

19990655

厚生科学研究費補助金による

水道技術の高度化に関する研究

平成11年度

総括研究報告書

平成12年3月

財団法人 水道技術研究センター

序にかえて

このプロジェクトは、高効率浄水技術開発研究というのが正式名称ですが、ACT21 と呼ばれるのは“21世紀に向けた先進的浄水技術”という意味の英語“Advanced Aqua Clean Technology for 21st Century”の頭文字からとっています。この高効率浄水技術開発研究は、(財)水道技術研究センターが厚生省の厚生科学研究費補助金を受け、平成9年度から13年度までの5ヶ年計画で実施しています。

本研究の背景として、わが国の水道事業は施設更新時期を迎え、浄水施設などの新しい機能を有するものに更新することが計画されることに対し、コスト縮減という政策目標にも適合しつつ新時代に合った性能の技術の採用を考える必要があること、また、微量の有害化学物質による水質汚染の問題と国民の安全な飲料水に対するニーズへの対応の必要性という点があげられます。

本研究は、大学等研究機関、水道事業体の参画と参加企業46社の協力により進められており、研究は7つの研究テーマに分けられ、7つの研究グループが設けられているほか、各グループを補完するワーキンググループ等が3グループ設けられています。また、東日本と西日本とにそれぞれ大規模の実証実験プラントが設けられて実験が行われています。

本年度は、予定研究期間の3年目ということで、各研究グループ委員会を初めとする各種委員会が定期的にかかれるとともに、第1、第2研究グループの合同実験も一部研究成果が得られつつあります。このプロジェクトの傘下の持ち込み研究27課題もそれぞれが実験もしくは研究が軌道に乗り、その成果が期待されるところとなっております。21世紀のわが国の水道技術発展にこの高効率浄水技術開発研究の成果が大きな役割を果たすものと考えます。

本研究を実施するにあたり、ご指導いただきました厚生省、合同実験場と実験プラント施設、また、持ち込み実験の実験用地をお貸し頂いた水道事業体、並びにご尽力頂きました担当者の方々やご支援頂きました厚生省の皆様方にこの場を借りて厚くお礼申し上げます。

平成12年3月

財団法人 水道技術研究センター

専務理事 藤原正弘

目 次

1. 総 論	1
2. 各種委員会開催状況	2
3. 第1研究グループ報告	10
3. 1 はじめに	10
3. 2 研究の概要	10
3. 3 研究テーマと平成11年度実験計画	11
3. 4 総 括	13
3. 5 問題と課題	22
3. 6 平成12年度実験計画	23
4. 第2研究グループ報告	25
4. 1 研究の概要	25
4. 2 合同研究実験結果	26
4. 3 ワーキンググループ活動	29
4. 4 持ち込み研究	29
4. 5 今後の課題	30
5. 第3研究グループ報告	32
5. 1 研究概要	32
5. 1. 1 はじめに	32
5. 1. 2 研究課題	33
5. 1. 3 研究体制	33
5. 2 平成11年度研究報告	33
5. 2. 1 研究報告	33
5. 2. 2 活動報告	35
5. 3 平成12年度研究計画	36
6. 第4研究グループ報告	37
6. 1 はじめに	37
6. 2 研究の概要	37
6. 2. 1 研究の目的および本年度の達成目標	37
6. 2. 2 活動状況	37
6. 2. 3 持ち込み研究	39
6. 3 次年度以降の研究計画	39
7. 第5研究グループ報告	40
7. 1 経 緯	40
7. 2 平成11年度に実施した持ち込み研究	40
7. 3 持ち込み研究の成果概要	40
7. 4 平成12年度の予定	42
7. 5 委員会開催状況	42

8. 第6研究グループ報告	43
8. 1 研究概要	43
8. 2 浄水施設機能診断の考え方の整理	43
8. 3 浄水施設の効率化指標の作成	47
8. 4 施設台帳作成方法の検討	47
8. 5 機能診断調査手法の検討	48
8. 6 診断結果の総合評価手法の検討	54
8. 7 水道施設整備の便益評価	56
9. 第7研究グループ報告	57
9. 1 はじめに	57
9. 2 研究の概要	58
9. 3 総括	60
10. 技術資料作成ワーキンググループ活動報告	61
10. 1 活動報告書の趣旨	61
10. 2 構成メンバー	61
10. 3 活動内容	61
10. 4 活動経過と成果	62
資料編	65
・資料-1 各研究グループ研究工程表	69
・資料-2 持ち込み研究中間報告	85
・資料-3 平成11年度高効率浄水技術開発研究委員名簿	115

1. 総論

1. 1 背景及び目的

1) 水道水の安定した供給の確保

渇水や地震等の自然災害に対してより強い水道づくりを目指す。

2) 水道水の質的向上

- ・トリハロメタン等消毒生成物の前駆物質、トリクロロエチレン等の有機溶剤、農薬等々による水道原水の汚染対策
- ・寄生性の原虫クリプトスポリジウムによる水道水の汚染事故に対処
- ・WHO飲料水質ガイドライン改訂検討委員会では、水道水中のアルミニウムに関するガイドライン値の見直しが真剣に議論されており、これに対応する準備を行う。

3) 浄水施設が老朽化と更新

浄水施設の処理機能の適切な診断・評価手法の確立

4) 水道法に基づく施設基準の制定との調和

水道における浄水技術の革新と高効率化の実現を最終目標として、固液分離や消毒等の基本的な浄水技術を中心に、新たな技術の開発や既存技術の活用につき、柔軟で新しい発想のもとに実用化を前提とした総合的な検討を行う。

5) 排水処理

- ・上澄水の返送に伴う浄水処理への影響（クリプト対策含む）
- ・省エネルギー・環境保全
- ・適切で効率的な新しい処理技術の開発

1. 2 高効率浄水技術開発研究の定義

本研究が目指すところの「高効率浄水技術」とは、従来の技術と比較して、

- 1) より高い汚染物質除去性能を有すること。
- 2) 処理施設の小型化・簡素化及び管理の省力化が図れること。
- 3) 信頼性がより高いこと。

等の要件を満たす浄水技術である。この場合、個別の処理プロセス（例えば、沈殿、ろ過等）で高い処理性能が得られなくても、処理システム全体として上記の要件を満たすような浄水技術も、本研究の対象として含めるものとする。なお、将来における処理システムの変更などに際して柔軟な対応が可能であることも、上記の要件と併せて念頭に置く。

1. 3 研究課題

本研究では、下記の7課題につき研究を行う。

- (1) 湖沼・貯水池系原水等を対象とした高効率浄水技術の開発に関する研究
- (2) 河川系原水等を対象とした高効率浄水技術の開発に関する研究
- (3) 膜ろ過法の新分野への適用技術の開発に関する研究
- (4) 代替消毒法の実用化技術の開発に関する研究
- (5) 浄水場排水の高効率処理技術の開発に関する研究
- (6) 浄水施設の機能診断・機能改善手法の開発に関する研究
- (7) 浄水場における計測・制御技術の向上に関する研究

2. 各種委員会開催状況

総括研究報告書には、主要委員会について整理した。各研究グループ内の幹事会、連絡会議、ワーキンググループ活動等の詳細については、各グループ報告書に記載した。

2. 1 研究委員会

1) 第5回研究委員会

- ・開催日時：平成10年12月15日、13:30～15:30
- ・場 所：センター会議室
- ・議 題：各研究グループ研究経過報告
持ち込み研究の状況報告について
第2研究グループでの水道用膜濾過実験について

2) 第6回研究委員会

- ・開催日時：平成11年3月10日、15:30～17:30
- ・場 所：センター会議室
- ・議 題：技術資料作成ワーキンググループの成果報告
持ち込み研究中間報告会開催について
最終成果のまとめ方について

2. 2 調整委員会

1) 第6回委員会

- ・開催日時：平成12年3月21日、15:00～17:00
- ・場 所：虎ノ門パストラル
- ・議 題：研究費全体計画について
平成11年度活動状況報告及び平成12年度研究計画について
第2研究グループでの水道用膜濾過実験について

2. 3 プロジェクト委員会

1) 第12回委員会

- ・開催日時：平成11年4月21日、10:00～12:00
- ・場 所：虎ノ門パストラル会議室
- ・議 題：平成10年度報告書について
各研究グループ進捗状況の報告

2) 第13回委員会

- ・開催日時：平成11年6月30日、15:00～16:30
- ・場 所：虎ノ門パストラル会議室
- ・議 題：各研究グループの進捗状況
高効率浄水技術開発研究セミナーについて

3) 第14回委員会

- ・開催日時：平成11年9月3日、13：30～15：00
- ・場 所：虎ノ門パストラル会議室
- ・議 題：技術資料作成ワーキンググループ中間報告
進捗状況報告

4) 第15回委員会

- ・開催日時：平成11年11月5日、10：30～12：00
- ・場 所：虎ノ門パストラル会議室
- ・議 題：村野実証プラント通水式について
第1回海外調査実施報告

5) 第16回委員会

- ・開催日時：平成11年12月15日、16：00～17：30
- ・場 所：日消ホール
- ・議 題：海外調査報告
資料作成ワーキンググループ中間報告

6) 第17回委員会

- ・開催日時：平成12年2月9日、13：30～16：30
- ・場 所：東海大学校友会館 朝日の間
- ・議 題：今後の進め方について
持ち込み研究発表会

2. 4 第1研究グループ委員会

1) 第12回委員会

- ・開催日時：平成11年5月14日、10：00～12：30
- ・場 所：水道技術研究センター会議室
- ・議 題：平成10年度報告書について
合同実験進捗状況
平成11年度実験計画について

2) 第13回委員会

- ・開催日時：平成11年7月6日、10：00～12：30
- ・場 所：水道技術研究センター会議室
- ・議 題：合同実験進捗状況
鉄系凝集剤について

3) 第14回委員会

- ・開催日時：平成11年9月1日、15：00～17：00
- ・場 所：水道技術研究センター会議室
- ・議 題：合同実験進捗状況及び高速ろ過データについて
研究方針について

4) 第15回委員会

- ・開催日時：平成11年11月26日、9：00～17：00

- ・場 所：仙台市水道局 茂庭浄水場
- ・議 題：福増浄水場原水と茂庭浄水場原水の特徴について
茂庭浄水場、釜房ダム視察

5) 第16回委員会

- ・開催日時：平成12年1月19日、10:00～13:00
- ・場 所：水道技術研究センター会議室
- ・議 題：合同実験進捗状況及び高速ろ過データについて

6) 第17回委員会

- ・開催日時：平成12年3月15日、13:30～17:00
- ・場 所：水道技術研究センター会議室
- ・議 題：平成11年度報告書のまとめについて
平成12年度計画について

2. 5 第2研究グループ委員会

1) 第10回委員会

- ・開催日時：平成11年4月23日、13:30～15:00
- ・場 所：レストラン立山会議室
- ・議 題：実証実験データについて

2) 第11回グループ委員会

- ・開催日時：平成11年6月15日、13:00～15:30
- ・場 所：大阪府村野浄水場会議室
- ・議 題：11年度後半の実験計画、プラント改造計画について
多層ろ過に関する調査研究報告書について

3) 第12回委員会

- ・開催日時：平成11年7月29日、15:00～17:00
- ・場 所：日本消防会館会議室
- ・議 題：ジャーテスト実験中間報告
文献抄録の作成について

4) 第13回委員会

- ・開催日時：平成11年9月16日、15:00～17:30
- ・場 所：水道技術研究センター会議室
- ・議 題：凝集剤比較実験計画について
持ち込み研究中間報告

5) 第14回委員会

- ・開催日時：平成11年11月12日、15:00～17:00
- ・場 所：水道技術研究センター会議室
- ・議 題：高濁度水の流入による高速ろ過への影響について
研究概要報告の内容について

6) 第15回委員会

- ・開催日時：平成12年1月26日、14:00～16:00
- ・場 所：水道技術研究センター会議室
- ・議 題：冬季の実証プラント実験データについて
11年度研究概要報告の作成要領について

7) 第16回委員会

- ・開催日時：平成12年3月27日、14:00～17:00
- ・場 所：レストラン立山会議室
- ・議 題：実証プラント実験データについて
12年度研究計画について
- ・開催日時：平成12年3月15日、13:30～17:00
- ・場 所：レストラン立山
- ・議 題：高速ろ過運転経過のまとめについて
12年度研究計画について

2. 6 第3研究グループ委員会

1) 持ち込み研究ヒアリング

- ・開催日時：平成11年6月4日、18:00～19:00
- ・場 所：新宿住友ビル会議室
- ・議 題：持ち込み実験ヒアリング

2) 持ち込み研究ヒアリング

- ・開催日時：平成11年8月31日、10:00～11:00
- ・場 所：東條会館
- ・議 題：持ち込み実験ヒアリング

3) 第5回委員会

- ・開催日時：平成11年10月21日、13:00～17:00
- ・場 所：ホテルパステル京都会議室
- ・議 題：持ち込み研究状況報告
研究方針について

4) 持ち込み研究ヒアリング

- ・開催日時：平成11年12月6日、13:00～14:00
- ・場 所：水道技術研究センター会議室
- ・議 題：持ち込み実験ヒアリング

5) 第6回委員会

- ・開催日時：平成12年2月25日、10:30～17:00
- ・場 所：ホテルモントレ山王会議室
- ・議 題：研究方針について
持ち込み研究報告

2. 7 第4研究グループ委員会

1) 第9回委員会

- ・開催日時：平成11年5月18日、15:00～17:00
- ・場 所：(財)水道技術研究センター会議室
- ・議 題：平成10年度研究報告書について
平成11年度作業計画について

2) 第10回委員会

- ・開催日時：平成11年7月23日、15:00～17:00
- ・場 所：大阪府水道部村野浄水場会議室
- ・議 題：文献委員会報告
技術資料作成ワーキンググループ報告
持ち込み研究の進捗状況について

3) 第11回委員会・持ち込み研究施設見学

- ・開催日時：平成11年12月3日、15:00～17:00
- ・場 所：宇部市水道局広瀬浄水場会議室
- ・議 題：技術資料作成ワーキンググループ中間報告
「代替消毒剤の実用化に関するマニュアル」について
持ち込み研究状況報告

2. 8 第5研究グループ委員会

1) 第7回委員会

- ・開催日時：平成11年6月11日、13:30～15:30
- ・場 所：ニッショーホール第2会議室
- ・議 題：共同持ち込み研究「浄水場返送水に関する水質調査」実施方法について
個別持ち込み研究の準備状況の説明

2) 第8回委員会

- ・開催日時：平成11年10月4日、13:30～15:30
- ・場 所：レストラン立山会議室
- ・議 題：共同持ち込み研究「浄水場の返送水に関する水質調査」の調査報告並び
に対象浄水場の変更について

3) 第9回委員会

- ・開催日時：平成12年1月19日、13:30～15:30
- ・場 所：レストラン立山会議室
- ・議 題：共同持ち込み研究「浄水場の返送水に関する水質調査」の調査報告
その他個別持ち込み研究について進捗状況の報告

4) 第10回委員会

- ・開催日時：平成12年3月21日、13:30～16:00
- ・場 所：水道技術研究センター会議室
- ・議 題：持ち込み研究概要報告

平成11年度研究活動の報告書作成について

2. 9 第6研究グループ委員会

1) 第2部会(第4回)

- ・開催日時：平成11年5月7日、16:30～18:30
- ・場 所：水道技術研究センター会議室
- ・議 題：平成11年度研究計画について

2) 第6回委員会

- ・開催日時：平成11年5月21日、13:30～17:00
- ・場 所：京都大学 学内会議室
- ・議 題：平成11年度の活動について

3) 第2部会(第5回)

- ・開催日時：平成10年10月19日、9:30～12:00
- ・場 所：水道技術研究センター会議室
- ・議 題：平成11年度研究活動について
研究経過報告

4) 第7回委員会

- ・開催日時：平成11年11月30日、13:30～17:30
- ・場 所：レストラン立山会議室
- ・議 題：平成11年度研究活動について
研究経過報告

5) 第2部会(第6回)

- ・開催日時：平成12年3月29日、13:30～17:30
- ・場 所：水道技術研究センター会議室
- ・議 題：平成11年度報告書について
平成12年度研究計画について

2. 10 第7研究グループ委員会

1) 第12回委員会

- ・開催日時：平成11年4月13日、13:30～17:00
- ・場 所：水道技術研究センター会議室
- ・議 題：アンケート調査について

2) 第13回委員会

- ・開催日時：平成11年6月4日、13:30～15:30
- ・場 所：水道技術研究センター会議室
- ・議 題：共同実験について

3) 第14回委員会

- ・開催日時：平成11年8月6日、13:30～17:00

- ・場 所：水道技術研究センター会議室
 - ・議 題：共同実験について
アンケート結果とヒアリングの実施について
- 4) 第15回委員会
- ・開催日時：平成11年10月6日、13:30～16:30
 - ・場 所：北海道大学ファカティハウス会議室
 - ・議 題：低濃度濁度計測に関するガイドラインについて
事業者へのヒアリング計画について
- 5) 第16回委員会
- ・開催日時：平成11年12月22日、15:00～17:00
 - ・場 所：水道技術研究センター会議室
 - ・議 題：低濃度濁度計測に関するガイドラインについて
ヒアリング調査について
- 6) 第17回委員会
- ・開催日時：平成12年2月22日、14:00～17:00
 - ・場 所：水道技術研究センター会議室
 - ・課 題：低濃度濁度計測に関するガイドラインについて
平成12年度課題と研究計画について
2. 1.1 技術資料作成ワーキンググループ
- 1) 第1回WG会議
- ・開催日時：平成11年3月17日、
 - ・場 所：レストラン立山会議室
 - ・議 題：幹事団長、幹事団の選出
今後の作業について
- 2) 第2回WG会議
- ・開催日時：平成11年5月11日
 - ・場 所：水道技術研究センター会議室
 - ・議 題：作業工程の作成
分科会の構成メンバーの決定
- 3) 第3回WG会議
- ・開催日時：平成11年7月6日
 - ・場 所：水道技術研究センター会議室
 - ・議 題：各研究グループ最終研究成果についての討議
- 4) 第4回WG会議
- ・開催日時：平成11年9月20日
 - ・場 所：水道技術研究センター会議室
 - ・議 題：整理フォーマット、これまでの成果について
分科会成果の検討、討議

- 5) 第1分科会（ガイドライン目次作成） 平成11年7月29日、9月20日
議題：目次案の構成について討議
- 6) 第2分科会（研究グループ進捗調整） 平成11年7月27日、9月20日
議題：進捗調整の役割、研究工程の調査について討議
- 7) 第3分科会（技術資料フォーマット作成） 平成11年8月2日
議題：技術資料フォーマットについて討議

2. 12 高効率浄水技術セミナー

- ・開催日時：平成11年8月30日
- ・ 平成11年8月31日
- ・場 所：東條会館
- ・発表等：各研究グループ委員長の研究発表
各研究グループの研究内容等の討議
持ち込み研究の一部成果の発表

3. 第1研究グループ報告

3. 1 はじめに

高普及時代を迎えて、我が国の水道は、国民の健康で文化的な生活や社会経済活動を支える基盤施設として、ますますその重要度が高まってきている。

しかしながら、湖沼や貯水池を水道原水として利用している場合には、水源の富栄養化に伴い様々な浄水障害が発生している。それらは、かび臭・ろ過障害・トリハロメタン前駆物質の増加などのほか、凝集阻害に伴うろ過池からの微細藻類や寄生性の原虫クリプトスポリジウムの漏出や、浄水中のアルミニウム濃度の増加などである。

これらの原因により、多くの場合、浄水処理に困難をきたしているのが現状である。

本研究では、湖沼・貯水池の水質特性に見合った浄水技術の開発を行い、これらの諸問題の解決を図るとともに効率的な新しい浄水技術の開発を行うものである。

なお、今年度の研究は、合同実験場の千葉県福増浄水場内実験プラント施設において、凝集剤としてポリ塩化アルミニウムと塩化第二鉄を用い、「凝集沈澱・高速ろ過処理に関する実験」を行い報告書を取りまとめた。

3. 2 研究の概要

3. 2. 1 研究の目的

本研究グループでは、水源の富栄養化や排水の流入による原水水質の悪化、浄水中のアルミニウム濃度の増加というような諸問題の解決を図ることを目的として、湖沼・貯水池の水質特性に見合った凝集沈澱・急速ろ過技術の開発、研究を行った。

また、研究にあたっては、

- ・より高い汚染物質除去性能を有する。
- ・処理施設の小型化・簡素化及び管理の省力化が図れる。
- ・信頼性がより高い。
- ・環境保全及び既存施設の有効利用。

等の要件を満たす浄水技術の検討を行うものとした。

3. 2. 2 研究課題

第1研究グループでは、「湖沼・貯水池系原水等を対象とした高効率浄水技術の開発に関する研究」の課題につき研究を行った。

3. 2. 3 研究内容

「湖沼・貯水池系原水等を対象とした高効率浄水技術の開発に関する研究」の研究内容は以下のとおりである。

- ・藻類ならびに藻類由来の臭気物質やその他の代謝生成物を効率的に除去するための新しい浄水技術の開発。
- ・凝集剤注入率の適正化に関する検討及び鉄系凝集剤や高分子凝集剤の適用可能性に関する検討。

- ・ろ過速度の向上とろ過池の洗浄技術に関する検討。
- ・浮上分離技術に関する検討。

なお、これらの課題に関する研究では、合同実験を実施した。

3. 2. 4 研究方法

下記の構成により実施した。

(1) 合同研究

各研究グループに所属する全機関が共同で実施する実証研究で、各研究グループがそれぞれの責任において実施した。合同研究の実験施設は千葉県水道局 福増浄水場の実証実験プラントを使用した。

(2) 持ち込み研究

各研究グループに所属する会員事業体及び会員企業が、その研究グループが定める統一的な研究計画に基づき、任意の実験施設にそれぞれ独自の実験装置を持ち込んで行う実証実験で、各研究グループがそれぞれの責任において実施した。

(3) 基礎研究

各研究グループに所属する大学等の研究者が、担当研究課題につき基盤技術確立を目的として行った。

3. 3 研究テーマと平成11年度実験計画

3. 3. 1 研究テーマ概要

湖沼・貯水系における沈澱・ろ過の高効率化技術の検討として、下記テーマを選定した。

(1) 研究テーマ1 ろ過池の高効率化に関する研究

- ①ろ過条件の選定
- ②洗浄条件の選定
- ③洗浄排水の処理 : 第5グループと関連
- ④評価基準: 水質、ろ過継続時間、排水量と排水の濁度低下
- ⑤カラム実験: ろ過速度条件を変更

(2) 研究テーマ2 沈澱池の高効率化に関する研究

- ①凝集剤の選定
- ②凝集・沈澱の操作条件と装置
- ③評価基準: 水質

(3) その他

- ①持ち込み実験の取り扱いと方法: 参考にするものがあれば検討

3. 3. 2 実験計画

(1) 研究テーマ

「沈澱池及びろ過池の高効率に関する研究検討」

(2) 研究課題

「鉄系凝集剤の適用可能性及びろ過速度の向上とろ過池洗浄技術に関する検討」。

(3) 合同研究の内容

実証実験プラントを使用し、凝集剤としてアルミ系であるポリ塩化アルミニウム (PAC) と鉄系である塩化第二鉄を使用し、下記の点について検討を行う。

- ・鉄系凝集剤 (塩化第二鉄) の適用可能性
- ・凝集剤の違いによる凝集沈澱効果
- ・凝集 pH と凝集沈澱効果の関係
- ・凝集剤の違いによる汚泥の沈降性
- ・限界ろ過速度 (高速ろ過) の探求
- ・洗浄効果

(4) 実験フロー

PAC系及び第二塩化鉄系沈澱処理水を図 3-2-1 に示すろ過速度により各カラムに通水する。

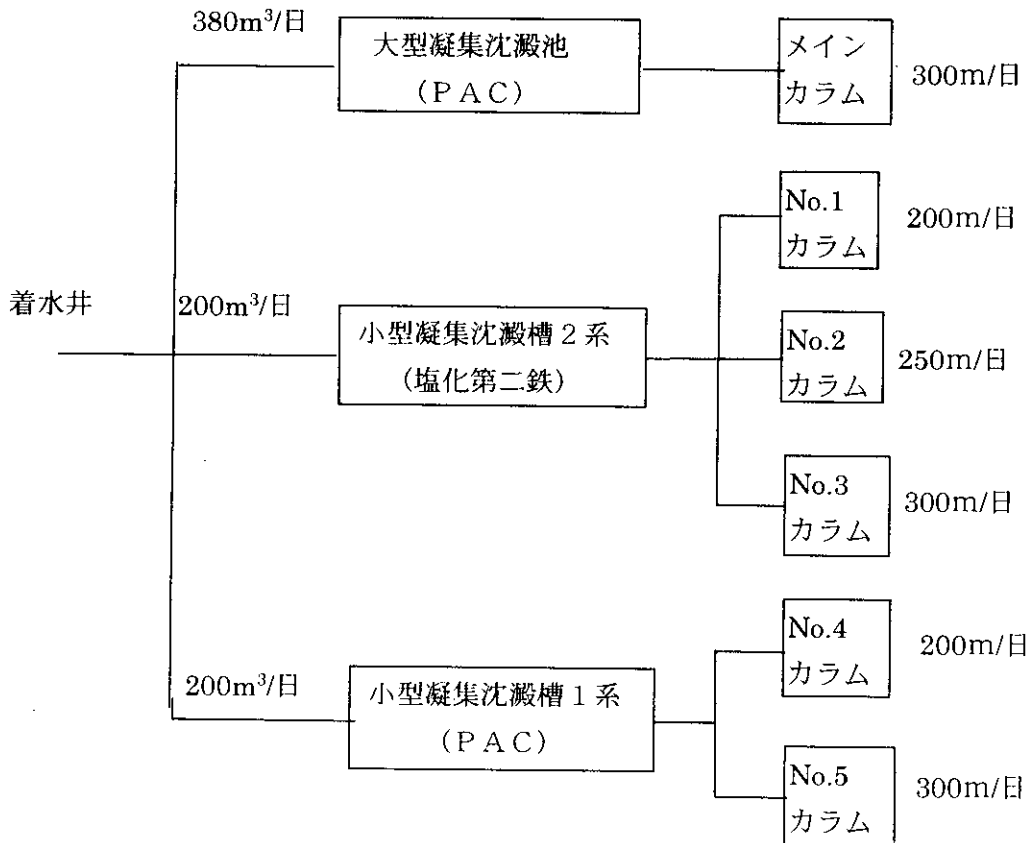


図 3-1 実験フロー

(5) 評価項目

- ①沈澱処理水濁度、ろ過水濁度 (0.1 度未満 24 時間保持を目標とする)
- ②一般水質分析
- ③損失水頭 (経時変化、初期損失水頭変化、マノメーター)
- ④ろ過水微粒子個数濃度
- ⑤ろ層の残留濁質確認
- ⑥ろ過継続時間

⑦洗浄効果（初期損失水頭）

⑧水回収率

3. 4 総括

5 年計画でスタートして「高効率浄水技術開発研究」もすでに3年目が終了、残すところ後2年間となった。実際には、初年度の平成9年度は準備段階であったため目立った活動はできなかった。2年目の平成10年度は、ろ過カラム実験装置の完成を待って、凝集剤にPACを使用した高速ろ過について実証実験を開始した。3年目の平成11年度は、

- ① 平成10年度の実験で確認できなかった、夏期における凝集剤PACを使用しての高速ろ過実験。
- ② 平成11年度の研究テーマである鉄系凝集剤による凝集沈澱と高速ろ過実験。
を主に行ってきた。

本年度の報告書は、ガイドライン作成を考慮し、今までの実証実験等を通し蓄積してきたものをまとめなければならない。

具体的には、16ヶ月間行ってきた実証実験のデータをまとめ直し、藻類を中心として、①天候②水質変化③過去5年間の水質と運転データ④運转向けジャーテスト結果⑤定期ジャーテスト結果⑥高分子凝集剤使用のジャーテスト結果⑦沈殿池沈降状況調査結果⑧文献調査資料等からの検討を行いまとめることになるが、データの数が非常に多く、詳細な検討を行っていくにはかなりの時間を要することから、ここでは、概要を報告する。

3. 4. 1 原水水質

(1) 原水水質

平成11年度の原水水質の測定結果を表3-1に示す。

表3-1 原水水質の最大値、最小値、平均値（平成11年3月～平成12年2月）

水質項目	単位	測定回数	最大値	最小値	平均値
水温	℃	238	28.6	6.4	17.2
pH値	—	239	8.9	7.2	7.7
濁度	度	238	172	4.2	14.9
色度	度	238	56	11	17.8
アルカリ度	mg/L	237	139	36	101
紫外線吸光度(E260)	—	237	0.582	0.180	0.335
過マンガン酸カリウム消費量	mg/L	46	19.4	8.7	13.1
藻類総数	個/mL	84	39478	258	4974

3～8月は、降雨の影響により原水濁度が上昇する傾向が見られ、4月には139度、7月に180度程度まで上昇した。それに伴い、色度が上昇し、アルカリ度が低下する状況であった。また、E260 および過マンガン酸カリウム消費量は、濁度および色度の上昇と同様に推移していた。

8～10月は、10月に降雨による濁度の上昇が見られるが、4月、8月の濁度上昇と比較す

るとそれほど大きな上昇ではなく、濁度は安定した状況で推移していた。また、E260 および過マンガン酸カリウム消費量は、全体的に高い傾向を示していた。

11～2月、濁度が徐々に低下し、色度も濁度と同様な傾向を示していた。E260 および過マンガン酸カリウム消費量は、比較的低い傾向を示していた。

原水藻類に関しては、3月下旬から藻類総数が減少し、5月には藻類総数が258個/mLであり、藻類の中では、珪藻類が藻類総数の95%程度を占めており、珪藻類の中でも *Cyclotella.spp* が優占種として発生していた。また、珪藻類の中で今まで増殖が少なかった *Asterionella formosa* が発生していた。

6～9月は珪藻類が減少傾向を示し、藍藻類が増加する傾向となり、特に8月には、藻類総数の80～95%以上が藍藻類であり、 *Microcystis.spp* が優占種として発生していた。

10～11月は、珪藻類（優占種は、*Melosira granulata*）と藍藻類のそれぞれが全体の50%程度を占めているが徐々に藍藻類の減少が見られ、珪藻類（優占種は、*Cyclotella.spp*）が増加している結果であった。

12～2月の原水藻類数は、全体的に少なく、珪藻類（優占種は、*Cyclotella.spp*）が藻類総数の30～50%程度を占め、クリプト藻類も藻類総数の40～60%を占めているが、クリプト藻類が徐々に減少し、珪藻類（優占種は、*Cyclotella.spp*）が藻類総数の60～70%程度を占めている傾向であった。

（2）藻類数と水温

藻類の増殖要因には化学的、生物学的、物理的なものが考えられるが、水温は藻類の増殖に影響する主要な要因である。水温と藻類の増殖関係を図3-2、3-3に示す。

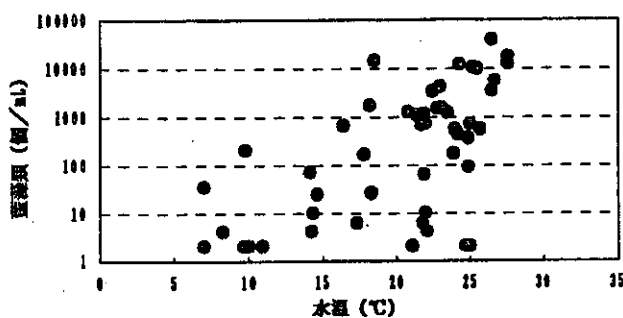


図 3-2 水温と藍藻類の出現

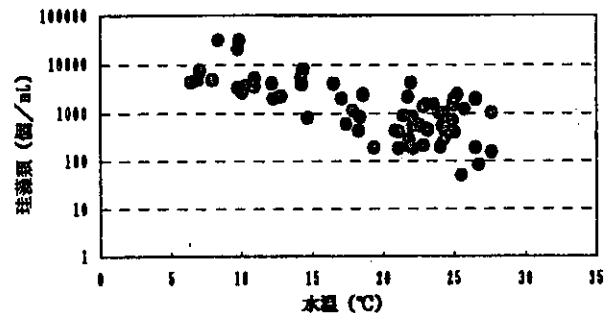


図 3-3 水温と珪藻類の出現

藍藻類の優占種は *Microcystis spp.* であり、平成11年8月の高水温期には最大39,000 N/mL 検出され、全藻類数の約99%を占めた。*Microcystis spp.* の出現は水温が高いほど細胞数が多く、15℃以下の低水温では細胞数が少なくなる傾向を示した。珪藻類の優占種は *Cyclotella spp.* であり、低水温期に最大31,000 N/mL 検出され、全藻類数の約96%を占めた。珪藻類の出現は藍藻類よりも低水温5～15℃で増殖し、20℃以上になると減少する傾向がある。このほかに出現頻度が高い藻類は緑藻類の *Closterium spp.* であり、低水温時に最大4,500 N/mL 検出されている。高滝ダム湖原水は藻類数が多く、それに伴い pH

値、有機物濃度も高く、窒素及びリン濃度から見ても富栄養化現象を呈しており、典型的な湖沼・貯水池系の特徴を有している。

(3) まとめ

福増浄水場の原水は、水深の比較的浅いダムを水源としていることから、藻類の影響を受けやすく、高pH値、高アルカリ度の水質を特徴としている。本年度の原水水質は、降雨による濁度の上昇があり、それに伴って色度、E260、過マンガン酸カリウム消費量が比較的高くなり、アルカリ度が減少する傾向であった。また、原水中の藻類は、水温の上昇とともに藍藻類が増加し、水温が低下するに伴い珪藻類が増加する傾向であった。

3. 4. 2 凝集沈澱処理実験

(1) ジャーテストによる凝集確認

大型とジャーテスト (PAC) では、年間を通じてpH調整および塩素添加の相乗効果は大きく、pH調整および塩素添加により濁度は低くなる傾向となる。しかし、7~8月のデータを見ると、pH調整を行った場合のほうが塩素添加よりも濁度は低く、12~2月においてはpH調整よりも塩素添加のほうが濁度は低くなる傾向が見られる。この傾向は原水藻類の出現種と同様な推移を示している。7~8月には藍藻類が、12~2月には珪藻類が優占種として検出されており、藍藻類に対しては、塩素の効果よりpH調整の効果のほうが大きく、珪藻類に対してはpH調整より塩素の効果が高い傾向である。

小型-2とジャーテスト (塩化第二鉄) では、ジャーテストの濁度は同程度で推移しているのに対し、小型-2においては、11月からは処理水濁度が高く、ジャーテストにおける最適注入率では処理水濁度を目標処理水濁度まで抑えることが困難な状況である。

凝集操作の結果を図3-4に示す。処理効果比はPAC注入のみによる濁度除去率を基準とする。凝集効果を評価すると、藻類種に関わらずpH調整 (pH値 6.8) + 塩素注入が最も良い結果が得られる。藍藻類は塩素を注入することにより群体形成が崩れ、細胞として分散すると言われている。従って、塩素注入による凝集改善効果は少ないものと考えられる。しかし、図3-4より判断すると塩素注入のみでも改善効果が認められる。これはAIT比が平均0.3と高いことが要因であると考えられる。上澄水濁度の測定結果より、沈降速度を求めたものを図3-5に示す。沈降粒子累積比率から、粒子の沈降速度は非常に遅く、藍藻類と珪藻類では珪藻類が優占種の場合のほうが沈降性が悪く、沈澱池の設計に当たっては表面積負荷率を考慮しなければならない。

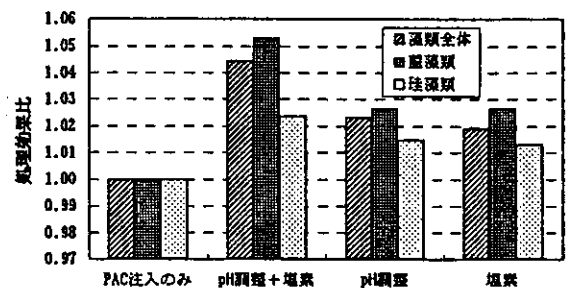


図 3-4 凝集改善による効果比較

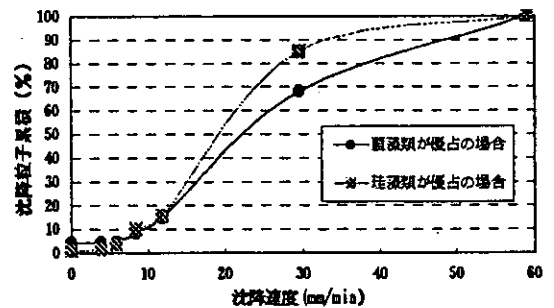


図 3-5 沈降粒子累積

(2) 実証実験プラントによる確認

1) 凝集沈澱処理水

表 3-2 に平成 11 年度の各凝集沈澱処理水水質を示す。

表 3-2 各凝集沈澱処理水水質

水質項目		原水	大型凝集沈澱処理水 (PAC 系)	小型凝集沈澱処理水 (PAC 系)	小型凝集沈澱処理水 (鉄系)
凝集剤注入率 (mg/L as AL, Fe)	測定回数	—	312	126	126
	最大値	—	5.29	5.77	21.7
	最小値	—	1.06	2.65	5.42
	平均値	—	2.91	3.83	8.53
pH 値 (—)	測定回数	239	226	93	93
	最大値	8.9	7.2	7.6	7.2
	最小値	7.2	6.7	6.8	6.3
	平均値	7.7	7.0	7.0	6.4
濁度 (度)	測定回数	238	226	93	93
	最大値	172	7.1	5.7	5.7
	最小値	4.2	0.1	0.2	0.4
	平均値	14.9	0.7	1.1	2.2
色度 (度)	測定回数	238	225	91	91
	最大値	56	19	4	9
	最小値	11	0	0	2
	平均値	18	2	1	4
アルカリ度 (mg/L)	測定回数	237	225	91	91
	最大値	139	101	128	113
	最小値	36	26	62	35
	平均値	101	72	88	48
紫外線吸光度 (E260) (—)	測定回数	237	225	92	92
	最大値	0.582	0.198	0.230	0.199
	最小値	0.180	0.073	0.109	0.083
	平均値	0.336	0.134	0.134	0.133
過マンガン酸カリウム消費 量 (mg/L)	測定回数	46	46	18	18
	最大値	19.4	7.4	6.2	5.7
	最小値	8.7	2.8	3.8	3.1
	平均値	13.1	4.3	4.5	4.0

大型凝集沈澱池は、水量負荷 50% で運転を行なった。また、9 月より小型凝集沈澱設備を 2 池増設し、PAC と塩化第二鉄の凝集剤を用いた処理性の比較を行った。

大型凝集沈澱池（以下、大型）は、原水濁度の変動に対して処理水濁度は変動するものの、比較的安定した処理で推移している。また、E260 および過マンガン酸カリウム消費量も殆ど変動が見られない傾向である。

小型凝集沈澱池を比較すると、凝集剤に PAC を使用した 1 系凝集沈澱池（以下、小型-1）は、大型と比較すると処理水濁度が 1 度程度高い傾向であるが、色度、E260、過マンガン酸カリウム消費量等は、大型と同様な傾向で推移している。また、凝集剤に塩化第二