

## 전기방사 조건이 Poly(lactide-co-glycolide) 부직포의 형태구조에 미치는 영향

이세철, 권영자, 김학용, 이덕래, 박병기  
전북대학교 공과대학 섬유공학과

## Effects of the Electro-spinning Condition on the Poly(lactide-co-glycolide) Web Structure

Se Chul Lee, Young Ja Kweon, Hak Yong Kim, Douk Rae Lee, Pyung Ki Pak

Department of Textile Engineering, Chonbuk National University, Chon-ju, Korea

### 1. 서론

Polyglycolide와 Polylactide의 공중합체인 PLG(Poly(lactide-co-glycolide))는 생체 분해성 고분자 중의 하나로 Ethicon사에서 Vicryl<sup>®</sup>이라는 상품으로 봉합사를 제조한 재료이다. 현재는 지지체(scaffold), 약물전달용 재료, 인공피부 재료 등 의료분야에서 중요하게 사용되고 있으며, 본 실험은 PLG(glycolide:lactide=50:50)를 전기방사 하여 부직포를 제조하는 것으로, 방사 조건이 섬유의 굵기 및 부직포의 형태 변화에 미치는 영향과 그에 따른 부직포의 물성의 변화를 알아보기 위한 것이다. 전기방사는 다른 방사방법과는 달리 고전압 하에서 생성된 전기장의 힘을 이용하는 것으로, 마이크로 단위를 갖는 섬유로 구성된 부직포를 제조할 수 있다는 특징을 가지고 있다.

### 2. 실험

#### 2.1 재료

실험에 사용한 PLG는 Boehringer Ingelheim사에 구입한 것으로 lactide:glycolide 몰비율이 50:50이고 점도평균분자량,  $M_v$ 가 110,000인 RESORMER RG 506을 사용하였다. 방사하기 전에 상온에서 15시간 진공건조를 실시하였으며, methylene chloride에 용해하여(con. 0.1g/dl) inherent viscosity를 25°C에서 측정해본 결과 0.8dl/g을 확인하였다.

## 2.2 실험 장치

본 실험에 이용한 전류 공급 장치(power supply)는 모델명 SJ-305A(Dong Yang Electrons co.)로 전압 범위가 2~15kV이며 임의로 전압의 크기를 조절할 수 있다.

Collector는 지름이 110mm인 steel원형 드럼으로 속도에 따른 부직포 형태의 변화를 알아보기 위해서 300rpm까지 회전하는 모터를 사용하였고, 사용한 유리관은 flame dry를 한 후 사용 하였다.

## 2.3 부직포 제조

비결정성인 PLG는 낮은 온도에서 녹기 시작하나 몇 차례 예비 실험을 해본 결과 170℃에서 가장 방사가 잘 되는 것을 확인하여 본 실험에서의 방사온도는 170℃로 고정하였으며, 방사중 용융된 PLG의 수분에 의한 분해를 막기 위해 유리관을 질소 분위기 상태로 만들어 공기와의 접촉을 막았다.

본 실험은 제조 조건에 따른 부직포의 형태변화를 알아보기 위한 것으로 크게 3가지 조건을 변화 시켜가며 부직포를 제조하였다.

- 조건 1. DCD(die-to-collector distance)의 변화(1, 1.3, 1.7, 2, 2.5, 3, 3.5cm)  
(전압: 8kV, 드럼 속도: 20.6m/s(60r.p.m))
- 조건 2. 드럼 회전 속도의 변화(10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50m/min)  
(전압: 8kV, DCD: 2cm)
- 조건 3. 전압의 변화(6, 7, 8, 9, 10, 11kV)  
(DCD: 2cm, 드럼 속도: 20.6m/s(60r.p.m))

## 2.4 SEM 측정

SEM은 HITACHI사의 X-650을 이용하였는데, 각각의 조건으로 제조된 부직포에서 무작위로 세 부분을 선택하여 300배의 배율로 측정하였으며, 부직포를 이루는 섬유 방향성 측정을 용이하게 하기 위해 부직포의 MD(machine direction)와 CD(cross direction)을 구분하여 측정하였다.

## 2.5 부직포의 형태변화 측정

부직포의 형태 변화는 각각의 조건으로 제조된 부직포의 SEM사진을 이용하여 측정하였는데, 표본은 한 조건 당 200개의 섬유를 선택하여, 굵기 및 방향성 그리고, 부직포를 이루는 형태를 비교 조사하였다.

## 2.6 인장강도 측정

INSTRON 사의 Model 1011을 이용하여 인장속도는 100mm/min으로 하였으며, 부

전기방사 조건이 Poly(lactide-co-glycolide) 부직포의 형태구조에 미치는 영향

직포 시편은 2(CD방향)×10(MD방향)cm(ASTM, D-1117) 크기로 측정하였다.

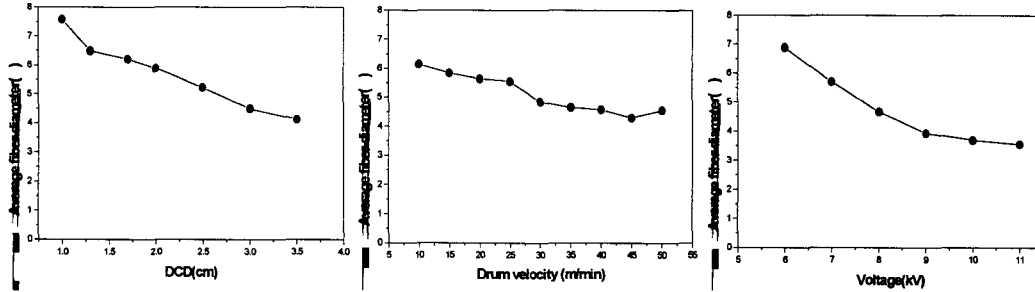


Figure 1. Average fiber diameter as a function of DCD, rotating drum velocity, and voltage of poly(lactide-co-glycolide) web.

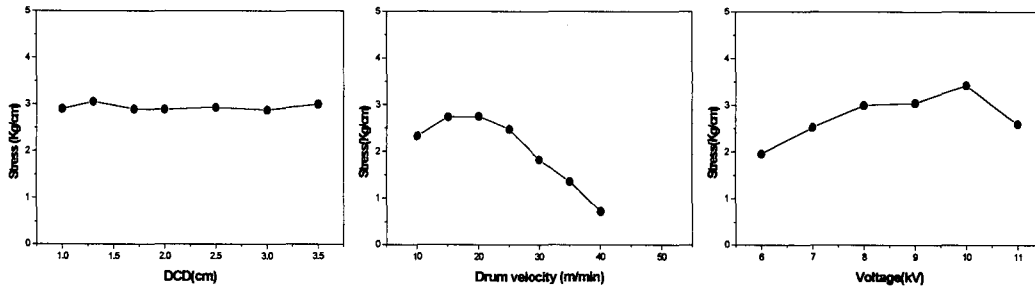
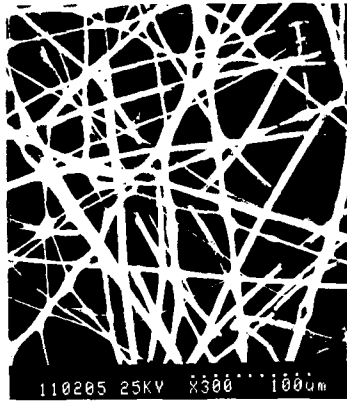


Figure 2. Tensile strength as a function of DCD, rotating drum velocity, and voltage of poly(lactide-co-glycolide) web.

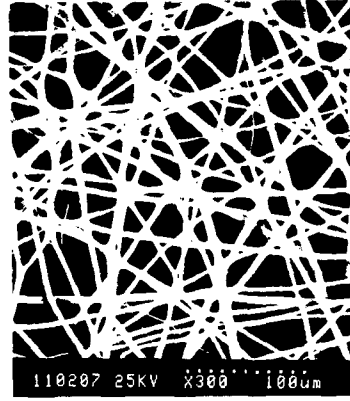
3. 고찰 및 결과

전기방사 방법을 이용하면 보통 0.05~10 $\mu$ m까지 굵기를 갖는 섬유를 제조할 수 있는 특징이 있으나, 본 실험에서와 같이 용매를 사용하지 않고 용융하여 전기방사를 할 경우 1 $\mu$ m이하의 극세섬유를 얻기는 힘들었으나, 평균 4~6 $\mu$ m의 섬유를 갖는 부직포를 제조할 수 있었다. Figure 1은 여러 조건에서 제조된 부직포의 섬유 평균 직경을 나타낸 것인데, DCD, 드럼 속도 그리고, 전압이 증가할수록 섬유의 평균 직경은 감소한다. 드럼 속도가 30m/min 이상일 경우 섬유가 롤러에 집적되지 않고 공기 중으로 비산되었으며, 전압의 크기가 5kV 이하에서는 전기장이 약하여 부직포가 형성되지 못하고 롤러에 고분자가 딸리는 현상이 일어났다. 전기방사 조건은 부직포의 물성에도 영향을 주었는데, Figure 2는 여러 조건에서 제조된 부직포의 인장강도를 측정한 것이다. DCD는 부직포의 인장강력에 영향을 주지 못하였으나, 드럼 속도가 증가할수록 인장강력이 감소하였으며, 40m/min이하에서는 부직포가 강도를 갖지 못하였고, 전압이 증가할수록 부직포의 인장강력도 증가하였다. Figure 3은 전압의 세기에 따른 부직포의 형태변화를 나타낸 것인데, 전압이 커질수록 부직포의 형태가 더욱 point-bonded 형태를 취하고 있으며, 부직포의 인장강력에 영향을 주었을 것으로 판단되며, 11kV이상에서는 bond 형태를 취하지 않는데, 이는 10kV에서 11kV사이에 본

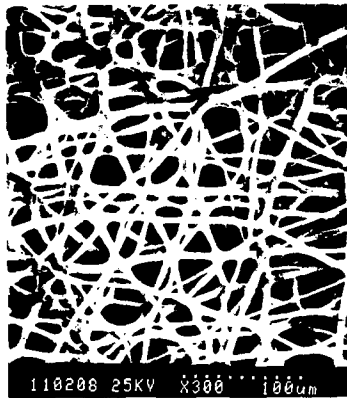
드구조를 이루는 임계점이 있을 것으로 판단된다.



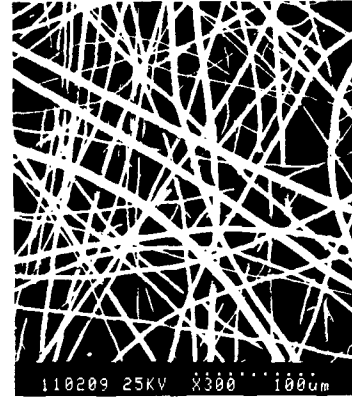
(A) 8kV



(B) 9kV



(C) 10kV



(D) 11kV

Figure 3. Scanning electron micrographs of PLG web as a function of voltage.

#### 4. 참고문헌

1. R. M. Ginde, and R. K. Gupta, *J. Biomed. Mater. Res.*, **20**, 613(1986).
2. S. C. Woodward, P. S. Brewer, F. Moatmed, A. Schindler, and C. G Pitt, *J. Biomed. Mater. Res.*, **19**, 437(1985)
3. A. F. Turbak, *Nonwoven*, Tappi Press, Atlanta, 1986.
4. T. H. Grindstaff, and S. M. Hansen, *Text. Res. J.*, **56**, 275(1964).
5. G. E. Martin, I. D. Cockshott and J. T. Fildes, *U. S. Pat.*, 4,044,404(1977).