

生分解性高機能材料に関する研究

田平 公孝, 大橋 俊彦, 下原伊智朗

Field Test of Biodegradable Plastic

TAHIRA Kimitaka, OHASHI Toshihiko and SHIMOHARA Ichiro

This work is a part of the nationwide test of biodegradable plastic. It was investigated degradation on six kinds of biodegradable plastic buried in a aerobic soil (patch) and anaerobic soil (rice paddy) within a given time.

Most of biodegradable plastic are more degradable in aerobic soil than in anaerobic soil without a few kind of biodegradable plastic. Degradation of biodegradable plastic are various. Biodegradation of Polylacticacid were very slow. When you use biodegradable plastic, you have to select biodegradable plastic considering used circumstance and degradable circumstance.

キーワード：生分解プラスチック，生分解性，プラスチック，フィールドテスト，微生物，環境

1. 緒 言

プラスチックは耐久性が抜群に優れるため多方面で使用されてきた。しかし、その長所が仇となり、放棄されたときいつまでも分解することなくゴミとして人の目に良く付くようになっている。近年環境保護の観点から、微生物によって分解する生分解性プラスチックの研究¹⁻³⁾が押し進められてきたが、生分解性樹脂を開発しているメーカーは、個別に自社の開発品について評価するのみで、各社間の比較をしていなかった。また、樹脂による分解の違いや全国範囲での気候や地域の違いによる分解への影響はこれまで検討されていなかった。

そこで物質工学連合部会高分子分科会では全国規模で生分解性プラスチックの評価を行うことを提案し⁴⁾、これに全国の多くの公設試が参加した。当センターも賛同し、県立農業技術センターの敷地を借りフィールドテストを実施した。得られた結果をここに報告する。

2. 実験方法

高分子分科会から、表1に示す生分解性プラスチック6種類2形状(フィルムと射出成形品)のサンプルが、引張試験片形状に加工された形で各3枚ずつ提供された。また同会より次の条件が指定された：好気性土壌(例として畑)と嫌気性土壌(例として水田)で

の分解の比較をすること、フィルム状試験片は埋設期間が1、3、6、9、12、16、20週間の7段階、射出成形試験片は埋設期間が1、2、4、8、12、16、20ヶ月の7段階で評価を行うこと、埋設は、フィルム状試験片はポリ製のネットの中に埋設場所の土と共に入れ、地表からの深さ約5cmのところに、射出成形試験片はそのまま地表からの深さ約5cmのところに埋設すること、評価項目は重量変化、厚さの変化および引張強さと引張破断伸びの引張特性であること、及び取り出した試験片を温度23℃、湿度50%の部屋で48時間以上状態調節することや引張試験において引張速度を5mm/minにすることなど。

我々は好気性土壌として畑を、嫌気性土壌として水田を用いることとし、畑にはフィルム状試験片を、水田には射出成形試験片を埋設することとした。

6種類のサンプルについて一定期間畑や水田で生分解させた後、掘り出した。これを水洗し、状態調節し

表1 サンプルの種類と形状と商品名

NO.	種類	フィルム	射出成形
1	ポリ3ヒドロキシ酪酸	バイオグリーン	バイオボール
2	澱粉と変性PVAの混合	マタ・ビー	マタ・ビー
3	ポリ乳酸	レイシア	ラクティ-
4	ジオール+ジカルボン酸のエステル	ビオノーレ	ビオノーレ
5	ポリカプロラクトン	セルグリーン	セルグリーン
6	ポリエステルカーボネイト	ユーベック	ユーベック

た後、各種試験を行った。

3. 結果と考察

3.1 好気性土壌での分解状況

好気性土壌（畑）での分解の速い例として写真1にマタービーの分解状況を示す。埋設3週間でほとんど形状を留めていなかった。写真2に分解の最も遅いレ



写真1 埋設3週間後のマタービー



写真2 埋設20週間後のレイシア

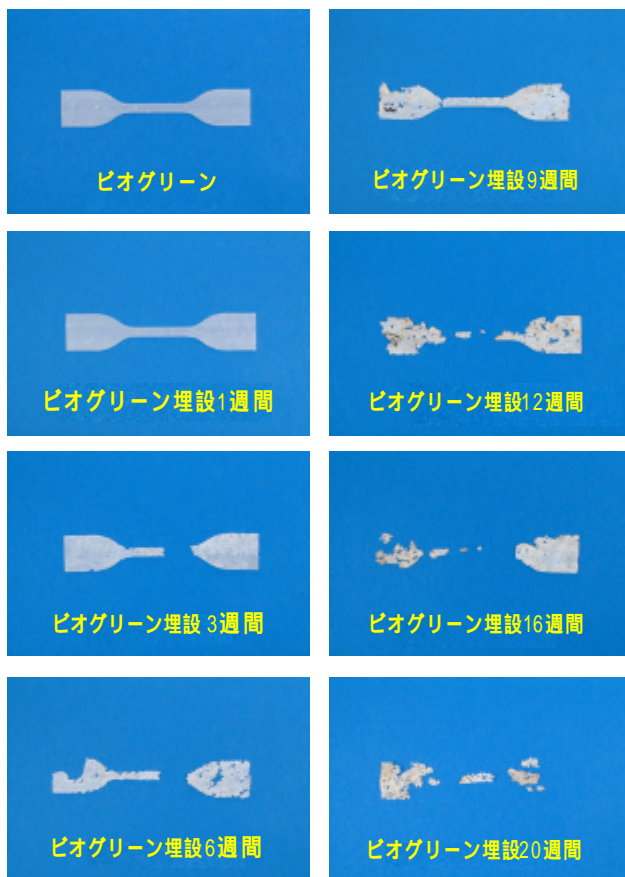


写真3 ビオグリーンの分解状況

イシアの分解状況を示す。20週間後でも変化が見られなかった。その中間的な例として、写真3にビオグリーンの分解状況を示す。まず小さな穴が開き次にそれが広がると同時に数も増え、やがて分断され細切れとなり消滅していく様子が分かる。レイシア以外は形状の変化があったが、6種類いずれも表面の色の変化はなかった。

高分子分科会の指定通り、埋設前の特性を100とする保持率で、埋設後の各々の特性について比較検討した。重量の経時変化を図1に示す。重量変化は分解状況とおおよそ傾向が一致した。マタービー、ピオノーレは急激に減少し3週間でほぼ0になり、ピオグリーンはテスト最終の20週間まで一定割合で減少した。ユーベックは20週間にして初めて減少を示した。レイシアはほとんど変化が見られなかった。これに対しセルグリーンは9週間までは変化が少なく12週間になって急に大きく減少するという興味深い特徴を示した。重量減少の割合の違だけでなく、減少開始時期に違いがあることが分かった。厚さの経時変化（図2）も重量経時変化と同様の傾向を示した。

引張破壊強さの経時変化（図3）はいずれも1週間で大きく保持率が減少していた。特にマタービー、ピオノーレ、ピオグリーンの保持率の低下は著しく、次いでセルグリーンで、ユーベックとレイシアは他と比べ保持率低下が遅く減少幅も小さかった。強度減少が

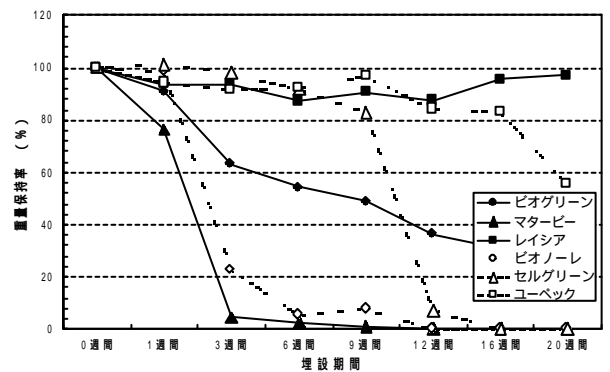


図1 好気性土壌での重量変化

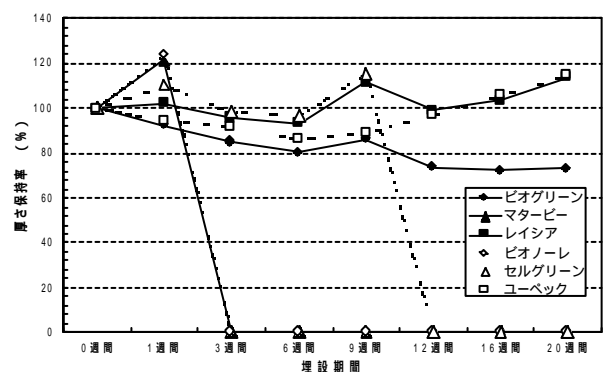


図2 好気性土壌での厚さ経時変化

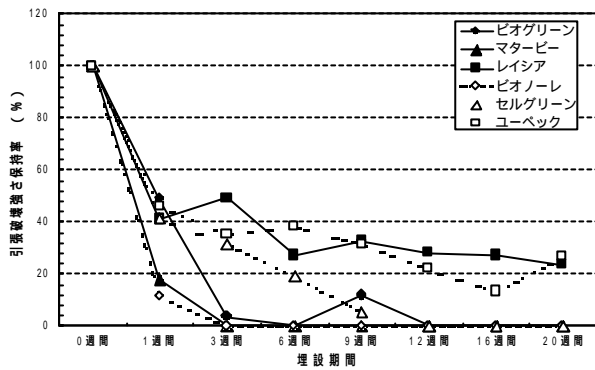


図3 好気性土壌での引張破壊強さ経時変化

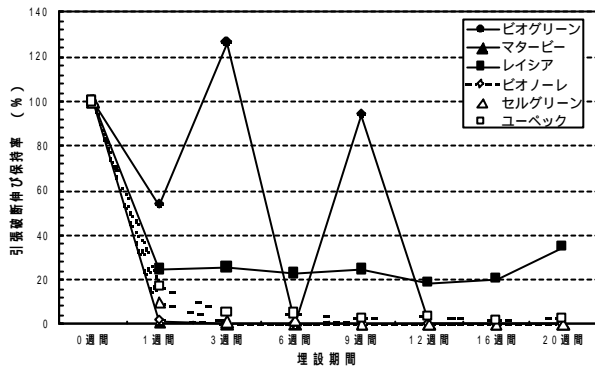


図4 好気性土壌での引張破断伸び経時変化

全体的に重量減少より大きいのは、埋設・掘出のときできたサンプル表面の傷の影響や、特に分解の著しい表面の一部が破断開始点になることなどが原因と思われる。

引張破断伸びの経時変化（図4）は6種類ともに埋設の初期に大きく減少した。この中でレイシアの保持率は比較的高かった。ただし、ピオグリーンの保持率はバラツキが非常に大きい。元々埋設前のサンプル表面に粒状の凸凹があり均一でないことが、バラツキを大きくしていると思われる。ピオグリーンについてはサンプル数を増やす必要があると思われる。

3.2 嫌気性土壌での分解状況

写真4にマタービーの分解状況を示す。6種類のうちマタービーだけがカビが生え黒茶色のまだら模様となった。写真5にバイオボールの分解状況を示す。バイオボールは埋設1ヶ月で表面に凹凸が出来た。バイオボールは20ヶ月後の表面の凹凸が最も大きく、多くの小さな筋状の凹凸が特徴的であった。その他は約1年経過した頃から表面に凸凹が現れたが、ポリ乳酸系のラクティは全く変化がなかった。

嫌気性環境では一般に生分解性プラスチックの分解は遅いと言われている。重量経時変化（図5）において、ピオノーレ、ラクティ、セルグリーン、ユーベックはほとんど変化がなかった。比較的分解の速いことで知られるマタービー⁵⁾でも20ヶ月後の重量保持率



写真4 水田埋設20ヶ月後のマタービー



写真5 水田埋設20ヶ月後のバイオボール

は約70%と分解は進まなかった。またバイオボールの重量変化も同程度で、唯一嫌気性で分解が促進された。図6の厚さの経時変化においても図5の結果とほぼ一致した。マタービーの1ヶ月後の厚さ保持率は初め92%に減少したが、その後徐々に増加した。これは表層とその内側との間で割れが生じ、剥離するためであると考えられる。

引張破壊強さの経時変化（図7）はバイオボールとマタービーだけでなく、重量変化を示さなかったピオノーレとセルグリーンも強度の減少を示し、重量減少の場合（図5）とは異なる結果となった。その中ではバイオボールとピオノーレの減少が比較的大きく、次

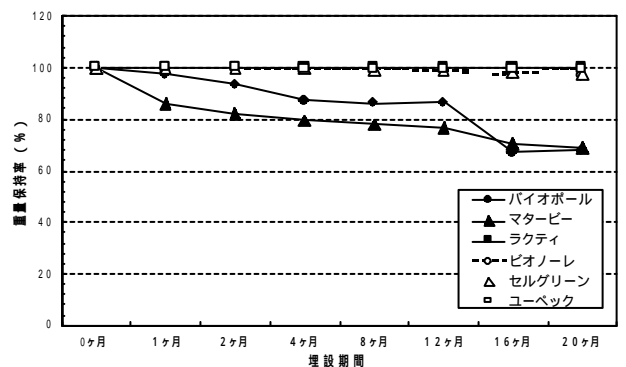


図5 嫌気性土壌での重量経時変化

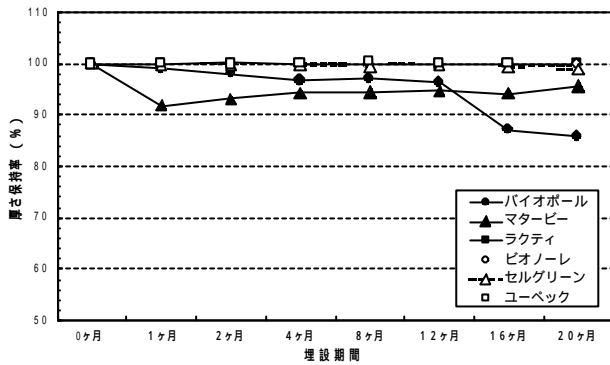


図6 嫌気性土壌での厚さ経時変化

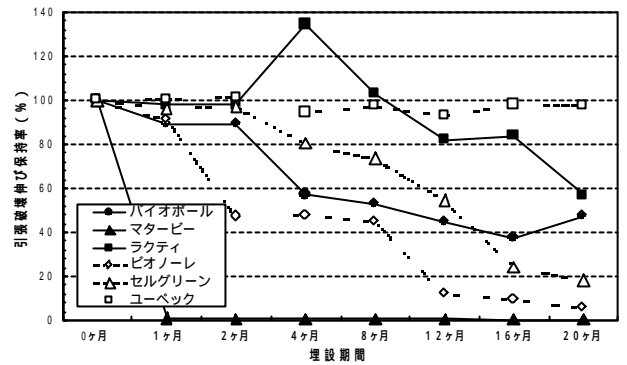


図8 嫌気性土壌での引張破壊伸び経時変化

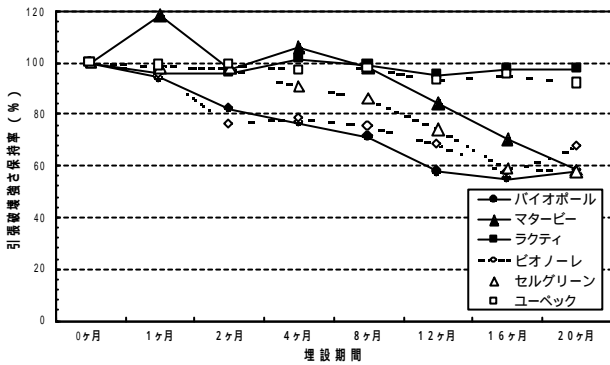


図7 嫌気性土壌での引張破壊強さ経時変化

いでセルグリーンとマタービーで、ラクティ、ユーベックは強度低下はほとんどなかった。我々の実験でも好気性土壌で分解が進むという定説が実証された。マタービーは初めの8ヶ月までは引張破壊強さ保持率の減少が少なかった。しかし図8に示すように引張破壊伸びはすでに1ヶ月後から大きな減少を示したので、劣化は始まっていることが分かる。ピオノーレ、バイオポール、セルグリーンも引張破壊伸びの減少が大きかった。ラクティ、ユーベックの引張破壊伸びの減少は小さかった。ラクティ、ユーベックは嫌気性土壌では生分解しにくい材料であると思われる。

4. 結 言

- (1) フィルム状のサンプルは薄く、好気性土壌に埋設したため分解が速かった。
- (2) 嫌気性土壌に埋設したサンプルは2年後でもラクティ、ピオノーレ、セルグリーン、ユーベックの4種で重量保持率が高く、あまり分解が進まないことが分かった。生分解プラスチックを選定する場合、使用環境に応じて生分解プラスチックを選ぶだけでなく、使用後の埋設場所を考え生分解プラスチックを選ぶ必要

があると思われる。(3)ポリ乳酸系の生分解性プラスチックは他と比べ非常に分解が遅いことが分かった。ポリ乳酸の分解性を高める研究をする必要があると思われる。

我々の結果と全国の結果^{6, 7, 8)}は同じ傾向を示している。全国的にも、ほとんどの生分解性プラスチックが嫌気性土壌より好気性土壌で分解が促進されること、バイオポールだけが嫌気性土壌で分解が促進されることが報告されている。

謝 辞

フィールドテストの実施にあたり快く畑、水田をお貸し下さいました県立農業技術センターの方々に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 土肥義治：生分解性高分子材料，工業調査会(1990)。
- 2) 望月政嗣：生分解性ポリマーのなはし，日刊工業新聞社，(1991)。
- 3) 日本界面活性剤工業会技術委員会：データシート集（第6集）生分解性，6，(1990)。
- 4) 物質工学連合部会高分子分科会：第36回高分子分科会資料3 - ，(1998)，1-7。
- 5) 筏義人：生分解性高分子，高分子刊行会，(1994)。
- 6) 物質工学連合部会高分子分科会：第37回高分子分科会資料2，1-21(1999)。
- 7) 物質工学連合部会高分子分科会：第38回高分子分科会資料4，1-23(2000)。
- 8) 北川和男：複合材料界面科学研究会・第25回講演会資料(2001)