

下水汚泥焼却灰からのリン回収と活用 ーゼロエミッションプロセスの実装化ー

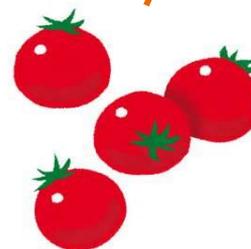
2026年3月11日

工学院大学
先進工学部 環境化学科
金 熙濬

リンの用度

肥料 3 大要素 : N、P、K

食料を育てるためにリン系肥料が必要



リン系肥料を国内資源でまかなうためには

世界的なリンの現状

リンは全量を輸入に依存

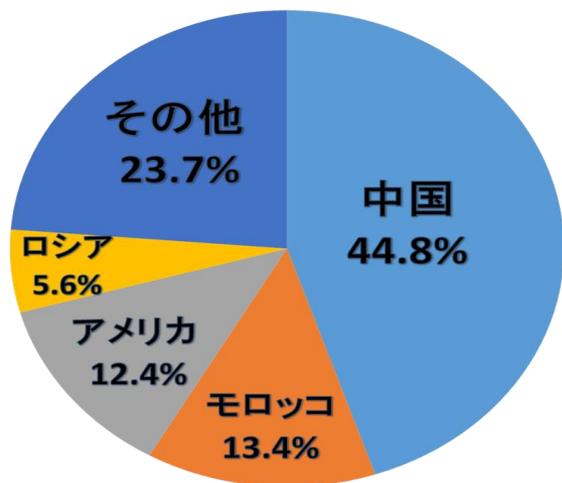


fig. 1 リン鉱石産出国

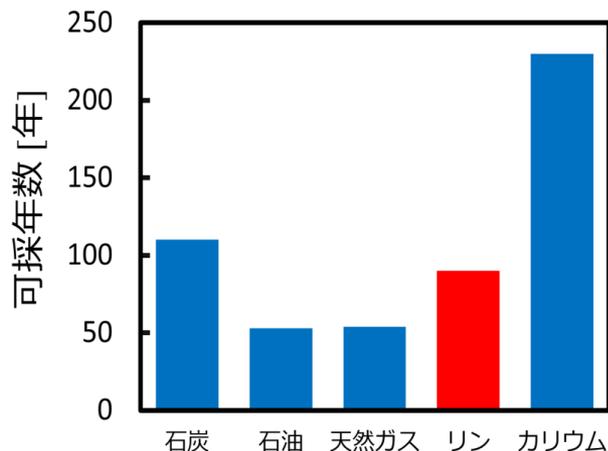


fig. 2 枯渇性資源の可採年数

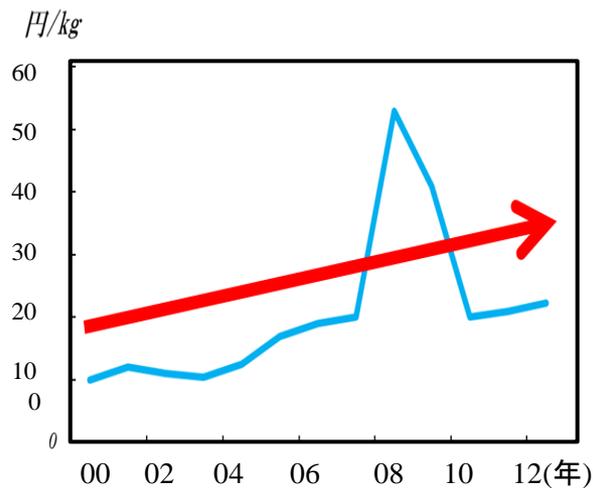


fig. 3 リン輸入価格の推移

国内での天然資源なし

可採年数約90~150年

価格は上昇傾向

国内でリンを確保することが急務
→ 戦略的な資源

汚泥灰からリン回収とリン循環社会構築



先行研究・実用例



アルカリ溶出法

リン回収率: 30~40%
 重金属含有率: 5%



アルカリ溶出法を用いた肥料化プラント(岐阜県)

- 重金属の含有量が少ない
 (肥料基準値を満たしている)
- × リンの回収量が少ない(約30-40%)
- × 高コスト
- × **リン回収後の残渣利用の問題**



「岐阜の大地」は、岐阜市がお届けする安心・安全なリン酸肥料です。
 内容量: 20kg

適用作物と効果
 水稲、雑、果樹に使用できます。
 ○作物の生長を早めます。
 ○根の発育を促進し、発芽力を高めます。
 ○根、茎、葉の数を増やします。
 ○根菜、果実の品質が向上します。

特徴
 ○主要成分はリン酸カルシウム。
 ○アルカリ性の肥料で酸性土壌の改良に効果。
 ○無臭で長期にわたって使用可能。
 ○緩効性で、発芽から収穫まで効果が持続。
 ○雨で流出しにくい。川や海の環境に優しい。

施肥量の目安(kg/10a)

水稲・麦	野菜・果実	豆・芋類
20~30	50~120	30~50

土壌条件により増減して下さい。
 石灰分を含みます。

製造元
 岐阜市上下水道事業部

実用・製品化された肥料

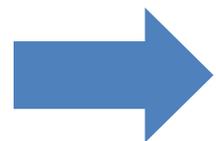
汚泥焼却灰からも残渣重金属を除去し、つつより多くのリンを回収可能な

経済性のある

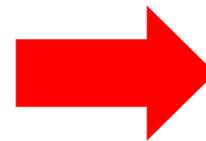
肥料化プロセス開発が必要

研究結果

二段階溶出法



酸溶出法

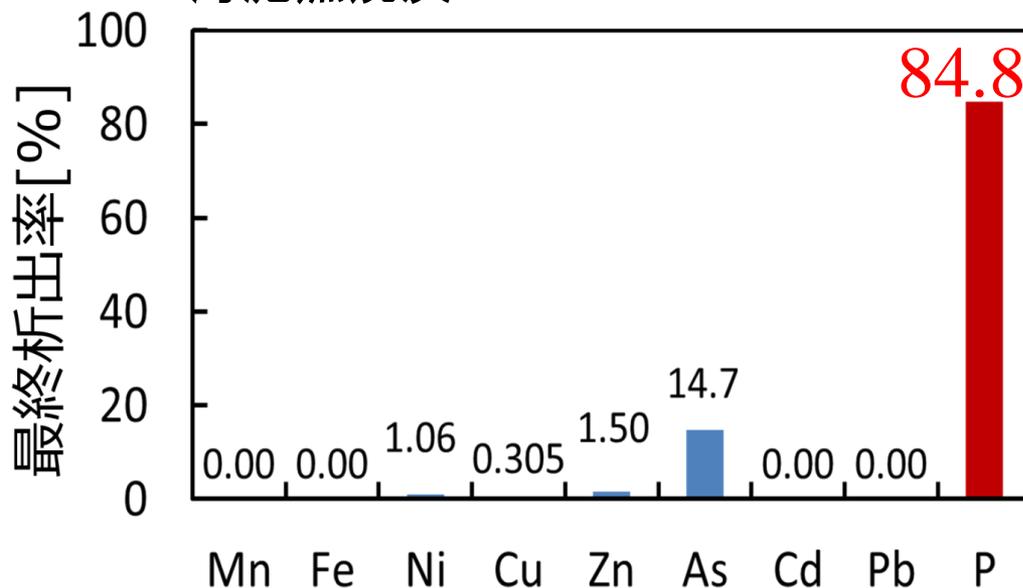


アルカリ溶出法



汚泥燃焼灰

最終析出物



- 汚泥燃焼灰から
- ① 約85%リン回収に成功
 - ② 重金属除去に成功
(肥料基準値以下)

fig.11 各元素の最終回収率

濃学部農場への施肥実験と収穫祭



NとKは同量



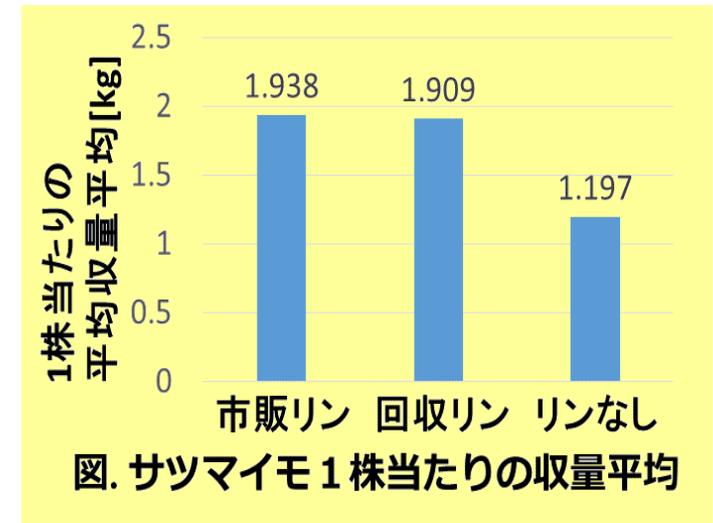
リンあり



リンなし



スマドミ&農学部
とのふれあい



海の肥料開発

研究目標

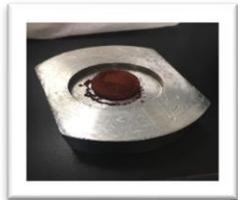
- 1) 重金属が除去された汚泥焼却灰残渣の高度利用
- 2) 海の植林によるCO₂削減（ブルーカーボン）
- 3) 海の貧栄養化の解決（海の砂漠化防止）
- 4) 漁村の所得増大と雇用機会の提供

発想点：リン回収後の汚泥焼却灰残渣には3大海の肥料成分（Si,P,N）中で、SiとPが豊富、さらにFeも豊富

問題点：肥料成分が海水には溶解しない



目標



海洋肥料



磯焼け



ガラモ場



アマモ場

新潟県も磯焼けによる藻場の減少がある

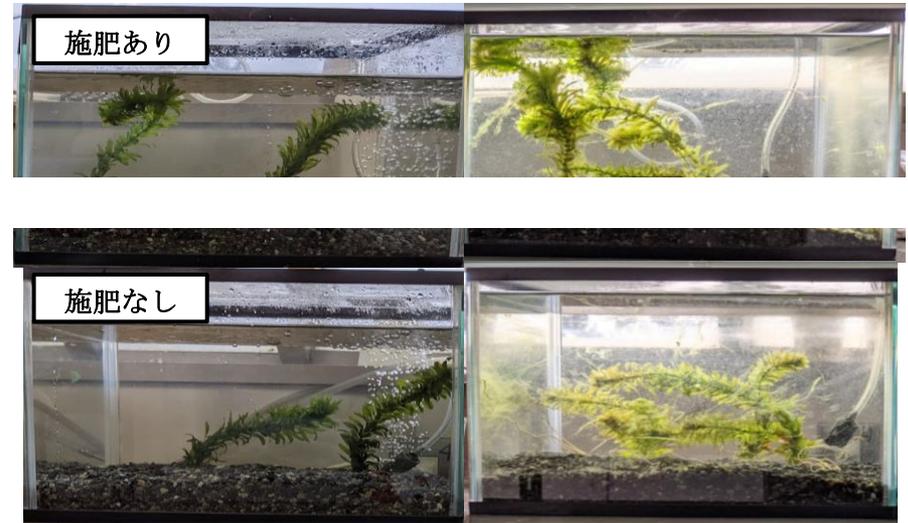
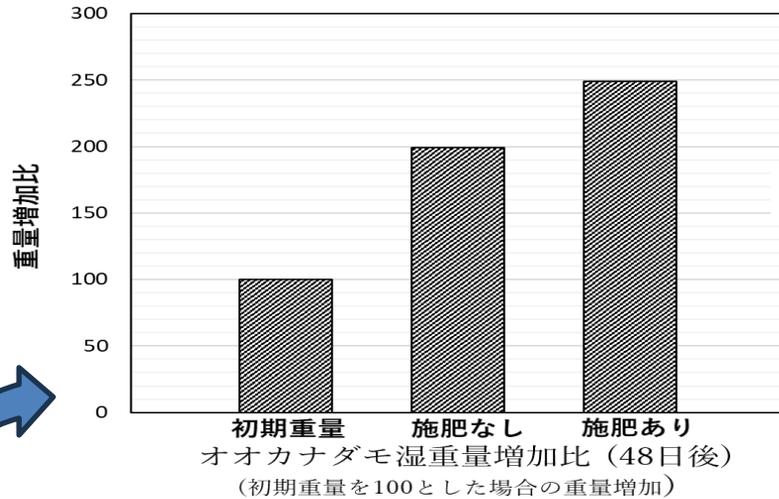
磯焼けの原因は鉄不足、栄養塩不足など

鉄含有海洋肥料の施肥で磯焼け対策

漁業従事者と海洋肥料の施肥実験



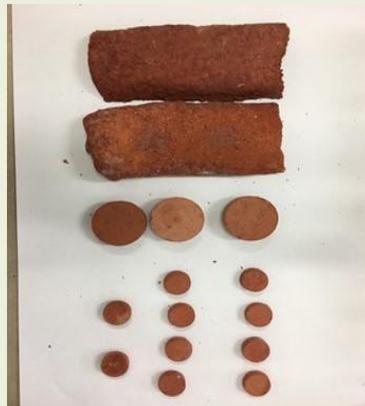
オオカナダモによる施肥効果の検証



■ 生育48日後の比較で、施肥の場合が施肥なしの比べ1.25倍湿重量が増加

特許7320310 特許7467798

開発した海洋肥料
の一例



施肥なし

施肥あり

将来計画：海の農場建設：ワカメ5万トン生産/年(岩手県参考)

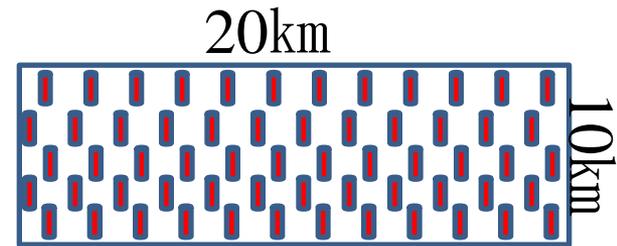
=>カーボンクレジット：8000～72000円/t
(4～36億円)

10トンのテトラポット型肥料

100m間隔で設置

100x200=20000個

【総20万トン、(肥料の量6万トン)】



本研究の紹介記事

日刊工業新聞 | 2020年

富士通フロ
 関や流通業向けの設備体制保守サービスを継続する。二酸化炭素(CO2)排出量削減の削減。気候変動対策と両立する防災を国も推進しており、燃料電池の活用が産業拡大が期待される。

電力の半分賄う
 ソフトバンクグループ・フュエルセルエナジーのPower En-Taiは電力会社の電気energy Japanで採掘してきたが、今(フルタイムエナジー)後には燃料電池を常時利用ヤパンから燃料電池を用い、電力会社の電気を導入した。出力は50%。賡ザーレは同センターは現番

多機能機械を共同開発
 ロックボルト遠隔打設装置搭載
 フジタなど作業省力化
 フジタは8日、高ッボルタを搭載、ロ設できる。作業は穿ロツドル(東京都ッボル打設同時孔、モタル充填、ロ

下水汚泥焼却灰からリン
 西松建 新潟大 肥料用82%回収
 西松建 新潟大 肥料用82%回収
 西松建 新潟大 肥料用82%回収
 西松建 新潟大 肥料用82%回収

大規模水耕栽培実証
 太陽光型 植物工場
 大林組、インドネシ

日刊工業新聞 | 2020年

水未来会議 2020 SDGsと企業価値を議論
 科学的評価と仕組みが必要

都市とレジリエンス
 小出 義久

復旧復興に約1兆円
 国土省・補正予算

基幹施設の六価クロム
 処理場放流水から検出

下水汚泥焼却灰からリンを高効率で回収
 西松建設 新潟大

変わる土壌地

1. 日刊工業新聞
2. 環境新聞
3. 国立環境研究所、環境展望台
4. 環境ビジネスオンライン