

①凝集沈澱(BA)

凝集沈澱プロセスの解析結果を表 3-3-7 に示す。入口色度と出口色度の関係を図 3-3-158 に示す。入口色度と除去率の関係を図 3-3-159 に示す。

表 3-3-71 および図 3-3-158 より、入口色度 400 度迄であれば出口色度は 12 度以下となることが分かる。図 3-3-159 より、入口色度が高いほど除去率は高くなる傾向が確認できる。また、凝集沈澱プロセスのみでは水質基準値以下まで除去できない場合がある。

表 3-3-71 凝集沈澱プロセスの解析結果

データ数	入口 (度)		出口 (度)		除去率 (%) (): 平均値	
	範囲	平均	範囲	平均	全データ範囲	浄水場毎
11,902	0.7~400	9.5	0~12	1.9	-146~100 (76)	60~95 (77)

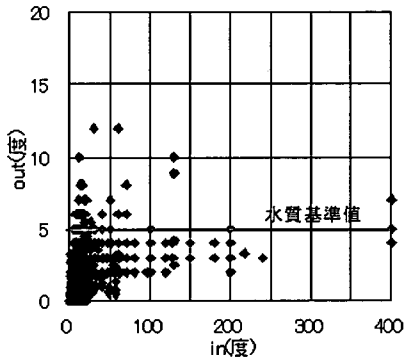


図 3-3-158 入口色度と出口色度の関係

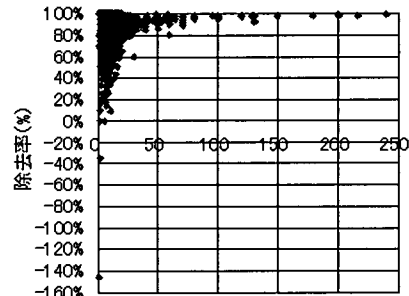


図 3-3-159 入口色度と除去率の関係

②前塩素+凝集沈澱 (BB)

前塩素+凝集沈澱プロセスの解析結果を表 3-3-72 に示す。入口色度と出口色度の関係を図 3-3-160 に、入口色度と除去率の関係を図 3-3-161 に示す。図 3-3-160 より、入口色度 98 度迄であれば出口色度が 16 度以下となるが、前塩素+凝集沈澱プロセスのみでは水質基準値以下まで除去ができない場合がある。

表 3-3-72 前塩素+凝集沈澱プロセスの解析結果

データ数	入口 (度)		出口 (度)		除去率 (%) (): 平均値	
	範囲	平均	範囲	平均	全データ範囲	浄水場毎
9,088	0~98	8.9	0~16	2.7	-200~100 (68)	13~98 (74)

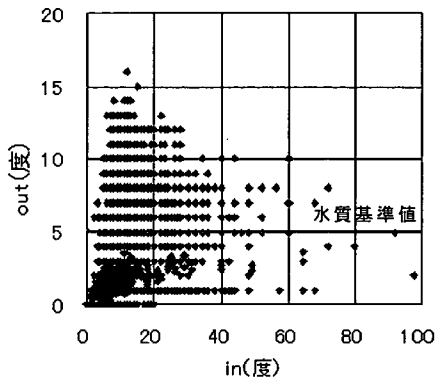


図 3-3-160 入口色度と出口色度の関係

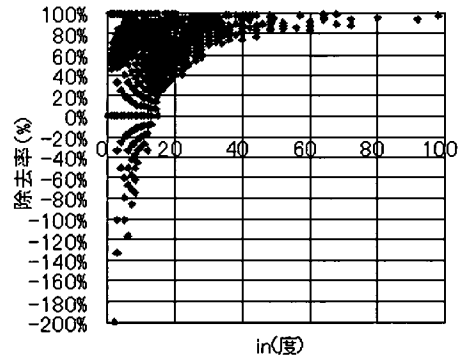


図 3-3-161 入口色度と除去率の関係

③急速ろ過 (CA)

急速ろ過プロセスのデータ解析結果を表 3-3-73 に示す。また、入口色度と出口色度の関係を図 3-3-162 に、入口色度と除去率の関係を図 3-3-163 に示す。

表 3-3-73 及び図 3-3-162 より、入口色度 16 度迄であれば殆どの場合で水質基準値以下を満足することがわかる。

表 3-3-73 急速ろ過プロセスの解析結果

	入口 (度)		出口 (度)		除去率 (%) (): 平均値	
	範囲	平均	範囲	平均	全データ範囲	浄水場毎
2,222	0~16	4.6	0~6	0.2	-100~100 (91)	38~100 (93)

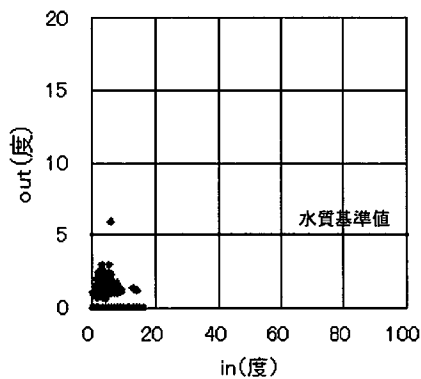


図 3-3-162 入口色度と出口色度の関係

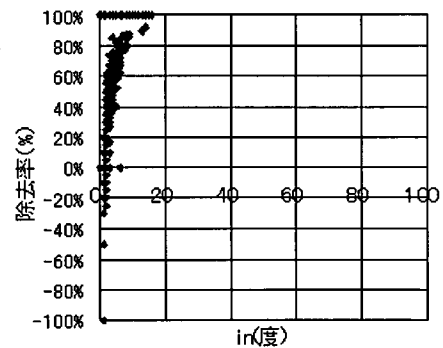


図 3-3-163 入口色度と除去率の関係

④中塩素+急速ろ過 (CB)

中塩素+急速ろ過プロセスのデータ解析結果を表 3-3-74 に示す。また、入口色度と出口色度の関係を図 3-3-164 に、入口色度と除去率の関係を図 3-3-165 に示す。

図 3-3-164 より、特異点を除き、色度 12 度迄であれば出口色度は 3 度以下となることが分かる。

表 3-3-74 中塩素+急速ろ過プロセスの解析結果

データ数	入口 (度)		出口 (度)		除去率 (%) (): 平均値	
	範囲	平均	範囲	平均	全データ範囲	浄水場毎
15,877	0~34	2.0	0~36	0.5	-100~100 (68)	0~100 (89)

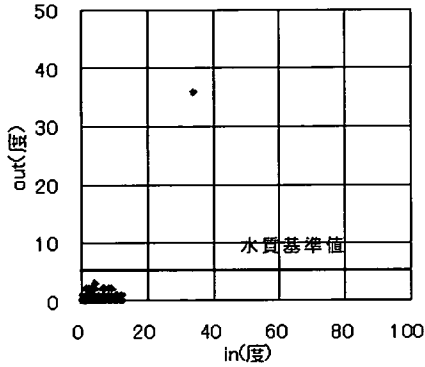


図 3-3-164 入口色度と出口色度の関係

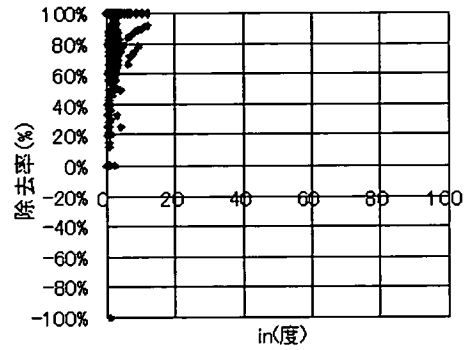


図 3-3-165 入口色度と除去率の関係

⑤凝集+急速ろ過 (CC)

凝集+急速ろ過プロセスのデータ解析結果を表 3-3-75 に示す。入口色度と出口色度の関係を図 3-3-166 に、入口色度と除去率の関係を図 3-3-167 に示す。入口濃度 10 度以内ならば、色度は 0.5 度以下となった。

表 3-3-75 中塩+急速ろ過プロセスの解析結果 (色度)

データ数	入口 (度)		出口 (度)		除去率 (%) (): 平均値	
	範囲	平均	範囲	平均	全データ範囲	浄水場毎
249	0.5~10	3.3	0~0.5	0.1	0~100 (88)	36~100 (66)

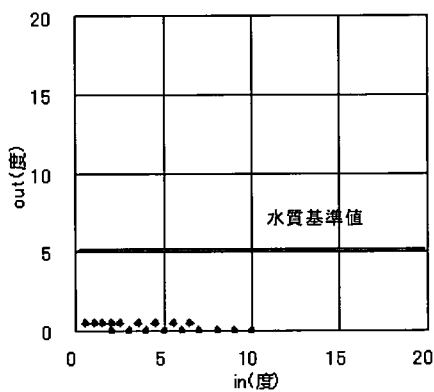


図 3-3-166 入口色度と出口色度の関係

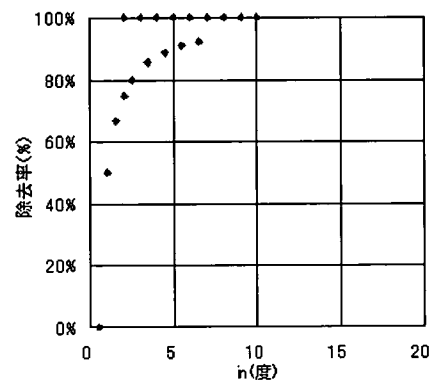


図 3-3-167 入口色度と除去率の関係

⑥粉末炭+ (前塩素) +凝集沈澱 (HA, HB)

粉末炭+ (前塩素) +凝集沈澱プロセスのデータ解析結果を表 3-3-76 に示す。また、入口色度と出口色度の関係を図 3-3-168 に、入口色度と除去率の関係を図 3-3-169 に示す。

表 3-3-76 及び図 3-3-168 より、入口色度 45 度以下においては特異点を除き出口色度 6 度以下となった。

表 3-3-76 粉炭 + (前塩素) + 凝集沈澱プロセスの解析結果

データ数	入口 (度)		出口 (度)		除去率 (%) (): 平均値	
	範囲	平均	範囲	平均	全データ範囲	浄水場毎
3,911	1~45	7	0~13	2	-8~100 (70)	25~97 (75)

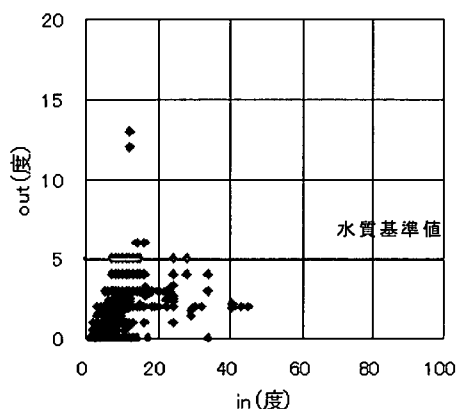


図 3-3-168 入口色度と出口色度の関係

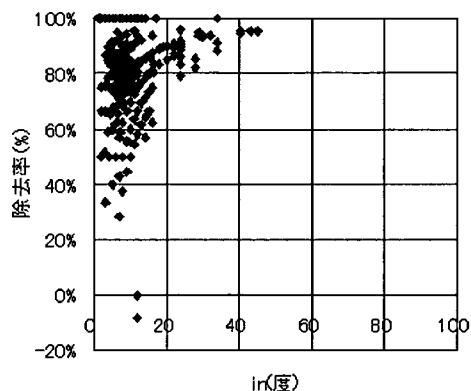


図 3-3-169 入口色度と除去率の関係

⑦粒状炭 (FA)

粒状炭プロセスのデータ解析結果を表 3-3-77 に示す。また、入口色度と出口色度の関係を図 3-3-170 に、入口色度と除去率の関係を図 3-3-171 に示す。図 3-3-170 より、入口色度 3.3 度以下においては出口色度 1.4 度以下となることが分かる。

表 3-3-77 粒状活性炭プロセスの解析結果

データ数	入口 (度)		出口 (度)		除去率 (%) (): 平均値	
	範囲	平均	範囲	平均	全データ範囲	浄水場毎
17,789	0~3.3	1.3	0~1.4	0	0~100 (70)	70~93 (83)

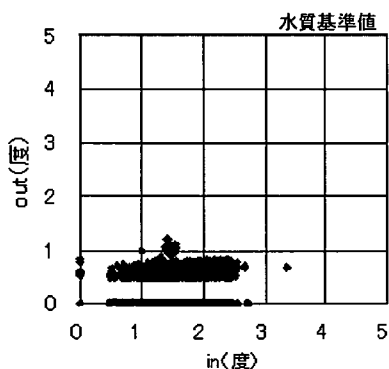


図 3-3-170 入口色度と出口色度の関係

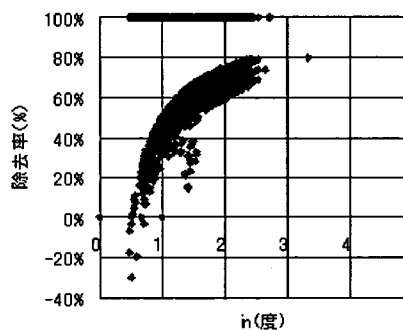


図 3-3-171 入口色度と除去率の関係

⑧オゾン + 粒状炭 (GA)

粒状炭プロセスのデータ解析結果を表 3-3-78 に示す。また、入口色度と出口色度の関係を図 3-3-172 に、入口色度と除去率の関係を図 3-3-173 に示す。全データにおいて浄水場毎の除去率の平均値は 50%となった。流動層のオゾン+粒状炭プロセスにおいて、浄水場毎の除去率は 18~100%であった。但し、表 3-3-78 の流動層の行の数値は全て見かけ色度を示しており、流動層からの不溶解成分の流出を色度として検知したものと推測される。また、前段でオゾン+砂ろ過処理を行っている固定層においては原水色度が 1~2 度と低く除去率は 0%を示した。

表 3-3-78 オゾン+粒状炭プロセスの解析結果

データ数		入口 (度)		出口 (度)		除去率 (%) (): 平均値		備考
		範囲	平均	範囲	平均	全データ範囲	浄水場毎	
5,429	全データ	0~6	1.3	0~6.5	0.8	-160~100 (17)	0~100 (50)	
96	流動層	0~5.6	1.6	0~6.5	1.0	-160~100 (41)	18~100 (78)	数値は見かけ色度を示す。
4,398	固定層	1~2	1.0	1~2	1.0	-100~50 (0)	0 (0)	前段でオゾン+砂ろ過処理が行なわれた場合
894		1~6	2.8	0	0	100 (100)	100 (100)	前段プロセスが凝集沈殿の場合

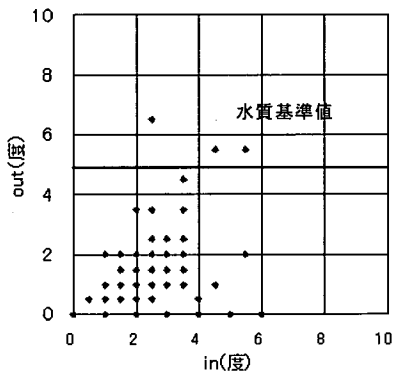


図 3-3-172 入口色度と出口色度の関係

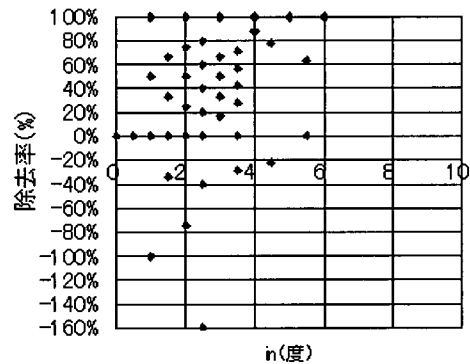


図 3-3-173 入口色度と除去率の関係

3) まとめ

収集データより得られたプロセス毎の入口色度と出口色度の最大値、平均値、入口色度に対する除去率を表 3-3-79 に示す。全てのプロセスにおいて入口色度が高いほど、除去率も増加しており浄水フローの想定値を計算する場合、想定される入口最大値に対して平均除去率を用いると、安全側の計算結果となり、平均除去率を採用しても問題ないと判断できる。

表 3-3-79 各プロセスにおける色度除去性能

浄水 プロセス	入口 (度)		出口 (度)		除去率 (%) () 内は平均値		データ数 () 内は 浄水場数	
	最大値	平均値	最大値	平均値	全データ 範囲	浄水場別		
① 凝集沈澱	400	9.5	1.9	12	(76)	65~95 (77)	11,902 (23)	
② 前塩+ 凝集沈澱	98	8.9	0.2	16	(68)	13~98 (77)	9,088 (26)	
③ 急速ろ過	16	4.6	0.2	6	(91)	38~100 (94)	2,222 (10)	
④ 中塩+ 急速ろ過	12 ¹⁾	2	0.5	3 ¹⁾	(68)	0~100 (89)	15,887 (37)	
⑤ 凝集+ 急速ろ過	10	3	0.2	0.5	(83)	36~100 (66)	368 (3)	
⑥ 粉末炭+ 凝集沈澱	45	7	2	6 ¹⁾	(70)	25~97 (75)	3,911 (14)	
⑦ 粒状炭	3.3	1.3	0	1.4	(70)	70~93 (83)	17,789 (3)	
⑧ オゾン + 粒状炭	流動層	5.6	6.5	6.5	1.0	(41) (78)	18~100 (78)	96 (4)
	固定層 ²⁾	2	1.0	2	1.0	(0)	0 (0)	4,398 (2)
	固定層 ³⁾	6	2.8	0	0	(100)	100 (100)	896 (1)

1) 特異点を除いた値

2) 前段が中オゾン+砂ろ過プロセス後のオゾン+粒状炭プロセス

3) 前段が凝集沈澱プロセス後のオゾン+粒状炭プロセス

4) フロー解析結果との比較

(1) 比較の方法

プロセスを組み合わせた場合の計算上の水質が、同じ浄水フローのフローデータ解析結果と同程度の値となるか確認する。色度については、プロセス毎の解析結果から表 3-3-80～表 3-3-83 に示す浄水フローの検証を行った。

今回検証を行ったプロセスは、「凝集沈澱」、「中塩素+急速ろ過」、「粉末炭+凝集沈澱」、「オゾン+粒状炭」である。

(2) 比較結果

① 基本フロー2-1a と(「凝集沈澱」+「(中塩素)+急速ろ過」)との比較

表 3-3-80 フロー解析結果との比較 (基本フロー2-1a)

プロセスの組み合わせ	浄水フロー
「凝集沈澱 (BA)」 + 「中塩素+急速ろ過(CB)」	基本フロー2-1：凝集沈澱+急速ろ過
Step1 (数値の拾い出し)	
プロセスデータ (水質最大値の拾い出し) (BA)「凝集沈澱」 原水最大値 400 度→沈澱水最大値 12 度 (CB)「中塩+急速ろ過」 ろ過入口 34 度→浄水最大値 3 度	フローデータ 原水最大値 110 度→浄水最大値 3 度 (浄水平均値 0.2 度)
Step2 (原水水質の比較：高い方を採用)	
プロセス：400 度>フロー110 度 (原水最大値として 400 度を採用)	
Step3 (浄水水質の算出) (BA)原水最大値 400 度→沈澱水 92 度 (400 度×平均除去率 77%) → (CB)浄水最大値 10.1 (92 度×平均除去率 89%)	
Step4 (浄水最大値の比較)	
プロセス：10.1 度>フロー3 度 (3.4 : 1)	
Step5 (評価) プロセスデータの解析値を用いると、最大想定値はフロー最大値より高い値を示した。安全側の数値であるため、プロセスデータ解析結果を採用してもよいと考えられる。	

② 基本フロー2-1b と (「粉末炭+凝集沈殿」 + 「(中塩素) +急速ろ過」)との比較

表 3-3-81 フロー解析結果との比較 (基本フロー2-1 b)

プロセスの組み合わせ	浄水フロー
「粉末炭+凝集沈殿 (HA、HB)」 + 「中塩+急速ろ過(CB)」	基本フロー2-1：凝集沈殿+急速ろ過
Step1 (数値の拾い出し)	
プロセスデータ (水質最大値の拾い出し) (HA、HB)「粉末炭+凝集沈殿」 原水最大値 45 度→沈殿水最大値 7 度 (CB)「中塩+急速ろ過」 ろ過入口 34 度→浄水最大値 3 度	フローデータ 原水最大値 140 度→浄水最大値 3 度 (浄水平均値 0.1 度)
Step2 (原水水質の比較：高い方を採用)	
プロセス：45 度<フロー140 度 (原水最大値として 140 度を採用)	
Step3 (浄水水質の算出) (HA、HB)原水最大値 140 度→最大沈殿水 35 度 (140 度×平均除去率 75%) → (CB)浄水最大値 3.9 (35 度×平均除去率 89%)	
Step4 (浄水最大値の比較)	
プロセス：3.9 度>フロー3 度 (1.3 : 1)	
Step5 (評価) プロセスデータの解析値を用いると、最大想定値はフロー最大値より 0.9 度だけ高い値を示した。プロセスデータ解析結果を採用してもよいと考えられる。	

③ 基本フロー5-1と(「凝集沈殿」+「(中塩素)+急速ろ過」+「粒状炭」)との比較

表 3-3-82 フロー解析結果との比較 (基本フロー5-1)

プロセスの組み合わせ	浄水フロー
「凝集沈殿 (BA)」+「中塩+急速ろ過(CB)」 +「粒状炭 (FA)」	基本フロー5-1:「凝集沈殿」+「急速ろ過」 + 「粒状炭」
Step1 (数値の拾い出し)	
プロセスデータ (水質最大値の拾い出し) (BA)「凝集沈殿」 原水最大値 400 度→沈殿水最大値 12 度 (CB)「中塩+急速ろ過」 ろ過入口 34 度→急速ろ過水最大値 3 度 (FA)「粒状炭」 入口最大値 3.3 度→粒状炭処理水最大値 1.4 度 (粒状炭処理水平均値 0 度)	フローデータ 原水最大値 22 度→浄水最大値 1 度 (浄水平均値 0 度)
Step2 (原水水質の比較: 高い方を採用)	
プロセス: 400 度 < フロー 22 度 (原水最大値として 400 度を採用)	
Step3 (浄水水質の算出) (BA)原水最大値 400 度→最大沈殿水 92 度 (400 度×平均除去率 77%) → (CB)ろ過水最大値 10.1 (92 度×平均除去率 89%) → (FA) 浄水最大値 1.7 (10.1×平均除去率 83%)	
Step4 (浄水最大値の比較)	
プロセス: 1.7 度 > フロー 1 度 (1.7:1)	
Step5 (評価)	
プロセスデータの解析値を用いると、最大想定値はフロー最大値より 0.7 度だけ高い値を示した。プロセスデータ解析結果を採用してもよいと考えられる。	

④ 基本フロー6-1(「凝集沈殿」+「オゾン+粒状炭」+「砂ろ過」)との比較

表 3-3-83 に浄水フロー解析結果との比較を示す。尚、「オゾン+粒状炭」は前段プロセスが凝集沈殿の固定層式のプロセスデータを用いている。

表 3-3-83 フロー解析結果との比較 (基本フロー6-1)

プロセスの組み合わせ	浄水フロー
「凝集沈澱 (BA)」 + 「オゾン+粒状活性炭 (GA)」 + 「中塩+急速ろ過(CB)」	基本フロー2-1：凝集沈澱+急速ろ過
Step1 (数値の拾い出し)	
プロセスデータ (水質最大値の拾い出し) (BA)「凝集沈澱」 原水最大値 400 度→沈澱水最大値 12 度 (GA)「オゾン+粒状炭」 入口最大値 6 度→粒状炭処理水最大値 0 度 (CB)「中塩+急速ろ過」 ろ過入口 34 度→浄水最大値 3 度 (浄水平均値 0 度)	フローデータ 原水最大値 150 度→浄水最大値 1 度 (浄水平均値 0 度)
Step2 (原水水質の比較：高い方を採用)	
プロセス：400 度>フロー22 度 (原水最大値として 400 度を採用)	
Step3 (浄水水質の算出) (BA)原水最大値 400 度→最大沈殿水 96 度 (400 度×平均除去率 77%) →(GA)粒状炭処理水最大値 0 度 (96 度×平均除去率 100%) →(CB)浄水最大値 0 度 (0 度×平均除去率 83%)	
Step4 (浄水最大値の比較)	
プロセス：0 度>フロー1 度	
Step5 (評価)	
プロセスデータの解析値を用いると、最大想定値はフロー最大値より低い値を示した。上記数値はフロー解析における累積頻度の 67%値であった。	

(3) まとめ

浄水フロー2-1a (凝集沈澱+中塩素+砂ろ過)、2-1b(粉末炭+凝集沈殿+中塩素+砂ろ過)、5-1(凝集沈澱+中塩素+急速ろ過+粒状炭)、6-1 (凝集沈澱+オゾン+粒状炭+中塩素+急速ろ過) についてプロセスデータの解析結果から最大水質予測を行いフローデータとの比較を行ったところ、2-1a、2-1b、5-1 についてはプロセスデータの解析値から求めた数値はフロー解析結果を上回り、安全側の数値が得られたことからプロセスデータの組合せによる水質予測は可能と判断する。ただし、フロー6-1 についてはプロセスデータ解析結果がフロー解析結果を下回ったため、プロセスデータ組合せによる水質予測は困難と考えられる。

(3) 鉄

1) 解析データの概要

鉄については、データが得られている浄水プロセスの中でデータ数の少ない、「急速ろ過」、「粒状炭」、「緩速ろ過池」、「粉末炭＋凝集沈澱」を除くプロセスデータについて検討を行った。

具体的には「凝集沈澱」、「前塩素＋凝集沈澱」、「中塩素＋急速ろ過」、「凝集＋急速ろ過」、「オゾン＋急速ろ過」、「オゾン＋粒状炭」であり、これらの解析データの基本情報を表 3-3-84 に示す。

表 3-3-84 鉄データの基本情報

浄水プロセス	記号	入口 (in)	出口 (out)	浄水場数	データ数	備考
凝集沈澱	BA	原水	沈澱水	10	344	
前塩素＋凝集沈澱	BB	原水	沈澱水	10	318	
中塩素＋急速ろ過	CB	沈澱水	急速ろ過水	16	1,058	
急速ろ過	CA	沈澱水	急速ろ過水	4	48	データ数過小のため解析より除外
凝集＋急速ろ過	CC	(オゾン＋粒状炭) 処理水	急速ろ過水	3	86	オゾン＋粒状炭の後段に設置されたプロセス
緩速ろ過	DA	原水	緩速ろ過水	4	93	データ数過小のため解析より除外
粒状炭	FA	沈澱水	粒状炭処理水	2	16	データ数過小のため解析より除外
オゾン＋粒状炭	GA	沈澱水	粒状炭処理水	4	135	流動床上向流活性炭：2 浄水場 固定床活性炭：2 浄水場

2) 解析結果

プロセスデータの解析を行うに当たっては下記の制約があることを、念頭におき、検討した。

- ・グラフは収集された全国浄水場のデータの内、各プロセスの「入口ー出口」の数値を集計して表示したものであり、本グラフよりは そのプロセスの前段にどのようなプロセスが組み合わされているか、全体プロセスはどのようなものなのかは不明である。

データは一括表示されているため、浄水場の特異な性格により、一部データが他の値と何らかの理由により、異なった数値を示しているのか判断がつかない。そのため、プロセスデータ解析においては、除去率において、全データの範囲、平均とともに浄水場単位での範囲、平均を示した。また特異な傾向を示していると推定されたものは、浄水場

データを参考に使用データを分けて、解析を行った。

- ・データは全鉄の測定値あり、全鉄中の不溶解性、溶解性の鉄の数値が不明である。溶解性鉄は一般的に空気、塩素等により簡単に酸化し、不溶解性鉄として沈澱、ろ過で除去される。溶解性鉄は鉄バクテリアによる除去も可能である。

①凝集沈澱 (BA)

凝集沈澱の収集データの概略を表 3-3-85 に示す。また、入口鉄と出口鉄の関係を図 3-3-174 に、入口鉄に対する除去率の関係を図 3-3-175 に示す。

なお、グラフ中に水質基準値の 0.3mg/L と浄水レベル 1 の 0.03mg/L を線で示してある。

(他のプロセスに関しても同様)

表 3-3-85 凝集沈澱プロセスの収集データ概要

データ数	入口 (mg/L)		出口 (mg/L)		除去率 (%)		備考
	範囲	平均	範囲	平均	全データ範囲 (平均)	浄水場単位 (平均)	
344	0.03~3.80	0.27	0.00~0.65	0.02	-48~100 (89)	69~100 (90)	全収集データ対象

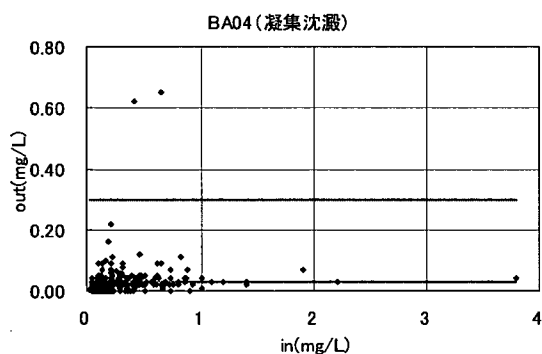


図 3-3-174 入口鉄と出口鉄の関係

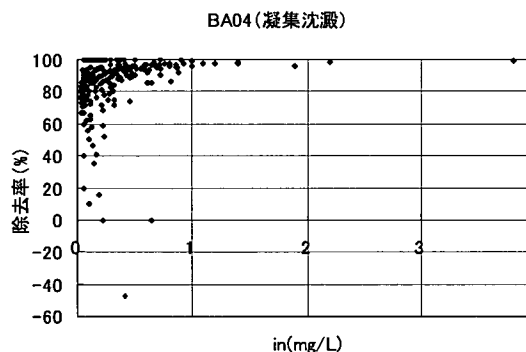


図 3-3-175 入口鉄と除去率の関係

図 3-3-174、図 3-3-175 より、凝集沈澱プロセス単独では、鉄除去に関する特定の傾向は見られず、また浄水レベル 1 は達成できない。これは凝集沈澱においては（ほとんどが不溶解性と推定される）全鉄の一部が沈澱除去されるだけであると推定される。

②前塩素+凝集沈澱 (BB)

前塩素+凝集沈澱の収集データの概略を表 3-3-86 に示す。また、入口鉄と出口鉄の関係を図 3-3-176 に、入口鉄に対する除去率の関係を図 3-3-177 に示す。

表 3-3-86 前塩素+凝集沈澱プロセスの収集データ概要

データ数	入口 (mg/L)		出口 (mg/L)		除去率 (%)		備考
	範囲	平均	範囲	平均	全データ範囲 (平均)	浄水場単位 (平均)	
318	0.00~1.90	0.18	0.00~ 0.07	0.01	-50~100 (88)	70~100 (93)	全収集データ 対象

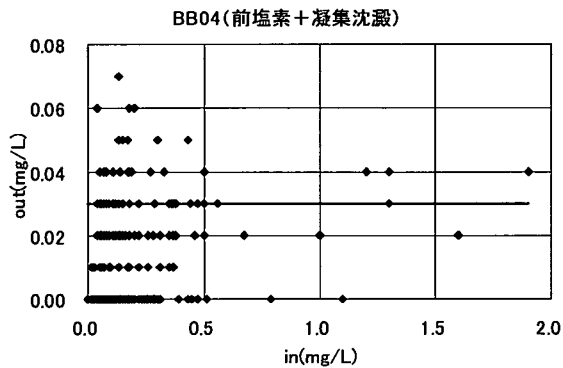


図 3-3-176 入口鉄と出口鉄の関係

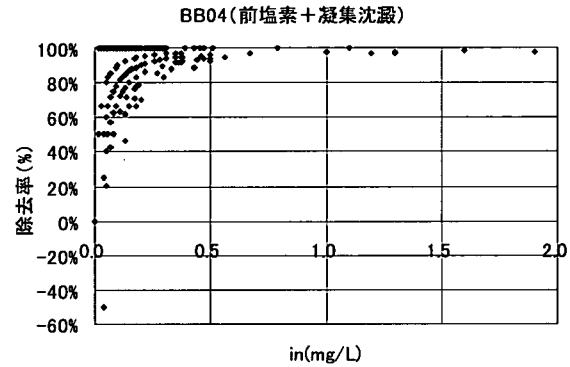


図 3-3-177 入口鉄と除去率の関係

図 3-3-176、図 3-3-177 より、前塩素+凝集沈澱プロセスでは、鉄除去に関する特定の傾向は見られず、また浄水レベル1は完全には達成できない。凝集沈澱単独プロセスと同様に、不溶性鉄の一部が沈澱除去されるだけであると推定される。

また、図 3-3-177 にて示される除去率がマイナスを表示する（原水濃度より沈澱処理水濃度の方が高い）ものは、排水処理設備からの返送水に含まれる鉄が影響しているものと推定される。

③中塩素+急速ろ過 (CB)

中塩素+急速ろ過の収集データの概略を表 3-3-87 に示す。また、入口鉄と出口鉄の関係を図 3-3-178 に、入口鉄に対する除去率の関係を図 3-3-179 に示す。

表 3-3-87 中塩素+急速ろ過の収集データ概要

データ数	入口 (mg/L)		出口 (mg/L)		除去率 (%)		備考
	範囲	平均	範囲	平均	全データ範囲 (平均)	浄水場単位 (平均)	
1,058	0.00~0.16	0.01	0.00~ 0.09	0.00	-33~100 (99)	93~100 (98)	全収集データ 対象

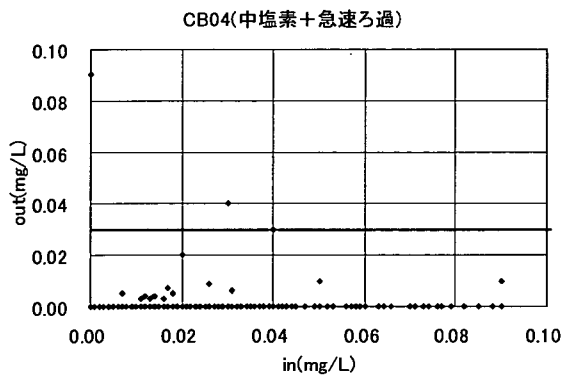


図 3-3-178 入口鉄と出口鉄の関係

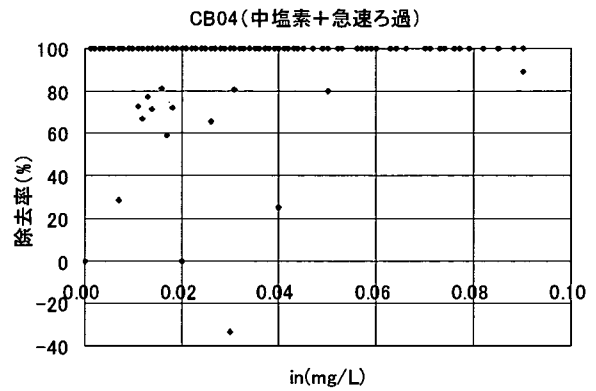


図 3-3-179 入口鉄と除去率の関係

表 3-3-87 及び図 3-3-178 より、入口濃度 0.093mg/L 程度迄であれば（特異な例を除き）出口で浄水レベル 1 の 0.03mg/L 以下となることが分かる。完全に酸化された鉄が砂ろ過によって除去されている。

④凝集+急速ろ過 (CC)

凝集+急速ろ過の収集データの概略を表 3-3-88 に示す。また、入口鉄と出口鉄の関係を図 3-3-180 に、入口鉄に対する除去率の関係を図 3-3-181 に示す。

表 3-3-88 凝集+急速ろ過の収集データ概要

データ数	入口 (mg/L)		出口 (mg/L)		除去率 (%)		備考
	範囲	平均	範囲	平均	全データ範囲 (平均)	浄水場単位 (平均)	
86	0.00~0.07	0.01	0.00~0.03	0.00	0~100 (89)	87~100 (92)	全収集データ対象

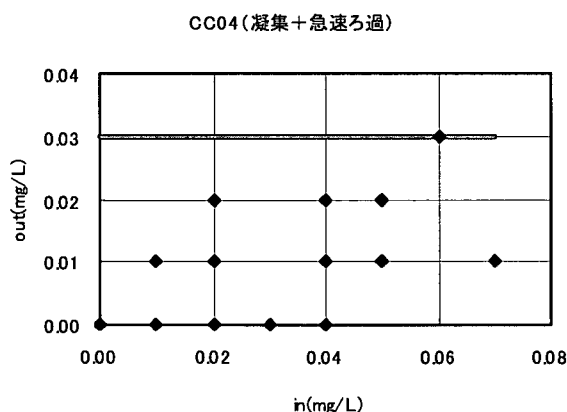


図 3-3-180 入口鉄と出口鉄の関係

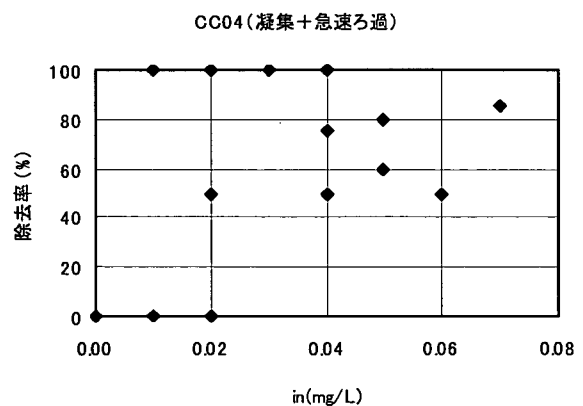


図 3-3-181 入口鉄と除去率の関係

本データは凝集沈澱、オゾン+粒状炭処理水を凝集+急速ろ過した場合のプロセスでの測定例で、3 浄水場の内、2 浄水場は流動床上向流式活性炭吸着池である事に留意す

る必要があるが、鉄に関しては浄水レベル1に除去されている。

⑤オゾン+粒状炭 (GA)

オゾン+粒状炭の収集データの概略を表 3-3-89 に示す。また、入口鉄と出口鉄の関係を図 3-3-182 に、入口鉄に対する除去率の関係を図 3-3-183 に示す。

表 3-3-89 オゾン+粒状炭の収集データ概要

データ数	入口 (mg/L)		出口 (mg/L)		除去率 (%)		備考
	範囲	平均	範囲	平均	全データ範囲 (平均)	浄水場単位 (平均)	
135	0.00~0.65	0.03	0.00~0.07	0.01	-100~100 (65)	8~100 (59)	全収集データ対象
84	0.00~0.65	0.03	0.00~0.07	0.01	-100~100 (23)	8~30 (19)	粒状炭が流動床上向流式の場合
51	0.01~0.07	0.03	0.00~0.01	0.00	67~100 (99)	99~100 (99)	粒状炭が固定床の場合

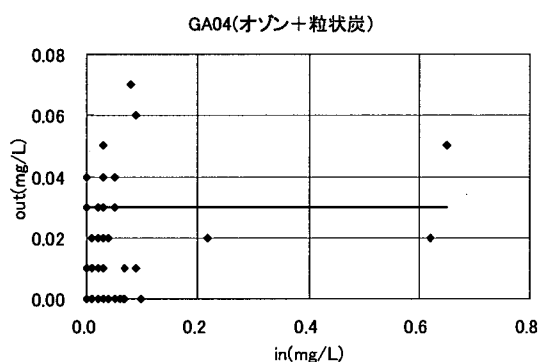


図 3-3-182 入口鉄と出口鉄の関係

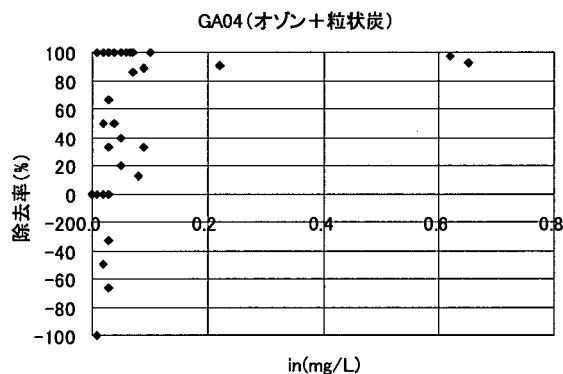


図 3-3-183 入口鉄と除去率の関係

表 3-3-89 においては、全収集データとは別に二通りの条件においてデータをまとめたものを併記した。オゾン+粒状炭プロセスにおいては、設備形式の差が見られた。

ここで、後段の粒状炭が上向流流動床方式は除去率が低く、固定床の場合除去率が高くなっている。上向流流動床方式のため、不溶性鉄の一部が流出していることが推定されるが、全体フローは凝集沈澱+オゾン+粒状炭+塩素+凝集+砂ろ過であり、砂ろ過水では浄水レベル1を達成しており、システムとしては何ら問題ない。

このようにオゾン+粒状炭プロセスの鉄除去については、プロセス単独だけではなく、システムとしての評価を加える必要がある。

3) まとめ

①プロセス毎の解析結果のまとめ

収集データより得られたプロセス毎の入口ー出口の最大値、平均値 入口濃度に対する除去率を表 3-3-90 にまとめる。

表 3-3-90 プロセス毎の鉄の除去性

浄水 プロセス	入口 (mg/L)		出口 (mg/L)		除去率 (%)		備考	データ数 (浄水場 数)
	最大値	平均値	最大値	平均値	全データ 平均値	浄水場 別 データ 注 1		
①凝集沈澱	3.8	0.27	0.65	0.02	89	69~100 (90)	全データ対象	344 (10)
②前塩素+ 凝集沈澱	1.9	0.18	0.07	0.01	88	70~100 (93)	全データ対象	318 (10)
③中塩素 +急速ろ過	0.16	0.01	0.09	0.00	99	93~100 (98)	全データ対象	1,058 (16)
④凝集+ 急速ろ過	0.07	0.01	0.03	0.00	89	87~100 (92)	全データ対象	86 (3)
⑤オゾン +粒状炭	0.65	0.03	0.07	0.01	65	8~100 (59)	全データ対象 (但し、粒状炭 処理方式により 差異有り)	135 (4)

注 1 : 浄水場別データとは、解析に使用したデータを浄水場ごとに分け、浄水場としての平均除去率を計算したもので、平均値の範囲とその平均値を () で示した。特異なデータが多数ある場合に、データを平準化するために採用する。

4) フロー解析結果との比較 プロセスデータ解析の妥当性

プロセスを組み合わせた場合の計算上の水質が、同じ浄水フローのフローデータ解析結果と同程度の値となるか確認する。鉄については、プロセス毎の解析結果から表 3-3-91 ~ 表 3-3-92 に示す浄水フローの検証を行った。

浄水フローの想定値を計算する場合は、想定される入口濃度に対して平均除去率を用いて推定する。入口濃度が収集データ最大値以上の場合、別途検討が必要である。

表 3-3-91 フロー解析結果との比較（基本フロー2-1）

プロセスの組み合わせ	浄水フロー
「凝集沈澱(BA)」 + 「中塩素+急速ろ過(CB)」	基本フロー2-1：凝集沈澱+急速ろ過
Step 1（数値の拾い出し）	
プロセスデータ（水質最大値の拾い出し） (BA)原水最大値 3.8mg/L→沈澱水最大値 0.65 mg/L (CB)ろ過入口 0.16mg/L→浄水最大値 0.09 mg/L	フローデータ 原水最大値 25.0 mg/L 但し原水最大値 25.0 mg/Lは1 浄水場の特異値 他浄水場は 7.0mg/L以下 →浄水最大値 0.09 mg/L （但し、データの 98.7%は 0.005 mg/L以下）
Step 2（原水水質の比較：高い方を採用）	
<p style="text-align: center;">プロセス：3.8mg/L < フロー：7.0 mg/L （原水最大値として 7.0 mg/Lを採用）</p>	
Step 3（浄水水質の算出） (BA)原水最大値 7.0mg/L→沈澱水 0.70 mg/L (7.0mg/L×平均除去率 90%) → (CB) 浄水最大値 0.014 mg/L (0.70 mg/L×平均除去率 98%)	
Step4（浄水最大値の比較）	
<p style="text-align: center;">プロセス：0.014 mg/L < フロー：0.09 mg/L (1：6)</p>	
Step5（評価） プロセスデータの解析値を用いると、比率では 1：6となる。 また上記沈澱水計算値(0.70 mg/L)、プロセス最大値(0.65 mg/L)に対し、「中塩素+急速ろ過」の入口数値は 0.16 mg/Lであり、数値の開きが 4 倍以上と大きいため、外挿しての検討は無理であると判断する。よってこの組み合わせのプロセスデータの解析値を用いての比較は、プロセス間の数値の開きが大きいことより、妥当な解析とはならない	

表 3-3-92 フロー解析結果との比較（基本フロー6-1）

プロセスの組み合わせ	浄水フロー
「凝集沈澱(BA)」+「オゾン+粒状炭(GA)」 +「凝集+急速ろ過(CC)」	基本フロー6-1： 凝集沈澱+オゾン+活性炭+急速ろ過
Step 1（単純に数値の拾い出し）	
プロセスデータ（水質最大値の拾い出し） (BA)原水最大値 3.8mg/L →沈澱水最大値 0.65 mg/L % (GA)沈澱水最大値 0.65mg/L →オゾン+粒状炭処理水最大値 0.07 mg/L (CC)急速ろ過入口 0.07 mg/L →急速ろ過水最大値 0.03 mg/L	フローデータ 原水最大値 1.92 mg/L→浄水最大値 0.00 mg/L
Step 2（基本フローと比較し高い方を採用）	
プロセス：3.8mg/L > フロー：1.92 mg/L (原水最大値として 3.8 mg/Lを採用)	
Step 3（浄水水質の算出） (BA)原水最大値 3.8mg/L→沈澱水 0.38 mg/L (3.8mg/L×平均除去率 90%) →(GA) オゾン+粒状炭出口 0.16 mg/L (0.38 mg/L×平均除去率 59%) →(CC) 急速ろ過出口 0.01 mg/L (0.16 mg/L×平均除去率 92%)	
Step 4（浄水最大値の比較）	
プロセス：0.01 mg/L フロー：0.00 mg/L	
Step5（評価） プロセスデータの解析値を用いると、浄水最大値ではプロセス計算値、フロー最大値とも 0.03 mg/L 以下である。よって、この組み合わせの場合、プロセスデータの解析結果を採用しても良いと判断する。	

表 3-3-91～表 3-3-92 の結果から、「凝集沈澱」、「中塩素+急速ろ過」、「オゾン+粒状炭」、「凝集+急速ろ過」のプロセスは基本フローデータの比較から、組み合わせにより解析の妥当性が認められ場合と認められない場合があった。

但し、鉄は酸化しやすく、不溶解性分として除去されるため、各プロセス単独における除去率は測定範囲内で使用できるものと推定される。

井水など、溶解性鉄単独の処理実施データは今回得られていない。溶解性鉄の除去は塩素+（凝集）+急速ろ過にて対応するのが一般的であるが、今回の「中塩素+急速ろ過」で得られたデータをそのまま適用することはできない。

(4) マンガン

1) 解析データの概要

マンガンについては、データが得られている浄水プロセスの中でデータ数の少ない、「急速ろ過」、「粒状炭」、「緩速ろ過池」、「粉末炭＋凝集沈澱」を除くプロセスデータについて検討を行った。

具体的には「凝集沈澱」、「前塩素＋凝集沈澱」、「中塩素＋急速ろ過」、「凝集＋急速ろ過」、「オゾン＋急速ろ過」、「オゾン＋粒状炭」、「生物処理」であり、これらの解析データの基本情報を表 3-3-93 に示す。

表 3-3-93 マンガンデータの基本情報

浄水プロセス	記号	入口 (in)	出口 (out)	浄水場数	データ数	備考
凝集沈澱	BA	原水	沈澱水	12	1,042	
前塩素＋凝集沈澱	BB	原水	沈澱水	5	205	
中塩素＋急速ろ過	CB	沈澱水	急速ろ過水	13	1,013	
急速ろ過	CA	沈澱水	急速ろ過水	3	44	データ数過小のため解析より除外
凝集＋急速ろ過	CC	(オゾン＋粒状炭) 処理水	急速ろ過水	3	100	オゾン＋粒状炭の後段に設置されたプロセス
オゾン＋急速ろ過	CE	沈澱水	粒状炭処理水	2	676	中オゾン処理におけるプロセス
緩速ろ過	DA	原水	緩速ろ過水	4	85	データ数過小のため解析より除外
粒状炭	FA	沈澱水	粒状炭処理水	2	16	データ数過小のため解析より除外
オゾン＋粒状炭	GA	沈澱水、オゾン＋急速ろ過水	粒状炭処理水	6	590	流動床上向流活性炭：2 浄水場 中オゾン＋急速ろ過の後段：2 浄水場 固定床活性炭：2 浄水場
粉末炭＋凝集沈澱	HA	原水	沈澱水	1	23	データ数過小のため解析より除外
生物処理	AA	原水、沈澱水	生物処理水	4	98	原水、ハニカム方式：1 浄水場 沈澱水、生物担体方式：1 浄水場 原水、生物担体方式：2 浄水場

2) 解析結果

プロセスデータの解析を行うに当たっては下記の制約があることを、念頭におき、検討した。

- ・グラフは収集された全国浄水場のデータの内、各プロセスの「入口ー出口」の数値を集計して表示したものであり、本グラフよりはそのプロセスの前段にどのようなプロセスが組み合わされているか、全体プロセスはどのようなものなのかは不明である。

データは一括表示されているため、浄水場の特異な性格により、一部データが他の値と何らかの理由により、異なった数値を示しているのか判断がつかない。そのため、プロセスデータ解析においては、除去率において、全データの範囲、平均とともに浄水場単位での範囲、平均を示した。また特異な傾向を示していると推定されたものは、浄水場データを参考に使用データを分けて、解析を行った。

- ・データは全マンガン測定値あり、全マンガン中の不溶解性、溶解性のマンガン数値が不明である。

マンガンは溶解性と不溶解性で除去プロセスが異なる。不溶解性マンガンは凝集沈澱やろ過などで除去されるが、溶解性マンガンは一般的に、遊離塩素存在下のマンガン砂との接触ろ過、オゾン酸化+活性炭吸着、または生物処理で除去される。

溶存マンガンは、遊離塩素での酸化により発色し、処理水質に悪影響を及ぼす。そのため、必要とされるマンガンの除去は、通常、単独のプロセスではなく、不溶解性、溶解性マンガン除去の複数のプロセスの組み合わせで検討する必要がある。

但し、緩速ろ過の場合は生物処理とろ過処理を一つのプロセスでもつため、低濃度マンガンに関しては、緩速ろ過単独で対応できる。(但し、流入濃度が制限される) また井水等で溶解性マンガンのみの場合は塩素+マンガン砂接触で処理可能であるが、データとしては収集されていない。

①凝集沈澱 (BA)

凝集沈澱の収集データの概略を表 3-3-94 に示す。また、入口マンガンと出口マンガンの関係を図 3-3-184 に、入口マンガンに対する除去率の関係を図 3-3-185 に示す。

なお、グラフ中に水質基準値の 0.05mg/L と浄水レベル 1 の 0.005mg/L を線で示してある。(他のプロセスに関しても同様)

表 3-3-94 凝集沈澱プロセスの収集データ概要

データ数	入口 (mg/L)		出口 (mg/L)		除去率 (%)		備考
	範囲	平均	範囲	平均	全データ範囲 (平均)	浄水場単位 (平均)	
1042	0.002~0.880	0.046	0.000~ 0.133	0.020	-600~100 (40)	-81~90 (43)	全収集データ 対象
999	0.002~0.880	0.046	0.000~ 0.133	0.019	-600~100 (45)	28~91 (54)	除去率が負の 1 浄水場データ対 象外