

PD 研究委員会立ち上げ当時を振り返って
産業技術総合研究所 中村和憲
Looking back at the time PD research group launched
Kazunori Nakamura (AIST)

はじめに

1980年代に各種生物処理技術、特に消化液循環型の硝化脱窒素技術や嫌気条件を利用した生物学的リン除去技術が急速に進展し、その維持管理技術の確率や、生物処理技術にとって最も重要なバルキング防止技術の確立が望まれていた。しかしながら、生物処理プロセスの主役である微生物についてはほぼブラックボックス状態であったことから、その実態解明を目指す研究が必要であるとの認識が広く認められるようになっていた。しかしながら、その当時微生物相を明らかにするためには、微生物を一つ一つ分離培養し、その特性を明らかにしていくしか方法がなく、現実的には極めて困難であった。このような状況の中で、1980年代の終わり頃から化学分類学的指標の解析や、リボソーム RNA 塩基配列を利用した分類同定手法の進展により、ブラックボックスの解明も可能な状況となり今日に至っている。

1980年代に最も気になっていたこと

同じ排水を同じ負荷で処理をしても、回分式活性汚泥法の処理特性は、連続式活性汚泥法に比較して極めて異なる処理特性を示すが、これはなぜなのかという疑問であった。特に実験室レベルでの実験では、完全混合型の連続処理法に比較して、バルキングを起こしにくい、リン除去特性が高い、窒素除去特性も高いなど、実験室では処理特性に大きな差が出ることである。一方で、実際の現場の処理プロセスでは、回分式でも連続式でもその処理特性にはあまり差が出てこない。特に回分式にもかかわらず、バルキングを起こしてしまう装置が多く見受けられるのはなぜなのだろうか。なぜ実験室と現場で処理特性にこれほどの差が出るのだろうか。

実験室と現場では排水の添加方法が違っていた

同じ回分式の処理方式においても、実験室では一日に処理すべき排水を1回で(瞬時に)添加し、処理を行っていたが、実際の処理プロセスでは操業開始から終了まで、通常の工場では操業時間中連続して排水が添加され、その間は連続的に通気処理されていた。そこで開発されたのが、排水添加期間中は通気(処理)せずに排水を処理層に溜め込み、排水添加終了後から処理を行うことを特徴とする制限曝気法であった。制限曝気法の採用により、現場での汚泥沈降特性は大幅に改善されることが明らかになった。

排水の添加方法が微生物相へ与える影響

回分式活性汚泥および連続式活性汚泥を構成する微

生物相の特徴を明らかにするため、酸素吸収速度や熱発生パターンを解析を行うとともにCFUの解析から、両汚泥を構成する微生物群は、いずれも増殖速度の遅い細菌であることが明らかとなった。増殖速度の遅い細菌群がなぜ活性汚泥処理装置で優先化できるのであろうか。連続式活性汚泥を構成する細菌は基質親和特性(Ks)によって優先化しているものと考えられた。一方で、回分式活性汚泥を構成する微生物群は、増殖速度は遅いものの、瞬間的な基質の取り込み速度が極めて早いことが明らかとなった。この結果から、回分式活性汚泥を構成する増殖速度の遅い細菌は、瞬間的な基質の取り込み速度によって優先化しているものと推定された。

ポピュレーションダイナミクス研究委員会の立ち上げ

以上のような考えが本当なのかを明らかにするため、また、嫌気条件を利用した生物学的リン除去技術の安定性の確保などに向けて、活性汚泥を構成する微生物相の動的な解析とその結果に基づいた最適管理手法の開発が重要であると考えられるようになってきた。このような状況の中で、広島大学岡田光正先生(当時)、島根大学森忠洋先生(当時)等が中心となって、PD研究委員会が立ち上げられた。

化学分類学的指標の利用

当時の微生物の分類には、その形態、有機物の資化能、脂肪酸組成、キノン組成、GC含量などが用いられていたが、微生物相の解析にもこれらの指標、特に脂肪酸組成、キノン組成等が利用されるようになってきた。しかしながらこのような解析手法は、必ずしもブラックボックスの解明に有効な手段にはならなかった。

リボソーム RNA 塩基配列を利用した分類同定手法の利用

カールウーズが1990年に提唱した、リボソームRNAの塩基配列を利用した生物の分類に関わる三ドメイン説が受け入れられるようになり、塩基配列解析技術の進歩とともに、生物の分類同定や引き続き微生物相解析に広く利用されるようになり、まさにブラックボックスの解明が可能な状況となり現在に至っている。

ポピュレーションダイナミクス研究は生物処理プロセスの効率化や安定性の確保、最適維持管理法の開発に役に立つのか

サイエンスとしてはまだまだ面白い。処理プロセスのパフォーマンスの後付け解釈には役に立つが、???