

山口大 正 中西 弘  
〃 正〇石川 泉 孝  
中国電力 正 末国 光彦

1 はじめに

最近、好気性ラグーンや好気性消化槽において脱窒現象がみられることが多く報告されている。筆者等もし尿処理場の好気性消化槽において確認し、前報において報告した。<sup>(1)</sup>この好気状態下における脱窒現象についてはその機構がいまだ明らかにされていないため、装置化する上でネックとなっている。本研究においてはこの脱窒現象を確認するため、種々の基礎実験を行い窒素の挙動を調べ、窒素除去機構に対する基礎的検討を行った。

2 実験方法

実験装置 図1に示すように窒素の収支をとるため排気口以外は完全密閉とし、排気口にはストリップングしたNH<sub>3</sub>ガスを回収するための凝縮液トラップおよび100mlの5%ホウ酸溶液を2連セットし、この中を排気が通過するようにした。また、攪拌不足による死水域を作らないようにスターラーで緩速攪拌した。

実験方法 実験に供した汚泥は下水処理場の返送汚泥を種汚泥(初期MLSS 5,500 ppmに設定)とし、それと水温度(20℃, 30℃, 40℃) 曝気量(500, 1,000, 2,000 ml/分) 滞留時間(15, 20, 25, 30日)を組み合わせた計36通りの条件下で、表1に示す模擬し尿を用い滞留時間分程1日1回投入するいわゆる半連続式で十分に馴致したものを使用した。そして、投入前と投入24時間後の窒素の分析を行い収支を取った。分析項目は投入前、24時間後それぞれの混合液はK<sub>2</sub>N, SS 5Bのろ液はK<sub>2</sub>N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, pHそして、凝縮液とほう酸液中のNの

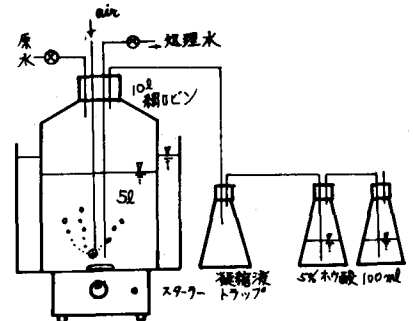


図1. 実験装置

等である。また、30℃, 30日 滞留についてはDO経時変化、窒素経時変化も調べた。

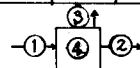
曝気方法 上述の条件下での曝気は全部散気球を用いたが、付加実験として、原水投入後一定時間(5時間) 曝気を停止する間欠曝気方式とガウス管に小穴をあけて曝気し大気泡性にした粗大曝気方式の2通りを行った。

3 実験結果

各条件による実験結果より窒素収支を取ったものを表2に示す。また、DO、窒素の経時変化を図2, 3に示す。以上の結果より次のようなことがわかった。<sup>①</sup> 25, 30

表2 実験結果(窒素収支)

| 滞留時間<br>曝気量 | pH   | MLSS  | 流入N<br>① | 流出N<br>② | NH <sub>3</sub> -N<br>③ | 槽内蓄<br>積④ | 不明量<br>⑤ | T.N<br>除去率 | アモニア<br>飛散率 | 全硝<br>化率 |
|-------------|------|-------|----------|----------|-------------------------|-----------|----------|------------|-------------|----------|
| 日・ml/分      |      | mg/l  | mg/日     | mg/日     | mg/日                    | mg/日      | mg/日     | %          | %           | %        |
| 15・500      | 8.81 | 6 670 | 1403.6   | 963.6    | 274.2                   | 150.9     | 14.9     | 31.3       | 19.5        | 0        |
| 15・1,000    | 8.89 | 6 910 | 1403.6   | 789.1    | 594.9                   | 18.6      | 1.0      | 43.8       | 42.4        | 0        |
| 15・2,000    | 8.67 | 6 560 | 1403.6   | 731.6    | 606.9                   | 61.2      | 3.2      | 47.9       | 43.2        | 0        |
| 20・500      | 8.76 | 5 470 | 1014.4   | 712.4    | 179.8                   | 129.2     | -13.9    | 29.8       | 17.8        | 0        |
| 20・1,000    | 8.67 | 6 150 | 1014.4   | 606.8    | 226.9                   | 204.2     | -23.4    | 40.2       | 22.4        | 0        |
| 20・2,000    | 8.53 | 5 970 | 1014.4   | 468.6    | 486.0                   | 114.5     | -54.6    | 53.8       | 48.1        | 0        |
| 25・500      | 9.03 | 5 160 | 829.5    | 435.5    | 15.5                    | 307.8     | 70.7     | 47.5       | 1.9         | 0.1      |
| 25・1,000    | 6.33 | 6 110 | 829.5    | 207.1    | 0.3                     | -61.7     | 683.8    | 75.0       | 0.0         | 6.1      |
| 25・2,000    | 6.26 | 6 130 | 829.5    | 401.7    | 0.3                     | 336.1     | 91.4     | 51.6       | 0.0         | 23.7     |
| 30・500      | 6.23 | 5 460 | 688.2    | 303.6    | 0.3                     | 48.6      | 335.8    | 53.8       | 0.0         | 20.6     |
| 30・1,000    | 6.18 | 5 510 | 688.2    | 360.8    | 0.4                     | 8.9       | 318.2    | 55.9       | 0.0         | 25.6     |
| 30・2,000    | 6.30 | 6 030 | 688.2    | 343.4    | 0.4                     | 25.4      | 319.2    | 47.6       | 0.0         | 24.2     |
| *1 30・1,500 | 6.25 | 6 020 | 734.1    | 240.4    | 0.9                     | 27.1      | 465.7    | 67.3       | 0.1         | 1.4      |
| *2 30・1,000 | 6.22 | 5 360 | 712.8    | 138.3    | 0.2                     | -7.1      | 581.4    | 80.6       | 0.0         | 2.5      |



\*1 ガウス管曝気 槽内温度30℃  
\*2 間欠曝気

日滞留では硝化作用が進み、逆に、15, 20日滞留ではアンモニアストリッピングが進行することがわかった。その境界として窒素各積負荷  $0.17 \text{ kg-N/m}^3 \cdot \text{日}$ 、窒素汚泥負荷  $0.027 \text{ kg-N/kg-MLSS} \cdot \text{日}$  付近である。② 硝化作用の起きた<sup>25</sup>30日滞留においては不明量が大きく除去率の大部分を占めている。これは  $\text{N}_2$  ガス飛散によるものと考えられる。(以下においてはこの不明量を  $\text{N}_2$  ガスとして考察する) 硝化形態は硝酸塩よりも亜硝酸塩蓄積型となった。③ 汚泥内の窒素含有量は滞留時間による変化は見られず平均  $84.5 \text{ mg-N/mg-MLSS}$  となった。④ pHについては15, 20日滞留では8.5前後で30日滞留では6~7の範囲内である。⑤ DOの経時変化に示される様に30日滞留において、曝気量  $500 \text{ ml/分}$ ,  $1000 \text{ ml/分}$  の時の槽内では原水投入後数時間凝似嫌気状態となることがわかった。⑥ 窒素の経時変化より前日に  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$  として蓄積された窒素は原水投入後2時間内に亜硝酸・硝酸呼吸し  $\text{N}_2$  ガス飛散にしていると考えられ、その後は漸次硝化・脱窒が並行して起きていることがわかる。

#### 4 結果の考察

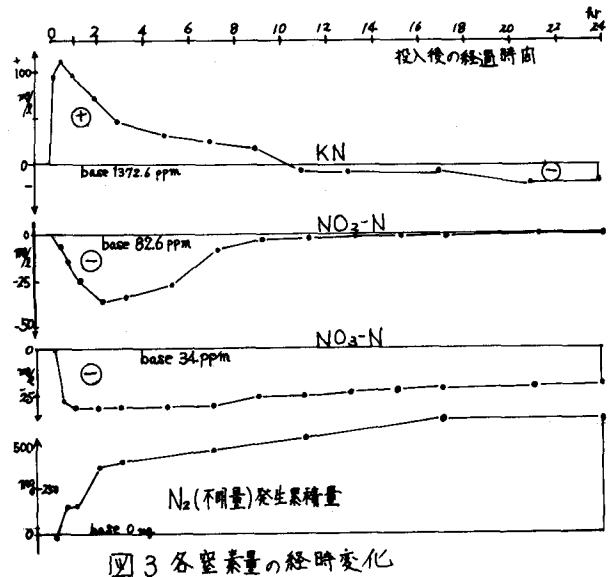
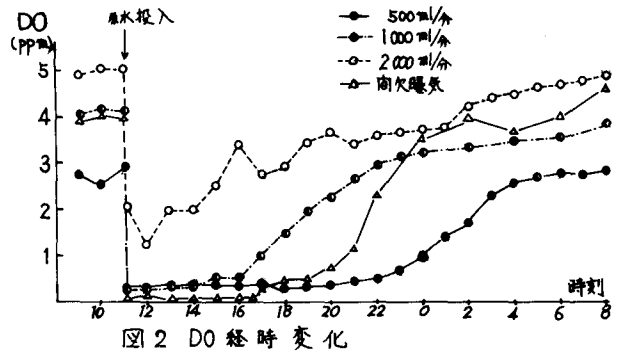
好気性脱窒として考えられる形態としては① アンモニアガスとしての飛散 ② 窒素ガスとしての飛散 ③ 汚泥中への蓄積 ④ その他化学的反応による脱窒等が考えられる。以上の形態について実験結果から考察すると③汚泥中への蓄積は各条件とも平均しており、ある程度蓄積するとそれ以上蓄積しないか溶出している様である。④の化学反応による脱窒があるいは②の窒素ガスとしての飛散かは反応が速いため化学反応かと考えやすいが、DO経時変化に示されるように原水投入後の急激なDO低下に起因しており、この急激なDO低下はBOD酸化、硝化のためのDO消費であり、その不足分を  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$  の還元呼吸作用で補っていると考えられる。一方、硝化作用の起らない15, 20日滞留においてはその除去の大部分を①のアンモニア飛散で占めており、曝気量が大きい程飛散率も高くなっている。

以上から、同一槽内においてはアンモニア飛散と  $\text{N}_2$  ガス飛散は並行的には進行せず、どちらか一方が優先する。また、硝化作用と  $\text{N}_2$  ガス飛散は並行的に進行することが結論づけられる。

紙面の都合上、各制限条件(温度、曝気量、州、SS)および付加実験については講演時に詳細を述べる。

表1 糞尿の成分、性状

| 成分                                        | mg/l            | 測定項目             | mg/l |
|-------------------------------------------|-----------------|------------------|------|
| Reptone                                   | 5300            | BOD <sub>5</sub> | 9700 |
| Meat Ex                                   | 5400            | COD              | 4050 |
| Urea                                      | 1000            | TKN              | 4169 |
| $\text{NH}_4\text{Cl}$                    | 2200            | TKN度             | 7673 |
| $\text{NH}_4\text{CO}_3$                  | 5600            | pH               | 7.9  |
| $\text{NaCl}$                             | 500             | $\text{Cl}^-$    | 4170 |
| $\text{KH}_2\text{PO}_4$                  | 1400            | SS               | 2400 |
| $\text{KH}_2\text{PO}_4$                  | 1100            |                  |      |
| $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 1000            |                  |      |
| KCl                                       | 3200            |                  |      |
| $\text{H}_2\text{BO}_3$                   | 2600            |                  |      |
| $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 1000            |                  |      |
| conc- $\text{H}_2\text{SO}_4$             | 5 <sup>cc</sup> |                  |      |



(1) 中西, 石川; 好気性消化槽における窒素の挙動(その2), 第32回土木学会年次学術講演会