



ようこそ 私の研究室へ

33

“地球規模課題対応国際科学技術協力事業”

「熱帯地域に適した水再利用技術の研究開発」
研究代表者

山本和夫

水の浄化システムで世界の都市の暮らしを支える

タイと共同研究で下水処理の先端技術を熱帯地域に生かします。

PROFILE

山本和夫 (やまもと・かずお)
東京大学 環境安全研究センター 教授

1954年東京都生まれ。77年、東京大学工学部都市工学科卒業。79年、同大学大学院工学系研究科修士課程修了。81年、同大学大学院の博士課程を中退し、所属研究室の助手になる。83年、博士号取得の後、東北大学工学部の助手になる。84年、東京大学工学部都

市工学科講師。85年、助教授。87年から2年間、アジア工科大学院(タイ)の助教授に派遣。95年、東京大学工学部教授に就任。96年から現職。2003年～07年、東京大学環境安全研究センター長を兼任。08年から地球規模課題対応国際科学技術協力事業の研究代表者。



下水処理の現場から生まれる 世界最先端の水再生技術

「下水を浄化する水再生システムの開発に取り組んでいます。自然界には水を浄化する仕組みが備わっていますが、都市部では人工的にやらなければ間に合いません」

広大な敷地の奥へ進むと、緑地帯の先にベルトコンベヤが壁面を走る建物や多数のタンク、それらの間を縦横に走る太いパイプラインが現れる。そして、あの刺激臭…。それもそのはず、ここは地域で発生した下水を浄化して東京湾に流すための施設(東京都下水道局砂町水再生センター)だ。

山本和夫さんの研究は、この施設の一角にある建物で行われている。研究テーマは膜分離活性汚泥法(MBR)という下水処理技術の改良だ。実際の下水で実験を繰り返しながら、長期運転可能なシステムを開発中という。

自然界では、微生物が水中の有機物を分解して浄化作用をもたらす。この現象を効率的に行わせるのが活性汚泥法で、汚泥に空気を吹きこんで好気性微生物の活動を盛んにして、水を浄化する。同センターでも採用されているこの方法に、汚泥粒子を濾し分ける濾過膜を組み合わせたのがMBRだ。処理した水の質が高いことや、汚泥を沈殿させる槽が不要で設置面積が小さくて済むなどの長所が評価され、近年、世界的に採用されつつある。

「現在のMBRには、膜が目詰まりしないようにポンプで空気を吹きつけ続けなくてはならないため、運転コストがかさむなどの課題があります。そこで、膜の近くでは汚泥濃度が自ずと適切になるような構造を考案して、解決を図ろうとしています」

じつはこの研究は、JST地球規模課題対

応国際科学技術協力事業「熱帯地域に適した水再利用技術の研究開発」の一環で、タイと共同で行われている。最初の実用化プラントは、首都バンコクの商業コンプレックスの、ビル内排水のリサイクル目的で設置される予定だ。そのため、実験においても、下水をヒーターで30℃に加熱し、「熱帯仕様」で行われている。



自分の発想を大切にしつつ 世の中の役に立つことを目指す

「MBRの主流の1つである浸漬型は、20数年前に私たちが開発したのですが、下水処理への適用が広まったのはごく最近。社会で利用されるまでには年月を要します」

MBRの開発は、東京大学の講師時代に、大学を移籍される綾日出教さん(現・武蔵工業大学名誉教授)から引き継いだ。

「綾先生は常に時代を先取りする研究に取り組み、周囲の関心が高まった頃には、別のテーマへ移られる方でした。そんな先生の姿から、自分の発想を大事にして、好きなことをやる大切さを学びました」

山本さんは研究室のホームページでも、「世の中に自分を合わせるのではなく、逆に自分の型に世界を引き入れようとするタイプの人材を求めます」と呼びかけている。常に実社会のニーズに向き合うことが求められる都市工学だからこそ、世の中の流れにからめとられずに、新しい風を起こせる個性が貴重なのだろう。

ただし、学術的探究と実社会で使われる技術の開発との間には大きな開きがある。学生時代から水処理技術を研究してきた山本さんだが、博士論文ですら「世の中の役に立たない研究だった」と振り返る。

「例えば、ある特定の微生物で水がこんなにきれいになる、なんていうストーリーはいくら

でも描けます。けれども、そんなものは実用になりません。現場でわれわれが相手にするのは雑多な微生物で構成される生態系です。それを、下水の流量や成分、温度などの環境が絶えず変動するなかで、どうやって制御するかを考えていかなくてはなりません」

製麺工場用の廃水処理システムの開発も、タイとの共同事業で進められているが、ここではまさに生態系の維持が最大のポイントだという。「仕組み自体に新しさはないのですが、現場でうまく使えるところまでもっていくのは容易ではありません」



都市工学者はT字型であれ 縦に深い専門性と横に広い教養

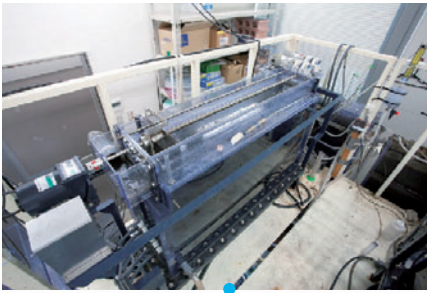
「これは先輩の受け売りですが、『都市工学者はT字型でなくてはいけない』。深く掘り下げたコアになる専門性と、幅広い教養を併せ持つべきだということです」

研究を役に立つものにする。そのためには、現実的な条件で技術を考えることに加えて、社会全体を見渡せる視野を持つことが必要だという。タイとの共同事業においても、地域の文化に合った水再利用システムを考えることの重要性を強調する。

「例えば、バンコクでは下水を管に集める部分に道路の側溝が利用されていますが、それを安直に日本式に埋めてしまおうとするのはまちがいです。バンコクには屋台で食事をする文化があり、排水先としての側溝がそれを支えている面があるからです」

タイにおける水再利用の現状調査や管理手法の設計、人材育成は、技術開発と並んで事業の主要な成果目標だ。「個々の技術開発は1つの手段に過ぎません。私たち都市工学者が目指すのは、あくまでも社会全体を住みやすくすること」と熱く語る。社会貢献への心意気を感じた。

傾斜管付きMBR装置



傾斜管を入れた汚泥の濃縮層。水の浄化を行う好気層(イラストでは左奥)の活性汚泥の量がここで調節される。



タイとの共同事業は技術移転ではなく、タイの研究機関との共同研究だ。山本さんは、たびたびタイへ赴き、現地の研究者たちと水再利用システムのあり方についての議論や現況の調査を重ねている。



「熱帯地域に適した水再利用技術の研究開発」プロジェクトのシンボルマーク。

装置に入った下水は3～4時間で浄化される。飲用には適さないが、水洗トイレや工業用水などに利用できる。

2つ並んだ同じ装置の間に作業用の足場が組まれている。上がると汚泥の臭いが強烈だが、研究者は慣れている。

原水(未処理の下水のこと)は装置に流れ込む前にいったん、ここに貯められて、固形物を沈殿させる。



浄化した水



作業のための足場



原水を貯めるタンク

研究の概要

タイとの共同事業「熱帯地域に適した水再利用技術の研究開発」は4つの成果目標を掲げる。1つは、技術開発・普及促進のための枠組み作りで、「熱帯地域における水再利用研究開発センター」を設立し、研究開発のための制度設計や人材育成を推進する。2つ目は、地域水再利用のための効果的な管理・モニタリング手法の開発。各地域の水質情報を収集・提供するプラットフォームの整備、水再



タイ側の研究者(天然資源環境省環境研究研修センター)を招いての技術指導なども行なっている。

利用における安全性と継続性を確保するモニタリング・評価手法の開発、地域の実態に合致した分散型水循環システム構築に向けた課題の洗い出し等に取り組む。残る2つは、本文でも触れた新しい水利用技術の開発。都市部の商業ビル等のための次世代型MBRによる水循環再生システムと、製麺工場等の食品工場用の資源生産型の水再生システムが2本柱だ。後者の課題では、排水処理に産業廃棄物処理を組み合わせ、バイオマス生産やメタンガス発生抑制の効果も狙うほか、太陽光エネルギーを利用する仕組みにも取り組む。