

第2章 高度浄水処理導入に関する既存の技術的知見

本章では、1-3 で述べた高度浄水処理フロー・施設諸元等の候補を選定する際に活用する既往の知見・事例について概要を紹介する。

2-1 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*)

財団法人水道技術研究センターの「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*)」(平成 17 年度～平成 19 年度、厚生労働科学研究費補助)では、各種の原水条件に応じた最適浄水処理プロセスの選定指針の作成、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を実施し、需要者が求めている安全でおいしい水を供給する効率的な浄水技術の選定手法の確立を目指し、下記 5 つのテーマについて研究を行った。

- ・ 浄水システムに関する研究 ----- [浄水システム委員会]
- ・ 水質評価に関する研究 ----- [水質評価委員会]
- ・ 浄水処理技術の機能評価に関する研究 ----- [機能評価委員会]
- ・ 浄水施設の環境評価に関する研究 ----- [環境評価委員会]
- ・ 水道原水の臭気評価に関する研究 ----- [臭気評価委員会]

本技術資料では、このうち浄水システム委員会と機能評価委員会の取組を参考として、累積頻度を用いた特徴分析 (3-5) 及び重回帰分析を用いた特徴分析 (3-6) を行った。

1) 浄水システム委員会の研究概要 [資料-1-1 参照]

この研究では、原水水質、目標とする浄水水質、維持管理性及びコスト等を考慮した適切なシステムの選定手法、システム評価手法を開発し、水道事業体の施設更新時においてより信頼性のある浄水処理方式を選定することを目的とした。

最適浄水システム選定手法の開発は、処理システムの基本的な考え方としてシステムの最終段階に固液分離プロセスを置き、溶解性成分に対しては、粉末活性炭、粒状活性炭、オゾン・粒状活性炭の順でより高度の処理ができるという前提で選定対象システムを決定している。選定方法は、浄水処理プロセスを「濁度除去プロセス」と「有機物除去プロセス」に分け、それぞれについて、原水水質と目標浄水水質に応じたプロセス群を選定し、さらにその組み合わせをベースにした基本システムを選定し、必要に応じてマンガン除去等の設備を付加したシステムを提示している。このようにして選定された水質面での最適浄水システムに、コスト、スペース、維持管理性、LCA などの情報を付加している。

以下では、研究成果のうち、「目標浄水水質の設定」、「プロセス群の選定」、「最適浄水システム選定手法」、「コスト・スペース・維持管理性・LCA 情報」の概要を抜粋した。

(1) 目標浄水水質の設定

浄水システムを選定する際の目標浄水水質については、浄水場で適切に運転管理が行われている場合に達成可能な値をレベル1、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うえでの目標値をレベル2とする2段階の設定を行った。

① レベル1

レベル1は「浄水場で適切に運転管理が行われている場合に達成可能な値」、すなわち我が国のほとんどの浄水場で満足しているレベルとして、水道統計より全浄水場の出口濃度の年間最大値で累積頻度90%の値を参考に設定した。水質項目については、水道事業者が管理目標としている水質項目から、微粒子管理項目として濁度、塩素処理管理項目として色度、鉄、マンガン、有機物管理項目としてTOC、THM、ジェオスミン、2-MIB、また、凝集処理管理項目としてアルミニウムの9項目とした（表-2-1-1）。

表-2-1-1 浄水水質目標（レベル1）

管理項目	項目名	90%値	設定値	累積頻度
微粒子	濁度[度]	0.15	0.1	0.874
有機物	THM[mg/L]	0.039	0.04	0.909
	TOC[mg/L]	1.39	1.5	0.932
	ジェオスミン[ng/L]	3.1	3	0.899
	2-MIB[ng/L]	1.8	3	0.942
凝集処理	アルミニウム[mg/L]	0.08	0.1	0.944
塩素処理	色度[度]	1.7	2	0.941
	鉄[mg/L]	0.036	0.03	0.884
	マンガン[mg/L]	0.0055	0.005	0.887

② レベル2

水道ビジョンでは、「世界のトップランナーを目指してチャレンジし続ける水道」を基本理念に掲げ、「安心：すべての国民が安心しておいしく飲める水道水の供給」を主要政策課題の一つとしている。そこでレベル2は、この実現に向けて、「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うえでの目標値」、すなわち今後の日本の水道が目指すべき目標値として設定した。具体的には、より安全でおいしい水の観点から、現在、有機物除去性に関して最も高度な浄水システムとして実績を有するオゾン・活性炭システムにおけるTOC、THM、ジェオスミン、2-MIBの水質項目について、年間最大値の累積頻度50%を基に設定した（表-2-1-2）。

表-2-1-2 浄水水質目標（レベル2）

管理項目	項目名	50%値	設定値	累積頻度
微粒子	濁度(膜処理)[度]	—	0.01 (実験結果より)	—
有機物	THM[mg/L]	0.0153	0.015	0.483
	TOC[mg/L]	1	1	0.5
	ジェオスミン[ng/L]	0	1未満	0.917
	2-MIB[ng/L]	0	1未満	0.833

(2) プロセス群の選定

浄水レベルを設定した水質項目である濁度、TOC、カビ臭（ジェオスミン、2-MIB）、THMFP及びTHMについて、基本的には浄水場の原水と浄水水質を用いたフローデータ解析の結果を基にプロセス群選定を行った。フローデータ解析だけではデータが不十分な水質項目については、個々の処理プロセスの出入口の水質を用いたプロセスデータ解析の結果も活用した。

なお、浄水レベル1でアルミニウム、色度、鉄、マンガンも設定しているが、これらの水質項目については、基本的に濁質除去プロセス群や有機物除去プロセス群で除去されることから、必要な場合には追加設備で対応することとした。

まず、原水のレベル分けを行い、水道水質基準値を含む浄水レベル毎に達成可能な浄水プロセス群を1つ以上選定した。原水レベル設定の概念を図-2-1-1に示す。なお、一部の原水レベルの設定においては、水道統計データを参考とした。

原水レベルの設定は、基本的に浄水レベル1を90%以上達成できる浄水システムにおける原水濃度の最大値あるいは99~90%値とした。最大値とするか99~90%値とするかは、水質項目毎にデータを詳細に検討して決定した。

浄水レベルに応じた浄水プロセスの選定のために、基本となるプロセスから原水レベルごとに目標とする浄水レベルを達成するためのプロセス群とその達成率を提示した。既に浄水レベル1のプロセスは達成率90%以上で原水レベルを設定した時点で決まっているので、浄水レベル2対応のシステムを決定した。レベル2は達成率50%以上を基本としたが、水質項目によっては達成率50%未満のものも選定した。

以上の検討により、水質項目ごとにプロセス群選定表を作成した（表-2-1-5~表-2-1-8）。

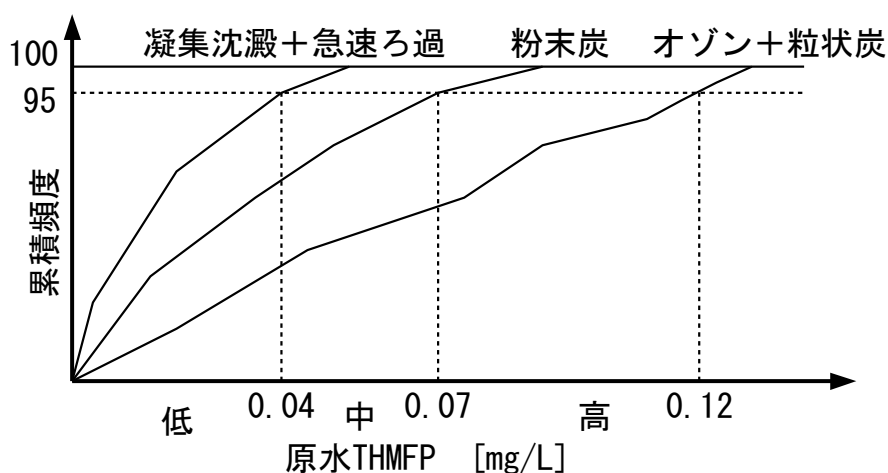
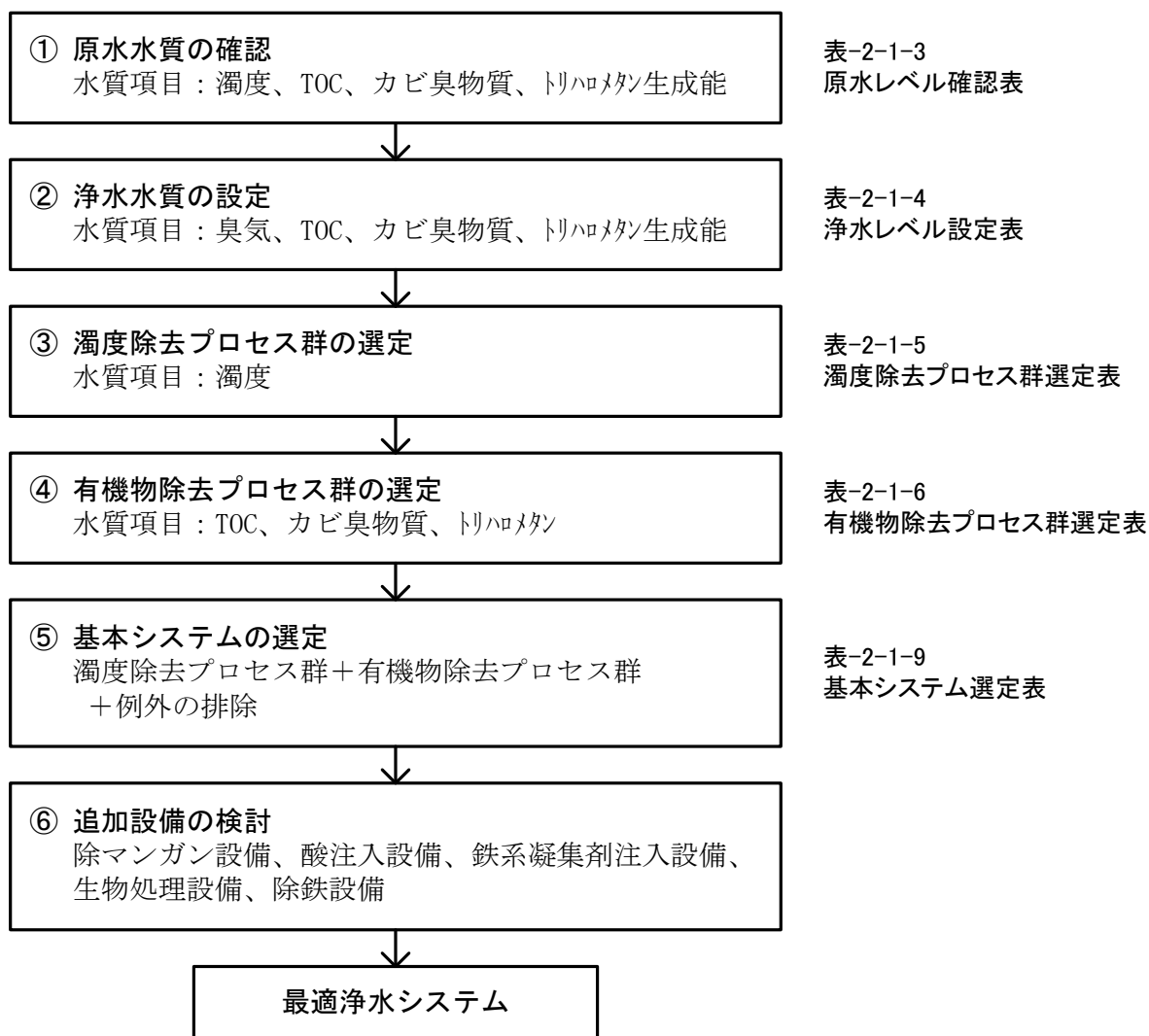


図-2-1-1 原水レベル設定の概念

(3) 最適浄水システム選定手法

最適浄水システムの選定手法を図-2-1-2に示す。基本システムに除マンガン設備等の有無の判断を加えたものが、最適浄水システムとなる。このようにして得られた最適浄水システムについて、コスト、スペース、維持管理性、LCA等の情報を提供する。水道事業者等の利用者は、これらの情報を受けて、最終的にどの浄水システムが適切であるか判断することとなる。以下に、具体的な選定手順を示す。



THM : トリハロメタン
THMFP : トリハロメタン生成能
TOC : 全有機炭素

(浄水システム委員会の研究成果をもとに一部改変)

図-2-1-2 最適浄水システム選定手法

① 原水レベルの確認

対象とする原水水質について、濁度、TOC、カビ臭物質、トリハロメタン生成能の4項目のそれぞれが原水レベルのどの部分に属するかを表-2-1-3より確認する。この際、原水の値は水道事業体等の利用者が想定する最も高い値とする（実際の最大値とは必ずしも一致させる必要はない）。なお、原水レベルが表-2-1-3の区分に入らない場合は、少なくとも浄水レベル1以上の処理は困難であるか、またはデータが存在しないことを示す。

表-2-1-3 原水レベル確認表

水質項目 \ 原水レベル	低	中	高
濁度[度]	1以下	1～5以下	5～800以下
TOC [mg/L]	2.5以下	2.5～3.5以下	3.5～7.5以下
カビ臭物質 [ng/L]*	5以下	5～25以下	25～750以下
THMFP [mg/L]	0.04以下	0.04～0.07以下	0.07～0.12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。

② 浄水レベルの設定

目標とする浄水水質について、濁度、TOC、カビ臭物質、THMの4項目それぞれを浄水レベルのどの区分にするか、表-2-1-4をもとに設定する。

表-2-1-4 浄水レベル設定表

水質項目 \ 原水レベル	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。

③ 濁度除去プロセス群の選定

濁度について、①と②で確認・設定した原水レベルと浄水レベルを濁度除去プロセス群選定表（表-2-1-5）に当てはめ、原水レベルの行と浄水レベルの列が交差するカラムにあるプロセス群を「濁度除去プロセス群」と定める。ここで、濁度除去プロセス群は複数選択できる場合があるが、その際は達成率を目安にプロセス群を選択する。