

図 3-8-4 スペース (20,000m<sup>3</sup>/d) (再掲)

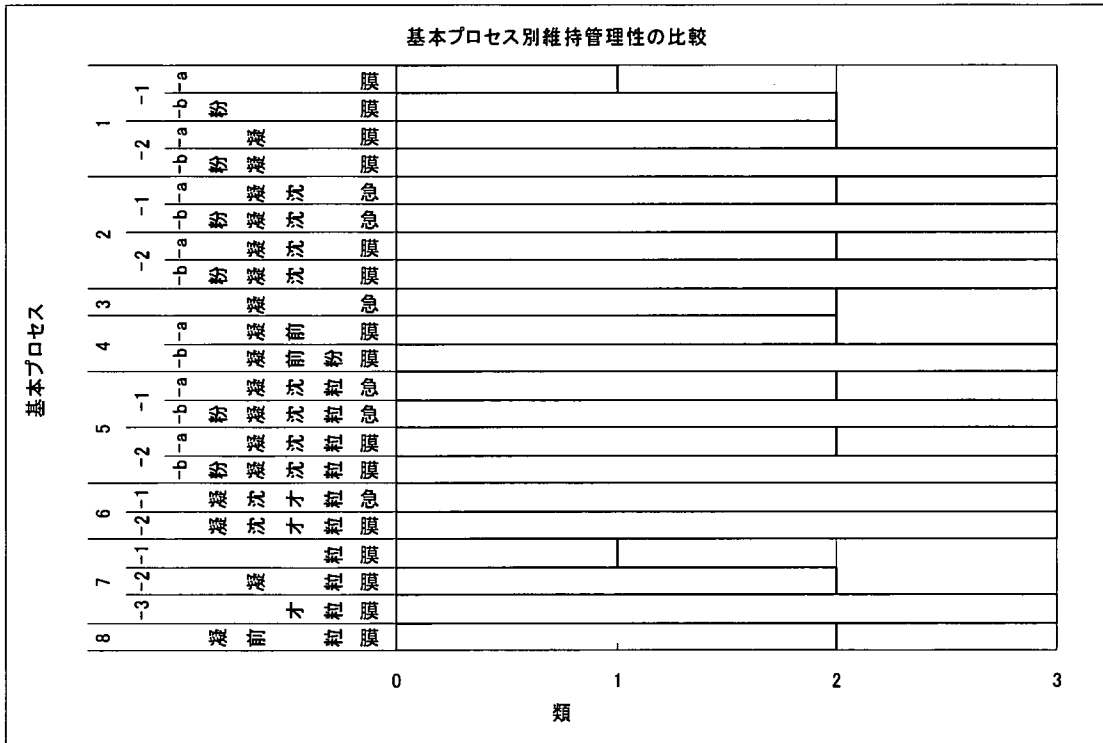


図 3-8-5 維持管理性 (再掲)

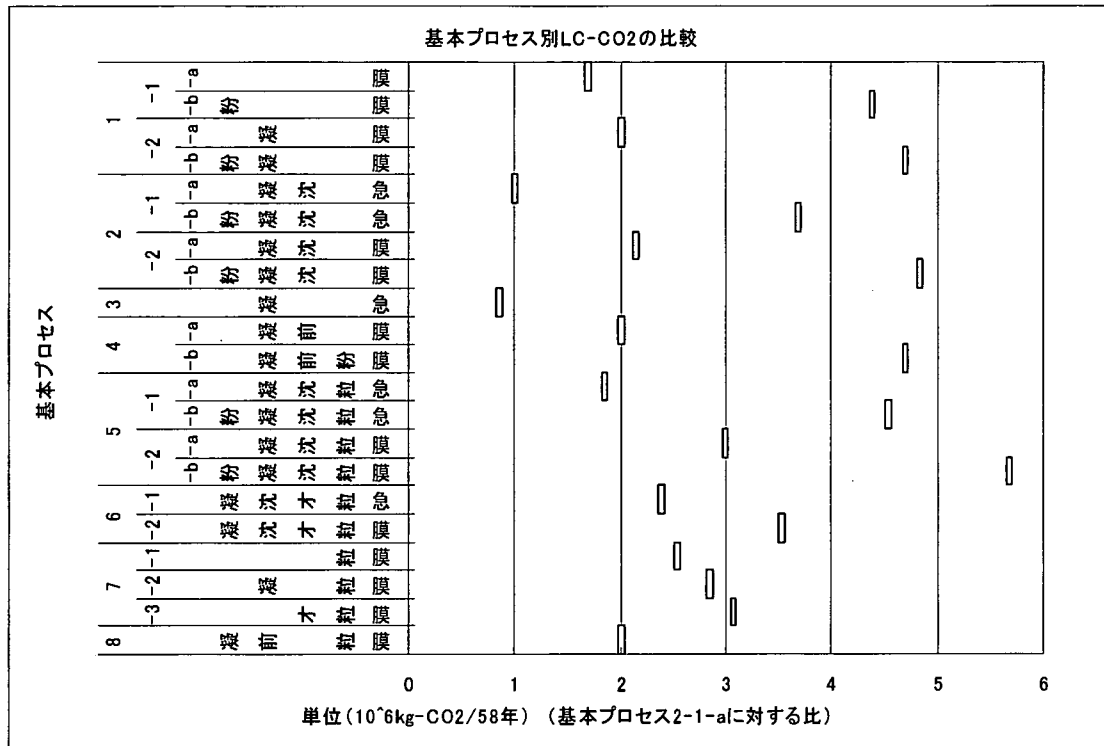


図 3-8-6 LC-CO<sub>2</sub> (20,000m<sup>3</sup>/d) (再掲)

さらに、「粉末炭と粒状炭のコスト比較」(図 3-8-7) により、イニシャルコストとランニングコストの累計コストについて、粉末炭と粒状炭を比較して処理システムを検討する。

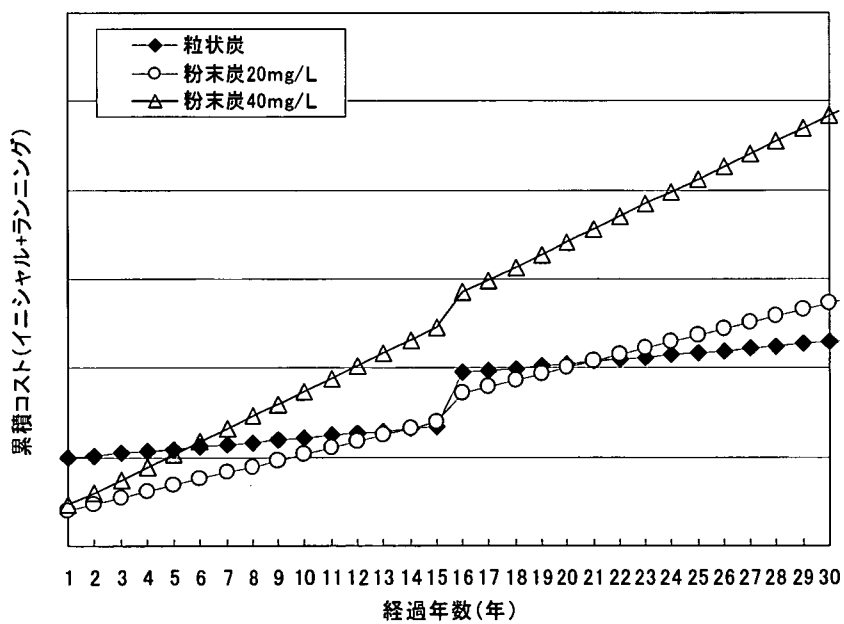


図 3-8-7 粉末炭と粒状炭のコスト比較 (20,000m<sup>3</sup>/d) (再掲)

(3) 選定事例 ケース2

ステップ①：検討条件の確認

<原水レベルの確認と浄水レベルの設定>

対象とする原水水質の濁度、TOC、カビ臭物質、THM の4項目それぞれが、原水レベルのどの区分に属するかを表 3-8-1 より確認し、また、目標とする浄水水質について4項目それぞれを浄水レベルのどの区分にするかを表 3-8-2 から設定する。

ケース2として、濁度、TOC、カビ臭物質、THM の4項目それぞれの原水レベルと設定した目標とする浄水レベルを表 3-8-10 に示す。

・水 源 : 表流水

表 3-8-10 原水レベルと浄水レベル

水質項目	濁 度 [度]	TOC [mg/L]	カビ臭物質 [ng/L]	THMFP [mg/L]	THM [mg/L]
原水水質 原水レベル	5 中	3 中	40 高	0.06 中	— —
目標浄水水質 浄水レベル	0.1 レベル1	1.5 レベル1	1未満 レベル2	— —	0.04 レベル1

ステップ②：プロセス群の選定

<濁度除去プロセス群の選定>

濁度除去プロセス群選定表 (表 3-8-11) より原水レベル (中) の行と浄水レベルの列 (レベル1) の交差するカラムの「凝集+急速ろ過 (100%)」が濁度除去プロセス群となる。

表 3-8-11 濁度除去プロセス群選定表

浄水レベル 原水レベル	水質基準 2度以下	レベル1 0.1度以下	レベル2 0.01度以下
低 1度以下	不要 ( - %)	凝集+急速ろ過 (100%)	膜ろ過 (100%)
中 1度超~5度以下	凝集+急速ろ過 (100%)	凝集+急速ろ過 (100%)	膜ろ過 (100%)
高 5度超~800度以下	凝集+沈澱+急速ろ過 (100%)	凝集+沈澱+急速ろ過 (94%)	凝集+沈澱+膜ろ過 (100%) 凝集+前ろ過+膜ろ過 (100%)

<有機物除去プロセス群の選定>

TOC 除去プロセス群選定表（表 3-8-12）、カビ臭物質除去プロセス群選定表（表 3-8-13）および THM 除去プロセス群選定表（表 3-8-14）より、原水レベルと浄水レベルの交差するカラムのプロセス群をそれぞれの除去プロセス群として選定する。

- ・ TOC : 「粒状炭またはオゾン+粒状炭（100%）」
- ・ カビ臭物質 : 「粒状炭（40%）」、「オゾン+粒状炭（88%）」
- ・ THM : 「粉末炭（91%）」、「オゾン+粒状炭（100%）」

有機物除去プロセス群は、いずれの水質項目にも対応可能な「粒状炭（40%以上）」、「オゾン+粒状炭（88%以上）」となる。

表 3-8-12 TOC 除去プロセス群選定表

浄水レベル 原水レベル	水質基準 5mg/L 以下	レベル 1 1.5mg/L 以下	レベル 2 1.0mg/L 以下
低 2.5mg/L 以下	不要	凝集（94%） 粉末炭（99%） 粒状炭または オゾン+粒状炭（100%）	凝集（77%） 粉末炭（86%） 粒状炭または オゾン+粒状炭（84%）
中 2.5mg/L 超～ 3.5mg/L 以下	不要	粒状炭または オゾン+粒状炭（100%）	粒状炭または オゾン+粒状炭（71%）
高 3.5mg/L 超～ 7.5mg/L <sup>注</sup> 以下	粉末炭（100%）	粒状炭または オゾン+粒状炭（89%）	粒状炭または オゾン+粒状炭（67%）

表 3-8-13 カビ臭物質除去プロセス群選定表

浄水レベル 原水レベル	水質基準 10 ng/L 以下	レベル 1 3 ng/L 以下	レベル 2 1 ng/L 未満
低 5 ng/L 以下	不要	粉末炭(98%)	粉末炭(85%)
中 5 超～25 ng/L 以下	粉末炭(97%)	粉末炭(65%) 粒状炭(79%)* オゾン+粒状炭(100%)	粒状炭(10%)* オゾン+粒状炭(88%)
高 25 超～750 ng/L 以下	粉末炭(86%) 粒状炭(100%)* オゾン+粒状炭(96%)	粒状炭(80%)* オゾン+粒状炭 (88%)	粒状炭(40%)* オゾン+粒状炭(88%)

表 3-8-14 THM 除去プロセス群選定表

浄水レベル (THM) 原水レベル(THMFP)	水質基準 0.1mg/L以下	レベル1 0.04mg/L以下	レベル2 0.015mg/L以下
低 0.04mg/L以下	不要	凝集(99%)	粉末炭(77%) オゾン+粒状炭(97%)
中 0.04mg/L超~0.07mg/L以下	不要	粉末炭(91%) オゾン+粒状炭(100%)	オゾン+粒状炭(78%)
高 0.07mg/L超~0.12mg/L以下	粉末炭(100%)	オゾン+粒状炭(80%)	オゾン+粒状炭(40%)

**ステップ③：最適浄水システムの決定**

基本システム選定表（表 3-8-8）より濁度除去プロセス群の「凝集+急速ろ過(100%)」と有機物除去プロセス群の「粒状炭（40%以上）」と「オゾン+粒状炭（88%）」がそれぞれ交差するカラムの下記3システムが基本システムとなる。

尚、6-1「凝集+沈澱+オゾン+粒状炭+急速ろ過」は、3.3.2(8)により臭素酸生成が懸念され、オゾンが適用できない場合等は基本システムとして5-1bを選定する。

- 5-1a 「凝集+沈澱+粒状炭+急速ろ過」
- 7-1 「凝集+粒状炭+膜ろ過」
- 6-1 「凝集+沈澱+オゾン+粒状炭+急速ろ過」
- (5-1b 「粉末炭+凝集+沈澱+粒状炭+急速ろ過」)

このように選定した基本システムに除マンガン設備追加判定手順（図 3-8-1）により除マンガン設備の有無の判断を加えて、最適浄水システムとする。

原水のマンガン最高値が 0.01mg/L 以下であることから、除マンガン設備は不要であり、5-1a、7-1、6-1、(5-1b) が最適浄水システムとなる。

**ステップ④：コスト・スペース等の情報入手**

「3.6 コスト・スペース・維持管理性・LCA」から、浄水施設規模（20,000 m<sup>3</sup>/日と仮定）に対する、5-1a「凝集+沈澱+粒状炭+急速ろ過」と7-1「凝集+粒状炭+膜ろ過」と6-1「凝集+沈澱+オゾン+粒状炭+急速ろ過」、(5-1b 「粉末炭+凝集+沈澱+粒状炭+砂ろ過」)のイニシャルコスト、ランニングコスト、スペース、維持管理性、LCAの情報を入手し、総合的に処理システムを検討する。

(4) 選定事例 ケース 3

ステップ①：検討条件の確認

＜原水レベルの確認と浄水レベルの設定＞

対象とする原水水質の濁度、TOC、カビ臭物質、THM の4項目それぞれが、原水レベルのどの区分に属するかを表 3-8-1 より確認し、また、目標とする浄水水質について4項目それぞれを浄水レベルのどの区分にするかを表 3-8-2 から設定する。

ケース 2 として、濁度、TOC、カビ臭物質、THM の4項目それぞれの原水レベルと設定した目標とする浄水レベルを表 3-8-15 に示す。

・水 源：湖沼

表 3-8-15 原水レベルと浄水レベル

水質項目	濁 度 [度]	TOC [mg/L]	カビ臭物質 [ng/L]	THMF [mg/L]	THM [mg/L]
原水水質 原水レベル	20 高	5 高	40 高	0.08 高	— —
目標浄水水質 浄水レベル	0.01 レベル 2	1 レベル 2	1 未満 レベル 2	— —	0.015 レベル 2

ステップ②：プロセス群の選定

＜濁度除去プロセス群の選定＞

濁度除去プロセス群選定表（表 3-8-16）より原水レベル（高）の行と浄水レベルの列（レベル 2）の交差するカラムの「凝集+沈澱+膜ろ過（100%）」と「凝集+前ろ過+膜ろ過（100%）」が濁度除去プロセス群となる。

表 3-8-16 濁度除去プロセス群選定表

浄水レベル 原水レベル	水質基準 2度以下	レベル 1 0.1度以下	レベル 2 0.01度以下
低 1度以下	不要 ( - %)	凝集+急速ろ過 (100%)	膜ろ過 (100%)
中 1度超～5度以下	凝集+急速ろ過 (100%)	凝集+急速ろ過 (100%)	膜ろ過 (100%)
高 5度超～800度以下	凝集+沈澱+急速ろ過 (100%)	凝集+沈澱+急速ろ過 (94%)	凝集+沈澱+膜ろ過 (100%) 凝集+前ろ過+膜ろ過 (100%)

<有機物除去プロセス群の選定>

TOC 除去プロセス群選定表 (表 3-8-17)、カビ臭物質除去プロセス選定表 (表 3-8-18) および THM 除去プロセス群選定表 (表 3-8-19) より、原水レベルと浄水レベルの交差するカラムのプロセス群をそれぞれの除去プロセス群として選定する。

- ・ TOC : 「粒状炭またはオゾン+粒状炭 (67%)」
- ・ カビ臭物質 : 「粒状炭(40%)」、「オゾン+粒状炭 (88%)」
- ・ THM : 「オゾン+粒状炭 (40%)」

有機物除去プロセス群は、いずれの水質項目にも対応可能な「オゾン+粒状炭 (40%以上)」となる。

表 3-8-17 TOC 除去プロセス群選定表

浄水レベル 原水レベル	水質基準 5mg/L 以下	レベル 1 1.5mg/L 以下	レベル 2 1.0mg/L 以下
低 2.5mg/L 以下	不要	凝集 (94%) 粉末炭 (99%) 粒状炭または オゾン+粒状炭 (100%)	凝集 (77%) 粉末炭 (86%) 粒状炭または オゾン+粒状炭 (84%)
中 2.5mg/L 超～ 3.5mg/L 以下	不要	粒状炭または オゾン+粒状炭 (100%)	粒状炭または オゾン+粒状炭 (71%)
高 3.5mg/L 超～ 7.5mg/L <sup>※</sup> 以下	粉末炭 (100%)	粒状炭または オゾン+粒状炭 (89%)	粒状炭または オゾン+粒状炭 (67%)

表 3-8-18 カビ臭物質除去プロセス群選定表

浄水レベル 原水レベル	水質基準 10 ng/L 以下	レベル 1 3 ng/L 以下	レベル 2 1 ng/L 未満
低 5 ng/L 以下	不要	粉末炭(98%)	粉末炭(85%)
中 5 超～25 ng/L 以下	粉末炭(97%)	粉末炭(65%) 粒状炭(79%)* オゾン+粒状炭(100%)	粒状炭(10%)* オゾン+粒状炭(88%)
高 25 超～750 ng/L 以下	粉末炭(86%) 粒状炭(100%)* オゾン+粒状炭(96%)	粒状炭(80%)* オゾン+粒状炭 (88%)	粒状炭(40%)* オゾン+粒状炭(88%)

表 3-8-19 THM 除去プロセス群選定表

浄水レベル (THM) 原水レベル (THMFP)	水質基準 0.1mg/L以下	レベル1 0.04mg/L以下	レベル2 0.015mg/L以下
低 0.04mg/L以下	不要	凝集 (99%)	粉末炭 (77%) オゾン+粒状炭 (97%)
中 0.04mg/L超~0.07mg/L以下	不要	粉末炭 (91%) オゾン+粒状炭 (100%)	オゾン+粒状炭 (78%)
高 0.07mg/L超~0.12mg/L以下	粉末炭 (100%)	オゾン+粒状炭 (80%)	オゾン+粒状炭 (40%)

**ステップ③：最適浄水システムの決定**

基本システム選定表 (表 3-8-8) より濁度除去プロセス群の「凝集+沈澱+膜ろ過(100%)」、  
「凝集+前ろ過+膜ろ過(100%)」と有機物除去プロセス群の「オゾン+粒状炭 (40%)」が  
それぞれ交差するカラムの下記システムが基本システムとなる。

尚、6-2「凝集+沈澱+オゾン+粒状炭+膜ろ過」は、3.3.2(8)により臭素酸生成が懸念され、  
オゾンが適用できない場合等は基本システムとして 5-2b を選定する。

6-2 「凝集+沈澱+オゾン+粒状炭+膜ろ過」

(5-2b 「粉末炭+凝集+沈澱+粒状炭+膜ろ過」)

このように選定した基本システムに除マンガン設備追加判定手順 (図 3-8-1) により除マンガン  
設備の有無の判断を加えて、最適浄水システムとする。

原水のマンガン最高値が 0.06mg/L であることから、除マンガン設備が必要となり、6-2、  
(5-2b) に除マンガン設備を付加したシステムが最適浄水システムとなる。

**ステップ④：コスト・スペース等の情報入手**

「3. 6 コスト・スペース・維持管理性・LCA」から、浄水施設規模 (20,000 m<sup>3</sup>/日と  
仮定) に対する、6-2「凝集+沈澱+オゾン+粒状炭+膜ろ過」、(5-2b 「粉末炭+凝集+  
沈澱+粒状炭+膜ろ過」) のイニシャルコスト、ランニングコスト、スペース、維持管理性、  
LCAの情報を入手し、総合的に処理システムを検討する。



### 3. 9 浄水システム選定手法と各委員会成果のかかわり

#### 3. 9. 1 はじめに

わが国の水道は97%を超える高普及率を達成しており、国民の健康を維持する上で不可欠な施設であるとともに、社会経済活動を支える基盤施設として益々その重要性は高まっている。平成16年6月に策定・公表された「水道ビジョン」が指摘しているように、今後とも水道は環境保全を考慮しつつ、安全・安心な水を持続的に安定して供給していくことが必要不可欠となっている。しかしながら、日本の高度経済成長期を支えてきた浄水施設のうち相当数が今後10年以内に更新時期を迎えることとなり、水源水質の悪化と相まって、それぞれの原水水質に相応しい浄水システム（又はプロセス）、また地域の実情にあった環境負荷の少ない浄水処理技術が求められている。

「安全でおいしい水を目指した高度な浄水処理技術の確立に関する研究（*e-Water II*プロジェクト）」は、上記の背景を受け、以下の2つの研究課題を掲げ、水道事業体を支援することを目指している。

- 「原水条件に応じた最適浄水システムの選定指針の作成」
- 「おいしい水を目指した臭気原因物質等の検知と除去方法等の各種研究」

ここでは上記2つの研究課題のうち、「原水条件に応じた最適浄水システムの選定指針の作成」に関する4つの委員会（水質評価委員会、環境評価委員会、機能評価委員会、浄水システム委員会）の成果がどのように関連し、浄水システムの選定に際してどのような場面で各委員会の研究成果を利用できるかという視点で取りまとめる。

#### 3. 9. 2 各委員会の研究内容

原水水質に応じた浄水システムを選定する場合、原水水質をまず把握することが重要である。また選定に際しては、目標とする浄水水質を達成できるかといった水質面での検討に加えて、必要なスペース、コストなどを考慮する必要がある。さらに最近では、環境負荷（エネルギー消費量、CO<sub>2</sub>排出量）の低減も求められてきている。そして目標とする浄水水質を得るには選定したシステムを適切に運転することが重要である。

このような浄水システムの選定と運転に関する研究を4つの委員会が協力して行ってきたものである。研究課題に対する各委員会の研究内容の関連を示すと以下のとおりである。

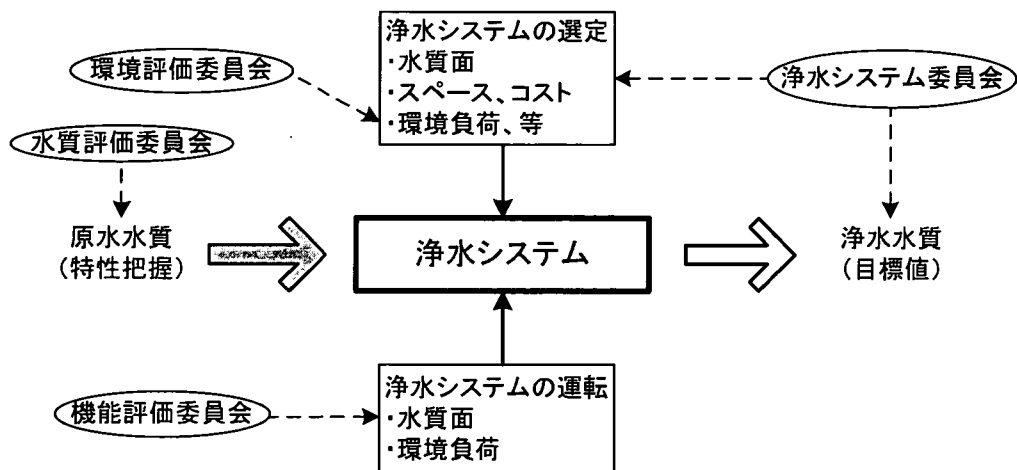


図 3-9-1 研究課題と各委員会の研究内容の関連

### (1) 水質評価委員会

原水条件に応じた最適な浄水システムを選定する場合、まず原水水質の特性を把握することが重要である。この観点から水質評価委員会では、原水水質についてさまざまな視点で分類・評価・解析を行い、原水水質の特性と浄水フローの関係についてわかりやすく提示している。そして水道事業者が自身の原水水質の特徴を把握できるように報告書に Excel の計算シートを添付している。また、水質障害が発生した時の浄水場の対応事例について水道事業者へのアンケート及びヒアリング結果を整理している。

なお、水質評価委員会では処理プロセスの順番を考慮したものを浄水フローと定義しており、浄水システム委員会の用語とは厳密には一致しない。以下では各委員会の用語を用いるので注意が必要である。

### (2) 浄水システム委員会

浄水システム委員会では、浄水システムの選定において、水道事業者がどの程度の水質まで浄水処理するかという目標を定め、その目標を達成するために、原水水質の状況に応じた浄水システムを選定する方法について提示している。ここで浄水水質の目標値については、水道事業者が適切な運転管理を行えば達成可能な値（レベル1）と、トップレベルの水安心度、水満足度の確保を目指していく上での目標値（レベル2）という2種類のレベルを設定している。

設定した浄水レベルを達成するための浄水システムの選定については、濁度と有機物を除去するための基本システムを選定し、これに除マンガン設備などのプロセスを必要に応じて追加する方法を提案している。

また水質面での最適な浄水システムに対して、代表的な処理水量におけるコスト、スペース、維持管理、LCA について比較を行い、水道事業者のシステム選定に資する資料としている。

### (3) 環境評価委員会

環境評価委員会では、環境にやさしい水道の実現に資することを目的として、浄水施設

における LCA 手法を確立するための研究を行い、その成果を「浄水施設を対象とした LCA 実施マニュアル」としてとりまとめている。マニュアルでは LCA 計算事例のほかに水道事業体が LCA を実施できるように Excel の計算シートを添付している。水道事業体はこのマニュアルをもとに浄水システムの選定や選定後の設計に際して LCA の視点からシステムの評価を行うことができるほか、システム運転段階における環境負荷の低減についても検討することが可能となる。

#### (4) 機能評価委員会

機能評価委員会では、主要な水質項目について、目的変数を浄水水質及び各処理プロセスの出口水質、説明変数を設計諸元、運転条件等とする重回帰分析を行ない、どのような操作因子が処理性に影響を与えるかなどについて研究を行っている。

また、浄水場の運転管理基準（水質管理の目標値）、維持管理上の留意事項などについてアンケート、ヒアリングにより整理している。

### 3. 9. 3 浄水システムの選定方法

浄水システム委員会が提示している浄水システム選定手法に各委員会の成果を加える形で手順を整理すると以下のとおりである。

表 3-9-1 浄水システムの選定手順と各委員会成果の関連

選定手順	概要	委員会成果	
①原水水質の特性把握	対象とする原水水質の特性を把握	<水質評価委員会> 日本の水道原水水質特性整理結果	図 3-1
↓			
②原水水質に対応した浄水フローの確認	対象とする原水水質ではどのような浄水フローが多いか確認	<水質評価委員会> 第一主成分得点による浄水フローの分類	図 3-2
↓			
③原水レベルの確認	濁度と有機物（TOC, THM, カビ臭物質）の水質レベル（高、中、低）を確認	<浄水システム委員会> 原水レベル確認表	表 3-2
↓			
④浄水レベルの設定	浄水場の出口濃度について浄水レベルを設定	<浄水システム委員会> 浄水レベル設定表	表 3-3
↓			
⑤基本システムの選定	濁度と有機物の原水レベルに対して、浄水レベルを達成するために必要な基本システムの選定	<浄水システム委員会> 除去プロセス群選定表 基本システム選定表 選定対象基本システム	表 3-4 ～3-9
↓			
⑥追加設備の検討	除鉄・除マンガン設備、アルミニウム対策設備、生物処理設備の追加検討	<浄水システム委員会> 追加設備判定手順 追加設備判定表	図 3-3 ～3-6 表 3-10

↓			
⑦コスト・スペース・維持管理性・LCA の比較	⑥までで選定したシステムについて水質以外の項目について比較	<浄水システム委員会> コスト・スペース・維持管理性・LCA の相対比較 <環境評価委員会> LCA 実施マニュアル	図 3-7 ～3-12 図 3-13 ～3-15
↓			
⑧最適浄水システムの決定	水道事業者による総合評価		
↓			
⑨運転管理の留意点	濁度、色度、KMnO <sub>4</sub> 消費量処理の操作因子に関する参考情報	<機能評価委員会> 重回帰分析結果	図 3-16～ 3-20
	水質事故に関する参考情報	<水質評価委員会> 既存浄水場ヒアリング結果	—
	環境負荷の低減方法	<環境評価委員会> LCA 実施マニュアル	—

上記の選定手順をもとに各委員会の成果を組み合わせることで浄水システムを選定する方法について以下に記す。

#### (1) 原水水質の特性把握

水質評価委員会では水道原水を特徴づける項目で、かつ、データ数が多く得られた 10 項目（一般細菌、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、鉄、マンガン、硬度、pH 値、色度、濁度、過マンガン酸カリウム消費量又は TOC、アンモニア性窒素）から水質特性を総合的に表すために主成分分析とクラスター解析を行い、その結果を図 3-9-2 のように整理している。

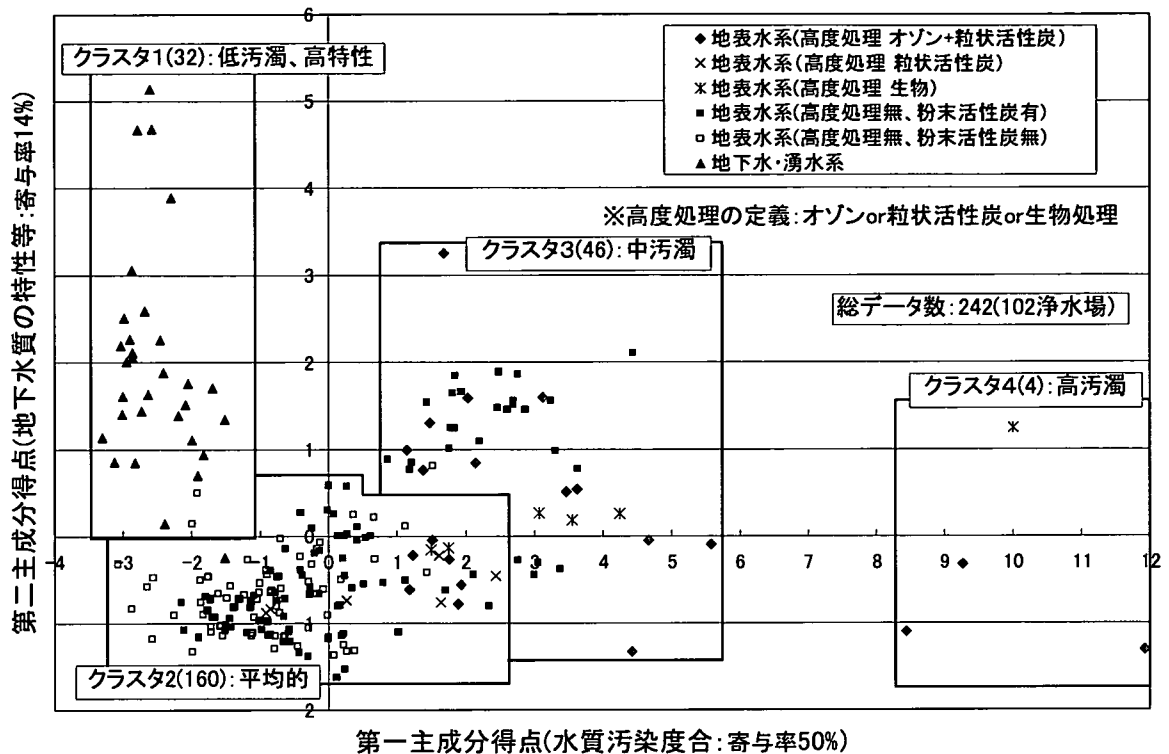


図 3-9-2 日本の水道原水水質特性 整理結果

水道事業者は自身の原水について上記 10 項目の水質分析結果 (年間中央値) を下に第一主成分及び第二主成分の得点を算出し、その値を図 3-9-2 にプロットすることで、対象とする原水がどのグループに属するか (近い) を把握することができる。

また、将来の原水水質についても 10 項目の予測値が得られれば、将来の原水水質がどのグループに属するか推測することも可能である。

## (2) 原水水質に対応した浄水フローの確認

水質汚染度を示す第一主成分の得点と浄水フローの間には図 3-9-3 に示すような関係がある。水道事業者は (1) で算出した第一主成分得点をもとに図 3-9-3 を利用することで自身の原水と類似する原水ではどのような浄水フローが採用されているかを把握することができる。

また将来の原水水質についても同様に将来どのような浄水フローを検討すべきか推測することができる。

さらに (3) から (6) で選定される浄水システムを図 3-9-3 と対比して選定した浄水システムが全国の実績と類似しているか確認することも可能である。

ただし、この図は浄水フローの実績を示すものであり、水道事業者にとって必ずしも最適であるとは限らない。また膜処理については実績が少ないため、この図には含まれていないことに留意が必要である。

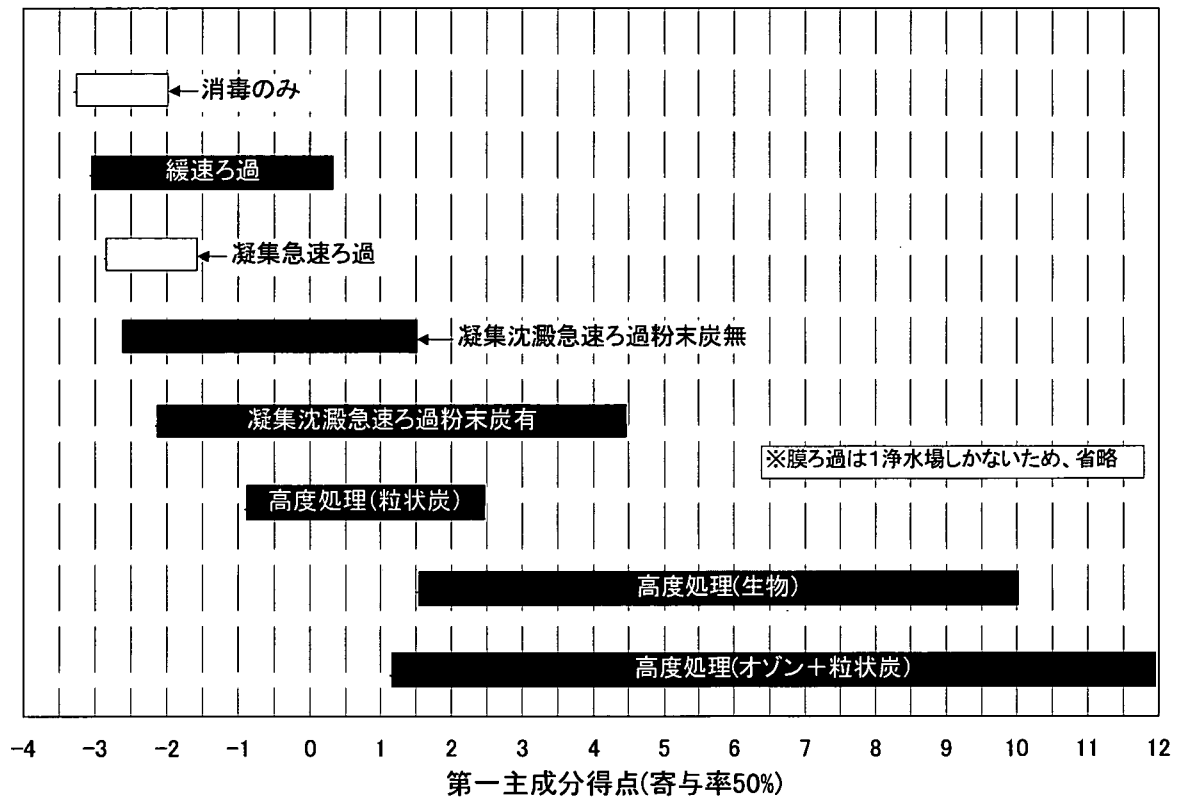


図 3-9-3 第一主成分得点による浄水フローの分類

(3) 原水レベルの確認

浄水システム委員会では(4)の浄水場の運転管理(目標浄水水質)の観点から水質項目として、濁度、有機物(THM、TOC、ジェオスミン、2-MIB)を選定している。これらの項目は(2)の原水水質の10項目とは必ずしも一致しないことに留意が必要である。

浄水システム委員会で選定したこれらの水質項目について、原水水質濃度の最大値、あるいは99~90%値をもとに水質レベル(高、中、低)を確認する。最大値で水質レベルを確認するか、99~90%で確認するかは水質項目により異なるため、原水レベルの確認に際してはデータ処理に注意が必要である。

表 3-9-2 原水レベル確認表

原水レベル 水質項目	低	中	高
濁度	1度以下	1度超~5度以下	5度超~800度以下
TOC	2.5mg/L以下	2.5超~3.5mg/L以下	3.5超~3.5mg/L以下
カビ臭物質*	5ng/L以下	5超~25ng/L以下	25超~750ng/L以下
THMFP	0.04mg/L以下	0.04超~0.07mg/L以下	0.07超~0.12mg/L以下

※ カビ臭物質は2-MIBとジェオスミンを区別せず、高い方の値を用いる。

(4) 浄水レベルの設定

浄水システム委員会では浄水水質について、水道事業体が適切な運転管理を行えば達成可能な値（浄水水質レベル1）と、トップレベルの水安心度、水満足度の確保を目指していく上での目標値（浄水水質レベル2）の2つのレベルを設定している（表 3-9-3）。

水道事業体ではどのレベルを目指すか設定した上で、この目標値を満たすような浄水システムを選定することになる。世界のトップランナーを目指す今後の日本の水道事業としてはできるだけレベル2を目指すことが望ましいが、レベルを上げると処理プロセスの追加が必要になる可能性があることに留意が必要である。

表 3-9-3 浄水レベル設定表

浄水レベル 水質項目	水質基準	レベル 1	レベル 2
濁度 [度]	2	0.1	0.01
TOC [mg/L]	5	1.5	1.0
カビ臭物質 [ng/L]*	10	3	1 未満
THM [mg/L]	0.1	0.040	0.015

※ 2-MIB とジェオスミンは区別せず扱うことから、浄水レベルはどちらも同じ値に設定される。

(5) 基本システムの選定

濁度と有機物（TOC、カビ臭、THM）の浄水レベルと原水レベルから以下のような除去プロセス群選定表を利用して水質項目ごとに除去プロセスを選択する。

表 3-9-4 濁度除去プロセス群選定表

浄水レベル 原水レベル	水質基準 2 度以下	レベル 1 0.1 度以下	レベル 2 0.01 度以下
低 1 度以下	不要 ( - %)	凝集 + 急速ろ過 (100%)	膜ろ過 (100%)
中 1 超 ~ 5 度以下	凝集 + 急速ろ過 (100%)	凝集 + 急速ろ過 (100%)	膜ろ過 (100%)
高 5 超 ~ 800 度以下	凝集 + 沈澱 + 急速ろ過 (100%)	凝集 + 沈澱 + 急速ろ過 (94%)	凝集 + 沈澱 + 膜ろ過* (100%) 凝集 + 前ろ過 + 膜ろ過* (100%)

( ) はそのプロセス群による達成率

※ 原水水質が 15 度以下の場合は、「凝集 + 膜ろ過」のプロセス群に置き換えてもよいものとする。これは綾瀬合同実験において、膜ろ過原水が 15 度以下の場合には、膜ろ過処理が安定して行え、膜ろ過水濁度も 0.01 度以下を維持した結果を根拠とした。

表 3-9-5 TOC 除去プロセス群選定表

浄水レベル 原水レベル	水質基準 5mg/L 以下	レベル 1 1.5mg/L 以下	レベル 2 1.0mg/L 以下
低 2.5mg/L 以下	不要	凝集 (94%) 粉末炭 (99%) 粒状炭または オゾン+粒状炭 (100%)	凝集 (77%) 粉末炭 (86%) 粒状炭または オゾン+粒状炭 (84%)
中 2.5 超~3.5mg/L 以下	不要	粒状炭または オゾン+粒状炭 (100%)	粒状炭または オゾン+粒状炭 (71%)
高 3.5 超~7.5mg/L 以下	粉末炭 (100%)	粒状炭または オゾン+粒状炭 (89%)	粒状炭または オゾン+粒状炭 (67%)

( ) はそのプロセス群による達成率

表 3-9-6 カビ臭物質除去プロセス群選定表

浄水レベル 原水レベル	水質基準 10 ng/L 以下	レベル 1 3 ng/L 以下	レベル 2 1 ng/L 未満
低 5 ng/L 以下	不要	粉末炭 (98%)	粉末炭 (85%)
中 5 超~25 ng/L 以下	粉末炭 (97%)	粉末炭 (65%) 粒状炭 (79%)* オゾン+粒状炭 (100%)	粒状炭 (10%)* オゾン+粒状炭 (88%)
高 25 超~750 ng/L 以下	粉末炭 (86%) 粒状炭 (100%) オゾン+粒状炭 (96%)	粒状炭 (80%) オゾン+粒状炭 (88%)	粒状炭 (40%) オゾン+粒状炭 (88%)

( ) はそのプロセス群による達成率

表 3-9-7 THM 除去プロセス群選定表

浄水レベル 原水レベル (THM) (THMFP)	水質基準 0.1 mg/L 以下	レベル 1 0.04mg/L 以下	レベル 2 0.015mg/L 以下
低 0.04mg/L 以下	不要	凝集 (99%)	粉末炭 (77%) オゾン+粒状炭 (97%)
中 0.04 超~ 0.07mg/L 以下	不要	粉末炭 (91%) オゾン+粒状炭 (100%)	オゾン+粒状炭 (78%)
高 0.07 超~ 0.12mg/L 以下	粉末炭 (100%)	オゾン+粒状炭 (80%)	オゾン+粒状炭 (40%)

( ) はそのプロセス群による達成率



有機物の場合、全てを網羅するプロセス群を「有機物除去プロセス群」とし、順位はオゾン+粒状炭>粒状炭>粉末炭>凝集>不要 とする。例えば、選択したプロセス群が「粒状炭」、「粉末炭」、「凝集」であった場合には、全てを網羅するプロセス群は最も上位にある「粒状炭」となる。

また表中の達成率はそのプロセスを採用した場合に、浄水レベルを達成できる可能性(確率)を示している。例えば表 3-9-6 のカビ臭除去において、原水レベルが中(5超~25ng/L以下)で浄水レベル1(3ng/L以下)の場合、各プロセスの達成率は、「微粉炭」で65%、「粒状炭」で79%、「オゾン+粒状炭」では100%である。これらの達成率は統計処理により得られたものでその値を保証するものではないが、何%達成できるプロセスを選定するか維持管理面なども含めて総合的に検討する必要がある。このためプロセス群選定段階では、複数のプロセスを候補として選定する。

濁度除去から選定されるプロセスと有機物除去から選定されるプロセスの組み合わせについては表 3-9-8 の基本システム選定表から選定する。表 3-9-8 は濁度除去プロセス群と有機物除去プロセス群を組み合わせたプロセス群を示す表であるが、単純な組み合わせでは浄水システムとして成立しない場合や、成立するものの推奨できない場合がある。そこで、それらの場合には代わりに推奨するプロセス群を記載している。

なお、網掛けをしたプロセス群を選定する際には、表中以外のプロセス群を基本システムとして選定しなければならない場合があり、特に注意が必要である。また、最終的には(7)のコスト、スペース等を考慮して浄水システムを決定することになるため、この段階でも複数の基本システムが候補として残ることになる。

このようにして選定される基本システムについては、表 3-9-9 に示すとおり、計 21 フローとなる。

表 3-9-8 基本システム選定表

濁度 有機物	不要	凝集 +急速ろ過	凝集+沈殿 +急速ろ過	膜ろ過	凝集+沈殿 +膜ろ過	凝集+前ろ過 +膜ろ過
不要	0 消毒のみ	3 凝集+急速ろ過	2-1a 凝集+沈殿 +急速ろ過	1-1a ※11 膜ろ過	2-2a 凝集+沈殿 +膜ろ過	4a 凝集+前ろ過 +膜ろ過
凝集	3 ※1 凝集 +急速ろ過	3 凝集 +急速ろ過	2-1a 凝集+沈殿 +急速ろ過	1-2a 凝集+膜ろ過	2-2a 凝集+沈殿 +膜ろ過	4a 凝集+前ろ過 +膜ろ過
粉末炭	2-1b ※2 粉末炭+凝集 +沈殿 +急速ろ過	2-1b ※6 粉末炭+凝集 +沈殿 +急速ろ過	2-1b 粉末炭+凝集 +沈殿 +急速ろ過	1-1b ※12 粉末炭 +膜ろ過	2-2b 粉末炭+凝集 +沈殿 +膜ろ過	4b 凝集+前ろ過 +粉末炭 +膜ろ過
	1-1b ※3 粉末炭 +膜ろ過	1-2b ※7 粉末炭+凝集 +膜ろ過				
粒状炭	7-1 ※4 粒状炭 +膜ろ過	5-1a ※8 凝集+沈殿 +粒状炭 +急速ろ過	5-1a 凝集+沈殿 +粒状炭 +急速ろ過	7-1 ※13 粒状炭 +膜ろ過	5-2a 凝集+沈殿 +粒状炭 +膜ろ過	8 凝集+前ろ過 +粒状炭 +膜ろ過
		7-2 ※9 凝集+粒状炭 +膜ろ過				
オゾン+ 粒状炭	7-3 ※5 ※15 オゾン +粒状炭 +膜ろ過	6-1 ※10 ※16 凝集+沈殿 +オゾン +粒状炭 +急速ろ過	6-1 ※16 凝集+沈殿+ オゾン +粒状炭 +急速ろ過	7-3 ※15 オゾン +粒状炭 +膜ろ過	6-2 凝集+沈殿 +オゾン +粒状炭 +膜ろ過	6-2 ※14 ※15 凝集+沈殿 +オゾン +粒状炭 +膜ろ過

- ※1 組み合わせプロセス群は「凝集」であるが、後段で注入した凝集ブロックの除去が必要であり、急速ろ過を付加した。
- ※2 組み合わせプロセス群は「粉末炭」であるが、後段で粉末炭の除去が必要であり、凝集+沈殿+急速ろ過を付加した。
- ※3 組み合わせプロセス群は「粉末炭」であるが、後段で粉末炭の除去が必要であり、膜ろ過を付加した。
- ※4 組み合わせプロセス群は「粒状炭」であるが、微粉炭や生物漏出対策の観点から、膜ろ過を付加した。洗浄などの維持管理を適切に行えば、「粒状炭」単独でも処理可能と考えられるが、基本システムには含めないものとした。
- ※5 組み合わせプロセス群は「オゾン+粒状炭」であるが、微粉炭や生物漏出対策の観点から、膜ろ過を付加した。
- ※6 組み合わせプロセス群は「粉末炭+凝集+急速ろ過」であるが、粉末炭の濁質負荷が大きく、急速ろ過では処理しきれない可能性があることから、沈殿を付加した。
- ※7 組み合わせプロセス群は「粉末炭+凝集+急速ろ過」であるが、粉末炭の濁質負荷が大きく、急速ろ過では処理しきれない可能性があることから、膜ろ過を代替とした。
- ※8 組み合わせプロセス群は「凝集+粒状炭+急速ろ過」であるが、粒状炭が入ることにより、急速ろ過での濁度除去が充分でなくなる可能性があることから、沈殿を付加した。
- ※9 組み合わせプロセス群は「凝集+粒状炭+急速ろ過」であるが、粒状炭が入ることにより、急速ろ過での濁度除去が充分でなくなる可能性があることから、膜ろ過を代替とした。

- ※10 組み合わせプロセス群は「凝集+オゾン+粒状炭+急速ろ過」であるが、凝集フロックの流入により、オゾンが適用できない可能性があることから、沈殿を付加した。
- ※11 膜の種類や透過流束等の条件によっては、凝集処理が必要な場合があり、その際の基本システムは 1-2a を選定する。
- ※12 膜の種類や透過流束等の条件によっては、凝集処理が必要な場合があり、その際の基本システムは 1-2b を選定する。
- ※13 膜の種類や透過流束等の条件によっては、凝集処理が必要な場合があり、その際の基本システムは 7-2 を選定する。
- ※14 組み合わせプロセス群は「凝集+前ろ過+オゾン+粒状炭+膜ろ過」であるが、前ろ過では、オゾンに適用可能なレベルの濁度除去が困難であることから、沈殿を代替とした。
- ※15 臭素酸生成が懸念され、オゾンが適用できない場合等に基本システム 5-2b を選定する。臭素酸生成については、本編 3.3.2(8)を参照のこと。
- ※16 臭素酸生成が懸念され、オゾンが適用できない場合等に基本システム 5-1b を選定する。臭素酸生成については、本編 3.3.2(8)を参照のこと。

表 3-9-9 選定対象基本システム

1	-1	a	膜ろ過
		b	粉末炭 + 膜ろ過
	-2	a	凝集 + 膜ろ過
		b	粉末炭 + 凝集 + 膜ろ過
2	-1	a	凝集 + 沈殿 + 急速ろ過
		b	粉末炭 + 凝集 + 沈殿 + 急速ろ過
	-2	a	凝集 + 沈殿 + 膜ろ過
		b	粉末炭 + 凝集 + 沈殿 + 膜ろ過
3		凝集 + 急速ろ過	
4	a	凝集 + 前ろ過 + 膜ろ過	
	b	凝集 + 前ろ過 + 粉末炭 + 膜ろ過	
5	-1	a	凝集 + 沈殿 + 粒状炭 + 急速ろ過
		b	粉末炭 + 凝集 + 沈殿 + 粒状炭 + 急速ろ過
	-2	a	凝集 + 沈殿 + 粒状炭 + 膜ろ過
		b	粉末炭 + 凝集 + 沈殿 + 粒状炭 + 膜ろ過
6	-1	凝集 + 沈殿 + オゾン + 粒状炭 + 急速ろ過	
	-2	凝集 + 沈殿 + オゾン + 粒状炭 + 膜ろ過	
7	-1	粒状炭 + 膜ろ過	
	-2	凝集 + 粒状炭 + 膜ろ過	
	-3	オゾン + 粒状炭 + 膜ろ過	
8		凝集 + 前ろ過 + 粒状炭 + 膜ろ過	

(6) 追加設備の検討

(5) で選定した基本システムに対して、除マンガン設備、アルミニウム対策（酸と鉄系凝集剤）注入設備、生物処理設備、除鉄設備の追加について、図 3-9-4～3-9-7 の判定手順及び表 3-9-10 の判定基準により検討する。

表 3-9-10 追加設備判定基準

追加設備	判定項目	判定基準値	備考
除マンガン設備	原水のマンガン	0.01mg/L	0.05mg/L 以下で急速ろ過設備を持つ場合は不要
酸注入設備	凝集 pH 値	7.0	アルカリ度の確保が必要
生物処理設備	原水のアンモニア態窒素	0.3～2.0mg/L	アンモニア態窒素を対象
除鉄設備	原水の溶解性鉄	—	適切な塩素剤注入で対応

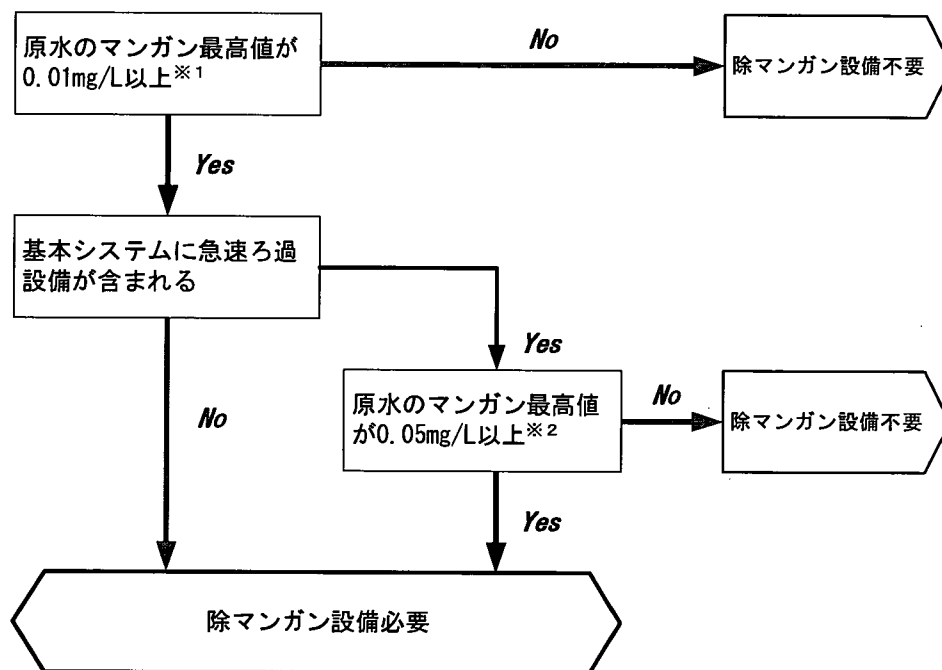


図 3-9-4 除マンガン設備追加判定手順

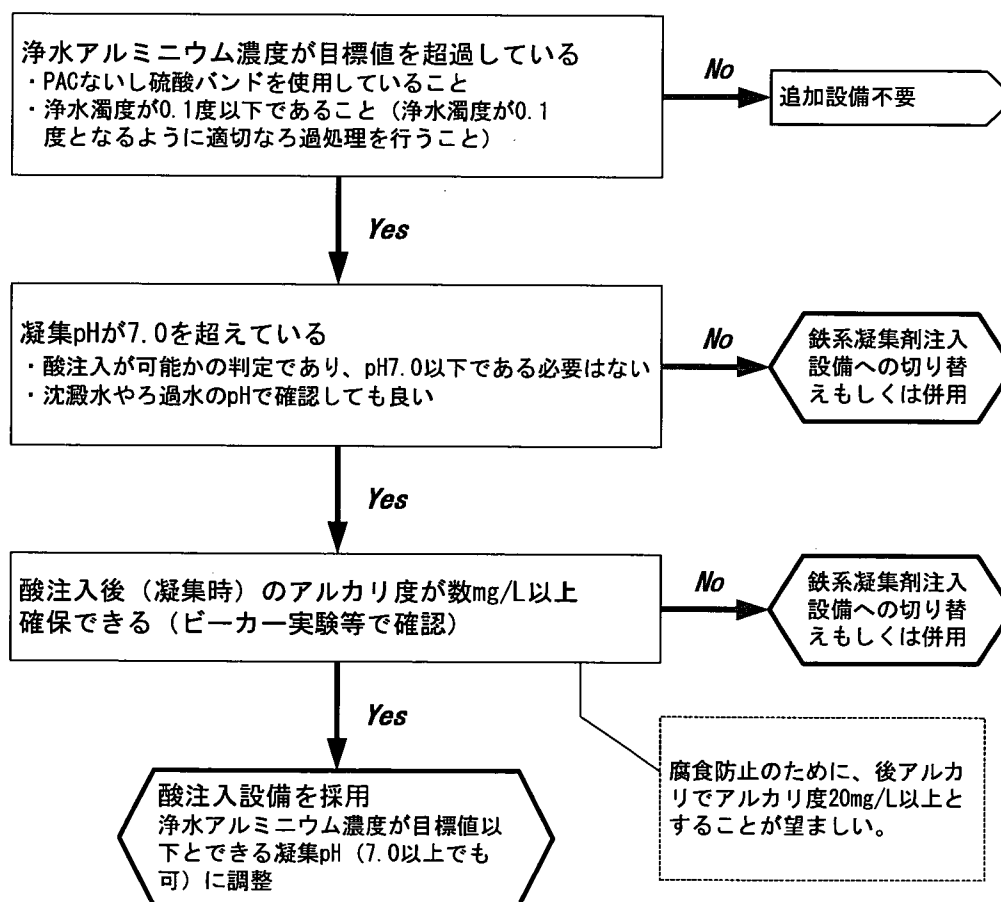


図 3-9-5 アルミニウム対策のための追加設備判定手順