

平成16年度 厚生労働省科学研究費補助金による

『環境影響低減化浄水技術開発研究(e-Water)』

浄水処理トータルシステムの開発研究に関する研究報告書

(第2研究グループ委員会)

第1部会 (合同実験WG)

平成17年3月

財団法人 水道技術研究センター

目 次

| | |
|----------------------------|-----|
| 1. はじめに | 1 |
| 2. 研究概要 | 2 |
| 2.1 研究テーマ | 2 |
| 2.2 研究実施体制 | 2 |
| 2.3 活動内容 | 2 |
| 2.4 活動報告 | 2 |
| 3. 平成16年度の研究報告..... | 6 |
| 3.1 トータルシステムフロー実験..... | 6 |
| 3.1.1 実験目的 | 6 |
| 3.1.2 実験概要と実験フロー | 7 |
| 3.2 実験方法および結果..... | 13 |
| 3.2.1 連続実験 | 13 |
| 3.2.2 循環実験 | 48 |
| 3.2.3 濁度添加実験 | 66 |
| 3.2.4 高フラックス実験 | 96 |
| 3.2.5 凝集条件検討実験 | 99 |
| 3.2.6 膜の蓄積成分調査 | 103 |
| 3.3 トータルシステムフロー実験のまとめ..... | 108 |
| <トータルシステムフロー実験添付資料> | 109 |
| 運転履歴 | 110 |
| 活性炭注入記録表 | 123 |
| 外部水質分析委託結果 | 130 |
| トータルシステム運転日報..... | 159 |
| トータルシステム運転管理シート..... | 314 |

1. はじめに

水道は生活に関わる「水」の一部であり、流域圏の大きな水循環系を構成する重要な要素となっている。近年においては、頻発する渇水や災害、事故等による水道への影響を極力低減することや、化学物質やクリプトスポリジウムなどの病原性微生物による水源汚染に対応し、水道の安全を確保する事を目的とした浄水処理システムの開発研究が中心であったと思われる。

一方水循環系からみた場合、浄水システムといえども安全な水の供給という視点だけではなく、浄水システム全体の中での有効利用を図り、河川や下水道への負荷低減、省スペース、省コスト、省エネルギーや廃棄物の削減等、環境影響の低減化につながる浄水システムの構築も課題である。また、普及率96%を越えた水道施設もその多くが施設更新時期を迎えており、景気低迷や環境への配慮から、省スペース、省コスト、省エネルギーや廃棄物の削減等、環境に優しい技術を求めている。

これらを背景として、第1部会（合同実験WG）は、ACT21の成果である「高効率な浄水単位プロセス」や「膜ろ過プロセス」を組み合わせたトータルシステムとしての最適化技術の開発を目指し、「環境影響低減化浄水トータルシステムとしての最適処理技術の構築」を研究テーマとした実験を行う。

合同実験では実証実験規模の装置を用い2種類の実験を行う。ひとつは鉄系凝集剤、高分子系凝集剤の検討を行う凝集剤実験で、ACT21のレビューを基に、「鉄系凝集剤・高分子凝集剤ガイドライン」作成に補足するデータの収集を目的とした実験を行う。

もう一つの実験は膜ろ過を既存処理施設に導入するための実験である。すなわち浄水処理における粒子除去システムとして、膜ろ過が注目されており、導入例も増加してきている。そこで浄水システムに膜ろ過を組み込む場合に、各処理プロセスにおいてどのように負荷分配を行う事が有効であるかなどをシステム全体として検討を行うために、既存浄水設備の有効利用を前処理とした4つ処理フローによるトータルシステム実験を行う。

2. 研究概要

2. 1 研究テーマ

環境影響低減化浄水トータルシステムとしての最適処理技術の構築

2. 2 研究実施体制

学識経験者 国立保健医療科学院 伊藤（雅）計画室長
 東京大学大学院 中尾教授
 担当企業委員 クロリンエンジニアズ（石崎）、三機工業（棕橋）、
 神鋼環境ソリューション（馬込）、新日本製鐵（辻本）、
 水道機工（雨宮）、東レ（松家）、日立プラント建設（山田）、
 三菱レゾエンジニアリング（岡田）、ジーエス・ユアサコーポレーション（亘）
 前澤工業（川口、後藤）以上10社

2. 3 活動内容

合同実験WGは鉄系・高分子系凝集剤の検討を行う通常処理フロー実験（凝集剤実験）、また浄水処理をシステム全体として検討を行うトータルシステム実験について、実験計画の立案、設備の設置、実験の実施、評価を行う。

また、合同実験WGは、「鉄系・高分子凝集剤使用ガイドライン」作成WGとしてガイドライン作成活動もあわせて行った。

2. 4 活動報告

2. 4. 1 合同実験WG会議・幹事会開催記録

表 2.4.1-1 第1部会（合同実験WG）会議・幹事会開催記録

| | 会議名称 | 活動内容 |
|----------|----------------|--|
| H14.12/5 | 合同実験WG会議（第1回） | 通常処理フロー実験における移設・設置に関する全体計画を決定。本計画は前澤工業・神鋼パンテックが担当することに決定。 |
| H15.1/9 | | 綾瀬浄水場現地視察。 |
| H15.1/29 | 合同実験WG幹事会（第1回） | 通常処理フロー実験に関する設計書の検討。 |
| H15.2/6 | 合同実験WG会議（第2回） | 合同実験作業グループを以下に決定。 通常処理フロー実験計画：前澤工業・神鋼パンテック、ACT21 高分子凝集剤レビュー：日立プラント、クロリンエンジニアズ、東レ、ACT21 鉄系凝集剤レビュー：新日鐵、ユアサコーポレーション、三菱レゾエンジニアリング、トータルシステム実験：水道機工、前澤工業、三機工業 |
| H15.2/27 | 合同実験WG幹事会（第2回） | 通常フロー移設計画および綾瀬浄水場基盤 |

第1部会（合同実験WG）

| | | |
|-----------|-----------------|---|
| | | 整備状況報告。トータルシステム実験70-案の検討。ACT21レビューの報告。通常処理70-は5/8～9頃通水予定とする。 |
| H15.3/7 | 合同実験WG会議（第3回） | 通常フロー移設工程の確認。 トータルシステム実験内容の検討。参画事業体より水質データの供与を願い実験条件の参考とする。 |
| H15.3/13 | | 綾瀬浄水場との実験設備・実験計画に関する第1回打ち合わせ。 |
| H15.3/17 | 合同実験WG幹事会（第3回） | トータルシステム実験に関する実験内容の検討。 |
| H15.3/24 | | 綾瀬浄水場との第2回打ち合わせ |
| H15.4/17 | 合同実験WG幹事会（第4回） | トータルシステム実験計画の打ち合わせ。 使用膜決定による実験諸条件の検討。 |
| H15.5/7 | 合同実験WG幹事会（第5回） | トータルシステム実験計画の打ち合わせ 設備仕様のたたき台に関して |
| H15.5/23 | 合同実験WG幹事会（第6回） | トータルシステム実験計画の打ち合わせ 実験条件の検討（水量、直接ろ過のLV添加実験の濃縮倍率等） |
| H15.6/2 | 合同実験WG会議（第4回） | 合同実験計画に関して 6/11委員会に向けて内容の確認 |
| H15.8/6 | 合同実験WG幹事会（第7回） | トータルシステム実験計画の打ち合わせ 実験の分担、装置仕様の確認、水質分析項目に関して |
| H15.8/22 | 合同実験WG幹事会（第8回） | トータルシステム実験計画の打ち合わせ 実験内容の確認、詳細工程、実験の分担、通常処理フローの状況報告 原水水質アンケートのまとめ方に関して |
| H15.9/24 | 合同実験WG幹事会（第9回） | トータルシステム実験計画の打ち合わせ 原水水質アンケートのまとめ方に関して |
| H15.10/8 | 合同実験WG会議（第5回） | トータルシステム実験計画の打ち合わせ 実験内容の確認、詳細工程、実験の分担 |
| H15.11/11 | 合同実験WG幹事会（第10回） | 11/18委員会資料、11/28セミナー資料に関して内合わせ |

第1部会（合同実験WG）

| | | |
|-----------|-------------------|---|
| H15.12/18 | 合同実験 WG 会議（第6回） | 平成15年度成果報告書作成打合せ <ul style="list-style-type: none"> ・凝集剤実験結果に関して（レビュー、実験結果の確認、報告書の内容、作成工程等）、 ・水道研究発表会の原稿に関して |
| H16.1/28 | 合同実験 WG 会議（第7回） | 平成15年度成果報告書作成打合せ <ul style="list-style-type: none"> ・凝集剤実験結果に関して（レビュー、実験結果の確認、報告書の内容、作成工程等）、 ・トータルシステム実験に関して（原水水質調査のまとめ、報告の範囲、作成工程等） |
| H16.3/10 | 合同実験 WG 会議（第8回） | 平成15年度成果報告書作成打合せ <ul style="list-style-type: none"> ・凝集剤実験結果に関して（レビュー、実験結果の確認、報告書の内容、作成工程等）、 ・トータルシステム実験に関して（原水水質調査のまとめ、報告の範囲、作成工程等） |
| H16.3/26 | 合同実験 WG 会議（第9回） | 平成15年度成果報告書作成打合せ <ul style="list-style-type: none"> ・凝集剤実験結果に関して（レビュー、実験結果の確認、報告書の内容、作成工程等）、 ・トータルシステム実験に関して（原水水質調査のまとめ、報告の範囲、作成工程等） |
| H16.5/19 | 合同実験 WG 幹事会（第11回） | 平成15年度成果報告書作成打合せ トータルシステム実験に関して（現況報告、今後の予定等） 凝集剤ガイドライン作成委員会WGに関して |
| H16.10/20 | 合同実験 WG 会議（第10回） | トータルシステム実験に関して（現況報告、今後の予定等） |
| H17.2/12 | 合同実験 WG 幹事会（第12回） | トータルシステム実験に関して （報告書のまとめ…等） |
| H17.3/16 | 合同実験 WG 会議（第11回） | 合同実験 WG 最終成果品のまとめに関して |

2. 4. 2 鉄系・高分子凝集剤使用ガイドライン作成WG会議開催記録

表 2. 4. 2-1 鉄系・高分子凝集剤使用ガイドライン作成WG会議開催記録

| | 会議名称 | 会議内容 |
|------------|----------------------------------|---|
| H16. 6/22 | 鉄系・高分子凝集剤使用ガイドライン作成 WG 会議（第 1 回） | 目次案の検討 |
| H16. 7/30 | 鉄系・高分子凝集剤使用ガイドライン作成 WG 会議（第 2 回） | 各項目ごとのキーワード検討 |
| H16. 8/25 | 鉄系・高分子凝集剤使用ガイドライン作成 WG 会議（第 3 回） | 第 1 次原稿（案）の検討 9/13 第 1 次原稿提出 |
| H16. 9/28 | 鉄系・高分子凝集剤使用ガイドライン作成 WG 会議（第 4 回） | 第 1 次原稿（案）の修正検討 |
| H16. 10/14 | 鉄系・高分子凝集剤使用ガイドライン作成 WG 会議（第 5 回） | 第 2 次原稿（案）の検討 10/20 第 2 次原稿提出 |
| H16. 11/12 | 鉄系・高分子凝集剤使用ガイドライン作成 WG 会議（第 6 回） | 第 2 次原稿（案）の検討 11/19 第 3 次原稿提出 |
| H16. 11/30 | 鉄系・高分子凝集剤使用ガイドライン作成 WG 会議（第 7 回） | 第 3 次原稿（案）の修正に関して 11/29 作成委員会の結果に関して |
| H16. 12/22 | 鉄系・高分子凝集剤使用ガイドライン作成 WG 会議（第 8 回） | 第 4 次原稿（案）の検討 |
| H17. 2/3 | 委員長－WG 幹事打合せ | 第 5 次、第 6 次原稿（案）の検討 |
| H17. 2/7 | 鉄系・高分子凝集剤使用ガイドライン修正作業(WG 幹事) | 第 6 次原稿（案）の提出 |
| H17. 2/18 | 鉄系・高分子凝集剤使用ガイドライン修正作業(WG 幹事) | 第 6 次原稿（案）の修正に関して 2/16 作成委員会の結果に関して |
| H17. 3/14 | 鉄系・高分子凝集剤使用ガイドライン修正作業(WG 幹事) | 第 7 次原稿（案）の提出 |

3. 平成16年度の研究報告

3.1 トータルシステムフロー実験

3.1.1 実験目的

国内の多くの浄水場では、浄水処理方法として急速ろ過法が採用されている場合が多く、これらは、クリプトスポリジウムなどの病原性微生物による水源汚染に対応して水道水の安全性を確保するために、凝集沈澱処理水や急速ろ過水の濁度など、様々な処理水水質を指標として厳しく管理されている。

一方、浄水処理における粒子除去プロセスとして膜ろ過設備の導入が進んできており、処理水量数百トン規模の浄水場から数万トン規模の浄水場まで幅広く導入されている。膜ろ過設備（限外ろ過膜および精密ろ過膜）の特徴としては、高度な除濁機能を有していることや、自動運転が可能であり運転管理が容易なこと、設置面積が少ないことなどが挙げられる。しかし、膜ろ過法単独では、長時間にわたる高濁度原水など十分に対応しきれないケースもあり、何らかの前処理との組み合わせが必要になる場合がある。

そこで、本研究では、既存設備と膜ろ過（精密膜（MF膜）ろ過）設備を組み合わせることにより、処理効率の向上を図り、環境影響低減化を目指した実験を行った。実験は、既存設備を膜の前処理として利用することを想定したうえで4つの処理フローを選定して行ない、浄水処理システムに膜ろ過を組み込む場合に、各単位処理においてどのように負荷分配を行なうことが有用であるかなどをシステム全体として比較し、環境影響低減化浄水システムとしての処理フローを検討することを目的とした。

3. 1. 2 実験設備および実験概要

(1) 実験場所

綾瀬合同実験プラントは、神奈川県内広域水道企業団綾瀬浄水場内に建設され、実験原水として浄水場原水を着水井より分取して用いた。

綾瀬浄水場は、神奈川県綾瀬市南端に位置し、凝集沈澱・急速ろ過設備を備えた標準処理水量 500,000m³/日の浄水場である。原水は、相模川上流に建設された宮ヶ瀬ダムの水を海老名市社家にある相模大堰にて取水している。取水場では水質条件に応じて粉末活性炭の注入を行っている。

(2) 実験フロー

凝集沈澱処理、直接膜ろ過、活性炭ろ過の3通りの処理プロセスと膜ろ過を組合せた系列と、対照系として直接膜ろ過を行なう系列の4系列である。系統ごとの処理フローは以下の通りであり、図 3.1.2-1 に綾瀬合同実験系統図を示した。

- A系：凝集沈澱 + 膜ろ過 (MF膜)
- B系：直接ろ過 (粗ろ過) + 膜ろ過 (MF膜)
- C系：活性炭ろ過 (粒状活性炭) + 膜ろ過 (MF膜)
- D系：膜ろ過 (MF膜)

※D系は、基本的に薬品注入は行わない。

上記の他に、実験補助設備として下記の設備がある。

濃縮系：濁度添加実験用原水濁度濃縮装置

循環系：循環実験用排水槽、排水濃縮槽、返送水槽など

実験装置は、処理水量 360 m³/日の凝集沈澱+急速ろ過設備が2系列、処理水量 50 m³/日の凝集沈澱設備が1系列、40 m³/日の直接ろ過(粗ろ過)、40 m³/日の活性炭ろ過、最大 35 m³/日の膜ろ過装置4基のほかに、濁度濃縮膜ろ過装置、排水濃縮槽などで構成される。

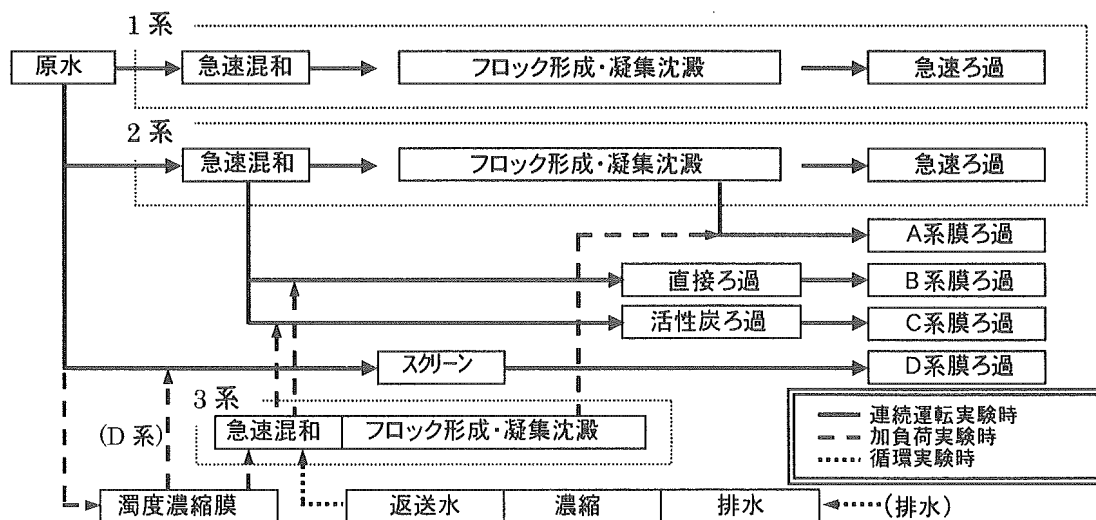


図 3. 1. 2-1 綾瀬合同実験系統図

(3) 各処理フローと実験装置の主な仕様

各処理フローと実験装置の主な仕様（3系接続時）を、以下に示した。

1) A系列：凝集沈澱+膜ろ過

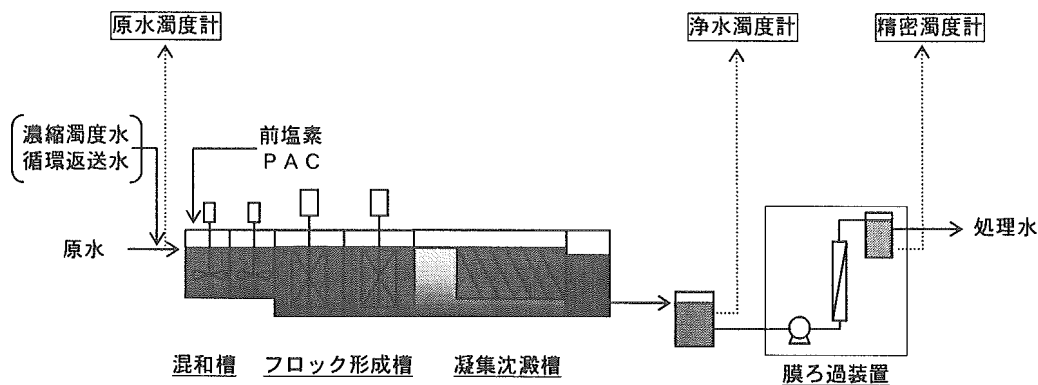


図 3.1.2-2 A系列フロー図

表 3.1.2-1 A系列装置概要（混和槽～凝集沈澱槽は3系使用時の仕様）

| | |
|---------|-------------------------|
| 混和槽 | 滞留時間 1.9 min / 槽 × 2 槽 |
| フロック形成槽 | 滞留時間 14.9 min / 槽 × 2 槽 |
| 凝集沈澱槽 | 滞留時間 67.3 min |
| 膜ろ過装置 | MF 膜ろ過装置 (D 系列参照) |

2) B系列：直接ろ過+膜ろ過

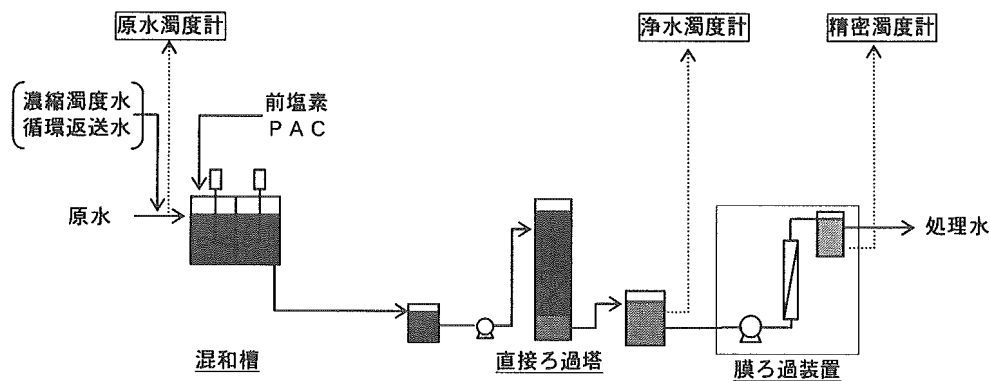


図 3.1.2-3 B系列フロー図

表 3.1.2-2 B系列装置概要（混和槽～凝集沈澱槽は3系使用時の仕様）

| | |
|---------|--|
| 混和槽 | 滞留時間 1.9 min / 槽 × 2 槽 |
| フロック形成槽 | 滞留時間 14.9 min / 槽 × 2 槽 |
| 直接ろ過塔 | ろ材 珪砂 (有効径 ϕ 1.2 mm, 均等係数 1.4, 層厚 600 mm) ろ過速度 188 m/d |
| 膜ろ過装置 | MF 膜ろ過装置 (D 系列参照) |

3) C系列：活性炭ろ過+膜ろ過

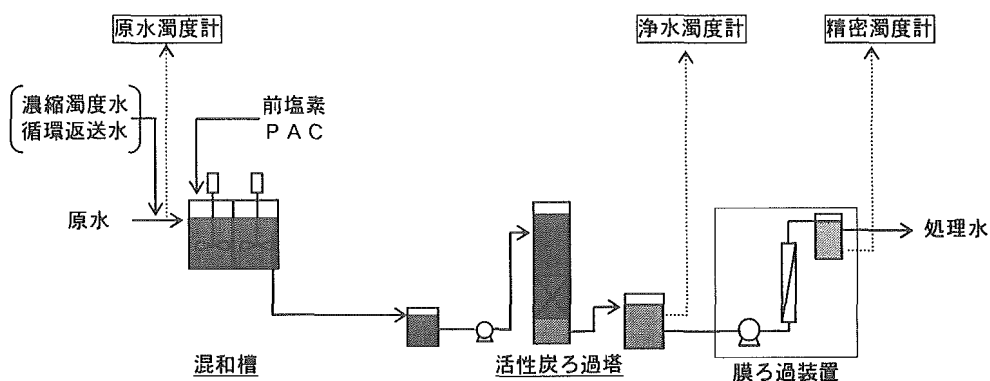


図 3.1.2-4 C系列フロー図

表 3.1.2-3 C系列装置概要

| | |
|---------|--|
| 混和槽 | 滞留時間 1.9 min / 槽 × 2 槽 |
| フロック形成槽 | 滞留時間 14.9 min / 槽 × 2 槽 |
| 活性炭ろ過塔 | ろ材 石炭系粒状活性炭 (有効径φ1.2 mm,均等係数 1.3,層厚 600 mm) ろ過速度 131 m/d |
| 膜ろ過装置 | MF 膜ろ過装置 (D系列参照) |

4) D系列：膜ろ過

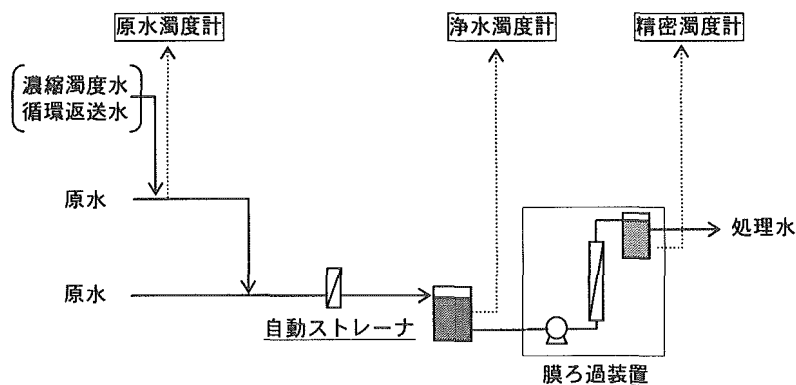


図 3.1.2-5 D系列フロー図

表 3.1.2-4 D系列装置概要

| | |
|---------|---|
| モジュール型式 | 外圧式中空糸型精密ろ過膜 (MF) |
| 膜の材質 | ポリフッ化ビニリデン (PVDF) |
| 公称孔径 | 0.1 μm |
| 膜面積 | 7.0 m ² |
| ろ過方式 | 全量ろ過方式 |
| ろ過流束 | 1.0 ~ 5.0 m ³ /(m ² ·d) |

5) 計測機器

水質分析は、自動計測、毎日の手分析、隔週毎の外部委託分析にて実施した。表 3.1.2-5 に自動計測項目一覧、表 3.1.2-6 に手分析項目一覧を示した。また、運転管理に関する自動計測項目一覧を表 3.1.2-7 に示した。

表 3.1.2-5 自動水質計測項目一覧

| 検体 | 測定項目 | 計測機器 | 測定頻度 |
|-----------------------|------------|--------------------|----------------|
| 原水 | pH 濁度 | ガラス電極法 90° 散乱光式 | 連続計測 |
| 凝集水 (1、2系) | pH | ガラス電極法 | 連続計測 |
| 凝集沈澱水 (1、2系) | 濁度 | 表面散乱光式 | 連続計測 |
| 急速ろ過水 (1系) | 濁度 残留塩素 | 表面透過/散乱光式 無試薬式 | 連続計測 |
| 原水 (3系) | 濁度 | 90° 散乱光式 | 連続計測 3系使用時 |
| 膜ろ過供給原水 (A、B、C、D系) | 濁度 | 表面散乱光式 | 連続計測 4系列切替式 |
| 膜ろ過水 (A、B、C、D系) | 濁度 | 表面透過/散乱光式 | 連続計測 4系列切替式 |

表 3.1.2-6 手分析水質項目一覧

| 検体 | 測定項目 | 計測機器 | 測定頻度 |
|--|---|--|------------|
| 原水 凝集水 (2系) 凝集沈澱水 (1、2系) 砂ろ過 (1系) 直接ろ過水 (B系) 活性炭ろ過水 (C系) 膜ろ過水 (A、B、C、D系) | 水温 pH 濁度 色度 E260 | 水温計 ガラス電極法 積分球式 透過方式 吸光光度計 | 毎日 (平日) |
| | KMnO ₄ 消費量 TOC 鉄 マンガン アルミニウム | 酸性法 燃焼酸化法 ICP法 ICP法 ICP法 | 隔週 |

表 3.1.2-7 その他自動計測項目一覧

| | 測定項目 | 計測機器 | 測定頻度 |
|-------------------|----------------------------|-----------------------------------|------|
| 急速ろ過 (1系) | 損出水頭 | 圧力計 | 連続計測 |
| 膜ろ過 (A、B、C、D系) | 水温 ろ過水量 入口圧力 出口圧力 | 水温センサ 水車式流量計 圧力センサ 圧力センサ | 連続計測 |

（4）実験の構成と概要

実験は、予備実験と連続実験運転とで構成され、実験条件の決定には予備実験結果およびe-Water参加事業者への原水水質アンケート調査結果から決定した。

図3.1.2-6に実験の構成を示した。

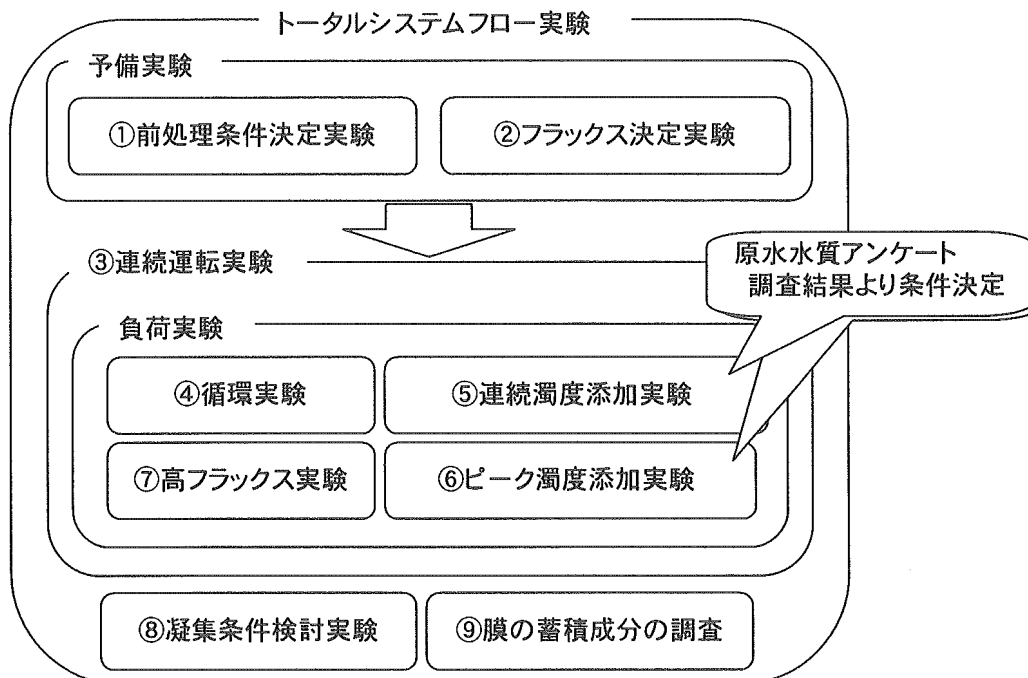


図3.1.2-6 実験の構成

綾瀬浄水場原水（相模川表流水）を用いて4つの処理フローを並列運転することにより、それぞれの浄水処理システムの能力を直接的に比較できるデータを取得した。また、各系列の膜ろ過装置の運転条件は同一とし、システムとして同様の運転履歴を持たせた。

実験は、4系列並列運転を行なう連続運転実験が基本となり、短期的な負荷実験として、循環実験、中程度連続濁度添加実験、ピーク濁度添加実験、高フラックス実験などを実施した。また、連続実験の運転条件は、予備実験として前処理条件決定実験、フラックス決定実験を実施して決定した。表3.1.2-8に実験の概要を示した。

表3.1.2-8 実験の概要

| | 実験種類 | 実験のポイント | 実験期間 |
|----------|------------|--------------------|--------------|
| 予備 実験 | ①前処理条件決定実験 | ろ過原水種類および凝集剤注入量の決定 | H15.11 |
| | ②フラックス決定実験 | フラックスおよび薬品洗浄条件の決定 | H15.11 |
| 連続 実験 | ③連続運転実験 | 長期実験として4系列並列運転 | H15.11～H17.2 |
| | ④循環実験 | 排水を回収して原水に返送 | H16.1～3 |
| | ⑤中程度濁度添加実験 | 中程度の濁度を原水に添加 | H16.3～5 |
| | ⑥ピーク濁度添加実験 | ピーク状に濁度を添加 | H16.10～11 |
| | ⑦高フラックス実験 | 一定期間フラックスを高める | H16.8、11 |
| | ⑧通常凝集条件実験 | 綾瀬浄水場の凝集条件で運転 | H16.12～H17.2 |
| | ⑨膜の蓄積成分の調査 | 実験終了後に膜表面の蓄積成分を調査 | H17.2 |

3.2 実験方法及び結果

3.2.1 連続実験

(1) 実験条件

実験条件は、予備実験として実施した前処理条件決定実験およびフラックス決定実験の結果から決定した。

表 3.2.1-1 に連続実験における各系列の主な仕様と運転条件を示した。

表 3.2.1-1 連続実験における各系列の主な仕様と運転条件

| | A系<凝集沈澱> | B系<直接ろ過> | C系<活性炭ろ過> | D系 |
|------------|--|---|--|----|
| 前次亜 | 1.0 mg(asCl)/L（浄水場の過去データに基づき定量注入） | | | — |
| PAC | 原水濁度に応じて手動設定（1日2回確認） 7.0 mg/L（原水濁度7度未満） 15.0 mg/L（原水濁度7度以上） | | | — |
| 攪拌強度 (G 値) | 混和槽 1 段目：550 混和槽 2 段目：550 フロック形成槽 1 段目：35 フロック形成槽 1 段目：8.5 | | | — |
| 前処理設備仕様 | 傾斜管 | ろ材：珪砂 有効径：φ1.2 mm 均等係数：1.4 層厚：600 mm ろ過速度：188 m/d 洗浄方法：空洗後逆洗 洗浄間隔：72 時間 | ろ材：粒状活性炭 有効径：φ1.2 mm 均等係数：1.3 層厚：600 mm ろ過速度：131 m/d 洗浄方法：空洗後逆洗 洗浄間隔：72 時間 | — |
| 膜ろ過 | モジュール形式：外圧式中空糸型精密ろ過膜（MF 膜） 膜の材質：ポリフッ化ビニリデン（PVDF） 公称孔径：0.1 μm ろ過方式：加圧型全量ろ過 膜ろ過流束：2.5～4.0（通常時 3.0） m ³ /(m ² ・d) 回収率：90～96（通常時 96） % 洗浄間隔：15～30（通常時 30）分 | | | |

(2) 連続実験結果

1) 水質

原水は相模川表流水であり、平常時は濁度5度前後で有機物濃度や鉄、マンガン等の金属類も低濃度であった。降雨時には取水場または浄水場着水井にて粉末活性炭が注入されるため濁度が上昇し、また、台風接近時には原水濁度が148度まで上昇した。

図3.2.1-1に原水濁度の経時変化、図3.2.1-2に粉末活性炭注入率を示した。

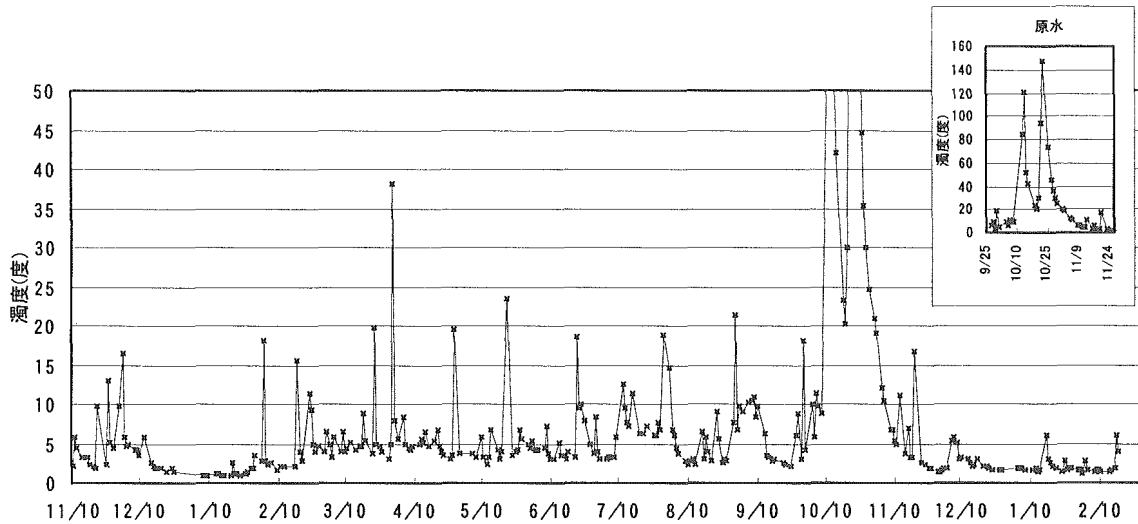


図 3.2.1-1 原水濁度の経時変化

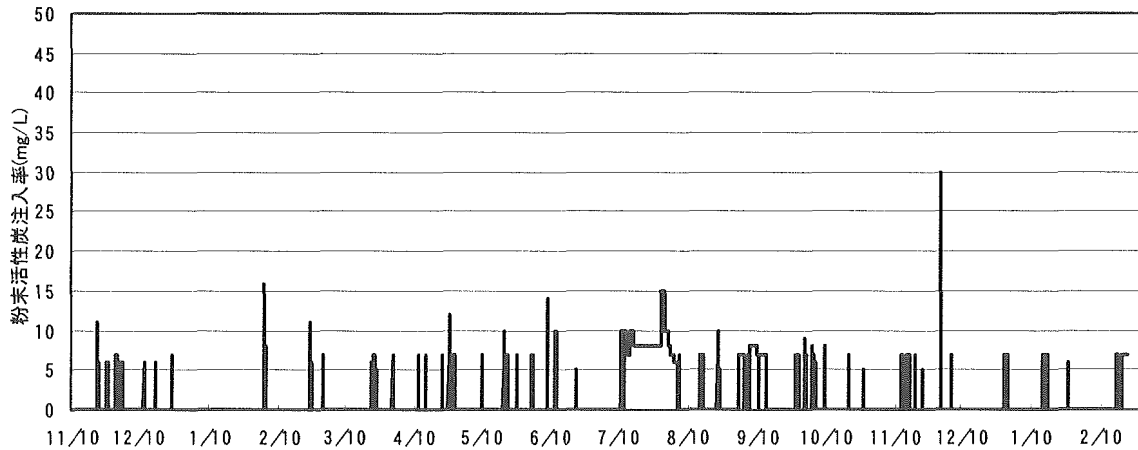


図 3.2.1-2 粉末活性炭注入率

膜ろ過供給水は前処理の違いにより系列ごとに水質が異なり、特に降雨時などは系列ごとの差が大きくなっていったが、膜ろ過水は各系列とも常に良好に処理されていた。表3.2.1-2に水質分析結果を示し、図3.2.1-3～53に各水質分析結果の経時変化を示した。

表 3.2.1-2 年間水質データ（平成15年11月～平成17年2月）

| | 1系 | | | 2系 | | A系 | B系 | | C系 | | D系 |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 原水 | 凝集沈澱 | 砂ろ過 | 混和 | 凝集沈澱 | 膜ろ過 | 直接ろ過 | 膜ろ過 | 活性炭ろ過 | 膜ろ過 | 膜ろ過 |
| 水温 | | | | | | | | | | | |
| 平均 | 15.7 | 16.0 | 16.0 | 15.8 | 16.1 | 16.3 | 16.1 | 16.4 | 16.1 | 16.4 | 17.0 |
| 最大 | 26.1 | 26.8 | 27.0 | 26.1 | 27.3 | 27.9 | 27.8 | 28.6 | 27.1 | 27.5 | 27.1 |
| 最小 | 6.3 | 6.2 | 6.0 | 6.2 | 6.4 | 6.8 | 6.3 | 6.6 | 6.3 | 6.6 | 7.8 |
| pH | | | | | | | | | | | |
| 平均 | 7.7 | 7.4 | 7.4 | 7.5 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.7 |
| 最大 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.3 |
| 最小 | 7.3 | 6.9 | 6.9 | 7.1 | 7.1 | 7.1 | 7.1 | 7.2 | 7.1 | 7.1 | 7.4 |
| 濁度 | | | | | | | | | | | |
| 平均 | 7.6 | 1.1 | 0.0 | 7.7 | 3.5 | 0.0 | 4.3 | 0.0 | 3.7 | 0.0 | 0.0 |
| 最大 | 148.0 | 7.2 | 1.0 | 146.1 | 36.2 | 0.0 | 128.3 | 0.0 | 113.5 | 0.0 | 0.0 |
| 最小 | 0.9 | 0.3 | 0.0 | 0.9 | 0.6 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 色度 | | | | | | | | | | | |
| 平均 | 4.8 | 0.2 | 0.2 | 0.9 | 1.0 | 0.2 | 1.1 | 0.4 | 0.9 | 0.3 | 0.8 |
| 最大 | 88.0 | 1.9 | 14.0 | 7.4 | 8.6 | 1.0 | 8.4 | 7.1 | 6.9 | 1.0 | 2.7 |
| 最小 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| E260 | | | | | | | | | | | |
| 平均 | 0.061 | 0.032 | 0.033 | 0.041 | 0.040 | 0.039 | 0.042 | 0.041 | 0.027 | 0.026 | 0.053 |
| 最大 | 0.148 | 0.090 | 0.090 | 0.165 | 0.138 | 0.084 | 0.112 | 0.080 | 0.061 | 0.058 | 0.103 |
| 最小 | 0.015 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| KMnO ₄ | | | | | | | | | | | |
| 平均 | 4.4 | 1.1 | 0.8 | 4.2 | 2.2 | 1.0 | 2.0 | 0.9 | 1.7 | 0.7 | 1.3 |
| 最大 | 23.8 | 3.0 | 1.2 | 22.5 | 8.9 | 1.8 | 14.3 | 2.2 | 6.9 | 1.6 | 2.2 |
| 最小 | 1.3 | 0.5 | 0.3 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | 0.7 | 0.5 | 0.6 | 0.3 | 0.7 |
| TOC | | | | | | | | | | | |
| 平均 | 1.36 | 0.73 | 0.60 | 1.38 | 1.10 | 0.59 | 0.88 | 0.56 | 0.78 | 0.46 | 0.57 |
| 最大 | 4.10 | 1.10 | 0.85 | 4.00 | 2.90 | 0.85 | 1.60 | 0.86 | 1.40 | 0.62 | 0.86 |
| 最小 | 0.64 | 0.48 | 0.21 | 0.65 | 0.59 | 0.35 | 0.48 | 0.37 | 0.36 | 0.26 | 0.36 |
| 鉄 | | | | | | | | | | | |
| 平均 | 0.24 | 0.04 | <0.01 | 0.27 | 0.11 | <0.01 | 0.09 | <0.01 | 0.09 | <0.01 | <0.01 |
| 最大 | 1.30 | 0.12 | <0.01 | 1.20 | 0.32 | <0.01 | 0.88 | <0.01 | 0.91 | <0.01 | <0.01 |
| 最小 | 0.05 | 0.01 | <0.01 | 0.05 | 0.03 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| マンガン | | | | | | | | | | | |
| 平均 | 0.015 | 0.003 | <0.005 | 0.017 | 0.008 | <0.005 | 0.003 | <0.005 | 0.004 | <0.005 | <0.005 |
| 最大 | 0.042 | 0.010 | 0.008 | 0.047 | 0.018 | <0.005 | 0.028 | <0.005 | 0.030 | <0.005 | <0.005 |
| 最小 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 |
| アルミニウム | | | | | | | | | | | |
| 平均 | 0.24 | 0.51 | 0.08 | 0.85 | 0.55 | 0.07 | 0.44 | 0.07 | 0.47 | 0.06 | <0.01 |
| 最大 | 1.30 | 0.80 | 0.38 | 1.90 | 0.72 | 0.10 | 1.40 | 0.12 | 1.40 | 0.11 | <0.01 |
| 最小 | 0.05 | 0.33 | 0.02 | 0.40 | 0.38 | 0.04 | 0.16 | 0.03 | 0.16 | <0.01 | <0.01 |

単位：pH（－）、濁度（度）、色度（度）、KMnO₄（mg/L）、TOC（mg/L）、鉄（mg/L）、マンガン（mg/L）、アルミニウム（mg/L）

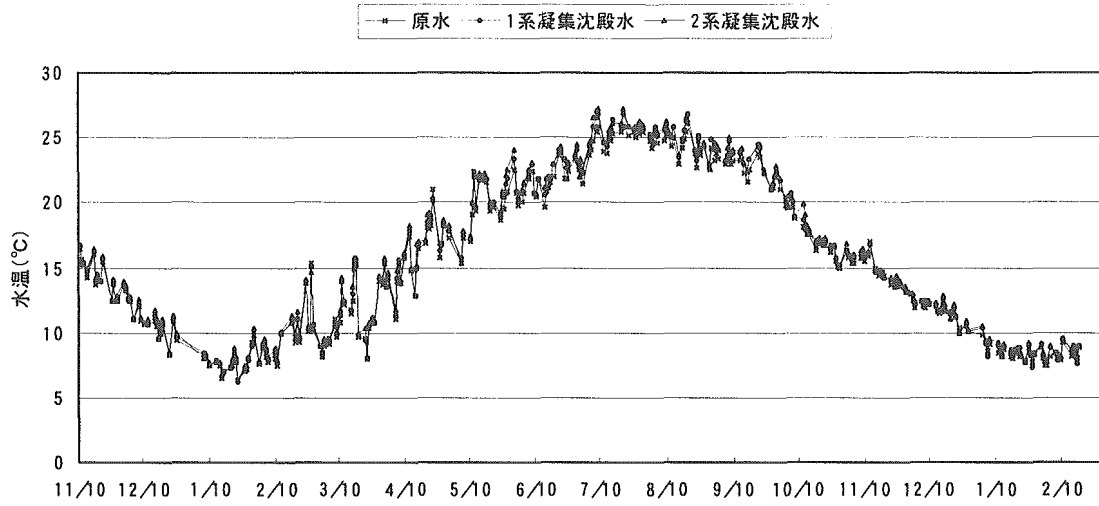


図 3.2.1-3 水温の経時変化（原水、1系凝集沈殿水、2系凝集沈殿水）

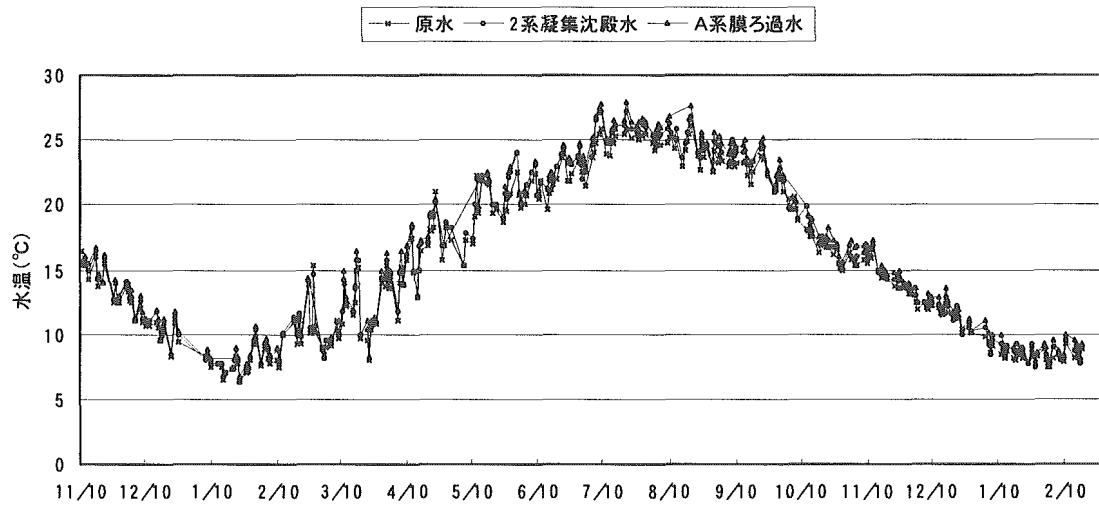


図 3.2.1-4 水温の経時変化（原水、2系凝集沈殿水、A系膜ろ過水）

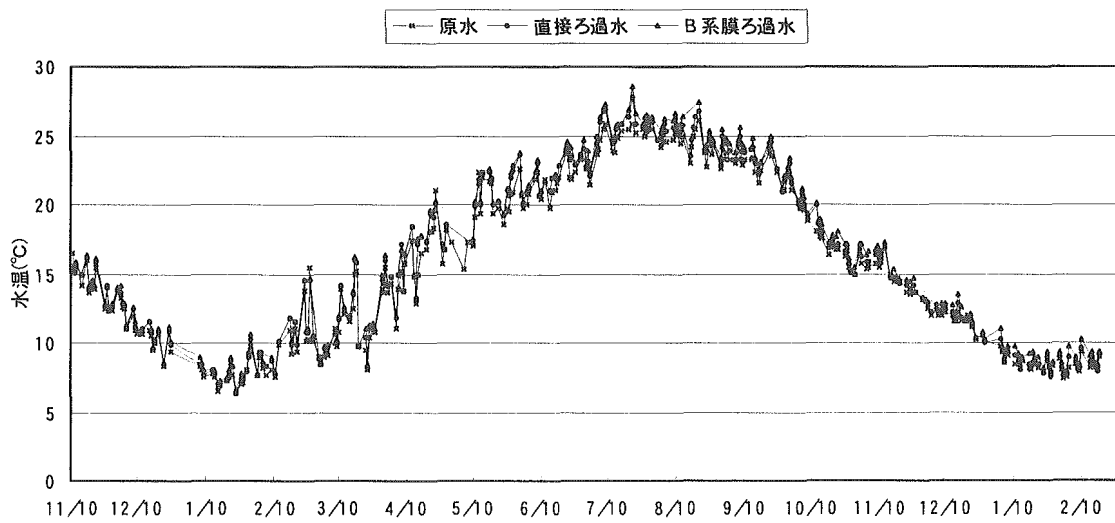


図 3.2.1-5 水温の経時変化（原水、直接ろ過水、B系膜ろ過水）

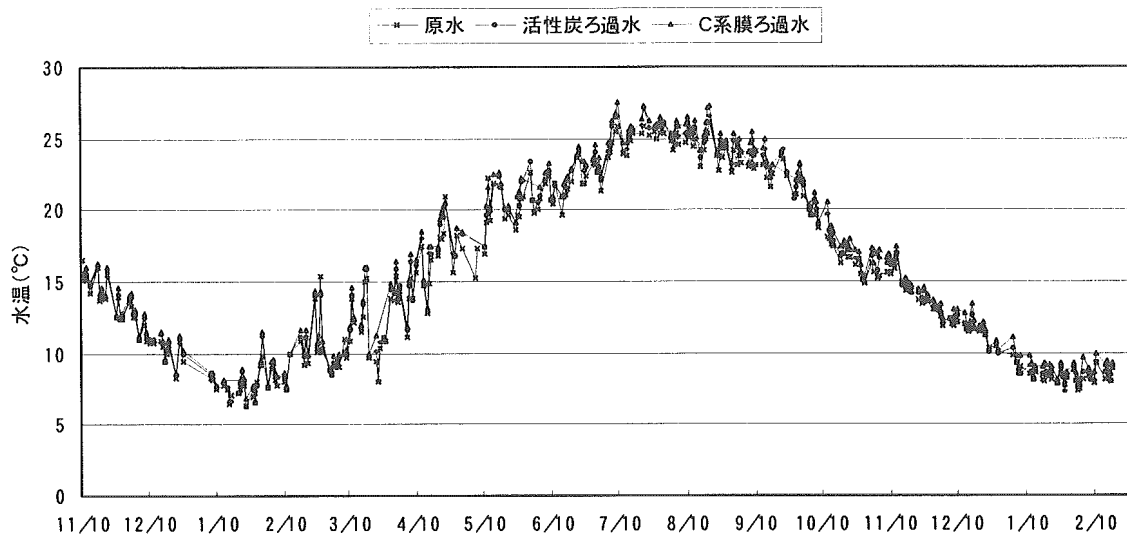


図 3.2.1-6 水温の経時変化（原水、活性炭ろ過水、C系膜ろ過水）

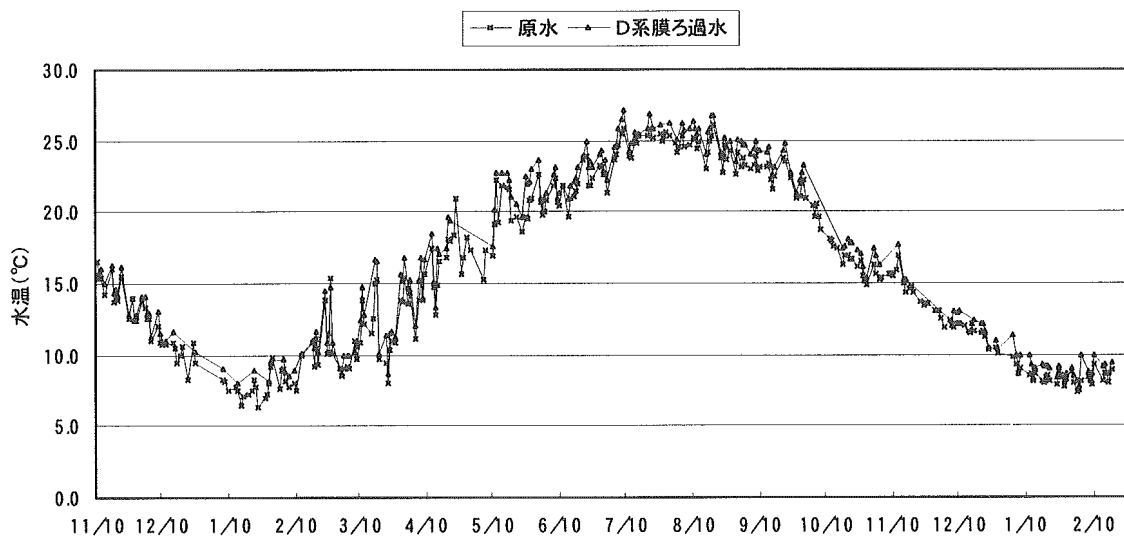


図 3.2.1-7 水温の経時変化（原水、D系膜ろ過水）

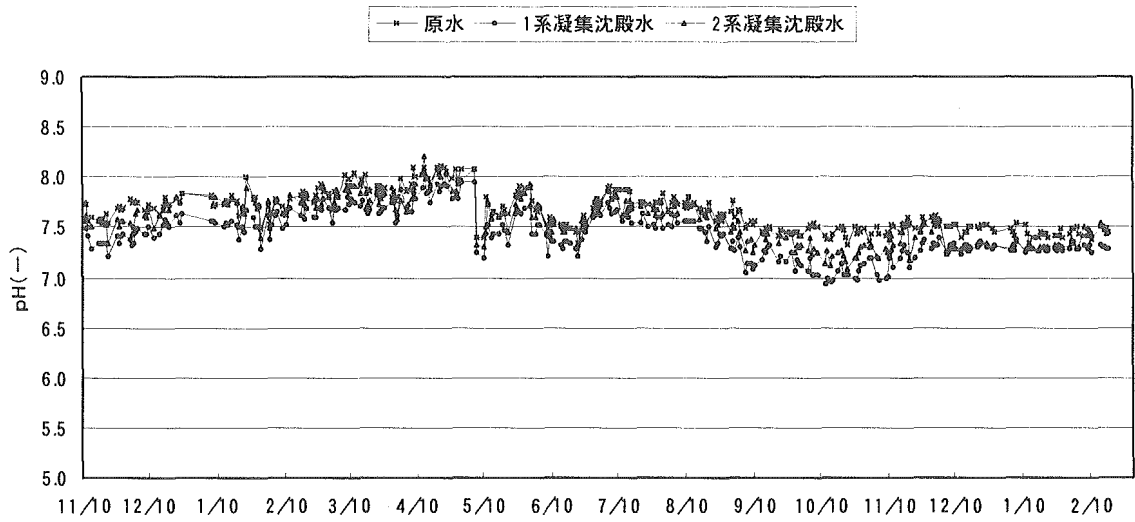


図 3.2.1-8 pH の経時変化（原水、1系凝集沈殿水、2系凝集沈殿水）

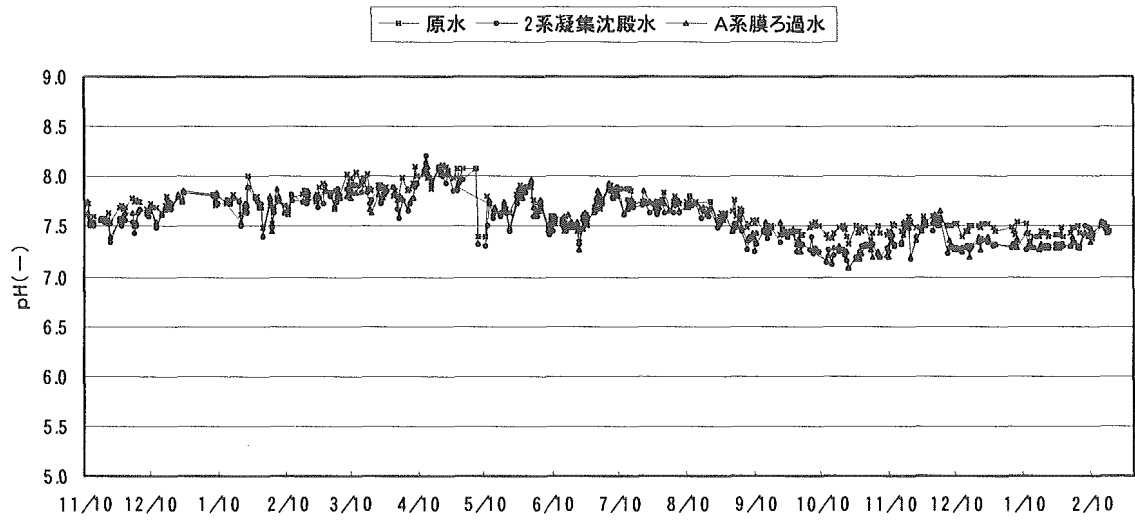


図 3.2.1-9 pH の経時変化（原水、2系凝集沈殿水、A系膜ろ過水）

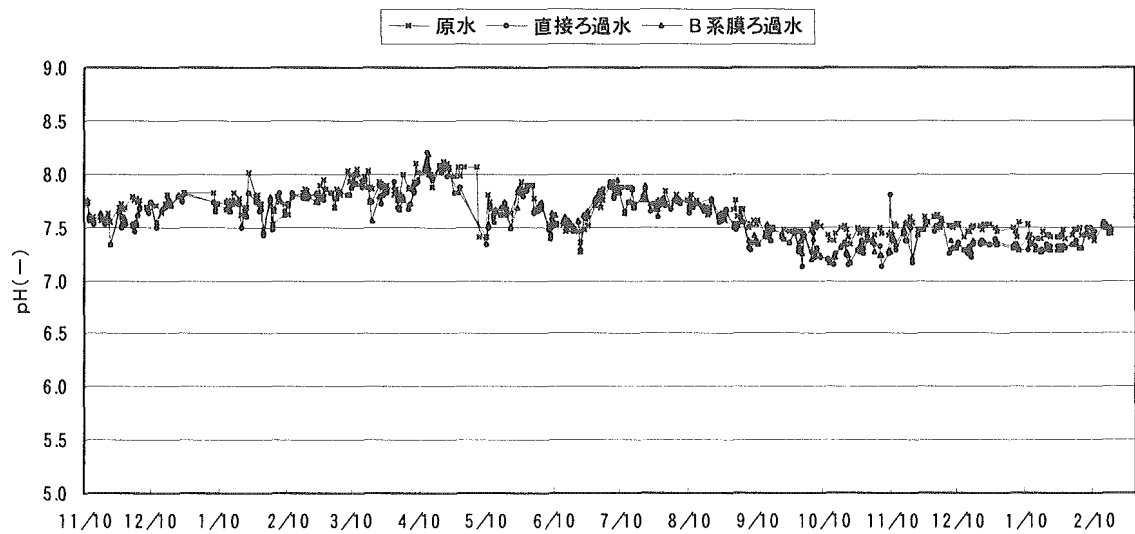


図 3.2.1-10 pH の経時変化（原水、直接ろ過水、B系膜ろ過水）