

エコひょうご

Autumn 2024

秋号

No.112



南あわじ市 稲刈り後の稲わらをまとめた「稲わらロール」

微生物がつくる“エコ”なプラスチック ～海洋プラスチック汚染問題への挑戦～

神戸大学大学院 科学技術イノベーション研究科 特命助教 高 相昊 氏

業界を超えた連携で実現する持続可能な社会 —アップサイクルの取り組み

一般社団法人アップサイクル プロデューサー 瀧 信彦 氏

寄稿

微生物がつくる “エコ”なプラスチック ～海洋プラごみ汚染問題への挑戦～

神戸大学大学院 科学技術イノベーション研究科
特命助教 高 相昊 (こう さんほ)

2020年信州大学大学院博士後期課程修了、博士(工学)を取得。学生時代は、キノコが木を分解する仕組みについて研究。日本応用糖質科学会東日本支部東日本支部奨励賞などを受賞。植物未利用バイオマスの酵素糖化反応の研究経験を活かして、2021年東京農業大学博士研究員を経て、2022年より、神戸大学大学院科学技術イノベーション研究科田口精一教授の主催する研究室に在籍。現在の研究内容は、糖原料からの生分解性プラスチックの微生物合成。ライフワークは、地球医療に資するバイオものづくり。哲学のある仕事かモットー。



微生物がプラスチックを作る?と聞いて不思議に思われる方も多いのではないだろうか。この微生物産生プラスチックは、植物原料から作ることができるうえ、万が一の事態に、海洋に流されてしまっても、海に生息する微生物たちのエサとなって自然に還る、環境にやさしい“エコ”なプラスチックである。本稿では、微生物から作られるプラスチックがどのようなものなのか?そして、神戸大学での研究の取り組みについて紹介する。

1. クールでクリーンな地球を取り戻せ!

現在、地球環境問題の観点から、いわゆる「2つのC」(Cool Earth:地球温暖化防止、Clean Earth:地球環境保全)が世界的な課題として掲げられている。日々刻々と加速する温暖化、気候変動、生態系破壊など、地球の“健康状態”に警鐘が鳴らされている。特に、年4億トンの巨大産業として位置付けられるプラスチック産業は、私たちの生活を豊かにしてきた一方で、その産業活動によってもたらされた化石資源の枯渇・二酸化炭素の排出など、負の影響がクローズアップされてきている。

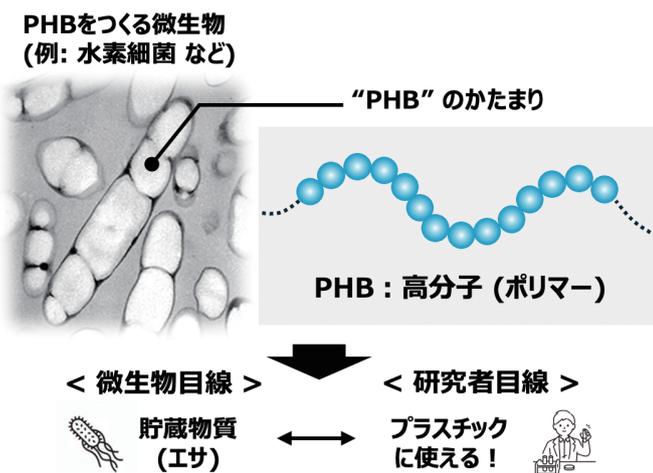
さらに、深刻な問題として、プラスチックごみによる環境汚染問題が挙げられる。現在、年800万トンものプラスチックが海洋に流出しており、2050年には海洋中のプラスチックごみが魚の量を超えるという驚きの試算結果が出ていることから、解決策が急務となっている。特に、プラスチックごみが風や雨により河川へと流されていき、最終的に海洋に辿り着く過程で、人工物として作られた

丈夫なプラスチックは自然に分解されないため、小さな破片となった“マイクロプラスチック”になることも問題視されている。このマイクロプラスチックを誤飲した魚や貝を媒介して人体に取り込まれる可能性と、それによる健康被害も指摘されている。最近では、空気中にも飛散しているという驚愕の事実も報告されている。

こうした背景から、日本国内においても、“脱プラスチック”を掲げて、コンビニ・スーパーのレジ袋の有償化、飲料用ストローが紙に代替されるなど、身近に実感できる。プラスチックの使用をなるべく控えることは、個人レベルで取り組める大切なアクションである一方で、衣服・食品包装・住宅建材(衣食住)など、私たちの生活に根差したプラスチックを“全く使わない”というのは、本当に実現可能だろうか?それを達成するには、私たち現代人の生活スタイルを根本から変えざるを得ない。そこで、現在期待されている解決策として、微生物からつくられる生分解性プラスチックに注目が集まっている。

2. 微生物で作られ、そして、 微生物のエサになるプラスチック?

自然界の微生物のなかには、体内にプラスチックを作る種類が知られている。水素細菌と呼ばれる微生物がその代表例である。何のために、プラスチックをつくるの?と不思議に思われるだろう。正しくは、微生物自身が意図してプラスチックを作ろうとしたわけでない。その実態は、微生物にとって自身の体内でエネルギー貯蔵物質として溜め込んだPHB(ポリヒドロキシ酪酸)と呼ばれる高分子(ポリマー)である。すなわち、私たち人間がそのポリマーをプラスチック材料として、“都合よく”利用しているということである(図1)。特筆すべきところは、このPHBは天然のポリマーなので、それ自体が微生物にとってエサになるということである。人間で例えるならば、お米の“澱粉(ポリマー)”がアミラーゼという酵素で“分解”され、生命活動のためのエネルギーとして代謝できることに相当する。実際、土壌・河川・海洋・光の届かない深海においても、この微生物由来プラスチックを合成・分解できる微生物が数多く生息していることが報告されている。つまり、元来、自然の炭素循環系に組み込まれた好都合な素



▲図1 微生物がつくりだすプラスチック

写真は、水素細菌の細胞内に蓄積したプラスチックを観察した電子顕微鏡の画像。白く映るプラスチックは、PHBと呼ばれる高分子(ポリマー)からできたもの。元々、微生物目線では、PHBは自身の“エネルギー貯蔵物質”であり、飢餓のときの“非常食”である。“プラスチック”という表現は、あくまで研究者目線からの利用価値としての捉え方にすぎない。

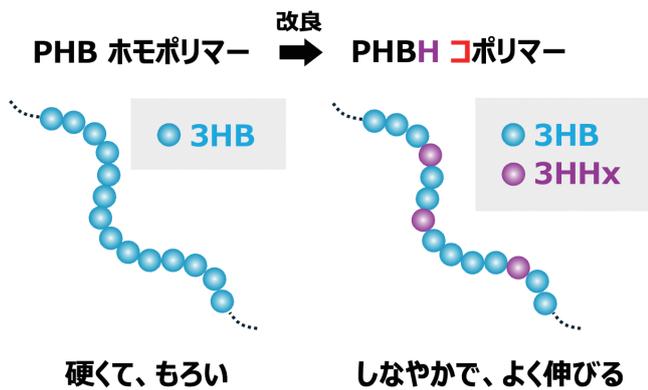
材である。この環境と調和のとれた素材のポテンシャルを如何にして最大化して“使える材料”にできるか?我々、バイオテクノロジー研究者の腕の見せどころである。

3. “しなやかで、よく伸びる” 生分解性バイオプラPHBH

PHBを作る方法はとてもシンプルである。植物由来の糖や油を培地に添加して、微生物を培養しているだけで、体のなかにどんどん蓄積されていく。作られたPHBを菌体から抽出すれば、簡単にプラスチックを得ることができるので、学生実験の教材として大変好評である。さて、このPHBが本当にプラスチック材料として使えるのか?答えはNOである。私たちが普段使うプラスチックのように優れた物性パフォーマンスを発揮するためには、創意工夫が必要となる。天然ポリマーPHBにおける最大の弱点は、「硬くて、脆い」ことであった。

これを克服しようと開発に取り組んだのが、兵庫県高砂市に工場を構える株式会社カネカである。もっと筋の良いPHBを作る微生物を探索する過程で、工場敷地内の土から単離されたPHBHと呼ばれるポリマーを作る特殊な微生物が発見されたことが功を奏した。まさに、お宝発見である。このPHBHの長所は、「しなやかで、よく伸びる」ことで、ストロー、フォーク、スプーンなど身近なプラスチック製用品として成形加工することができるようになった。その秘訣は、ポリマーを構成する最小単位(モノマー)の分子構造にある。具体的には、基本形のPHBが、3HBと呼ばれる単一のモノマーが繋がったホモポリマーであるのに対して、PHBHでは、3HBと3HHxと呼ばれる二つのモノマーが共に重合されたコポリマーであり、その分子構造が物性の機能発現を裏付けている(図2)。その後、当時、理化学研究所の土肥義治先生らの研究グループとの協業で、生分解性プラスチックPHBHの開発に成功し、現在GreenPlanet™というブランドネームで上市されている。その成功裏には、最初の微生物発見から、30年もの歳月をかけた研究者たちの壮大な研究ストーリーが

ある。このことは、株式会社カネカ 佐藤俊輔博士によって描かれているので、ぜひ、そちらの解説文を参照されたい(参考資料1)。2024年現在、年産2万トンのスケールで巨大な発酵タンクが日夜稼働している。GreenPlanet™から作られたストローやカトラリーなどを、コンビニ、スターバックスなど日常生活でも、見かけるようになっている。本誌に興味をもってくださった読者の皆様にも、ぜひ手にとってバイオテクノロジーの賜物を実感いただきたい。



▲図2 改良型PHBHの特徴

ポリマーの分子構造は、図中の珠数のように説明でき、一粒の球が最小構成単位のモノマーで、それらが重合反応によって連結したものがポリマーである。例えば、青色(基本モノマー)と紫色(第二モノマー)の種類・比率・長さなどの構造バリエーションの違いに基づいて、硬い、柔らかいなど、プラスチックの物性パフォーマンスのデザインすることができる。3HB(青)に3HHx(紫)を組み込まれたPHBHでは、しなやかでよく伸びるポリマーとして改良を遂げたことで、多様なプラスチック製品として成形加工ができるようになった。

4. “透明な”次世代型ポリ乳酸LAHB

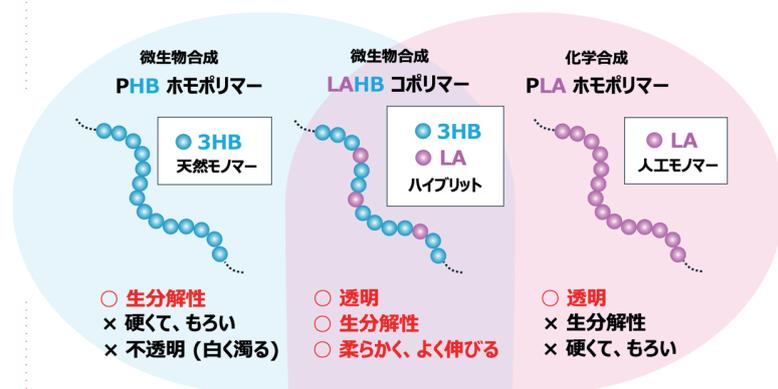
PHBが抱えているもうひとつの欠点は、「白く濁っている」ことである。プラスチックにとって、“透明性”も重要な機能である。例えば、ペットボトルを想像していただくとわかりやすい。もし、ペットボトルが白く濁ってしまっているせいで、中身の飲料が見えなければどうだろうか?とても不安になってしまうことは容易に想像いただけると思う。

それを解決するのが、我々、神戸大学が独自に開発を進めている“LAHB”である(図3)。LAHBでは、3HBの基本モノマーに対して、乳酸(LA)と呼ばれるもう一つのモノ

マーが共に重合されたコポリマーであり、高い透明性に加えて、しなやかでよく伸びるというメリットがある。これは、化学重合法でつくられるポリ乳酸(PLA)がもつ“透明性”をうまく引き継いだ結果である。なおかつ、天然3HBユニットとの共重合によって、PHB特有の“生分解性”も併せ持つ点が優れている。土壌、河川、池、海洋、深海においても、LAHBを分解できる多様な微生物の存在が認められている。一方、人工物のPLAは、自然環境下では全く分解されないのも、まさに、物性機能と生分解性を両立した形でアップデートされていると言える。我々は、“次世代型ポリ乳酸LAHB”と称している。

乳酸自体は天然物であるが、それらを重合できる微生物は自然界に存在しない。なぜ、LAHBを微生物で合成できるのか?神戸大学の田口精一先生によって世界に先駆けて創出された乳酸重合酵素(Lactate-Polymerizing Enzyme:LPE)を組み込んだ微生物が、それを実現可能とした。「進化学実験」から開発された“奇跡”のLPEが成功に導いた。詳しくは、神戸大学の田口精一先生が執筆された総説を参照されたい(参考資料2)。このブレイクスルーを基盤として、さまざまな非天然のモノマーユニットの導入が可能となり、PHBベースコポリマーの物性バラエティが飛躍的に拡張されることとなった。

現在、神戸大学と株式会社カネカとの協業で、次世代型ポリ乳酸LAHBの本格生産を目指した共同研究を進め



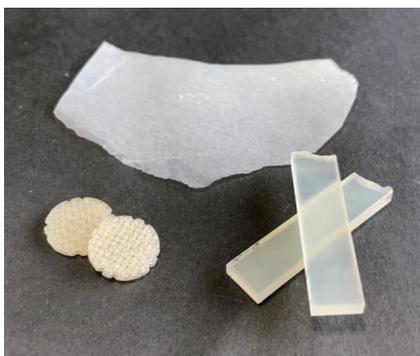
▲図3 神戸大学で独自に開発を進める「次世代型ポリ乳酸LAHB」の特徴

分子構造は、3HBにLAが共重合したコポリマーである。PHBとPLAのメリットが、“良いとこ取り”で継承され、PLAにはない高い生分解性に加えて、PHBにはない高い透明性、柔らかく、よく伸びるといった物性パフォーマンスを発揮する。

ている。これまでは、遺伝子操作性に優れたアカデミック微生物である大腸菌を使用してきたが、株式会社カネカの強みであるポリマー生産に特化した水素細菌(ハードウェア)と神戸大学のLAHB(ソフトウェア)のコラボレーションである。水素細菌の特筆すべきポイントは、圧倒的な生産量(100g/L超え)に加えて、出来上がるポリマーの強さ(強靭性)を決定している分子量100万超えの「超高分子量」ポリマーが合成できたことである(ACS Sustainable Chem. Eng., 12, 6145-56, 2024より引用)。さらに、得られるポリマーは、海水中の微生物のエサとなつて、数週間のうちに分解されることもわかった。

5. ポリ乳酸を救う!“名脇役”としてのLAHB

前述したPLAは、バイオ由来資源の乳酸発酵により得られる乳酸(LA)をモノマーとして化学重合により合成されるバイオプラスチック材料である。しかし、PLAには、自然環境では分解されないという致命的な欠点を抱えており、利用拡大の障壁となっている。そこで、我々は、LAHBに固有の“生分解性”に注目して、PLAにLAHBを微量ブレンドしたところ、「PLAが海水中で生分解されるようになる」という驚きの成果が得られた(Int. J. Biol. Macromol., 274, 133055, 2024より引用)。さらに、PLAの長所である優れた“透明性”を維持したまま、短所である成型加工に優れた強靭なプラスチックを作ることができている(図4)。そのメカニズムについては現在も継続的に研究



▲図4 LAHB-PLAブレンドを利用した新しい生分解性プラスチック

に取り組んでいるところであるが、ポイントはLAHBとポリ乳酸に共通するLAユニット同士の親和性をもたらした成果であると考えている。このように、LAHBは、自律材料としてだけでなく、ポリ乳酸の弱点を克服する改質剤(モディファイアー)としても利用可能である。まさに、LAHBは、“主役”としてだけでなく、“名脇役”にもなれる存在なのである。これらは、画期的な研究成果として、テレビ(TBS系列)、新聞(神戸新聞社など)、ネットニュースなどの媒体を通して大体的に取り上げられ、大きな反響を呼んでいる(参考資料3)。

6. もうひとつの“エコ”=エコノミー(経済性)

最後に、本稿を通して、微生物が作り出すプラスチックが、“エコ”=エコロジー(環境調和)に優れた“バイオモノづくり”として有効なことはご理解いただけたと思う。しかしながら、まだまだ、課題は山積みである。特に、もうひとつの“エコ”=エコノミー(経済性)は最大のハードルである。つまり、地球生存圏に負荷をかけない“バイオモノづくり”と“経済成長”の両立「サーキュラー・バイオエコノミー」の実現である。言い換えれば、世間に普及して人々の生活を豊かにしていくための真の意味での社会実装には、ただ環境に良いというだけの慈善活動に留まらず、経済的に“儲かる”ための仕掛けが必要ということである。最近では、人類による自然破壊が経済損失に繋がるといふリスク試算に基づいて、環境保全が経済成長にとってむしろポジティブであるという概念「ネイチャーポジティブ」も提唱されており、気運は着実に高まっている。自然と人類が共生した健康的で美しい地球が再び取り戻されることを願っている。

参考資料

- 1) 佐藤俊輔, カネカ生分解性バイオポリマー Green Planetの社会実装, 生物工学会誌, 100(9), 494-497 (2022)
- 2) 田口精一, 高 相晃, 生分解性「多元ポリ乳酸LAHB」の研究ストーリー: 乳酸重合酵素誕生・オリゴマー分泌生産発見・膜小胞創発, 生物工学会誌, 100(9), 483-488 (2022)
- 3) 神戸新聞NEXT, バイオものづくりってなんですか? 編集委員インタビュー, <https://www.kobe-np.co.jp/news/richb/202405/0017669554.shtml>

業界を超えた連携で実現する 持続可能な社会 ——アップサイクルの取り組み

一般社団法人アップサイクル プロデューサー 瀧 信彦(たきのぶひこ)

青山学院大学国際政治学部卒業後、総合商社で約7年間営業職としての経験を積み、その後、大手商社、外資系銀行、メットライフ生命などのグローバル企業で約23年間勤務。メットライフ生命では、執行役員として、地方自治体、教育機関、NPO等との連携強化を図り、社会課題や環境課題解決に資する活動を推進。2024年4月に独立し、より良い社会を築くために、働く場、学びの場、コミュニティ/自然環境を繋いで、「楽しんでる人を増やす」様々な活動を推進している。この活動の一環として一般社団法人アップサイクルでプロデューサーを担っている。



一般社団法人アップサイクルの設立背景

近年、日本でも持続可能な社会づくりへの関心が年々高まっています。しかし、利用可能な資源が再利用されずに廃棄される現状や、資源回収・活用のインフラが十分に整備されていない問題は依然として残っています。こうした課題を解決し、持続可能な社会の実現を目指して誕生したのが「一般社団法人アップサイクル」です。

リサイクルという言葉はよく耳にすると思いますが、アップサイクルという言葉は馴染みがないという方も多いかと思います。リサイクルは、不要になったものを再利用して新しい製品を作ることを指します。例えば、古いペットボトルを集めて、新しいペットボトルやプラスチック製品にすることです。リサイクルの目的は、廃棄物を減らし、資源を無駄にしないようにすることです。

一方、アップサイクルは、不要になったものを元の状態よりも価値のある新しいものに作り変えることを指します。例えば、古いジーンズを切ってバッグにしたり、使わなくなった木のパレットを使って家具を作ったりすることです。アップサイクルの目的は、廃棄物を減らしつつ、クリエイティブな方法で新しい価値を生み出すことです。

一般社団法人アップサイクルは、リサイクルの枠を超えた新しい循環型社会の構築を目指して設立されました。設立当初から、従来のリサイクルにとどまらず、業界の垣根を超えた各社との連携を強化し、資源を最大限に活用することで持続可能な社会の実現を目指しています。2024年6月現在、「アップサイクル:資源の有効活用と新たな価値の創出」という創造的なアプローチによる持続可能な社会づくりに共感をした37社・団体が参画しています。

具体的な取り組み

一般社団法人アップサイクルは、以下のような取り組みを行っています。

プロジェクト「TSUMUGI」

一般社団法人アップサイクルが手がけるプロジェクトの一つに、アップサイクル紙糸「TSUMUGI」があります。このプロジェクトは、神戸市や企業と連携し、使用後の紙資源と未利用の六甲山の間伐材をアップサイクルすることで、新たな製品を生み出す取り組みです。

日本には1,000を超える焼却施設があり、ゴミの総処理量の80%以上が焼却処理されています。特に紙はリサイクル利用のイメージが強い素材ですが、実際には紙製容器包装のリサイクル率はわずか2.7%に過ぎません。また、山林の保全や防災、道路整備において発生する間伐材の一部は、大きさや形状から活用が難しく、放置されている現状があります。



- 01 **資源の紙化** 紙資源やチップ状に加工した間伐材から、再生和紙を作ります
- 02 **紙糸化** 再生和紙を細いスリットテープ状に裁断し、撚りをかけることで紙糸が完成します
- 03 **製品化** 製品ごとにこだわった紙糸の混合率、編むことや織ることにより異なる手触りや風合いを楽しむことが出来ます

こうした現状に「もったいない!」という思いから、廃棄される紙資源や間伐材をアップサイクルするプロジェクト「TSUMUGI」を開始しました。工場で製造時に規格外として廃棄対象になる紙資源や、六甲山の間伐から発生するスギや檜を素材として活用し、紙糸を制作します。この紙糸は、柔らかく優しい手触りで、自然の中にあるような着心地を提供します。吸湿性や軽量性が特徴で、しっかりと縫製により長く使用できるよう、Made in Japanの技術が詰め込まれています。

伝統工芸とのコラボレーション

アップサイクルプロジェクト「TSUMUGI」の一環として、日本伝統工芸とのコラボレーションも行っています。その第一弾として、「毎田染画工芸」(石川県金沢市、代表:毎田健治)と共同で「アップサイクル加賀友禅手ぬぐい」を制作しました。2023年12月8日より販売を開始しています。

加賀友禅の歴史は約500年前にさかのぼり、最盛期には350人を超える作家がいましたが、現在は後継者不足などの課題に直面しています。そこで、使用後の紙資源や未利用の間伐材から紙糸を制作するプロジェクト「TSUMUGI」と、加賀友禅の技術を次世代に継承するためにコラボレーションが行われました。

KAGA YUZEN
MAIDA



▲ TSUMUGI×加賀友禅 手ぬぐい(毎田染画工芸)

TOKYO MIZUHIKI



▲ TSUMUGI×水引 アクセサリー(東京水引)

加賀友禅の手ぬぐいの他には、東京水引、雛人形、石見神楽、会津型、大島紬など日本各地の伝統工芸とコラボレーションして、伝統技術と地球環境を次世代に繋げるコラボレーションを推進しています。

障がい者アートを介して、サステナビリティを紡ぐ

2024年3月12日からは、TSUMUGIのアップサイクル素材を利用して、「紙糸キャンバス」の発売を開始しています。紙糸キャンバスは、アートを通じてサステナビリティを推進し、自然環境保全への共感を呼び起こすことを目的としています。特定非営利活動法人インクルーシヴ・ジャパンとコラボレーションし、障がい者のアートを取り入れた作品も制作して、ダイバーシティ&インクルージョンを促進しながら、自然環境保全への意識を高めています。



▲「TSUMUGI×障がい者アート」

一般社団法人アップサイクルは、リサイクルを超えた革新的な取り組みを通じて、持続可能な社会の実現に貢献しています。業界間の連携を強化し、地域社会への貢献と環境保護の両立を目指した活動を展開しています。繊維以外の素材についても、さまざまなプロジェクトが進行しており、地域資源の有効活用と環境負荷の低減を推進していきます。今後も、アップサイクルの取り組みを創造的に多方面にわたり広げ、より良い社会の構築に寄与できるよう努めたいと思います。

祥 工房天祥
EQUUS-ENSHO



▲ TSUMUGI×埼玉岩槻・ひな人形(工房天祥)



<https://upcycle.or.jp>

学んで動いてつながって 目指せ! SDGsの達成

賢明女子学院中学校・高等学校 Be Leaders



生徒みずからがのびのびと活動

SDGsの達成に向けて、自分たちにできることをやってみよう。賢明女子学院中学校・高等学校の有志グループ「Be Leaders」の活動は、そんなかけ声から2019年に始まりました。現在のメンバーは中2から高2までの71名。2学期からは中1生も加わる予定です。この日は高2メンバー7名が取材に駆けつけて熱い思いを語ってくれました。

「小さな積み重ねを大事に、地域の人や企業ともつながりながら楽しく活動しています」と全体リーダーのこうたりのん神足佳音さんが言えば、同じく全体リーダーのみその ももあ御園桃愛さんは「人前で話すのは苦手でしたが、活動を通して自分自身も成長できています」と話します。生徒みずから考えて動くのがBe Leadersの特徴。SDGsをキーワードに、いくつもの取り組みを並行して進めています。

古着を回収して難民を支援

その一つが古着の回収です。ユニクロを運営するファーストリテイリングとUNHCR(国連難民高等弁務官事務所)が展開する「届けよう、服のチカラ」プロジェクトに2020年度から参加し、着なくなった子ども服を回収して難民キャンプなどに届けています。最初は校内での回収でしたが、地域の小学校や幼稚園、商業施設、神社などにも協力を依頼。昨年は1万着もの子ども服を集めました。事前に難民問題についてメンバーそれぞれが調査するなど、深く学びながら活動に取り組



▲回収した古着をみんなで仕分けして届けます

んでいます。うきた しゅうは浮田秀葉さんは「古着の仕分けは本当に大変。でも、その分やりがいがあります」と今年もプロジェクトのリーダーとして張り切っています。

古着回収をきっかけに近隣の小学校での出張授業も始めました。クイズを交えながら、小学生にも楽しくSDGsを学んでもらっています。

フードドライブや新聞発行も

一昨年からはメンバー全員でフードドライブ活動を開始しました。こちらは地元NPOと連携。全校生徒に呼びかけて食品を集め、NPOを通じ



▲地域と連携して進めるフードドライブ活動

て生活困窮家庭へ届けています。ほかにも、ベルマークを回収して社会貢献に役立てたり、「SDGs Headline」と題した新聞を発行してSDGsをわかりやすく紹介したりと、取り組みは多岐にわたります。

9月に開催される学院祭ではこうした活動の様子を展示発表すると同時にフードドライブや古着回収を実施する予定です。「新しいことにもどんどん挑戦していきたい」と意気込むメンバーの皆さん。姫路青年会議所のオープン例会に招かれて活動発表を行った際は「こんなすごいことをやっているのか」と驚かれたそうです。

発足時からBe Leadersをサポートする柳瀬順子先生は「楽しみながら前向きに頑張る生徒たちの活動が学校全体、社会全体に広がることを願っています」と笑顔で話します。中高生のまっすぐな思いと行動力は新たなつながりを生み出し、地域の未来を明るく照らしています。

回収から精製、燃料利用まで 廃食用油を地域で循環

使用済み天ぷら油をバイオディーゼル燃料へ。但馬エリアで廃棄物の運搬や水処置施設の管理を行う清美社は、廃食用油の回収から燃料の製造、利用まで行う仕組みを確立し、地域と一体となって環境保全に貢献しています。



▲ バイオディーゼル燃料で走行するごみ収集車

有限会社清美社

〒669-6821 美方郡新温泉町湯373 TEL0796-92-0358
http://www.seibisya.net/

1967年創立。美方郡を中心に但馬一円で一般・産業廃棄物収集運搬事業、水処理設備維持管理事業を展開する地元密着企業。廃棄物処理と水処理を通して地域の環境とライフラインを支えている。

廃食用油を自社プラントでBDFに

廃棄物収集・運搬と水処理施設管理の事業を半世紀以上にわたって展開する清美社がバイオディーゼル燃料(BDF)※の製造を始めたのは2008年のこと。燃料費の高騰や環境意識の高まりからBDFに注目が集まった時期で、地元湯村温泉の旅館などから出た使用済み天ぷら油で車が走れば面白いというアイデアがきっかけになりました。

以来、廃食用油の回収はごみの収集や浄化槽の点検のついでに行うことでコストをかけず、BDFの精製は自社プラントで完結。BDFを自社のパッカー車や吸引車の燃料にする仕組みを運用し、年間約40tのCO₂削減につなげています。西村慎太郎社長は「約90カ所まで回収していますが、本来の業務と合わせて行うので余分な燃料やコストはかかっていません」と話します。一般家庭からも気軽に廃食用油を出してもらえるよう、地元スーパーにも回収拠点を設置しました。

化学に詳しい西村社長が試行錯誤の末にたどりついた製法で生み出すBDFは純度が高く、これまでに車両故障は一度も起きていないそうです。燃費も軽油とほとんど変わりません。



▲ バイオディーゼル燃料



▲ 自社内に整備した製造装置で精製

現在は年間約1万5千ℓのBDFを製造し、自社の業務車両のほか、新温泉町役場の公用車1台にも使っています。こうした取り組みを15年以上継続してきたことに対して、今年6月には「兵庫県環境にやさしい事業者賞優秀賞」を受賞しました。

※ バイオディーゼル燃料(BDF)=植物由来の油脂が原料で、軽油代替燃料として使用できる。排気ガスに硫酸酸化物をほとんど含まないクリーンな燃料で、カーボンニュートラルによりCO₂排出量がゼロとなる。

地域一体の取り組みを長く続ける

一連の取り組みは、美方郡の企業や団体が環境にやさしい地域づくりを目的に運営する「みかたECO協議会」と連携して活動しています。地域のイベントでは協議会でブースを開設し、使用済み天ぷら油を回収。持参した人には但馬牛などが当たるくじ引きを用意するなど、廃食用油が資源であることを楽しく啓発しています。

清美社のごみ収集車にもBDF使用のラッピングを



▲ 地域のイベントでの啓発活動

この15年で多くの人々がBDFを知ってくれるようになりました。BDF製造の副産物である廃グリセリンも養父市のメタンガス発電所が発電エネルギーに活用。すべてが但馬エリア内で循環しています。

「地域で出た廃食用油を地域で活用する、無理のない循環の仕組みをこれからも持続可能な形で続けていきたい」と西村社長。持続可能な航空燃料(SAF)の製造が本格化し廃食用油の争奪戦が始まっていますが、回収のために燃料を使用するのは本末転倒と指摘し、地域が一緒になって地域の環境に貢献する取り組みを長く続けたいと語ってくれました。

日本農業遺産に認定
100年続く循環型農業を未来へ

みなみ

南あわじ市

水稲・たまねぎの二毛作と畜産が循環

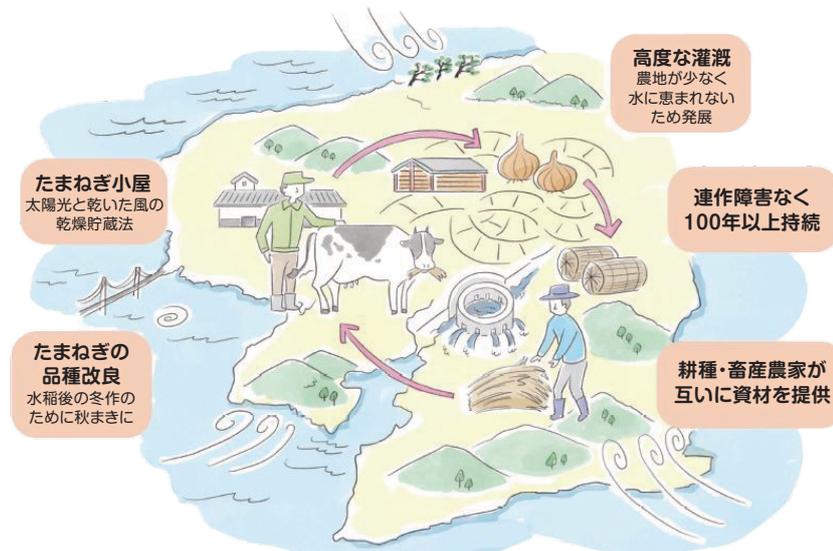
全国的なブランドとして知られるたまねぎをはじめ、日本有数の農業地域となっている南あわじ市では、古くから独自の農法が継承されてきました。農地や水など、島という環境のために限りがある資源を効率的に利用する農法です。その特徴は、農地を有効活用するための水稲・たまねぎの二毛作栽培に畜産を加えた生産循環の仕組みにあります。

水稲とたまねぎの二毛作は100年以上続く南あわじの伝統です。初夏にたまねぎの収穫が終わると畑に水を張って水稲を植え、秋に水稲を収穫すると再び畑に戻します。農地の活用だけでなく、水を引いて水田にすることで土壌を殺菌し、たまねぎの連作障害を防いでいるのが特徴です。味の良い淡路のたまねぎは今や全国的なブランドに育ちました。さらに、稲を収穫した後の稲藁は



▲自然の風を利用して乾燥貯蔵するたまねぎ小屋

乳牛の飼料として畜産農家に提供。畜産農家は堆肥として牛糞を提供し、土壌を豊かにする働きに一役買っています。



▲南あわじにおける水稲・たまねぎ・畜産の生産循環システム

■南あわじ市 産業建設部 農林振興課 TEL0799-43-5223 〒656-0492 南あわじ市市善光寺22-1 <https://www.city.minamiawaji.hyogo.jp/>



淡路島の南部に位置する兵庫県最南端の市。南に鳴門海峡、西に慶野松原、中心には温暖で肥沃な三原平野が広がります。たまねぎ、レタス、びわ、みかん、乳製品、淡路ビーフ、桜鯛、鱧などの名産・特産を誇り、京阪神への食の供給基地として大きな役割を果たしています。淡路人形浄瑠璃に代表される歴史と文化の豊かな地域でもあります。

- 人口/44,092人 ●世帯数/20,019世帯
- 面積/229.01km² (2024年6月30日現在)

独自性に富むこの仕組みは2021年2月に「南あわじにおける水稲・たまねぎ・畜産の生産循環システム」として日本農業遺産※に認定されました。

※日本農業遺産=何世代にもわたり継承されてきた独自性のある伝統的な農林水産業や文化、農業生物多様性などが一体となった重要な地域として農林水産大臣に認定される。

先人が築いた伝統を守り伝える

こうした循環型農業を支える要素の一つが高度な灌漑システムです。降水量が少ない淡路島では、効率的に水を確保するための灌漑システムが江戸時代に確立。ため池や河川のほか、湧水、井戸水などを組み合わせる水を集め、地元農家による「田主」と呼ばれる組織が管理・運用してきました。水を正確に分配する「円筒分水」などの設備はその象徴で、地域全体で灌漑用水をうまく利用していることが分かります。耕種農家と畜産農家の連携や協力もごく自然に行われてきました。

「先人が築き上げてきた優れたシステムを日本農業遺産認定という確固たるものとして後世に引き継いでいきたい」と南あわじ市農林振興課副課長の濟藤貴志さんは話します。新規就農者向けに毎月就農相談会を開いたり、新規就農者に農業の知識や技術、地域住民との関わりを学んでもらう仕組みを提供したりと、農業の担い手を支える取り組みに力を入れるのもそのためです。

認定地域が集まって開催された首都圏でのイベントの反応は上々でした。地元から農業遺産認定を農産物や加工品の付加価値向上に活用したいという相談も寄せられるようになりました。耕種農家と畜産農家が一緒になって発展させてきた農業システムを継承しつつ、農業遺産認定を観光や移住、関係人口の増加など、南あわじに関心を持ってもらうツールとして役立てていく。未来へつなげる実践が進んでいます。

森とまちをつなぐ 「こうべ森と木のプラットフォーム」

こうべ森と木の
プラットフォーム



地域の財産である森林を育み、
活用し、次世代へ繋ぐ。
公民共創の場

■こうべ森と木のプラットフォームとは

神戸市では、地域の財産である森林を育み、活用し、次世代へ繋いでいくため、公民共創の“こうべ森と木のプラットフォーム”を立ち上げました。森や木に関する課題解決や新しい社会の創出に向けて、地域の森林に関わる・関わりたいと思う人達が出会い、意見交換を行う場です。森林所有者、森林整備に関わる人、木材を活用する人、行政など様々な立場の人にご参画いただけます(2023年の立ち上げから2年目を迎えた現在、68団体・個人(2024年8月時点)にご参画いただいております!)。都市と山とが隣接する神戸だからこそ、人と森との関わりを構築することにチャレンジしています。身近にある森を積極的に管理しながら、資源を有効に活用することで、魅力的で、持続可能な都市を目指します。



▲まちと隣接する“都市山”六甲山

■4つの取り組み

森林に関する課題は多様であり、解決には長い期間がかかります。そこで、こうべ森と木のプラットフォームでは1stステップとして、「森林とまちをつなぐ。森林を地域で活かす。」というテーマを設定し、課題解決に取り組んでいます。

1. 地域の森林を育む

神戸市内の森林を守り・育むための相談窓口。森林の整備手法や木材の活用可能性などを提案。



▲整備方針の提案に向けた現地視察

2. 関わり創出

森林を育み、森林循環に貢献する担い手を発掘・育成するため、森林に関わるあらゆる情報を発信・共有。



▲森林整備に関わる方への研修会

3. ストック・流通支援

森林整備等で搬出された木材をまちで活かすため、神戸市産材のストックヤードの管理・運営、トレーサビリティの確保。



▲六甲山の木や街路樹をストック

4. 木材を活かす

森林整備や木材活用に関する提案および実現に向けた調整、伐採木情報の共有、木材活用に関わる人材育成など。



▲市産材の活用に向けた木材コーディネーターとの協議

本事業は神戸市からの委託を受け、こうべ森と木のプラットフォーム事務局(ひょうご森林林業協同組合連合会・(公財)ひょうご環境創造協会の共同事業体)が運営しています。

■ こうべ森と木のプラットフォーム事務局(ひょうご森林林業協同組合連合会内)

メール: Kobemori-platform@hyogoforest.or.jp

T E L : 078-599-7461(平日9:00~17:00)

参画メンバーも随時募集しております。詳しい情報を知りたい方はコチラ。



<https://www.hyogoforest.or.jp/kobe-mori-platform/>

「3R・気候変動検定」のご案内

「3R・気候変動検定」は、持続可能な社会の実現に向けて、重要な2つのテーマ「3R」と「気候変動」について、ベースとなる知識を共有するとともに、知識をもった人（リーダー）の動きとつながりを作るべく実施しているプログラムです。

昨年まで「3R・低炭素社会検定」として実施してきましたが名称変更となりました。

オンライン講習会や模擬テストなどもホームページにて実施されますので、奮ってご参加下さい。



検定試験 ●実施日：令和6年11月17日(日) ●部門：3R部門・気候変動部門

●受験申込期限：令和6年10月11日(金)まで ●検定料：1部門5,000円(税込) 2部門6,500円(税込)

試験の詳細 <https://3r-cc.jp/>

問い合わせ先 3R・気候変動検定事務センター 電話：06-6210-1720 メール：ex@3r-cc.jp

映画「マイクロプラスチック・ストーリー」 上映会・座談会を開催しました

事業者からのレジ袋の売上にかかるご寄付「循環型社会形成推進基金」を活用し、海ごみ・プラスチック削減に向けた啓発事業を実施しています。

今年度は、ニューヨークの小学5年生が世界的なプラスチック汚染問題の根っこが何かを彼らの視点で問いただし、解決に向かって自分たちの地域からアクションを広げて行くまでの2年間を追ったドキュメンタリー映画「マイクロプラスチック・ストーリー～ぼくらが作る2050年～」

の上映会とその映画監督佐竹敦子氏との座談会を7月26日(金)に開催しました。

この映画の日本語吹き替え版に携われた同志社大学原田先生のナビゲートのもと、約90分の映画鑑賞と、佐竹監督とプラスチックごみ問題を解決していくための意見交換等を行いました。プラスチックを使わない給食の日を設けるために、紆余曲折を経ながらも大人・社会を動かし、それを実現していく姿に、参加者もスタッフも大きな刺激を受け、プラスチック削減に向けて、より多くの人に知って行動してもらいたい、そのためには粘り強く伝えていくことが大切だという思いをさらに強くした時間となりました。



夏休みミニサイエンス2024を開催しました

7月26日(金)、小学生を対象に兵庫県立工業技術センター・兵庫県発明協会との共催で、さまざまな体験を通して、各施設の役割や科学・工作、環境について興味をもってもらうため夏休みミニサイエンス2024を開催しました。

「チリモン図鑑をつくろう」というプログラムでは、ちりめんじゃこの中にいる小さなモンスター(チリモン)を見つけ、顕微鏡で観察するなどして自分だけのオリジナル図鑑づくりをしました。

その他端材や廃材を活用した自由工作、屋外での割れにくいシャボン玉づくり、太陽光や水の力を体感する体験なども実施し、参加した子ども達の笑顔が溢れる1日となりました。

※本事業は協会会員の会費を持って運営をしています。

