

学位論文要旨

平成 28 年 2 月 1 日

学位申請者

(Shahata Ahmad Mohammedadel A) 印

学位論文題目

排水からの色度と油分の除去を目指した膜分離活性汚泥法の運転方法の改善

学位論文の要旨

膜分離バイオリアクター(MBR, membrane bioreactors)は排水処理における適用例が近年増加している。この技術は、標準的な排水処理技術である活性汚泥法に対して、膜による微生物懸濁液の固液分離を付加した技術である。MBR による排水処理の利点として、標準活性汚泥法に比べて、長い汚泥滞留時間で運転が可能である点が挙げられ、そのことによって、多様な微生物を反応タンクに保持することができ、より幅広い物質の分解が可能になることが期待される。さらに、MBRを導入することによって、懸濁物質を全く含まない高品質の処理水を得ることができることから、産業排水の再利用の点でもMBRは魅力的な技術である。

産業排水には、発生源ごとに様々な特徴がある。バイオマスに関連したプロセスでは、糖蜜の蒸溜や硫酸による分解抽出過程で生じる廃水など、極端な酸性廃水が生じる場合がある。また、塩を高濃度に含む高温かつ様々な性質の有機物を含む排水は処理の難しい排水と位置づけられる。こうした塩と難分解性物質を含む処理の難しい排水として、石油や天然ガスの掘削に伴って生じる石油随伴水や船舶のバラスト排水、染色排水がある。

本研究の目的は、色度や油分の除去率を向上させるために、MBRを従来運転可能と考えられていたよりも、低pHあるいは高温で運転することが可能であるかを調べることである。産業排水中の色度は、高分子の有機化合物によって生じることが多く、一般に生物分解の難しい物質である。また、排水中の油分は低温で処理すると、装置内で固着し生物処理を妨害する。これまで、pH 3以下の酸性条件でMBRを運転した研究はほとんどない。また、希薄な産業排水に対して、50℃以上の高温処理を試み運転上の利点を報告した研究はほとんどない。油分含有排水であれば、油分による処理の妨害を避ける点で、高温での運転による利点が生じる可能性がある。

第一の実験として、製糖関係のバイオマス硫酸抽出廃水の処理を念頭に、通常、生物処理で運転される限界を超えて、pH3程度の酸性条件でのMBRの運転を想定した実験をおこなった。酸性条件では上澄水に微生物が生産するタンパク質や多糖類が蓄積し、膜が目詰まりしやすく、運転には高い膜操作圧力が必要であった。一方、CODで評価した場合には、酸性条件では中性条件に比べて除去率が低かったが、分光学的測定においてはより高い色度成分の除去率が酸性条件で見られた。酸性条件での高い色度成分の除去率は、着色物質が酸性条件でより汚泥に吸着しやすいためであると考えられた。また、色度除去率の経時変化から、いったん吸着した色度成分はリアクター内に蓄積せず、微生物によってゆっくり分解されたと考えられる。

第二の実験では、石油随伴水処理を念頭に、MBRの高温運転を行った。実験の結果、鉱物性の油の半減期は高温のリアクターでやや短く、油分がリアクター内に蓄積することはなかった。しかし、高温条件下でリアクターを運転した場合、色度成分の除去率は室温条件での結果に比べて低下した。また、膜の目詰まりは高温条件のリアクターでより顕著であった。

これらの結果から、MBRの極端な低pH運転には、色度の除去の点で利点があり、高温運転においては、油分による処理の妨害を緩和する効果が見られることがわかった。しかし、膜の目詰

まりに対しては、低pH運転も高温運転も不利であることがわかった。膜の目詰まりを緩和する具体的な方策は本研究では明らかにされなかったが、MBR法を産業排水の処理のために、従来の運転条件の限界を超えて低pHや高温条件で運転する利点と問題点が本研究によって明らかにされた。