

生分解性プラスチックの廃棄物埋立層における挙動に関する研究

福岡大学 田中麻記子 立藤綾子 松藤康司 花嶋正孝

1 はじめに

近年、プラスチック廃棄物の処理が問題となっている中、生分解性プラスチック (Biodegradable plastics:BP) が注目されている。BPは通常のプラスチックと異なり、微生物等により生分解を受け土中における残存期間が短い特徴があるため、プラスチック廃棄物の処理方法としてコンポスト化や埋立処分も可能になる。本研究は、BPの廃棄物埋立地中における挙動を調査し、BPが埋立処分された場合に及ぼす影響を明らかにする事を目的として行っているものである。これまで大型カラムを用いて実験を行った結果、BPが廃棄物埋立地中に混入した場合、廃棄物中において分解される事、BPの含有率が高いと浸出水への汚濁負荷が増加する事が確認された。そこで、本実験では、BPの分解特性と、分解消失に要する時間を予測するため、廃棄物を充填した小型カラム (アルミ缶) にBP試験片を埋設し経時的な形状調査を行った。

2 実験方法及び実験条件

実験槽には350mlアルミ缶を用いた。缶の底を切り取り、上部の開缶部を排水口として使用した。缶の底部にグリ石を設置し、混合ゴミを充填密度 約1.1 t/m³で充填した (表1)。充填廃棄物は焼却灰と破砕ごみにコンポストを加えたもの (コ有) と加えないもの (コ無) の2種を用いた。使用したBPは7種類である (表1)。BP片を排水口用水切りネットにはさみ、のり巻きの要領で廃棄物を巻き込みながら丸め、鉛直方向に埋設した (図1)。温度条件は大型実験槽と同様の25±3℃と、一般に微生物生育の至適温度37℃の2条件とした。実験期間は21週間で、1週間毎に形状調査を行った。散水は、週に1～2回浸出水が流出するまで行った。分解の指標として、目視観察と消失面積率 ((初期面積値 - 残存面積値) / 初期面積値 *100) を用いた。

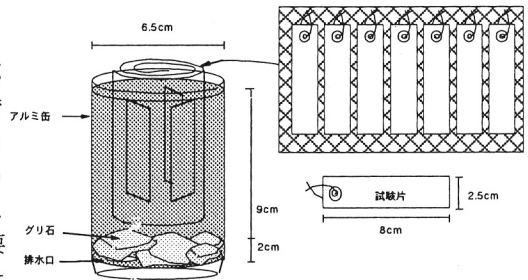


図1 小型埋立模型槽図及び試験片充填方法

表1 実験条件

項目	内容			
実験期間	平成10年11月～平成11年3月			
充填廃棄物	コ有	焼却灰：破砕ごみ：コンポスト = 7：2：1		
	コ無	焼却灰：破砕ごみ = 8：2		
充填BP	分類	素材	形状	埋設方法
	微生物生産系	PHB/V	2.5 x 8 cm試験片 上部にひもを通しラベリングしてある	排水口用水切りネットに挟み、廃棄物とともに巻き込む
	天然物利用系	PVA+ 澱粉		
	化学合成系	PBSA		
		PBS		
		PCL		
	PLA（2種）			
散水	週に1～2回、水が浸出するまで散水			
環境条件	各廃棄物毎に気温25℃、37℃の2条件			

3 実験結果及び考察

(1) 分解の様子

BPの分解は目視によりクラック発生型、孔拡大型、溶解型の3つに分けられた。

(a) クラック発生型の分解はPLA, PBS(25℃), PHB/V(コ無25℃)で見られ、主に有機物の少ない条件下で生じていた (図2 (a)) ことから、クラック発生は焼却灰由来のアルカリ成分による加水分解²⁾ によって生じていると考えられる。

(b) 孔拡大型の分解はPBSA, PCL, PBS(37℃), PHB/V(コ有37℃)で見られ、いずれのBPにおいても有機物が多く温度が高い条件で多くみられた (図2 (b))。つまり、孔拡大型の分解は微生物の関与で進行すると考えられた。

(c) 溶解型の分解は、PVA+澱粉で見られ、分解の進行に伴いプラスチックは膨潤し、その後薄化及び剥離した。また、環境条件の違いでみるとコ有25℃が最も分解が早いことから、溶解型の分解はアルカリ成分によ

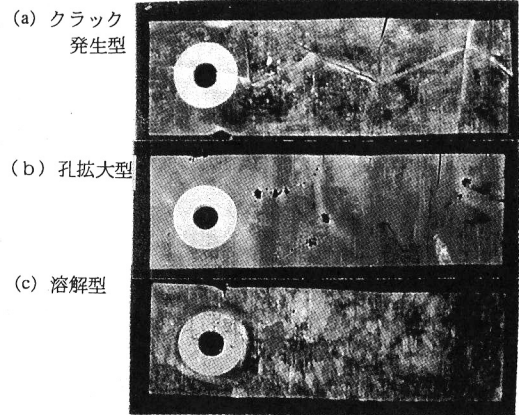


写真1 BP分解タイプ

る加水分解や微生物分解以外の要因で進行していると考えられる。澱粉質が水分を吸収し、PVAより先に溶けたためと考えられる（常盤豊³⁾）。

また、PBSとPHB/Vのように、クラックの発生と孔拡大が同時に生じたり、環境条件によって分解の様子が異なるものもあり、化学的分解と微生物分解、相互に作用するものと考えられた。また、クラック発生型と溶解型のBPは初期の分解の進行に面積の消失が伴わないため、分解性の過小評価につながることから、新たな分解の指標を検討する必要がある（図2）

(2) 各BPの分解速度

21週間の分解率の経時変化を基に、回帰曲線を作成した。孔拡大型のPHB/V・PBSA・PCL、PBSと溶解型のPVA+澱粉60%について適当な曲線が得られた（図3）。分解率の回帰曲線は同一のBPでも、累乗関数的に消失していく場合（易分解条件）、指数関数的に分解していく場合（中分解条件）、横這いに延びていく場合（難分解条件）がみられ、環境条件によって分解速度が異なることが分かった。

これら回帰曲線から50%及び100%消失するまでの時間を予測すると表2のようになる。つまり、PBSA、PHB/Vは今回実験を行ったBPサンプルの中では最も分解が早く、20～68週目頃までに完全に消失する予測となった。PVA+澱粉は易分解条件では22週間で完全に分解するが、難分解条件では50%消失するのに70週間以上要すると予測された。PCLは易分解条件下で100%分解するのに52週間と、PVA+澱粉よりさらに遅いという結果となった。

4 まとめ

今回の実験で以下の事が明らかとなった。

- ①分解のタイプは、クラック発生型、孔拡大型、溶解型があり、それぞれ分解要因が異なっている。
- ②クラック発生型は化学的加水分解により生じている。
- ③孔拡大型は微生物の関与が大きい。
- ④同種のBPでも環境条件の違いで分解タイプや速度が大きく異なる。

5 今後の課題

今後は、BPの分解にともなう有機酸生成過程の把握や、電子顕微鏡観察を行い、各BPの分解特性を明らかにする予定である。

【謝辞】

本研究は厚生省委託事業「生分解プラスチックの埋立処分に関する影響調査」の一環として（財）廃棄物研究財団が実施したもので、上記委員会の皆様に深謝致します。尚、本研究の一部は文部省科研費及び文部省「学術フロンティア推進事業」で実施した。本研究を行うに当たりご指導頂きました水理衛生工学実験室の諸先生に深謝します。

【参考文献】

1) 厚生省生活衛生局水道環境部;平成10年度生分解性プラスチックの埋立処分に関する環境影響報告書、
2) M. VERT; JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE & MATERIALS IN MEDICINE 1. P198-206.1990
3) 常盤豊;環境保全成果集, 49.1.1-49.1.7, no. Pt. 2, vol. 1995, 1995 (アロイ)

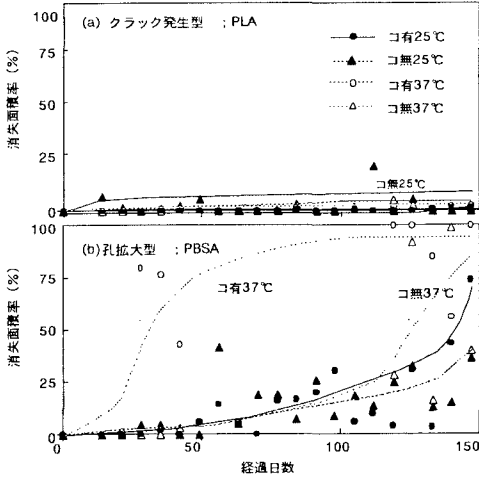


図2 BPの分解率経時変化

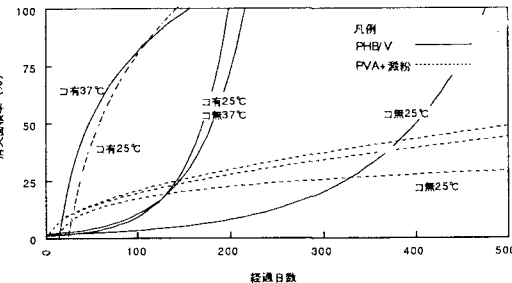


図3 分解率回帰曲線

表2 回帰式より求めた消失までに要する期間 単位: 週

項目	消失面積率	PBSA	PHB/V	PCL	PVA+澱粉
環境条件	易分解条件				
	50%	4	7	8	8
	100%	20	20	52	22
	中分解条件				
環境条件	50%	20	24	24	該当無し
	100%	29	29	29	
	難分解条件				
	50%	23	57	70<	70<
	100%	68	67	70<	70<