

特別講演

微生物叢の動態も計算する 最新の排水処理プロセス シミュレータ

安井 英 斉
Hidenari YASUI

北九州市立大学国際環境工学部 教授



プロフィール

1985年 栗田工業株式会社
2008年 北九州市立大学国際環境工学部

1. 排水処理システムの設計・解析

EICAの学会員であって排水処理の業務に従事する皆様は、一度は「活性汚泥モデル」や「嫌気性消化モデル」を聞いたことがあると思われる。これらのモデルは、国際水協会（IWA）に所属するいくつかのタスクグループによって、研究者や実務者向けに設計や解析のプラットフォームになるよう開発されたもので、欧米諸国のコンサル・エンジニアリング会社・維持管理会社・大学等でたいへん広く使われています。また、アジアにおいても、フィリピンの下水処理施設入札では「活性汚泥モデルを用いて設計計算し、提案書を提出のこと」というように、従来の経験的な設計手法を超えた要求が顕在化しています。フィリピンのケースは、処理水栄養塩の低減化が狙いで、生物脱リン反応や硝化脱窒反応を徹底するプロセスフローを活性汚泥モデルで明示的に示すことがメーカーに求められました。また、ベトナムでは下水汚泥や有機性廃棄物のメタン発酵施設を導入検討する際に嫌気性消化モデルを使って事前検討することや、活性汚泥モデルにアンモニア酸化細菌と亜硝酸酸化細菌の反応を組み込み、上水原水に含まれるアンモニア態窒素を硝化するための前処理プロセス性能を評価することが始まっています。

下水汚泥のメタン発酵では、嫌気性消化槽に投入される有機物組成は活性汚泥プロセスの運転条件によって定まります。つまり、メタン発酵プロセスの設計や解析には活性汚泥モデルと嫌気性消化モデルを統合したモデルが必要となるのです。活性汚泥モデルと嫌気性消化モデルのインターフェースは、「活性汚泥中の微生物が嫌気条件で死滅し、その産物の一部が酸生成細菌によって加水分解を経た後に低級脂肪酸、水素やアンモニア態窒素に分解する」ことで表されます。また、数年前に竣工した大阪市のアナモックスプラントは、嫌気性消化施設で発生するアンモニア態窒素を省エネルギーで脱窒するために導入されました。更に、近年では、活性汚泥プロセスで発生する N_2O の挙動

把握や発生量の低減もブームの一つとなっています。

N_2O は曝気によって大気に散逸するため、関連の微生物反応のみならず、曝気による物質移動も含めて設計・解析しないと N_2O の発生・低減を適切に制御できません。また、昨今では汚泥を肥料や代替燃料にすることも下水資源の利活用として熱い視線を受けています。このようなケースでは、汚泥に含まれる窒素・リンや燃料カロリーの基礎となるCHONSの元素組成を把握・計算する必要があります。

2. プロセスシミュレータの貢献

排水処理分野で有機性汚濁物質の除去が唯一の狙いであったときは、BODやSSといった大雑把なパラメータで施設を手計算で設計することができました。現在は、上述したように多彩なニーズが顕在化していて、今までのような手計算ではとうてい対処できない課題が主流になっています。

国内の企業や大学ではプロセスシミュレータの使用はまだ限定的ですが、これをツールに採用することで課題解決の作業時間を早め、適切な提案を客先にわかりやすく説明することは十分に可能です。

講演で紹介するプロセスシミュレータは、IWAの活性汚泥モデルを大幅に強化したもので、活性汚泥モデルにリストされた従属栄養細菌、脱リン細菌に加えて、アンモニア酸化細菌、亜硝酸酸化細菌、アナモックス細菌、一般酸生成細菌、プロピオン酸資化性水素生成細菌、水素資化性メタン生成古細菌、酢酸資化性メタン生成古細菌、各種硫酸塩還元細菌、硫黄細菌、各種メタノール資化性細菌・古細菌が具備されています。また、処理プロセスにおいても、好気性グラニューールプロセス、最近の流行であるMABR（酸素浸透型膜バイオリアクタ）やMAP晶析プロセス、汚泥の乾燥・焼却プロセスも備わっています。市販のプロセスシミュレータはほぼ全てがブラックボックスですが、紹介のソフトウェアは私がモデル開発にも関わり、操作メニューを日本語に翻訳したものです。