

# 環境水を用いた生分解性プラスチックの生分解性評価

化学技術部 化学材料チーム

村上 小枝子

青木 信義

生物工学チーム

廣川 隆彦

神奈川県水産総合研究所 相模湾試験場

石戸谷 博範

内水面試験場

作中 宏

(独)産業技術総合研究所 関西センター

中山 敦好

山野 尚子

市販されている代表的な6種の生分解性プラスチック、ポリヒドロキシブチレート/バリレート (PHBV)、ポリ乳酸 (PLLA)、ポリブチレンサクシネート/アジペート (PBSA)、デンプン/ポリカプロラクトン (S/PCL)、ポリカプロラクトン (PCL)、ポリブチレンサクシネート/カーボネート (PBC) を用いて、環境水 (河川水及び海水) による生分解性評価と、各環境水から検出される分解菌の定量を行った。その結果、各環境水における生分解性プラスチックの分解性は、S/PCL ≫ PCL, PHBV, PBSA, PBC > PLLA であり、また検出された分解菌数は、PHBV > PCL, PBSA であった。環境水における生分解性プラスチックの分解性及び分解菌数の順位は、いずれも以前に調査した土壌の場合と類似した傾向がみられた。

キーワード：生分解性プラスチック、河川水、海水、土壌、分解菌

## 1 はじめに

1999年から2001年まで産業技術連絡会議物質工学連合部会高分子分科会の共同研究「生分解性プラスチックのフィールドテスト」において、市販されている代表的な6種の生分解性プラスチック、ポリヒドロキシブチレート/バリレート (PHBV)、ポリ乳酸 (PLLA)、ポリブチレンサクシネート/アジペート (PBSA)、デンプン/ポリカプロラクトン (S/PCL)、ポリカプロラクトン (PCL)、ポリブチレンサクシネート/カーボネート (PBC) を用い、特に農業資材への利用を想定して農地での土壌埋設による生分解性試験を行った<sup>1-3)</sup>。

さらにこの成果を受け、分解菌数などの諸因子が生分解性プラスチックの土壌分解性に与える影響を明らかにすることを目的として、2002年から2004年まで環境省地球環境保全等試験研究「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の作成」が行われた<sup>4)</sup>。我々はこれに参画し、前述の生分解性プラスチックのうちデンプン系を除く5種を対象として、土壌中の分解微生物の定量を行った。

これらの研究では、土壌中の一般微生物数が多いと、乳化したプラスチックを含む平板培地上に土壌抽出液を塗布した場合にクリアゾーン (ハロー) を形成する微生物の数 (分解菌数) が多く、プラスチックの土壌分解性が高いことが明らかになった<sup>4)</sup>。

本報告では、生分解性プラスチックの使用が想定される環境水 (河川水及び海水) による生分解性についても同様の試験を行い、土壌の結果と併せて、生分解性プラスチックの自然環境下での分解挙動について検討した。

## 2 実験

### 2.1 環境水による分解性試験

S/PCL, PBSA, PHBV, PBC, PCL, PLLAの6種の生分解性プラスチックフィルム (約100 μm, 熱プレス法) (n=2) をアクリル樹脂製の試験箱 (図1) に入れ、相模川伏流水を利用した神奈川県水産総合研究所内水面試験場内の魚類生態試験池 (河川水, 水深約0.5 m) 及び相模湾内の小田原漁港 (海水, 水深約6 m) に浸せきした。2, 4週間後に試験箱を回収し、フィルム重量を測定した。



図1 試験箱

### 2.2 分解菌の定量

分解菌数の検出及び計測は以下のようにして行った。平板培地はブライサーフ0.01%を加えて調製した0.1%濃度

のPHBV微粉末あるいはPCL, PBSA乳化液を含む試験水(河川水又は海水を0.45 $\mu$ mのメンブランフィルターでろ過したもの)を用いて作製した。次に各試験水を0.1 mlずつ3種の平板培地に塗布して25 $^{\circ}$ Cで一定期間培養後に形成されたハロー数を測定した。

### 3 結果と考察

#### 3.1 環境水による分解性試験

4週間後に回収されたフィルムの写真を図2a及び2bに示した。

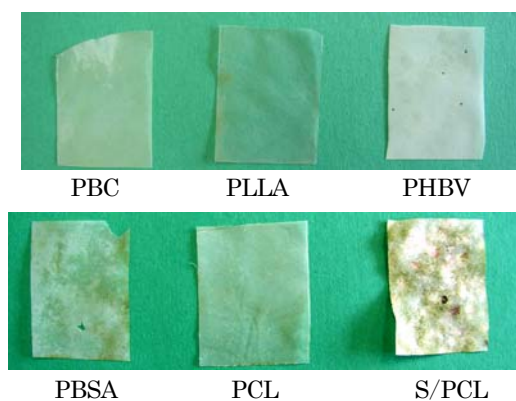


図2a 4週間試験後のフィルム写真(河川水)

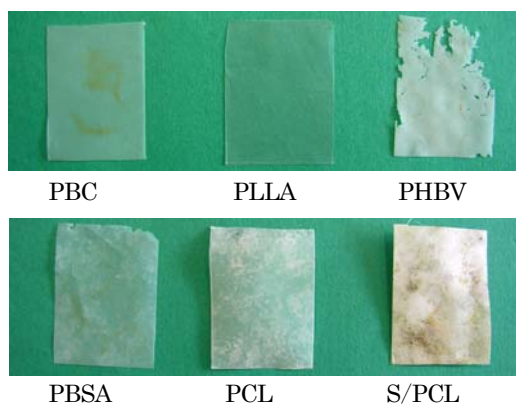


図2b 4週間試験後のフィルム写真(海水)

環境水中で4週間、及び土壌中で3週間分解性試験を行った後の各プラスチックの重量保持率を図3に示した。重量保持率から重量減少率の大きさ、すなわち分解しやすさを比較すると、河川水ではS/PCL>PHBV>PBSA>PBC>PCL>PLLA, 海水ではPHBV>S/PCL>PBSA>PCL>PBC>PLLAであった。また、河川水と海水で比較するとPCL及びPHBVは海水、PBSA及びPBCは河川水中で重量減少率がより大きかった。特に海水では、河川水や土壌と異なり、PHBVの分解が最も速かった。PHBVは嫌気性条件においてよく分解されることが知られている<sup>2)</sup>。

土壌では好気状態になるよう5cm深さに埋設し、また試

験池(河川水)では水深0.5m程度であったが、相模湾(海水)では小田原港の水深約6mの海底に沈めたため泥などの影響で、より嫌気状態であったと推測される。このため嫌気条件下でも分解されるPHBVの分解が最も速かったと考えられる。

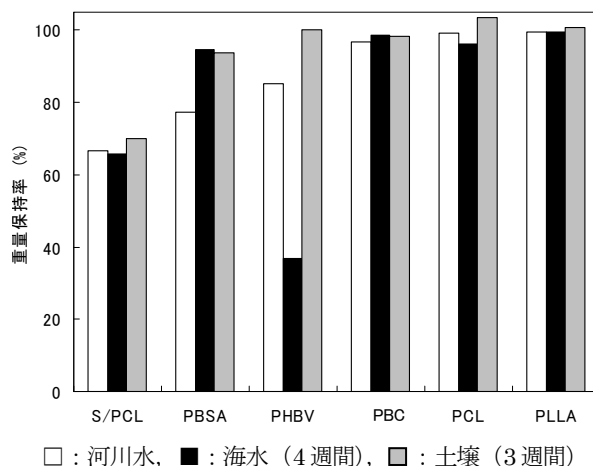


図3 生分解性プラスチックフィルムの分解性試験

#### 3.2 分解菌の定量

乳化平板培地で培養25日間後に計測したハロー数(プレート3枚の平均値)から試験水1 ml中の分解菌数を算出し、表1に示した。

表1 各試験水1 mlあたりの一般微生物数と分解菌数

	一般	PBSA	PHBV	PCL
河川水	$5.9 \times 10^4$	0	$7.0 \times 10^2$	$6.7 \times 10^2$
海水	$4.9 \times 10^4$	$0.7 \times 10$	$9.7 \times 10$	$0.3 \times 10$

PBSA乳化平板培地には海水の場合のみハローが形成された。PBSAは実環境での分解性の高さに比べて検出される分解菌数が少なく、この傾向は土壌の場合と同様であった。また、分解性試験ではPCLとPHBVは海水中で河川水より大きく分解されたが、分解菌数は海水より河川水の方が多かった。海水中のPHBV分解菌数が少なかったのは、培養が好気条件であったことが原因として考えられる。

### 文献

- 1) プラスチックス, **51-7**, 59~89(2000).
- 2) グリーンブラジャーナル, **1-3**, 28~33(2001).
- 3) 村上小枝子, 青木信好, 今井雄一郎, 木村皓一, 高橋 亮, 堀越禎一; 神奈川県産業技術総合研究所研究報告, **8**, 47(2002).
- 4) 中山, 山野, 川崎, 山本, 相羽; 生分解性ポリマーの土壌分解に影響を及ぼす因子, “第53回 高分子学会年次大会 予稿集”, 高分子学会, P.2236(2004).