

し尿処理施設による汚濁負荷の削減に関する研究〔Ⅲ〕

1. 生物学的脱窒素法における攪拌槽の攪拌条件の処理機能への影響に関する実験
2. 処理水の再利用による低希釈処理実験

Comprehensive studies to improve collected night soil treatment plant performance〔Ⅲ〕

1. Experiment on biological denitrification activity affected by mixing condition in the denitrification tank
2. Experiment on night soil treatment by recycling of treatment effluent

日本環境衛生センター衛生工学部
Department of Sanitary Engineering
Japan Environmental Sanitation Center

はじめに

公共用水域保全のため、し尿処理施設からの排水による汚濁負荷を削減することが要求されている。とくに、水質総量規制制度の実施に伴い、汚濁負荷を一層削減しなければならない状況にある。

汚濁負荷を削減するためには、処理水水質の向上と、放流水量の削減の両面からの対応が必要である。そのために、昭和54年度よりCOD等を含めた汚濁負荷の効率の除去方法を開発するとともに、処理水の再利用による希釈水量の低減化を図ることによって、し尿処理施設の機能向上と、汚濁負荷の削減が可能な処理システムに関する研究を実施してきた^{1),2)}。

昭和56年度は、前年度に引きつづいて次の研究を実施した。

- 1) 生物学的脱窒素法における攪拌槽の攪拌条件の処理機能への影響に関する実験
 - 2) 処理水の再利用によるし尿の低希釈処理の実験
- なお、本研究は国立公衆衛生院から委託されたものである。

1. 生物学的脱窒素法における攪拌槽の攪拌条件の処理機能への影響に関する実験

1.1 研究目的

し尿の生物学的処理に関する研究として、昭和55年度に低希釈二段活性汚泥法ならびに低希釈一段活性汚泥法に関し、その処理機能及び基本的な設計諸因子である希釈率と循環率について連続処理実験を実施し、検討した²⁾。その結果、低希釈一段活性汚泥法においても、従来の標準希釈法に比較し十分な処理効果が得られること

表1 攪拌条件と処理機能実験における供試し尿の性状

項目	範囲	平均値
pH	7.58~9.54	8.28
BOD (mg/l)	3540~8300	5530
COD (mg/l)	2180~4370	3090
TOC (mg/l)	4810~8670	5450
ケルダール-N (mg/l)	2610~4760	3730
NH ₄ -N (mg/l)	2080~3590	2770
Cl ⁻ (mg/l)	2170~4770	3770
アルカリ度 (mg/l)	6810~13100	9720
SS (mg/l)	980~2600	2790
色度 (度)	2260~9130	5800

が示された。

そこで、本年度は低希釈一段活性汚泥法について前年度に引き続き連続処理実験を行い、おもに攪拌槽における攪拌条件を変えた場合の硝化及び脱窒機能に及ぼす影響について検討した。

1.2 実験方法

(1) 供試し尿

生し尿を6 mesh のふるいで河過した除渣し尿を供試し尿とし、その性状を表1に示した。

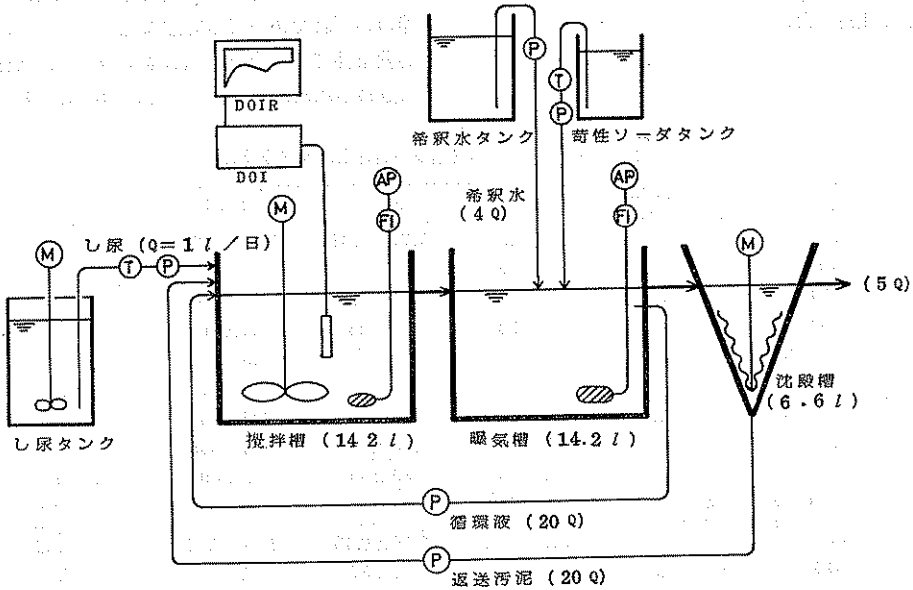


図 1 攪拌条件の処理機能への影響についての実験装置フローシート

表 2 攪拌条件と処理機能実験における実験条件

項目		Run No.	Run 1	Run 2	Run 3	Run 4
	し 尿 量 (l/日)		1.38	1.29	1.38	1.09
	希 釈 水 量 (l/日)		3.41	3.40	3.37	3.62
	循 環 液 量 (l/日)		20	20	20	20
	返 送 汚 泥 量 (l/日)		20	20	20	20
攪 拌 槽	液 温 (°C)		21.3	20.3	19.9	19.1
	pH		8.16	7.77	7.78	7.30
	MLSS (mg/l)		6830	8680	7430	6770
	BOD 汚 泥 負 荷 (g/g・日)		0.123	0.074	0.062	0.056
	NO _x -N 汚 泥 負 荷 (g/g・日)		0.034	0.040	0.092	0.126
	BOD/NO _x -N 比		3.61	2.10	0.65	0.44
	曝 気 風 量 (l/分)		0	2	8	8
DO (mg/l)		0	0.1	0.4	0.2	
曝 気 槽	液 温 (°C)		20.2	18.8	18.8	18.5
	pH		6.62	6.15	6.08	5.55
	MLSS (mg/l)		6440	10400	7620	6930
	NH ₄ -N 汚 泥 負 荷 (g/g・日)		0.044	0.040	0.090	0.042
	DO (mg/l)		3.8	7.4	7.7	6.6
	NaOH 添 加 量 (g/日)		—	—	—	3.8

(2) 実験装置

図1に示す実験装置を用い、表2に示す実験条件により連続運転を行い、おもに攪拌槽の攪拌条件を変化させた。なお、攪拌槽及び曝気槽は、水温20°Cに保つため恒温水槽内に設置し、各ポンプは流量可変型の定量ポンプを用いた。

また、溶存酸素量測定はDOメータを用い、自動記録計と接続して測定した。

1.3 結果及び考察

各実験条件における水質分析結果及び処理効果を表3及び4に示す。

(1) 全工程での処理効果

いずれの実験条件においても、BOD除去率はほぼ95%以上であり、攪拌槽は機械攪拌(回転翼式)及び空気攪拌のいずれであっても有意な差は認められなかった。各実験条件でも、COD除去率については同様に有意な差は認められなかった。しかし、SS除去率、T-N除去

表3 攪拌条件の違いによる各槽及び処理水の水質分析結果

項目	Run No.	Run 1	Run 2	Run 3	Run 4
攪拌槽	pH	8.16±0.17	7.77±0.32	7.78±0.22	7.30±0.31
	BOD (mg/l)	105±78	85±54	31±17	22±10
	COD (mg/l)	266±161	231±39	219±48	178±18
	TOC (mg/l)	172±23	169±25	164±20	132±20
	NO ₃ -N (mg/l)	—	—	125±51	263±11
	NO ₂ -N (mg/l)	—	—	84±37	7.3±6.6
	NO _x -N (mg/l)	0.98±1.16	51±40	226±46	271±88
	SS (mg/l)	6830±449	8680±1690	7430±505	6770±747
	Cl ⁻ (mg/l)	1180±35	1060±59	1300±49	1040±45
アルカリ度 (mg/l)	868±68	694±117	676±184	322±119	
曝気槽	pH	6.62±0.22	6.15±0.43	6.08±0.31	5.55±0.32
	BOD (mg/l)	14±7.0	41±37	19±6.2	11±0.6
	COD (mg/l)	210±26	198±38	222±49	151±14
	TOC (mg/l)	138±40	128±15	135±7.9	106±11
	NO ₃ -N (mg/l)	—	—	146±52	310±107
	NO ₂ -N (mg/l)	—	—	109±31	0.2±0.08
	NO _x -N (mg/l)	85±24	133±24	252±35	310±107
	NH ₄ -N (mg/l)	4.3±2.2	28±27	152±27	30±11
	SS (mg/l)	6440±343	10400±1470	7620±349	6930±585
Cl ⁻ (mg/l)	1110±40	982±70	1210±39	957±35	
アルカリ度 (mg/l)	128±38	158±67	102±47	36±16	
処理水	pH	6.87±0.25	6.22±0.63	6.18±0.33	5.51±0.25
	BOD (T) (mg/l)	25±14	65±23	63±22	43±11
	BOD (S) (mg/l)	12±4.0	18±8	27±15	9.1±3.9
	COD (T) (mg/l)	220±38	225±44	231±40	189±20
	COD (S) (mg/l)	208±29	184±37	213±34	159±15
	TOC (T) (mg/l)	148±10	151±10	163±16	151±19
	TOC (S) (mg/l)	—	133±18	139±11	115±11
	NO ₃ -N (mg/l)	—	—	155±50	284±83
	NO ₂ -N (mg/l)	—	—	88±35	0.4±0.1
	NO _x -N (mg/l)	70±28	115±35	243±26	284±83
	ケルダール-N (mg/l)	29±	43±12	170±17	49±13
	NH ₄ -N (mg/l)	3.8±1.4	18±13	152±20	31±11
	T-N (mg/l)	98±26	144±43	412±33	333±79
	SS (mg/l)	44±20	162±68	109±34	95±25
	Cl ⁻ (mg/l)	1090±34	980±78	1180±42	952±32
	色度 (度)	1660±87	1230±152	1360±100	866±82

表 4 攪拌条件の違いによる各槽及び全工程の処理効果

項 目		Run No.	Run 1	Run 2	Run 3	Run 4
	し 尿 量 (l/日)		1.38	1.29	1.38	1.09
	希 釈 水 量 (l/日)		3.41	3.40	3.37	3.62
	循 環 液 量 (l/日)		20	20	20	20
	返 送 汚 泥 量 (l/日)		20	20	20	20
	希 釈 倍 率 (倍)		3.5	3.6	3.4	4.3
	攪 拌 槽 曝 気 風 量 (l/分)		0	2	8	8
	攪 拌 槽 DO (mg/l)		0	0.1	0.4	0.2
	苛 性 ソーダ 添 加 量 (g/日)		—	—	—	3.8
流 入 負 荷 量	BOD (g/日)		11.3±0.88	6.55±0.99	5.51±0.53	4.65±1.47
	COD (g/日)		3.98±0.12	3.72±0.52	4.08±0.35	3.20±0.86
	TOC (g/日)		6.77±0.45	5.04±0.07	8.82±1.32	6.34±1.29
	SS (g/日)		2.75±0.12	2.63±0.79	5.73±2.08	2.21±0.25
	T-N (g/日)		5.17±0.18	4.65±0.19	5.20±0.43	3.68±0.88
	ケルダール-N (g/日)		5.17±0.18	4.65±0.19	5.20±0.43	3.68±0.88
攪 拌 槽	BOD 除 去 率 (%)		74.3±19.0	57.5±27.5	79.4±11.9	81.3±8.1
	(BOD 除 去 量 (g/日))		(8.56±2.21)	(5.04±2.54)	(4.91±0.85)	(4.23±1.63)
	COD 除 去 率 (%)		13.4±8.3	21.7±6.4	30.4±9.8	20.5±8.3
	(COD 除 去 量 (g/日))		(1.50±1.08)	(2.66±0.90)	(3.69±0.91)	(2.13±0.99)
	TOC 除 去 率 (%)		42.6±7.7	33.9±7.4	51.0±8.6	48.5±4.5
	(TOC 除 去 量 (g/日))		(5.23±1.10)	(3.54±0.76)	(7.48±1.71)	(5.24±1.08)
	(NO _x -N 除 去 率 (%)		99.0±1.3	57.2±31.7	24.6±20.4	10.9±9.7
(NO _x -N 除 去 量 (g/日))		(3.46±0.85)	(2.44±1.41)	(2.15±1.89)	(1.23±0.78)	
曝 気 槽	BOD 除 去 率 (%)		60.0±30.4	38.9±34.5	43.9±29.0	24.3±33.4
	(BOD 除 去 量 (g/日))		(3.74±3.11)	(1.71±1.59)	(1.11±0.90)	(0.34±0.36)
	COD 除 去 率 (%)		12.2±7.7	7.0±7.4	-1.7±9.4	6.2±7.0
	(COD 除 去 量 (g/日))		(1.55±1.14)	(0.66±0.74)	(-0.80±0.71)	(0.53±0.52)
	TOC 除 去 率 (%)		11.0±11.8	17.3±8.4	9.0±8.1	14.7±2.2
	(TOC 除 去 量 (g/日))		(0.97±0.85)	(1.16±0.74)	(0.77±1.3)	(0.86±0.22)
	(NH ₄ -N 除 去 率 (%)		95.7±2.0	76.6±19.2	29.3±5.6	70.3±9.3
(NH ₄ -N 除 去 量 (g/日))		(4.04±0.17)	(3.25±0.50)	(2.77±0.58)	(2.66±1.61)	
全 工 程	BOD 除 去 率 (%)		99.1±0.5	95.4±1.5	94.7±2.0	95.5±1.7
	(BOD 除 去 量 (g/日))		(11.2±0.88)	(6.25±0.96)	(5.31±3.2)	(4.44±1.47)
	COD 除 去 率 (%)		73.1±4.2	71.7±3.5	73.0±4.8	69.3±4.8
	(COD 除 去 量 (g/日))		(2.92±0.21)	(2.67±0.40)	(2.99±0.35)	(2.31±0.78)
	TOC 除 去 率 (%)		89.4±0.9	86.0±1.0	90.7±2.1	88.2±1.7
	(TOC 除 去 量 (g/日))		(6.06±0.44)	(4.34±0.08)	(8.20±1.43)	(5.62±1.22)
	SS 除 去 率 (%)		92.5±3.8	73.0±11.9	81.6±12.3	79.5±5.8
	(SS 除 去 量 (g/日))		(2.54±0.15)	(1.94±0.69)	(4.90±2.21)	(1.76±0.25)
	T-N 除 去 率 (%)		90.8±2.2	85.5±4.3	62.0±4.0	55.4±8.8
	(T-N 除 去 量 (g/日))		(4.69±0.12)	(3.98±0.29)	(3.24±0.37)	(2.07±0.68)
	ケルダール-N 除 去 率 (%)		97.4±0.4	95.7±1.2	84.4±1.9	92.9±2.3
(ケルダール-N 除 去 量 (g/日))		(5.04±0.18)	(4.45±0.22)	(4.39±0.40)	(3.40±0.88)	

率については、空気攪拌を行うと低下することが認められた。

(2) 硝化機能への影響

曝気槽におけるNH₄-N除去率である硝化率と、全工程におけるケルダール-N除去率とを比較すると、Run

1が95.7%及び97.3%と高いが、Run 2が76.6%及び95.7%、Run 3が29.3%及び84.4%と低くなっている。このように、攪拌槽への送気量を大きくすると硝化機能が低下し、処理水中にNH₄-Nが残留する傾向が認められる。

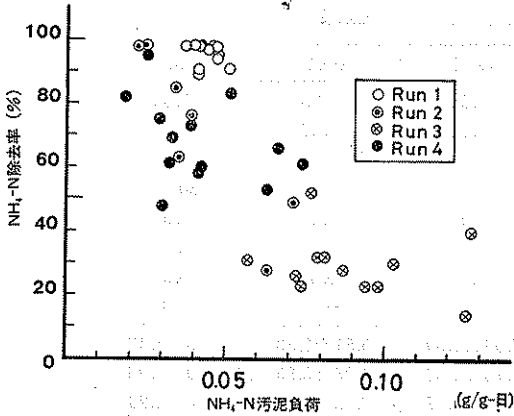
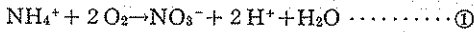


図2 攪拌条件の違いによる曝気槽でのNH₄-N汚泥負荷とNH₄-N除去率との関係

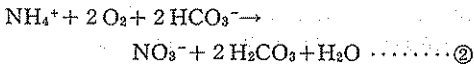
硝化機能を左右する因子としては、pH、DO、NH₄-N 負荷、アルカリ度負荷等がある。曝気槽液の pH は、Run 1 が 6.62、Run 2 が 6.15、Run 3 が 6.08 であり、空気攪拌では pH は低い硝化効率に有意な差が生じるほどの差ではない。また、DO は曝気槽内液中に十分存在し、DO が影響を及ぼしているものとは考えられない。

全ての実験条件について、NH₄-N 負荷と NH₄-N 除去率との関係を求めると図2のとおりであり、NH₄-N 負荷が高くなると NH₄-N 除去率が低くなる。とくに、Run 3 では残留した NH₄-N により負荷が高くなったことが、硝化機能を低下させた原因と考えられる。

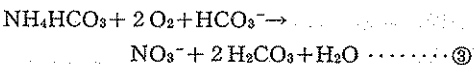
また、アルカリ度も硝化機能に関与するといわれており、反応式では次のように示される。



上記の反応は、通常水中では酸の生成を伴い HCO₃⁻ と直接反応し、炭酸を生成するので次のようになる。



従って、NH₄-N 1g あたりアルカリ度 (CaCO₃ 換算) 7.14g が硝化反応の際に消費されるが、し尿中での NH₄-N が、おもに NH₄HCO₃ の形態で存在すると考えると、消費されるアルカリ度は、以下の反応式で示されるように 1/2 (NH₄-N 1g あたりアルカリ度 3.57g) で済むことになる。



また、脱窒反応では、以下の反応式から NO₃-N 1g あたりアルカリ度 3.57g を生成し、硝化反応 (②の反応式) におけるアルカリ度の供給源となっている。

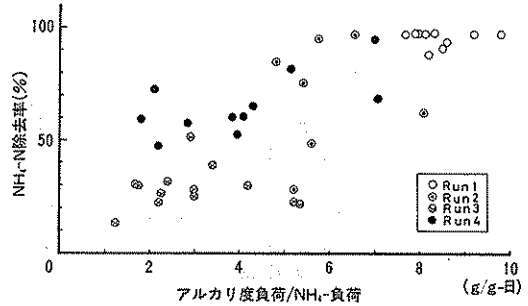
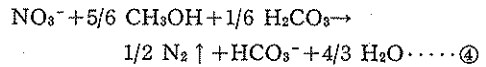


図3 攪拌条件の違いによる曝気槽でのアルカリ度負荷/NH₄-N 負荷と NH₄-N 除去率との関係



以上の関係から、本実験では曝気槽におけるアルカリ度負荷/NH₄-N 負荷と、NH₄-N 除去率との関係を調べた。図3に示すようにアルカリ度負荷/NH₄-N 負荷が高いほど、NH₄-N 除去率が高くなることが確認された。Run 3 では、曝気槽へのアルカリ度の供給が不足していたものと考えられ、このことは、攪拌槽での NO_x-N 除去率が Run 1、2 に比べ 24.6% と低く、それは攪拌槽におけるアルカリ度の回復が少なかったためと考えられる。

これらのことより、硝化機能を評価する指標の一つとして、曝気槽におけるアルカリ度負荷/NH₄-N 負荷が考えられる。また、アルカリ添加を行わない場合には、攪拌槽での脱窒効率に支配されることが明らかになった。

(3) 脱窒機能への影響

攪拌槽における NO_x-N 除去率は、Run 1 が 99.3%、Run 2 が 57.2%、Run 3 が 24.6%、Run 4 が 10.9% であり、Run 1 に比較して他の条件では低い値を示している。

攪拌槽における BOD/NO_x-N、NO_x-N 負荷、曝気風量と NO_x-N 除去率との関係を図 4、5、6 に示す。これらの関係から、NO_x-N 負荷が過大になると BOD/NO_x-N が 2 以下となり、NO_x-N 除去率が低下するものと考えられる。また、攪拌槽の曝気風量が多くなると、すなわち、槽内に溶存酸素が検出されるようになると、脱窒機能が低下することが認められた。

なお、全工程における T-N 除去率は、Run 1 が 90.8%、Run 2 が 85.5%、Run 3 が 62.0% であり、攪拌槽の攪拌で空気を用いてもある程度の窒素除去が期待できることになる。この理由として、攪拌槽内において、硝化及び脱窒の両反応が同時に生じていると考えられるが、詳細については今後の研究課題としたい。

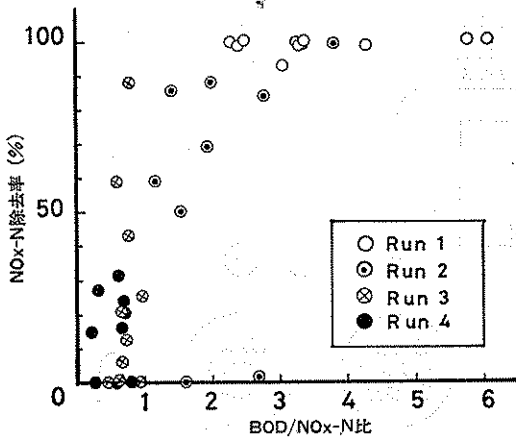


図 4 攪拌条件の違いによる攪拌槽での BOD/NOx-N 比と NOx-N 除去率との関係

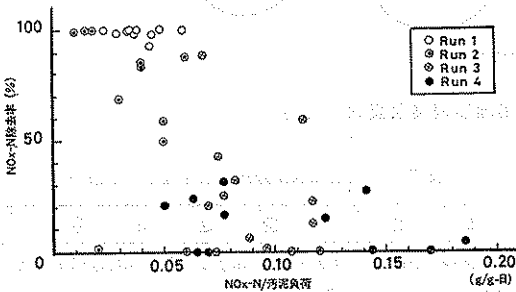


図 5 攪拌条件の違いによる攪拌槽での NOx-N 汚泥負荷と NOx-N 除去率との関係

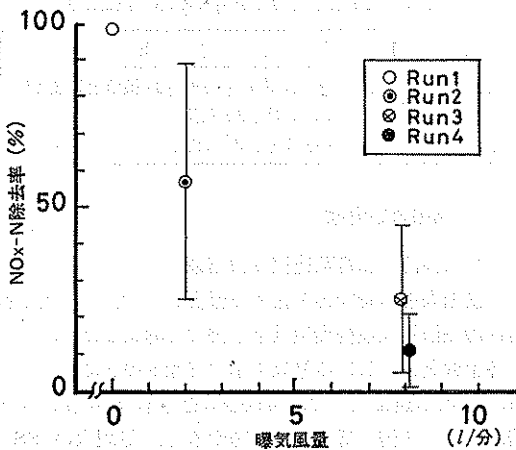


図 6 攪拌槽における曝気風量と NOx-N 除去率の関係

2. 処理水の再利用によるし尿の低希釈処理実験

2.1 はじめに

標準希釈で設計されたし尿処理施設において、20倍希釈に必要な希釈水量が得られず、低希釈運転を余儀なくされている例は比較的多い。しかし、標準希釈し尿処理施設における低希釈運転が、処理機能に与える影響については、不明な部分が多く残されている。また、一般的にみても希釈水量を削減して効率的な処理が行えるならば、水資源の保護及び水の移送に係わるエネルギーの節約などの面で有利と考えられる。これらの観点から、標準希釈処理方式によるし尿処理施設において、低希釈運転を行った場合の処理機能への影響、さらに活性汚泥法処理水あるいは、凝集沈殿処理水を希釈水として循環使用した場合の処理機能への影響について、ベンチスケールの実験で検討した。

すでに著者らは第1報¹⁾及び第2報²⁾で、まず清水による希釈倍率を20倍～5倍の間で変化させた運転について検討し報告した。

本報告は、前報^{1),2)}の実験に引き続き、さらに清水による希釈倍率を2倍とした運転について検討したものである。

2.2 実験方法

実験に用いた装置の概要を図7に示す。し尿の嫌気性消化脱離液を処理原水とし、次の三つの実験について検討した。

(1) 活性汚泥法処理連続実験

活性汚泥法処理装置を次の2希釈条件で運転し、処理結果を比較検討した。

- i) 清水による2倍希釈運転 (Run 1)
- ii) 清水2倍希釈に、さらに二次処理水を希釈水として3Q循環使用した、合計の希釈倍率5倍の運転 (Run 2)

各希釈条件及びその他曝気槽運転条件は、表5、6に示すとおりである。

(2) 回分式凝集沈殿処理実験

活性汚泥法処理装置を清水2倍希釈で運転し、得られた二次処理水について、回分式凝集沈殿処理を行い、薬剤の添加率及びpHの影響等を検討した。回分式凝集沈殿処理実験は真柄ら³⁾の方法に準じて表7の条件で行った。

(3) 活性汚泥法処理+凝集沈殿処理の連続実験

活性汚泥法処理装置に凝集沈殿処理装置を組込み、次の2希釈条件で連続処理運転し、処理結果を比較検討し

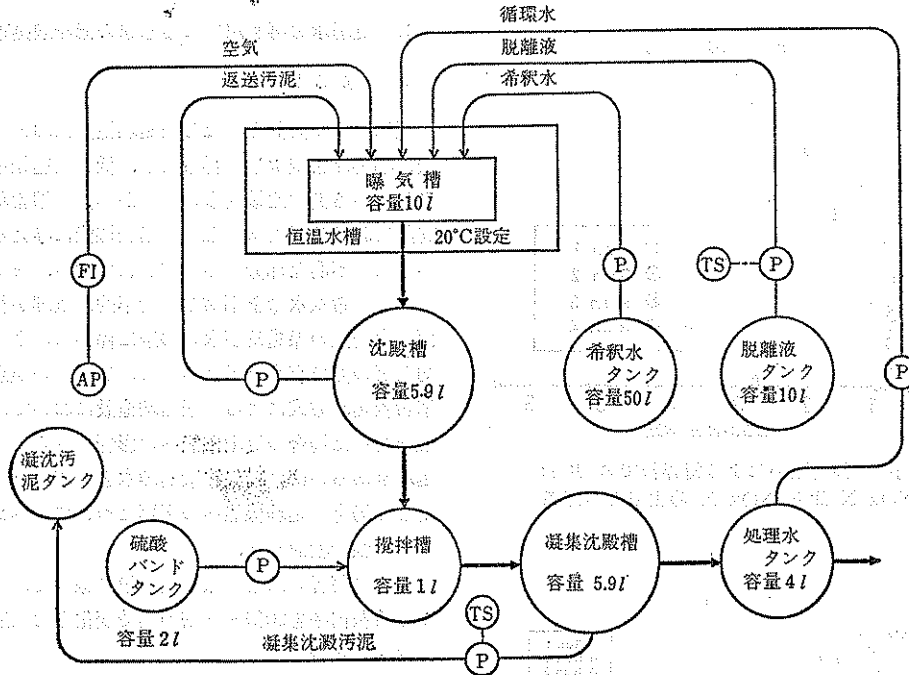


図 7 活性汚泥法処理+凝集沈殿処理連続実験装置の概要

表 5 活性汚泥法処理+凝集沈殿処理連続実験の希釈条件

Run No.	流入液	脱離液量	清水量	循環水量	
				二次処理水	凝集沈殿処理水
Run 1		Q	Q	0	0
Run 2		Q	Q	3Q	0
Run 3		Q	Q	0	0
Run 4		Q	Q	0	3Q

表 6 活性汚泥法処理連続実験装置の運転条件

項目	設定条件
水温	20℃
BOD容積負荷	0.3kg/m ³ ・日
MLSS	2,000mg/l
DO	0.5~1.0mg/l

表 7 二次処理水回分式凝集沈殿処理の条件

項目	設定条件
硫酸バンド添加率	250~4,000mg/l [Al ₂ (SO ₄) ₃ ・18H ₂ O]
pH	4~7
急速攪拌	80rpm, 5分間
緩速攪拌	30rpm, 25分間
沈降分離時間	1時間

表 8 凝集沈殿処理連続実験装置の運転条件

項目	設定条件
硫酸バンド添加率	4g Al ₂ (SO ₄) ₃ ・18H ₂ O/供給脱離液1l
凝集槽攪拌条件	20Qに対し30分以上
沈殿槽沈殿時間	20Qに対し3時間以上

2.3 結果及び考察

(1) 活性汚泥法処理連続実験結果

実験結果を本研究第1報¹⁾で報告した20倍~5倍希釈活性汚泥法処理連続実験結果と併せて考察した。

各希釈条件における結果を示すと図8のとおりである。清水単独希釈では、希釈倍率を標準の20倍から10倍、5倍、2倍と低くして処理すると、処理水のSS, BOD, TOCは高くなるが、処理水量と処理水質の積として求められるそれらの排出負荷は希釈倍率の低くなる

た。

- i) 清水による2倍希釈運転 (Run 3)
- ii) 清水2倍希釈に、さらに凝集沈殿処理水を希釈水として3Q循環使用した、合計の希釈倍率5倍の運転 (Run 4)

各希釈条件及びその他曝気槽運転条件は表5, 6に、また凝集沈殿処理条件は表8に示すとおりである。

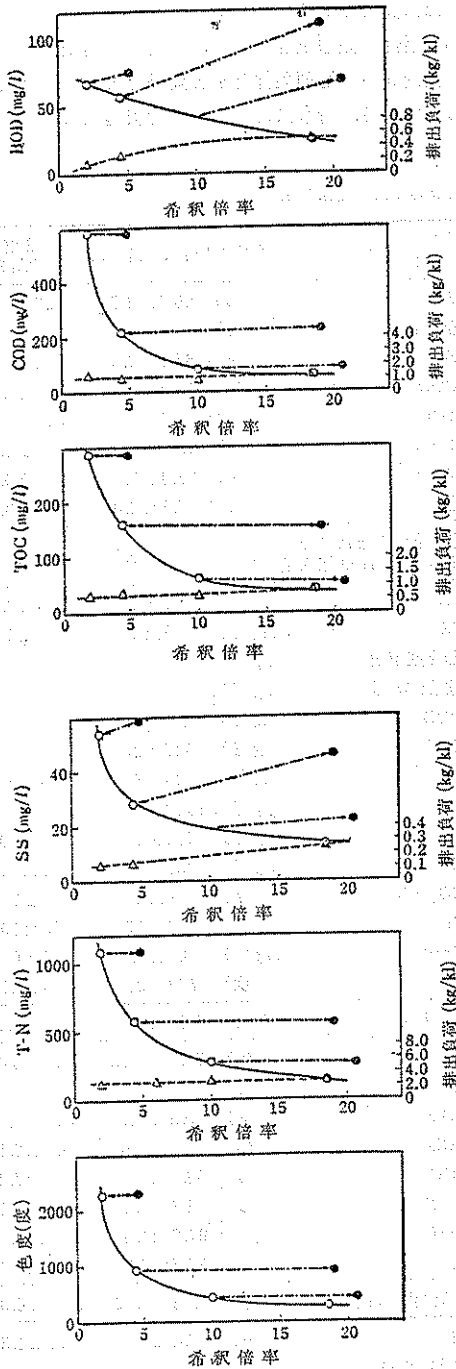


図 8 活性汚泥法処理における希釈倍率の違いによる処理水の性状及び排出負荷量
 ○—○— : 清水希釈活性汚泥法処理
 ● : 清水+処理水希釈活性汚泥法処理
 ←—→ : 等清水希釈条件
 △ : 供給脱離液 1kl あたりの排出負荷 kg

にしたがって減少した。一方、COD、T-N は希釈倍率にかかわらず排出負荷は一定で変化しない。清水と二次処理水の混合希釈では、排出負荷は希釈倍率に関係なく一定であり、処理水濃度は清水の削減に比例して高くなった。

(2) 回分式凝集沈殿処理実験結果

実験結果を、第 2 報²⁾ で報告した 20 倍及び 5 倍希釈運転活性汚泥法処理水に対する回分式凝集沈殿処理実験結果と併せて考察した。

各希釈運転の二次処理水に対する凝集 pH を同一とし

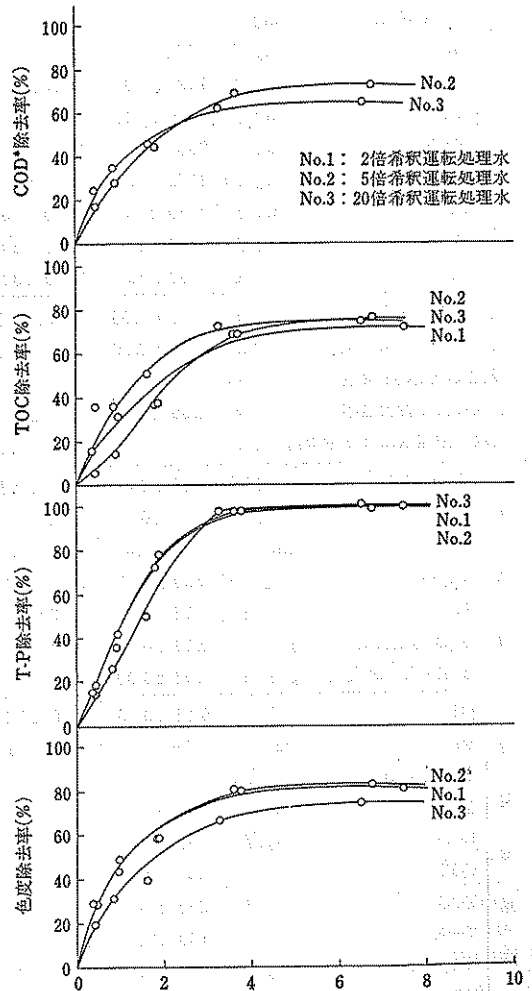


図 9 二次処理水に対する硫酸バンド添加率と各除去率の変化 (pH 6)

処理原水(脱離液)あたりの硫酸バンド添加率 (g/L)
 COD* は NO₂-N による分を除いて示した。
 なお 2 倍希釈運転処理水 COD* 除去率は、NO₂-N 濃度が高く誤差が大きいため、算出してない。

たときの硫酸バンド添加率と、各除去率との関係を示すと図9のとおりである。処理原水(脱離液)あたりの硫酸バンド添加率に対する除去効果は、各希釈条件で運転した二次処理水とも著しい差はなく、希釈倍率にかかわ

らずほぼ同等である。

(3) 活性汚泥法処理+凝集沈殿処理の連続実験結果
 実験期間中の処理条件と処理効果をまとめると表9のとおりである。清水による2.15倍希釈処理において、凝

表9 標準活性汚泥法処理+凝集沈殿処理装置運転結果

項目		実験区分		項目		実験区分	
		清水2倍希釈	清水2倍希釈+循環3Q			清水2倍希釈	清水2倍希釈+循環3Q
供給脱離液	pH	8.42±0.01	8.42±0.01	SS (%)	85.0±8.7	78.3±11.1	
	SS (mg/l)	1290±290	1290±290	強熱減量 (%)	—	—	
	蒸発残留物 (mg/l)	—	—	BOD (%)	85.9±3.3	55.2±9.0	
	強熱減量 (mg/l)	—	—	COD (%)	13.3±8.2	-0.7±2.1	
	BOD (mg/l)	754±4	754±4	TOC (%)	69.7±4.2	53.3±6.0	
	COD (mg/l)	1420±70	1420±70	T-N (%)	18.8±0.6	3.7±1.1	
	TOC (mg/l)	1610±140	1610±140	T-P (%)	38.3±7.5	29.9±9.0	
	T-N (mg/l)	2580±0	2580±0	色度 (%)	7.3±2.0	4.5±3.5	
	NH ₄ -N (mg/l)	2170±10	2170±10	供給脱離液1/あたりの Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O 注入量 (g/l)		4.7±0.3	4.5±0.3
	Cl ⁻ (mg/l)	2150±10	2150±10	凝集沈殿処理水	pH	7.57±0.15	7.48±0.23
	T-P (mg/l)	250±20	250±20		SS (mg/l)	14±4	10±4
	色度 (度)	3980±30	3980±30		蒸発残留物 (mg/l)	—	—
供給脱離液量 (l/日)	2.51±0.03	2.60±0.06	強熱減量 (mg/l)		—	—	
希釈清水量 (l/日)	2.48±0.20	2.39±0.18	BOD (mg/l)		13.1±6.4	9.5±2.5	
凝沈処理水循環量 (l/日)	0	8.0	COD (mg/l)		507±26	564±9	
清水による希釈倍率 (倍)	1.99±0.08	1.92±0.07	TOC (mg/l)		96±8	103±9	
清水+循環水による希釈倍率(倍)	—	5.00±0.10	T-N (mg/l)		1010±20	1110±18	
曝気槽	曝気時間 (時間)	48.3±2.4	18.5±0.3		NH ₄ -N (mg/l)	682±27	611±10
	水温 (°C)	20±0	20±0		NO ₂ -N (mg/l)	380±30	450±10
	DO (mg/l)	1.0±0.4	0.7±0.4		NO ₃ -N (mg/l)	19±6.7	20±3
	MLSS (mg/l)	2320±190	2430±130		Cl ⁻ (mg/l)	1060±10	1120±10
	SV (%)	16±2	13±1	T-P (mg/l)	3.9±1.3	2.5±0.4	
活性汚泥法処理水	BOD容積負荷 (g/l・日)	0.19±0.004	0.20±0.005	色度 (度)	773±91	803±81	
	BOD・MLSS負荷 (g/g・日)	0.08±0.007	0.08±0.004	処理水量 (l/日)	5.38±0.26	13.5±0.2	
				凝集沈殿処理除去率	SS (%)	71.8±16.8	74.9±8.4
			強熱減量 (%)		—	—	
			BOD (%)		70.8±10.0	84.8±4.9	
			COD (%)		15.3±1.8	8.0±2.1	
			TOC (%)		58.7±4.1	38.6±7.2	
			T-N (%)		3.3±1.2	0.7±0.1	
			T-P (%)		94.7±1.8	92.6±1.4	
			色度 (%)		57.5±4.8	32.2±5.4	
			放流量/供給脱離液量 (l/l)		2.15±0.10	2.10±0.06	
			全工程除去率		SS (%)	97.4±1.1	98.0±1.5
					強熱減量 (%)	—	—
					BOD (%)	96.4±1.8	97.6±0.6
				COD (%)	25.8±8.2	23.2±4.8	
				TOC (%)	87.6±1.4	87.3±1.9	
				T-N (%)	20.7±1.5	17.4±1.5	
				T-P (%)	96.7±1.3	98.1±0.3	
			色度 (%)	60.6±4.7	61.3±4.0		

集沈殿処理水の性状は SS¹⁴ 14 mg/l, BOD 13.1 mg/l, COD 507 mg/l, TOC 96 mg/l, T-P 3.9 mg/l, 色度 773 度であり, し尿処理施設の維持管理基準に示される放流水質の BOD 30 mg/l 以下, SS 70 mg/l 以下を満足させる結果が得られた。

ただし, COD 値は, NO₂-N 値が 380 mg/l と高く, それに伴い高い値であった。

なお, 凝集沈殿処理水を希釈水の一部として循環使用しても, 処理機能は同一清水量での低希釈運転とほぼ同等であった。

3. まとめ

し尿処理施設の機能向上と汚濁負荷の削減とを目的として研究を行った結果, 次の知見を得た。

(1) し尿の低希釈一段活性汚泥法について, 攪拌槽で空気攪拌を行った場合の処理機能への影響をまとめると次のとおりである。

1) 攪拌槽で嫌気攪拌を行った場合と空気攪拌を行った場合とを比較すると, BOD 及び COD 除去率については, 有意な差は認められないが, T-N 及び SS 除去率については, 空気攪拌を行った場合に低下することが認められた。

2) 攪拌槽で空気攪拌を行うと, 硝化機能が低下するとともにアルカリ度の減少が認められた。また, 曝気槽にアルカリ剤を添加した場合には硝化機能の回復が認められた。

(2) 標準希釈活性汚泥法処理+凝集沈殿処理による室内実験装置で, 低希釈運転を行った時の処理機能に及ぼす影響を検討した結果は次のとおりであった。

なお, し尿の嫌気性消化脱離液を処理原水とした。

1) 標準希釈活性汚泥法連続実験では, 清水の希釈倍率を下げて処理すると, 処理水の SS, BOD, TOC 濃度は高くなるが, 処理水量と処理水質の積として求められるそれらの排出負荷は減少した。一方, COD, T-N は希釈倍率にかかわらず排出負荷は一定であった。

2) 凝集沈殿処理工程の機能は, 活性汚泥法処理工程における希釈倍率にはさほど影響されず, 低希釈処理においても BOD 及び SS 等の除去には効果的であった。

3) 二次処理水あるいは凝集沈殿処理水を, 希釈水の一部として循環使用しても, 処理機能に及ぼす影響はとくに認められなかった。すなわち, 処理水の循環利用による除去機能への向上は見込めない。なお, 処理水の雑用水等への再利用については可能性

がある。

本研究の遂行にあたり, 種々ご助言をいただいた国立公衆衛生院衛生工学部真柄泰基先生, 金子光美先生に厚く謝意を表す。

引用文献

- 1) 日本環境衛生センター: し尿処理施設による汚濁負荷の削減に関する研究, 日環セ所報 No. 7 : 38~48, 1980.
- 2) 日本環境衛生センター: し尿処理施設による汚濁負荷の削減に関する研究〔II〕, 日環セ所報 No. 8 : 47~55, 1981.
- 3) 国立公衆衛生院: し尿処理施設による汚濁負荷の削減に関する研究報告, 1980.
- 4) 国立公衆衛生院: し尿処理施設による汚濁負荷の削減に関する研究報告, 1981.
- 5) 国立公衆衛生院: し尿処理施設による汚濁負荷の削減に関する研究報告, 1982.

Summary

In Japan, approximately 70% of the night soil from the total population is treated in collected night soil treatment plants. Thus, the role played by the night soil treatment system is very important for the maintenance of a healthy living environment. With the enactment of the effluent control system and the mounting public concern over the environmental conditions, it has become necessary to improve the overall performance of collected night soil treatment plant facilities, in order to reduce the pollutant load to public water bodies. Under these circumstances, the aim of this study was to establish the optimum design and operational methods for the reduction of the environmental impact from the collected night soil treatment plant.

The results obtained were as follows;

1 Aeration in the denitrification tank resulted in the decrease of the removal of T-N and SS, and of the biological denitrification activity, but did not affect the level of BOD and COD.

2 When the conventional collected night soil treatment system was operated using fresh water at low dilution level, concentration of SS, BOD and TOC in the treatment effluent increased, but both total load as the product of water volume, and quality decreased.

3 The coagulation system, as a tertiary treatment process of the conventional night soil treatment system at low dilution level, was effective in reducing the BOD and SS to the conventional dilution level.

The performance of the conventional night soil treatment system seemed not to be affected by the recycling of secondary or tertiary treatment effluent.