

平成20年度環境技術実証事業

湖沼等水質浄化技術分野

実証試験結果報告書

実証機関：石川県保健環境センター
環境技術開発者：シグマサイエンス(株)
技術・製品の名称：あま～る式電気分解
処理装置

目 次

○ 全体概要	1
○ 本 編	
1 導入と背景	7
2 実証対象技術及び実証対象機器の概要	8
2-1 実証対象技術の原理及びシステムの構成	8
2-2 実証対象機器の仕様及び処理能力	9
2-3 主な消耗品、電力等消費量	10
2-4 実証対象機器の維持管理に必要な作業頻度	10
2-5 対象機器が正常に稼働する条件	11
2-6 汚泥や廃棄物の発生量	11
2-7 騒音・におい等の対策の必要性	11
3 実証試験実施場所の概要	12
3-1 水域の概況	12
3-2 実証試験実施場所の概要	12
3-3 実証対象技術の配置	13
3-4 実証試験方法	14
3-5 試料採取位置	14
4 実証試験の方法と実施状況	14
4-1 実証試験全体の実施日程表	14
4-2 水質及び生物調査	15
4-3 環境への上記以外の影響調査	18
4-4 気象調査	18
4-5 維持管理調査	19
5 実証試験結果と検討	20
5-1 天候、降水量等の調査及び実証期間の区分	20
(1) 天候、降水量、平均気温及び日照時間	20
(2) 水塊の水深	20
5-2 水塊への注入水量	21
5-3 注入水質と水塊水質	22
(1) 注入水質と対照区水塊水質	22
(2) 水塊水質（実験区2と対照区2）	26
(3) 水塊の水質浄化率	29
(4) 水塊の水質と浄化率まとめ	32
5-4 処理装置	32
(1) 揚水量	32
(2) 処理装置の水質（揚水と処理水）	32
(3) 処理装置の除去率	38
(4) 処理装置の水質及び除去率のまとめ	39
5-5 環境への上記以外の影響調査	40
5-6 機器の維持管理に関する調査	40
5-7 他の実水域への適用可能性を検討する際の留意点	41
5-8 実証委員会での論点における意見等	42
6 データの品質管理	43
7 品質管理システム監査	43
資料（気象データ、水質データ、実証水塊写真、実証対象機器写真）	

○ 全体概要

実証対象技術／環境技術開発者	電気分解処理装置／シグマサイエンス（株）
実証機関	石川県保健環境センター
実証試験期間	平成20年8月14日～10月23日

1. 実証対象技術の概要

<p>フローシート</p>	<p>原理</p> <p>電気分解処理装置の電極版としてアルミ板を使用し、それから生じるアルミニウムイオンと水の分解作用によって生じる水酸イオンが結合して生じる水酸化アルミニウムを凝集剤として利用する。この水酸化アルミニウムにより凝集させられた試料水に含まれる植物プランクトン・重金属イオン・油分・その他の微細粒子を、電解作用で発生する微量かつ微細な水素に付着させ、浮上汚泥として固液分離して水質の浄化を図る。</p>
---------------	---

2. 実証試験の概要

○実証試験実施場所の概要

処理区	名称／所在地	河北潟西部承水路／石川県河北郡内灘町～かほく市
	水域の種類／利水状況	河川／農業用水
	規模	面積：約28ha、平均水深：約1.4m、平均滞留時間：約7日
	流入状況	上流から生活排水を含む農業排水が流入
	その他	12m×12m、水深約1.3m（容量約190m ³ ）の隔離水塊を用い、隔離水塊外から、水中ポンプにて平均27m ³ /日を処理区内に注水した。
対照区	名称／所在地	同上
	水域の種類／利水状況	同上
	規模	同上
	流入状況	同上
	その他	対照区として実証試験区と同規模（容量約190m ³ ）の隔離水塊を用い、同じく水中ポンプで水塊内に注水した。

○実証対象機器の仕様及び処理能力

区分	項目	仕様及び処理能力
施設概要	名称／型式	電気分解処理装置／Σ120型（標準処理能力：120L/h仕様）
	サイズ（m）、重量（kg）	サイズ：電気分解処理装置（Σ120型）0.53m×2.42m×1.1m（W, L, H） 処理設備全体 1.5m×4.5m×1.0m（W, L, H） 電気分解処理装置（Σ120型）80kg（電極含む） 低電圧発生装置及び制御盤 55kg 処理時の重量（対象水比重1.0とする）330kg
	設置基数と場所（水中、水面、水域外）	設備1基、水域外
設計条件	対象項目と目標	（水塊） COD、T-N、T-P、SS、Chl-a：対照区に対して20%低減 （処理装置） COD、T-N：30%低減 T-P、SS、T-Fe、T-Zn：80%低減 Chl-a、一般細菌：50%低減 大腸菌：陰性（処理水） ※目標水準は実証技術申請者の経験に基づき申請した。
	面積（m ² ）、容積（m ³ ）、処理水量（m ³ /日）	面積：電気分解処理装置および低電圧発生装置：2.25m ² 処理設備全体 6.75m ² 容積：電気分解処理装置水槽容量0.235m ³ （0.32m×2.04m×0.36m） 処理水量：最大8.4m ³ /日、通常7.2m ³ /日 最大処理水量 350L/h
	稼働時間	24時間運転

○実証対象機器設置状況

処理装置の能力、運転条件等を再検討するため、装置の設置と稼働は当初予定の平成20年7月末日から8月14日（木）に遅れた。このため、西部承水路水質に対する装置の十分な機能を確認するためのためし運転ができないまま実証試験を開始することになった。また、処理装置の揚水ポンプが9月24日から9月28日まで4日間停止し、9月25日の第4回調査を実施できなかった。

（変更前の実証計画（案）：第2回石川県実証委員会（7月18日））

湖外に設置した処理装置を500 L/H、10時間/日（5.0m³/日）で連続運転する。

（変更後の実証計画（8月14日））

湖外に設置した処理装置を350 L/H、24時間/日（8.4m³/日）で連続運転する。



図1 実証場所における隔離水塊の設置位置



図2 実証対象機器

3. 実証試験結果

3.1 実証装置の処理能力

COD、T-N、T-P、SS、Chl-a、T-Fe、T-Zn、一般細菌及び大腸菌を実証項目に選定し、処理効果を実証した（表1-1、図3～11）。

処理装置の処理水量は実証期間中227～342 L/Hであった。

第1回調査時には放流水中のSS濃度が揚水より高く、処理装置を稼働した直後であったためと推測された。

SSの除去率は20～35%程度で低く、電気分解処理後の処理水をpH調整しなかったことやろ過が十分でなかったためと考えられた。

実証期間中のCODの除去率は35～55%程度で、処理水量が少なかった第6回調査時には50%を超えた。

実証期間中のCODとSS以外の除去率は30～85%程度で、CODの場合と同様に高かった。

Znは揚水の水質濃度が低く確認できなかった。

処理水の一般細菌数は揚水より3～18倍（図10）多く、処理水の大腸菌は第1回と第3回調査のみ陰性であった。

追加項目として実施したCOD、窒素及びリンの溶存態と懸濁態の除去率を表1-2に示した。

溶存態物質の除去率は30～90%程度、懸濁態の除去率は25～75%程度であった。一方、処理水のT-Al は装置からAlが溶出するため揚水より5～20倍高濃度であった（図11）。

表 1-1 処理装置除去率（実証項目） (%)

調査月日	項目	COD	T-N	T-P	SS	Chl-a	T-Fe	処理水量 (L/H)
第1回	8/14	37.7	56.4	61.1	-17.6	70.8	71.7	320
第2回	8/28	37.0	29.2	53.6	23.8	61.2	63.2	327
第3回	9/11	41.1	48.3	58.3	28.0	54.3	52.2	288
(第4回)	9/25	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
第5回	10/9	45.8	50.8	60.0	34.6	57.5	81.3	342
第6回	10/23	52.7	62.0	69.8	30.0	74.8	84.6	227
平均		42.9	49.3	60.6	19.8	63.7	70.6	301
目標水準		30	30	80	80	50	80	250～350

表 1-2 処理装置除去率（追加項目） (%)

調査月日	項目	D-COD	D-N	D-P	P-COD	P-N	P-P
第1回	8/14	30.0	50.0	88.0	50.0	60.9	51.4
第2回	8/28	35.2	43.8	57.9	39.1	23.0	52.3
第3回	9/11	29.9	42.9	63.6	51.9	50.6	57.0
(第4回)	9/25	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
第5回	10/9	37.2	45.0	63.6	54.5	53.3	59.1
第6回	10/23	32.8	51.4	70.6	74.2	67.1	69.6
平均		33.0	46.6	68.7	53.9	51.0	57.9

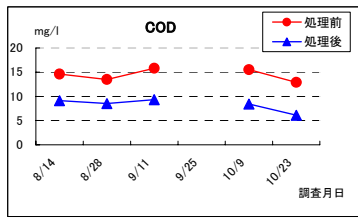


図 3-1 COD

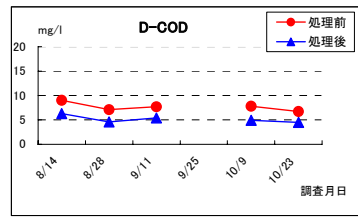


図 3-2 D-COD

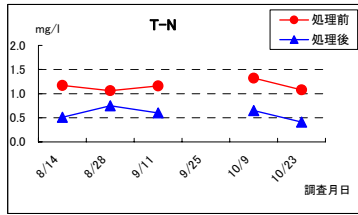


図 4-1 T-N

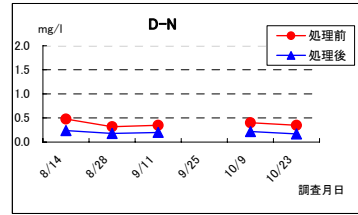


図 4-2 D-N

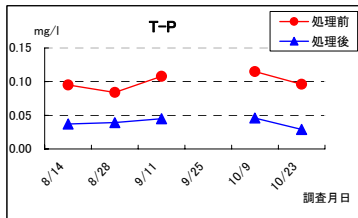


図 5-1 T-P

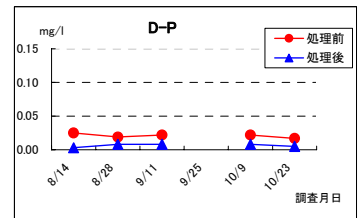


図 5-2 D-P

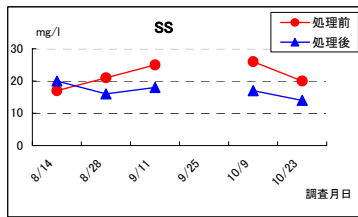


図 6 SS

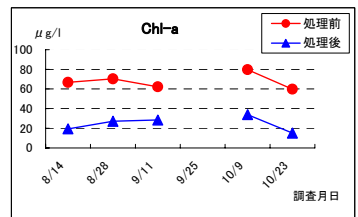


図 7 Chl-a

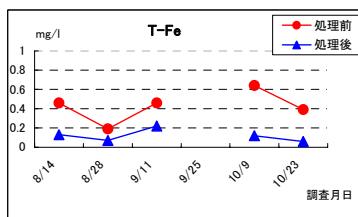


図 8 T-Fe

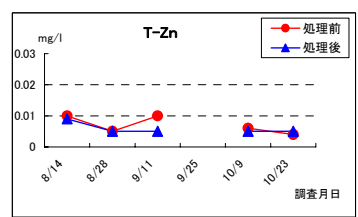


図 9 T-Zn

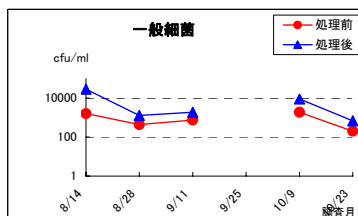


図 10 一般細菌

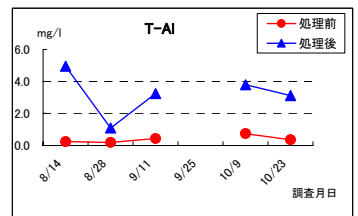


図 11 T-Al

3.2 水塊の水質浄化

COD、T-N、T-P、SS及びChl-aを実証項目に選定し、対照区水質との比較により水塊水質の浄化率を求め、処理装置の浄化効果を判定した(表2、図10~14)。

第1回調査時(8/14)の水塊は、処理装置が稼働し始めた時点での採水であった。

第5回調査時(10/9)の直前の10月2日には対照区用の注入ポンプが不良となり、10月7日まで注水できなかった。このようなことから、装置等の通常稼働時の水塊水質の浄化率を求めるために第1回及び第5回調査時の水質データは参考として取り扱うことにした。

処理装置の処理水量(300L/H)が水塊への注水量(1,140L/H)の約1/4と少量であったため、COD等のいずれの項目についても水質の浄化率は10%未満であり、浄化効果を上げられなかった。

表2 水塊の浄化率(実証項目) (%)

調査月日	項目	COD	T-N	T-P	SS	Chl-a
(第1回)	8/14	4.7	12.1	-6.7	10.0	5.3
第2回	8/28	0.0	1.8	6.4	-21.1	-7.2
第3回	9/11	0.6	7.7	9.5	3.8	7.7
第4回	9/25	2.9	8.7	7.7	3.2	3.6
(第5回)	10/9	-6.0	-0.8	0.9	-4.2	-5.6
第6回	10/23	0.7	0.0	1.0	-4.3	-6.6
平均(1~6回)		0.5	4.9	3.1	-2.1	-0.5
平均(1、5回目除外)		1.1	4.5	6.1	-4.6	-0.6
目標水準		20	20	20	20	20

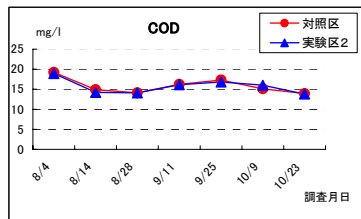


図 10-1 COD

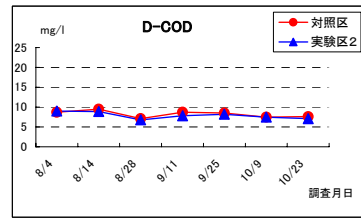


図 10-2 D-COD

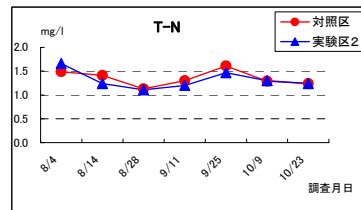


図 11-1 T-N

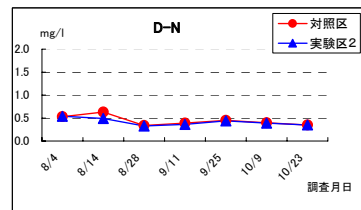


図 11-2 D-N

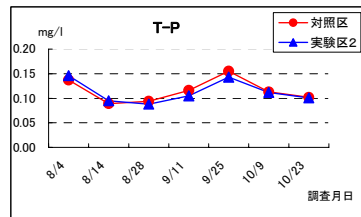


図 12-1 T-P

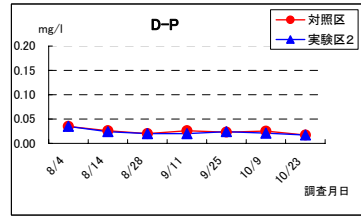


図 12-2 D-P

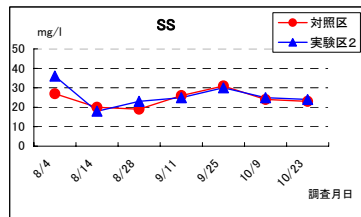


図 13 SS

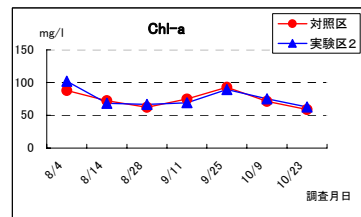


図 14 Chl-a

○環境影響項目

項目	実証結果
汚泥発生量	3.6kg/日（湿重量として） 算出根拠 実証期間中の総処理水量：407m ³ 、総汚泥発生量：201kg（含水率85%以上） 汚泥発生率：0.000494 kg/L、一日平均処理水量：7,200 L/日（300L/h×24h） 一日汚泥発生量：3.55kg（7,200L/日×0.000494 kg/L）
廃棄物発生量	廃棄物として紙袋状濾紙が発生するが発生量は汚泥量に含めた。
騒音	なし
におい	揚水から臭気はなくなった

○使用資源項目

項目	実証結果
電力使用量	45.5kwh/日 算出根拠 実証期間中のシステム全体総電力使用量：2,527kwh 処理時間：1332時間 処理水1m ³ 当たりの電力使用量：6.2kwh/m ³ （2,526.5kwh/407m ³ ） 1日当たりの電力使用量：45.4kwh/日（2,527kwh/1,332h×24h）
薬品等使用量	今回は一切使用していないが、電気分解後の処理水をpH調整し、溶存態のAlをフロック化するための薬品が必要と思われる。

○維持管理性能項目

管理項目	一回あたりの管理時間	管理頻度
揚水状況確認、採水	10分程度	1～2回/日
フィルターの交換と発生汚泥の除去	10分程度	1回/日の交換（原則）

○定性的所見

項目	所見
水質所見	水塊の水質については、電気分解装置による処理水量が少なく水塊の浄化には至らなかった。装置については、浄化効果が実証され処理水の透視度も良くなった。
立ち上げに要する期間	（搬入・組み立て・設置） 3日、（立ち上げ期間） 2日
運転停止に要する期間	即停止が可能
維持管理に要する人員数	1人×2時間/日（1回）
維持管理に必要な技術	特別な技術は必要としない（通常の作業では専門性は不必要）。
実証対象機器の信頼性	実証期間中に揚水ポンプの停止及び装置の分解作業を1回実施した。
トラブルからの復帰方法	装置に不具合が生じた場合は分解作業を要する。
電気分解装置の安全性	感電防止のためのアースや装置を収容する建屋を要する。
維持管理マニュアルの評価	分かりやすい。ポンプ類のスイッチ操作が多い。
その他	

○実水域への適用可能性に関する科学技術的見解

隔離水塊外から、処理区内に注水する隔離実験で、湖外に設置した処理装置によりCOD、T-N、T-P、SS及びCh1-aをほぼ安定した除去効果で低減できた。

CODの除去率は35～55%程度で高かった。SSの除去率は20～35%程度で低かったが、これは電気分解処理後の処理水をpH調整しなかったことやろ過が濾紙フィルターによるものであり、十分でなかったためと考えられた。このため、COD、N及びPの懸濁態の除去率も25～75%程度に留まった。溶存態物質の除去率は30～90%程度で、溶存態物質としては高率で除去できた。水塊に戻す処理水中にはAlが処理前より高濃度で検出された。このため、電気分解後の処理水をpH6付近に調整して溶存態Alをフロック化する等の対策が望まれる。

一方、隔離水塊の浄化効果は、処理装置の処理水量が隔離水塊への注水量の約1/4で少量であったため、COD等のいずれの項目についても水質の浄化率が10%未満で、浄化効果を十分に上げられなかった。

このようなことから、処理装置のろ過方法の改善や浄化対象の池、湖沼の水質や汚濁状況等に応じた処理装置の規模の選択及び維持管理の徹底を図ることにより、より効果的な水質の浄化が期待されるものと思われる。

(参考情報)

○製品データ

項目		環境技術開発者 記入欄		
名称		アマール式電気分解処理装置		
型式		Σ 1 2 0 型		
製造 (販売) 企業名		シグマサイエンス (株)		
連絡先	TEL/FAX	TEL 0794-62-0360 / FAX 0794-63-2032		
	Webアドレス	http://www.sigma-science.jp/unit/		
	E-mail	sigmasci@uranus.dti.ne.jp		
サイズ・重量		1,500 W×2,800 D×1,300 H(空体250kg、電源部100kg、稼動時全重量3,350kg)		
前処理、後処理の必要性		あり 〔 フィルター (長毛等の混入がある場合、事前に分別が必要) 〕		
付帯設備		あり 〔 浮上汚泥の発生に伴い、連続処理時には真空脱水装置、フィルタープレス等の脱水工程が必要。 〕		
実証対象機器寿命		ポンプ等は3年ごとに点検。充填電極は3ヶ月ごとに点検		
立ち上げ期間		1～2週間 (規模と水温により異なる)		
コスト概算 対象とする池の想定：水面規模7,500m ² (平均水深1m, 貯水量7,500m ³ 、滞留時間30日)。 処理装置1基の規模：処理水120m ³ /日	費 目 単価 (円) 数量 計 (円)			
	イニシャルコスト			
	土木費			
	建設費			
	本体機材費 20,000,000.- 2基 40,000,000.-			
	付帯設備費 5,000,000.- 1式 5,000,000.-			
	ランニングコスト (月間)			
	薬品・薬剤費 原則不要			
	微生物製剤費			
	その他消耗品費			
	汚泥処理費 7,500m ³ ×0.00049kg/l=3.7 t 1 t 当たりの処理費用：20,000円 74,000.-			
電力使用料 7,500m ³ ×6.2kwh/m ³ =46,500kwh 1kwh当たりの電力使用料金：10円/m ³ 465,000.-				
維持管理人件費 200,000.- 200,000.-				
円/処理水量1m ³ あたり 99円/m ³				

○その他 本技術に関する補足説明

[導入実績]	
[特許・実用新案]	特許 第3709140号 電気分解処理装置とその処理方法
[コストの考え方]	処理工程中必要に応じてpH調整を実施する場合もある

○ 本 編

1 導入と背景

環境技術実証事業は、既に適用可能な段階にありながら、環境保全効果等について客観的な評価が行われていないため普及が進んでいない先進的環境技術について、その環境保全効果等を第三者が客観的に実証する事業を実施することにより、環境技術実証の手法・体制の確立を図るとともに、環境技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展を促進することを目的とするものである。

本実験は、「環境技術実証事業 湖沼等水質浄化技術分野 湖沼等水質浄化技術実証試験要領 初版（平成20年4月 実証運営機関（社）日本水環境学会）」（以下、「実証試験要領」という。）に基づいて選定された実証対象技術について、同実証試験要領に準拠して実証試験を実施することで、以下に示す環境保全効果等を客観的に実証するものである。

（実証試験の種類）

- 水質関連（水質浄化性能及び水質への悪影響）
- 底質関連（底質浄化性能及び底質への悪影響）
- 生物関連（水質に有害な生物の除去に関する性能及び生物への悪影響）
- 環境への上記以外の影響

本報告書は、その結果を取りまとめたものである。

2 実証対象技術及び実証対象機器の概要

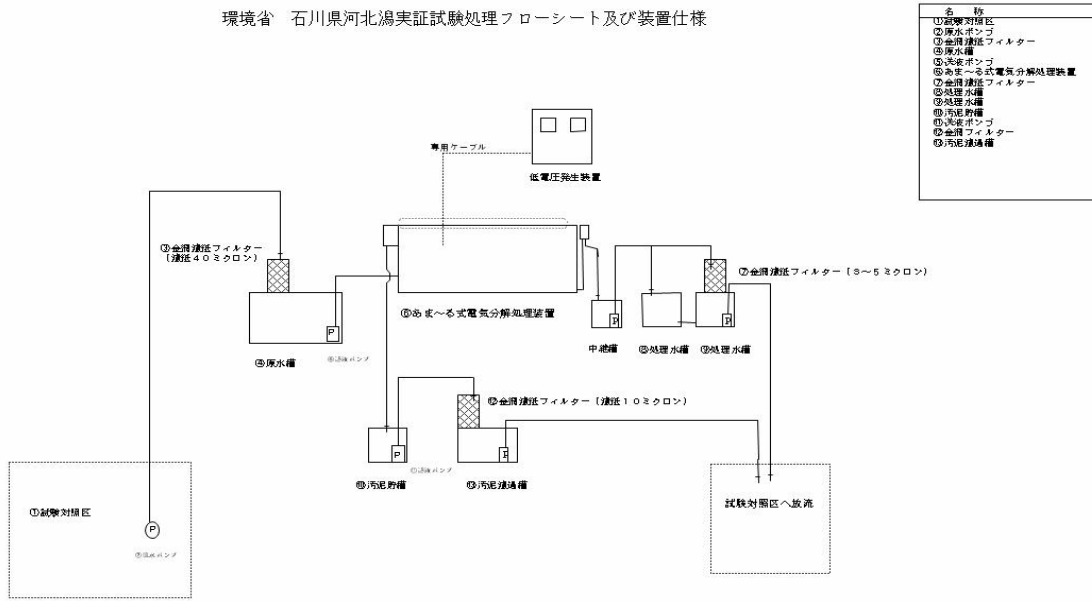
2-1 実証対象技術の原理及びシステムの構成

電解作用により、アルミ電極板から発生するアルミニウムイオンと水の分解作用によって生じる水酸基が結合し水酸化アルミが形成され凝集剤の働きをする。環境水に含まれる微細粒子・重金属イオン・油分並びに菌類を水酸化アルミと結合凝縮させる。これらの凝縮した浮遊物質を電解作用で発生する微量かつ微細な水素に付着し、浮上汚泥として水より分離する。

処理装置の構成は下記のとおりである。

- ① 原水送水管 : ビニールホース
: 100V100W 水中ポンプ P 1
- ② 原水槽 : 100 L P P 製
- ③ 同槽用金網濾紙フィルター : 紙袋状濾紙 40 μ m
- ④ 送液ポンプ : 100V100W 水中ポンプ P 2
- ⑤ 電気分解槽 : 500L/hr
低電圧発生装置 100V20A (出力最大 60V20A)
電解槽浮上汚泥掻出装置 100V15W
- ⑥ 処理水用金網濾紙フィルター : 紙袋状濾紙 3~5 μ m
同 処理水中継槽 : 20 L P P 製
同 送液ポンプ : 100V100W 水中ポンプ P 3
- ⑦ 処理水槽 : 40 L P E 製
同 返送ポンプ : 100V100W 水中ポンプ P 4
- ⑧ 汚泥貯槽 : 40 L P E 製
- ⑨ 送泥ポンプ : 100V100W 水中ポンプ P 5
- ⑩ 汚泥濾過槽用金網濾紙フィルター : 紙袋状濾紙 10 μ m
- ⑪ 汚泥濾過槽 : 40 L P E 製
同 返送ポンプ : 100V100W 水中ポンプ P 6

処理フロー図を図2-1に示す。



- | 全 称 |
|----------------|
| ①試験対象区 |
| ②汚水ポンプ |
| ③金属捕捉フィルター |
| ④汚水溜 |
| ⑤汚水ポンプ |
| ⑥あま〜る式電気分解処理装置 |
| ⑦金属捕捉フィルター |
| ⑧処理水溜 |
| ⑨汚泥貯槽 |
| ⑩金属捕捉 |
| ⑪金属捕捉フィルター |
| ⑫汚泥貯槽 |

シグマサイエンス株式会社

図 2-1 処理フロー図

2-2 実証対象機器の仕様及び処理能力

実証対象機器の仕様及び処理能力を表 2-1 に、電気分解処理装置の構造図を図 2-2 に示した。

表 2-1 機器の仕様及び処理能力

区分	項目	仕様及処理能力
施設概要	名称/型式	あま〜る式電気分解処理装置
	サイズ (mm)	電解槽 340×2250×1100H
	乾燥重量 (kg)	低電圧発生装置 400×400×600H 重量：60kg
	設置基数と場所 (水域外)	あま〜る式電気分解処理設備 1式 設置場所：水域外 (干拓地側)
設計条件	対象項目と目標	COD・SS・T-N・T-P・Chl-a・T-Fe・T-Zn 一般細菌・大腸菌
	面積 (m ²)	電気分解処理装置0.72m ² ・設備 1式2m ²
	容積 (m ³)	電気分解処理装置0.32m ³
	処理水量 (m ³ /日)	5m ³ /日 (状況如何により増量も検討)
	稼働時間	10時間/日 (状況如何で時間延長も検討)

実証試験対象区側

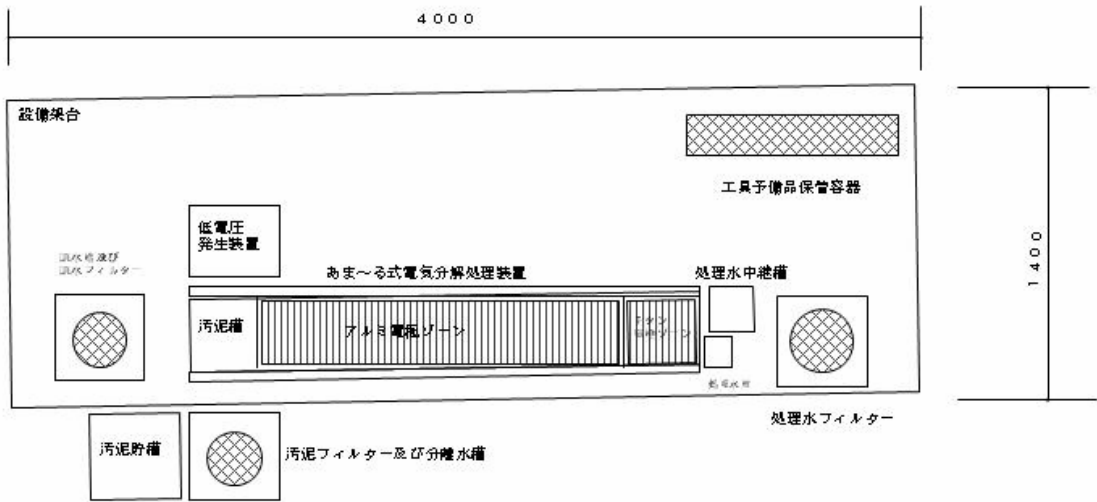


図 2-2 電気分解処理装置

2-3 主な消耗品、電力等消費量

揚水ポンプ等に係る電力使用量 約 5kwh/日
あま〜る式電気分解処理装置電気使用量 約12.5kwh/日
計 17.5kwh/日

2-4 実証対象機器の維持管理に必要な作業と頻度

実証対象機器の維持管理に必要な作業と頻度を表2-2に示す。

表 2-2 維持管理計画

項目	内容	点検時期	点検者	処置・対応等
立入防止柵 (ロープ柵)	異常の有無	毎週1回	申請者	異常時には実証機関へ通達する
受電設備	仮設分電盤の状況	同上	同上	同上
注水ポンプ	注水状況	同上	同上	計量器等で注水量を確認 異常時はポンプを点検
原水ポンプ	同上	同上	同上	同上
金網濾紙フィルタ	濾過の状況	稼働日随時	同上	目詰時濾紙交換
送液ポンプ	注水状況	同上	同上	計量器で注水量を確認 異常時はポンプを点検
電気分解処理装置	電解状況 浮上汚泥の状況 電圧・電流値の確認	同上	同上	異常時は稼働停止 槽内及び発生装置を点検
処理水濾過フィルター	濾過状況	同上	同上	目詰時は濾紙の交換
汚泥貯槽 送泥ポンプ	送泥状況	1回/日	同上	異常時は稼働停止 ポンプ点検
処理水等返送配管	配管中の状況	1回/日	同上	漏れ等の異常時は配管点検 修理

2-5 実証対象機器が正常に稼働する条件
2-4に同じ

2-6 汚泥や廃棄物の発生量

電気分解処理装置から発生した汚泥は、実験開始当日にポリタンクに回収して計量し、産業廃棄物処理業者に処理を委託する。

前処理フィルター及び後処理フィルターは維持管理時に取替え、終了後計量する。

2-7 騒音・におい等の対策の必要性

騒音、においの対策は必要としない。

装置は雨水対策として建屋を必要とする。

3 実証試験実施場所の概要

3-1 水域の概況

名称 : 河北潟西部承水路
所在地 : 石川県河北郡内灘町～かほく市
管理者 : 石川県土木部河川課

水域の規模等 :

承水路面積 : 約28ヘクタール

平均水深 : 約1.4m

平均滞留日数 : 約7日

利水目的 : 農業用水

水質汚濁状況 (内灘町大崎及びび室 (平成17年11月～18年10月))

COD (mg/l) : 4.1～21 (平均 11)

SS (mg/l) : 5.0～31 (平均 21)

T-N (mg/l) : 1.1～2.1 (平均 1.6)

T-P (mg/l) : 0.04～0.18 (平均 0.11)

Chl-a (μ g/l) : 21～170 (平均 94)

pH : 7.9～9.9 (平均 8.9)

3-2 実証試験実施場所の概要

実証試験池の概要

実証試験に用いる隔離水塊は12m×12m×1.3mで、水深は排水口を考量して承水路の水位(1.1m)より約0.2m高い1.3mとした(水塊の貯水量約190m³)。このような隔離水塊を実証試験用(以下、実験区と呼ぶ。)2区画及び対照試験用(以下、対照区と呼ぶ。)2区画の4区画を整備した(図3-1)。

整備した実験区及び対照区において、それぞれ西部承水路における潟水の滞留時間(7日間)を再現した条件下で実証試験を行うこととした。

本実証試験には隔離水塊の実験区2と対照区2を使用した。



図 3-1 隔離水塊の設置状況

3-3 実証対象技術の配置

水塊の外側に建屋（図3-2）を建設し、その中に電気分解等の処理装置（図3-3）を設置した。

実験区2の2箇所の水深0.5m部位から水塊内の水を揚水ポンプで汲み上げ、金網濾紙フィルター（ $40\mu\text{m}$ ）で固形物をろ過後、電気分解処理装置にポンプで導入した。今回の実験では電気分解処理後中継槽におけるpH処理を行わずにそのまま処理水を再度金網濾紙フィルター（ $3\sim 5\mu\text{m}$ ）で濾過し、隔離水塊の注入口に向かって右側面の2箇所から水塊に戻した。



図 3-2 建屋



図 3-3 電気分解処理装置

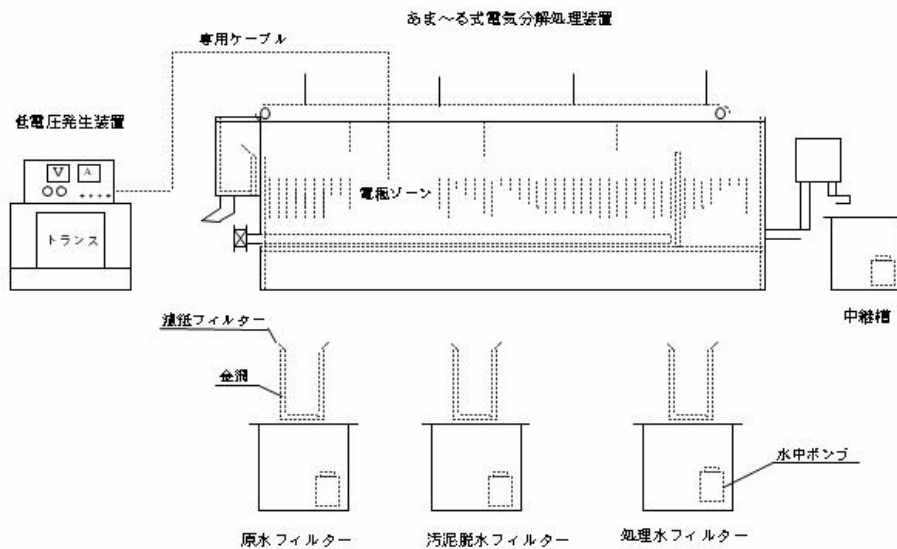


図 3-4 電気分解処理装置

3-4 実証試験方法

実験区2及び対照区2において、西部承水路の滞留時間（7日間）を再現する流入水量条件下で実証実験を行うことにした。

このため、実験区及び対照区にそれぞれ注水ポンプを設置し、水深0.5mの濁水を注水管から19 L/分（27m³/日）で水塊に注水し、注水した濁水は遮蔽ゴム板に穴を空けて取り付けられた排出管から承水路に戻すことにした。

しかし、水塊の水位は、水面からの蒸発、底泥への浸透、隔離水塊からの漏洩等で上昇せず、排出管からの放出が困難な半隔離状態での実証実験となった。

3-5 試料採取位置

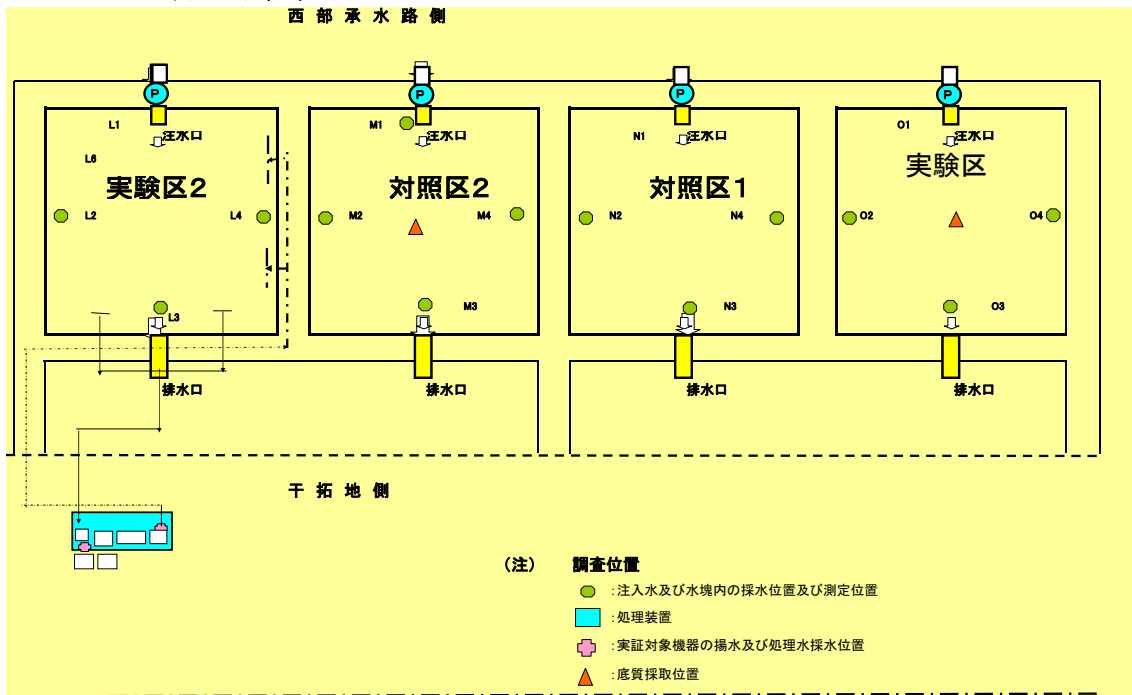


図 3-4 試料採取位置

実験区2と対照区2の試料採取場所は、注水口に向かって左右の側面及び対面の中央部の3ヶ所で採水した（図3-4）。

処理装置の試料採取は建屋内で行い、処理前の水は2-1の③に示した金網濾紙フィルターによる濾過前の部位で、処理後の水は電気分解処理後2-1の⑥に示した金網濾紙フィルターによる濾過後の部位でそれぞれ採取した。

4 実証試験の方法と実施状況

4-1 実証試験全体の実施日程表

実証試験の全体スケジュールを表4-1に示した。

表 4-1 日程表

調査番号	調査年月日	区分	実証試験の種類				
			水塊（実験区2及び対照区2）			実証装置	
			水質調査	生物調査 (Chl-a)	水質調査		
			注入水（対照区）、 水塊の貯水（対照区及び実験区 2における3か所のコンポジット サンプル）			揚水、 処理水	
			実証項目	追加項目	実証項目	実証項目	追加項目
NO. 1	8/4（月）	事前調査期間	○	○	○	—	—
NO. 2	8/14（木）	立上 (8/14)	○	○	○	○	○
NO. 3	8/28（木）	及び実証期間	○	○	○	○	○
NO. 4	9/11（木）		○	○	○	○	○
NO. 5	9/25（木）		○	○	○	—	—
NO. 6	10/9（木）		○	○	○	○	○
NO. 7	10/23（木）		○	○	○	○	○
—	10/23（木）	装置の 停止	—	—	—	—	—

装置の設置は、装置の能力、運転条件等を再度検討したため、当初予定の平成20年7月末日から8月14日（木）と遅れた。このため、装置の十分な立ち上げ期間が確保されないまま実証試験を開始することになった。

また、処理装置の水質調査では、装置の揚水ポンプが9月24日停止（9月28日までの4日間）したため9月25日（木）の採水ができなかった。

調査は、平成20年8月4日～10月23日（1回/2週：延べ7回採水）まで、次のように区分し試験した。

- 事前調査期間：平成20年8月4日～8月13日
- 処理装置立上及び実証期間：平成20年8月14日～10月23日

4-2 水質及び生物調査

(1) 調査項目

水塊の水質（実験区2及び対照区2）の実証項目は、COD、T-N、T-P、SS及びChl-aとした。実証項目の目標水準は全て対照区に対する浄化率として設定した。また、追加項目①にpHなどの項目を設定した（表4-2）。

処理装置の水質の実証項目は、COD、T-N、T-P、SS、T-FeとT-Zn及びChl-a、一般細菌と大腸菌を設定した。実証項目に対する目標水準は全て処理装置への揚水水質に対する処理水水質の除去率として設定した。追加項目①にpHなどを、追加項目②に溶存態COD等を設定した（表4-2）。なお、目標水準は実証技術申請者の経験に基づき申請した。

表 4-2 水質項目及び目標水準

種類	試料種類	項目分類	調査の種類	調査項目	目標水準	種類	試料種類	項目分類	調査の種類	調査項目	目標水準
実験区及び対照区	注入水、水塊の貯水	実証項目	水質調査	COD	20%低減	実証装置	揚水・処理水	実証項目	水質調査	COD	30%低減
				T-N	20%低減					T-N	30%低減
				T-P	20%低減					T-P	80%低減
				SS	20%低減					SS	80%低減
			生物調査	Chl-a	20%低減				T-Fe	80%低減	
		追加項目①	水質調査	DO	—				T-Zn	80%低減	
				透視度	—				生物調査	Chl-a	50%低減
				透明度	—					一般細菌	50%低減
				水温	—					大腸菌	陰性(処理水)
				pH	—				追加項目②	水質調査	D-COD
				EC	—			D-N			—
				色相	—			D-P			—
				臭気	—			D-NH ₄ -N			—
				水位	—			D-NO ₂ -N			—
								D-NO ₃ -N			—
								D-PO ₄ -P			—
				追加項目①	水質調査			DO	—		
								透視度	—		
								水温	—		
pH	—										
EC	—										
		Al	—								

(2) 試料採取

試料採取の方法及び頻度は表4-3に示した。

水塊3ヶ所の試料を現地でコンポジットサンプルに調整した。

試料は試験室に持ち帰り、COD、SS等の分析は直ちに実施し、溶存態等の項目については直ちに試水を1μmのメンブランフィルターでろ過した。

採取当日に試験が困難な窒素、リン、及び溶存態等の項目については、容器壁面への吸着、劣化等の恐れのないガラス容器に分取後、冷暗所に保存し分析に供した。

なお、pHとDOについては、センサーによる現地測定も実施した。

表 4-3 水質試料採取場所及び頻度

実験の種類	試水の種類	項目分類	採取場所	採取方法	採取頻度
実験区及び対照区	注入水	実証項目及び追加項目	注水口(対照区)	10リットルのポリバケツ	運転開始前及び運転中の延べ7回(1回/2週)
	水塊の貯水		水塊内3か所(水深0.5m、コンボジット)	バンドン採水器	
実証装置	揚水処理水	実証項目及び追加項目	電気分解処理装置前後	柄杓等	運転期間中延べ6回(1回/2週)

(3) 分析手法

水質項目の分析方法は、表4-4に示した。

表 4-4 水質分析方法

種類	項目分類	分析項目	分 析 方 法
水質試験	実証項目	COD	JIS K 0102 17 100℃における過マンガン酸カリウムによる酸素消費量 (COD _{Mn})
		T-N	JIS K 0102 45.4 銅・カドミウムカラム還元法
		T-P	JIS K 0102 46.3.1 ベルオキソ二硫酸カリウム分解法
		SS	昭和46年 環告第59号 付表8 ガラス繊維ろ紙(孔径1μm)法
		T-Fe	JIS K 0102 57.4 ICP発光分光分析法
		T-Zn	JIS K 0102 53.4 ICP発光分光分析法
	追加項目①	DO	JIS K 0102 32.1 ウインクラー・アジ化ナトリウム変法
		透視度	JIS K 0102 9 透視度計
		透明度	上水試験法 VI-1 5 セッキー円板-目視法
		水温	JIS K 0102 7.2 温度計
		pH	JIS K 0102 12.1 ガラス電極法
		EC	JIS K 0102 13 電気導伝率計
		色相	— 水色計
		臭気	— 嗅覚による判断
		水位	— メジャー
		T-Al	JIS K 0102 58.4 ICP発光分光分析法
	追加項目②	D-COD	JIS K 0102 17 100℃における過マンガン酸カリウムによる酸素消費量 (COD _{Mn})
		D-N	JIS K 0102 45.4 銅・カドミウムカラム還元法
		D-P	JIS K 0102 46.3.1 ベルオキソ二硫酸カリウム分解法
		D-NH ₄ -N	JIS K 0102 42.2 インドフェノール青吸光度法
		D-NO ₂ -N	JIS K 0102 43.1.1 ナフチルエチレンジアミン吸光度法
D-NO ₃ -N		JIS K 0102 43.2.3 銅・カドミウムカラム還元-ナフチルエチレンジアミン吸光度法	
D-PO ₄ -P		JIS K 0102 46.1.1 モリブデン青(アスコルビン酸還元)吸光度法	
生物調査	実証項目	Chl-a	上水試験法 VI-4 27 アセトン抽出・吸光度 (Scor/Unescoの方法)
		一般細菌	上水試験法 VIII 1.1 標準寒天培地法
		大腸菌	上水試験法 VIII 2.2 特定酵素基質培地法 (ONPG-MUG法)

(4) 分析機器、校正方法及び校正頻度

水質調査項目の分析で使用する主な分析機器、校正方法及び校正頻度は、表4-5に示した。

表 4-5 水質分析機器及び校正方法

機器の名称	製造者及び形式	校正方法	校正頻度
pH計	HORIBA F54	JCSS認定pH標準液	測定時
恒温器水槽	木村科学	標準温度計	1回/月
マクロ&セミマイクロ天秤	ザルトリウスME215S	JCSS認定標準分銅	1回/月
吸光光度計	SEAL Analytical Limited 社QuAAtro 2-HR	標準液	測定時
	島津 UV-1600PC	標準液	測定時
定温乾燥機	ヤマトDS-44	標準温度計	1回/月
ICP発光分光分析法	パーキンエルマ optima3300XL	標準液	測定時
純水製造装置	ヤマトWAG-28	電気伝導度の測定	1回/月

4-3 環境への上記以外の影響調査

廃棄物等の環境への上記以外の影響調査項目を表4-6に示した。

表 4-6 環境への影響調査（水質、底質、生物以外）

調査項目		調査方法	関連費用
実証項目	電力消費量	対象機器の電源の積算動力計によって測定する。(kwh/日)	ポンプ・電気分解処理装置稼働費(円/月)
	汚泥または汚泥由来の廃棄物量	汚泥濾過槽の汚泥及び金網濾紙フィルターから発生する汚泥を乾燥後重量を量る(kg/日)。	汚泥処理費(円/月)
	廃棄物の種類と発生量(汚泥関連のものを除く)	乾燥重量を測定する(kg/日)。	廃棄物処理費(円/月)
監視項目	騒音	所見	—
	におい	所見	—

4-4 気象調査

気象調査項目は表4-7に示すとおりである。

表 4-7 気象調査

調査項目	項目	内容
気象	天候、降水量、気温、日照	気象庁アメダスデータ(かほく地域気象観測所)

4-5 維持管理調査

実験区2、対照区2及び実証対象機器の維持管理は運転期間中毎日1回の頻度で行い、点検項目を記録した。

表 4-12 維持管理項目

調査項目	点検・操作箇所	確認内容・注意事項	調査頻度
隔離水塊における注入水量	注入口 (実証水塊及び対照水塊)	ポリバケツで10リットル採水した時間の測定 注入水量を設定値(19 l/分)に調節 ★異常時：注入水量を設定値に調節できない場合、管理責任者に連絡	維持管理作業実施時
実証対象装置全般	電力消費量	配電盤に設置している電力メーターを監視し、実証対象機器の電力消費量(kwh/日)を記録。	維持管理作業実施時
	実証対象機器の立ち上げに要する期間	環境技術開発者が立ち上げ時を判断。	立ち上げ時
	維持管理に必要な人員数と技能	作業の習熟に必要な人数と時間	維持管理作業実施時
	維持管理マニュアルの評価	わかりやすさ	試験終了後
原水槽	原水ポンプ①の作動状況	ポンプの動作確認、漏電ブレーカーの作動確認 ★異常時：漏電の可能性が有り、管理責任者に連絡	維持管理作業実施時
	送液配管	配管の損傷や接続部からの水漏れの有無を確認	維持管理作業実施時
	揚水量	揚水量の確認(放流口で処理水をポリバケツで10リットル採水する時間の測定) 設定値の5m ³ /日(500 l/hr×10hr)になるように水量調整バルブを調整 ★異常時：電源を切り、異常個所の確認後管理責任者に連絡	維持管理作業実施時
	金網フィルター①	金網メッシュの目詰まり確認	維持管理作業実施時
	送液ポンプ②の作動状況	ポンプの動作確認、漏電ブレーカーの作動確認 ★異常時：漏電の可能性が有り、管理責任者に連絡	維持管理作業実施時
低電圧発生装置	出力電圧(V)	定格60Vの確認	維持管理作業実施時
	出力電流(A)	定格10～15Aの確認	維持管理作業実施時
電気分解槽	原水の異常の有無	長毛藻類・比重の大きなSS分の除去	維持管理作業実施時
	緊急時の措置	電源切断、バルブ等の閉鎖	維持管理作業実施時
	感電に注意	漏電ブレーカーの作動確認 ★異常時：管理責任者へ連絡	維持管理作業実施時
	アース工事	アース棒の埋設状況の確認	維持管理作業実施時
処理水槽①②	金網フィルター②	金網メッシュの目詰まり確認	維持管理作業実施時
汚泥貯槽	緊急時の措置	汚泥の堆積状態の除去を確認、清掃 ★異常時：電源を切り、汚泥の流出状態が異常の場合管理責任者へ連絡	維持管理作業実施時
	送液ポンプ③の作動状況	ポンプの動作確認、漏電ブレーカーの作動確認 ★異常時：漏電の可能性が有り、管理責任者に連絡	維持管理作業実施時
汚泥濾過槽	金網フィルター③	金網メッシュの目詰まり確認、濾過状態の確認、汚泥発生量の把握	維持管理作業実施時
	分離配管	分離水放出用配管の配管の損傷、水漏れの有無確認 ★異常時：管理責任者へ連絡	維持管理作業実施時
処理水放流	放流管	配管の損傷、水漏れの有無確認 ★異常時：管理責任者へ連絡	維持管理作業実施時

5 実証試験結果と検討

5-1 天候、降水量等の調査及び実証期間の区分

(1) 天候、降水量、平均気温及び日照時間

天候、降水量、平均気温及び日照時間については、実証試験場所の近傍にある‘かほく地域気象観測所’の気象データを用いた(資料1-1~1-3)。

平成20年の日降水量、日平均気温および日照時間を図5-1、5-2に示した。

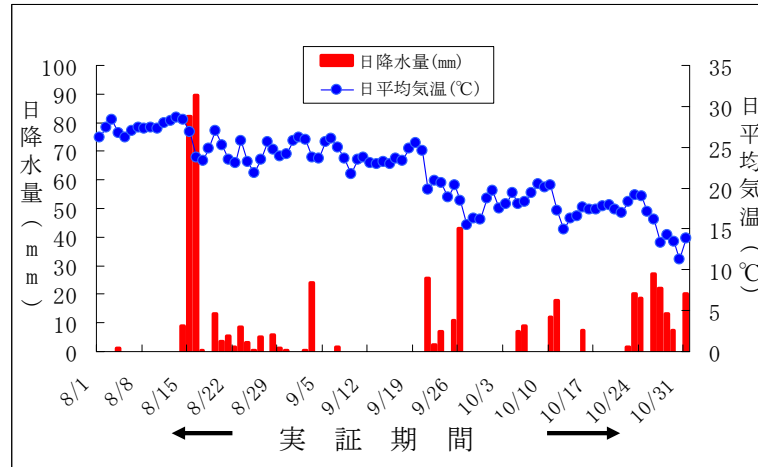


図 5-1 降水量と平均気温

実証試験期間内の日平均気温は、8月14日~10月23日まで日が経つにつれて28.3~14.9℃まで徐々に低下した。

日降水量は0~90mmの範囲で、20mm以上の降水量のあった日は8月15日、8月16日、9月21日、9月26日、10月23日であった。特に8月15日と8月16日には日降水量が多く、82mmと90mmであった。

実証試験期間内の日照時間は、0~11.8時間であった。

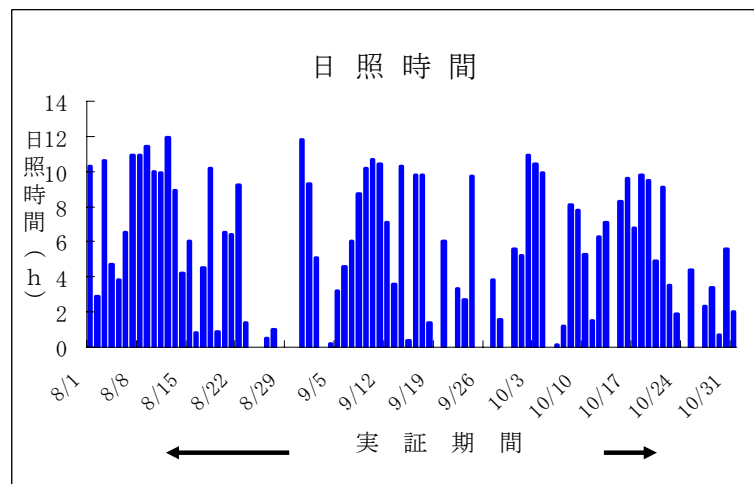


図 5-2 日照時間

第1回調査日の8月14日から第2回調査日前日の8月27日までの期間の積算降水量は222mmで多く、日平均日射量は3.7時間と短かったため、第2回調査日の8月28日の隔離水塊の水質はこれら天候の影響が大きかったと考えられた（表5-1）。

表 5-1 期間別の降水量等

区 分	調査期間	期間積算 降水量 (mm)	日平均気 温(°C)	日平均日 照時間 (h)
時前調査	8/4～8/13	1.0	27.4	8.9
実証期間	8/14～8/27	221.5	24.7	3.7
	8/28～9/10	33.5	24.5	5.0
	9/11～9/24	35.0	22.7	5.3
	9/25～10/8	70.0	18.3	4.1
	10/9～10/23	39.0	17.6	6.4

(2) 水塊の水深

水塊の水深は、対照区が1.1～1.3m、実験区1が1.2～1.3mで、実証期間中の変動は0.1～0.2m程度であった（図5-3）。

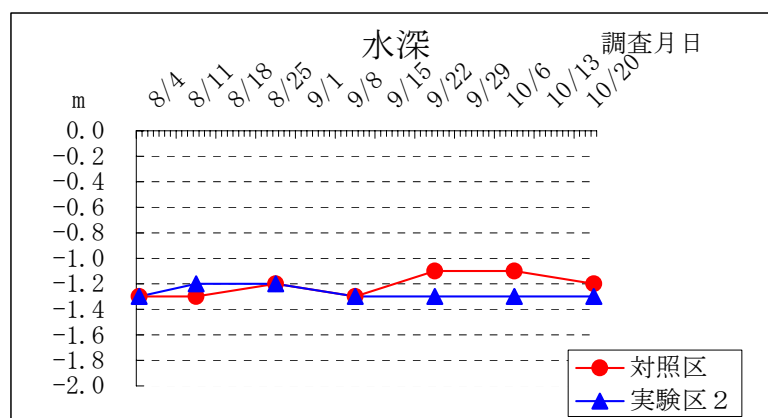


図 5-3 水塊の水深

5-2 水塊への注入水量

水塊の実験区2及び対照区2への注入水は、水塊の西部承水路側の水深0.5mの水をポンプアップして注水した。

注入水量の設定目標値は27.4m³/日であったが、10月23日の調査では注入水量が25.8 m³/日で、設定目標より少なかった（表5-2）。

対照区では、10月2日～7日まで注入ポンプが故障したため注水できなかった。実験区2と対照区2における実証期間中の平均注入水量は、それぞれ27.5 m³/日、27.2 m³/日であった。

表 5-2 注入水量 (単位：m³/日)

調査区分	調査年月日	実験区2	対照区	備考
事前調査	8月4日	27.1	27.5	
第1回調査	8月14日	27.4	27.2	
第2回調査	8月28日	26.5	27.2	
第3回調査	9月11日	26.9	26.9	
第4回調査	9月25日	28.2	28.8	
第5回調査	10月9日	28.4	27.2	10/2~10/7*
第6回調査	10月23日	27.9	25.8	
最小		26.5	25.8	
平均		27.5	27.2	
最大		28.4	28.8	

*印：対照区の注入ポンプ停止期間を示す。

5-3 注入水質と水塊水質

実験区2と対照区2の注入水の揚水位置は、それぞれが12m離れた近傍である。また、平成18年の調査時には実験区と対照区の注入水を個別に採水し試験した結果、水質に違いがみられなかったことから、今回の調査時ではそれぞれの水塊への注入水はほぼ同一とみなし、対照区への注入水で代表させた。

処理装置の稼動が第1回調査時(8/14)の直前となり、実験区2の隔離水塊水質については処理装置が十分に機能していない時のものであるため参考として取り扱った。また、処理装置の揚水ポンプが9月24日停止(9月28日までの4日間)したが第4回調査(9/25)時の1日前であり、第4回調査時の水塊水質データについては、装置の停止による影響は小さいと判断し、そのまま採用することにした。

(1) 注入水質と対照区水塊水質

実証項目のCOD、T-N、T-P、SS、及びChl-a、追加項目①の水温、透視度、pH及び追加項目②のD-COD、D-N、D-Pについて注入水質と対照区水質を比較した(表5-3-1~5-3-4、図5-4-1~5-4-14、資料2-1、2-2)。

COD、水溫、pH及び溶存態のD-COD、D-N、D-Pは注入水質と対照区水質とは違いがほとんどみられなかった(図5-4-1、5-4-6、5-4-8、5-4-9、5-4-11、5-4-13)。

一方、T-P、SS、Chl-a及び懸濁態のP-N、P-Pは対照区の水質が低濃度であった(図5-4-3、5-4-4、5-4-5、5-4-12、5-4-14)。このようなことから注入水の懸濁態物質が水塊内で沈降している傾向が伺えた。このため、透視度も対照区では注入水より良好であった(図5-4-7)。

NO₃-Nは注入水と対照区では共に調査期間中常に定量下限値未満(0.01mg/l)であった。PO₄-Pは10月9日と23日に注入水で0.003mg/l、0.004mg/lが検出されたが、それ以外は常に定量下限値未満(0.003mg/l)であった。

このようなことから、対照区内では、底泥からの特異な栄養塩の溶出や植物プランクトンの異常増殖もない状態が実証期間中に維持されていたと考え

られた。

表 5-3-1 注入水と水塊水質及び浄化率（実証項目）

項目	採水場所	最小	最大	平均	除去率(%)	平均 ^{*1}	除去率 ^{*2} (%)
COD (mg/l)	注入水	12.7	16.8	15.3	—	15.0	—
	対照区2	13.9	17.3	15.3	—	15.4	—
	実験区2	13.8	16.8	15.2	0.5	15.2	1.1
T-N (mg/l)	注入水	1.17	1.6	1.36	—	1.30	—
	対照区2	1.13	1.61	1.33	—	1.32	—
	実験区2	1.11	1.47	1.26	4.9	1.26	4.5
T-P (mg/l)	注入水	0.110	0.153	0.130	—	0.125	—
	対照区2	0.089	0.155	0.112	—	0.117	—
	実験区2	0.088	0.143	0.107	3.1	0.109	6.1
SS (mg/l)	注入水	25	39	31	—	29	—
	対照区2	19	31	24	—	25	—
	実験区2	18	30	24	-2.1	26	-4.6
Chl-a (μ g/l)	注入水	70	120	89	—	80	—
	対照区2	59	93	72	—	72	—
	実験区2	63	89	72	-0.5	72	-0.6

(注) *1印は第1、5回調査データを除いた平均水質を示す。
*2印は第1、5回調査データを除いた平均除去率を示す。

表 5-3-2 注入水と水塊水質（追加項目①）

項目	採水場所	最小	最大	平均	平均 ^{*1}
pH	注入水	7.8	8.9	8.6	8.7
	対照区2	7.8	9.0	8.7	8.8
	実験区2	7.9	9.1	8.8	8.9
透視度 (度)	注入水	13	16	15	15
	対照区2	14	19	17	16
	実験区2	12	22	16	15

(注) *1印は第1、5回調査データを除いた平均水質を示す。

表 5-3-3 注入水と水塊水質及び浄化率（追加項目②：溶存態物質）

項目	採水場所	最小	最大	平均	除去率(%)	平均 ^{*1}	除去率 ^{*2} (%)
D-COD (mg/l)	注入水	6.3	8.6	7.5	—	7.3	—
	対照区2	7.1	9.5	8.2	—	8.0	—
	実験区2	6.8	8.9	7.7	5.2	7.5	6.2
D-N (mg/l)	注入水	0.33	0.41	0.38	—	0.37	—
	対照区2	0.34	0.63	0.43	—	0.38	—
	実験区2	0.33	0.49	0.39	6.3	0.37	3.2
D-P (mg/l)	注入水	0.019	0.023	0.021	—	0.021	—
	対照区2	0.017	0.026	0.023	—	0.022	—
	実験区2	0.017	0.024	0.021	7.1	0.020	4.7
NO ₃ -N (mg/l)	注入水	<0.01	<0.01	<0.01	—	<0.01	—
	対照区2	<0.01	<0.01	<0.01	—	<0.01	—
	実験区2	<0.01	<0.01	<0.01	0.0	<0.01	0.0
PO ₄ -P (mg/l)	注入水	<0.003	0.004	<0.003	—	<0.003	—
	対照区2	<0.003	0.003	<0.003	—	<0.003	—
	実験区2	<0.003	<0.003	<0.003	0.0	<0.003	0.0

(注) *1印は第1、5回調査データを除いた平均水質を示す。
*2印は第1、5回調査データを除いた平均除去率を示す。

表 5-3-4 注入水と水塊水質及び浄化率（追加項目：懸濁態物質）

項目	採水場所	最小	最大	平均	除去率(%)	平均*1	除去率*2 (%)
P-COD (mg/l)	注入水	6.4	9.1	7.8	—	7.7	—
	対照区 2	5.4	8.8	7.1	—	7.4	—
	実験区 2	5.3	8.6	7.5	-4.8	7.7	-4.8
P-N (mg/l)	注入水	0.79	1.22	0.99	—	0.94	—
	対照区 2	0.78	1.16	0.90	—	0.94	—
	実験区 2	0.75	1.03	0.87	3.6	0.89	5.0
P-P (mg/l)	注入水	0.088	0.130	0.108	—	0.103	—
	対照区 2	0.063	0.132	0.089	—	0.095	—
	実験区 2	0.068	0.119	0.086	1.4	0.089	6.2

(注) *1 印は第 1、5 回調査データを除いた平均水質を示す。

*2 印は第 1、5 回調査データを除いた平均除去率を示す。

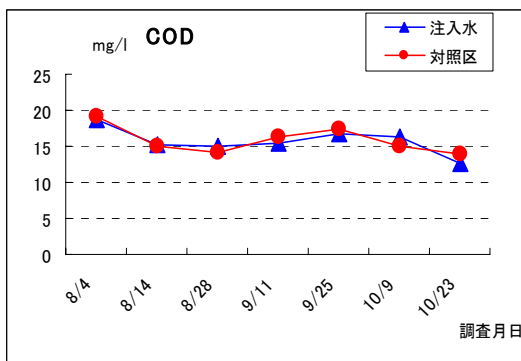


図 5-4-1 COD

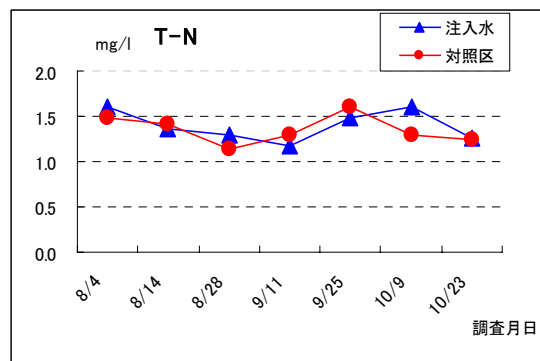


図 5-4-2 T-N

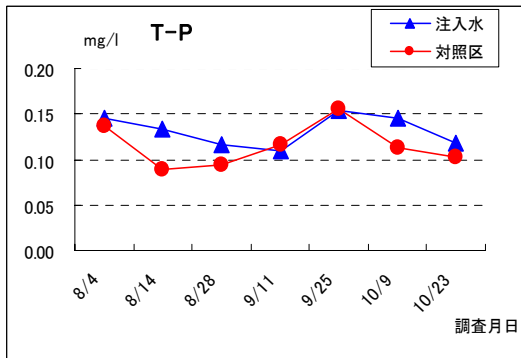


図 5-4-3 T-P

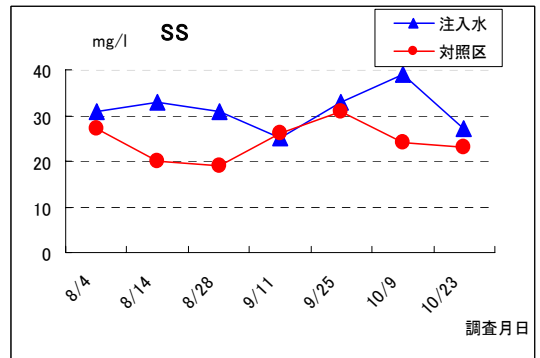


図 5-4-4 SS

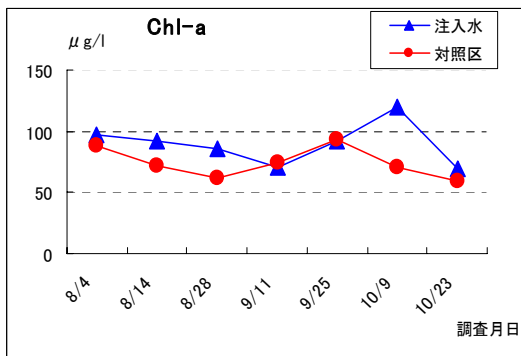


図 5-4-5 Chl-a

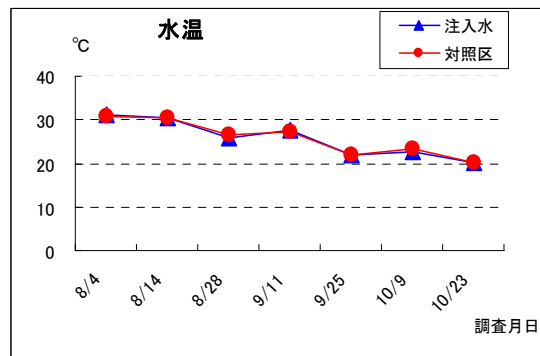


図 5-4-6 水温

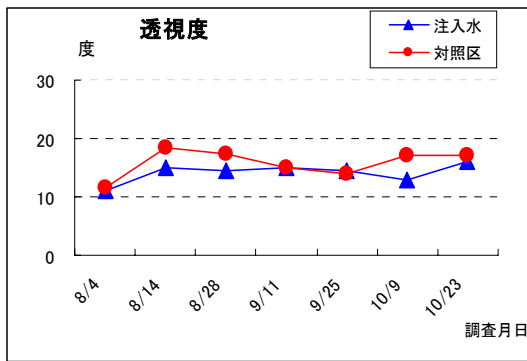


図 5-4-7 透視度

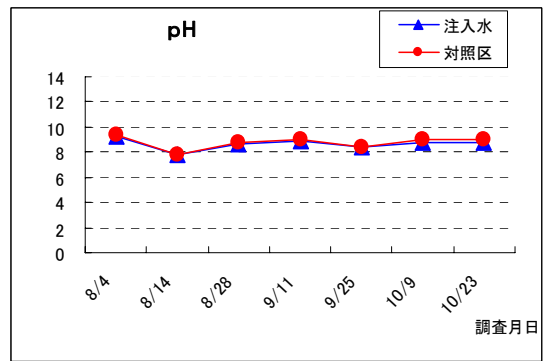


図 5-4-8 pH

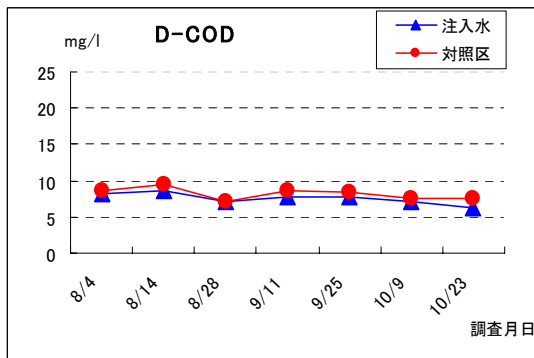


図 5-4-9 D-COD

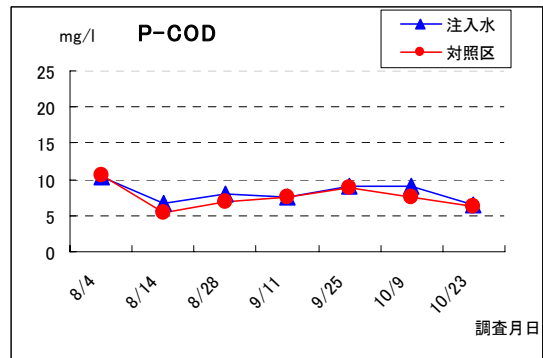


図 5-4-10 P-COD

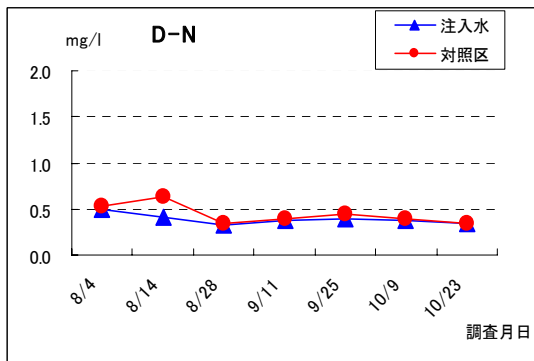


図 5-4-11 D-N

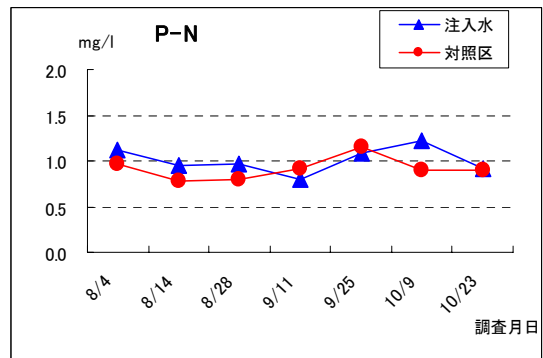


図 5-4-12 P-N

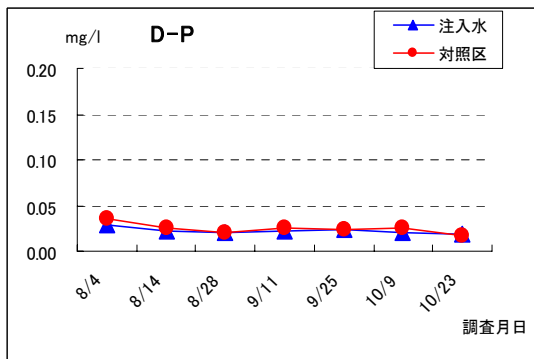


図 5-4-13 D-P

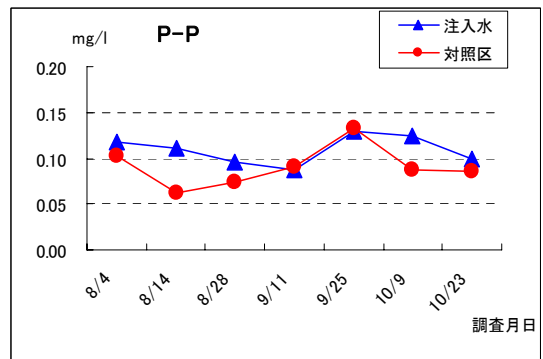


図 5-4-14 P-P

(2) 水塊水質 (実験区2と対照区2)

実験区2と対照区2の水塊水質の試験結果を表5-3-1～5-3-4、図5-5-1～5-5-12に示した(資料3、4)。

COD等の実証項目の目標水準は水質濃度としては設定しなかった。

(実証項目：表 5-3-1)

CODは実験区が13.8～16.8mg/l(平均15.2mg/l)で、対照区と比べて-0.9～-0.7mg/l(0.1mg/l)低濃度で、ほとんど変化がなかった。

T-Nは実験区が1.11～1.47mg/l(1.26mg/l)で、対照区と比べて-0.01～-0.17mg/l(0.07mg/l)低濃度で、ほとんど変化がなかった。

T-Pは実験区が0.088～0.143mg/l(0.107mg/l)で、対照区と比べて-0.006～-0.012mg/l(0.004mg/l)低濃度で、ほとんど変化がなかった。

SSは実験区が18～30mg/l(24mg/l)で、対照区と比べて-4～-2mg/l(0mg/l)低濃度で、ほとんど変化がなかった。

Chl-aは実験区が63～89 μ g/l(72 μ g/l)で、対照区と比べて-5～-6 μ g/l(0 μ g/l)低濃度で、ほとんど変化がなかった。

(追加項目①：表 5-3-2)

pHは実験区が7.9～8.9(8.8)で、対照区と比べて-0.2～0.0(-0.1)低くかった。

透視度は実験区が12～22度(16度)で、対照区と比べて-3～4度(1度)低くかった。

(溶存態の追加項目②：表 5-3-3)

D-CODは実験区が6.8～8.9mg/l(7.7mg/l)で、対照区と比べて0.0～0.9(0.4mg/l)低濃度であった。

D-Nは実験区が0.33～0.49mg/l(0.39mg/l)で、対照区と比べて<0.01～0.14mg/l(0.03mg/l)低濃度であった。

D-NO₃-Nは実験区及び対照区共に全て0.01mg/l未満であった。

D-Pは実験区が0.017～0.024mg/l(0.021mg/l)で、対照区と比べて-0.001～-0.006mg/l(0.002mg/l)低濃度であった。

D-PO₄-Pは実験区が<0.003～0.003mg/lで対照区とほとんど変化なかった。

(懸濁態の追加項目：表 5-3-4)

P-CODは実験区が5.3～8.6mg/l(7.5mg/l)で、対照区と比べて-0.9～0.2mg/l(平均-0.4mg/l)低濃度であった。

P-Nは実験区が0.75～1.03mg/l(0.87mg/l)で、対照区と比べて-0.02～-0.13mg/l(平均0.04mg/l)低濃度であった。

P-Pは実験区が0.068～0.119mg/l(0.086mg/l)で、対照区と比べて-0.008～-0.013mg/l(平均0.002mg/l)低濃度であった。

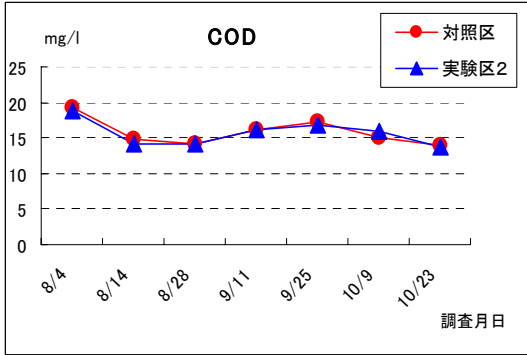


図 5-5-1 COD

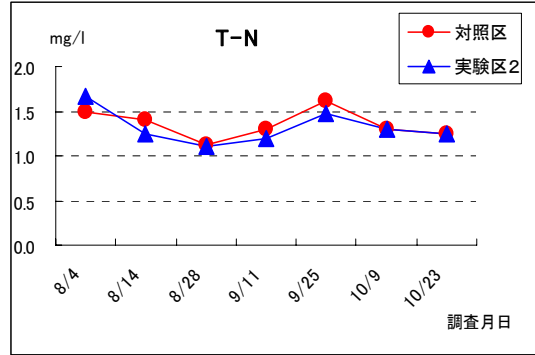


図 5-5-2 T-N

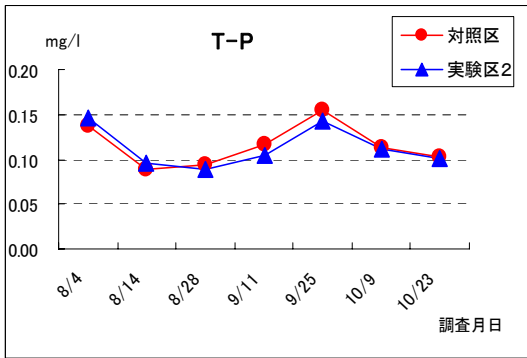


図 5-5-3 T-P

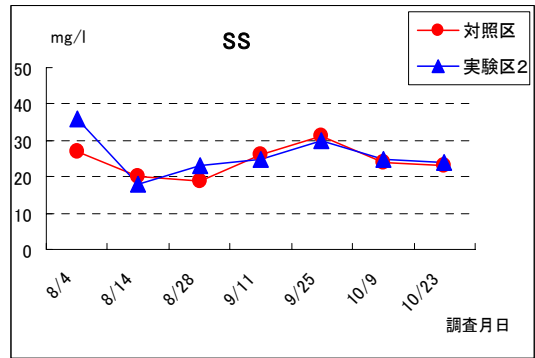


図 5-5-4 SS

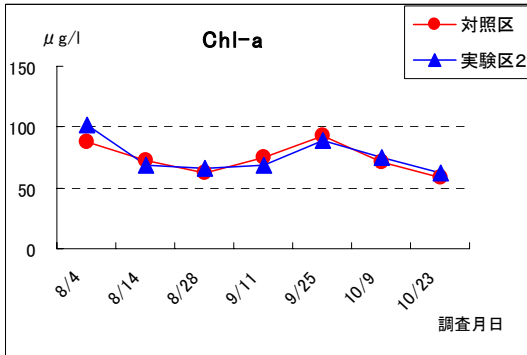


図 5-5-5 Chl-a

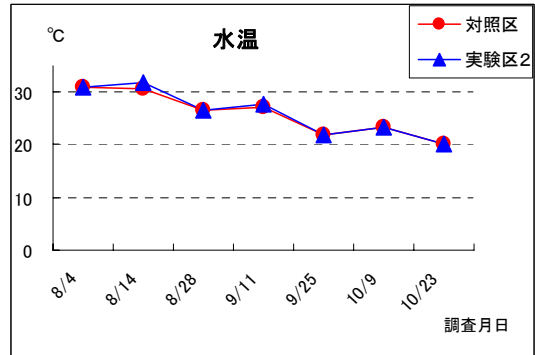


図 5-5-6 水温

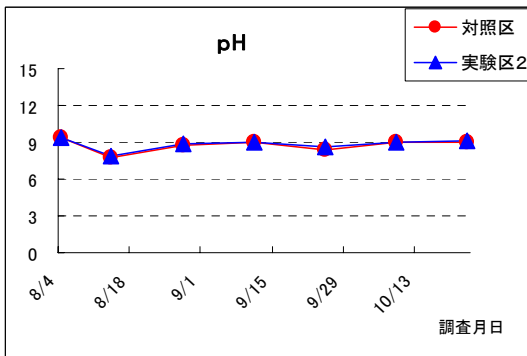


図 5-5-7 pH

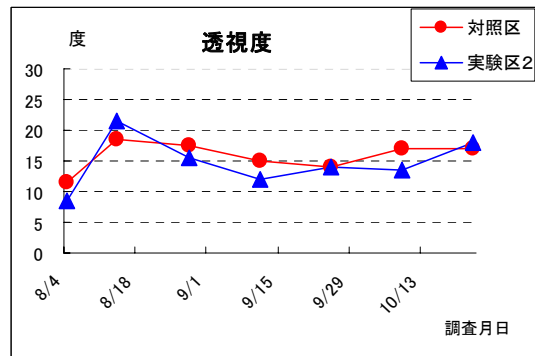


図 5-5-8 透視度

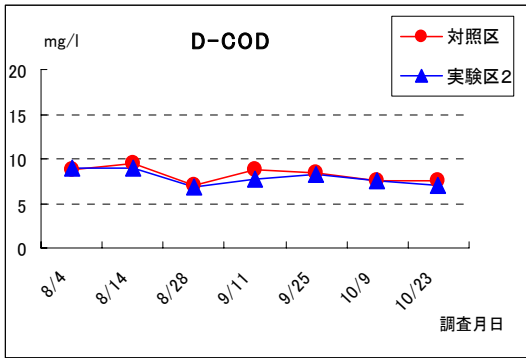


図 5-5-9 D-COD

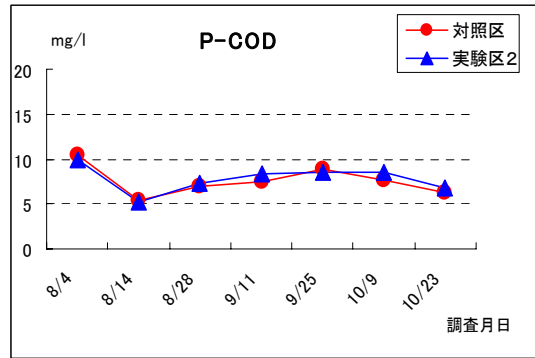


図 5-5-10 P-COD

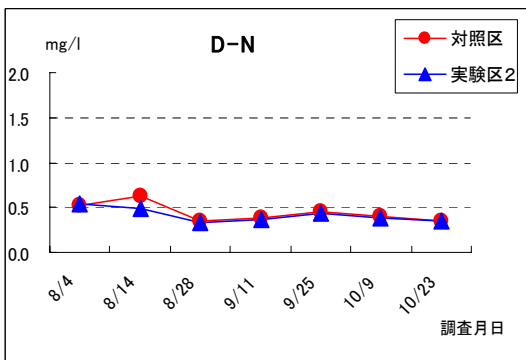


図 5-5-11 D-N

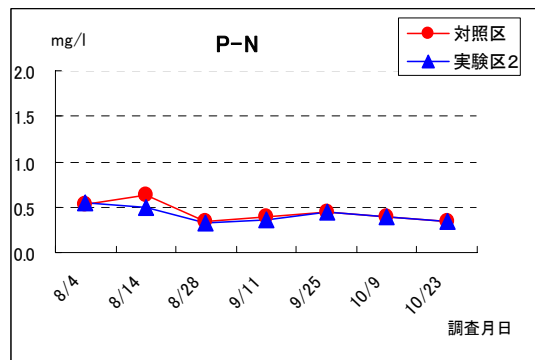


図 5-5-12 P-N

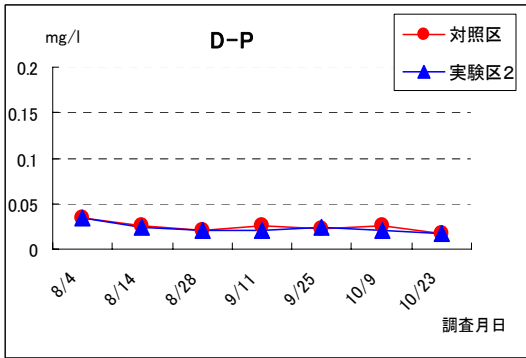


図 5-5-13 D-P

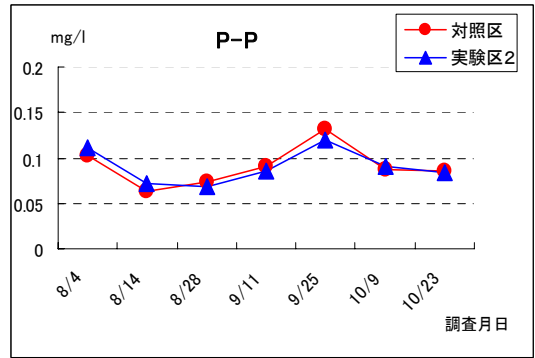


図 5-5-14 P-P

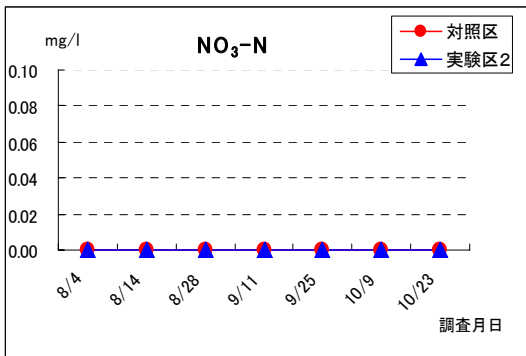


図 5-5-15 NO₃-N

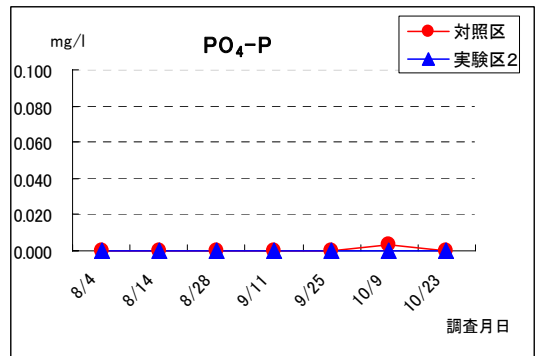


図 5-5-16 PO₄-P

(3) 水塊の水質浄化率

COD等の実証項目について目標水準は対照区水質と実験区水質との差を対照区水質で除した浄化率として設定した。

(3-1) 水質浄化率の算出方法

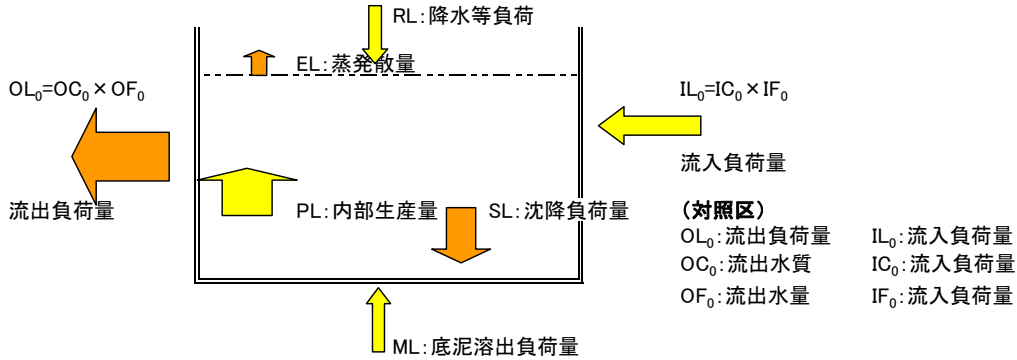
実験区2の水塊水質について処理装置による浄化効果を判定するため水質浄化率を求めた。水塊水質の浄化率の求め方の模式図を図5-6に示す。

実験区と対照区には共に降水等の負荷量、蒸発量が同量とみなせる。処理装置が実験区の水塊外に設置され、処理水がまた水塊に戻る今回の場合、処理装置は水質除去効果以外に、水塊内での内部生産量及び沈降量に対して対照区と比べて若干の増加作用又は減少作用を与えられとされる。そこで、処理装置による水塊水質の浄化効果は、装置の除去量と装置による水塊の内部生産量及び沈降量への影響も加味した総合的なものとして求めることにした。

算出方法の考え方は下記図5-6に示した。

また、対照区2、実験区2への注入水質と注入水量がほぼ同じであることから、対照区水塊水質から実験区水塊水質を差し引き、それを対照区水質で除した(4)式により水塊の浄化率を調査日毎に求めることにした。

対照の水塊



対照区物質収支

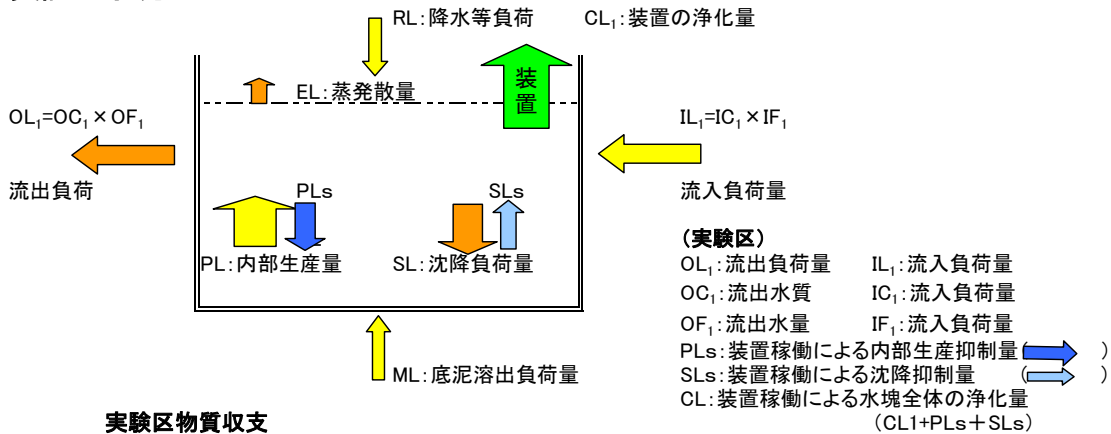
$$OL_0 + SL + EL = IL_0 + (RL + PL + ML)$$

対照区水塊の調査:

内部生産量、底泥負荷量、降水負荷量及び沈降負荷量を流出負荷量と流入負荷量から求める。

$$(RL + PL + ML) - SL - EL = OL_0 - IL_0 \quad \text{---(1)}$$

実証区水塊



実験区物質収支

$$CL_1 + PLs + SLs + OL_1 + SL + EL = IL_1 + (RL + PL + ML)$$

$$CL = CL_1 + PLs + SLs \text{ より}$$

実証技術により除去された負荷量

$$CL = IL_1 - OL_1 + (RL + PL + ML) - SL - EL$$

(1)式より

$$CL = (IL_1 - OL_1) - (IL_0 - OL_0) \quad \text{---(2)}$$

実証技術の効果(内部生産等を含めた浄化率)

$$\text{浄化率} = CL / (IL_1 + (RL + PL + ML) - SL - EL) \times 100 \quad (\%)$$

$$= (IL_1 - OL_1 + OL_0 - IL_0) / (IL_1 + OL_0 - IL_0) \times 100 \quad (\%) \quad \text{---(3)}$$

対照と実証水塊への流入負荷量はほとんど等しい場合

$$IL_0 = IL_1 \quad (IC_0 = IC_1, IF_0 = IF_1)$$

ゆえに

$$\text{浄化率} = (OL_0 - OL_1) / OL_0 \times 100 \quad (\%) \quad \text{---(4)}$$

また $OF_0 = OF_1$

$$\text{浄化率} = (OC_0 - OC_1) / OC_0 \times 100 \quad (\%) \quad \text{---(5)}$$

図 5-6 流入流出負荷量収支による水塊簡易モデル

(3-2) 水塊水浄化率

実証項目等の平均水塊水質浄化率を表5-3-1～5-3-4に示した。

しかし、処理装置や実験区2の定常的な状態における水質浄化率を算出するため、実験区2や対照区2の水塊の状況について調べた。

第1回調査(8/14)では、処理装置が稼動し始めた直後の採水であった。このため実験区2の水塊水は装置により十分に処理されていない水質であった。

第5回調査(10/9)では調査日直前の10月2日には、対照区の注入ポンプが不良となり、10月7日まで対照区水塊へ注水できなかった。

このように、第1回及び第5回調査日には実験区2や対照区2では浄化率を算出する際にこれらのデータは実験計画と異なると判断し、参考として取り扱うことにした(表5-4)。

表5-4 水塊水質浄化率

(%)

調査月日		項目	COD	T-N	T-P	SS	Chl-a
(第1回)	8/14		4.7	12.1	-6.7	10.0	5.3
第2回	8/28		0.0	1.8	6.4	-21.1	-7.2
第3回	9/11		0.6	7.7	9.5	3.8	7.7
第4回	9/25		2.9	8.7	7.7	3.2	3.6
(第5回)	10/9		-6.0	-0.8	0.9	-4.2	-5.6
第6回	10/23		0.7	0.0	1.0	-4.3	-6.6
平均(1~6回)			0.5	4.9	3.1	-2.1	-0.5
平均(1、5回目除外)			1.1	4.5	6.1	-4.6	-0.6
目標水準			20	20	20	20	20

(実証目標水準)

COD 浄化率は目標水準 20%のところ実証期間内では 0.0~2.9% (平均 1.1%) で、目標水準を達成しなかった。

T-N 浄化率は目標水準 20%のところ実証期間内では 0.0~8.7% (4.5%) で、目標水準を達成しなかった。

T-P 浄化率は目標水準 20%のところ実証期間内では 1.0~9.5% (6.1%) で、目標水準を達成しなかった。

SS 浄化率は目標水準 20%のところ実証期間内では-21.1~3.8% (-4.6%) で、目標水準を達成しなかった。

Chl-a 除去率は目標水準 20%のところ実証期間内では-7.2~7.7% (-0.6%) で、目標水準を達成しなかった。

(4) 水塊の水質と浄化率まとめ

実証期間内の実験区2では、COD等の実証項目、追加項目①のpH等及び追加項目②の溶存態のD-COD等について対照区2とほとんど変化がなかった。

処理装置による水塊における水質浄化率は、実証項目のCODが0～3%程度、T-NとT-Pが0～10%程度、SSが-20～5%程度、Chl-aが-10～10%程度であった。いずれも10%未満の浄化率であり、目標水準を達成しなかった。今回の処理装置の規模では十分に水塊内の水質を浄化できなかった。

5-4 処理装置

(1) 揚水量

調査期間別総揚水量は調査日の揚水量に期間別揚水日数を乗じて算出した(表5-5)。なお、第4回調査時の揚水量は処理装置が分解修理されていたため計測できなかったため第3回と第5回調査時の揚水量の平均値として算出した。

実証期間(8/14～10/23)における揚水量は5.4～8.2 m³/日(7.3 m³/日)で、期間内の総揚水量は475 m³(延べ揚水日数65日間)であった。

表 5-5 処理装置の揚水量

区分	調査月日	揚水量 (L/時間)	揚水量 (m ³ /日)	期間別総揚 水量 (m ³)	期間別揚水 日数 (日)
第1回調査	8/14～	320	7.7	109	14
第2回調査	8/28～	327	7.9	104	14
第3回調査	9/11～	288	6.9	92	13
第4回調査	9/25～	欠測	7.6	76	10
第5回調査	10/9～	342	8.2	95	14
第6回調査	10/23～	227	5.4	—	—
最小		227	5.4	76	—
平均		301	7.3	95	
最大		342	8.2	109	

(2) 処理装置の水質(揚水と処理水)

処理装置へ導入する揚水は、水塊の注入口の対面側2箇所の水深0.5mから行なった。揚水と処理水の水質データを表5-6-1～5-6-4、図5-7-1～5-7-20、及び資料5に示した。

(実証項目：表 5-6-1)

CODは実証期間内では揚水と処理水がそれぞれ12.9～15.8 mg/l(平均14.5 mg/l)、6.1～9.3 mg/l(8.3 mg/l)であった。処理装置により揚水のCODは6 mg/l程度除去された。

T-Nは実証期間内では揚水と処理水がそれぞれ1.06～1.32 mg/l(1.16 mg/l)、それぞれ0.41～0.75 mg/l(0.58 mg/l)。処理装置により揚水のT-Nは0.6 mg/l程度除去された。

T-P は実証期間内では揚水と処理水がそれぞれ 0.084~0.115 mg/l (0.100 mg/l)、0.029~0.046 mg/l (0.039 mg/l) であった。処理装置により揚水の T-P は 0.06mg/l 程度除去された。

SS は実証期間内では揚水と処理水がそれぞれ 17~26 mg/l (22 mg/l)、14~20 mg/l (17 mg/l) であった。処理装置により揚水の SS は 5mg/l 程度除去された。

T-Fe は実証期間内では揚水と処理水がそれぞれ 0.19~0.64 mg/l (0.43 mg/l)、0.06~0.22 mg/l (0.12 mg/l) であった。処理装置により揚水の T-Fe は 0.3mg/l 程度除去された。

T-Zn は実証期間内では揚水と処理水がそれぞれ <0.005~0.010 mg/l (0.007mg/l)、<0.005~0.010 mg/l (0.006 mg/l) であった。揚水の Zn 濃度が低く処理装置による除去を十分確認できなかった。

Chl-a は実証期間内では揚水と処理水がそれぞれ 60~80 μ g/l (68 μ g/l)、15~34 μ g/l (25 μ g/l) であった。処理装置により揚水の Chl-a は 43 μ g/l 程度除去された。

一般細菌は実証期間内では揚水と処理水がそれぞれ 200~1,900 個/ml (980 個/ml)、680~29,000 個/ml (22 mg/l)) であった。処理装置により細菌は除去されず、逆に 3~18 倍 (9 倍) 程度増加した。

大腸菌は証期間内では揚水と処理水では、第 1 回調査が陰性、それ以外は陽性、処理水は第 1 回と第 3 回が陰性、それ以外は陽性であった。第 3 回調査時のみ処理装置により大腸菌が陰性であった。

(追加項目①：表 5-6-2)

pH は実証期間内では揚水と処理水がそれぞれ 7.9~9.0 (8.7)、8.1~8.6 (8.4) であった。処理装置により揚水の pH が 0.5 程度低下した。

透視度は実証期間内では揚水と処理水がそれぞれ 12~21 度 (16 度)、28 ~>30 度であった。揚水の透視度が処理装置によりかなり良くなった。

(溶存態の追加項目②：表 5-6-3)

D-COD は実証期間内では揚水と処理水がそれぞれ 6.7~9.0 mg/l (7.7 mg/l)、4.5~6.3mg/l (5.1 mg/l) であった。処理装置により揚水の D-COD は 3 mg/l 程度除去された。

D-N は実証期間内では揚水と処理水がそれぞれ 0.32~0.48 mg/l (0.38 mg/l)、0.17~0.24mg/l (0.20 mg/l) であった。処理装置により揚水の D-N は 0.2mg/l 程度除去された。

D-NO₃-N は実証期間内では揚水と処理水がそれぞれ <0.01~0.01 mg/l、<0.010~0.01 mg/l であった。揚水の D-NO₃-N 濃度が低く、処理装置による D-NO₃-N の除去を確認できなかった。

D-P は実証期間内では揚水と処理水がそれぞれ 0.017~0.025 mg/l (0.021 mg/l)、<0.003~0.008mg/l (0.006 mg/l) であった。処理装置により揚水の D-P は 0.02mg/l 程度除去された。

D-PO₄-P は実証期間内では揚水と処理水がそれぞれ <0.003~0.003 mg/l、<0.003~0.003 mg/l であった。揚水の D-PO₄-P 濃度が低く、処理装置による除去を確認できなかった。

(懸濁態の追加項目：表 5-6-4)

P-COD は実証期間内では揚水と処理水がそれぞれ 5.6～8.1 mg/l (6.8 mg/l)、1.6～3.9mg/l (3.1 mg/l) であった。処理装置により揚水の P-COD は 4mg/l 程度除去された。

P-N は実証期間内では揚水と処理水がそれぞれ 0.69～0.92 mg/l (0.78 mg/l)、0.24～0.57mg/l (0.38 mg/l) であった。処理装置により揚水の P-N は 0.4mg/l 程度除去された。

P-P は実証期間内では揚水と処理水がそれぞれ 0.065～0.093 mg/l (0.079 mg/l)、0.024～0.038mg/l (0.033 mg/l) であった。処理装置により揚水の P-P は 0.05mg/l 程度除去された。

T-Al は実証期間内では揚水と処理水がそれぞれ 0.020～0.075 mg/l (0.040 mg/l)、1.09～4.95g/l (3.24 mg/l) であった。処理装置により揚水の T-Al は 3mg/l 程度、5～20 倍 (9 倍) 程度増加した。第 6 回調査の処理水 (T-Al 3.12mg/l) 中には D-Al が 35%、P-Al が 65%の割合で含まれていた。

表 5-6-1 処理装置水質及び除去率 (実証項目)

項目	装置	最小	最大	平均	除去率(%)	平均*1	除去率*2(%)
COD (mg/l)	揚水	12.9	15.8	14.5	—	14.4	—
	処理水	6.1	9.3	8.3	42.9	8.1	44.2
T-N (mg/l)	揚水	1.06	1.32	1.16	—	1.16	—
	処理水	0.41	0.75	0.58	49.3	0.60	47.6
T-P (mg/l)	揚水	0.084	0.115	0.100	—	0.101	—
	処理水	0.029	0.046	0.039	60.6	0.040	60.4
SS (mg/l)	揚水	17	26	22	—	23	—
	処理水	14	20	17	19.8	16	29.1
Chl-a (μg/l)	揚水	60	80	68	—	68	—
	処理水	15	34	25	63.7	26	61.9
T-Fe (mg/l)	揚水	0.19	0.64	0.43	—	0.42	—
	処理水	0.06	0.22	0.12	70.6	0.12	70.3
T-Zn (mg/l)	揚水	<0.005	0.010	0.007	—	0.006	—
	処理水	<0.005	0.010	0.006	—	0.005	—
一般細菌 (cfu/ml)	揚水	200	1900	980	—	820	—
	処理水	680	29000	8400	-536	3200	-242
大腸菌	揚水	陰性	陽性	—	—	—	—
	処理水	陰性	陽性	—	—	—	—

(注) *1 印は第 1 回調査を除いた平均値を示す。

*2 印は第 1 回調査を除いた除去率を示す。

表 5-6-2 処理装置水質 (実証項目：大腸菌)

項目	装置	第1回調査 (8/14)	第2回調査 (8/28)	第3回調査 (9/11)	第4回調査 (9/25)	第5回調査 (10/9)	第6回調査 (10/23)
大腸菌	揚水	陰性	陽性	陽性	陽性	陽性	陽性
	処理水	陰性	陽性	陰性	陽性	陽性	陽性

表 5-6-3 処理装置水質 (追加項目①)

項目	装置	最小	最大	平均	平均*1
pH	揚水	7.9	9.0	8.7	8.9
	処理水	8.1	8.6	8.4	8.5
透視度 (度)	揚水	12	21	16	15
	処理水	28	>30	29	29

(注) *1 印は第 1 回調査を除いた平均値を示す。

*2 印は第 1 回調査を除いた除去率を示す。

表 5-6-4 処理装置水質 (追加項目②: 溶存態物質)

項目	装置	最小	最大	平均	除去率(%)	平均*1	除去率*2 (%)
D-COD (mg/l)	揚水	6.7	9.0	7.7	—	7.3	—
	処理水	4.5	6.3	5.1	33.0	4.9	33.8
D-N (mg/l)	揚水	0.32	0.48	0.38	—	0.36	—
	処理水	0.17	0.24	0.20	46.6	0.19	45.8
D-P (mg/l)	揚水	0.017	0.025	0.021	—	0.020	—
	処理水	<0.003	0.008	0.006	68.7	0.007	63.9
NO ₃ -N (mg/l)	揚水	<0.01	0.01	0.01	—	0.01	—
	処理水	<0.01	0.01	0.01	0.0	0.01	0.0
PO ₄ -P (mg/l)	揚水	<0.003	0.003	0.003	—	0.003	—
	処理水	<0.003	0.003	0.003	0.0	0.003	0.0

(注) *1 印は第 1 回調査を除いた平均値を示す。

*2 印は第 1 回調査を除いた除去率を示す。

表 5-6-5 処理装置水質及び除去率 (追加項目: 懸濁態物質)

項目	装置	最小	最大	平均	除去率(%)	平均*1	除去率*2 (%)
P-COD (mg/l)	揚水	5.6	8.1	6.8	—	7.1	—
	処理水	1.6	3.9	3.1	53.9	3.2	54.9
P-N (mg/l)	揚水	0.69	0.92	0.78	—	0.80	—
	処理水	0.24	0.57	0.38	51.0	0.41	48.5
P-P (mg/l)	揚水	0.065	0.093	0.079	—	0.081	—
	処理水	0.024	0.038	0.033	57.9	0.033	59.5
T-A l (mg/l)	揚水	0.20	0.75	0.40	—	0.43	—
	処理水	1.09	4.95	3.24	-836	2.81	-571

(注) *1 印は第 1 回調査を除いた平均値を示す。

*2 印は第 1 回調査を除いた除去率を示す。

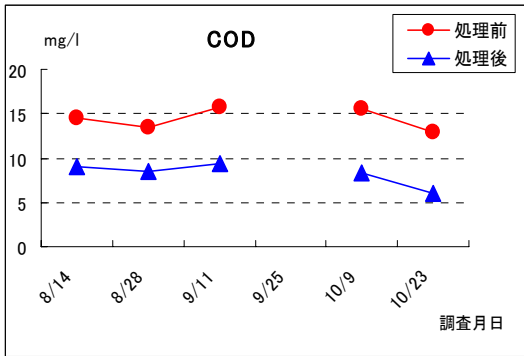


図 5-7-1 COD

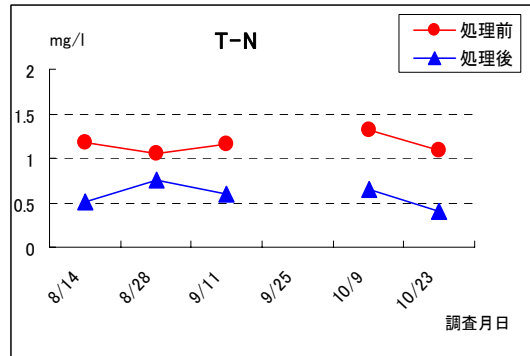


図 5-7-2 T-N

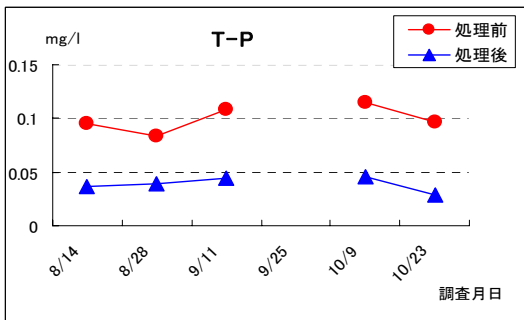


図 5-7-3 T-P

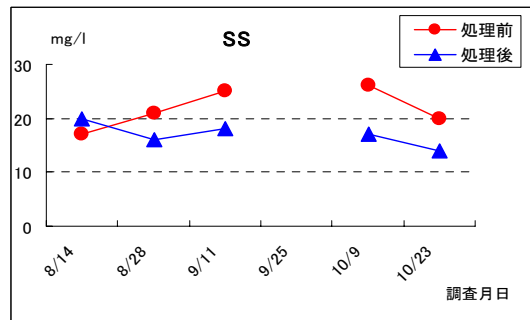


図 5-7-4 SS

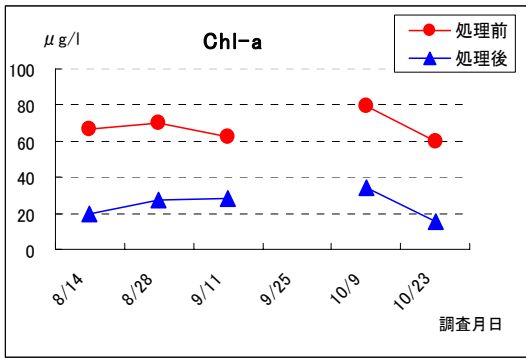


図 5-7-5 Chl-a

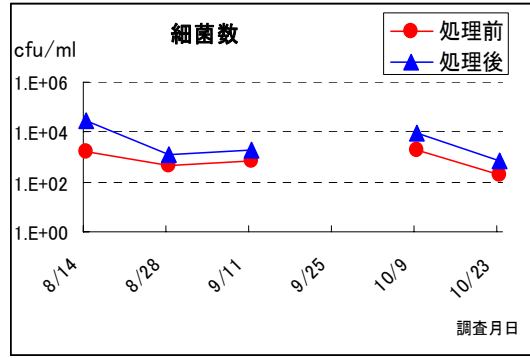


図 5-7-6 一般細菌

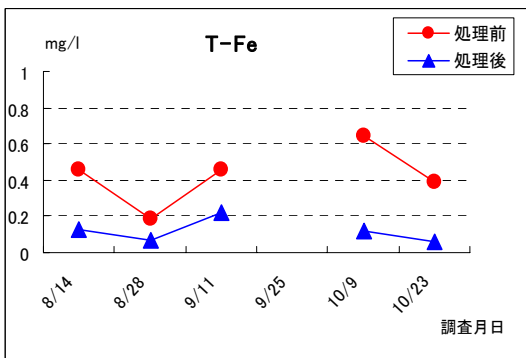


図 5-7-7 T-Fe

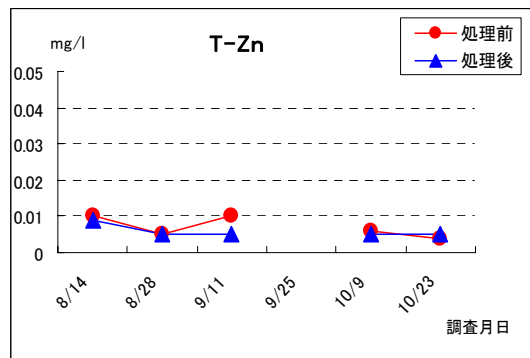


図 5-7-8 T-Zn

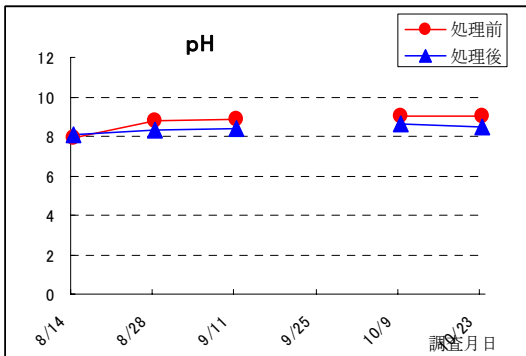


図 5-7-9 pH

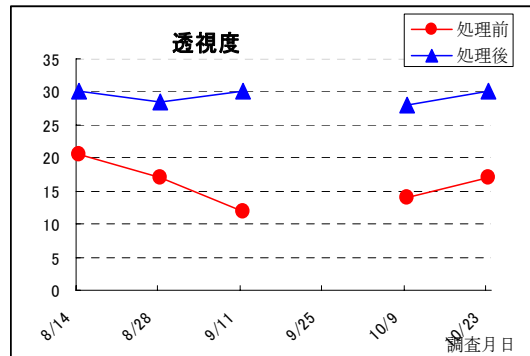


図 5-7-10 透視度

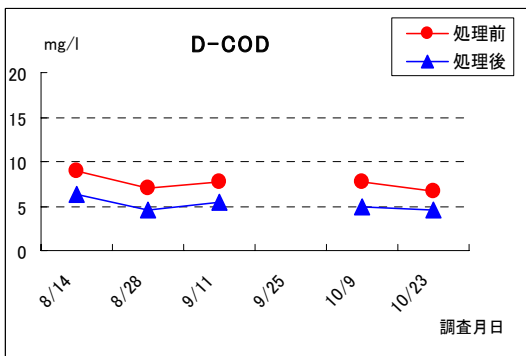


図 5-7-11 D-COD

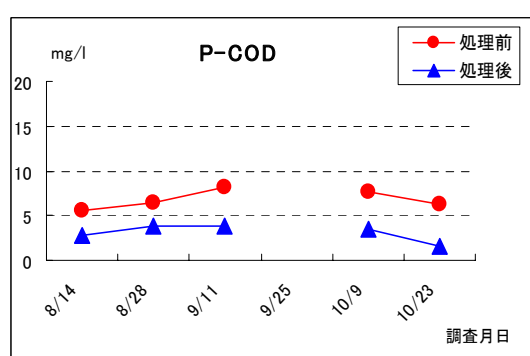


図 5-7-12 P-COD

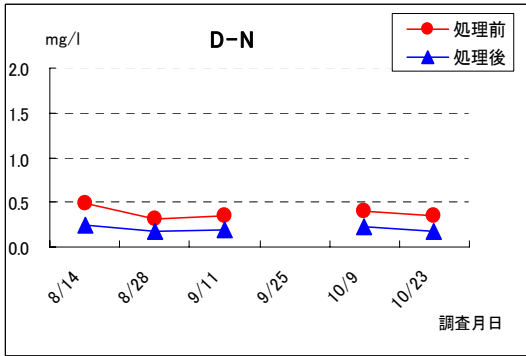


図 5-7-13 D-N

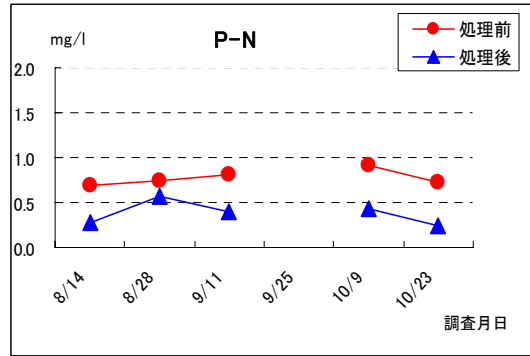


図 5-7-14 P-N

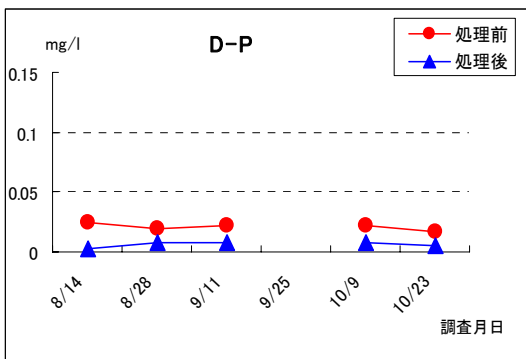


図 5-7-15 D-P

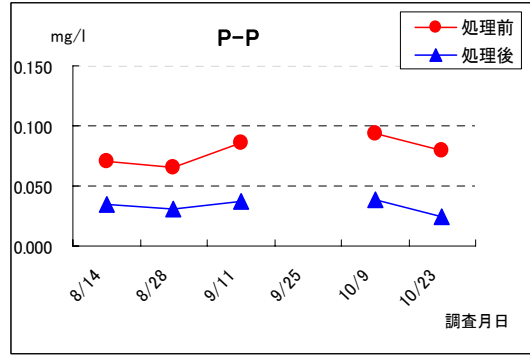


図 5-7-16 P-P

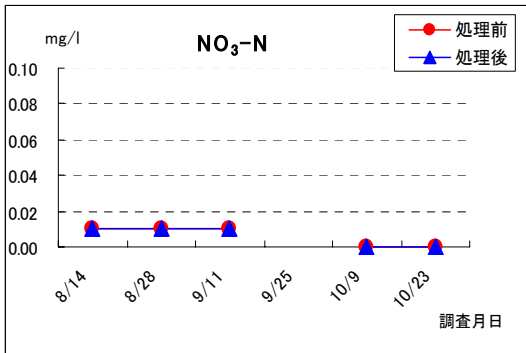


図 5-7-17 NO₃-N

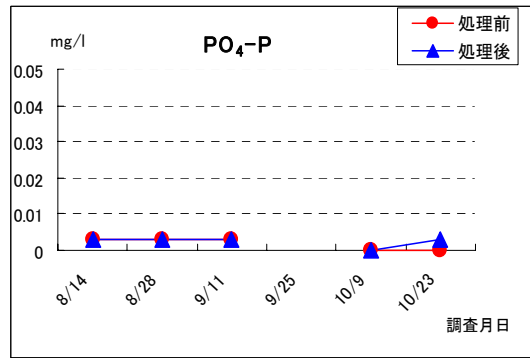


図 5-7-18 PO₄-P

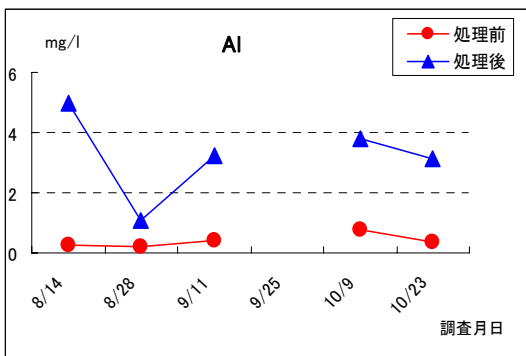


図 5-7-19 Al

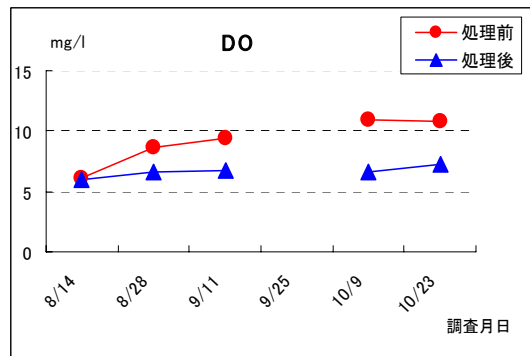


図 5-7-20 DO

(3) 処理装置除去率

処理装置の除去率は、揚水水質から処理水水質を差し引いた後、揚水水質で除して求めた。期間平均除去率の結果を表5-6-1～5-6-4に、調査時毎の除去率を表5-7-1、5-7-2に示した。

第4回調査（9/25）には処理装置の修繕と分解清掃が行われていたため採水できず、浄化率は算出できなかった。

(実証項目：表5-6-1、5-6-2、5-7)

COD の目標水準は除去率 30%のところ実証期間内では 37.0～52.7%（全調査期間の平均値：42.9%）で、全ての調査日で目標水準を達成した。除去率が実証期間中 40%前後のほぼ一定であり、処理水量が少なかった第 6 回調査では 50%を超えた。

T-N の目標水準は除去率 30%のところ実証期間内では 29.2～62.0%（49.3%）で、第 2 回調査日以外の全ての調査日で目標水準を達成した。

T-P の目標水準は除去率 80%のところ実証期間内では 53.6～69.8%（60.6%）で、目標水準を達成できなかった。

SS の目標水準は除去率 80%のところ実証期間内では-17.6～34.6%（19.8%）で、目標水準を達成できなかった。

T-Fe の目標水準は除去率 80%のところ実証期間内では 52.2～84.6%（70.6%）の高率であったが、目標水準を達成できなかった。

T-Zn の目標水準は除去率 80%に設定していたが、揚水の水質濃度が低く除去率の確認ができなかった。

Chl-a の目標水準は除去率 50%のところ実証期間内では 54.3～74.8%（63.7%）で、全ての調査日で目標水準を達成した。

一般細菌の目標水準は除去率 50%に設定していたが、処理水の一般細菌は揚水よりも 2.5～18 倍（約 9 倍）増え、目標水準を達成できなかった。

大腸菌の目標水準は除去率ではなく陰性と設定した。その結果は 5-4(2) に示したとおりである（表 5-6-2）。

(溶存態の追加項目②：表 5-6-4、5-7-2)

D-COD の除去率は実証期間内では 29.9～37.2%（33.0%）であった。

D-N の除去率は実証期間内では 42.9～51.4%（46.6%）であった。

D-NO₃-N の除去率は揚水の水質濃度が低く確認できなかった。

D-P の除去率は実証期間内では 57.9～88.0%（68.7%）であった。

D-PO₄-P の除去率は揚水の水質濃度が低く確認できなかった。

(懸濁態の追加項目：表 5-6-5)

P-COD の除去率は実証期間内では 39.1～74.2%（53.9%）であった。

P-N の除去率は実証期間内では 23.0～67.1%（51.0%）であった。

P-P の除去率は実証期間内では 51.4～69.6%（57.9%）であった。

T-Al は実証期間内では処理水の方が揚水より 5.1～20.0 倍高濃度であった。

表 5-7-1 処理装置除去率（実証項目：％）

調査月日		項目	COD	T-N	T-P	SS	Chl-a	T-Fe	処理水量 (L/H)
第1回	8/14		37.7	56.4	61.1	-17.6	70.8	71.7	320
第2回	8/28		37.0	29.2	53.6	23.8	61.2	63.2	327
第3回	9/11		41.1	48.3	58.3	28.0	54.3	52.2	288
(第4回)	9/25		欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
第5回	10/9		45.8	50.8	60.0	34.6	57.5	81.3	342
第6回	10/23		52.7	62.0	69.8	30.0	74.8	84.6	227
平均			42.9	49.3	60.6	19.8	63.7	70.6	301
目標水準			30	30	80	80	50	80	250~350

表 5-7-2 処理装置除去率（追加項目：溶存態と懸濁態項目：％）

調査月日		項目	D-COD	D-N	D-P	P-COD	P-N	P-P
第1回	8/14		30.0	50.0	88.0	50.0	60.9	51.4
第2回	8/28		35.2	43.8	57.9	39.1	23.0	52.3
第3回	9/11		29.9	42.9	63.6	51.9	50.6	57.0
(第4回)	9/25		欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
第5回	10/9		37.2	45.0	63.6	54.5	53.3	59.1
第6回	10/23		32.8	51.4	70.6	74.2	67.1	69.6
平均			33.0	46.6	68.7	53.9	51.0	57.9

（４）処理装置の水質及び除去率のまとめ

処理装置により処理水の透視度は30度前後とかなり改善された。

CODの除去率は35~55%程度、T-Nは30~65%程度、Chl-aは55~75%程度と高く、技術開発者が経験に基づき設定した目標水準（30、30、50%低減）をそれぞれ満足した。

T-Pの除去率は55~70%程度、T-Feは55~85%程度と目標水準（80、80%低減）の3/4、9/10程度の高率であった。

一方、SSの除去率は、-20~35%程度で目標水準（80%低減）の1/4程度の低率であった。これは、処理水が粘性をもっており、また、電気分解処理槽内で生成された水酸化アルミニウムの一部が、処理装置後の紙袋状濾紙（3 μ m）による自然濾過では十分に濾過されず、一部がSS分（1 μ m~2mm）として捕捉されたためと推定された。特に第1回調査では処理装置を稼動した直後であり、処理水のSS濃度が揚水より高かった。

溶存態物質のD-CODの除去率は30~35%程度、D-Nは45~50%程度、D-Pは60~90%程度、懸濁態のP-CODの除去率は40~75%程度、P-Nは25~65%程度、P-Pは50~70%程度であった。特に、本処理装置は溶存態物質も除去でき、かなり安定した高い除去能を持つという特色がみられた。

処理水の一般細菌数は揚水より2.5~18倍多く検出され、また、処理水の

大腸菌は常に陰性にはならなかった。紙袋状濾紙フィルター槽内でこれらの菌が増殖したものと考えられる。

処理水の T-A1 は揚水の 5～20 倍も増加しており、電気分解槽内のアルミニウム板により生成された水酸化アルミニウムが流出していると考えられた。

5-5 環境への上記以外の影響調査

電力使用量： 処理装置の電力消費量は、実証期間中の総電力使用量から水塊への注水量（ポンプ4台）を差し引いた電力量を装置稼動時間で除し、1日当たりの電力量に換算して求めた。

システム全体の総電力使用量は2,530kwh、処理時間は1,332時間、総処理水量は407m³であることから、処理水1m³当たりの電力使用量は6.2kwh/m³、一日当たりの電力使用量は45.5kwh/日（2,527kwh/1,332h×24h）であった。

汚泥の発生量： 汚泥発生量は処理水1L当たりの汚泥発生量を求め、それに総処理水量を乗じて求めた。

実証期間中の総処理水量は407m³、総汚泥発生量は201kg（含水率85%以上）であったことから、汚泥発生率は0.000494 kg/1であった。一日平均処理水量が7,200 L/日（300L/h×24h）であることから、一日汚泥発生量は3.6kg（7,200L/日×0.000494 kg/L）であった。

汚泥は重金属の溶出試験後、産業廃棄物処理業者に引き取ってもらった。

廃棄物等の発生量： 今回の実証試験では紙袋状濾紙が廃棄物として発生した。発生量は汚泥の発生量に含めた。

騒音・におい等： 特に騒音やにおいの発生はなかった。処理装置は電気を使用するため、建屋が必要である。

5-6 機器の維持管理に関する調査

処理装置の調査時の運転状況を表5-8に示した。

(1) 処理装置への揚水量

処理装置への揚水量は5-4(1)の表5-5に示した。

今回、揚水用のホースとして塩化ビニールホースを使用したため、揚水量は実験計画段階の350L/時間を下回る227～342L/時間であった。特に第6回調査時は227 L/時間で低かった。

(2) 実証機器の立ち上げ及び停止に要する期間

処理装置の設置に3日間を要した。装置設置後直ちに立ち上げることでも可能であるが、装置の種々の条件を水質の状態に合わせるためには2日間程度を要するのが理想的である。装置の停止は即停止が可能である。

(3) 実証機器の維持管理に必要な人員数と技能

今回の装置（電気分解装置、濾過装置等の連続運転）では、濾過等の維持管理に毎日1人で2時間程度を要した。

(4) 実証機器の信頼性

実証期間中に揚水ポンプの停止により処理装置の分解作業が1回行なわれた。それ以外は、順調に作動していた。

(5) トラブルからの復帰方法

9月24日から9月28日までポンプのトラブルにより処理装置の補修、点検を実施した。

9月24日ポンプ吐出口の樹脂部品が破損したため処理設備を停止した。

9月25日ポンプ7台を点検し、全てのポンプ吐出口を交換し、電解槽と各水槽を洗浄した。

9月26日～27日ホース内の堆積汚泥を洗浄した。また、電極板を清掃した。

9月28日設備全体の流量バランスを調整し通常通り自動稼働させた。

電気分解装置にトラブルが発生した場合、専門知識を持つ作業員による分解作業を要する。

(6) 電気分解装置の安全性

装置は雨水を嫌うため、収容する建屋が不可欠であり、感電防止のためのアースを要する。

(7) 維持管理マニュアルの評価

装置はポンプ類のスイッチ操作が多いが、分かり易いものであった。

表 5-8 処理装置の稼動状況

区分	調査月日	電圧 (V)	電流 (A)	pH		水温 (°C)		ORP (mV)	
		電気分解処理装置		揚水	処理水	揚水	処理水	揚水	処理水
第1回調査	8/14 ~	60	3.8	7.7	8.0	31.8	32.2	—	—
第2回調査	8/28 ~	80	9.5	8.7	8.4	27.2	30.2	174	103
第3回調査	9/11 ~	65	9.5	9.2	8.4	29.1	29.5	62	20
第4回調査	9/25 ~	—	—	—	—	—	—	—	—
第5回調査	10/9 ~	66	16.0	9.1	8.7	23.6	26.0	178	92
第6回調査	10/23 ~	80	11.5	9.1	8.5	21.2	26.0	144	67
最小		60	3.8	7.7	8.0	21.2	26.0	62	20
平均		70	10.1	8.7	8.4	26.6	28.8	140	71
最大		80	16.0	9.2	8.7	31.8	32.2	178	103

5-7 他の実水域への適用可能性を検討する際の留意点

隔離水塊外から、処理区内に注水する隔離実験で、湖外に設置した処理装置によりCOD、T-N、T-P、SS及びChl-aをほぼ安定した除去効果で低減できた。

CODの除去率は35～55%程度で高かった。SSの除去率は20～35%程度で低く、電気分解処理後の処理水をpH調整しなかったことやろ過が十分でなかったためと考えられた。このため、COD、N及びPの懸濁態の除去率も25～75%に留まった。溶存態物質の除去率は30～90%と高率で除去できた。水塊に戻す

放流水中にはAlが処理前より高濃度で検出された。このため、電気分解後の処理水をpH6付近に調整して溶存態Alをフロック化する等の対策が望まれる。

一方、隔離水塊の浄化効果は、処理装置の処理水量が隔離水塊への注水量の約1/4で少量であったため、COD等のいずれの項目についても水質の浄化率が10%未満で、浄化効果を十分に上げられなかった。

このようなことから、処理装置のろ過方法の改善や浄化対象の池、湖沼の水質や汚濁状況等に応じた処理装置の規模の選択及び維持管理の徹底を図ることにより、より効果的な水質の浄化が期待されるものと思われる。

5-8 実証委員会での論点における意見

(1) 処理装置の設計（通水量）

処理装置によるT-P、Chl-a、T-N、CODの除去率が高いにもかかわらず、水塊水質が浄化されていない。

今回の処理装置の通常に通水量は120L/時間で稼動する装置であった。しかし、水塊の水を浄化するには十分な処理水量ではないので通常2.5倍の300L/時間を通水させて実験を実施した。その結果、装置の設計水量の倍以上を流しても処理装置としては十分に水質の浄化機能がみられた。しかしながら、これでも処理装置への揚水量が水塊への西部承水路からの注入水量の1/4と少量であったため、水塊の水質浄化にいたらなかった。

(2) SSの除去と溶存態アルミニウムの溶出防止

電気分解処理後のアルミニウム濃度が3mg/lで揚水の5~20倍も高かった。また、処理装置のSS除去目標水準が80%であるのに対して実証結果では20~30%と低率であったことから、水酸化アルミニウムのフロック化が不十分なためと考えられた。したがって処理水をpH処理する必要がある。

揚水中のSSは電気分解槽に導入される前に紙袋状濾紙(40 μ m)で自然濾過され一部が取り除かれる。次に、電気分解処理装置に導入され、装置内の電極板に使用されているアルミニウム板から生成される水酸化アルミニウム(凝集剤)による凝集後、浮上処理によって固液分離される。最後に、処理水中のSSは、メッシュの細かい紙袋状濾紙(3~5 μ m)で自然濾過処理された後、水塊に戻される。処理水は透視度もかなり良好であったが粘性があり、第6回調査の処理水のT-Alは3mg/l(溶存態が35%、懸濁態が65%)が含まれていた。その懸濁態の一部が最後の濾紙を通過してSS(1~3 μ m)として測定したため見かけ上揚水中のSS除去率が低下したと考えられた。

処理前の揚水のpHは8~9(平均8.7)で、処理後の処理水が8.1~8.6(8.4)であった。処理後のpHが8~9ではアルミニウムが溶ける境界領域であり、処理後のアルミニウム濃度が約3mg/lで揚水の5~20倍も高かった。

当初の計画では処理後にpH処理をして6前後にする計画であったが、技術開発者の意向でpH調整をせず実施したためと考えられた。

pHを6付近にすればアルミニウムの溶出をもう少し抑えられと考えられ

るため、実証期間終了後の12月5日に技術開発者が電気分解処理後に希硫酸でpHを6に調整する実験を実施した。SSは揚水に対して95%除去された。

また、さらに水酸化アルミニウムのフロック形成を促進（適正な処理水量、攪拌）させる等の工夫が望まれる。

6 データの品質管理

本実証試験を実施するにあたりデータの品質管理は、石川県保健環境センターが定める「実証試験業務品質マニュアル」に従って実施した。

7 品質管理システム監査

本実証試験で得られたデータの品質監査は、石川県保健環境センターが定める実証試験業務品質マニュアルに従って行った。

実証試験が適切に実施されていることを確認するために実証試験期間中に1回内部監査を実施した。

この内部監査は、企画情報部長を内部監査員として任命し実施した。

その結果、実証試験は品質マニュアルに基づく品質管理システムの要求事項に適合し、適切に実施、維持されていることが確認された。

内部監査員は内部監査の結果をデータ品質管理責任者（石川県保健環境センター次長（技術担当））及び石川県保健環境センター所長に報告した。

○ 資料

資料1-1 気象データ(平成20年8月)

観測月日	降水量(mm)	平均気温(℃)	日照時間	天候
8/1	0	26.2	10.3	晴
8/2	0	27.4	2.9	曇時々晴
8/3	0	28.4	10.6	晴
8/4	1	26.7	4.7	曇後晴
8/5	0	26.2	3.8	晴時々曇
8/6	0	27	6.5	晴一時曇
8/7	0	27.4	10.9	快晴
8/8	0	27.3	10.9	晴
8/9	0	27.4	11.4	晴
8/10	0	27.3	10	晴一時薄曇
8/11	0	27.9	9.9	晴
8/12	0	28.2	11.9	快晴
8/13	0	28.6	8.9	晴後一時薄曇
8/14	9	28.3	4.2	曇時々晴一時雨
8/15	82	26.9	6	晴一時雨、雷
8/16	89.5	23.7	0.8	雨時々曇
8/17	0.5	23.3	4.5	晴一時曇
8/18	0	24.8	10.2	晴後一時曇
8/19	13	27	0.9	雨時々曇、雷
8/20	3.5	25.2	6.5	晴
8/21	5.5	23.5	6.4	曇一時雨後晴
8/22	1.5	23.1	9.2	晴後曇
8/23	8.5	25.8	1.4	曇後一時晴
8/24	3	23.2	0	曇
8/25	0.5	21.8	0	曇後一時雨
8/26	5	23.5	0.5	曇一時雨
8/27	0	25.6	1	曇一時晴
8/28	6	24.7	0	曇後一時大雨、雷
8/29	1	23.9	0	曇時々雨
8/30	0.5	24.1	0	曇後雨
8/31	0	25.8	11.8	晴

資料1-2 気象データ(平成20年9月)

観測月日	降水量(mm)	平均気温(℃)	日照時間	天候
9/1	0	26.2	9.3	晴
9/2	0.5	25.9	5.1	曇後一時雨
9/3	24	23.7	0	大雨後曇
9/4	0	23.6	0.2	曇
9/5	0	25.6	3.2	晴後曇
9/6	0	26	4.6	晴後一時雨、雷
9/7	1.5	25	6	曇後晴
9/8	0	23.6	8.7	晴
9/9	0	21.7	10.2	晴
9/10	0	23.5	10.7	晴
9/11	0	23.7	10.4	快晴
9/12	0	23.1	7.1	晴後一時曇
9/13	0	22.9	3.6	曇一時雨後晴
9/14	0	23.2	10.3	晴
9/15	0	22.9	0.4	曇
9/16	0	23.6	9.8	晴
9/17	0	23.3	9.8	晴後薄曇
9/18	0	24.8	1.4	曇
9/19	0	25.5	0	曇
9/20	0	24.5	6	曇一時晴
9/21	25.5	19.8	0	雨一時曇
9/22	2.5	20.9	3.3	曇後晴
9/23	7	20.6	2.7	曇後一時雨
9/24	0	18.9	9.7	晴
9/25	11	20.3	0	曇
9/26	43	18.4	0	雨時々曇
9/27	0	15.4	3.8	曇
9/28	0	16.3	1.6	曇
9/29	0	16.1	0	曇一時雨
9/30	0	18.7	5.6	曇一時晴

資料1-3 気象データ(平成20年10月)

観測月日	降水量(mm)	平均気温(℃)	日照時間	天候
10/1	0	19.7	5.2	晴一時曇
10/2	0	17.5	10.9	晴
10/3	0	18	10.4	晴後一時薄曇
10/4	0	19.4	9.9	晴
10/5	7	18.1	0	曇後一時雨
10/6	9	18.3	0.1	曇一時雨
10/7	0	19.4	1.2	曇
10/8	0	20.5	8.1	晴
10/9	0	20.1	7.8	晴後一時薄曇
10/10	12	20.3	5.3	晴後一時曇
10/11	18	17.2	1.5	曇一時雨
10/12	0	14.9	6.3	薄曇
10/13	0	16.3	7.1	晴
10/14	0	16.5	0	曇
10/15	7.5	17.6	8.3	晴一時曇
10/16	0	17.4	9.6	晴
10/17	0	17.3	6.8	晴一時薄曇
10/18	0	17.8	9.8	快晴
10/19	0	17.9	9.5	晴
10/20	0	17.4	4.9	薄曇
10/21	0	17	9.1	晴
10/22	1.5	18.3	3.5	薄曇
10/23	20	19.1	1.9	曇一時雨
10/24	18.5	19	0	雨時々曇
10/25	0	17.1	4.4	曇一時晴
10/26	27	16.2	0	曇後一時雨
10/27	22	13.3	2.3	雨時々曇、雷
10/28	13	14.2	3.4	晴時々曇
10/29	7.5	13.4	0.7	雨時々曇
10/30	0	11.2	5.6	晴後一時曇
10/31	20	13.9	2	曇時々雨、雷

資料2-1 注入水質 (対照区)

調査日	種類	水温 (°C)	透視度 (cm)	透明度 (m)	色相	pH	EC (μ /cm)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	P-COD (mg/L)	クロフィル-a (μ g/L)	クロフィル-b (μ g/L)	クロフィル-c (μ g/L)	全クロフィル (μ g/L)
8/4	注入水	31.1	11.0	-	-	9.2	178	31	8.5	18.6	8.2	10.4	97	6	4	106
8/14	注入水	30.5	15.0	-	-	7.8	181	33	6.6	15.3	8.6	6.7	92	11	11	114
8/28	注入水	26.0	14.5	-	-	8.7	148	31	8.9	15.0	7.1	7.9	86	8	12	106
9/11	注入水	27.7	15.0	-	-	8.9	188	25	9.1	15.4	7.8	7.6	71	6	11	88
9/25	注入水	21.8	14.5	-	-	8.4	207	33	7.7	16.8	7.8	9.0	93	8	15	115
10/9	注入水	22.5	13.0	-	-	8.8	203	39	9.5	16.3	7.2	9.1	120	9	21	150
10/23	注入水	20.2	16.0	-	-	8.8	207	27	10.3	12.7	6.3	6.4	70	7	18	95

資料2-2 注入水質 (対照区)

調査日	種類	T-N (mg/L)	D-N (mg/L)	P-N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	D-P (mg/L)	P-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	水位 (m)
8/4	注入水	1.61	0.49	1.12	<0.01	<0.01	0.01	0.146	0.029	0.117	<0.003	-
8/14	注入水	1.36	0.41	0.95	<0.01	<0.01	0.01	0.133	0.022	0.111	<0.003	-
8/28	注入水	1.29	0.33	0.96	<0.01	<0.01	0.02	0.117	0.021	0.096	<0.003	-
9/11	注入水	1.17	0.38	0.79	<0.01	<0.01	0.02	0.110	0.022	0.088	<0.003	-
9/25	注入水	1.49	0.40	1.09	<0.01	<0.01	<0.01	0.153	0.023	0.130	<0.003	-
10/9	注入水	1.60	0.38	1.22	<0.01	<0.01	0.02	0.146	0.021	0.125	0.003	-
10/23	注入水	1.26	0.35	0.91	<0.01	<0.01	0.01	0.118	0.019	0.099	0.004	-

資料3-1 水塊水質 (対照区)

調査日	種類	水温 (°C)	透視度 (cm)	透明度 (m)	色相	pH	EC (μ /cm)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	P-COD (mg/L)	クロフィル-a (μ g/L)	クロフィル-b (μ g/L)	クロフィル-c (μ g/L)	全クロフィル (μ g/L)
8/4	水塊水	30.9	11.5	0.3	-	9.4	178	27	8.7	19.2	8.7	10.5	88	6	5	98
8/14	水塊水	30.5	18.5	0.5	17	7.8	180	20	7.0	14.9	9.5	5.4	72	9	8	89
8/28	水塊水	26.5	17.5	0.5	16	8.8	143	19	9.3	14.1	7.1	7.0	62	8	8	78
9/11	水塊水	27.2	15.0	0.5	17	9.0	185	26	9.7	16.2	8.7	7.5	75	6	6	87
9/25	水塊水	21.8	14.0	0.25	16	8.4	209	31	8.4	17.3	8.5	8.8	93	9	12	114
10/9	水塊水	23.4	17.0	0.45	16	9.0	197	24	10.6	15.1	7.5	7.6	71	7	12	90
10/23	水塊水	20.1	17.0	0.4	15	9.0	199	23	10.4	13.9	7.6	6.3	59	5	9	73

資料3-2 水塊水質 (対照区)

調査日	種類	T-N (mg/L)	D-N (mg/L)	P-N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	D-P (mg/L)	P-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	水位 (m)
8/4	水塊水	1.49	0.53	0.96	<0.01	<0.01	0.01	0.137	0.035	0.102	<0.003	1.3
8/14	水塊水	1.41	0.63	0.78	<0.01	<0.01	0.02	0.089	0.026	0.063	<0.003	1.3
8/28	水塊水	1.13	0.34	0.79	<0.01	<0.01	0.01	0.094	0.020	0.074	<0.003	1.2
9/11	水塊水	1.30	0.39	0.91	<0.01	<0.01	0.04	0.116	0.026	0.090	<0.003	1.3
9/25	水塊水	1.61	0.45	1.16	<0.01	<0.01	0.01	0.155	0.023	0.132	<0.003	1.1
10/9	水塊水	1.29	0.40	0.89	<0.01	<0.01	0.02	0.113	0.025	0.088	0.003	1.1
10/23	水塊水	1.24	0.35	0.89	<0.01	<0.01	0.01	0.102	0.017	0.085	<0.003	1.2

資料4-1 水塊水質 (実験区2)

調査日	種類	水温 (°C)	透視度 (cm)	透明度 (m)	色相	pH	EC (μ /cm)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	P-COD (mg/L)	クロロフィル-a (μ g/L)	クロロフィル-b (μ g/L)	クロロフィル-c (μ g/L)	全クロロフィル (μ g/L)
8/4	水塊水	30.9	8.5	0.3	-	9.4	180	36	8.8	18.9	9.0	9.9	102	6.5	5.6	114
8/14	水塊水	31.8	21.5	0.45	18	7.9	180	18	7.0	14.2	8.9	5.3	68.4	10.1	12.6	91.1
8/28	水塊水	26.5	15.5	0.45	16	8.9	143	23	8.6	14.1	6.8	7.3	66.7	6.7	9.0	82.4
9/11	水塊水	27.7	12.0	0.45	17	9.0	183	25	9.4	16.1	7.8	8.3	69.1	5.2	6.1	80.4
9/25	水塊水	22.0	14.0	0.25	16	8.6	206	30	8.7	16.8	8.2	8.6	89.4	8.3	12.4	110
10/9	水塊水	23.4	13.5	0.45	16	9.0	197	25	11.0	16.0	7.5	8.5	75.2	6.6	13.5	95.3
10/23	水塊水	20.0	18.0	0.5	15	9.1	204	24	11.1	13.8	7.1	6.7	62.7	4.3	9.3	76.3

資料4-2 水塊水質 (実験区2)

調査日	種類	T-N (mg/L)	D-N (mg/L)	P-N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	D-P (mg/L)	P-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	水位 (m)
8/4	水塊水	1.66	0.54	1.12	<0.01	<0.01	0.01	0.146	0.035	0.111	<0.003	1.3
8/14	水塊水	1.24	0.49	0.75	<0.01	<0.01	0.01	0.095	0.024	0.071	<0.003	1.2
8/28	水塊水	1.11	0.33	0.78	<0.01	<0.01	0.03	0.088	0.020	0.068	<0.003	1.2
9/11	水塊水	1.20	0.36	0.84	<0.01	<0.01	0.02	0.105	0.020	0.085	<0.003	1.3
9/25	水塊水	1.47	0.44	1.03	<0.01	<0.01	0.01	0.143	0.024	0.119	<0.003	1.3
10/9	水塊水	1.30	0.39	0.91	<0.01	<0.01	0.01	0.112	0.021	0.091	<0.003	1.3
10/23	水塊水	1.24	0.35	0.89	<0.01	<0.01	0.01	0.101	0.017	0.084	<0.003	1.3

資料5-1 処理装置水質（実験区2）

調査日	種類	水温 (°C)	透視度 (cm)	透明度 (m)	色相	pH	EC (μ /cm)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	P-COD (mg/L)	クロコフィル-a (μ g/L)	クロコフィル-b (μ g/L)	クロコフィル-c (μ g/L)	全クロコフィル (μ g/L)
8/14	処理前	31.8	20.5	-	-	7.9	178	17	6.1	14.6	9.0	5.6	66.7	9.9	12.4	89.0
8/28	処理前	27.2	17.0	-	-	8.8	143	21	8.7	13.5	7.1	6.4	70.3	6.8	9.4	86.5
9/11	処理前	29.1	12.0	-	-	8.9	183	25	9.4	15.8	7.7	8.1	62.3	6.1	9.6	78.0
9/25	処理前	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
10/9	処理前	23.6	14.0	-	-	9.0	197	26	10.9	15.5	7.8	7.7	79.7	7.0	12.5	100.2
10/23	処理前	21.7	17.0	-	-	9.0	202	20	10.8	12.9	6.7	6.2	59.9	5.9	14.2	80.0

資料5-2 処理装置水質（実験区2）

調査日	種類	T-N (mg/L)	D-N (mg/L)	P-N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	D-P (mg/L)	P-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	一般細菌 cfu/ml	大腸菌 (定性)	Al (mg/L)	Fe (mg/L)	Zn (mg/L)
8/14	処理前	1.17	0.48	0.69	<0.01	<0.01	0.01	0.095	0.025	0.07	<0.003	1,600	陰性	0.25	0.46	0.01
8/28	処理前	1.06	0.32	0.74	<0.01	<0.01	0.01	0.084	0.019	0.065	<0.003	440	陽性	0.20	0.19	0.01
9/11	処理前	1.16	0.35	0.81	<0.01	<0.01	0.01	0.108	0.022	0.086	<0.003	750	陽性	0.43	0.46	0.01
9/25	処理前	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
10/9	処理前	1.32	0.40	0.92	<0.01	<0.01	0.01	0.115	0.022	0.093	<0.003	1,900	陽性	0.75	0.64	0.01
10/23	処理前	1.08	0.35	0.73	<0.01	<0.01	0.01	0.096	0.017	0.079	<0.003	200	陽性	0.36	0.39	0.00

資料5-3 処理装置水質（実験区2）

調査日	種類	水温 (°C)	透視度 (cm)	透明度 (m)	色相	pH	EC (μ /cm)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	COD (mg/L)	D-COD (mg/L)	P-COD (mg/L)	クロコフィル-a (μ g/L)	クロコフィル-b (μ g/L)	クロコフィル-c (μ g/L)	全クロコフィル (μ g/L)
8/14	処理後	32.2	>30	-	-	8.1	172	20	6.0	9.1	6.3	2.8	19.5	2.4	3.3	25.2
8/28	処理後	30.2	28.5	-	-	8.3	134	16	6.6	8.5	4.6	3.9	27.3	2.7	4.0	34.0
9/11	処理後	29.5	>30	-	-	8.4	170	18	6.7	9.3	5.4	3.9	28.5	2.2	2.8	33.5
9/25	処理後	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
10/9	処理後	26.0	28.0	-	-	8.6	181	17	6.6	8.4	4.9	3.5	33.9	3.0	7.9	44.8
10/23	処理後	26.0	>30	-	-	8.5	184	14	7.3	6.1	4.5	1.6	15.1	1.8	4.7	21.6

資料5-4 処理装置水質（実験区2）

調査日	種類	T-N (mg/L)	D-N (mg/L)	P-N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	D-P (mg/L)	P-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	一般細菌 cfu/ml	大腸菌 (定性)	Al (mg/L)	Fe (mg/L)	Zn (mg/L)
8/14	処理後	0.51	0.24	0.27	<0.01	<0.01	0.01	0.037	<0.003	0.034	<0.003	29,000	陰性	4.95	0.13	0.01
8/28	処理後	0.75	0.18	0.57	<0.01	<0.01	0.01	0.039	0.008	0.031	<0.003	1,300	陽性	1.09	0.07	<0.005
9/11	処理後	0.60	0.20	0.4	<0.01	<0.01	0.02	0.045	0.008	0.037	<0.003	1,900	陰性	3.24	0.22	<0.005
9/25	処理後	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
10/9	処理後	0.65	0.22	0.43	<0.01	<0.01	<0.01	0.046	0.008	0.038	<0.003	9,100	陽性	3.79	0.12	0.01
10/23	処理後	0.41	0.17	0.24	<0.01	<0.01	<0.01	0.029	0.005	0.024	0.003	680	陽性	3.12	0.06	<0.005

環境技術実証試験の隔離水塊



図1 隔離水塊の様子

電気分解処理装置

技術開発者：シグマサイエンス(株)



図2 看板



図3 装置収納建屋



図4 採水風景



図5 電気分解装置



図6 ろ過装置



図7 ろ液の送付(1)



図8 ろ液の送付(2)



図9 浮上汚泥の集積



図10 処理水ろ過装置



図11 ろ過装置



図12 汚泥の貯留

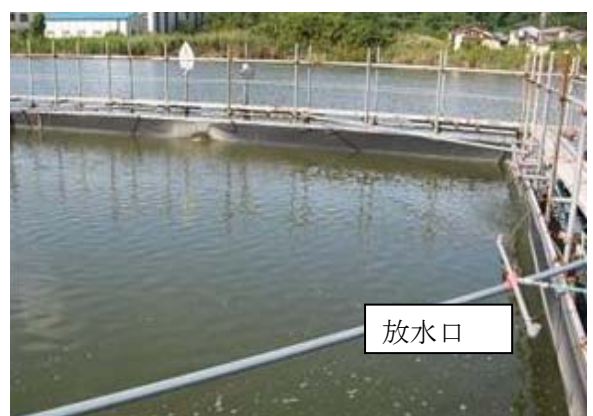


図13 処理水の放水

(参考資料)

SSの除去と溶存態アルミニウムの溶出防止に関する追加室内実験 (pH調整)

1. 実験目的

SSの除去率が目標水準の80% (技術開発者の経験に基づく設定値) を達成できなかった。

この原因として電気分解処理装置で生成される水酸化アルミニウムのフロック化が十分でなく固液分離されず放出されていると考えられた。

実証試験結果では処理水のアルミニウム濃度が約3mg/lで高濃度であった。また、処理水のpHは水酸化アルミニウムがアルミニウムイオンとして溶出される境界領域の8~9付近であった。

このようなことから、処理水をpH6付近に調整し、溶け出したアルミニウムをフロック化することにより、処理水中のアルミニウム濃度を低下させ、SSの除去にも繋がるのではないかと考えられ以下の実験を実施した。

2. 追加試験実施機関

シグマサイエンス(株)

3. 実験フロー

実験1 (H20. 12. 5 実施)

試水 (検体名 1-1: 西部承水路水)

電気分解処理装置 (水酸化アルミニウムの生成)

一次濾過 (15~20 μ m 紙袋状濾紙)

pH調整(6付近)

二次濾過 (15~20 μ m 紙袋状濾紙)

pH調整後試料 (検体名 1-2)

実験2 (H21. 2. 24 実施)

試水 (検体名 2-1: 西部承水路水塊水)

電気分解処理装置 (水酸化アルミニウムの生成)

一次濾過 (15~20 μ m 紙袋状濾紙)

pH調整前試料 (検体名 2-2)

pH調整(6付近)

二次濾過 (15~20 μ m 紙袋状濾紙)

pH調整後試料 (検体名 2-3)

4. 実験結果

試験結果は表 1 及び表 2 のとおりである。

表 1 追加試験結果 (実験 1)

検体名	SS (mg/l)	Al イオン (mg/l)
検体名 1-1	14	0.3
検体名 1-2	0.7	0.71

表 2 追加試験結果 (実験 2)

検体名	pH	SS (mg/l)	Al イオン (mg/l)
検体名 2-1	7.6	5.2	0.04
検体名 2-2	7.4	34.0	0.05
検体名 2-3	6.3	10.5	0.04

実験 1

・検体 1-1 と検体 1-2 の試験結果から、pH 調整により SS の除去率は 95% で電気分解処理装置内で生成される水酸化アルミニウムがフロック化され、濾紙による濾過で固液分離することにより SS が減量化されることを確認した。

実験 2

- ・検体 2-1 と 2-2 のアルミニウムの試験結果から、pH が 7.5 付近では電気分解処理装置内で生成される水酸化アルミニウムはイオンとして溶け出しているのではなく、懸濁態の水酸化アルミニウム (SS 濃度からも) となっていると推定された。
- ・検体 2-2 と 2-3 の SS の試験結果から、pH を 6 付近に調整すると水酸化アルミニウムのフロックが大きくなり濾紙による濾過で約 70% 除去されることが確認された。

5. まとめ

・試水の pH が 9 付近と高く pH 調整を行わなかった実証試験結果と今回の pH7.5 付近の試水を pH 調整した追加室内実験から、pH を 6 付近に低く調整すると、電気分解処理装置内で生成された水酸化アルミニウムは溶存態ではなく、粒径の大きな懸濁態のフロックになり除去し易くなると考えられた。

6. 今後の予定

- ・今回の追加実験に用いた試水の pH は冬季でもあり 7.5 付近であった。
- ・今後、試水として pH が 9 付近になる夏季の試料を用いて pH 調整の有効性を確認する予定である。