

枯渇化が懸念されるリンの回収と資源化に関する調査研究

(社)新技術協会 田村 亘弘

1. 調査研究の背景と目的

リンは植物や動物の生体を構成する主要な元素であり、生命活動の維持に必要なエネルギーの獲得機能を担う必須の元素である。またリンは窒素、カリとともに植物の生育には欠かすことの出来ない三大肥料元素の一つでもある。

リンは従来よりほとんどリン鉱石から供給されてきたが、資源の枯渇化が進み、世界の人口の飛躍的な増大と、バイオマスエネルギー利用の拡大でリンの需要はますます増大の方向である。一方、リンの供給先では米国、中国、モロッコ、南アフリカ上位4カ国に偏在(世界の8割強)しており、日本はそれらの国から全量輸入している。

また、リンは上記した肥料への需要以外に、金属の表面処理剤、難燃剤や触媒等の化成品、さらには食品添加剤等に代替が困難な利用用途が多くあり、海外依存度100%のわが国では、リンの価格動向によっては産業の息の根を止められる可能性もある。

このような資源面、利用面の問題の上に、リンを環境中にばらまくことによる富栄養化問題、たとえば赤潮やアオコの異常発生が世界中で起こり、その解決も求められている。

以上のような背景のもと、本調査研究では主に次の4項目(①資源の循環性や有限性、②下水汚泥からの回収技術、③鉄鋼産業の排出物からの回収技術、④環境改善のための地方自治体の動き)について文献調査や現地調査、さらには有識者との討論を実施し、リンの回収・再生・資源化に関する問題の顕在化ならびに解決策の提案をすることで今後の産業活動支援や国および地方団体の施策に資することを目的とする。

2. 調査研究の実施内容および方法

リンの回収・再生・資源化に関し、国内での消費と排出のマッピングより、国内でのリンが排出される場所はカテゴリー的に次の4つに分類される。

- (1) 河川・沼地・湖等
- (2) 下水道での排水
- (3) 畜産業等からの骨・糞・排水等
- (4) 鉄鋼スラグ類

本調査では上記(1)～(4)のカテゴリー別に対象を分け、それぞれの原料事情や排水の実態、リンの回収に関する基礎技術・応用展開技術等につき文献調査や現地聞き込み調査などを並行的に実施し、それぞれの技術確度を検討することとした。

なお、調査を進めている過程で、大阪大学・大竹教授が監修された「リン資源の回

収と有効利用」(サイエンス&テクノロジー社刊)という著書が発刊されたので、今回の調査に関しては、全般的な内容はその著書に任せ、出来るだけ工業界からの目線、および市民からの目線を重視したレポート作成を心がけることとした。

そのために平成21年7月2日に前記大竹教授をはじめとする4人の有識者を早稲田大学におよびして、公開ミニワークショップを実施し、多くの意見交換と討論をおこなった。このような経過をとったので、本調査では従来よく見られるヒアリング調査等の単なるまとめではなく、各項目について調査委員で議論を重ねた上での意見集約という形になった。

3. 調査研究の結果と提案

(1) リン資源を取り巻く全般状況について

- ① リン鉱石は有限であり、人間活動(食料・エネルギー)とともに需要が増え、世界的に見て枯渇化する方向にある。“リン資源が全くない日本”において回収技術を確立し、その成果を世界中に技術輸出することは非常に有意義である。そのための国家戦略が今ほど必要なきはない。
- ② その際問題となる回収・資源化コストは技術開発による削減効果も期待されるが、電力等と同じく、国民に等分の付加で賄えるような戦略も欲しい。

(2) リンの回収技術について

- ③ 下水道がかなりいきわたってきた国の状況からみると、下水処理場とリン回収プランのセットは量的にも質的にもリンのリサイクル法としては的を射ている。したがって、すでに日本の中で各地区行政を通じて検討・運転されているものの、資源の利用という観点では余剰活性汚泥の処理費用とか回収リンの品質等に問題があり、もう一息工夫(技術のインテグレーション・・バイオとケミカルの、エンジニアリングの、または異種業界の技術との融合等)が必要である。
- ④ 鉄鋼業で発生するスラグからの回収については、いままでまとまったレポートがなく、重点的に調査した。東北大学・長坂教授の指摘によると、もし仮に鉄鉱石中のリンが有効に再利用できるのなら量的には輸入リン鉱石に匹敵する。鉄鋼スラグはその排出先が限定されているので、資源化には得策である。これが今まで細々としてしか利用されてこなかった構造要因を解き明かせば資源回収の意味で将来の糧となりうる。産業廃棄物としていろいろと制約はあるものの、今後の技術展開が期待される。
- ⑤ 意外と知られていないのが畜産業からのリンの実態である。骨の成分はリン

酸カルシウムであり、肥料としての性質は優れている。BSE 問題があるけれども、処理方法と回収に関するマクロなデータがそろると、養豚、養鶏場からのリン回収や肉骨粉の利用は小規模ではあるが、地域循環的な方法となり実用的である。また排水処理等の他の方法との組み合わせも有意義である。

- ⑥ リン元素がもつもう一つの問題である環境汚染については、対策技術を考えても経済的に成り立ちにくい要素が多い。環境中に散らばったリン（例えば湖沼等で問題になっている）を回収するにはバイオ技術に期待されるものの新しい濃縮法の開発等が必要で、③の下水汚泥処理と同じく、技術のインテグレーションを含めて国策的に詰める必要がある。

(3) 回収から資源化への道

- ⑦ 以上概観したように、リンの回収技術は対象によって様々である。これは排出物中のリンの濃度が 0.1ppm～10%オーダーまで広がっており、それに応じて回収法を考える必要があったからである。ただし今後、資源化という観点を入れると一つの技術では対応ができず、技術のインテグレーション、総合的な視野が必須である。個々のテクノロジーの強みをお互いに補完しあったシステムチックな融合技術の構築が待たれている。

- ⑧ また、たとえリンを回収・再生しても、わが国では例えば肥料取締法のように品質規格が厳重で、利用上ブレーキがかかることが多い。リサイクル事業を国として立ち上げるなら、むしろ化学品等への供給を目指したほうがよいのかも知れない。その際、原料純度を上げるためには「黄リン」製造が必須であり、日本国内に黄リン製造装置が一基も稼働していないことから、集約産業として出番があるものと期待される。このような出口施策を練っていくことが、新産業ビジョンではないだろうか。

(4) リンリサイクル事業に向けて

- ⑨ リンリサイクル事業は化学産業の一分野として捉えられ勝ちであるが、むしろ鉄鋼産業や畜産業と化学産業との融合事業として位置づけたほうがよいのではないかと考えられる。そしてその起業化に対して関心の深い自治体が土地と組織を提供し、企業が技術資源（人、情報）を提供し、国際的に開かれたビジネス展開を図る——、といういわば 21 世紀型の事業を提言する。

以上