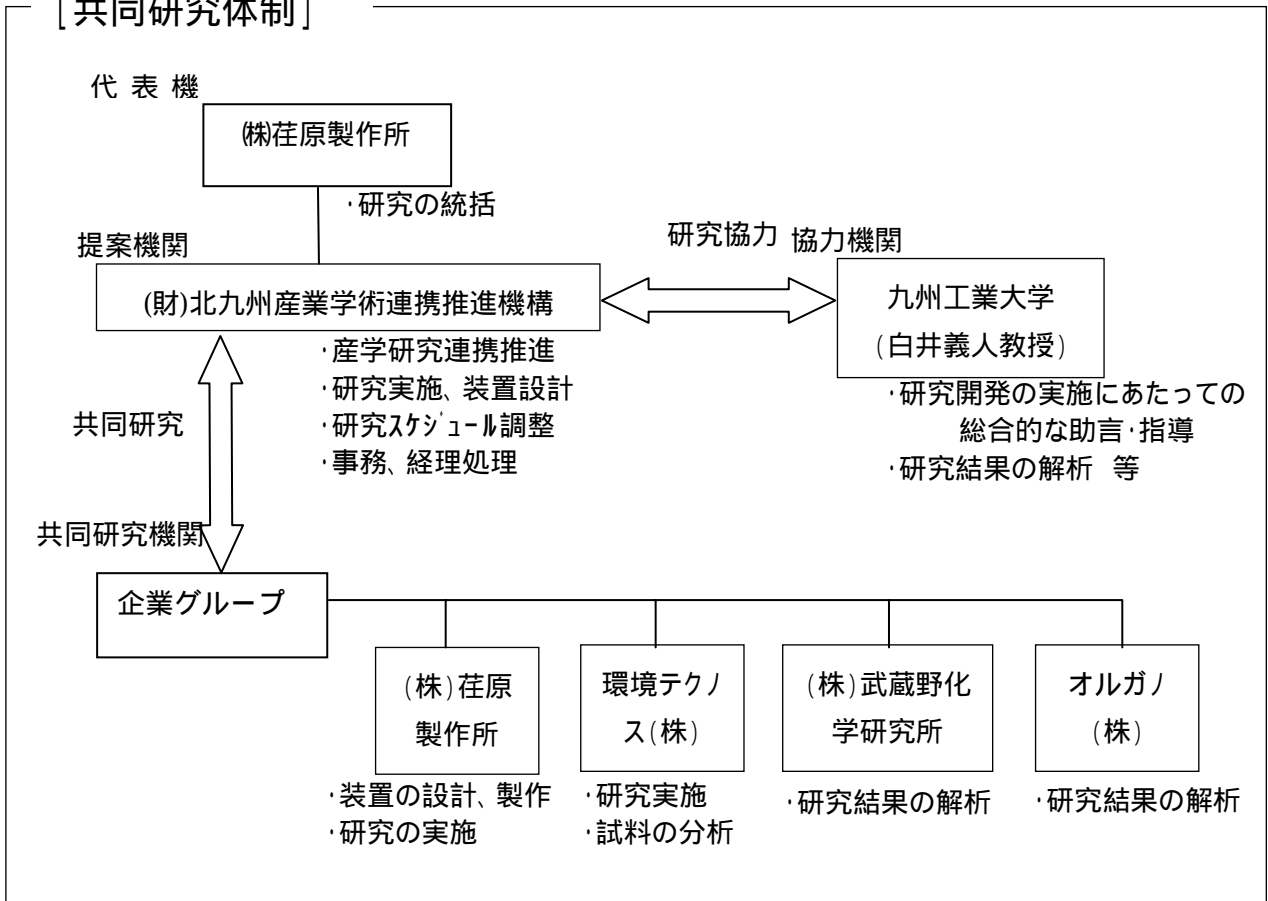


生ゴミからの高光学純度乳酸の高速製造法



【共同研究体制】



所要経費

(単位：千円)

研究項目	担当機関等	研究担当者	H14 年度	所用 経費
(提案機関)				
1. DL乳酸の消費速度を上げるための連続プロセスに関する研究	(財)北九州産業学術推進機構 九州工業大学	山崎 得司 白井 義人	3,559	3,559
2. 膜型の発酵槽によるプロピオン酸菌濃縮法に関する研究	(財)北九州産業学術推進機構 九州工業大学	山崎 得司 白井 義人	6,427	6,427
合計			9,986	9,986
(共同研究機関)				
1. DL乳酸の消費速度を上げるための連続プロセスに関する研究	(株)荏原製作所 環境テクノ(株) (株)武蔵野化学研究所 ルカノ(株)	近藤 和博 勝見 和彦 大島 透 佐藤 康平	7,680	7,680
2. 膜型の発酵槽によるプロピオン酸菌濃縮法に関する研究	(株)荏原製作所 環境テクノ(株) (株)武蔵野化学研究所 ルカノ(株)	近藤 和博 勝見 和彦 大島 透 佐藤 康平	2,430	2,430
合計			10,110	10,110

研究成果の概要

総括

現在、財団法人北九州産業学術推進機構と株式会社荏原製作所、オルガノ株式会社、環境テクノス株式会社及び株式会社武蔵野化学研究所は九州工業大学の協力の下、北九州エコタウン内において九州工業大学が中心となって科学技術振興調整費事業、生活者ニーズ対応研究によって 2000 年度に完成させた生ゴミから生分解性プラスチック(ポリ乳酸)の原料となる精製乳酸を製造する方法の実証・研究を農林水産省の支援を受け、2002 年度より実施中である。この際、高品質のポリ乳酸をつくるためには高光学純度の乳酸が必要であるが、生ゴミの腐敗により生じる DL 乳酸は生ゴミから製造される乳酸の最終的な光学純度を低下させ、ポリ乳酸の品質も低下する。この問題を解決するためには生ゴミに含まれる DL 乳酸を除去する必要がある。この方法として九州工業大学では低 pH においてプロピオン酸菌が糖の消費なしに乳酸のみを消費させることに着目し、生ゴミに混入する DL 乳酸を除去する技術を実験室規模で完成させた。しかし、一般的にプロピオン酸菌は増殖速度が低く、九州工業大学が出願中の基本特許だけでは高い生産性で生ゴミから光学純度の高い乳酸を得ることはできない。そこで、本事業ではプロピオン酸菌の消費速度を 2 倍にすることを目標とした。その成果は農水省支援の実証事業に直ちにフィードバックされ、事業の立ち上げに大きく貢献するものと期待される。

ここでの結果より、生ゴミに混入している初期乳酸をプロピオン酸菌によって糖の減少なしに除去することができ、かつ、プロピオン酸菌と乳酸菌の最適 pH を制御することでプロピオン酸菌の活性を抑えることができた。一方、膜による菌体濃縮で乳酸の生産性が 2 倍程度上昇することがわかった。

また、両者を合体させ、最初の蒸気滅菌だけで発酵期間を現在の半分程度に減少させることに目処がたった。すなわち、生ゴミからの乳酸発酵における生産性を 2 倍にすることには目処がたった。

サブテーマ毎、個別課題毎の概要

DNA を指標にした微生物分析

乳酸発酵に先行してプロピオン酸発酵で混入乳酸を除去する九州工業大学が開発した方法は、プロピオン酸菌が pH5.5 付近において糖よりも乳酸を優先的に消費すること、及び乳酸菌の増殖速度がプロピオン酸菌よりも極めて速いことを利用して、プロピオン酸菌により初期乳酸を除去した後、乳酸菌を植菌し、混合培養して乳酸発酵を行うものである。

本法は、

生ごみ糖化液中の各種栄養分を、プロピオン酸菌及び乳酸菌の培養に利用できる。すなわち、特別な培地の調整が必要ない。

初期乳酸の除去のために特別な装置が不要である。

ことから、低コストで生ごみからの L-乳酸発酵が可能であると期待された。

しかし、今回の実験から、以下の課題が明らかになった。

課題 1: pH6.5 において乳酸菌とプロピオン酸菌の増殖速度があまり変わらない。

課題 2: 糖が消費された後、プロピオン酸菌によって乳酸が消費される。

pH シフトによる発酵原料からの混合乳酸の除去

プロピオン酸菌と乳酸菌の菌体増殖速度の違いからプロピオン酸菌の活性が抑えられる仮説を立てていたが、プロピオン酸菌も活性を持続しプロピオン酸・酢酸共に生成した。糖の全体量からの乳酸の収率を考えると、(約 50%)と低収率であった。解決策としてプロピオン酸菌による初期乳酸除去後、塩酸添加により pH2.0 まで低下させ、

酸性にすることでプロピオン酸菌へダメージを与え活性を抑える方法を試みた。しかし、プロピオン酸菌をpH5.0で培養した後pH2.0まで低下させその後pH6.8まで上昇させて乳酸発酵を行うとpHの変化が広範囲であるため酸およびアルカリの薬剤コストがかかる欠点がある。そこで、以下に示す発酵pHを変化させる方法について検討した。すなわち、初期乳酸消費後pH5.0の状態に乳酸菌を植菌し、乳酸菌が十分に増殖したと考えられる時点(48h後)からpHを5.5に上げ、発酵を続けた。この結果、糖70.1g/Lから65.3g/Lの乳酸を生成することが出来、乳酸収率は約94%と高く、蒸気滅菌なしにプロピオン酸菌の活性を抑え、乳酸発酵が行える事を確認した。

膜による菌体濃縮と生産性の向上

プロピオン酸菌による初期乳酸の除去と、その後の蒸気滅菌を行うことなしに、乳酸発酵ができることがわかった。しかし、発酵時間が長く、さらに菌体濃度を上げて、発酵時間を短縮することを試みた。セラミック膜を用い、まず、乳酸発酵によって乳酸菌濃度を90Lバイオリアクター内で十分に増やした後、膜モジュールを循環させることによって濃縮した。その後、除去された液量に相当する発酵原料液を蒸気滅菌した後、20Lのバイオリアクターから90Lバイオリアクターに供給した。膜による菌体濃縮操作により菌増殖の立ち上がりが大きく上昇し、生産性が2倍程度に増加された。

波及効果、発展方向、改善点等

波及効果

本研究結果により生ゴミ中に含まれるDL混入乳酸を除去し、光学純度の高い乳酸を産業上適用可能な速度で発酵生産する技術に目処が立った。生ゴミをポリ乳酸の原料にする場合、腐敗により生じるDL混入乳酸の存在は致命傷になりかねないため、本技術は、生ゴミを付加価値が極めて高く、かつ、大きな需要の見込めるポリ乳酸化実現可能なレベルに押し上げたと言える。

発展方向

本研究の成果は北九州産業学術推進機構が中心になって取り組んでいる生ゴミの精製乳酸化事業にとって大きな福音になる。今後はこの農水省補助事業で、規模をさらに大きくした系での実証、発展が望まれる。

改善点

本法を長期に続ける場合、プロピオン酸菌の管理が重要である。適切かつ簡便な管理で長期間にわたって安定した混入乳酸の除去活性が維持されることが今後の問題である。

また、膜による高濃度培養においても雑菌汚染の機会をできるだけ減らして、要領よくオペレーションが実施される工夫も必要である。さらに、固形分が多い生ゴミ発酵液から膜の目詰まりを防止する意味からも固形分の簡便な除去法の開発もまた求められる。

研究成果公表等の状況

(1) 研究発表件数

	原著論文による発表	左記以外の誌上発表	口頭発表	合 計
国 内	0 件	0 件	0 件	0 件
国 際	0 件	0 件	0 件	0 件
合 計	0 件	0 件	0 件	0 件

(2) 特許等出願件数

0 件 (うち国内0件、国外0件)

(3) 受賞等

0 件 (うち国内0件、国外0件)

(4) 主な原著論文による発表の内訳

なし

(5) 主要雑誌への研究成果発表

なし