

生分解性プラスチックのフィールドテストについて

—フィルム畑地への埋設試験結果—

宮崎博文・末光宣雄
工業化学部

Field Test on Biodegradable Plastics Polymers

—Burying Test of Plastics Film into Dry Field—

Hirofumi MIYAZAKI・Nobuo SUEMITU
Industrial Chemical Division

要旨

市販の6種類の生分解性プラスチックのフィルムについて、20週間にわたり畑地への埋設試験を行い、生分解の進行状況を重量保持率、引張強度、目視による観察、赤外分光分析等の方法により確認した。

1 はじめに

生分解性プラスチックとは、使用中は通常のプラスチックと同程度の機能を保ちながら、使用後は自然界に存在する微生物の働きによって低分子化合物に分解され、最終的には炭酸ガスや水などの無機物に分解される高分子素材である。生分解性プラスチックは、環境中の微生物により容易に生分解されることから、地球にやさしい合成樹脂として、食器トレイ、消費者用ポリ袋、農業用マルチフィルム等への利用が進展しつつある。しかしながら、実際のどのくらいの時間でどれだけ分解されるのか、生分解性の地域特性はあるのか否か等の基礎的データ集積はまだ緒についたばかりであり、生分解性データの体系的集積・解析が求められている。

このため、平成11年度、公的研究機関の全国組織である工業技術連絡会議物質工学連合部会高分子分科会は、生分解性プラスチックの更なる実用化・用途拡大・普及促進等を目的として、同分科会56機関の参加のもとに、フィールドテストを実施することになり、当機関において本調査に参加し、フィルムの畑地への埋設試験を行ったので結果を報告する。

2 試験の方法

2.1 試験片の種類及び形態

試験に用いた生分解性プラスチックフィルムは、Table 1に示す市販の6種類のフィルムである。

試験片は、あらかじめダンベル状または短冊状に裁断したものを、埋設前に一片ごとの厚み、幅、重量、引張強度の計測を行った。

Table 1 試験に用いたフィルム

名称	メーカー名	グレード	厚み(μm)
ビオグリーン	三菱ガス化学	PHB	100
マタービー	日本合成化学工業	ZF03U/A	20
レイシア	三井化学		25
ビオノーレ	昭和高分子	#3001	20
セルグリーン	ダイセル化学工業	PHB02	20
ユーベック	三菱ガス化学		20

2.2 埋設場所の状況

試験片の埋設場所は、大分県農業技術センター(宇佐市)実験圃場の畑地で、試験期間中はクロラタリア(豆科、1年生)の植付けを行った。

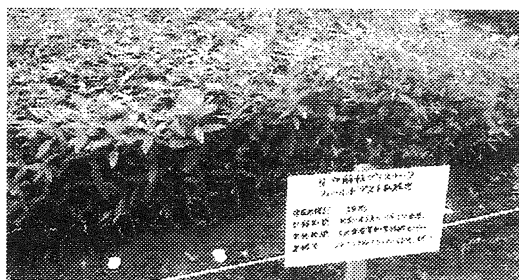


Fig.1 埋設場所の状況

土壌の区分は、貝原統(細粒褐色森林土)で、土壌のpHは、5.9であった。また、埋設期間中の月平均の気温及び降水量は、Table2に示すとおりである。

Table 2 気温及び降水量

埋設月	6	7	8	9	10	11
気温(°C)	23	25	27	26	20	14
降水量(mm)	390	129	325	440	42	72

(大分地方気象台調べ)

2.3 試験片の埋設方法

試験片は、種類及び埋設期間ごとにポリエチレン製の網袋に5片づつ入れ、これらの網袋には番号を書き込んだ目印のタグを取りつけた。クロタラリアは、畝間30センチの条播にし、試験片を各畝間に5センチメートルの深さに埋設した。埋設期間は、6月から11月にかけて、1、3、6、9、16、20週間とし、埋設期間終了日に取り出し、水洗いした後、デシケーター中で48時間以上乾燥したものを試験に供した。

2.4 保持率の測定

生分解の程度を把握するために、試験片の寸法変化の測定（厚み、幅）と重量変化の測定及び引張試験を行った。同時に、試験片の形状や色の変化について、目視による外観の観察を行った。

2.5 赤外分光分析

試験片の一部を採取して、顕微ATR法による赤外分光分析を行い、得られた測定スペクトルのデータをもとに、特定の吸収ピーク強度から生分解の経時変化を検討した。

3 試験の結果

3.1 試験片の寸法変化

試験片の厚み及び幅を埋設前のものと所定の期間埋設したものについてマイクロメータで測定した。20週を経ても試験片の形状に変化が見られなかったレイシアについての測定値を、埋設前の測定値に対する百分率で示した保持率は、Table3に示すとおりである。

Table 3 レイシアの平均寸法保持率 (%)

週	1	3	6	9	12	16	20
厚さ	106	108	118	113	125	120	99
幅	106	100	117	100	100	100	100

Table3の結果から、埋設期間が経過しても保持率の減少は見られず、むしろ埋設前より上回る結果となっている。これは生分解の進行により、特に、厚さ方向に顕著に膨潤が生じたためと考えられる。このことは、他のフィルムについてもほぼ同様であった。

3.2 試験片の重量変化

重量変化を3.1と同様な方法で測定して保持率を求め、フィルムの種類ごとに変化の様子を描いたのがFig.2である。

重量保持率の経時変化は、試験片の生分解の進行状況を示している。Fig.2からマタービとピオノーレが最も分解速度が速く、次にセルグリーンが速く、ピオグリーン、レイシア、ユーベックは、いずれも遅く、20週経過しても70~85%の保持率であった。

3.3 試験片の引張強度変化

20週経過後も形状変化の見られなかったレイシアを除いては、3~9週目以降は元の形状を保持しておらず引張強度試験はできなかった。Fig.3は、その結果であるが、試験のできなかったものについては、保持率0で示してある。

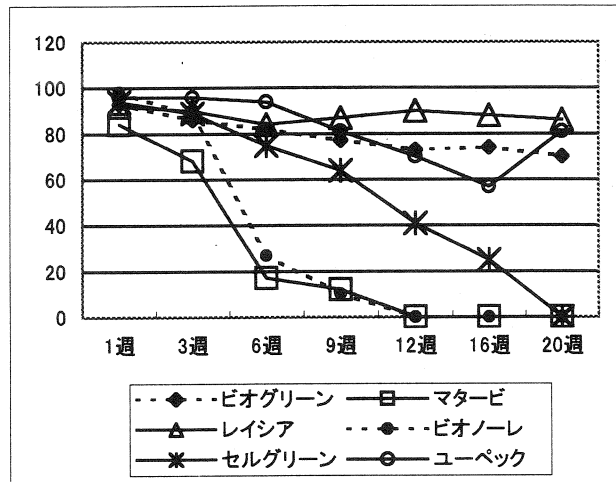


Fig.2 フィルムの種類ごとの重量保持率 (%)

引張強度保持率の経時変化を重量保持率のそれと比較すると、かなり早い時期に低下するものが多く、マタービとピオノーレが1週目に、ピオグリーン、セルグリーン、ユーベックも3週目には50%以下となった。これに対して、レイシアは12週目まで70%以上を保持した。

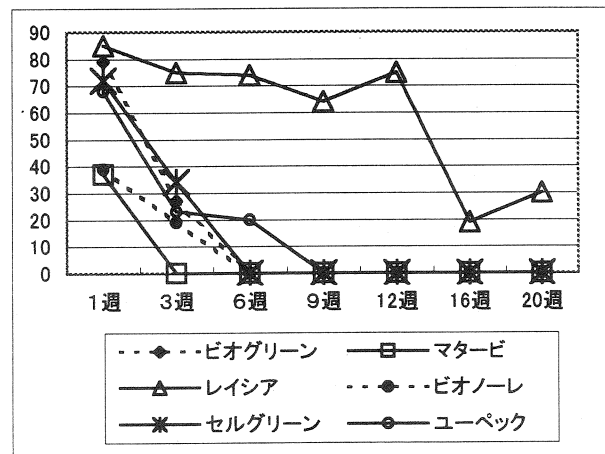


Fig.3 フィルムの種類ごとの引張強度保持率 (%)

3.4 目視による観察

各試験片について経時変化の様子をを写真撮影し、目視により形状の変化及び色の変化を比較観察した。生分解の進行状況を次の表現により5段階に区分し、観察結果に基づき1~5度の数量表示を行った。

Table 4 形状変化の観察による区分

度	生分解による形状変化のようす
5	原形を保持している。わずかに分解の徴候がある。
4	破断、薄肉化、穴空きが生じ、分解がやや進行している。
3	原形が崩れ、多くの小片にちぎれ、分解が顕著である。
2	原形を留めず、粉々にちぎれ、分解の最終段階に至る。
1	試験片の断片は消滅し、完全な分解に至っている。

Table 5 色相変化の観察による区分

度	生分解による色相変化のようす
5	変色は無し。
4	わずかに黄褐色を帯びている。
3	部分的に褐色を呈している。
2	全体に褐色を呈している。
1	完全分解

目視による形状変化の観察結果は、重量保持率の変化とほぼ同一傾向を示している。マタービ、ピオノーレ、セルグリーンは、12~20週目で試験片の断片は消失し、完全分解に至った。ピオグリーン、レイシア、ユーベックは、生分解の中間段階（3~4度）までしか進行しなかった。

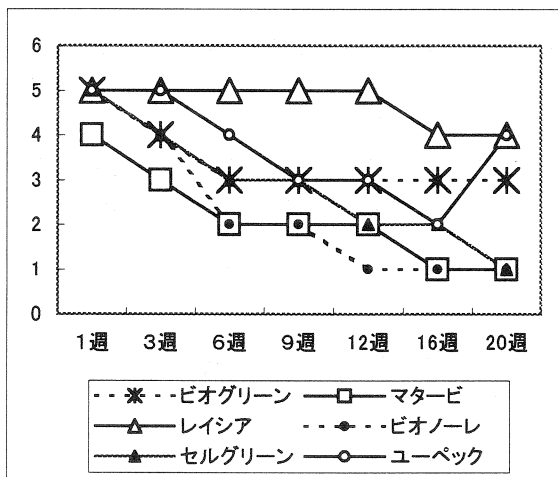


Fig. 4 目視による生分解の段階表示

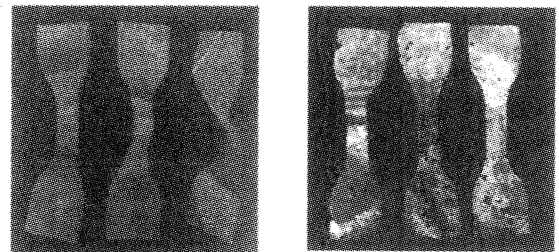
重量保持率の変化で見た生分解の進行状況が、6種類のフィルムのうち中間的なセルグリーンについて、形状変化の様子を写真に収めたのが Fig.5 である。

セルグリーンの経時変化の写真は、重量保持率及び目視による観察から得られた結果と良く一致している。

また、色相変化の観察結果は、重量保持率の変化や目視による形状変化とは異なり特定の傾向を示さず、生分解の進行状況を判断する指標にはならないことがわかった。

3.5 赤外分光分析の結果

各試験片の経時変化を顕微ATR法による赤外分光分析を行い、測定スペクトルのデータを得た。

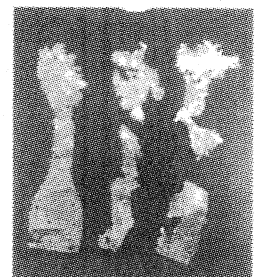


1週目

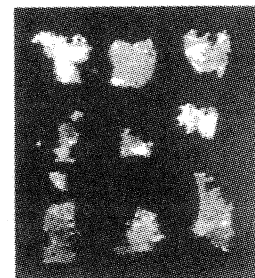
3週目



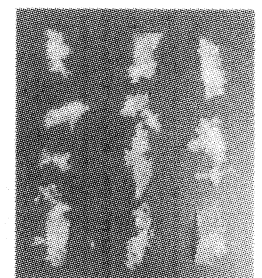
6週目



9週目



12週目



16週目



20週目

Fig. 5 セルグリーンの経時変化の写真

これらの中でスペクトル強度の変化を確認できたマタービ（デンプン系）について、吸収スペクトルのチャートを Fig.6, Fig.7 に示した。

埋設前及び6週目のスペクトルチャートを比較すると、 1025 cm^{-1} , 1650 cm^{-1} , $3200\sim 3400\text{ cm}^{-1}$ のスペクトル強度が経時変化とともに減少していることがわかった。この結果から、デンプンの分解が進んでいることを示唆していると思われる。

とは、重量保持率の推移や目視による観察でも確認することができた。

4 まとめ

生分解性フィルムの畑地への埋設試験の結果、マタービ、ピオノーレ、セルグリーンは、12~20週目で完全な生分解に至った。ピオグリーン、レイシア、ユーベックは、20週目に重量保持率で70~85%までしか進行しなかった。

生分解の進行状況を判断するためには、重量保持率の測定及び目視による観察が有効であることがわかった。

顕微ATR法による赤外スペクトルの測定結果からは、生分解の状況を顕著に示すデータは得られなかった。

参考文献

工業技術連絡会議物質工学連合部会高分子分科会平成10年度共同研究報告「FT-IRによる高分子材料の分析」

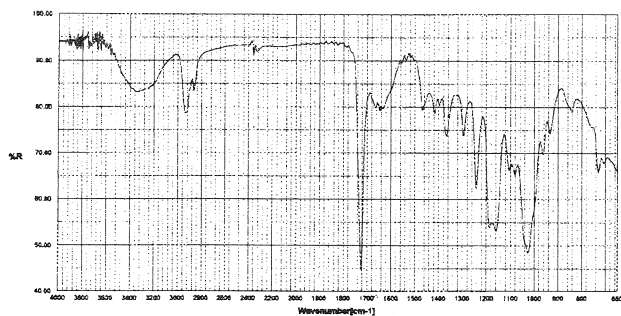


Fig.6 マタービ 埋設前

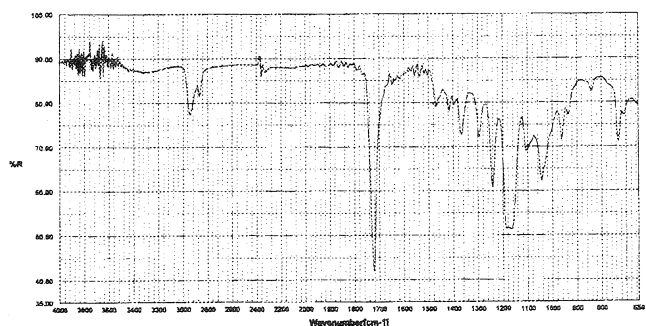


Fig.6 マタービ 6週目

この他では、セルグリーンについて12週目から、ユーベックについて6週目から 1155 cm^{-1} 、 1715 cm^{-1} にスペクトル強度の変化が現れたが、ピオクリーン、ピオノーレ、レイシアについては、スペクトル強度の変化は見られなかった。

5 考察

生分解の進行状況を把握するには、重量保持率の測定が有効であり、目視による観察でこの結果の確認を行えば良く、寸法保持率や色相変化の測定結果から判断するのは困難である。引張強度試験の結果は、耐久力の持続性を示すもので、試験に用いたフィルムの用途開発に当たって有用な知見となる。例えば、農業用資材については、作物の生育期間に応じた適切な種類のフィルムを選択する必要があるからである。

また、フィルムの種類により生分解の進行状況に6~20週間の差があるが、本試験は、比較的乾燥状態の畑地に埋設した結果であり、水田や堆肥中に埋設する場合には存在する微生物の種類が異なること等により違った結果が得られるものと思われる。

埋設試験期間中の気象条件の影響は、16~20週目にわずかに現れている。Table 2 に示したように6月から9月は、平均気温が高く降水量が多いことから、生分解が促進されたと見られるが、10、11月は気温が低く、降水量が少なくなり生分解が抑制されたと見られる。このこ