

「難分解性プラスチックを微生物分解へ導く添加剤
“P-Life”の開発とその市場展開について」

TRANSFORMING PLASTICS FOR A SUSTAINABLE FUTURE.

P-Life正規代理店：
有限会社KGテクノサービス
<https://www.kg-techno.co.jp>



P-Life添加剤の開発、販売までの経緯

1997年:

米国の会社(Robert Downie社長)からライセンスを受けたプラスチックの分解性添加剤を日本で販売開始。「ポリエチレンに澱粉を添加、微生物を誘引しプラスチックの崩壊を促すことを目的にした製品。ポリエチレン自体の分解は不十分。」

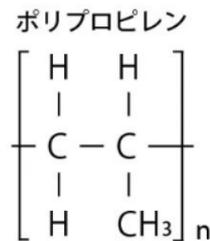
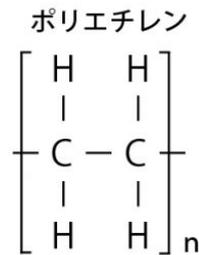
2001年:

ポリエチレンやポリプロピレンの分解機構を理解し、その分解を促す添加剤を開発することを目的にRobert Downie氏とともに“P-Life添加剤”の開発を開始。(米国Programmable Life Inc.設立)

2003年:

Programmable Life Inc. から製造・販売のライセンス受け、ピーライフ・ジャパン・インク株式会社としてP-Life添加剤の販売開始(アジア・パシフィック地域中心に) 現在、世界25カ国以上の国々でP-Lifeを販売しております。

“KGテクノサービスは、2017年より、日本国内の正規代理店としてP-Life微生物分解添加剤、P-Lifeを使用したプラスチック製品の販売を行っております。”



Q.

それでは、ポリエチレン(C₂H₄)_nやポリプロピレン(C₃H₆)_nの分解機構は何ですか？

- ・炭化水素樹脂：化学的に安定している高分子
 - ・疎水性ポリマー（水との親和性低い）
- } 微生物分解が困難

A.

ポリエチレンやポリプロピレンのような炭化水素樹脂（疎水性）の場合、**酸化反応**を促すことにより、**分子量の低下と官能基（カルボニル基：C=O）**を持ち合わせた**低分子化合物の生成（カルボン酸など）**を行うことが可能となり、その後の微生物による消化吸収を促進できるはず！

P-Life添加剤は：

- 素材は、プラスチックの滑剤としても使用されている**脂肪酸ベース**の材料を使用しています（植物油由来）。
- 添加剤の構成は、**酸化数が異なる脂肪酸金属塩の組み合わせ**です。



酸化、還元反応を繰り返し起こす機構を持ち合わせ、ラジカルを呼び込みながら、ポリマーの炭素鎖への酸化分解を継続的に誘引、促進させることが可能となります。→**官能基を持った低分子化合物**



($M_n, M_{(n+1)}$:P-Life, R:炭化水素,
ROOH:ヒドロパーオキサイド, $RO\cdot, ROO\cdot$:ラジカル)

- P-Lifeの添加量を調整することで、プラスチック製品の品質保持期間、分解速度をコントロールすることが可能です。

P-Life添加剤 製品ラインアップ :

1. P-Life マスターバッチ

製品名	P-Life有効成分	ベースレジン	分解適用可能樹脂
P-LIFE GREEN 20	SMC2360 20%	LDPE (MI:8.1)	PE (PP)
P-LIFE PP 10	SMC2360 10%	PP (MI:30)	PP専用

* マスターバッチの添加量 : P-LIFE GREEN 20: 1.5%~5%
P-LIFE PP 10: 3%~10%

* 包装形態 : アルミ内装クラフト袋

* 包装単位 : 20kg/袋



P-Lifeマスターバッチ



PEやPP樹脂



プラスチック加工



様々なプラスチック製品へ適用

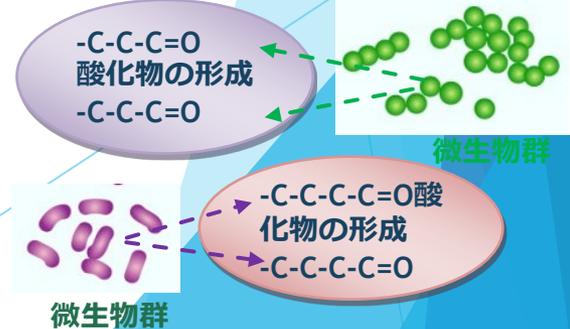
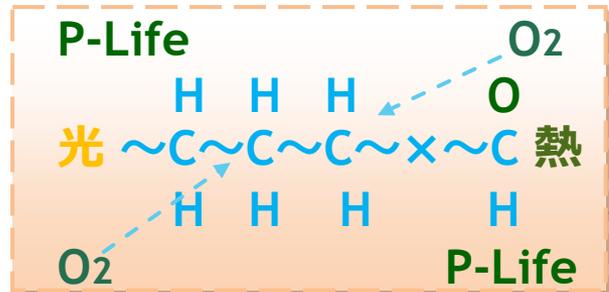
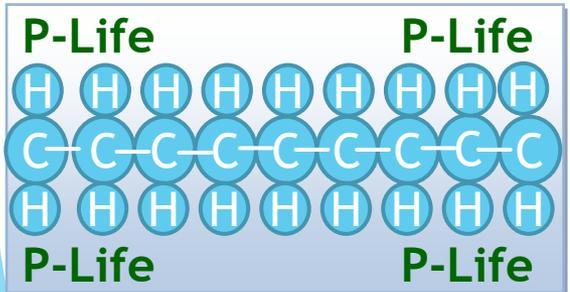
P-Life添加剤の特徴は：

P-Lifeは、長年にわたる世界各国での試験や検証に基づき開発された、安全性の高い添加剤です（日本国特許 第6777343号,第6993737号）。以下のような特徴を持ちます。

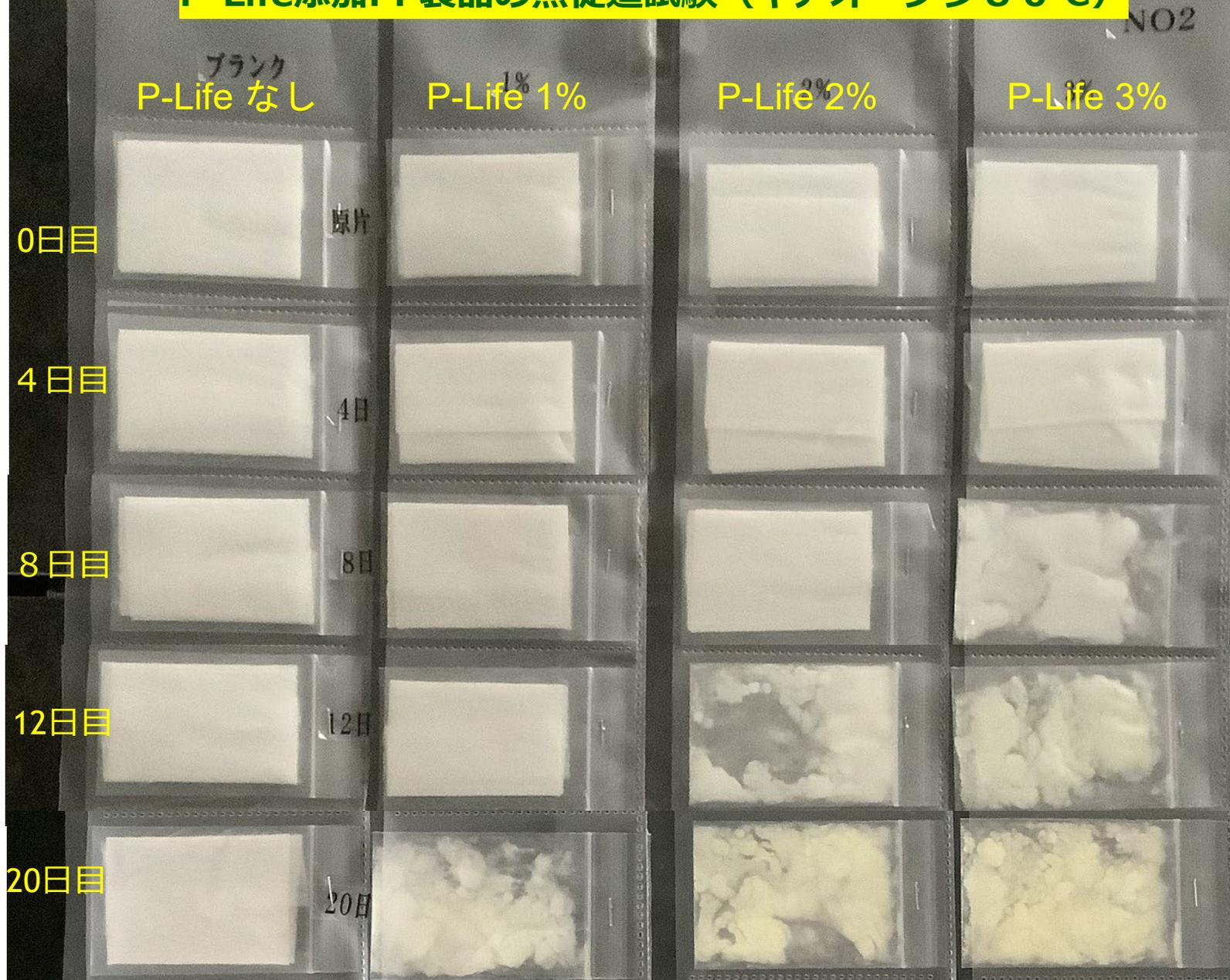
- P-Lifeは、植物油(バイオマス)から精製された脂肪酸をベースにした添加剤です。
- 基本添加量は、1.5%～（マスターバッチ）であり、低コストで微生物分解へ導くプラスチック製品の製造が可能です。
- P-Life添加剤の内容成分は、改正食品衛生法に基づく国ポジティブリストに登録されています。また、食品衛生法 厚生省告示第370号に準拠しています。
- 対象樹脂は、ポリエチレン（PE）とポリプロピレン(PP)です。
- P-Lifeを添加した樹脂製品の物性は、通常のプラスチック製品と同等です。
- P-Lifeを添加したプラスチック製品の微生物分解性は、JIS K6955(ISO17556)にて検証されております。



P-Life添加プラスチックの微生物分解までのサイクル



P-Life添加PP製品の熱促進試験 (ギアオープン80℃)



P-Life添加PP製品の耐候試験前後の分子量、IRスペクトラム測定 ISO4892-2 (キセノンランプ)

試験前

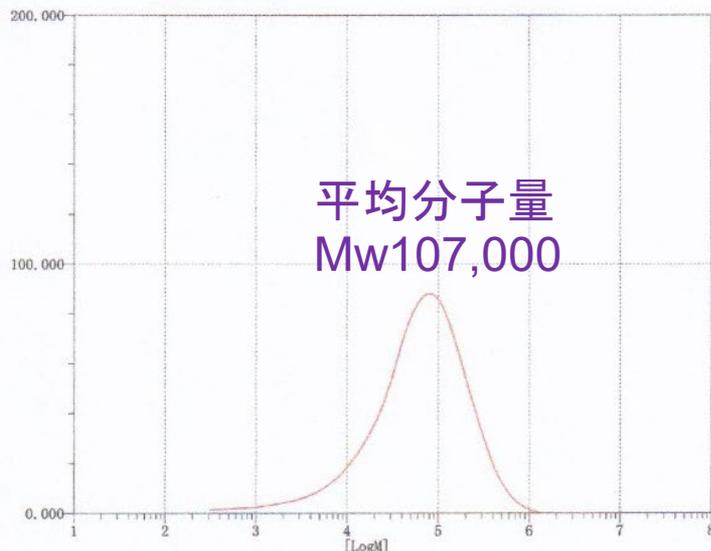


Figure 5 Molecular weight distribution curve at the start of weathering testing

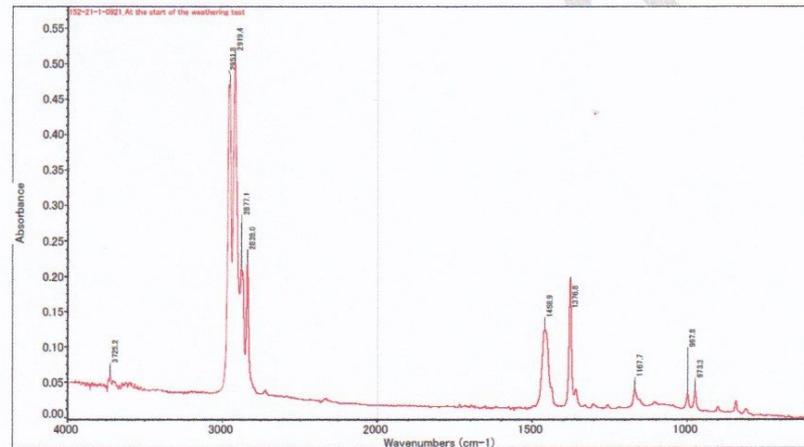
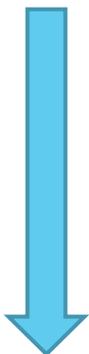


Figure 3 IR spectrum at the start of weathering testing



試験28日後

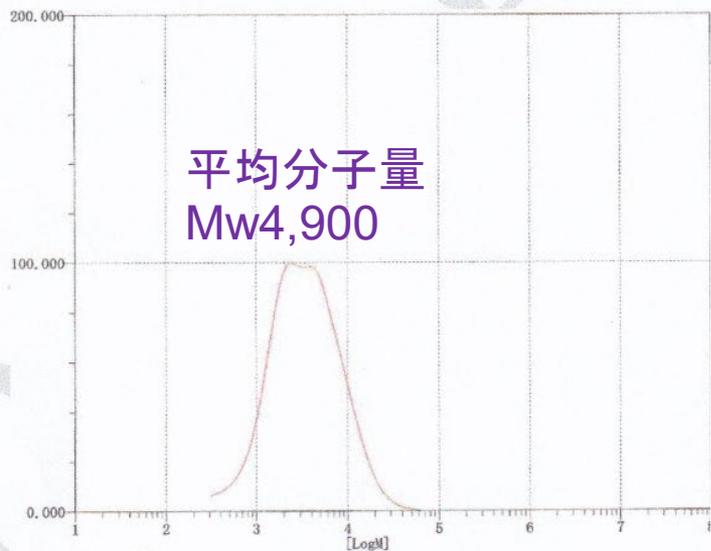


Figure 6 Molecular weight distribution curve at the end of weathering testing

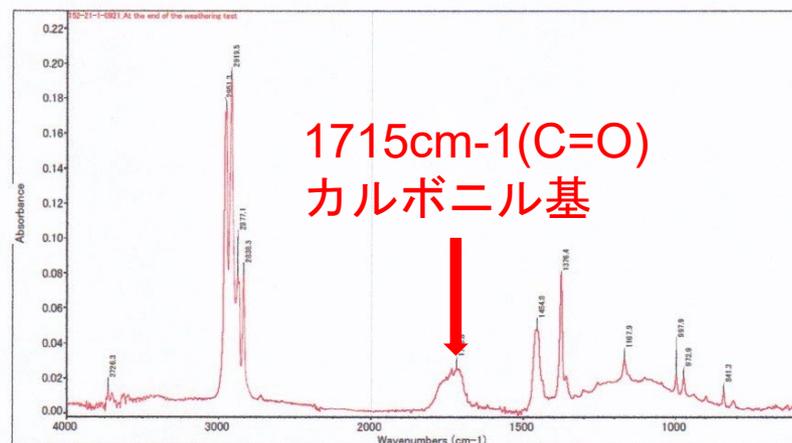


Figure 4 IR spectrum at the end of weathering testing

(Refer to attached document 1 and document 2)

【質量分析によるP-Life添加PP製品の酸化分解構造解析の結果（例）】

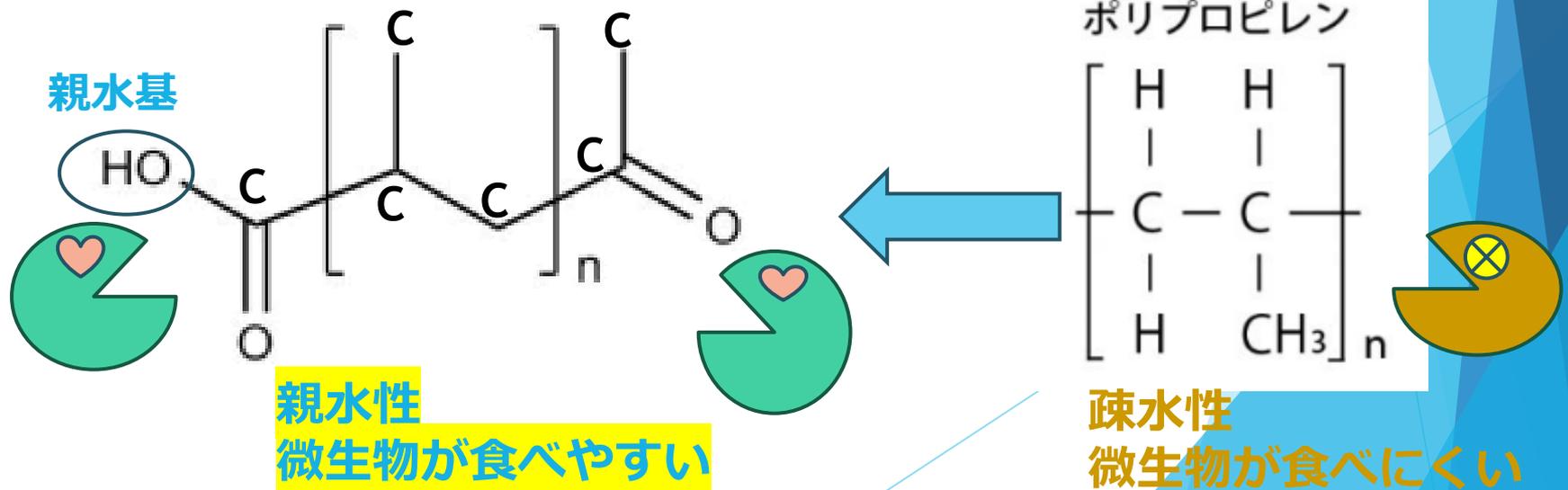
P-Life添加PP製品の酸化分解後のアセトン抽出物中には、

PPモノマーの繰返し単位を有する化合物

$[(C_3H_6)_n C_3H_4O_3]$ ($n=5\sim 15$)を含むことがわかった。

カルボニル基(-C=O)、カルボキシ基(-COO)、ヒドロキシ基(-OH)及びヒドロペルオキシド基(-OOH)が認められた。

主鎖切断したPPの場合、分子鎖の両末端に酸化構造を有する化合物が生成、 $[(C_3H_6)_n C_3H_4O_3]$ は下図のような構造例が考えられる。



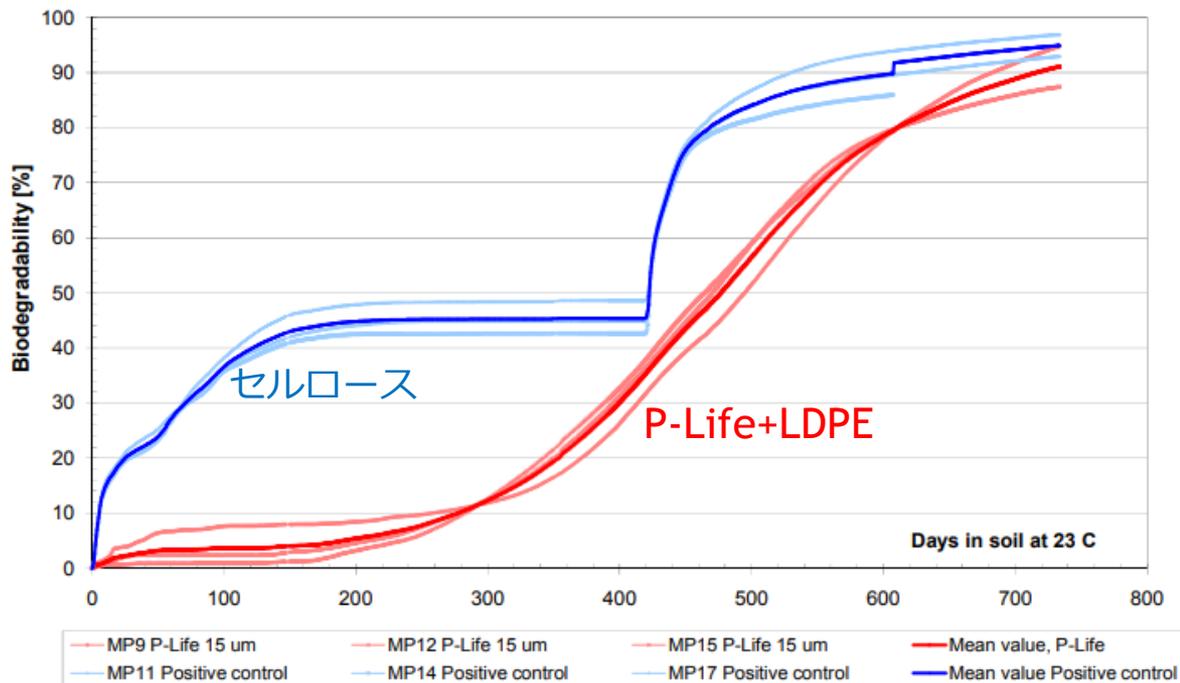
P-Lifeを添加したポリエチレンやポリプロピレン製品は、単に自然環境で細片化しているだけでは？

P-Lifeによって低分子化した化合物を微生物が実際に食べて、新陳代謝した結果として、それら低分子化合物に含まれる炭素源が、二酸化炭素へと変換されること＝微生物分解の検証することが一番大事！！

私たちは、国際的な試験基準(ISO, JIS, ASTM等)に則り、国内外の公的試験機関において、微生物分解の試験・検証を行ってきました。現在も、数多くの微生物分解の検証を行っています。

土中環境での微生物分解試験結果 その1

<P-Life添加ポリエチレンフィルム>



試験機関： RISE Research Institute of Sweden

試験方法： ISO17556“プラスチック-呼吸計を用いた酸素消費量又は発生した二酸化炭素量の測定による土壌中での好氣的究極生分解度の求め方”

試験期間： 2008年9月18日～2010年7月9日

試験結果： 24か月以内に生分解度90%以上を確認した。

土中環境での微生物分解試験結果 その2

＜P-Life添加「PP不織布/PEフィルム」複合材＞

6/6

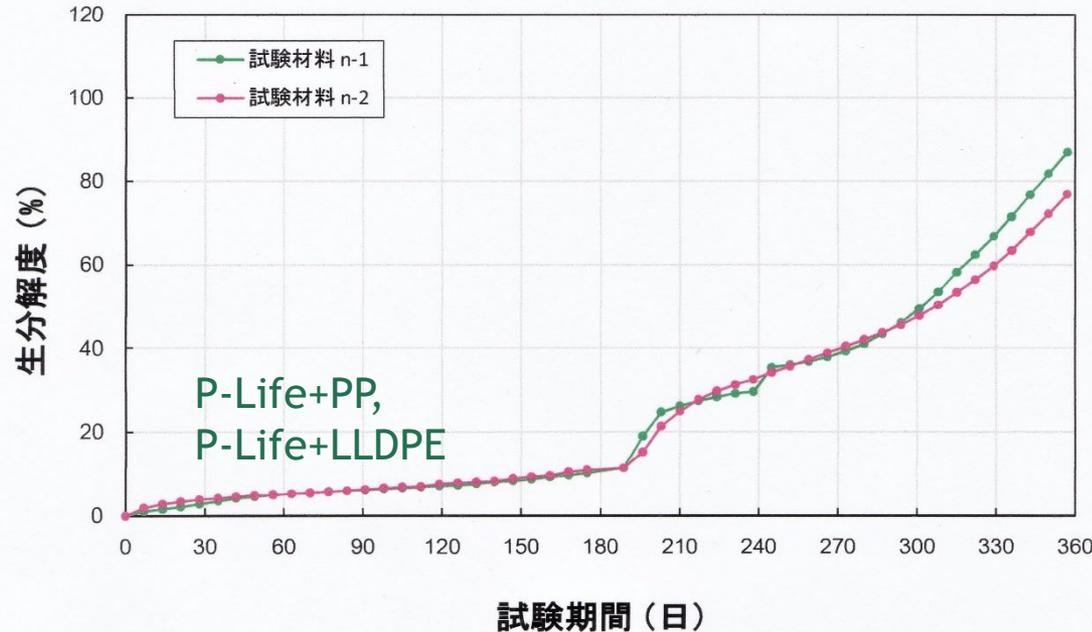


図2 試験材料の生分解度曲線



試験機関: (財)化学物質評価研究機構

試験方法: JIS K6955 “プラスチック-呼吸計を用いた酸素消費量又は発生した二酸化炭素量の測定による土壌中での好氣的究極生分解度の求め方”

試験期間: 平成2014年12月10日～平成2015年12月2日

試験結果: 12か月以内に生分解度80%以上を確認した。

P-Life添加剤を使用することによって？



本来、難分解性プラスチックであるはずのPEやPPが、
(疎水性の高分子材料)



酸素と結びついた様々な種類の官能基を持つ、
低分子化した物質へと変化させることができる。
(親水基などをもった低分子化物へ)



それらの物質は、土中環境中の微生物によって、確実に消化吸収＝微生物分解されることが、微生物からの
二酸化炭素発生量の測定からも証明されました。



更に、深掘りして、どんな微生物が？、それら
の低分子化したPEやPPを食べているのか？



P-LifeによるPE、PPの微生物分解メカニズムの解明！！

“P-Life添加ポリプロピレン製品が、微生物分解した土壌を用い、微生物のスクリーニング、単離、培養による微生物分解前後の分子量や重量変化の測定などの研究を**慶応義塾大学、株式会社伊藤園、ピーライフ・ジャパン・インク株式会社**の産学共同で進めてまいりました。”



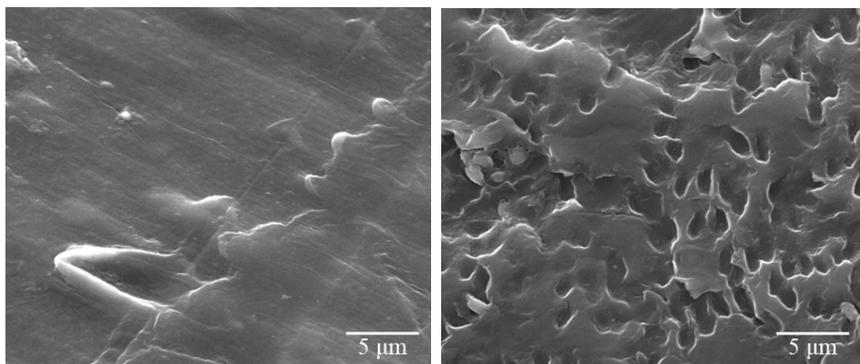
ついに、この産学共同研究チームは、
“プラスチックに生分解性を付与する添加剤「P-Life」を添加したポリプロピレン(PP)の分解菌を取得することに成功いたしました！！”

2024年11月25日 同時プレスリリース
2024年11月28日 日本分子生物学会で発表

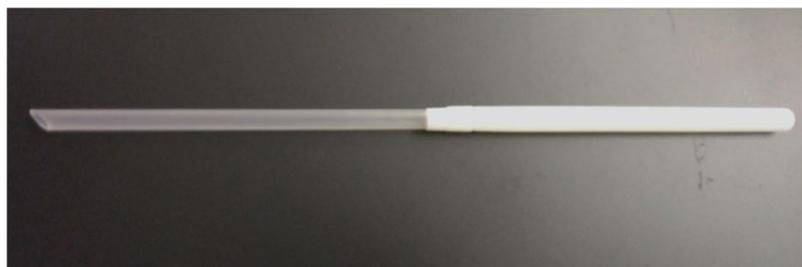
- **研究発表の要旨：**
- P-Life を添加した PP の分解菌を複数発見しました（*Cupriavidus* sp.等）。また、これらの分解菌は、各地の土壤に存在することも確認できました。
- これらの分解菌をP-Lifeを添加したPPストロー（株伊藤園提供）に作用させたところ、明確な分解痕を確認しました。
- これら分解菌は、PPだけでなくP-Life含有PEも分解することが分かりました。



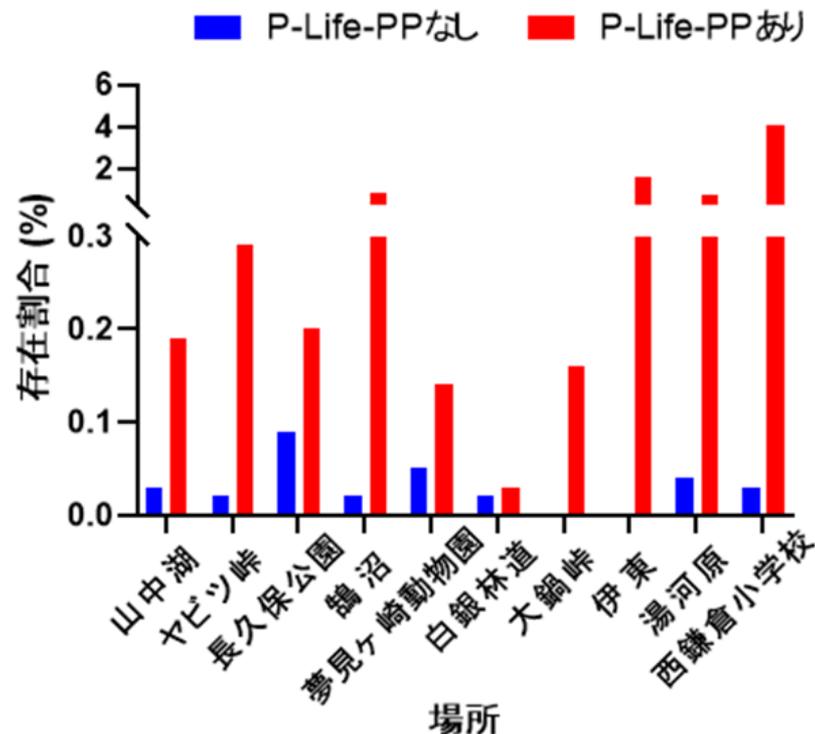
- ◆ **今回の分解菌の発見は、ポリエチレンやポリプロピレンといった難分解性プラスチックが、P-Lifeにより、自然環境での循環が可能となることを証明しました！**
- ◆ **更に、P-Lifeは、ポリオレフィン系プラスチックから生成されるマイクロプラスチックを分解・除去し、地球環境への蓄積解消に有効な技術であると証明されました！**



P-Life含有PPストローの表面の電子顕微鏡写真。無処理のストロー（左）と微生物処理したストロー（右）“分解菌による明確な分解痕が確認できます！”



今回の共同研究で使用されたP-Life添加PPストロー（株伊藤園提供）



今回発見された分解菌（*Cupriavidus* sp等）は、日本各地の土壌に存在することも確認できました。

鎌倉の土からプラスチック分解菌、「ニシカマエンシス」と名付ける...小学校の花壇で発見

2024/12/08 13:30

[スクラップに追加](#)
[f](#)
[X](#)
[B!](#)
[S](#)

プラスチックゴミ問題を解決する糸口となるか——。慶応大の研究グループが、ストローなどの原料となるポリプロピレン（PP）を分解する菌を発見した。添加剤「P-Life（ピーライフ）」を配合したPPを神奈川県鎌倉市立小学校の土に埋めて実験した。菌は「西鎌倉の土から取れた」を意味する「ニシカマエンシス」（仮称）と名付けられ、福岡市で11月28日に開催された日本分子生物学会で発表された。



顕微鏡写真で分解の様子を説明する宮本教授（鎌倉市役所で）

ピーライフは植物由来の添加剤で、難分解性プラスチックに配合されると微生物が分解しやすくなることはわかっていたが、分解菌は見つかっていなかった。

西鎌倉小で2022年秋、6年生が給食で使うPP製ストローをピーライフを添加したものに变更。女子児童の問題提起がきっかけとなった「地球に還るストロープロジェクト」が始まった。

使用済みのストローは熱処理後に粉末状にされ、校庭の花壇の土に埋められた。それらを慶応大理工学部の宮本憲二教授（生物機能化学）の研究グループが分析したところ、複数の分解菌が発見された。

改めて発見した菌でストローを分解させたところ、2週間で7%程度の重量減少が見られ、

宮本教授は「短期間でこれほど分解できたのは非常に画期的なこと」と説明する。県内外の土を集めた実験でも、どの土でも「ニシカマエンシス」が増えていたという。

今後、分解メカニズムを解析し、PP以外のプラスチックへの応用なども検討する。分解菌がゲノム解析などで新種と判明すれば「ニシカマエンシス」として国際機関から正式に認められる可能性もあるという。

プラスチックに生分解性を付与する添加剤P-Lifeを添加したポリプロピレンの分解菌を発見。11月28日（木）に日本分子生物学会で発表

西鎌倉小学校の土壌に生息する微生物が難分解性プラスチックストローを分解

編者 研究・技術
2024.11.25

印刷する

株式会社伊藤園（社長：本庄大介 本社：東京都渋谷区）と慶應義塾大学（塾長：伊藤公平 所在地：東京都港区）、慶應義塾先端科学技術研究センター（所長：津田裕之 所在地：神奈川県横浜市）、ピーライフ・ジャパン・インク株式会社（社長：富山繪 本社：東京都世田谷区）、SI樹脂産業株式会社（社長：坂下信行 本社：静岡県牧之原市）の研究チームは、プラスチックに生分解性を付与する添加剤「P-Life」（用語1）を添加したポリプロピレン(以下PP（用語2))の分解菌を取得することに成功しました。この成果は、難分解性ポリオレフィン系プラスチック（用語3）の微生物による分解処理を実現する上で重要な一歩で、これらの分解菌は、ポリオレフィン系プラスチックから生成したマイクロプラスチックの分解・除去にも有効だと期待できます。本成果は、2024年11月28日の日本分子生物学会で発表します。

主要研究者：株式会社伊藤園 内山修二、慶應義塾大学理工学部 生命情報学科教授の宮本憲二、二木彩香、慶應義塾先端科学技術研究センター研究員 黄穎、ピーライフ・ジャパン・インク株式会社 富山繪、SI樹脂産業株式会社 安倍義人
慶應義塾大学による本件の詳細リリースはこちら： <https://www.keio.ac.jp/ja/press-releases/2024/11/25/28-163357/> →

本研究のポイント

- 鎌倉市立西鎌倉小学校の土壌よりP-Lifeを添加したPPの分解菌を複数発見した。



[いいね！ 0](#) [シェアする](#) [X](#) [ポスト](#)

自然界での微生物分解が困難なプラスチックストローを分解！生分解性を付与するプラスチック添加剤P-Lifeに適した分解菌を西鎌倉小学校の土壌から複数発見

2024/11/25
慶應義塾大学

慶應義塾大学理工学部の二木彩香（生命情報学科4年）、慶應義塾先端科学技術研究センター研究員の黄穎、同大学理工学部教授の宮本憲二、ピーライフ・ジャパン・インク株式会社社長の富山繪、SI樹脂産業株式会社の安倍義人、株式会社伊藤園の内山修二の研究チームは、プラスチックに生分解性を付与する添加剤P-Lifeを添加したポリプロピレンに適した分解菌を取得することに成功しました。

栃木県茂木町 生ごみ専用指定袋（堆肥化）



生ゴミを入れた袋のまま、堆肥化センターで処理されます。ゴミ袋は、P-Lifeにより分解し、生ごみは堆肥となり、近隣の農家へ販売されます。



有機資源循環でのP-Lifeの活用



苗木保護シェルター

すみともしんぎょうかぶしきがいしゃしげんかんきょうじぎょうほんぶさんりんぶ

住友林業株式会社 資源環境事業本部 山林部

木と生きる幸福
住友林業

獣害防止筒(ウッドポールシェルター)

製品種別: その他

その他: その他

シカ、ウサギ等の食害から植栽した苗木を保護します。生分解性チューブと国産材木製支柱からなる環境にやさしい資材のため、撤去作業の省力化が可能となります。



設置状況

素材: ポリプロピレン+P-Life

苗木が成長するまでの間は、
シェルターとして機能し、
その後はP-Lifeによって
シェルター (PP) は、微
生物分解していく。

回収が困難な用途でのP-Lifeの有効活用。

生分解マルチ

がくぶちくん

保湿抜群!
展張抜群!

これからの
マルチは
がくぶちくん!

なが〜く
保管できちゃう
「がくぶちくん」

分解革命
「がくぶちくん」

ポリエチレンやポリプロピレンなど微生物分解が困難とされる難分解性プラスチックを、微生物分解へと導く画期的な添加剤を使用しています。これまでの生分解マルチとは違い保湿性に大変優れて、一般マルチと同様に展張する事が出来ます。



がくぶちくんは、2段階のステップを経て二酸化炭素と水に分解します。

自然界の太陽(光)・熱などのエネルギー源で、“がくぶちくん”マルチフィルムは、触媒作用により徐々に官能基を持つ低分子化合物へ変化します。この作用により、マルチフィルムの物性(伸び、強度)も徐々に低下していきます。

STEP2にて形成された低分子化合物(例えば、カルボン酸、アルコール類)は、土中の微生物により消化吸収されます。最終的には、微生物の体内に蓄えられると同時に、呼吸などの代謝活動によりCO2(二酸化炭素)やH2O(水)へと変化します。

素早く分解させるポイント!

太陽にあたる部分から分解が始まります。土中に隠れている部分(縁の部分)は分解速度が遅いため、土中のマルチを取り出し、太陽が当たるように飛散防止ネットをかけて置いてください。約1ヶ月で簡単に裂ける状態になりますので、すき込むか、または土をかける事により微生物分解を促します。

直射日光に当たる事により分解速度が早まります。

P-Lifeは、植物油から製造され安全性の高いものです。P-Lifeは、プラスチックの物性や加工性に影響を与えません。P-Life



土中のマルチフィルム

「がくぶちくん」は、太陽光と土中の微生物の力により水と二酸化炭素に分解します。

分解事例

展張期間は約5~6ヶ月タイプです。

展張 1日目 /

慎重に行う必要がなく一般マルチを展張するように行える



1ヶ月目 /

フィルムの状態に変化なし保湿性があり水滴が見られる



3ヶ月目 /

フィルムの弾力がなくなり簡単に破ける微生物分解に移行



5ヶ月目 /

微生物分解しフィルムの多くの箇所が土がむき出しになっているのが分かる



ロータリーですき込む風景



ロータリーですき込んだ後の土中にあるフィルムの破片約20cmくらいの長さ



※撮影:3月~9月 ※天候条件(高温や多雨など)、手動、土壌等により分解速度が異なります。



生産者の声

展張しやすくていいね!
今までのマルチは
切れやすいからね。

保湿性があるから
驚きました。

乳白なので
雑草が生えてしまうのではないかと
心配しましたが、生えなかったの
でびっくりしました。

詳しい規格についてはこちら!



ご使用上の注意事項

- 保管時はポリ袋などに入れ、高温多湿、直射日光を避け風通しの良い冷暗所に保管してください。
- がくぶちくん(展張時、土中にある部分)を剥ぎ取る場合は、回収したフィルムに飛散防止ネットをかけて直射日光が当たるように置き、約1ヶ月後(条件による)すき込むか、土をかぶせて飛散しない様にしてください。
- フィルムを剥ぎ取らず、すき込み処理をする場合は飛散しないように土中に埋めてください。但し、土中にあった部分(展張時)は直射日光に当たらない為、分解速度は遅くなります。または、ロータリーに絡みつく可能性があります。
- フィルムの分解が進んでいない場合、すき込み時にロータリーに絡み付く可能性がありますので確認の上すき込み作業を行ってください。
- 分解したフィルムの破片が作物に付着した場合は、速やかに破片を取り除いてください。
- 圃場や気候条件などによって、早期分解や破れの恐れがあります。
- 当フィルムを使用した作物、圃場への損害につきましては当社では賠償いたしません。

お問合せ先

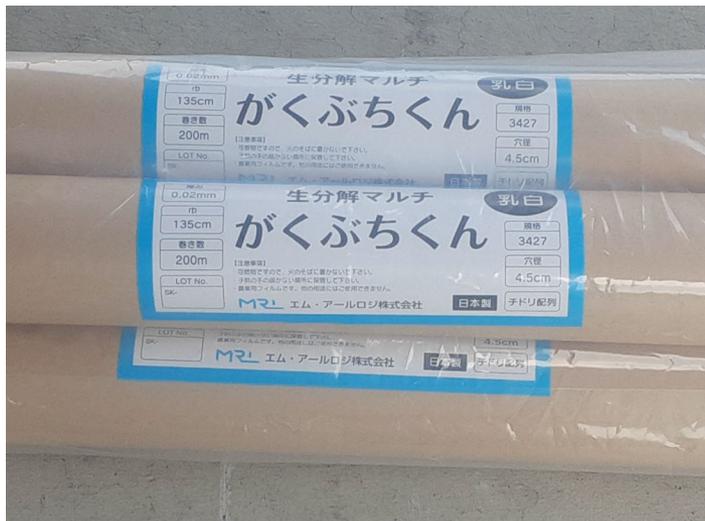
MRL エム・アールロジ株式会社 営業部 TEL:0280-23-1030 [受付/9:00~17:00 時間/土日・祝日を除く]

Mail:info@m-rloji.co.jp

エム・アールロジ株式会社

2024.09





生分解マルチ（酸化型）P-LIFE 4%



3月24日にマルチを引く



5月24日 保温力も良好



5月24日 分解も進む



5/24 良く育っている



雑草の抑制効果も良好



6月下旬頃から収穫



7月31日 チョッパー



すき込み後は太陽の光で分解



分解マルチの引っ掛かりも少なく取りやすい



土の中は微生物で分解



分解マルチは二酸化炭素と水になります。



7月31日