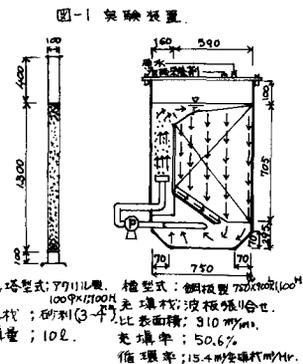


1 はじめに

生物学的脱窒法のうち、維持管理が楽で安定した脱窒効率の得られる生物膜による脱窒法である粒状充填材を用いた方式及びプラスチック成形体を用いた方式について比較検討し、2, 3の知見を得たので報告する。前者は面積的な逆流を必要とする反面高い容積効率が得られる。後者はその逆であるが装置の構造、充填材の形状等に於いて工夫をし、従来法に比べて容積効率に於いて改善を計っている。

2 実験装置と実験方法

実験装置；図-1に実験装置の概要を示す。(a)は粒状充填材(本報告では3~4mm径の砂利を使用)を用いた下向流式脱窒装置を示し、(b)はプラスチック充填材を用いた槽型脱窒装置を示す。槽型に於いては循環ポンプにより槽内底部に配置した配管から廃水を吸引し、導水管を経由して吐出配管に於ける多数の穴から吐出することにより、充填材内に廃水を循環し脱窒する。(又は槽内気体の循環による。)充填材上部断面に曲率をもたせ、同時に下部に傾斜板を設置することにより均一な循環流下が計られている。



供試水等；N<sub>2</sub>-N源としては主としてNaNO<sub>2</sub>を用いた。適宜3次処理水を用い、NaNO<sub>2</sub>濃度調整する方法も採用した。H-供与体としてはメタノール、グルコース、グルタミン酸ソーダを用いた。

分析方法；COD、窒素関係、アルカリ度はJIS-K0102に従い、グルコースはアンスロン法、グルタミン酸ソーダはニンヒドリン法による。

3 実験結果及び考察

生物膜表面への基質の輸送過程に律速段階がない場合は生物膜内の基質の拡散過程が、生物膜内での基質の除去過程が律速となる。生物膜内では間隙水は静止状態にあり、基質は分子拡散により反応点へ供給されると考えられる。図-2に示す生物膜内の細孔につき物質収支をとると、

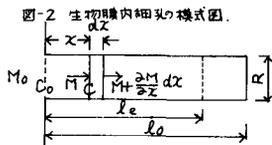


図-3 停留時間とNO<sub>2</sub>-N濃度の関係

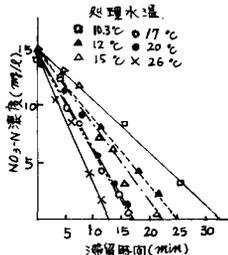


図-4 Arrhenius plot

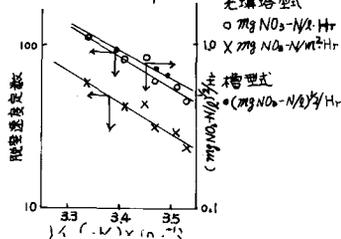
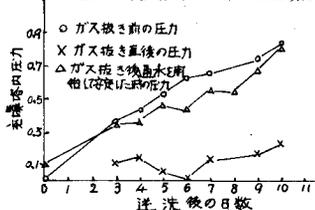


図-5 充填塔内圧力の経日変化



$$\frac{\partial M}{\partial x} = -\pi R r_i \dots \text{①}$$

$r_i$ ; 細孔内表面積当りの除去速度

$$M = -\frac{\pi}{4} R^2 D \frac{\partial C}{\partial x} \dots \text{②}$$

$D$ ; 物質の分子拡散係数

$C$ ; 細孔入口から距離  $x$  における濃度

$$\therefore \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} = \frac{4r_i}{R D} \dots \text{③}$$

反応が生物膜内拡散律速になるときは、基質の浸透が細孔内  $l_e$  までは行なわれないとすると、③を境界条件

$$x = 0 \text{ で } C = C_0, \quad x = l_e \text{ で } \frac{\partial C}{\partial x} = 0 \text{ として解くと}$$

$$C = \frac{2r_i}{R D} x^2 - \frac{4r_i}{R D} l_e x + C_0 \dots \text{④}$$

$x = l_e$  においては、 $C \ll C_0$  とみなせるので

$$l_e = \sqrt{\frac{R D C_0}{r_i}} \dots \text{⑤}$$

系全体の除去速度を $r$ とすると、

$$r = \frac{dC_0}{dt} = \pi r R L \rho \eta \dots \text{---(7) (ここで } \eta \text{; 系全体の細孔数)}$$

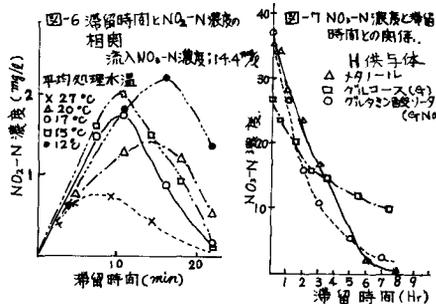
$$\therefore t = \frac{2}{K} C_0^{1/2} \dots \text{---(8) (ここで } K = \pi r R \sqrt{D \rho \eta} \text{)}$$

生物膜内反応律速であるとする、基質は細孔末端まで浸透し、

$$r = \frac{dC_0}{dt} = \pi r R L \rho \eta \dots \text{---(9) } \therefore C_0 = \pi r R L \rho \eta t \dots \text{---(10)}$$

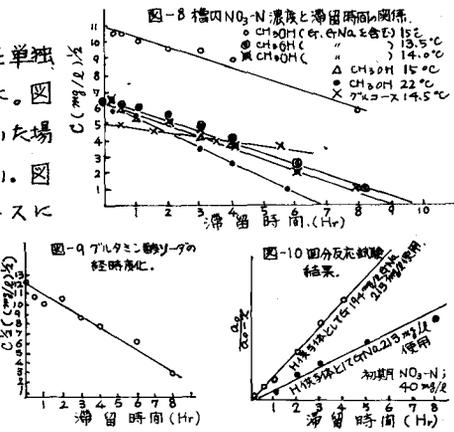
### (1) 充填塔による実験結果

H供与体としてのメタノール濃度が $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の2.5倍以上に於いて図-3に示す如く滞留時間と塔内 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の相関は各温度に於いてほぼ直線関係と与えた。このように実用的には生物膜内反応律速による0次反応によって進行することが判ったが、 $\text{NO}_2\text{-N}$  0.5%以下において0次反応からはずれ、脱窒速度の低下が見られた。これは液中 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の低下により、拡散律速の領域に入ったためであると考えられる。図-4に脱窒反応のArrhenius plotを示す。これから生物学的脱窒反応の活性化エネルギーは、8,900 cal/molであった。又温度係数は1.05と求められた。運転継続10日毎に塔内圧力が約0.8% $\text{cm}^2$ に上昇し逆洗の必要が生じた。逆洗後の塔内圧力の変化の様子を図-5に示した。これから塔内圧力はほぼ直線的に増加するが、これは増殖汚泥に依る目詰まりに起因するものであることがわかる。 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ の汚泥転化率は25%~30%であり逆洗は空気18%、水10%で同時逆洗するのが効果的であることが判った。逆洗から逆洗迄の間に塔内汚泥が徐々に増殖していても脱窒速度には余り変化が見られなかった。図-6に温度別の $\text{NO}_2\text{-N}$ の槽内分布を示した。これから温度が低下すると還元段階の中間生成物である $\text{NO}_2\text{-N}$ がかなり生成してくることが判る。



### (2) 循環槽型反応器による実験結果

H供与体として $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 、グルコース、グルタミン酸ソーダを単独或いは混合使用し脱窒実験を行なった結果以下のことが判明した。図-7に示す通り脱窒反応速度はH供与体としてグルコースを用いた場合に比べて $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 及びグルタミン酸ソーダを用いた場合は速い。図-8に示す様く $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 主体のものを含む)及びグルコースについては滞留時間 $t$ と濃度の $\sqrt{C}$ が直線関係にあり、前述の如く反応次数が1次となり生物膜内拡散律速であることを示している。グルコースの除去は0次反応で $\text{NO}_2\text{-N}$ の除去にやや先行して起る。グルタミン酸ソーダを主体とする場合はグルタミン酸ソーダの除去速度が $\text{NO}_2\text{-N}$ の除去速度に対応する理論速度より速く1次であり脱窒反応は1次反応となる。但し $\text{NH}_4$ の生成は0次反応に従い基質の除去(生体の環状成分解)に先行していることを示している。(図-9, 10)。グルコース、グルタミン酸ソーダを混合使用した場合よりも脱窒速度は加速されれば1次反応に従う。(図-10)。H供与体として $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ を用いた場合の活性化エネルギーは図-4から7,830 cal/molであり、また温度係数は1.04となり充填塔型式より若干低い値が得られた。



### 4. まとめ

1. 充填塔型式では逆洗を約10日毎に行う必要があるため生物膜が肥厚せず、脱窒は生物膜内反応律速となり、0次反応にて進行する。循環槽型式では生物膜が肥厚し、生物膜内拡散律速となり、1次反応になる。(H供与体として $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 、グルコースを用いる場合)。
2. 活性化エネルギー、温度係数とも反応律速となる充填塔型式の方が、循環槽型式より大きい。汚泥汚泥型に比べると、両場合とも小さい。

参考文献 1) 第34回年次学術講演会講演概要集 丹羽、平山。