

# 電場が高分子鎖の配向と結晶化へ与える影響

(山形大院) ○仁田好則・杉本昌隆・谷口貴志・小山清人

## [緒言]

熔融高分子のせん断流動場下での結晶化の研究で、分子鎖の配向が結晶成長に大きな影響を与えるという報告がされている<sup>(1)</sup>。分子鎖の配向と結晶成長の関係を詳しく調べるために、静止場下で電場を用い分子鎖を配向させ、結晶化への影響を調べることを試みた。過去に電場下でのポリ乳酸(PLLA)の結晶化過程についての報告がある<sup>(2)</sup>。そこで今回、ポリ乳酸を熔融した時と、溶媒に溶かした時それぞれに静止場下で電場を印加した。この時、分子鎖の配向と結晶化過程にどのような影響を与えるのかを調査した。

## [実験]

試料はポリ乳酸(PLLA)を用いた。この試料は分子鎖内に極性を持つ。PLLAは $-C=O$ のカルボニル基を持ち、この部分が極性を有する。この部分が主鎖方向に沿っているため極性の方向は主鎖方向である。

PLLAを熔融する場合、分子配向測定を行う試料は熔融した後に電場を印加した。そして一定の時間電場を印加した後、試料を急冷した。その試料を分子配向計(MOA-6020)(王子計測機器株式会社

製)を用いて分子配向測定を行った。電場下での結晶化の直接観察は、試料を熔融し電場を印加する。その後、電場を印加しながら135℃まで冷却した。その温度で等温結晶化を偏光顕微鏡を用いて直接観察した。

PLLAをクロロホルムに溶解させる場合、その溶液を二枚の極板の間に流し、電場を印加しながらキャスト膜を作製した。このキャスト膜を分子配向計により分子配向測定を行った。結晶化の観察は、電場印加しながらキャストをしている間に偏光顕微鏡を用いて直接観察を行った。

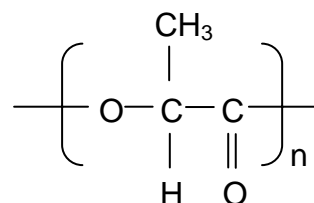


Fig.1 Chemical structure of PLLA.

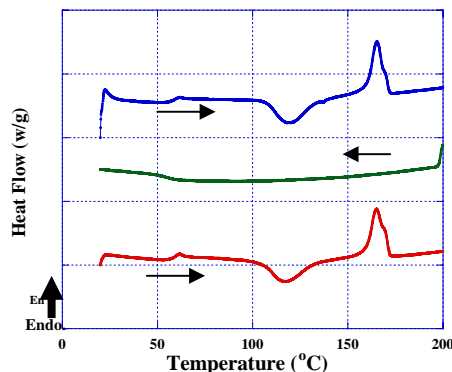


Fig.2 DSC thermograms of PLLA

## Orientation of polymer chain and crystallization under an electric field

Yoshinori NITA, Takashi TANIGUCHI, Masataka SUGIMOTO, Kiyohito KOYAMA  
(Department of Polymer Science and Engineering, Yamagata University, 4-3-16 Jonan, Yonezawa 992-8510, JAPAN) Tel:0238-26-3058 E-mail:nita@ckpss.yz.yamagata-u.ne.jp

**Key Word :** Orientation of polymer chain / Crystallization / Electric field

**Abstract :** It is known that orientations of polymer chains under shear flow influences crystal growth. To investigate a relation between an average molecular orientation of chains and crystal growth, we tried to orient an average direction of polymer chains in melt and solution to a direction by applying an electric field at a quiescent condition, and then we observed crystal growths of the sample. As a result in polymer melt case, we found that polymer chains are oriented to the direction of electric field, and then the crystal growth is enhanced. we found in the polymer solution case that polymer chains are vertically oriented to the direction of electric field.

## [結果・考察]

### ○PLLA の溶融した場合

PLLAを溶融してから電場を印加したものは分子鎖が電場方向に沿って配向していた。しかし、分子配向度が低いことから、分子鎖が電場を印加しても、糸まり状のまま電場方向に伸びているからであると考えられる。実際、PPなどの薄いフィルムを一軸延伸した物を分子配向計で測定すると、電場印加したものより高い配向度であった。電場印加時間を1, 5, 15, 30 minと変えた場合の分子配向度(MOR\_c)をそれぞれ測定した(Fig.3)。その結果、PLLAの配向度は電場印加時間を長くすることで、高い配向を得ることも出来た。しかし、配高度に大きくなればらつきが出てしまった。これは、熱安定性の悪さが原因と考えられる。

電場下での結晶化の直接観察についてだが、電場を印加することで結晶化が促進された。Fig.4にその様子を示す。これは分子鎖が配向することで、分子鎖に規則性が生じ、分子鎖が動きやすくなったために結晶化が起りやすくなったと考えられる。

### ○PLLA を溶媒に溶かした場合

PLLAを溶媒に溶かしてから電場を印加し、キャスト膜にしたものも分子鎖が配向していた。しかし、配向方向は電場方向と垂直方向になる傾向が見られた。配向度は溶融したものとは高い値を示した。これは、溶融体より分子鎖が動きやすいためだと考えられる。

こちらの実験に関しては、分子配向測定・結晶化の観察共にまだ実験途中であり詳細な検討結果は、当日発表する。

## [参考文献]

- (1) K.Watanabe, *Journal of Macromolecular Science Part B—Physics*, Vol.42, No.5, pp1111-1124 (2003)
- (2) A.Sugita, S.Tasaka, *Polymer Preprints, Japan*, Vol.52, No.9, pp1715-1716 (2003)

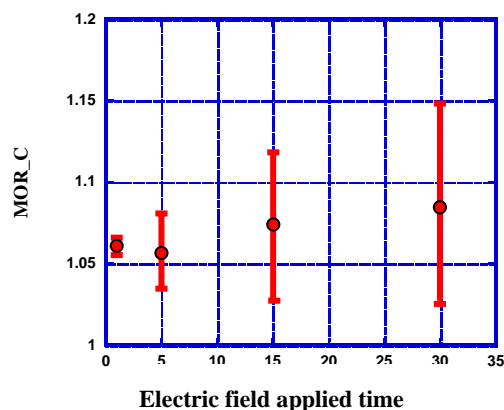


Fig.3 Degree of orientation of PLLA for various applied time of electric field.

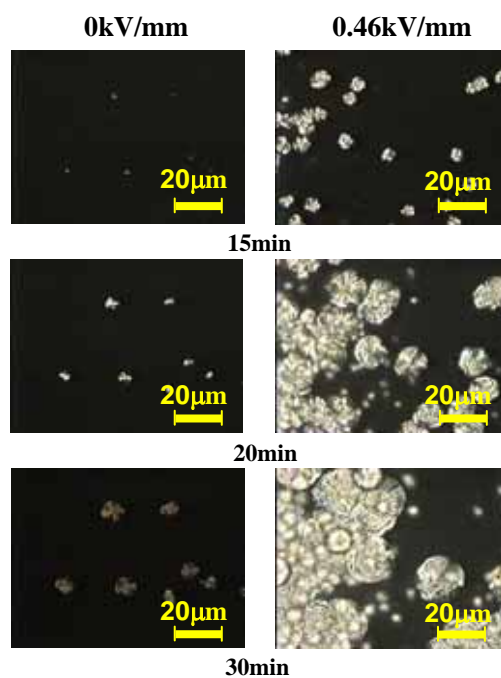


Fig.4 Polarizing micrograph images of crystal of PLLA under DC electric fields.

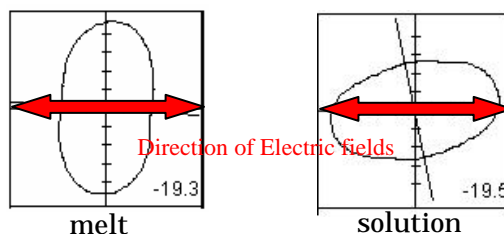


Fig.5 Angular dependence of transmitted microwave intensity of PLLA