



下水汚泥の資源化の現状と課題

京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻
教授 津野 洋

10月25日、東京・渋谷区のアイビーホールで事業報告会を開きました。報告会の目玉として行われた特別講演では、「下水汚泥の資源化の現状と課題」の演題で、津野洋・京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻教授が興味深い講演を展開されました。津野教授は、国交省・官民連携による下水道資源有効利用促進制度検討委員会委員長をはじめ、本機構・下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン検討委員会委員長、同技術委員会委員などを務めておられます。特別講演では、環境保全と資源循環の考え方をはじめ、汚泥中有機物からのエネルギー回収、下水道からのリン資源の回収などについて最新の知見を披瀝していただきました。当日の講演内容を概要として掲載いたします。

環境保全と資源循環

環境保全はなぜ大切か。いざ考えてみると難しい命題であるが、まず考えていただきたい。種々の答えがあるだろうが、私は、適切な環境情報を得るためと、持続的に良質な環境資源を得るためであると考えている。被害を未然に防ぎ、あるいは最少の影響で対応するためには常に環境情報を得られる環境の保全とそのウォッチが重要である。日本は高度成長時代に公害を経験し、対応が遅れたという苦い経験がある。そして良質な環境資源をわれわれの時代に消費し尽くしてしまうのではなくて、子々孫々が利用できるような持続的発展が可能な社会を構築すべきである。地球温暖化や持続的発展は人類の大きな責務であるが、その根底にあるのは資源循環型社会の構築にあると考えている。

物流や情報の展開が世界的に広がり、地域の環境問題から地球規模の環境問題になり、また資源の枯渇問題も地域の問題から地球規模の問題となっており、ますます制御が困難になっているが、地域での取り組みを世界各国で行うことが重要である。

資源には、枯渇するものと更新可能なものがある。また、それを使うことで環境に負荷がかかる可能性の

あるものもある。更新可能な資源の最たるものが水であるが、環境が保全されなければ、良質の水の更新は不可能となり、全ての生物が生存できなくなる。

資源の更新可能性の要件

1) 生態系での循環 2) 地球規模での循環

表 更新可能性と環境負荷の観点からの資源の整理

特性など		資源				
		化石燃料	バイオガス	窒素	磷	水
更新可能性	生態学的循環	×	○	○	○	○
	地球規模の循環	×	○	○	×	○
環境負荷		地球温暖化	無影響	富栄養化など	無影響 (水質汚濁)	

今後は人間生活を中心とした物質やエネルギーの流れを見直し、20世紀型の技術概念から21世紀型の理念に基づく技術展開、すなわち人工循環系の構築を図らねばならない。

下水道における資源循環の現状と課題

これまで、水系伝染病の予防、水質や生活環境の保全、洪水の防除などが下水道の役割とされてきたが、これらに加えて、都市での貴重な水資源、都市廃熱の媒体としての役割も高まっている。また、下水道はカーボンニュートラルの有機資源、窒素やリン資源などを

含み、分散しているこれらを自然に安定して収集しているという特性を持つ。さらに汚泥処理をも含む総合システムであり、先人から引き継いだ施設や設備の豊富な財産を有している。そして、新たな取り組みに挑戦するには情報・データの収集・管理・解析が不可欠であるが、下水道はその面でもきっちりなされており、都市での人工循環系の核となりうるし、また魁とならねばならない。

バイオマスのポテンシャルとしても、下水汚泥は年間約7,500万t（濃縮ベース）発生しており、これはわが国のバイオマス発生量の約3割に当たる。現在ではこのうちの78%がセメント化、路盤材料などの建設資材などに利用されているが、汚泥成分の約80%を占める有機物の利用はほとんどなされていない。この有機物のバイオガス化などを行って、汚泥中に含まれる資源のカスケード利用も期待される。

下水汚泥は質・量ともに安定しており、ガス化により都市ガス並みの、また固形燃料化により低品位の石炭並みの発熱量を持つ。さらに集約型、都市型のバイオマスとして位置づけられる。また、適切に処理処分されなければならないものであり、エネルギー回収の際のエネルギーバランスの面でも優位である。

下水汚泥エネルギー化技術とリン回収技術

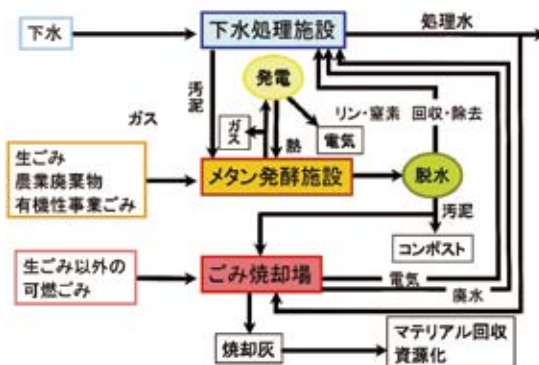
下水汚泥をエネルギーとして使用するには、嫌気性消化による「ガス化」がまずあり、直接燃焼による熱回収、発電、ガス精製後に自動車燃料や都市ガス導管注入などでの利用、低温炭化や汚泥乾燥などの「固形燃料化」による石炭代替燃料としての利用、「ガス化炉」での利用の技術がある。嫌気性消化で得られたガスを用いた発電は27カ所で行われおり、また自動車燃料や都市ガス導管注入は神戸市で行われており、ガス精製・運搬では長岡市や金沢市で導入事例がある。

固形燃料化では、汚泥炭化で東京都や愛知県、大阪市、広島市などで行われているか計画されており、汚泥乾燥では宮城県（乾燥造粒）や福岡県（湯温減圧乾燥）で採用され、ガス化炉では東京都の事例があり、それぞれ特徴がある。

一方、枯渇資源であるリンは、国際情勢等により価格が不安定となっている。わが国はリンを全量輸入に頼っていることから影響は深刻になるものと考えられる。しかし、下水中のリン資源量は5万5千t／年で

リン鉱石も含む化学肥料輸入量の約14%に、また輸入リン鉱石の50%に相当する。そして、消化槽流出水からストラバイト結晶として回収する技術（島根県、福岡市、大阪市）や焼却灰からアルカリ抽出し燐酸カルシウム結晶として回収する技術などが開発され実用化されている。これまでは下水中のリンは除去するという考え方であったが、これからはこれを資源として回収すべきで、下水道を核としたリンの人工循環系を確立すべきであろう。それには地域特性や適用技術による新たな発想でリンの流通ルートを確立させ、多目的技術との連携、他の資源との合体、適用の境界の明確化と拡大などに着手していく必要がある。技術面や制度面、経営面などの課題はあるが、何よりも夢を追う柔軟な発想が必要である。

新たな都市基盤環境施設



おわりに

資源循環型の社会の構築には、まず国民一人ひとりが資源の人工循環が必須であるという認識を持つことを基盤に、利用者（製品担当者）や技術者、技術採用者（下水道担当者）のバランスの取れた「協働」が不可欠であり、そのうえで前述したような社会システムを構築することが重要である。

繰り返すが地球温暖化を防止し、持続的発展が可能な循環型社会の構築には、下水道からの資源の回収循環は不可欠である。そのためのビジョンが示され、それに向けての行動指針が必要な時期になっている。経済活性を維持し、安全で安心な社会、福祉に富み幸福感が満足されることも不可欠である。これらに向けての技術開発は正しく重要であり、熱意を持って取り組める課題である。