

MBR技術の現状と展望

東京大学環境安全研究センター
教授 山本 和夫



日本におけるMBRは、アメリカで開発された膜ユニットをビルの中水道に使用したのが最初です。それからし尿処理に展開していった。その間にはアクアルネッサンスという当時の通産省のプロジェクトがあって、そこからメーカー、大学を含めて、さまざまな開発が進んできたと思います。さまざまなアプリケーションが出て、浄化槽や下水道、産業排水などにも数多く適用され、数は多くなり、次の第三世代は何かというところまで来ています。最初の世代のものは、クロスフローでも大量の水で膜面を洗浄するためエネルギー消費が大きくて、ビルの中水道やし尿処理などで広がってはいませんが、国内での実績のみで、海外で導入されることはほとんどありません。A-JUMPでも、サテライトMBRでセラミック系をやっていますが、エネルギー消費をどこまで落とせるかが今後のかぎとなります。

それから第二世代は、浸漬型で、槽一体型と槽別置型との間で、生物処理の主反応槽に膜を浸漬してよりコンパクトにするのか、生物反応と分離タンクを分けてメンテナンス性を上げるのかが議論されています。

また、エアリフトタイプというのもあります。

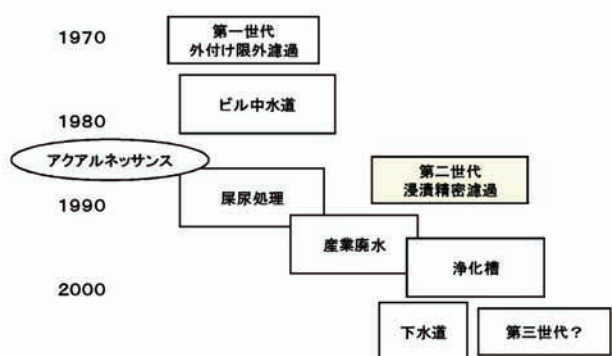
MBRには精密ろ過と限外ろ過の両方がありますが、処理水にSSは流出しないために透視度が高いのが特徴です。組み合わせも含めて様々な高度処理に適しています。それからスモールフットプリント、つまり、設備をコンパクトにできるという特徴があります。既存の処理施設を有効利用できるメリットがあるため、小規模処理だけでなく、今後更新の時期を迎える都市の大規模下水処理場のリニューアルにも役立つものと期待されています。A-JUMPでは、目覚ましい省エネルギー化が達成されています。

ヨーロッパの下水処理施設では21世紀に入ってMBRの処理能力の大規模化が進んできています。それ以上にすごいのが中国で、計画も含めると、下水処理へのMBR導入の事例は数でも規模でも日本を遙かにしのいでいます。日本のこれまでの優位性を保つには、やはり運転の省エネルギー化が必須です。

高度処理は、持続可能な社会の構築に寄与する技術であるべきですし、かつ安全・安心を担保する物質の変換技術であるべきです。ですから、資源生産型あるいはエネルギー回収型を適用させなければいけません。きれいな水を出すだけでは不十分です。

そこで、今私どもがイノベーションとして取り組んでいるのが、資源生産型革新的下水処理統合膜処理システムです。これは、コンパクトモジュール開発で、エネルギー消費をどこまで下げて運転できるかをターゲットにしています。それから、栄養塩回収モジュールによる栄養塩の固定化もそうですが、エネルギー回収モジュールでも重金属や有害物の固定を同時に行います。さらに大規模処理場のスケールでもエネルギー

水処理用メンブレンバイオリアクター(MBR)開発の流れ



自立を図れるようなプロセスを開発しようというのが目的です。北大の渡辺義公先生のグループは、小規模での適用をターゲットにした資源回収型のプロセスをやっています、この2本柱で研究が進められています。そのほかにも、様々な研究開発プロジェクトの中でMBRの開発が進められており、JSTのCRESTでも北大の岡部先生や工学院大の中尾先生などいろいろな先生方が研究されています。

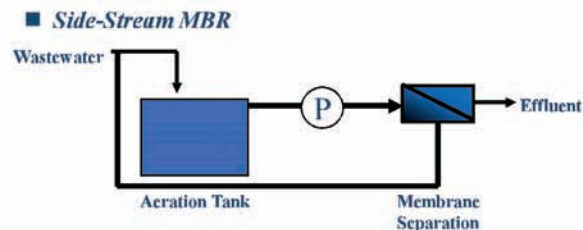
また、日本とタイの科学技術協力として、熱帯地域に適した水の再利用技術研究開発にも取り組んでおり、JICAがつくったERTC（天然資源環境省環境研究研修センター）の中に水再利用技術開発センターを設置する取り組みも実施されています。東京都の砂町水再生センターにも実験棟をつくって、itMBR（itとはin-line thickenerまたはinclined tubeの略。後述）というリアクターの実験をしています。傾斜管槽をMBRの前に設置することで、さまざまな問題を解決しようというプロセスを、今動かしています。また、タイのチュラロンコン大学ではODタイプのitMBRのデモンストレーションプラントを動かしています。

それからもう一つは、廃棄物処分場の浸出水を対象としたプロセスとして、次世代のitMBR-ROの開発も行っています。このプロセスは、水資源不足の解消と、安全な水の確保ということで、Innovative Adaptationと呼んでいるんですが、現地の方々との共同開発が目的の一つになっています。

このほかにも、日タイ科学技術振興としてフォトバイオリアクターという、光合成を使ったリアクター系や産業排水系の技術開発にも取り組んでいますし、人工湿地の先進研究や農業用水としての消毒の技術評価、雑排水分離処理など、問題発見型の研究から開発につなげていこうということをやっています。

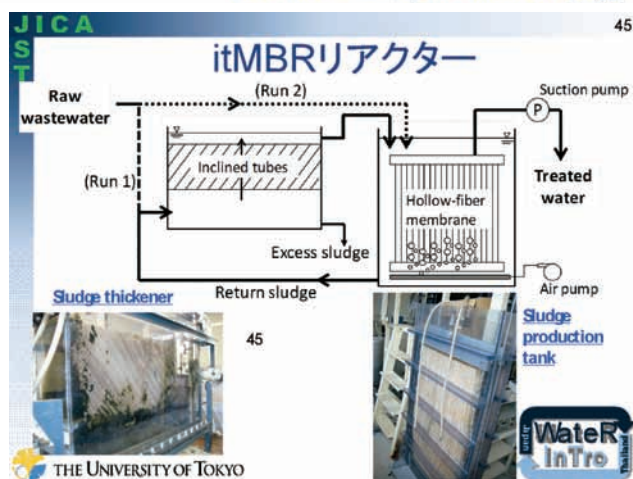
これまでは、初沈と曝気槽と終沈というメインのプロセスの中で、余剰汚泥をサイドから取り出してシックナーで濃縮してきました。それをitMBRでは、前段の沈殿槽に戻して濃縮して、2%から3%の汚泥をそこから搬出します。そういうメインプロセスの中にシックナーを入れて、これを絡ませることで、MBRへの負担を軽減します。

熱帯地域における水再利用の促進としては、水再利用のガイドラインの作成、水質情報プラットフォームの構築、あるいは再利用水の健康リスク評価などを合



クロスフローを維持するエネルギー消費が大きく、限定的な利用にとどまった。

このエネルギー消費をどこまで落とせるかが、復活の鍵！
A-JUMP サテライトMBRの挑戦



わせて行い、そしてR & D（研究開発）能力をタイ研究者にもつけてもらって、水再利用のセンターとして機能するような組織にしていきたいというのが、ODAとしての眼目です。

最後に標準化についてですが、浸漬型というのは、家は別に建てられます。あるいは、既にあります。膜ユニットは備え付けの家具です。家具だから弱い標準化でいいはずですが。機能が同じならば、入れ替えも可能です。そこで必要になるのは、入れ替えが可能となるような接続インターフェースの規格化です。槽外型は、家具を入れる家を建てなければいけませんが、ROが世界で普及したのは容器を規格化したからです。家を規格化して、注文住宅になるのを回避したわけです。ですから、規格化を伴う強い標準化がやはり必要で、これはデファクトが取れるよう日本のメーカーにがんばってほしいと思っています。

まずは標準的な性能評価の確立性能評価を行い、次に商業ベースのMBRについて、いろいろなレベルで標準化をやっていただきたいし、次の世代は、R & Dと並行してやっていくことが求められるのではないかと思います。