

一般論文

天然ゴム廃液分解処理装置の作成

笈 木 宏 和^{*1}
狩 長 亮 二^{*2}
吉 田 浩 之^{*2}
竹 下 剛^{*3}
藤 道 治^{*1}
森 哲 夫^{*4}

Construction of natural rubber waste degradating system

Hirokazu OIKI^{*1}
Katsuhisa NAGANO^{*2}
Hiroyuki YOSHIDA^{*2}
Tsuyoshi TAKESHITA^{*3}
Michiharu TOH^{*1}
Tetsuo MORI^{*1}

1. 緒 言

天然ゴムは東南アジアを中心とした国々で生産される農産物である。今日、各種の化石燃料を原料とする合成ゴムラテックスが出現し、その生産量も増加しつつあるが、天然ゴムラテックスの消費量はいっこうに減退する傾向を示していない。これは天然ラテックスの伸びが大きい、弾性が高いなどの優れた特性を有しているためと思われる¹⁻²⁾、加えて石油資源の枯渇や、大気汚染問題等から合成ゴムの使用が問題となっているため、優れた資源として現在注目が集まっている。

しかし、天然ゴム生産の問題点として、生産の過程において多量の廃液(Natural Rubber Serum, NRS)が生じる。これは、現在これといった有効な利用法がないため、小さなゴム農園ではそのまま農地に投棄、還元されたり、大規模なゴム農園では曝気槽などに通してBODを下げた後、河川等に捨てられているが、生産される量が多いため、浄化処理が追いつかず、腐敗して悪臭を放つ等の重大な環境汚染を引き起こしている¹⁻²⁾。しかし、現地では廃液処理についての研究はほとんど行われていない。

現在廃液処理はそのほとんどが発酵基質としての利用に焦点が絞られている。石崎等は、凍結乾燥により粉末状にした廃液を、乳酸菌やザイモモナスの発酵基質として、酵母エキスと同程度に利用できることを明らかとしている³⁻⁸⁾。しかし、工場内で直接廃液を高度に分解するシステムの要求も高い。

株式会社東和コーポレーションでは、これらの廃液を分解処理することのできるシステムを有している。

それは、タンク内壁に自然発生した微生物を用いて1日に数トンレベルの廃液のBOD濃度を基準値以下に減少させることが可能である。しかし、自生した微生物を使用しているため気象条件等に分解能が大きく左右されてしまうという問題点を有している。

我々の研究室では、このタンク内より廃液分解能を有する微生物及び廃液分解能は優れていないが、乳酸を生産することのできる微生物のスクリーニングを行うことに成功している。

本研究は、これらの微生物を用いて廃液分解システム構築のための各種条件の検討を行ったので報告する。

2. 実 験 方 法

2.1 試 料

実験に使用する廃液は実際に株式会社東和コー

*1 久留米工業高等専門学校生物応用化学科

*2 久留米工業高等専門学校専攻科生

*3 (株)東和コーポレーション

Copyright 2002 久留米工業高等専門学校

ポレーションより提供されたものを使用した。

廃液中には、ゴムの製造過程において亜鉛が混入され、これが微生物の成育を著しく阻害するため、実際の工業で行われている操作と同様に亜鉛の除去を行った。その過程を以下に示す。

工場廃液 2l に対しポリテツ(日鉄工業製, 亜鉛除去剤) 3m l 加える。

消石灰(水酸化カルシウム)を加え, pH を表示より 4 桁下げる。

ポリアクリルアミドを 0.002% 溶液になるように加え, 暫く放置した後, ろ過を行う。

2.2 微生物塊

実験に使用した微生物塊は, 工場で実際に運用されている廃液処理システム内より分取した。1 つは廃液分解能を有した藻類であり, 廃液の BOD を効率的に原用させることが知られている。

もう一つは廃液の分解能はあまり優れていないが, 分解により乳酸を生産することのできる菌であり, 廃液より資源として利用することのできる乳酸を生産できる。

2.3 固定化

微生物の固定は, 吸着固定樹脂, 包括固定樹脂, ガラスビーズ吸着法及びマイクロカプセルを用いた方法の 4 種類を試みた。以下にその手順を示す。

i) 吸着固定樹脂

富士紡績のキトパール SH-3010 を使用した。生理食塩水で洗浄後, 同溶液に浸して滅菌処理した樹脂を, あらかじめ植菌したアスコルビン酸を含んだ廃液の中に入れ, 1 日~数日培養を行うことにより樹脂内に菌を生育させた。廃液を除き, 生理食塩水で数回樹脂を洗浄した後, あらたに廃液を加えて培養を行った。

ii) 包括固定樹脂

樹脂の固定は開始剤にベンゾインイソブチルエーテルを用いた ENT(Hydrophilc)の重合体を用いた。

2.5g ENT 中に泡を立てないようにベンゾインイソブチルエーテルを 0.02 g 加え, あらかじめ廃液中で培養を行った菌液を 1.5 m l 加えた。よく混合した後, ガラス板の上に伸ばし, 大きなガラス板ではさんだものに紫外線を照射し, 重合させた。

重合終了後, 樹脂を数 cm 四方の大きさに切断し, i)と同様に培養を行った。

iii) ガラスビーズ吸着

廃液をガラスビーズに浸し, 菌体の接種を行い, 数日間培養を行うことによりガラス表面に菌体を生育させた。

iv) マイクロカプセル法

アルギン酸ナトリウム 0.1g を 5ml の水に溶し, 微生物菌体を 1m l 加えた後, 塩化カルシウム水溶液を滴下し, 直径 4mm 程度の樹脂を形成させた。

2.4 装置作成

分解処理は連続培養により行った。

装置の概略図を図 1 に示す。タンクの全容量は 1l であり, 廃液 750m l を入れ, 雑菌の生育を防ぐために 121℃, 20 分間滅菌処理を行った後, 上記に示す樹脂 2g 程度を加え, 37℃ で連続培養を行った。すなわち, 廃液を固定化した微生物菌体が入ったタンクの中に供給し, それと同量だけタンク内の分解液を抜き取ることにより, 老廃物の蓄積なしに分解処理を連続的に行うことができる。

上記の操作を乳酸菌, 藻類の 2 種類それぞれについて行った。

なお, 藻類の場合はマグネチックスターラーを用いて攪拌を行いながら分解処理を行った。

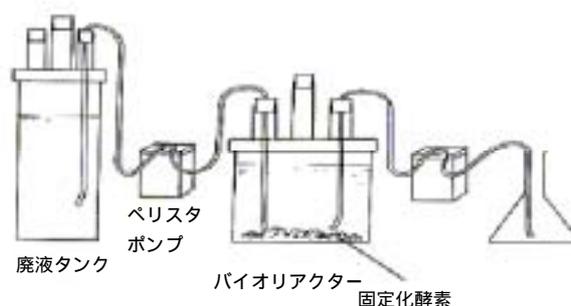


図 1 廃液分解装置

2.5 分析

分解の評価は, 廃液に含まれるアミノ酸濃度の変化及び有用生産物の生成の確認により行った。アミノ酸濃度は 2,4-ジニトロフルオロベンゼンを用いた呈色反応により⁹⁾, 乳酸濃度は, p-ヒドロキシビフェニル法を用いて⁹⁾測定を行った。また, 乳酸を生産したバクテリアは, 糖類発酵性試験¹⁰⁾を行った。

3. 実験結果

3.1 乳酸菌による乳酸生産能試験

図 2 に, 各種固定樹脂を用いて乳酸菌による乳酸生成能を検討した結果を示す。これより, マイクロ

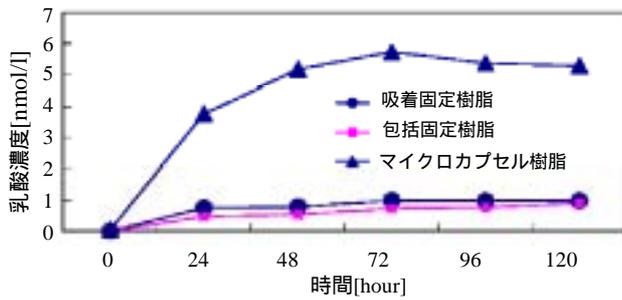


図2 各種固定樹脂を用いて固定化した時の乳酸生産菌の乳酸生産能変化

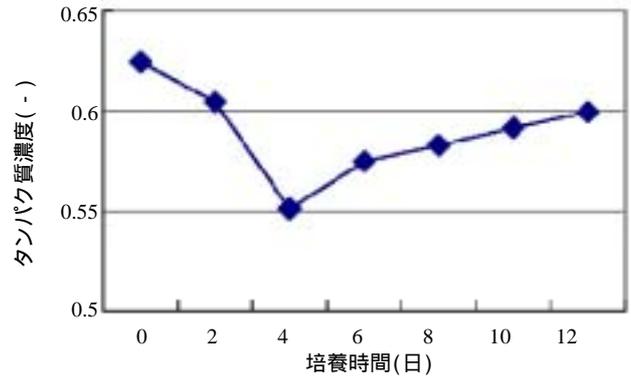


図3 包括固定樹脂を用いて固定化した時の藻類のアミノ酸分解能の変化

カプセル法が非常に優れた乳酸生産能を示すことが確認できる。この理由として、マイクロカプセルは樹脂同士の結合が緩いことから他の樹脂に比べて廃液との接触面積が大きくなるため、反応がスムーズに進行すること、かつ生成した乳酸が樹脂外に排出されやすくなっているため、生成物阻害も起こりにくくなっていることが上げられる。

以上の点より、マイクロカプセルを用いる事により効率的に乳酸の生産を行うことが可能になる。

なお、pHコントロールを行った培養も行ったが、乳酸生産能の大きな違いは確認できなかった。これは、廃液中に含まれているアミノ酸などの炭素源の濃度が通常の培地などに比べて低いため、乳酸の生産量も低くなり生成物阻害が起こりにくいからであると考えられる。

3.2 乳酸菌による乳酸生産能試験

各種固定樹脂を用いて乳酸菌による乳酸生成能を検討した結果、ガラスビーズ法が非常に優れた乳酸生産能を示すことが確認できた(データ示さず)。しかし、ガラスビーズ法は生育した菌体が分解物を汚染するため廃液処理には適さないと判断し、連続培養には包括固定樹脂を用いることとした。

その結果を図3に示す。これより、4日目までは廃液中のアミノ酸濃度が減少し、良好な分解を確認することができるが、それ以降は逆にアミノ酸濃度の上昇が怒っている。これは、菌体が死滅することにより廃液自身を汚染しているなどの理由が考えられるが、詳細は今後の検討課題である。

4. 結論

各種固定樹脂を用いて乳酸菌及び藻類の最適固定樹脂の選定を行うことができた。今後は、両装置を接続し、乳酸を生産し、得られた乳酸をイオン交換カラムにより回収し、さらに藻類により完全分解するためのシステムを構築する予定である。

参考文献

- 1) 新ゴム技術入門：日本ゴム協会編(1975)
- 2) Kageyama, K., Natural rubber: current developments in product manufacture and applications, A. A. S. A. Kadir (Ed.)
- 3) A. Ishizaki. Microb. Utiliz. Renewable Res., 6, 235(1989)
- 4) S. Tripetchkul, M. Tonokawa and A. Ishizaki. J. Ferment. Bioeng., 74, 384(1992)
- 5) A. Ishizaki, Biotech. Biosci. Biochem., 59, 1150(1995)
- 6) H. Oiki, K. Sonomoto and A. Ishizaki. J. Ferment. Technol., 82, 165(1996)
- 7) H. Oiki, K. Sonomoto and A. Ishizaki. J. fac. Agr., Kyushu Univ., 40, 271-277(1996)
- 8) K. Sonomoto, S. Etoh, H. Oiki and A. Ishizaki. Ann. N. Y. Acad. Sci., 864, 502 (1998)
- 9) 分析化学便覧(改訂二版)：日本分析化学会編 (1971)
- 10) 乳酸菌実験マニュアル：乳酸菌研究集談会編 (1992)

(2002年11月21日受理)

* ~ * ~ * ~ * ~ * ~ * ~ * ~ * ~ * ~ * ~ * ~ * ~ * ~ * ~ * ~ *