



東京下水道における汚泥有効利用の これまでの取組と今後の挑戦 ～下水道と農政による一層の主体連携～

奥田 千郎

東京都下水道局 計画調整部 技術開発課長



1. 東京における下水汚泥の 処理の変遷

わが国で最も古い近代下水処理場である三河島汚水処分場（現：荒川区にある三河島水再生センター）では戦前、発生した汚泥を海洋に投棄していました。旧三河島汚水処分場の唧筒（ポンプ）場施設は、わが国最初の近代下水処理場として、平成 19 年に下水道分野では初めて国の重要文化財に指定されています（写真-1）。

戦後は、食糧難に対応するため、汚泥乾燥床を設置し、全国購買農業組合を通じて都内や近隣農家に肥料の払い下げを行っていましたが、下水道の普及に伴う汚泥量の増加や化学肥料の普及により行き詰まり、汚泥乾燥床は昭和 30 年代中頃には廃止しました。その後、東京湾への埋め立てなどで対応していましたが、最終処分場に限りがあることから、汚泥容積を減らすために焼却処理が基本の施策となりました。

焼却処理によって生じた下水汚泥の焼却灰は、レンガやブロックへと資源化していましたが、コスト

や販路などの課題から撤退し、現在はセメント原料や軽量骨材、粒度調整灰など建設材料としての利用が主流となっています。

2. B-DASH プロジェクトへの参画

東京 23 区の場合は、汚泥を集約処理することによるスケールメリットがある一方、汚泥処理返流水の負荷が増し、水再生センターのりんの処理水質が高くなります。加えて、閉鎖性水域である東京湾が放流先であり、赤潮対策としてのりん除去も検討課題となっています。

令和 3 年に策定した東京都下水道局（以下、当局）の事業運営の指針である「東京都下水道事業経営計画 2021」では、汚泥処理施設から高濃度のりんが流入する砂町水再生センターでりん除去施設の導入に着手すると明記し、対策を行っています。この施設で除去したりんの有効活用を検討していたところ、ウクライナ情勢やエネルギー価格の上昇の影響などとも重なり、海外原料に依存している化学肥料の国内価格が高騰するなど社会情勢が大きく変化し、国土交通省令和 4 年度補正の B-DASH プロジェクト（下水道革新的技術実証事業）の参画に繋がりました。

今回の B-DASH 事業では、共同研究体である民間企業の技術ノウハウも活用し、当局において実規模レベルの施設を設置する「実規模実証」、その前段階として普及可能性の検討や技術性能の確認を行う「FS（フィージビリティ・スタディ）調査」の二つの事業に採択されています。



写真-1 旧三河島汚水処分場唧筒場施設

3. 事業内容（実規模実証）

実規模実証は、江東区にある砂町水再生センター内の東部スラッジプラントにおいて太平洋セメント(株)とメタウォーター(株)と共同で行う「新たなリン回収システムによる下水道の資源化に関する実証事業」です（図-1）。

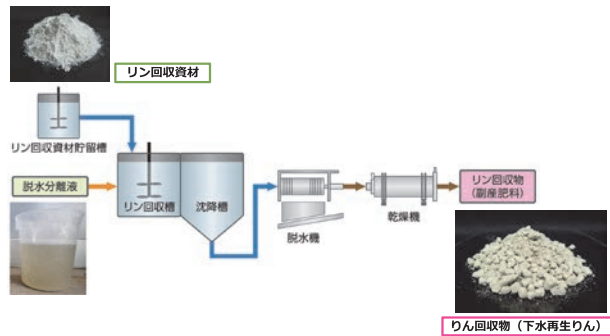


図-1 実規模実証の技術概要

この事業は、処理水質の向上などを図るために開発した、脱水分離液からりんを除去し、除去したりんを回収して下水再生りんとして肥料化する技術を適用しています。

令和5年12月に、本事業により設置する施設から製造されたりん回収物を肥料原料として活用するため、全国組織である全国農業協同組合連合会（JA全農）と協定を締結しました（写真-2）。



写真-2 JA全農との協定締結式（令和5年12月）

令和6年1月に東部スラッジプラントにおいて、下水再生りんを製造するりん回収・肥料化施設の運転を開始し、令和5年度末にはりん単肥としての肥料登録を完了させるなど、りんの回収率や肥料原料としての品質を実証しています（写真-3、4）。

本技術の二つの大きな特長を紹介します。

（1）特長その1：リン回収資材の特性

本施設では、リン回収資材を脱水分離液に添加し、得られたりん回収物を肥料原料として利用するため



写真-3 りん回収・肥料化施設



写真-4 りん回収・肥料化施設完成式（令和6年1月）

の検証を行っています。リン回収資材の主成分はケイ酸カルシウムで、下水再生りん（りん回収物）の主成分はリン酸カルシウムです。リン酸は、カルシウムとの結合性が強いので、脱水分離液中のリン酸とリン回収資材中のカルシウムが結合し、リン酸カルシウムを形成します。リン回収資材中のケイ酸が生成したリン酸カルシウムと結合し、それがフロック（塊）を形成して沈み込みます。その後、脱水と乾燥の工程を経て得られたりん回収物が肥料原料として活用可能となります（図-2）。

（2）特長その2：りん回収システムによる最適制御

従来は手動で行っていた脱水分離液に含まれるりん濃度の測定を自動化することで、りんの量に応じたリン回収資材を添加し、効果的な添加を可能としました。これにより、季節や時間変動などに対応できるようになり、脱水分離液に含まれるりん濃度に応じた過不足ないリン回収資材を添加できるため、りん回収物の品質の安定化と汚泥処理辺流水のりん負荷低減の両立が可能となります（図-3）。

これらのりん回収物を製造する方法は、リン回収資材の主成分であるケイ酸カルシウム水和物（Calcium Silicate Hydrate）の頭文字をとって、CSH（シー・エス・エイチ）法と呼んでいます。

りん回収率80%以上、りん回収物の「可溶性りん」含有量12%以上を目標としています。現時点で



図-2 フロックを形成するイメージ

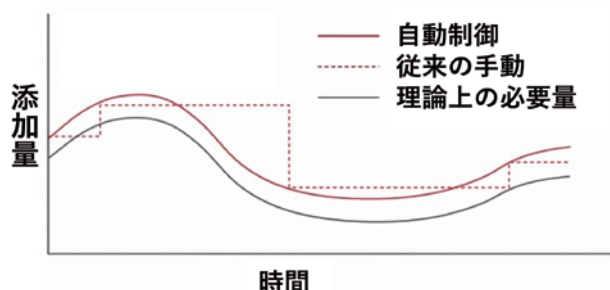


図-3 自動制御と手動の比較（イメージ図）

この目標は達成の見込みです。この実証を通じて、りん回収の低コスト化などを目指すとともに、JA全農や東京都の農業分野を所管する産業労働局と連携して下水再生りんから製造した複合肥料を活用し、栽培試験やイベントでの肥料配布などを実施していく予定です。

4. 事業内容（FS 調査）

FS 調査は、秋田県と三機工業(株)と共同で行う「下水汚泥焼却灰の低コスト肥料化技術に関する調査事業」です（図-4）。

当局と秋田県はそれぞれ三機工業(株)の焼却炉で焼却処理の一部を行っており、この事業は、下水汚泥の焼却灰からの造粒で肥料を製造する技術において、機械撒きに適した造粒をすることで、肥料を撒

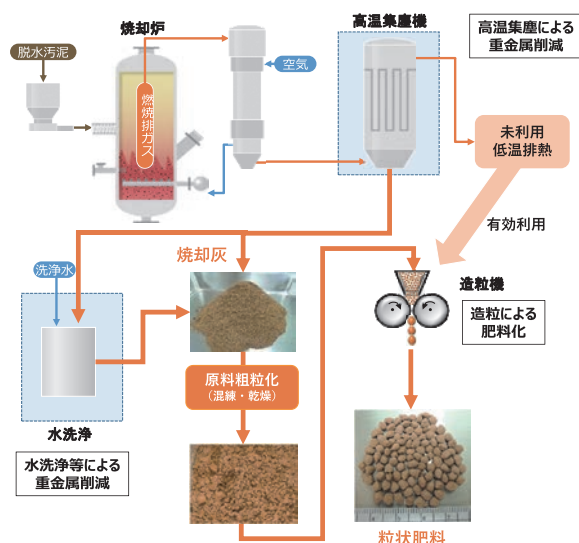


図-4 FS 調査の技術概要

く農業者の利便性を考慮するとともに、高温集塵機などで重金属を削減した焼却灰のみを使用するのが一つの大きな特長です。現在は、高温集塵機などから発生する焼却灰の重金属濃度の調査や焼却灰の造粒の確認を行っており、今後は、りん単肥としての肥料登録を目指していきます。

5. 下水汚泥が持つりんのポテンシャルと肥料利用の拡大に向けて

これら2つのB-DASH事業に加えて、東京23区と多摩地域の汚泥管理については、国から「下水汚泥資源の肥料利用を促進するための大規模案件形成支援事業」にも採択され、さまざまな検討を行っているところです。下水処理過程で発生する下水汚泥には大量のりんが含まれています。東京都では、国内の下水の約1割を下水処理し、効率なりん回収を行うことができて、農林水産省のデータでは、東京都の食料自給率に対する都内生産はカロリーベースで1%以下となっており、こうしたアンバランスな状況を踏まえると、りんの資源化を全体管理し、安定的な流通を達成することが非常に重要だと考えています。

FS 調査で検討する焼却灰については、東京都だけでなく他の多くの都市でも下水汚泥の焼却処理を行っていることから、大きなポテンシャルを持っています。下水汚泥の肥料利用を拡大するためには、焼却灰からりんを回収する取組が広がるよう検討していくことが非常に重要であり、農業利用が進むことで、その全体的な機運の醸成にもつながっていくと期待しています。

6. りん回収による下水汚泥の有効活用を推進

今夏、東京ビッグサイトで開催された下水道展では、昨年と同様、B-DASH プロジェクトに採択された横浜市、神戸市と一緒に、下水汚泥から回収し



写真-5 製造した下水再生りんと下水道展で配布した試作品の複合肥料

たりんの肥料活用に関する共同ブースを出展し、本ブースだけでも 3,000 人を超える方々にお越しいただきました。また、JA 全農の協力により、下水再生りんに含まれない「窒素」と「カリウム」を含む複合肥料を試作し、肥料入りカプセルトイとして、来場者の方々に配布しました（写真-5）。

汚泥からりんを製造するコストや品質等も非常に重要ですが、下水汚泥由来のりんに対するエンドユーザーである農業者や肥料メーカーなどの理解をどのように深めていくかが非常に重要です。

当局と都産業労働局、JA 全農の三者連携の取組を紹介します。

（1）都産業労働局の取組

東京多摩地域にある東京都農林総合研究センターは、東京都における農林業の技術開発を担う公的な試験機関であり、下水再生りんの肥効・安全性のため、今年度から栽培試験を実施しています。栽培試験は、コマツナを用いて、ポット試験と農作物を栽培する圃場の両方で実施しており、当局の下水再生りんを肥料として育てたコマツナの出来具合や、肥料由来の有害成分がコマツナや土壌に残っていないかを調査、確認しています。今年度末には栽培試験結果を公表する予定です。

（2）JA 全農や都産業労働局と連携した取組

肥料の流通にかかわる各都県の JA 全農や生産者と近い都内の JA などの農業関係者向けに、りん回収・肥料化施設の見学を実施しています。これまでたびたび農業関係者向けの見学を実施しており、関東、甲信越の方々が多いますが、北は東北から南は九州までの方々も見学されています。ここでは、下水汚泥の仕組みや当局の肥料化事業、当局の脱水分離液からの肥料化に重金属などの有害成分が含まれにくい技術を紹介し、下水汚泥の肥料利用に向けた忌避感の解消や事業への理解醸成に取り組んでいます。今後も引き続き、農業者への理解醸成に取り組み、下水再生りんの流通に結び付けていきたいと考えています（写真-6、7）。

また、下水道展や見学会のほかにも、農林水産省

が主催する講演会や展示会などさまざまな機会を活用し、取組を紹介しています。

国への要望などを含め、下水再生りんの製造コストの更なる低減などを目指すとともに、三者のこのような連携により、農業関係者の理解醸成に取り組むことで、都内における利用という地産地消のみならず、都県をまたいだ広域利用など、国内初となる下水再生りんの全国利用を目指して挑戦していきたいと思います。

今後とも下水道と農政に関連する国や自治体、関連機関、あるいは民間企業からエンドユーザーなど、さまざまな主体が連携して、このような取組を一層推進することが重要です。この取組が下水道資源であるりんの有効活用や肥料資源の国産化、安定供給への貢献一助となることを確信し、引き続き積極的に推進していきたいと考えています。



写真-6 農業関係者向けの見学会の様子



写真-7 都内 JA への見学会の様子