

京都大学工学部 正会員 津野 洋
正会員 宗宮 功
正会員 小野 芳朗

1. はじめに

閉鎖性水域における富栄養化の防止のために、下水中の嫌気性処理の必要性が指摘され、その方法の一つとして、生物学的嫌気法が種々提示され、また一部においては実処理規模のプラントも建設・操作されつつあるところである。しかしながら、高率的かつ安定した処理水を得るための操作因子については十分に把握されているとはいえない状況である。

本報文中では、現在稼働中の標準活性汚泥法の操作方式の変更の検討および生物学的嫌気法機構の解明のための情報を得る目的で、嫌気・好気活性汚泥法による嫌気性を対象とし、操作因子の一つである嫌気時間及び好気時間の組み合わせについて、半回分式方式による基礎的な実験の成果の考察を試みる。

2. 実験方法

実験は反応・沈殿槽として有効容積2000mlのアクリル樹脂製の円筒を用い、基質流入、窒素ばっ気、空気がばっ気、沈殿および上澄液排出のサイクルを自動運転できるように設計した装置を用いて行った。

流入下水とは、表-1に示す組成の人工下水を用い、表-2に示す操作条件で行った。反応槽内滞留時間は、標準活性汚泥法の操作法の変更の観点から、全体を5時間とし、嫌気時間を1, 1.5, 2

および4時間(各々残りは好気時間)に設定し、また沈降後の排出率はすべての条件で70%に設定して行った。

3. 実験結果及び考察

実験は、K市の嫌気・好気活性汚泥法の返送汚泥を種汚泥とし、各々の操作条件下で培養・増殖させた汚泥を対象に行ったが、本報文中では10日以上培養した後のデータについて解析を行った。実験期間中の処理状況については表-2にまとめて示すが、水温は10℃前後、pHは7前後及びMLSSは1000~5500mg/l程度であった。TOCは、いかなる操作条件下でも90%以上が除去され、またSVIも100以下であり、良好な下水処理がなされていると判断される。

図-1には、嫌気・好気条件下における嫌気性の溶離および摂取の経時的な特性を示す。溶解性の嫌気性は、嫌気条件下ではほぼ直線的に増加し、汚泥中より嫌気性が溶離される状態が示されている。一方、好気条件下では、指数関数的に減少し、汚泥中に摂取される状態が示されている。

図-2には、嫌気・好気条件下における溶解性のTOCの減少特性を示す。溶解性のTOCは嫌気条件下においても接触初期に急激に減少しており、

表-1 人工下水組成

		単位 g/100ml
Glucose	16.9	MgSO ₄ ·7H ₂ O 15.0
Poly-Pepton	16.9	NaHCO ₃ 15.0
(NH ₄) ₂ SO ₄	6.3	KH ₂ PO ₄ 8.8
CaCl ₂ ·2H ₂ O	3.1	BOD 250
FeSO ₄ ·7H ₂ O	0.22	TOC 130.7
NaCl	10.0	PO ₄ -P 12.3

表-2 操作条件からなる成果

	Control	E 1	E 2	E 3	E 4
嫌気/好気時間(hr)	0/5	1/4	1.5/3.5	2/3	4/1
水温(℃)	12.0	12.0	7.7	12.0	12.0
pH	6.99	6.95	7.28	7.08	7.27
MLSS (mg/l)	2340	3220	5330	3050	1470
BOD/SS負荷率(%/g/d)	0.22	0.17	0.077	0.18	0.24
SVI	67.1	65.4	48.1	77.1	64.5
TOC除去率(嫌気時)(%)	-	71.5	70.0	76.7	59.8
同上(好気時)(%)	96.2	94.3	93.8	90.8	90.7
リン抽出率(嫌気時)(%)	-	13.1	20.6	18.9	2.1
リン抽出率(好気時)(%)	1.8	18.1	25.4	25.6	3.6

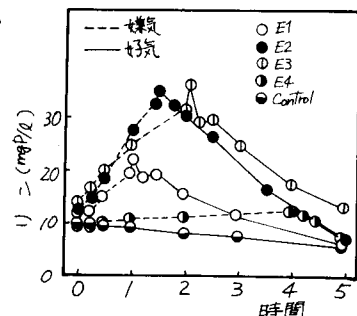


図-1 溶解性リンの経時変化

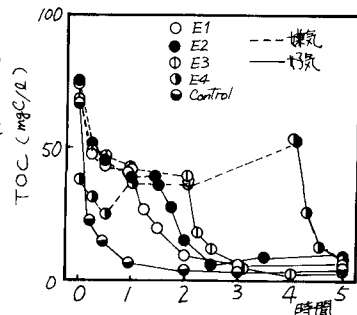


図-2 TOCの経時変化

その後なだらかなる傾向が示されており、またその後の好気条件下になると再び急激に減少し、嫌気条件下および好気条件下各々で濃度に関する一次反応的に減少する傾向が示されている。各々の条件下における一次反応速度は、 1.5×10^{-4} 1/MLSS mg/l/hr とほぼ同じオーダーであることが知られた。なお、E4における嫌気条件下での溶解性POCは上昇傾向が示されるが、この系においては嫌気条件4時間および好気条件1時間に決定したために還元状態が進み、ばう気条件下においても還元状態のまゝとなったためであると解せられる。

図-3には、種々の嫌気および好気時間の組み合わせに対する生物学的嫌気除去の状況とみるために、単位MLSS当りの溶解性嫌気除去量および汚泥内リン含有率を図示してある。この図より、反応槽の全滞留時間を5時間に固定した場合、嫌気時間1~2時間では嫌気含有率4%以上の汚泥が得られ、また 2×10^3 (mgP/mgMLSS) 前後の溶解性嫌気除去量が得られることが示されている。

嫌気条件下においては、時間とともに直線的に溶解性嫌気が溶離されることが示されたが、その場合の溶離速度 k_1 (単位時間・単位汚泥当りの嫌気溶離量 : mgP/mgMLSS/hr) と汚泥内嫌気含有率との関係を図-4に示す。溶離速度は汚泥内の嫌気含有率にはほぼ比例して増加することが示され、一方x軸切片は2%程度となっており、本実験における対照系の最終的な嫌気含有率とはほぼ同程度の値が示された。また、嫌気条件下においては溶解性嫌気は、その濃度に一次反応的に摂取される傾向が示されたが、その場合の一次反応速度定数 k_2 (1/MLSS mg/l/hr) と汚泥内嫌気含有率との関係を図-5に示す。この図より、嫌気含有率が増加する程、 k_2 は高い値となる傾向が示されている。種々の操作条件下での培養汚泥の嫌気含有率に関する知見を得、また図-4や図-5に示される k_1 や k_2 と汚泥内嫌気含有率との関係に関する情報を集積することにより、種々の操作条件下での汚泥特性および生物学的嫌気除去量を推定することが可能となるものと考えられる。

4. 結語

以上、反応槽の全滞留時間を5時間に設定した場合の嫌気および好気時間の設定について基礎的な実験による検討を試み、良好な生物処理を行うための嫌気・好気時間の設定範囲、嫌気槽における嫌気の溶離のターンとその速度定数、これらの速度定数と汚泥内嫌気含有率との関係等についての知見が得られた。

本研究の実験にあたっては、中村弘志氏 (現 荏原インフィルコ) の協力を得た。ここに感謝の意を表する。

参考文献

Summary Report Workshop on Biological Phosphorus Removal in Municipal Wastewater Treatment ; EPA , 1982

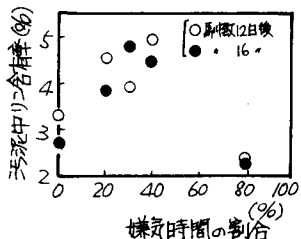
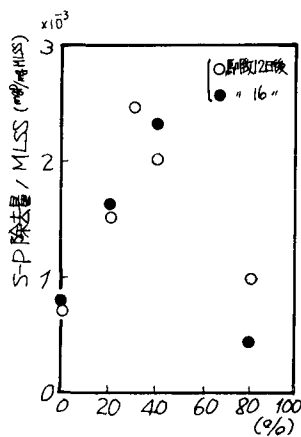


図-3 嫌気時間の割合とSP除去量/MLSS、汚泥内リン含有率

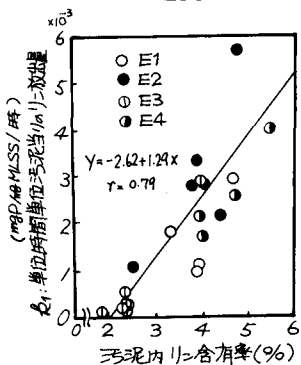


図4 k_1 と汚泥内リン含有率

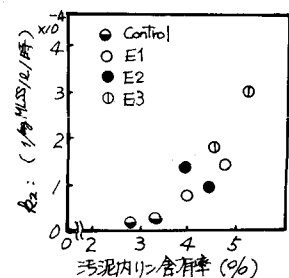


図-5 k_2 と汚泥内リン含有率