

活性汚泥法の浄化指標について

東北大学工学部 学 大 沼 正 郎

学 〇 中 村 玄 正

1. 緒言

筆者等はこれまで尿消化槽脱窒素の二次処理として活性汚泥法と接し、実験的に研究とびなってきた。本論文では活性汚泥法の浄化指標のうち、曝気時間、曝気槽内混合液濃度(MLSS)、BOD/SS、汚泥日数を中心にとりあげ、これらの指標から浄化効果を推定しようとするものがある。ただしエアレーション・タンク内では攪拌が充分ならぬ、酸素供給も充分ならぬから、エアレーション・タンク内での流体は完全混合している。その他に活性汚泥による有機物除去は一次反応とし、運転状態が定常状態なら、これら検討を加えてもらう。

2. 生物学的酸化

下水中の有機物は活性汚泥により複雑な機構により除去される。この活性汚泥による浄化機構は下記レー・相説と二相説とに分類できる。筆者等はこゝう二相説を中心に検討を加える。

a. 二相説

活性汚泥の濃度とS、時間tにおける有機物濃度をC、初数増殖相における有機物除去速度定数 K_1 、減衰増殖相における有機物除去速度定数 K_2 、初数増殖相において除去有機物うち活性汚泥に変換される割合を E_1 、減衰増殖相において除去される有機物うち活性汚泥に変換される割合を E_2 とする。有機物濃度が低い場合すなわち減衰増殖相では、有機物除去速度は有機物濃度と関係が深い。有機物濃度が高い場合すなわち初数増殖相ではMLSSと関係が深くなるといわれる。

初数増殖相

$$\frac{dC}{dt} = K_1 S \quad dS = E_1 dC \quad \dots \dots (1)$$

減衰増殖相

$$\frac{dC}{dt} = K_2 C \quad dS = E_2 dC \quad \dots \dots (2)$$

(2)式で活性汚泥の影響を考え、 $K_2 = K_2' S$ とすると、

$$\frac{dC}{dt} = K_2' S C \quad \dots \dots (3)$$

実際のエアレーション・タンク内では特殊な場合、すなわちハイレート活性汚泥法以外は初数増殖相では運転されないと考えられる。

b. 連続試験

エアレーション・タンク内では流体は完全混合しているとすると、汚泥を送り出し、送り汚泥中のBOD濃度はエアレーション・タンク流出水Cと同じであるとする。流入水BODを C_0 とし、水量を Q 、エアレーション・タンクの容積を V とすると、微小時間 dt の物質収支をとる。BOD除去が(3)式で示すよう一次反応とすれば

$$V \frac{dC}{dt} = C_0 Q dt + rC Q dt - (1+r)C Q dt - K_2 C V dt$$

$$\therefore \frac{dC}{dt} = (C_0 - C) \times \frac{1}{\tau} - K_2 C \quad \text{但し} \quad \frac{1}{\tau} = \frac{Q}{V} \quad \dots \dots (4)$$

エアレーション・タンク内で定常状態になったとすれば、(4)式の中を $dc/dt = 0$ とする。

$$C_0 = (1 + K_2 T) C \quad \dots \dots \dots (5)$$

3 結果と考察

実験装置としてのエアレーション・タンクが、実験方法に依しては前報⁽¹⁾と同じであるが、本論文ではふれないうとする。

a 曝気時間とMLSS

曝気時間とMLSSは活性汚泥法の浄化効果を判定する大きな指標である。図3実験の結果、前報のデータより(4)式が得られる。

$$K_2 = 0.115 \times 10^{-3} \times S \quad \dots \dots \dots (6)$$

(6)式を(5)式に代入し、縦軸にBOD除去率、横軸にSTととり示したのが図-1である。

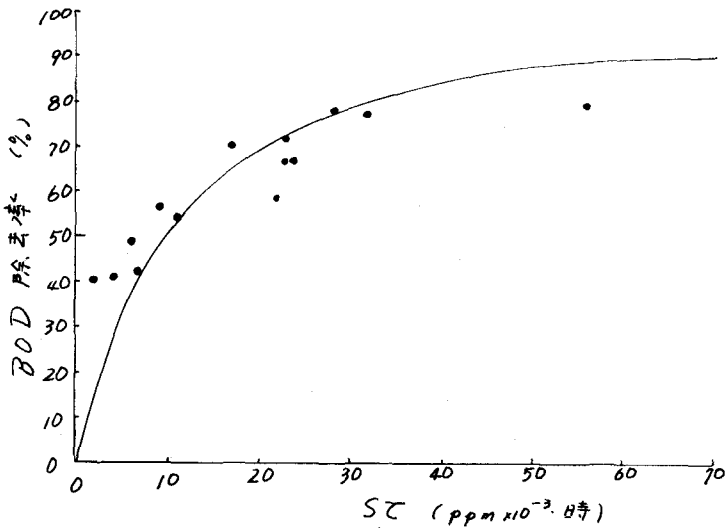


図-1 BOD除去率とST

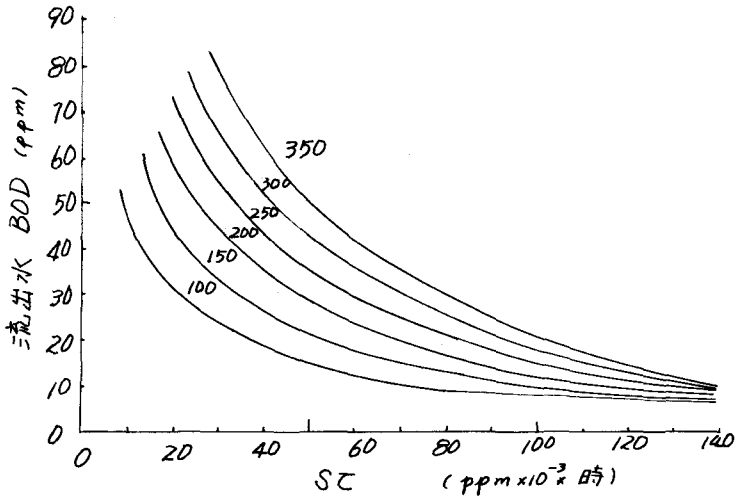


図-2 流出水BODとST

図-1 のプロットは筆者等が得たデータの実験結果の平均値である。図-1 から尿消化槽脱離液の二次処理を活性汚泥法とすることが、BOD 除去率を90%以上期待するときは、MLSS が2000~3000ppmの範囲では、曝気時間が24~33時間必要とすることがわかる。同様にBOD 除去率を70%以上期待するときは、MLSS が2000~3000ppmの範囲では8~10時間必要となる。このパラメータを流入水BODとシ、縦軸に流出水BOD、横軸にSCTの関係を示したのが図-2である。

この結果、流出水BODを30ppm以下とするときは、MLSS が2000~3000ppmの範囲では曝気時間が27~40時間必要とすることがわかる。図-2 から流出水BODが一定値になるとそれ以上は流出水BODが処理できなくなり、この値を限界BODとする。同時にSCTが小さいときは流出水BODは非常に大きな範囲に分布し、SCTが大きくなると小さな範囲に分布し、次第に限界BODに近づく。特に尿消化槽脱離液を活性汚泥法を使って処理する場合、曝気時間を充分とすることが必要である。

図-2 から尿消化槽脱離液を希釈する場合エアレーション・タンク流入直前、または流出直後でも、MLSS濃度を一定に保てば、放流水BODはあまりかわらないことがわかる。したがって放流水に対する影響を考えると、エアレーション・タンク流入直前に希釈した方が良いと考えられる。

6 BOD/SS

Haselkineによると、処理場の処理効果の判定にはBOD/SSが最も適切な指標であるとのべている。流入水BOD(Co)と水量負荷、およびMLSSよりBOD/SSは(7)式のような式と表す。(5)式(6)式より(7)式を代

$$BOD/SS = Co \cdot Q / SV \quad \dots \dots \dots (7)$$

入して、流入水BODをパラメータとして、BOD 除去率を縦軸、横軸にBOD/SSをとして示したのが図-3である。図-3 のプロットは筆者等が得た実験結果である。図-3 からBOD/SSが0.10以下であればBOD 除去率が15%以上と、流出水BODが30ppm以下となるとことがわかる。またBOD/SSが大きくなるとBOD 除去率は、BOD/SSが小さい時と比べて、大きな範囲に分布することがわかる。

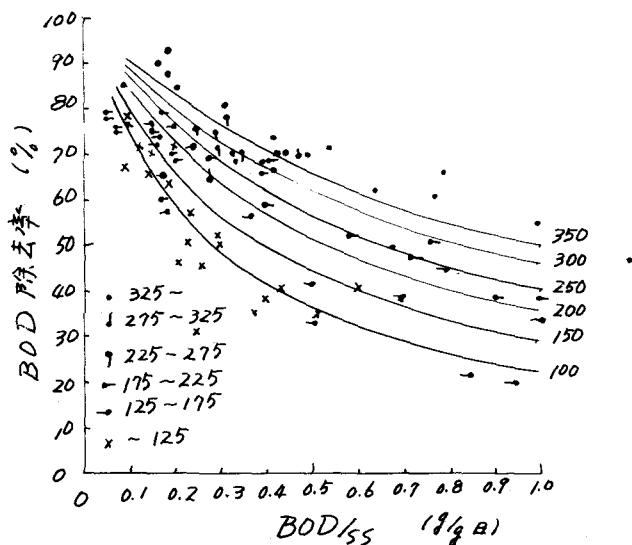


図-3 BOD 除去率と BOD/SS

C. 汚泥日令

汚泥日令は、エアレーション・タンク内にとけだけ汚泥が存在するを示したものであり、浄化効果を推定する一つの大きな指標と考えられる。汚泥日令は流入水SSをふとすると、(8)式のように示される。

$$\text{汚泥日令} = VS/QS, \dots \dots \dots (8)$$

(6)式および(8)式を(5)式に代入し、流入水SSをパラメーターとし、~~縦軸~~にBOD除去率、~~横軸~~に汚泥日令をとって示したのが図-4である。図-4から汚泥日令が低い場合にはBOD除去率の分布の範囲が大きく、できることなら汚泥日令を10日以上とすることが望ましいことがわかる。

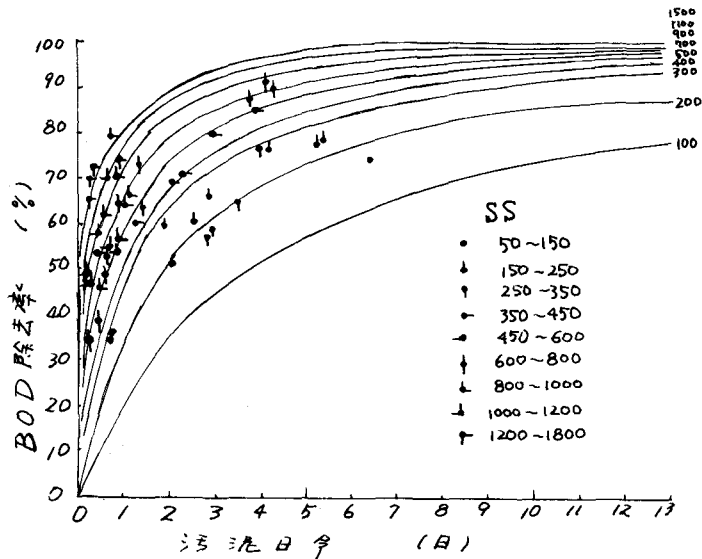


図-4 BOD除去率と汚泥日令

4. 結論

これまで活性汚泥法の浄化指標として検討を加えたが、次のようなことがわかった。

1. 曝気時間、HRT, 汚泥日令はできるだけ大きくし、 BOD_{ss} はできるだけ小さくする。
2. 活性汚泥法よりも生物消化槽脱酸液を利用する場合、流出水BODは限界値以下に小さくする。
3. 生物消化槽脱酸液を希釈する場合、エアレーション・タンクに流入直前におこなう方がよい。

5. 謝辞

本研究におこなうのにあたり終始御指導下さった東北大学工学部教授松本順一郎先生に深甚の謝意を表します。また直接実験をしていただいた東北大学工学部学生、高野剛、田中実、および谷口巖の諸兄に感謝します。

6. 参考文献

1. 松本順一郎、大沼正郎、活性汚泥法の浄化機構について、水と環境衛生工学研究討論会講演論文集、8~16頁、(昭41.11)。