

し尿処理施設の維持管理に関する一考察

Study on the Procedure in Sanitation Plant

野尻 喜好 山口 明男 増田 武司 鈴木 征

要 旨

低希釈二段活性汚泥方式のし尿処理施設について、希釈水量を、処理し尿の5倍から2.5倍程度の範囲で変化させて運転を行い、COD、T-N、T-P及び色度の処理状況を中心に調査を行った。その結果、調査途中で、脱窒反応不足による、pHの低下現象が現れたが、希釈水量が処理し尿の量の2.5倍程度の低希釈状況においても各処理項目について十分良好な処理が行われることがわかった。

1 はじめに

東京湾や瀬戸内海などの閉鎖性海域での赤潮の発生や¹⁾、琵琶湖や霞ヶ浦などの湖沼における淡水赤潮や、アオコの大量発生は²⁾これらの閉鎖性水域への窒素やリンの流入による富栄養化に起因している。この富栄養化の原因としては、窒素やリンが排水規制を受けていなかったこと及び、従来の二次処理までの下水処理場、し尿処理場およびその他の事業場における生物処理での排水処理では、窒素やリンの除去が不十分であったことなどが考えられる。排水中からの窒素やリンの除去の必要性から、生物処理のみでの窒素やリンの除去プロセスの研究や、効率良く、窒素、リンを除去するための高度処理施設の開発及び既存処理施設に対する改良などが広く行われている。

本研究においては、し尿処理の低希釈二段活性汚泥方式を対象として、本来の設計値においては、希釈倍率が処理し尿の量の10倍の施設³⁾であるものを、更に希釈水量を減らすことによって、生物処理過程での、窒素、リン、COD及び色度を中止とした処理効率にどのような影響を及ぼすかを調査した。

一般に、希釈水量を減らすことにより、生物処理後の高度処理施設に対する水量負荷を低下させ、高度処理の処理効率の向上及び施設全体の小規模化などが期待できる。

2 調査方法

2・1 運転条件

実験施設として、大里村にある荒川南部環境衛生組合荒川南部環境センター・清流苑を利用した。本施設の基本構造は、し尿処理施設構造指針⁴⁾に示されている低希釈二段活性汚泥方式の施設である。この方法の特徴は、嫌気性条件と好気性条件でし尿を処理することにより生物脱窒が行えるところにある。実験施設の設計仕様を表1、概略図を図1に示す。

表1 実験施設の設計仕様

装置名	有効容積 m ³	寸法		
		巾m	長さm	深さm
第1 攪拌槽	365	6.0	14.5	4.2
第1 曝気槽	365	6.0	14.5	4.2
第2 攪拌槽	176	6.0	7.0	4.2
第2 曝気槽	53	4.2	3.0	4.2
沈殿槽	97	7.2 (直径) × 2.4		

注 沈殿槽の表面積 40.7m² 堰長 22.6m

希釈水量を3段階で変更することにより、実験区画を、Run 1からRun 3に分けた。各Runにおける運転条件は表2に示すとおりである。Run 1は清流苑での通常運転に近い条件であり、Run 2では希釈水の量を増やし、Run 3では希釈水の量を減らした。表2の各値は、各Runの期間での平均値である。希釈水量はRun 1では処理し尿の平均3.6倍、Run 2では平均5.0

倍、及びRun 3では2.8倍に設定した。
 実験期間は、昭和61年1月24日から
 4月22日にわたった。

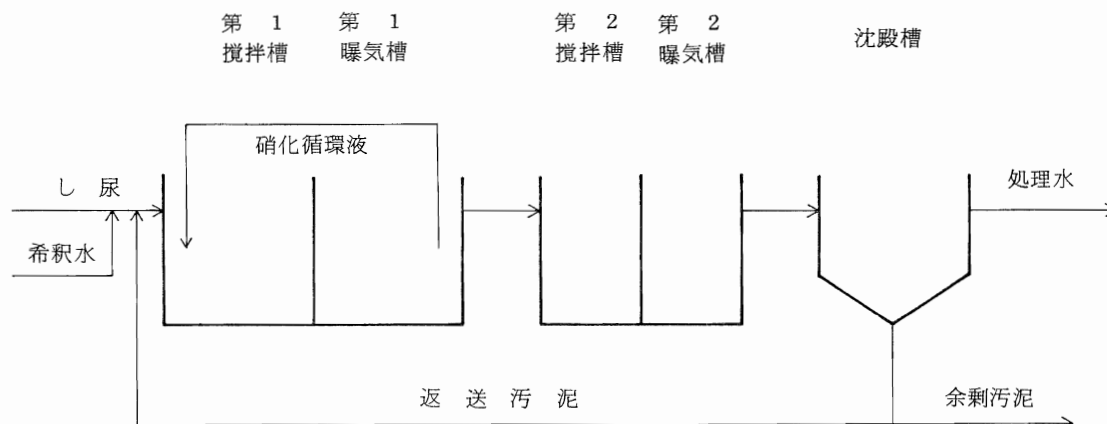


図1 実験施設概略図

表2 処理施設運転条件

Run (実験期間)	し尿	希釈水量	返送汚泥	余剰汚泥	* 送風量(1)	* 送風量(2)	** 循環比	* MLSS(1)
	m ³ /日	対し尿倍率	m ³ /日	m ³ /日	m ³ /分	m ³ /分		mg/l
Run 1 (19日) (1.24 ~ 2.12)	20.3	3.6	230	13	8.2	0.53	19.9	7,820
Run 2 (33日) (2.18 ~ 3.23)	22.9	5.0	260	14	7.9	0.61	14.4	7,740
Run 3 (30日) (3.23 ~ 4.22)	25.7	2.8	320	20	12.8	1.04	23.3	8,720

* (1)は第1曝気槽 (2)は第2曝気槽
 ** 返送汚泥を含む

2・2 水質分析

水質分析は、除渣し尿、第一曝気槽出口、第二曝気槽出口、沈殿槽越流水（処理水）及び汚泥脱離液について、週に1回の頻度で延べ14回行った。分析法は、硝酸性窒素（NO₃-N）はイオンクロマトグラフィー⁵⁾、色度は吸光度法⁶⁾、他の項目については、JIS K0102⁷⁾ または下水試験方法⁸⁾ に準拠した。ただし曝気槽の水質は、混合液を1μmGFBろ紙でろ過後、分析を行った。

3 結果及び考察

3・1 運転状況

図2に、希釈水量（WATER）、第一曝気槽送風量（AIR[1]）、第一曝気槽出口DO（DO[1]）及び処理水のpHを示した。実験の開始が気温の低下している冬期に当たったため、Run 1からRun 2の中期にかけて、攪拌槽での脱窒反応不足と考えられるpHの低下現象が現れた⁹⁾。特に、Run 1の後半からRun 2の前半にかけて顕著になり、処理水でpH 6.2 第二曝気槽出口ではpH 6.1及びアルカリ度についても36ま

で低下した。通常運転時では pH 7 付近となる。

好な維持管理が行えるであろう。

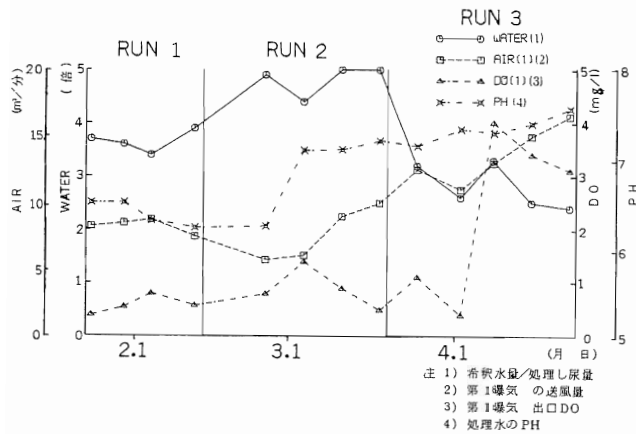


図2 各運転条件における経日変化

このため、実験開始当初 8.5 m³/分程度であった第一曝気槽の送風量を、Run2 の前半では、6 m³/分程度まで減少させ、第一曝気槽中の硝化反応を抑制し pH の低下を防いだ。その結果、図3 の形態別窒素の経日変化においてみられるように Run2 後半から Run3 前半で、総窒素 (T-N) 中のアンモニア性窒素 (NH₃-N) の占める割合が増加している。Run3 の後半では、ほぼ処理水中の NH₃-N は、NO₃-N に硝化され、T-N はかなり減少し、良好に硝化、脱窒反応が進行している運転状況となった。この時点での希釈水量は、2.5 倍であった。ただし、Run3 においては、表2、図3 に示したとおり、第一曝気槽への送風量が平均で 12.8 m³/分まで増加している。これは Run1、2 では、pH の低下を防ぐため送風量が少ない傾向にあったこと及び希釈水量が減少したことから曝気槽中の負荷物質濃度が高くなったためと考えられる。

本研究において、希釈水量を減少させるほど、処理水中の T-N が高濃度となり、NO₃-N 濃度が上昇し、pH の極端な低下による処理の悪化が考えられたが、攪拌槽での脱窒反応が十分良好な状況であった Run3 後半の状態が継続できれば、希釈水量が 3 倍程度の低希釈状況においても、本処理施設の運転が可能であると考えられる結果が得られた。ただし、冬期や、処理施設の停止などによる運転状況の悪化を招きやすい時期などに、pH の低下現象が発生することが考えられるので、第一曝気槽に pH 調整施設を付加させれば、年間を通じて、3 倍程度の希釈水量でも施設の良

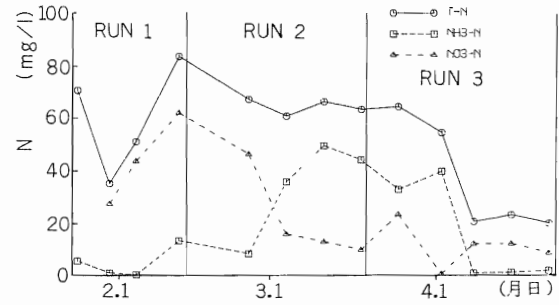


図3 総窒素、アンモニア性窒素、硝酸性窒素の経日変化

3・2 処理効率

図4 に、各水質項目の除去率の経日変化を示した。図2における処理水の pH 変化と、図4 の、T-N、総リン (T-P)、色度の各除去率の変化を比較すると、pH が低下している Run1 から Run2 の前半において各除去率が低い傾向を示した。この後の pH の復帰につれて各除去率もほぼ向上していることが示された。

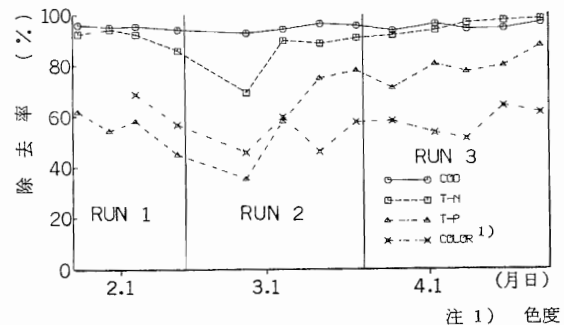


図4 除去率の経日変化

このことから、本研究で利用した低希釈二段活性汚泥方法のプロセスでは、硝化・脱窒反応が良好に進行している運転状態において、リンや色度の除去も良好に行われるのではないかと考えられる。COD の除去率については、この調査結果からは pH の低下による影響をあまり受けていないように思われる。

表3に Run1 から Run3 における各水質項目について

表3 各Runにおける平均の除去率

項目 Run	COD (%)	T-N (%)	T-P (%)	色度 (%)	BOD (%)
Run 1	95.2	91.2	54.8	62.7	99.1
Run 2	95.1	85.0	61.9	52.6	97.6
Run 3	95.5	96.1	79.7	58.1	98.7

ての除去率(%)を示した。CODについては95%、BODについては98%程度で、各Runを通してほとんど変動はなかった。色度については、50から60%と他の項目に比較してかなり低い除去率となっている、これはし尿の色度成分が生物処理では十分分解できないことに起因している。T-P、T-Nについては、希釈水量が一番少ないRun3において除去率が一番高くなった。特に、リンについては80%と他のRunと比較して20%程度高い除去率を示した。これは希釈水量を減少したことにより第一攪拌槽内が絶対嫌気性に近い状態になったものと考えられ、生物脱リンが可能である絶対嫌気性と好気性の状態を循環させるプロセス¹⁰⁾として働いていたためであろう。

4 まとめ

し尿の低希釈二段活性汚泥方法の処理施設について、希釈水量を変化させての調査結果より、次のことが明らかとなった。

- (1) 希釈水量をし尿の量の3倍程度まで減少させても施設の継続運転は可能であろう。更に、曝気槽にpH調整施設を付加することにより、pHの低下現象にも、迅速な対応が可能と考えられる。
- (2) COD、T-N、T-P、色度の各項目については、希釈水量の減少に伴う処理効率の悪化は認められなかった。特に、T-Pの除去については希釈水量の一番少なかったRun3において最も良好な結果となった。ただし、希釈水量の低下に伴って、曝気槽への送風量は増加する傾向が認められた。

本研究に関する今後の課題としては、希釈水量を変更させることによる、凝集沈殿処理や、オゾン酸化処理などの高度処理への影響を検討することが重要であろう。また、高度処理水を希釈水として再利用が可能であれば、更にし尿処理における希釈水量の減少が可能となる。ただし、実際の希釈水量を決定するには、

曝気槽での発泡や、生物処理に伴う発熱による水温の上昇、更に、余剰汚泥の脱水性及び発生量などを併せて検討し、総合的にみて容易に維持管理できるよう考慮する必要がある。

なお、本研究を行うに当たり、処理施設の利用並びに、運転管理に御便宜を図って頂きました、荒川南部環境センター・清流苑、所長浅川栄司氏並びに技師牧国夫氏に厚く感謝の意を表します。

文 献

- 1) 藤原正弘：海域の水質保全行政，用水と廃水，**28**(1)，5～11(1986)
- 2) 松村隆：湖沼の窒素リンに係る環境基準について，公害と対策，**19**(3)，255～260(1982)
- 3),4) 厚生省：し尿処理施設構造指針(1979)
- 5) 武藤義一，及川紀久雄：イオンクロマトグラフィー，pp9～34，講談社(1983)
- 6) 日本分析化学会北海道支部：水の分析(第3版)，pp157～161，化学同人(1985)
- 7) 日本工業標準調査会：工場排水試験方法(JIS K0102)(1985)
- 8) 日本下水道協会：下水試験方法(1974)
- 9) 野尻喜好，山口明男，鈴木征，清水典徳，丹野幹雄，谷口通朗：既存し尿処理施設の機能改善による窒素，リンの除去について，埼玉県公害センター年報，[12]，112～119(1985)
- 10) 佐々木正一，明賀春樹：Anaerobic-Oxic システムによる生物学的脱リン法，用水と廃水，**24**(10)，1158～1160(1984)