

氏 名	村 田 清 美 むら た きよ み
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1093 号
学位授与の日付	昭 和 53 年 9 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	し尿処理の高度化に関する研究

論文調査委員 (主 査)  
教 授 岩 井 重 久 教 授 平 岡 正 勝 教 授 寺 島 泰

### 論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、し尿の2次処理の後に付加させる3次処理、ならびに2次処理を改良・修正することを含めたし尿の高度処理に関して、各单位操作の処理効率や運転条件に関する実験的な諸研究と、それらを基礎として実際施設への系としての適用性を確認するために行った実証運転研究との成果をとりまとめ、検討を加えたものであって、緒論、結論のほか4章からなっている。

第1章の緒論では、し尿処理の行政的背景と並行して処理技術の発展過程と現状とを論じ、その動向と問題点とを明らかにし、本研究の意義付けを行っている。

第2章では、し尿の酸化処理方式における技術上の基礎を確立するために、まず2段活性汚泥法に関する一連の実験的研究を進めた結果、淡水が僅少な地域や寒冷地では、1次処理としては無希釈曝気方式が最適であることを指摘した。ついで数倍の希釈の後に2～4日間の曝気で1次処理し、その後にさらに希釈して2次曝気処理を行う方式について、長期間にわたる実験研究を進め、その設計基準を確立し、これを十数カ所の実施設に適用した結果を論述している。

第3章では、し尿中の窒素の除去に関し、また特に第1（長時間）曝気槽における窒素除去に関する研究成果を述べている。すなわち、既設の酸化方式での第1曝気槽について調査した結果、総窒素除去が比較的良好に行われている例が多く、その原因はこの槽への流入前の淡水希釈と、硝化汚泥の返送とによるものと推定した。そこで、総窒素除去の生じていない処理場での無希釈第1曝気槽前で3～5倍の淡水希釈を行い、しかも第2曝気槽の余剰汚泥の全量をここへ返送したところ、70～80%の総窒素除去が生じた。さらに第2曝気槽の混合液をも第1曝気槽へ返送することにより、85%以上の総窒素除去と、95%以上のBOD除去とが達成されることを見出した。

さらにこうした処理は、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素が脱窒菌により窒素ガスとして脱窒される際に、流入し尿中のBODが有機炭素源として利用されることによるもので、慣用の主としてBOD酸化菌のみによる処理よりも、これと硝化菌、脱窒菌との混合系による処理を行わせる方が、はるかに効果的であることを明らかにした。またその際の処理効率を左右する基本因子を究明し、硝化、脱窒に関する反応速度

定数をも把握した。他方、窒素除去法の一環として、合成ゼオライトによる  $\text{NH}_4\text{-N}$  吸着についての実験的検討を行い、再生液としては0.4%NaOH液が最適であり、吸着・再生の繰返し実験では、9~12( $\text{mg} \cdot \text{NH}_4\text{-N/g} \cdot \text{ゼオライト}$ )程度の吸着が可能であることを認めた。

第4章では、し尿2次処理水中のCOD、色度、リンの除去に関して論述している。すなわち、まず2次処理水の凝集沈殿汚泥を第1曝気槽へ返送することにより、第1曝気槽上澄液中のBOD、T-N、 $\text{PO}_4$ は、返送前のそれらの約70%も低減することを知った。この場合、第1・第2の両沈殿槽のうち前者を省略して後者のみとすれば、汚泥処理の一元化が可能となる。こうした方式を数都市の実際施設に適用したところ、いずれもT-N除去率は70~80%となり、良好な処理成績が得られることを明らかにした。

ついで、曝気槽内混合液を沈殿槽に導く途中に、凝集剤混和槽を設けることを提案し、実施にこれを用いて4年間にわたる運転ののち、その効果を確認し、これが緊急時対策用の設備としても有効であることを認めた。さらに、2次処理水に対する活性炭の、特にCODや色度に対する吸着特性を明らかにし、吸着・再生の繰返しの結果を解析した。最後に、2次処理水にオゾン処理を適用する場合の前処理として、凝集沈殿を行えば、高分子系の色度成分を除去し、オゾン処理の負担を軽減する上で有利となり、他方、特に $\text{NO}_2\text{-N}$ が含まれる場合には、過酸化水素を添加すればオゾン処理の効率が高められ、こうした前処理とともにオゾン消費量の低減に役立つことを見出した。

第5章では、現時点で適切と考えられる高度処理方式について、考究したところを述べた。特に、前述のように第2曝気槽内の余剰汚泥、または混合液を、第1曝気槽に返送すると、総窒素およびBODに関する極めて高い除去率がえられることを、実証プラント実験によって確かめた。

第6章の結論では、本論文における諸成果を総括して示し、今後に残された課題について論じている。

### 論文審査の結果の要旨

近年、し尿処理施設の設置に際し、従来からの有機質、浮遊物質などの通常程度の除去に加えて、窒素、リン、色度の除去、さらには有機質のより完全な除去が要求され始めたために、これらを合理的、経済的に達成させるような処理方式を確立することが急務となっている。

本論文は、し尿処理方式を構成する単位操作とそれらの組合せとについて、回分式・連続式の室内・パイロットプラントの実験という段階を踏み、さらにその結果を適用し、長期間の運転・管理を実施して設計・運転上の基礎資料を収集し、それらを評価して、今後の在り方を論じたもので、得られたおもな成果を述べると次のようになる。

(1) し尿処理方式として酸化処理方式をとりあげ、一連の回分式・半連続式および連続式の実験を行った結果、曝気槽に対する $\text{BOD}_5$ 負荷が1.0( $\text{kg} \cdot \text{BOD}_5/\text{m}^3 \cdot \text{日}$ )以下であれば、流入し尿の $\text{BOD}_5$ が1,000~14,000  $\text{mg/l}$ の範囲内で、80%以上の $\text{BOD}_5$ 除去率が得られることを明らかにした。

(2) し尿の2段曝気処理方式において、第2曝気槽からの汚泥を第1曝気槽へ返送することにより、第1曝気槽においてはBOD除去に加えて70~80%の総窒素の除去が行われ、さらに第2曝気槽混合液をも第1曝気槽へ循環返送することにより、10倍程度の低淡水希釈のもとで、85%以上の総窒素の除去が可能となることを確認した。すなわち、慣用の主としてBOD酸化菌のみによる処理よりも、これに硝化菌お

よび脱窒菌を加えた混合系による処理が極めて有効であり、第1・第2曝気槽の全容積に対するキェルダール窒素の汚泥負荷が $0.04 (kg \cdot N/kg \cdot MLSS \cdot 日)$ 以下であれば、85%以上の総窒素の除去が達成され、しかも95%以上のBOD除去率が得られることを見出した。

(3) 既設の2次処理用の曝気槽を硝化槽として転用するためには、それへの流入水中のアンモニア態窒素濃度を $70 \sim 560 mg/l$ の範囲内に保ち、アンモニア態窒素負荷を $0.5 (kg \cdot N/m^3 \cdot 日)$ 以下とする条件下で、98%以上の硝化率が得られ、この場合の硝化反応速度定数は $2 \sim 5 (g \cdot N/kg \cdot MLSS \cdot 時)$ であるが、その際には7程度で変動しないpHと $15^\circ C$ 以上の水温とが必要であることを明らかにした。

(4) 2段活性汚泥処理水を硫酸バンドで処理する場合、この方式を効率化するために、第1沈殿槽は設置せず、第2沈殿槽だけを設け、ここから凝集沈殿汚泥を第1曝気槽へ返送し、また余剰汚泥を引抜けば、汚泥処理の一元化が可能となり、処理水質では残留BOD、リン酸イオンなどの項目に関して著しい向上が見られ、同時に硝化効率も向上する等、その有効性を確認した。

(5) 亜硝酸性窒素を含む処理水にオゾン処理を適用する場合、過酸化水素の添加による前処理が、オゾン処理の効率を高め、オゾン消費量を大巾に低減させることを明らかにした。

(6) 個々の単位操作に関して得られた研究成果を総合し、し尿の高度処理のための合理的な処理方式を提案し、その有効性を実際施設で検討し、今後のし尿処理の在り方を提示した。

下水道完備までの暫定措置であると見られるために、し尿処理に関する研究は軽視され勝ちであるが、事実上の被害として閉鎖水域での水の富栄養化問題が頻発し、また住民の環境権意識が高揚している現今では、現施設基準に則った2次処理まででこれらに対処することは不可能であり、ここに栄養塩類、生物学的に難分解性の有機質、色度などの高度の除去処理が必要とされる。

本論文には、こうした目的を達成する上に有効に利用しうるような独創的な成果が多く含まれ、また今後において、清浄度の高い処理水を確保しうるようなし尿処理施設の新・改・増設に当たっての種々の明快な解決策が提示されており、学術上、実際上貢献するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。