

既存活性汚泥処理施設改良化による窒素・リンの除去実験結果について (その2)

井上 互 志村 真理 佐々木 徹 川原 浩

1 はじめに

水域の富栄養化の主要原因物質である窒素、リンの除去技術の確立は、最近における被害の深刻化、発生源規制等の動向と相まって目下の急務といえる。現在開発されている除去技術の多くが、施設の増設、改造に要する費用や用地の確保、施設管理費の増加、その他で負担が大きいため、より負担の少ない除去技術の開発が待たれている。生物学的脱窒素、脱リン法はこの期待に十分応える技術といえる。このようなことから、工場、小規模下水処理場等の実際の活性汚泥処理施設による窒素およびリン除去の長期連続実験を行ない、その結果は第1報として報告した。

さらに、住宅団地汚水についても生物学的除去法を主体に維持管理の改善、あるいは簡単な物理化学的補助手段を付加する等で窒素、リン同時除去の可否の検討を進めている。今回、維持管理改善による同時除去の結果の概要について報告する。

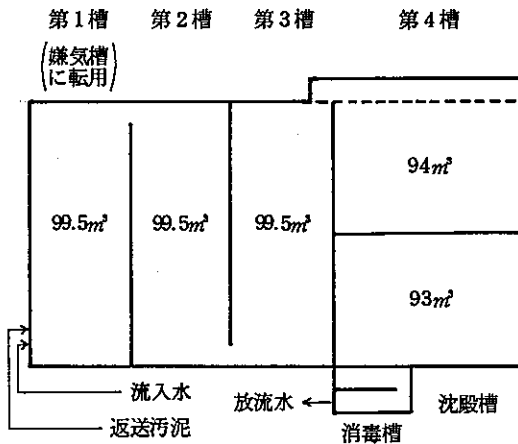


図1 施設配置図

2 実験

(1) 実験施設

実験施設は、棟数17、世帯数467の公営住宅団地であって、排水処理施設の概要は以下のとおりである。

処理対象人員	1820人
計画汚水量	455 m ³
処理方式	活性汚泥処理 長時間ばっ気方式
処理目標水質	BOD30 mg/ℓ
施設規模	
調整槽	1槽 140 m ³
ばっ気槽	4槽 393.5 m ³
	内訳 99.5 m ³ × 3槽
	94 m ³ × 1槽
	直列配置

沈殿槽 1槽 93 m³

図1に、施設の平面を示した。

(2) 方法

実験は、維持管理の改善による窒素、リン除去としてばっ気量の調整およびばっ気方法を変更することで行った。

(3) 分析項目および分析方法

BOD, COD, SS (JIS K0102), 全窒素 (環境庁告示, UV法), NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, 全リンおよびPO₄-P (以上, 浮田法)。

3 実験結果

窒素、リン同時除去実験として、循環硝化脱窒素方式による活性汚泥処理と、次いで凝集剤を直接ばっ気槽に注入してリンを除去する方式とを併用して行うことで計画した。実験開始に先立ち、通常の運転時の水質を知る目的で採水分析を行ったところ、BOD, SS等の一般項目のみならず、窒素、リンについてもよく除去されていることがわかり、当分、そのまま経過をみ、処理条件等

の検討を行った。

当処理場ではバルキング防止のため、従来からばっ気量を絞って運転しており、この低ばっ気による処理結果は表1に示すとおりである。

表2に運転条件を総括した。

また、ばっ気槽内の溶存酸素（以下、DO）の測定結果は0.27~0.88mg/lの範囲にあった（表3）。

一般項目、BOD、COD、SSの平均除率はそれぞれ97%、94%、96%と高く、処理水のBODは11mg/l、COD7mg/l、SS10mg/lを超えることがなく、非常に安定した処理経過であった。

窒素は、流入水32.1mg/l（平均、以下同）に対し処理水4.6mg/l、85%（79~91%）の高い除去率が得られた。低いDO濃度であってもBOD SS負荷が小さい場合には、硝化反応が進行し、窒素除去ができることがわかった。

リンは、流入水3.98mg/l、処理水0.87mg/l、除去率81%（76~83%）と、窒素同様よい結果であった。

リンは、汚泥にリンを濃縮させ、これを余剰汚泥として引抜くことで除去される。ばっ気槽汚泥および返送汚泥中のリン含有率を求めたところ、いずれも2%であった。そこで汚泥含有率を高め、除去率を一層向上させる。

表2 運転条件

		低ばっ気法	嫌気-好気法
期間		5.8.8~10	58.1.1 ~ 12
水温	℃	~ 20	18 ~ 14
pH		6.6~7.2	6.8 ~ 7.3
SV (SVI)		90~95 (280~300)	94~96 (290~300)
MLSS	mg/l	3020~3450	3160~3540
BOD- SS負荷	kg/kg・日	0.06 ~ 0.12	0.06 ~ 0.13
汚泥 返送率	%	120	120
流入水量	m ³ /日	503~730	379~554

表3 ばっ気槽溶存酸素 mg/l

	低ばっ気法	嫌気-好気法
第1槽	0.28 ~ 0.88	0.23 ~ 0.27 [⊗]
第2槽	0.32 ~ 0.43	0.40 ~ 0.54
第3槽	0.32 ~ 0.36	0.32 ~ 0.55
第4槽	0.27 ~ 0.28	0.21 ~ 0.55
沈殿槽	0.28	

⊗嫌気槽

表1 水質分析結果

単位 mg/l

	低ばっ気法		嫌気-好気法	
	流入水	処理水	流入水	処理水
BOD	213 (124~328)	7 (5~11)	273 (188~381)	5 (3~7)
COD	95 (83~107)	6 (6~7)	116 (80~136)	8 (7~10)
SS	180 (130~230)	7 (5~10)	207 (178~250)	4 (2~6)
全窒素	32.1 (28.7~37.2)	4.6 (2.82~6.61)	27.6 (19.3~29.1)	12.5 (5.8~18.7)
NH ₄ -N	1.68 (1.27~2.6.8)	3.1 (0.79~5.56)	1.53 (0.96~1.8.7)	1.05 (0.481~1.1.4)
	tr	0.02 (0~0.05)	0.11 (0.01~0.2.4)	tr
	tr			tr
NO ₂ -N	0.05 (0.04~0.06)	0.93 (0.11~1.53)	tr	0.66 (0.13~1.7.4)
NO ₃ -N			tr	
全リン	3.98 (2.91~4.81)	0.78 (0.53~0.97)	4.48 (3.90~4.92)	0.96 (0.3~1.7.8)
PO ₄ -P	2.15 (1.65~3.65)	0.55 (0.20~0.89)	2.62 (2.20~2.30)	0.83 (0.2~1.60)

ための検討を行った。

嫌気-好気法は、嫌気状態でリンを放出、好気状態で過剰摂取する汚泥(脱リン菌)の代謝機能を利用した除去法であり、標準活性汚泥法の汚泥リン含有率1~2%に対し、嫌気-好気法では4%程度にまで過剰摂取が起るといわれる。

実験では、第1槽目を嫌気槽にあてた。汚泥の沈積を防ぐため攪拌機や嫌気用ブローアを設備するのが一般的であるが、ばっ気量を最小限に絞って行った。

運転条件は先とほぼ同じである(表2)。

DOは、嫌気槽(第1槽)内で0.23~0.27mg/l、好気槽(第2~4槽)で0.21~0.55mg/lであった(表3)。

以上による処理結果は、BOD除去率98%、COD93%、SS96%であり、前回と同様安定した処理経過である。

リンは、嫌気槽と好気槽でPO₄-Pの濃度に差がありリンの放出、摂取現象がみられるというもの、汚泥中のリン含有率は嫌気槽汚泥1.8%に対し好気槽汚泥、返送汚泥ともに1.9%であり汚泥へのリン濃縮は極めてわずかしかみとめられなかった。嫌気槽内の攪拌をばっ気を絞って行ったためDOが残存してリン放出が阻害されたこと、逆にリン摂取に要求される好気槽でのDOの不足等が主たる原因と考えられる。しかし、比較的高い除去率が得られた理由の一つとして、表5のとおり、ひんばんな余剰汚泥引抜きをあげることができよう。

窒素は、流入水27.6mg/l、処理水12.5mg/l、除去率56%(50~70%)にまで低下した。硝化反応が抑制された結果であるが、原因として、第一に水温低下がある。前の調査では水温20℃以上であった。今回、18~14℃

表5 汚泥引抜き量

月	8	9	10	11	12
回数	9	12	11	13	13
範囲(m ²)	10	10	10	10~15	10~15
汚泥引抜き量(m ³)	90	120	110	140	165

表4 ばっ気槽内リンの挙動 (平均)

	第1槽 (嫌気槽)	第2槽 (好気槽)	第3槽 (好気槽)	返送汚泥
全リン	63.27	66.37	64.89	94.29
PO ₄ -P	6.96	3.40	3.23	5.36
汚泥中のリン含有率	1.8	1.9	1.9	1.9

[単位] 全リン, PO₄-P:mg/l, リン含有率:%

まで低下、硝化菌の適温域をはずれ活性低下をしてきたこと、また、第一槽を嫌気槽としたため、その分ばっ気時間が短縮され好気槽における滞流時間が不足したこと、および余剰状況の引抜きにより汚泥令が短くなったことがあげられ、引続いて検討中である。

4 維持管理

維持管理は、通常の活性汚泥処理の方法と何ら変ることとはないが、次の諸点に注意を要した。

ア. 期間中、SV90~96%(SVI260~300)、返送汚泥濃度4500~5400mg/lと汚泥の沈降性、圧密性やや悪いため、汚泥引抜きを怠るとキャリオーバーが起りやすかった。

イ. 嫌気槽にスカムが発生し、臭気が強くなった。しかし、汚泥が腐敗することはなかった。

ウ. ばっ気量の調整は、DO計、ORP計等を用い適切な管理をすることが必要であった。

5 まとめ

住宅団地排水処理施設を用い、維持管理の改善による窒素、リン除去の検討を行った結果、

ア. BOD-SS負荷が小さければ、ばっ気量をDO1mg/l以下になるよう調整することで全窒素の85%が除去できる。水温低下にともなう硝化率低下が懸念される。

リンは、この方法では汚泥へのリン濃縮が起らず、しかし、汚泥引抜きの頻度を多くすることで80%は除去できた。

イ. 嫌気-好気法によるリンの除去率は78%であった。Noxの残存、嫌気状態が不完全であったため、嫌気-好気法特有なリン放出、摂取現象が起らず、従って、高い除去率はア同様汚泥引抜きによった。

窒素は、水温低下、ばっ気量不足等で56%まで除去

率が低下した。

ウ. 以上の二法は、単独で窒素、リンを効率的に同時に除去することは難しい。長時間ばっ気法等設計の段階で BOD-SS 負荷が小さくとられている施設では、アの方法で窒素を除去し、汚泥中のリン含有量を増加さず手段、例えば凝集剤の使用等を併用することで同時除去が可能であろう。

エ. 二法とも、有機性排水の二次処理として用いる場合、

高い除去率で安定した処理水質が得られる。

終りに、実験に協力いただいた関係各位に感謝の意を表す。

参 考 文 献

- 1) 志村真理ほか：既存活性汚泥処理施設改良化による窒素・リンの除去実験結果について 東京都公害研究所年報 95 (1984)