

図5 - 3 流入水及び処理水の水質分析結果 (2)
(全試料 平成17年10月12日(水)~12月14日(水))

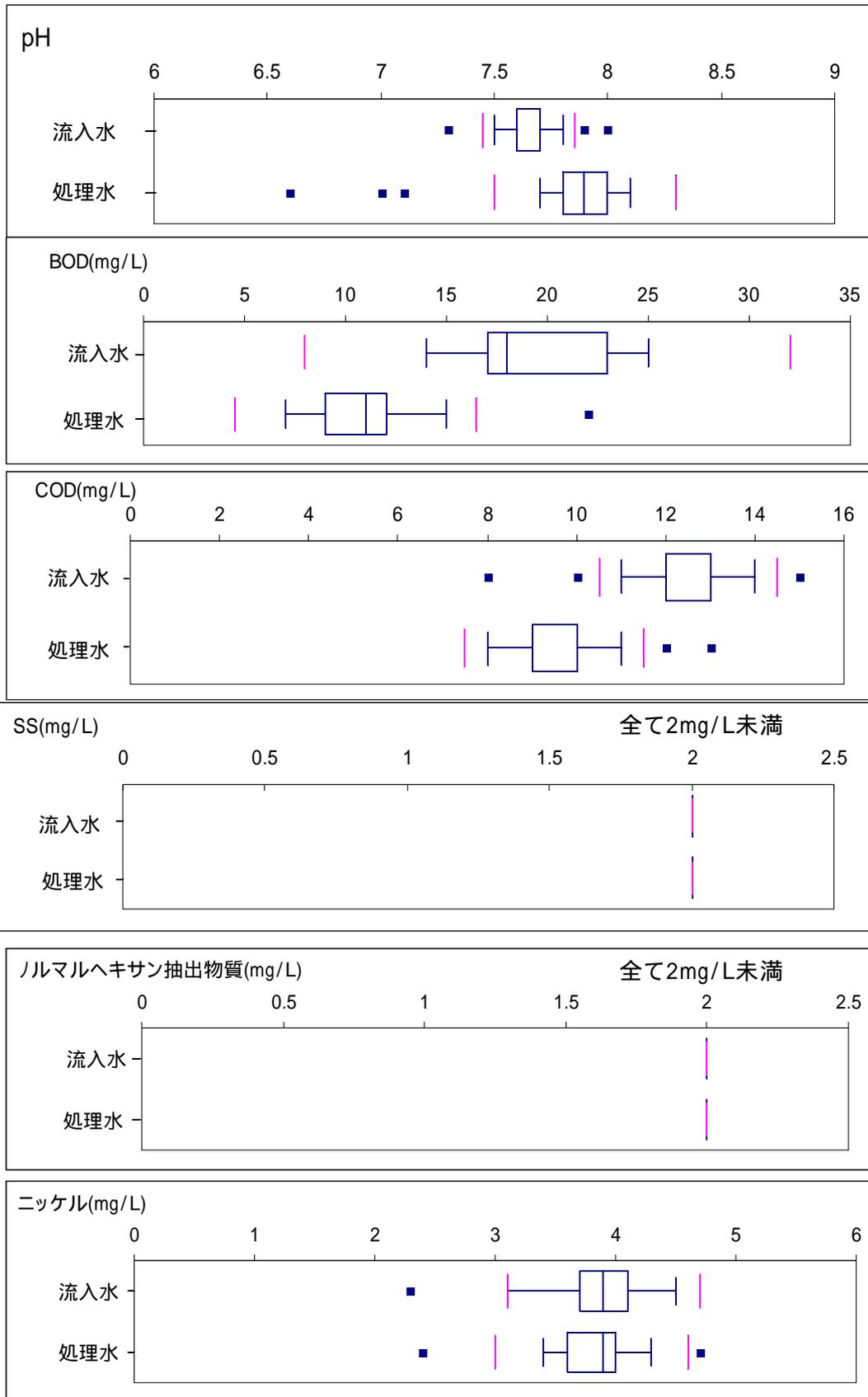


図5 - 4 水質箱型図 (1)
 (全試料 平成17年10月12日(水)~12月14日(水))

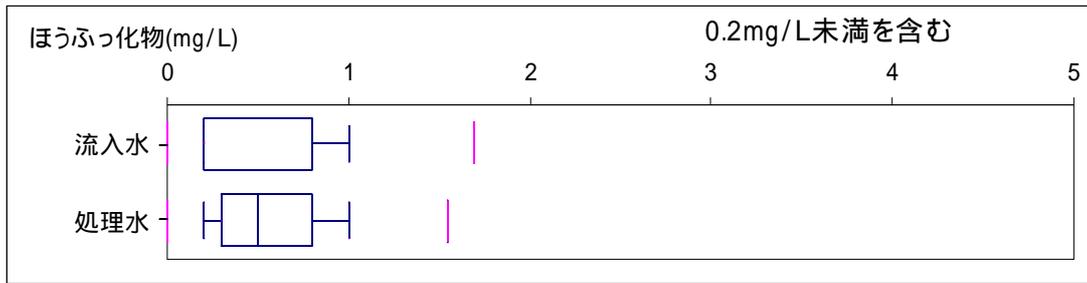
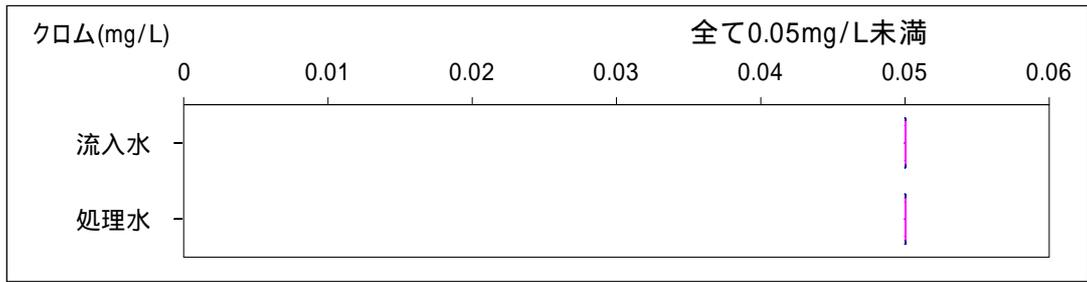
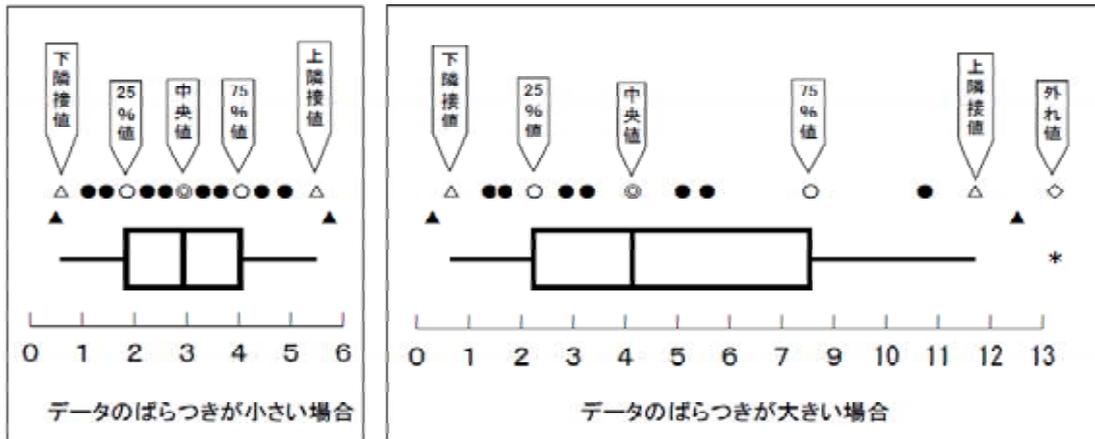


図5 - 4 水質箱型図 (2)
(全試料 平成17年10月12日(水)~12月14日(水))



- ・中央値(◎): データを数値の小さい順に並べた際に中央に位置するデータ
- ・25%値(○): データを数値の小さい順に並べた際に1/4に位置するデータ
- ・75%値(○): データを数値の小さい順に並べた際に3/4に位置するデータ
- ・下隣接値(△): 計算式 $(25\%値 - 1.5 \times (75\%値 - 25\%値))$ により求めた下隣接点(▲)と25%値との範囲内で下隣接点の値にもっとも近い実測値
- ・上隣接値(△): 計算式 $(75\%値 + 1.5 \times (75\%値 - 25\%値))$ により求めた上隣接点(▲)と75%値との範囲内で上隣接点の値にもっとも近い実測値
- ・外れ値(◇): 隣接値よりも外側の値

箱型図の概念図

5.2 水質実証項目

水質実証項目の測定結果は以下のとおりである。

(1) 日間水質試験の測定結果

日間水質試験の測定結果は表5 - 4及び図5 - 5に示すとおりである。

表5 - 4に示した流入水及び処理水の水質分析によると、流入水のほう素は18.9 ~ 26.2mg/L(平均値21.6mg/L)であった。

処理水のほう素は全て0.1mg/L未満であった。

(2) 週間水質試験の測定結果

週間水質試験の測定結果は表5 - 5及び図5 - 6に示すとおりである。

表5 - 5に示した流入水及び処理水の水質分析によると、流入水のほう素は18.1 ~ 24.0mg/L(平均値20.9mg/L)であった。

処理水のほう素は全て0.1mg/L未満であった。

(3) 全試料の測定結果

実証期間中における週間水質試験と定期水質試験の測定結果を集約したものを表5 - 6に示す。また、図5 - 7にはその経日変化を、図5 - 8には水質の特徴を模式する箱型図を示した。

表5 - 6に示した流入水及び処理水の水質分析結果によると、流入水のほう素は11.8 ~ 26.4mg/L(平均値20.4mg/L)であった。

処理水のほう素は全て0.1mg/L未満であった。

(4) 除去率の結果

実証期間中における全ての試料について、実証項目であるほう素除去率の結果を表5 - 7に示した。図5 - 9には除去率の経日変化を、図5 - 10には除去率の特徴を模式する箱型図を示した。

なお、ほう素除去率は次式によって求めた。

ほう素除去率(%) = (1 - (処理水のほう素濃度 / 実証機器への流入水のほう素濃度)) × 100

除去率は99.2%以上 ~ 99.6%以上であり平均値は99.5%以上であった。

表5 - 4 流入水及び処理水のほう素分析結果
(日間水質試験 平成17年11月16日(水))

採取日	11月16日									
採取時刻	時分	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	16:45
流入水	mg/L	26.2	24.5	23.5	21.8	20.8	19.9	19.5	18.9	19.5
処理水	mg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1

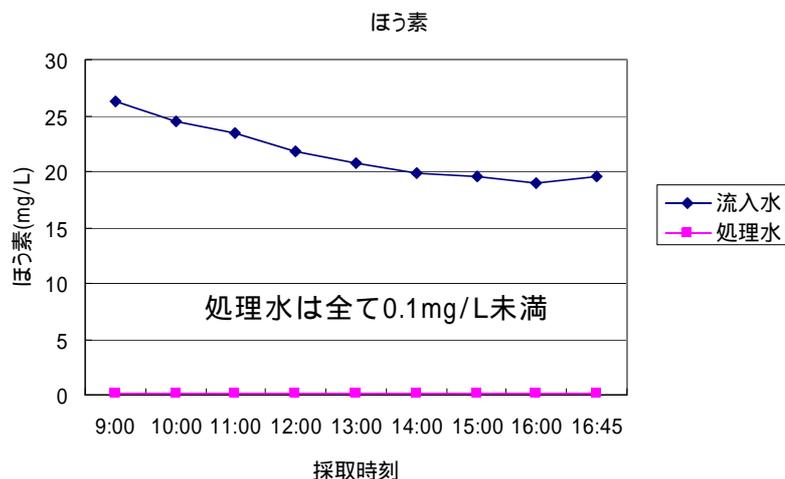


図5 - 5 流入水及び処理水のほう素分析結果
(日間水質試験 平成17年11月16日(水))

表5 - 5 流入水及び処理水のほう素分析結果
(週間水質試験 平成17年11月14日(月)～11月18日(金))

採取日		11月14日	11月15日	11月16日	11月17日	11月18日
流入水	mg/L	24.0	20.4	21.4	20.8	18.1
処理水	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

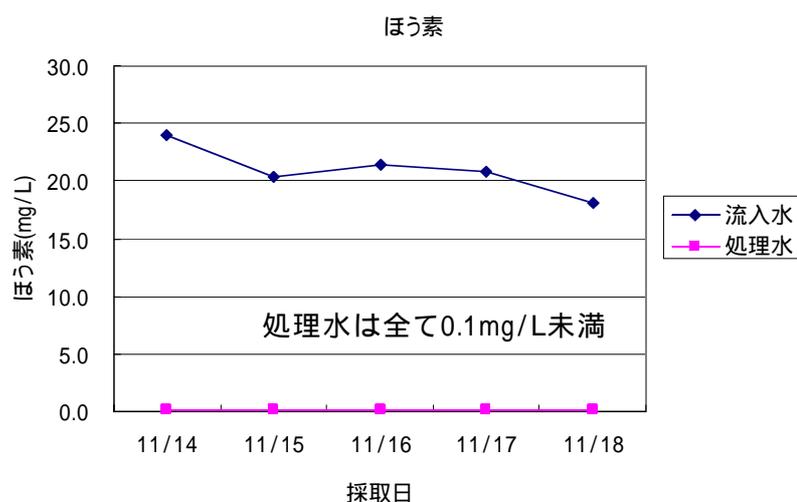


図5 - 6 流入水及び処理水のほう素分析結果
(週間水質試験 平成17年11月14日(月)～11月18日(金))

表 5 - 6 流入水及び処理水のほう素分析結果
 (全試料 平成 17年 10月 12日 (月) ~ 12月 14日 (金))

採取日		10/12	10/19	10/26	11/1	11/9	11/14	11/15	11/16	11/17	11/18	11/24	11/30	12/7	12/14
流入水	mg / L	25.1	18.2	13.3	24.3	12.7	24.0	20.4	21.4	20.8	18.1	26.3	26.4	11.8	22.3
処理水	mg / L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

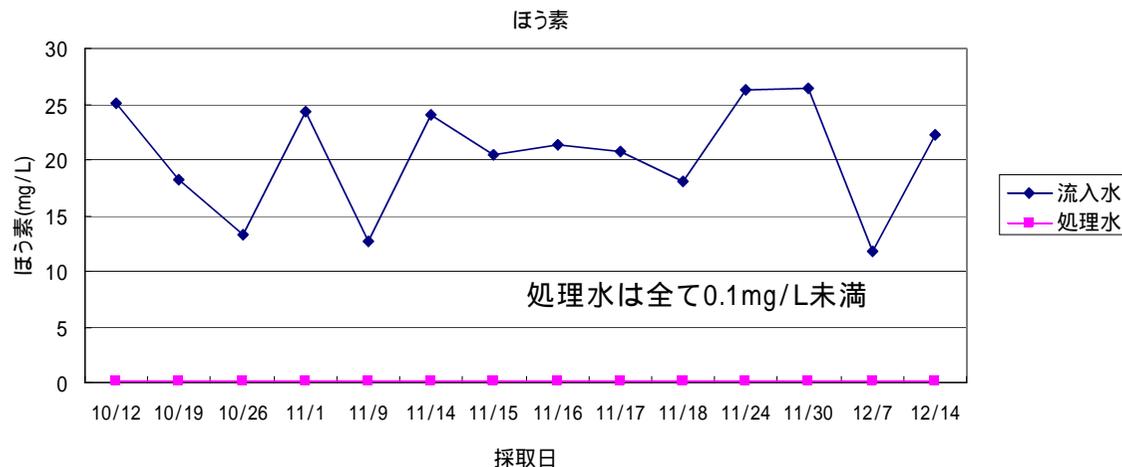


図 5 - 7 流入水及び処理水のほう素分析結果
 (全試料 平成 17年 10月 12日 (月) ~ 12月 14日 (金))

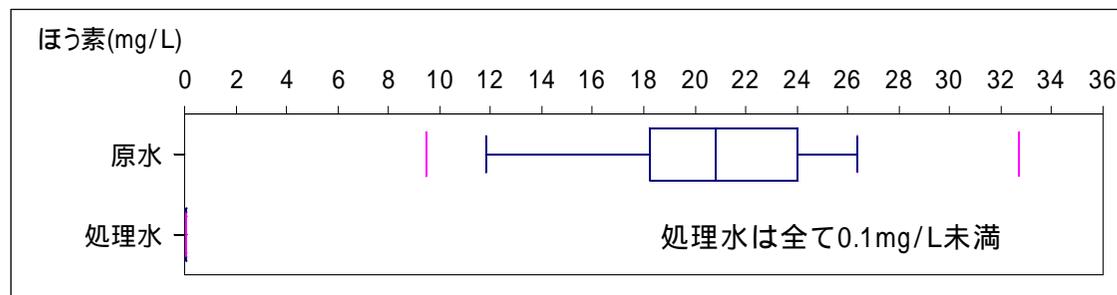


図 5 - 8 流入水及び処理水のほう素分析結果 - 箱型図
 (全試料 平成 17年 10月 12日 (月) ~ 12月 14日 (金))

表 5 - 7 ほう素除去率
(全試料 平成 17年 10月 12日 (月) ~ 12月 14日 (金))

採取年月日	10/12	10/19	10/26	11/1	11/9	11/14	11/15	11/16	11/17	11/18	11/24	11/30	12/7	12/14
除去率(%以上)	99.6	99.5	99.2	99.6	99.2	99.6	99.5	99.5	99.5	99.4	99.6	99.6	99.2	99.6

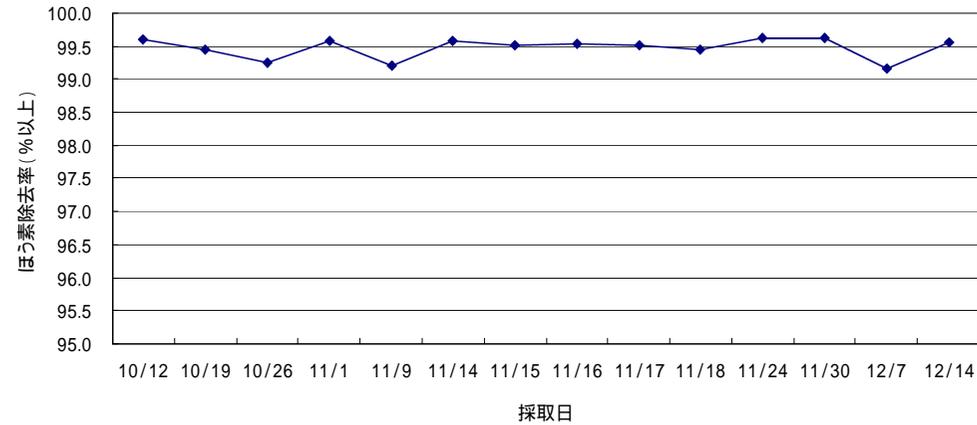


図 5 - 9 ほう素除去率 - 経日変化
(全試料 平成 17年 10月 12日 (月) ~ 12月 14日 (金))

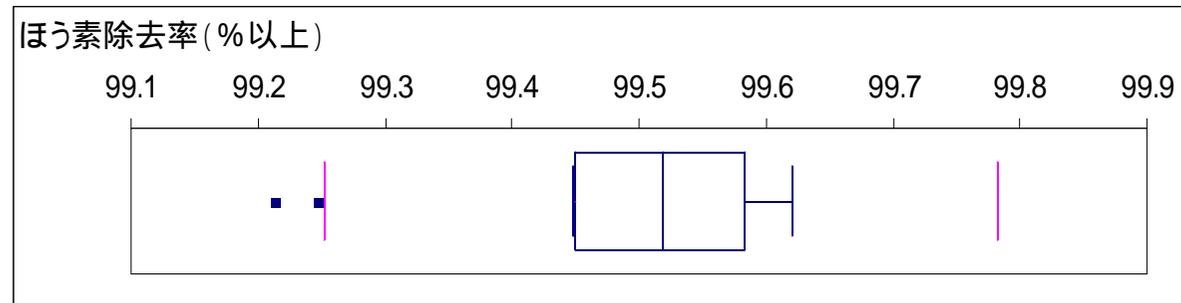


図 5 - 10 ほう素除去率 - 箱型図
(全試料 平成 17年 10月 12日 (月) ~ 12月 14日 (金))

5.3 参考実証項目

参考実証項目及びその測定結果は以下のとおりである。

参考実証項目	ほう素回収率
--------	--------

(1) 測定結果

ほう素の回収試験を行い、ほう素の回収率を算定したところ、101%であった。算定結果を表5-8に示した。ほう素回収試験はほう素で飽和した吸着塔を日本電工の郡山再生工場に搬入した際に行った。算定に用いた吸着塔は飽和に達した5塔である。

なお、後述する理由によりほう素回収率は実証試験期間中のほう素の合計回収量及び合計吸着量から次式によって求めた。

$$\text{ほう素回収率}(\%) = 100 \times \text{ほう素合計回収量} \div \text{ほう素合計吸着量}$$

(2) ほう素回収率の算定方法に関する考え方

1) 経過

吸着塔5塔のそれぞれに対応する流入水質、処理水質、処理水量、ほう素回収量を用いて各塔のほう素回収率を算定するとばらつきが大きく、81～172%の幅があった。平均値は109%であり、変動係数は34%であった。ばらつきが大きいため、吸着塔個々のほう素回収率について議論することは無意味と考えられた。

各々の吸着塔の回収率は次式によって求めた。

$$\text{各塔ほう素回収率}(\%) = 100 \times \text{各塔ほう素回収量} \div \text{各塔ほう素吸着量}$$

2) 原因の検討

吸着塔5塔のほう素回収量は2,337～2,687gの幅であり、平均値は2,564gであった。変動係数は5%であり、非常にばらつきが小さかった。このことは、樹脂塔(B-クルパック)の吸着性能が安定していることを示していると考えられた。

一方、実証試験実施場所における定期調査と週間調査の流入水質、処理水質、処理水量から求めたほう素吸着量は、1,481～3,321gの幅を持っており、平均値は2,532gであった。変動係数は28%とばらつきが大きかった。各塔のほう素回収率に大きなばらつきが生じたのはほう素吸着量のばらつきによるものであった。

その原因について考えると処理水質は全て0.1mg/L未満であり、処理水量も積算流量計の流量測定は安定しており値のばらつきとは無関係である。流入水質は5.2水質実証項目で示したように週間水質試験と定期水質試験の測定結果(全試料の測定結果)からほう素濃度は11.8～26.4mg/Lと変動していた。各吸着塔の処理期間に対応した流入水質データの個数は1個～6個であった。1個の流入水質データしかないものが1塔、2個の流入水質データが2塔、3個の流入水質データが1塔、6個の流入水質データが1塔であった。11日間の処理期間を1個の流入水質データで代表せざるを得ないケースもあり、誤差は大きいと考えられる。これらのことから、各吸着塔のほう素吸着量のばらつきの原因は吸着塔にあるのではなく、流入水質の変動及び流入水質データの精度が低いことにあると考えられた。

個々の吸着塔のほう素回収率を精度よく求めるには流入水質の測定頻度を高める必要がある。

3) 対応

個々の吸着塔におけるほう素回収率はばらついたので、5.3(1)測定結果の式に示したようにほう素合計回収量をほう素合計吸着量で除して、実証試験期間に対応する1個のほう素回収率として求めた。

ほう素合計回収量はほう素回収試験による吸着塔5塔分のほう素回収量を合計したものである。

ほう素合計吸着量は実証試験実施場所での定期試験と週間試験の水質データ、処理水量データから求めた吸着塔5塔分のほう素吸着量を合計したものである。

表5 - 8 B-クルパックによるほう素回収率

B-クルパックNo.	単位	可能溶出ほう素量	実ラインほう素残存量	ほう素回収量		期間流量	濃度差	ほう素吸着量	ほう素回収率
		g	g	g	ほう酸換算:g	m3	mg/L	g	%
No.08061		2939.7	273.1	2666.6	15252.0	132.9	21.40	2844.1	101
No.08055		2780.5	240.0	2540.5	14530.8	114.8	12.90	1480.9	
No.08097		2615.4	278.0	2337.3	13368.9	135.6	20.23	2743.6	
No.08083		2908.6	222.0	2686.6	15366.7	154.0	21.57	3321.3	
No.08043		2809.8	219.4	2590.4	14816.1	120.0	18.90	2268.0	
		合計		12821.4			合計	12657.9	

$$\text{ほう素回収率}(\%) = 100 \times \text{ほう素合計回収量} / \text{ほう素合計吸着量}$$

5.4 環境負荷実証項目

環境負荷実証項目の実証結果については以下に示すとおりである。

(1) 廃棄物の種類と発生量

廃棄物はB-クルパック第1塔出口のほう素濃度をモニタリングするために使用した使用済みパックテストだけであり、本数は47本であった。

(2) 騒音

騒音はB-クルパックに流入水を供給するポンプから1m離れた地点の騒音レベルを測定した。測定はポンプの稼働時と停止時に行いその騒音レベルを比較した。

測定結果はポンプの稼働時が71デシベルであり、ポンプの停止時が69デシベルであった。

(3) におい

測定は三点比較式臭袋法にて測定した。

表5-9に、においの測定結果を示した。

表5-9 においの測定結果

臭気濃度測定結果

測定日		10月12日		
測定場所		処理水出口周辺		
測定時刻		14:00(1回目)	14:10(2回目)	15:30(3回目)
臭気濃度	-	< 10	< 10	< 10
臭気指数	-	< 10	< 10	< 10
臭気強度 *1	-	0	0	0
快不快度 *2	-	0	0	0

備考：試験方法 三点比較式臭袋法(平成7年環境庁告示第63号)
*1:6段階臭気強度表示法
0:無臭
1:やっと感知できるにおい
2:何のにおいであるかがわかる弱いにおい
3:らくに感知できるにおい
4:強いにおい
5:強烈なにおい
*2:9段階快・不快度表示法
+4:極端に快
+3:非常に快
+2:快
+1:やや快
0:快でも不快でもない
-1:やや不快
-2:不快
-3:非常に不快
-4:極端に不快

5.5 運転及び維持管理実証項目

運転及び維持管理実証項目の実証結果は以下のとおりである。

(1) 消費電力量

実証対象機器の電力消費量について表5-10に示した。なお稼働時間は実証試験開始日(10/7)から終了日(12/14)までの当実験場所の休業日を除く46日間あたりの時間を示す。

詳細は付録9.1「クランプロガー測定結果」に示した。

表5-10 消費電力量

種類	稼働時間 (時間/46日間)	計算式	消費量 (kWh/46日)
揚水ポンプ	400.58	稼働時間(hr) × 0.75kW	300.4

(2) 水質所見

表5-11に水質測定時の観測雑記の要約を示した。

流入水の色相、外観、臭気は、概ね無色、透明、無臭であった。

処理水についても同様であった。

なお、水質所見については特記すべき事項はなかった。

図5-10に流入水と処理水の外観を示した



図5-10 流入水と処理水の外観

表5-11 水質測定時の主な観測事項

	最小		最大	
	流入水	処理水	流入水	処理水
気温 ()	8.6		24.7	
水温 ()	10.8	10.3	23.3	23.3
電気伝導率 (m S/m)	425	477	669	682
透視度 (cm)	>30	>30	>30	>30

(3) 実証機器の立ち上げに要する期間

実証対象機器は、実証試験実施場所において平成17年9月12日に搬入設置され、通水試験（試運転）が行われた。

搬入はユニックを使用して行われ、午前10:20から始まり10:50までで30分で終了した。

設置作業は10:50から12:15までで1時間25分で終了した。

通水試験は午後1時間程度であった。

(4) 実証機器の停止に要する期間

実証機器の停止はB-クルパックに送水するポンプの電源スイッチをOFFにすることと、B-クルパックのバルブを閉める操作であるので停止に要する期間は数分であった。

(5) 実証機器の運転及び維持管理に必要な人員数と技能

実証対象機器の運転は、8時から17時まで連続運転なのでポンプのスイッチのON、OFFとB-クルパックのバルブの開閉だけの操作があればよい。

その他に、日常的な作業としてパックテストによるほう素濃度の監視作業がある。

また、第1塔目のB-クルパックがほう素で破過した段階でB-クルパックの交換の作業が必要である。

実証対象機器の運転及び維持管理に必要な人員数と技能については表5-12に示すとおりである。

表5-12 実証対象機器の運転及び維持管理に必要な人員数と技能等

有効測定日数	作業内容	作業時間	人員数	技能
3日	日常点検 パックテスト	10分/日	0.02人/日	特別な技能を必要としない。
1日	B-クルパックの交換	50分/7~10日 (機器の停止は5分程度)	0.01人/7~10日	
合計		5.42時間/月	0.03人/月	

(6) 運転及び維持管理マニュアルの評価

運転及び維持管理マニュアルの使いやすさについて読みやすさについては平易な文章で書かれており読みやすかった。また、主要な操作において正しい操作の理由が示されており理解しやすかった。

表5-13 運転及び維持管理マニュアルの評価及び課題

項目	評価	課題等
読みやすさ		特になし
理解しやすさ		特になし
その他		・節の見出しを大きくするとより見やすくなると思われた。

評価方法 : 改善すべき点なし
: 検討要素あり
× : 改善すべき点あり

(7) 実証対象機器の信頼性

実証期間中における実証対象機器の信頼性は以下の通りである。

実証対象機器は概ね正常に稼働しており本実証期間中においては実証対象機器を原因とするトラブルはなかった。
 その他特に不備な点はなかった。

(8) トラブルからの復帰方法

特に実証機器を原因とするトラブルはなかった。

6. データの品質管理

本実証試験を実施するに当たりデータの品質管理は、千葉県環境研究センター及び(財)千葉県環境財団が定める品質マニュアルに従って実施した。

(1) データ品質指標

本水質実証項目の分析においては JIS に基づいて作成した標準作業手順書遵守の他、以下に示すデータ管理・検証による精度管理を実施した。

ほう素については、全測定試料の 10% に対し、二重測定を実施した結果、それぞれの測定値の差は 7.7% 以内であった。

以上のことから、データの品質管理は適切に実施されており、水質実証項目について精度管理されていることが確認された。

水質実証項目の試料分析の実施及び確認記録(バックデータ)は付録 9.3「二重測定結果」に示した。

水質実証項目	精度管理方法
ほう素濃度	全測定試料の 10 % 程度に対し、二重測定を実施。

7. 異常事態への対応

7.1 経緯

実証試験計画書に基づき平成 17 年 9 月 14 日から実証試験を開始したが、9 月 21 日、9 月 26 日、9 月 29 日及び 10 月 5 日の測定結果において、処理水のほう素濃度が想定された濃度を超え、第 1 塔出口の簡易試験(パックテスト)の結果よりも高い値を示した。その他の測定日では全て 0.1mg/L 未満であった。定期試験では、10:00、13:00 及び 16:00 の試料を等量混合してコンポジットサンプルを実際の分析に供しているが、混合前のそれぞれの試料についてほう素を測定したところ下表のとおりであった。

表 異常時におけるほう素測定結果 (mg/L)

調査年月日	コンポジットサンプル分析結果		個別試料分析結果		
	流入水	処理水	採水時間	流入水	処理水
9 月 21 日	28.3	8.1	10:00	26.2	<0.1
			13:00	29.9	26.1
			16:00	32.0	<0.1
9 月 26 日	30.7	13.4	10:00	20.7	<0.1
			13:00	36.1	25.0
			16:00	39.8	26.8
9 月 29 日	13.7	3.7	10:00	16.4	<0.1
			13:00	15.4	9.4
			16:00	13.1	<0.1
10 月 5 日	22.2	17.8	10:00	19.6	14.9
			13:00	21.9	16.5
			16:00	32.7	23.7

異常時の処理水の濃度は時間によって大きく変動しており、キレート吸着処理の原理及び装置特性からこのような現象は考えにくい。また、第1塔出口のほう素濃度が簡易試験(パックテスト)で9月21日及び29日は0mg/L、9月26日及び10月5日は2～5mg/Lであるにもかかわらず吸着塔第2塔を通過するとほう素濃度が高くなってしまふこと、及び流入水ほう素濃度や吸着塔の容積と処理水の流量の関係などから吸着塔が破過して処理水からほう素が検出されたとは考えにくく、試料採取過程における何らかの要因が考えられた。

7.2 異常事態の原因

異常値を示した4日間の調査実施状況を調べたところ、処理水を採取する際、実証対象機器に結合しているホースから直接採取するべきところ、処理水がホースから流入する中和槽から採取していたことが判明した。

7.3 異常事態への対策

当該原因に関する再発防止対策として、以下のことを実施した。

- 1) 流入水及び処理水の採水場所をテープで色分け(流入水:オレンジ色、処理水:ピンク色)し、採取位置付近に地点名を明記した。
- 2) 各地点の写真を基に改めてマニュアルを作成し、調査時には常時携帯することとした。
- 3) 処理水が異常ではないことを現場で確認するため、各採水時に処理水を簡易試験で確認することとした。
- 4) ほう素の分析結果は、試料受付から2日以内に分析担当者から直接環境研究センターへ連絡するようにした。

上記については、10月12日より実施した。更に、11月9日からは、毎採水時に採水の様子が判別できるような構図で写真を撮り、確認している。

7.4 対策の結果

対策を実施した10月12日から実証試験終了の12月14日まで処理水のほう素濃度は全て0.1mg/L未満であり安定した水質が得られた。

なお、これらの結果から9月14日～10月5日までのデータは異常値として本実証試験では評価の対象としないものとした。

8. 品質管理システムの監査

本実証試験で得られたデータの品質監査は、千葉県環境研究センター及び(財)千葉県環境財団が定める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の期間中に1回内部監査を実施した。

この内部監査は、本実証試験から独立している千葉県環境研究センター技術次長及び廃棄物研究室主席研究員を内部監査員として任命し実施した。

監査の結果、実証試験開始当初に試料採取に不適切な点が認められたが、品質管理責任者及び実証試験責任者の指示に基づき是正措置が講じられていた。実証試験全体は品質管理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品質管理責任者及び千葉県環境研究センター長に報告した。

内部監査の結果は付録9.4「内部監査結果」に示した。

9 . 付録

9 . 1 クランプロガー測定結果

グラフのM-54がB-クルパックの電力使用量を表す。

