

## バイオプラスチック生産の最新動向 Latest trend in bioplastic production

滝沢憲治  
Kenji TAKISAWA

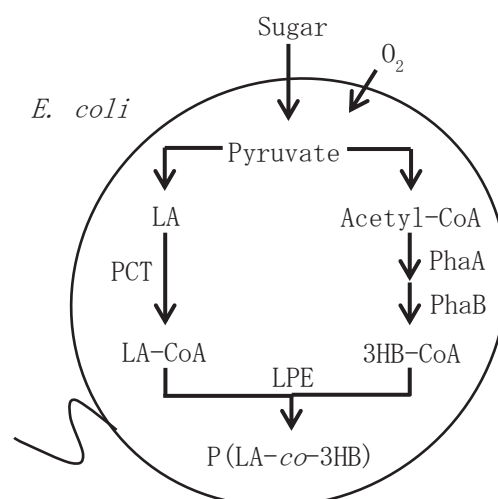
### 【研究背景】

ある種の微生物は植物由来の糖などのバイオマス为原料として細胞内にポリヒドロキシアルカン酸 (PHA) と呼ばれるポリエステルを合成することができる。本研究では乳酸重合酵素を発現する組換え大腸菌を用いて、同一ポリマー鎖内に乳酸 (LA) ユニットと 3-ヒドロキシブタン酸 (3HB) ユニットが共重合された P(LA-co-3HB) の生合成の開発を行っている。P(LA-co-3HB) は柔軟性と透明性を有するバイオベースプラスチックである。本ポリマー生産のための糖源として、リグノセロロースの第二主要構成成分であるキシロースを炭素源に用いると、第一主要構成成分であるグルコースに比べ高い生産性および乳酸分率の向上が得られると報告されている。

溶解パルプはレーヨン等の製造のために木質バイオマスから生産される。その製造過程でキシロオリゴ糖を主に含む木質抽出液が排出・焼却処理されている。この木質抽出液はキシロース源を多く含み、微生物による有用物質生産の原料としての可能性がある。本研究では、廃棄物系バイオマスである木質抽出液の有効利用を目的とし、木質抽出液の加水分解物を原料とした乳酸ベースポリマー生産の検討を行った。

### 【方法および結果・考察】

木質抽出液を 1%硫酸で 135°C、1 時間加水分解することにより、キシロースおよびガラクトースを主成分とする糖液を得た。乳酸重合酵素 (LPE) およびモノマー供給系酵素遺伝子群 (PCT, PhaA および PhaB) を導入した組換え大腸菌をこの糖液を炭素源として加えられた LB 培地で、30°C、48 時間ポリマー生産を行ったところ、生育は見ら



**Fig. 1** Biosynthesis pathway of P(LA-co-3HB) in recombinant *E. coli*.

**Table 1** Impurities of the wooden extract hydrolysate in each purification.

	Unpurified hydrolysate	Hydrolysate treated by active charcoal	Hydrolysate treated by active charcoal followed by ion exchange
Phenolic compounds	4.9	2.3	ND
Furfural	3.2	1.4	ND
5-HMF	1.2	0.8	ND
Acetic acid	23.0	18.6	ND
Formic acid	0.3	0.6	ND

所属 東京家政大学家政学部 Faculty of Home Economics, Tokyo Kasei University, キーワード 環境保全

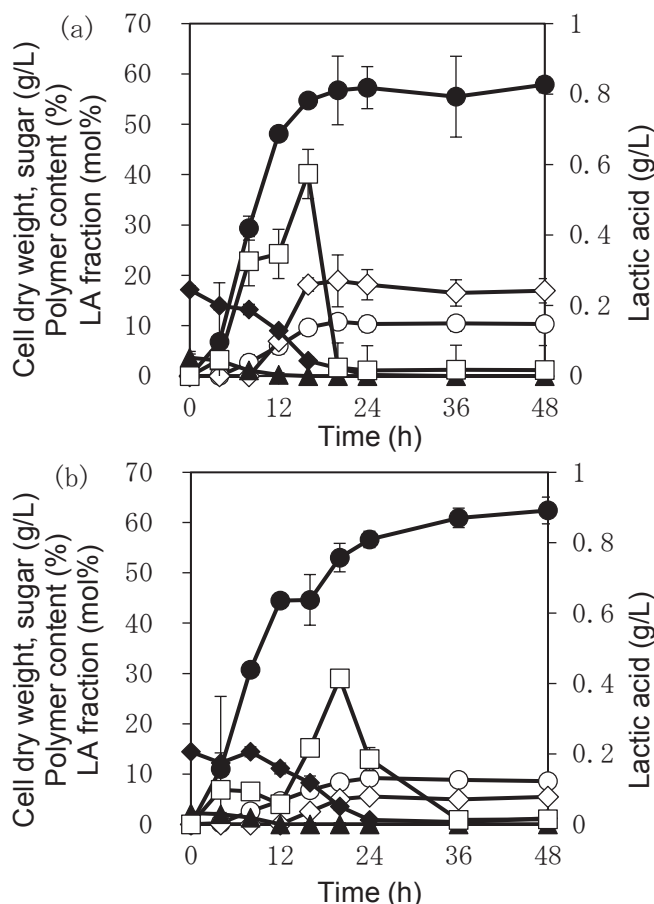
**Table 2** Effect of acetic acid concentration on the growth and polymer production.

Acetic acid (g/L)	Cell dry weight (g/L)	Polymer concentration (g/L)	LA fraction (mol%)	Polymer content (%)
0	10.6±0.1	5.9±0.2	14.8±0.5	55.7±0.4
1	6.6±0.6	2.5±0.9	12.6±1.3	37.9±1.5
2	4.8±0.2	1.3±0.1	11.8±0.4	27.1±0.5
5	1.5±0.1	0.3±0.0	0±0.1	20.0±0.2
10	0.9±0.2	0.1±0.0	0±0.2	22.2±0.3

れたものの、夾雑物の影響により糖の資化がされずポリマー生産が行われなかった。

夾雑物を除去するために活性炭およびイオン交換カラムを用いて加水分解液の精製を行った後、ポリマー生産を行った。その結果、活性炭処理のみが行われた糖液ではポリマーは生産されず、その原因は高濃度に残存していた酢酸 (18.6 g/L) であると示唆された。そこで酢酸濃度およびポリマー生産の関係性を調べたところ、酢酸濃度の増加に伴いポリマー生産量は低下することがわかった。一方、活性炭およびイオン交換処理を行った精製糖液では、酢酸を含む夾雑物が検出限界以下にまで除去された。このとき糖組成は精製前のものをほぼ同じであった (キシロース:ガラクトース 7:2)。

活性炭およびイオン交換処理後の精製糖液をポリマー生産に用いたところ、試薬で作製されたキシロースおよびガラクトースの混合糖液で培養したときのポリマー生産量 (6.0 g/L) に比べ、90%のポリマー生産量を得ることができた (5.4 g/L)。しかしながら、LA 分率は試薬で作製された混合糖液で得られた 16.9 mol% に比べ、低い 5.5 mol% であった。得られたポリマー中の 3HB 量は同等の量 (5.1 g/L) であり、また上清中の LA も確認されていることから、LA の取り込みに何かしらの成分が阻害している可能性が示唆された。今回分析された夾雑物以外の阻害要因の特定が今後行われる必要がある。



**Fig. 2** P(LA-co-3HB) production from the hydrolysate treated with active charcoal followed by ion exchange (a), and the mixture of analytical grade sugar mixture (b). Black diamonds, xylose; black triangles, galactose; white circles, cell dry weight; black circles, polymer content; white diamonds, LA fraction; white squares, lactic acid in supernatant.