

ー戦略プロジェクト研究ー

新規リン吸着材による排水高度処理システムの構築と 回収リンの循環利用技術の開発

ー環境と調和した持続可能な農業・水産業の実現に資する研究ー

環境・機能材料科 高松宏行、阿部久雄

要 約

本研究は、長崎県諫早市の中央干拓地から排出される農業排水中のリンを除去する技術の開発を目的とし、1日に500Lの排水を処理可能な小型リン吸脱着システムの開発、中央干拓地でのフィールド試験を行なうものである。平成23年度は、リン吸脱着システムを構築した。構築したシステムを稼働させ、農業排水からのリンの吸着を行なう「リン吸着工程」、リンが吸着飽和になった際に電磁弁により流路を切替え、アルカリ水溶液を通水して吸着されたリンを脱着する「リン脱着工程」、また、電磁弁により流路を切替えて酸を通水し、残存したアルカリ水溶液を中和する「中和工程」を自動制御可能であることを確認した。

キーワード: リン除去、吸着、諫早干拓地、リン回収

1. はじめに

近年、長崎県の諫早中央干拓地において大規模な営農が開始されている。干拓地より排出される農業

排水は遊水池(図1)に集積され、やがて、いさはや新池に放流されるが、これら農業排水には栄養塩であるリンと窒素が多く含まれる。よって、いさはや

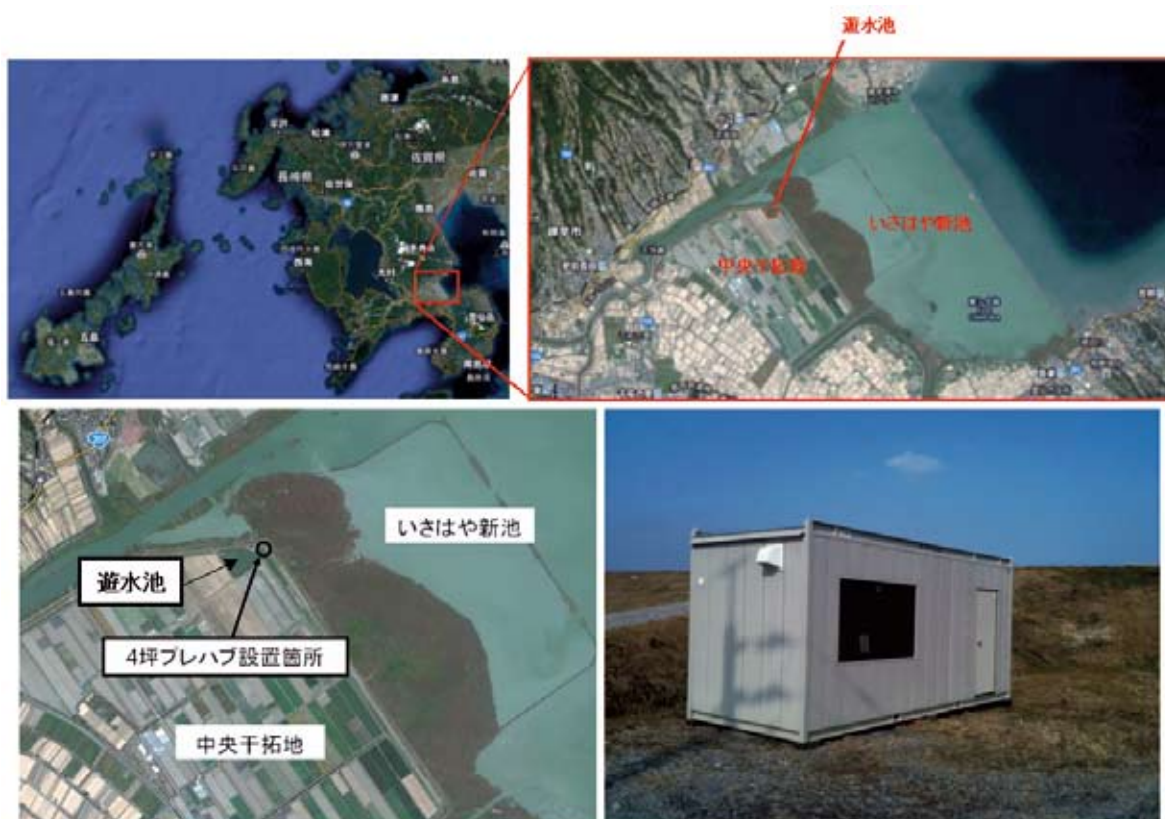


図1 実験プレハブ設置箇所

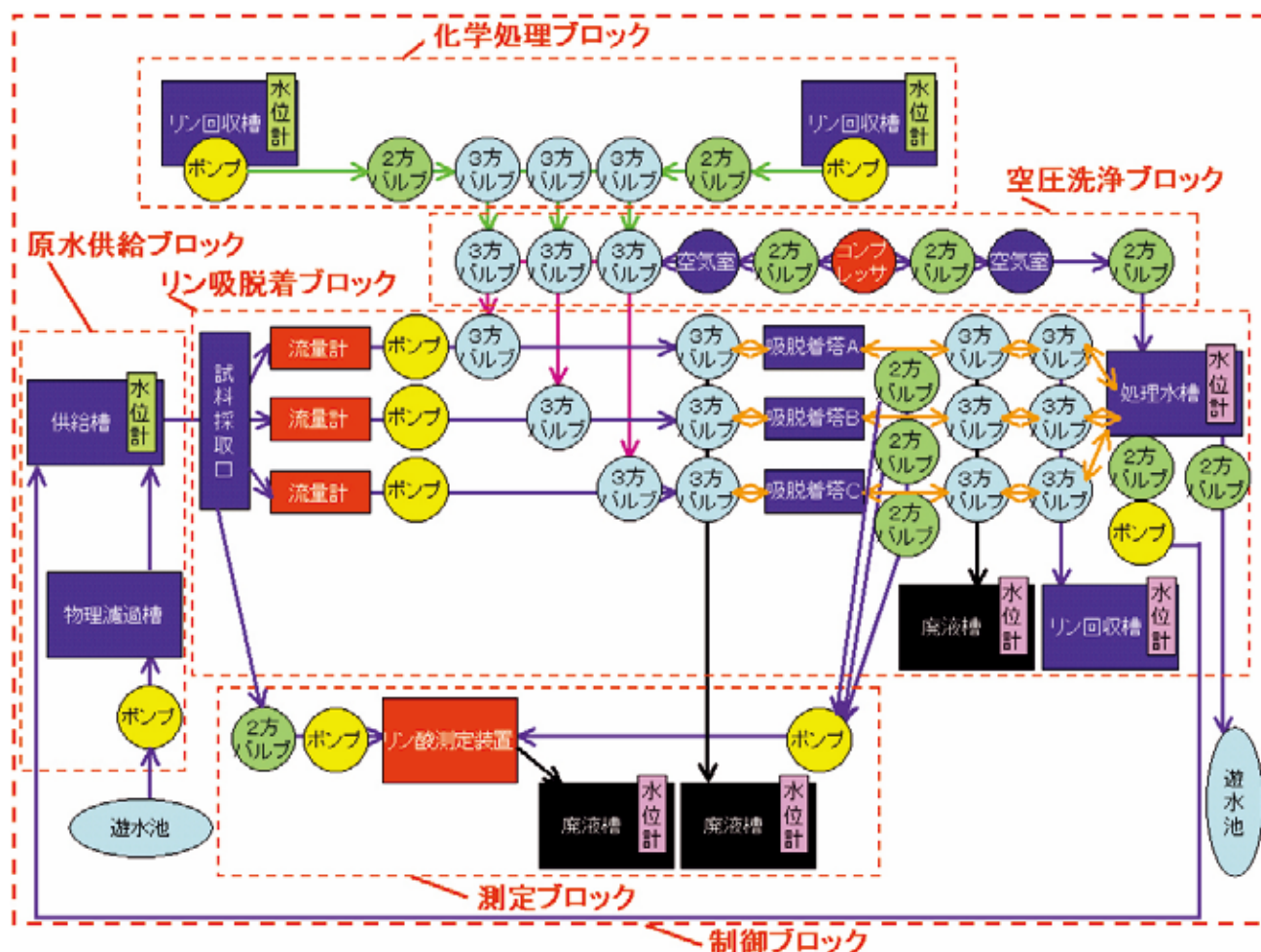


図2 リン吸脱着システムの作動概念図

新池の富栄養化問題を改善するためには、いさはや新池に放流する前に農業排水から栄養塩を除去することが必要である。

一方、リンは肥料や工業製品に利用される資源として重要であるが、近年、採掘量の減少により、価格が高騰するなどリン資源の安定供給が世界的に危惧されている。そのような背景から、窯業技術センターでは、各種排水中からリンを吸着・回収するためのリン吸着材^{1)~3)}を開発してきた。開発材は、その表面にオルトリン酸イオンを吸着し、吸着飽和となった際にはアルカリ水溶液で吸着されたリンを脱着することで、繰り返し吸着材を利用できただけでなく、吸着したリンを資源として回収することができるものである。

以上の社会的、技術的背景から、窯業技術センターでは、中央干拓地から遊水池に集積され、いさはや新池に排出される農業排水を浄化対象とし、これまでに開発したリン吸着材を適用して、農業排水中

のリンの除去およびリン資源の回収を目的とした研究を実施している。

平成23年度は、1日に500Lの排水を処理可能な小型リン吸脱着システムの設計を行い、遊水池畔の実験プレハブ内(図1)にシステムを構築した。

2. リン吸脱着システムの設計

1日に500Lの排水を処理可能なリン吸脱着システムの作動概念図を図2に示す。図2は、システムの機能毎に7つのブロックに分けたものである。

2. 1 原水供給ブロック

原水供給ブロックは、農業排水の取水および浮遊物質の除去を行い、吸着試験に用いる原水を貯留する機能が必要であり、原水取水管、原水排水管、取水ポンプ、物理濾過槽、供給槽、水位計で構成される。

2. 2 リン吸脱着ブロック

リン吸脱着ブロックは、吸着材を充填した吸脱着

塔において、リン吸着工程とリン脱着工程を行なうブロックである。リン吸着工程は、吸脱着塔に原水を導き、農業排水からのリン吸着処理を行い、その処理水を貯留したり、環境に戻したりする機能が必要である。またリン脱着工程は、リンの吸着が飽和した際に吸脱着塔に脱着液（アルカリ水溶液）を導き、吸着材表面のリンを脱着・回収し、貯留する機能が必要である。これらを実現するために、リン吸脱着ブロックは、流量計、送水ポンプ、バルブ（2方弁、3方弁）、吸脱着塔、水位計、リン回収槽、処理水槽、廃液槽で構成される。

2. 3 化学処理ブロック

化学処理ブロックは、リンの吸着が飽和した際に吸脱着塔に導く脱着液やリン脱着工程後の中和工程において吸脱着塔に導く中和液（酸性水溶液）を貯留したり、送液したりする機能が必要であり、中和液槽、脱着液槽、送液ポンプ、水位計、バルブで構成される。

2. 4 空圧洗浄ブロック

空圧洗浄ブロックは、流路内に残存した脱着液や中和液、廃液等を空圧で押し出す機能が必要であり、コンプレッサ、バルブ、空気室より構成される。

2. 5 逆圧洗浄ブロック

逆圧洗浄ブロックは、処理水槽に貯留した処理水をリン吸着工程と逆向きに圧力をかけて流すことにより、吸脱着塔内に充填した吸着材の閉塞を解消する機能が必要であり、コンプレッサ（空圧洗浄ブロックと共用）、バルブ、空気室で構成される。

2. 6 測定ブロック

測定ブロックは、リン吸着工程において、原水と各吸脱着塔で処理された処理水のリン濃度を定期的に自動測定する機能が必要であり、リン濃度測定装置、バルブ、送水ポンプ、廃液槽、水位計で構成される。

2. 7 制御ブロック

制御ブロックは、上記6つのブロックを全自動で制御するブロックであり、リン濃度変化に応じてリン吸脱着工程、中和工程、各洗浄工程を統括する機能が必要である。制御ブロックは、シーケンサおよび制御盤で構成される。



図3 リン吸脱着システム外観(全体)

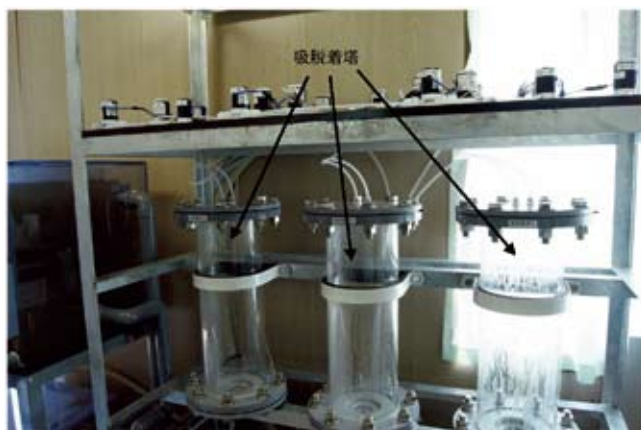


図4 リン吸脱着システム外観（吸脱着塔部）



図5 リン吸脱着システム外観
(自動リン酸イオン濃度測定装置)

3. リン吸脱着システムの構築

仕様を基に、諫早中央干拓の遊水池の畔に設置した4坪のプレハブ内にリン吸脱着システムを構築した。構築したシステムの外観を図3に示す。

リン吸着工程では、プレハブから約65m離れた遊



図6 システム警報メール



図7 リン吸脱着システムの制御盤

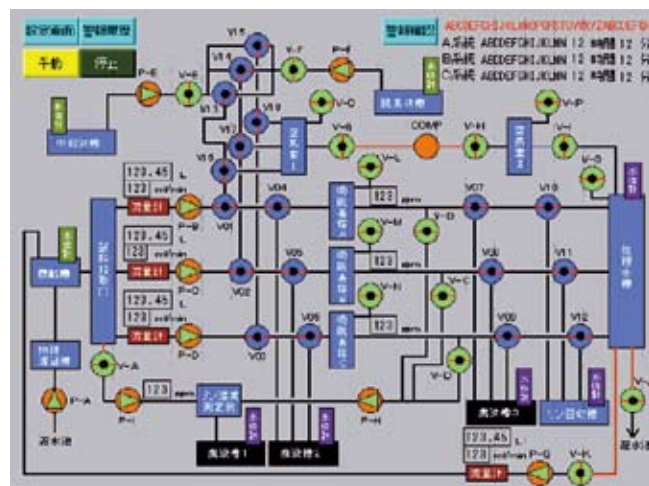


図8 タッチパネル画面

水池の農業排水をポンプで引き上げ、物理濾過槽に導入し、排水中の大きな浮遊物質を除去した後、排水を吸脱着塔（図4）に導いて吸着処理を行い、処理水を遊水池に戻す。原水と処理水のリン濃度を定期的に自動リン酸イオン濃度測定装置（図5）でモニタリングして比較し、吸着能力が低下するとリン脱着工程に移る。

リン脱着工程では、脱着液槽より脱着液（アルカリ性水溶液）を吸脱着塔に導いて吸着材表面に捕捉されたリンを脱着させる。

また、流路を酸性水溶液で洗浄する中和工程、流路に満たされた液体を空圧で押出す空洗工程を備えた。

その他、システムに異常が発生した際に図6に示すとおりメールで警報が発信される警報装置を加え、全体のシステムを構築した。

リン吸脱着システムの制御盤を図7に示す。システムの操作は、制御盤に設置した図2の作動概念図と同様の図を採用したタッチパネル（図8）で行なうことができる。

4. おわりに

今後は、リン吸脱着のフィールド試験を実施しながら構築したリン吸脱着システムの稼働条件の最適化を図る。また、脱着されたリンの資源化、資源化したリンの物性評価等についても検討する。

付記

本研究は、科学技術振興局（現・産業労働部産業技術課）、長崎県農林技術開発センター、長崎県環

境保健研究センター、長崎県総合水産試験場と共同で実施している戦略プロジェクト研究「環境と調和した持続可能な農業・水産業の実現に資する研究」のうち、窯業技術センター担当の研究課題について実施したものである。

参考文献

- 1) 高松宏行、阿部久雄、平成17年度長崎県窯業技術センター研究報告、pp. 46-49 (2005).
- 2) 高松宏行、阿部久雄、平成18年度長崎県窯業技術センター研究報告、pp. 6-11 (2006).
- 3) 高松宏行、阿部久雄、リン吸着材、特開2008-023401.