

1. 実証研究結果

1-1 実証研究の概要

平成 26 年度 B-DASH 事業のうち、②既存施設を活用した省エネ型水処理技術（標準活性汚泥法）として採択された本技術の実証研究の概要は、表資 1.1.1 に示す通りである。

実証研究は、本技術が、標準活性汚泥法を採用している下水処理場において、機械設備更新時に低コストで導入が可能であり、処理性において同等であること、ならびに消費電力量の大幅な削減と維持管理費の低減が可能であることを、実施設において検証したものである。

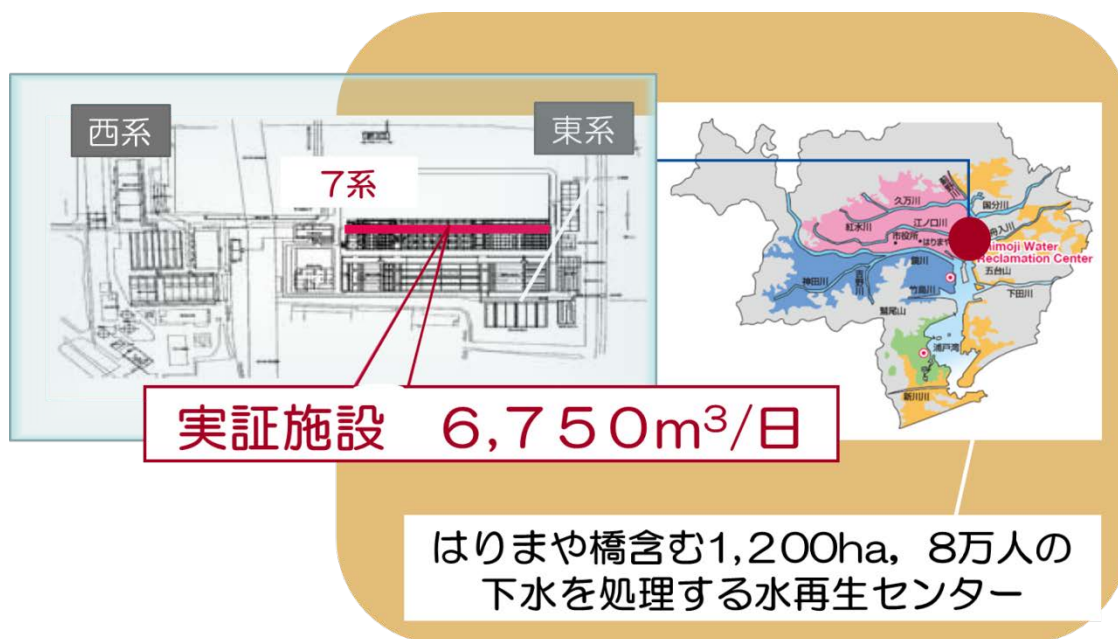
表資 1.1.1 実証研究概要

No	項目	内容	
1	研究名称	無曝気循環式水処理技術実証研究	
2	委託者	国土交通省国土技術政策総合研究所	
3	受託者	高知市・高知大学・日本下水道事業団・メタウォーター共同研究体	
4	実証研究の内容	「既存施設を活用し、良好な処理水質を確保しながら消費エネルギーを抑制する」標準活性汚泥法代替技術として、『無曝気循環式水処理技術』を実証する。	
5	処理水質	BOD : 15mg/L	
6	開発目標	建設費：30%削減 ^(*1) 維持管理費：40%削減 ^(*1) 消費電力量：70%削減 ^(*1)	*1：公募時の条件、および平成 25 年度小型実証結果（散水担体ろ床原水散水負荷 25m ³ /(m ² ・日)等)による試算結果
7	実証フィールド	高知市下知水再生センター	

実証施設を設置した高知市下知水再生センターは、高知市の中心市街地 1,200 ha を処理区域とする、処理人口 81,000 人、処理能力 66,600 m³/日の合流式下水処理場である。放流先は浦戸湾である。

図資 1.1.1 に下知水再生センターおよび実証施設の位置を示す。また表資 1.1.2 に実証フィールドである下知水再生センターの施設概要を示す。なお、下知水再生センターで発生した汚泥は、浦戸湾東部流域下水道高須浄化センターに送泥して処理を行っているため、下知水再生センター内に汚泥処理施設はなく、汚泥処理返流水は発生しない。

表資 1.1.3 に実証施設の仕様を、図資 1.1.2 に実証施設を設置した下知水再生センターの東 5～8 系の平面図を示す。実証施設は東 7 系に設置した。隣接する東 6 系はステップ流入式二段硝化脱窒法であるため、東 5 系を対象系列とした。東 5 系の定格処理水量は 6,900m³/日であり、実証施設の処理能力と同等の規模である。実証施設は、下知水再生センターの東 7 系を改造して設置した定格処理能力 6,750m³/日の施設である。



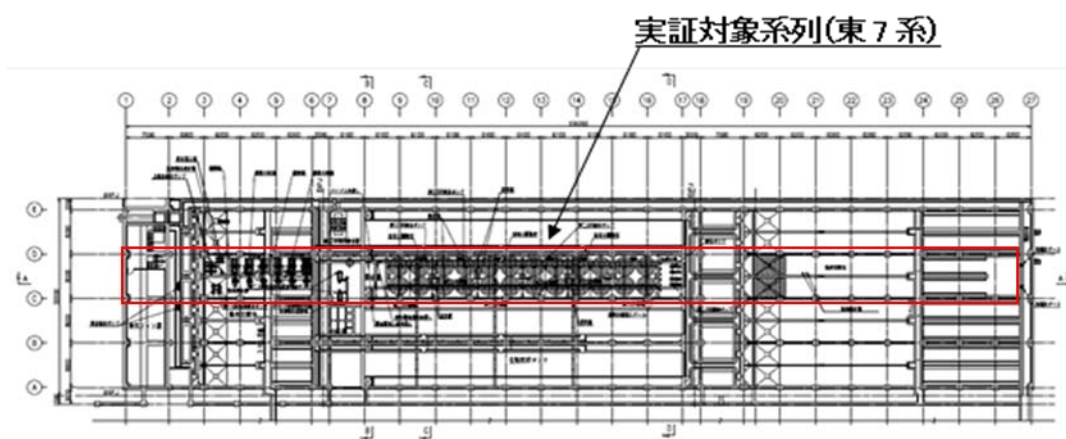
図資 1.1.1 下知水再生センターおよび実証場所の位置

表資 1.1.2 実証フィールドの概要

項目	諸元
現有処理能力	66,500m ³ /日
処理実績	53,900m ³ /日（平成 24 年度実績）
水処理方式	標準活性汚泥法 : 東 1～5 系および西 1～3 系、60,440m ³ /日 東 5 系（既存施設としての比較対象系列）、6,900 m ³ /日 ステップ流入式二段硝化脱窒法 : 東 6 系、6,160m ³ /日
汚泥処理方式	浦戸湾東部流域下水道高須浄化センターに濃縮汚泥を送泥
排除方式	分流および合流
計画流入水質	BOD : 175mg/L、SS : 160mg/L
計画放流水質	BOD : 13mg/L

表資 1.1.3 実証施設の諸元

項目		諸元
処理水量	計画日最大処理水量	6,750m ³ /日
前段ろ過施設	水面積負荷	500m ³ /(m ² ・日)
	担体高さ	0.6m
散水担体ろ床	容積負荷	8m ³ /(m ³ ・日)
	担体高さ	2.5m
	担体充填量	844m ³
	区画数	6
最終ろ過施設	水面積負荷	150m ³ /(m ² ・日)
	ろ床高さ	1.0m



図資 1.1.2 下知水再生センター東5～8系の平面図

本実証研究では、三段階の負荷条件で実証施設を運転した。表資 1.1.4 に負荷条件を示す。低負荷条件は標準活性汚泥法における定格処理水量の 75% を通常処理されている処理水量と見なした時の負荷条件で、処理水質の比較を行うために実施した。標準条件は、定格処理水量での処理水質を調査した。高負荷条件は、標準条件の 125% の処理水量とし、経済性および省エネ性を評価する時の負荷条件とした。

表資 1.1.4 負荷条件

負荷条件		(I) 低負荷条件	(II) 標準条件	(III) 高負荷条件
概 要		現状の流入率での条件	実証施設の定格処理能力での処理性確認	経済性および省エネ性の評価のために設定
目 的		現状の流入率条件で既設系列との処理水質の比較を行う ^{※1} 。	実証既設反応タンクの定格処理能力での処理性を確認する。	処理水 BOD 15mg/L を確保しつつ、省エネ、建設費(年価)削減および維持管理費削減を実証。
散水担体ろ床	容積負荷 ^{※2} ($\text{m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{日})$)	春～秋：6 冬：3.9	春～秋：8 冬：5.2	春～秋：10 冬：6.5
	原水散水負荷 ($\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$)	春～秋：15 冬：10	春～秋：20 冬：13	春～秋：25 冬：16
日最大処理水量 ($\text{m}^3/\text{日}$)		春～秋：5,060 冬：3,290	春～秋：6,750 ^{※3} 冬：4,390	春～秋：7,000 ^{※4} 冬：4,550 ^{※4}
目標処理水 BOD (mg/L)		3～4 (既設対照系列(東 5 系)と同等、年平均値)	本実証試験で確認する。	15 以下 (年最大値)
備 考		現状の流入率に合わせた実験	既設反応タンクの定格処理能力と同等	提案時の建設費(年価)、維持管理費および単位消費電力量の目標達成のために設定

※1 平成 26 年度下水道革新的実証事業への意見への対応

※2 散水担体ろ床の担体充填部単位容積あたりの処理水量をいう。

※3 小型実験での諸元(原水散水負荷 $20\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$)での処理水量。 $7.5\text{m} \times 7.5\text{m} \times 6$ 区画 $\times 20 = 6,750\text{m}^3/\text{日} \approx 6,900 \text{m}^3/\text{日}$ (既存系列の定格処理能力)

※4 高負荷条件では、散水担体ろ床の一区画を休止し、前段ろ過の水面積負荷および最終ろ過のろ過速度を設計範囲内とした。

表資 1.1.5 は本実証研究における運転方法である。本実証研究では、処理水質の悪化やろ過損失水頭の上昇等があった場合に、本表に示す方法で処理性の改善を図った。

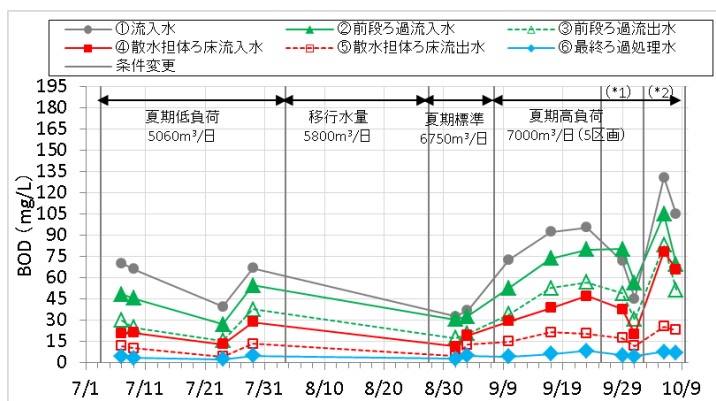
表資 1.1.5 実証施設の運転方法

No	項目		方法	処理性悪化時他の対応				
				水質悪化	圧力損失増加	ろ床の異常発生		
1	前段ろ過	洗浄頻度	基本：1回/2時間 高負荷時間帯：1回/30分～1回/2時間	—	—	—		
		散水担体ろ床流出水循環率	50%	—	—	—		
2	散水担体ろ床	循環率	春～秋	100%	130%	—		
			冬	200%	—	—		
		通気量		処理水量の6倍	—※1	—	—	
		洗浄	浸漬※2	春～秋	2～3週間に1回	—	—	1回/週間に変更
				冬	なし		—	浸漬を行う
曝気洗浄※3		通常は実施しない	実施	—	—			
3	最終ろ過	洗浄頻度	1回/日	—※4	—※4	—		
		洗浄時間	曝気洗浄：30分以内 リンス洗浄※5：20分以内	曝気洗浄時間あるいはリンス洗浄時間を延長する。		—		

※1：通気倍率6倍はファンの上限値（標準条件および高負荷条件時）であり、通気量の増加はできない、※2：湛水後10～18時間静置し、ろ床の幼虫を駆除する、※3：通水および曝気を同時に行い、ろ材を流動させる洗浄方法。※4：洗浄時間の延長で対応する、※5：曝気洗浄のあとに、ろ材の間に滞留する固形物を曝気をせずに通水のみで押し流す洗浄方法

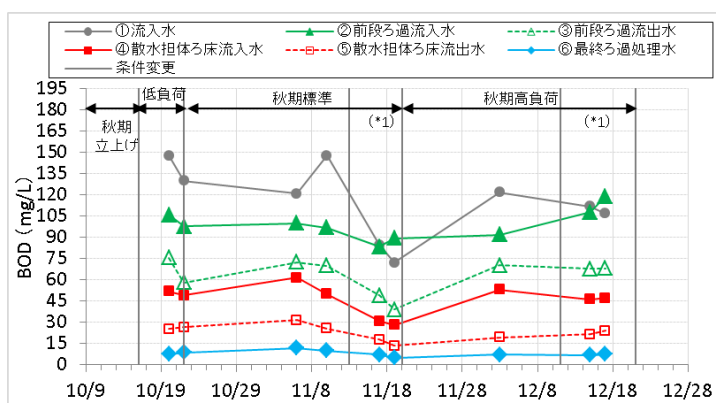
1-2. 定期試験（コンポジット採水）結果

(ア) BOD 濃度



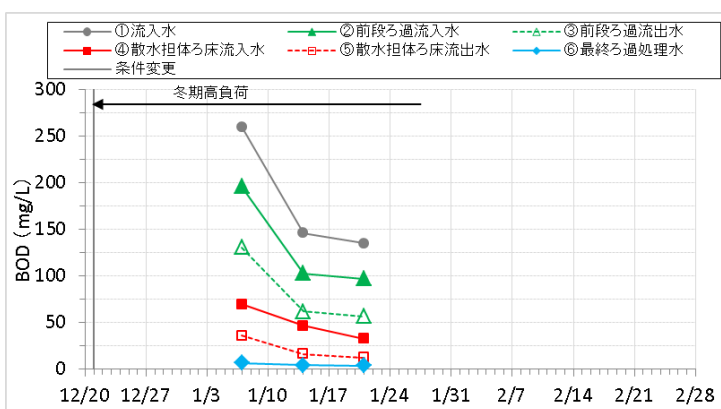
図資 1. 2. 1 夏期試験期間における BOD の経日変化（コンポジット採水分析値）

- *1：散水担体ろ床流出水の循環水を同ろ床に 100% 循環させた。
- *2：散水担体ろ床流出水の 50% を前段ろ過に循環させた。



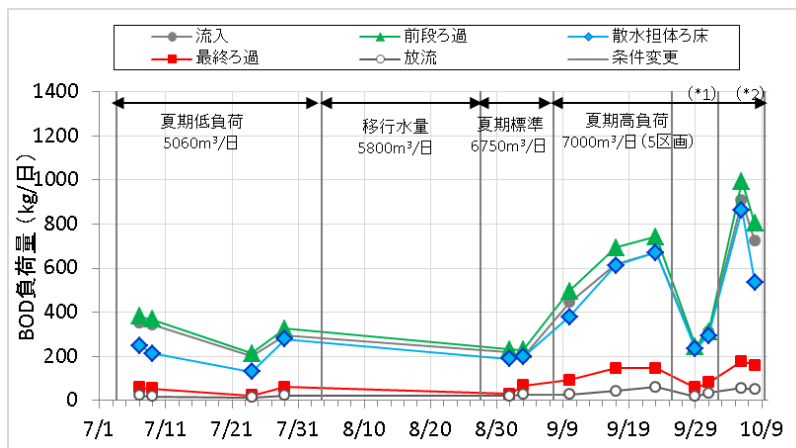
図資 1. 2. 2 秋期試験期間における BOD の経日変化（コンポジット採水分析値）

- *1：散水担体ろ床流出水の循環水を同ろ床に 100% 循環させた。



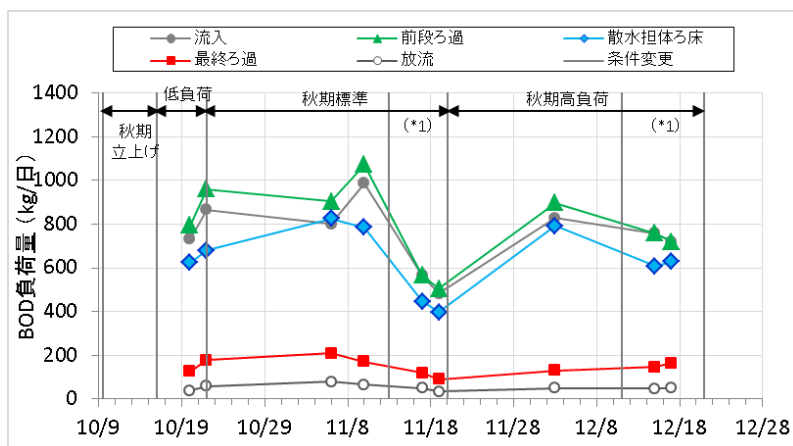
図資 1. 2. 3 冬期試験期間における BOD の経日変化（コンポジット採水分析値）

(イ) BOD 負荷量



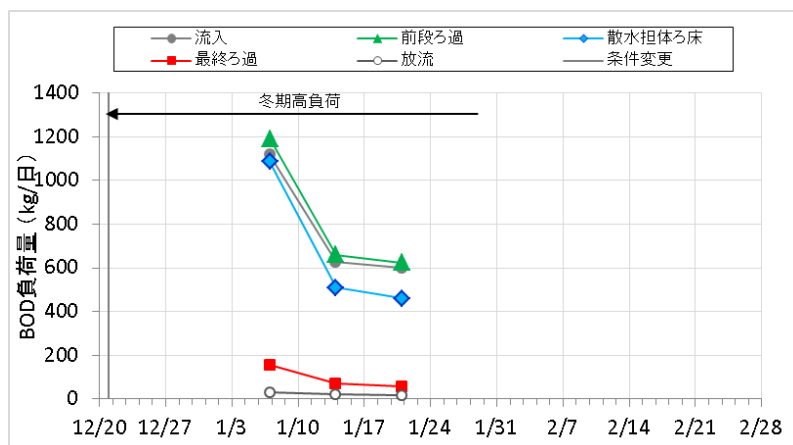
図資 1.2.4 夏期試験期間における BOD 負荷量の経日変化

*1: 散水担体ろ床流出水の循環水を同ろ床に 100% 循環させた。
 *2: 散水担体ろ床流出水の 50% を前段ろ過に循環させた。



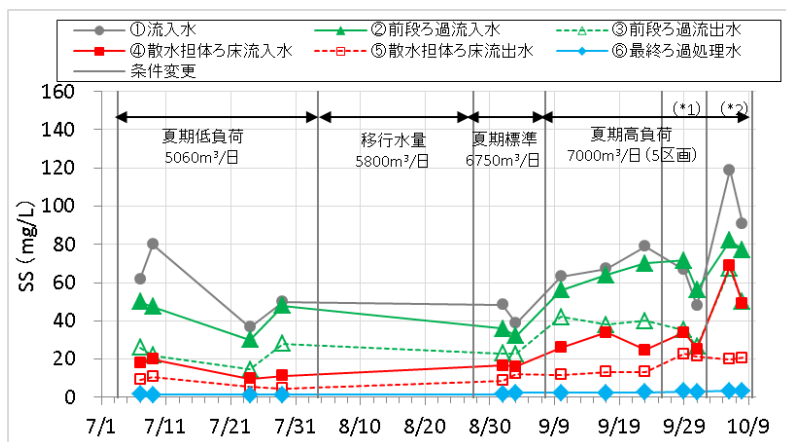
図資 1.2.5 秋期試験期間における BOD 負荷量の経日変化

*1: 散水担体ろ床流出水の循環水を同ろ床に 100% 循環させた。



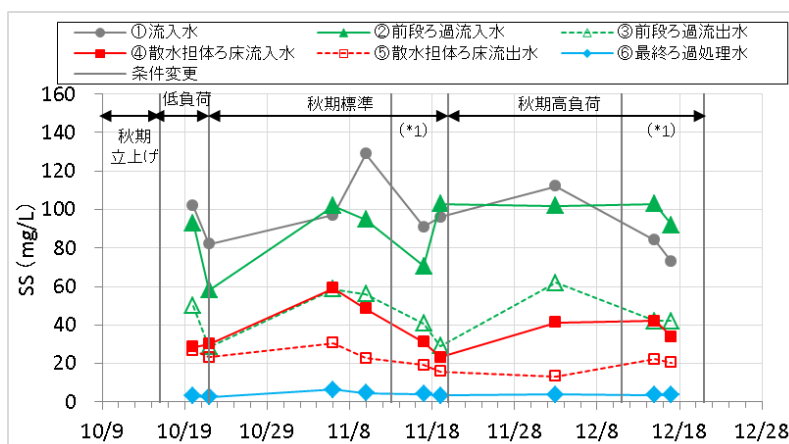
図資 1.2.6 冬期試験期間における BOD 負荷量の経日変化

(ウ)SS 濃度



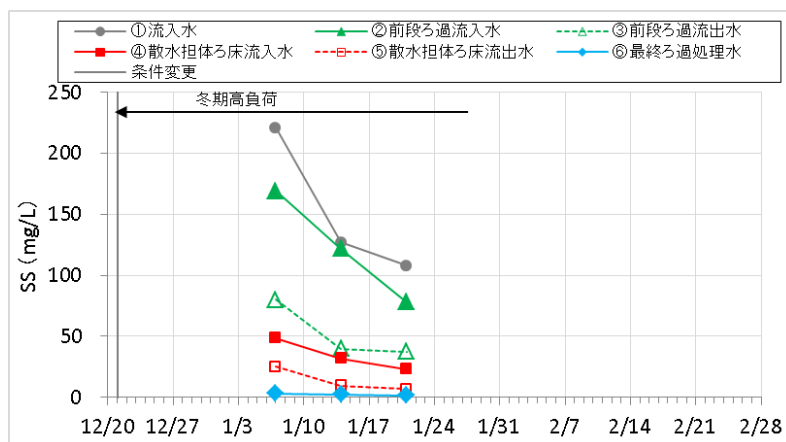
図資 1.2.7 夏期試験期間における SS の経日変化 (コンポジット採水分析値)

*1: 散水担体ろ床流出水の循環水を同ろ床に 100% 循環させた。
 *2: 散水担体ろ床流出水の 50% を前段ろ過に循環させた。



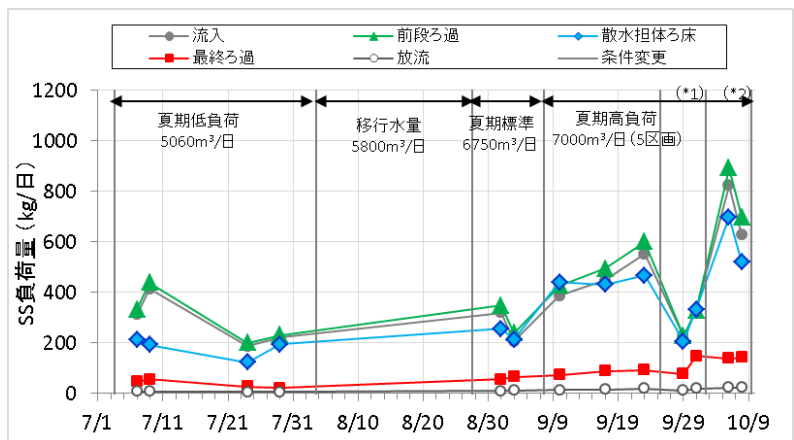
図資 1.2.8 秋期試験期間における SS の経日変化 (コンポジット採水分析値)

*1: 散水担体ろ床流出水の循環水を同ろ床に 100% 循環させた。



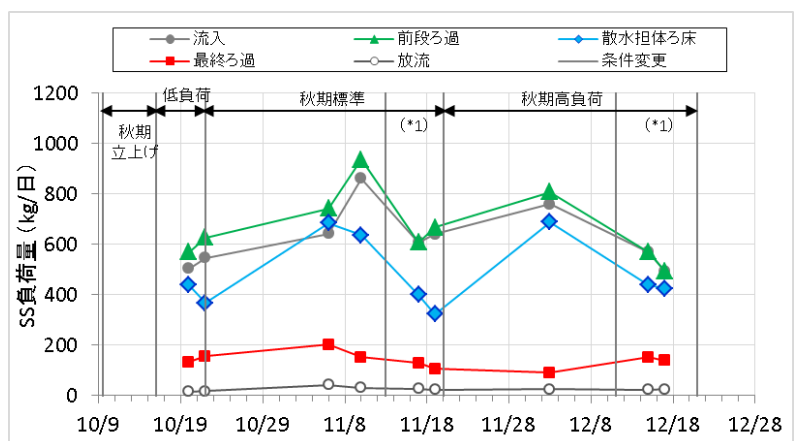
図資 1.2.9 冬期試験期間における SS の経日変化 (コンポジット採水分析値)

(工) SS 負荷量



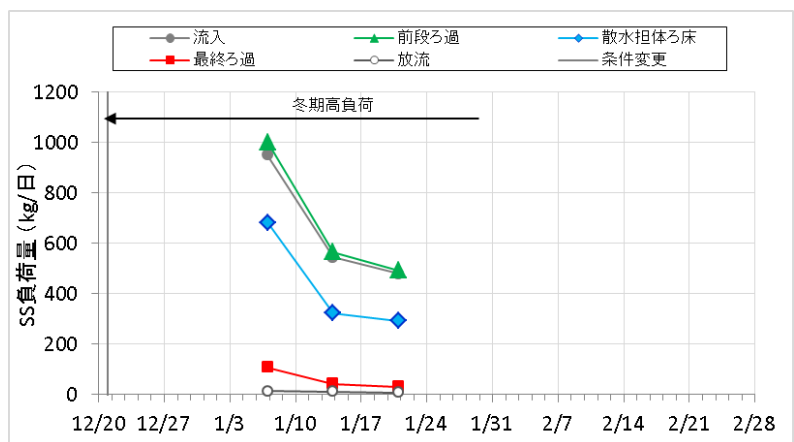
図資 1. 2. 10 夏期試験期間における SS 負荷量の経日変化

*1: 散水担体ろ床流出水の循環水を同ろ床に 100% 循環させた。
 *2: 散水担体ろ床流出水の 50% を前段ろ過に循環させた。



図資 1. 2. 11 秋期試験期間における SS 負荷量の経日変化

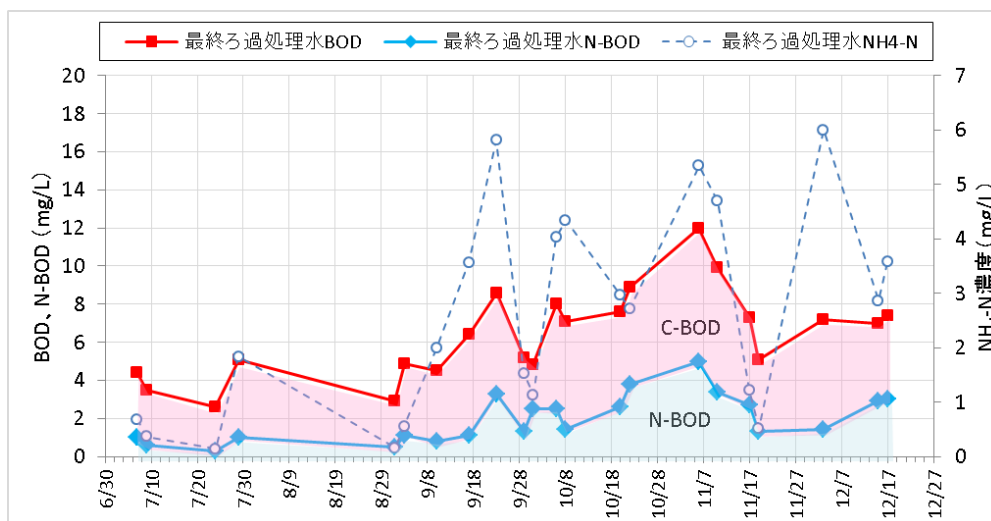
*1: 散水担体ろ床流出水の循環水を同ろ床に 100% 循環させた。



図資 1. 2. 12 冬期試験期間における SS 負荷量の経日変化

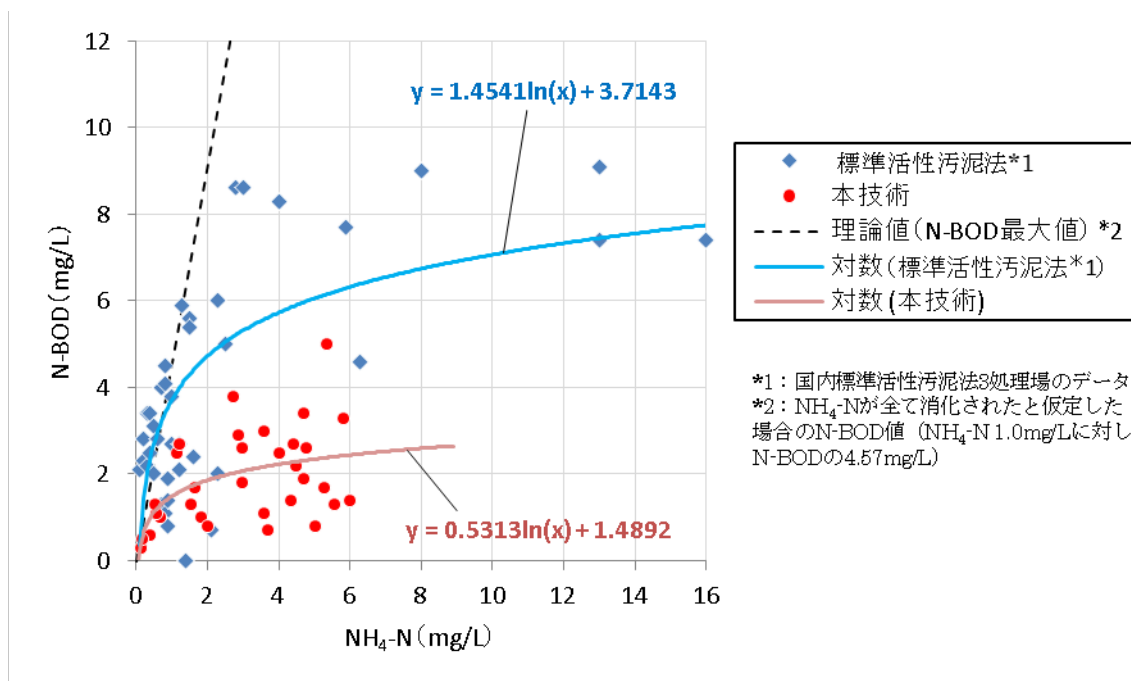
1-3. 最終ろ過施設での N-BOD 発現

・最終ろ過施設での N-BOD 発現



図資 1.3.1 最終ろ過処理水の BOD、N-BOD、NH₄-N の経日変化

最終ろ過処理によって、N-BOD の発現が良好に抑えられていることがわかる。

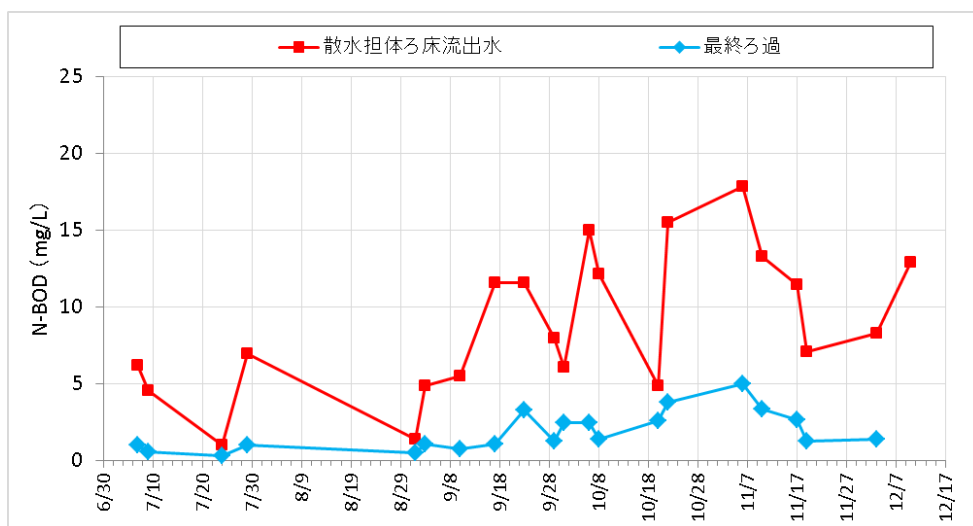


図資 1.3.2 処理水 NH₄-N 濃度と N-BOD 値の関係

(標準活性汚泥法データは、終沈流出水等殺菌処理前のデータを使用。散水担体ろ床法データは、最終ろ過処理水のデータを使用。)

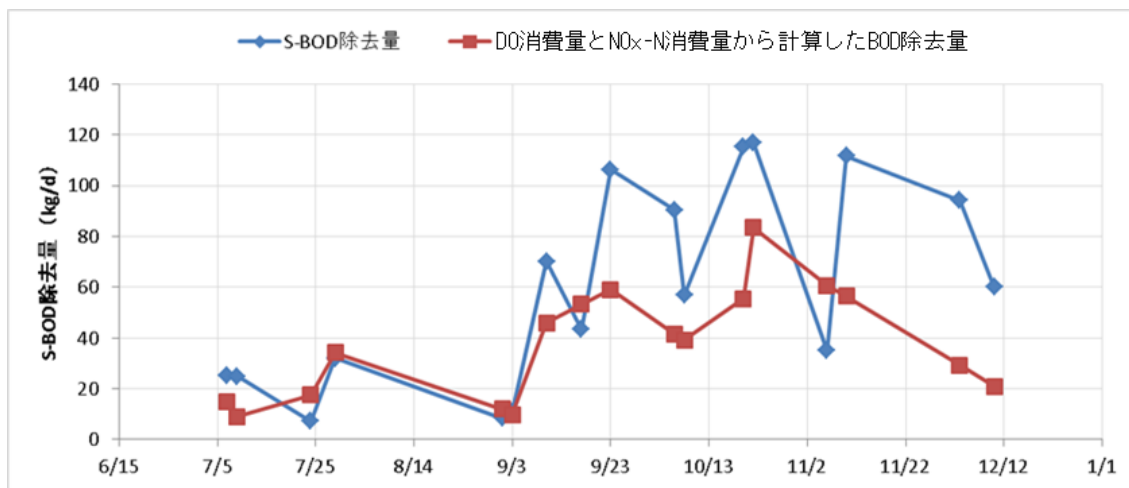
標準活性汚泥法と本技術で比較した場合、同じ $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度に対して、本技術における N-BOD 濃度が低いことがわかる。

(参考)

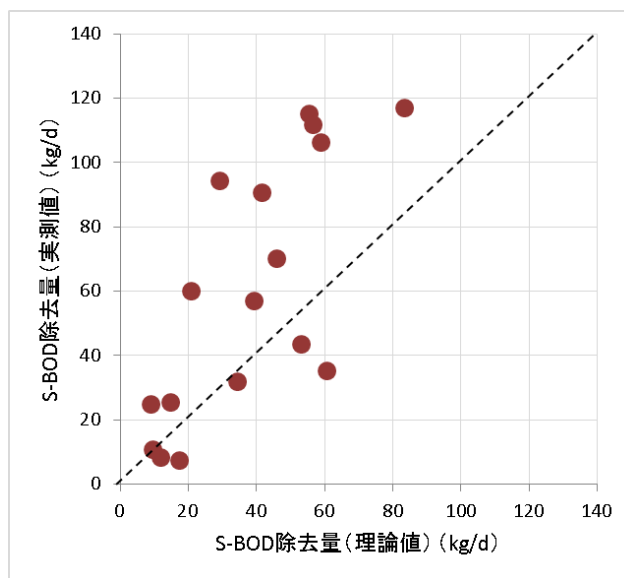


図資 1.3.3 散水担体ろ床流出水と最終ろ過処理水 N-BOD の経日変化

1-4. 前段ろ過施設 BOD 除去の定量評価



図資 1. 4. 1 前段ろ過施設での S-BOD 除去量と DO 消費量および NO_x-N 消費量から計算した BOD 除去量



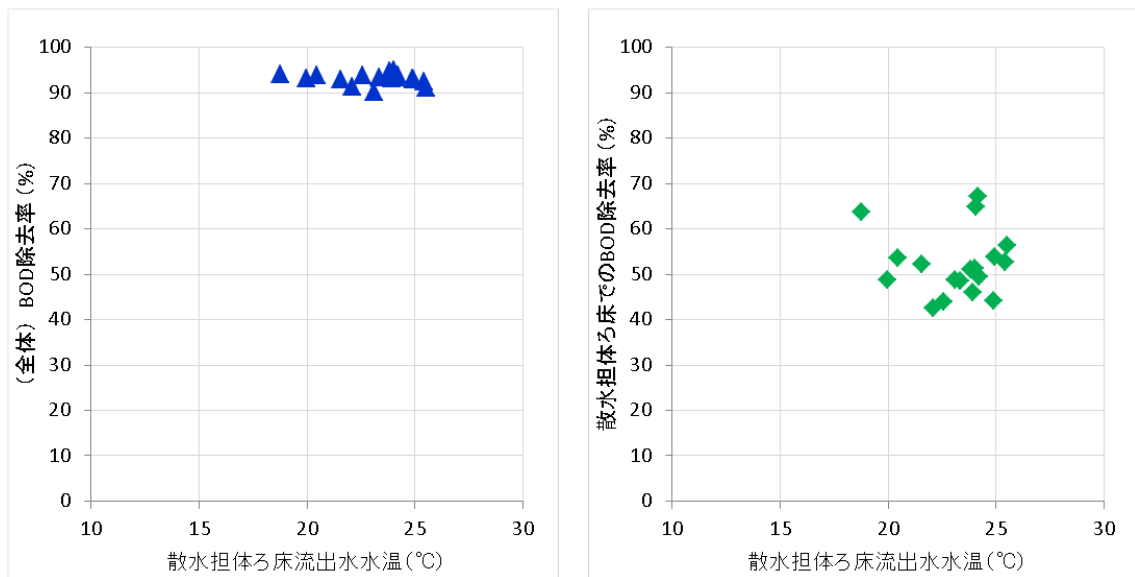
図資 1. 4. 2 S-BOD 除去量の理論値と実測値の比較

S-BOD 除去量、DO 消費量、NO_x-N 消費量の算出方法を表資 1.4.1 に示す。

表資 1.4.1 S-BOD 除去量、DO 消費量、NO_x-N 消費量の算出方法

S-BOD 除去量	<ul style="list-style-type: none"> ・ (前段ろ過流入下水 S-BOD 濃度 - 前段ろ過流出水 S-BOD 濃度) × (流入下水量 + 循環水量 + 濃縮上澄水量) 	kg-BOD/日
DO 消費量	<ul style="list-style-type: none"> ・ (散水担体ろ床流出水 DO 濃度 × 循環水量) - (前段ろ過流出水 DO 濃度 × (流入下水量 + 循環水量 + 濃縮上澄水量)) 	左記 DO 消費量 (kg-DO/日) を BOD 除去量 (kg-BOD/日) と仮定
NO _x -N 消費量	<ul style="list-style-type: none"> ・ (前段ろ過流入下水 NO₂-N 濃度 - 前段ろ過流出水 NO₂-N 濃度) × 1.71 × (流入下水量 + 循環水量 + 濃縮上澄水量) …① ・ (前段ろ過流入下水 NO₃-N 濃度 - 前段ろ過流出水 NO₃-N 濃度) × 2.86 × (流入下水量 + 循環水量 + 濃縮上澄水量) …② ・ (① + ②) …③ 	③を NO _x -N 消費に伴う BOD 除去量 (kg-BOD/日) と仮定

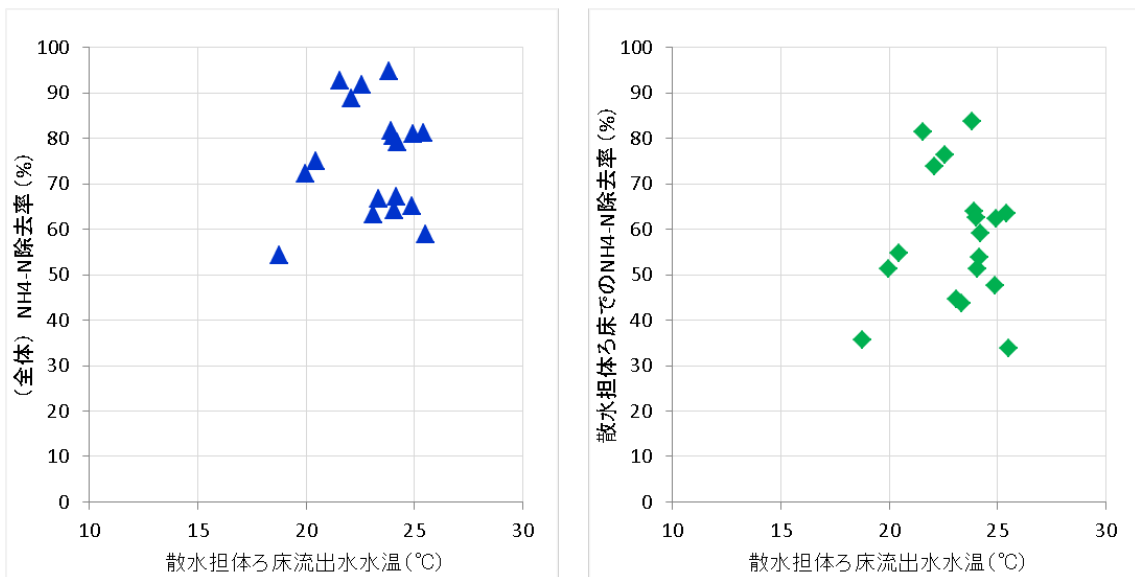
1-5. 水温と BOD 除去率の関係



図資 1.5.1 散水担体ろ床流出水水温と BOD 除去率の関係

※降雨の影響があったと想定される、流入下水 BOD<50mg/L の日のデータ 4 点を除く

(参考)

図資 1.5.2 散水担体ろ床流出水水温と NH₄-N 除去率の関係

※降雨の影響があったと想定される、流入下水 BOD<50mg/L の日のデータ 4 点を除く

1-6. 散水担体ろ床における脱臭条件と分析結果

表資 1.6.1 散水担体ろ床における脱臭条件と既存の生物脱臭条件の比較

項目	単位	諸元値	
		生物脱臭 ⁹⁾	散水担体ろ床 ^{*1}
空間速度	(m ³ /時) / m ³	150~360	2.0
散水量 ^{*2}	(m ³ /日)/(m ³ /分)	0.24~5.0	360
ガス接触時間	秒	10~24	1800

※1：通気量 40,500m³/日 (6,750m³/日の6倍)、
散水量 10,125m³/日 (6,750m³/日×1.5)、
リアクタ容積 844m³、リアクタ表面積 337.5 m² で計算

※2：脱臭風量(m³/分)あたりの散水量(m³/日)

表資 1.6.2 散水担体ろ床通気ガス分析結果 (2015/10/15 サンプルング)

No.	分析項目	単位	a	b	c	除去率 ^(※1) (%)
			10/15 前段ろ過他 送気管 (gas)	10/15 散水担体ろ 床上部 (gas)	10/15 散水担体ろ 床排ガス (gas)	
1	アンモニア	ppm	<0.1	<0.1	<0.1	—
		臭気強度	<0.71	<0.71	<0.71	—
2	メチルメルカプタン	ppm	0.070	0.12	0.0007	99.4
		臭気強度	4.5	4.8	2.0	—
3	硫化水素	ppm	8.4	1.1	0.008	99.3
		臭気強度	5.0	4.2	2.1	—
4	硫化メチル	ppm	0.004	0.015	0.002	86.7
		臭気強度	2.2	2.6	1.9	—
5	二硫化メチル	ppm	0.0032	0.0053	<0.0009	—
		臭気強度	2.1	2.3	<1.5	—
6	トリメチルアミン	ppm	<0.0005	<0.0005	<0.0005	—
		臭気強度	<1.6	<1.6	<1.6	—
7	臭気濃度		1600	2500	160	—
8	臭気指数		32	34	22	—

※1：100×{1-(c/b)}にて計算

臭気強度は以下計算式にて算出

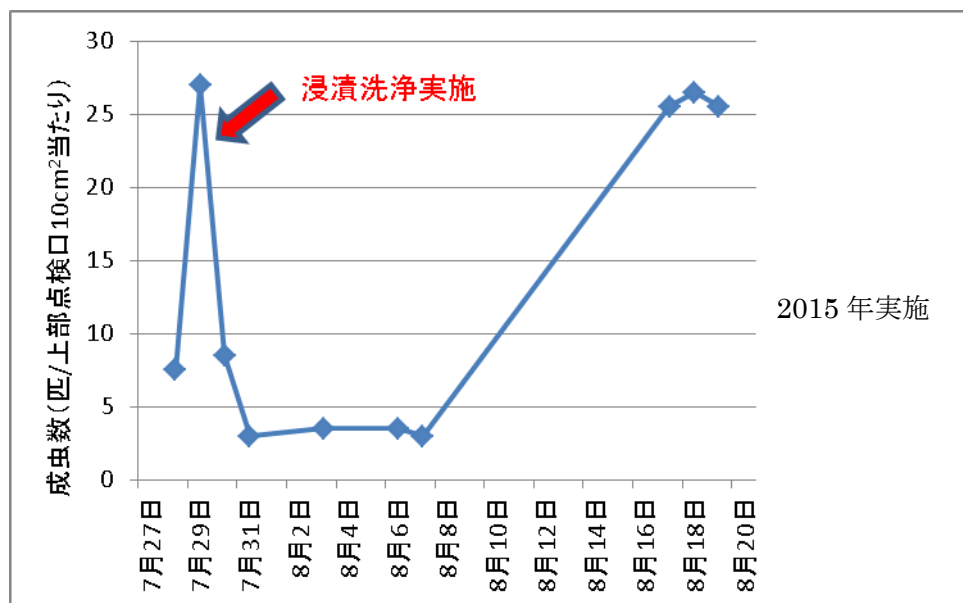
(総合技術センター発行、西田耕之助編集、消・脱臭技術の進歩と実務より)

X: サンプル濃度、Y: 臭気強度

- ・アンモニア : Y=1.67logX+2.38
- ・メチルメルカプタン : Y=1.25logX+5.99
- ・硫化水素 : Y=0.95logX+4.14
- ・硫化メチル : Y=0.784logX+4.06
- ・二硫化メチル : Y=0.985logX+4.51
- ・トリメチルアミン : Y=0.901logX+4.56

1-7. 散水担体ろ床の浸漬洗浄によるろ床バエ駆除に関するデータ

① 散水担体ろ床の浸漬操作とろ床バエ発生数の関係（実証設備）



図資 1.7.1 散水担体ろ床の浸漬洗浄とろ床バエの発生数（18h 浸漬）

② ろ床バエ幼虫の浸漬駆除試験（ビーカ試験）

方法：生きているろ床バエの幼虫 10 匹程度を蓋付き容器（約 500mL）に採取し、前段ろ過処理水を 300mL 程度投入し、幼虫を水中に沈めた状態とし、経過時間による幼虫の生存状況を目視確認した。

表資 1.7.1 ろ床バエ幼虫の浸漬駆除試験結果

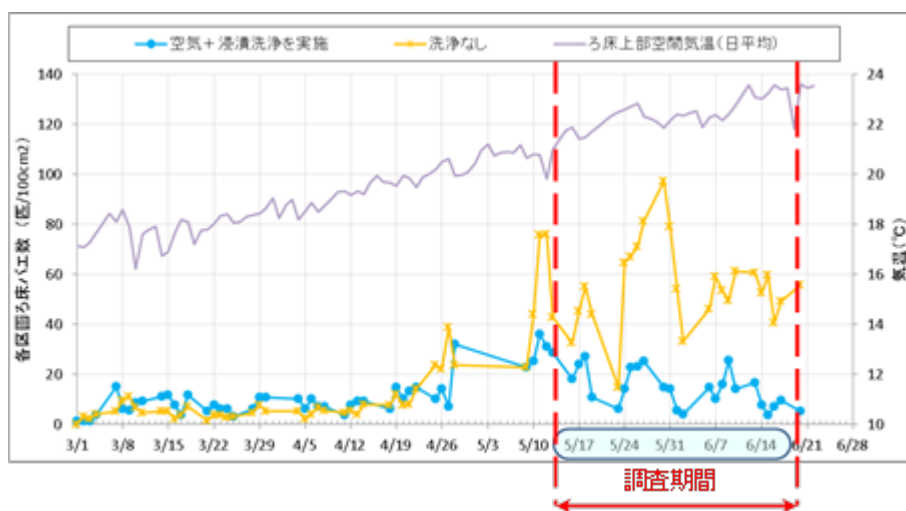
水没後の浸漬時間	観察結果
7 時間	ほぼすべての幼虫が動いており、生存している状況であった。
10 時間	ほぼすべての幼虫の動きがなく、死滅している状況であった。

（注）本ビーカ試験は、日を変えて 2 回実施した結果をまとめたものである。

③ 洗浄の有無によるろ床バエ駆除試験（実証設備）

ろ床洗浄を実施した方が、ろ床バエの発生数は少なかった。

2016年実施

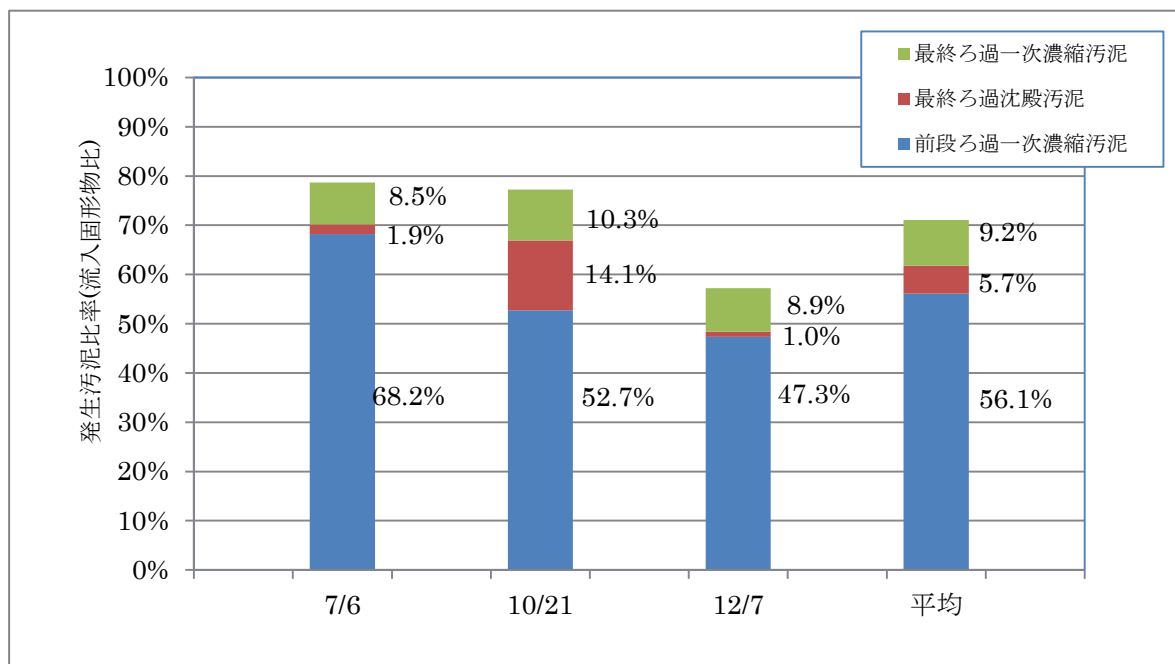


図資 1.7.2 散水担体ろ床の洗浄方法とろ床バエの発生数

1-8. 固形物収支算定用各 RUN データ

表資 1.8.1 固形物収支算定用各 RUN データ

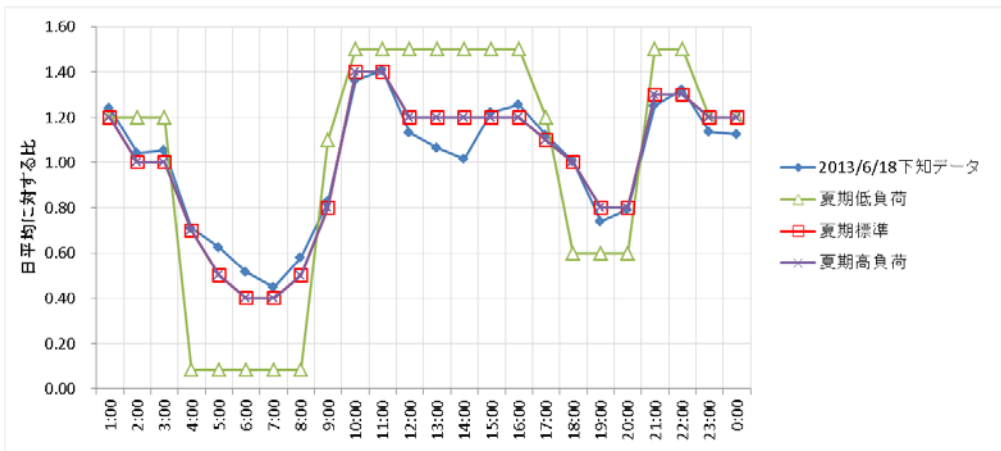
(2015年) 月日	7/6		10/21		12/7		平均
	kg	比率	kg	比率	kg	比率	比率
流入下水	314	1.00	417	1.00	870	1.00	1.00
一次濃縮槽上澄水	100	0.32	102	0.24	137	0.16	0.24
循環水(前ろ過へ)	22	0.07	57	0.14	50	0.06	0.09
前段ろ過流入下水	402	1.28	477	1.14	1172	1.35	1.26
前段ろ過洗浄排水	232	0.74	332	0.80	516	0.59	0.71
前段ろ過流出水	200	0.64	214	0.51	647	0.74	0.63
循環水(担体ろ床へ)	20	0.06	58	0.14	48	0.06	0.09
散水担体ろ床流入下水	179	0.57	301	0.72	695	0.80	0.70
散水担体ろ床洗浄排水	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00
散水担体ろ床流出水	89	0.28	231	0.55	189	0.22	0.35
循環水	43	0.14	115	0.28	97	0.11	0.17
最終ろ過流入下水	47	0.15	114	0.27	92	0.11	0.18
最終ろ過処理水	8	0.03	12	0.03	24	0.03	0.03
最終ろ過洗浄排水	29	0.09	65	0.16	97	0.11	0.12
最終ろ過沈殿汚泥	6	0.02	59	0.14	9	0.01	0.06
洗浄排水計	261	0.83	397	0.95	613	0.70	0.83
一次濃縮汚泥	241	0.77	263	0.63	489	0.56	0.65
前段ろ過汚泥/一次濃縮汚泥	214	0.68	220	0.53	412	0.47	0.56
最終ろ過汚泥/一次濃縮	27	0.09	43	0.10	77	0.09	0.09
発生負荷量 計	255	0.81	334	0.80	522	0.60	0.74
発生汚泥比率		0.79		0.77		0.57	0.71



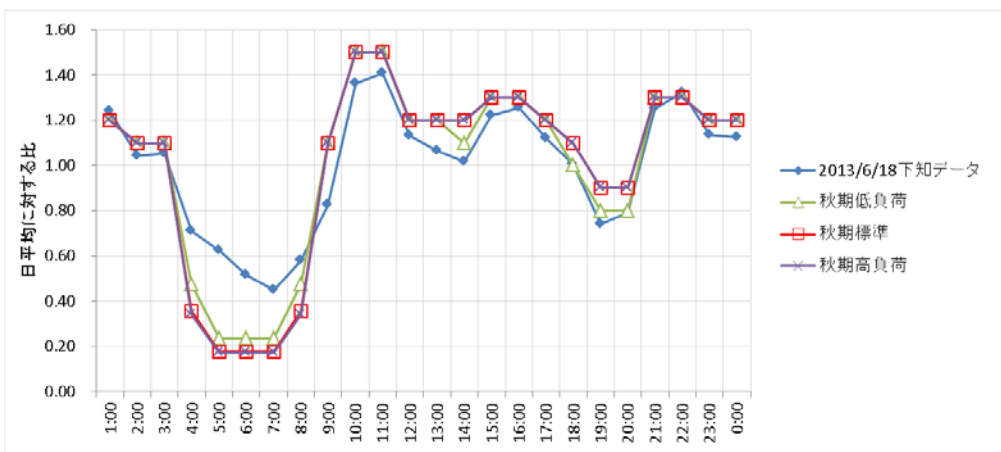
運転条件 循環率：100%（前段ろ過：50%、散水担体ろ床：50%）
 季節変化 2015年 夏期：7/6、秋期：10/21、冬期：12/7
 りん収支：94～101%（7/6は未測定）

図資 1.8.1 季節別の発生汚泥量およびその比率

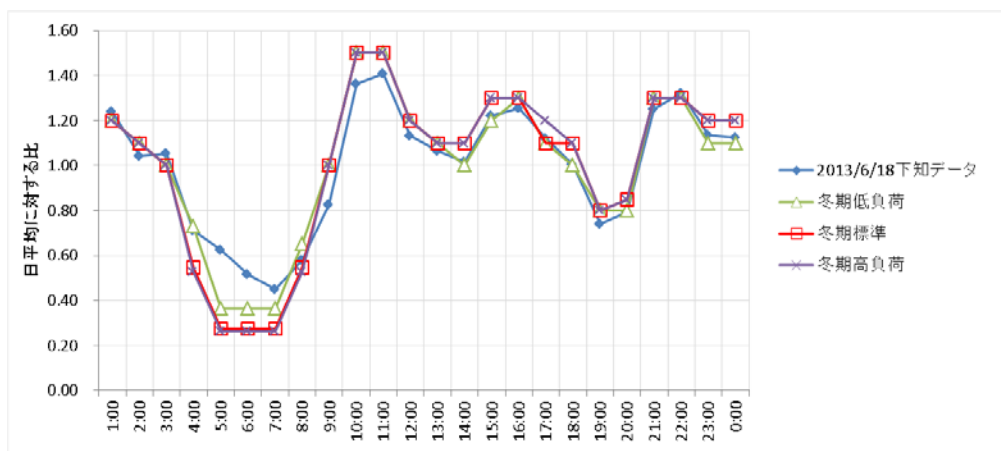
1-9. 流入下水道量変動パターン



図資 1.9.1 夏期における流入下水道量変動パターン

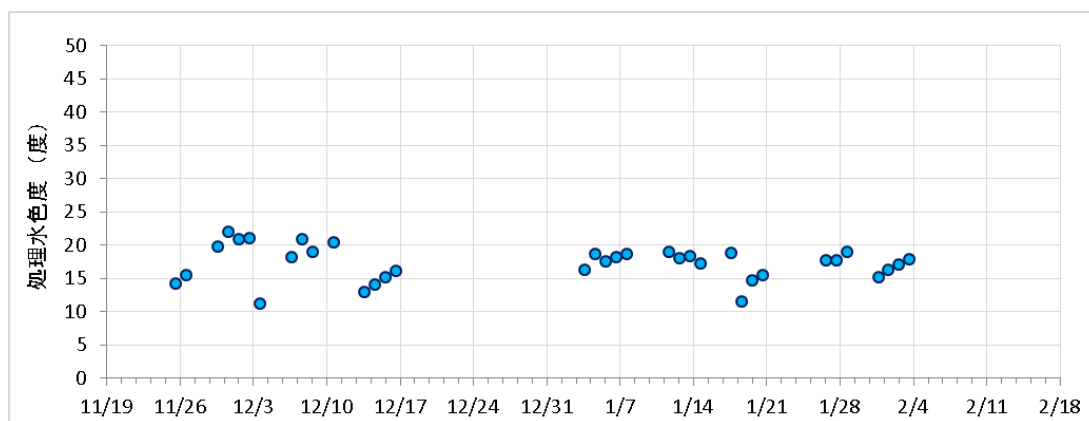


図資 1.9.2 秋期における流入下水道量変動パターン



図資 1.9.3 冬期における流入下水道量変動パターン

1-10. 色度データ



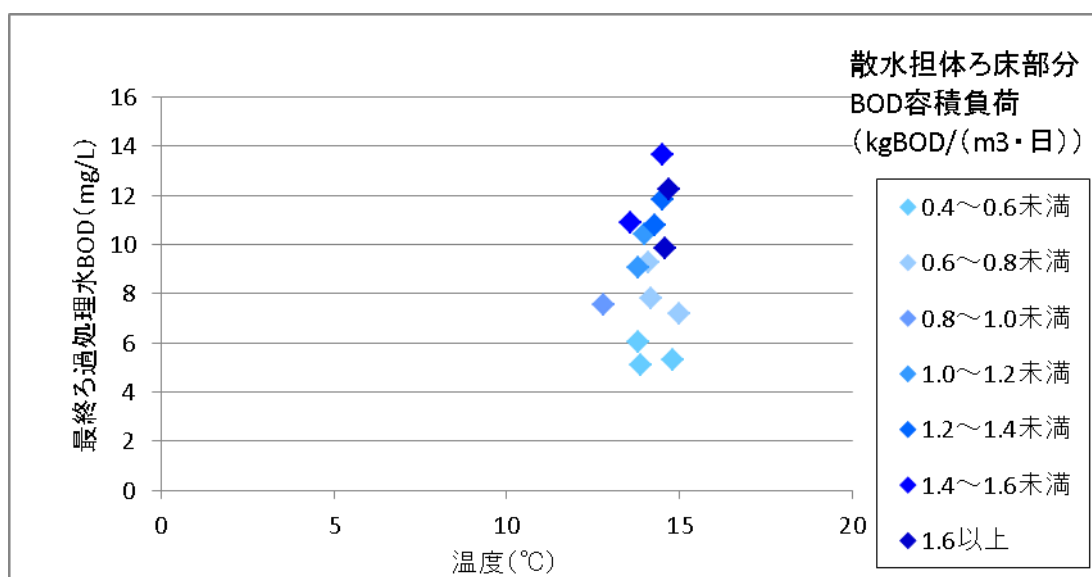
図資 1.10.1 最終ろ過処理水色度の経日変化

1-11. 低水温期の処理性（小型装置）

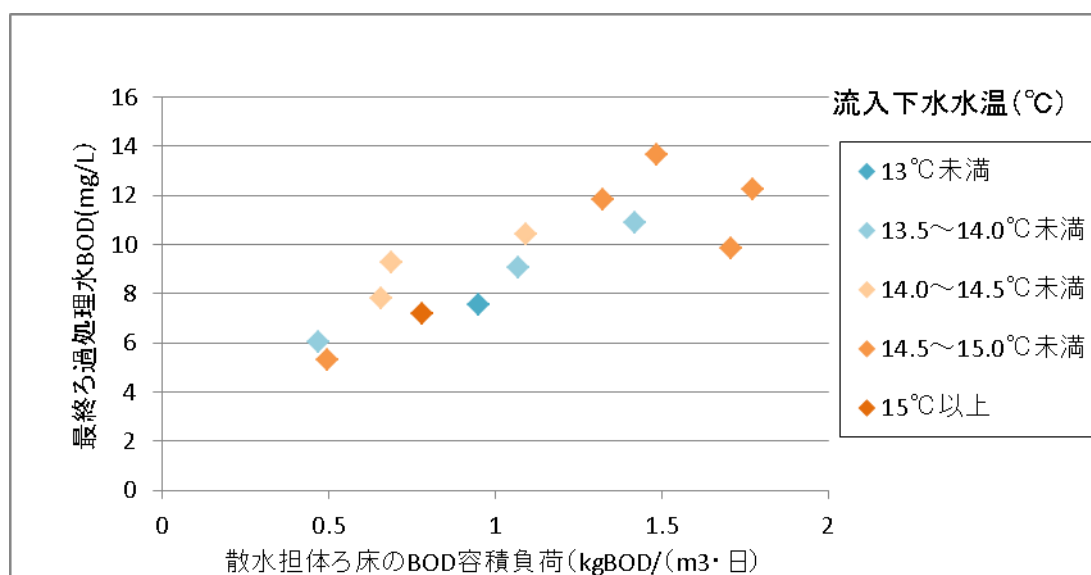
冬季の低水温期の処理性を調査した。

本実証では流入下水を大気下で放置して冷却し、散水担体ろ床への流入 BOD 負荷を変化させて、散水担体ろ床にて実際に処理を行った。さらに散水担体ろ床からの処理水実データを、本ガイドライン § 34 最終ろ過施設の設計の除去性能式にもとづいて処理水 BOD を算出した。

その結果、12.8～15℃の流入下水に対し、散水担体ろ床への BOD 容積負荷 1.8kgBOD/ (m³・日) 以下において処理水 BOD が 15mg/L 以下となるデータが得られた。



図資 1.11.1 低水温下での流入下水水温と処理水 BOD



図資 1.11.2 低水温下での散水担体ろ床 BOD 容積負荷と処理水 BOD

1-12. 処理水質の自動計測（参考）

処理水質をリアルタイムで自動計測する手法として以下がある。本実証実験では参考データとして取得した。本システムの運転状況をリアルタイムで把握する目的があれば設置する。

①UV計（紫外線吸光度自動計測器）

紫外線吸光度法を利用した連続式有機汚濁モニタで、最終ろ過処理水質を連続測定することにより、特に溶解性有機物除去の把握に有効である。

②濁度計

光学式の浮遊性固形物（SS）モニタで、最終ろ過処理水質を連続測定することにより、特に最終ろ過におけるSS除去の把握に有効である。

③NH₄-N計（アンモニア濃度計）

電極式のアンモニア（NH₄-N）濃度計で、最終ろ過処理水質を連続測定することにより、特に散水担体ろ床におけるアンモニア除去、硝化の把握に有効である。

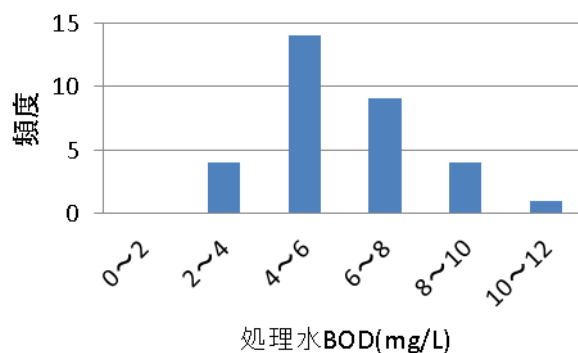
1-13. 処理水 BOD の目標値設定

計画放流水質を年間を通して遵守できる、処理水 BOD の目標値を設定する。なお実証研究期間中の冬季（12月）より全6槽においてノズル改良を実施した。

（全データ）

実証研究期間中の全データ（2015年7月7日～2016年3月10日）の処理水 BOD のヒストグラムを図資 1.13.1 に示す。概ね標準正規分布となり、年間のばらつきを考慮して 3σ を採用する。

流入下水 BOD、処理水 BOD の統計データを表資 1.13.1 に示す。処理水 BOD 標準偏差は $\sigma = 2.2$ であった。



図資 1.13.1 処理水 BOD のヒストグラム（実証研究結果）

表資 1.13.1 流入下水および処理水 BOD の統計データ（実証研究結果）

項目	最小	最大	平均(μ)	標準偏差(σ)	$\mu + 2\sigma$	$\mu + 3\sigma$
	mg/L	mg/L	mg/L	—	mg/L	mg/L
流入下水 BOD	33	260	99	—	—	—
処理水 BOD	2.6	12.0	6.2	2.2	10.7	12.9

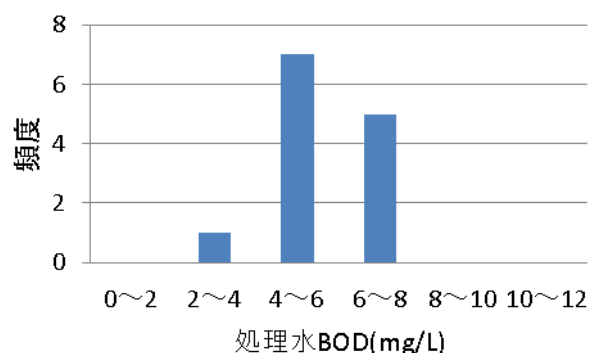
参考として、実証研究結果に基づく、処理水 BOD 目標値の設定例を示す。

$$\text{処理水 BOD の目標値} = \text{計画放流水質 } 15.0 - 3\sigma \Rightarrow 8.4 \text{ mg/L 以下}$$

(ノズル改良後の全データ)

実証研究期間のうち、ノズル改良後の期間のデータ(2015年12月3日～2016年3月10日)の処理水BODのヒストグラムを図資1.13.2に示す。概ね標準正規分布となり、年間のばらつきを考慮して 3σ を採用する。

流入下水BOD、処理水BODの統計データを表資1.13.2に示す。処理水BOD標準偏差は $\sigma = 1.2$ であり、冬季(低水温期)で流入下水BODが高濃度であったが、処理水BODは全データの平均値を下回った。



図資 1.13.2 処理水 BOD のヒストグラム (ノズル改良後の実証研究結果)

表資 1.13.2 流入下水および処理水 BOD の統計データ (ノズル改良後の実証研究結果)

項目	最小	最大	平均(μ)	標準偏差(σ)	$\mu + 2\sigma$	$\mu + 3\sigma$
	mg/L	mg/L	mg/L	—	mg/L	mg/L
流入下水 BOD	82	260	132	—	—	—
処理水 BOD	3.7	7.4	5.7	1.2	8.1	9.3

参考として、ノズル改良後の実証研究結果に基づく、処理水 BOD 目標値の設定例を示す。ノズル改良型の散水担体ろ床とすることにより、処理水 BOD の目標値を高く設定できる。

$$\text{処理水 BOD の目標値} = \text{計画放流水質 } 15.0 - 3\sigma \Rightarrow 11.4 \text{ mg/L 以下}$$

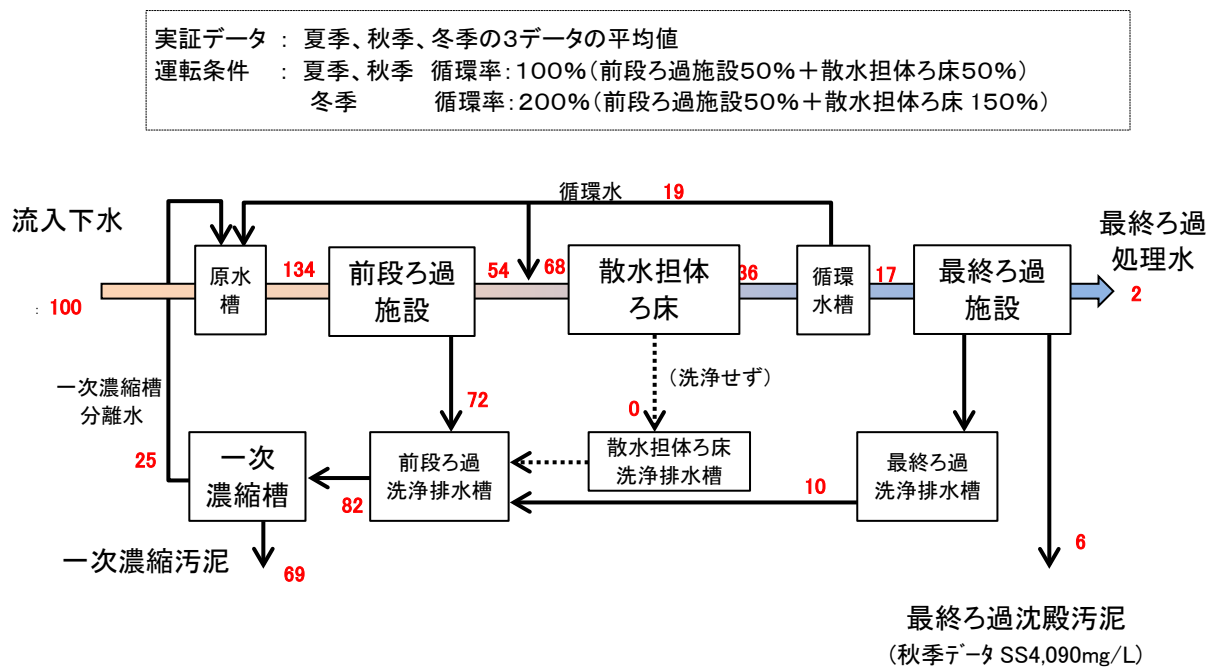
1-14. 既存系列との処理水質の比較



図資 1.14.1 既設の標準活性汚泥法施設と本技術の処理水質比較

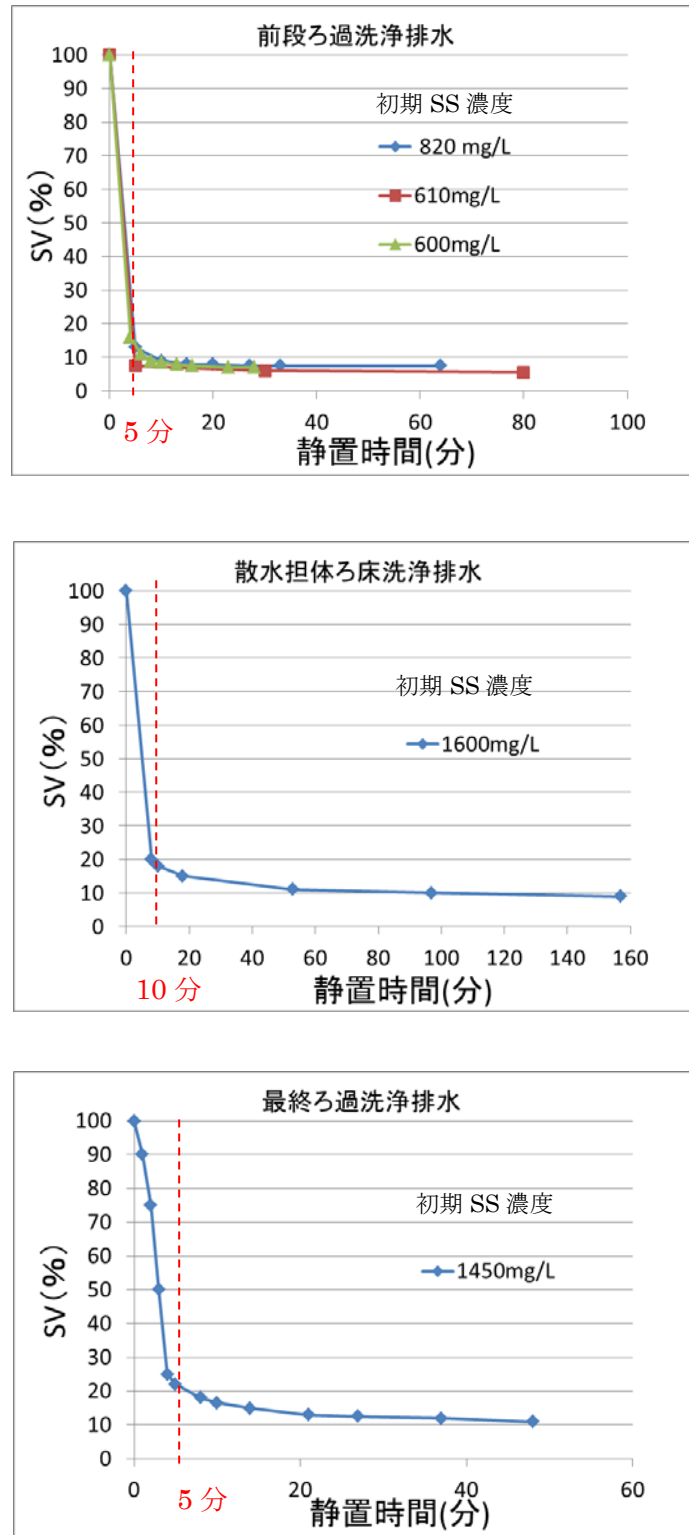
1-15. 固形物収支

実証研究での固形物収支実測データ（季節別3回）の平均値を図資 1.15.1 に示す。数字は実測値のため一部不整合を含む。また散水担体ろ床の洗浄は年間を通じて不実施であった。



図資 1.15.1 固形物収支実測例

1-16. 洗浄排水の濃縮

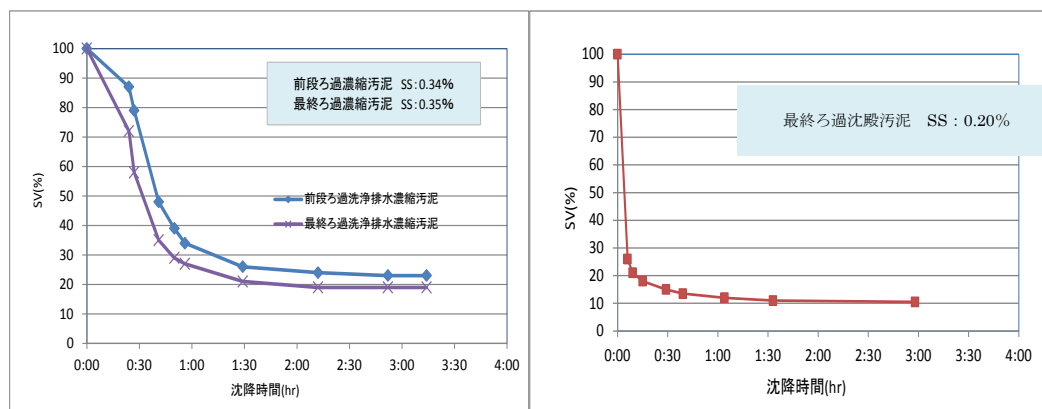


図資 1. 16. 1 各洗浄排水の静置時間と濃縮の関係（実証研究結果）

1-17. 汚泥の濃縮性、脱水性

(ア) 濃縮性

本実証研究で得られた一次濃縮汚泥、最終ろ過沈殿汚泥の濃縮性の結果を図資 1.17.1 に示す。



図資 1.17.1 一次濃縮汚泥、最終ろ過沈殿汚泥の濃縮性

(イ) 濃縮汚泥の性状

(ア) で得られた濃縮汚泥、および実証研究を実施した下水処理場の標準活性汚泥法から得られた汚泥の濃縮汚泥の性状を表資 1.17.1 に示す。

表資 1.17.1 濃縮汚泥の性状

	項目	pH (-)	TS (%)	SS (mg/L)	VTS (%TS)	アルカリ 度 (mg/L)	粗浮遊 物 (%TS)	VSS (%SS)
	元試料							
本技術	前段ろ過 一次濃縮汚泥 a	6.0	1.62	13,300	85.0	183	42.9	90.9
	最終ろ過 一次濃縮汚泥 b	6.4	1.55	14,000	83.0	188	26.3	86.1
	最終ろ過 沈殿汚泥 c	6.5	1.98	17,100	78.5	360	6.0	80.5
	混合汚泥 a+b+c	6.1	1.66	13,700	82.1	213	33.3	86.7
標準活性 汚泥法	混合生汚泥	6.0	1.55	13,300	84.1	260	30.6	90.0
	余剰汚泥	6.4	1.41	13,000	83.5	100	2.3	86.2

- ・ 供試汚泥の濃縮：脱水試験前に 3 時間静置沈降させて、濃縮操作を行った。
- ・ 混合汚泥：前段ろ過一次濃縮汚泥、最終ろ過一次濃縮汚泥、最終ろ過沈殿汚泥を静置濃縮後、容量比 3 : 1 : 0.5 の割合で混合。
- ・ 混合生汚泥：余剰汚泥が既設最初沈殿池に投入され、その最終ろ過施設から引き抜いた汚泥である。

(ウ) 一次濃縮分離水の性状

実証研究で得られた一次濃縮分離水の BOD、SS、BOD/SS の結果を以下に示す。BOD/SS 比率は、0.8～1.0 程度である。

表資 1.17.2 一次濃縮分離水の性状

洗浄排水の 発生源	一次濃縮 分離水 No.	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	BOD/SS	BOD/SS (平均)
前段ろ過施設	②	95.0	181	0.52	0.79
	③	86.6	90	0.96	
	④	148	99	1.49	
	⑤	120	188	0.64	
	⑥	255	443	0.58	
	⑦	328	585	0.56	
散水担体ろ床	⑧	53.5	100	0.54	0.77
	⑨	98.0	172	0.57	
	⑩	100	83.8	1.19	
最終ろ過施設	⑪	184	180	1.02	0.91
	⑫	188	237	0.79	

(エ) 脱水性

(イ) で得られた濃縮汚泥の脱水試験(加圧試験)結果を表資 1.17.3 に示す。

表資 1.17.3 脱水試験結果

	項目 元試料	高分子凝集剤添加 濃度 (%TS)	ろ液 SS (mg/L)	脱水汚泥 剥離性 (◎○△ ×)	脱水汚泥含水率(%)		
					最小	平均	最大
本技術	前段ろ過 一次濃縮汚泥	0.55～ 0.60	18～23	◎◎△	68.8	72.9	75.4
	最終ろ過 一次濃縮汚泥	0.39～ 0.65	22～54	○◎	77.3	79.8	82.2
	最終ろ過 沈殿汚泥	0.38～ 0.48	28～30	△○	85.7	87.3	88.9
	混合汚泥	0.34～ 0.53	14～22	◎◎◎	72.6	74.7	76.9
標準活性 汚泥法	混合生汚泥	0.32～ 0.66	22～33	◎◎◎◎	75.2	77.7	81.8
	余剰汚泥	0.43	15	○	—	90.5	—

高分子凝集剤：アクリレート系 高カチオン(分子量 370 万)

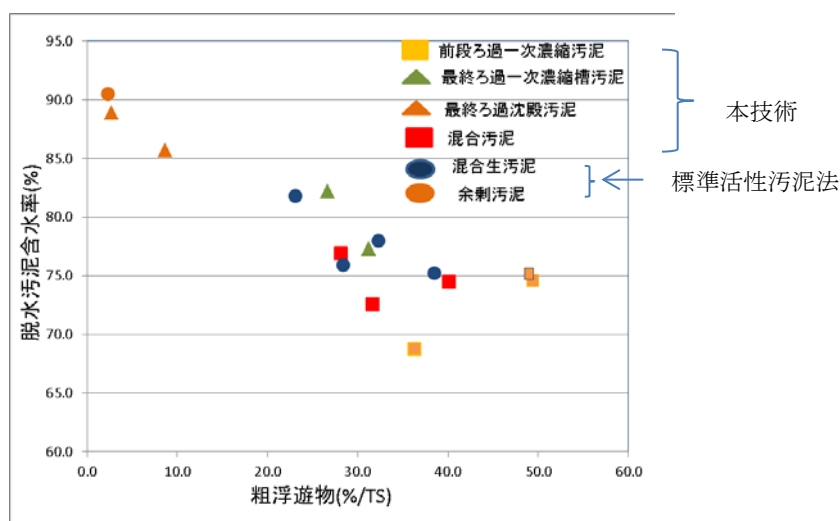
脱水汚泥剥離性：◎：優 ○：良好 △：可

本技術より発生する汚泥(混合汚泥)の脱水汚泥含水率は73～77%であり、標準活性汚泥法により発生する混合生汚泥の75～82%と比較して脱水性は良好であった。

図資 1.17.2 に各汚泥の粗浮遊物と脱水汚泥含水率の関係を示す。

汚泥中の粗浮遊物と脱水汚泥含水率とは一定の関係性が認められ、粗浮遊物の割合が多い程、含水率は低下する。前段ろ過一次濃縮汚泥と比較して、粗浮遊物の割合が低い最終ろ過沈殿汚泥は難脱水性であった。しかし、発生汚泥に占める前段ろ過汚泥の割合が高いため、混合汚泥の汚泥含水率は70%台となった。

本技術から発生する脱水汚泥の含水率は、標準活性汚泥法に比して2～3ポイント程度低かった。



図資 1.17.2 汚泥中粗浮遊物と脱水汚泥含水率の関係

