

다양한 용매들로부터 전기방사된 PEO 섬유의 형태학적 관찰

손원근, 광미연*, 이택승*, 박원호*
 충남대학교 신소재연구소, * 충남대학교 섬유공학과

The Morphological Observation of PEO Fibers Electrospun from Several Solvent Systems

Won-Keun Son, Mi-Yeon Kwak*, Taek-Seung Lee*, Won-Ho Park*
 Research Institute of Advanced Materials, Chungnam National University, Daejeon, Korea
 *Department of Textile Engineering, Chungnam National University, Daejeon, Korea

1. 서 론

고분자 용액의 전기방사(electrospinning)는 수 nm ~수천 nm 크기 초극세 섬유의 제조가 가능하고 섬유의 생성과 동시에 3차원의 망상구조로 적층된 형태로 제조가 가능하다. 이는 섬유가 가늘어질수록 부피대비 표면적이 넓어질 뿐만 아니라 고분자 사슬이 갖고 있는 기능성 작용기의 상당수가 표면에 노출된다. 이는 작용기의 함량이 크게 증가하는 것을 의미하며, 직경이 굵은 섬유에서 찾아볼 수 없는 새로운 특성이 예측된다. 나노섬유 소재기술은 기존 범용 섬유소재의 성능 한계성을 극복하는 신기술 및 신소재 창출에 크게 기여할 것으로 기대되고 있다. 나노섬유를 제조할 수 있는 방법은 여러 가지가 있으나, 상용화 가능성, 적용고분자의 다양성, 제조공정의 단순성, 다양한 제품기술의 응용성을 고려할 때 전기방사에 의한 제조가 가장 기대되는 기술이 될 것이다. 천연 고분자뿐만 아니라 다양한 합성 고분자들의 전기방사에 대한 것이 문헌상에 보고되어 왔다.

Poly(ethylene oxide) (PEO)는 물에 용해성을 갖는 고분자로서 높은 결정성과 기계적 특성을 겸비하고 있기 때문에 상당히 상업적으로 흥미를 갖는 고분자이며, 전기방사의 연구대상이 되어 왔다. 그러므로 본 연구에서는 섬유들의 형태에 대한 용매 특성들의 영향을 조사하기 위해 다양한 용매들을 사용하여 PEO를 전기방사하고, SEM을 이용하여 섬유직경과 표면 형태를 관찰하였다.

2. 실험

2.1 실험재료

PEO (Mw ; 300,000)의 전기방사를 하기 위해 물, 에탄올, 클로로포름, 벤젠, DMF을 용매로 사용하여 여러 가지 농도의 용액을 제조하였다. 사용된 용매들의 특성들을 Table 1에 나타내었다.

Table. 1 Solvent Data

solvents	T _b (°C)	T _m (°C)	μ /25 °C (W/mK)	η /25 °C (mPa s)	γ /25 °C (mN m ⁻¹)	ϵ /25 °C	P _v /25 °C (kPa)	ρ (g/cm ³)
Chloroform	61	-63.5	0.117	0.537	26.67	4.81	26.2	1.483
ethanol	78	-114.1	0.169	1.074	21.97	25.3	7.87	0.789
water	100	0	0.607	0.89	71.99	80.1	2.339	0.998
benzene	80	5.5	0.1411	3.316	28.22	2.28	12.7	0.877
DMF	153	-61	0.184	0.794	-	38.25	2.7	0.944

2.2 전기방사

이 연구에 사용된 전기방사 장치는 모델 CPS-40K03 (Chungpa EMT Co.)을 이용하였고, 방사전압

은 0~40 kV까지 조절이 가능하며, 직접판은 stainless steel된 원형 드럼으로 회전속도 조절이 가능하다. 전기방사는 용액의 농도, 방사전압, 방사거리, 방사유량을 함수로 실험하였다. 방사유량은 syringe pump를 사용하여 조절하였다. 모든 전기방사는 실온에서 실행되었다.

2.3 특성분석

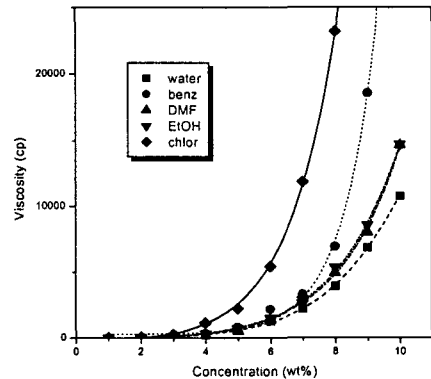
각각의 용매에 대한 PEO의 함량에 따른 점도변화를 알아보기 위해 25°C에서 Brookfield viscometer (Model DV-E)를 사용하여 측정하였다. 또한 PEO에 대한 용매의 영향을 알아보기 위해 여러 가지 용매를 사용하여 전기방사한 후 초극세 섬유들의 직경을 Image Analysis Software을 이용하여 측정하고, 섬유들의 표면은 SEM (Scanning Electron Microscopy, HITACHI S-2350)을 이용하여 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

전기 방사 공정인자들 (용액농도, 방사전압, 방사거리, 그리고 방출속도)은 고분자 섬유들의 형태에 영향을 끼친다. 이들 인자들은 여러 가지 용매들로부터 PEO의 전기방사를 하기 위해 그리고 bead가 없는 섬유를 얻기 위한 최적조건을 찾기 위해 조사되었다. 게다가 PEO 섬유들에 대한 표면 형태에 대한 이들 공정인자들의 영향이 또한 조사되었다.

용매들에 대한 PEO의 함량에 따른 점도를 측정할 결과를 Figure 1에 나타내었다. Figure 1에서 보는 바와 같이 농도가 증가함에 따라 점도가 2차 곡선을 따라 증가하는 것을 알 수 있다. 전기 방사에 있어서 이들의 변곡점 부근에서 방사가 잘되는 것을 확인할 수 있었다.

용매가 물, 에탄올, DMF인 경우 농도에 따른 점도 값이 비슷한 경향을 나타냄을 알 수 있었지만 클로로포름의 경우 이들 용매들 보다 급격히 증가되는 것을 알 수 있다. 이들의 결과로부터 클로로포름은 낮은 농도에서도 전기방사가 잘될 수 있음을 확인할 수 있다.



4. 결 론

본 연구에서는 섬유들의 형태에 대한 용매 특성들의 영향을 조사하기 위해 다양한 용매들을 사용하여 PEO를 전기방사하고, SEM을 이용하여 섬유직경과 표면 형태를 관찰하였다. 고분자와 용매사이의 어떤 interaction parameter들에 의해 영향을 받는 것과 마찬가지로 여러 가지 서로 다른 용매 특성을 갖고 있는 고분자 용매들에 의해 전기방사 조건과 섬유의 형태가 변화됨을 알 수 있다.

5. 참고문헌

- (1) Srinivasarao, M.; Collings, D.; Philips, A.; Patel, S. *Science* **2001**, *292*, 79.
- (2) Gao, C.; Li, A.; Feng, L.; Yi, X.; Shen, J. *Polym. Int.* **2000**, *49*, 323.
- (3) Gao, C.; Li, A.; Yi, X.; Shen, J. *J. Appl. Polym. Sci.* **2001**, *81*, 3523.
- (4) Strathmann, H. Synthetic membranes and their preparation. In *Synthetic Membranes: Science, Engineering and Applications*; Bungay, P. M., et al., Eds.; D. Reidel Publishing Co.: Dordrecht, The Netherlands, 1984; pp 1-37.
- (5) Van de Witte, P.; Dijkstra, P. J.; Van den Berg, J. W. A.; Feijen, J. *J. Membr. Sci.* **1996**, *117*, 1.
- (6) Gibson, P.; Schreuder-Gibson, H.; Rivin, D. *Colloids Surf. A* **2001**, *187-188*, 469.
- (7) Bognitzki, M.; Czado, W.; Frese, T.; Schaper, A.; Hellweg, M.; Steinhart, M.; Greiner, A.; Wendorff, J. H. *Adv. Mater.* **2001**, *13*, 70.
- (8) Bognitzki, M.; Frese, T.; Steinhart, M.; Greiner, A.; Wendorff, J. H.; Schaper, A.; Hellweg, M. *Polym. Eng. Sci.* **2001**, *41*, 982.