

초소수성 염료를 이용한 폴리프로필렌 섬유의 수계염색

김태경, 윤석한*, 김미경*, 손영아**

경북대학교 섬유시스템공학과, *한국염색기술연구소, **충남대학교 섬유공학과

1. 서론

폴리프로필렌 섬유는 기계적 성질이 우수하고 내약품성 등의 물리화학적으로 성질이 뛰어난 뿐만 아니라 섬유 중에서 유일하게 비중이 물보다 가벼운 경량섬유소재로서 많은 응용이 기대되고 있는 소재이다. 그러나 화학적 분자구조 내에 극성기가 전혀 없어 극도의 소수성을 띠는 섬유이며, 비결정영역이 작아서 일반적인 염색법으로는 염색이 되지 않는 대표적 난염성 섬유로 분류되고 있다. 그러나 최근 들어 특히 스포츠 의류 등의 시장이 확대되면서 가벼운 경량 소재에 대한 수요뿐만 아니라 운동 등과 같은 신체의 격한 움직임에 의해 발생하는 땀의 흡수 및 건조가 신속히 이루어지는 흡한속건성 섬유의 수요도 함께 크게 증가하였다. 이러한 스포츠용 의류소재의 경우 기존의 폴리에스테르 소재를 특수한 형태로 제조함으로써 그 성능을 얻고 있는 것이 일반적이며, 이의 유사소재로서 폴리프로필렌이 사용될 수 있으나 염색이 불가능한 단점으로 인해 폴리에스테르를 주소재로 한 보조소재로서의 역할만을 하고 있다.

폴리프로필렌 섬유는 기존의 폴리에스테르 섬유에 비해서도 훨씬 더 소수성인 초소수성 섬유로 분류할 수 있다. 그러나 이러한 폴리프로필렌 섬유를 염색하기 위한 기존의 시도들은 주로 분산염료를 이용하려는 연구가 이루어졌으나 충분한 색상강도를 나타내는 염료를 선별해 내지 못함으로써 여전히 난염성 섬유로서 남아 있다.

분산염료 역시 다른 부류의 염료들에 비해서는 소수성 염료로 분류될 수 있으나 그 소수성의 정도는 폴리에스테르 정도의 소수성 섬유와 친화력을 가질 수 있을 정도의 소수성 염료이며, 극도의 소수성 섬유인 폴리프로필렌 섬유에 비해서는 그 소수성의 정도가 충분하지 않다. 따라서 폴리프로필렌 섬유를 염색하기 위해서는 분산염료보다 훨씬 더 소수성이 큰 solvent 염료를 이용하는 것이 더 가능성이 클 것이라 생각된다.

일련의 본 연구에서는 이러한 개념에 근거하여 소수성이 보다 큰 solvent 염료를 폴리프로필렌의 염색에 이용하였다. 그러나 solvent 염료의 경우 물에 대한 용해성이 분산염료보다도 훨씬 낮으므로 염색이 가능할 정도의 최소한의 수용해성도 가지지 못하므로 물을 염색매체로 하는 수계염색에는 원리상 불가능한 것으로 생각되어 왔다. 이를 극복하기 위해 본 연구의 전편에서는 초임계이산화탄소를 이용하는 염색을 시도하였다. 초임계이산화탄소의 경우 용질의 용해성이나 기질로의 침투성이 우수하다는 점 이외에도 그 분자구조 자체가 비극성 대칭구조의 소수성 매체이므로 소수성이 극도로 큰 solvent 염료를 충분히 용해시킬 것으로 생각되었

다. 그 결과 폴리프로필렌 섬유가 충분한 색상강도로 염색됨을 확인하였다.

한편, 폴리프로필렌 섬유의 실용적 응용이라는 면에서는 궁극적으로 수계에서의 염색이 가능해야 한다는 점은 확실한 사실이다. 그러나 앞에서 언급한 바와 같이 수계에서의 염색이 가능하기 위해서는 solvent 염료가 물에서 최소한의 용해도를 가지게 하거나 아주 작은 미립자 상태로 분산시키는 것이 가능해야 한다. 그러나 알려진 바에 의하면 기존의 분산제로는 solvent 염료와 같은 초소수성 염료를 물에 분산시키는 것이 기술적으로 거의 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 전편에서 선별된 solvent 염료를 double-tailed surfactant를 사용하여 안정된 상태로 분산시키는 방법을 구상하고 이의 응용기술을 개발하여 폴리프로필렌의 수계염색을 이루고자 한다.

Double-tailed surfactant의 경우 세포막과 유사한 형태의 vesicle을 이루는 것으로써 수용액 상태에서 초음파의 조사에 의해 계면활성제의 이중막을 형성하여 그 내부에 포획된 물질을 수중에 안정되게 분산시키는 역할을 할 수 있는 계면활성제이다(Figure 1). 이 계면활성제의 특성을 이용하여 초소수성의 solvent 염료를 균일하고 안정되게 분산시키고 이 분산액을 이용하여 폴리프로필렌의 수계염색을 시도하였다.

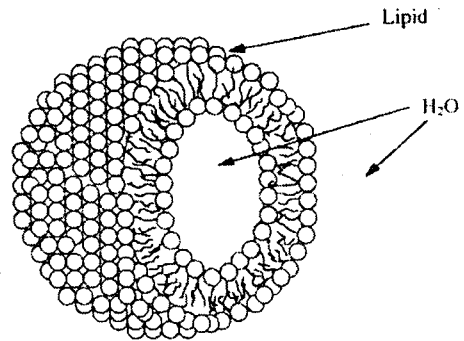


Fig. 1. Vesicle formation.

2. 실험

2.1 시료 및 염료

본 실험에 사용한 폴리프로필렌 시료는 150denier의 폴리프로필렌 원사를 횡편기를 사용하여 편성물의 형태로 제작하여 사용하였다. 염료는 60여 종의 solvent 염료를 사용하여 초임계유체 하에서 염색하여 염색성 및 세탁건뢰도가 비교적 우수한 염료를 선정하여 사용하였다. 염료의 분산을 위해서는 두 개의 긴 알킬기를 가지는 암모늄염(DDAB)을 사용하였다.

2.2 Solvent 염료의 분산액 형성

선정된 solvent 염료와 DDAB를 THF에 완전용해시킨 후 이를 rotary evaporator를 이용하여 THF를 제거함으로써 염료와 DDAB의 얇은 막을 형성시키고, 이를 24시간 이상 진공건조시킨다. 여기에 증류수를 첨가하여 교반시킴으로써 수분산액 상태로 만들고 이 분산액을 초음파 조사하여 안정한 최종 solvent 염료 분산액을 준비한다. 이때 분산액 제조시 각 성분의 농도 등을 비롯한 각종 조건들을 변화시켜가면서 실시하였다.

2.3 염색

육비 50:1의 염료분산액을 사용하여 폴리프로필렌 섬유를 염색하였다. 염색은 온도와 시간 등의 염색조건을 변화시켜가면서 실시하였다. 염색이 완료된 후 아세톤으로 표면에 단순흡착된 염료를 제거한 후 건조하고 색상강도를 측정하고 균염성을 검토하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 염료 분산액의 성상

본 연구에서 사용한 분산제의 경우 일반적인 분산제와는 달리 아세톤이나 THF와 같은 유기용매에 아주 쉽게 용해되는 성질을 가지고 있으며, 이들 유기용매에는 solvent 염료 또한 완전용해가 가능하기 때문에 두 성분을 균일한 상태의 용액으로 만드는 것이 가능하다. 그러므로 이 용액으로부터 용매를 증발시키면 두 염료와 분산제가 균일하게 혼합된 상태의 얇은 막으로 만드는 것이 가능하다. 여기에 물을 첨가하여 이들을 용해시키면 분산제가 용해되어 나올 때 염료분자를 같이 가용화시키므로써 초소수성의 염료분자가 물에

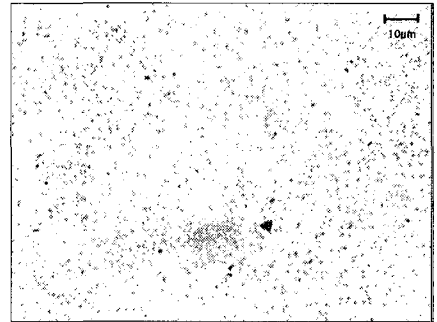


Fig. 2. Dispersion particle.

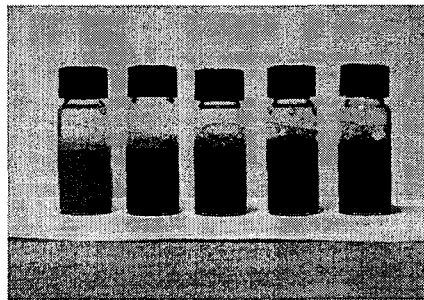
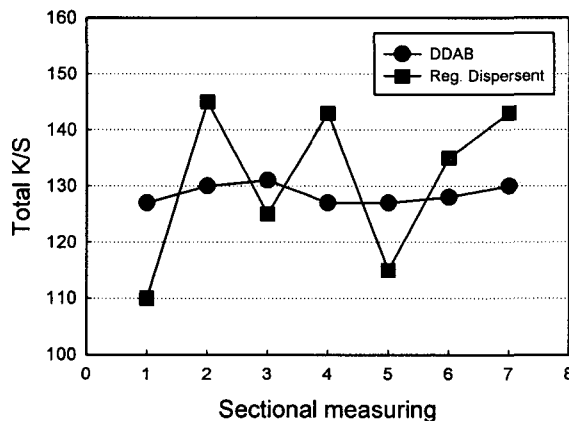


Fig. 3. Stable dispersion

분산된다. 그 후에 강력한 초음파를 조사함으로써 분산액을 더욱 작은 미립자의 형태로 분산시키며(Figure 2), 알려진 현상과 같이 vesicle의 형태를 이룸으로써 아주 안정한 분산액(Figure 3)이 되는 것으로 생각된다.

3.2. 폴리프로필렌의 염색 및 균염성

위에서 제조한 염료분산액을 사용하여 폴리프로필렌 섬유를 염색한 결과 기존의 방법으로는 전혀 불가능했던 높은 색상강도와 균염성이 얻어졌다. Figure 4에서도 알 수 있는 바와 같이 전 파장의 범위에서 색상강도(K/S)의 합이 상당히 높은 값을 나타내고 있으며, 또 한가지 중요한 사실은 일반 분산제를 사용하여 염색한 경우에 비해 DDAB를 사용한 방법으로 염색한 경우에 균염성이 아주 우수함을 알 수 있다. 이는 앞에서 설명한 바와 같이 초소수성 염료가 DDAB의 작용으로 물속에 아주 작은 미립자의 형태로 안정하게 분산되어 있기 때문이며 이러한 분산상태가 염색과정 중에 파괴되지 않고 지속될 수 있음을 의미한다.



4. 결론

초소수성 염료인 solvent 염료를 double-tailed surfactant를 사용하여 물에 안정한 분산상태로 만들고 염색을 함으로써 기존에 염색이 불가능한 것으로 알려졌던 대표적인 난염성 섬유인 폴리프로필렌 섬유를 수계에서 균일하게 염색하는 것이 가능해졌다.