

討 議

(17) 嫌気－好気式高濃度活性汚泥法による窒素除去に関する研究

(18) 流動層方式による脱窒処理の検討

大阪市下水道局 内 田 信一郎

水質汚濁防止や処理水の再利用の必要性が高まるにつれて潜在的汚濁負荷の高い窒素の下水からの除去が強く要望され、その研究も盛んである。下水中の窒素の除去に関して物理化学的な方法や生物学的な処理方法など多く存在するが、それらは多く諸外国で開発または研究されたもので、我国の諸条件に適したものとは必ずしも言えない。この点に留意して新しい効果的な下水処理方法を開発せねばならないが、生物学的窒素除去方法は概して経済的であるため諸外国では広く利用されている。しかし、欠点として広い処理場用地が必要なため人口密度の高い我国の大都市ではその採用は難しい。解決策の1つとしてメタノールを添加して脱窒速度を向上させる方法があるが、一般的な公共下水道の水質に対して、メタノール代は6円/㎥前後になりこの薬品代も高く、処理費に大きく影響するばかりでなく有限な資源の枯渇にも関係している。

(17) について

(17)の発表論文は窒素除去方法としては生物学的窒素除去方法の利点を認め、欠点である処理場用地及び薬品費に関する欠点を解決すべく、嫌気－好気式高濃度活性汚泥法を開発し、窒素除去機構を解明しようとした秀れた内容のものである。しかしながら、この研究は人工下水を用いたベンチスケール段階のもので将来の実用化までには多くの点が工学的に解決されねばならない。これらの分野も含めて以下の点をおたずねしたい。

- ① 約10,000 mg/ℓと高いMLSSのDOを3 mg/ℓ以上に保持する硝化槽への空気量はG/L比ならいくらぐらいか。またDOを変化させた時の空気量や系の脱窒効率はどうか。一方、脱窒効率は循環比に大きく影響されるが、前述の空気注入エネルギー、循環水用のエネルギーの脱窒効果について御検討されていればお聞きしたい。施設のコンパクト化は運転条件によっては可能だが反面、単位処理水量当りの必要エネルギーが増加している事が見逃がされる場合が多いので特にその点に関する御意見をお聞きしたい。
- ② 原水に人工下水を用いているが、CODやTKNを固形性及び溶解性で測定しておられたらお教え願いたい。また、TKNが約90 mg/ℓと高いが、これが脱アミノ反応で $\text{NH}_3\text{-N}$ になり硝化されると相当pHが低下するが（脱窒反応で約50%ほど回復する）、アルカリ度の挙動はどうであったか。低いpHは硝化反応を阻害するが人工下水の調合はこの点を考慮してpH緩衝能力を高めているのか。何故この様に高いTKN値の原水を用いたか。
- ③ 本実験の処理効果を左右しているものに発表者により開発された特殊なフィルタによる汜過処理がある。このフィルターの詳細な説明がほしい。フィルタの目開きや汜過速度によっては生物膜汜過が生じており、それによる溶解性又は浮遊性の汚濁物質も相当吸着や汜過作用で除去されているように見られるがどうか。
- ④ メタノール無添加による生物学的脱窒法を開発を一つの目的とされている。メタノールに代って脱窒の為に水素供与体は細胞内基質が利用される訳であるが、メタノール/ $\text{NO}_3\text{-N}$ 比の如く必要炭素量に代る脱窒制御因子に関して原水中や汚泥中の有機炭素量と何か良い相関は存在しないか。ここで用い

れた人工下水はこの点に関してどのような位置にあるのか。

- ⑤ 原水中の有機炭素量（ TOC 他）の多少は脱窒菌の増殖に影響し、菌体中の有機炭素含有量にも影響する。原水中の有機炭素量は脱窒効果にどのように影響し、また、原水および菌体中の有機炭素の利用に順序はあるか。
- ⑥ メタノール添加の場合、理論メタノール量と実メタノール消費量では後者は前者の約30%増と言われているが、それは脱窒菌群等の増殖のために利用されている。ここでは人工下水を用いているが、か余剰汚泥の発生は殆んどないと述べられているが、このような条件下ではやはり脱窒速度を律速するように思えるかどうか。
- ⑦ 式(3)に於いて循環比以外の因子と処理水窒素濃度との関係についてデータがあればお教え願いたい。
- ⑧ 硝化や脱窒プロセスでは多量の空気の注入や高い MLSS のための菌群の微フロック化やフロキュレーションが起っていると考えられるが、各々の SVI はどれぐらいであったか。
- ⑨ 窒素の物質収支の式(1)において汚泥からの窒素の再溶出現象が考えられるが、それは式の説明中の β で表わされるのか。原水中の窒素濃度が本発表文中の処理水レベルなら、汚泥濃度が高いため汚泥からの窒素成分の再溶出は無視出来ないと考えられないか。その様な窒素レベルの原水に対してここに述べられた関係式は適用出来るのか。 T-N を $2 \sim 3 \text{ mg/l}$ 以下にしようとする場合、本プロセスの適用はどのようなのか。
- ⑩ 式(3)、(4)の窒素吸着速度 α は COD-SS 負荷が大きくなれば小さくなる傾向を示しているが脱窒菌の増殖・細胞合成の為に COD 負荷の大きい方が多量の窒素を必要とし、 α は大きくなると考えられるが、ここでの結果は人工下水の基質組合せによる特別な結果なのか、それとも一般的なものか。
- ⑪ 高濃度活性汚泥法による窒素除去に関して冬期の低水温時における脱窒反応速度と水温に関するデータがあればお示し願いたい。

(18)について

生物学的硝化脱窒法にも反応槽の汚泥の状態により汚泥浮遊方式、固定床方式および流動床方式の3つがあるが、必要滞留時間（すなわち必要処理場用地）はこの順に短かく（小さく）なっていく。流動床脱窒の研究の歴史は浅く未解決の問題は多いが、(18)の発表論文は手近にある砂を流動床の媒体として用いて高い汚泥負荷と接触効率を与えることで大きい脱窒速度を得て、施設のコンパクト化を実証し、かつ、水温に対する脱窒効果は汚泥浮遊方式のものとはほぼ同じ結果であったなど興味ある結果を提示しておられるが、2、3の点をお聞きしたい。

- ① 流動床脱窒にはペレット径の大きさは重要な因子である。担体径、その比重や線速度と展開率、脱窒菌が担体に付着した時の同じ関係、さらに攪拌羽根の回転力はどのように作用するのか。
- ② 窒素の除去量は水温によって大きく影響されていると結論づけているが、夏と冬の運転条件（担体径、線速度、 pH コントロールの有無、展開率など）は同じではない様に見受けられる。同一条件にすれば水温の脱窒に与える影響は変わっていると考える。また、逆に関係を知りたいのは低水温時にどのような運転条件ならば脱窒反応への水温の影響をどれだけ少く出来るかであり、ここ述べられた運転条件はその様なものなのか。アウレニウスの式へのプロットも同一条件ならばもっとよくプロット出来るのではないか。
- ③ 本論文の主旨の一つとして流動床脱窒槽の処理効率と運転管理指標の関係づけがあるように見受けられるが、表-2に記されていないペレット径、展開率などを知りたい。それらと処理効率はどうか。
- ④ 流入中の窒素濃度、その除去率や水温値等を設定すれば用いるべき担体径（および比重）、線速度は求まると考えられるが、この関係式についてどうお考えであるのか。
- ⑤ 流入水量の変動を流動床脱窒槽で受ける場合、線速度の変化に従って展開率も変わるが、その時の対策はどのようなものが考えられるか。また、線速度、担体の元の比重、展開率との関係は砂汚過塔の水逆時

とくらべてどうなのか。

- ⑥ 実用化に当って、一番の問題は槽全般をいかに均一に流動化させるかであろう。この種の問題に対しての現在の見通しはどうか。
- ⑦ 流入負荷や流量の変化によって増加したペレットのキャリオーバーがありそうだが、このペレットから砂をどの様に分離し、どこへ戻すのか、又、残りの汚泥の沈降性や脱水性はどうか。さらに、キャリオーバーする頻度や容量はどれぐらいか。

以上、発表論文の内容に直接関係しない質問もあったが、生物学的硝化脱窒法の新しい処理技術としてメタノール無添加式嫌気－好気式高濃度活性汚泥と流動床式脱窒法の今後の研究がさらに発展されることを心から望みたい。