

リンの循環に着目した生態系サービスを活用した 水・物質循環に関する研究

Study of the water and material cycle, noteworthy on phosphorus circulation
, involving utilization of the ecosystem

生態系グループ グループ長 柏木 才助
水辺・まちづくりグループ 主任研究員 佐々木春樹

1. 研究の目的

リンは、生体の必須元素であり、肥料の3大要素(窒素・リン酸・カリ)の一つでもあり、農作物の生育に不可欠な成分である。リン鉱石は、わが国には無く、全量輸入に依存している。世界でも今後100年以内で枯渇すると言われている。しかし、自然系の海底、湖沼及び土壌や動物の糞には多くのリンが含まれている。国内の水・物質循環過程の各段階にあるリンを、海域に流し去ることなく回収、活用する流域水・物質循環系形成を形成することは、わが国の持続可能な発展を支えるひとつの課題となっている。

本研究は、リンの流域におけるマテリアルフローを把握するとともに、自然界の河川や湖沼底泥等として溜まっている、または流れている水に含まれているリンについての回収技術の動向について整理し、自然系に出たリンを資源として有効活用する流域水・物質循環系形成の可能性について検討を行うもので、今年は今後の研究の展開を見通すために、リン循環の特徴や回収技術の既往の研究状況について取りまとめた。

2. リンに関する基礎情報

リンに関する基礎情報に関し、リンの循環系の特徴、リンの地球循環系バランス、リン資源の状況、リンの需要、について既往文献からとりまとめた。地球規模でのリンの循環バランスを図1に示す。リンの蓄積は海底沈殿物が圧倒的に大きく、ついで土壌への蓄積となっている。大気を介した循環に比べ淡水を介した循環が圧倒的に大きくなっている。

リンの生産は中国、アメリカ、モロッコが大きいが、2005年以降アメリカが輸出をストップするなど、資源環境が厳しくなっている。

一方、リンの需要は人口の増加を背景に急速に拡大している。このため、国内に存在するリンを再活用することは、今後に向けて大きな意義があると考えられる。

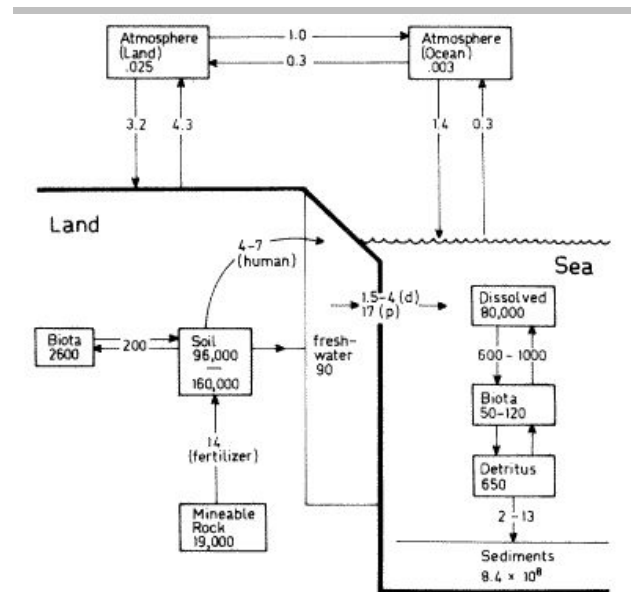


図 1 リンの地球循環系バランス

出典：Scientific Committee On Problems of the Environment (SCOPE)

3. 日本におけるリンの循環

日本にはリン鉱石の採掘場所はなく輸入に頼っている。その量は年間約70数万トンで輸入元は中国が多いが全体輸入量は近年減少傾向である。リン鉱石の輸入単価は、近年急激に高騰している。輸入の内訳は食品・飼料・その他の製品として33万トン、リン酸系肥料として14万トン、リン鉱石11トン、その他の鉱物含有として16万トンとなっている。

利用は、食品・飼料17万トン、農地・牧場への肥料に14万トン、工業系に45万トンである

使われたリンは、土壌蓄積が一番多く36万トン、建設資材・工業製品蓄積が21万トン、排泄物や水域放流が15万トンとなっている。

(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構が、鉱物資源のマテリアルフローを毎年取りまとめている。

各利用形態別のリサイクル率は0~30%、全体で1

7%とされている。しかしながら、これは骨材など構造物材として固定されるものも含むため、本来のリサイクル率ではないとされている。これらを除いた回収リサイクル可能なものに対するリサイクル率は6%程度と推算されている。

3. 国内地域レベルの循環研究事例

岩手県では、県内のリン収支について検討している。(平成16年度岩手県窒素・リン物質循環フロー調査報告書)

この報告は、広域のリンの循環系の収支バランスについて検討した数少ない事例と考えられる。岩手県は農業、畜産が盛んであるため、生活系、事業系にくらべ、これらのフローが大きくなっている。

また、河川を経由した海域へのフローは農地からの溶脱、自然系のウエイトが高くなっている。土壌蓄積、地下水へ流出のフローと水域へのフローが同程度と試算されている。3飼料に含まれるリンは、堆肥等への加工により農業に再利用されるが、最終的には土壌蓄積または水域流出に向かうこととなる。

農業の盛んな地域ではこの過程における有効利用システムが注目すべきことを示唆している。

がある。

都築は三浦市(漁業が盛ん)柏市(都市化が進展)坂東市(畜産が盛ん)を対象に検討している。

三浦市を見ると、漁業産品はほとんどが製品として域外へ出るフローとなり、また、浄化槽人口のウエイトが高いことから、水域へのフローはこれが大きくなっている。柏市は生活系から下水道へのフローが大きく、下水処理場の副製品としてセメントに変わるフローが大きくなっている。坂東市は畜産の副製品として堆肥へのフローが大きく域外へ製品として動いている。それぞれの産業構造から違った特徴を有することがわかる。

酒井は畜産の盛んな糸島地域で検討し、農業の肥料投入に対する畜産からのフローが、移流製品の2倍程度あるとしている。また、消費地である福岡市街地に近接することから、下水汚泥を堆肥化することにより農業投入分のリンをすべて回収する可能性があるか試算している。

4. 自然系に出たリンの回収技術に関する研究

わが国では、産官学の専門家から成る「リン資源リサイクル推進協議会」の活動を始めた。リン鉱石を海外に100%依存しているわが国としては、早急に打つ手が必要である。そして、リン鉱石に替わるリン資源として、湖沼や海底物の堆積物(公共水域)、大都市の下水処理場の汚泥、鉄鉱石の処理過程で発生するスラグ、豚舎汚水からリン濃縮性微生物の利用等が考えられるが、これまでに、下水処理場の汚泥から豚舎汚水等からのリンの回収技術が進んでいる。しかし、自然系のリンの回収技術の研究例は少ない。

5. 考察

以上、公共水域に出たリンはその量は多いと推察されるが、回収、再利用に関する研究はほとんどなされていない。

公共用水域にでたリンに着目して、資源としての課題、水域環境としての課題を同時に解決する新たなシステムを研究するためには、まず、表流水、地下水一体の流域水循環系をしっかりと解析、解明する必要がある。その上で、移流、蓄積、吸着、吸収、溶脱、蓄積、といったリンの動態を、水循環系の動態に乗せ、その挙動を解明する必要がある。

4次元水循環マネジメントの解析手法は、この条件を満たすもっとも優れた手法である。

今後モデルとなる流域を設定し、実験、実証的研究を進めていく必要がある。



図 - 2 岩手県におけるリンの循環

出典：平成16年度岩手県窒素・リン物質循環フロー調査報告書

市町村レベルにおけるリンのフローを検討したものと、リン資源の適正管理に向けた市町村レベルのMaterial Flow Analysis(2006; 都築淳)糸島地域におけるリン循環の現状と回収可能量の検討(酒井雄介)