

リン含有廃液の液状肥料へのリサイクル

Recycling of Phosphorus-Containing Wastewater into Liquid Fertilizer

島田 和哉*
Kazuya Shimada

山口 典生*
Norio Yamaguchi

リン含有廃液のリサイクルは、循環型社会の観点から重要である。電子部品製造工場から排出される低濃度のリン含有廃液を、液状肥料としてリサイクルする手法を構築した。

To establish a recycling-based society, phosphorus recycling from wastewater is important. This paper is focused on a phosphorus recycling technique that converts wastewater having low phosphorus concentration generated from electronic devices manufacturing into liquid fertilizer.

特集
1

1. リンリサイクルの課題と解決策

世界人口の増加に伴う食糧増産により、肥料原料の1つであるリンの枯渇が懸念されている。わが国では、リン資源のほぼ全量を輸入に頼っており、安定確保は急務である[1][2]。一方で、リンを含む薬液は、液晶パネル、半導体、コンデンサなどの製造プロセスでも広く利用されており、資源循環型モノづくりの観点から、多くの工場でリサイクルが検討されている。高濃度のリン廃液に関しては、工場内で精製され、再度製造プロセスで利用される、または副産リン酸肥料、再生リン酸の原料として、場外リサイクルされる事例が多い。しかし、低濃度または、不純物を多く含む廃液に関しては、他系統の廃液と一括して廃液処理され、発生する汚泥は産業廃棄物として処理されている。

リンのリサイクルを促進するためには、これまで廃液処理されてきた、低濃度、不純物を含むリン廃液をリサイクルする手法の構築が不可欠である。この実現に向けては、以下の3点が重要であり、本稿では、これらの検討によって、リンリサイクル技術を構築できた事例を紹介する。

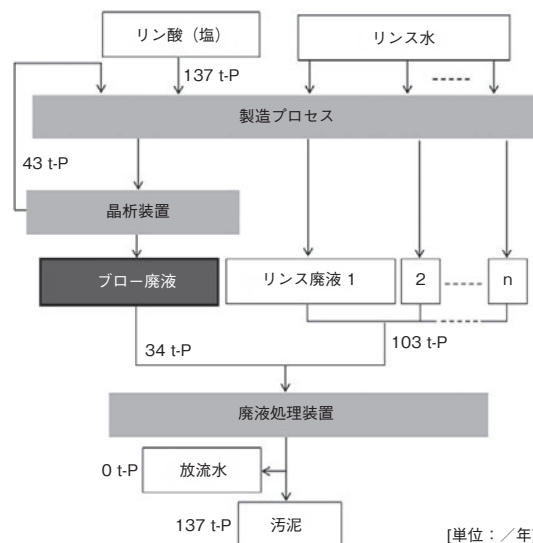
- (1) 工場におけるリンのマテリアルフローの把握
- (2) リサイクル対象となる廃液の選定
- (3) リサイクル用途先の要求品質への適合性評価

2. リンリサイクルの取り組み事例

電子部品製造工場におけるリンリサイクルの検討事例を示す。この工場では、製造プロセスでアルミニウムの表面処理剤としてリン酸（塩）含有溶液を使用している。

2.1 リンのマテリアルフロー

リン廃液の主たる由来は、製造プロセスで使用された高濃度のリン含有廃液、洗浄工程から排出される低濃度のリン含有廃液である。高濃度廃液は、既設の晶析装置によりリン回収、再利用が行われる。一方、晶析装置から排出される低濃度の廃液（ブロー廃液）は、他系統のリンス廃液と混合され、廃液処理が実施されていた（第1図）。



第1図 電子部品製造工場におけるリンのマテリアルフロー
Fig. 1 Material flow of phosphorus in electronic device factory

* パナソニック環境エンジニアリング（株）
Panasonic Environmental Systems & Engineering Co., Ltd

2.2 リサイクル対象の選定

各系統のリン廃液の化学組成を約1年間追跡した結果、晶析装置のブロー廃液は、品質変動が小さいことがわかった。この廃液の主成分は、リン（10%）、カリウム（5%）であり、重金属類の含有量は、排水基準値以下であった。本廃液は、高い品質安定性に加え、リン、さらにカリウムを主成分としたことから、施設園芸で使用される「液状複合肥料」としてリサイクルできる可能性が示唆された。

2.3 リサイクル用途先の要求基準への適合性

肥料としてのリサイクルを実現するためには、肥料取締法に適合する必要がある。この法律は、肥料の品質、安全性、公正取引を確保するためのものであり、肥料分類ごとに化学組成の保証、植害の有無などの検査項目が定められている。リサイクル対象のブロー廃液は、そのすべてに適合し、肥料取締法第7条の規定に基づき、農林水産大臣の肥料認可を取得した。各検査項目それぞれについて概要を紹介する。

〔1〕化学組成

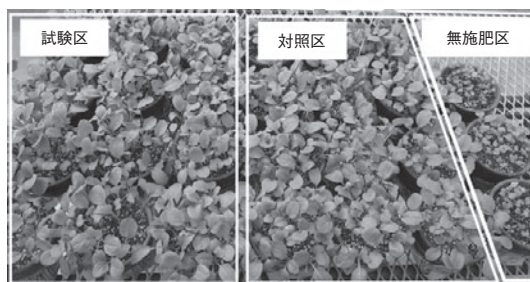
肥料取締法規定の分析手法により、ブロー廃液の有効成分（リン、カリウムなど）、有害成分（スルファミン酸、ビウレット性窒素、重金属類など）を分析した。結果、全項目において基準適合であることが示された。

〔2〕植害試験

コマツナを供試植物として植害試験を実施し、生育完了後に、草数、葉長などの項目を計測した。結果、各項目について、試験区（ブロー廃液で育成した検体）と対照区（市販の肥料で育成した検体）の間で有意差は認められず、植害無しと判定された（第2図）。

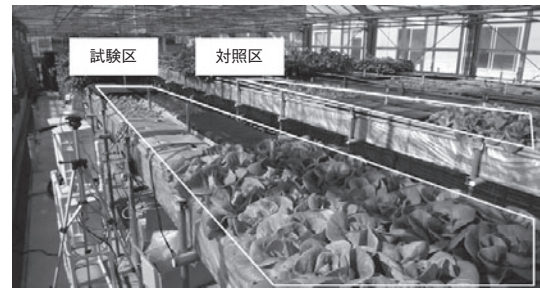
〔3〕水耕栽培試験

ビニールハウス内に設置された、培養液循環型の湛液式（たんえきしき）水耕栽培システムを用いて試験を実施した（第3図）。供試作物は、サラダナ、ネギ、ミツバとし、植害試験と同様、生育完了後に検体の生育項目



第2図 植害試験の生育結果

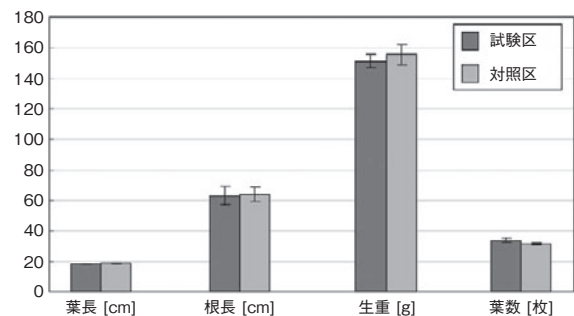
Fig. 2 Growth condition of cultivation experiment



第3図 水耕栽培試験の概観

Fig. 3 Growth condition of hydroponic experiment

を計測した。結果、各項目について、試験区と対照区の間で有意差は認められず、ブロー廃液は、水耕栽培による植物生産に利用可能な品質であることが示された（第4図）。



第4図 水耕栽培試験結果の一例（サラダナ）

Fig. 4 Results of hydroponic experiment of butterhead lettuce

3. リンリサイクルの効果

これまで廃液処理により産廃となっていたリン含有廃液（ブロー廃液）に、液状肥料としての新しい価値を見出すことができた。本廃液を既存の廃液処理フローから独立させ、液状複合肥料としてリサイクルした場合、排出元の事業所に対して、下記の効果を提供することができる。

- (1) 原材料コスト回収（肥料売却収入）
- (2) 廃棄物量の低減（リサイクル率の向上）
- (3) 廃液処理ランニングコスト低減（水処理薬品など）

また、本廃液全量を肥料としてリサイクルした場合、産廃処理される元素リンは25%減となる試算である。リンが世界的に枯渇傾向である現状を加味すると、このリサイクルがもたらす社会的意義は非常に大きいものと推測される。

4. 今後の展望

モノづくりにおける薬品の大量使用は、社会、環境に与えるインパクトが非常に大きく、資源循環スキームの構築は不可欠である。本稿で紹介した事例のように、リサイクル技術により、モノづくり産業と施設園芸などの一次産業とを結びつける活動は、資源循環スキーム構築例の1つであり、実現に向けた仕組みづくりを推進していく。さらに今後、マテリアルフローコスト会計のISO (International Organization for Standardization) 化などにより、さらなる資源生産性向上が企業に求められると予想される。本稿で紹介した手法を、リンのみならず種々の資源に応用することで社会に貢献する。

本技術開発は、大塚アグリテクノ（株）栽培研究センターの岡准慈センター長、池田政文課長、緒方雅彦課長のご協力のもと実施いたしました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- [1] 岡准慈, “肥料原料の高騰と世界の農業事情について,” ハイドロボニックス, vol.22, no.1, pp.13-15.
- [2] 農林水産省, “肥料原料の安定確保に関する論点整理,” 2010.