

し尿・浄化槽汚泥からの リン回収・利活用の推進に向けて



平成25年3月

環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部

廃棄物対策課

枯渇性資源であるリンは、し尿に高濃度で含まれています。

世界的なリン資源の需給と価格が不安定化を増す中、我が国は、生活及び産業に不可欠なリン資源を、全量輸入に頼っており、資源確保の観点からも、廃棄物からのリンのリサイクルが求められています。し尿・浄化槽汚泥処理施設には、比較的高濃度のリンが流入しており、リンの回収が可能です。

そこで、環境省は、これらの処理施設におけるリン回収の導入を支援しています。

1. リン資源回収の重要性

我が国にはリン資源が存在せず、国外からのリン鉱石やリン酸質肥料等の形で、100%を輸入していますが、輸入国の偏在や自国の資源保護・資源戦略のために輸出を制限する動きがあります。

また、世界的に人口増加に伴う食料増産や新興国の生活レベル向上による食生活の変化、バイオ燃料製造のための穀物生産等のためにリンの需要が増大しており、投機的な影響も受けやすく、価格の高騰や不安定化も増しています。

これらの危機への我が国の対応として、最も多くリンを消費する肥料の使用量を削減する目的で、土壌中に蓄積されたリンを活用する方策が実施され、一定の効果を挙げています。一方で、肥料価格が国際的なリン鉱石の価格の影響も大きく受けているのが現状です。

しかし、国内のリンの流れをマクロ的に見ると、農作物及び輸入食料や穀物類中のリンが、国民の日常生活で消費され、最終的にし尿処理施設等に流入することから、リン資源の枯渇も叫ばれるなか、し尿・浄化槽汚泥からのリン回収は、環境保全効果があり、循環型社会の形成に資する重要な役割を果たし得ると言えます。

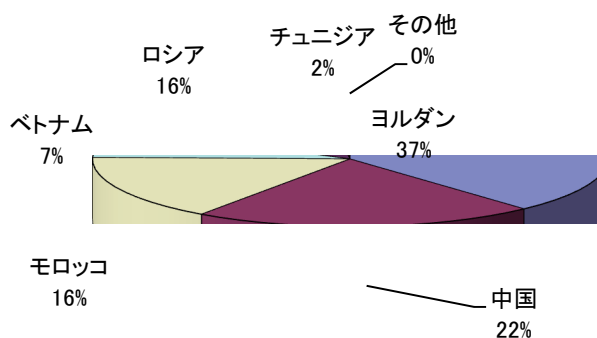


図-1 リン鉱石の国別輸入量

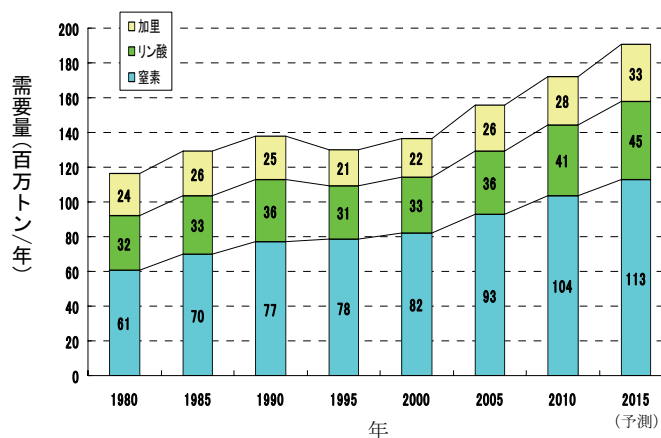


図-2 世界の肥料需要の推移 (単位: 百万トン)

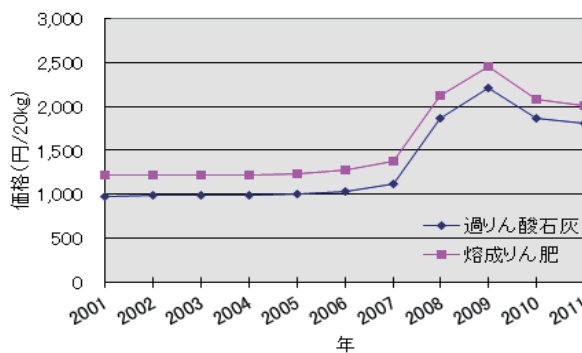


図-3 肥料価格の推移

リン回収にはHAP法・MAP法などが用いられています。

2. し尿・浄化槽汚泥からのリン回収

1 し尿処理施設でのリンの量

し尿処理施設（汚泥再生処理センター）に搬入されるし尿・浄化槽汚泥のリン濃度は高く（下水の約40倍）、全国で総量約5千トン／年のリンを受け入れていると推計され、天然リン鉱石の輸入量100千トン（リン換算）の約5％に相当します。

表－1 し尿・浄化槽汚泥中のリン含有量

項目	し尿・浄化槽汚泥量		リン濃度 mg/L	リン含有量 t/年
	千kL/年	%		
し尿	8,493	36.5	350	2,973
浄化槽汚泥	14,788	63.5	130	1,922
合計	23,280	100.0	-	4,895

※し尿・浄化槽汚泥量は「日本の廃棄物処理 平成21年版」

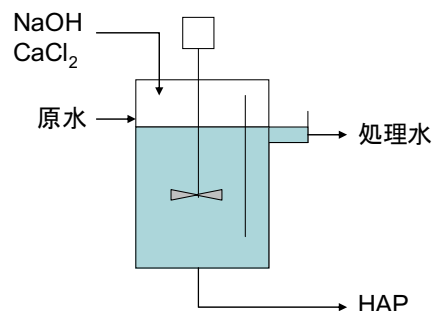
※性状は「汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領2006改訂版」搬入時の平均値

2 リン回収資源化技術

各種のリン回収技術のうち、代表的な例を示します。

1) HAP法の原理

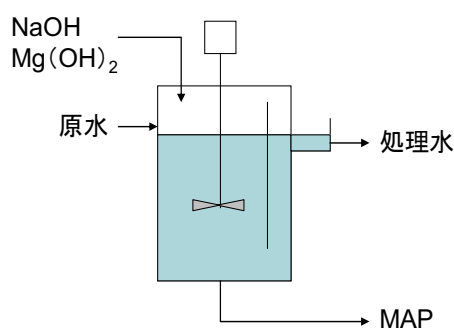
高濃度リン酸イオン含有水に消石灰や塩化カルシウム等のカルシウムイオン源を添加して、さらにpHを調整することで過飽和としたリン酸溶液から、ヒドロキシアパタイト ($\text{Ca}_{10}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6$) を種結晶の表面に晶析させるものです。種結晶は時間の経過(数時間)によって徐々に成長し数十 μm に成長します。回収はこの成長した結晶を一部引き抜くことで行います。



図－4 HAP法設備フロー

2) MAP法の原理

高濃度リン酸イオン含有水に水酸化マグネシウム等のマグネシウムイオン源を添加した上でpHを調整して、リン酸マグネシウムアンモニウム (MgNH_4PO_4) を晶析させるものです。回収はこの成長した結晶を一部引き抜くことで行います。回収物の粒径はHAP法に比較して大きく、0.5～2mm程度であることが一般的です。MAPは従来から嫌気槽内や消化槽周辺設備でのスケールの原因となることが知られており、MAP法はそれを反応槽内の条件を調節することで積極的に析出を進め、粒状化して回収する技術です。



図－5 MAP法設備フロー

回収したリンは肥料として利用することができます。

3. 回収リンについて

1 回収リンの性状と特徴

HAP法・MAP法で回収されるリン化合物の成分比率は安定していて、晶析法により pH7～9で運転するため、重金属の含有量が非常に少ない特徴があります。

また、主要成分としてく溶性りん酸を30%以上含み、肥料としての価値が高いという特徴があります。

2 回収リンの用途

回収リンは、肥料取締法の公定規格を満たし、肥効試験と植害試験により、肥料効果があり、作物への悪影響はないことが確認されています。

肥料としての登録と販売実績があることから、年間の回収量を勘案すると地産地消に適しています。従って、市民への資源化設備としてのアピール効果も高いと考えられます。

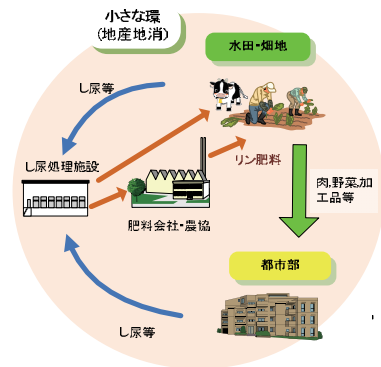


図-6 地産地消イメージ図

3 需要者

リン回収設備の計画に当たっては、需要者の調査が重要です。主な需要者は次の通りです。

- ・ 営農者
- ・ 肥料販売会社 (JA 全農、園芸店)
肥料流通会社 (JA 全農、商社)
- ・ 肥料一次・二次メーカー

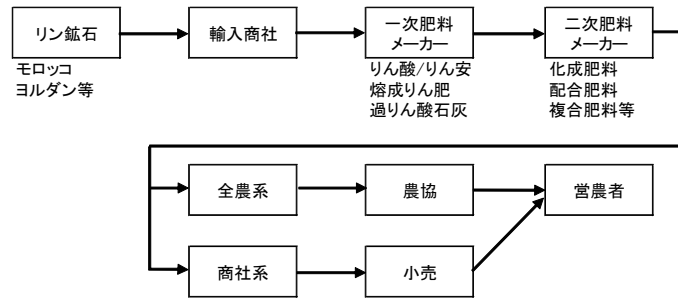


図-7 リン肥料の流通経路

4 肥料の流通経路

りん酸質肥料等の代表的な流通経路の例を示します。

5 肥料生産・販売に伴う法手続き

回収リンを肥料として製造・販売する場合は、肥料取締法による登録が必要です。登録申請は、農林水産消費安全技術センターを介して行われています。

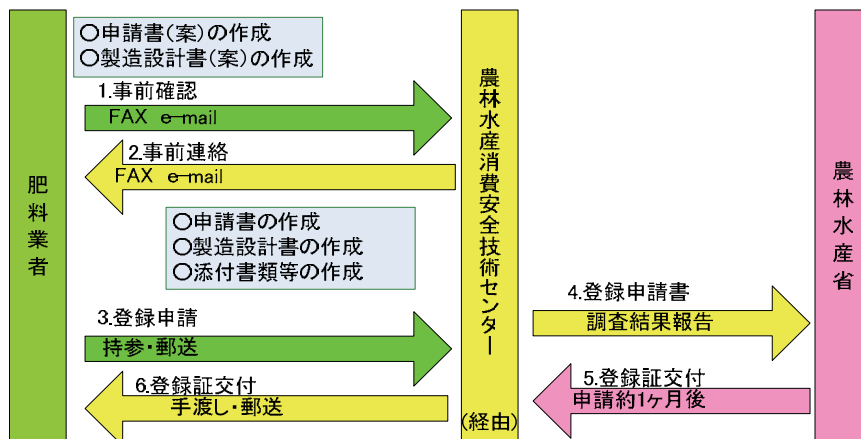


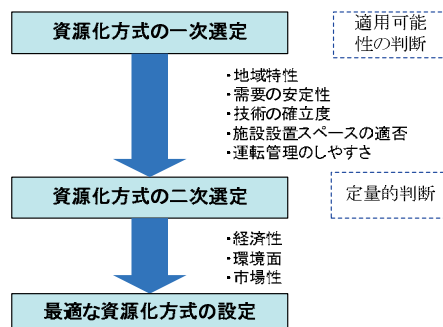
図-8 肥料の登録申請

汚泥再生処理センターには資源化設備が必要です。

4. 資源化設備

1 資源化技術の選定

汚泥再生処理センターには、し尿等の処理だけではなく資源化設備が必要となります。堆肥化、メタン発酵、助燃剤化、リン回収等の資源化技術に対して、市町村の立地状況等を検討し、最適な資源化方式を選定する必要があります。選定手順の例を右図に示します。



図－9 資源化技術の選定フロー

2 リン回収導入時の留意事項

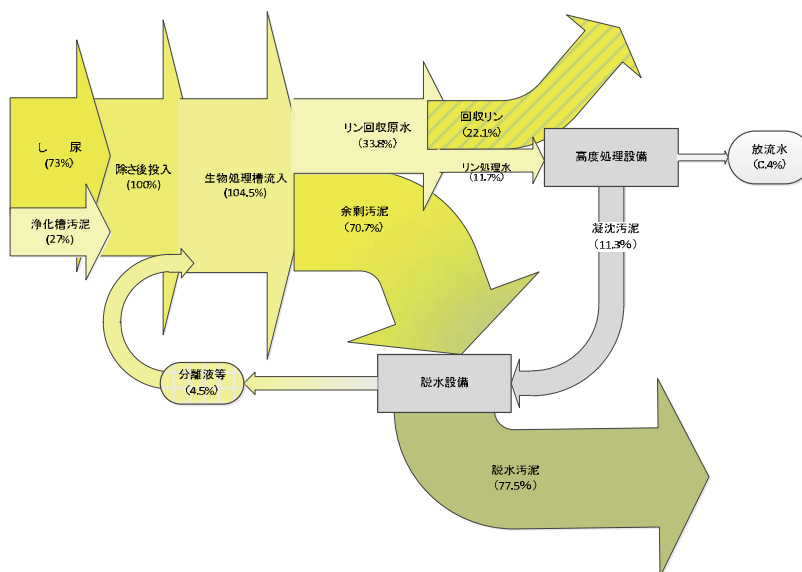
リン回収設備は、基幹的設備改良事業でも導入し易いコンパクトな設備構成ですが、次のことに留意する必要があります。

表－2 リン回収設備を増設する場合の留意事項

項目	HAP方式	MAP方式
リン濃度	生物処理水のリン濃度	投入し尿・浄化槽汚泥のリン濃度
増設の可能性	生物処理工程と凝集処理工程の間にリン回収設備が設置可能なこと	受入・貯留工程と生物処理工程の間に、前凝集設備及びリン回収設備が設置可能なこと
	リン回収設備を設置可能なスペースの確保	
処理工程の変更	リン回収を効率的に行うための処理工程の変更	
回収リンの品質	りん酸質肥料としての認定が可能なこと (肥料取締法公定規格)	化成肥料としての認定が可能なこと (肥料取締法公定規格)
事業種別	基幹的設備改良事業又は汚泥再生処理センター更新事業の可能性	

3 汚泥再生処理センターのリン物質収支例

汚泥再生処理センター(し尿処理施設)におけるリン物質収支の例を示します。流入リン量の20%程度が回収されて、77%程度が脱水汚泥として排出されているケースです。



図－10 汚泥再生処理センターにおけるリン物質収支例

4 リン回収の経済性

建設費は、施設全体の建設費の約3～5%です。

維持管理費は、次のような効果があることから、設備本体の維持管理のほかに施設全体での検討が有効です。

- ① 高度処理における凝集剤削減効果
(ポリ硫酸鉄、苛性ソーダなど)
- ② ポリ硫酸鉄注入率の削減に伴う凝集汚泥の減量
- ③ ②の凝集汚泥脱水用の高分子凝集剤削減
- ④ 汚泥減量に伴う乾燥焼却用のA重油の削減

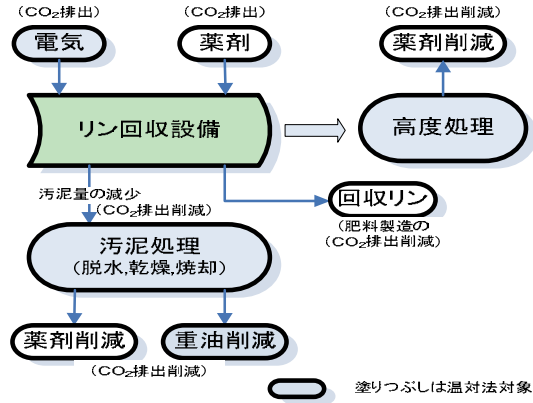


図-11 リン回収設備のCO₂排出量の考え方

5 リン回収設備の導入効果

リン回収は、国際的な枯渇性資源のリサイクルという意義のほか、CO₂排出量の削減効果があります。

試算例を下図に示します。CO₂排出量の削減量は、図中の枠内の数値で示しています。

HAP法、MAP法ともに施設規模が大きいほどCO₂削減効果は、高くなります。

【試算例】

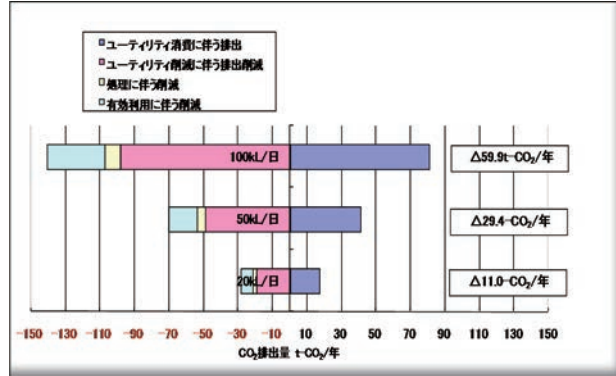


図-12 HAP法導入に伴うCO₂排出量

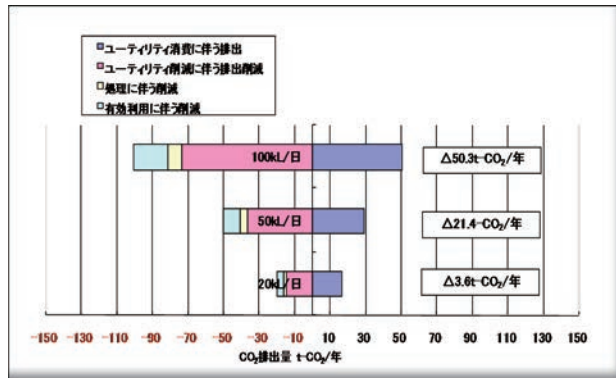


図-13 MAP法導入に伴うCO₂排出

リン回収は国が支援しています。

5. 支援制度

循環型社会形成推進交付金の交付による支援事業を実施しています。
次に交付要件を示します。

○制度の概要

市町村が、廃棄物の3R（リデュース、リユース、リサイクル）を総合的に推進するため、広域かつ総合的に廃棄物処理・リサイクル施設整備を計画（循環型社会形成推進地域計画）し、計画に位置付けられた施設整備に対し交付金を交付します。

○循環型社会形成推進地域計画

- ・計画策定の対象地域は人口5万人以上又は面積400km²以上の地域を構成する市町村（沖縄、離島等の特別の地域は除く）です。
- ・計画で3R推進のための目標を設定します（事後に目標達成状況を評価）。

○交付対象設備

- ・リン回収設備を含む汚泥再生処理センターの整備は、交付対象となり、交付率は1/3です。
- ・基幹的設備改良事業でリン回収設備を整備した場合は、CO₂の削減率により交付率は1/3または1/2です。

表－3 循環型社会形成交付金の支援事業と交付要件

項 目	汚泥再生処理センター更新事業	基幹的設備改良事業
事業概要	し尿・浄化槽汚泥及び生ごみ等の有機性廃棄物を併せて処理するとともに、資源を回収する施設である汚泥再生処理センターを新設又は更新する事業	一般廃棄物処理施設であるし尿処理施設の延命化及び地球温暖化対策に資する基幹的設備改良事業
交付対象事業	有機性廃棄物リサイクル推進施設	廃棄物処理施設の基幹的設備改良事業
交付要件	汚泥再生処理センター性能指針	廃棄物処理施設の基幹的設備改良マニュアル
	生ごみ等の搬入	必要
	延命化計画	不要
	CO ₂ 量の削減	必要(3%以上)
	資源化設備	必要
交付対象設備	廃棄物の処理に直接必要な設備及びこれを補完する設備からなる一体的な施設	施設の延命化のために更新等を行う設備のうち、地球温暖化防止対策に資するもの
備 考	既存施設の一部(建物等)を活用する場合も更新事業となる	

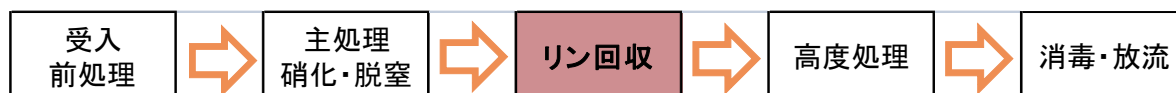
回収リンの地産地消の事例

6. 地産地消事例

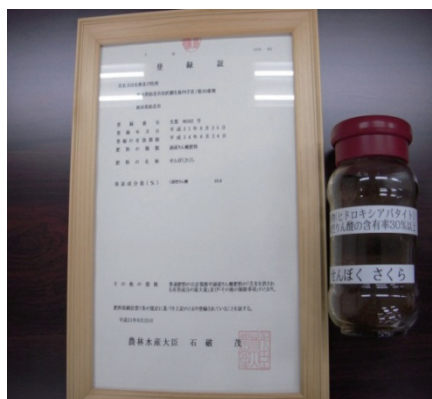
リン回収設備を導入している汚泥再生処理センターでは、肥料登録をして回収リンを販売しています。

施設名称：秋田県仙北市汚泥再生処理センター

- 処理方式：膜分離高負荷脱窒素処理方式+高度処理
- 処理能力：60kL/日
(し尿35kL/日、浄化槽汚泥17kL/日、農集排汚泥8kL/日)
- 竣工：平成21年3月
- 資源化方式：リン回収方式(HAP法) 資源化設計能力：晶析物53.5Kg/日



★ リン回収設備と処理施設のフロー



★ 登録証（肥料名称：せんぼく さくら）

お問い合わせ先

環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課

〒100-8975

東京都千代田区霞が関1-2-2中央合同庁舎第5号館26階

TEL 03-3581-3351



古紙パルプ配合率70%再生紙を使用

■このパンフレットは、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達に関する法律）に基づく基本方針の判断基準を満たす紙を使用しています。
また、大気中に悪影響を与える物質の発生を抑え、用紙のリサイクルにも適した大豆油インクを使用し、リサイクルに配慮して水溶性の糊で製本されています。
■リサイクル適正の表示：紙へリサイクル可
このパンフレットは、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料【Aランク】のみ用いて作製しています。