에서 형성된 생체고분자의 일종으로서 우리 인간의 세포조성물질과 유사하여 가장 친화성이 있는 섬유라고 할 수 있다.¹⁾ 아미노산을 구성물질로 하는 이들의 섬유 중에는 -NH₂ 등의 염기성기, -COOH 등의 산성기, 그 외 -SH 등을 가지고 있으므로 광범위한 염료가 염착한다. 즉, 산성, 크롬착염, 반응, 직접, 염기성, 그리고 배트염료 등이 적용가능하다. 그러나, 이러한 염색과정에 이용되는 합성염료는 염색폐수로 인한 환경오염과 합성염료가 갖고 있는 독성 등의 문제 때문에 양모에 대한 천연염색법이 연구되고 있지만 천연염료는 견뢰도와 재현성이 낮아서 새로운 기술의 개발이 필요하다.²⁾

Figure 1.과 같이 동물섬유를 구성하고 있는 아미노산중의 하나인 트립토판은 인돌기의 높은 전자 밀도 때문에 강산성 조건에서 쉽게 산화되어 다양한 구조로 변화되고, 또한 트립토판은 강산성 조건에서 각종의 알데히드 화합물과 축합반응하여 발색된다고 알려져 있다.^{3,4)} 즉, 지방족인 글리옥실산과 트립토판이 녹아있는 빙초산용액에 진한 황산을 가하면 두 액의 계면에 자색이 발색되는데 이러한 것을 Hopkins-Cole 반응 또는 Adamkiewicz 반응이라고 하며, 또한 방향족인 4-디메칠아미노벤즈알데히드 화합물과 진한 염산을 트립토판과 반응시키면 적색이 발색되는 것을 Neuberger-Rhode 반응이라고 한다. 또한 트리플루오로초산, 질산과 같은 강산 하에서도 발색된다고 알려져 있다.⁵⁻⁷⁾

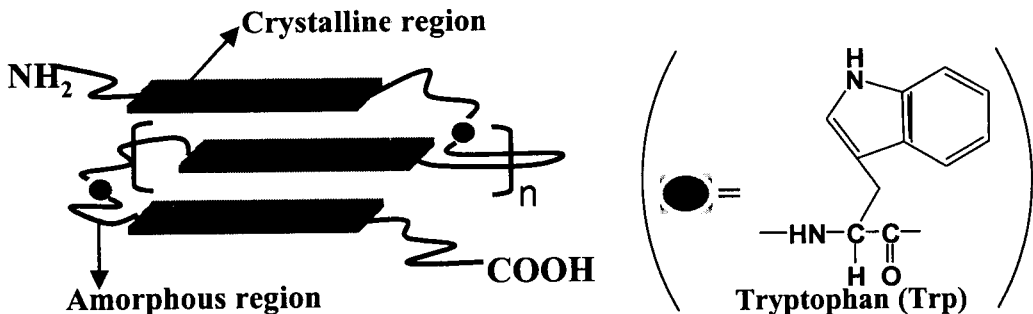


Figure 1. The structure of animal fiber and tryptophan

따라서 본 연구에서는 동물섬유 자체에 있는 트립토판의 발색반응에 의한 염색가능성을 알아보았다. 알데히드 유도체의 종류 및 강산의 종류 변화에 따른 색상을 조사하였고, 알데히드 유도체와 강산의 농도 및 처리시간 변화에 따른 염색성의 변화를 조사하였다. 그리고, 트립토판과 알데히드 화합물의 발색기구를 알아보기 위하여 트립토판 유도체인 N-Acetyl-L-Tryptophan ethyl ester와 알데히드 화합물을 발색반응 시켜 분리된 분말을 이용하여 발색반응에 의한 염색 매커니즘을 규명해보고자 하였다.

2. 실험

2.1. 시료 및 시약

시료는 KS K 0905의 표준 모백포를 사용하였고, 트립토판 유도체는 N-Acetyl-L-Tryptophan ethyl ester(AC-Trp-Oet, Aldrich, 99%)를 사용하였다. 강산으로는 Trifluoroacetic acid(TFA), Dichloroacetic acid(DCA), HBr 그리고 HCl 1급 시약을 사용하였으며, 알데히드 유도체는 Benzaldehyde(BA), 9-Anthraldehyde(AA) 4-Hydroxybenzaldehyde(HBA), 3,4-Dihydroxybenzaldehyde(DHBA), 그리고 p-Dimethylaminobenzaldehyde(DMABA) pure grade를 사용하였다.

2.2. 양모섬유의 발색반응

일정한 비율의 강산과 초산용액에 알데히드 유도체(wt%)를 용해시킨 후 정련 모직물을 넣어 용비 1:50으로 40℃에서 24시간 반응시켰다. 처리 후 아세톤과 증류수로 수 차례 수세한 다음 실온에서 건조하였다.

2.3. N-Acetyl-L-Tryptophan ethyl ester(AC-Trp-Oet)의 발색물 합성 및 정제

트립토판 발색물의 합성은 HBA를 함유한 30% TFA/초산 혼합용액에 적절량의 AC-Trp-Oet을 넣고 40℃에서 일정시간 발색반응시켜 농축액을 제조하고, 여기에 메탄올/톨루엔(1:1) 혼합용액을 첨가한 다음 rotary evaporator를 사용하여 메탄올을 증발시킴으로서 발색물을 분리하였다.

2.3. 측정

각 조건에서 발색시킨 모직물의 겉보기 표면 색농도 변화는 분광측색계(Machbath Color Eye 3100, USA)를 사용하여 D₆₅ 광원, 10° 시야의 조건에서 측정된 최대흡수파장의 표면반사율로부터 Kubelka-Munk식에 의해 전체 파장 영역(파장 간격 20nm)에서의 Total K/S를 구하였다. 또한 CIELAB 표색계인 L*, a* 및 b*를 구하였다.

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

여기서, K는 흡광 계수, S는 산란 계수, 그리고 R은 표면 반사율을 나타낸다.

2.4. 견뢰도 측정

세탁 견뢰도 시험은 발색된 양모섬유에 대하여 KS K 0430 A-1법에 의거하여 실시하였으며, 마찰 견뢰도 시험은 KS K 0650 clock meter법을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 알데히드 유도체 및 산의 종류에 따른 색상 변화

Figure 2.는 각종의 알데히드 유도체 및 강산의 종류에 따른 염색시료의 색상 및 L*, a*, b*의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 보면 반응 용매로서 TFA/초산(4:6 v/v)를 사용한 경우가 다른 산에 비해 알데히드 유도체에 따른 색상 변화가 다양하여, BA의 경우는 Greenish Blue, HBA는 Purple, DHBA는 Reddish Pink, DMABA는 Green, AA는 Yellow로 발색되었다. DCA/초산(4:6 v/v) 혼합용매에서는 DMABA의 경우 Brownish Yellow, 2N HCl/초산(4:6 v/v)에서는 HBA와 DHBA 모두 Reddish Pink, HBr/초산(4:6 v/v)에서는 DMABA의 경우 Grayish Brown의 색상을 나타내었다. 특히 AA는 혼합용매의 종류에 관계없이 동일한 Yellow의 색상을 나타

내었다.

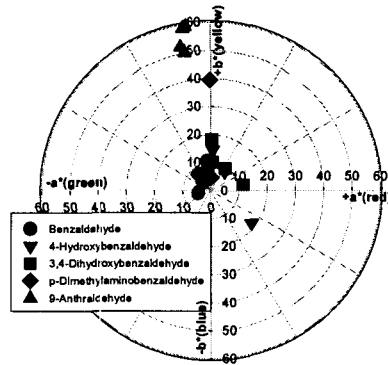


Figure 2. a*, b* diagram of wool fabrics colored with various benzaldehydes and acids

3.2. 알데히드 유도체의 농도 및 강산의 농도에 따른 색상변화

Figure 3.은 40%TFA/초산 혼합용액에서 DMABA의 농도변화에 따른 각 파장별 K/S값의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 보면 발색된 양모섬유는 400nm와 580nm에서 흡수극대를 나타내는데, DMABA의 농도가 증가함에 따라 400nm의 흡수극대가 hyperchromic shift하고 580nm에서는 hypochromic shift를 보이고 있다. 따라서 저농도에서는 Bluish이었던 색상이 알데히드 농도의 증가와 함께 Greenish됨을 알 수 있다.

Figure 4.는 DMABA의 농도 1wt%에서 TFA와 초산의 부피비의 변화에 따른 각 λ_{max} 에서 K/S값의 변화를 나타낸 것이다. 마찬가지로 400nm와 580nm에서 흡수극대를 나타내는데, TFA의 농도가 증가할수록 400nm에서는 hypochromic shift하고 500nm에서는 hyperchromic shift를 나타내고 있다. 이는 TFA의 농도가 증가할수록 양모의 발색이 yellowish에서 Bluish로 변화하고 500nm에서의 흡수파장의 차이가 DMABA의 농도를 변화시켰을 경우보다 훨씬 더 크다는 것을 볼 수 있다.

그러므로 DMABA의 경우, yellowish green의 발색은 알데히드의 영향이 크게 작용하고, greenish blue의 발색은 TFA의 농도변화에 따라 발색된다는 것을 보였다.

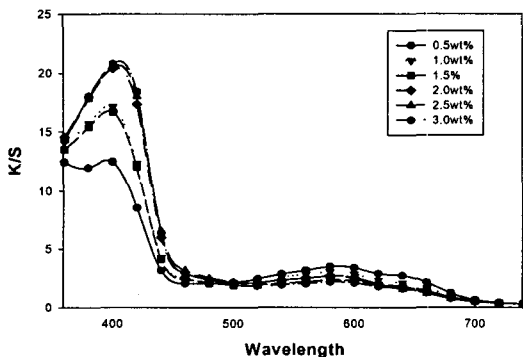


Figure 3. Change of K/S values of colored wool fabric at various DMABA concentration

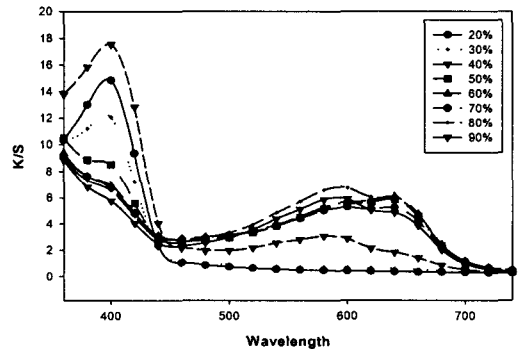


Figure 3. Change of K/S values of colored wool fabric at various TFA concentration

4. 결론

중래의 섬유에 색을 발현시키기 위해서는 특정색을 가진 염료와의 상호작용으로 섬유에 고착으로

염색이 되어졌지만 본 실험에서는 섬유의 구성성분중의 하나인 트립토판을 발색시킴으로서 염료가 필요 없이 발색반응으로 양모섬유의 염색을 할 수 있었다.

알데히드 유도체와 강산의 종류에 따라 색체의 변화를 얻을 수 있었고, 알데히드의 농도 및 강산의 농도를 조절하여 색상변화와 농담조절을 가능하다는 알 수 있었으며, 색상은 알데히드 유도체의 농도보다 강산의 농도에 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 또한 다른 강산에 비해 trifluoroacetic acid 가 알데히드 유도체의 종류에 따라 다양한 색상으로 염색이 되었고, 특히 9-anthraldehyde의 경우에는 산의 종류에 관계없이 동일한 Yellow의 색상을 나타냈다.

이상의 결과로부터 트립토판의 발색반응을 이용한 것에 의해 동물섬유를 착색할 수 있는 것이 명확하게 밝혀졌다.

5. 참고 문헌

- 1) 박병기, 김찬영, 섬유공학의 이해, p78~95, 시그마프레스, 2001
- 2) 조병래, 염색이론과 실험, p290~307, 형설출판사,
- 3) Tauber, H., J. Am. Chem. Soc., vol.70, p2615(1938)
- 4) Sharp. J. J., Robinson. A. B., Kamen. M. D., J. Am. Chem. Soc., vol.95, p6097 (1973)
- 5) H. Sugimoto, E. Nakanishi, S. Hibi, Polymer, vol.39, No.23, p5739 (1998)
- 6) H. Sugimoto, E. Nakanishi, K. Susaki, S. Hibi, Polym. J., vol.30, No.8, p622 (1998)
- 7) H. Sugimoto, E. Nakanishi, K. Susaki, S. Hibi, Polymer Bulletin, vol.40, p683 (1998)