

II-498

限外ろ過膜を用いた嫌気性バイオリアクターによる高濃度有機性廃水の処理

北海道大学 正 小和田 温子* 正 井上 雄三 正 神山 桂一

1. はじめに 嫌気性生物処理は、現在、し尿処理や高濃度有機性廃水処理に用いられており、好気性生物処理に比べ、省エネルギー的処理法である。しかし、微生物の凝集性の悪さや、増殖速度、菌体収率の小ささが、固液分離や立ち上げ運転の最大の欠点となっている。この嫌気性生物処理の欠点を補い、長所を生かすために、固液分離プロセスとして限外ろ過膜を利用することが検討されるようになってきた。

本研究では限外ろ過膜を組み込んだ実験装置を用いて処理実験を行い、膜分離プロセスに適したリアクター形式の選定を行うことおよび膜分離嫌気性処理法の処理特性に関する基礎的データを得ることを主な目的としている。

2. 実験方法 リアクターの模式図を図-1、図-2に示す。本研究では高負荷であることを考慮して、浮遊方式（SSR）とスラッジブランケット方式（SBR）を採用した。SBRは上向流を与え、微生物の自己造粒化を計り、リアクター内部で固液分離機能を持たせたものである。

限外ろ過膜モジュールはT社製の平膜型モジュールで、ポリスルホン製の膜を使用した。膜の分画分子量は30万、有効膜面積は65 cm²である。操作圧はモジュールの許容圧力を考慮し、1 kgf/cm²、循環流量はポンプの性能より、約650ml/minとした。

実験はスキムミルクを主とした基質を用い、低負荷から段階的に負荷を上げる連続流実験である。基質条件を表-1に示す。

リアクター内部液と限外ろ過膜ろ液はゲルクロマトグラフィーにより、溶存有機物の分子量分布を調べた。ゲルはトヨパールHW-40F、溶離溶媒は脱イオン水を使用した。

3. 実験結果と考察

3.1 有機物の除去特性

今までに得られ

た実験結果を図-3にまとめて示す。実験初期には馴養が進んでいなかったために有機物の蓄積が起こったが、20日以降は除去率も95%以上になり、良好な限外ろ過処理水が得られた。ガスの発生も負荷の増大とともに遅滞なく増加し、タンパク質もアンモニアの増加に見られるように良好に分解が進んでいるようである。しかし、残存TOCからもわかるようにSBRの有機物除去率が少し悪くなっている。これは、リアクターの形式による差ではなく、SBRの不適切な加温と微生物のリアクター壁への付着のため生じたものと思われる。従って、SBRの有効微生物量が増加すれば、SSRと同程度の処理は期待できるであろう。

3.2 ろ過フラックス特性と膜の洗浄

フラックスの経日変化を図-3に示す。SBRは運転開始直後、膜が目詰まりを起こしたため、4日目に膜を交換した。運転開始後、SSRの方がフラックスが高くなっている。この期間、SSRの方は入口圧のコントロールがうまく行かず、圧密や膜への目詰まりが起き、フラックスが低下した。第2回の洗浄後、SSRは急激にフラックスが低下し、1日24時間連続でろ過しても、基質の流入速度よりろ過速度の方が小さくなった。そのため、SSRは74日目に運転を停止した。一方、S

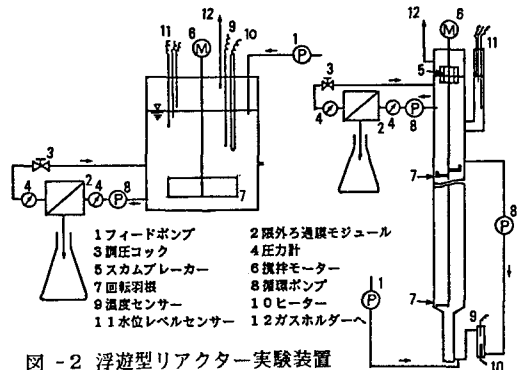


図-2 浮遊型リアクター実験装置

図-1 スラッジブランケット型リアクター実験装置

表-1 実験条件

RUN	TOC負荷 (kg/m ³ /d)	流入量 (l/d)	滞留時間 (d)	キヌミン TOC (g/l)	T-N (mg/l)	糖 (ラクトース) (mg/l)
1	0.5	0.5	4	2.0	262	2470
2	0.1	"	"	0.4	52	490
3	0.25	"	"	1.0	131	990
4	0.5	"	"	2.0	262	2470
5	1.0	1.0	2	2.0	262	2470
6	1.5	"	"	3.0	392	3710
7	2.0	"	"	4.0	523	4940

10/30~11/5は有機酸濃度が上昇したため、フィードを停止。
浮遊法は膜透過フラックス低下のため、74日目にフィードを停止。

* 現（株）三菱レイヨン勤務

BRはRUN 7の負荷でも、洗浄を繰り返すことにより、フラックスを0.4m/day前後に保つことができた。しかし、洗浄してもフラックスは運転開始時の値までは回復しない。これはアルカリ性次亜塩素酸ナトリウム溶液による洗浄でも膜の表面や膜の内部に水酸化鉄（II）（硫化鉄の酸化による）などが脱着せずに残っているものと思われる。従って、酸性溶液による洗浄も検討の必要がある。

高分子溶液のろ過では、濃度の対数と限界フラックスが直線関係となることが理論的にも知られているが、微生物のような浮遊物質に対しても図-5に示すように同様な関係が得られた。嫌気性生物処理と膜分離法を組み合わせた場合、MLSSが3000 mg/l以上でフラックスへの影響がでていることがわかる。SSRの場合MLSSが15800mg/lの時点で運転不能となった。膜分離プロセスと嫌気性生物処理法を組み合わせる場合は、MLSSの影響が小さくなるようなリアクター形式、即ちSBR方式の方がより適していると思われる。

3.3 分画液の分子量特性 SBRのリアクター内部液とろ液のゲルクロマトグラムを図-6, 7に示す。SSRの場合もSBRとほぼ同じ形態であった。両リアクターとも、実験期間が経過するにつれて、見かけ分子量1500以上の物質がリアクター内に捕捉され、増加している。使用した膜の分画分子量が30万であるにもかかわらず、ろ液は見かけ分子量1500以下の成分が多くなっている。更に運転期間を継続した場合、これらの高分子物質がどのような影響を及ぼすかについては不明であり、これからの課題である。

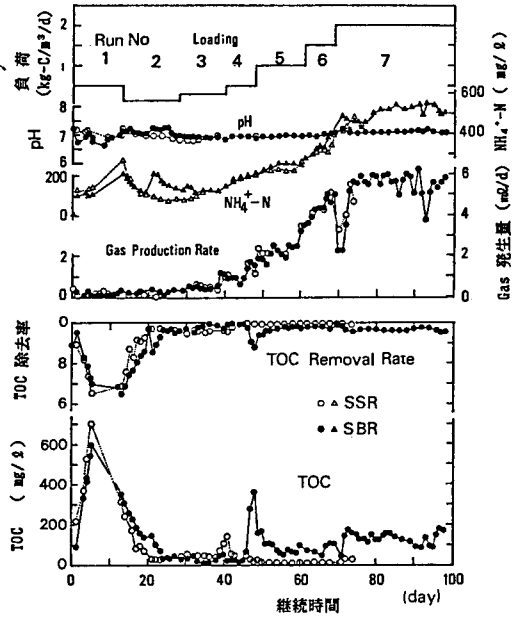


図-3 SSR, SBRの処理特性

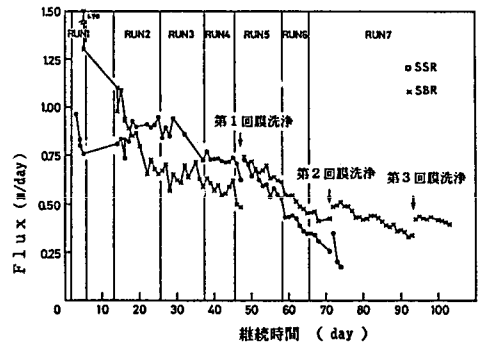


図-4 限外ろ過 flux の経日変化

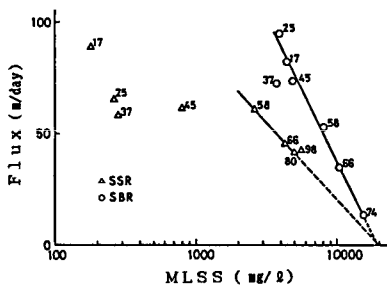


図-5 FluxのMLSSへの依存性

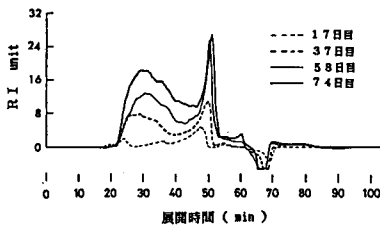


図-6 SBR内液のゲルクロマトグラム (RIモニタ)

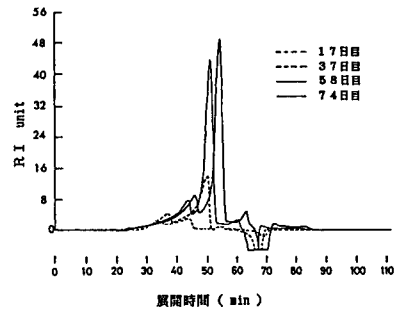


図-7 SBR・限外ろ過液のゲルクロマトグラム (RIモニタ)