

# 鉄バクテリアろ過・交野市星の里浄水場 ～井戸水への生物接触ろ過の導入～

Biological Filtration Introduced to “HOSHINOSATO JOSUI JO”



玉井秀恭\*  
Hideyuki Tamai  
技術士

鉄、マンガン、アンモニア態窒素の濃度が高い原水に対し、鉄バクテリアを利用した生物接触ろ過を導入した。その結果、薬品使用量や脱水汚泥量を軽減できるとともに、安全でおいしい水を供給できた。

The Raw-water including rich iron, manganese and ammonia nitrogen is purified to tap water with iron bacteria biological filtration. As a result, the volume of chemical consumption and dehydrated cake is reduced.

## Key Words :

生物接触ろ過  
鉄バクテリア  
除鉄除マンガン処理  
アンモニア態窒素  
ろ過速度

Biological filtration  
Iron bacteria  
Iron & manganese removal processing  
Ammonia nitrogen  
Linear velocity

## 【セールスポイント】

- ・細菌を利用した生物接触ろ過
- ・ろ過速度120 m/dによる処理
- ・薬品使用量を1/10以下とした

## まえがき

大阪府交野市は、浄水の水源として、古くから市内各所の井戸水を利用してきた。井戸水には鉄、マンガン、アンモニア態窒素が含まれている。既設設備では、これらを前塩素添加+凝集沈殿+急速ろ過の処理方法にて浄水を供給してきた。しかし、施設の老朽化に加え、市民からの安全でおいしい水への要求にこたえて、当社の生物接触ろ過+急速ろ過設備を導入し、2012年9月より給水開始した。

## 1. 施設概要

図1に交野市星の里浄水場の概略フロー、写真1に浄水場全景、表1に施設概要を示す。星の里浄水場は、22 500 m<sup>3</sup>/dの施設能力を持ち、交野市全域に浄水を供給している。市内19カ所の井戸から汲上げられた原水は、一旦私市ポンプ場へ集約した後に、導水ポンプにて星の里浄水場へ送水される。

星の里浄水場では、原水を原水調整池にて滞留させることで、各井戸により異なる水質を平準化するとともに、機械曝気にて溶存酸素濃度の調整を行

い、後段の生物処理に備える。写真2に生物接触ろ過池の全景を示す。生物接触ろ過池では、ろ材に生息する細菌の働きにより、原水に含まれている鉄、マンガン、アンモニア態窒素を無薬注で処理する。写真3に急速ろ過池を示す。生物接触ろ過池の後段に設置された急速ろ過池では、マンガン砂の働きにより、生物接触ろ過池にて除去仕切れなかった鉄を

主に除去している。各ろ過池から出る洗浄排水は、排水池、濃縮槽にて濃縮、分離される。分離された上澄み水は、それぞれ原水調整池や急速ろ過池前の混和池に返送され、設備全体としての効率を向上させている。濃縮された汚泥は、フィルタープレス型脱水機にて脱水される。このときの脱水ケーキの含水率はほぼ60%である。

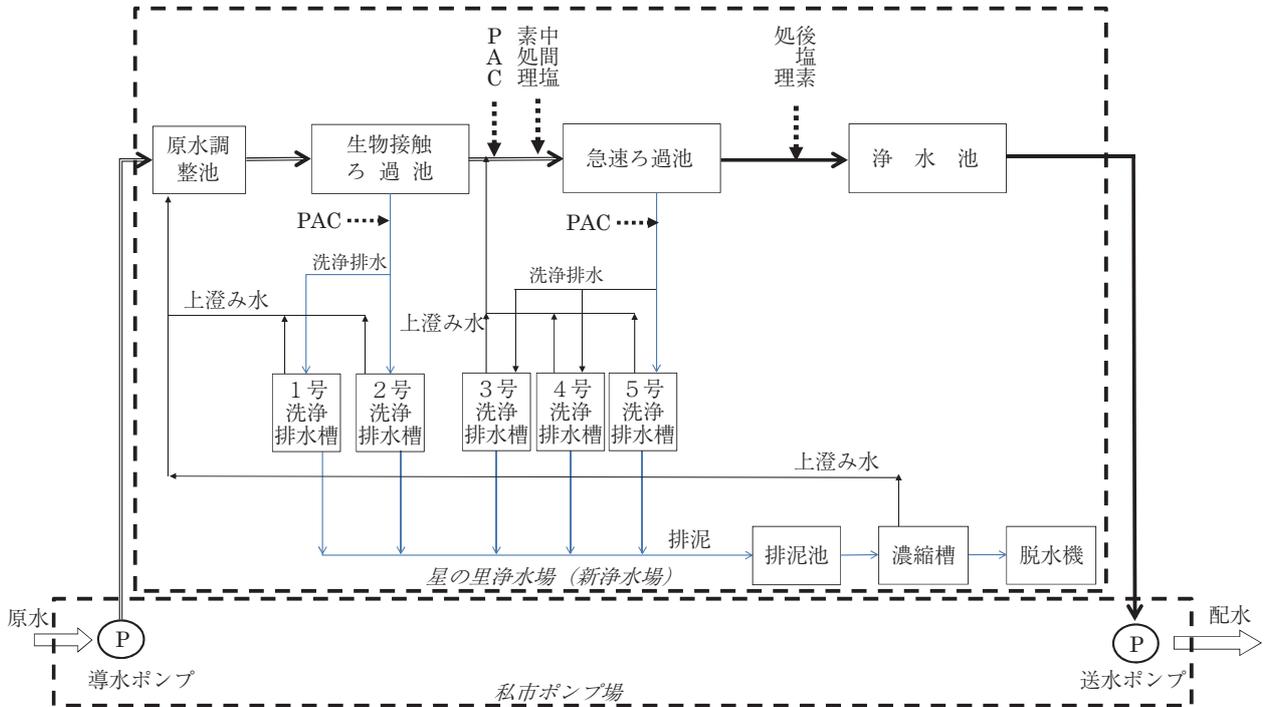


図1 従来の冷却水管理システム



写真1 全景

表1 星の里浄水場 施設諸元

設備全体	計画水量 水源 浄水フロー	22 500 m <sup>3</sup> /d 地下水（深井戸水） 生物接触ろ過／急速ろ過
原水調整池設備	主要設備	曝気プロワ，散気装置
生物接触ろ過設備	主要設備 ろ過池仕様 池数 ろ過速度 ろ材構成 洗浄方法	生物接触ろ過池 自然平衡型重力ろ過池 6池 120 m/d アンスラサイト 400 mm／ろ過砂 300 mm ダイレクト表洗／表逆洗／逆洗
急速ろ過設備	主要設備 ろ過池仕様 池数 ろ過速度 ろ材構成 洗浄方法	急速ろ過池 自然平衡型重力ろ過池 4池 240 m/d マンガン砂 600 mm 表洗／表逆洗／逆洗
薬注設備	主要設備 薬注ポンプ仕様 薬品種類	薬品タンク，薬注ポンプ 一軸ネジポンプ PAC，次亜塩素酸ナトリウム
	PAC添加点	急速ろ過池前混和池 生物接触ろ過池排水配管 急速ろ過池排水配管
	次亜添加点	急速ろ過池前混和池 浄水池前配管
排水排泥設備	主要設備	排水池（5池），排泥池（2池）
濃縮脱水設備	主要設備 濃縮槽型式 脱水機型式 ろ室数	濃縮槽（2池），脱水機（2機） 中央懸垂型掻き寄せ機つき重力濃縮 フィルタープレス式 60室／機



写真2 生物接触ろ過池



写真3 急速ろ過池

## 2. 施設の特徴

### 2.1 生物接触ろ過池の採用

交野市の原水は、井戸水であり、主に溶解性の鉄、マンガン、およびアンモニア態窒素が含まれている。既設浄水場では、これを前塩素にて化学酸化し、後に続く凝集沈殿、およびマンガン砂による急速ろ過にて処理していた。当社は、この井戸水を用いて長期間実証実験を行い、鉄バクテリアを利用した生物接触ろ過池+マンガン砂を用いた急速ろ過により浄水処理が行えることを確認し、設計に反映した。

### 2.2 生物接触ろ過とは

本施設の特徴である生物接触ろ過設備には、鉄バクテリアや硝化細菌が生息している。鉄バクテリアは、自然界に生息する細菌で、地下水の湧水中などに見られる。細菌の働きにより、原水中に溶解している鉄やマンガンは、酸化され、懸濁体となり、ろ過による物理的除去、あるいは生物に取込まれ除去される。一方、アンモニア態窒素は、硝化菌の働きにより亜硝酸態を経て硝酸態窒素となる。

ろ過池は、自然平衡形の重力ろ過であり、アンス

ラサイトとろ過砂による2層ろ過としている。鉄は、主に表層付近で除去され、マンガン、アンモニア態窒素は、層内部で除去されていることが判っている。原水である井戸水にはほとんど溶存酸素が無いため、そのままでは細菌が活動できない。そこで、前段の原水調整池において、堰落ちによる空気の巻き込み、および曝気ブロワによる強制散気を実施し、生物接触ろ過池流入水にて約7.0~8.0 mg/Lでの溶存酸素濃度とした。

一般に、生物接触ろ過池においては、原水に含まれる成分を栄養源として、細菌がろ層にて繁殖するため、流入する濁質負荷に対してより多くの負荷がろ層に捕捉されることが知られている。この対策として、当社の生物接触ろ過池においては、ダイレクト表洗方式を採用している。通常表洗は、ろ層が水没した状態で実施されるが、このダイレクト表洗は、ろ層が水面上に露出するまで水抜きを行った状態で表洗をすることで、表洗水がダイレクトにろ層を叩き、表面に多く生成する細菌の層を破壊し、洗浄効率を上げるものである。

表2 薬品使用量比較

	既設注入率 (2009年度実績)	新設注入率 (試運転期間平均)	低減率
次亜塩素酸ナトリウム	59.7 mg/L	6.3 mg/L	89.5 %
PAC	42.4 mg/L	8.4 mg/L	80.2 %

### 3. 導入による効果

#### 3.1 薬品使用量の低減

表2に、新施設導入前後の薬品使用量の比較を示す。それまで化学処理にて行われていた鉄やマンガン、アンモニア態窒素の酸化を、生物接触ろ過池の細菌が行うことで、次亜塩素酸ナトリウムを20分の1以下に削減することができた。また、凝集剤であるPACは、急速ろ過前の混和池にて5 mg/L程度のみ注入され、後段の急速ろ過池における直接ろ過に寄与する。これらの変更により、PACの注入量を既設の5分の1程度に削減することができた。

#### 3.2 脱水汚泥量の削減

表3に脱水汚泥量を示す。

既設処理に比べて、PACの注入量が低減したため、脱水ケーキの量が約5分の1となり、汚泥処分費を削減できた。

#### 3.3 試運転時の水質

表4に試運転中のろ過速度（以降‘LV’）120 m/dの際の原水、生物接触ろ過池出口、浄水の水質を示す。既設処理に比べ、同等以上の水質が得ら

表3 汚泥量比較

	既設発生量 (2009年度実績)	新設発生量 (試運転期間平均)	低減率
脱水ケーキ量 (含水率約60%)	25 t/m	4.5 t/m	82.0 %

表4 交野 星の里浄水場 試運転中の水質分析結果 総まとめ

		LV40 m/d (5/28~6/15) 平均	LV66.6 m/d (6/15~6/27) 平均	LV120 m/d (6/28~9/19) 平均	LV130 m/d (9/20~9/30) 平均	実験時平均 LV130 m/d	既設処理平均 (2008年度)
濁度	原水	3.2	5.8	7.2	4.3	12.5	3.6
	生物処理水	0.9	1.5	1.3	0.9	0.9	—
	生物ろ過除去率	69	74	82	79	92.8	—
	浄水	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2
色度	原水	28	56	59	48	34	12.3
	生物処理水	9	12	13	13	7	—
	生物ろ過除去率	60	72	78	73	80	—
	浄水	<1	<1	<1	<1	<1	<0.5
鉄	原水	1.6	2.4	1.83	2.03	4.19	4.00
	生物処理水	0.3	0.5	0.42	0.56	0.44	—
	生物ろ過除去率	80	79	77	72	89	—
	浄水	0.02	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.03
マンガン	原水	0.37	0.39	0.28	0.29	0.38	0.30
	生物処理水	0.17	0.07	<0.01	<0.01	0.0012	—
	生物ろ過除去率	54	82	>99.9	>99.9	99.7	—
	浄水	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.001	<0.005
アンモニア態窒素	原水	0.6	0.7	0.58	0.76	0.62	—
	生物処理水	0.2	<0.1	<0.01	<0.01	0.006	—
	生物ろ過除去率	67	>76	>98	>98	99.0	—
	浄水	<0.1	<0.1	<0.01	<0.01	<0.005	—
イオン状シリカ	原水	22.6	—	53.6	—	55.9	—

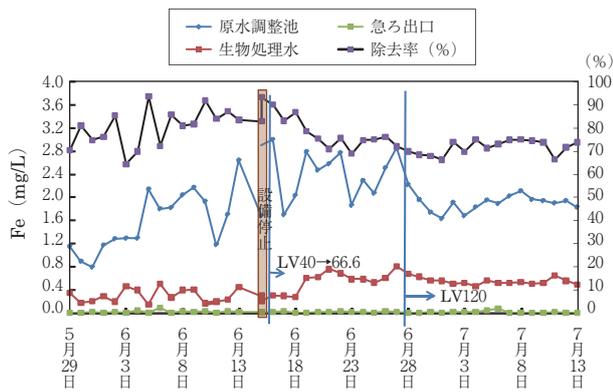


図2 全鉄

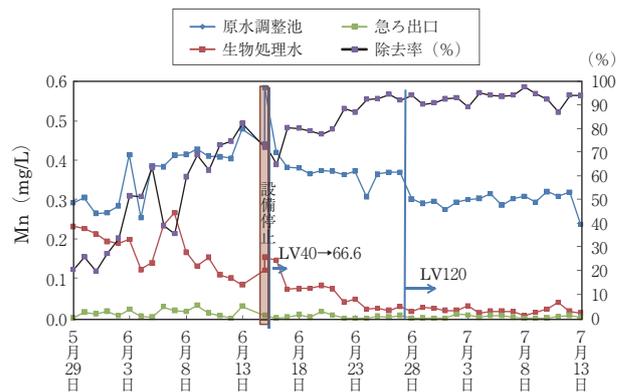


図3 全マンガン

れることが確認できた。

また、図2、3、4に試運転期間中の生物接触ろ過前後での鉄、マンガン、アンモニア態窒素の水質および除去率の推移を示す。生物の馴養運転として、生物接触ろ過池前後での水質、およびろ過池流入水中の溶存酸素濃度を監視しつつ、ろ過速度を徐々に上昇させることで、通水開始から約2カ月で定格のろ過速度であるLV120 m/dにおける目標水質を得ることができた。

#### 4. 今後の展開

鉄、マンガン、アンモニア態窒素を含む原水に対し、アンストラサイト+ろ過砂の複層ろ過による鉄バクテリアろ過を用いることで、少ない薬品使用量で十分な浄水水質を得られることが判った。

今回の生物接触ろ過池のLVは、120 m/dであったが、ろ過速度は設備面積、ひいては設備コストに直結する数値である。今後は技術的な検討を積重

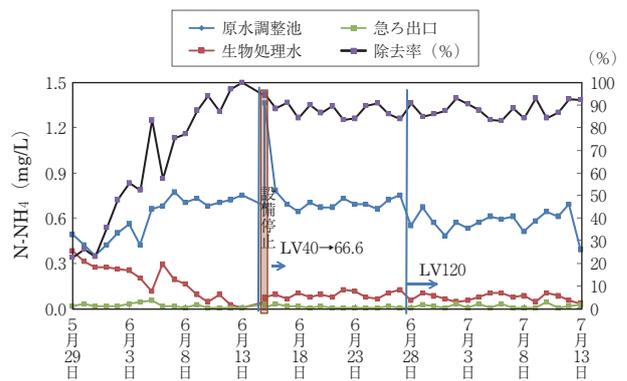


図4 アンモニア態窒素

ね、さらに高いLVによる安定的な処理を行えるように進めていき、様々な浄水設備へ導入されるように努めたい。

以上

\*水処理事業部 海外技術部