

プライムカーボン(リン吸着バイオ炭)を用いた下水からのリン回収および炭素貯留技術

Phosphorus Recovery and Carbon Storage Technology from Sewage Using Phosphorus-Adsorbed Biochar

●田 口 真太郎*
Shintaro TAGUCHI



開発技術のコンセプト
Development technology concept
※図は株式会社フジタに許可を得て掲載

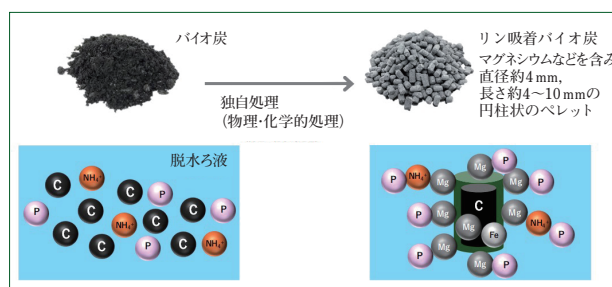


図1 リン吸着バイオ炭とメカニズム
Phosphorus adsorption biochar and mechanism

1 はじめに

近年、ウクライナ情勢などの地政学的リスクや、世界的なパンデミック、急激な円安などの影響により日本の食料安全保障は大きな脅威にさらされている。

現状では日本の食料自給率(カロリーベース)は4割以下であり、生産資材である化学肥料の原料(リン、カリウムなど)はほぼ全量を、家畜飼料も大部分を輸入に依存しているという脆弱な構造である。この危機的な現状を打破すべく、食料安全保障強化政策大綱では「過度な輸入依存からの脱却」と「環境に配慮した持続可能な農業への転換」を大きな柱として打ち出した。そして堆肥・下水汚泥資源の肥料利用を倍増させ、2030年までに肥料(リンベース)に占める国内資源の利用割合を40%まで拡大するという明確な国家目標が設定された。

これに連動し国土交通省は、これまで主に焼却・埋立て処分やバイオガスエネルギー利用が中心だった下水汚泥の処理方針を「肥料化の最優先・最大限の利用を行うこと」という方向へ大転換した。下水汚泥資源に豊富に含まれるリンを効率良く回収し、安全な肥料として利用するための施設整備や民間ノウハウの活用促進を目指し、2023年3月17日付け国水企第99号において自治体などに対する技術的な助言を提示した。

本報では、これらの課題を解決すべく、国土交通省が主導する下水道革新的技術実証事業(B-DASH プロジェクト)において採択された実証事業(以下、本実証事業)について報告する。この技術は、木質バイオマスガス化発電由来のバイオ炭もしくは下水汚泥由来の汚泥炭を原料としたリン吸着バイオ炭(プライムカーボン)を用い、下水処理場の脱水ろ液からリンを回収して、安定的かつ経済的に下水汚泥資源の肥料利用を図るものである。

2 リン回収技術と実証事業概要

2.1 プライムカーボン概要

プライムカーボンとは、株式会社フジタが独自に開発した革新的なバイオ炭をいう。木質バイオマスガス化発電の副生物であるバイオ炭もしくは下水汚泥炭化物に、マグネシウムや鉄を混合して特殊処理を施し、ペレット状に成型されたものがプライムカーボンである。ペレット化することで水中での流出を防ぎ、リン酸イオンの選択的な吸着回収が可能となる(図1)。故にハンドリングも向上する。

リンを吸着したバイオ炭はリン含有バイオ炭(プライム肥料)としてそのまま肥料利用するか、さらに家畜糞尿に腐熟促進材として混合し、リン含有バイオ炭混合堆肥(プライム堆肥)として肥料や土壌改良材に利用される。

2.2 B-DASHプロジェクトにおける実証事業の概要(図2)

本実証事業は、株式会社フジタを代表機関とし、住友重機械エンバイロメント株式会社(SHI-EV)、国立大学法人東北大学、国立研究開発法人国際農林水産業研究センター、福山市で構成される共同研究体として、2023年度補正予算採択事業の枠組みで開始している。

実証フィールドは福山市にある松永浄化センター(下水処理施設)とし、敷地内に汚泥炭化設備、リン吸着バイオ炭製造設

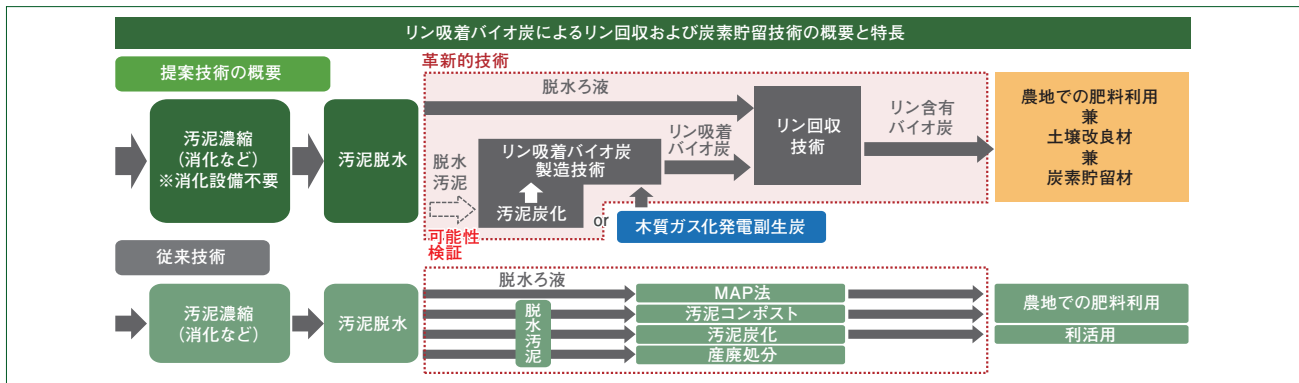


図2 B-DASH プロジェクトにおける実証事業の技術概要
Technical overview of B-DASH demonstration project

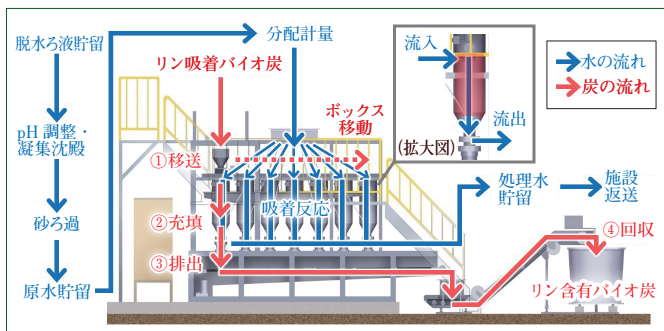


図3 リン回収設備の概要
Overview of phosphorus recovery equipment

備、リン回収設備を整備して実証研究を行っている。SHI-EVの所掌としては、既設処理場における接続方法の計画・設計、リン回収設備に対する省コスト化の検討である。

本実証事業の検証事項を次に示す。

- ・バイオ炭から製造したリン吸着バイオ炭の使用による下水からのリン回収の実証と省コスト化の推進
- ・リン含有バイオ炭の肥効実証および農地から発生する温室効果ガス発生量の解析
- ・リン含有バイオ炭を使用した農地土壌における肥料成分などの動態解析

2.3 リン回収装置の概要

図3に、リン回収装置の模式図を示す。リン吸着バイオ炭製造設備で製造されたリン吸着バイオ炭は、貯留ホッパを経由し、吸着反応槽に充填される。吸着反応槽で脱水ろ液を一定時間通水させることでリンが吸着され、リン含有バイオ炭となる（図中の赤線）。リン回収率の向上と安定化を考え、反応槽は多連反応槽式を採用し、時間差でリン吸着バイオ炭を交換する方式となっている。

脱水ろ液は、前処理装置でろ液中に含まれるSS分（浮遊物質）の除去とpH調整を行い、分配計量槽から各吸着反応槽へ均等通水され、その処理水は下水処理施設へ返送される（図中の青線）。

製造されたリン含有バイオ炭は、水切りを行った後に回収され肥料や土壌改良に利用される。本設備は24時間連続稼働し、夜間は無人で自動運転を行っている。

2.4 実証試験状況

2024年度に汚泥炭化設備、リン吸着バイオ炭製造設備およびリン回収設備が建設され（図4）、2025年度から実証試験を開始した。木質バイオマスガス化発電副生炭を原料としたリ



図4 リン回収棟とリン回収設備
Phosphorus recovery building and phosphorus recovery facility system

ン含有バイオ炭については肥料登録を終え、すでに一般農地で肥効実証を行っている。現時点の結果は良好で、従来の肥料と比較して、収量・温室効果ガス発生量ともに遜色がないことが確認された。2026年度は汚泥炭についても実証を行う計画である。

3 おわりに

- (1) 我が国の食料安全保障上の課題を踏まえ、下水汚泥資源を肥料として有効利用する技術開発について、実証事業(B-DASH)での取組みを紹介した。
- (2) 本技術の特長をまとめる。
 - ① 従来技術の薬剤を用いた晶析法ではなく、リン吸着バイオ炭による吸着法である。
 - ② 100mg/L以上のリンを含有する排水に適用可能である。
 - ③ 汚泥消化設備が不要である（＝低アンモニア濃度でも適用可）。
 - ④ 回収物は肥料だけでなく土壌改良や炭素貯留の効果も期待できる高付加価値製品である。
 - ⑤ リン吸着バイオ炭の原料として、脱水汚泥の炭化物を利用することで、汚泥処分費用の削減につながる。
 - ⑥ プライム堆肥の使用により、収穫量を減少させずに化学肥料使用量の削減が可能である。

本実証事業については、2024年から下水道展に出展し、多くの関心が寄せられており、2026年も出展を予定している。

SHI-EVは、今回紹介した株式会社フジタとの共同開発技術を通して、食料調達問題の解決、脱炭素社会の実現を目指すとともに、貴重な水資源を生かすことで社会・産業を支え、快適な生活・環境を創り出す「水環境を未来世代へつなぐ企業」を目指していく。

※「プライムカーボン」「プライム肥料」および「プライム堆肥」は、株式会社フジタの登録商標です。