

# 川井浄水場再整備による環境に配慮した水道システムの実現

横浜市水道局

## 1. はじめに

横浜市水道局は、山梨県南都留郡道志村から流れ出る道志川を水源の1つとし、100年近く前から村内に水源林を保有し管理・保全してきました。

道志川の水を原水としている横浜市水道局川井浄水場は、施設の老朽化が進んだため平成21年（2009年）から再整備を行ってきました。

再整備にあたっては、水源林を長年管理・保全してきたことにより保持されている原水水質の清浄さを活用すること。また、水道創設時に選定された延長約30kmの導水路を原水が自然流下することによって生じる自然エネルギーを膜ろ過の加圧に使用することにより、1日の処理能力が約17万m<sup>3</sup>、給水戸数約31万戸の日本最大規模の膜ろ過方式の浄水場が実現しました。

さらに、横浜市の浄水場で最も標高の高い川井浄水場を増強したことにより、製造した水道水を自然流下で配水する区域を拡大することも可能になりました。

今回、このような環境にやさしい水道システムを実現できたのも、清浄な原水に適した膜ろ過方式を採用できたためですが、それには1世紀にわたって水源かん養林を管理・保全し、道志川の清流を守り続けてきた成果が結実したものと言えます。

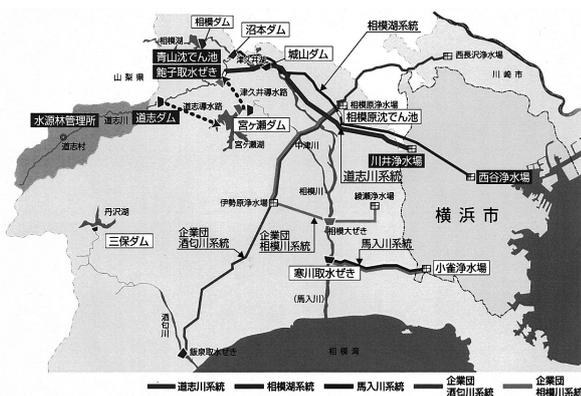


図1 道志川系の水源から浄水場までの経路

## 2. 活動の視点

横浜は近代水道創設の地であり、明治20年（1887年）に給水を開始してから今年で128年になります。

今後も将来にわたって限られた水資源を有効に活用し、安全、安心な水道水を安定的にお客さまにお届けするためには、持続可能な水道システムを実現することが必要です。川井浄水場の再整備を行うにあたって、この目的を達成するため、次の視点にそって水道システムを見直しました。

### (1) 水質に適したシステム

横浜市が保有する3つの水源について、原水の水質に応じた最適な処理ができるよう、横浜市内に4つある浄水場のうち1つを廃止して、1つの水源の水を1つの浄水場で処理することとしました。

川井浄水場では、道志川系統の原水全量を処理できるように処理能力を増強するとともに、従来から取組んできた水源林の管理・保全の成果である道志川の水質の良さを維持管理コストの低減につなげられるよう、先進技術である膜ろ過方式を取り入れました。

### (2) 環境負荷の少ないシステム

水道事業は、単位体積あたりの重量が重い水を大量に供給することから、膨大な電気エネルギーを必要とする環境負荷の高い装置産業であるため、これまでも省エネルギーと自然エネルギーの活用には力を入れてきました。今回、膜ろ過に必要なエネルギーとして、取水地点と浄水場の高低差から生まれる位置エネルギーを活用しました。

また、取水場所で小水力発電を行うことを始めとして、設備機器の稼働などに必要なエネルギーは施設の屋上を利用した太陽光発電設備で賄うことや、製造した水道水を自然流下でお客さまにお届けするなど、取水から給水まで、水道システム全体で環境負荷の低減を図りました。

### (3) 公民連携の推進

横浜市は従来から水源地の民有林の整備を市民ボ

ランティアと連携して行ってきました。

今回、川井浄水場の再整備にあたって、民間の技術やノウハウを活用するとともに、より効率的に再整備を進めるため、日本で初めて浄水場全体の更新と維持管理をPFI方式で行いました。

### 3. 活動内容

#### (1) 水源林の管理・保全

横浜市は、明治30年(1897年)に道志川からの取水を開始しましたが、当時の道志川の森林は濫伐により荒廃し、明治40年(1907年)、明治43年(1911年)には大水害も発生しました。助成金の交付などにより森林管理の促進を図りましたが改善には至らず、度々なる高濁度水により緩速ろ過池での浄水が困難となり、給水に支障が生じました。

そこで、水源をかん養して良質で安定した河川流量を維持するため、大正5年(1916年)に村の総面積の約30%にあたる2,780haの恩賜県有林を横浜市の水源地として取得しました。(図2参照)

以来、99年にわたって計画的に水源林の管理・保全を行ってきたことにより、現在は道志川の水質は大変良好に保たれています。水源林を適切に管理・保全することによって、多様な植生を持つ豊かな生態系が生まれ、それによって水源かん養機能の高い豊かな土壌が醸成され、ひいては清浄で安定した河川水が生み出されていると言えます。

道志川の水質と水道水の水質基準値とを比較しますと、表1のように、道志川の原水は、主要な水質項目で水道水の基準を満足していることがわかります。道志川の原水はあまりに清浄であるため、従来の川井浄水場の凝集沈殿・急速ろ過方式の処理では濁り成分を凝集することが難しく、却って濁質の漏洩が生じました。このため、ろ過速度を下げざるを得ず、公称処理能力に対

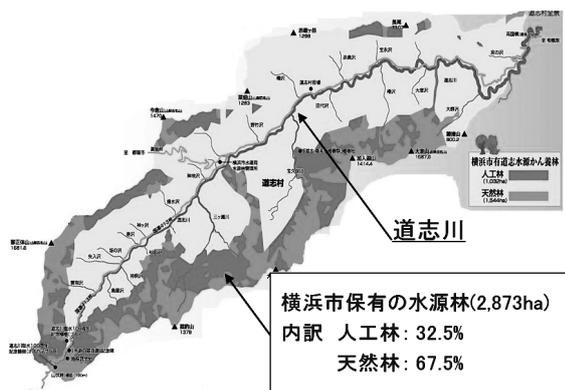


図2 道志村における水源林の現状

して7割程度しか水道水を生産できませんでした。この問題は、再整備の際に重要な検討事項となりました。

#### (2) 川井浄水場再整備

##### (ア) 老朽化と再整備の必要性

川井浄水場は明治34年(1901年)に創設された、横浜市で最も古い浄水場です。創設以降、数回の拡張や施設更新を行った後、再整備前の施設は昭和38年(1963年)に完成したものでした。稼働から50年近くを経過して老朽化が進行し、耐震性にも問題があったことから、平成14年(2002年)頃から再整備の検討を開始しました。

##### (イ) 膜ろ過方式の採用と利点

再整備にあたって、浄水処理方法の検討を行ったところ、道志川の清浄な水質に膜ろ過方式が最も適しており、効率的な運転が可能であることがわかりました。

また、膜ろ過方式の採用により省スペース化が可能となることから、浄水場内の既存の浄水施設とは別の場所に新たな施設を建設することができ、既存の施設を稼働させながら更新事業を行うことができました。

さらに、浄水能力を増強し、道志川水利権の全量を処理することが可能であることも判明しました。

##### (ウ) PFI方式の採用

事業の実施に当っては、民間企業の持つ活力とノウハウを最大限に活用することが重要と考え、種々の公民連携手法が検討されました。当時の補助制度に適合し、学識経験者や各分野の専門家のご意見も踏まえ、設計から建設、20年間の維持管理までを一体とし



写真1 道志川の清流

表1 道志川の水質と水道水質基準との比較

	原水水質 (H23~H25 平均値)	水道水質基準
濁度(度)	1.4	2
TOC(mg/l)	0.63	3
pH	7.95	5.8~8.6

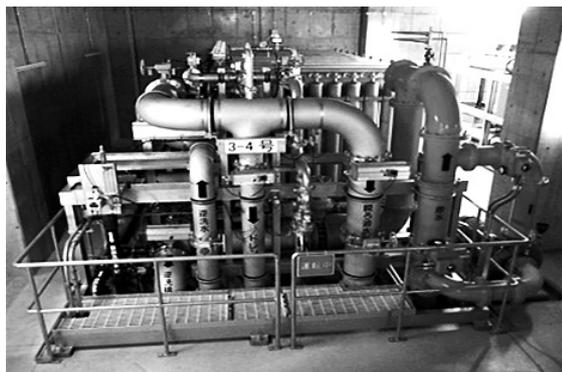


写真2 膜ろ過装置

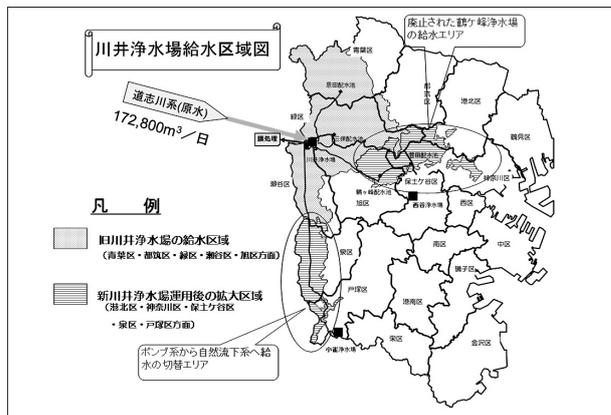


図3 給水区域の拡大範囲

てPFI方式 (BTO) により事業を実施することが決まりました。

本事業は、浄水場全体の更新と運転・維持管理をPFI方式で実施した国内で初めての事例となり、平成26年4月に運転を開始しました。

事業の概要は次のとおりです。

- 事業期間：平成21年4月1日～平成46年3月31日  
 (建設) 平成21年4月1日～平成26年3月31日  
 (維持管理) 平成26年4月1日～平成46年3月31日
- 施設整備内容

	新施設	旧施設
処理能力	172,800m <sup>3</sup> /日	106,400m <sup>3</sup> /日
処理方式	膜ろ過方式	急速ろ過方式

○膜ろ過方式の導入理由

- (a) 省スペース化、(b) 導水残圧の有効利用によりポンプなしで膜ろ過が可能 (電力使用量の節減)、
- (c) 原水の道志川の水質が清浄であるため効率的な膜ろ過の運転が可能、(d) 薬品使用量の削減

○契約相手: ウォーターネクスト横浜株式会社

### (3) 自然流下による配水区域の拡大

川井浄水場は横浜市の浄水場で最も標高の高い位置にあり、製造した水道水を自然流下で広い区域に配水できます。

今回、浄水処理能力を増強したことに伴い、給水戸数を約19万戸から約31万戸に増やすことができました。これにより、図3に示すように、ポンプを使用する他の浄水場の配水区域の一部を川井浄水場からの配水区域に変更し、自然流下で配水できるようになりました。

## 4. 活動を実施する上での工夫など

### (1) 自然エネルギーの活用

川井浄水場再整備にあたって、「環境にやさしい浄水場」をコンセプトに掲げ、自然エネルギーを最大限活用することとしました。

#### (ア) 位置エネルギー

一般に膜ろ過施設は、膜に差圧をかけるためのポンプに大きな電力を必要とします。そこで、川井浄水場では取水地点と浄水場との高低差から生じる位置エネルギーを活用することにいたしました。

図4に示すように、取水地点から浄水場までの導水経路の途中にある接合井から浄水場まで、高低差35mを管路で流下してくることにより、浄水場に到達した時点で落差11.5mに相当する圧力が残っており、この圧力を使って膜ろ過を行い、配水池に流入させることができます。

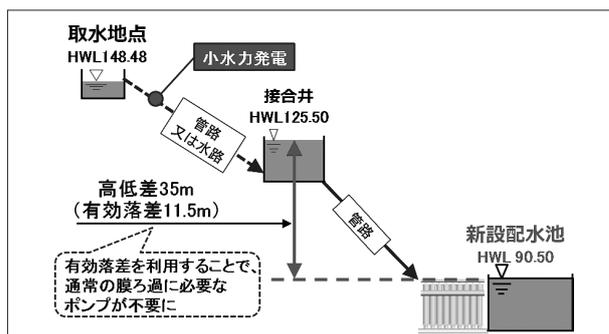


図4 有効落差の利用

自然流下の残圧を小水力発電で活用する事例はありますが、本事業の方法では位置エネルギーを電気エネルギーに変換していないので、エネルギー損失の無い究極の省エネと言えます。

#### (イ) 太陽光発電

配水池等の屋上に太陽光発電設備を設置しました。



図5 太陽光発電設備の設置状況

(図5参照) 広大な屋上スペースを有効利用して1,400枚のパネルを設置し、発電能力は合計で336kWとなりました。晴れた日の日中には、電力会社から電力の供給を受けることなく、太陽光発電の電力のみで浄水場の全電力を賄い、さらに余剰電力を売電しています。

## (2) PFI手法の導入

川井浄水場の再整備にあたって、民間企業が保有する膜ろ過の技術・ノウハウを最大限に活用して高品質・低コスト化を図ることを目的として、PFI手法により施設の建設と20年間の維持管理を行うこととしました。また、民間資金を活用することにより公共の財政負担の軽減・平準化も可能となりました。

## 5. 活動の効果・社会への波及効果

活動の効果として、環境負荷を大きく軽減することができました。道志川の原水水質が良好であることにより可能となった膜ろ過方式は、凝集沈殿・急速ろ過方式に比べて原水中の小さな粒子まで確実に除去できるため、濁り成分を凝集させて沈殿・ろ過し易くするための薬品(凝集剤:ポリ塩化アルミニウム)の使用量が少な

くて済みます。1m<sup>3</sup>の原水を処理するために必要な薬品の量と比べると、平成26年度は24年度・25年度の平均よりも約35%削減されました。

また、新たな施設が稼働したことにより自然流下で配水できる戸数が約12万戸増加しました。水道水1m<sup>3</sup>を市民に給水するのに使用する電力量(電力原単位)で見ると、図6に示すように、再整備前の平成19年度と比較して、平成26年度に新たに川井浄水場の配水区域となった区域では、電力原単位が大幅に減少したことがわかります。試算では年間約500万kWhの節減になると見込んでいます。

今回の再整備により、これまでの100年近くにわたる水源林の管理・保全の取組が道志川の清浄な原水を育み、それによって膜ろ過方式という新たな技術を導入することが可能となったこと。さらに、膜ろ過方式の導入によって、環境負荷の少ない浄水処理や、自然流下による配水区域の拡大ができるようになったことで、水源からお客さまへの給水に至るまで、水道システム全体として環境負荷を低減することができたと考えます。今後は、このシステムを運用していく中で、安全、安心な水道水を安定的に供給していくことはもとより、より環境負荷の少ない運転・維持管理を目指してエネルギーや薬品の使用量などについて継続して検討を加えていきます。また、他の事業体などの取組の参考となるよう、国内外を問わず積極的に情報発信をしていきます。

横浜市水道局

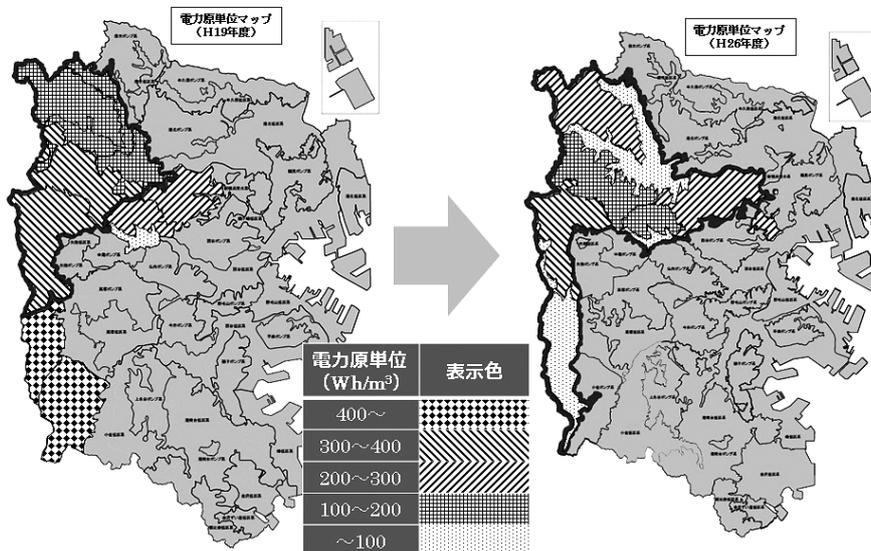


図6 電力原単位マップ(平成19年度と平成26年度の比較)