

図 2-23 沈澱処理水における吸引ろ過性の推移

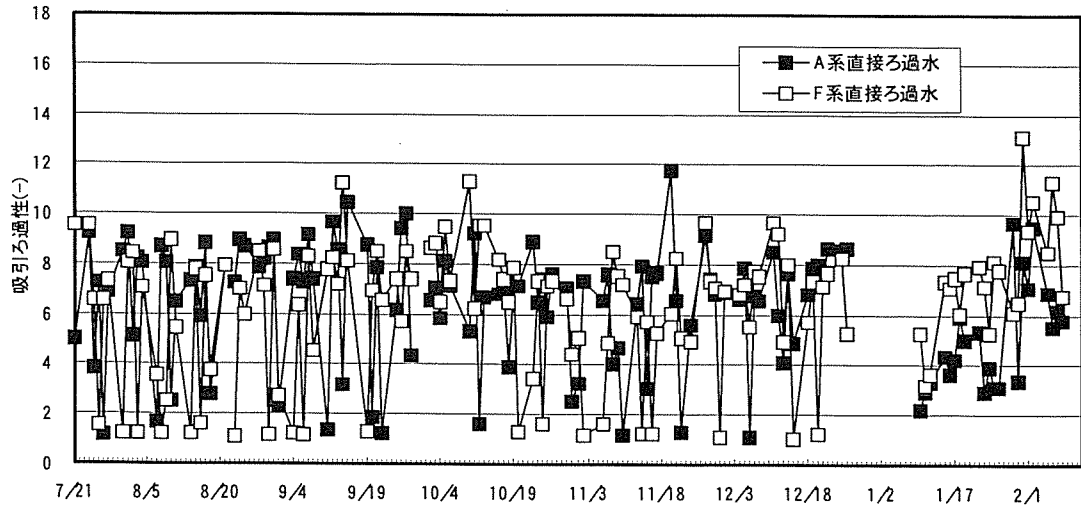


図 2-24 直接ろ過水における吸引ろ過性の推移

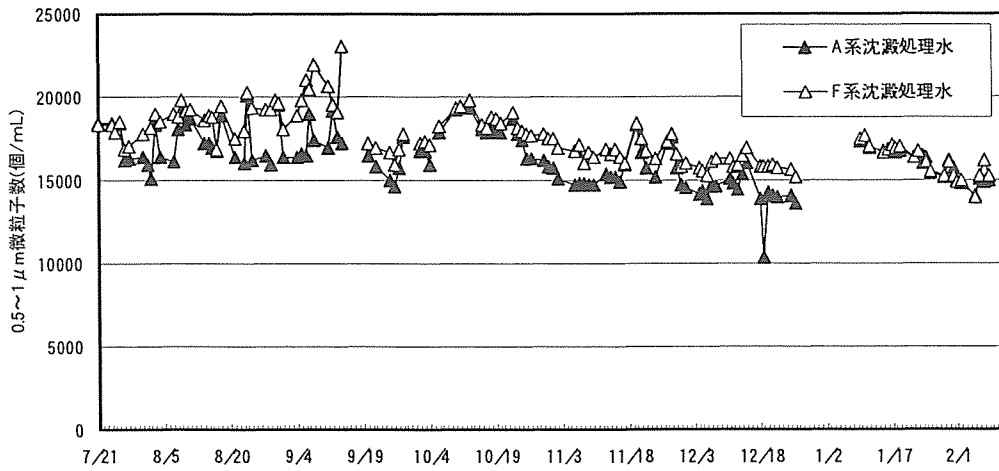


図 2-25 沈澱処理水における 0.5~1 μm 微粒子数の推移

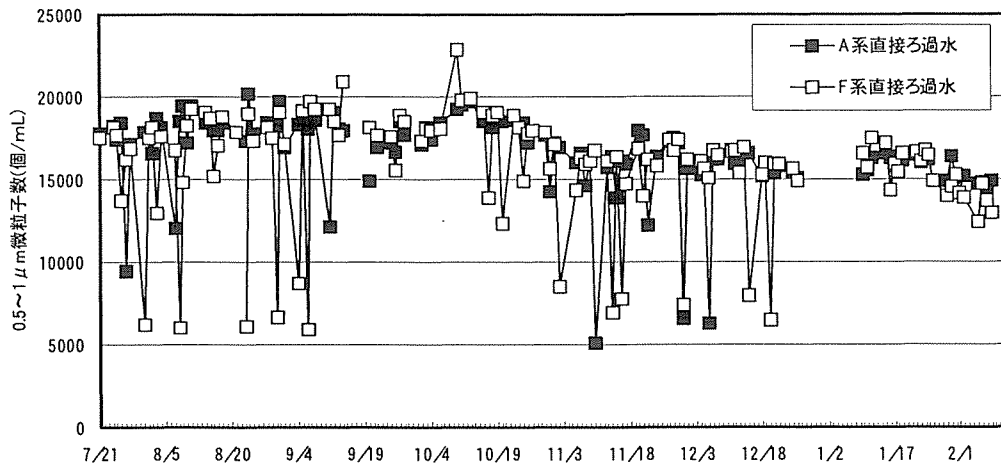


図 2-26 直接ろ過水における 0.5~1 μm 微粒子数の推移

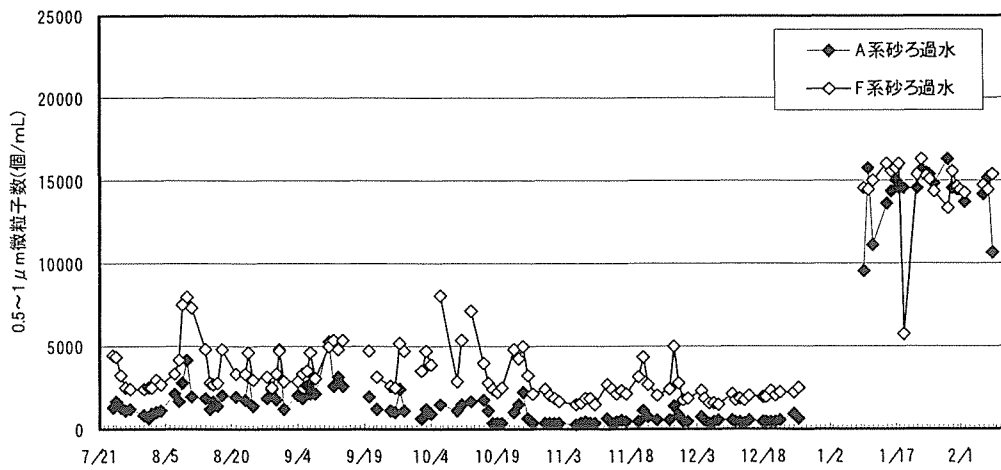


図 2-27 砂ろ過水における 0.5~1 μm 微粒子数の推移

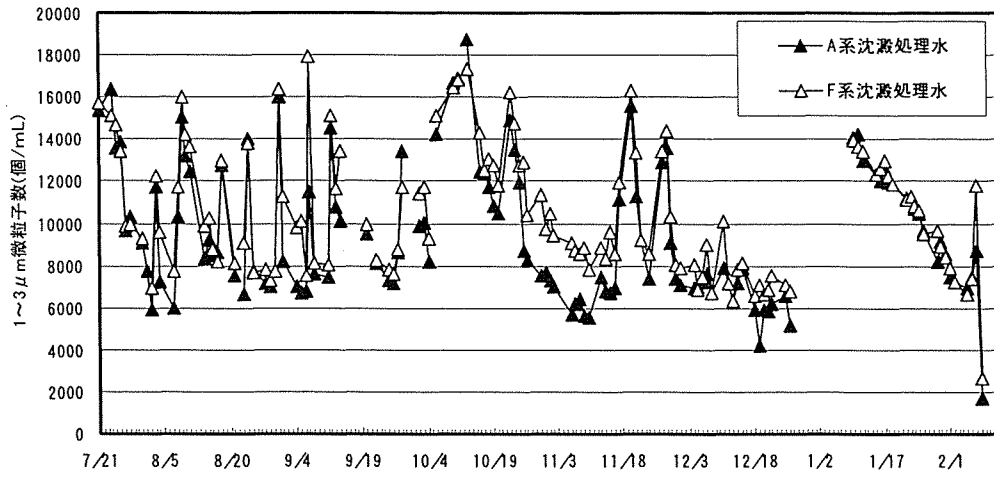


図 2-28 沈澱処理水における 1~3 μm 微粒子数の推移

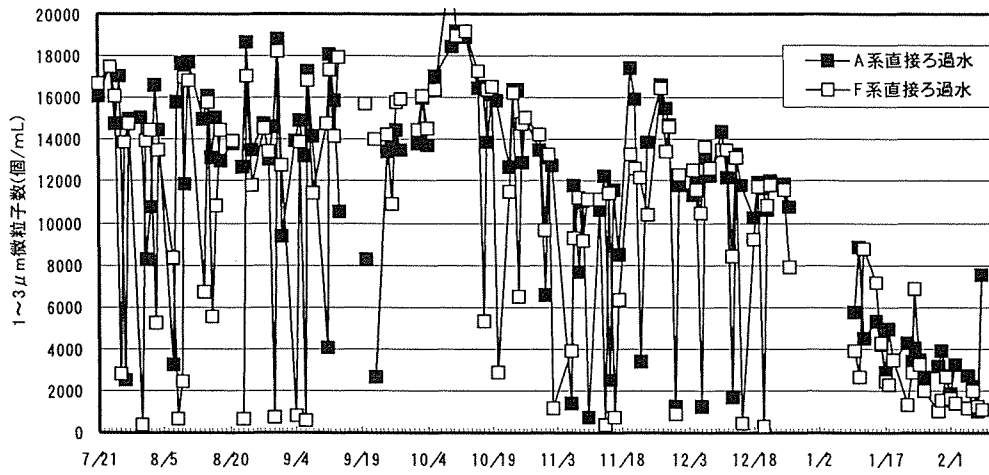


図 2-29 直接ろ過水における 1~3 μm 微粒子数の推移

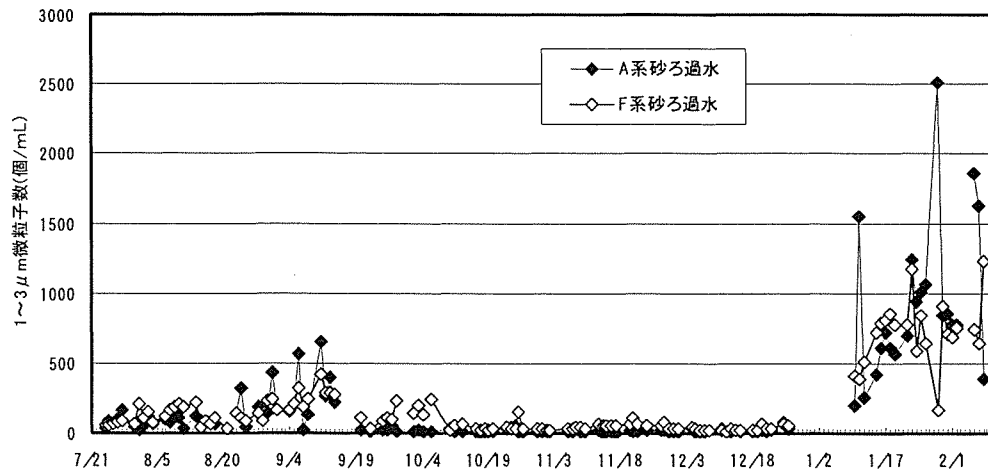


図 2-30 砂ろ過水における 1~3 μm 微粒子数の推移

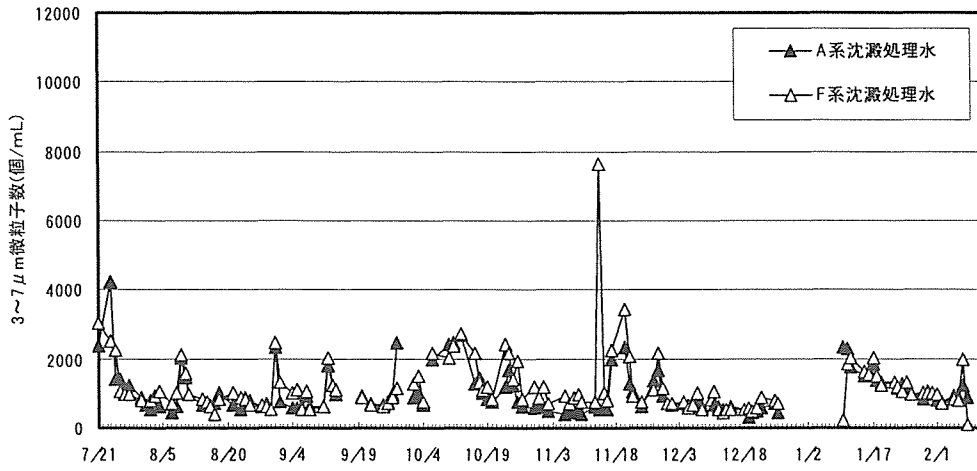


図 2-31 沈澱処理水における 3~7 μm 微粒子数の推移

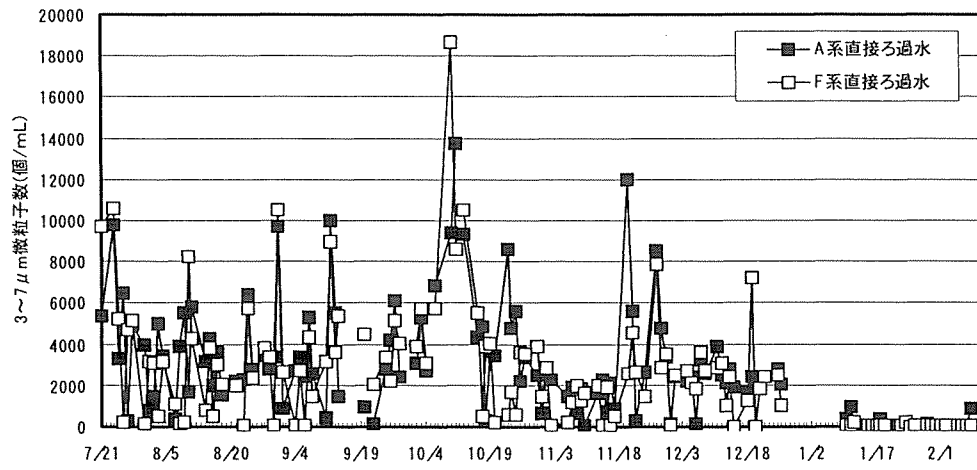


図 2-32 直接ろ過水における 3~7 μm 微粒子数の推移

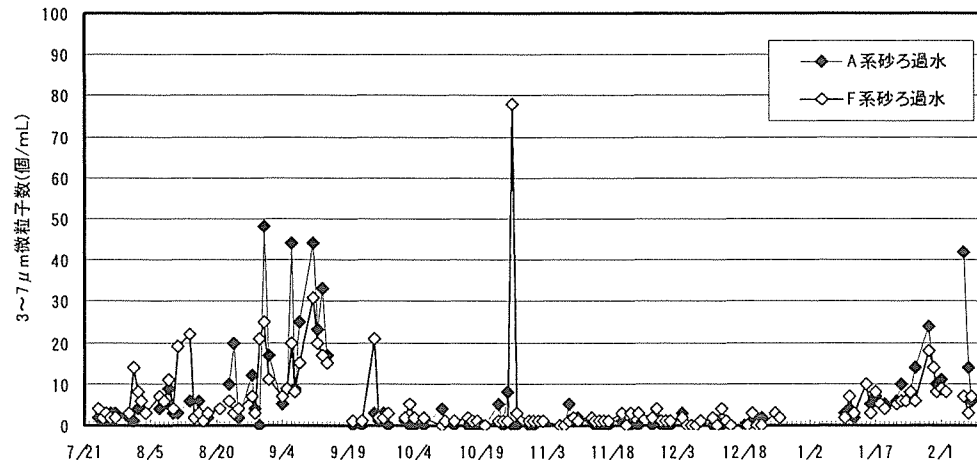


図 2-33 砂ろ過水における 3~7 μm 微粒子数の推移

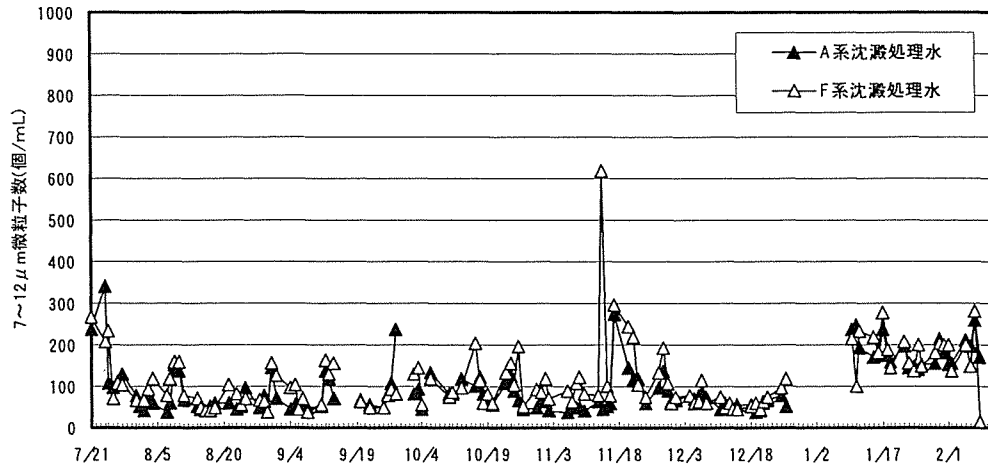


図 2-34 沈澱処理水における 7~12 μm 微粒子数の推移

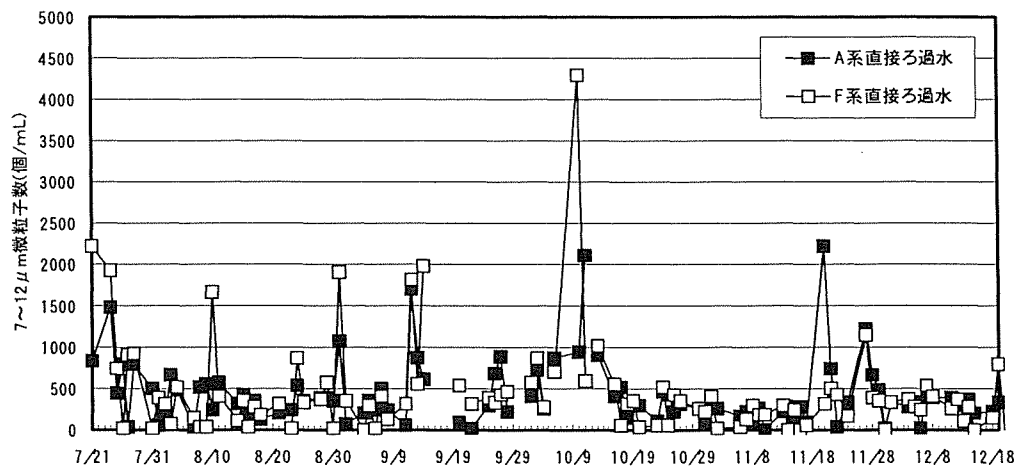


図 2-35 直接ろ過水における 7~12 μm 微粒子数の推移

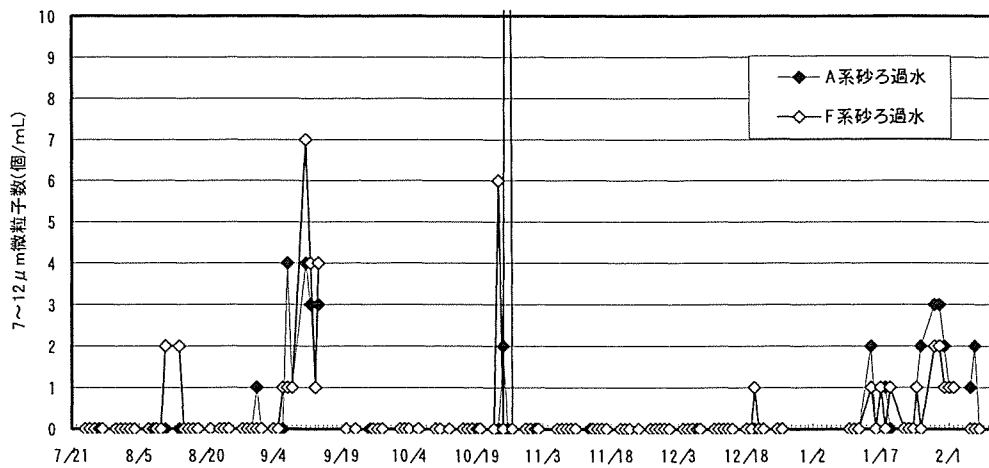


図 2-36 砂ろ過水における 7~12 μm 微粒子数の推移

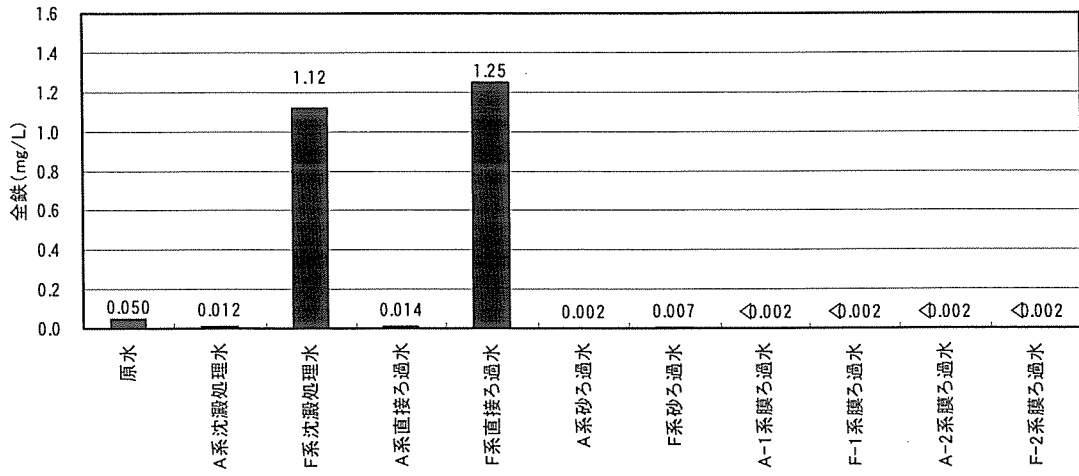


図 2-37 全鉄の分析値 (採水日:平成 18 年 11 月 15 日)

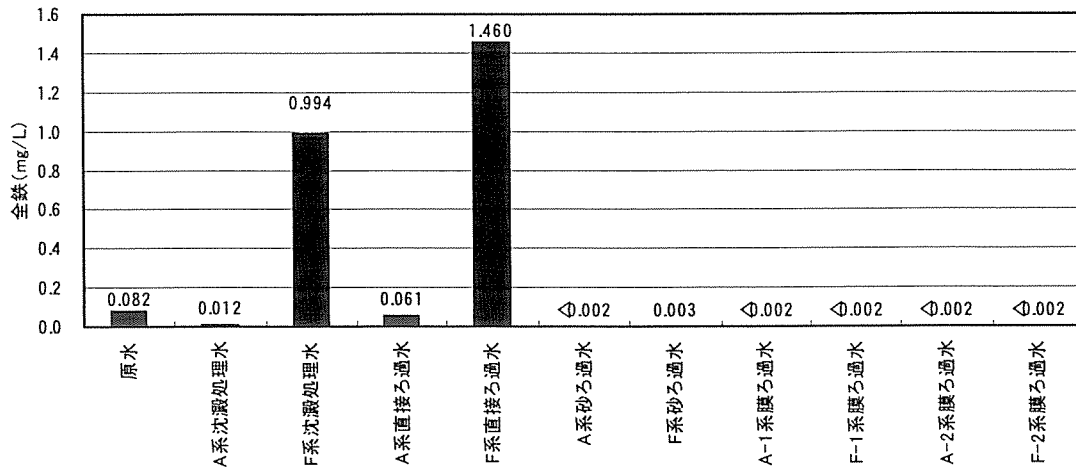


図 2-38 全鉄の分析値 (採水日:平成 18 年 12 月 11 日)

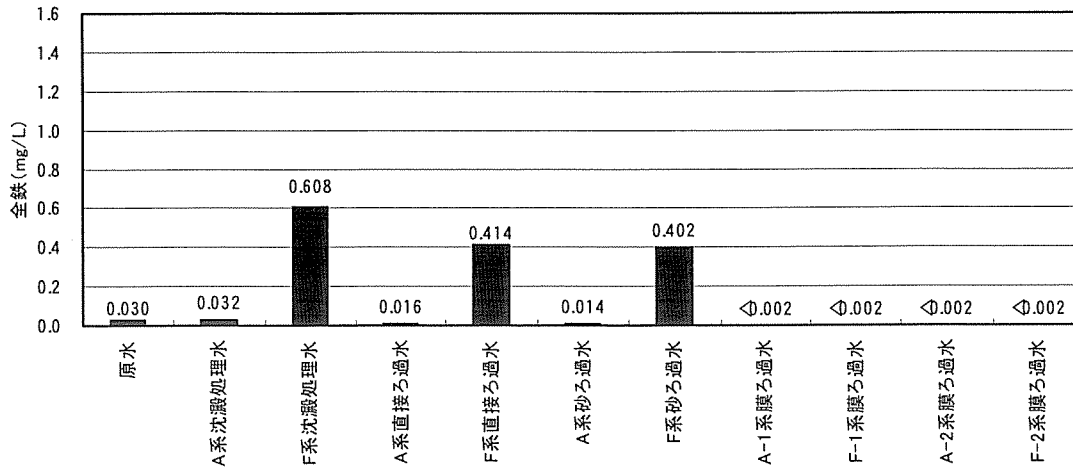


図 2-39 全鉄の分析値 (採水日:平成 19 年 1 月 25 日)

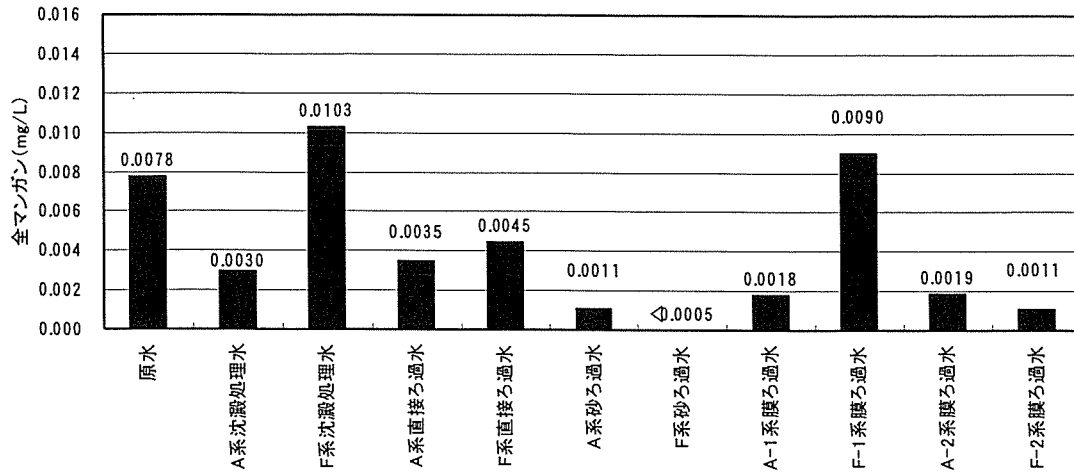


図 2-40 全マンガンの分析値 (採水日:平成 18 年 11 月 15 日)

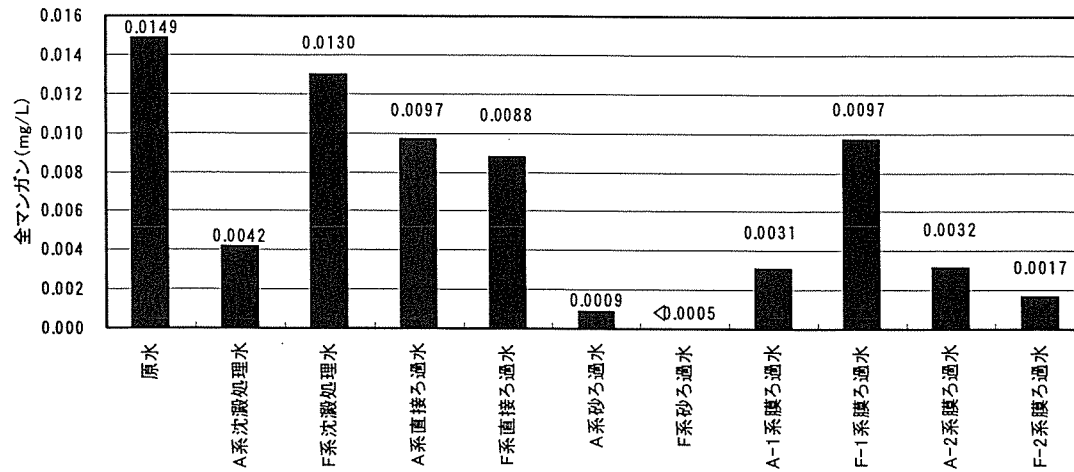


図 2-41 全マンガンの分析値 (採水日:平成 18 年 12 月 11 日)

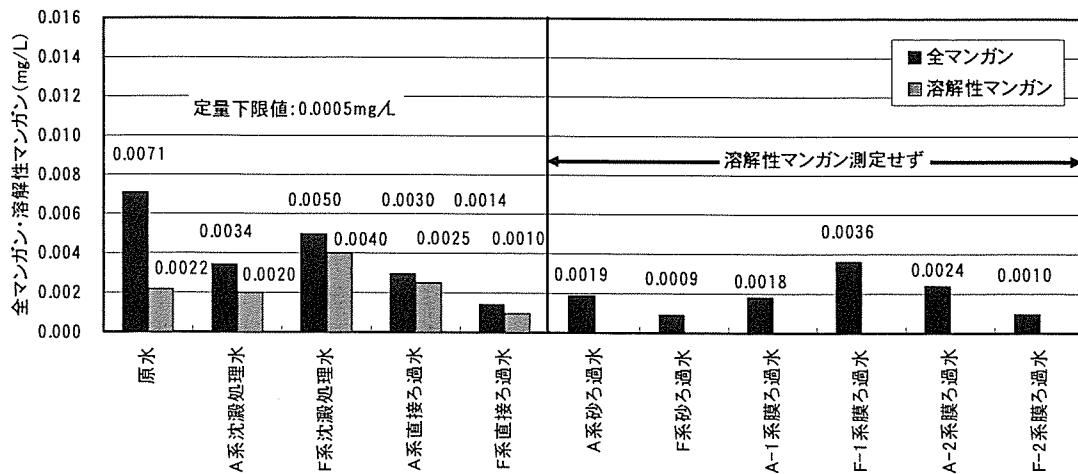


図 2-42 全マンガン・溶解性マンガンの分析値 (採水日:平成 19 年 1 月 25 日)

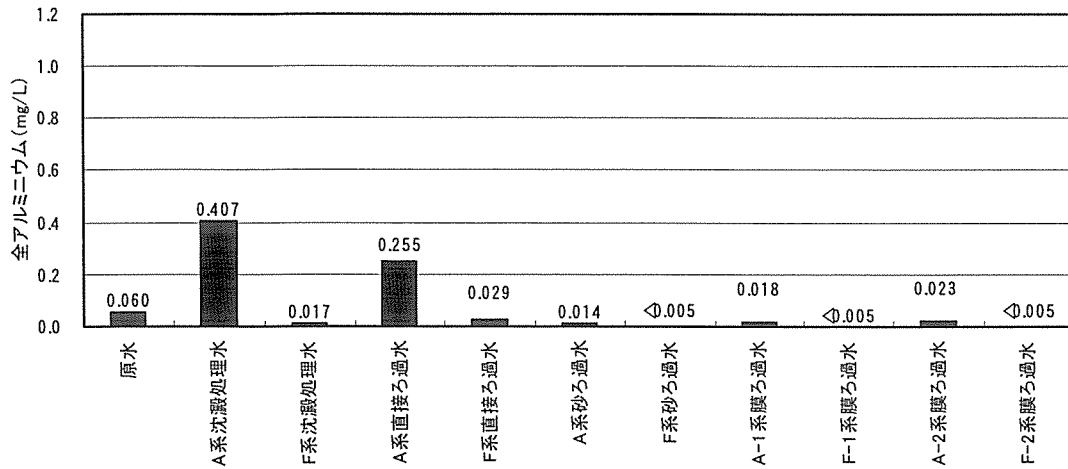


図 2-43 全アルミニウムの分析値 (採水日:平成 18 年 11 月 15 日)

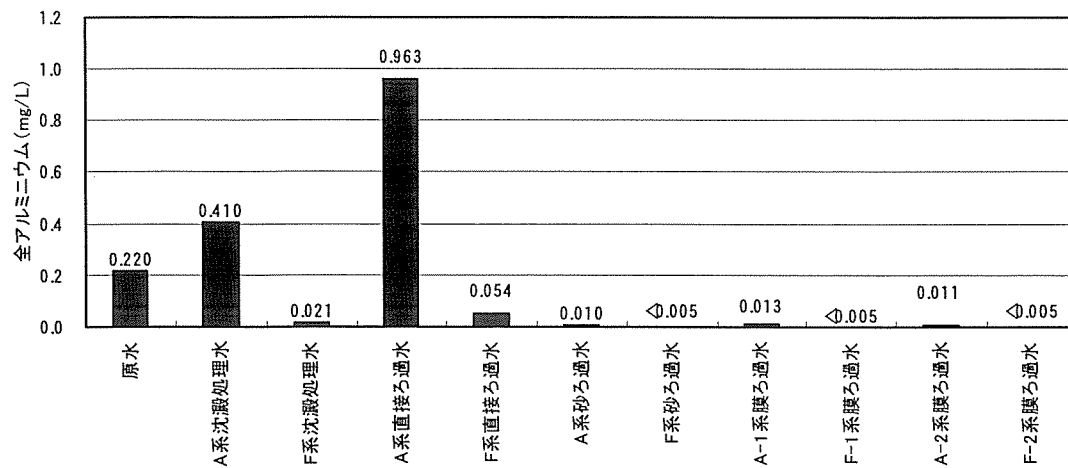


図 2-44 全アルミニウムの分析値 (採水日:平成 18 年 12 月 11 日)

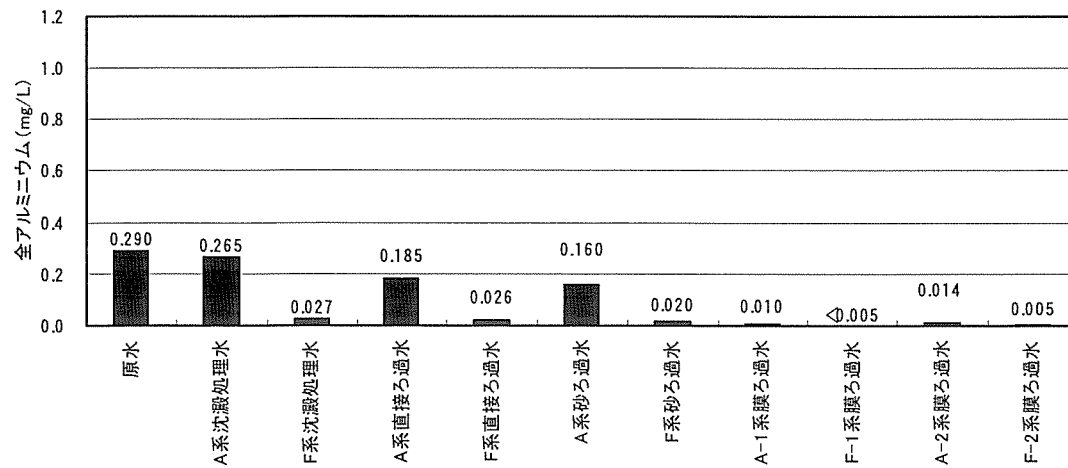


図 2-45 全アルミニウムの分析値 (採水日:平成 19 年 1 月 25 日)

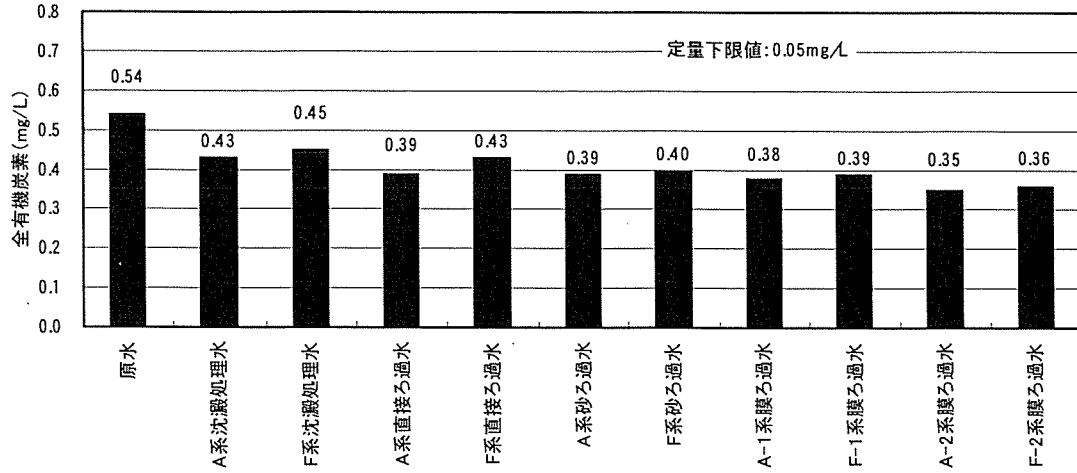


図 2-46 全有機炭素の分析値 (採水日:平成 18 年 11 月 15 日)

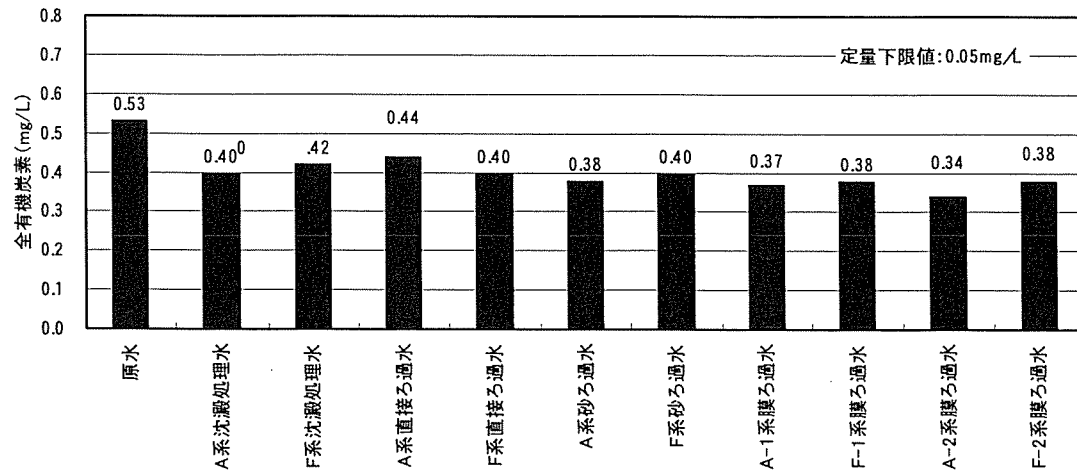


図 2-47 全有機炭素の分析値 (採水日:平成 18 年 12 月 11 日)

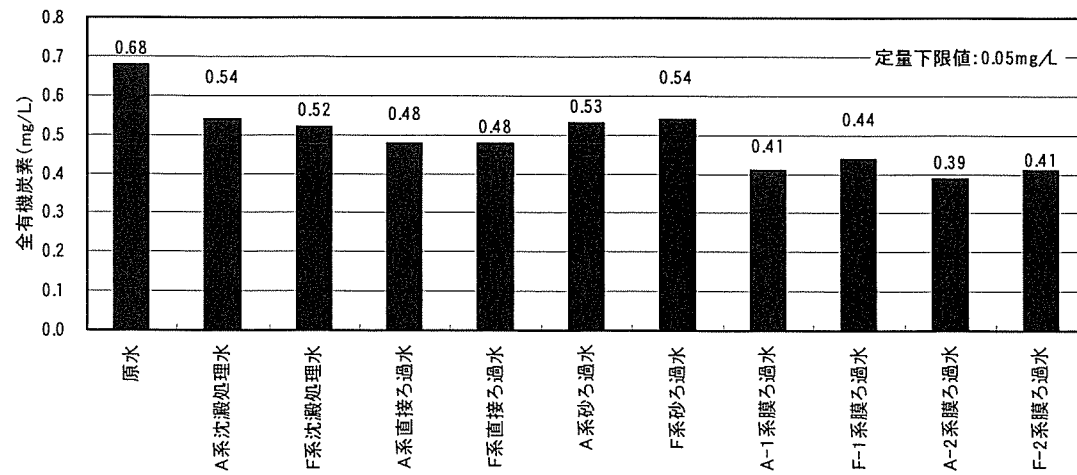


図 2-48 全有機炭素の分析値 (採水日:平成 19 年 1 月 25 日)

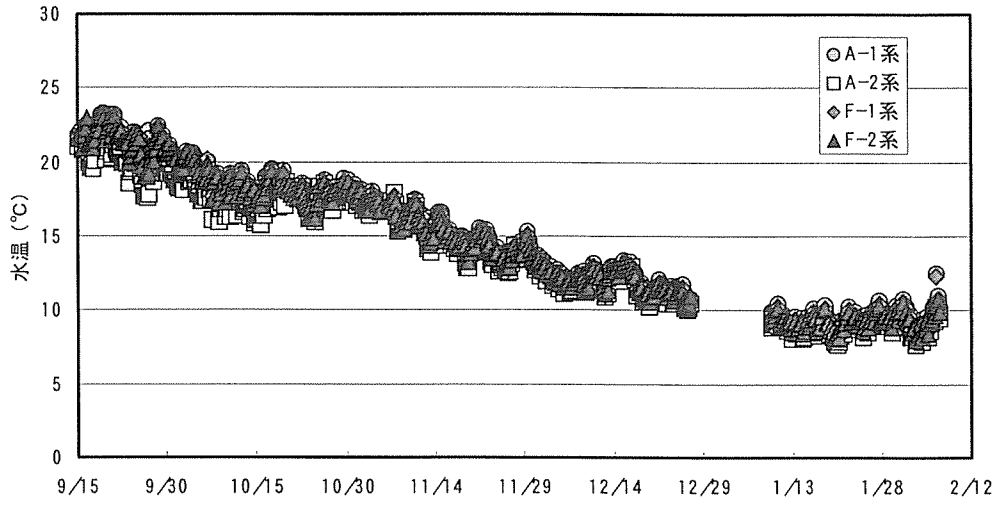


図 2-49 膜ろ過原水水温の推移

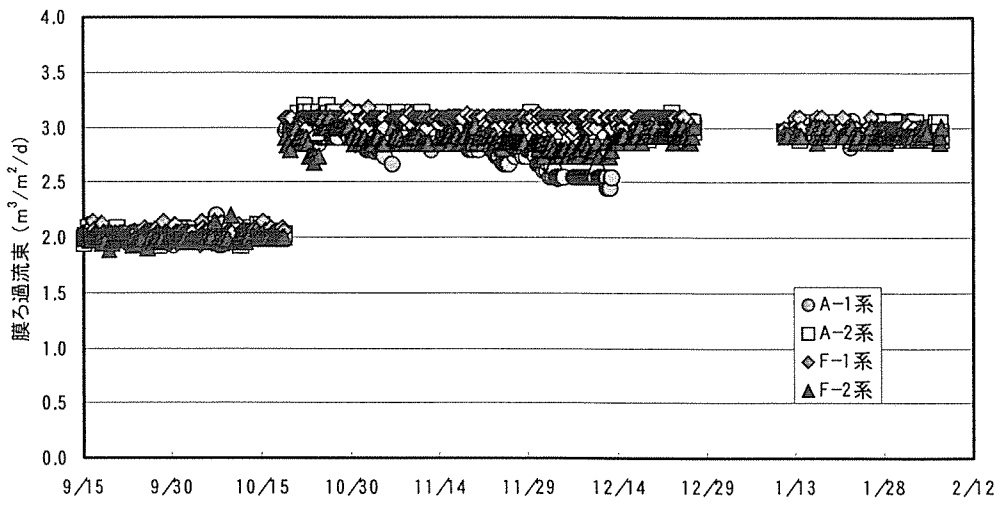


図 2-50 膜ろ過流速の推移

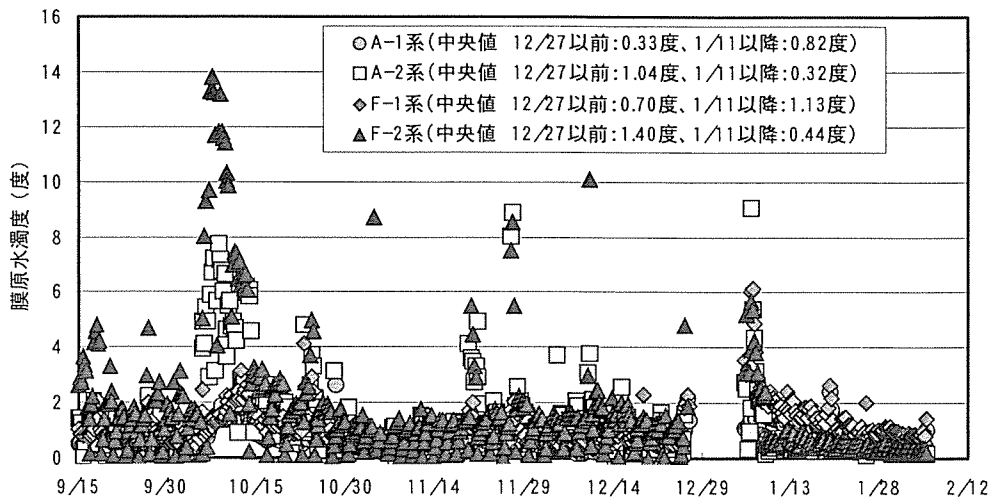


図 2-51 膜ろ過原水濁度の推移

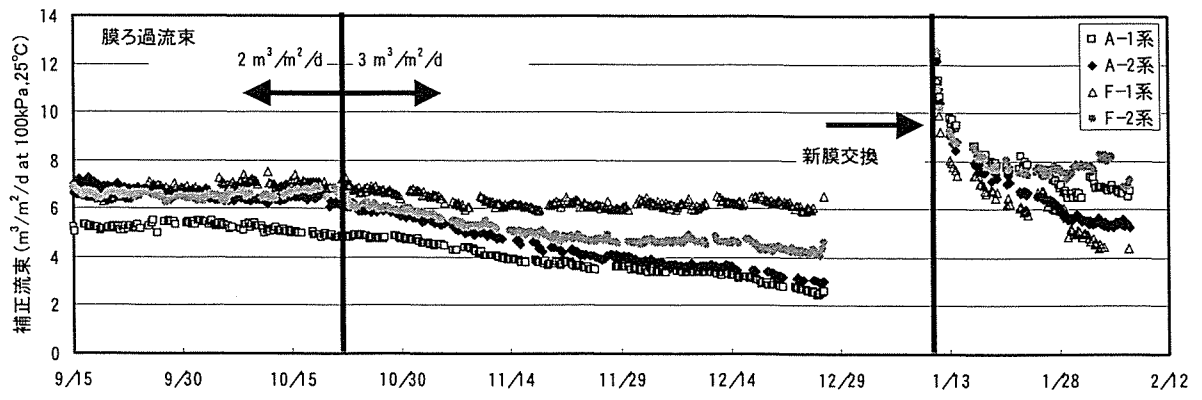


図 2-52 補正流束の推移

(3) 排水処理実験

1) 採取スラッジ

第1回 (H18年11月14日採取) A系スラッジ濃度が0.14 %、F系スラッジ濃度が0.21 %、第2回 (H18年12月26日採取) A系スラッジ濃度が0.13 %、F系スラッジ濃度が0.19 %であった。

2) スラッジ沈降実験

沈降曲線を図 2-53～図 2-54 に示した。

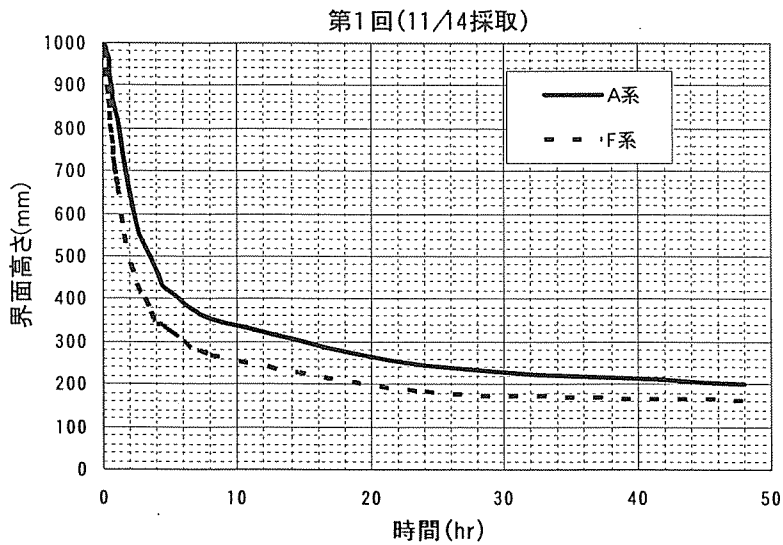


図 2-53 沈降曲線 (第1回)

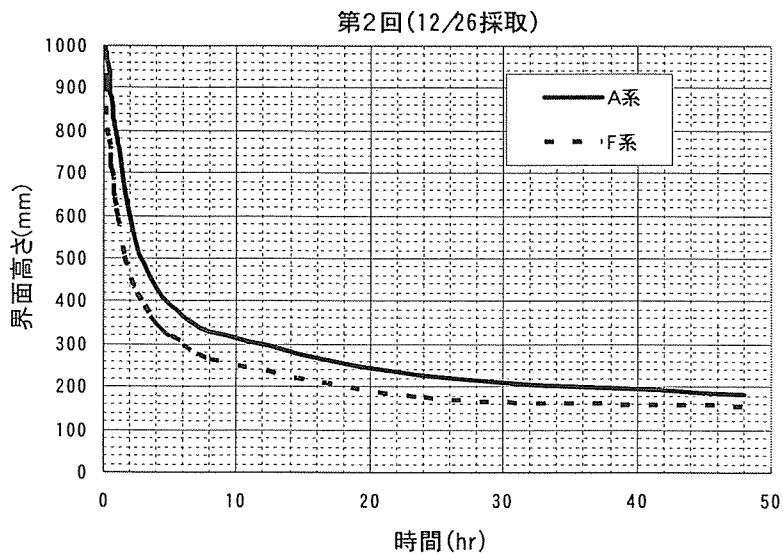


図 2-54 沈降曲線 (第2回)

表 2-11 に沈降試験結果をまとめた。

表 2-11 沈降試験結果まとめ

		初濃度 (%)	到達濃度 (%)	等速沈降速度 (m/hr)	単位表面積負荷 (kg/m ² ・d)
第 1 回 (11/14)	A系沈澱池排泥	0.14	0.7	0.19	4.8
	F系沈澱池排泥	0.21	1.3	0.36	8.5
第 2 回 (12/26)	A系沈澱池排泥	0.13	0.7	0.25	2.8
	F系沈澱池排泥	0.19	1.3	0.77	5.7

※等速沈降速度、単位表面積負荷は沈降曲線より求めた。

各回とも、排泥濃度、到達濃度、等速沈降速度、単位表面積負荷はいずれも F 系の方が高かった。凝集剤注入率が金属モル同等となるよう添加しているため、原子量の大きい鉄の方が、アルミよりも重量が大きく、沈降性に優れているといえる。

第 1 回と第 2 回を比べると、A 系・F 系ともに初濃度と到達濃度は同様であったが、第 1 回のほうが等速沈降速度が遅く、単位表面積負荷が高い傾向にあった。

3) スラッジ脱水実験

表 2-12 に脱水試験結果をまとめた。

表 2-12 脱水試験結果まとめ

		原泥濃度 (%)	原泥温度 (%)	サイクルタイム(min)				脱水ケーキ			ろ過速度 (kg-ds/ m ² ・hr)
				ろ過 0.49 MPa	圧搾 1.47 MPa	雑 時 間	合計	重量 (g/室)	厚さ (mm)	含水率 (%)	
第 1 回 (11/14)	A 系	0.7	12.0	5	15.5	8	28.5	33.6	1.3	69.6	0.54
				5	15.5	8	28.5	35.0	1.6	69.5	0.56
	F 系	1.3	12.0	5	17.0	8	30.0	46.4	1.9	63.8	0.84
				5	18.5	8	31.5	47.2	2.0	63.1	0.83
第 2 回 (12/26)	A 系	0.7	9.0	5	18.0	8	31.0	29.2	1.4	72.3	0.39
				5	19.0	8	32.0	26.8	1.3	69.8	0.38
	F 系	1.3	9.0	5	19.5	8	32.5	37.8	1.8	66.7	0.58
				5	22.5	8	35.5	43.4	1.9	65.0	0.64
				5	20.0	8	33.0	41.0	1.6	67.6	0.60

各回とも、F 系の方が脱水ケーキ含水率が低く、ろ過速度が高かった。脱水性能値としては、アルミよりも重量の重い鉄系の方が高い結果となった。

第 1 回と第 2 回を比べると、A 系・F 系ともに原泥濃度は同等であるが、第 2 回の方が脱

水性が低く、ろ過速度で第1回の7割程度であった。これは原泥温度差による理由の他に、汚泥の質として第2回のスラッジの方が難脱水性であったと考えられる。

脱水ろ液の累積量からケーキ比抵抗を求めたところ平均でA系スラッジが第1回： 7.19×10^{13} m/kg、第2回： 6.11×10^{13} m/kg、F系スラッジが第1回： 5.17×10^{13} m/kg 第2回が 6.05×10^{13} m/kg であった。

表 2-13 にスラッジ分析結果、表 2-14 に脱水ろ液分析結果を示す。

表 2-13 スラッジ分析結果

測定項目		単位	第1回(11/14)		第2回(12/26)	
			A系	F系	A系	F系
性状分析	濃度(TS)	mg/L	11580	19310	7530	13120
	浮遊物質(SS)	mg/L	11430	19090	7460	12960
	液比重	—	1.005	1.011	1.003	1.007
	固形物真比重	—	2.29	3.33	2.47	3.03
	pH	—	6.77	6.63	6.70	6.91
	粒径分布	平均 μm	27	23	28	31
成分分析	有機物質(Ig-loss)	dry%	25.41	19.21	22.20	18.42
	シリカ分(SiO_2)	dry%	34.90	30.80	35.89	32.10
	アルミナ分(Al_2O_3)	dry%	31.70	4.73	33.19	5.67
	酸化第二鉄(Fe_2O_3)	dry%	2.93	41.18	2.70	41.91
	酸化マンガン(MnO)	dry%	0.13	0.11	0.78	0.93
	酸化ナトリウム(Na_2O)	dry%	0.38	0.53	0.48	0.47
	酸化マグネシウム(MgO)	dry%	0.74	0.84	0.78	0.93
	酸化リン(P_2O_5)	dry%	1.17	0.77	1.50	1.09
	酸化カリウム(K_2O)	dry%	0.38	0.36	0.39	0.37
	酸化カルシウム(CaO)	dry%	1.00	1.30	1.17	1.42

スラッジ分析から F 系の鉄のしめる割合が、A 系のアルミの占める割合より高い。また、固形物比重も F 系の方が高いことが確認できた。

脱水ろ液分析では第1回のA系でのTS、SS、濁度、Al濃度が他の結果と比べて高く、脱水初期のろ布の目から漏れる固形物が多かったためと考えられる。目漏れは実験回によって差があるため、今後実験データを増やしたうえで考察したい。

表 2-14 脱水ろ液分析結果

測定項目		単位	第 1 回 (11/14)		第 2 回 (12/26)	
			A 系	F 系	A 系	F 系
性状分析	濃度(TS)	mg/L	554	228	118	160
	浮遊物質(SS)	mg/L	431	16.0	19	47
	pH	—	7.24	7.22	7.51	7.43
	濁度	度	190	12	12	26
	色度	度	3	7	4	5
	TOC	mg/L	15	4.7	6.3	8.3
成分分析	Fe	mg/L	10.4	4.04	0.29	13.0
	Mn	mg/L	1.23	0.96	0.06	0.18
	Al	mg/L	63.7	0.48	1.99	1.05

4) 排水処理設備規模の検討

沈降性、脱水性を示す、沈降速度・単位表面積負荷・ろ過速度はいずれも F 系スラッジの方が、A 系よりも絶対値としては良いものであった。ただし、凝集剤注入率が金属モル同等となるよう添加しているため、原子量の大きい鉄の方が、アルミよりも重量が大きいぶん発生固形物重量は多くなっている。ここでは、実験施設で発生する固形物量をもとに A 系と F 系に必要な排水処理設備規模の比較を行う。

①発生固形物量の算出方法

実験プラントでの発生固形物量を以下の様に算出する。

$$S = Q \times (T \cdot E_1 + C \cdot E_2) \times 10^{-6}$$

ここで S : 発生固形物 t-ds/d

Q : 浄水量 460 m³/d

T : 原水濁度 第 1 回 5.0 度、第 2 回 2.0 度

E₁ : 濁度と SS との換算係数 綾瀬浄水場実績より 1.6 と仮定

C : 凝集剤注入率 A 系 酸化アルミとして 0.1×20 mg/L

F 系 塩化鉄としての 0.37×20 mg/L

E₂ : A 系 水酸化アルミと酸化アルミとの比 1.53

F 系 塩化鉄と水酸化鉄との比 0.658

②濃縮槽規模の算出方法

①で算出した発生固形物量の沈澱池排泥を重力濃縮するのに必要な濃縮槽の面積を以下の様に算出する。

清澄条件を満足する面積 A₁(m²)は

$$A_1 = Q_f / V$$

ここで Q_f : 流入スラッジ量 m^3/h

V : 沈降試験から求めた等速沈降速度 m/h

濃縮条件を満足する面積 $A_2(m^2)$ は

$$A_2 = S \times 10^3 / T$$

ここで S : 発生固形物 $t-ds/d$

T : 沈降試験から求めた単位表面積負荷 $kg-ds/m^2 \cdot d$

③ 脱水機規模の算出方法

脱水設備規模については以下の様に算出する。脱水方式は実験に用いた短時間型圧搾機構付加圧脱水とする。脱水設備の稼働日数は週5日とし、一日運転時間は6時間とする。

脱水機ろ過面積 $B(m^2)$ は

$$B = S \times (7/5) \times 10^3 / (D \times 6)$$

ここで S : 発生固形物 $t-ds/d$

C_i : 流入スラッジ濃度 t/m^3

T : 沈降試験から求めた単位表面積負荷 $kg-ds/m^2 \cdot h$

④ 算出結果およびA系とF系との比較

上記に示した計算結果を表 2-15 にまとめる。各項目の比率はA系の値を1とした場合にF系の大小を示したものである。

表 2-15 排水処理設備規模計算結果

回数	採取日	系列	発生固形物量		清澄条件 濃縮槽面積		濃縮条件 濃縮槽面積		脱水設備 ろ過面積	
			kg/d	比率	m^2	比率	m^2	比率	m^2	比率
第1回	11/14	A系	5.09	1	0.80	1	1.06	1	2.16	1
		F系	5.92	1.16	0.33	0.41	0.70	0.66	1.64	0.76
第2回	12/26	A系	3.98	1	0.51	1	1.42	1	2.38	1
		F系	4.81	1.21	0.14	0.27	0.84	0.59	1.84	0.77

2回の実験結果のみであるが、排水処理に関しては、PAC と比べると凝集剤を塩化鉄にすることで発生固形物量は2割程度増えるものの、設備規模としては濃縮槽が7割程度、脱水設備が8割程度で済むといえた。また、等速沈降速度が速いことから濃縮槽でのキャリーオーバー対策にも塩化第二鉄が有効であると思われる。ただし、塩化第二鉄による発生固形物量

の増加は発生ケーク処分量が増加するといえる。

今後実験回数を増やしていき、通年としての傾向を評価したいと考える。

3. 2. 3 まとめ

- ・平成 18 年度は、綾瀬浄水場原水に対し、アルミ系凝集剤と鉄系凝集剤を用いた場合の、凝集条件を調査した。その結果、従来の急速ろ過法での条件として、凝集 pH 値 6.8、急速攪拌 G 値 320 s^{-1} 、凝集剤注入率 20 mg/L を決定した。
- ・連続実験では、平成 18 年度は、最初に、急速ろ過法に適した凝集条件にて、運転を開始した。膜ろ過の前処理は、沈澱と直接ろ過の 2 種類で比較したが、その結果、膜ろ過の流入濁度（累積中央値）は、 $F-2 > A-2 > F-1 > A-1$ の順位となった。
- ・膜ろ過は、透過流束を 3 m/d まで上昇させた運転を行うことができ、最終の補正流束値は、 $F-1 > F-2 > A-2 \approx A-1$ の順位となった。
- ・PAC と比べると凝集剤を塩化鉄にすることで発生固形物量は 2 割程度増えるものの、設備規模としては濃縮槽が 7 割程度、脱水設備が 8 割程度で済むといえた。また、等速沈降速度が速いことから濃縮槽でのキャリーオーバー対策にも塩化第二鉄が有効であると思われた。
- ・平成 19 年 1 月からは、急速ろ過法としては適正でない条件まで凝集剤注入率を下げて、膜ろ過の前処理を行った。結果についてはデータ集積が途中であることから、引き続き、平成 19 年度も継続し調査することとする。

3. 3 文献調査

文献調査の目的は、浄水場の運転データ、水質データや実証実験では集められないデータを収集し、各処理プロセス、浄水システムの評価のために用いることである。

浄水処理技術全般を対象とした文献調査を行う事と文献調査結果を後に活用しやすいように整理を図るために、文献抄録の作成に取り組んだ。本年度の活動は、*e-Water II* 全体に関連する活動といえることから、各研究委員会から2名（正副幹事のいずれか含む）ずつで文献ワーキンググループ(以下、文献WG)を構成した。この文献WGは、5つの委員会の幹事等が所属することから、*e-Water II* 全体の横断的委員会であるプロジェクト委員会技術小委員会の下に置き、取りまとめを浄水システム委員会にて担当した。

(1) 活動報告

表3-1に、文献WGの活動状況を示す。4回の打合せを行い、文献抄録の作成までの準備・とりまとめの作業を行った。

表 3-1 文献 WG 活動状況

日時	会議名称	活動内容
2006.6.7	第3回技術小委員会 (於 石垣記念ホール)	文献WGの立ち上げを決定
2006.6.26	第3回幹事会 兼 文献WG (於 水道技術研究センター)	抄録作成対象文献の決定 各委員会担当文献の決定 抄録の試作
2006.7.19	第1回文献WG (於 水道技術研究センター)	試作抄録提出→フォーマット・ルール修正 提出期限設定
2007.1.30	第2回文献WG (於 水道技術研究センター)	校正方法に関する擦り合わせ 工程の確認

(2) 活動内容

抄録の作成対象となる文献を抽出するために、科学技術振興機構データベースサービス (J Dream II) を利用して表3-2の検索条件により2822編の文献を抽出した。これらを5委員会で振り分け、J Dream IIの抄録内容から要否を判断したところ、1060編が「要」と判断された。このうち、抄録作成(全文精読)の対象を、海外で実績があり日本での知見が不足していると考えられる8技術分野に絞り文献を選定した。

これらの対象文献の全文精読を行い、最終的に表3-3に示すように182編の抄録を作成し

表 3-2 検索条件

(大分類)	浄水 or 上水
発行年	1990年以降
言語	日本語 or 英語
記事区分	論文
発行国	日本 or 米国 or 英国
掲載図書	特定の学会誌等

た。文献の標題、出典等を添付資料 5 に示す。

表 3-3 抄録作成の担当

分野	担当	文献数
ナノろ過	浄水システム委員会	45
紫外線照射	水質評価委員会	38
イオン交換	機能評価委員会	19
電気透析		
吸着・晶析		
逆浸透	環境評価委員会	36
過酸化水素	臭気評価委員会	44
AOP 処理		
計		182

抄録は、添付資料 6 に示す書式にしたがって作成した。抄録の作成にあたっては、文献調査結果を浄水システムあるいは単位プロセスの性能・機能評価に活用しやすいように整理を図るために、単に文献の要約や概要を作成するだけではなく、文献中に記されている実験や設備運転実績から得られた処理結果や運転操作条件といった数値情報の抽出に重点を置いた。そこで、「除去対象物質」「原水種別」「施設規模」「処理フロー」「数値情報等」の欄を設け、どのような物質がどのような処理フローでどのような運転操作条件でどの程度除去できたかを把握できるように努めた。特に「数値情報等」欄は、文献中の重要と考えられる図表から数値を読み取って記入するようにした。

作成した文献抄録は、本年度末までに抄録集としてまとめ、冊子ならびに CD-ROM 化して e-Water II プロジェクト参画団体へ配布する予定としている。抄録集の完成をもって、本 WG の活動を終了とする。

4. 平成19年度の研究計画

4. 1 水質に応じた処理方式の構築

本年度は、浄水場の実データの収集・整理ならびに収集データを用いて各水質項目についての処理システムとしての評価手法を中心に試行錯誤しながら検討を進めてきた。H19年度は各プロセスの処理性能の評価を行い、個々のプロセスの組合せによる処理システムの処理性能の提案を行う。併せて各委員会の研究結果と併せて、処理性能に加えて経済性、環境影響評価等の評価も加味したシステム選定手法の提示を行う。

4. 1. 1 処理システムの類型分け

原水水質ならびに目標浄水水質に応じた処理システム提示に向け、各処理性能の評価結果を基に、基本12フローを再度見直す。その際には、生物処理等の単位プロセスの組合せによる処理性能の改善範囲等を検討していく。さらに、文献調査および合同実験等で得られた処理性能評価を加え最終的な処理システム提示を行っていく。

4. 1. 2 機能評価手法の検討

機能評価委員会と連携して、各プロセスでの主要操作因子等の影響も考慮した処理性能評価を行い、本年度に行ったシステムとしての処理性能評価とプロセス処理性能の組合せによるシステムの評価とを対比し、個々の単位プロセスの組合せによる、今後考えられる新しい処理システムに関する評価手法を構築する。

4. 1. 3 望ましい浄水水質のレベル別設定

本年度検討した「望ましい浄水水質のレベル別設定」に関する基本的な考え方に基づき評価基準となる水質項目を選定し各レベルごとに目標値を設定する。さらに、実際の浄水場の水質データから、目標値達成の可能性について検証するつもりである。

4. 2 合同実験

- 基本的には、連続実験は、条件変更してまだ十分にデータが収集できていないこと、また、冬季の低水温低濁度からその後の水質の変化に対する処理状況をみる必要性があるため、平成18年度の平成19年1月9日に設定した凝集剤注入率の条件にて引き続きデータ集積を実施する。
- 連続実験を行っている状況で、短期的に、凝集剤注入率を変化させたり、pH条件を変化させ、処理状況を調査する。
- 水質50項目での分析を、季節毎に3回実施する。(冬期については実施済) また、排水処理試験は、沈澱池内の滞泥状況をみて実施の可否を判断することとする。