

《巻頭言》

枯渇資源リンを理解してもらうために To Get Understanding of Depleted Resource Phosphorus

徳島大学

杉山 茂

Shigeru SUGIYAMA



“枯渇資源リン”・・・，実際にこのように感じておられる方はどのくらいいるのでしょうか？最近も，新たなリン鉱石が発見され，リン資源が枯渇するということは当分遠のいたという記事もしばしば見ます。私の大学においても，私の所属するフロンティア研究センターの改組にあたって，“枯渇資源リン”とでも言おうなら，“枯渇すると言われていた石油はシェールオイルなど新しい資源で出てくる前例がある”，“安価なリン肥料が容易に入手できるのに枯渇するのは本当か？”，“今でも一部のリンは回収され肥料に

使われているので，今更枯渇資源と騒ぎ立てしても説得力がない”など指摘され，一般には理解しがたいことのようにです。リンが枯渇すると真っ先に影響を受ける日本無機リン化学会でも，枯渇資源を意識した研究はほとんどなく，私のような“枯渇資源リン”と呪文のように唱えている研究者にとっては，あまり居心地の良い学会ではありません。リン資源に関する一般的な理解は，リンは人類必須の資源であり，安価で食糧生産に不自由なく使える安定した供給が期待される資源であると思われま

す。それでは，上記のことは本当なののでしょうか？“新たなリン鉱石が発見され・・・”は，事実であることは否定しません。ただ，そのことを指摘する記事のほとんどが，そのリン鉱石の中身について触れることはありません。その中身が問題となります。最も利用価値のある純度の高いリン鉱石資源としては，ナウル共和国の例が良く知られています。太平洋の南西部にあるナウル共和国は，海鳥の糞由来のグアノ（良質のリン鉱石）からなっており，19世紀後半から採掘が始まり，税金無し，医療や教育費は無料，全年齢層が働く必要のない年金制度など，世界で最も高い生活水準を享受していました。しかし，20世紀末にリン鉱石が枯渇して，深刻な経済崩壊をきたしています。純度の高いリン鉱石が一部の地域からしか採掘されないこと，また純度の高いリン鉱石があれば，短期間に採掘し尽されることを示す代表的な例です。最近アフリカで発

見されたリン鉱石は残念ながら、純度の高いものではありません。核燃物質、重金属などの有害物質が多く含まれており、その精製方法も価格とともに問題点として指摘されています。純度の高いリン鉱石が必要であるために、いくつかの国は純度の低いリン鉱石を産出国で精製し、純度の高いリン鉱石自体は自国に送付し、有害物質はそのまま産出国に残してしまうということさえ起こっているようです。最近発見されたリン鉱石を安全に使おうとすると、精製、残渣処理、長距離輸送と今までのような安価で安定した供給は望めない状況にあるといえます。

“シェールオイル・・・”については、純度の高いリン鉱石は地殻変動が起これば地表に現れる可能性は十分にあります。しかし、地底深く存在するリン鉱石が地表に現れるような地殻変動が起これば、人類の存続は約束されません。また、このリン鉱石を地中深くから採掘することは、石油と比べても技術的に困難で、著しく安価なリン鉱石を考えると可能性はほとんどないと言えます。“肥料・・・”については、これまでも多くの方に言われ、御理解をいただけないことに私自身の無力をいつも感じていますが、本会に所属する研究者はもとより、肥料関係者以外は特に注意すべき事項です。リン鉱石からは、肥料とともに含リン材料を製造するリン前駆体が製造されます。回収したリンを肥料に使うだけでは、リンに係る研究をしている大部分の方には、御自分に関連する含リン化合物の入手困難と直面することになり、現在のリン回収技術では対応できないことがお分かりいただけると思います。

私はリン資源問題について反論を受けた際には、以下のようにお応えしています。本来であれば反論と書くべきでしょうが、反論は致しません。ご理解いただきたいと思い、お伝えしています。“現在の二酸化炭素による地球温暖化は、すでに 100 年以上前から指摘されてきました。しかし、そのことは完全に無視され、私の学生の頃は、最終的に完全燃焼され二酸化炭素を出すプロセスは逆に推奨されていました。しかし、現状は皆さん御存知のとおりです。リン資源は人類の恒久的繁栄に不可欠な資源ですので、二酸化炭素の二の舞にはいけないと活動しています”（指摘された研究者は、化学系の方であれば知らない人はいないアーレニウスの式を提唱され、ノーベル賞を受賞された Svante August Arrhenius 先生で、このことについては 1889 年に提唱されています）。このことを言うと、私を追及されていた方は、皆さん顔を下げ黙ってしまいます。先にも言いましたが、私自身は私に対する厳しい御意見を論破することは全く考えておらず、皆さんに御理解を頂き、それぞれの立場で枯渇資源リンに対応してもらえればと思っています。

それでは、どのように対応すればよいのでしょうか？先に記載しましたグアノは、海鳥の糞と珊瑚由来の石灰分からできています。同じ鳥で陸上に多く存在する鳥として鶏があげられると思います。鶏を生産するた

めに非常に多くの鶏糞を処理する必要があります。何も処理しないと、3日間で養鶏場は糞で埋まってしまうという県もあるようです。現在鶏糞は、肥料もしくは発電燃料として利用されているようですが、このように大量にある鶏糞を単純で、安価な手法でリン鉱石、つまりリン鉱石の主成分であるリン酸カルシウムに変換できれば、現在のリン鉱石を基に設計されている産業プロセスをそのまま鶏糞由来リン鉱石に利用できることになり、日本はリン鉱石輸入国から脱出することができ、一石二鳥、どころか一石何鳥にもなるのではないのでしょうか？私たちの研究室では、鶏糞を硝酸水溶液に溶かし、養鶏場由来のアンモニアで結晶を落とすと、この結晶がリン酸カルシウムであることを見出しました。硝酸を使い、酸に強い反応器を使うため、高純度のリン鉱石を利用するのに比べると間違いなく高価格になります。しかし、付加価値の高いリンを含んだ材料を開発すれば、そこで得られる資金をこのリン回収に回すことができ、トータルとして価格を抑えることもできると思います。本文の最初のほうで、“あまり居心地の良い学会ではありません”とあえて書きましたが、このような立場であれば、現状の国会も枯渇資源リン対応を積極的にしているとも見ることができると思います。

現在も、枯渇資源リン対策のため、本会に留まらず、産学官連携して、いろいろところで活動しています。このような活動が本会に少しでも寄与できるように、微力ながら尽くしていきたいと思っています。