

理工学部人間総合理工学科／水代謝システム研究室
水代謝システム工学、水質変換プロセス、物理化学処理、高分子化学

山村 寛 助教

【プロフィール】 山村 寛(やまむら ひろし)▷香川県生まれ。2004年、北海道大学工学部環境工学科卒業。2006年、北海道大学大学院工学研究都市環境工学専攻修士課程修了。2008年、北海道大学大学院工学研究科環境創生工学専攻博士後期課程修了。日本学術振興会特別研究員、北海道大学環境ナノ・バイオ工学研究センター博士研究員、旭化成ケミカルズ研究員等を経て、2011年、中央大学理工学部非常勤講師。2013年より助教。

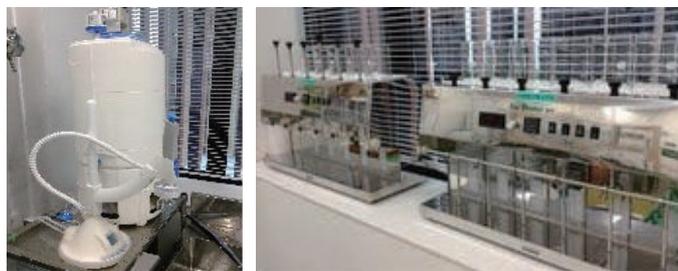


「循環型都市」の実現に向けて、ろ過膜の可能性を追究する。

1994年から翌年にかけて日本各地を襲った「1994年渇水」。記録的な猛暑の中で給水制限が行われ、人々が水を手に入れるために駆け回る様子は、当時中学生だった山村先生の記憶に強く刻まれました。「まさにパニック状態。普段、水の存在を意識することはあまりありませんが、なくなるとその価値を思い知らされる。簡単にきれいな水を手に入れられる方法を編み出せば、人の役に立つのではないかと思います」進学した大学で「膜ろ過」による水処理法に出会ったことが自分の進路を定めたと、山村先生は語ります。

水循環のカタチを一変させる可能性を秘めた「膜ろ過」

膜ろ過による水処理の強みを、「システムさえあればきれいな水が生み出せる」ことだと山村先生は言います。「川の上流にダムをつくって貯めた水を都市で利用し、下水として海に排出する。都市に水を引き込み使用した水を排出する過程はありますが、現代社会における水循環とは結局、山に降った雨が海に流出するという一方向の流れでしかないんです」都市の人口が増えればそれまで以上に多くの水を供給する必要が生じ、ダムの数を増やしたり規模を広げようという話になります。しかし膜ろ過システムがあれば、一度使った水をろ過して再利用することができます。新たな水循環パラダイムが創出されるのです。「自然環境は都市に水や浄化能力をサービスとして提供してくれています。その『環境サービス』には許容量があります。都市化することで、環境サービスを消費しすぎてしまうために環境破壊が発生します。新しい水循環のパラダイムでは、都市の環境サービスへの依存を抑えることが出来るため、自然環境を守りながら、快適な都市生活を送ることが出来るのです。膜ろ過技術には、都市の快適さや地球環境の持続性に貢献できる可能性があるのです」



▲山村先生の研究室。ちょっとしたプラントのように設備が整い、膜ろ過による水浄化など、さまざまな実験が実施できるようになっている。

注目が集まる膜ろ過技術の課題解決に向けて

「きれいな水」を求めるニーズは日本のみならず世界中にあり、膜ろ過技術に対しても各方面から注目が集まっています。しかし、この技術はここ20年程の間に進展してきたもので、普及するためには解決すべき課題が多々あると山村先生は語ります。「特に大きな問題が『目詰まり』です。しかもこのテーマ一つとっても、ろ過膜の素材によって原因物質が微妙に異なったり、運用法や洗浄法などによって詰まりの状況が変わったりと、追究すべき要素は多岐にわたります。実際に膜ろ過による水処理をシステム化して活用してもらうためには、さまざまなケースにおける目詰まりの原因物質を突き止めるとともに、目詰まりを起さずに運用できる技術を確認する必要があります」

そこで先生は、まず目詰まりの原因物質を解明。日本各地の水源地から採水し、膜ろ過実験を行って、どのような地域においても多糖類が目詰まりの原因物質となっていることを突き止めました。「多糖類は自然界にそれほど多く存在する物質ではありませんが、分子が大きく、ろ過膜の材料(プラスチック)との親和性が高い。このため膜の孔と同じようなサイズのものが孔にスポッと入り込んだり、孔の上にベッタリくっついたりしやすいと考えられます」また、多糖類は水素結合によって膜に強固に付着することも明らかになりました。そして、膜の目詰まりを抑制するためには、処理水中の多糖類をあらかじめ低減しておくこと、また多糖類が水素結合しにくい膜に化学的な処理を施すことが必要であるという結論に至ったのです。

こうした研究の成果をもとに、山村先生は今、膜ろ過の前段で多糖類を取り除くための吸着材の開発に取り組んでいます。「膜ろ過による水処理はまだ成長過程の技術。自治体やさまざまな機関でこの技術を利用してもらうためには、今が正念場だと考えています」

目詰まりをはじめとする多くの課題を解決し、技術を確立して、まず『運用の教科書』をつくるのが当面の目標です]

技術の実用化には 利用者の視点こそ重要

膜ろ過による水浄化システムの実用化には、技術面のほかにも大きな課題があります。それは、浄化した水の利用方法についてユーザーの合意を得ること。「例えば、膜ろ過を使えば下水を浄化してきれいな水をつくることはできます。しかし、実際に膜ろ過技術を使って都市の水循環システムを構築するためには、浄化した水をどのように利用するかについて検討し、住民の合意を得る必要があるでしょう。せっかくの技術を社会で役立ててもらうためには、自分もただ技術の進化を追求するばかりではなく、利用者の視点を念頭に置きながら研究を行う必要があると思っています]

自分とは異なった分野を追究する先生とのコラボレーションが推奨されている人間総合理工学科で得るものは大きい、と山村先生は続けます。「例えば浄化水の利用については都市再生デザインを専門とする石川先生の知見を活用させていただくなど、協働によって課題の解決に近づいたり、視野を広げることができます。水循環は、地域の暮らしから地球環境まで幅広いスケールの課題に関わるテーマ。さまざまな人とコミュニケーションし刺激を受けることで、新たな視点を知り、『次の一手』のヒントをつかむことができるんです]

膜ろ過技術をコアに、 「これからの都市」を見つめる

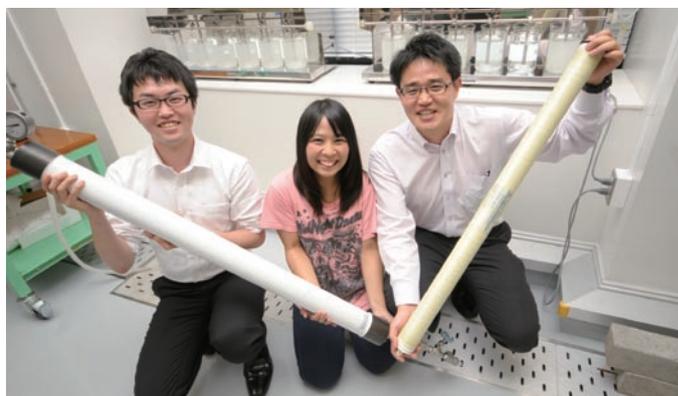
そして今、山村先生は膜ろ過による水循環システムの構築から、水に加えエネルギーや廃棄物などのサイクルを考える「都市代謝マネジメント」へ研究テーマを広げようとしています。「かつては無限と考えられていた水などの資源や自然界の浄化能力には限界があることが明らかになってきました。しかし世界各地では都市が急速に発展し、同時に資源の大幅な不足、環境の悪化も進展しています。これからも私たち人類が持続的に発展するためには、現在あるニーズを満たしながらも将来世代の可能性を脅かさない技術の創造がカギになります」山村先生がこれまで追究してきた水と同様、エネルギーや廃棄物の循環も、都市の持続可能性を考える際に重要な要素となります。山村先生は膜ろ過技術の研究を基盤に、エネルギー創出や廃棄物の問題にも着手しています。「エネルギーについては、軽油を生成する藻を使い、下水から窒素とリンを回収しながら軽油をつくる下水処理方法を研究しています。藻はとても小さいため、その活用に膜ろ過技術が役立つんです。同様にゴミ浸出水中に含まれている有害物質の処理にも取り組んでいます]

研究の先に山村先生が描くのは、人間と環境にやさしい「循環型都市」。そこでは人が快適に過ごせるだけでなく、水やエネルギーの利用、廃棄物の排出などによって自然環境に及ぼす負担も最小限に抑えられます。「そのためのインフラと、その運用を支える技術を開発し、現在の都市に組み込んでいくことが、今後の自分の使命だと考えています」山村先生は膜ろ過技術を武器に、新しい都市の姿を見つめています。

一人称の視点とデータへの意識を 学生の中に育みたい

学生たちと気さくに言葉を交わす山村先生の様子はまさに「先輩」といった雰囲気、その研究室は活気にあふれています。そんな山村先生に、どのような方針のもとに学生の指導を行っているのかを訊ねると、「“一人称で考えられる”人材を育成すること」という答えが返ってきました。「私」という一人称でものを考えるとは、主体的に行動することの表れ。この大切さを、私は企業に就職した際に上司から教えられました。一人称で考えないと仕事が進まない、そのことを私自身、企業での新膜開発を通して何度も実感したものです]

この「主体性」を育み伸ばすため、山村先生は研究に着手する際、学生にスケジュールを作成させるそうです。「もし研究に不可欠な機材が壊れたとしても、主体的に行動できる人ならば、スケジュールに間に合わせるためにどうするかを考えるでしょう。その真剣さが、問題解決のけん引力になるのです。そこまでやってもどうしても間に合わない、となったらスケジュールを立て直す。社会では、言い訳をしたり原因を他に転嫁せず、自力でどうにか現状を打開しようとする人材が求められます」ましてエンジニアは自分で目標や課題を設定し、その実現や解決に取り組むもの。エンジニアとして社会で活躍するために、学生の間に主体性を体得してほしい、と山村先生は語ります。「そしてもう一つ、研究の成果を数字で評価する力を身につけてもらいたい。水やエネルギーの循環は、暮らしへの影響も大きいテーマです。都市計画に携わる場合などに、数値に基づいて合理性を明確に説明できるよう、データへの意識を学生のうちから育んでもらいたいと考えています]



▲山村先生と研究室に所属する学生たち。皆が手にしているのは、性能向上に向けて改良中の分離膜。海水から淡水をつくることもできる高性能なもの。

Message ~受験生に向けて~

これから到来する「未来」をつくるのは、皆さんの役割です。その未来をつくるために必要となる知識や知恵を、中央大学で学んでほしいと思っています。そしてヒトやモノにも好奇心を抱きどんどん追究して、視野を大きく広げてほしい。

「自分たちのチカラで、自分たちの日本、そして世界を創造しよう」という心意気を持った学生と出会い、協働することを、今から楽しみにしています。