

# ポリプロピレンの二軸延伸性と偏肉精度の解明

## Biaxial stretchability and film thickness uniformity of polypropylene

(金沢大学) ○ (学) 金田麻菜美、(正) 田村和弘、(正) 多田薫  
(KT POLYMER) (正) 金井俊孝、(出光興産株) (正) 武部智明、(協) 藤井望

In recent years, polymer film is essential in our lives. Among them, polypropylene has good physical properties, for example, tensile strength, thrust strength and transparency. Recently, it was found that the stretchability of polypropylene (PP) is improved by blending a small amount of low modulus polypropylene (LMPP). The LMPP is a low tacticity polypropylene. Generally, the stretching methods which can produce biaxial stretching PP films are the simultaneous biaxial stretching and the sequential biaxial stretching. But there are a few researches that reported the relationship between dynamics in a stretching process and physical properties. The purpose of this research is to investigate the effect of blending LMPP, which has different characteristic of resin such as tacticity and a molecular weight, on PP and to study the mechanism of the structure formation in a biaxial stretching process. As a result, the blending of LMPP on PP could improve the film thickness uniformity and expand the stretchable temperature width.

Key words: stretchable temperature width, thickness uniformity, low modulus polypropylene, stretchability

### 1. 緒言

ポリプロピレン (以下 PP) は安価であり成形加工性が優れるなどから、食品包装や工業用途に幅広く使用されている。その中でも二軸延伸フィルムは最も多く利用されており、今後も大きな需要の拡大が予想される。そこで近年、薄膜化や超高速生産化が求められているが、生産時にフィルムの破断や厚みムラ (偏肉精度) といった問題が発生する。そこで、低立体規則性 PP (以下 LMPP) の優れた延伸性改良効果に着目し、これを PP に添加することで延伸性の向上効果を期待した。本研究では PP の二軸延伸性改良に適切な LMPP の検討および延伸性向上に影響するメカニズムの解明を行う。

### 2. 実験

#### 2.1 使用樹脂

Manami KANADA, Kazuhiro TAMURA, Kaoru TADA: Kanazawa University  
Toshitaka KANAI\*: KT POLYMER  
Tomoaki TAKEBE, Nozomu FUJII: Idemitsu Kosan Co.,Ltd  
\*5-7-14 Kuranami-dai, Sodegaura, Chiba, 299-0245, Japan, Tel&Fax 0438-62-4411  
E-mail [toshitaka.kanai@ktpolymer.com](mailto:toshitaka.kanai@ktpolymer.com)

本研究に使用したサンプルの樹脂性状を Table1 に示す。(株)プライムポリマー製の i-PP を基準サンプル F300SP として、基準 LMPP である S901、超低立体規則性 LMPP である X901L、低立体規則性で低分子量である S400 を F300SP にそれぞれ 5wt% ブレンドし、T-ダイ法により厚み 500 $\mu$ m の原反 F300SP/S901、F300SP/X901L、F300SP/S400 を製膜した。以下、F300SP を A、S901 を B、X901L を C、S400 を D とし、それぞれの LMPP ブレンドサンプルを AB、AC、AD とする。試験片はこの原反から 85mm 角に切り出し使用した。

Table1 Characteristic of resins

| Sample | Resin | MFR<br>[g/10min] | Mw $\times 10^5$<br>[g/mol] | Mw/Mn<br>[-] | Tm[ $^{\circ}$ C] |
|--------|-------|------------------|-----------------------------|--------------|-------------------|
| F300SP | i-PP  | 3                | 3.6                         | 5.0          | 160               |
| S901   | LMPP  | 50               | 1.3                         | 2.0          | 80                |
| X901L  | LMPP  | 50               | 1.3                         | 2.0          | 45                |
| S400   | LMPP  | 2000             | 0.4                         | 2.0          | 75                |

#### 2.2 二軸延伸試験機

金沢大学とエトー(株)が共同開発した新規二軸延伸機 SDR-527K を用いて、延伸可能温度幅、応力-ひずみ特性、屈折率、位相差及び光散乱を測定した。実験条件は延伸速度 100mm/sec、延伸

倍率縦(MD)5×横(TD)5.84倍、予熱時間 2min で行った。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 延伸可能温度幅と偏肉精度標準偏差

Fig.1 に延伸可能温度幅および偏肉精度標準偏差の結果を示す。二軸延伸後のフィルムの厚みを膜厚計で 30 点測定することで、各延伸温度における偏肉精度の標準偏差を求めた。基準 i-PP の A に比べ、LMPP をブレンドしたサンプルは延伸可能温度幅が広くなり、延伸可能な条件が広いことが判明した。また、AB 及び AC は大幅に偏肉精度が改良された。

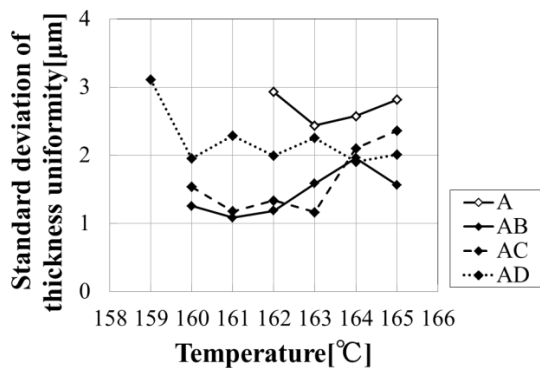


Fig.1 Standard deviation of thickness uniformity and stretchable temperature

#### 3.2 二軸延伸性

Fig.2 に 163°C における二軸延伸中に得られた応力-面倍率曲線の結果を示す。既存の研究より延伸初期の降伏応力が小さく、延伸後期の応力の立ち上がり大きいと延伸性が良好であることが分かっている。LMPP ブレンドサンプルは降伏値が下がった。

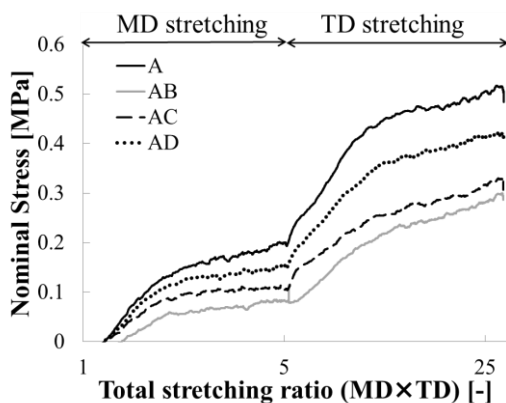


Fig.2 Stress-total stretching ratio curves

#### 3.3 延伸過程における三次元屈折率変化

延伸中の屈折率変化を測定することで延伸中の分子配向の挙動を把握できる。Fig.3、Fig.4 にそれぞれサンプル A、AB の 163°C における延伸中の三次元屈折率変化を示す。MD 5 倍までは  $N_x$  が増加し、TD 延伸で  $N_y$  が増加し  $N_x$  を追い越す。厚み方向は面配向の進行の為  $N_z$  は減少する。配向の強い方向に屈折率が増加する傾向が分かる。

また、LMPP ブレンドサンプルである AB は A に比べ TD 延伸開始時のネック延伸が抑制され、屈折率の変化量も小さくなることが分かった。

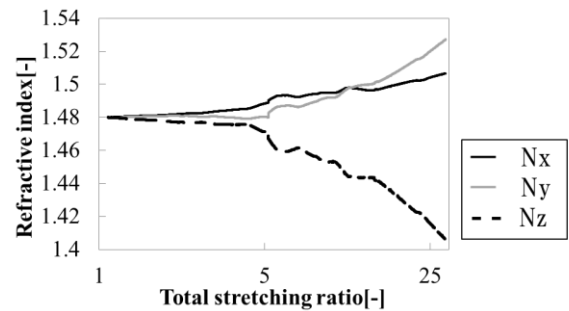


Fig.3 Refractive index and total stretching ratio in A

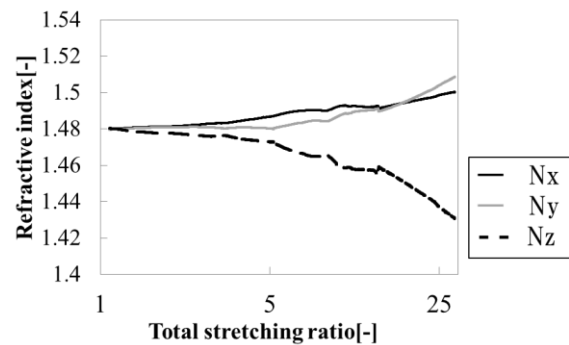


Fig.4 Refractive index and total stretching ratio in B

### 4. 結言

LMPP を PP にブレンドすることで結晶化度が抑制されたため、延伸性が良好になったといえる。また、降伏応力値が下がることやネック延伸を抑制させることで延伸後のフィルムの偏肉精度が改良されることが示唆された。

#### 参考文献

- 1) 武部智明, 南裕, 金井俊孝: 成形加工 21, (4) 202-207 (2009)
- 2) 大野智是, 山田敏郎, 武部智明, 藤井望, 金井俊孝, プラスチック成形加工学会秋季シンポジウム 313-314 (2013. 11)