

汚泥可溶化によるリン回収法「exMAP®」

Hit 日立造船株式会社
Hitachi Zosen

環境事業本部 設計統括部 水処理設計部
〒559-8559 大阪市住之江区南港北1-7-89
TEL：06-6569-0516
FAX：06-6569-0048

1. はじめに

し尿、浄化槽汚泥および生ごみ等の有機性廃棄物（以下、し尿等）を処理する汚泥再生処理センターには、これらを適切に処理した処理水を放流する水処理設備とともに、資源を回収する設備（以下、資源化設備）が設けられる。資源化設備には、メタンガス回収、堆肥化、助燃剤化などとともに、肥料成分として欠かせない資源であるリンを回収する方法がある。汚泥再生処理センターを運営する自治体は、地域の特性などを考慮して、これらの中から適切な方式を選択することができる。

当社は、汚泥再生処理センターの納入において国内トップクラスの実績を有しているが、それらの中でリン回収を資源化設備として選択した施設では、HAP法とMAP法の二方式が導入されている。

exMAP®（エクスマップ）は、当社が新たに開発したリン回収技術である。これを資源化設備として初採用した実施設が、2022年3月より稼働を始めている。

2. 従来のリン回収技術

2.1 HAP法

資源化設備としてHAP法を組み込んだ汚泥再生処理センターの処理フローを図1に示す。HAP法は、水中のリン酸イオンと、薬品として加えられたカルシウムイオンの晶析反応によ

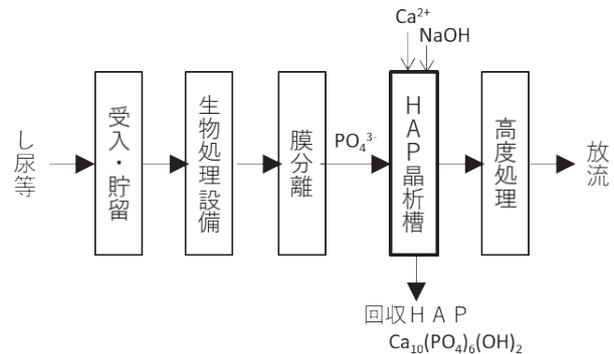


図1 HAP法を組み込んだ処理フロー

って、リン酸ヒドロキシアパタイト（HAP）を生成させる方法である。回収されたHAPは、肥料公定規格が定める「副産肥料」として肥料登録し、利用することができる。

資源化設備であるHAP晶析槽は、生物処理の後段に配され、固形分を含まない膜分離活性汚泥処理水からHAPを回収する。このとき同時に水中のリン濃度が低下するので、HAP晶析槽は、リン除去を行う水処理設備の役割も担っている。

2.2 MAP法

資源化設備としてMAP法を組み込んだ施設の処理フローを、図2に示す。

MAP法は、水中のリン酸イオンおよびアンモニウムイオンと、薬品として加えられたマグネシウムイオンの晶析反応によって、リン酸マグネシウムアンモニウム（MAP）を生成させ

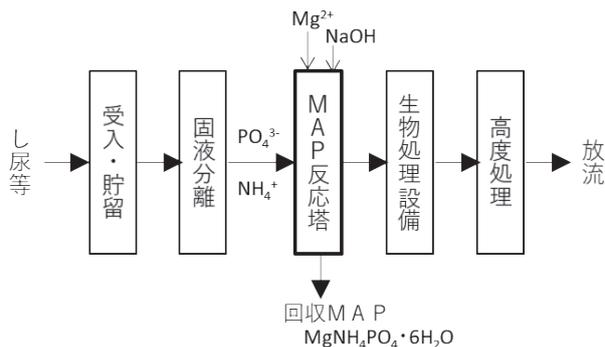


図2 MAP法を組み込んだ処理フロー

る方法である。回収されたMAPは、肥料公定規格の「りん酸マグネシウムアンモニウム」に分類される肥料として登録し、利用することができる。

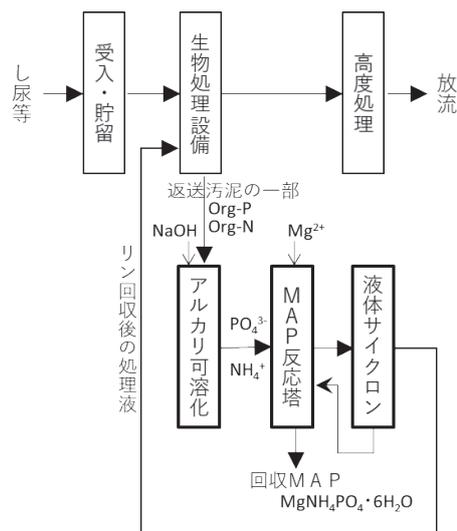
MAP粒子の生成には、リン酸イオンに加えアンモニウムイオンも必要となることから、生物処理設備の前段であることが条件となり、し尿等に含まれる固形分を脱水機等により除去した後の分離液を対象とする。MAP回収と同時に水中のリン濃度が低下するので、水処理設備の役割も担う点はHAP法と同様である。

3. 新しいリン回収技術「exMAP[®]」

3.1 リン回収の対象と導入条件

活性汚泥の固形分が濃縮された返送汚泥中には、微生物細胞内に高い濃度でリンが含まれている。exMAP[®]は、従来のMAP法をさらに発展させ、この細胞内のリンをリン酸マグネシウムアンモニウム（MAP）として回収する。

資源化設備としてexMAP[®]を組み込んだ施設の処理フローを図3に示す。exMAP[®]では、生物処理設備から返送汚泥の一部を取り出して資源化設備へ導入し、リン回収後の処理液を再び生物処理設備へ戻す。このため活性汚泥法を用いた生物処理設備を有する施設であれば基本的に導入可能である。また従来の二方式と異なり、水処理の主工程に組み込まれないサイドストリーム方式であることから、例えば資源化設

図3 exMAP[®]を組み込んだ処理フロー

備のみ一時的に休転するような場合でも、水処理工程の運転や水質には影響を与えない。

3.2 処理工程

exMAP[®]の処理工程を図4に示す。生物処理設備から一部取り出した返送汚泥は、下記①～④の順で処理され、リンが回収される。①～③は連続運転で実施し、④のMAP分離機の運転は、通常、数日おきに1時間程度の時間をかけて実施する。

①アルカリ可溶化

アルカリ処理工程に導入した返送汚泥に、アルカリ薬剤を加えて攪拌する。これにより微生物の細胞膜から有機態のリンと有機態窒素が可溶化し、さらに分解されて、MAP生成に必要なリン酸イオンとアンモニウムイオンを含んだ可溶化液が得られる。

②反応塔によるMAP結晶の生成と成長

可溶化液をMAP反応塔へ導入し、マグネシウムイオンを加えて攪拌する。これによりMAPの微細結晶が生成し、さらに晶析反応によって結晶が粒子状に成長する。

③液体サイクロンによる微細結晶の回収

反応塔からの処理液は、MAPの微細結晶が

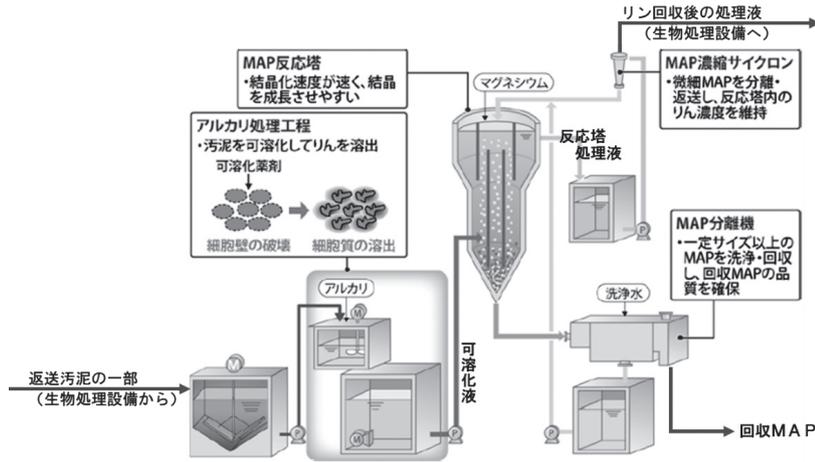


図4 exMAP®の処理工程

一部混入した状態で流出する。このため反応塔処理液を液体サイクロンに送り、微細結晶を回収して反応塔へ戻したうえで、処理液を生物処理設備へ送る。

④ MAP 分離機による MAP 粒子の回収

MAP 粒子を含む反応塔内液を MAP 分離機のスクリーンに通し、目幅を通過しないサイズに成長した粒子のみを回収する。スクリーンを通過した粒子は反応塔へ返送する。

3.3 実施設への適用

資源化設備に exMAP® を初めて採用する施設となる杵島地区環境センター（佐賀県）が、2022年3月より稼働を開始し、安定したリン回収を実現している。本施設に導入された exMAP® の外観を図5に、MAP 分離機内の様子と回収 MAP の外観を図6に示す。

本施設で回収された MAP は「杵島リン」として肥料登録されている¹⁾。

4. おわりに

exMAP® は導入時の制約が少なく汎用性が高いことから、従来の HAP 法、MAP 法に加わることで、リン回収を資源化設備に採用する施設が今後さらに増加し、国内のリン資源循環に貢献することが期待される。

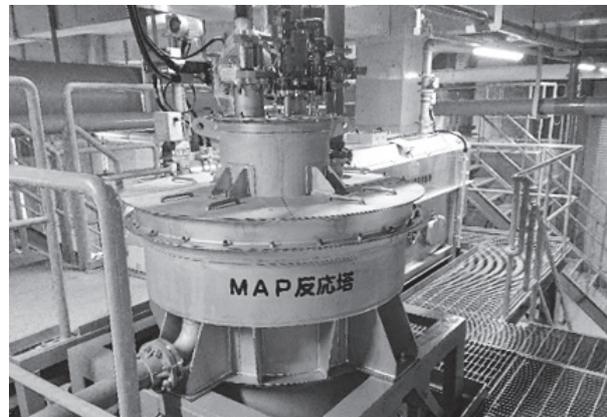


図5 杵島地区環境センターの exMAP® 外観 (MAP 反応塔上部(手前)と MAP 分離機(奥))



図6 MAP 分離機内部(左)と回収 MAP (右)

〈参考資料〉

- 1) 農林水産省; 肥料銘柄検索,
[https://fertilizer-search.maff.go.jp/
 FertilizerRegistrationSearch](https://fertilizer-search.maff.go.jp/FertilizerRegistrationSearch)
 (参照 2023.12.04)