

The 12th SPSJ International Polymer Conference (IPC 2018)

西 田 幸一郎
Koichiro NISHIDA

物質化学専攻修士課程 2018 年度修了

1. はじめに

今回、2018 年 12 月 5 日に国際会議場で開催された高分子学会の国際学会に参加した。発表形式はポスター発表で、題目は「Phase Transition of highly drawn Ultrahigh Molecular Weight Polyethylene」について発表した。

2. 緒言

ポリエチレン (PE) の最も安定な結晶構造は直方晶で、通常は折りたたみラメラ構造をとるが、延伸することで伸び切り鎖結晶となる。伸び切り鎖結晶は折りたたみ鎖結晶に比べて機械的性質が高くなることが知られている。超高分子量ポリエチレン (UHMWPE) からゲル紡糸して高次構造を伸び切り鎖に制御したものは結晶化度が高く、ヤング率が 100 GPa を超える高弾性率となることが報告されている。また、超高分子量ポリエチレン繊維は熱を加えていくことで、分子鎖が回転して回転相をつくることで直方晶から六方晶に転移すると考えられている。そこで、本研究では、UHMWPE 繊維を直方晶／六方晶転移温度付近で熱処理した時の分子構造について検討を行った。

3. 実験

試料は、TOYOBO 株式会社より提供された UHMWPE 繊維 (IZANAS; Dyneema より名称変更) を用いた。まず、この IZANAS を異なる温度で熱処理を行い、その後徐冷した。この時、熱処理は DSC を用いて直方晶／六方晶転移温度近傍で 0.1℃ 間隔で温度を設定して 10 分間保持することで

熱処理を行った。また、実際の熱処理温度は設定温度より高くなるため測定時の温度を熱処理温度とした。DSC は Rigaku 8230 D を使用し、昇温速度 5℃/min で測定を行った。

4. 結果と考察

IZANAS の融解挙動を Fig. 1 に示した。147.2℃ に伸び切り鎖の直方晶から六方晶 (回転相) への転移、155.5℃ に六方晶の融解による吸熱ピークが見られた。

直方晶から六方晶への転移温度より低い温度で熱処理した IZANAS の融解挙動を Fig. 2 に示した。136℃ 付近に折りたたみ鎖、147℃ 付近に伸び切り直方晶、155℃ 付近に六方晶による吸熱ピークが見られた。さらに熱処理温度を高くすることで直方晶のピークが小さくなった。一方で、伸び切り直方晶から六方晶の転移温度より高い温度で熱処理した IZANAS の融解挙動を Fig. 3 に示した。こちらも同様に 136℃ 付近に折りたたみ鎖、155℃ 付近に六方晶による吸熱ピークが見られたが、147℃ 付近の伸び切り直方晶のピークがなくなった。また、熱処理温度を高くすることで六方晶のピークが小さくなっていき、154.0℃ で見られなくなった。このことから、伸び切り鎖がなくなっても六方晶の融解ピーク

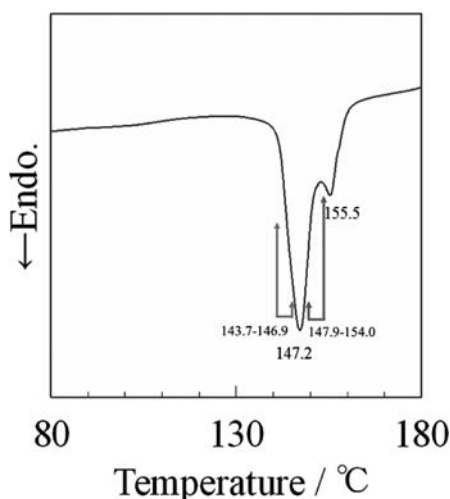


Fig. 1 DSC chart of IZANAS

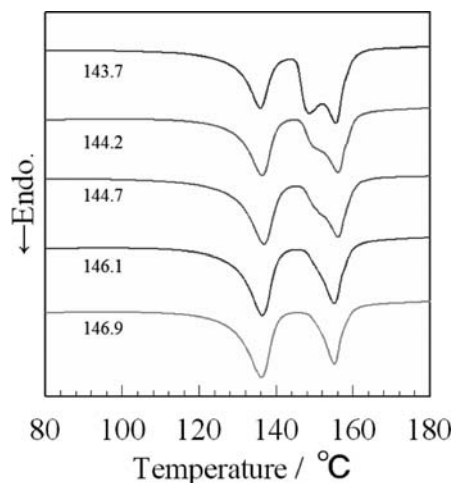


Fig. 2 DSC chart of IZANAS annealed at 143.7-146.9°C and non-annealed

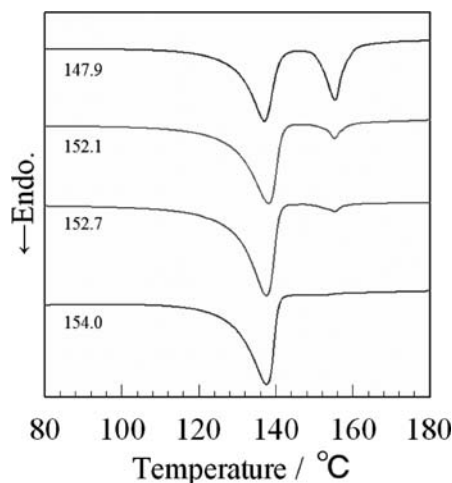


Fig. 3 DSC chart of UHMWPE annealed at 147.9-154.0°C and non-annealed.

が見られたため、伸び切り直方晶から六方晶に転移していないことが示唆された。また、伸び切り直方晶が折りたたみ鎖に移ったと考えられる。

熱処理温度による各結晶構造の融解エンタルピーを Fig. 4 に示した。伸び切り直方晶／六方晶転移および六方晶の融解する時の融解エンタルピーは熱処理温度が高くなるにつれて小さくなった。一方、折りたたみ鎖結晶の融解エンタルピーは熱処理温度が高くなるにつれて大きくなった。このことから、伸び切り鎖結晶がより安定な折りたたみ結晶になった

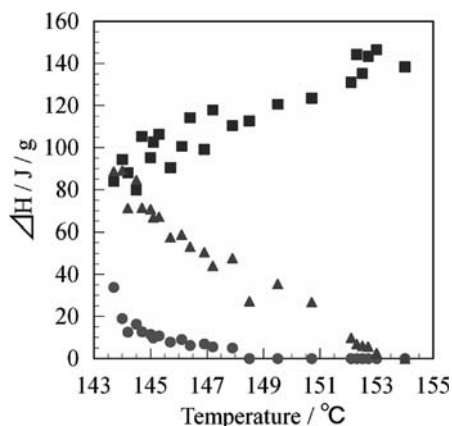
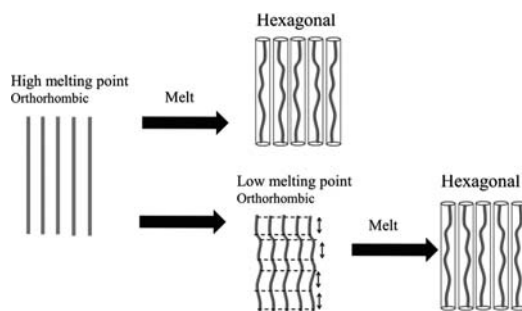


Fig. 4. Variation of ΔH by annealing temperature. (▲) hexagonal crystal (●) orthorhombic crystal (■) Folding chain crystal.

と考えられる。

昇温過程の IZANAS モデル図を示した。従来、伸び切り鎖結晶が融解し、その分子鎖が回転し直方晶の結晶格子が崩れ、六方晶となると考えられていたが、伸び切り鎖結晶が融解することで、ラメラが短くなり、それが回転することによって六方晶になったと考えられる。



5. 評価

今回の学会はポスター発表としては4回目だったのですが、初めての国際学会でいつもとは違う緊張感がありました。多くの外国の方が聞きに来てくださり、質問もしてくださりました。英語がうまく聞き取れず苦勞しましたが、様々な工夫をして相手に伝えることができました。