

算出条件

原水最高色度	28.0度	原水最高濁度	180度
粉炭接触時間(全)	229min	原水平均濁度	13.0度

図 3-3-2 ジェオスミン浄水処理機能限界算定例

算出した結果、浄水ジェオスミン濃度は概ね原水ジェオスミン濃度に大きく左右され、粉末活性炭注入率の影響はそれ程大きくはない結果となった。本調査ではその原因を明らかにするまでには至らなかった。粉末活性炭処理におけるジェオスミンの処理機能限界としては、粉炭注入率を最大100mg/Lまで可能とすると、目標水質を1ng/Lとした場合には、原水ジェオスミンで約30ng/Lまで対応でき、目標水質を5ng/Lとした場合は約100ng/L程度まで対応できる結果となった。

(2) 2-MIB

浄水の2-MIB濃度を目的変数とする重回帰分析から得られたモデル式を表3-3-4に表す。モデル式における説明変数、各説明変数の偏回帰係数 ($a_1 \sim a_6$)、および定数項 (b) は表中に示すとおりである。また、重回帰分析に用いた各データの最小値、中央値、最大値および標準偏差をそれぞれの表中に列記した。

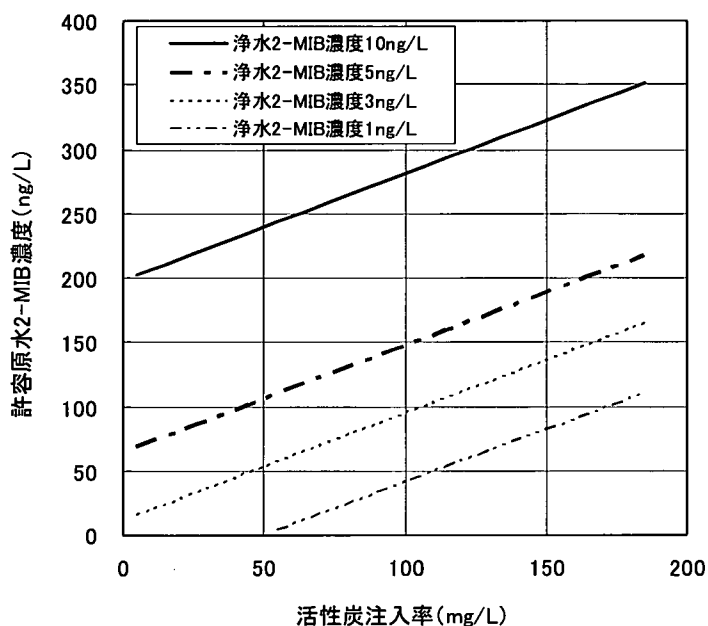
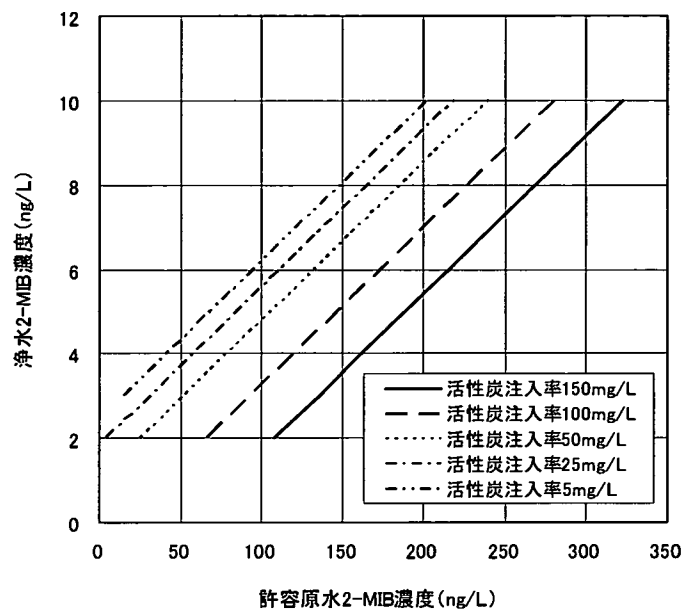
表 3-3-4 浄水 2-MIB を目的変数としたモデル式

重相関係数: 0.576

変数名	単位	記号	偏回帰係数	記号	最小値	中央値	最大値	標準偏差	説明変数の変化	目的変数への効果
浄水2-MIB濃度	ng/L	—	—	y	0	2	9	1.88	—	—
原水2-MIB濃度	ng/L	a_1	0.037	X_1	0.1	6	150	13.7	10ng/L 上昇	0.37ng/L 上昇
活性炭注入率	mg/L	a_2	-0.031	X_2	0	10	150	16.6	10ng/L 上昇	0.31ng/L 下降
沈殿池形状 (高速凝集)	有1,無0	a_3	-0.926	X_3	0	1	1	0.23	有→無	0.93ng/L 上昇
原水最高 過Mn消費量	mg/L	a_4	0.013	X_4	14.4	34.2	65	14.6	10mg/L 上昇	0.13ng/L 上昇
原水最低色度	度	a_5	0.575	X_5	0.7	5	5	1.1	10mg/L 上昇	5.75ng/L 上昇
原水平均色度	度	a_6	0.117	X_6	3	13	13.4	2.76	10mg/L 上昇	1.17ng/L 上昇
定数項	—	—	-2.257	b						

$$y \text{ (浄水2-MIB(ng/L))} = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 + a_6x_6 + b$$

目標とする 2-MIB の浄水水質を仮定 (1,3,5,10ng/L) し、活性炭注入率は 150mg/L 程度まで注入が出来るものとして許容できる 2-MIB の原水濃度を試算した。その結果を図 3-3-3 に示す。算出条件は図中に示すように、沈殿池形式を横流式とし、原水 2-MIB 濃度、活性炭注入率以外の説明変数には今回調査したデータの中央値を代入した。



算出条件

原水最高過Mn消費量	34.2mg/L	原水最低色度	5.0度
沈澱池型式	横流式	原水平均色度	13.0度

図 3-3-3 2-MIB 浄水処理機能限界算定例

浄水 2-MIB 濃度についても原水濃度に最も影響されるが、ジェオスミンの場合と比べると粉末活性炭注入率の影響を受けやすいという結果となった。粉末活性炭処理における 2-MIB の処理機能限界としては、粉炭注入率を最大 100mg/L まで可能とすると、目標水質を 1ng/L とした場合には、原水 2-MIB で約 40ng/L まで対応でき、目標水質を 5ng/L とした場合は約 150ng/L まで対応できる結果となった。

3. 3. 4 粉末活性炭以外の方式における臭気除去性能の評価

(1) 生物処理方式

4 浄水場 (2-MIB は 2 浄水場) について解析した結果を図 3-3-4 に示す。この 4 浄水場はすべて粉末活性炭方式を併用しているが、粉末活性炭の無注入時のデータを抽出して解析した。

原水性状、生物接触時間、生物担持体など、様々な条件によって傾向は異なるが、ジェオスミン、2-MIB とも、原水濃度が 20~100ng/L 程度であれば、除去率は 80~100%程度で安定しており、概ね水道基準 (10ng/L 以下) を達成していた。また、原水濃度が 20ng/L 以下の場合、とくにジェオスミンの除去率は 40~100%とバラつくが、浄水濃度はすべて 5ng/L 未満であった。

なお、実際には、水道基準に上乗せして設定している各浄水場の管理基準値にしたがい、原水濃度が高い時期には粉末活性炭を注入して生物処理方式を補っている。

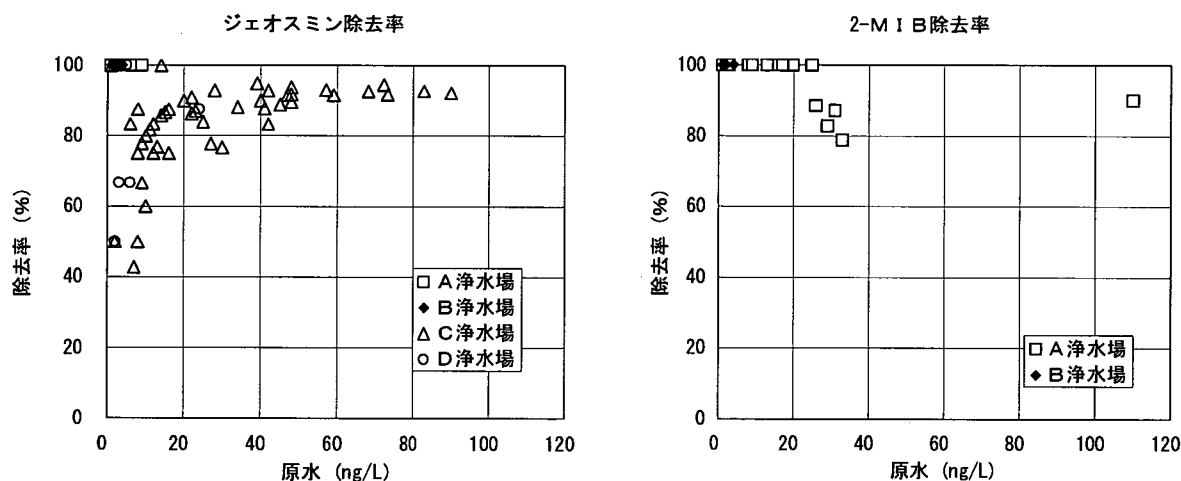


図 3-3-4 生物処理方式における原水ジェオスミン濃度、2-MIB 濃度と除去率の相関

A 浄水場、B 浄水場： 生物接触時間：6 分、担持体：活性炭

C 浄水場、D 浄水場： 生物接触時間：14 分、担持体：セラミック

(2) オゾン処理方式 (粒状活性炭との組合せ)

5 浄水場について解析を行った結果を図 3-3-5 に示す。

オゾン注入率は概ね 0.2~2.0ng/L 程度 (最大 3.2mg/L) で運転されていた。ジェオスミンが 150 ng/L 程度 (最大 420ng/L)、2-MIB が 500ng/L 程度 (最大 2800ng/L) までの原水に対して、浄水はジェオスミン、2-MIB ともすべて 3ng/L 以下、しかもそのほとんどが検出限界 (1ng/L または 2ng/L) 未満であった。

オゾン処理方式は、臭気除去の仕上げ処理として安定した処理性能を可能としている。

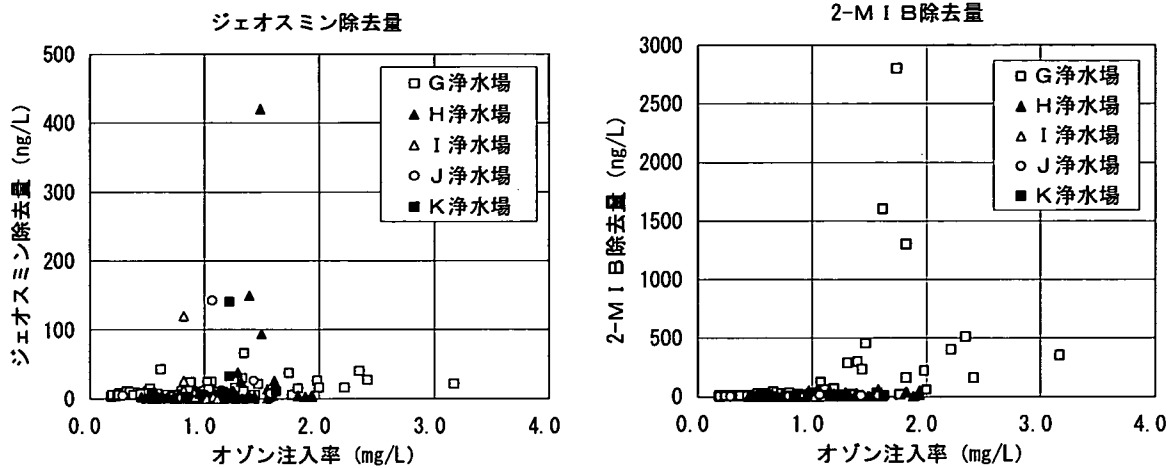


図 3-3-5 オゾン処理方式におけるオゾン注入率と
ジェオスミン除去量および 2-MIB 除去量の相関

3. 3. 5 まとめ

(1) 粉末活性炭方式

本調査では、ジェオスミンの除去性能に対して影響度が高いものは、原水濃度、粉末活性炭滞留時間、粉末活性炭注入率等であり、従来の方と同じ結果が得られた。また、2-MIB においては、色度、原水濃度、粉末活性炭注入率等の影響度が高く、色度成分、有機物に影響されやすいとの結果となった。今回得られた結果として粉末活性炭方式による処理機能限界については、粉炭注入率を 100mg/L まで注入可能、目標浄水臭気濃度を 5ng/L と条件を仮定すると、許容できる原水の臭気濃度は、ジェオスミンで約 100ng/L、2-MIB においては約 150ng/L であった。

臭気物質における粉末活性炭処理の処理機能限界は、同じ急速ろ過方式を採用している施設においても、注入位置、粉炭接触池の有無、沈澱池の方式や滞留時間等によってその機能も異なってくる。また、粉末活性炭は臭気物質のみならず、色度成分、有機物等も吸着するので、取水する水源の原水水質にも大きく影響する。また各施設により諸条件、運転状況等は異なるので、その施設に見合った条件に適応した設計、運転を行うことが望ましい。

(2) 生物処理方式

本調査では、ジェオスミン、2-MIB とも、原水濃度が 20~100ng/L 程度であれば、除去率は 80~100%程度で安定していた。原水濃度が高い時期に粉末活性炭を注入するなどして生物処理方式を補うのが望ましい。

(3) オゾン処理方式

本調査では、オゾン注入率が 0.2~3.2mg/L の範囲の運転において、ジェオスミンが 150 ng/L 程度以下、2-MIB が 500ng/L 程度以下の原水に対し、ジェオスミン、2-MIB とも浄水はすべて 3ng/L 以下、しかもそのほとんどが検出限界 (1ng/L または 2ng/L) 未満であった。オゾン処理方式は、臭気除去の仕上げ処理として安定した処理性能を可能としている。

3. 4 水道統計による水質と浄水方法の関連性検証

本項では、もう少し大きな視点に立って、一浄水場あたりのデータは少ないが全国の浄水場を網羅している水道統計のデータを解析し、これまで解析してきた各浄水処理プロセスの機能評価の参考資料として補完することとした。

(1) 分析対象

平成 12 年度～平成 15 年度の 4 カ年間の水道統計を分析対象とした。

(2) 集計方法

浄水処理プロセスを検討するに当たってまず考慮すべき主要水質項目（濁度、色度、過マンガン酸カリウム消費量、2-MIB、ジェオスミン）について、基本処理システム毎（急速ろ過、緩速ろ過、膜ろ過、粉末活性炭、粒状活性炭、オゾン+粒状活性炭）に整理を行った。データの取り扱い方については、次の通りとした。

1) 測定下限値について

測定下限値以下（例えば、 <0.01 と表記されているもの）については、その値を 0 として扱うものとした。

2) データが欠損している浄水場

データの値が無い浄水場および原水あるいは浄水の片方しかデータが無い浄水場については除外して整理を行った。

3) 測定頻度

最高値・最低値に関しては年間 12 回以上測定されている浄水場についてのみ有効なデータとして取り扱うものとした。

水道統計の分析を行った結果の主要例を以下に示す。

3. 4. 1 ジェオスミン、2-MIB

水道統計のデータ（平成 12 年度～平成 15 年度）を用いて、ジェオスミン、2-MIB の除去に有効と考えられる処理方法、「オゾン処理+粒状活性炭ろ過」「粒状活性炭ろ過」「粉末活性炭注入」および「従来処理のみ」の 4 つに分けて、浄水処理方法とジェオスミンおよび 2-MIB 濃度の関係を調査した。なお、本項では「生物処理」については言及していない。

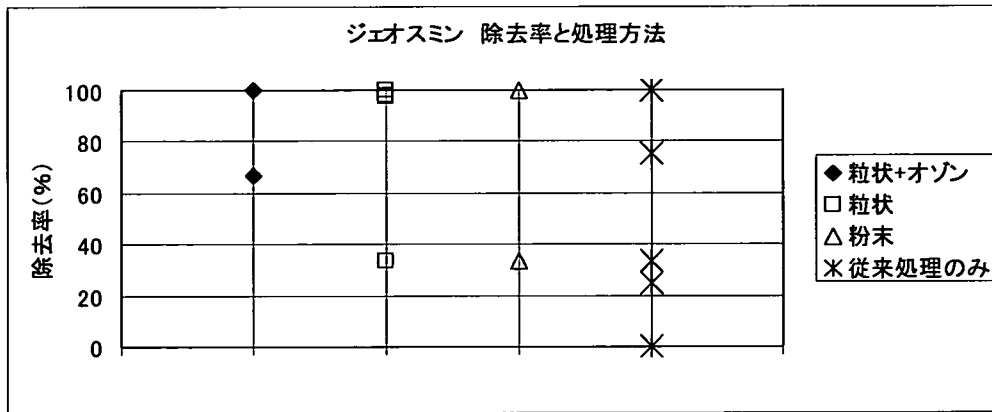
(1) ジェオスミン

1) 処理フローと除去率

ジェオスミン除去率と浄水処理方法の関係について、図 3-4-1 および表 3-4-1 に示す。一般的に処理水準が高い順として、

「オゾン処理+粒状活性炭ろ過」 > 「粒状活性炭ろ過」、「粉末活性炭注入」

と考えられるが、本調査においてもその傾向がみられる。なお、グラフ上のプロット数が少なく見えるのは、除去率 100% の場合など多くのデータが同じ値に重なってプロットされているためである。



※データ抽出条件
 測定回数 年12回以上かつ原水、浄水両方測定している箇所
 ジェオスミン濃度が定量下限値以下となっているデータについては0(100%除去)と仮定
 データ個数は上記の条件を満たす平成12年度～平成15年度のデータを全て抽出

図 3-4-1 浄水処理方法とジェオスミン除去率の関係

表 3-4-1 浄水処理方法とジェオスミン除去率の関係

	オゾン+粒状	粒状	粉末	従来処理
最高値(%)	100.0	100.0	100.0	100.0
最低値(%)	66.7	33.3	33.3	0.0
平均値(%)	99.1	98.1	99.5	89.6
標準偏差(%)	5.5	10.8	5.9	29.5
データ数(個)	36	37	128	103
測定回数平均(回)	78	20	49	15

2) 処理フローと原水濃度

浄水処理方法により、どこまで処理可能か調べるため、ジェオスミンの原水濃度と処理方法について調査した。図 3-4-2 および表 3-4-2 に浄水処理方法と原水ジェオスミンの最高値との関係を示す。また、図 3-4-3 および表 3-4-3 に浄水処理方法と原水ジェオスミンの平均値との関係を示す。

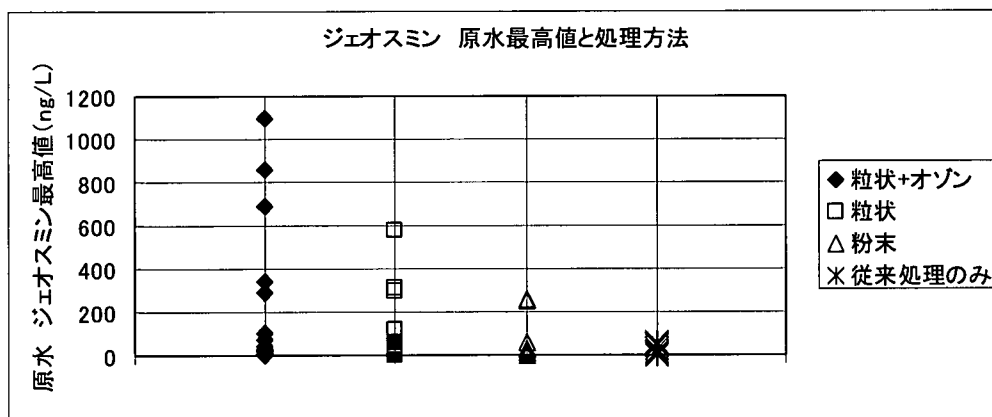


図 3-4-2 浄水処理方法と原水ジェオスミン最高値との関係

表 3-4-2 浄水処理方法と原水ジェオスミン最高値との関係

	オゾン+粒状	粒状	粉末	従来処理
最高値(ng/L)	1100.0	578.0	260.0	62.0
平均値(ng/L)	104.3	50.9	24.2	3.5
データ数(個)	36	37	128	103
測定回数平均(回)	78	20	49	15

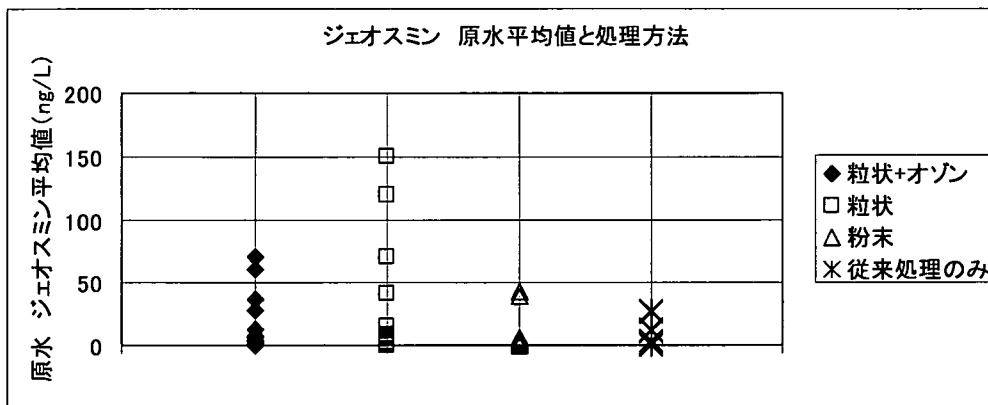


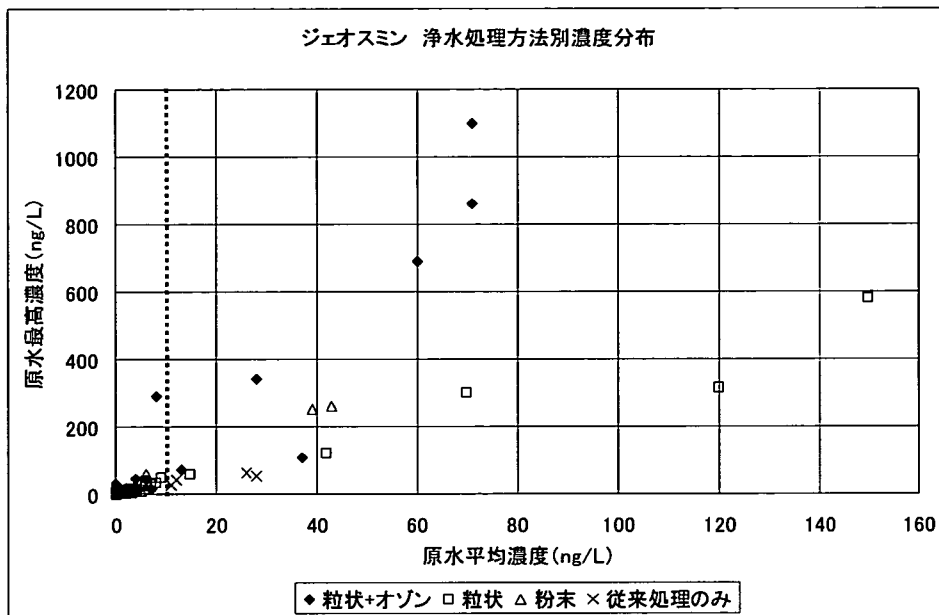
図 3-4-3 浄水処理方法と原水ジェオスミン平均値との関係

表 3-4-3 浄水処理方法と原水ジェオスミン平均値との関係

	オゾン+粒状	粒状	粉末	従来処理
最高値(ng/L)	71.0	150.0	43.0	28.0
平均値(ng/L)	9.2	13.8	3.0	1.1
データ数(個)	36	37	128	103
測定回数平均(回)	78	20	49	15

処理フローと除去率の関係と同様に処理している原水濃度の最高値は、「オゾン処理+粒状活性炭ろ過」 > 「粒状活性炭ろ過」 > 「粉末活性炭注入」の順であった。ただし、原水濃度の平均値においては、「粒状活性炭ろ過」の方が「オゾン処理+粒状活性炭ろ過」より高い原水ジェオスミン濃度の平均値を示しているが、粒状活性炭+オゾン処理をしている浄水場において原水ジェオスミン濃度の高い状況が表れなかったためと思われる。

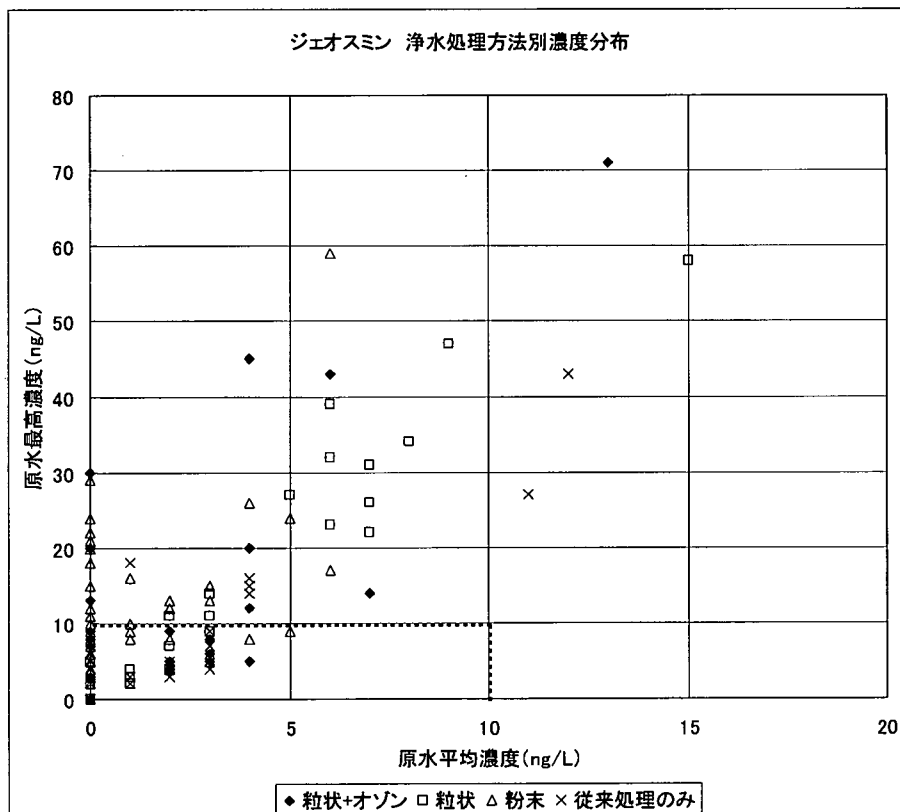
処理可能範囲を調べるため、処理方法別にジェオスミン濃度の原水最高値と原水平均値の関係を図 3-4-4 に示す。



..... : ジェオスミン水質基準値 10ng/L

図 3-4-4 ジェオスミン濃度の原水最高値と原水平均値との関係

上図のうち、低濃度の部分を拡大したものを図 3-4-5 に示す。



..... : ジェオスミン水質基準値 10ng/L

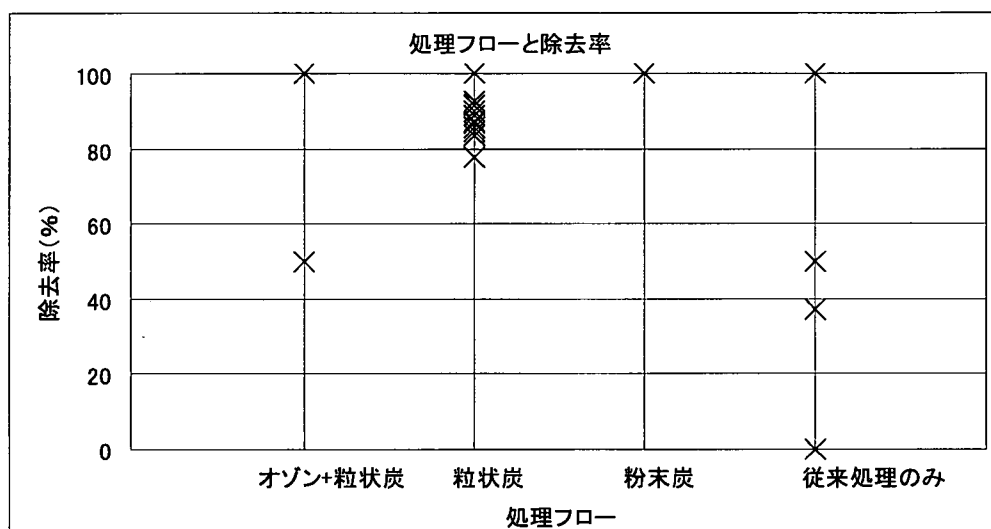
図 3-4-5 ジェオスミン濃度の原水最高値と原水平均値との関係

図 3-4-4、図 3-4-5 より、「粉末活性炭注入」による処理では、原水最高濃度 10~30ng/L、原水平均濃度 5ng/L 以下に分布が見られる。「粒状活性炭ろ過」による処理では、原水最高濃度 600ng/L 以下。原水平均濃度においては 160ng/L 以下に幅広く分布している。「オゾン処理+粒状活性炭ろ過」による処理では、原水最高濃度 1200ng/L 以下、原水平均濃度 80ng/L 以下と幅広く分布している。

(2) 2-MIB

1) 処理フローと除去率の関係

処理フローと除去率の関係について図 3-4-6 に示す。



* オゾン+粒状活性炭ろ過=34 箇所、粒状活性炭ろ過=36 箇所、粉末活性炭注入=120 箇所
 * 浄水 2-MIB 濃度が定量下限値以下となっているデータについては、100%除去されたと仮定

図 3-4-6 処理方式と 2-MIB 除去率との関係

オゾン処理と粒状活性炭ろ過を導入している浄水場では 100%除去率が 33 箇所、50%以下の浄水場が 1 箇所となっている。粒状活性炭ろ過を導入している浄水場では、70~80%除去率が 1 箇所、80~90%除去率が 15 箇所、90~100%除去率が 20 箇所となっている。粉末活性炭注入を実施している浄水場(オゾン、粒状活性炭ろ過は含まない)では、90~100%除去率が 120 箇所となっている。

一般に、処理の水準が高い順として、

オゾン処理+粒状活性炭ろ過 > 粒状活性炭ろ過、粉末活性炭注入

と考えられるが、本調査ではそのような傾向は見られなかった。

これは、粉末活性炭注入や高度処理なしにおいて比較的除去率が高いのは、そのような浄水場の原水ではもともと原水濃度が低いため、浄水データにおいても定量下限値以下となっているからである。(浄水データが定量下限値以下もしくは 0 のとき除去を 100%とみなしている。表 3-4-4 に各処理フローと 2-MIB 除去率の関係を示す。

表 3-4-4 各処理フローと 2-MIB 除去率との関係

	最高値	最低値	平均値	標準偏差	データ数
オゾン+粒状炭	100.0%	50.0%	98.5%	8.45%	34 箇所
粒状炭	100.0%	77.8%	93.4%	6.99%	36 箇所
粉末炭	100.0%	100.0%	100.0%	0.00%	120 箇所
なし	100.0%	0.0%	97.3%	14.24%	78 箇所

2) 原水 2-MIB 濃度と除去率の関係

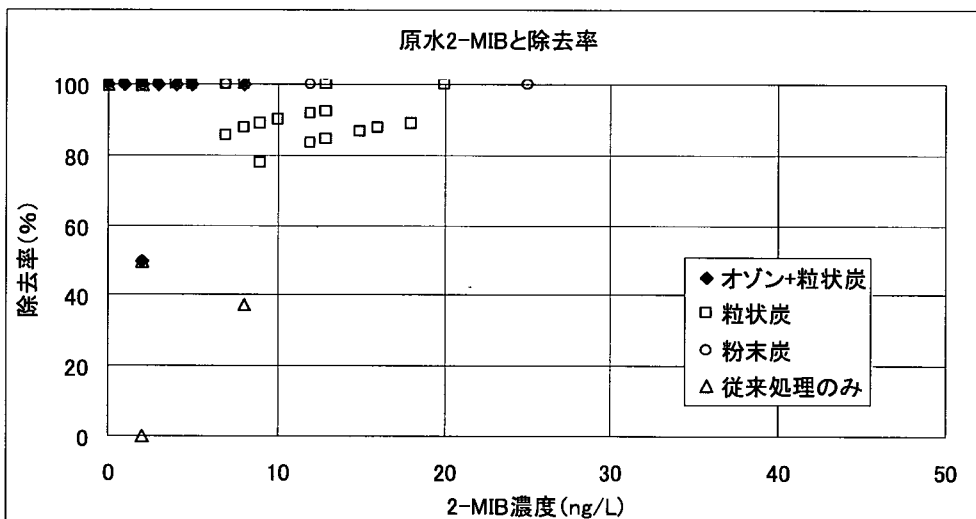
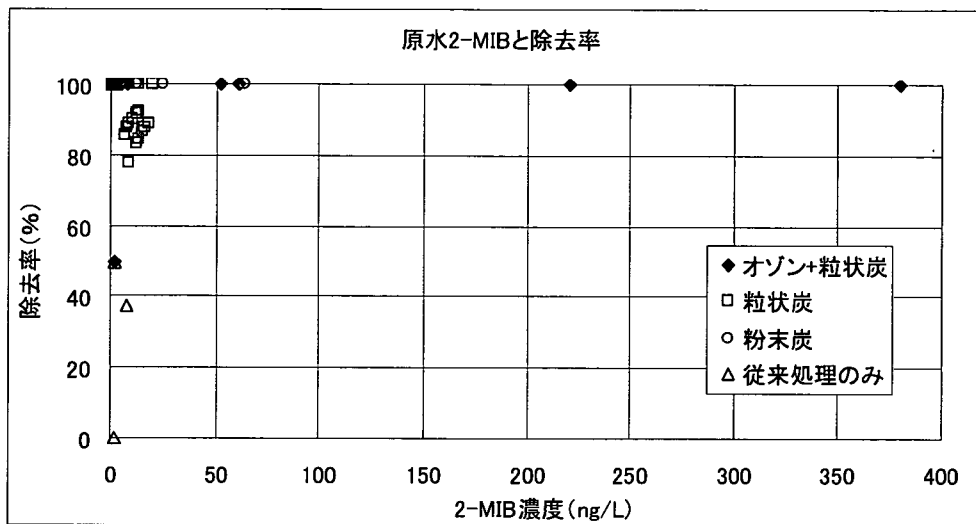


図 3-4-7 原水 2-MIB 濃度と除去率との関係

原水 2-MIB 濃度と除去率の関係を図 3-4-7 に示す。

下段の図は上段の図の 0~50ng/L 領域を拡大表示したものである。

大まかな傾向としていずれの浄水場でも高い除去率を示しているが、原水 2-MIB 濃度が低い領域において、除去率が 100%以下になる場合がある。これは、原水濃度が低濃度のため誤差が大きいこと、平均値をもとに計算した除去率のため時間的に処理前・処理後の関係になっていないことなどが考えられる。

3) 原水水質と処理フローの関係

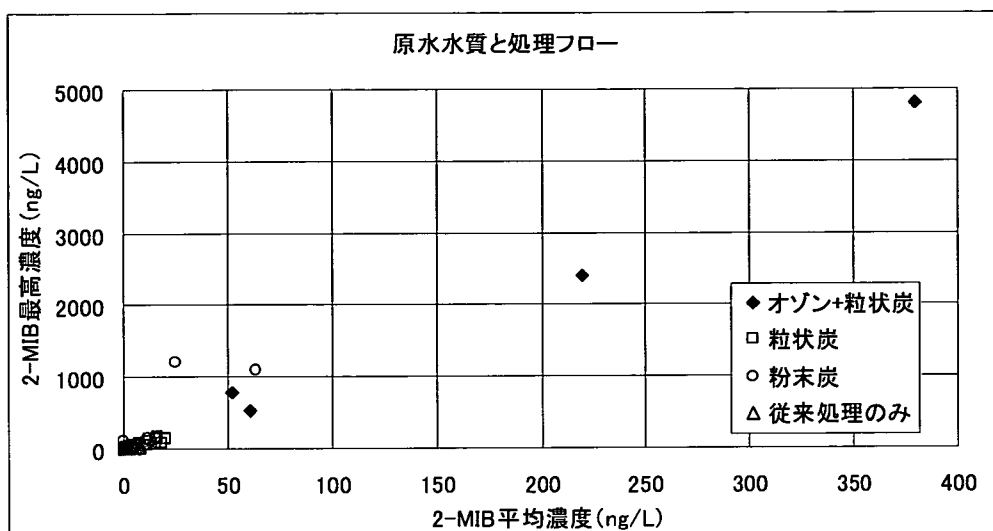


図 3-4-8 原水水質と処理フローの分布

図 3-4-8 は、原水水質と処理フローの分布を示したものである。

オゾン処理と粒状活性炭ろ過の場合、低濃度域にも分布が見られるが、平均濃度 50～400ng/L、最高濃度 500～5,000ng/L といった高濃度領域にいくつかの分布が見られる。

粒状活性炭ろ過の場合、平均濃度 5～20ng/L、最高濃度 15～180ng/L といった領域に多くの分布が見られる。

粉末活性炭注入については、平均で 10ng/L 以下、最高濃度で 50ng/L 以下に多くの分布が見られる。高濃度領域にもいくつかの分布が見られるが、これは測定回数が少ないため、偶然高濃度を計測したか、実際に粉末活性炭注入では限界にあることが考えられる。

高度処理を導入していない浄水場の原水については、概ね低濃度域に分布がある。

この結果から高度浄水処理導入状況と原水 2-MIB 濃度との傾向は表 3-4-5 のようにまとめることができる。

表 3-4-5 2-MIB 濃度と高度処理フローの傾向

最高値 平均値	0～50ng/L	50～200ng/L	200ng/L～
0～10ng/L	粉末活性炭注入	粉末活性炭ろ過 OR 粒状活性炭ろ過	粒状活性炭ろ過 OR オゾン処理+粒状活性炭ろ過
10～30ng/L	粉末活性炭注入	粒状活性炭ろ過	オゾン処理+粒状活性炭ろ過
30ng/L～	粉末活性炭ろ過 OR 粒状活性炭ろ過	粒状活性炭ろ過 OR オゾン処理+粒状活性炭ろ過	オゾン処理+粒状活性炭ろ過

<注意>

水道統計における最高値、平均値のデータを用いて、採用されている処理フローの傾向を示したものであり、処理フローの性能を必要十分に表しているとは言えない。実際のフロー選定にあたっては、浄水システム委員会報告書を参考として頂きたい。

3. 4. 2 濁度、色度

(1) 濁度

1) 原水濁度と濁度除去率との関係

急速ろ過処理における平均原水濁度と平均浄水濁度との関係の一例を図 3-4-9 に示す。濁度に関しては、過マンガン酸カリウム消費量などの水質項目にみられるような原水濁度と浄水濁度に正の相関が無く、原水濁度が高いからと行って必ずしも浄水濁度も高くなるわけではないことが分かる。したがって、急速ろ過システムの場合は、原水濁度が高くても運転管理状況が良ければ、処理水濁度が良好な値を示すことが可能と考えられる。

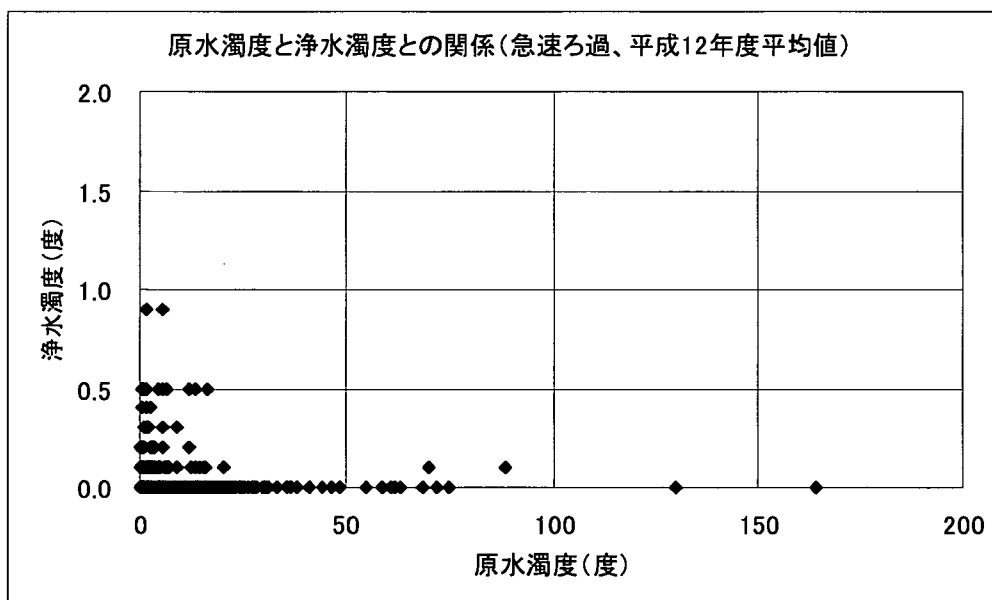


図 3-4-9 平均原水濁度と平均浄水濁度との関係 (平成 12 年度、急速ろ過)

2) 日平均浄水量と最高浄水濁度との関係

急速ろ過処理における日平均浄水量と最高浄水濁度との関係の例を図 3-4-10 に示す。原水濁度と浄水濁度との関係とは異なり、日平均浄水量と最高浄水濁度との関係においては、日平均浄水量が小さいほど (≒浄水場規模が小さいほど)、最高浄水濁度も高くなっている例が散見される。

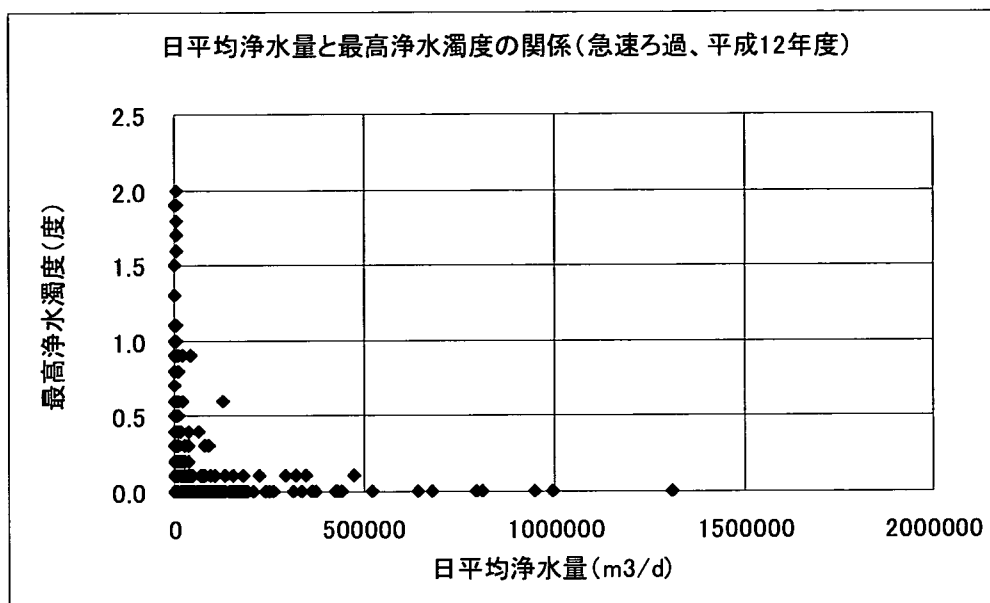


図 3-4-10 日平均浄水量と最高浄水濁度との関係（平成 12 年度、急速ろ過）

さらに、日平均浄水量を浄水技術ガイドライン（(財) 水道技術研究センター発行）の浄水量規模区分に基づき、小規模（5000m³/d 未満）と中規模（5000m³/d 以上 50000m³/d 未満）の規模について最高浄水濁度の平均値の t 検定を行った結果を表 3-4-6 に示す。なお、t 検定に際してはマイクロソフト社エクセルの分析ツールを用いて行った（以降 t 検定はこのツールを使用）。この結果によると、検定結果の有意確率 $P(T \leq t)$ が 0.01 より小さく、99% 以上の確率で小規模と中規模との間に最高浄水濁度の平均値に有意差があることが示された。

ただし、濁度データについてはその分布が正規分布とは大きく異なるため、t 検定の適用が適しているわけではなく、あくまでも参考である。

表 3-4-6 浄水量規模の違いによる最高浄水濁度平均値の t 検定結果

（t : t 値、 $P(T \leq t)$: 有意確率）

	5000m ³ /d未満	5000m ³ /d以上 50000m ³ /d未満
平均	0.148	0.075
分散	0.092	0.041
観測数	453	457
仮説平均との差異	0	
自由度	789	
t	4.24	
$P(T \leq t)$ 片側	1.27E-05	
t 境界値 片側	1.65	
$P(T \leq t)$ 両側	2.54E-05	
t 境界値 両側	1.96	

このことから、浄水場の規模が小さくなるほど、最適な凝集条件となるような薬注管理やろ層の維持管理が困難となり、ろ過水濁度への影響が出やすい傾向にあることが示唆される。

このような傾向は緩速ろ過方式にも見受けられるが、膜ろ過方式の場合はこのような傾向は見られない。このことから維持管理要員の確保が困難な小規模浄水場における膜ろ過方式の水質的優位性が示されたことになる。

3) 原水種別と処理方式との関係

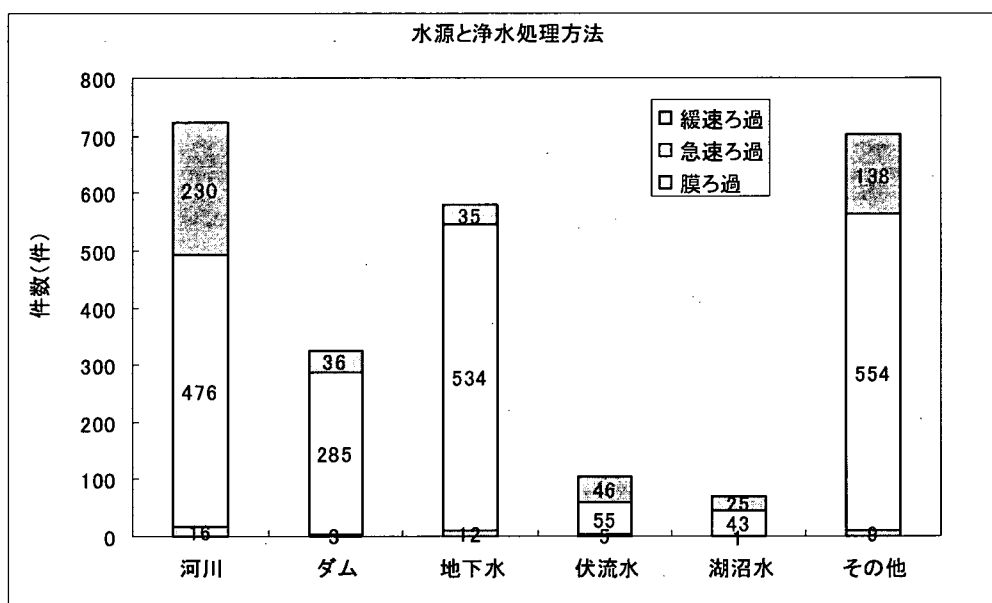


図 3-4-11 原水種別と各処理方式の適用比率

原水種別と三つの処理方式(急速ろ過、緩速ろ過、膜ろ過)の適用比率との関係を図 3-4-11 に示す。

これによると、伏流水や湖沼水といった濁度変動の比較的小さい原水へ緩速ろ過の適用が多いことが伺える。しかし、さらに濁度変動が少ないと思われる地下水に関しては緩速ろ過の割合が少なく急速ろ過の割合が大きくなっている。地下水の場合は鉄・マンガンを含んでいる場合があるため、除鉄・除マンガン目的として凝集沈澱・急速ろ過を適用する場合もあるが、本来濁度成分の少ない地下水に対して凝集剤を添加することが、果たして原水に適した処理方式かどうか疑わしく、更新に際しては処理方式の再検討すべきと思われる浄水場が多いことが示唆される。

また、濁度平均値と最大値の関係を同様に調べてみると、

河川・・・最大値は平均値の 10 倍～60 倍；変化が非常に大きい

ダム・・・平均値と最大値がほぼ同じで濁度的には安定している

地下水・・・意外に平均値の数十倍出ているところがある。

(鉄の影響が考えられる)

伏流水・・・平均値の数倍程度。

湖沼水・・・ほとんど平均値と最大値は同じ。変化が少ない。

という傾向も現れている。

4) 処理方式の違いによる最高浄水濁度の比較

濁度除去率に関して、急速ろ過と緩速ろ過との間に最高浄水濁度の平均値に有意差があるかどうかについての t 検定を行った結果を表 3-4-7 に示す。これによると、95%以上の確率で急速ろ過と緩速ろ過との間に最高浄水濁度の平均値に有意差があることが示された。

ただし、濁度データについてはその分布が正規分布とは大きく異なるため、t 検定の適用が適しているわけではなく、あくまでも参考である。

表 3-4-7 急速ろ過と緩速ろ過の平均濁度除去率に関する t 検定結果

(t : t 値、P(T<=t) : 有意確率)

	急速ろ過	緩速ろ過
平均	0.0198	0.0383
分散	0.0062	0.0091
観測数	907	120
仮説平均との差異	0	
自由度	141	
t	-2.032	
P(T<=t) 片側	0.022	
t 境界値 片側	1.656	
P(T<=t) 両側	0.044	
t 境界値 両側	1.977	

(2) 色度

1) 原水色度と浄水色度および除去率との関係

色度について原水色度と浄水色度との関係例を図 3-4-12 に示す。また、原水色度と除去率との関係例を図 3-4-13 に示す。

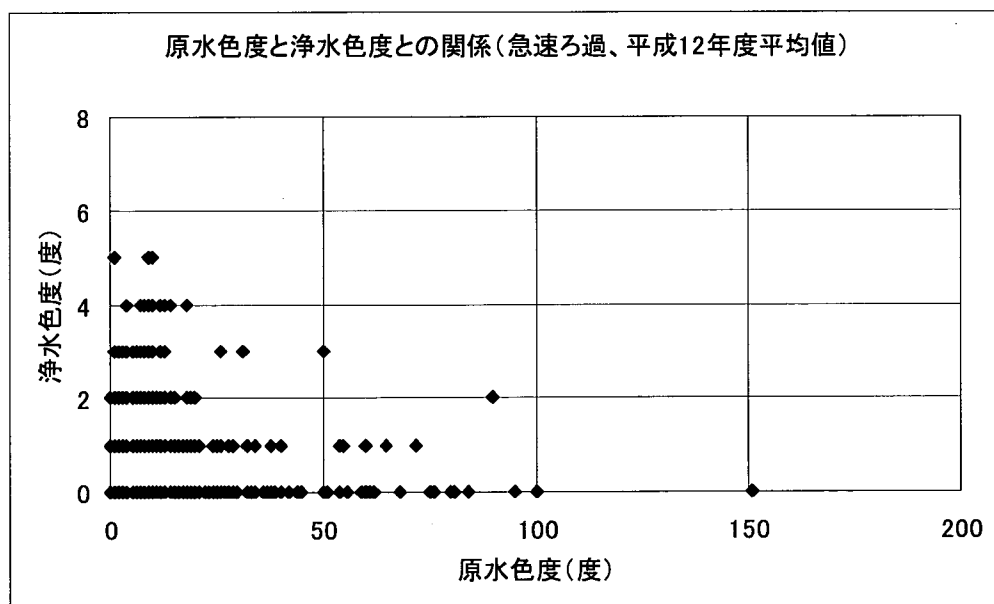


図 3-4-12 原水色度と浄水色度との関係 (急速ろ過 平成 12 年度平均値)

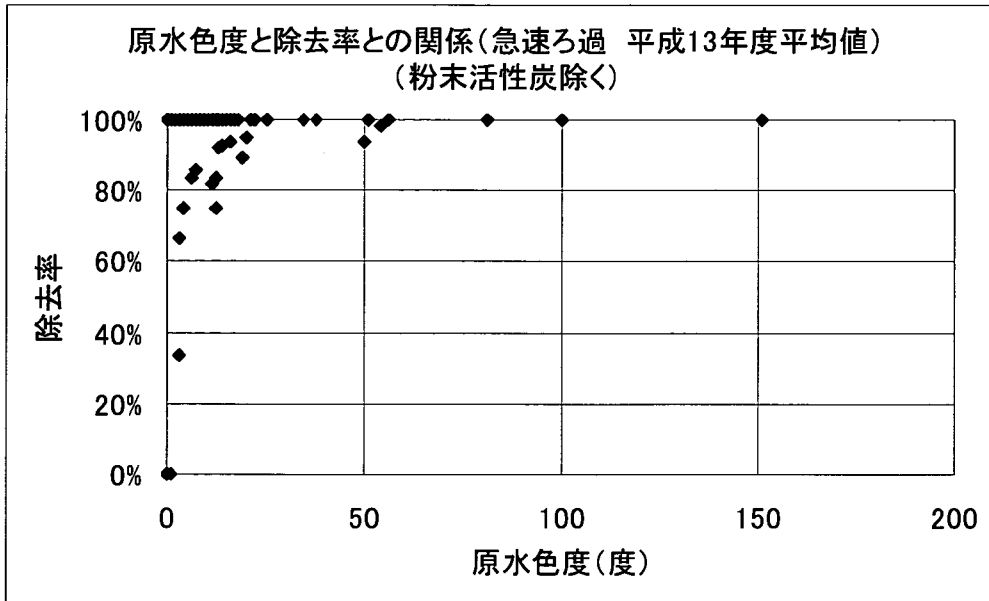


図 3-4-13 原水色度と除去率との関係（急速ろ過 平成 13 年度平均値）

色度については、得られるデータに、

- ① 色度データは 0、1、2、といった不連続の値である。
- ② 浄水処理後の色度はほとんどが 5 以下であり、多くは 2 以下である。

といった特徴があるため、データの分布に偏りが生じ、データから得られる傾向がつかみにくい水質項目であると思われる。

特に色度値が低い場合（色度 < 1 と表されている場合）の取り扱い方によって全体の様相は大きく異なる。色度 < 1 と表されている値を色度 0 度として扱った場合の原水色度と色度除去率の関係を図 3-4-14 に、色度 < 1 と表されているデータを削除した場合の原水色度と色度除去率との関係を図 3-4-15 に示す。両図を比較すると、色度データの多くが < 1 のデータとなっており、データの取り扱い方によって除去率が容易に 100% となってしまうことがわかる。

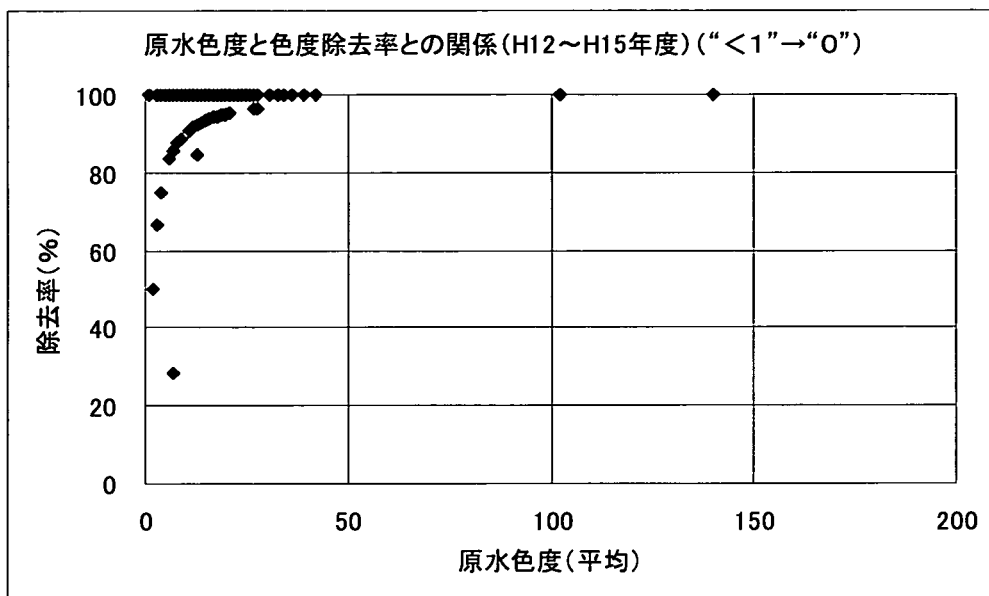


図 3-4-14 原水色度と除去率との関係（オゾン+粒状活性炭、H12～15 年度）
（< 1 を 0 と扱った場合）

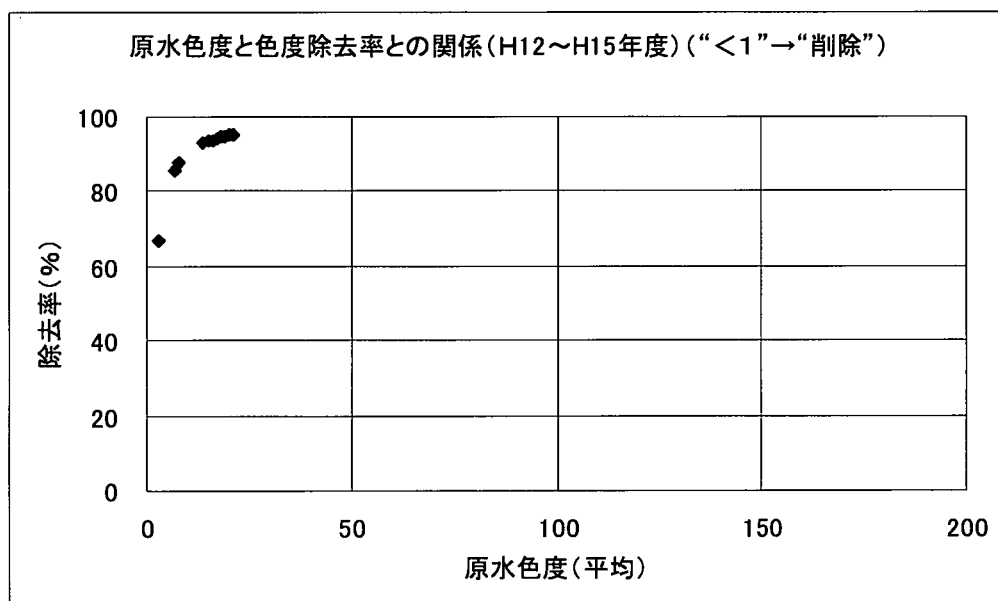


図 3-4-15 原水色度と除去率との関係（オゾン+粒状活性炭、H12～H15 年度）
（< 1 を削除した場合）

2) 処理方式の違いによる色度除去率の比較

各処理方式による色度除去率を整理した例を図 3-4-16 に示す。前述の色度データの特徴から、標準偏差でデータのバラツキを表現しようとする、除去率の平均値+標準偏差の値が 100%を越えてしまうため、標準偏差によるバラツキの表現は困難であった。したがって、図 3-4-16 では色度除去率の平均値および四分位（データの下位 4 分の 1 の値および上位 4 分の 1 の値）を示した。しかし、やはり前述のデータ特性のため、四分位と平均値

が同じ値となる場合があり、どちらにしてもデータの分散性等を表現することが困難であることが分かった。

なお、粉末活性炭については年間 30 日以上処理を行った場合を対象とした。

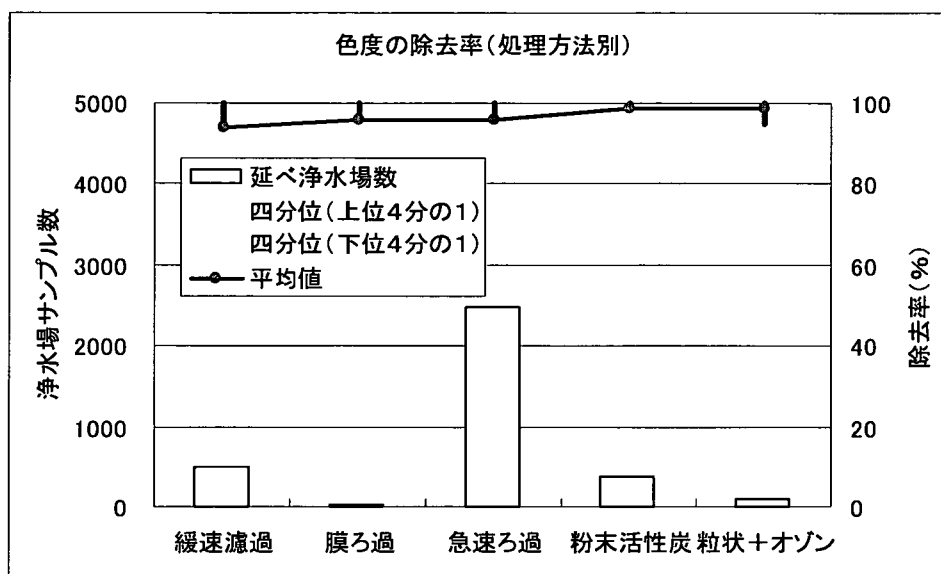


図 3-4-16 各処理方法における色度除去率 (平成 12~15 年度)

次に、これらの各処理方式の平均色度除去率に有意な差があるかどうかを t 検定により検証した。その結果を表 3-4-8~表 3-4-11 に示す。これらによると、平均色度除去率に 95% 以上の確率で有意差が認められるのは、急速ろ過と粉末活性炭との比較における片側検定の場合のみであり、他の場合は有意差が認められないという結果となった。

色度に関しては前述のようなデータ上の特徴や、測定法が比色管によるものか機器分析によるものかによっても値の取り扱いが異なることも考えられ、この検定結果が実際の色度除去性を表しているかについては疑問がある。

表 3-4-8 急速ろ過と緩速ろ過の平均色度除去率に関する t 検定結果
(t : t 値、P(T<=t) : 有意確率)

	急速ろ過 (粉炭除く)	緩速ろ過
平均	0.962	0.949
分散	0.022	0.032
観測数	654	145
仮説平均との差異	0	
自由度	190	
t	0.853	
P(T<=t) 片側	0.197	
t 境界値 片側	1.653	
P(T<=t) 両側	0.395	
t 境界値 両側	1.973	