

II-511 限外ろ過膜の利用による活性汚泥の高濃度化に関する研究

山口大学(正員)中西 弘 宇部高専 原田利男 (正員)深川勝之 (正員)村上定 瞭

1. はじめに 活性汚泥法では既に固液分離に限外ろ過膜を用いたプラントが稼働している。この方法は汚泥管理が容易であり、将来、活性汚泥法の主流になるものと思われる。演者らは先に限外ろ過膜のろ過特性について明らかにした。汚泥の高濃度化は高負荷処理を可能にするが、一方では活性度の変化、膜のファウリングが問題となる。これらについて検討した。

2. 汚泥濃度、滞留時間と除去率の関係 実験装置の概略を図1に示す。反応槽有効容積3L、膜分離槽有効容積0.5L、反応温度30℃、pH7.0、ORPを指標として曝気量を制限する方法で行い、約1週間十分馴致した。供試原水はパプトン、肉エキスを主成分とし種々の無機塩類を含む合成し尿(2.5倍希釈)を用いた。滞留時間を0.5～2.0日、MLSS濃度を15,000～30,000mg/Lの間で変化させた。限外ろ過膜は分画分子量50,000、ポリアリルアミン系のものを用いた。BODはMLSS濃度、滞留時間に関係なく、ほぼ100%除去された。これは本実験で最も条件のよくないMLSS 15,000mg/L、滞留時間0.5日の場合でも十分な条件であったものと考えられる。図2はCOD_{Cr}の除去率とMLSSおよび滞留時間との関係を見たものである。MLSSの増大にともないCODの除去率は徐々に低下した。馴致期間はどの場合もほぼ同じであったから、分画分子量5万以上の高分子性有機物がMLSSに比例して増えるものと思われる。滞留時間によるCODの変化は殆ど見られず、0.5日でも十分であると考えられる。アンモニアは通常、曝気が十分であればほぼ100%除去されるが、この実験ではORPにより曝気量を制御しているため、DOが0～4.0の間で振動している。したがって、DOが不足している期間もあり、アンモニアは十分には酸化されないが、ほぼ100%に近い良好な結果を得た。図3はT-N除去率とMLSSおよび滞留時間の関係を見たものである。MLSSの増大にともない除去率は低下した。これはORP値をMLSS15,000mg/Lで270～290mV、20,000mg/Lで290～330mV、25,000mg/Lで300～360mV、30,000mg/Lで330～360mVと次第に上昇させたためである。酸化電位が高いほど還元反応が抑制される。高濃度になるとエアレーションが実験室規模では困難なためORPを変化させざるを得ず、必ずしも最適のORP値ではなかった。滞留時間との関係はばらつきはあるものの全体として短い方がT-Nの除去率は高い。適切なORP値を設定することにより除去率をさらに向上させることは可能である。以上の結果より汚泥の高濃度化は必ずしも必要ではなくむしろ運転操作の困難性からは避けた方がよいものと考えられる。汚泥濃度は15,000mg/Lで十分である。

3. 膜の目詰まり物質 膜のファウリングによるフラックスの低下はケーク、ゲルの蓄積および細孔の目詰まりによって生じる。ケークやゲルの排

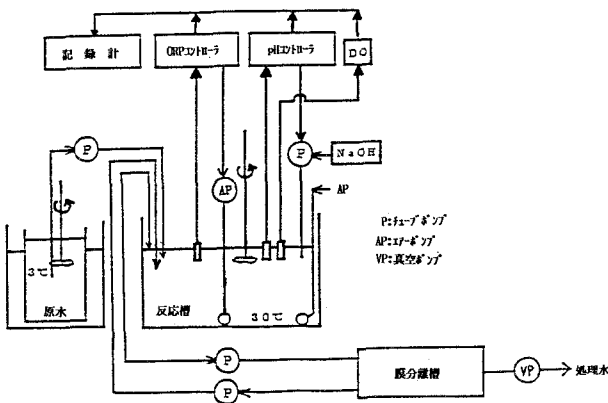


図1実験装置の概略

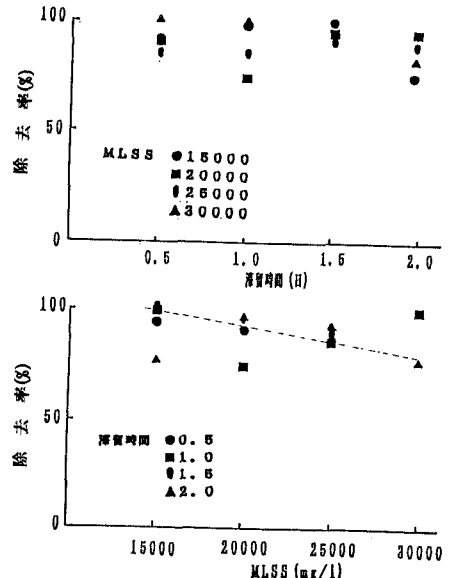


図2滞留時間、MLSS濃度とCOD除去率の関係

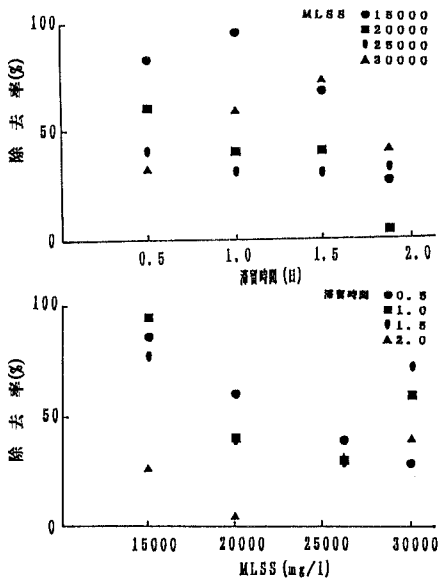


図3 滞留時間、MLSS濃度と T-N除去率の関係

除は流動特性を選ぶことにより解決されるものであるが、目詰まり物質はそれが何であるかを知ることが必要である。これまでの報告では分子量が5,000~10,000程度の物質とされている。反応槽、膜処理水中の高分子性有機物および膜目詰まり物質をゲルパーメータグラフで分離を試みた。図4 (A)に反応槽液のゲルパーメータグラフ(カラム: TOSOH, G3000W_{XL}とG2000SW_{XL}を連結)ある。図4 (B)はサンプル(A)から有機酸を除くため、エーテル処理をした場合、図4 (C)はさらに物質を除くためBPASで処理した場合のゲルパーメータグラフである。これらより35分前後に現われるピークは有機酸であり、影響を受けない31分前後のピークは糖、29分前後のピークは物質であることが分かる。図5は膜を純水でよく洗浄した後、50mmol リン酸で抽出した目詰まり物質のゲルパーメータグラフである。29~30分の範囲にピークが存在し、図4の結果からこれらは物質であるとしてよい。標準物質を用いて分子量の検量線を作成しこれらの分子量を決定したところ、4,000~5,800程度であった。分画分子量5万のポリスルホン膜は比較的小さい物質であっても膜との親和性あるいは疎水性のため、目詰まりの原因となることが明らかとなった。現在、検討中であるが分画分子量2万の芳香族ポリイミド膜の場合は同様の条件下でも目詰まりが起こりにくくまた目詰まり物質も少ない傾向をしめしている。したがって目詰まり物質が物質であるとすれば、膜の材質はこの点からも検討されるべきである。4. まとめ 限外ろ過膜を用いて高負荷処理を試みた。汚泥濃度は現在運転されている15,000mg/Lで十分である。むしろ運転のしやすさから有利である。膜の目詰まり物質は物質としてほぼ間違いない。分子量は4,000~5,800程度である。目詰まりを起こさない膜の開発が望まれる。

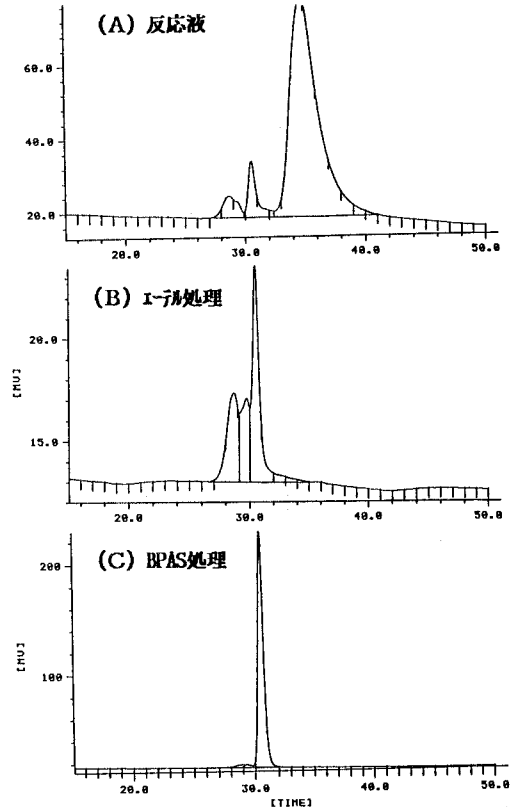


図4 反応槽内の高分子性有機物のクロマトグラム
カラム: TOSOH, G3000W_{XL}と G2000SW_{XL}を連結
カラム 温度: 30℃ 流量: 0.8ml/min pH: 3.0

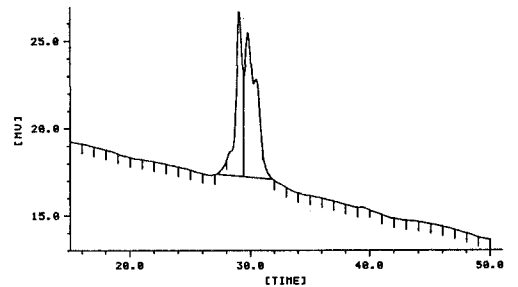


図5 膜目詰まり物質のクロマトグラム