

都市内水資源の持続的活用のための次世代MBR開発
Development of next generation MBR
for sustainable utilization of urban water resources



山本 和夫 (Yamamoto, Kazuo)
東京大学・環境安全研究センター・教授

研究の概要

都市内水資源の持続的活用に資する次世代型のMBR開発し、運転エネルギー効率を飛躍的に向上させ、汚泥濃度管理法の確立と環境低負荷型維持管理を実現し、エネルギー回収・超高度処理型小規模分散水資源涵養システムを構築すること等により、大規模集合処理用、小規模分散処理用の2種類のプロトタイプを提示する。

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・土木環境システム

キーワード：次世代MBR、メンブレンバイリアクター、高度処理、都市水再生利用、水資源の持続的活用

1. 研究開始当初の背景・動機

既存の水システムを見直し、都市内に持続型水資源を確保し、環境と共生しつつ賢く水を使いまわす水システムへの革新が強く求められる。そのための水再生技術として膜技術、中でもメンブレンバイリアクター(MBR)が注目されている。しかし現状では、水質が良くてもエネルギー多消費であったり、未消化経口医薬品等の微量化学物質の環境への拡散の懸念を払拭できる技術としては不十分であったり、まだMBRの持つ潜在的可能性を十分に引き出しているとは言えない。

2. 研究の目的

本研究は、以上の問題意識の下、都市内水資源の持続的活用に資する次世代型のMBR開発を目的とする。具体的には、現在、主流となっている第2世代と言われる浸漬型MBRに対し、以下の項目の技術革新を行い、大規模集合処理用、小規模分散処理用の2種類のプロトタイプを提示する。

(1) モジュール設計概念の革新による高集積モジュールの開発と運転エネルギー効率の飛躍的向上

(2) 汚泥沈降促進機構の導入による汚泥濃度管理法の確立と環境低負荷型維持管理の実現

(3) 嫌気不織布・好気NF-MBRの開発によるエネルギー回収・超高度処理型小規模分散水資源涵養システムの構築

3. 研究の方法

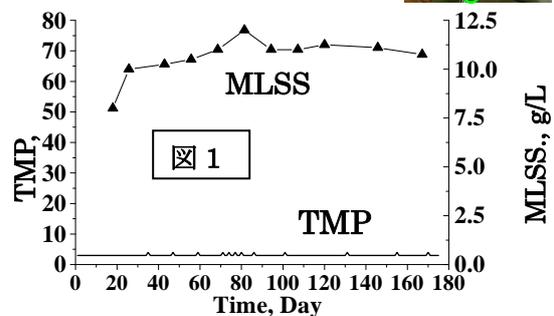
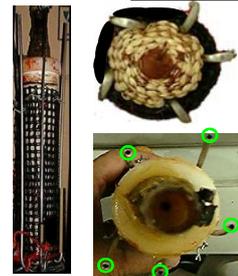
基礎実験は大学内実験室で行うが、実下水を用いた長期試験については、都内の実下水処理場における実験フィールドにパイロットプラントを設置して実験を行う。膜バイオフィアウリング等の解析には、設備備品として購入した走査型電子顕微鏡及び蛍光顕微鏡等を使用する。その他の分析については現有設備を利用する。

4. これまでの成果

(1) 高集積モジュールの開発

高集積MF膜モジュールを開発(写真1)し、染料排水処理に適用したところ、汚泥濃度(MLSS) 11g/L、膜差圧(TMP) 5kPa以下で約6ヶ月間の長期安定運転に成功した(図1)。また膜モジュール

写真1



表面のマイクロ流れの計測手法を開発した。

(2) 環境低負荷型汚泥管理

無酸素槽に導入した傾斜板による汚泥沈降促進機構(図2)の開発に成功した。

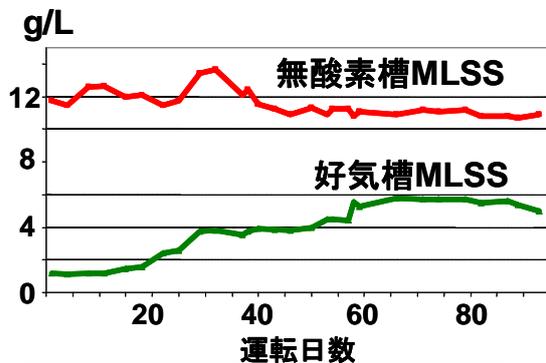


図3 無酸素槽と好気槽のMLSS

返送汚泥を流入下水と混合して密度を減少させてから傾斜板下に流入させることにより、その結果、好気槽1時間、無酸素槽2時間の滞留時間でかつ汚泥引き抜きなしの条件で都市下水の処理を行い、3ヶ月以上安定した汚泥濃度差の保持と有機物除去及び窒素除去が得られることを実証した(図3)。

(3) エネルギー回収型MBRの開発

ディスポーザーを使用して生ごみを付加するエネルギー回収型MBRを開発した(図4)。

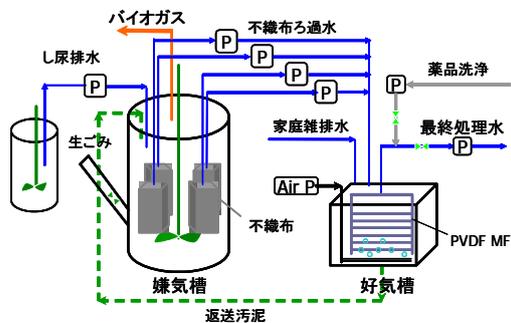


図4 嫌気不織布—好気MF-MBR

開発した嫌気不織布—好気MFの浸漬型MBRにより余剰汚泥を系外排出せずに安定した処理が2年以上継続できており、メタン回収がCOD(化学的酸素要求量)ベースで総COD投入の60%程度見込め、生ごみを投入しかつ余剰汚泥を発生させない処理を行っているにもかかわらず、MBRシステムとしてのCOD除去率は98%以上を維持している。特に、メタン発酵槽での不織布については、洗浄せずに予備的検討期間を含めて三年半を越える連続運転を継続できていることは特筆に値する。

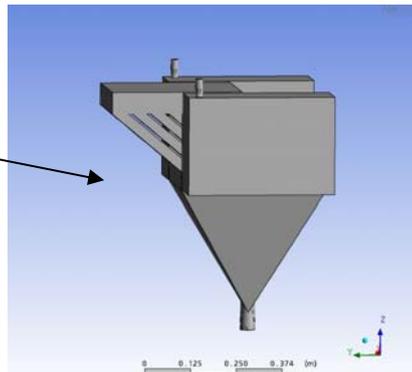


図2 傾斜板を導入した無酸素槽

5. これまでの進捗状況と今後の計画
研究は概ね順調に進展している。

本研究で開発した要素技術を統合し、大規模集合処理用、小規模分散処理用の2種類のプロトタイプについて、平成20~21年度で、長期パイロット実験を実施し、実証する。

6. これまでの発表論文等

(研究代表者は太字、研究分担者には下線)

○ P.M.Fontanos, **K. Yamamoto** and F. Nakajima (2008): Performance of a long term operated inclined plate membrane bioreactor treating municipal wastewater, Proc. IWA Regional Conference Membrane Technologies in Water and Waste Water Treatment, Moscow, June 2008 (in press)

○須川香苗、**大久保孝樹**、西野耕一、**山本和夫** (2008) メンブランモジュール表面上マイクロ流れの計測手法に関する研究、第42回水環境学会年会講演集, p.177 (名古屋, 2007.3)

○Faisal Ibney Hai, **Kazuo Yamamoto**, Kensuke Fukushi, Fumi-yuki Nakajima (2007) Fouling resistant compact hollow-fiber module with spacer for submerged membrane bioreactor treating high strength industrial wastewater, Journal of Membrane Science (doi: 10.1016/j.memsci.2007.06.026)

○D. E. Jin, **K. Yamamoto**, **K. Fukushi**, F. Nakajima (2007), Long-term Performance of An Aerobic-Aerobic SMBR System for Advanced Treatment of and Biogas Recovery from Kitchen Food-Waste, Domestic Wastewater and Excess Sludge, Proc. the 4th Leading Edge Conference & Exhibition on Water and Wastewater Technologies, Singapore, June 2007

○Hai, F.I., **Yamamoto, K.**, Fukushi, K. (2006) Performance of newly developed hollow-fiber module with spacer in integrated anaerobic-aerobic fungi reactor treating textile wastewater. Desalination, 199 (1-3) 305-307.

ホームページ等

<http://www.env.t.u-tokyo.ac.jp/yamamoto/lab/project.html>