

第Ⅶ部門 し尿処理場を対象とした活性汚泥改質手法の検討

大阪工業大学大学院 工学研究科 学生会員 ○和田 彬久
大阪工業大学 工学部 正会員 古崎 康哲 石川 宗孝

1.はじめに

排水の活性汚泥処理において、細菌叢のバチルス菌(*Bacillus sp.*)比率を高める改質により、臭気の抑制、窒素除去能向上、余剰汚泥の削減、汚泥の脱水性向上などの効果が得られることが報告されている。汚泥改質手法には、腐植、シリカ、ミネラル剤の添加、培養装置の設置などがあり、し尿処理施設、下水処理施設、産業排水処理施設で実績がある。しかしながら汚泥改質手法は現場の感覚的な部分も多く、その原理は十分解明されていない。また、実験室レベルで模擬排水を用いて改質された事例がほとんどなく、このことも原理が明らかになっていない一因である。そこで本研究では、一般細菌数およびバチルス菌数の比率を改質の指標として、し尿処理に近い条件を設定し、実験室規模で通常の活性汚泥を種汚泥として改質が可能か検討した。

2.実験方法

2-1.半連続実験

図-1 に実験装置の概略図を示す。反応槽は三角フラスコを使用し、有効容積 2L として対照系、改質系 I、改質系 II の 3 系列で半連続実験を行った。表-1 に実験条件を、表-2 に投入基質の組成および性状を示す。Run1 ではペプトン、肉エキスを主成分とした模擬し尿を使用した。Run2 では主な炭素源としてドックフード(日清ペットフード(株)、犬の幸せ(幼犬用))を使用し、栄養塩類を添加して原水とした。汚泥を遠心分離後(3000rpm×5min)、上澄みを系外へ、沈殿した汚泥を槽内へ返送し、同時に基質を投入した。表-3 に誘導操作方法を示す。Run1 の改質系 I、Run2 の改質系 I、II は誘導剤として腐植土、粉末シリカを使用し、Run1 の改質系 II は鉱物系粉末とバチルス製剤を投入した。鉱物系粉末の投入量は BOD10g に対して 0.1g とした。また、汚泥濃度を調整するために適宜汚泥の引き抜きを行った。

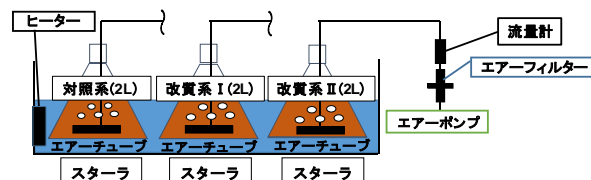


図-1 半連続実験 概略図

表-1 半連続実験 実験条件

	Run1-1	Run1-2	Run2
基質(主成分)	肉エキス、ペプトン		ドックフード
HRT(日)	4		7
有効容積(L)	2		
MLVSS(mg/L)	8400~13500		5000~12000
原水/投入水量(ml/ml)	45/500	90/500	100/285
BOD容積負荷(kg/m ³ ・日)	0.6	1.2	0.8
TN容積負荷(kg/m ³ ・日)	0.1	0.2	0.27
水温(°C)	34~36		
曝気量(L/min)	0.5~1.0		0.5~1.0 (10分ON:5分OFF)
COD:N:P	100:23:4		100:34:4

表-2 半連続実験における原水の組成及び性状

Run1		Run2			
原水A		原水B			
性状	g/L	組成	g/L	性状	g/L
BOD5	88	ドックフード	40	BOD5	15.9
COD _{Mn}	64.3	(NH ₄) ₂ CO ₃	35.2	COD _{Mn}	17.6
TOC	36.3	K ₂ HPO ₄	11	TOC	13
TN	14.7	KH ₂ PO ₄	10	TN	5.39
TP	2.12	NaCl	2.8	TP	0.77
		CaCl ₂ ・2H ₂ O	18		

表-3 半連続実験における誘導操作

Run1		Run2	
改質系 I	改質系 II	改質系 I	改質系 II
・腐植土8.64g、粉末シリカ4.3g投入(1日目、7日目、14日目)	・鉱物粉末(日曜を除く毎日) ・濃縮バチルス製剤180ml(1.2×10 ⁸ CFU/ml)投入(18日目)	・腐植土14.1g、粉末シリカ6.65g投入(1日目、7日目、14日目、30日目) ・加熱(1hr、80°C)27日目 ・バチルス製剤投入30日目	・腐植土34.72g、粉末シリカ19g投入(1日目、7日目、14日目、21日目) ※21日目は初日の5倍量 ・21日目から曝気時間変更(10分ON:10分OFF)
※対照系は上記操作を行っていない			

2-2.一般細菌数及びバチルス菌数の分析法

試料を採取後、バチルス菌の芽胞形成を促進させるため、4°C、24時間静置した。培地は標準寒天培地を使用し、30°C、4日間培養して得られたコロニー数を一般細菌数とした。一方、静置後に80°C1時間加熱してから培養したコロニー数をバチルス菌数と定義した。

3.実験結果

(1)Run1:模擬し尿を基質とした改質効果、菌叢の検討

図-2 に Run1 における一般細菌数とバチルス菌数の経日変化を示す。Run1 の一般細菌数は実験を通して増減は

小さく 3 系列で大きな違いが見られず、いずれも $10^{10} \sim 10^{11}$ CFU/g-VSS で推移した。バチルス菌数は実験開始当初 3.4×10^7 CFU/g-VSS であったが、いずれも減少傾向が見られ、対象系、改質系 I では実験終了時に約 1/3 の菌数となった。改質系 II は濃縮菌体の添加により一時的に約 30 倍に増加したものの、その後減少傾向を示し添加直後に比べ約 1/3 になった。一般細菌数の中でのバチルス菌が占める割合を以下の式で定義した。

$$\text{バチルス菌比率(\%)} = \frac{\text{バチルス菌数 (CFU/g-VSS)}}{\text{一般細菌数 (CFU/g-VSS)}} \times 100$$

43 日経過後で対象系が 0.03%、改質系 I が 0.004%、改質系 II が 0.4% となり改質系 II は約 13 倍高くなった。この結果より濃縮菌体添加による比率の上昇は確認できたが、運転期間中バチルス菌比率が 1% 以上にはならず改質は行われなかったと考えられる。図-3 に引き抜き汚泥の累積量を示す。3 系列に差はなく、改質系 II は 18 日目にバチルス菌数及び比率が大幅に上昇したが、それに伴う汚泥の削減効果は確認できなかった。3 系列とも TOC 除去率は 95% 以上で維持され、TN 除去率は 80~95% で推移し顕著な差は見られなかった。余剰汚泥生成量、除去率に差がないことから改質の効果は得られなかったと考えられる。改質されなかった理由として今回の実験で使用した肉エキス、ペプトンは易分解の基質であり、バチルス菌よりも一般細菌の増殖が勝っていたからと考えられる。

(2)Run2: ドッグフードを基質とした時の菌叢の検討

バチルス菌の増殖を目的とし、基質の炭素源をペプトン、肉エキスに比べ、タンパク質の比率が高く、固形分の多いドッグフードに変更した。図-4 に Run2 における一般細菌数とバチルス菌数の経日変化の結果を示す。一般細菌数は 21 日目まで 3 系列に差は見られず、 10^9 CFU/g-VSS ~ 10^{10} CFU/g-VSS で推移した。バチルス菌数は実験開始時に 5.8×10^7 CFU/g-VSS であったが、減少傾向を示し、20 日目には約 1/4 となった。バチルス菌比率は 19 日目で対象系が 0.1%、改質系 I が 0.4%、改質系 II が 0.1% となった。改質系 I は 21 日以降に加熱、バチルス製剤の投入を行い、バチルス菌比率の向上を狙ったところ、バチルス菌数は向上したが一般細菌数の方が多く増殖し、実験終了時のバチルス菌比率は 46 日目で 0.3% となり、操作前に比べ殆ど変わらなかった。改質系 II は 21 日目以降に曝気時間調節、誘導剤の過剰添加を行った。操作以降、一般細菌の低下は確認できたが、バチルス菌数の低下も同様に起こり、バチルス菌比率は 0.2% となり操作前に比べ殆ど変わらなかった。以上のことより 3 系列共に 1% 以下のバチルス菌比率であり、改質は起こらなかったと考えられる。

おわりに

本研究では現場で効果がある各種添加剤を使用した。汚泥改質は起こらなかった。また基質も分解性も違う 2 種類を使用した。有意な違いは見られなかった。効果が見られたのは菌体の添加であり、添加後はバチルス菌の比率または菌数の上昇が見られた。現場には今回の実験にはない要素が含まれていると考えられ、今後さらに検討する必要がある。

【参考文献】

1 奥田 友章：水熱反応による余剰汚泥削減型活性汚泥法の開発に関する研究,平成 14 年度環境工学研究論文集 vol.39 pp43~54 2002

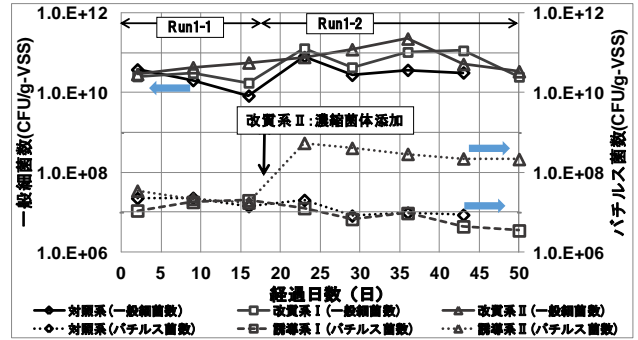


図-2 半連続実験における細菌数の経日変化 (Run1)

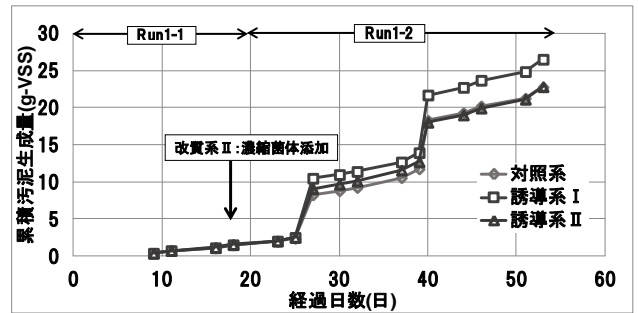


図-3 半連続実験における引き抜き汚泥累積量の経日変化 (Run1)

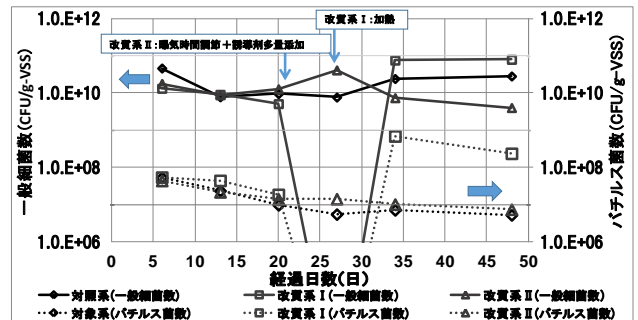


図-4 半連続実験における細菌数の経日変化 (Run2)