

膜分離活性汚泥法における流入負荷変動が膜目詰まり原因物質に及ぼす影響

武蔵工業大学 学生会員 浜谷 慎一郎
 武蔵工業大学 正会員 長岡 裕
 (現 株式会社サンプレス) 河野 聖子
 武蔵工業大学 高森 雄

1. はじめに

膜分離活性汚泥法における問題点として、膜目詰まりがある。これは菌体外高分子ポリマー (Extracellular Polymeric Substances:EPS) が原因物質であると言われている¹⁾。これは、微生物の代謝物質であるが、実際の処理施設において、流入負荷の時間変動がポリマー生成に与える影響は不明な点が多い。よって本研究では、基質の投与パターンが異なる実験 (連続投与と断続投与の 2 ケース) を行ない、どちらが膜目詰まりを起こさないように出来るのか、について検討した。

2. 実験装置および実験方法

2-1. 実験の装置と条件

実験装置の概略図と基質の組成を Fig.1 に示す。連続投与、断続投与の 2 つの反応槽を用意し、有効容積は各々 30L となるよう水位を一定に保った。また、設定フラックスは各々 0.15 (m/day) とし、処理水の吸引を連続して行なった。よって、滞留時間は 13.3 (h) である。液温は 20 に保った。

膜モジュールは公称孔径 0.25 μm のポリオレフィン製 MF 平膜を用い、両端集水型とした。膜面の大きさは 180mm × 200mm であり、両面から集水する。膜モジュールは 1 反応槽に 5 個使用したため、その有効総膜面積は 0.36m² である。

人工基質は酢酸を炭素源、塩化アンモニウムを窒素源とした。連続投与では基質を 0.5 (g/L/day) で与えた。断続投与では、5 日間投与後 5 日間停止とし、投与中は基質を 1.0 (g/L/day) で与えた。よって、基質の負荷量は共に等しい。

2-2. 分析方法

測定項目は MLSS、混合液粘度、膜のろ過抵抗、分離液・処理水・EPS の TOC 濃度である。

汚泥を 3000rpm で 15 分間遠心分離させた後の上澄み液を分離液とした。また、汚泥 50ml を 8000rpm で 15 分間、遠心分離し上澄み液を捨て、これに蒸留水を加え、再び 8000rpm で 15 分間、遠心分離して出来た固体を 0.1N の NaOH に溶かし (40 分間、冷蔵しながら攪拌)、更に 13000rpm で 15 分間、遠心分離した上澄み液を 0.1N の HCl で中和し、これを 2 日間水道水で透析したものを EPS とした。

分子量分画はゲルろ過クロマトグラフィーで行なった。用いたゲルは Sephacryl S-300HR であり、検量線の結果から、分画範囲は 10³Da ~ 10⁶Da である。

3. 実験結果および考察

Fig.2 に MLSS の経日変化を示す。連続投与では、値がほぼ一定に増加した。断続投与では、基質の投与時に増加・停止時に減少、となった。

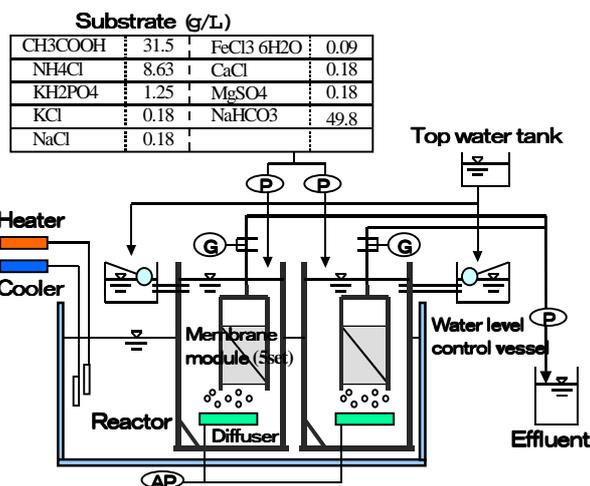


Fig.1 Experimental setup

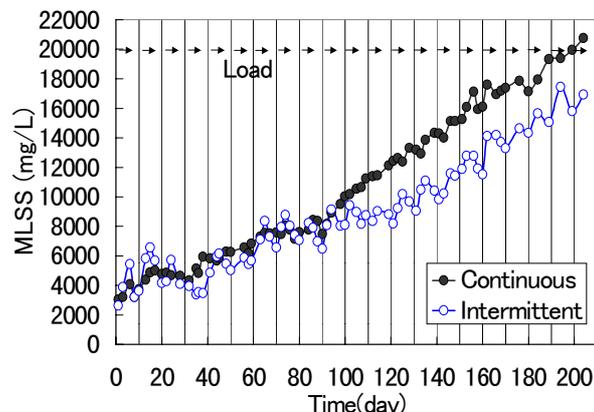


Fig.2 Variation of MLSS

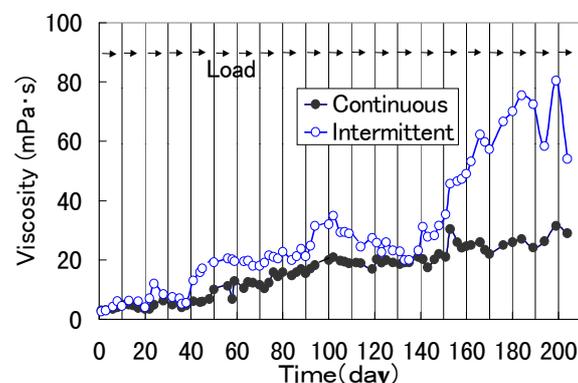


Fig.3 Variation of viscosity in mixed liquor

Fig.3 に混合液粘度の経日変化を示す．連続投与では，値が緩やかに増加した．断続投与では，値が急上昇する現象が 3 回ほど見られた．

Fig.4 に膜のろ過抵抗の経日変化を示す．断続投与では，膜目詰まりを 87 日目に起こした．これは，40 日目からの以前よりも高い粘度の状態と，水溶性物質の生成およびポリマーのゲル化，による膜表面での汚泥の圧密進行が原因だと考えられる．なお，87 日目の膜洗浄では，各モジュールを取り出し，水道水で洗い流しながらスポンジで汚泥を落とした．

Fig.5 に分離液の TOC 濃度の経日変化を示す．断続投与の方が，値が大きいことより，水溶性の物質が断続投与の方より多く存在していると言える．

Fig.6 に処理水の TOC 濃度の経日変化を示す．分離液の場合と比べ，連続投与と断続投与との違いが殆ど無い．また，双方とも値が小さく，その変化も少ない．これは，膜そのものの性能によるためと，混合液中の液相成分が膜面上に付着した汚泥を通過する際に，処理されるためであろう．

Fig.7 に EPS 濃度の経日変化を示す．105 日目以降から，EPS 抽出作業における試料の透析操作を止めたため，流失しなくなった低分子物質（概ね 10^4 Da 以下の成分）が加わった．また透析操作停止後から，断続投与は連続投与よりも値が小さくなった．この差は，低分子成分の割合が少ないため生じている．よって断続投与において，基質の投与停止期間に高分子化を起こしているのではないかと，と思われる．

Fig.8 に基質の投与停止期間での EPS 濃度と分子量の関係を示す．投与停止の時間が長くなるにつれ， 2×10^4 Da 辺りで見られたピークが 10^6 Da 辺りへ動いている．よって，このグラフからも，基質の投与停止期間では高分子化が起きていることが分かる．

4. まとめ

基質の連続投与では，MLSS の値は一定に増加し続けたが，混合液の粘度および水溶性の高分子物質濃度は低く，膜目詰まりは起こさなかった．基質の断続投与では，混合液の粘度および水溶性の高分子物質濃度は高く，膜目詰まりを起こした．これは，菌体より剥離した高分子ポリマーが，膜面で圧密され，膜孔を詰ませたためだと推定された．

【参考文献】

1)Nagaoka,H *et.al.* : Influence of Bacterial Extracellular Polymers on Membrane Separation Activated Sludge Process, *Wat.Sci.Tech.*,34,9,165-172,1996

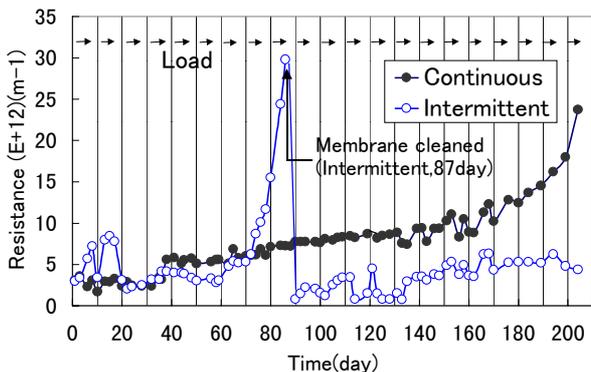


Fig.4 Variation of resistance of treated water

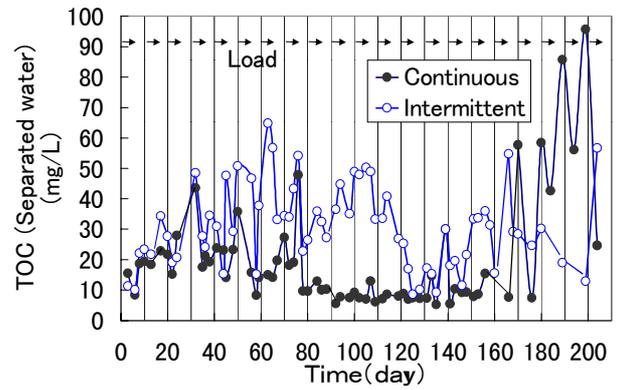


Fig.5 Variation of TOC in separated water

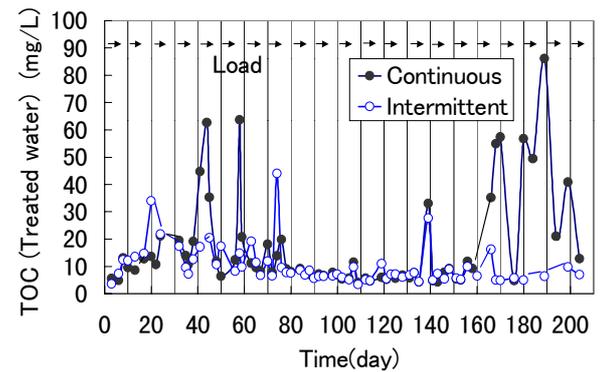


Fig.6 Variation of TOC in treated water

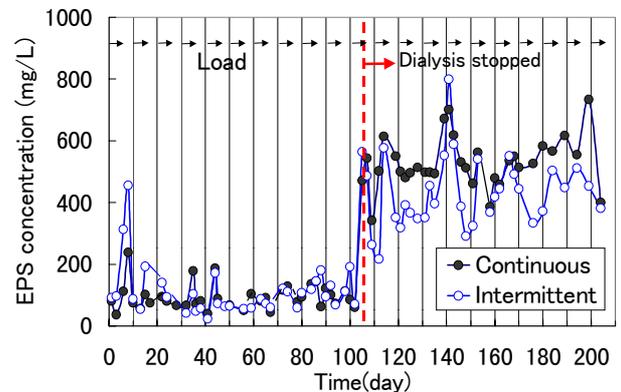


Fig.7 Variation of EPS concentration

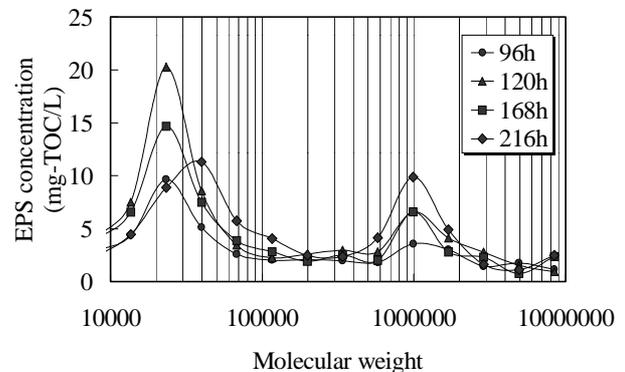


Fig.8 Relationship between Molecular weight and EPS concentration