

微生物がつくる
“しなやかで丈夫な” 生分解性プラスチック LAHB を短期・高効率生産
～ポリエチレンに匹敵するタフさと海洋生分解性を両立～

【研究成果のポイント】

- ・ しなやかで丈夫、しかも自然に還るプラスチックを実現
- ・ 微生物の力で、短期間・高効率に大量生産（世界最高値）
- ・ 海洋プラスチックごみ問題への貢献に期待

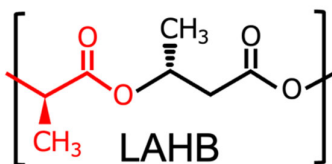
【概要】

信州大学アクア・リジェネレーション機構の田口 精一 教授(特定雇用)、高 相昊 助教(特定雇用)の研究グループは株式会社カネカ・国立研究開発法人産業技術総合研究所との共同研究で、微生物の働きを活用し、従来よりも大幅に物性を向上させた次世代型ポリ乳酸「LAHB（ラーブ）」を短期間で大量に合成できる生産技術を開発しました。本技術により、汎用プラスチックであるポリエチレンに匹敵する “しなやかさと丈夫さ” を備えながら、海でも生分解可能で “環境にやさしい” という、従来は両立が困難だった特性を同時に実現できる可能性が示されました。

本研究は、2025 年 7 月に同研究グループが発表した LAHB の深海実環境における生分解性を実証した研究成果 (<https://www.shinshu-u.ac.jp/topics/2025/07/lahb.html>) を、材料性能と生産技術の両面からさらに発展させた成果です。

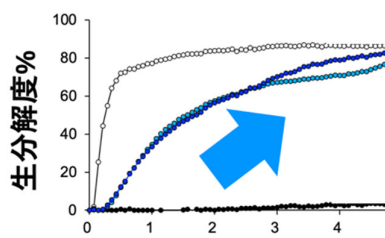
本研究成果は、2025 年 12 月 31 日に *Polymer Degradation and Stability* 誌のオンライン版で公開されました。

世界最高レベルの生産効率を達成



引っ張っている途中段階

海でも生分解OK



経過日数(週) (海水浸漬)

【背景】

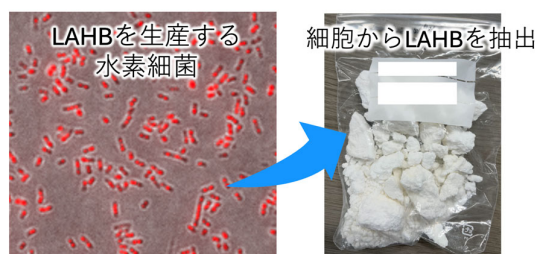
近年、海洋プラスチックごみ問題は世界的な課題となっており、環境中で分解されにくい従来型プラスチックに代わる、新しい材料の開発が強く求められています。とくに、プラスチックが海洋へ流出した場合でも、自然環境中で分解される材料の実現は喫緊の課題です。

我々は、これまで微生物の力を活用して生分解性プラスチック「LAHB（乳酸-3-ヒドロキシ酪酸共重合体）」の研究開発に取り組んできました。LAHBは、ポリ乳酸（PLA）をベースとしながらも、微生物由来のポリマー（PHB）の優れた生分解性を活かした新しい生分解性材料として注目されています。一方で、従来のLAHBは「柔らかいが強度が十分でない」という物性面の課題や、「大量生産が難しい」という生産性の課題を抱えていました。

【研究手法・成果】

本研究では、水素細菌を用いた微生物生産技術を高度化することで、LAHBの「高効率生産」と「高分子量化」を同時に達成しました。具体的には、高密度培養を行い、48時間で乾燥菌体量約100 g/L、ポリマー含有率70 wt%という世界最高レベルの生産性を実現しました。（図1）本プロセスは、植物由来の糖原料を100%使用しており、環境負荷の低い持続可能な生産技術です。

さらに、得られた高分子量LAHBは、引張強度と伸びを兼ね備えた「しなやかで丈夫な」特性を示し、汎用プラスチックであるポリエチレンに匹敵するタフさを有することが確認されました。（図2）加えて、本材料は海水中でも生分解可能であり、前バージョンのLAHBが実深海（水深855m）で生分解可能だった実績¹⁾から最新バージョンの実深海での生分解も大きく期待されます。このように、今回「高い機械的強度」と「海洋生分解性」という、従来は両立が困難だった特性を同時に実現できる可能性を示しました。



大量生産に成功

図1. 微生物がLAHBをつくる様子を示す蛍光顕微鏡画像（左）。赤色に光っている部分は、細胞内で生産・蓄積されたLAHBのかたまりを示している。生産後、LAHBを細胞から抽出・精製することで、右に示すような白い粉末状の樹脂（袋の中）を大量に回収することに成功した。

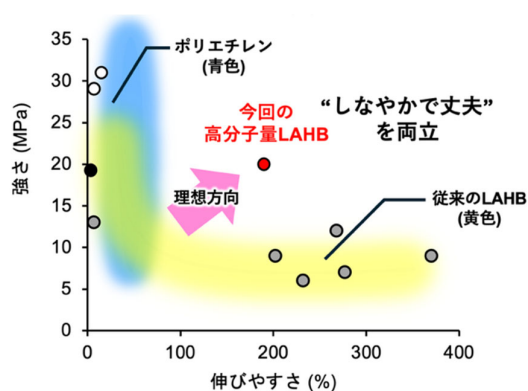


図2. LAHBの機械特性（強さと伸びやすさ）の関係。従来のLAHB（黄色）は高い伸びやすさを示す一方で強度が限定的であったのに対し、今回開発した高分子量LAHB（赤点）は、ポリエチレン（青色）が示す高強度領域に近づきつつ、「しなやかさ」と「丈夫さ」を両立する特性を示した。これは、実用材料として求められる機械特性バランスに一歩近づいたことを示している。

【波及効果・今後の予定】

本研究成果により、高分子量 LAHB は、農業用マルチフィルムや包装材、チューブ・ホースなどの柔軟材料用途への展開が期待されます。これらの用途では、使用後の回収が難しい場合も多く、環境中で分解される材料の導入は、海洋環境を含む環境負荷の低減に大きく貢献すると考えられます。

さらに、LAHB は単体材料としての利用に加え、ポリ乳酸とのブレンド材料としての活用も有望です²⁾。ポリ乳酸は代表的なバイオプラスチックである一方、脆さや環境中で分解されにくいという課題を抱えています。LAHB をブレンドすることで、ポリ乳酸の特長を活かしながら、柔軟性を付与すると同時に、難生分解性という弱点の改善が期待されます。これは、既存のポリ乳酸製品や成形設備を活用したまま、環境性能を高める新たな材料設計の選択肢を示すものです。

今後は、本技術を基盤として、産業スケールでの生産プロセス開発を進めるとともに、実用環境下での性能評価や用途開拓を通じて、持続可能な社会の実現に貢献する次世代バイオプラスチックの社会実装を目指します。

【研究助成】

本研究開発は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の委託事業「クリーンエネルギー分野における革新的技術の国際共同研究開発事業／革新的バイオプロセス技術開発／糖原料からの次世代ポリ乳酸の微生物生産技術開発（2020～2023 年度、JPNP20005、研究代表：田口精一）、ならびに、国立研究開発法人 科学技術振興機構の委託事業「研究成果展開事業／研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）産学共同（育成型）／微生物産生コポリマーLAHB のポリ乳酸多機能改質材料化」（2023～2025 年度、JPMJTR23U7、研究代表：今井祐介）による支援を受けました。

【関連記事】

- 1) 信州大学プレスリリース「次世代型ポリ乳酸「LAHB」が "深海" で分解開始することを確認 ～「海プラごみ問題」解決の切り札に～」<https://www.shinshu-u.ac.jp/topics/2025/07/lahb.html>
- 2) 産総研マガジン「環境循環プラスチックの誕生～微生物由来のポリマーをブレンドして、既存のポリ乳酸を改良」https://www.aist.go.jp/aist_j/magazine/20250528.html

【論文タイトルと著者】

タイトル：Tough and Biodegradable Lactate (LA)-based Polyester (LAHB) Hyperproduced by Reinforcing LA-polymerizing Enzyme Gene Expression

著 者：高 相 晃 (信州大)、古 舘 祥 (カネカ)、今 井 祐 介 (産総研)、佐 藤 俊 輔 (カネカ)、田 口 精 一 (信州大)

掲 載 誌：Polymer Degradation and Stability (Elsevier)

DOI：https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2025.111910

【問い合わせ先】

〈研究内容に関する問い合わせ先〉

教授（特定雇用） 田口 精一（たぐち せいいち）

Tel: Fax:026-269-5765

E-mail : staguchi86@shinshu-u.ac.jp

信州大学アクア・リジェネレーション機構

助教（特定雇用） 高 相昊（こう さんほ）

Tel: Fax:026-269-5765

E-mail : koh@shinshu-u.ac.jp

〈報道に関する問い合わせ先〉

国立大学法人信州大学 総務部総務課広報室

Tel: 0263-37-3056 Fax:0263-37-2188

E-mail : shinhp@shinshu-u.ac.jp