

生物膜リアクターの排水処理機構の解明と 資源回収への応用に関する研究

大橋 晶良 (広島大学大学院先進理工系科学研究科・教授)

名誉ある学術賞を授与いただきましたこと、大変嬉しく、選考に関わられた日本水環境学会関係の皆様へ厚く御礼申し上げます。

私が本会の会員になり、初めて年会で発表させてもらった内容は生物膜に関する研究で、約30年前のことであり、飽きもせずに現在も同じ研究を長く続けています。その初発表のことが蘇ります。生物膜法のセッションにおいて、当日、何かの私的な都合で発表の順番を変えてもらったからです。座長の一存で順番を変更できる、何とも大らかな学会であるとの印象をもち、そのことで現在も学会に関わらせてもらっています。しかし、最近の年会で順序を変えて発表することなどはあり得ないでしょうね。

また年会での思い出として、長岡技術科学大学在職中での発表件数の拘りがあります。研究室の研究アクティビティーを発信し、さらに学生の研究モチベーションを高めるためにも、大学院の学生全員が年会に発表する戦略を恩師でもある原田秀樹教授(現名誉教授)の指導の下で行いました。他大学の研究室の発表件数と勝手に競って一喜一憂していました。ただ発表するだけでは、研究のアクティビティーを下げることになるため、研究発表の質も当然重要視しています。とくに、ポスター作成には力を入れ、美的センスのある原田教授による厳しいチェックが入り、第1回目のクリタ賞において2名の受賞に繋がっています。

この度の学術賞は、多数の学生達の頑張った研究を結集して論文の花が数多く咲き、また恩師・同僚に支えられて受賞に結びついています。論文賞を授与いただいた時の執筆(水環境学会誌 2009.9)で皆様へ感謝申し上げますので、お礼は割愛しますが、素晴らしい人との出会いがあり、よい研究環境に恵まれて、大変幸運であったと言えます。

さて、研究内容に触れます。生物膜を利用したバイオリアクターによる排水処理は、古くから採用されているクラシックな手法であり、まだ研究を続けているの?と呆れられそうです。しかし、生物膜も種々のタイプがあり、研究の初期は一般的な微生物の集塊で膜状になった生物膜を対象にしていたのですが、1996年ころから微生物をスポンジ内に保持した担体を用いての研究にシフトしました。この微生物保持スポンジ担体も生物膜の一種に位置づけられています。スポンジ担体を利用した手法はすでにありましたが、従来の使い方とは大きな違いがあります。それまでは、スポンジ担体をリアクターの液中に浸漬させるものですが、スポンジ担体を空气中に吊して利用する方法を採用しています。すなわち、現在は世

界的にも認知されている DHS (Down-flow Hanging Sponge) リアクターです。原田教授らと開発した DHS リアクターの誕生は、下水の UASB (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket) 処理水の後段処理として用いた研究からです。そのため、後段処理装置のネーミングとして、共同研究をしていた卒業生 Dr. Lalit Agrawal (インド) 氏の DHS 提案が採用されて現在に至っています。

DHS リアクターは受賞研究の核となるもので、DHS に拘ってしつこく研究している理由があります。浸漬型のスポンジ担体などの生物膜では、溶存酸素は拡散により膜内部へ輸送されるため、移動の遅い拡散現象では深部まで供給されず、好気性処理においてはスポンジの体積が有効に利用できません。しかし、DHS リアクターでは、排水が上部から滴下されるため、移流によって溶存酸素もスポンジの深部まで供給され、スポンジの内部まで好气的環境を醸すことができます。微小溶存酸素電極を用いた濃度プロファイル測定結果より好気環境を確認しています。また、スポンジの空隙率は95%程度と非常に高く、微生物が脱落しない内部構造のため、微生物の高濃度化が可能です。バイオリアクターの性能は多量の微生物が如何に生息して活躍できるかに関わっています。したがって、研究者の役割は微生物にとって良好な家を提供することです。その点において特長を有した DHS リアクターは最適であると考えられます。

DHS リアクターが微生物の集積培養装置として有効であるならば、排水処理への適用だけでなく、排水からの有価物回収への応用も可能です。ただし、有用な微生物を特異的に集積培養する必要があります。その技術をエコバイオテクノロジーと呼んでいます。その一例として、広島大学に赴任してから始めたマンガン酸化細菌の DHS リアクター内での集積培養で、その方法を確立することができました。マンガン酸化細菌が生成するバイオ MnO₂ は金属吸着性に優れていて、とくにレアメタルの回収を得意としており、精力的に研究を進めています。

DHS リアクターに関する研究は、本研究室を巣立った研究者に偏りがあるのは否めなく、またエコバイオテクノロジーに着目している研究者も数少ないように感じます。DHS リアクターの長所・特長を理解すれば非常に魅力を感じた DHS リアクターの研究を行いたくなると思われれます。まだ研究すべき課題が残されており、今後も社会貢献に結びつく新規環境技術の構築に尽力しながら、DHS リアクターの研究が盛んになることを期待して、魅力を伝えて参りたいと思います。