

生分解性プラスチックの適正使用のための 分解菌データベース作成に関する研究

山本 忠*

生分解性プラスチックの土壌中での分解性を的確に予測するために岩手・秋田・宮城の土壌を対象に、ポリ乳酸、ポリヒドロキシブチレート、ポリカプロラク톤の分解菌の定量を行った。各地点の土壌中には、全国の他地域と同等の生分解性プラスチック分解微生物が存在することがわかった。その結果、生分解性プラスチックの分解が遅れる原因は、微生物が少ないためでないことが分かった。
キーワード：生分解性プラスチック、分解菌、ポリ乳酸、ポリヒドロキシブチレート、ポリカプロラク톤

Development on Distribution Map of Degrading Microorganisms for Suitable Application of Biodegradable Plastic

YAMAMOTO Tadashi

The fixed quantity of bacteria of polylactic acid, poly hydroxy butyrate, poly caprolactone was done for the soil in Iwate and Akita and Miyagi in order to accurately estimate the degradability in the soil of biodegradable plastic. It was proven that equivalent biodegradable plastic degrading microorganism in the soil in the each point with another national region existed. As the result, it was proven that the reason of retarding the decomposition of the biodegradable plastic was not being accumulated there small.

key words : biodegradable plastic, degrading microorganisms, polyactic acid, poly hydoroxybutyrate, poly caprolactone

1 緒言

生分解性プラスチック研究会事務局の大島一史によれば生分解性プラスチックの定義¹⁾は、使用中は従来のプラスチックと同じ機能を保ち、使用後は自然界の土の中や水中に存在する微生物の働きによって、環境に悪影響を与えない低分子化合物に分解され、最終的に水や二酸化炭素などの無機物に分解される高分子素材と説明されている。現在、各種の生分解性プラスチックが開発されており、日本国内でも平成15年度には2万トン以上生産されている²⁾。しかし、環境中での分解に関与する微生物についてはデータがほとんどなく、その挙動は体系化されていない。

本県では生分解性プラスチックの袋による家庭生ごみ収集のモデル事業を平成10年に当センターも参加して行い、地域への普及の問題点が検討されている³⁾。その際に、生分解性プラスチックの袋で収集した生ごみの堆肥化の過程と一般細菌や脂質分解菌等の関係を調べ、ポリバケツで生ごみを収集する従来法と差が見られないことを報

告⁴⁾している。その経験を踏まえ、金ヶ崎町では生ごみ収集に生分解性プラスチックの袋を平成14年から本格採用している実績がある。また、岩手県農業研究センターでは、農業資材としての適性試験を実施して、参考事項として農家に情報を提供⁵⁾している。

生分解性プラスチック使用の増加を受けて、環境省は平成14年度から平成16年度にかけて、独立行政法人産業技術総合研究所に委託研究として「生分解性プラスチックの適正使用のための分解菌データベース作成」事業を進めている。当センターも平成14年度からこの研究に参加しており、今回は平成15年度に行ったポリ乳酸、ポリヒドロキシブチレート、ポリカプロラク톤分解菌の定量結果を報告する。

2 実験方法

2-1 分析用土壌の採取

試験に用いた土壌採取地点は、高分子分科会(高分子系公設試グループ)が、1999年から2001年にかけて生分解

* 食品技術部 (現在 企画情報部)

性プラスチックの埋設試験を行った地点とした。この研究には当センターでも参加しており、岩手県の土壌採取地は、引き続き岩手県農業研究センター(岩手県北上市)の圃場とした。この研究事業の土壌採取マニュアル⁶⁾にしたがって、表面から5~10cmの土壌を採取し、直ちに微生物培養試験に用いた。

同様に、宮城県工業技術センターの敷地内で、秋田県大潟村の畑地で各県の担当者が採取し、低温で送付した土壌を微生物分析試料とした。対照とした土壌は、同様にして送付された独立行政法人産業技術総合研究所関西センター(大阪府池田市)の敷地内土壌を用いた。

2-2 試料の調製・前処理

試料の調製・前処理は、この研究事業の土壌採取マニュアルにしたがって行った。他の機関から受け取った試料の処理までの保存は冷蔵庫(4℃)で行った。袋中で攪拌して均一にした後、乾熱滅菌したアルミホイル上、1mm目のステンレスふるいをを用い、落ち葉・小石・植物の根を除き使用した。

土壌10gをフィルターつきストマカー袋に入れ、滅菌した生理食塩水90mlを加え、よく懸濁し、超音波処理3分後、最上層を培養試験に用いた。

2-3 分解菌検出用培地

分解菌の一次分離用の培地としては、本事業の実験マニュアル⁷⁾により平板培地を作成した。ポリヒドロキシブチレート・バリレート分解菌培地ではmパウダー状樹脂を添加して、オートクレーブ後平板培地にして使用した。ポリヒドロキシブチレート分解菌培地では、パウダー状樹脂(アルドリッチ社製:分子量不明)を添加して、オートクレーブ後平板培地にして使用した。ポリカプロラクトン分解菌培地では、別途ポリカプロラクトン(和光純薬:分子量4万)乳化液を調整し、同様に行った。ポリ乳酸分解菌培地でも、別途ポリ乳酸(分子量1万、あるいは分子量2千)乳化液を調整し、同様に行った。

2-4 土壌水分分析

土壌試料から約10gを秤量したアルミ缶に精秤して、105℃の送風乾燥機で2時間乾燥し、水分を計算した。

3 結果

岩手・秋田・宮城の土壌を対象に、生分解性プラスチック分解菌の定量を行った。培養後、3日目、7日目、14日目で、培地にハローを形成したものを分解菌として計測した。当センターで分担した培養7日目の土壌1g中の分解菌の数(CFU)と、培養7日目の全微生物数、さらに全微生物に対する生分解性プラスチック分解菌の出現割合をまとめて表1に示した。

4 考察

1999年から2001年にかけて全国の公設試験場のメンバ-などからなる産業技術連携推進会議物質工学部会高分子分会による生分解性プラスチックの物性の変化を中心とした全国土壌分解試験(フィールドテスト)が行われた。その研究成果⁸⁾として、岩手の水田での生分解性プラスチックの埋め込み20週後の分解率は、バイオボール(モンサント社の製品、ポリヒドロキシブチレートが構成成分)では10%と、水田の全国8ヶ所の平均値19%に比べ低い結果となっている。また、セルグリーン(ダイセル化学工業株式会社の製品、ポリカプロラクトンが構成成分)は、岩手の水田での分解率が0%、水田の全国8ヶ所の平均2.1%とやはり岩手での分解率が低い結果が得られている。この結果から、水田は数ヶ月間の湛水期間があり嫌気状態となるため、好気的な条件が続く畑地へはそのまま適用できないが、全国の他の地区に比べ、岩手の土に埋設した生分解性プラスチック分解速度が遅い理由は、分解微生物が少ないのか温度が低いためのものか明らかにできなかった。

平成15年度は、岩手・秋田・宮城の土壌を対象に、ポリ

表1 生分解性プラスチック分解菌の検出数(培養1週間後)

(微生物数 cfu 個×10³/g 土壌)

(分解菌出現率 %)

| 関連製品名 | 記号 | 成分 | 測定時期 | 岩手(畑地) | | | 秋田(畑地) | | | 宮城(敷地内) | | | 全国平均(畑地) | | |
|--------|-----------|--------------------|--------|--------|------|--------|--------|------|--------|---------|------|--------|----------|------|--------|
| | | | | 分解菌 | 全微生物 | 分解菌出現率 | 分解菌 | 全微生物 | 分解菌出現率 | 分解菌 | 全微生物 | 分解菌出現率 | 分解菌 | 全微生物 | 分解菌出現率 |
| バイオボール | PHB | ポリヒドロキシブチレート | 平成15年秋 | 273 | 320 | 85 | 705 | 2567 | 27 | 171 | 1307 | 13 | 169 | 875 | 19 |
| セルグリーン | PCL | ポリカプロラクトン | 平成15年秋 | 133 | 320 | 42 | 867 | 2567 | 34 | 267 | 1307 | 20 | 126 | 875 | 14 |
| バイオボール | PHB/V | ポリヒドロキシブチレート/バリレート | 平成15年春 | 940 | 9150 | 10 | 40 | 4940 | 1 | 40 | 1070 | 4 | 90 | 2300 | 4 |
| ラクティ | PLLA10000 | ポリ乳酸(分子量1万) | 平成15年春 | 3 | 4300 | 0 | 2 | 285 | 1 | 2 | 400 | 1 | 1 | 3433 | 0 |
| ラクティ | PLLA2000 | ポリ乳酸(分子量2千) | 平成15年春 | 27 | 4300 | 1 | 14 | 285 | 5 | 5 | 400 | 1 | 25 | 3433 | 1 |

乳酸、ポリヒドロキシブチレート、ポリカプロラク톤の分解菌の定量を行った。当センターで測定した各地点の土壌中には、全国の他の地域と同等の生分解性プラスチック分解微生物が存在⁹⁾することがわかった。また、中山らにより測定された各地の土壌抽出液で生分解性プラスチック分解活性の指標の一つとなるBODを同一条件で測定した結果でも岩手県の土壌は他の地域と同等以上であった。また、平成14年度に行った岩手・秋田・宮城県下の土壌の一般土壌微生物を細菌、糸状菌、放線菌に分類して定量した結果、およびポリ乳酸(ラクティ)とポリブチレンスクシネートアジペート(ピオノーレ)について分解菌を測定した結果でも他の地区と同じレベルの微生物数が観測できた¹⁰⁾ことと一致した。

温度の影響については、高分子分科会にフィールドテストのまとめの中で、15~18に最適温度がある素材と温度に影響されない素材群がある¹¹⁾としている。また、夏と冬では分解速度に大きな差があるとしている。

その報告と今回の分解菌の数が同等に存在するという結果を踏まえて、岩手など東北で埋設済みの生分解性試料の分解が他の地区に比べ遅く、生分解性プラスチックの残存率が高い原因を明らかにするためには、微生物の活動状況を温度帯別で調べる必要があると考えている。

本研究は、「生分解性プラスチックの適正使用のための分解菌データベース作成」事業の一部として行った。実施に当たり、実施機関の責任者として御指導いただいた独立行政法人産業技術総合研究所主任研究員中山敦好氏に感謝いたします。なお、土壌採取にあたりお世話いただきました岩手県農業研究センター環境保全研究室長築地邦

晃氏、並びにそれぞれの地区で土壌採取いただいた秋田県工業技術センター鎌田 悟氏、宮城県産業技術総合センター佐藤勳征氏に感謝いたします。

文 献

- 1) 株式会社エヌ・ティー・エス編集企画部編：生分解性プラスチックの高機能化とその応用：株式会社エヌ・ティー・エス,p119(2003)
- 2) 大島一史：工業材料，49(10)，p18((2001)
- 3) 岩手県水沢地方振興局保健福祉部：地域発/リサイクル推進事業報告書(2000)
- 4) 山本忠、小向隆志、山本まき子：第11回廃棄物学会研究発表会講演論文集 295-297(2000)
- 5) 岩手県農業研究センター試験研究成果：生分解性プラスチックマルチの特性と選択の目安(2001)
- 6) 中山敦好：土壌採取マニュアル(2002)
- 7) 中山敦好：実験マニュアル2003(2003)
- 8) 産業技術連携推進会議物質工学部会高分子分科会編：生分解性プラスチック共通試験報告書(2003)
- 9) 中山敦好：生分解性プラスチックの適正使用のための分解菌データベース作成事業平成15年度秋季検討会資料(2003)
- 10) 相羽誠一、中山敦好、川崎典起、山野尚子、常盤 豊、土井明夫、平栗洋一：生分解性プラスチックの適正使用のための分解菌データベース作成に関する研究事業報告書(2004)
- 11) 産業技術連携推進会議物質工学部会高分子分科会編：生分解性プラスチック共通試験報告書, p79(2003)