

長岡技術科学大学 工学 〇荒木 信夫

正 熊井 清至

正 原田 秀樹

1. はじめに、高率生物反応器の開発を目的として、多段槽型上向流スラッジベッド反応器を脱窒プロセスに適用し連続実験を行なった。本反応器は、いわゆる付着担体を用いない充填層型反応器で、基質流は反応器底部より上昇流として供給される。汚泥はペレット(粒状)を形成し、スラッジベッド内の生物濃度は80~170 g/L (MLSS換算)に達し、高濃度生物維持の結果、従来の浮遊増殖型反応器の20倍以上の高速、高率処理が可能であった。本実験は流入基質濃度を4段階(200, 400, 600, 800 $\text{mg NO}_3\text{-N/L}$)に変化させる連続実験により、脱窒プロセスとしての本反応器内の窒素、炭素の形態変化を完全追跡することにより、物質収支を検討した。また、高濃度生物維持を支配するペレット形成機構を把握するために、ペレット径と、ペレット内C/N含量、無機成分等の分析を行なったのであわせて報告する。

2. 実験方法、実験装置と運転条件は前報¹⁾と同じである。連続実験は基質流入流量一定(水理学的線速度1.01~0.95 cm/min , 滞留時間95~89 min)で、流入基質濃度を200, 400, 600, 800 $\text{mg NO}_3\text{-N/L}$ (RUN1~4とする)に変化させて行なった。窒素、炭素の測定項目は、流入部で $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, TOC , IC , 流出部で $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, Kjeldahl-N, TOC , IC , その他に、発生ガスとその組成である。各段槽内のMLSSとMLVSSは、2~3日間隔で測定し、その際、汚泥内C/N含量の測定も行なった。同様に、流出SSについても流出口に設けた沈殿器で採集した汚泥についてMLVSSとC/N含量を求めた。反応器内の総汚泥量は、各段槽MLSSと汚泥高から算出し、汚泥増殖量はMLSS測定日間のその差(サンプリング量も含む)と流出SS量から得た。発生ガスをガスクロマトグラフィーで分析したところ、RUN4で微量の CH_4 が検出されたが各RUNとも99.9%が N_2 であり、発生ガスはすべて N_2 ガスとした。また、硝酸呼吸による CO_2 の生成はいずれのRUNもガス中には検出されず、流出水中の IC を増加させていたため TOC アナライザー(島津製作所、全有機炭素計)にて測定した。

3. 実験結果と考察、反応器底部よりの各段槽の高さを10~50cm槽として、MLSSと、MLVSS/MLSS比の経日変化を図-1, 2に示す。流入基質濃度の各段槽による濃度プロファイルをとったところ、底部から上段槽へとほぼ直線的な減少を示し、RUN4においても40cm槽で完全に消費されていた。MLSSはRUN1では基質濃度の高い底段槽部が増加しているが、RUN2で各段槽とも最大値を示し、特に、10cm槽では170 g/Lと非常に高い値になっている。また、流入基質濃度が高くなるにつれて20~50cm槽はほぼ一致し

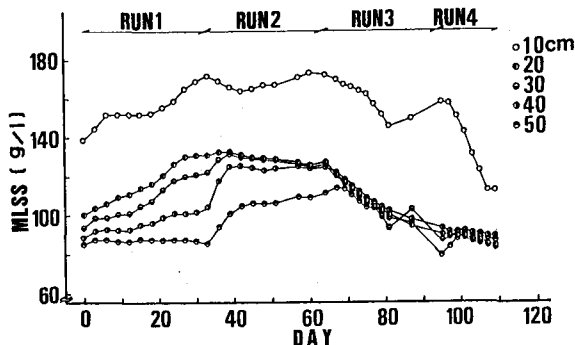


図-1. MLSS 経日変化

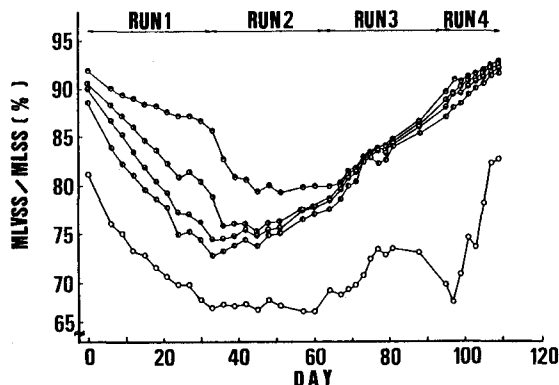


図-2. MLVSS/MLSS 経日変化

表-1. 汚泥(ペレット)内 C,N 含量、無機物成分濃度

RUN	RUN 1					RUN 2					RUN 3					RUN 4				
Height	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
C	51.12	51.31	51.41	50.99	51.32	51.48	51.92	51.91	52.08	51.81	50.84	51.80	51.60	51.87	52.25	51.57	52.42	52.51	52.50	53.03
N	9.71	9.89	10.13	10.34	10.58	9.89	10.30	10.39	10.51	10.64	9.96	10.66	10.77	10.89	10.99	10.37	10.96	10.99	11.10	11.15
Ca						11.67	7.27	6.47	6.87	6.13	9.93	4.20	3.87	3.73	3.60	5.80	1.24	1.37	1.11	0.85
PO ₄						5.02	3.89	2.32	2.79	3.16	4.53	2.33	1.93	2.16	1.92	3.94	2.47	2.20	2.19	1.85
Na						0.30	0.37	0.35	0.38	0.46	0.43	0.49	0.59	0.61	0.54	0.22	0.62	0.85	0.79	0.97
K						0.31	0.40	0.31	0.27	0.23	0.37	0.47	0.41	0.45	0.45	0.20	0.66	0.65	0.60	0.71
Mg						0.54	0.45	0.39	0.42	0.39	0.47	0.31	0.29	0.28	0.29	0.13	0.20	0.20	0.19	0.18
C,N/MLVSS (%), Ca,PO ₄ ,Na,K,Mg/MLSS (%)																				

た値を示したが、10cm槽の値だけがへたっている。RUN 3,4になると、MLSSは各槽とも急激に低下している。これは汚泥内無機物の減少が原因と考えられ、このことから、MLSSの変動は汚泥内無機物量と密接な関係があると云える。各段槽の汚泥内C,N含量、無機物成分と、ペレット平均粒径を表-1、図-3に示す。平均粒径はRUN1では底部から上段槽部へと行くにしたがい小さくなっている。前報の実験でも同様な傾向が観察されている。しかし、RUN 2,3,4では10cm槽の粒径は増大せず、20cm槽よりも小さな値であった。汚泥内無機物量の増減はほぼカルシウムに起因しており、10cm槽では各RUNとも全無機物量の56~65%を占めている。リン酸の占める割合はほぼ一定であるが、無機物量の少ないRUN4ではカルシウムは減少し、逆にナトリウム、カリウムの占める割合が増加している。図-4に流入窒素、炭素の反応器内での形態変化を示す。いずれのRUNも窒素、炭素の物質収支は100%近い回収率を示している。また、NO₃-N除去率は99%以上であり、NH₄⁺-N, Kjeldahl-Nの流出は各RUNを通じて、それぞれ0.2~0.7mg-N/l, 1.6~2.3mg-N/lと非常に少なく、NO₂-Nは検出されなかった。消費窒素、炭素を同化されたものは、窒素で2.7~3.3%, 炭素で16.2~19.6%で、流入基質濃度が高くなるに従ってその割合が増大している。各RUNを通じての除去TOC/除去NO₃-Nは0.81であった。図-5は、比基質消費速度 λ (g-N/g-VSS-day)と比増殖速度 μ (1/day)の関係を示したものである。グラフから増殖収率 $Y_g = 0.334$ (g-VSS/g-N), 維持定数 $m = 0.017$ (g-N/g-VSS-day)が得られた。

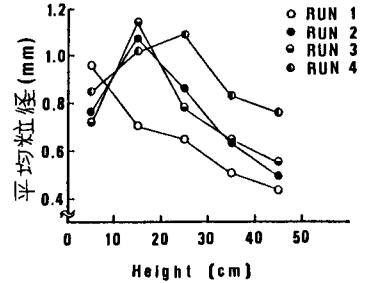


図-3. ペレット平均粒径プロファイル

4. おわりに、以上をまとめると、1). 反応器内MLSSは生物がペレットを形成し、またペレット内に無機物を蓄積することによって最大170%まで達し、無機物量の増減は汚泥(ペレット)内のカルシウム量に起因している。MLSS、汚泥内無機物量ともに反応器底部から上段槽へと軸方向に減少している。2). 消費窒素が同化される割合は、容積負荷が3.3~12.8 kg-N/m³・dayの範囲で増加するに従い、2.67%~3.28%まで増加する傾向が確認された。また窒素に対する真の収率は0.334 (g-VSS/g-N), 維持定数は0.017 g-N/g-VSS-dayと評価された。

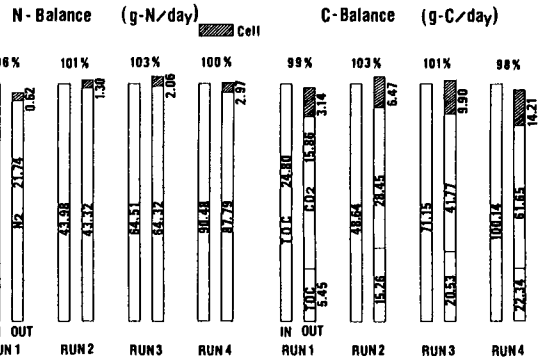


図-4. 窒素、炭素 物質収支図

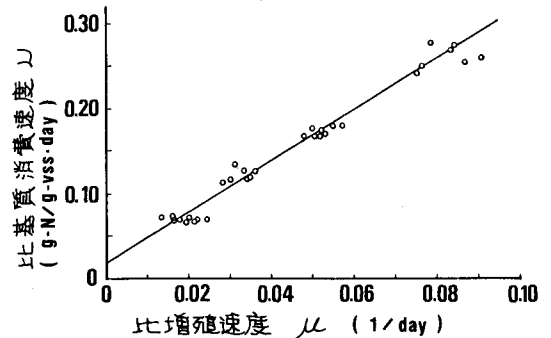


図-5. 比基質消費速度 λ と比増殖速度 μ の関係

本研究は文部省科学研究費奨励研究(A)により一部補助を受けたことを付記する。
参考文献: 1). 第38回年講(1983) 高橋, 桃井, 原田. 2). 第37回年講(1982) 高橋, 桃井, 原田