

氏 名	向 井 常 雄 むか い つね お
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第1166号
学位授与の日付	昭 和 54 年 3 月 23 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	下水の高度処理に関する研究

(主 査)
論文調査委員 教 授 岩 井 重 久 教 授 井 上 頼 輝 教 授 平 岡 正 勝

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、下・排水の生物学的処理における微生物のフロック化の要因として、金属、とくに鉄の存在が重要な役割を果たしている点を追求し、得られた知見を下水高度処理法の研究に適用して検討したものであり、7章からなっている。

第1章では、現在の水環境問題を概説し、炭素、窒素、リンなどの生物増殖因子が、富栄養化や藻類発生機構にどのように作用しているかについて説明している。

第2章では、下水高度処理の研究に取り組むにあたり、まず下水中の有機物の特性を把握し、それを除去する方法の方向性や可能性を検討している。また適当な処理システムとの組み合わせを見出すのに必要な原水や、処理水の特性の判別法として、イオン交換および限外濾過による廃水成分の分画定量を提案している。

第3章では、活性汚泥中の粘質物質を追求し、微生物のフロック化機構と金属、とくに鉄の役割との関係を、定量的仮定に基づいて明らかにしている。その成果を利用して、生物学的な下水3次処理という低基質系において、安定な微生物のフロック化と有機物の除去とが達成できる方法を、生物学的およびコロイド化学的観点から検討している。その結果、(1) BOD 負荷を $0.15 \text{ kg-BOD/kg-MLSS} \cdot \text{day}$ 以下、(2) エアレーション混合液の pH を 5.5~6.5 程度、(3) 微生物フロック中の鉄含有量を約15%前後とする3条件を満足させれば、効果的に有機物の吸着能と分解能とを発揮する微生物フロックが成長し、2次処理下水中の BOD 成分をほぼ完全に除去し得るという研究成果を得ている。この生物処理法の特異性と処理効果とを BOD 負荷、pH およびフロック中の鉄含有量と関連づけて明らかにしている。

第4章では、前章で明らかにした生物学的3次処理法の特質を、し尿の高度処理法として適用することによって、し尿の清水希釈率を10倍以下に低減させても、BOD を 20 ppm 以下とする安定した処理が可能であることを、室内研究と実装置とを通じて実証している。

第5章では、第2章で示した凝集処理における有機物の除去特性とを利用して、下水高度処理システムを検討し、その処理効果を論述している。すなわち、第2鉄塩凝集法と第3章で述べた特異な生物処理法

とを組合せることによって生下水を処理し、BOD、SS、リンなどの汚濁指標物質がほぼ完全に除去されることを、3か所の下水処理場での長期パイロットプラント試験と実用化試験とを通じて明らかにしている。またこの処理水は、他の生物的、物理化学的処理によって得られた処理水よりも、藻類増殖能に欠けたものであることを AGP 試験により実証している。

第6章では、この研究成果による下水高度処理法に対し、システムの考察を加えて本研究の成果の位置付けを行っている。その結果、本法は他の諸法に比べて有機物とリンとの除去に効果はあるが、汚泥発生量と運転経費面とに難点のあることを認め、下水高度処理プロセスの選択にあたっては、経済性と技術性はもちろん、その処理の目的と要求水質とを十分に検討し、把握しておく必要のあることを示している。

第7章は結論であり、本研究で得られた成果を要約したものである。

論文審査の結果の要旨

下水の高度処理法としての凝集処理法と生物学的処理法の組合せは、水環境保全や下水の再利用上の観点から欠かせない処理技術の1つである。しかしながら、処理プロセスの既往の組合せでは効率的、かつ安定的に下水中の汚濁指標物質を除去するのに十分でなく、技術的、経済的な検討の余地がまだ残されている。本論文は、下水中の有機物の特性と各種下水処理プロセスにおける有機物の除去特性とを明らかにするとともに、貧栄養性の処理水質を得るために、低基質系でも効率的かつ安定的に有機物の除去機能を発揮し得るような生物処理法を研究し、さらにこの処理法と凝集法を組合せて、反応諸因子相互の関連性を明らかにし、下水高度処理のための一つのプロセスを提案したものである。得られた研究成果の主なるものを要約・列挙すると次のようになる。

(1) 下水中の有機物は、分析用アニオン交換樹脂を利用することによって、有機酸、糖類、蛋白質、アミノ酸などの比較的生物分解されやすい画分と、フェノール系物質を主体とする比較的高分子性の画分との簡便に分画定量できることと、また分析用限外濾過膜を利用して、容易に分子量分布が把握できることを明らかにしている。

(2) (1)の分画定量法により、各種下水処理プロセスでの有機物の除去特性を検討し、生物学的処理プロセスでは低分子性の有機物が、また物理化学的処理プロセスでは高分子性の有機物が、それぞれ効果的に除去される傾向にあること、さらに凝集処理では事前に有機物の除去限界を把握できること、などを明らかにしている。

(3) 活性汚泥から抽出した粘質物質は、多糖類、蛋白質、核酸、フィチン酸などの生体高分子物質ばかりでなく、これらをゲル化させる役目を果たしている金属も多く含んでおり、とくに鉄の存在が活性汚泥のフロック化に重要因子となっていることを、フロック化機構のモデル図を示して明らかにしている。

(4) (3)の知見に基づいて、生物学的下水3次処理という低基質処理系で、高率的、安定的に生物処理機能が発揮されるための諸因子を検討した結果、1) BOD 負荷が $0.15 \text{ kg-BOD/kg-MLSS} \cdot \text{day}$ 以下、2) エアレーション混合液の pH が 5.5~6.5 付近、3) 微生物フロック中の鉄含有量が約 15% 前後、とするという条件が満たされれば、2次処理下水中の BOD 成分はほぼ完全に除去されることを明らかにしている。

(5) (4)の特異な生物処理法をし尿の高度処理法として適用し、10倍希釈率以下でも BOD を 20 ppm 以下に除去する成果を、実装置での研究によって明らかにしている。

(6) 凝集法と(4)の新しい生物処理法とを組合せることによって、下水中の BOD, SS, リンなどの汚濁指標物質をほぼ完全に除去するような高度処理システムを、長期実証試験を通じて明らかにしている。この処理システムは、既往の凝集・生物組合せ高度処理システムと比較し、処理水の水質がきわめて優れたものとなり、環境保全対策上に有効であることを示した。

以上を要するに、本論文は下水中の有機物の特性、各種下水処理プロセスでの有機物の除去特性、また生物処理における微生物のフロック化機構などを明らかにするとともに、これらの諸知見に基づいて注目すべき新しい生物処理方式を提示し、さらに新しい下水高度処理方式の発案と実証とを行ったものであり、これらの成果は学術上、實際上で寄与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。