

嫌気槽と沈殿池におけるリン吐出現象について

日本大学工学部 正会員。西村 孝
日本大学大学院 学生員 中田尚行

1. よねがき

生物脱リン法は、現在、開発段階にある極めて新しい技術であり、将来における有力な脱リン技術として注目されている。この方法には大別してファストリフアップ法と嫌気・好気法の2通りがある。両方法とも本質的に何ら変わらないが、嫌気状態でのリン吐出操作に大きな相違点がある。ファストリフアップ法では、有機物の存在しない返送汚泥工程で内田呼吸によりリンを吐出させるが、嫌気・好気法では、有機物存在下でリンを吐出させる方法であると言える。

筆者らは、尿酸難溶の尿酸を添加した模擬生し尿を対象に、フオストリップ法の利点と嫌気好気法の利点と組合せた循環式尿酸脱窒法と運転した。このプロセスの汚泥を用いて回分実験を行い、嫌気状態における有機物添加によるリン脱出の現象と、内性呼吸によるリン脱出の現象について、水温に対する影響を調べたところ、

2. 実験装置と実験方法

図-1に示される規模の実験装置を用い、し尿脱酸液を10倍希釈したものと原水とした化学的リン固定を含む循環式硝化脱窒法を運転した。この方法は嫌気槽で生成される溶解性リンを高濃度を含む混合液の一部(本実験では流入原水の20%)を第2脱酸池で固液分離し、上澄液は化学凝集法で処理される。汚泥中のリン含量が低下した第2脱酸池汚泥は第1脱窒系槽に戻され、リンを再採取する。

実験装置(実験池は除く)は大型恒温水槽に設置し、混合液温を $27 \pm 1^\circ\text{C}$ に設定した。MLSSは $10,000 \text{ mg/l}$ 前後に維持し、硝化槽の滞留時間を12Hrに設定した。操業槽に添加する餌料濃度は1日あたりの排水量(36 l/day)に対して、 $1,500 \text{ mg/l}$ となるようにした。

3. 実験結果と考察

図-2の溶解性O-PO₄³⁻収支は通常の循環式減化脱窒法におけるものである。嫌気性槽におけるリン放出量(等1脱窒素槽でも放出しているのは、酢酸添加量に比べ循環NO_xが少ないため)が多く、平均水質からみると、原水濃度の2倍以上ある。これは活性汚泥がその細胞内に蓄積したポリリン酸をオルトリン酸に加水分解し、そこで得られるエネルギーを利用してBOD成分(ここでは酢酸)と非酸化的に摂取するためと言われている。一方、沈殿池ではBOD成分がほとんどないにもかかわらず、リン放出現象が生じている。再曝気槽、処理水および返送汚泥上澄液の平均水質をみると、再曝気槽ではリンが除去され除去されているが、処理水および返送汚泥では折角除去されたリンが放出されている。この2つの放出現象には本質的に差がない。前者は有機物存在下でのリン放出し、後者は有機物がなく、活性汚泥の内性呼吸によるリン放出しである。このようなリン放出現象が水温に対して如何なる挙動を示すか回分実験により検討した。

3-1 有機物添加によるリン吐出し回分実験

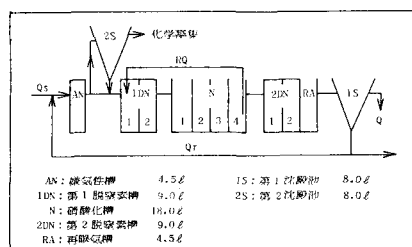


図 - 1 実験フロー

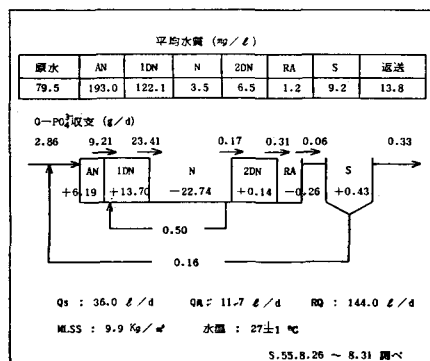


图-2 溶解性 $O-PO_4^{3-}$ 收支

污泥T- PO_4^{3-} /MLSS $\div 0.15$

低水温期にも、嫌気・好見法(循環式硝化脱窒法)は安定してリン除去ができることと、都市下水を対象とした実験で筆者らは確認したが、その原因がリン脱出し操作にあると考えられ、水温に対する影響を調べた。実験は三角フラスコに実験装置のMLSSを採取し、これに有機物として酢酸を添加して、その濃度が1,500 mg/l になるようにした。各容器内の酸素と窒素ガスを置換し、1時間ごとに採水する手法をとった(図-3)。この結果から明らかのように、水温10 $^{\circ}\text{C}$

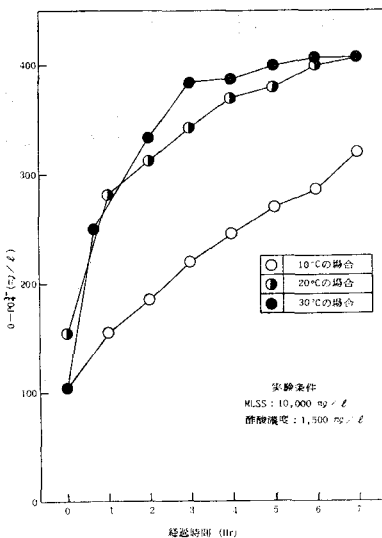


図-3 有機物添加によるリン脱出し

でもかなりの0- PO_4^{3-} 脱出し現象がみられ、20 $^{\circ}\text{C}$ と30 $^{\circ}\text{C}$ では大差がないことがわかる。また10時間後では、水温にかかわらず、総脱出し量に達した。その量は汚泥中のものは30%に相当する。

3-2. 内性呼吸によるリン脱出し回分実験

ファストリップ法におけるリン脱出し操作および沈殿池におけるリン脱出し現象は内性呼吸による脱出しに相当する。実験は三角フラスコに実験装置のMLSSを採取し、沈殿池での状況と想定して攪拌操作をした。図-4より内性呼吸によるリン脱出し速度は水温に大きく影響され、低水温時、特に10 $^{\circ}\text{C}$ 付近では脱出し現象はみられない。また図-5は30 $^{\circ}\text{C}$ におけるリン脱出し現象を攪拌操作した場合と静置した場合とで比較してみた。実際の沈殿池におけるリン脱出し現象は両者の中間に存在するものと思われる。合わせて汚泥の呼吸速度を測定してみたが(表-1)、リン脱出し速度は呼吸速度に比例して小さくなり、水温の上昇に比例する。したがって、高水温期には沈殿池にできるだけ汚泥を貯めないような運転上の配慮がリン除去のうえから必要である。しかしながら、実験装置では水深が2.5 m 以上あり、過剰な沈殿池での汚泥の蓄積はないが、実際上問題とならないものと思われる。

4. あとがき

低水温期には図-1に示すようなプロセスがファストリップ法よりも有利であると推定される。また循環式硝化脱窒法は高濃度のリンを含有するし尿の処理などには、原水中のリンの一部を化学凝集法で固定して、BOD:Pの比率を適正に維持でき、1 g の汚泥中のリン含量を低く抑えて運転できるので有効な方法と思われる。

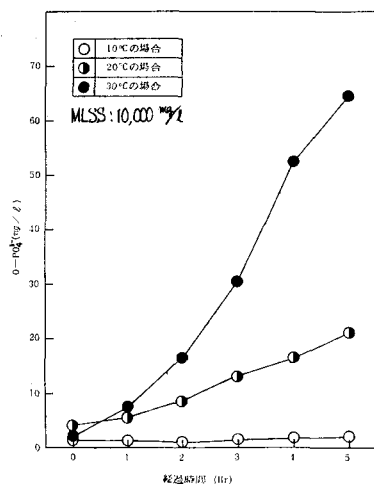


図-4 内性呼吸によるリン脱出し(I)

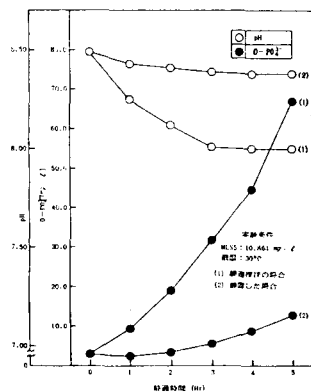


図-5 内性呼吸によるリン脱出し(II)

表-1 内性呼吸による脱出し速度

水温	Re (mg PO_4^{3-} / g MLSS · Hr)	Rr (mg O_2 / g MLSS · Hr)
30 $^{\circ}\text{C}$	1.26	2.32
20 $^{\circ}\text{C}$	0.28	1.28
10 $^{\circ}\text{C}$	0.02	0.51

(注)-1. Re: 脱出し速度 Rr: 呼吸速度

(注)-2. 汚泥のリン含量
 $\text{35SET-PO}_4^{3-} / \text{MLSS} \div 0.12$