

ポリ乳酸の発泡射出成形 および溶融特性評価

● 背景

環境問題を背景に**バイオプラスチック**への関心が急速に高まっている。一方、課題の一つに**コスト面の問題**が挙げられ、その需要が増加しない要因となっている。その課題解決の一つとしてコスト面だけでなく軽量化の一端を担い、低炭素型社会のニーズに適応が期待される**発泡成形**に着目し、代表的なバイオプラである**PLA樹脂**を用いて、微細発泡成形が特徴の**超臨界射出成形**で発泡体の成形を行った。ただし、現状としては発泡セルの均質化および微細化に課題がある。そこで本実験では、均質な発泡セルの生成を目的としPLA樹脂に各種発泡助剤を添加した試料にて超臨界発泡射出成形を実施した。また各助剤配合試料の**溶融特性**を評価し、発泡セル生成状態との相関性を確認する。

● 使用材料

表1 使用材料

分類 (略称)	種別	商品名	グレード (メーカー)
ベースレジン	PLA	3001D	Nature Works
発泡助剤	結晶核剤	エコプロモート	日産化学
	セルロースパウダー	KCフロック W-300G	日本製紙
	タルク	Mistroccl	イメリススペシャリティーズ ジャパン
	長鎖分岐PP	WAYMAX	日本ポリプロ

注) PLA/発泡助剤は二軸押出機 (φ25, L/D41 パーカーCo.) にて溶融混練
条件: 180℃, 150rpm, 5kg/hr

● 使用装置

- ① 射出成形機…JSW社製電動射出成形機J110AD-180H(型締力110t)
- ② 超臨界流体発生装置…トレクセル社製MuCell® T-100J
- ③ コアバック式平板金型(□150,コアバック可動部2mm→10mm)
- ④ 走査電子顕微鏡…日本電子社製JSM-6510LA
- ⑤ 粘弾性測定装置…サーモフィッシャーサイエンティフィック社製
HAAKE MARSIII
- ⑥ 溶融張力測定装置…東洋精機製作所製キャピログラフ1D PMD-C
- ⑦ 伸長粘度測定装置…GÖTTFERT社製Rheotens71.97

● 実験結果

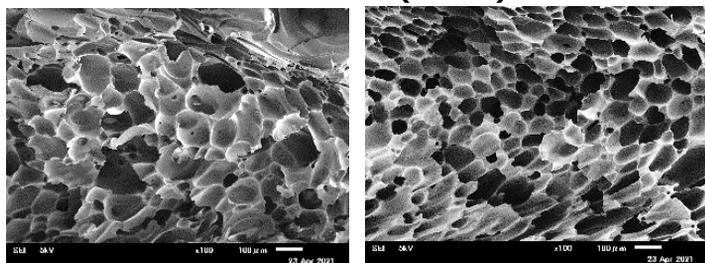
表2 発泡成形結果および溶融特性評価

成形体外観	発泡セル径 (μm)	溶融特性
PLA BLANK	○~△	50~350
PLA/結晶核剤	○	40~200
PLA/セルロース	○	40~200
PLA/タルク	○	40~200
PLA/LBPP	△~×	240~600

図1, 図2
表3参照

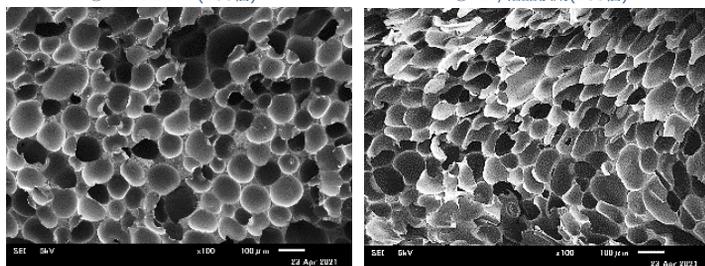
- 注) ① 発泡剤…N2, ② 射出成形温度(シリンダ/金型) 180℃/40℃
③ コアバック条件(3⇒6mm)
④ 成形体外観…成形後の形状(寸法, 表面平滑性)目視評価
⑤ 発泡セル径…コア層断面SEM写真より求めた概算,
⑥ 粘弾性測定…φ20パラレルプレート, ギャップ1mm, ひずみ0.1,
周波数掃引(100rad/s→0.1rad/s) 測定温度: 180℃
⑦ 溶融張力測定…キャピラリーL/D=20/1 押出 10mm/min, 引取り 200m/min
測定温度: 180℃
⑧ 伸長粘度測定…キャピラリーL/D=20/2 押出 20mm/min, 測定距離 110mm
引取り 11⇒38m/min, 測定温度: 180℃

● 断面SEM写真(コア層)



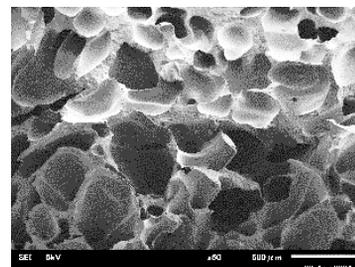
① PLA BLANK (100倍)

② PLA/結晶核剤 (100倍)



③ PLA/セルロース (100倍)

④ PLA/タルク (100倍)



⑤ PLA/LBPP (30倍)

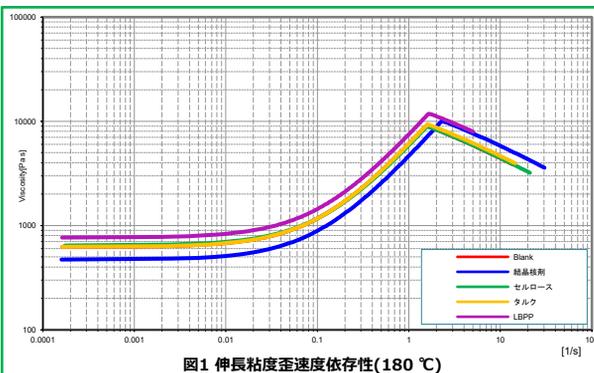


図1 伸長粘度歪速度依存性(180℃)

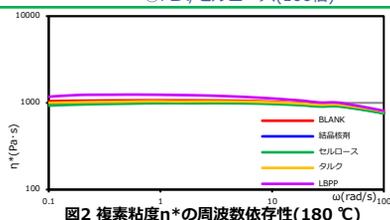


図2 複素粘度η*の周波数依存性(180℃)

表3 溶融張力(180℃)

	溶融張力 (mN)
PLA BLANK	5.5
PLA/結晶核剤	5.4
PLA/セルロース	5.9
PLA/タルク	5.6
PLA/LBPP	6.8

● まとめ

● 発泡成形性

- ・何れも2倍発泡(コアバック3⇒6mm)を実施し概ね安定な発泡成形体が得られた。
- ・PLA(BLANK)は内部で破泡し所々に空洞が確認された。
- ・PLA/長鎖分岐PPは流動が安定せず、全体的に破泡し成形体も不安定であった。

● 断面SEM観察

- ・断面をSEM観察したところ、各種発泡核剤の添加によりPLA(BLANK)と比べ均質な独立発泡セルの状態が確認された。
- ・一方PLA/LBPPはセル径240~600μmと破泡によりセルが拡大した。

● 溶融特性評価

- ・低周波数におけるη*はLBPP>PLA BLANK=結晶核剤,タルク,セルロースとなった。
- ・張力測定の結果、粘弾性同様にLBPP>PLA BLANK=結晶核剤,タルク,セルロースとなった。
- ・伸長粘度測定の結果、LBPP>BLANK=セルロース=タルク>結晶核剤となった。何れも、歪速度0.01(1/S)以降に伸長粘度上昇が見られ歪硬化性が確認された。なおLBPPは粘度ピーク後すぐに破断した。

● 考察

- ・本試験結果より各種発泡助剤の効果が認められた。LBPPの添加で顕著な増粘性および溶融張力への効果も確認されたが、実際の発泡体およびセル状態は非常に不安定であったことから、発泡セルの成長過程における一軸伸張による歪硬化特性が発泡セルの均質化に起因することが示唆された。