

西谷浄水場における浄水処理方法の
検討結果報告書

平成 27 年 3 月

横浜市水道局

目次

はじめに

1.	検討の背景	1
1.1.	検討の目的	1
1.2.	お客さまの意識と国の動向	1
(1)	お客さまの意識	1
(2)	国の動向	2
2.	相模湖系統の現状と課題	4
2.1.	相模湖系統浄水処理システム	4
2.2.	相模湖の水質動向	4
(1)	相模湖の概要	4
(2)	相模湖の富栄養化状況	5
(3)	相模湖上流及び相模湖周辺の流域下水道	6
(4)	相模湖の藻類発生状況	6
(5)	相模湖における水源水質保全の取組	7
(6)	主な水質項目の動向	7
2.3.	相模原沈でん池の機能と水質状況	8
(1)	相模原沈でん池の施設概要	8
(2)	相模湖系浄水処理システムにおける役割	8
(3)	原水水質への影響	8
2.4.	相模湖系統の現状と課題の整理	8
3.	西谷浄水場の現状と課題	9
3.1.	概要	9
(1)	現状の浄水処理方法	9
(2)	浄水処理概要	9
3.2.	水質管理の考え方	10
3.3.	西谷浄水場の浄水処理工程の課題	11
(1)	異臭味対策としての粉末活性炭注入	11
(2)	かび臭物質（ジェオスミン）の安定した処理	12
(3)	粉末活性炭必要量の安定した確保	15
3.4.	水質汚染事故への対応実績	15
3.5.	将来の相模湖における原水水質(藻類)の変動要因	16
3.6.	西谷浄水場における課題の整理	16

4.	浄水処理方法案の抽出	17
4.1.	浄水場の再構築計画	17
	(1) 自然流下系の優先と1浄水場1水源体制の構築	17
	(2) 西谷浄水場再整備事業	18
	(3) 老朽化と耐震性の状況	19
4.2.	浄水処理方法案	20
4.3.	粒状活性炭処理プロセスの位置と流向	20
5.	実証実験	22
5.1.	粒状活性炭プラント実験	22
	(1) 目的	22
	(2) 実験条件	22
	(3) 処理能力の比較検討	23
	(4) BAC処理の適正評価	25
	(5) 西谷浄水場における最適通水方向	26
	(6) 活性炭の交換頻度・方法	27
5.2.	オゾン実験	27
5.3.	粒状活性炭導入による付随効果の検証	29
5.4.	本実験により得られた知見	29
6.	施設規模の検討	30
6.1.	検討の基本条件	30
	(1) 水量	30
	(2) 水質	30
6.2.	浄水処理施設の検討	30
	(1) 検討対象施設	30
	(2) 施設諸元	30
6.3.	排水処理施設の検討	31
	(1) 検討対象施設	31
	(2) 施設増強の必要性	32
7.	浄水処理方法の評価	33
7.1.	評価の視点と指標	33
	(1) 浄水処理の安定性	33
	(2) ライフサイクルコスト	33
	(3) 維持管理性	34
	(4) 環境負荷	34
7.2.	評価結果	35
	(1) 浄水処理の安定性	35
	(2) ライフサイクルコスト	35

(3) 維持管理性	35
(4) 環境負荷	35
8. まとめ	37
8.1. 再整備後の浄水処理システム	37
8.2. 再整備までの当面の取組	39
9. 西谷浄水場浄水処理方法検討会委員からの意見	40
参考 西谷浄水場浄水処理方法検討会の実施状況	参考 1

はじめに

西谷浄水場では、一部の施設で老朽化や耐震性に課題があるため、再整備を検討している。一方、浄水処理においては、水源の相模湖における藻類増殖に起因する臭気対策として、粉末活性炭の注入を行っているが、近年では粉末活性炭の注入日数、注入量が増加しており、水質管理、運転管理面での負担が大きく、特に急激に水質が変動した場合には安定して処理を行うことが難しい状況にある。

このような状況を踏まえ、横浜市水道局では、西谷浄水場の再整備に併せて相模湖系統の水源水質に応じた適切な浄水処理方法の導入について検討を進めており、その1つとして、平成23年度から粒状活性炭処理について民間企業との共同研究を開始し、導入に向けての実証実験を行ってきた。

さらに、平成24年12月には有識者及び横浜市水道局水道技術管理者から成る「西谷浄水場浄水処理方法検討会」を設置し、専門的な知見からの意見等を求めながら検討を進めた。

本報告書では、西谷浄水場へ導入する最適な浄水処理方法について、水源から浄水場までの課題を整理したうえで検討した結果を報告する。

平成27年3月

横浜市水道局

1. 検討の背景

1.1. 検討の目的

西谷浄水場における浄水処理方法の検討の目的は、安全な水道水を安定的に供給するために、水源である相模湖の水質に適した浄水処理方法を選定することである。

検討にあたっては、水源から浄水場までを一連の水道システムとして捉え、現状の課題を整理したうえで、今後の対応をとりまとめた。特に、西谷浄水場に導入する浄水処理方法については、粒状活性炭処理等の処理方法について実験を実施するなどして、処理の安定性やコスト等について比較を行うこととした。また、平成 24 年 12 月に「西谷浄水場浄水処理方法検討会」を設置し、浄水処理に精通した有識者に専門的な立場からの意見をいただきながら検討を進めた。

1.2. お客様の意識と国の動向

検討の目的で述べた「安全な水道水を安定的に供給する」ことについて、お客様の意識と国の動向について整理した。

(1) お客様の意識

ア お客様意識調査

平成 26 年度に行った「水道に関するお客様意識調査」*の結果では、横浜市水道局が今後、特に力を入れるべき項目として、「安全でおいしい水の提供(81.8%)」が最も高い割合で選択された(図 1.2.1)。このことから、水道水の品質確保が重要視されていることがうかがえる。

一方、同調査では、水道事業に不満な点として、「特にない(44.5%)」を除けば「水道料金に関すること(17.8%)」が最も高い割合で選択されており、コストに見合う水道サービスの提供が望まれている(図 1.2.2)。

* 「水道に関するお客様意識調査」の概要

調査地域：横浜市全域

調査対象：横浜市内に居住する 20 歳以上の方 4,000 人

抽出方法：住民基本台帳からの無作為抽出

調査方法：メール便配布、郵送回収

調査期間：平成 26 年 5 月 12 日（月）～5 月 26 日（月）

有効回答数：1,619 標本（回収率 40.5%）

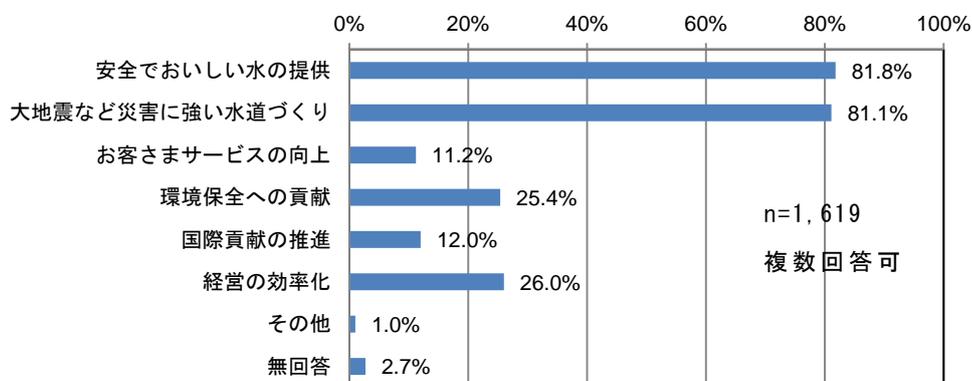


図 1.2.1 水道局が力を入れるべき項目（H26 水道に関するお客様意識調査）

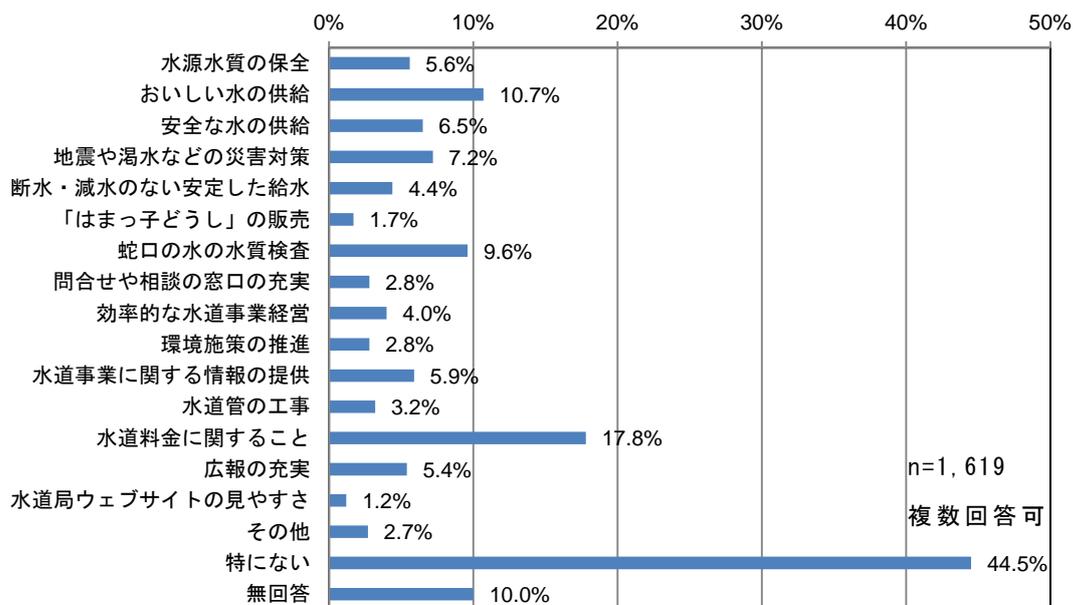


図 1.2.2 横浜市の水道事業について不満な点（H26 水道に関するお客さま意識調査）

イ 異臭味に関する苦情件数

西谷浄水場では、原水中の臭気対策として粉末活性炭を注入しており、平成 16 年度に水質基準が見直され、新たにかび臭物質が水質基準として設定されたことに伴い処理を強化している（P11 図 3.3.1 参照）。しかし、表 1.2.1 に示すとおり、かび臭を含め、水道水の異臭味に関する苦情は依然として発生しており、平成 21 年度から 25 年度までの西谷浄水場給水エリアにおける異臭味に関する苦情の合計件数は 22 件で、年間平均 4.4 件であった。

表 1.2.1 西谷浄水場給水エリアにおける異臭味に関する苦情件数（H21～25）

年度	件数	お客さまの申告内容
H21	2 件	味・においの違和感 1 件、金属臭 1 件
H22	7 件	味・においの違和感 4 件、金属臭 2 件、カルキ臭 1 件
H23	5 件	味・においの違和感 2 件、カルキ臭 1 件、味が苦い 1 件、生臭いにおい 1 件
H24	6 件	金属臭 1 件、かび・土のにおい 2 件、化学物質系のにおい 2 件、油のにおい 1 件
H25	2 件	味・においの違和感 1 件、カルキ臭 1 件
H21～25 計	22 件	

(2) 国の動向

ア 新水道ビジョンの策定

平成 25 年 3 月に厚生労働省が策定した「新水道ビジョン」では、水道の理想像の 3 つの柱として、「安全」「強靱」「持続」が掲げられている。

西谷浄水場の再整備にあたっては、水源水質に適した浄水処理、施設の耐震化、エネルギーの高効率化によって、理想像の実現に取り組む。

イ 水安全計画

厚生労働省では、水源から給水栓に至る統合的な水質管理を実現するために、「水安全計画」の策定を推奨しており、平成 20 年 5 月に「水安全計画策定のためのガイドライン」を作成した。新水道ビジョンにおいても、統合的アプローチにより水道水質管理水準の向上を図ることを重点的な方策として位置づけており、水道水の安全性を一層高め、今後とも国民が安心しておいしく飲める水道水を安定的に供給することが望まれている。

ウ 水質基準の強化・拡充

水道法に基づく水質基準は、昭和 33 年の制定以降、科学的知見や社会的情勢に基づいて適宜改正が行われており、平成 5 年の改正ではトリハロメタン等の塩素系有機化合物を中心に 20 項目が追加された。現在の水質基準は、消毒副生成物等の新たな化学物質による問題や、クリプトスポリジウム等の耐塩素性病原性微生物の問題が提起されたことを受けて、平成 16 年の大幅な改正により制定されたものである。表 1.2.2 に示すように、平成 16 年度の大幅改正以降も、適宜改正が行われており、平成 26 年 4 月現在で 51 項目が水質基準項目として設定されている。

今後も、安全な水道水の供給のため、水質基準の強化・拡充が進められることが想定される。

表 1.2.2 H16 改正以降の水質基準の改正内容（H26 年 4 月まで）

	追加	強化	廃止	項目の変更
項目数	2	3	1	1

2. 相模湖系統の現状と課題

2.1. 相模湖系統浄水処理システム

西谷浄水場では、水源である相模湖の原水を沼本ダムで取水し、相模原沈殿池を経由して、西谷浄水場に導水している。また、導水路の途中、鶴ヶ峰配水池敷地内で、粉末活性炭の注入を行っている。浄水処理システムの概念図を図 2.1.1 に示す。

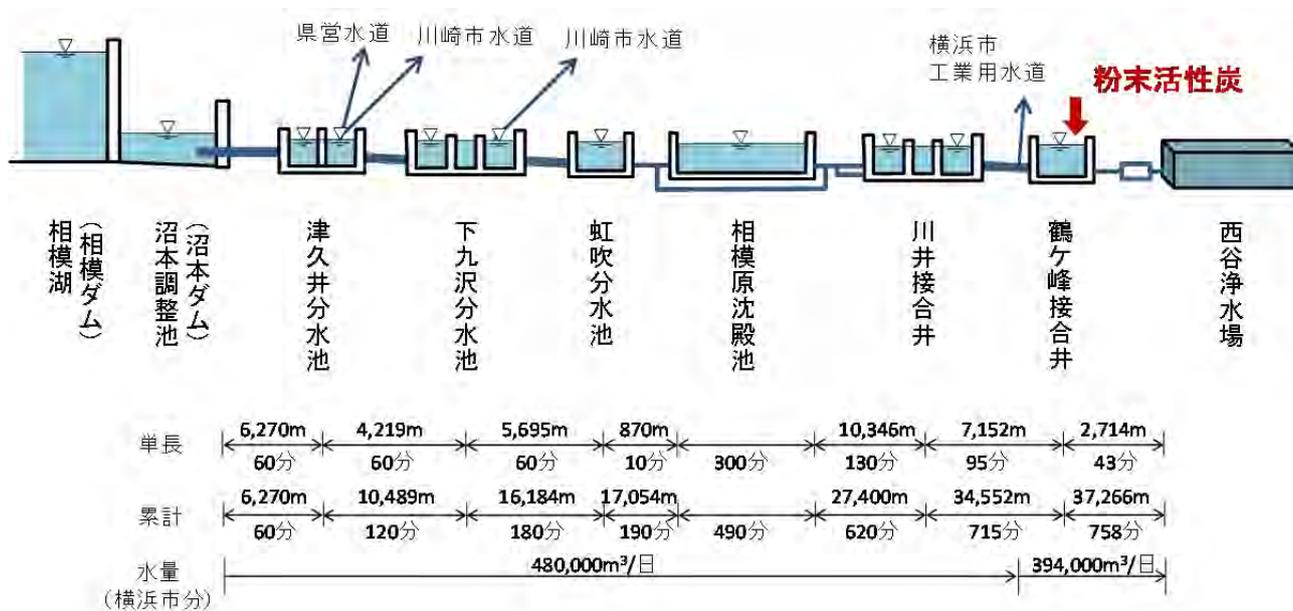


図 2.1.1 相模湖系統浄水処理システム（概要）

2.2. 相模湖の水質動向

(1) 相模湖の概要

西谷浄水場の水源は、神奈川県北部の相模原市に位置する相模湖（人造湖）である。山梨県の山中湖と忍野湧水群に端を発する桂川が、約 50 km 流下して相模湖に流入している。西谷浄水場の相模湖系原水は相模ダムの放流水を下流の沼本ダムから取水され、西谷浄水場へと導水されている（図 2.2.1）。

湛水開始 昭和 19 年

総貯水量 6,320 万 m³ 有効貯水量 4,820 万 m³

最大水深 47.0m 湛水面積 3.26km²



図 2.2.1 相模湖概要

(2) 相模湖の富栄養化状況

相模湖の水質は、全窒素及び全リンが大きく環境基準を超過しており、環境基準の可及的速やかな達成に努めるために平成 26 年度までの暫定目標としてそれぞれ 1.4mg/L 及び 0.085mg/L が設定されている。流入河川である桂川の全窒素及び全リンの推移は昭和 40 年代前半までは全窒素 0.5mg/L、全リン 0.05mg/L に留まっていたが、40 年代中盤以降、上流域の生活排水や農地の施肥など人為的活動の影響により徐々に水質が悪化し、窒素、リンが漸増した。現在は全窒素 1.1~1.5mg/L、全リンは 0.08~0.11mg/L と横ばいで推移している (図 2.2.2)。富栄養化状態の目安は全窒素 0.2mg/L 以上または全リン 0.02mg/L 以上(出典：上水試験法)とされていることから、相模湖は慢性的な富栄養湖である。なお、相模湖の窒素・リンの 7~8 割が生活排水系以外と報告されている(図 2.2.3)。

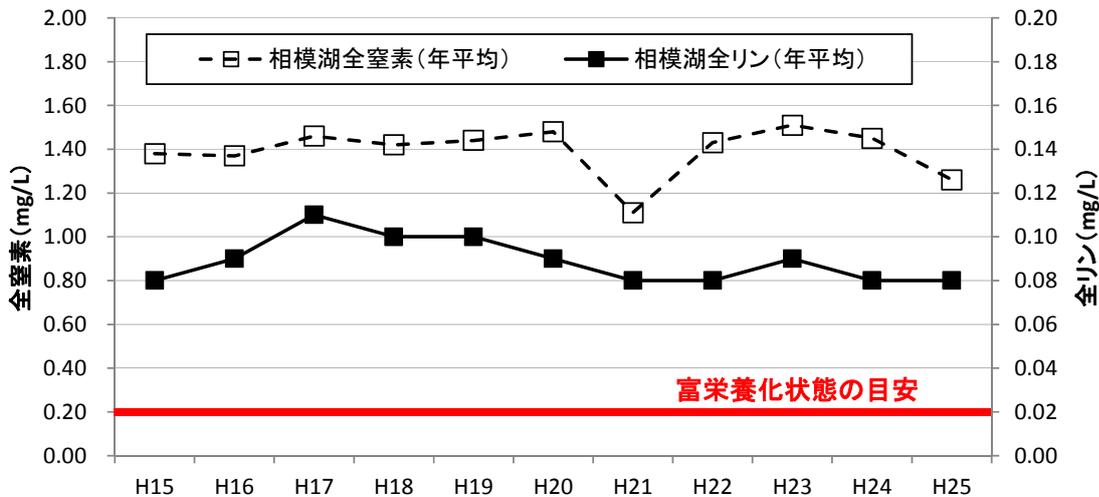


図 2.2.2 相模湖表層における窒素、リンの経年変化 (H15~25)

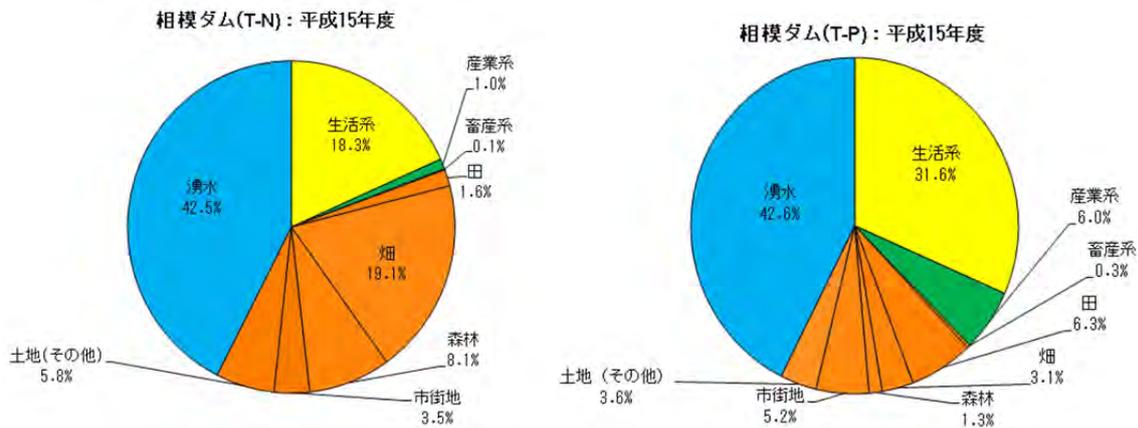


図 2.2.3 相模湖における全リン及び全窒素の由来 (H15 年度)

出典) 環境省 中央環境審議会水環境部会陸域環境基準専門委員会 (第 8 回) 資料

(3) 相模湖上流及び相模湖周辺の流域下水道

相模湖に流入する桂川の流域には富士吉田市、都留市、大月市、上野原市など4市2町2村があり、総人口は約18万人(平成25年度末)である。上流域の下水道として、富士吉田市、富士河口湖町、山中湖村、忍野村を対象とする富士北麓浄化センター、大月市、都留市、西桂町及び上野原市、富士吉田市の一部を対象とする桂川清流センターがある。富士北麓流域下水道と桂川流域下水道の普及率は平成25年度でそれぞれ58.6%、28.9%である(図2.2.4)

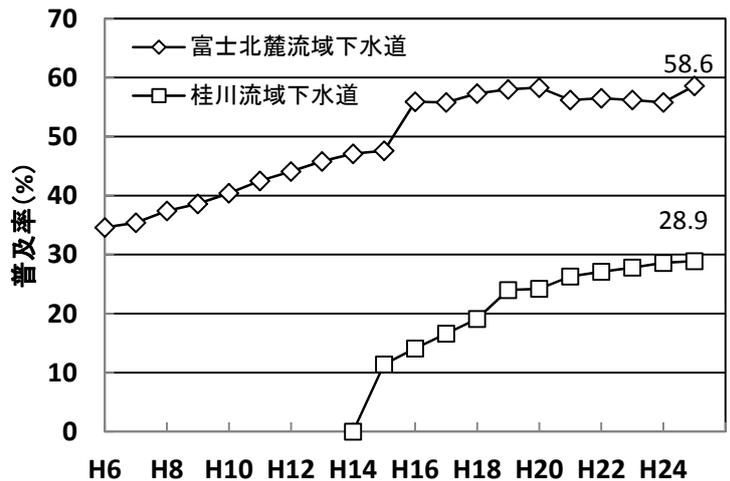


図 2.2.4 流域下水道の普及率の推移*

*山梨県ホームページ(<http://www.pref.yamanashi.jp/gesuido/54577329033.html>)を参考に作成

(4) 相模湖の藻類発生状況

相模湖では、昭和40年代から進んだ富栄養化の影響でアオコ*が発生した。昭和48年7月にはアナベナが原因と思われるかび臭が初めて発生した。その後は、発生時期や程度は異なるものの毎年のようにアオコが確認されている(図2.2.5)。

また、アオコ以外の珪藻類も毎年のように発生しており、原水中の異臭味の原因となっている。

* 夏季に植物プランクトンの藍藻類が増殖して湖等の表層を緑色の膜のように覆う現象



図 2.2.5 相模湖堰堤付近のアオコ発生状況(平成20年8月)

(5) 相模湖における水源水質保全の取組

本市を含む利水者は、水源水質保全の立場から相模湖周辺の流域下水道整備事業（相模原市のうち旧津久井町、旧相模湖町及び旧藤野町に限る。）の負担相当分を助成し、事業の促進を図ってきた。

また、相模湖では、昭和 54 年にミクロキスティスが大量発生し、各水道事業体ではろ過池からの漏出による濁度上昇等、浄水処理に大きな影響を受けた。そのアオコ対策として、昭和 56 年 5 月に相模ダム取水口前にアオコフェンスを設置した。さらに生物の発生を抑制するため、間欠式空気揚水筒（エアレーション）を導入した。昭和 63 年度 1 基、平成 3 年度 3 基、平成 4 年度 4 基と増設され現在 8 基が設置されており、例年、植物プランクトンが多く発生する 3 月中旬から 11 月中旬までの約 8 か月間稼働している（図 2.2.6）

これらの取組にも関わらず、異臭味の原因となる藻類は依然として毎年のように発生しており、抜本的な水質改善は難しい状況である。



図 2.2.6 間欠式空気揚水筒設置場所（①～⑧）

(6) 主な水質項目の動向

現状の原水水質を把握するために、表 2.2.1 に示す 11 項目について取り上げた。この 11 項目は「富栄養化の影響を受ける項目」と「富栄養化の影響を受けにくい項目」に分けることができる。

障害生物を除く 10 項目について経年変化を確認し、平成 15～24 年度の 10 年間で著しく上昇または下降傾向にある項目はなかった。障害生物の季節変動を確認した結果、年度間で変動が見られ、経年による増殖や変動などの一方向の推移は見られなかった。

表 2.2.1 水質動向を確認する 11 項目

富栄養化の影響を受ける項目	pH、濁度、障害生物、ジェオスミン、 TOC、BOD、COD、 トリハロメタン生成能
富栄養化の影響を受けにくい項目	鉄、マンガン、アルミニウム

2.3. 相模原沈でん池の機能と水質状況

(1) 相模原沈でん池の施設概要

相模原沈でん池は、昭和 29 年に築造された土えん堤式貯水池で、相模湖系統水利権 480,000m³/日（工業用水を含む）の約 2 倍の貯水容量を持つ自然沈でん池である。

築造年度	昭和 29 年
材質構造	土えん堤式貯水池
形状寸法	貯水量 883,000m ³ 湛水面積 120,000m ² 水深 8.5m、H.W.L.103.5m



図 2.3.1 相模原沈でん池

(2) 相模湖系浄水処理システムにおける役割

ア 高濁度時のピークカット機能

相模原沈でん池は、高濁度時のピークカット機能を有し、西谷浄水場への濁質負荷を平準化している。平成 25 年 9 月 16 日には台風 18 号の影響で、流入濁度が 240 度まで上昇したが、流入部で PAC 注入を行い流出濁度を最大で 25.8 度に抑えることができた。

イ 流量調整機能

相模原沈でん池はその貯留量を生かして、下流への流量調整の役割を果たしている。

例えば、セラロック（川井浄水場）が緊急停止した場合に道志川系の原水が上流で溢れないようにするため、道志川系導水管から相模湖系導水路に連絡する管の弁が膜ろ過流入の停止と連動して開くように設定されている。

その場合、相模湖系導水路の流量が急激に増加することを防止するため、相模原沈でん池から相模湖系導水路への流出水量を減量し、相模原沈でん池に一時的に貯留することで対応することとしている。

以上、相模原沈でん池は、高濁度時のピークカット機能や、流量調節機能を有しており、将来的にも機能を保持していくことが望ましい。

(3) 原水水質への影響

相模原沈でん池では、春から秋にかけて主に珪藻類の増殖傾向が見られており、異臭味の発生要因となっている。

2.4. 相模湖系統の現状と課題の整理

【相模湖】

- 富栄養化の原因である窒素・リンの 7～8 割が生活排水系以外と報告されている。
- 流域下水道事業に対する助成やエアレーションの稼働等、水源水質保全に取り組んでいるが、異臭味の原因となる藻類は依然として毎年のように発生しており、抜本的な水質改善は難しい状況である。

【相模原沈でん池】

- 貯留機能や高濁度のピークカット機能は有効に機能している。
- 川井浄水場が緊急停止した際に、相模原沈でん池は流量調整機能を果たす。
- 藻類（主に珪藻類）の増加傾向が見られるため、藻類対策を目的とした沈でん池の改良や、広大な相模原沈でん池の施設を有効活用する方策の検討を進める。

3. 西谷浄水場の現状と課題

3.1. 概要

(1) 現状の浄水処理方法

西谷浄水場は、第2回拡張工事の際に建設され、大正4年に完成した。その後、市域の拡張への対応や関東大震災、戦災などの復興を経て、昭和52年の第8回拡張工事で現在の姿になっている。

浄水処理方式は、図3.1.1に示すように凝集沈澱＋急速ろ過で、標準処理能力は356,000m³/日、最大処理能力は400,000m³/日となっている。

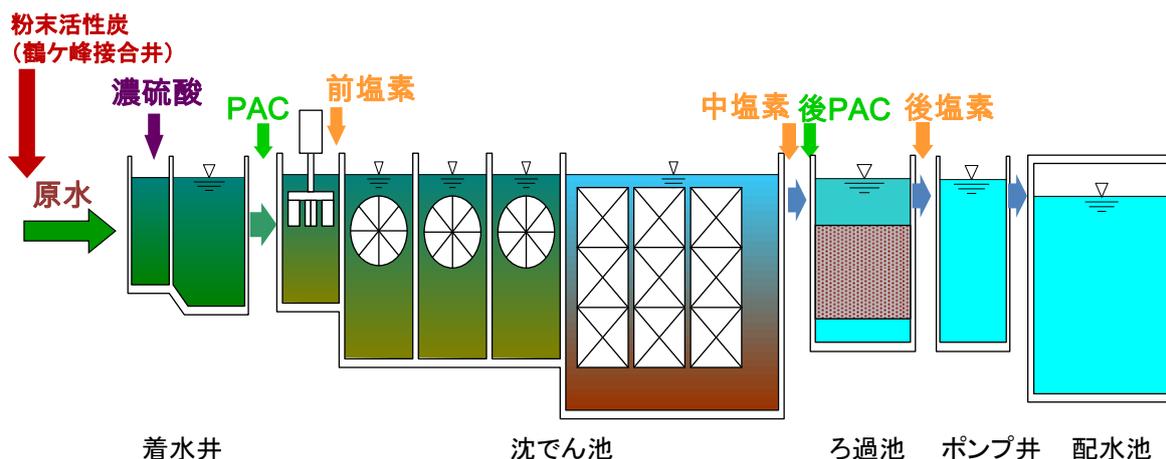


図 3.1.1 西谷浄水場の浄水処理フロー

(2) 浄水処理概要

西谷浄水場の水源である相模湖では富栄養化状態が続いており、春から秋には珪藻類が、また、高水温期には藍藻類が増殖するため、それらの藻類由来の異臭味低減対策に粉末活性炭注入で対応している。

藻類に起因する主な浄水処理障害としては、マイクロキスティスによるろ過漏洩、スケルトネマ、キクロテラ、オーラコセイラ等の珪藻類による異臭味、発臭性アナベナによるジェオスミンの産生が挙げられる。珪藻類による異臭味は、生ぐさ臭等が挙げられるが、原水及びろ過水の官能試験により粉末活性炭を注入し、対策を行っている。発臭性アナベナは主に夏季に増殖し、かび臭の原因となるジェオスミンを産生する。対策としては、官能試験とGC/MS^{*1}の測定結果に基づく粉末活性炭の注入を行い、浄水のジェオスミン濃度は概ね3ng/L以下に抑えられている。

*1 ガスクロマトグラフ質量分析計

3.2. 水質管理の考え方

横浜市水道局では、お客さまに給水栓から確実に安全な水道水を提供するため、水道水を製造する生産工場である浄水場で、国際規格 ISO9001 による品質管理を行っており(図 3.2.1)、浄水場出口で水質管理値、水質管理目標値を定めている(表 3.2.1)。また水源の水質悪化や気候等による水質変動に対しても、適切な浄水処理を行うことで、品質の確保をしている。

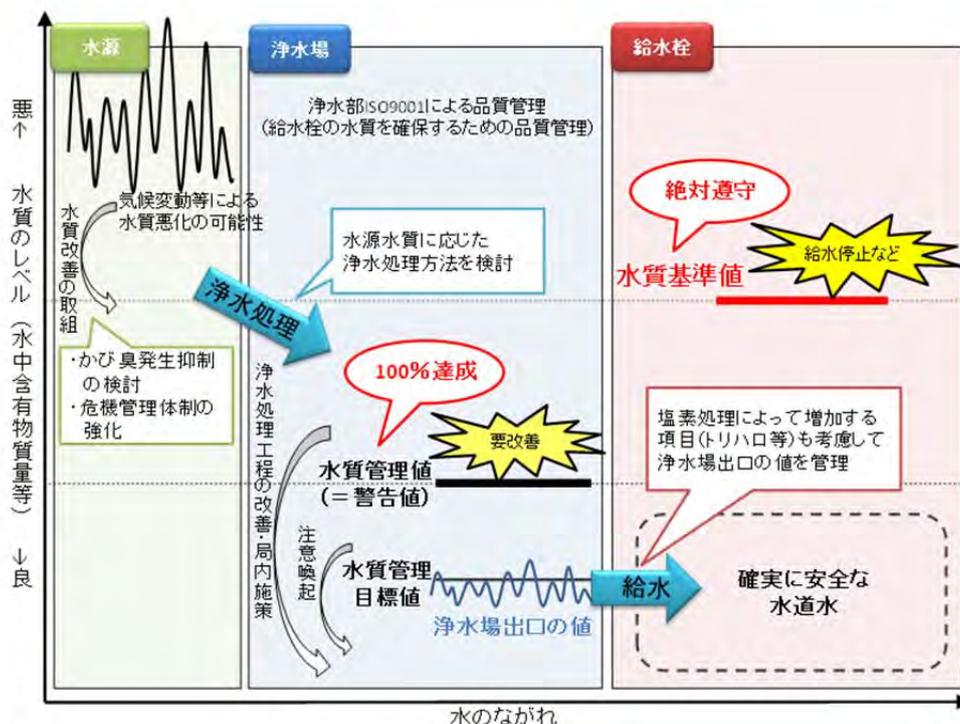


図 3.2.1 ISO9001 による水質管理

表 3.2.1 水質管理の考え方

		水質管理の考え方
給水栓		国が定めた水道法に基づく水質基準を確実に遵守し、お客さまの求める安全な水道水を供給する。原水水質悪化にも対応できる安定した浄水処理により、副次効果として快適性を得る。
浄水場 (ISO9001)	水質管理値	水質基準に上乗せして横浜市水道局が独自に設定する管理値を浄水場出口で常時達成することにより、給水栓で水質基準を確実に遵守する。
	水質管理目標値	横浜市の原水の特徴や浄水処理能力を鑑みた水質管理目標値(浄水場出口)により、通常の浄水処理結果からの逸脱や異変を早期に感知して注意喚起を促すことで、浄水場における安定した水質管理を目指す。

3.3. 西谷浄水場の浄水処理工程の課題

浄水処理工程において、異臭味が発生した際に粉末活性炭の注入を行っているが、浄水処理工程の課題として次の3点があげられる。

(1) 異臭味対策としての粉末活性炭注入

図 3.3.1 に示すように、平成 16 年度に水道法に基づく水質基準が見直された際に、新たにかび臭物質が加わったことから処理を強化したため、粉末活性炭の使用量は増加傾向にあるが、表 1.2.1 (P2) のとおり、異臭味に関する苦情は依然として発生している。

粉末活性炭の使用量の増加は、浄水処理コストを押し上げる要因になっている。また、粉末活性炭の注入量に比例して浄水処理過程で発生する汚泥量が増えることで、排水処理の負荷が大きくなるだけでなく、環境負荷も増大している。

注入要因は、表 3.3.1 に示すとおり、その他の異臭味対策での注入が多くを占めており、その他の異臭味の原因は主にオーラコセイラやスケルトネマといった珪藻類によるものと考えられる(図 3.3.2)。珪藻類による異臭味対策は明確な数値基準がなく、異臭味原因生物の増減や、官能試験で判断しているのが現状である。

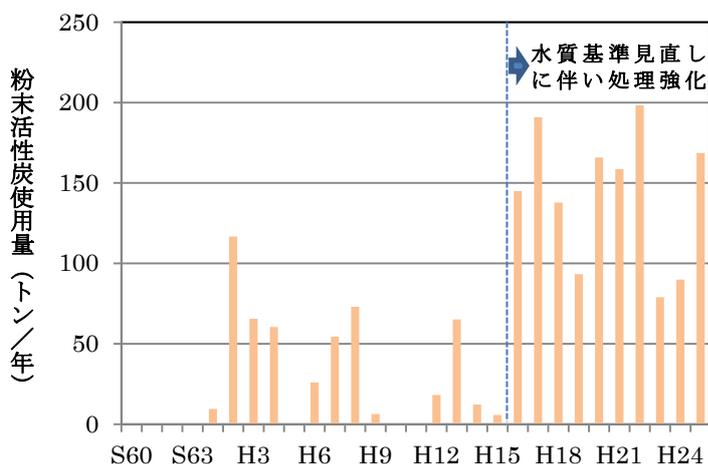


図 3.3.1 西谷浄水場における粉末活性炭の使用量

表 3.3.1 過去の粉末活性炭注入実績 (注入日数)

年度	注入 総日数	注入要因別日数	
		ジェオスミン対策	その他の異臭味対策等
H20	195	39	156
H21	235	51	184
H22	225	77	148
H23	143	0	143
H24	133	66	67
H25	170	68	102
平均	184	50	133

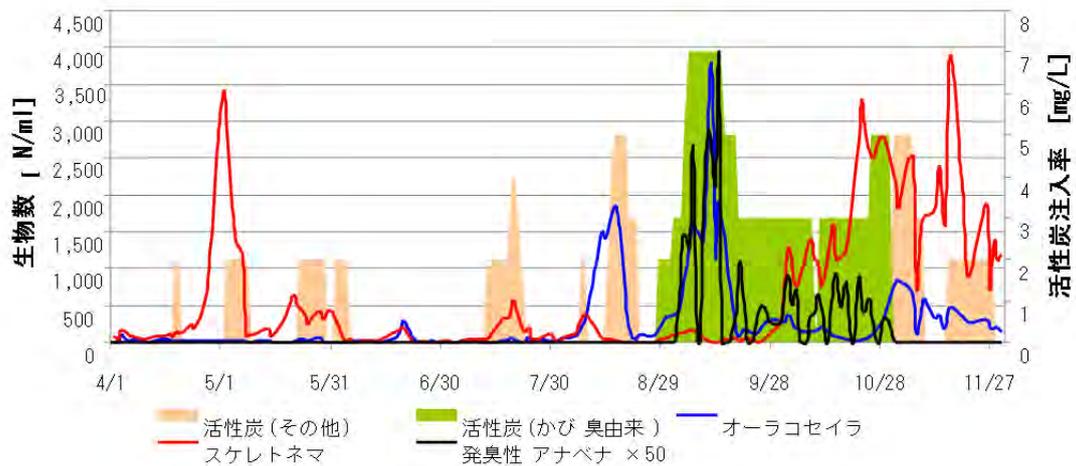


図 3.3.2 主な藻類発生状況と粉末活性炭注入実績 (H24)

(2) かび臭物質 (ジェオスミン) の安定した処理

ア かび臭物質の検出状況と処理状況について

発臭性アナベナと原水ジェオスミンの発生状況を図 3.3.3、原水及びろ過水におけるジェオスミンの状況と粉末活性炭注入率を図 3.3.4 に示した。ジェオスミン濃度と発臭性アナベナ細胞数のピークが一致しており、西谷浄水場におけるジェオスミンの原因は発臭性アナベナと考えられる。また、ジェオスミン検出時には、粉末活性炭を注入することで、ろ過水ジェオスミン濃度を概ね 3ng/L 以下に処理できている。

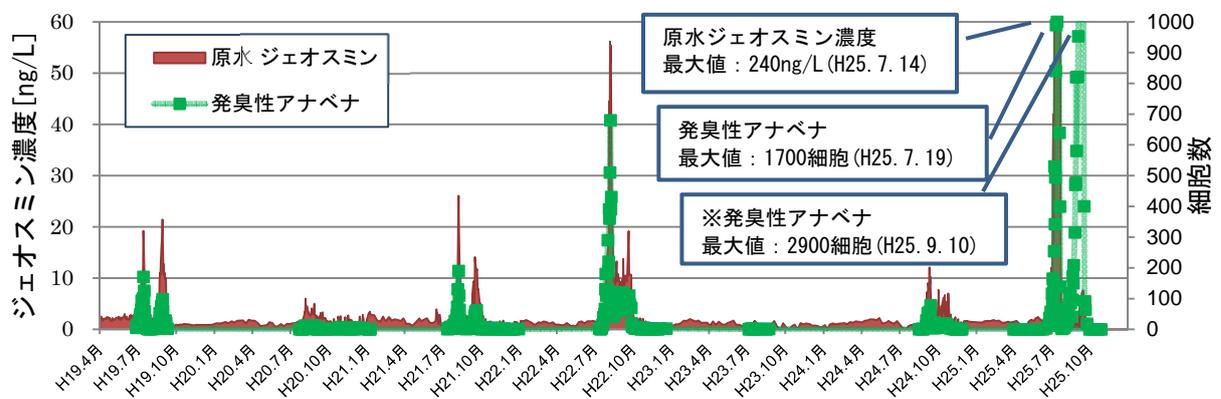


図 3.3.3 発臭性アナベナと原水ジェオスミンの発生状況

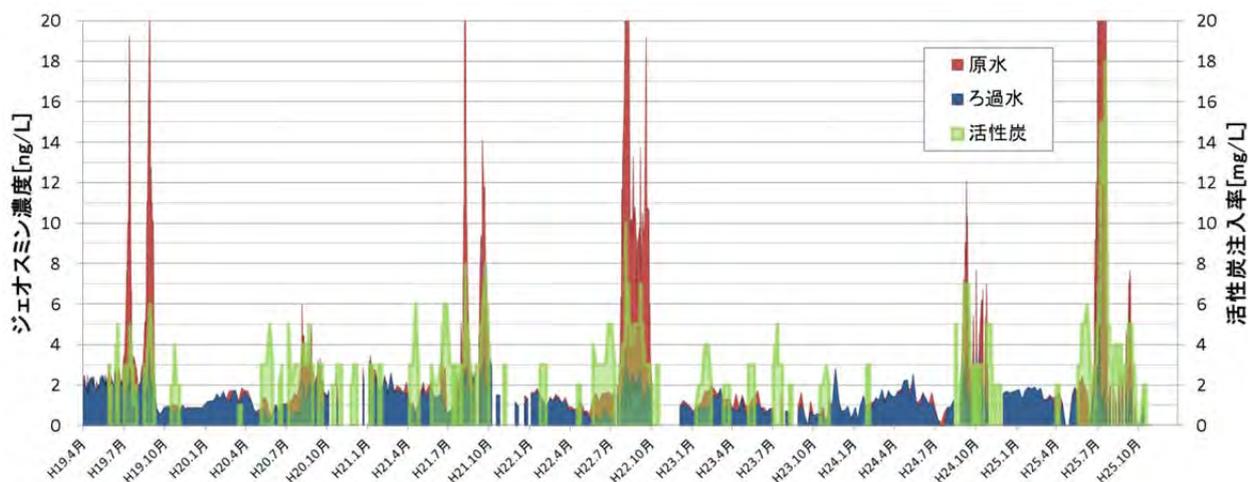


図 3.3.4 原水及びろ過水におけるジェオスミンの状況と粉末活性炭注入率

イ 平成 25 年 7 月のジェオスミンの検出状況と処理状況について

原水中のアナベナ数及び原水ジェオスミン濃度の推移を図 3.3.6、原水及びろ過水のジェオスミン濃度と粉末活性炭注入率の推移を図 3.3.7、粉末活性炭注入状況と着水量の推移を図 3.3.8 に示した。

平成 25 年 7 月のジェオスミン濃度の推移は、発臭性アナベナの大増殖により、例年以上に原水ジェオスミン濃度が上昇し、一時的にろ過水で水質基準を超える 11ng/L を検出した。その後は、最大粉末活性炭注入率 18mg/L、スラリーリターン*の稼働等の適切な処理を実施し、最大ジェオスミン濃度 240ng/L の原水をろ過水では 1.1ng/L に抑えることができた。

当初のかび臭はジェオスミン濃度の割に感知し難く、GC-MS によるジェオスミンの分析結果から粉末活性炭注入率の変更を行っており、検知後注入の対応の限界を露呈した。また、ピーク時は粉末活性炭の補給を毎日行わなければならない、補給作業に伴う負担の大きさも課題となった。

* 粉末活性炭の吸着効率を向上させるため、沈澱スラリーを沈澱池入り口の混和池に返送し再利用すること。



図 3.3.5 粉末活性炭注入の準備作業

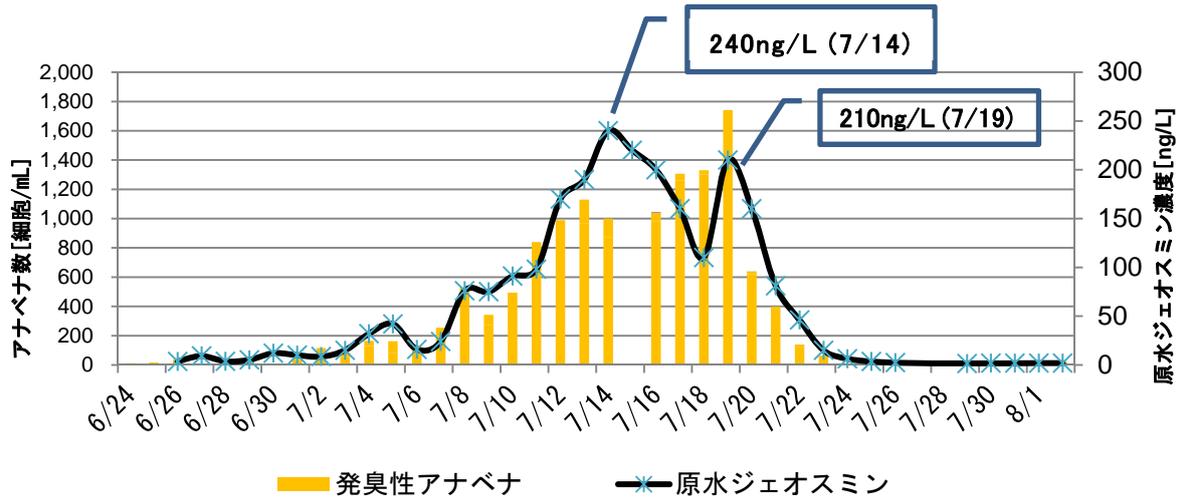


図 3.3.6 原水中のアナベナ数及び原水ジェオスミン濃度の推移 (H25)

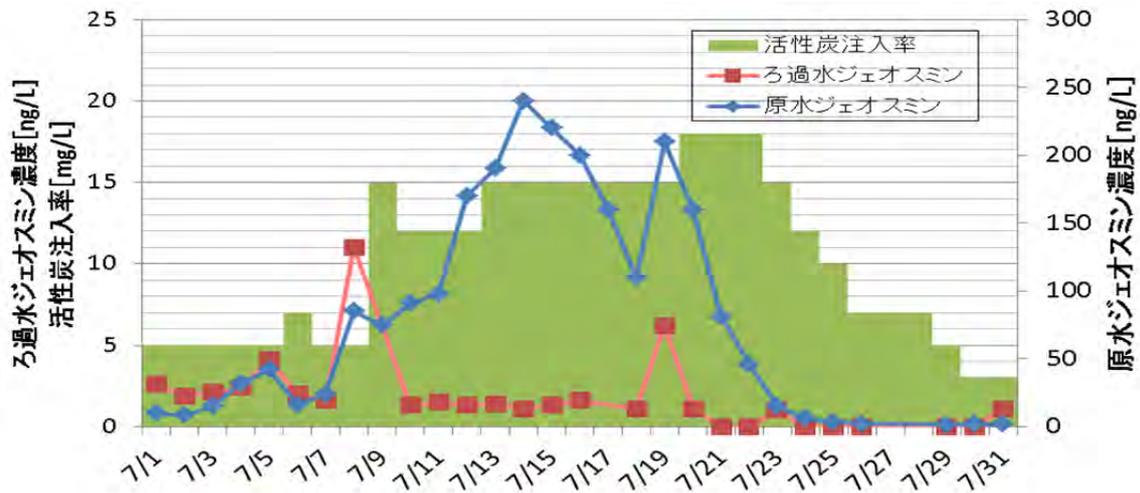


図 3.3.7 原水及びろ過水のジェオスミン濃度と粉末活性炭注入率の推移 (H25)

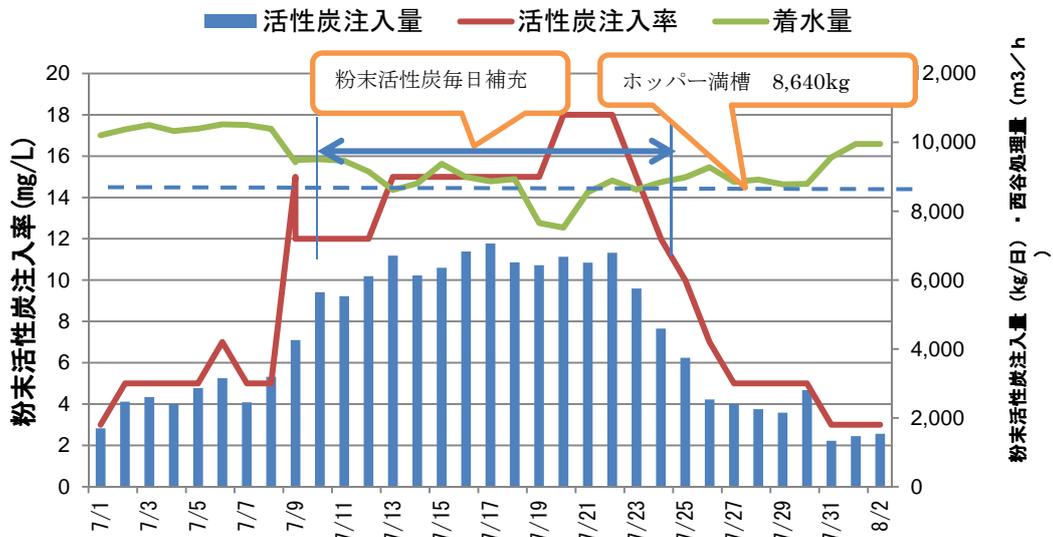


図 3.3.8 粉末活性炭注入状況と着水量の推移 (H25)

(3) 粉末活性炭必要量の安定した確保

粉末活性炭の必要量は年度によって大きく変動するが、その量を事前に正確に予測することは困難である。長期間保管すると粉末活性炭が劣化するため、あらかじめ大量に購入しておくことはできず、状況に合わせて対応を行っている。

平成 25 年 7 月には、急激なジェオスミン濃度の上昇に合わせて粉末活性炭注入量を増加したため、緊急的に追加購入を行ったが、他事業体でも同様に需要が高まったため、必要量を確保するのに苦慮した。

また、震災等の緊急時には、物流の停滞や製造工場の被災等により、粉末活性炭の必要量を安定して確保することが困難となる可能性がある。

3.4. 水質汚染事故への対応実績

相模湖上流で事故があった場合、相模湖で一度滞留し、湖水で希釈されるため、水質汚染事故が大きな影響を及ぼす事例となるケースが少なく、発覚せずそのまま収束することも少なくない。また、相模原沈でん池流出以降は閉鎖系であり、外部からの汚染物質の混入は考えられない。

表 3.4.1 に示すように、相模湖系における過去 10 年間の汚染事故発生件数は 12 件であり、全て相模湖より上流で発生している。また、事故原因の大半は油であり、ほとんどが監視強化やオイルマットの設置で対応できている。

表 3.4.1 相模湖系での水質汚染事故件数と原因 (H16~25)

年度	件数	原因			
		油	土砂崩れ	発泡	濁水
H16	0	0	0	0	0
H17	1	1	0	0	0
H18	4	1	1	1	1
H19	0	0	0	0	0
H20	0	0	0	0	0
H21	1	1	0	0	0
H22	0	0	0	0	0
H23	1	1	0	0	0
H24	3	3	0	0	0
H25	2	2	0	0	0
合計	12	9	1	1	1

3.5. 将来の相模湖における原水水質（藻類）の変動要因

西谷浄水場の水源である相模湖では、昭和40年代以降の富栄養化の進行に伴って藻類由来の異臭味が問題となっている。今後も、長期的な気候変動等に伴って原水水質が変動する可能性があるため、原水水質の悪化要因と改善要因について検討したが、明らかに水質改善に寄与する要因は見出しにくい(表3.5.1)。

表 3.5.1 将来の相模湖における原水水質（藻類）の変動要因

現象		原水水質（藻類）の変動要因	
		悪化要因	改善要因
自然由来の要因	【気候変動※】 ・ 平均気温の上昇 ・ 無降水日数の増加 ・ 大雨の頻度の増加	・ 水温の上昇に伴う藻類増殖 ・ 無降水日数の増加による藻類増殖 ・ 新種の藻類の発生	・ 豪雨や多雨に伴う藻類の流出や減少
	【流入栄養塩類の低減化】 ・ 下水道等の整備 ・ 人口減少に伴う汚水排水の減少	—	・ 富栄養化の改善による藻類の増殖抑制

※気候変動の観測・予測・影響評価に関する統合レポート「日本の気候変動とその影響（2012年度版）」（文部科学省、気象庁、環境省）より

3.6. 西谷浄水場における課題の整理

- 近年、粉末活性炭の注入量が増加しており、浄水処理コストを押し上げるとともに、水質管理・運転管理の負担が増加している。
- 粉末活性炭処理は原水及び浄水での異臭味検知後の注入となるため、現状の西谷浄水場では、原水のかび臭やその他の異臭味が急激に変動した場合に、安定して処理することが難しい。
- 粉末活性炭は、急激なジェオスミン濃度の上昇により西谷浄水場以外で需要が高まった場合や、震災等で物流が停滞した場合等に必要量を安定して確保することが難しい。
- 長期的な気候変動等に伴って原水水質が変動する可能性を検討したが、明らかに水質改善に寄与する要因は見出しにくい。

4. 浄水処理方法案の抽出

4.1. 浄水場の再構築計画

(1) 自然流下系の優先と1浄水場1水源体制の構築

平成7年4月に策定した「ゆめはま2010プラン実施計画(横浜市水道局)」において、鶴ヶ峰浄水場を廃止し、自然流下系の道志川系、相模湖系原水を川井浄水場と西谷浄水場で原水水質に応じて処理するという、浄水場の再構築計画が示された。

その後、現行の長期ビジョン・10か年プラン(平成18年7月策定)では、水質・水圧の面で有利な自然流下系の浄水場(川井浄水場、西谷浄水場)を優先的に使うとともに、原水水質に応じた効率的な浄水処理を行うため、1浄水場1水源の水道システムを構築することを基本方針としている(図4.1.1)。

自然流下系浄水場のうち、川井浄水場は、道志川系原水全量を処理可能な膜ろ過施設として再整備され、平成26年4月に稼働した。もう一つの自然流下系浄水場である西谷浄水場は老朽化や耐震性に課題があり、相模湖系原水全量(394,000m³/日)を安定して処理可能な浄水場へと再整備する計画である。

なお、ポンプ系の浄水場である小雀浄水場については、将来の水需要に合わせて、縮小又は廃止の方向で検討を進めている。



図 4.1.1 浄水場の再構築計画

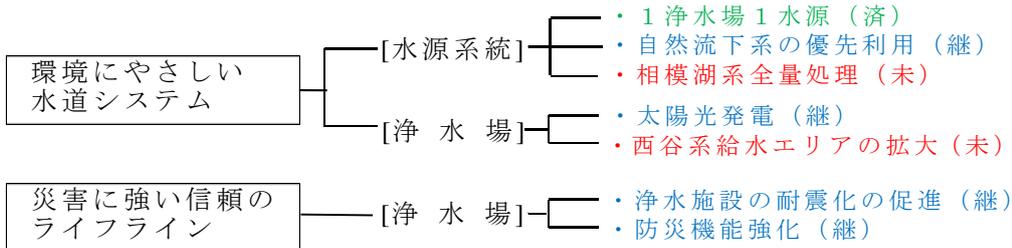
(2) 西谷浄水場再整備事業

西谷浄水場再整備事業は、図 4.1.2 に示す施策目標の達成を目的としている。主な目的として、自然流下系である相模湖系水利権の全量処理、浄水施設の耐震化、原水水質に適した浄水処理の導入がある。その他、太陽光発電等のエネルギー施策や防災機能強化、市民が憩う場所としての整備も行う。

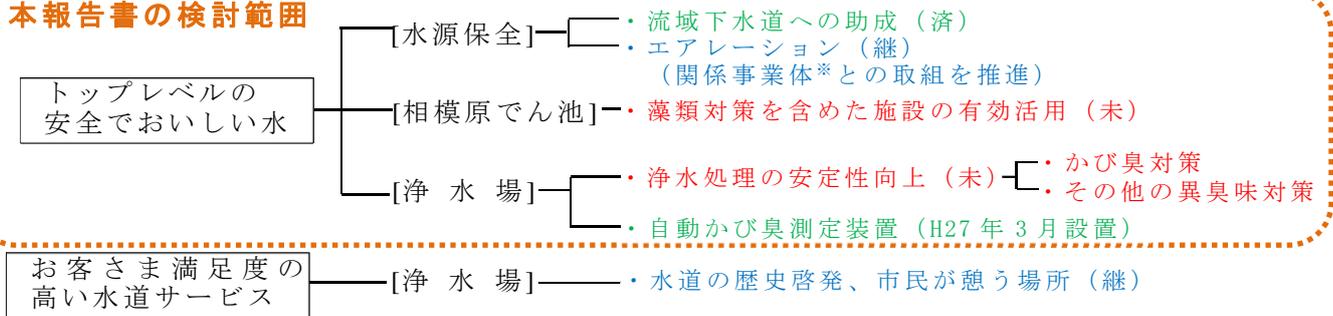
本検討では、図 4.1.2 のうちトップレベルの安全でおいしい水の施策目標の範囲を対象としている。

《横浜水道長期ビジョンの施策目標》

《西谷浄水場再整備の施策》



本報告書の検討範囲



凡例：(済) 実施済み (継) 継続中 (未) 未実施



図 4.1.2 西谷浄水場再整備事業の施策体系図

※関係事業体：神奈川県、川崎市、横須賀市、横浜市

(3) 老朽化と耐震性の状況

西谷浄水場内の各施設の現状の老朽化と耐震性の状況を図 4.1.3 に示す。沈澱池については浄水処理方法によらず活用することから耐震補強中である。ろ過池については、老朽化が進んでいるものの、最適な浄水処理方法の検討結果により粒状活性炭処理を導入する場合には水位を下げる必要があることから、耐震補強を実施しておらず、浄水処理方法決定後に再整備することとしている。1号配水池（休止中）は、再整備の用地として確保している。また、排水池・排泥池は今後耐震補強を行う計画である。

導水路線は、一部路線で耐震性がなく、また管路部分で導水能力が不足する箇所があることから、増強が必要となっている。

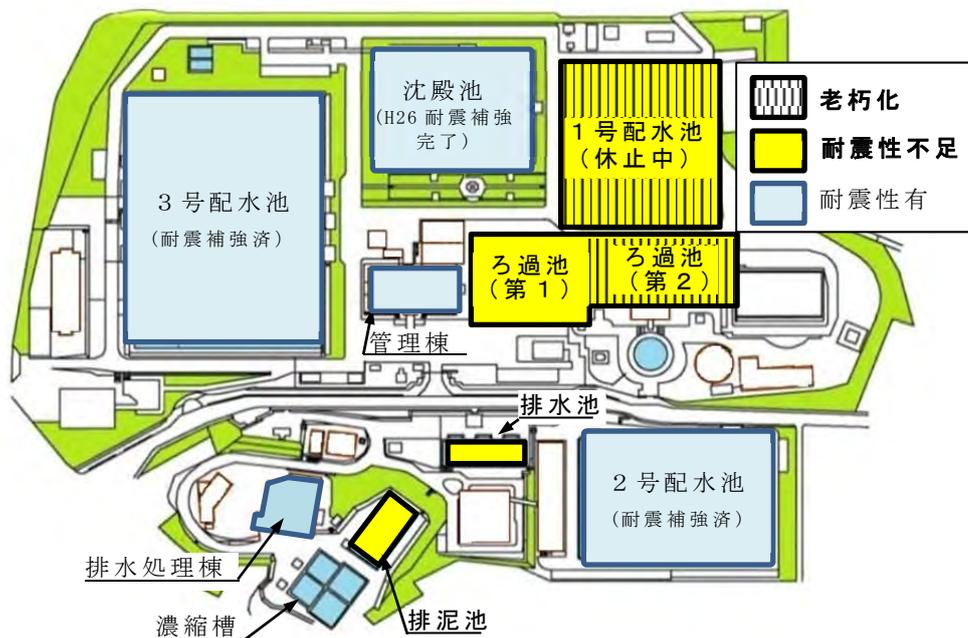


図 4.1.3 西谷浄水場の老朽化と耐震性

4.2. 浄水処理方法案

現状処理の課題である、異臭味物質の処理の安定性を向上させるための処理方法として有力なのが粒状活性炭処理である。一般に、粉末活性炭の注入日数が多くなった場合には、粒状活性炭処理の方がコスト的に有利であると言われている。また、常時処理となることから、原水中の異臭味が急変動した場合にも安定して処理を行うことができる。

本検討では、粒状活性炭処理（C案）に加え、現状処理の粉末活性炭処理（A案）や、微粉化活性炭処理（B案）、オゾン＋粒状活性炭処理（D案）について検討を行い、最適な浄水処理方法を選定することとした。

A案 粉末活性炭＋凝集沈でん＋砂ろ過

B案 微粉化活性炭＋凝集沈でん＋砂ろ過

C案 凝集沈でん＋粒状活性炭(上向流／下向流)＋砂ろ過

D案 凝集沈でん＋オゾン＋粒状活性炭(上向流／下向流)＋砂ろ過

粉末活性炭処理（A案）、微粉化活性炭処理（B案）については現状の処理実績や過去の実験結果等を参考とした。粒状活性炭処理（C案）については、実際の原水を用いたプラント実験を実施し、処理性及び仕様の確認を行うこととした。オゾン＋粒状活性炭処理（D案）については、オゾン処理のバッチ試験を実施し、粒状活性炭処理単独の実験結果を参考に処理性を確認することとした。

4.3. 粒状活性炭処理プロセスの位置と流向

粒状活性炭処理（C案）またはオゾン＋粒状活性炭処理（D案）を追加する場合の位置と流向について比較検討した。検討の結果、処理性及び維持管理性の観点から、沈でん池とろ過池の間に設置することが望ましいことがわかった（表 4.3.1）。

この検討結果に基づき、上向流及び下向流の粒状活性炭処理（C案）について、実証実験を行うこととした。

表 4.3.1 粒状活性炭処理の追加位置の比較検討結果

	沈でん池前段 (上向流)	沈でん池とろ過池の間 (上向流)	沈でん池とろ過池の間 (下向流)	ろ過池後段 (下向流)
	→ 粒状活性炭(上向流) → 凝集沈殿池 → 急速ろ過池 →	→ 凝集沈殿池 → 粒状活性炭(上向流) → 急速ろ過池 →	→ 凝集沈殿池 → 粒状活性炭(下向流) → 急速ろ過池 →	→ 凝集沈殿池 → 急速ろ過池 → 粒状活性炭(下向流) →
粒状活性炭の処理性	△有機物が多いため異臭味物質の処理性はやや低い。 △塩素処理等により発生する異臭味物質に対応できない。	○凝集沈でん処理により有機物を取り除かれているため異臭味物質の処理性が良い。 ○塩素処理等により発生する異臭味の除去が可能。 ○粒状活性炭での生物処理機能により長期的な処理能力維持が可能。 ◎粒径が小さいため下向流に比べ吸着性能は高い。	○凝集沈でん処理により有機物を取り除かれているため異臭味物質の処理性が良い。 ○塩素処理等により発生する異臭味の除去が可能。 ○粒状活性炭での生物処理機能により長期的な処理能力維持が可能。 ○粒径が大きいため上向流に比べ吸着性能はやや劣る。	◎凝集沈でん・急速ろ過処理により有機物を取り除かれているため異臭味物質の処理性が良い。 ○塩素処理等により発生した異臭味の除去が可能。 ○粒径が大きいため上向流に比べ吸着性能はやや劣る。
	△	◎	○	○
運転管理	△流動状況の管理、濁質付着・藻類繁殖対策として原水水質に応じた洗浄頻度の調整等が必要。 △原水水質の急激な変動への対応が難しい。	○流動状況の管理、濁質付着・藻類繁殖対策として沈でん処理水質に応じた洗浄頻度の調整等が必要。原水と比べれば調整はしやすい。 ・活性炭からの微粒子・生物漏出が起るため、再凝集設備が必要。	◎損失水頭の管理・定期的な洗浄等により維持管理が可能。 △上向流と比べて損失水頭が大きく、西谷浄水場での沈でん池-ろ過池の水位差では中間ポンプが必要になる。 ・活性炭からの微粒子・生物漏出が起るため、再凝集設備が必要。	◎損失水頭の管理・定期的な洗浄等により維持管理が可能。 △交換、再生頻度が高くなるため、コストがかかる。 △上向流と比べて損失水頭が大きく、西谷浄水場での沈でん池-ろ過池の水位差では中間ポンプが必要になる。 ×活性炭層内での生物繁殖、活性炭層からの微粒子漏洩等の対策(後段ろ過等)が必要。
	△	○	○	△
総合評価	維持管理がやや煩雑であり、塩素処理後に発生する異臭味に対応できない。	処理性・維持管理性ともに対応可能	処理性・維持管理性ともに対応可能	活性炭からの微粒子等漏洩に対応できない。また、異臭味物質の除去性はろ過池前段と大きく変わらないと考えられる。
	△	○	○	△
事業体数 (粒炭のみ)	2/33	0/33	10/33	21/33
事業体数 (オゾン+粒炭)	0/21	3/21	9/21	9/21

※H22 水道事業における高度浄水処理の導入実態及び導入検討等に関する技術資料 アンケート結果 (水道技術研究センター) より抜粋して作成

5. 実証実験

5.1. 粒状活性炭プラント実験

(1) 目的

これまでの検討において、西谷浄水場の将来システムとして凝集沈殿＋粒状活性炭（上向流または下向流）＋砂ろ過方式が選択肢の一つとなっている。そこで、西谷浄水場の水源である、相模湖系の原水を用いて実験プラントによる通水実験等を行い、粒状活性炭処理を導入した場合の処理性・運転条件・最適処理フローを検証し、西谷浄水場への適用性を評価した。

実験は、粉末活性炭注入等の影響を受けない西谷浄水場上流の川井接合井に粒状活性炭処理実験プラント（以下、川井プラント、平成 23 年 12 月より通水開始）を設置して、上向流式及び下向流式の通水方向による比較実験を行った。



図 5.1.1 川井プラント

(2) 実験条件

川井プラントの処理フロー及び通水条件は図 5.1.2、表 5.1.1 の通りである。

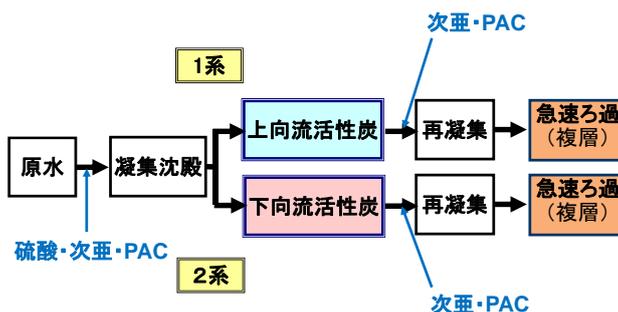


図 5.1.2 川井プラント処理フロー

表 5.1.1 川井プラントの通水条件

		1 系	2 系
原水		相模湖系原水	
原水処理水量		0.7m ³ /h	
活性炭接触塔	通水方式	上向流流動層式	下向流固定層式 (H26.6 に実験終了)
	活性炭層	φ 0.3×2.0m	φ 0.3×2.0m
	活性炭種	瀝青炭	
	平均粒径	0.7mm	1.5mm
	均等係数	1.4 以上	1.3 以下
	通水速度 (LV)	10m/h (240m/日)	
	空間速度 (SV)	5.0/h	
	接触時間	12 分	
	処理水量	0.7m ³ /h	
	洗浄間隔	72 時間 (H25.5.21～48→72 に変更)	72 時間

		1系	2系
ろ過塔	ろ層構成	上層：アンストライト 0.4m、下層：ろ過砂 0.4m	
	ろ過速度	7m/h(180m/日) (H25.7.21～240→180に変更)	
	処理水量	0.6m ³ /h	
	洗浄間隔	72時間 (H25.5.21～48→72に変更)	72時間 (H25.5.21～96→72に変更)
薬品注入量	硫酸	西谷浄水場と同様	
	前 PAC	西谷浄水場と同様	
	後 PAC	0.5～2.0mg/L	
	前次亜	沈殿処理水で 0.1mg/L 未満となるよう調整	
	中次亜	ろ過水で 0.4～0.5mg/L となるよう調整	

(3) 処理能力の比較検討

ア かび臭物質（ジェオスミン）の除去性

図 5.1.3 に通水 2 年目と 3 年目のジェオスミンの測定結果を示す。

通水 2 年目は、沈殿処理水（流入水）ジェオスミン濃度最大 280ng/L に対し、上向流式では、1ng/L 以下に処理できていたが、下向流式では最大 10ng/L の漏洩が見られた。また、下向流式では流入濃度が 2ng/L 以下まで低下しても、出口で 1～2ng/L 程度のジェオスミン検出が続いた。これらのことから、かび臭物質の除去には上向流式が優位であり、下向流式は通水 2 年が処理限界であることが示唆された。

また、通水 3 年目は原水でジェオスミン濃度が上昇しなかったため、人工的にジェオスミンを添加したところ、流入水ジェオスミン濃度最大 170ng/L に対し、上向流式で概ね 2ng/L 以下に処理できており、上向流式であれば通水 3 年目まで概ねかび臭物質ジェオスミンを処理できることが確認された。

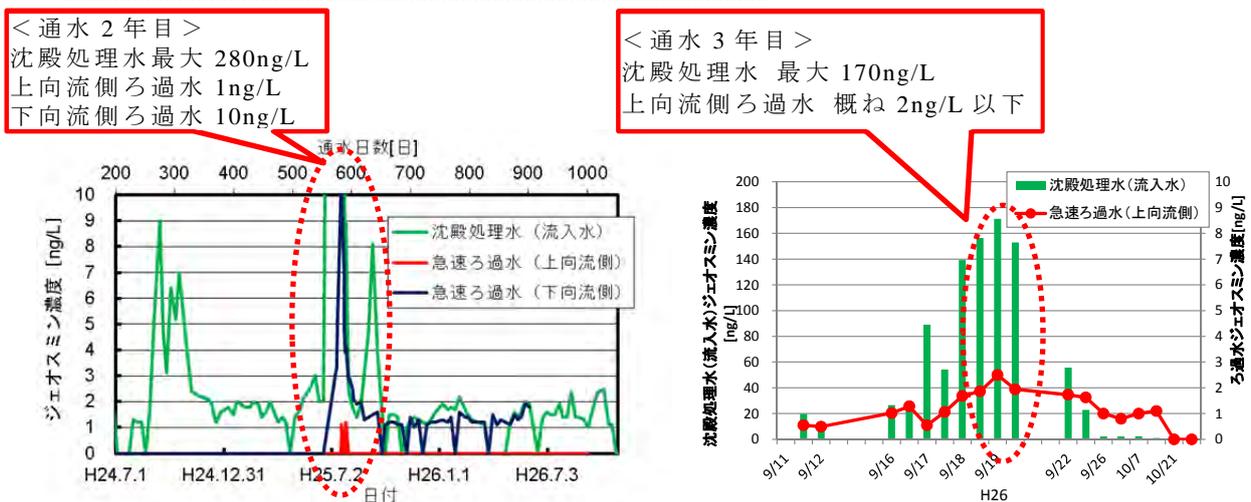


図 5.1.3 ジェオスミンの測定結果

(左：通水 2 年目のジェオスミン実測結果、右：通水 3 年目のジェオスミン添加実験結果)

以上の結果から、浄水場出口のジェオスミン濃度を1～3ng/Lと仮定すると、粒状活性炭単独で処理可能なジェオスミン濃度は表5.1.2のようになる。(下向流式は2年目で処理困難となったため評価から除外)

表 5.1.2 浄水水質レベルと粒状活性炭単独で処理可能なジェオスミン濃度（上向流式）

	浄水水質 1ng/L	浄水水質 2ng/L	浄水水質 3ng/L
通水 1 年目	(10ng/L 以上) *1	(10ng/L 以上) *1	(10ng/L 以上) *1
通水 2 年目	210ng/L 程度	280ng/L 以上*2	280ng/L 以上*2
通水 3 年目	90ng/L 程度*3	140ng/L 程度*3	170ng/L 以上*3

*1 通水 1 年目は流入ジェオスミン濃度最大 10ng/L であり、1ng/L 以下に処理できていた。

*2 通水 2 年目は流入ジェオスミン濃度最大 280ng/L であり、2ng/L 以下に処理できていた。

*3 通水 3 年目は添加実験結果に基づく。

さらに、西谷浄水場の過去 10 年間（平成 16～25 年度）の原水ジェオスミン濃度が表 5.1.2 の濃度以下であった割合は表 5.1.3 の通りであり、浄水水質 1～3ng/L の範囲であれば、通水 3 年目まで粒状活性炭単独でも概ね達成できることがわかった。

表 5.1.3 浄水水質レベルの推定達成率

（過去 10 年間に原水ジェオスミン濃度が表 5.1.2 の濃度以下であった割合）

	浄水水質 1ng/L	浄水水質 2ng/L	浄水水質 3ng/L
通水 1 年目	99.9%以上*1	100%*1	100%*1
通水 2 年目	99.9%	100%	100%
通水 3 年目	99.6%	99.9%	99.9%

*1 通水 1 年目は、処理可能なジェオスミン濃度 10ng/L とするとそれぞれ 95.3%だが、通水 2 年目以降よりも達成率が低く計算されるため、通水 2 年目と同等以上とした。

イ その他異臭味の除去性

通水 3 年目までの実験の結果、上向流式及び下向流式ともに流入水（沈殿処理水）では課題となっているかび臭や生ぐさ臭が発生し、臭気強度は最大 8TON まで上昇したが、ろ過水ではかび臭や生ぐさ臭は検知されず、通水 3 年目まで概ね臭気を除去可能であることが確認できた。

ウ 有機物の除去性

図 5.1.4 に、川井プラントにおける TOC 濃度測定結果を示す。通水 3 年目までの実験の結果、上向流式では、概ね 0.5mg/L 以下であり良好に処理できていたが、下向流式では、一時的にろ過水で 0.6～0.7mg/L 程度の濃度が 2 か月程度続いた。

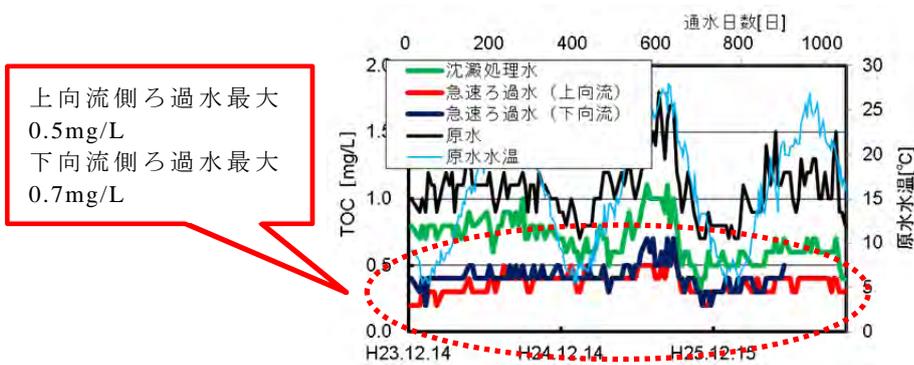


図 5.1.4 TOC 濃度の推移

以上のことから、浄水場出口の TOC 濃度を 0.5 又は 1mg/L と仮定すると、沈殿処理 + 粒状活性炭により処理可能な原水の TOC 濃度は表 5.1.4 のようになる。(下向流式は 2 年目で処理困難となったため評価から除外)

表 5.1.4 浄水水質レベルと処理可能な原水の最大 TOC 濃度 (上向流式)

	浄水水質 0.5mg/L	浄水水質 1.0mg/L
通水 1 年目	(1.4mg/L 以上) *1	(1.4mg/L 以上) *1
通水 2 年目	1.6mg/L 程度	(1.8mg/L 以上) *2
通水 3 年目	(1.5mg/L 以上) *3	(1.5mg/L 以上) *3

*1 通水 1 年目は原水 TOC 濃度最大 1.4mg/L であり、0.5mg/L 以下に処理できていた。

*2 通水 2 年目は原水 TOC 濃度最大 1.8mg/L であり、1.0mg/L 以下に処理できていた。

*3 通水 3 年目は原水 TOC 濃度最大 1.5mg/L であり、0.5mg/L 以下に処理できていた。

さらに、西谷浄水場の過去 7 年間 (平成 19~25 年度、週 1 回の測定データが残っている期間) の原水 TOC 濃度が表 5.1.4 の濃度以下であった割合は表 5.1.5 の通りであり、浄水水質 0.5mg/L としても通水 3 年目まで 90% 以上達成できることがわかった。

表 5.1.5 浄水水質レベルの推定達成率

(過去 10 年間に原水 TOC 濃度が表 5.1.4 の濃度以下であった割合)

	浄水水質 0.5mg/L	浄水水質 1.0mg/L
通水 1 年目	97%以上*1	99%以上*1
通水 2 年目	97%	99%以上
通水 3 年目	94%以上	94%以上

*1 通水 1 年目は、処理可能な TOC 濃度 1.4mg/L とするとそれぞれ 90%だが、通水 2 年目よりも達成率が低く計算されるため、通水 2 年目と同等以上とした。

(4) BAC 処理の適正評価

粒状活性炭の処理方法としては、GAC 処理と BAC 処理があるが、長期間継続して通水するためには BAC 処理が望ましい。そこで、西谷浄水場において BAC 処理が適切か評価した。

図 5.1.5 に川井プラントにおける従属栄養細菌数及び付着菌数の推移を示す。図より、

流入水（沈殿処理水）の従属栄養細菌数は大きく変動しているが、流出水の従属栄養細菌数は通水 2 年目（平成 25 年夏期）までほぼ一定であった。（通水開始～300 日後：10,000CFU/mL、300 日後～：1,000CFU/mL）このことから、活性炭槽内で安定して細菌が生息していることが確認され、BAC 化していることが示唆された。

さらに、活性炭 1g あたり上向流式は $10^7 \sim 10^8$ 個、下向流式は $10^6 \sim 10^7$ 個の細菌が付着していた。一般的に BAC 化している活性炭には 1g あたり $10^8 \sim 10^9$ 個の細菌が付着しており、やや少ない結果ではあるが、通水に伴う付着菌数の大きな変動は見られないことから、安定して細菌が付着していることが確認された。

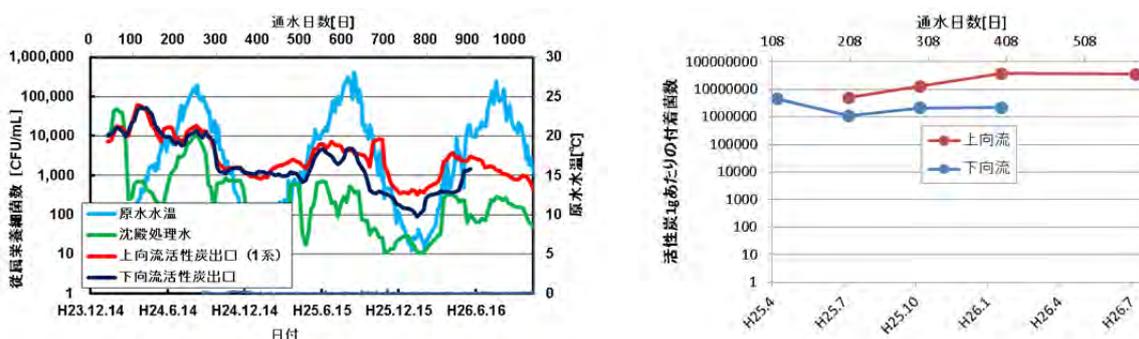


図 5.1.5 従属栄養細菌数及び活性炭付着菌数の推移

以上のことから、活性炭には安定して細菌が生息していることが確認され、前述のように有機物除去率も安定していることから、BAC 化していることがうかがえる。

BAC 化の目的を有機物の安定的な除去と考えれば、川井プラントと同様の実験条件下（オゾンなし弱前塩素処理）で可能な範囲で BAC 化して運用することが適切ではないかと考えられる。

(5) 西谷浄水場における最適通水方向

以上の実験結果と、通水 3 年目までの運転状況を表 5.1.6 にまとめた。

処理性については、下向流式では通水 2 年目にろ過水で 10ng/L 程度ジェオスミンが漏洩しており、上向流式が良い結果となった。また、運転管理性については、上向流式の流動状態は良好に保たれていた。濁度上昇・障害生物発生時にはろ過水の粒子数・圧力損失の上昇が見られたが、小規模プラントでの実験であるため、実際の浄水場より沈殿処理が悪化しやすいことも考慮する必要がある。なお、一般的に懸念される上向流活性炭槽内の生物（せん毛虫、べん毛虫、根足虫類、その他動物類）の増殖及びろ過水への漏洩はこれまでの実験では確認されなかった。

このため、西谷浄水場に粒状活性炭処理を導入するにあたっては上向流式が適している。

表 5.1.6 通水方向による比較結果まとめ（通水 3 年目まで）

		上向流式	下向流式
処理性	かび臭	○通水 3 年目まで流入水 200ng/L 程度のジェオスミンを 1～3ng/L 程度に処理可能	×通水 2 年目で流入水 200ng/L に対しろ過水で 10ng/L(水質基準値) 程度漏洩
	その他異臭味	△まれに臭気検知（沈殿処理悪化時）	△まれに臭気検知（通水 2 年目以降）
	TOC	○概ね 0.5mg/L 以下	△原水 TOC 濃度上昇時にろ過水で 0.6～0.7mg/L 程度継続的に検出
運転管理性	活性炭処理	○流動状態は良好（流入部圧力損失 0.5m 以下）	△障害生物発生時に圧力損失上昇
	ろ過処理	△障害生物発生時及び沈殿処理悪化時に粒子数・圧力損失上昇	△障害生物発生時に粒子数・圧力損失上昇

(6) 活性炭の交換頻度・方法

ア 交換頻度・方法

実験結果より、上向流式では通水 3 年間はかび臭やその他異臭味、有機物などの対象物質を概ね除去できており、活性炭の極端な劣化や粒度の変化は起きていない。このため、3 年以上は継続通水可能であると考えられる。また、3 年目の活性炭に新炭 20%を混合してジェオスミン吸着能を測定したところ、通水 1 年目のレベルまで吸着能が回復することが確認されており、毎年 20%交換を行えばより確実に吸着能を維持できると考えられる。

イ 再生の必要性

活性炭再生利用については、新炭購入費よりも安い（6～7割）メリットはあるが、全量回収できない（回収率 80～90%）ため、新炭の補充が必要であることや、再生を行うごとに硬度が低下するなどのデメリットがあるため、交換の方が適切である。

5.2. オゾン実験

高濃度のジェオスミン対策及び TOC の除去率向上のためには、前段でオゾン処理を行うことが有効と考えられるため、実験室にてオゾン実験を実施した。実験では川井プラントの沈殿処理水を採取し、段階的に濃度を変化させてジェオスミンを添加し、オゾン接触による水質変化を調査した。

その結果、かび臭物質ジェオスミン（50～200ng/L 程度）の分解には 2mg/L 程度のオゾンで対応可能であることが示唆された。（図 5.2.1）

粒状活性炭単独で、通水 3 年目で 90ng/L 程度のジェオスミンを 1ng/L 以下に処理できることが確認できているため、最大でオゾン消費量 1mg/L 程度となる注入率を想定しておけば、200ng/L 程度の高濃度ジェオスミンにも十分対応できると考えられる。

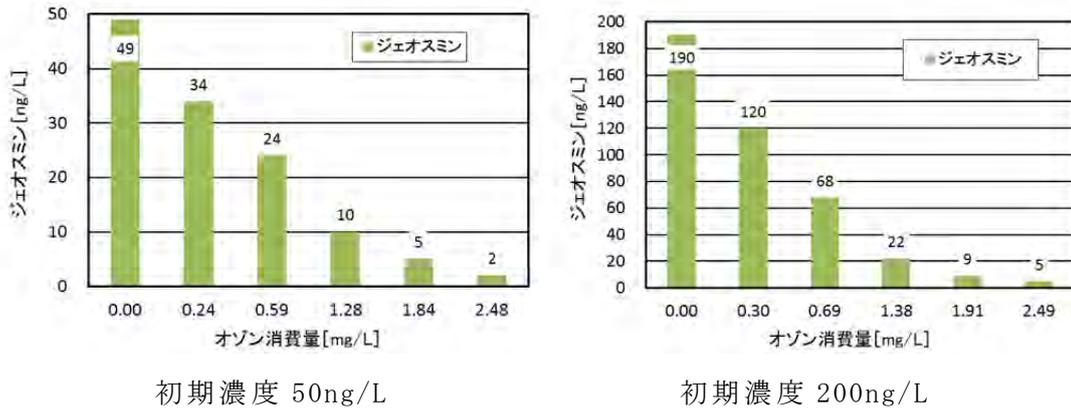


図 5.2.1 オゾン消費量とジェオスミン濃度

また、有機物（TOC、DOC 濃度）は低減されなかったが、有機物の生物分解性の指標である E260 値^{*1}及び SUVA 値^{*2}はオゾン接触により低下した。E260 値及び SUVA 値は、オゾン消費量 1mg/L 以上ではほぼ一定であり、オゾンとの反応はほぼ終了していることが分かる。このため、1mg/L 程度のオゾン消費量で BAC 化した活性炭による処理が容易になることがわかった。（図 5.2.2）

- *1 波長 260nm の紫外線を水に照射したときに吸収される紫外線量。水中に生物分解しにくい不飽和結合を持つ有機物が多いと E260 値が高くなるため、生物分解性の指標となる。
- *2 サンプル中の溶存有機物量に対する E260 値の割合。SUVA 値が高いほど、水中の有機物が生物分解しにくい事を示す。

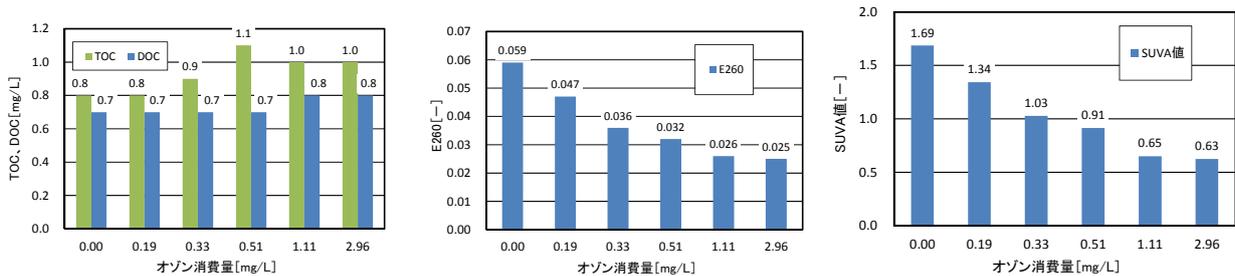


図 5.2.2 TOC、DOC、E260、SUVA 値の試験結果

さらに、消毒副生成物（ホルムアルデヒド、臭素酸）についても、オゾン消費量 3mg/L 以下では水質基準値（ホルムアルデヒド 0.08mg/L、臭素酸 0.01mg/L）以下であり、問題とならないレベルの濃度であることが確認された。（図 5.2.3）

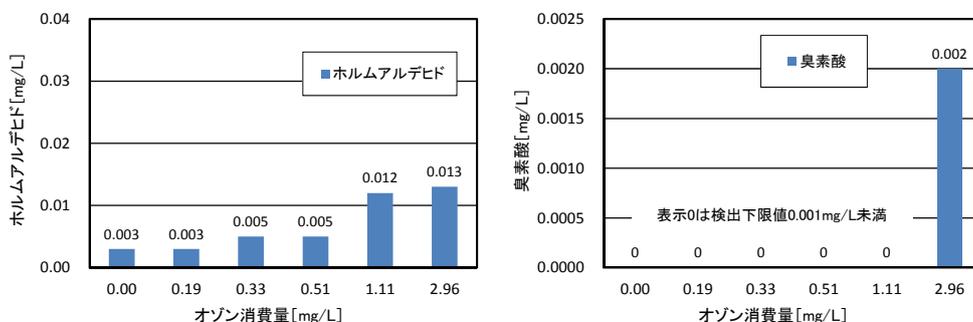


図 5.2.3 ホルムアルデヒド及び臭素酸の試験結果

以上、オゾン消費量 1mg/L 程度となる注入率※であれば、高濃度のジェオスミン処理や TOC の除去効率向上には十分であり、消毒副生成物の問題も生じないことが確認できた。 ※運転管理にあたり、事前に必要となるオゾン消費量が分かっているならば、オゾン注入率をオゾン消費量とすることができると、浄水処理方法の検討に当たっては注入率 1mg/L の条件を用いる。

5.3. 粒状活性炭導入による付随効果の検証

西谷浄水場に粒状活性炭を導入した際、現状処理と比べ浄水中の TOC 濃度を低減できるため、塩素注入量等が削減できる可能性がある。そこで、粒状活性炭処理水（ろ過後）と西谷浄水場の通常処理水を採取し、残留塩素濃度の経時変化等を比較した結果を図 5.3.1、表 5.3.1、表 5.3.2 に示す。

残留塩素濃度の減少量は、採水後 2 日経過時点で、通常処理水で 0.40mg/L であったのに対し、粒状活性炭処理水では 0.24mg/L であり、粒状活性炭導入により塩素消費量の低減が期待できる（表 5.3.1）。

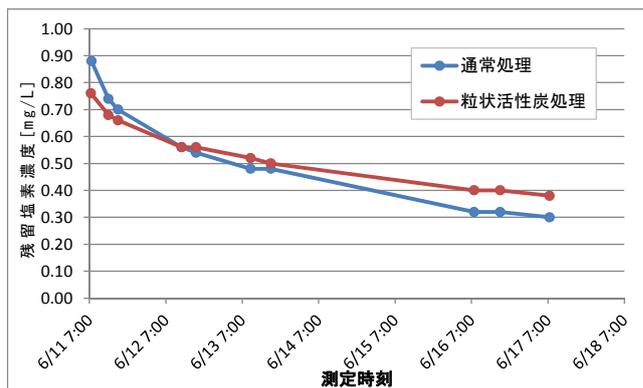


図 5.3.1 残留塩素濃度の推移

表 5.3.1 残留塩素濃度の減少量（2日後）

残留塩素濃度 [mg/L]			
	通常処理水	粒状活性炭処理水	減少量の差※
採水時	0.88	0.76	—
2日後	0.48	0.52	—
減少量	0.40	0.24	0.16 (40%)

※通常処理水減少量－粒状活性炭処理水減少量。括弧内は粒状活性炭により減少した割合
 = (通常処理水減少量－粒状活性炭処理水減少量) / 通常処理水減少量

さらに、総トリハロメタン濃度の増加量は、採水後 2 日経過時点で、通常処理水で 0.017mg/L であったのに対し、粒状活性炭処理水では 0.010mg/L であり、粒状活性炭導入により総トリハロメタン濃度の増加を抑制することが期待できる（表 5.3.2）。

表 5.3.2 総トリハロメタン濃度の増加量（2日後）

総トリハロメタン濃度 [mg/L]			
	通常処理水	粒状活性炭処理水	増加量の差※
採水時	0.004	0.003	—
2日後	0.021	0.013	—
増加量	0.017	0.010	0.007 (41%)

※通常処理水濃度－粒状活性炭処理水濃度。括弧内は粒状活性炭により増加した割合
 = (通常処理水濃度－粒状活性炭処理水濃度) / 通常処理水濃度

以上、粒状活性炭を導入することで、塩素消費量を 40% 程度低減でき、総トリハロメタン濃度の増加を 40% 程度抑制することが期待できる。

5.4. 本実験により得られた知見

- 本実験では、下向流式は通水 2 年目でかび臭物質ジェオスミンを処理困難となったため、西谷浄水場に粒状活性炭を導入する場合、通水方向は上向流式が適している。上向流式で少なくとも 3 年目までは対象物質（かび臭及びその他異臭味、有機物）を良好に処理できる。また、3 年以上通水する場合、毎年 20% の活性炭交換により上記の処理性を継続して維持できる。
- オゾン処理を導入する場合のオゾン注入率は 1mg/L 程度を想定すればよい。
- 粒状活性炭導入により塩素消費量が削減できるため、浄水場出口の残留塩素濃度の引き下げ、総トリハロメタン濃度の低減等が期待できる。

6. 施設規模の検討

ここでは、4.で抽出した4つの浄水処理方法案について、現状処理実績及び実証実験の結果を踏まえて、浄水処理施設及び排水処理施設の施設規模の検討を行った。

6.1. 検討の基本条件

(1) 水量

計画取水量を相模湖系水利権全量の394,000m³/日として施設規模の検討を行った。ただし、排水処理施設については工業用水鶴ヶ峰浄水場の汚泥を受け入れていることから、工業用水分の水利権86,000m³/日が全量処理される条件で検討を行った。

(2) 水質

想定する原水水質は、H17～25年度における実績の最大値とし、ジェオスミン濃度は240ng/L、TOC濃度は2.0mg/Lと設定した。

6.2. 浄水処理施設の検討

(1) 検討対象施設

検討対象施設は、各浄水処理方法案のフローのうち整備の必要性がある太字で示した施設とした。また、粒状活性炭については実証実験の結果から上向流を対象とした。

A 案 粉末活性炭＋凝集沈殿＋**急速ろ過**

(活性炭を粉末のまま常時注入し、現状よりも注入を強化する方法)

B 案 微粉化活性炭＋凝集沈殿＋**急速ろ過**

(粉末活性炭を更に細かくして処理効率を高め、常時注入する方法)

C 案 凝集沈殿＋**粒状活性炭（上向流）**＋**急速ろ過**

(活性炭を池に敷き詰め、そこに常に水を通す方法)

D 案 凝集沈殿＋**オゾン**＋**粒状活性炭（上向流）**＋**急速ろ過**

(オゾンの酸化力で臭気物質を分解した後、粒状活性炭の処理を行う方法)

(2) 施設諸元

各施設の諸元を、過去の処理実績及び実証実験の結果に基づき、表 6.2.1 及び表 6.2.2 のとおり設定した。

表 6.2.1 粉炭・微粉炭・粒炭・オゾン+粒炭の施設諸元

	現状 (粉炭)	A 案 粉炭	B 案 微粉炭	C 案 粒炭	D 案 オゾン+粒炭 ^{*1}	
方式	湿式 但し更新時は乾式とする	乾式	乾式 オンサイト粉砕	上向流流動層式	上向流流動層式	
粉炭 注入点 (接触時間)	鶴ヶ峰 (43分)	鶴ヶ峰 (43分)	西谷 (8分)	—	—	
諸元	注入率： 平均 1.6mg/L 最大 18mg/L 注入日数： 年平均 170 日	注入率： 平均 6.6mg/L 最大 22mg/L 注入日数： 年平均 365 日	注入率 ^{*2} ： 平均 5.2mg/L 最大 30mg/L 注入日数： 年平均 365 日	層厚：2m 通水速度：240m/d 空間速度：5hr ⁻¹	オゾン注入率： 平均 0.4mg/L 最大 1mg/L	
活性炭 交換頻度	—	—	—	5 年	5 年	
想定原水	H17~25 年度の原水水質 (ジェオスミン濃度 最大 240ng/L、TOC 濃度 最大 2.0mg/L)					
浄水 水質 ^{*3}	ジェオ スミン	1~3ng/L 程度 ^{*4}	1~2ng/L 程度 ^{*4}	1~2ng/L 程度 ^{*4}	1~2ng/L 程度	1ng/L 程度
	TOC	1.1mg/L 以下	0.9mg/L 以下	0.9mg/L 以下	0.6mg/L 以下	0.5mg/L 以下

*1 オゾン+粒炭の場合の粒状活性炭施設の諸元は粒炭のみと同様とした

*2 微粉化活性炭処理は、注入率 10mg/L を超える場合は原料炭 (粉末活性炭) の注入とした

*3 想定原水に対し、過去の処理実績、実証実験等に基づいた推計値である

*4 実施での処理実績から、検知後に注入開始、注入率の変更を行うため、急激に原水水質が変化した場合には、この範囲に収められないことが想定される

表 6.2.2 急速ろ過池の施設諸元

方式	多層ろ過
ろ層	珪砂 40cm、アンスラサイト 40cm
通水速度	180m/d

6.3. 排水処理施設の検討

(1) 検討対象施設

排水処理施設の検討は、排水池、逆洗タンク、排泥池、濃縮槽、機械脱水機を対象とした。施設諸元を表 6.3.1、排水処理フローを図 6.3.1 に示す。

逆洗タンクは厳密には排水処理施設ではないが、洗浄水量の検討に合わせてここで検討した。

表 6.3.1 排水処理施設の諸元

項目	施設諸元等	容量
排水池 (m)	16×16×4.0H — 3 池	V=1,152m ³ /池
排泥池 (m)	20×20×4.5H — 2 池	V=1,800m ³ /池
濃縮槽 (m)	18×18×4.5H — 2 池	V=1,458m ³ /池
	16×16×4.5H — 2 池	V=1,152m ³ /池
機械脱水機	無薬注長時間型圧搾機構付加圧脱水機 — 2 基 (7.6t-Ds/日)	面積 A=950m ² /台
逆洗タンク		V=1,000m ³

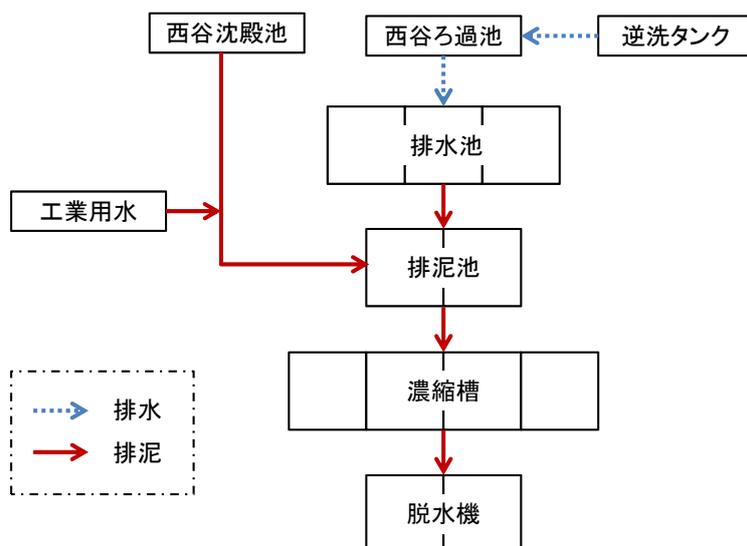


図 6.3.1 西谷浄水場の排水処理フロー

(2) 施設増強の必要性

排水処理施設の検討は、浄水処理方法別に洗浄排水量と発生固形物量を算出し、現況施設の処理能力で満足できるかを判定し、能力が不足する場合には、増設規模について検討を行った。検討結果は表 6.3.2 のとおりで、脱水機については処理方法別に必要台数を増設しなければならないが、その他の施設については現況施設で満足することが確認できた。

表 6.3.2 排水処理施設の検討結果

	現状 (粉炭)	A 案 粉炭	B 案 微粉炭	C 案 粒炭	D 案 オゾン+粒炭
排水池	現状維持				
逆洗タンク	現状維持				
排泥池	現状維持				
濃縮槽	現状維持				
脱水機	既存 2 台 + 1 台増設	既存 2 台 + 2 台増設	既存 2 台 + 2 台増設	既存 2 台 + 1 台増設	既存 2 台 + 1 台増設
	既存 長時間型 7.6t-Ds/台・日 増設 短時間型 7.6t-Ds/台・日				

7. 浄水処理方法の評価

浄水処理方法は、浄水処理の安定性、ライフサイクルコスト、維持管理性、環境負荷の4つの視点から評価した。

7.1. 評価の視点と指標

(1) 浄水処理の安定性

西谷浄水場における現状の処理で課題となっている「浄水処理の安定性」を評価の視点とした。

「浄水処理の安定性」は、原水の臭気などの水質変化に対して安定的に処理ができるかについて、表 7.1.1 の指標を用いて評価した。

表 7.1.1 浄水処理の安定性の評価指標

指標	評価
過去実績を基に想定した将来の原水水質を超える原水水質に対しても、安定した処理が可能と考えられる。	◎
過去実績を基に想定した将来の原水水質に対して、常に安定した処理が可能と考えられる。	○
過去実績を基に想定した将来の原水水質に対して、ある程度安定した処理ができるが、原水水質に急激な変動があった場合には安定した処理を行うことが難しい。	△
過去実績を基に想定した将来の原水水質に対して、安定した処理を行うことが難しい。原水水質に急激な変動があった場合には、水質基準値を超過する恐れがある。	×

(2) ライフサイクルコスト

コストは、建設費と維持管理費を含めた総費用で検討することが重要であるため、「ライフサイクルコスト」を評価の視点とした。

「ライフサイクルコスト」は、50年分の総費用（建設費、更新費、修繕費、電気代、薬品費等）を算出し、表 7.1.2 の指標を用いて評価した。対象施設は、処理方法の見直しに係る施設として、オゾン施設、活性炭施設（粉炭、粒炭）、脱水機、場内整備（配管等）とした。

表 7.1.2 ライフサイクルコストの評価指標

指標	評価
ライフサイクルコストが最も有利	◎
ライフサイクルコストが中程度	○
ライフサイクルコストが最も不利	△

(3) 維持管理性

浄水処理施設は、長期間にわたり維持管理していく必要があるため、「維持管理性」を評価の視点とした。

「維持管理性」は、機器保守に関わる専門性や、運転管理の難易度、人的要因を検討し、施設の運転管理や機器保守が容易であるかについて、表 7.1.3 の指標を用いて評価した。

表 7.1.3 維持管理性の評価指標

指標	評価
維持管理が最も容易	◎
維持管理の難易度が中程度	○
維持管理が最も困難	△

(4) 環境負荷

水道事業は、電力の大口需要家として今後一層の省エネルギー対策が求められているため、「環境負荷」を評価の視点とした。

「環境負荷」は、浄水処理及び排水処理過程の電力消費に伴うCO₂排出量及び発生固形物量を算出し、表7.1.4の指標を用いて評価した。対象施設は、処理方法の見直しに係る施設として、オゾン施設、活性炭施設（粉炭、粒炭）、脱水機とした。

表 7.1.4 環境負荷の評価指標

指標	評価
CO ₂ 排出量、発生汚泥量が最も少ない	◎
CO ₂ 排出量、発生汚泥量が中程度	○
CO ₂ 排出量、発生汚泥量が最も多い	△

7.2. 評価結果

評価結果を表 7.2.1 に示す。

(1) 浄水処理の安定性

粒状活性炭を用いる (C 案) 粒状活性炭、(D 案) オゾン+粒状活性炭であれば、想定した将来の原水水質に対して、常に安定した処理が可能となる。一方、(A 案) 粉末活性炭、(B 案) 微粉化活性炭の場合、異臭味の検知後に注入率を変動させるため、急激な原水水質の変動に対して、安定した処理を行うことが難しい。なお、(D 案) オゾン+粒状活性炭であれば、想定を超える原水水質に対しても安定した処理が可能となる。

(2) ライフサイクルコスト

ランニングコストが安価となる (C 案) が最も有利となる。(A 案)、(B 案) の建設費・更新費 (/50 年) は最も安価となるが、活性炭注入等のランニングコストが高額となるため、ライフサイクルコストでは (C 案) に比べ不利となる。(D 案) は、建設費・更新費 (/50 年) が最も高額であり、ライフサイクルコストで最も不利となる。

(3) 維持管理性

機械点数が少なく、粉末活性炭の注入判断も不要となる (C 案) が最も有利となる。(A 案)、(B 案) では (D 案) ほど、高度な技術レベルは要求されないが、(C 案) に比べ、機械の維持管理や注入判断に手間を要する。

(4) 環境負荷

CO₂ 排出量、発生汚泥量はいずれも (C 案) が最も有利となる。(D 案) の発生汚泥量は (C 案) と同量であるが、中間ポンプが必要になる等 CO₂ 排出量が他の案に比べ極端に大きくなる。

このため、既存の「凝集沈でん+急速ろ過方式」に追加する浄水処理方法としては、(C 案) 粒状活性炭が望ましい。

表 7.2.1 西谷浄水場における浄水処理方法の評価結果

処理方法	将来の処理方法			
	(A案) 粉末活性炭	(B案) 微粉化活性炭	(C案) 粒状活性炭	(D案) オゾン+粒状活性炭
仕様	鶴ヶ峰粉炭 最大: 22mg/L 年間平均: 6.6mg/L 注入日数: 365日	西谷微粉炭 最大: 30mg/L 年間平均: 5.2mg/L 注入日数: 365日 ※注入率が10mg/Lを超える場合は、 原料炭(粉炭)注入に切り替わる	通水方向: 上向流式 層厚: 2m 通水速度: 240m/日	オゾン注入率 最大: 1mg/L 平均: 0.4mg/L ※粒炭の仕様は粒炭のみの 場合と同じ
浄水処理の安定性	現状と比べると、常時注入とし注入率を上げるため、処理の安定性は良くなる。しかし、異臭味の検知後に注入率を変動させるため、急激な原水水質の変動に対して、安定した処理を行うことが難しい。		常時活性炭による処理が行えるため、原水水質が急激に変動しても、安定した処理が可能であると考えられる。	粒状活性炭に加え、オゾン処理により異臭味物質や有機物の分解が可能となる。粒状活性炭単独の場合よりも原水水質への対応範囲が広く、想定を超える原水水質に対しても安定した処理が可能と考えられる。
	△		○	◎
ライフサイクルコスト	建設費・更新費(/50年)は最も安価となるが、活性炭注入費等が高額となるため、ライフサイクルコストはC案に比べ、3割~4程度高くなる。		活性炭注入が不要であるため、ランニングコストが安価となり、ライフサイクルコストで最も有利となる。	建設費・更新費(/50年)が最も高額であり、ライフサイクルコストではC案に比べ、9割程度高くなる。
	○		◎	△
維持管理性	機械の維持管理や注入判断に手間を要する。オゾンほど高度な技術レベルは要求されない。		機械点数が少なく、粉炭の注入判断も不要となり、維持管理が容易である。	オゾン設備の維持管理には高度な技術レベルが要求される。
	○		◎	△
環境負荷	粒状活性炭と比べると、CO ₂ 排出量、発生汚泥量ともに負荷が大きい。		自然流下の水圧を利用できるため、現状よりもCO ₂ 排出量、発生汚泥量を削減でき、環境にやさしい浄水処理となる。	オゾン追加により中間ポンプが必要となるため、電力消費量が大きく、CO ₂ 排出量が他の方法と比較して大きい。
	○		◎	△

※環境負荷・コストは、処理方法の見直しに係る施設として、オゾン施設、活性炭施設(粉炭、粒炭)、脱水機、場内整備(配管等)を対象とした。

※将来の粉炭、微粉炭のコストは粒状活性炭並みの処理性を得られる場合の注入率として計算した。

8. まとめ

8.1. 再整備後の浄水処理システム

これまでの検討を踏まえ、相模湖系浄水処理システムの現状と課題、今後の対応と対応によって得られる効果について取りまとめた（表 8.1.1）。

西谷浄水場の水源である相模湖については、抜本的な水質改善は難しい状況であるが、水源水質保全の取組については、今後も関係機関と連携しながら対応していく。

相模原沈でん池については、将来的にも、貯留機能、ピークカット機能、流量調整機能を保持していくとともに、藻類対策を目的とした沈でん池の改良やエネルギー対策など、広大な相模原沈でん池の施設を有効活用する方策の検討を進める。

西谷浄水場については、既存の「凝集沈でん+急速ろ過方式」に、粒状活性炭処理を導入することで、いつでも活性炭で処理が可能となるため、「浄水処理の安定性向上」や「より安全な水道水の供給」等の効果が期待できる。

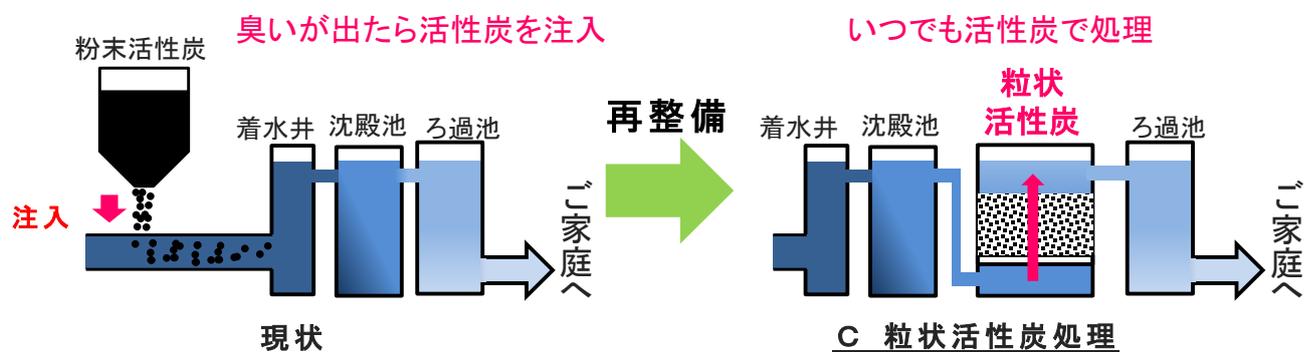


図 8.1.1 浄水処理方法の変更のイメージ

表 8.1.1 相模湖系浄水処理システムの現状と今後の対応及び得られる効果

場所	現状と課題	今後の対応	得られる効果
相模湖 上流域 ・ 相模湖	<p>○富栄養化による藻類増殖</p> <ul style="list-style-type: none"> 相模湖の富栄養化の原因である窒素・リンの7～8割は生活排水系以外と報告されている。 流域下水道事業に対する助成やエアレーションの稼働等、水源水質保全に取り組んでいるが、異臭味の原因となる藻類は依然として毎年のように発生しており、抜本的な水質改善は難しい状況である。 	<p>○関連事業者との連携</p> <ul style="list-style-type: none"> 水源水質保全の取組については、今後も関係機関と連携しながら対応していく。 	<p>○浄水処理の安定性向上</p> <ul style="list-style-type: none"> 粒状活性炭処理の導入により、常時活性炭による処理が可能となるため、これまで課題となっていたかび臭やその他異臭味に対して処理の安定性が向上する。 粒状活性炭は、実証実験の結果等から、5年程度は継続使用できる見込みであるため、急な需要の高まりや地震等の災害時に製造工場が被災した場合でも、一定期間は処理が行える。
相模原 沈でん池	<p>○浄水処理上の有効な機能</p> <ul style="list-style-type: none"> 貯留機能や高濁度のピークカット機能は有効に機能している 川井浄水場が緊急停止した際に、相模原沈でん池は流量調整機能を果たす。 <p>○藻類増殖</p> <ul style="list-style-type: none"> 藻類（主に珪藻類）の増加傾向が見られる。 	<p>○施設の有効活用</p> <ul style="list-style-type: none"> 将来的にも、貯留機能、ピークカット機能、流量調整機能を保持していくことが望ましい。 藻類対策を目的とした沈でん池の改良やエネルギー対策など、広大な相模原沈でん池の施設を有効活用する方策の検討を進める。 	<p>○確実に安全な水道水の供給</p> <ul style="list-style-type: none"> かび臭濃度、有機物（TOC）濃度が現状よりも低減化する 有機物濃度の低減化に伴い、トリハロメタン、残留塩素消費量等の低減化が見込まれ、水道水質の安全性、快適性の向上につながる。 水源水質事故等のリスクへの対応力の向上も見込まれることから、確実に安全な水道水を供給することができる。 <p>○水道水に対する信頼性の向上</p> <ul style="list-style-type: none"> お客さまが感じている安全性への不安や異臭味への不満を解消することで、水道水に対する信頼性の向上につながる。
西谷 浄水場	<p>○臭気の安定した処理</p> <ul style="list-style-type: none"> 水源で発生するかび臭やその他異臭味について、浄水場での対応が必要である。 粉末活性炭では、異臭味を安定して処理することが難しい。 	<p>○粒状活性炭処理の導入</p> <ul style="list-style-type: none"> 既存の凝集沈でん+急速ろ過方式に追加処理する最適な浄水方法として、浄水処理の安定性が向上し、維持管理性、環境負荷、コストの面で総合的に有利な粒状活性炭の導入が望ましい。 <p>○拡張用地の確保</p> <ul style="list-style-type: none"> 現状、オゾン処理は必要でないが、将来の原水水質悪化や水質基準の強化に備えて追加設置のためのスペースを確保しておく。 	<p>○維持管理性の向上</p> <ul style="list-style-type: none"> 現状処理に比べて維持管理の負担が軽減されるため、安定した運転管理、水質管理を行うことができる。 <p>○環境にやさしい浄水処理</p> <ul style="list-style-type: none"> 粒状活性炭処理の導入により、現状よりも浄水処理及び排水処理工程の消費電力量や発生固形物量負荷が低減化される。

8.2. 再整備までの当面の取組

平成 26 年度に自動かび臭測定装置を導入したことにより、かび臭物質（ジェオスミン及び 2-MIB）を 1 回/時間に計測できるようになった。これにより、平成 25 年 7 月にろ過水ジェオスミンが 11ng/L を計測したような事態を未然に防ぐことが可能となると考えられる。

さらに、現状ではジェオスミン測定は 1 回/週（平常時）であるが、上流でのアナベナ増殖時や、自動かび臭測定装置でジェオスミン濃度が上昇傾向にある場合には、測定頻度を毎日にする等、装置との併用により見直しを図る。

なお、注入判断までの時間は、現状の注入点である鶴ヶ峰接合井では検知から 30 分間となるため、粒状活性炭に比べると処理の安定性は劣る。また、その他の異臭味に対しては検知ができないという課題が残る。

9. 西谷浄水場浄水処理方法検討会委員からの意見

● 原水水質の監視について

- ・過去の実績から、特に7,8月に高濃度ジェオスミンが検出される傾向にある。高濃度ジェオスミンの発生が予想される時期には監視を強化するなど、処理方法だけでなく監視体制についても改善を図りたい。
- ・他事業体において、突然、冬期に高濃度かび臭が発生した事例がある。将来、原水水質の状況が劇的に変化する可能性があるため、毎年の水質を注意深く監視することが必要である。
- ・その他異臭味は物質が特定されていないことから、機器による計測・監視が困難である。そのため原因物質あるいは原因生物について、異臭味への寄与の程度などに係る知見を収集していく必要がある。

● 粒状活性炭処理（上向流式）の選定について

- ・単純にコストのみの比較ではなく、維持管理性などの金額に反映できない事項についても並列に議論できている。長期的な視点で安定した処理が可能な方法を、実際の西谷浄水場の原水を用いたプラント実験結果を踏まえて選択したことが評価できる。

● 粒状活性炭処理（上向流式）の運用について

- ・上向流式粒状活性炭処理では、下部整流装置の目詰まりが最大の懸念事項である。実証実験においては、下部整流装置の目詰まりは確認されなかったが、実施設の運用にあたっては損失水頭の監視や目視による装置点検を行い、目詰まりが生じないように留意する必要がある。
- ・上向流式粒状活性炭処理の場合、流動変動が処理性に大きく影響するため、運転の際は注意する必要がある。
- ・粒状活性炭の交換時期については、夏期のかび臭発生時期前に交換するのが効果的であると推測される。実運用に向けて、具体的な検討を進める必要がある。

● 活性炭処理以外の浄水処理の強化について

- ・粒状活性炭処理の導入だけでなく、現行の凝集沈殿処理の強化も併せて検討する必要がある。具体的には、酸注入により凝集沈殿時のpHを今よりも下げることによって、除去効率の向上が見込まれると考えられる。酸注入の強化と併せて、後アルカリ注入設備の設置についても検討されたい。

● 市民へのPRについて

- ・全国の中でもトップレベルの水質を目指すことが、市民へのアピールポイントになりうる。将来にわたって、安心・安全な水道水を供給することを目指すこと。
- ・粒状活性炭の導入により、異臭味を安定して処理できるようになるだけでなく、残留塩素、トリハロメタンなどの消毒副生成物、カルキ臭の低減化が見込まれる。西谷浄水場の再整備にあたっては、この点についても、市民にPRすることが必要である。

参考 西谷浄水場浄水処理方法検討会の実施状況

1 趣旨

西谷浄水場は、特にかび臭等の臭気に関する対策が課題となっている。これらの原因物質の除去方法について、水源である相模湖の水質に適した浄水処理方法を選定するため、粒状活性炭処理等の処理方法について実験を実施している。粒状活性炭処理等の高度浄水処理については、本市水道局に運用した実績が無いことから、高度浄水処理に精通した学識経験者に現在進行中の実証実験及び高度浄水処理工程の助言を求めることを目的として、「西谷浄水場浄水処理方法検討会」を設置した。

2 検討事項

「西谷浄水場浄水処理方法検討会」については、以下のことについて助言をいただく。

- (1) 西谷浄水場の浄水処理工程に関すること
- (2) 粒状活性炭実証実験に関すること
- (3) 前各号のほか、西谷浄水場浄水処理方法に関して検討が必要な事項

3 検討会の構成

検討会委員は、高度浄水処理に精通した学識経験者 4 名、水道局水道技術管理者 1 名の 5 名とし、表に示す構成とした。

表 検討会委員（敬称略・平成 26 年 12 月時点）

座長	滝沢 智	東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻教授
委員	相澤 貴子	公益財団法人 水道技術研究センター主席研究員
委員	伊藤 雅喜	国立保健医療科学院生活環境研究部上席主任研究官
委員	堤 行彦	福山市立大学都市経営学部都市経営学科教授
委員	清塚 雅彦	横浜市水道局水道技術管理者

前委員	波多野 純一	横浜市水道局水道技術管理者（平成 26 年 3 月 31 日まで）
前委員	林 秀樹	横浜市水道局水道技術管理者（平成 25 年 3 月 31 日まで）

4 期間

平成 24 年 12 月 7 日から平成 27 年 3 月 31 日まで

5 開催概要

各回の開催日及び検討内容は次のとおり。

第 1 回 平成 24 年 12 月 21 日

- ・ 検討背景及び西谷浄水場の現状報告
- ・ 粒状活性炭実証実験経過報告
- ・ 実験施設見学（川井、西谷）

第 2 回 平成 25 年 3 月 15 日

- ・ 原水水質について（処理対象物質の把握）
- ・ 粒状活性炭実証実験経過報告
- ・ H25 年度実験計画について

第 3 回 平成 25 年 7 月 3 日

- ・ 原水水質について（過去実績データの確認）
- ・ 水質目標について
- ・ 粒状活性炭実証実験経過報告

第 4 回 平成 25 年 11 月 6 日

- ・ 原水水質について（H25 年度夏期高濃度ジェオスミン発生状況）
- ・ 粒状活性炭実証実験経過報告
- ・ コスト試算結果報告（1 回目）

第 5 回 平成 26 年 3 月 26 日

- ・ 粒状活性炭実証実験経過報告
- ・ コスト試算結果報告（2 回目）
- ・ コスト試算結果を踏まえた検討について

第 6 回 平成 26 年 7 月 4 日

- ・ 粒状活性炭実証実験経過報告
- ・ コスト試算結果報告（3 回目）
- ・ 浄水処理方法選定に考慮すべき事項について（水質目標、処理の安定性、維持管理性）

第 7 回 平成 26 年 9 月 2 日

- ・ 最適な浄水処理方法の方向性について
- ・ 報告書構成案について

第 8 回 平成 26 年 12 月 19 日

- ・ 報告書案について