

活性汚泥法における汚泥生物の浄化機能に及ぼす窒素の影響(第2報)

京大工学部 正 岩井重久 北尾高嶺 学 ○後神輝美

1 緒論 第1報で次のようなことについて述べた。活性汚泥の活性度は汚泥中窒素含有率にほぼ比例する。ただし、窒素含有率には最大値が存在する。また、活性汚泥による基質窒素の除去は、BOD除去に対して相対的に遅れることである。そして、窒素の除去速度は、外部基質中の窒素濃度を増加することによって増大させることはできない。以上の結果から下記のことを考えられる。すなわち、活性汚泥によって汚水の処理を満足に行うためには、基質窒素を十分に与え、できるだけ窒素含有率を最大値に近づけることによって、活性度を増大させることが肝要である。しかし、所要のBOD除去率に達した時に直ちに汚泥と上澄水を分離すると、窒素除去の遅れのために窒素含有率は減少し、活性度は低下するであろう。活性汚泥法では汚泥を循環使用するので、この問題は大切である。しかしながら、上で述べたことは種の実験の結果から推論しただけのことであり、実際に起こりうるかどうか疑問が残る。そこで、汚泥を循環使用する際に、窒素含有率の減少に起因する活性度の低下が起こることを証明する目的で次の実験を行った。

2 実験方法 使用した汚泥は実験の際に与えたのと同じ組成の合成廃水に馴致したものである。実験に際しては、容量2Lの細口びんに汚泥と合成廃水を入れ、水道水を加えて全量1955mLとし、基質の初発濃度が表-1の値となるようにして曝気を開始した。そして、適時に曝気混合液を採取して、グルコース濃度の変化をアンスロン法で追跡し、BOD源のグルコースがほぼ除去される頃に汚泥を速やかに3回洗滌し、再度水中で浮遊させた。以上を1回とし、同様の操作を9回繰返した。各回の曝気開始直前に、汚泥濃度および汚泥中窒素含有率を測定した。また、1, 2, 3, 5, 7および9回の曝気中にグルコースおよびアンモニア性窒素除去活性度、曝気開始直前に全酸素消費速度を測定した。アンモニア性窒素濃度測定はネスラー試薬を用いて比色する方法によった。全酸素消費速度は、汚泥を適量採取して、これに初発濃度が表-1の値になるように基質を与えた時の酸素消費速度を酸素分析計を用いて測定した。汚泥中窒素含有率の測定はミクロキエルタル法によった。以上、汚泥の循環使用を実験室的に再現したものであるが、余剰汚泥の採取に相当する操作としては、各回直前や曝気中に、諸資料測定のために行った汚泥採取を考える。活性度の測定を行わなかった回も操作は他の回と全く同様である。

表-1

基質	濃度ppm
グルコース	500
$(NH_4)_2SO_4$	110
K_2HPO_4	110
NaCl	30
KCl	7
$MgSO_4$	5

3 実験結果および考察 グルコースの除去過程は図-1に示す。この図から、回を巡って汚泥濃度が増加しているにもかかわらず、グルコースの除去過程を示す直線の傾きが緩やかになっていることが分かる。このことは、単位汚泥単位時間当りのグルコース除去速度すなわち活性度が、回を巡って低下したことを意味する。表-2には、このグルコース除去活性度とアンモニア性窒素除去活性度および全酸素消費速度を各回の汚泥中窒

集含有率と共に記してある。汚泥中窒素含有率は予想通り回を追って減少している。これに対して、3種の活性度も回を追って低下している。この状況を図示したのが図-2である。それぞれの活性度は汚泥中窒素含有率とほぼ比例関係にあることが明白に認められる。したがって、結論で推測したように、活性汚泥法においてBOD除去だけを考えると汚泥を循環使用すると、窒素摂取の遅れから、活性度が低下することと証明された。

この欠点を改善するには、BOD除去後も汚泥を基質窒素存在の下に曝気することと考えられる。つまり、そのための再曝気時間の計算方法を考えてみよう。 $n-1$ 回目の循環使用後における汚泥濃度を S_{n-1} 、 n 回目を与えたBODを L_r 、その汚泥転換係数を a とすると、 n 回目終了時の汚泥濃度 S_n は、

$$S_n = S_{n-1} + aL_r$$

となる。また、汚泥中に組成として含まれている窒素の混合液中濃度を N_s とすると、 N_s の増加速度、すなわち窒素摂取速度は図-2に示した結果から、 N_s 自身に比例する。この摂取速度はBOD除去途中と除去後とでは値が異なることから1報の実験結果から分かっているので、それぞれの比例定数を k_1 および k_2 とする。 $t_{1,n}$ をBOD除去に要した時間、 $t_{2,n}$ を再曝気必要時間とすると、 n 回目終了時の汚泥中窒素の混合液中濃度 $N_{s,n}$ は、

$$N_{s,n} = N_{s,n-1} + k_1 N_{s,n-1} t_{1,n} + k_2 N_{s,n-1} t_{2,n}$$

となる。 n 回目終了時の汚泥中窒素含有率 $N_{s,n}/S_n$ が、 $n-1$ 回目の含有率 $N_{s,n-1}/S_{n-1}$ に等しくなれば、活性度は低下しないので、次式から再曝気必要時間 $t_{2,n}$ が求められる。

$$\frac{N_{s,n}}{S_n} = \frac{N_{s,n-1} + k_1 N_{s,n-1} t_{1,n} + k_2 N_{s,n-1} t_{2,n}}{S_{n-1} + aL_r} = \frac{N_{s,n-1}}{S_{n-1}}$$

表 - 2

回	汚泥中窒素含有率 %	グルコース除去活性度 $\text{mg NH}_3\text{-N} / \text{hr/g 汚泥}$	アモニア性窒素除去活性度 $\text{mg NH}_3\text{-N} / \text{hr/g 汚泥}$	全酸素消費速度 $\text{mg O}_2 / \text{hr/g 汚泥}$
1	8.75	505	4.19	42.16
2	7.71	326	3.06	38.96
3	6.44	312	2.86	37.16
4	6.56	—	—	—
5	5.86	220	2.46	31.92
6	4.95	—	—	—
7	4.67	186	2.08	24.36
8	3.76	—	—	—
9	3.85	144	1.79	20.87

図 - 1

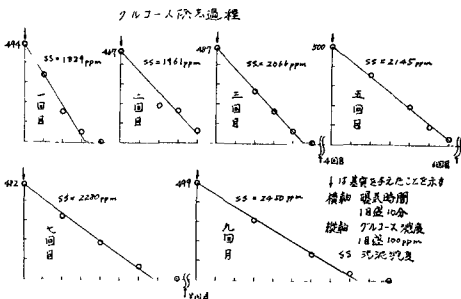


図 - 2

