

Title	Fundamental studies on enhanced degradation of plastics in landfill sites using biological functions
Author(s)	石垣, 智基
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3178614
DOI	10.11501/3178614
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	石垣智基
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 15715 号
学位授与年月日	平成12年9月27日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科環境工学専攻
学位論文名	Fundamental studies on enhanced degradation of plastics in landfill sites using biological functions (微生物機能を利用した廃棄物埋立処分場におけるプラスチックの分解促進に関する基礎的研究)
論文審査委員	(主査) 教授 藤田 正憲 (副査) 教授 菅 健一 教授 塩谷 捨明 助教授 池 道彦

論文内容の要旨

本論文は、廃棄物埋立処分プロセスにおける生分解性プラスチックの分解挙動を明らかにするとともに、その分解促進を可能とする微生物利用技術を開発することを目的としており、緒論、4章からなる本論、および結論の計6章から構成されている。

第1章では緒論として、処分場の安定化を妨げるプラスチック廃棄物の問題、およびその解決策の一つとして注目されている生分解性プラスチックの開発と使用の現状について概観し、本研究の目的を述べている。

第2章では、廃棄物埋立処分場におけるプラスチック分解ポテンシャルを評価することを目的として、大阪湾海面廃棄物埋立処分場を例に、生分解性プラスチック材料として用いられているポリヒドロキシ酪酸 (PHB)、ポリカプロラクトン (PCL)、ポリ乳酸、ポリエチレングリコールおよび酢酸セルロース (CA) の分解能を有する微生物の分布調査を行っている。その結果、すべての高分子化合物分解菌が普遍的に存在していることを明らかにし、また処分場を好氣的な環境に保つなど、適切な制御を行うことによって、各々の分解菌の増殖ならびに活性化を促進できる可能性を示唆している。

第3章では、廃棄物埋立処分場を模したモデルリアクターを用い、実際に市販されている生分解性プラスチックのうちポリヒドロキシ酪酸、ポリカプロラクトン、デンプン-ポリビニルアルコール (PVA)、及び酢酸セルロース (CA) を取り上げ、その分解性を評価している。特に、通気による微好気環境の形成や浸出水循環による含水率の維持など、バイオレメディエーション技術の適用による分解促進の試みを行い、PHB など一部のプラスチックの分解を促進できることを示している。

第4章では、デンプン-PVA プラスチックの分解促進および分解メカニズムの解明を目的として、構成成分であるデンプンおよび PVA の分解菌ならびに分解酵素によるデンプン-PVA プラスチックフィルムの分解特性を各種条件下にて調べている。また、PVA の分解菌ならびに分解酵素を適用することによって、形状崩壊および重量減少で評価したプラスチックの分解を促進する試みを行い、良好な結果を得ている。

第5章では、新規の CA プラスチック分解菌 *Bacillus* sp. S2055株を環境中から分離し、生菌および抽出した分解酵素の両者による CA プラスチックの分解特性を解明するとともに、分解酵素での特徴付けを行っている。その結果、本菌株の生産する分解酵素中には、CA の脱アセチルを担うと考えられるリパーゼ様活性ならびに低分子化を担うセルラーゼ様活性が含まれていることを示し、これらの適用により CA プラスチックの分解の促進が可能であることを

明らかにしている。

第6章では結論として、本研究で得られた知見を総括したうえで、廃棄物処分におけるプラスチック廃棄物の減量化の可能性について総合的に論じ、廃棄物処分プロセスの環境・操作条件の適正な制御と、特殊な分解微生物や酵素の活用によって、生分解性プラスチックの効率的分解が行えるものと結論している。

論文審査の結果の要旨

生分解性プラスチックは、自然界において半永久的に残存する化学合成プラスチックに替わる、微生物分解を受け易い素材として開発されたものであり、都市ゴミの35%を占めるプラスチック廃棄物の減量化への貢献が大いに期待されている。しかし、その分解に関与する微生物や酵素、あるいはそれらを活用した分解促進技術についての研究は、立ち後れているのが現状であり、実用化を妨げる一因ともなっている。

本論文は、廃棄物埋立処分プロセスにおける各種生分解性プラスチックの分解挙動の解明と、分解微生物および酵素を利用した生分解性プラスチックの分解促進に関する研究をまとめたものであり、その成果を要約すると以下のようになる。

- (1) 大阪湾海面廃棄物埋立処分場を例に、生分解性プラスチックを構成する各種高分子の分解微生物の分布調査を行い、各分解菌が処分場において普遍的に存在することを明らかにするとともに、処分場を好気的な環境に保つことによって、分解菌の増殖ならびに活性化を促進できる可能性を示している。
- (2) 廃棄物埋立処分場を模したモデルリアクターを用い、各種生分解性プラスチックの分解性を評価し、ポリヒドロキシ酪酸 (PHB) やポリカプロラク톤は比較的分解しやすいのに対し、デンプン-ポリビニルアルコール (PVA) や酢酸セルロース (CA) は分解しにくいことを明らかにしている。また、通気による微好気環境の形成や浸出水循環による含水率の維持などがプラスチックの分解促進に有効であることを明らかにしている。
- (3) デンプン-PVA プラスチックの分解メカニズムについて検討し、その形状崩壊と重量減少が評価される分解が PVA 部分の分解に大きく依存することを明らかにしている。また、PVA 分解菌あるいは分解酵素を適用することによって、本プラスチックの分解を飛躍的に促進することに成功している。
- (4) 新規の CA プラスチック分解菌 *Bacillus* sp. S2055株を分離し、生菌および抽出した分解酵素の両者による CA プラスチックの分解特性を解明し、本菌株の生産する分解酵素中には、CA の脱アセチルを担うと考えられる特殊なリパーゼ様活性、ならびに低分子化を担うセルラーゼ様活性が含まれていることを明らかにしている。さらに、本分解酵素の適用により CA プラスチックの分解を大幅に促進している。

以上のように本論文は、プラスチック廃棄物問題解決の鍵を握ると考えられている各種生分解性プラスチックについて、廃棄物処理・処分プロセスにおける分解微生物の分布と分解性の評価、および特殊な分解微生物と酵素の適用によるプラスチック分解の促進に関する研究成果を取りまとめたものであり、環境工学、特に廃棄物処理・処分技術の発展に寄与するところが大である。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。