



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

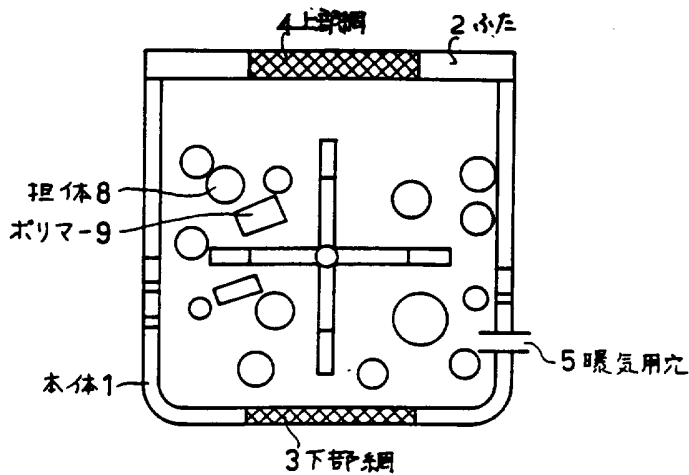
<p>(51) 国際特許分類6 C08J 11/06, B09B 3/00, C12P 1/00</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO96/26974</p> <p>(43) 国際公開日 1996年9月6日(06.09.96)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP96/00448 (22) 国際出願日 1996年2月27日(27.02.96)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平7/40240 1995年2月28日(28.02.95) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 三井東圧化学株式会社 (MITSUI TOATSU CHEMICALS, INCORPORATED)[JP/JP] 〒100 東京都千代田区霞が関三丁目2番5号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 八木 正(YAGI, Tadashi)[JP/JP] 〒297 千葉県茂原市町保138-1 Chiba, (JP) 石原一人(ISHIHARA, Kazuto)[JP/JP] 〒297 千葉県茂原市六つ野2791-1 Chiba, (JP) 入交 毅(IRIMAJIRI, Takeshi)[JP/JP] 〒167 東京都杉並区善福寺4丁目22-22 Tokyo, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 若林 忠(WAKABAYASHI, Tadashi) 〒107 東京都港区赤坂1丁目9番20号 第16興和ビル8階 Tokyo, (JP)</p>	<p>(81) 指定国 FI, KR, US, 欧州特許(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>	

(54) Title : METHOD OF DEGRADING POLYMER

(54) 発明の名称 ポリマーの分解方法

(57) Abstract

A method of degrading a polymer by the contact thereof with a solid phase comprising a carrier, a microorganism and an aqueous solution of nutriments necessary for the growth of the microorganism. The carrier has a maximum water retention ranging from 40 to 4,000 wt.%. The aqueous solution is held by the carrier in a quantity ranging from 10 to 100 % of the maximum water retention of the carrier. The solid phase has a porosity ranging from 25 to less than 100 %.



- 1 ... Body
- 2 ... Cover
- 3 ... Lower net
- 4 ... Upper net
- 5 ... Hole for aeration
- 8 ... Carrier
- 9 ... Polymer

(57) 要約

担体、微生物、該微生物の生育に必要な栄養成分及び水分を含有する水溶液とからなる固相とポリマーとを接触させてポリマーを分解させる方法が開示されている。該担体は最大保水率が40重量%以上4,000重量%以下であり、該水溶液は担体の最大保水率の10%以上100%以下担体に保持され、該固相の空隙率が25%以上100%未満であることを特徴としている。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AL	アルバニア	DE	ドイツ	LI	リヒテンシュタイン	PL	ポーランド	
AM	アルメニア	DK	デンマーク	LC	セントルシア	PT	ポルトガル	
AT	オーストリア	EE	エストニア	LK	スリランカ	RO	ルーマニア	
AU	オーストラリア	ES	スペイン	LR	リベリア	RU	ロシア連邦	
AZ	アゼルバイジャン	FI	フィンランド	LS	レソト	SD	スーダン	
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	FR	フランス	LT	リトアニア	SE	スウェーデン	
BB	バルバドス	GB	ガボン	LV	ラトヴィア	SG	シンガポール	
BE	ベルギー	GA	ガボロン	LU	ルクセンブルグ	SI	スロベニア	
BG	ブルガリア	GN	IA	モナコ	MC	モナコ	SK	スロバキア
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	MD	モルドヴァ共和国	SN	セネガル	
BR	ブラジル	GU	グアテマラ	MG	マダガスカル	SZ	スワジランド	
BY	ベラルーシ	HU	ハンガリー	MC	マケドニア共和国	TD	チャド	
CA	カナダ	IE	アイルランド	MK	マケドニア共和国	TG	トーゴ	
CC	中央アフリカ共和国	IL	イスラエル	ML	マリ	TJ	タジキスタン	
CG	コンゴ	IS	アイスランド	MN	モンゴル	TM	トルクメニスタン	
CH	スイス	IT	イタリア	MR	モリタニア	TR	トルコ	
CI	コート・ジボアール	JP	日本	MW	モザンビーク	TT	トリニダード・トバゴ	
CM	カメルーン	KE	ケニア	MX	メキシコ	UA	ウクライナ	
CN	中国	KG	キルギスタン	NE	ニジェール	UG	ウガンダ	
CU	キューバ	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NL	オランダ	US	アメリカ合衆国	
CZ	チェッコ共和国	KR	大韓民国	NO	ノルウェー	UZ	ウズベキスタン	
		KZ	カザフスタン	NZ	ニュージーランド	VN	ベトナム	

## 明細書

### ポリマーの分解方法

#### 技術分野

本発明は、ポリマー、特に生分解性をもったポリマーを微生物によって分解する方法及び該方法に使用される装置に関する。

#### 背景技術

プラスチックを代表とする高分子化合物は、軽く強い素材という便利な性質のため、広い分野において全世界で大量に生産・使用されている。

ところが、使用済みの高分子化合物廃棄物は、一般に自然環境下で分解しないため、埋めても腐らず地球環境中に年々蓄積している。また、高分子化合物廃棄物は焼却すると高熱や有毒ガスを発生するなどの問題がある。そのため、高分子化合物廃棄物の処理は今や社会問題化している。

近年、地球規模での環境問題に対する人々の関心が高まり、自然環境中で微生物により分解される生分解性高分子の研究や難生分解性ポリマーを酵素あるいは微生物の作用により分解させる研究が盛んに行われ、実用化されつつある。

現在研究されている生分解性高分子は、「合成高分子」、「微生物生産高分子」、「植物或いは動物由来の天然高分子」に大きく分けられる。

合成高分子は、豊富な構造単位から種々の機能をもった高分子物質の分子設計が可能で、汎用プラスチックの代替として期待されている。

ポリマーを分解する微生物の探索研究が行われた結果、水溶性ポリビニールアルコール、ポリエチレングリコールが微生物によって分解されることが明らかとなった。ポリビニールアルコールは、土壌中の Pseudomonas 属に属する細菌によって分解される [Suzuki et al.: Agric. Biol. Chem., 37, 747 (1973)]。また、分子量 6000 のポリエチレングリコール Pseudomonas sp. と Flavobacterium sp. の共生細菌系によって分解される [Kawai et al., :J. Ferment. Technol., 55, 125 (1977)]。また、水不溶の固体状の脂肪族ポリエステル、特に難分解性のポリカプロラクトンが土壌中で加水分解されることが報告されている [Potts et al.: Polym. Prepr., 13, 629 (1972)]。

生分解性高分子として知られている脂肪族ポリエステルのうち、乳酸、グリコール酸または乳酸とグリコール酸からなるポリマーは、植物或いは動物由来の天然高分子に比べてカビが生えにくく、また微生物生産高分子や他の合成高分子に比べて透明性に優れている

特徴を有している。しかも、乳酸、グリコール酸または乳酸とグリコール酸とからなるポリマーは、加水分解して乳酸或いはグリコール酸になるため生体安全性が高く、医用材料或いは食品分野での利用に適している。

生分解性高分子に求められる性質は、使用中は材料強度が高いが、廃棄後は環境中で速やかに分解されることである。乳酸、グリコール酸または乳酸とグリコール酸からなるポリマーは、生体内で非酵素的に加水分解されることが知られているが〔山根ら：人工臓器 15, 1751 (1986)〕、加水分解性は分子量の増加に伴って低下する。一方、材料強度は分子量の増加に伴い大きくなり、これらの性質は相反する。

例えば、ポリL-乳酸は、分子量が1000では生理食塩水中で約2週間以内に分解するが、材料強度は低く実用的でない。これに対し分子量が1万以上になると分解し難くなるが、プラスチックとして使用できる程度に材料強度は増す。

乳酸、グリコール酸または乳酸とグリコール酸とからなり十分な材料強度を有するポリマーを分解する方法がいくつか知られている。例えば、分子量約10万のポリ乳酸に微生物の栄養成分を配合し、土中に埋めると分解速度が高くなることが報告されている〔特開平4-168150号公報〕。しかし、この方法でも

ポリマーが完全に分解するまでに約3か月を要する。

また、生分解性高分子を分解する方法として下水汚泥、都市ゴミ、家畜糞などから成るコンポスト中に生分解性高分子を挿入すると分解することがあることが知られている。しかし、コンポストは様々な成分からなり、コンポストが生成される場所・季節によってもコンポストの形態、菌叢の変動が大きいいため、従来のコンポストを用いた方法では、必ずしも確実にしかも再現性よく生分解性高分子を分解することができず、時に殆ど生分解性高分子が分解しないことがあった。

以上のとおり、微生物によりポリマーを分解する方法に関してはこれまでにいくつかの例が知られているが、その何れもがポリマーの分解に長期間を要し、しかも分解の再現性がないなどの問題点があるため、産業上利用するためには欠点があった。

本発明の目的は、上記の従来技術を背景として使用時には高い強度を有するポリマーを速やかに且つ再現性よく分解するために、担体に微生物と該微生物の生育に必要な栄養成分及び水分を保持させた固相を用いたポリマーの分解方法及び該方法に使用される装置を提供することにある。

#### 発明の開示

以上のような状況下、本発明者らは鋭意検討を重ね

た結果、微生物によるポリマーの分解に関して、微生物、栄養成分及び水分を保持する能力を有する担体のうち、一定の最大保水率を有するものに微生物、栄養成分及び水分を保持させ、空隙率を一定の範囲に調節した固相を用いると、微生物によるポリマーの分解が速やかに起こることを見だし、その知見に基づき本発明を完成したものである。

すなわち、本発明は、担体、微生物、該微生物の生育に必要な栄養成分及び水分を含有する水溶液とからなる固相とポリマーとを接触させることによるポリマーの分解方法であって、該担体の最大保水率が40重量%以上4,000重量%以下であり、該水溶液が担体の最大保水率の10%以上100%以下担体に保持され、該固相の空隙率が25%以上100%未満であることを特徴とするポリマーの分解方法及び該方法に使用される装置を提供するものである。

#### 図面の簡単な説明

図1及び2は本発明の実施に用いられるポリマーの分解用装置を示し、図1は側面の断面を、図2は正面の断面図を示す。

#### 発明の実施のための最良の形態

本発明に使用される微生物と栄養成分を保持する担

体は、微生物が増殖を阻害しない材質であり、微生物、該微生物が増殖するのに必要な栄養成分及び水分を保持でき、且つ本発明の方法で用いる固相に利用した場合、微生物の増殖に必要な酸素を空気中から供給できる程度の空隙を生じ得ることが必要である。このような要求を満たす担体の最大保水率は40重量% (g (水) / g (乾燥担体)) 以上4,000重量% (g (水) / g (乾燥担体)) 以下、好ましくは50重量% (g (水) / g (乾燥担体)) 以上3,000重量% (g (水) / g (乾燥担体)) 以下である。

本発明に使用される担体は材質的には有機高分子あるいは無機物である。

有機高分子としては、皮革、羊毛などのヒト以外の動物体及びその加工品、大鋸屑、へちま、籾殻、黍、ふすま、紙、木綿などの植物体及びその加工品、発泡セルロース、発泡ウレタン、発泡ポリビニールアルコールなどの発泡有機高分子、或いは不織布などの繊維有機高分子が例示できる。また、発泡有機高分子がそれ自体生分解性高分子であるものも例示できる。

また無機物としては、モレキュラーシーブ、パーミキュライト、パーライト、ステンレス鋼繊維、アルミニウムウール、グラスウール或いはアルミニウムハニカムコーン等が例示できる。

上記以外でも最大保水量の規定を満足する限り本発明の担体として使用可能である。また、本発明に使用される担体は上記に例示されたもの単一物及びその混合物である。但し担体が複数のものの混合物である場合、固相中の担体全部を1つの担体と看做した場合の最大保水率が40重量%以上4,000重量%以下であることが必要である。

担体が発泡有機高分子などのそれ自体特定の大きさがないものは、適当な大きさのものを作製し、それらをいくつか使用すればよい。

本発明において、担体中に存在する空間を孔隙、担体間の空間を空隙と呼ぶ。

本発明に使用される微生物としては、ポリマーを分解する限り特に制限はないが、カビ、酵母などの真核微生物、細菌、放線菌などの原核微生物が使用できる。また、土壌中から抽出された微生物や活性汚泥中の微生物、コンポスト中の菌叢も使用できる。細菌としては、エシェリヒア (Escherichia) 属細菌、シュードモナス (Pseudomonas) 属細菌、バチルス (Bacillus) 属細菌を例示できるがそのほかにもポリマーを分解する限り、本発明の範疇である。

本発明に好適に使用できる微生物としては、本発明者らが土壌中より分離した枯草菌の1種である Bacillus subtilis MT-10658 を挙げる事ができる。この菌

株は受託番号 F E R M B P - 5 3 4 1 ( 寄託日 : 平成 7 年 1 2 月 1 9 日 ) として、茨城県つくば市東 1 丁目 1 番 3 号の通商産業省工業技術院生命工学工業技術研究所に微生物に関するブタベスト条約に基づいて寄託されている。

微生物は、単独で使用することができるが、必ずしもその必要はなく、2 種以上の微生物菌叢を混合して使用することが好ましい。

本発明に使用される栄養成分としては、ポリマーを分解する微生物の生育に必要な物質を指し、炭素源、窒素源、無機塩類及び微量元素を含んだものであればいかなるものでもよく、ブイヨン培地 ( 肉エキス 3 g / L 、ペプトン 1 0 g / L 、塩化ナトリウム 5 g / L ) が例示できる。

また、その他の成分として、微生物の生育を阻害しないのであれば、固相全体の空隙率が 2 5 % を下回らないように下水汚泥、都市ゴミ、家畜糞などの中の本発明の固相として利用できないものを固相中に含有させてもよい。そのため、本発明に使用される固相としては、コンポストの如きものを使用することも場合によっては可能である。

本発明においては、以上述べたような担体に、培養液のような栄養成分及び微生物を含有する水溶液を含ませればよい。含ませせる水溶液の液量としては、

担体中で微生物が増殖するのに必要であり、かつ空気中の酸素が供給される程度に空間があれば特に限定しない。液量は好ましくは担体に最大保水率の10%以上100%以下であり、より好ましくは担体の最大保水率の20%以上95%以下であり、さらに好ましくは担体の最大保水率の25%以上90%以下である。

本発明においてポリマーを分解するために用いられる固相とは、担体、微生物、該微生物の生育に必要な栄養成分及び水分を含有する水溶液、その他の成分全体を意味する。そして、固相が例えば微生物、栄養成分及び水分を含有する水溶液を含浸させた幾つかの担体より成る場合、該担体、微生物、水溶液及び孔隙はもちろん、空隙も本発明において固相として認識される。

また、本発明において空隙とは、固相から担体及びその他の成分の実質的部分を除いた空間全体を意味する。言い換えれば、本発明において空隙とは、固相中の微生物、該微生物の生育に必要な栄養成分、水分及び空気が存在し得る空間全体を意味する。よって、担体と担体の隙間はもちろん、担体内部の物質が侵入し得る部分も空隙として認識される。

本発明における空隙率とは、固相の体積に対する空隙の割合を意味する。固相中の担体が単一の物質からなり、それ以外の成分を含まない場合、空隙率は下記

の計算式 1 より算出される。

$$[1 - (\text{見かけ比重} / \text{真比重})] \times 100 =$$

固相の空隙率 (%) . . . . . 計算式 1

本発明において、固相の空隙率は 25% 以上 100% 未満であり、好ましくは 40% 以上 100% 未満、より好ましくは 60% 以上 100% 未満である。

本発明の方法を実施するには、栄養成分を含む担体及び微生物を含有する水溶液を含浸させた担体に微生物を増殖させ該担体を収納した容器に分解すべきポリマーを接触ないしは混入すればよい。ポリマー分解する際の温度は通常微生物の生育ができる温度であり、具体的には 0 ~ 80℃ 好ましくは 20 ~ 60℃ である。また、容器の内容物を時々攪拌するとポリマーの分解が促進されることがあり、容器の内容物にはガスが流入することが好ましい。

また、ポリマーを接触させる際は、ポリマーを適当な大きさに粉碎することが、分解までの所要時間を短縮できるので好ましい。

本発明の方法によってポリマーが分解される機序は必ずしも明確ではないが、微生物自体の酵素的な分解作用による場合、微生物の生育に伴って生じたアンモニウムイオンなどの存在によりポリマーのエステル結合が化学的に加水分解される場合、或いはそれらが競合して起こる場合などが予想される。よって、上記の

観点からすれば、本発明の栄養成分としてはブイヨン培地などの窒素源を多く含むものを使用することが好ましい。

本発明の方法で分解されるポリマーは、微生物の増殖を阻害しないものであれば特に限定されないが、例えば、乳酸、グリコール酸、6-ヒドロキシカプロン酸、3-ヒドロキシ酪酸、3-ヒドロキシ吉草酸などのヒドロキシカルボン酸のホモポリマーまたはコポリマー、或いは、コハク酸、アジピン酸、シクロヘキサンジカルボン酸などの脂肪族ジカルボン酸とエチレングリコール、1,4-ブタンジオール、1,4-シクロヘキサンジメタノール、ベンゼンジメタノールなどのグリコールから得られるポリエステルが例示できる。

本発明の方法は、脂肪族ポリエステル、特に乳酸、グリコール酸または乳酸とグリコール酸からなるポリマーの分解に好適に使用される。これら脂肪族ポリエステルのポリマーの分子量は、2,000～1,000,000が好ましい。

これらのうちポリ乳酸、特にポリL-乳酸が好ましい。

本発明の装置は、本発明のポリマーの分解方法を実施し得るものであり、ポリマーが分解できるものであればよい。本発明の装置は必要により攪拌手段、曝気

手段、温度調節手段及び湿度調節手段を有することができる。

本発明の装置として例えば図 1 及び 2 に示すようなものが挙げられる。図 1 において、本体 1 の底部には下部網 2 が構成され、本体 1 の底部と側壁とで構成される隅部はなだらかな丸みを帯びていることが好ましい。本体 1 の上部は蓋 2 で覆われている。蓋 2 には上部網 4 が構成される。下部網 2 及び上部網 4 は共に本体内のガス及び水分の流通を容易にする。本体側面には曝気手段となる曝気用穴が構成されてもよい。本体 1 には攪拌手段が構成され、それは攪拌軸 6 及び攪拌羽根 7 により構成される。攪拌軸 6 をモーターなどにより回転させることにより、攪拌羽根 7 が回転し、本体内部の内容物が攪拌される。攪拌羽根 7 の形状・枚数及び位置は任意に変更することが可能である。また、本体 1 全体を保温・冷却する手段を設けることにより本体内部の温度を調節することができる。

### 実施例

以下に、実施例により本発明を具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に記載する方法やスケールに何等限定されるものではない。

#### [ 実施例 1 ]

第 1 表に示した各担体 20 g を充分量の水に浸潤さ

せた後、濾紙上にその担体を載せ、担体中に保水されていない余分の水を濾過し取り除いた。濾紙上の保水した担体の重量を測定し、該測定値から担体重量を差し引いた値（保水重量）を求め、担体の最大保水率を算出した。結果を第1表に示した。

また、第1表に示した各担体の見かけ比重及び真比重を測定し、それらをもとに計算式1より固相における空隙率を算出した。結果を第1表に示した。

第1表に示した各担体を100 mLビーカーに50 cm<sup>3</sup>ずつ入れ、さらに第2表に示した組成の培地を担体の最大保水率の50重量%量加え、120℃、30分蒸気滅菌した。滅菌後37℃に冷やし、第2表に示した組成の培地中で一晚培養した Bacillus subtilis MT-10658の培養液1 mL（約10<sup>8</sup> cells/mL）を接種した。分子量約10万のポリL-乳酸1gから形成した1×2 cmの大きさのプレスフィルムを70%アルコールにて殺菌し、担体中に挿入し、37℃に保った。プレスフィルムの分解状態を経時的に観察し、第1表に結果を示した。比較のために、担体として最大保水率1000重量%、空隙率20%の粘質土壌を使用した場合や、担体として最大保水率30重量%、空隙率60%のウレタンベレットを使用した場合、また担体として最大保水率20重量%、空隙率35%のガラスビーズを使用した場合、さらに担体を使

用せず第2表に示した液体培地中に微生物を増殖させプレスフィルムを投入した場合の分解状態も、それぞれ第1表に示した。

なお、表中、分解とはプレスフィルムの分解状態を目視で観察した場合、プレスフィルムが確認できなくなったこと（消失したこと）を示し、以後同様の判定基準を用いた。

実験の結果、最大保水率が40重量%（g（水）／g（乾燥担体））以上4,000重量%（g（水）／g（乾燥担体））以下、かつ空隙率が25%以上100%未満である固相を用いた場合はプレスフィルムは何れも分解したが、そうでない担体或いは固相を用いた場合プレスフィルムには何の変化も起こらなかった。このことからポリマーの分解にとって本発明の方法が有効であることが示される。

なお、大鋸屑、粃殻は実験に先立って自ら調製したものを、ふすまは精選麦皮（高橋製粉株式会社製）、発泡セルロースはファイバーム（酒伊エンジニアリング株式会社製）、発泡ウレタンはウレタンフォーム（ブリジストン社製）、発泡ポリビニールアルコールはベルイーターA（カネボウ株式会社製）、不織布は不織布PLP（日本バイリーン社製）、モレキュラーシープはモレキュラーシープ3A（和光純薬社製）、バーミキュライトはバーミキュライトゴールド（サカ

タのタネ株式会社製)、パーライトはパーライトM-1(粒径:1.5~3.0)(サカタのタネ株式会社製)、ステンレス鋼繊維はナスロン(日本精線社製)、粘質土壌は千葉県茂原市から採取したもの、ウレタンベレットは三井東圧化学株式会社製、ガラスビーズはガラスビーズ(平均粒径:2mm)(井内盛栄堂製)をそれぞれ使用した。

第1表

担体	担体最大保水率(%)	空隙率(%)	分解日数
大鋸屑	140	60	15日で分解
籾殻	220	60	17日で分解
ふすま	290	70	15日で分解
発泡セルロース	2630	98	16日で分解
発泡ウレタン	1850	99	15日で分解
発泡ポリビニール	1300	88	17日で分解
アルコール			
不織布	800	98	15日で分解
モレキュラーシープ	70	60	30日で分解
パーミキュライト	60	70	19日で分解
パーライト	300	70	25日で分解

ステンレス鋼繊維	700	90	15日で分解
粘質土壌	1000	20	90日以上 変化なし
ウレタンペレット	30	60	90日以上 変化なし
ガラスビーズ	20	35	90日以上 変化なし
担体なし： ブイヨン培地のみ	—	—	90日以上 変化なし

第2表 [ブイヨン培地]

---

肉エキス	3 g
ペプトン	10 g
塩化ナトリウム	5 g
蒸留水	1 L

---

pH 7.0

## 〔実施例2〕

第2表に示した組成の培地中で第3表-1～第3表-3に示した単一系微生物、大腸菌 (Escherichia coli HB101: 商業的に入手可能) や Pseudomonas fluorescens ATCC 13525、枯草菌 (Bacillus subtilis MT-1

0658)、及び混合系微生物として、標準活性汚泥(化学品検査協会)や土壌抽出菌(千葉県茂原市の土壌より採取)を一晩培養した。また、第3表-1~第3表-3に示した各担体を100 mLビーカーに50 cm<sup>3</sup>入れ、さらに第2表に示した組成の培地を担体の最大保水率の50重量%量加え、120℃で30分間蒸気滅菌し、その後37℃に冷やした。そこへ、前記培養液1 mL(約10<sup>8</sup> cells/mL)を接種し、次いで70%アルコールにて殺菌した分子量約10万のポリL-乳酸プレスフィルムを担体中に挿入して37℃に保った。プレスフィルムの分解状態を経時的に観察し、第3表-1~第3表-3に結果を示した。比較として、各担体に微生物を接種しない場合、担体として粘質土壌を使用した場合、担体を使用せず第2表に示したブイヨン培地中に微生物を増殖させフィルムを投入した場合の分解状態も第3表-1~第3表-3に示した。実験の結果、種々の細菌及び混合微生物でプレスフィルムは分解したが、担体として最大保水率が40重量%(g(水)/g(乾燥担体))以上4,000重量%(g(水)/g(乾燥担体))以下、かつ空隙率が25%以上100%未満である固相を用いなかった場合は分解は起こらなかった。

第 3 表 - 1

担 体	接種微生物	
	微生物接種 なし	<u>Escherichia</u> <u>coli</u>
大 鋸 屑	90 日 以上 変化なし	17 日 で 分 解
籾 殻	90 日 以上 変化なし	17 日 で 分 解
ふ す ま	90 日 以上 変化なし	17 日 で 分 解
発 泡 セ ル ロ ー ス	90 日 以上 変化なし	16 日 で 分 解
発 泡 ウ レ タ ン	90 日 以上 変化なし	17 日 で 分 解
発 泡 ポ リ ビ ニ ー ル ア ル コ ー ル	90 日 以上 変化なし	20 日 で 分 解
不 織 布	90 日 以上 変化なし	17 日 で 分 解
モ レ キ ュ ラ ー シ ー プ	90 日 以上 変化なし	40 日 で 分 解
バ ー ミ キ ュ ラ イ ト	90 日 以上	32 日 で 分 解

パーライト	変化なし 90日以上	26日で分解
粘質土壌	変化なし 90日以上	90日以上
担体なし :	変化なし 90日以上	変化なし 90日以上
培地のみ	変化なし	変化なし

第 3 表 - 2

担 体	接 種 微 生 物	
	<u>Pseudomonas fluorescens</u>	<u>Bacillus subtilis</u>
大 鋸 屑	25日で分解	15日で分解
籾 殻	17日で分解	17日で分解
ふ す ま	23日で分解	15日で分解
発 泡 セ ル ロ ー ス	19日で分解	16日で分解
発 泡 ウ レ タ ン	20日で分解	15日で分解
発 泡 ポ リ ビ ニ ー ル	34日で分解	17日で分解
ア ル コ ー ル		
不 織 布	23日で分解	15日で分解
モ レ キ ュ ラ ー	50日で分解	30日で分解

	シーブ		
バーミキュライト	37日	で分解	19日
パーライト	27日	で分解	25日
粘質土壌	90日	以上	90日
		変化なし	変化なし
担体なし :	90日	以上	90日
培地のみ		変化なし	変化なし

第3表 - 3

担 体	接 種 微 生 物		
	標 準 活 性 汚 泥	土 壌 抽 出 菌	
大 鋸 屑	27日	で分解	31日
朶 殻	25日	で分解	33日
ふ す ま	28日	で分解	34日
発 泡 セ ル ロ ー ス	21日	で分解	25日
発 泡 ウ レ タ ン	22日	で分解	27日
発 泡 ポ リ ビ ニ ー ル	42日	で分解	45日
ア ル コ ー ル			
不 織 布	31日	で分解	35日
モ レ キ ュ ラ ー	70日	で分解	80日
シーブ			

パーミキュライト	45日で分解	51日で分解
パーライト	47日で分解	55日で分解
粘質土壌	90日以上 変化なし	90日以上 変化なし
担体なし：	90日以上	90日以上
培地のみ	変化なし	変化なし

## 〔実施例3〕

第2表に示した組成の培地中で第4表-1～第4表2に示した単一系微生物である Bacillus subtilis MT-10658を一晩培養した。また、第4表-1～第4表-2に示した各担体を100mLビーカーに50cm<sup>3</sup>入れ、さらに第2表に示した組成の培地を担体の最大保水率の50重量%量加え、120℃で30分間蒸気滅菌し、その後37℃に冷やした。そこへ、前記培養液1mL(約10<sup>8</sup> cell/mL)を接種し、次いで70%アルコールにて殺菌した分子量約10万のポリL-乳酸とポリブチレンサクシネートのコポリマーならびにポリブチレンサクシネートホモポリマーのプレスフィルム(1×2cm)をそれぞれ担体中に挿入して37℃に保った。これら2種のプレスフィルムの分解状態を経時的に観察し、それぞれの結果を第4表-1ならびに第4表-2に示した。比較として、各担体に微生物を接種しない場合、担体として粘質土壌を

使用した場合、担体を使用せず第2表に示す液体栄養成分中に微生物を増殖させフィルムを投入した場合の分解状態も第4表-1～第4表-2に示した。実験の結果、ポリL-乳酸とポリブチレンサクシネートのコポリマーならびにポリブチレンサクシネートホモポリマーのプレスフィルムは分解したが、担体として最大保水率が40重量% (g(水)/g(乾燥担体))以上4,000重量%以下、かつ空隙率が25%以上100%未満である固相を用いなかった場合は分解は起こらなかった。

第4表-1

担 体	ポリL-乳酸とポリブチレンサクシネートのコポリマー	
	微生物接種なし	<u>Bacillus subtilis</u> 接種
大鋸屑	90日以上 変化なし	19日で分解
粃殻	90日以上 変化なし	22日で分解
ふすま	90日以上 変化なし	20日で分解

発泡セルロース	90日以上 変化なし	22日で分解
発泡ウレタン	90日以上 変化なし	20日で分解
発泡ポリビニール アルコール	90日以上 変化なし	23日で分解
不織布	90日以上 変化なし	21日で分解
モレキュラー シープ	90日以上 変化なし	40日で分解
バーミキュライト	90日以上 変化なし	26日で分解
パーライト	90日以上 変化なし	34日で分解
粘質土壌	90日以上 変化なし	90日以上 変化なし
担体なし： 培地のみ	90日以上 変化なし	90日以上 変化なし

第 4 表 - 2

担 体	ポリブチレンサクシネート ホモポリマー	
	微生物接種 なし	<u>Bacillus</u> <u>subtilis</u> 接種
大 鋸 屑	1 2 0 日 以 上 変 化 な し	5 5 日 で 分 解
粃 殻	1 2 0 日 以 上 変 化 な し	6 5 日 で 分 解
ふ す ま	1 2 0 日 以 上 変 化 な し	6 0 日 で 分 解
発 泡 セ ル ロ ー ス	1 2 0 日 以 上 変 化 な し	6 5 日 で 分 解
発 泡 ウ レ タ ン	1 2 0 日 以 上 変 化 な し	6 1 日 で 分 解
発 泡 ポ リ ビ ニ ー ル ア ル コ ー ル	1 2 0 日 以 上 変 化 な し	6 8 日 で 分 解
不 織 布	1 2 0 日 以 上 変 化 な し	6 1 日 で 分 解
モ レ キ ュ ラ ー シ ー プ	1 2 0 日 以 上 変 化 な し	1 0 0 日 で 分 解

パーミキュライト	120日以上 変化なし	75日で分解
パーライト	120日以上 変化なし	90日で分解
粘質土壌	120日以上 変化なし	120日以上 変化なし
担体なし： 培地のみ	120日以上 変化なし	120日以上 変化なし

## 〔実施例4〕

第5表に示す原料を混合し自家調製コンポストを作成し、それぞれ100mLビーカーに50cm<sup>3</sup>を入れた。水分及び栄養成分の含有量が担体全体の最大保水率の50%になるように調製した。

条件Aのコンポストでは、その固相に含まれる担体全体の最大保水率は250重量%、固相の空隙率は60%であった。

条件Bのコンポストでは、その固相に含まれる担体全体の最大保水率は220重量%、固相の空隙率は60%であった。

条件Cのコンポストでは、その固相に含まれる担体全体の最大保水率は220重量%、固相の空隙率は50%であった。

条件Dのコンポストでは、その固相に含まれる担体

全体の最大保水率は140重量%、固相の空隙率は60%であった。

条件Eのコンポストでは、その固相に含まれる担体全体の最大保水率は220重量%、固相の空隙率は20%であった。

このコンポストに70%アルコールにて殺菌した分子量約10万のポリL-乳酸プレスフィルム(1×2cm)を挿入し、37℃に保った。比較のため、100mLビーカー中の発泡ウレタン50cm<sup>3</sup>に第2表に示す組成の培地を最大保水率の50重量%量加え、120℃30分間蒸気滅菌し、37℃に冷却後、第2表に示す組成の栄養成分中で一晚培養した Bacillus subtilis MT-10658の培養液1mL(約10<sup>8</sup> cell/mL)を接種したものにポリL-乳酸プレスフィルムを挿入し37℃に保った。プレスフィルムの分解状態を経時的に観察し、第6表に結果を示した。

実験の結果、自家調製したコンポスト中においてもポリマーは分解した。さらに発泡ウレタンを担体として用いた場合、プレスフィルムはより速やかに分解した。自家調製コンポストは、現状のコンポスト化によって生成するコンポスト、すなわち採取場所や採取時期によって性状の異なるコンポスト(使用担体や初期栄養成分量など)を想定したものであるが、プレスフィルムの分解に大きなばらつきが生じた。

第 5 表

条件	原 料	プレ培養期間
A	籾殻・ドッグフード・屎尿	3ヶ月
B	籾殻・生ゴミ・鶏糞・屎尿	3ヶ月
C	籾殻・生ゴミ・鶏糞・屎尿	0日
D	大鋸屑・生ゴミ・鶏糞・屎尿	3ヶ月
E	生ゴミ・鶏糞・屎尿	0日

第 6 表

条件	分解日数
A	60 ± 20 日で分解
B	45 ± 14 日で分解
C	25 ± 10 日で分解
D	80 ± 25 日で分解
E	120 日で分解せず
発泡ウレタン	15 ± 2 日で分解

産業上の利用可能性

本発明の方法によれば、使用時には高い強度を有したポリマー、特に乳酸、グリコール酸または乳酸とグリコール酸とからなるポリマーを、速やかに確実に分解することができる。また、本発明の方法でポリマーを速やかに分解できるポリマーの分解処理装置が提供される。

## 請求の範囲

1. 担体、微生物、該微生物の生育に必要な栄養成分及び水分を含有する水溶液とからなる固相とポリマーとを接触させてポリマーを分解させる方法であって、該担体は最大保水率が40重量%以上4,000重量%以下であり、該水溶液は担体の最大保水率の10%以上100%以下担体に保持され、該固相の空隙率が25%以上100%未満であることを特徴とするポリマーの分解方法。

2. ポリマーがヒドロキシカルボン酸のホモポリマーまたはコポリマーであることを特徴とする請求項1記載の方法。

3. ポリマーが脂肪族ジカルボン酸とグリコールよりなるポリエステルである請求項1記載の方法。

4. 担体が有機高分子或いは無機物である請求項1～3の何れか1項に記載の方法。

5. 有機高分子が植物体、ヒト以外の動物体、発泡有機高分子或いは繊維有機高分子である請求項4記載の方法。

6. 無機物がモレキュラーシーブ、バーミキュライト、パーライト或いはステンレス鋼繊維である請求項4記載の方法。

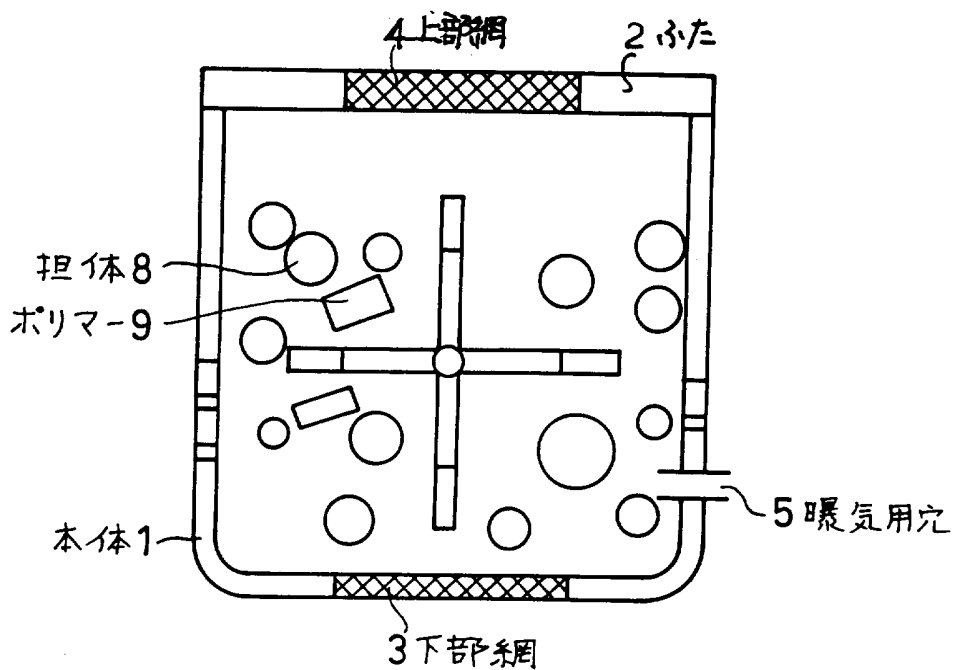
7. 微生物が Pseudomonas 属細菌、Escherichia 属

細菌、Bacillus属細菌よりなる群から選ばれる少なくとも1つ以上の細菌である請求項1～3の何れか1項に記載の方法。

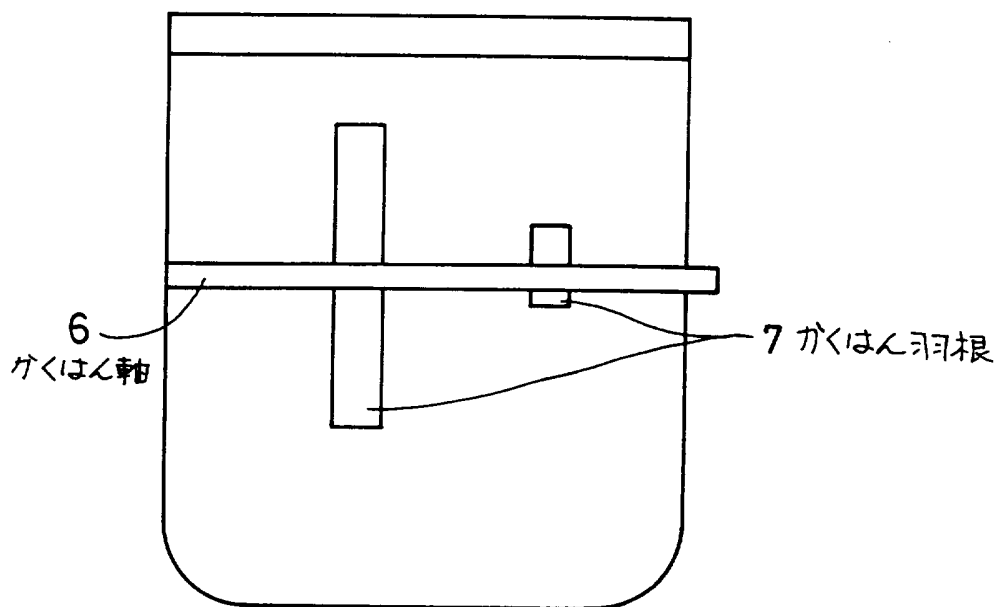
8. 微生物がBacillus subtilis FERM BP-5341である請求項7記載の方法。

9. 担体、微生物、該微生物の生育に必要な栄養成分及び水分を含有する水溶液とからなる固相とポリマーとを接触させることによるポリマーの分解用の装置であって、該担体の最大保水率が40重量%以上400重量%以下であり、該水溶液が担体の最大保水率の10%以上100%以下担体に保持され、該固相の空隙率が25%以上100%未満であることを特徴とするポリマーの分解用装置。

第 1 図



第 2 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/00448

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl<sup>6</sup> C08J11/06, B09B3/00, C12P1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl<sup>6</sup> C08J11/06, B09B3/00, C12P1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1996

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1996

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 6-292587, A (NOK Corp.), October 21, 1994 (21. 10. 94), Claim, lines 18 to 35, column 3 (Family: none)	1 - 9
A	JP, 50-148580, A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), November 28, 1975 (28. 11. 75), Claim, line 7, upper part, left column to table 1, right column, page 4 (Family: none)	1 - 9
A	JP, 6-328060, A (Sanyo Electric Co., Ltd.), November 29, 1994 (29. 11. 94), Claim, lines 33 to 35, column 2, Fig. 1 & EP, 611742, A1	1, 4, 5, 9

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

May 15, 1996 (15. 05. 96)

Date of mailing of the international search report

May 28, 1996 (28. 05. 96)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int. Cl. 6 C08J11/06, B09B3/00, C12P1/00

B. 調査を行った分野  
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
 Int. Cl. 6 C08J11/06, B09B3/00, C12P1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの  
 日本国実用新案公報 1926-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-1996年


国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 6-292587, A (エヌオーケー株式会社) 21. 10月. 1994 (21. 10. 94) クレーム、第3欄第18~35行 (ファミリーなし)	1-9
A	JP, 50-148580, A (工業技術院長) 28. 11月. 1975 (28. 11. 75) クレーム、第4頁上段左欄第7行~同右欄第1表 (ファミリーなし)	1-9
A	JP, 6-328060, A (三洋電機株式会社) 29. 11月. 1994 (29. 11. 94) クレーム、第2欄第33~35行、図1 &EP, 611742, A1	1、4、5及び9

C欄の続きにも文献が列举されている。  パテントファミリーに関する別紙を参照。

<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</p> <p>「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)</p> <p>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p>	<p>の日の後に公表された文献</p> <p>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「&amp;」 同一パテントファミリー文献</p>
--	---

国際調査を完了した日 15. 05. 96	国際調査報告の発送日 <b>28.05.96</b>
--------------------------	-------------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 井出 隆一 	4 F 7310
	電話番号 03-3581-1101 内線 3429	