

1 目的

当センターには最初沈殿池が 2.5 池整備されており令和 6 年 1 月までは 0.5 池使用、その後は 1 池使用として運用しているが、設備の経年劣化が進行する中、故障発生等により使用池が制限される状況となっている。使用池数に関しては、水処理状況や汚泥処理状況に影響を及ぼすため、適切な運用が求められる。また、故障発生等により使用が制限されている池の今後の管理方法を検討することが修繕計画等の策定に必要である。

本調査研究では、最初沈殿池 0.5 池使用と 1 池使用の期間を設けて水処理状況や汚泥処理状況の変化等を調査し、当センターに最適な最初沈殿池の運用計画を検討することを目的とする。

2 富士北麓浄化センターの現状

2-1) 現状の設備

一般的な標準活性汚泥法のフローシートを図 1、標準的な沈殿池の構造を図 2、最初沈殿池の内部写真を写真-1、写真-2 に示す。最初沈殿池は、流入水中の微細な浮遊物質(SS)を緩やかな流速により沈殿分離し有機物負荷を軽減するもので、後段の反応タンクでの良好な生物処理を促進するための施設である。

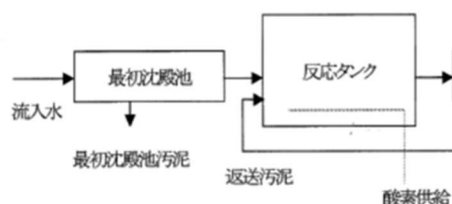


図 1 一般的な標準活性汚泥法のフローシート

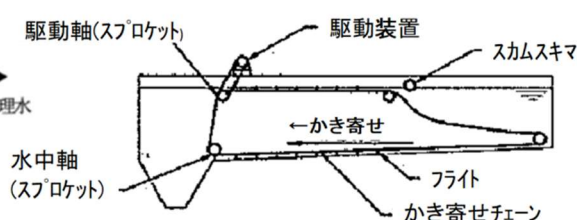


図2 標準的な沈殿池の構造



写真-1 フライト、レール、チェーン

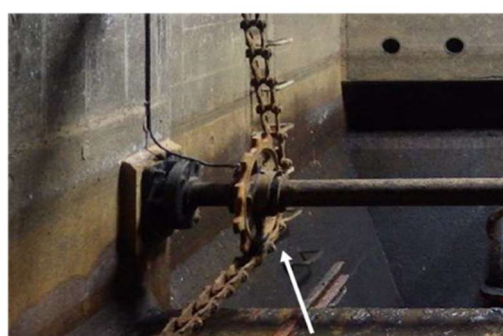


写真-2 スプロケット

沈殿によって SS を除去する場合、沈殿除去率は池の表面積と粒子の沈降速度に比例し、流入水量に反比例する。したがって、流入水量を池の表面積で除した水面積負荷が、設計因子として重要である。水面積負荷の計算を右に示す。

※沈殿池における固形物の沈降効率を示す指標

水面積負荷($\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$)

$= \text{流入水量}(\text{m}^3/\text{d}) / \text{沈殿池表面積}(\text{m}^2)$

2-2) 現状の運転状況

2-2-1) 令和 5 年度の運転状況

○浮遊物質、生物化学的酸素要求量の推移を図 3、図 4 に示す。流入水質として夏季は観光排水の増加により濃度が高く、冬季は凍結防止水の増加により水量は多く濃度は低くな

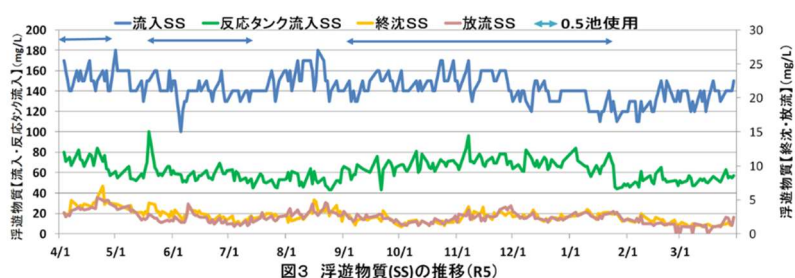


図3 浮遊物質(SS)の推移(R5)

る。夏季は反応タンク流入水質を他の時期と同等又は低く、冬季は初沈汚泥固形物を確保するため最初沈殿池を1池使用としている。

最終沈殿池、放流水質として4月～5月にかけて浮遊物質、生物化学的酸素要求量負荷が上昇したが、反応タンク流入負荷が高かったこと、冬季から徐々に水温が上昇する時期で活性汚泥が不安定な状態になったことが原因と考えられる。

○初沈水面積負荷と除去率、初沈汚泥濃度他の推移を図5、図6に示す。水面積負荷が高い期間（最初沈殿池0.5池使用）は除去率が低く、低い期間（最初沈殿池1池使用）は除去率が高く調整することができている。

初沈汚泥固形物量は、最初沈殿池の使用池数によらず5月～8月は比較的、高い値で推移し冬季に関しては低い値となっている。余剰汚泥固形物量は最初沈殿池の使用池数の変更による影響が大きく、0.5池使用時は、初沈汚泥として除去されず反応タンクに流入した汚濁が曝気処理を経て余剰汚泥として引き抜かれるため高くなっている。

2-2-2) 令和6年度の運転状況

○浮遊物質、生物化学的酸素要求量の推移を図7、図8に示す。

令和6年2月に発生したNo.3送風機の故障により、反応タンク曝気風量が不足する状況が想定されたため、最初沈殿池を1池使用とすることを基本とした。

反応タンク流入水質は変動が小さく安定していた。最終沈殿池、放流水質は年間を通して良好であった。最終沈殿池のBODは一時的な上昇が認められ曝気風量の不足が原因であった。以前は夏季以外は流入負荷が低い状況であったが、近年の観光客の増加により、夏季以外でも休日等において高負荷となる状況が認められる。

○初沈水面積負荷と除去率、初沈汚泥濃度他の推移を図9、図10に示す。

年間を通して、水面積負荷が流入水量による変動のみでほぼ一定で推移したため、初沈除去率としても

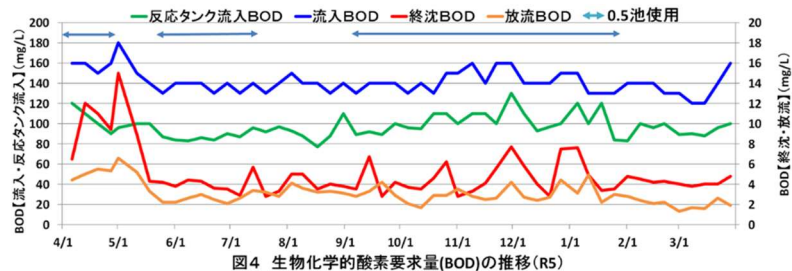


図4 生物化学的酸素要求量(BOD)の推移(R5)

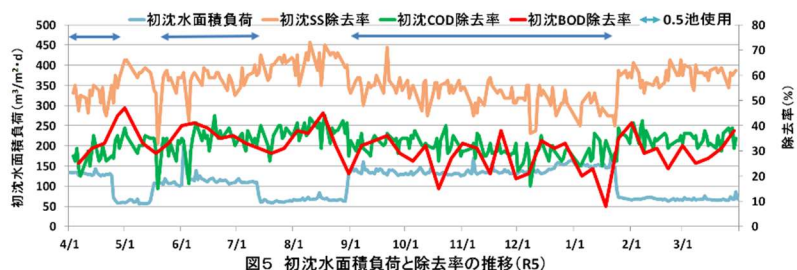


図5 初沈水面積負荷と除去率の推移(R5)

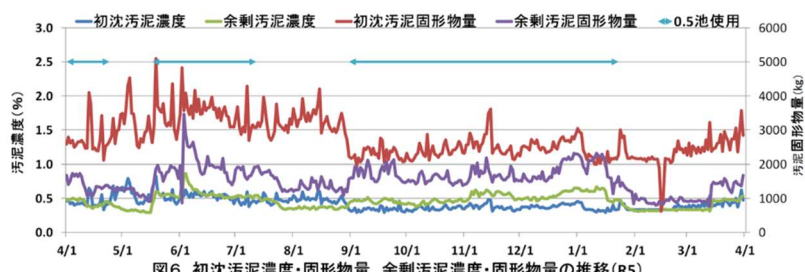


図6 初沈汚泥濃度・固形物量、余剰汚泥濃度・固形物量の推移(R5)

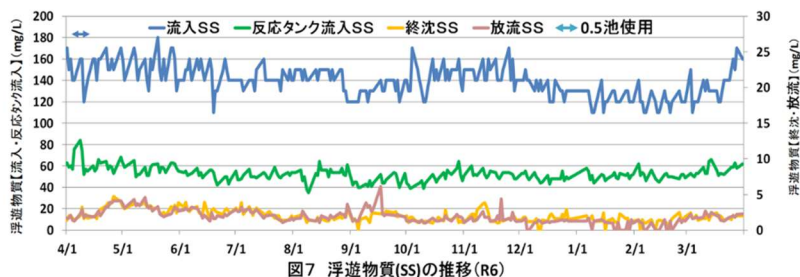


図7 浮遊物質(SS)の推移(R6)

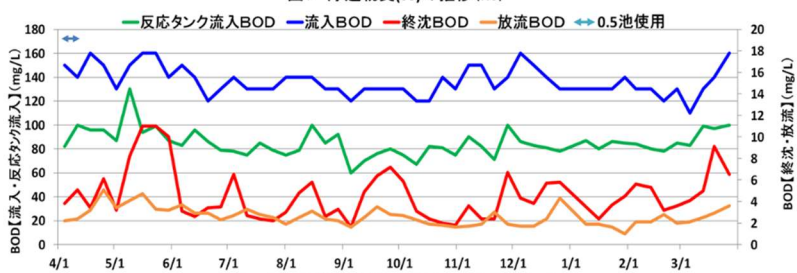


図8 生物化学的酸素要求量(BOD)の推移(R6)

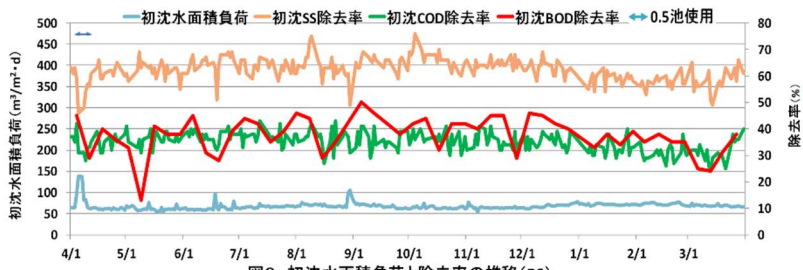


図9 初沈水面積負荷と除去率の推移(R6)

夏季にやや高くなるが年間を通して安定していた。

初沈汚泥固形物量は、5月～12月は比較的、高い値で推移した。1月以降は低下する傾向を示した。

余剰汚泥固形物量は冬季に増加傾向を示し前年度と傾向が異なるが年間を通じた観光排水の増加が影響しているものと考えられる。

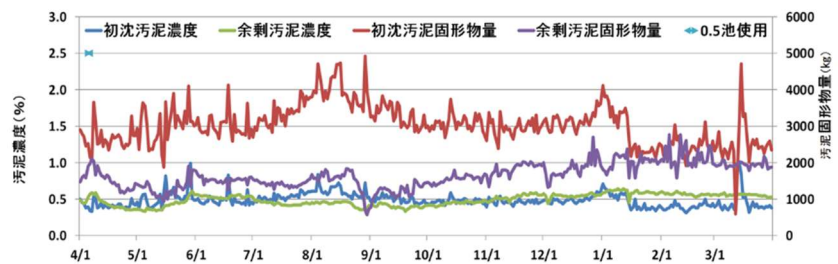


図10 初沈汚泥濃度・固形物量、余剰汚泥濃度・固形物量の推移(R6)

2-3) 現状の管理状況

最初沈殿池汚泥掻寄機故障・整備履歴を表1に示す。令和7年3月以降に発生した故障等により、現状は2.5池の内、1池(No. 1-2, No. 1-4)が故障による運転不可、0.5池(No. 1-3)が経年劣化のため使用停止となり、使用可能な設備は1池(No. 1-1, No. 2-1)のみとなっている。

表1 最初沈殿池汚泥掻寄機故障・整備履歴

故障履歴	機器名	故障内容	原因	処置
R1. 6. 17	No.1-4 初沈	年次点検時、1-4-2右側の下流側を向いて上レール用フライトシューが1箇所破損していた。	経年劣化	メンテナンス業者により、破損したシューの交換を実施
R2. 6. 5	No.1-3 初沈	年次点検時、1-3-1右側のフライト7箇所が割れていた。	下レール用フライトシューが摩耗しフライトが床面と接触	メンテナンス業者によりフライトシューの交換を実施
R4. 6. 16	No.1-3 初沈	年次点検時、上レール用シューが破損していた。	長年の使用により摩耗、破損	メンテナンス業者によりフライトシューの交換を実施
R6. 12. 30	No.1-2 初沈	管理運転中、「過トルク」警報が発生した。池内部を確認したところ、1-2-2右側の主務チェーンが破断、1-2-2側の各主務チェーンがスプロケットやレールから外れていた。	長年の使用により主務チェーンが破断	運転不可
R7. 3. 13	No.1-4 初沈	月次点検時、電流測定のため運転しようとしたところ、1-4-2側でフライトがずれているのを発見した。	スプロケットの摩耗によりリソング飛びが発生	運転不可
R7. 4. 24	No.1-3 初沈	以前よりフライトシュー、スプロケット等の摩耗が進んでおり施工業者の後継会社より、内部機器の摩耗状況が使用限界まで達していることから使用を抑えるよう推奨された。	経年劣化	使用停止
R7. 5. 1	No.2-1 初沈	年次点検時、2-1-1側の下レール用シューの摩耗値が限界値になっている状況であった。	経年劣化	メンテナンス業者によりフライトシューの交換を実施
整備履歴	機器名	整備内容	理由	処置
H12. 5. 15～ 12. 20	No.1-1 初沈	No.1-1初沈汚泥掻寄機修繕実施	経年劣化	スプロケット・チェーン等交換実施
R3. 9. 17～ R4. 3. 25	No.1-1 初沈	No.1-1初沈汚泥掻寄機修繕実施	経年劣化	スプロケット・チェーン等交換実施
R5. 1. 24	No.1-1 初沈	上下レール用シュー交換実施	経年劣化	メンテナンス業者により上下レール用シュー交換を実施

2-4) 現状の課題

・流入負荷の増加

以前は夏季以外は流入負荷が比較的低い状況であったが、近年の観光客の増加により、夏季以外でも休日等において高負荷となる状況が認められる。

・必要な設備能力の確保

流入負荷の増加や反応タンク流入負荷の低減を目的として最初沈殿池1池を使用しているが、現有2.5池の内1.5池が使用できない状況となっている。

3 最初沈殿池の使用状況による処理状況の確認

当センターは流入負荷の季節変動が大きいいため、季節ごとに一定期間、最初沈殿池の使用池数を変更し水処理、汚泥処理状況の変化を確認した。表2に使用池数と試験期間を示す。

表2 最初沈殿池使用池数と試験期間

試験	池数	試験期間
試験1	試験1-1	1.0 R7.5.26 ~ R7.6.8
	試験1-2	0.5 R7.6.9 ~ R7.6.24
	試験1-3	1.0 R7.6.25 ~ R7.7.8
試験2	試験2-1	1.0 R7.8.25 ~ R7.9.7
	試験2-2	0.5 R7.9.8 ~ R7.9.29
	試験2-3	1.0 R7.9.30 ~ R7.10.13
試験3	試験3-1	1.0 R7.10.27 ~ R7.11.9
	試験3-2	0.5 R7.11.10 ~ R7.11.25
	試験3-3	1.0 R7.11.26 ~ R7.12.9
試験4	試験4-1	1.0 R8.1.19 ~ R8.2.1
	試験4-2	0.5 R8.2.2 ~ R8.2.16
	試験4-3	1.0 R8.2.17 ~ R8.3.2

3-1) 水処理状況

○水処理状況の比較について表3、図11、図12に示す。

今回の調査では約2週間の期間で使用池数を切り替えたが、試験-1以外は0.5池使用で反応タンク流入水の濃度の上昇が認められた。試験-1では使用池数によらず期間の後半が夏季に入り観光負荷の影響が大きくなったものと考えられる。処理水質については期間内において明確な変化は認められなかったが、試験-2及び試験-4において最終沈殿池のBODがやや上昇傾向を示した。これは反応タンク流入BODの上昇が影響した可能性がある。現状における流入状況として、夏季の高負荷時期以外でも、以前よりも観光客の増加により負荷が上昇傾向となってきたため、最初沈殿池については水面積負荷に余裕を持たせ、年間をとおして1池を使用することで、安定した除去率

が得られ、良好な処理水質を確保し易くなるものと考えられる。

表3 水処理状況の比較(期間毎)

期間	流入下 水量 (m ³ /日)	SS (mg/L)				COD (mg/L)				BOD (mg/L)			
		流入	反応タンク 流入	終沈	放流	流入	反応タンク 流入	終沈	放流	流入	反応タンク 流入	終沈	放流
試験1-1	21,990	153	56	2.1	1.6	74	47	7.5	7.5	150	93	6.2	2.1
試験1-2	22,915	152	56	1.7	1.7	72	47	7.3	7.2	140	88	2.1	1.9
試験1-3	23,167	152	52	1.8	2.1	71	46	7.5	7.6	135	90	2.9	2.0
試験2-1	23,298	157	49	1.8	1.7	74	45	7.1	7.0	160	82	2.8	2.1
試験2-2	22,164	147	56	1.7	1.8	70	45	6.9	6.9	143	95	3.4	1.9
試験2-3	21,575	148	51	1.2	1.3	71	44	7.1	6.9	150	87	6.0	2.2
試験3-1	22,554	149	49	2.5	2.3	71	45	7.4	7.4	150	88	4.3	3.6
試験3-2	22,408	154	58	1.8	1.9	72	48	7.6	7.7	150	95	4.7	3.4
試験3-3	23,133	142	50	1.3	1.4	70	45	7.3	7.3	150	83	4.5	2.4
試験4-1	26,356	116	48	1.7	1.6	61	40	6.5	6.4	130	82	4.0	2.6
試験4-2	26,953	122	58	2.6	2.3	59	43	6.8	6.7	130	94	6.1	3.4
試験4-3	25,460	132	53	2.0	1.8	64	43	7.0	7.1	135	84	5.5	2.4

※試験1-2、試験2-2、試験3-2、試験4-2：初沈0.5池 他：初沈1池

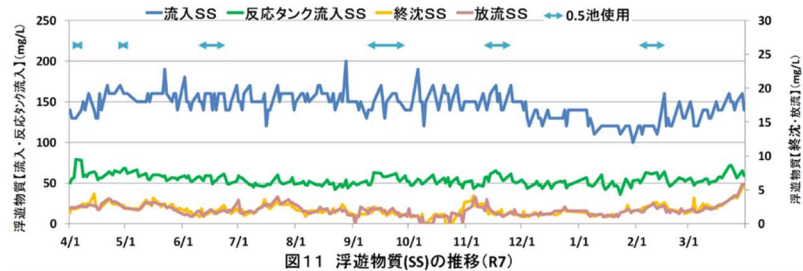


図11 浮遊物質(SS)の推移(R7)

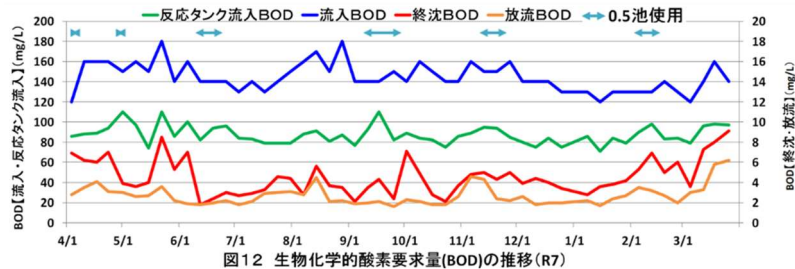


図12 生物化学的酸素要求量(BOD)の推移(R7)

○反応タンク試験結果について表4に示す。今回の試験期間において、生物試験結果については使用池数による明確な変化は認められなかった。酸素利用速度については0.5池使用としたことによる数値の上昇が認められたが、反応タンク流入負荷の増加が原因と考えられる。

表4 反応タンク試験結果

試験	試験1			試験2			試験3			試験4			
	日付	6/2	6/16	6/24	9/1	9/16	9/22	11/4	11/17	11/25	2/2	2/9	2/16
総生物数(個/mL)	10,700	16,520	9,460	5,140	7,420	10,640	16,020	11,920	13,220	7,140	8,780	9,240	
活性汚泥性物数(個/mL)	9,680	15,900	8,720	4,440	6,820	9,700	15,560	11,020	12,400	6,720	7,980	8,520	
活性汚泥性生物(%)	90.47	96.25	92.18	86.38	91.91	91.17	97.13	92.45	93.80	94.12	90.89	92.21	
Rr (mg/L・時)	24.5	41.6	34.6	36.7	46.1	42.6	20.9	26.2	42.5	14.6	19.8	33.0	
Krs (mg/g・時)	13.5	23.2	18.1	20.6	24.5	22.0	11.7	14.5	21.4	7.6	10.1	16.8	
Krv (mg/g・時)	9.1	14.9	11.1	14.0	15.7	13.6	7.8	9.5	12.4	4.6	5.8	9.8	
Rr (mg/L・時)ATU	16.2	20.8	25.8	17.5	25.3	23.4	11.7	18.9	17.8	10.3	14.5	20.8	
Krs (mg/g・時)ATU	8.9	11.6	13.5	9.8	13.5	12.1	6.5	10.4	8.9	5.4	7.4	10.6	
Krv (mg/g・時)ATU	6.0	7.4	8.3	6.7	8.7	7.5	4.3	6.8	5.2	3.2	4.3	6.2	
備考	初沈1池	初沈0.5池 ～1週間	初沈0.5池 ～2週間	初沈1池	初沈0.5池 ～1週間	初沈0.5池 ～2週間	初沈1池	初沈0.5池 ～1週間	初沈0.5池 ～2週間	初沈1池	初沈0.5池 ～1週間	初沈0.5池 ～2週間	

○9月の試験における送風機運転状況として、1池使用の例は9/7を図14、0.5池使用の例は9/14を図15に示す。9/7は風量の増減があり曝気風量としてやや余裕のある状況であるが9/14は概ね9:00～0:00頃まで送風機2台を能力上限で運転する状況で曝気風量が不足しているものと考えられる。

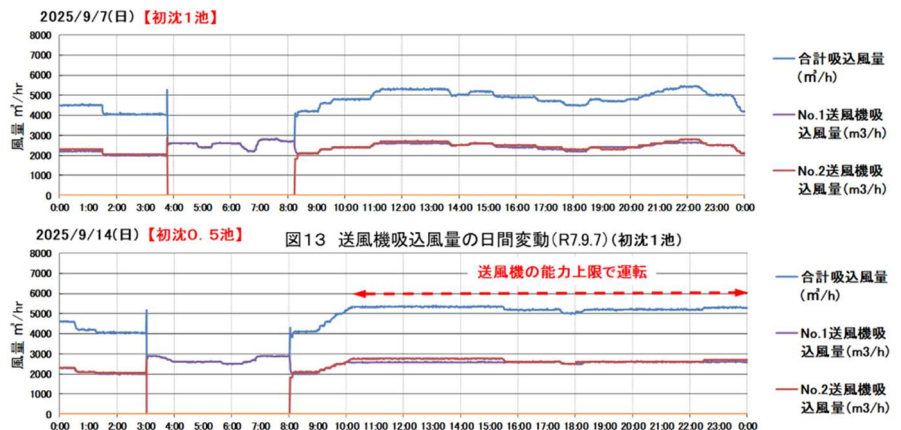


図14 送風機吸込風量の日間変動(R7.9.14)初沈0.5池

○9月の試験における汚泥引き抜き状況として、1池使用の例は9/7を図15、0.5池使用の例は9/14を図16に示す。9/7は9/14と比較して汚泥濃度の変動が大きく、池内の汚泥を引き切れている正常な状態と考えられる。一方で9/14は濃度変動が小さく池内の汚泥が引き切れず溜まっている状況となっている。

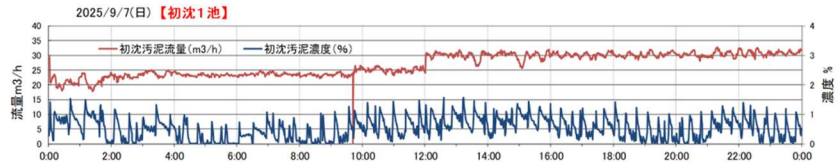


図15 初沈汚泥流量・濃度の日間変動(R7.9.7) (初沈1池)

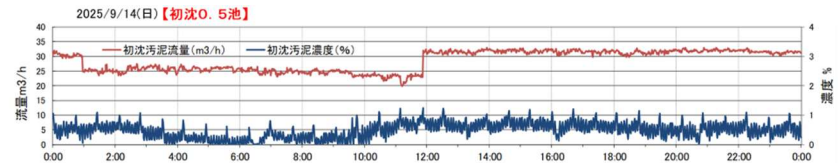


図16 初沈汚泥流量・濃度の日間変動(R7.9.14) (初沈0.5池)

3-2) 汚泥処理状況

○各試験期間の汚泥発生量の変動を表5、図17、図18に示す。

初沈汚泥固形物量としては冬季の減少傾向が認められる。試験-1の期間を除き、水面積負荷が高い期間（最初沈殿池0.5池使用）は初沈汚泥固形物量がやや低下する傾向が認められる。

汚泥発生量の比較として、8月末から10月上旬の試験-2では初沈0.5池使用において初沈汚泥固形物量が減少し余剰汚泥固形物量は増加したがトータルとして脱水供給汚泥固形物量が減少する傾向が認められた。初沈汚泥固形物量の減少は脱水性に影響するため、含水率に大きな影響がなければ、汚泥発生量の減少に繋がる可能性がある。

表5 汚泥発生量の比較(期間毎)

期間	流入下水量 (*1000) m³/日	初沈汚泥 固形物量 kg/日	余剰汚泥 固形物量 kg/日	脱水供給汚 泥固形物量 kg/日	脱水ケー キ発生量 t/日	備考
試験1-1	21.99	3,499	1,391	4,089	12.83	R7.5.26 ~ R7.6.8
試験1-2	22.91	4,210	1,567	3,545	11.62	R7.6.9 ~ R7.6.24
試験1-3	23.17	4,694	1,430	3,910	12.74	R7.6.25 ~ R7.7.8
試験2-1	23.30	3,447	1,402	3,941	12.22	R7.8.25 ~ R7.9.7
試験2-2	22.16	2,861	1,706	3,712	11.60	R7.9.8 ~ R7.9.29
試験2-3	21.58	3,275	1,461	3,828	12.01	R7.9.30 ~ R7.10.13
試験3-1	22.55	3,818	1,535	3,920	11.53	R7.10.27 ~ R7.11.9
試験3-2	22.41	3,249	1,543	3,883	11.69	R7.11.10 ~ R7.11.25
試験3-3	23.13	3,449	1,414	3,794	11.39	R7.11.26 ~ R7.12.9
試験4-1	26.36	2,587	1,311	3,973	12.22	R8.1.19 ~ R8.2.1
試験4-2	26.95	2,445	1,668	3,458	11.14	R8.2.2 ~ R8.2.16
試験4-3	25.46	2,675	1,386	3,870	11.27	R8.2.17 ~ R8.3.2

※試験1-2,試験2-2,試験3-2,試験4-2: 初沈0.5池 他: 初沈1池

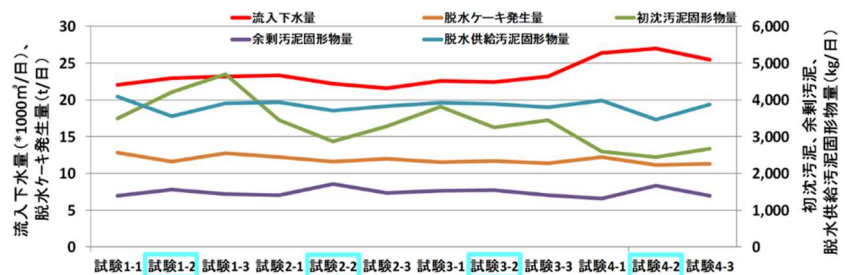


図17 汚泥発生量の比較(試験1~試験4)

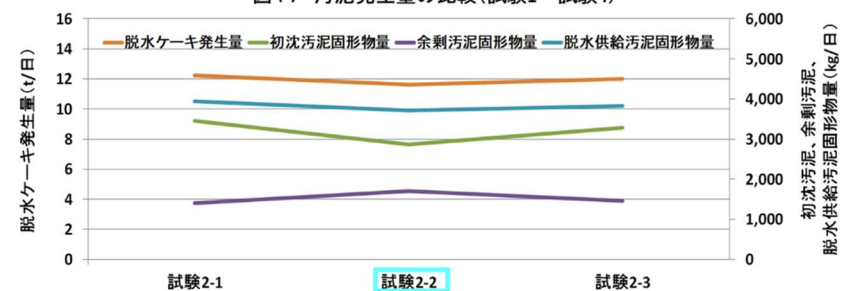


図18 汚泥発生量の比較(試験2)

4 まとめ

- 調査の結果、年間を通して1池を使用すれば観光排水の影響を受ける夏季の高負荷時や夏季以外の一時的な高負荷時においても安定した処理水質を確保できた。
- 高負荷時期における0.5池使用では、処理水質を確保したうえでの脱水供給汚泥の減少傾向が認められたが、反応タンクが高負荷となり送風量が多くなった。安定した水質を確保したうえでの池数の使い分けや、0.5池運用時に増大する反応タンクへの負荷に対応するための送風機能力、初沈汚泥の減少による脱水性の変化を含めた、処理施設全体での最適化を図ることが必要である。
- 以上の結果から、必要池数(1池)と、経年劣化や故障リスクに備える予備(0.5池)を合わせた「計1.5池」が必要と判断した。現状は故障等により1池のみしか使用できない状況であるため、今後は修繕・改修を進め1.5池を確保し、最適な運用・管理体制を構築していく。

以上

○専門用語解説（五十音順）

用 語	解 説
えすえす SS	浮遊物質（Suspended Solid） 水中に浮遊する物質の量を示す。対象となるのは、水中に浮いている粒径2mm以下の不溶性物質。水中の生物の生息環境や水生植物の生育に影響を与えるおそれがある。
さいしゅうちんでんち 最終沈殿池	反応タンクから流出する活性汚泥と二次処理水を重力沈降によって分離するための沈殿池。
さいしゅちんでんち 最初沈殿池	污水处理において、最初に砂や泥を沈殿させる池。下水をゆっくり流して砂や泥を沈めて、底から引き抜く。
しーおーでい COD	化学的酸素要求量（Chemical Oxygen Demand） 水中の有機物を、酸化剤で酸化するのに必要な酸素の量。数値が大きいほど有機物が多いと判断される。
はんのう 反応タンク	下水中の有機物（よごれ）を微生物によって分解するタンク。下水処理の中でもっとも重要な施設。
びーおーでい BOD	生物化学的酸素要求量（Biochemical Oxygen Demand） 水中の汚れを微生物が分解するときに消費する酸素の量で、代表的な水質汚濁指標。
みずめんせきふか 水面積負荷	水処理施設において、単位面積あたりに流入する水量を示す指標。 単位は $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ で表される。
りゅうにゅうふか 流入負荷	処理場に流れ込む下水に含まれる汚れの総量を示す指標。