

## 微生物による発泡スチロール溶液分解物の分子量分析

呉工業高等専門学校専攻科 学生員 ○町支 康成  
呉工業高等専門学校 正会員 及川 栄作

### 1. はじめに

発泡スチロール (EPS) はポリスチレンビーズを蒸気で加熱することによって形成され、衝撃緩衝性に優れ、任意の形に加工することが容易で、安価であることから食品トレイや家電製品の梱包材として大量に使用されている。しかし、いったんゴミとして排出されると、処理・処分の過程において様々な問題が発生する。一般に回収された発泡スチロールのうち、汚れや品質劣化によって再利用に不適とされた発泡スチロールは単純焼却もしくは埋立処分される。

これらの背景を踏まえ、最近では再利用技術も徐々に進んできた。現在の EPS リサイクル率はマテリアルリサイクルやサーマルリサイクル等により 80%を超えているが、マテリアルリサイクルのほとんどが、別製品に生まれ変わるリサイクルであり、ポリスチレンやスチレンに戻すリサイクルはバージンポリスチレンに比べ、リサイクルされたポリスチレンの質の劣化やリサイクルのコスト高によって、進められていないのが現状である。

そこで本研究は、ポリスチレン分解菌による発泡スチロールのバイオリサイクルシステム構築を最終目標としている。既存の研究により、ポリスチレン及びスチレンモノマー分解菌 *Bacillus thuringiensis* STR-Y-O を環境中から単離している。本研究では、ポリスチレン分解物の同定を目的として、ゲル浸透クロマトグラフィーを用いた重合度解析によって調べた。さらに応用例として使用済みかき養殖いかだフロートの分解処理を行う上で、STR-Y-O の増殖に対する影響について調べた。

### 2. EPS バイオリサイクルシステムの概要

発泡スチロール (EPS) は熱減容や減溶剤によって他のプラスチック製品へのリサイクルなどが行われている。これに対して、本研究で目的とする最終的リサイクル形態は、発泡スチロールを H<sub>2</sub>O や CO

2 のような無機物にまで分解するバイオリサイクルである。具体的な構想としては、図-1 のように発泡スチロールを既存のリモネンによってポリスチレン (PS) に減容し、その後ポリスチレン分解微生物 STR-Y-O 株によるポリスチレン (PS)、スチレンモノマー (SM) およびリモネン分解による完全分解を目指すものとする。この分解系の特徴としては、汚れや臭いのついたリサイクルできない EPS の微生物分解処理とリモネンによる減容によって 30% の CO<sub>2</sub> の削減が可能である点である。このバイオリサイクルシステムの対象は広島地域の牡蠣養殖用いかだのフロート (浮き) として利用される発泡スチロール (年間 550 トン排出) を考えており、地域貢献と環境保全が期待される。

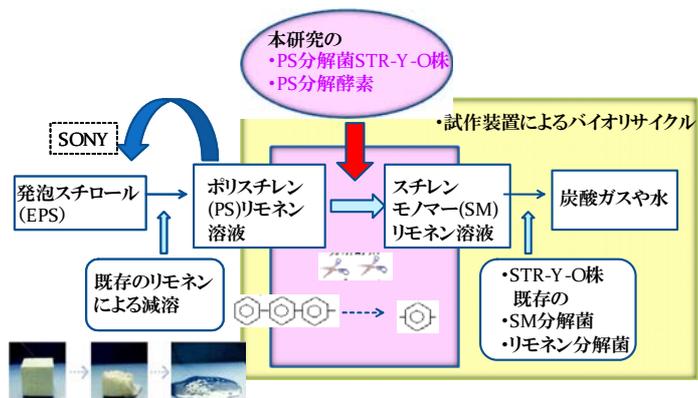


図-1 EPS バイオリサイクルシステム

### 3. ポリスチレン分解物の分析

#### 1) 実験方法

分解菌を 1 × LB 寒天培地で静置培養、これを 1 × LB 液体培地に植えて前培養し、翌日 20mL の M9 液体培地の入った 100mL 容共栓付き三角フラスコに植え継ぎ、35℃、130rpm で振とう培養した。OD<sub>600nm</sub> が 0.2 に達したところで、0.3mg/mL の発泡スチロール溶解液 (ジクロロメタンで溶解した EPS) を 200 μL (60 μg) 添加した。その後 8 日間培養した EPS 分解物をジクロロメタン抽出し、ポリスチレンのゲル浸透クロマトグラフィー (GPC) に

キーワード 発泡スチロール, ポリスチレン分解菌, バイオリサイクル

連絡先 〒737-8506 広島県呉市阿賀南 2 丁目 2-11 TEL 0823-73-8951 E-mail oikawa@kure-nct.ac.jp

よる分子量測定と分子量分布の分析を委託により行った。

2) 実験結果

図-2 に分析の結果を示す。図はピークを見やすいように拡大表示したもので、黒と赤の線 (8.2min 時ピークの上2つ) が菌なし (control) で青と緑の線 (8.2min 時ピークの下2つ) が菌あり (STR-Y-O 株による分解) を示す。また、8.2 min の大きなピークは、ポリスチレン (平均分子量: 11672、重合度: 約 112) を表す。

まず 8.2min に見られるピークでは、control のピークが大きく (平均: 50.979mV)、STR-Y-O のピークが小さい (平均: 48.87mV) ことが示されている。また、分解菌 STR-Y-O に関しては 9.8min 付近で他よりもピークが高くなっている。これは低分子化されたポリスチレンを検出した可能性もあるが、別の酵素によるスチレンオリゴマーが生成された可能性もあり、この物質の同定や生成メカニズムについては今後の課題である。また、他に目立ったピークが見られないことから分解されたポリスチレンの多くが STR-Y-O の保有するスチレンモノマー分解遺伝子によって CO<sub>2</sub> や H<sub>2</sub>O といった検出できない程度の分子量まで分解されているのではないかと予測される。

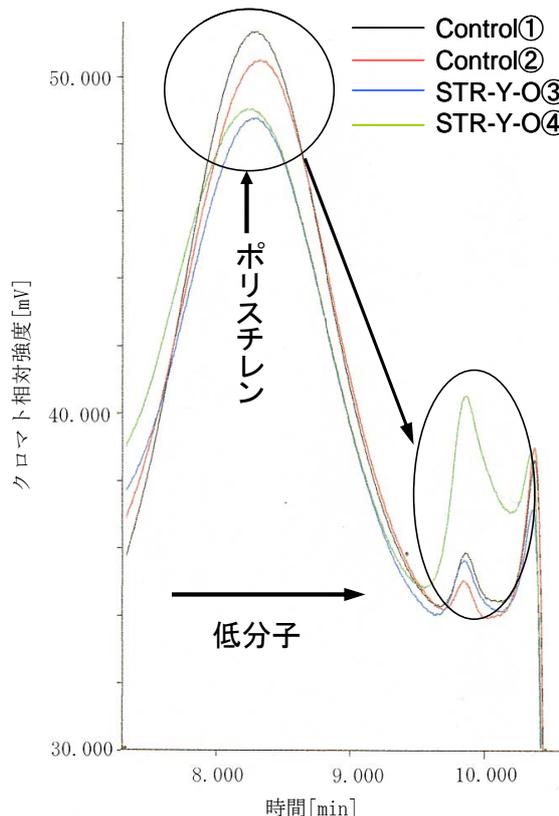


図-2 EPS 分解後の平均分子量

4. 使用済みEPS溶液と新品EPS溶液における分解菌の増殖度測定

1) 実験手順

3章の分解物分析と同じ条件で 1 × LB 培地による植え継ぎ培養を行い、OD<sub>600nm</sub> が 0.2 に達したところで、ジクロロメタンで溶解した使用済み EPS かき養殖用いかだのフロートとして利用されている発泡スチロール (5年使用) 溶解液と新しい EPS 溶解液を添加し、35°C に設定したウォーターバスにより 10 時間振とう培養を行った。

その後、分光高度計により、経過時間毎の増殖値 (OD<sub>600nm</sub>) を測定した。

2) 測定結果

図-3 に実験結果を示す測定開始から 5 時間程度たっているところにおいて若干の増殖の減少が見られるが、ほとんど変わっていない。このことから、使用済みの発泡スチロール溶解物でも STR-Y-O は良好に増殖が行われる可能性が示された。

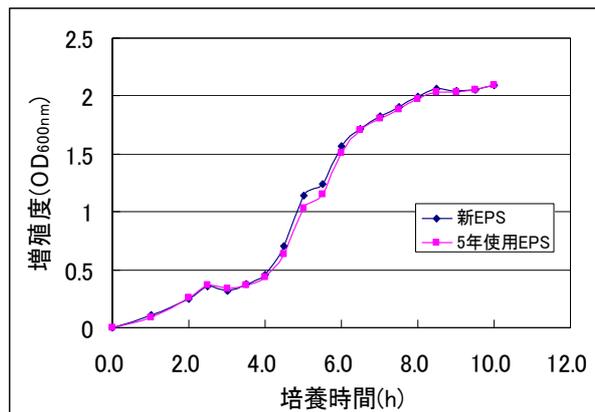


図-3 使用済み EPS 溶液における分解菌の増殖度測定結果

5. まとめ

本研究より、ポリスチレンは STR-Y-O 株によって、多くがポリスチレンからスチレンモノマー反応を経て GPC では検出できない程度の小さな分子量まで分解 (完全分解) されているのではないかと推測された。また、使用済み EPS 溶液と新品 EPS 溶液における分解菌の増殖度はほとんど変化がないことが分かり、これまでと同様な分解を示す可能性が示された。今後の課題としては、GC-MS による分析を行い、今回生成されたと思われる低分子物質の同定、および使用済み EPS の分解能実験を行う必要があると考えられる。