

また、シミュレータの画面例を図3-4-8(a)~(e)に示す。

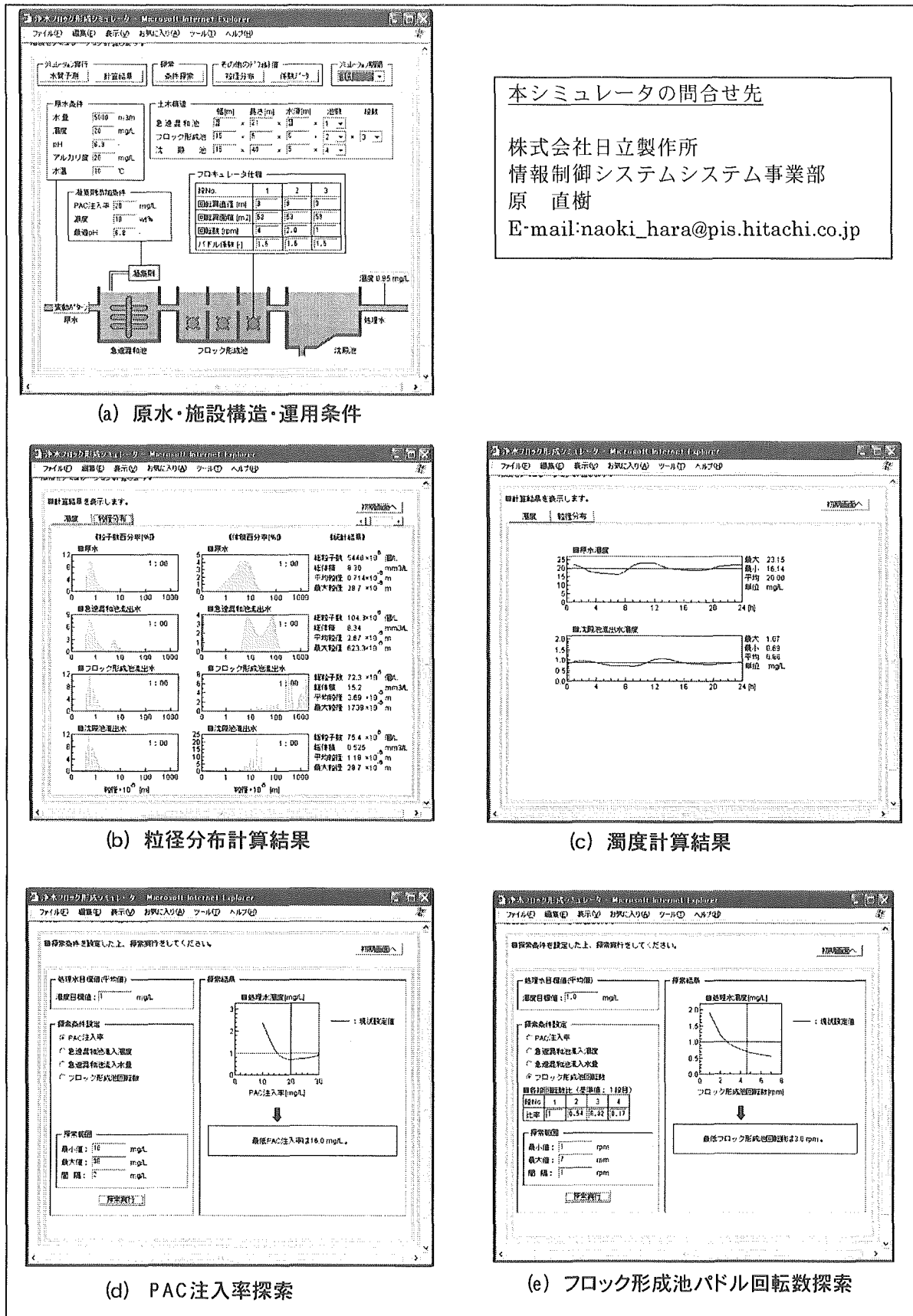


図3-4-8 シミュレータ画面例

3. 4. 3 シミュレータの今後の展望について

（1）調査結果の要点

今回の研究においては、浄水処理のシミュレーションにつき、浄水処理全般の基礎理論の所在調査を行い、さらにモデル化の実情を理解するために、凝集現象に焦点を合わせ理論的構成とシミュレータ化についての調査を行った。

その結果、一般的な単位操作に関する基礎原理は整っていること、またモデル化を適切に行えば、最近の計算機環境のもとであれば、浄水処理の検討に役立つシミュレーションを実行することが可能であることが判った。

一方、浄水処理は今回調査した範囲だけでも多様であり、かつ現象の構成要素も複雑であるため、浄水処理全体についての定量的に信頼性におけるシミュレータに到達するには、多大な労力が必要となることも認識された。

（2）今後の展望

現状の計算機環境の発達状況、浄水処理に関する理論面の整備状況を前提とすると、目的と適用限界を明確にして解析対象を限定し開発を効率的に行えば、実用上問題のない一連の浄水処理シミュレータを整備することは可能であろう。

ただし、このような絞込みを行うには高度な判断力が必要とされる点については、十分注意すべきである。

- 1) 環境工学公式・モデル・数値集 （社）土木学会環境工学委員会 平成16年6月
- 2) 古屋他 フロック形成池粒度分布予測シミュレーション技術の研究 第53回水道研究発表会 平成14年5月
- 3) 圓佛他 粒径分布計測実験に基づくフロック凝集効率の定式化 第52回水道研究発表会 平成13年5月
- 4) 合田健 水質工学応用編、丸善

4. まとめと今後の課題

(1) まとめ

- ・ 原水水質と処理水質の組み合わせからプロセス選定図とレーダーチャートを用いたプロセス評価に対する図式化法で評価し、視覚的な評価を行うこととした。
- ・ プロセス選定図は、7つの水質項目について作成した。
- ・ 浄水施設が環境へ及ぼす影響を考慮した評価指標を抽出した。
- ・ 2万 m³/d 規模の「凝集沈殿+砂ろ過」フローを持つ浄水場を想定し、イニシャルがCO₂(ton)、エネルギー(MJ)、スポンジ(m²)、工期(日)、ランニングが、CO₂(ton)、エネルギー(MJ)、汚泥量(ton-ds)、薬品費(円)としてレーダーチャートのケーススタディを実施した。
- ・ 浄水施設に使用可能な原単位を抽出した。
- ・ LCA構造化作業を実施し、浄水LCAを算出するための表を作成した。
- ・ 浄水LCA用の原単位について調査した。
- ・ LCAによるエネルギー及び二酸化炭素の算出を、「凝集沈殿+ろ過」と「膜ろ過」について行った。
- ・ 上水管網解析や下水など他分野におけるシミュレーションの取り組みを調査した。
- ・ 浄水処理プロセスの処理段階ごとに、基礎理論式、数値計算への応用例、シミュレータの事例を紹介した。
- ・ 単位処理操作に対応したシミュレーション要素の説明フロー案を作成した。
- ・ 水道研究発表会およびEICA（環境システム計測制御研究発表会）にて、それまでの研究成果を報告した。

(2) 今後の課題

- ・ 水質項目毎のプロセス選定図を作成したが、検証することにより精度を高くする必要があると思われる。他の水質項目についても、必要性が発生した時点で追加作成するようにする。また、水質項目が複合した場合の選定方法について検討する必要がある。
- ・ レーダーチャートについては、「凝集沈殿+ろ過」の、2万m³/dの評価手法の提案を行ったが、さらに他の施設についても検討する必要がある。特に、排水処理についても検討する必要がある。
- ・ LCAによるエネルギー及び二酸化炭素の算出を、「凝集沈殿+ろ過」と「膜ろ過」について行ったが、さらに他の施設についても検討する必要がある。
- ・ 現状の計算機環境の発達状況、浄水処理に関する理論面の整備状況を前提とすると、目的と適用限界を明確にして解析対象を限定し開発を効率的に行えば、実用上問題のない一連の浄水処理シミュレータを整備することは可能であろう。ただし、このような絞込みを行うには高度な判断力が必要とされる点については、十分注意すべきである。

《資料集》

1 プロセス選定図の試案

1. 1 濁度

(1) 概要

濁質の原因は、粘土・シルト等で、特に粘土質土壌による濁りが最も多い。濁度は濁質成分の大きさ、種類によって異なり、懸濁物質の量だけで決まるものではない。

以下に各水源での特長を示す。

- 1) 地下水：一般的に濁りは少ない。鉄を含む場合には酸化された鉄が濁度の原因になったり、浅井戸で降雨の影響を受ける場合もある。
- 2) 河川水：濁度の変動が大きい。濁度の増加原因は主として降雨による。降雨以外にも上流側のダムの放流や砂利採取、河川改修が濁度上昇の原因になることがある。日本の場合、降雨時に河川水の濁度の変動が急激である場合が多く、台風時など、高濁度になる。
- 3) 湖沼、ダム水：急激な濁度の変化はあまりないが、低濁度が長期間続くことがある。

(2) 対応技術

濁度対応技術には、緩速ろ過、凝集沈殿・急速ろ過、直接ろ過、膜ろ過などの単位プロセスがある。これらの単位プロセスには浄水量規模、原水濁度レベルによって選択できる単位プロセスが異なっているので注意が必要である。

① プロセスA：緩速ろ過

原水濁度が常時10度未満の低濁度の場合に用いる。普通沈殿等の前処理を組み合わせることで10度以上の水にも対応できる。濁度以外にも溶解性の色度、鉄、マンガン、アンモニア性窒素、臭気等がある程度除去される。

設置スペースが大きく、砂の掻き取り等の維持管理を要するため、大規模浄水場では選択されにくく、小・中規模浄水場が対象となる。

② プロセスB：凝集沈殿+急速ろ過

原水濁度が比較的高い場合に用いる。浄水量規模は小から大規模まで可能であるが、適正な凝集処理を行うためには、原水水質（濁度、アルカリ度等）や水温に応じた凝集剤注入率に変える必要があり、維持管理に専門性が必要となる。

③ プロセスC：急速ろ過

原水濁度が低い場合に混和・凝集のみでフロック形成、沈殿を省いた直接ろ過を行う場合もある。設置スペースは小さくなるが、原水水質も限定される。

④ プロセスD：膜ろ過

低濁度から高濁度まで適用可能であるが、膜種類、ろ過方式、前処理方式により対応できる原水濁度は異なる。簡易水道を中心とした小・中規模浄水場を対象に実績を伸ばし、近年では大規模浄水場への適用が進展しつつある。膜ろ過は単独で濁度対応可能なプロセスであるが、原水水質によっては、各種の前処理と組み合わせて対応する。

設置スペースが最も小さく、濁度除去性も高いが膜の薬品洗浄と交換を必要とする。

⑤ プロセスE：凝集（沈殿）+膜ろ過

膜ろ過の前処理として凝集を行う。使用する膜種類、ろ過方式によってフロック形成、沈殿工程は省かれる。凝集工程を行うことで、高濁時でも安定な運転が可能であったり、膜ファウリングの抑制効果がある。

（3）原水濃度と処理目標値

（原水濃度－濁度）

平成13年度 水質データベースより

各原水の濁度

	河川表流水		ダム・湖沼水		地下水	
	平均	最大	平均	最大	平均	最大
年最大値	67.6	2500	23.9	950	1.5	710
年最小値	2.4	120	2.4	28	0.5	42.4
年平均値	6.1	183	5.3	60	0.6	72.0
検体数	1030		313		3176	

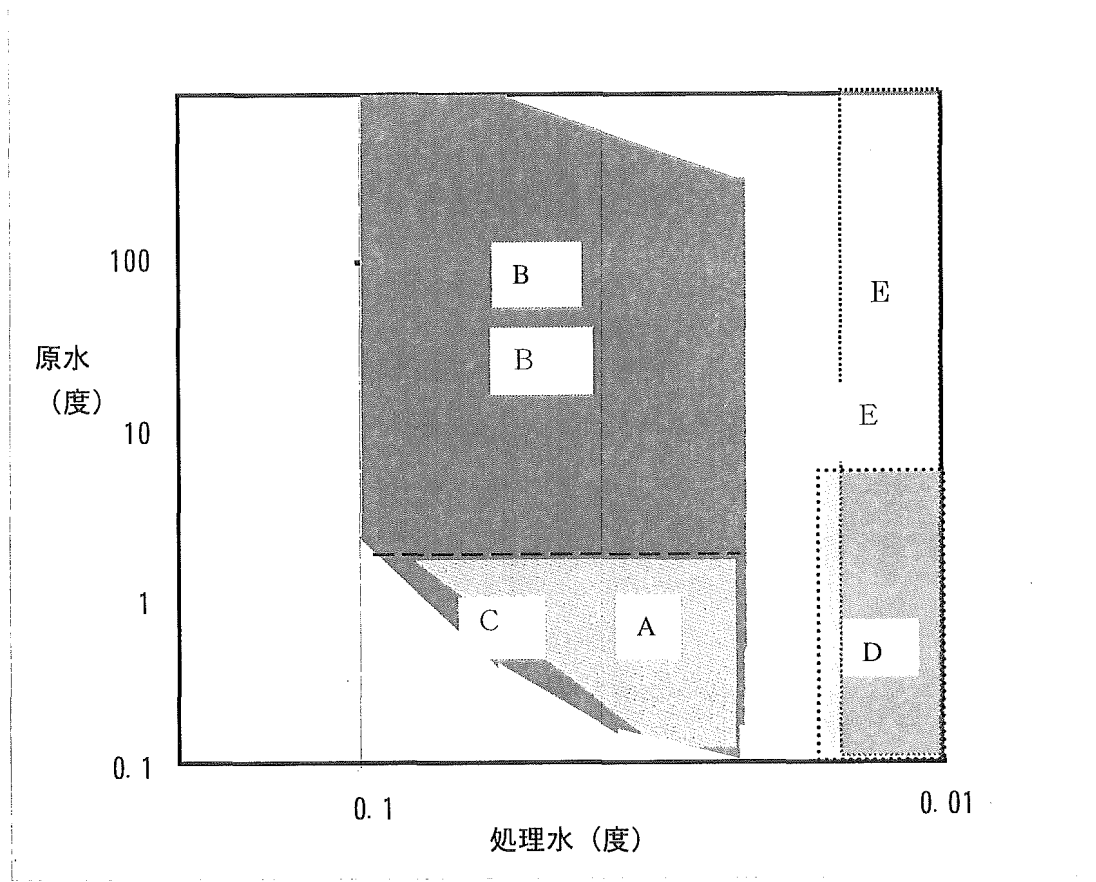
処理プロセス

	緩速ろ過		急速ろ過		膜ろ過	
	平均	最大	平均	最大	平均	最大
年最大値	8.0	1000	25.1	2500	3.6	26.0
年最小値	1.0	40	1.7	120	0.8	8.2
年平均値	2.0	40	3.5	151.5	1.3	8.2
検体数	395		1643		26	

（処理目標値－濁度）

濁度の水道水質基準値は2度以下である。更に快適水質項目として濁度は配水栓で1度以下、送配水施設入口で0.1度以下とされている。

(4) プロセス選定図（濁度）



濁度用プロセス選定図

- プロセスA：緩速ろ過
- プロセスB：凝集沈殿 + 急速ろ過
- プロセスC：急速ろ過【直接ろ過】
- プロセスD：膜ろ過
- プロセスE：凝集(沈殿) + 膜ろ過

急速ろ過での濁質除去率は $LRV=1\sim 2$ とされる。
 緩速ろ過は $LRV=1.5\sim 2.5$ とされている。
 それに比べ膜ろ過での $LRV=4$ 以上である。

1. 2 耐塩素性病原性微生物(クリプトスポリジウム)

(1) 概要

耐塩素性病原性微生物は、世界的にはミクロスポリジウム、クリプトスポリジウムなど複数知られているが、国内では1996年に集団感染が発生したこともあり、クリプトスポリジウムが有名である。クリプトスポリジウムは種々の動物に寄生しており80種程度報告されているが、このうちヒトに寄生するのは *Cryptosporidium parvum* とされている。大きさは数 μ m程度であり、感染すると嘔吐、食欲不振、腹痛を伴う水様性下痢や粘液便が3~14日間以上持続する。

現在は「水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針」や、水道法第5条に基づく水道施設の技術的基準を定める省令（平成12年厚生省令第15号）が策定され、対策の強化を行っている段階であり、同時に、各方面で原水中の分布状況等の調査も進行中である。このため、調査データが今後も報告されることが想定され、また、新たな対応技術の開発も想定されることから、今後の動向については注視が必要である。

(2) 対応技術

対応技術としては、凝集沈殿+急速ろ過、凝集ろ過、膜ろ過等の濁質分除去技術がある。紫外線による不活化については第2研究グループ第3ワーキンググループで研究されており、そちらを参照されたい。また、緩速ろ過、NF膜については実報告例が少ないため、今回は除外した。

①プロセスA：凝集沈殿+急速ろ過

原水濁度が比較的高い場合に用いる。除濁についての詳細は除濁用のプロセス選定図の章を参照されたい。除去率はおおよそ2~3logである。

②プロセスB：急速ろ過

地下水等の比較的清澄な原水に対して用いる。除去率はおおよそ2logである。

③プロセスC：膜ろ過（MFまたはUF）

除去率はおおよそ5~7logとなる。

(3) 原水濃度と処理目標値

(原水濃度－クリプトスポリジウムオーシスト数)

発刊またはホームページ等で公開されているデータのうち、本研究で調査した結果を示す。

原水濃度－クリプトスポリジウムオーシスト数

文献	原水種	原水中のオーシスト数(個/L)	備考
①	河川水	0.05~3.2	越生町集団感染直後のデータを除くと0.1個/L以下
②	下水処理水 (河川放流水)	0.05~1.6	河川による希釈倍は考慮していない
③	表流水	0.02~0.6	11地点
④	河川水	0.05~0.4	74地点

①「水環境における水質基準の最新動向と展望」,平成15年,(社)水環境学会

②下水道におけるクリプトスポリジウム検討委員会、最終報告書」,平成12年,(社)日本下水道協会

③・④厚生労働省ホームページ/水質関連情報

(処理目標値－クリプトスポリジウムオーシスト数)

第2部会（評価手法WG）

クリプトスポリジウムは水道水質基準値で対象物質となっていない。一方、WHO の参考許容値として、処理水中の許容濃度は 10^{-3} 個/L 未満が必要とされている（概略について下記参照）。

このため、プロセス選定図作成における処理目標値はクリプトスポリジウムのオーシスト数を 10^{-3} 個/L 未満とした。

（参考）WHO健康影響度の指標～DALYs について；

DALYs：「Disable Adjusted Life Years」＝障害調整生存年数

DALYs 値：（疾病によって失われた余命）＋（障害を持って過ごす時間）

算出；処理水中のクリプトスポリジウムオーシスト濃度 10^{-3} 個/L とする。

- ・ 1日飲用日量 → 1 L/日
- ・ 1オーシスト摂取による感染確率 → 4×10^{-3} 、
- ・ 1感染あたりの健康影響度： 1.03×10^{-3} DALYs

1年あたりの感染確率は、

$$10^{-3} \text{ 個/L} \times 1 \text{ L/日} \times 4 \times 10^{-3} \times 365 = 1.5 \times 10^{-3} / \text{年}$$

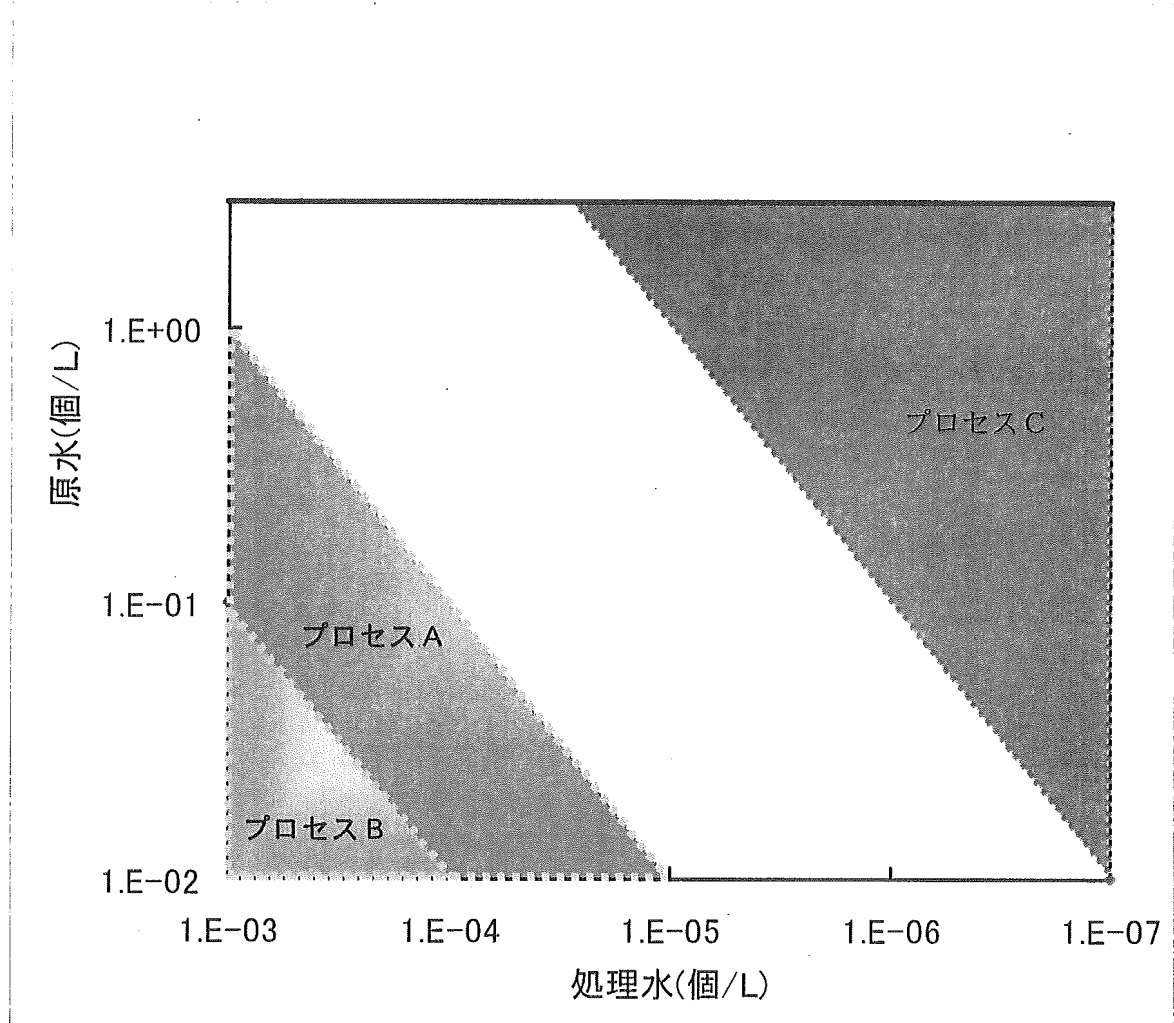
1人あたりの年間健康影響度は、

$$(1.03 \times 10^{-3} \text{ DALYs}) \times 1.5 \times 10^{-3} / \text{年} = \underline{1.5 \times 10^{-6} \text{ DALYs}}$$

検討 一方、WHO の臭素酸摂取による癌の年間許容発生率は、 1.4×10^{-6} DALY に相当することから、処理水中のクリプトスポリジウムオーシストの許容濃度は 10^{-3} 個/L と考えられる。

参考文献：「水環境における水質基準の最新動向と展望」，平成15年，(社)水環境学会

(4) プロセス選定図（クリプトスポリジウムオーシスト数）



クリプトスポリジウム用プロセス選定図

- プロセスA： +
- プロセスB：
- プロセスC：

1. 3 鉄・マンガン

(1) 概要

水道原水の表流水、地下水、湖沼・ダム水等には、鉄・マンガンが含まれている場合が多い。鉄・マンガンが含まれていると種々の障害が発生する。日常生活では、金気臭や異臭味、緑茶の変色、洗濯物の変色等がある。また、長期的に管内壁に付着沈積し、流速変動等により赤水、黒水が発生する原因にもなる。特に、マンガンは微量でも塩素酸化により発色し、色度障害が発生するので確実に除去する必要がある。

鉄・マンガンの形態も原水の種類により異なり、処理プロセスも異なる。

地下水の場合、鉄・マンガンが共存していることが多く、マンガンより鉄の含有量が多いのが一般的である。鉄の形態は、遊離炭酸等により重炭酸塩の形でほとんどが溶解して存在している。マンガンも溶解して存在している。

表流水の場合、鉄・マンガンは、ほとんどが酸化されて不溶性で存在している。特に、マンガンは含まれることが少ない

湖沼・ダム水の場合、一般的には、鉄・マンガンが少ないが、水深の影響を受け、夏季に水温成層が形成され、表層部と低層部間での水循環が起こらず、低層水で無酸素状態となり、還元作用で底層の汚泥から鉄・マンガン等が溶出する場合がある。そのため、鉄・マンガン除去を考慮した処理プロセスにする必要がある。

(2) 対応技術

鉄・マンガンの処理プロセスは、原水中の形態で異なる。溶解性の場合、塩素等の酸化処理後（濃度により凝集沈澱を付加）急速ろ過（マンガン接触ろ過）が一般的である。不溶性の場合は、緩速ろ過又は膜ろ過で対応できるが低濃度原水に限られ、単位プロセスだけでは除去し難く、他のプロセス（酸化処理等）を付加する必要がある。

処理プロセスとしては、以下の方法がある。

①プロセスA：急速ろ過

A-1 酸化処理（塩素酸化） + 凝集沈澱 + 急速ろ過（マンガン接触ろ過）

原水濃度が比較的高く、変動する表流水に適している。

A-2 酸化処理（塩素酸化） + 急速ろ過（マンガン接触ろ過）

原水濃度が変動しない比較的低い地下水等に適している。

②プロセスB：緩速ろ過

B-1 普通沈澱 + 緩速ろ過

原水濃度が低く不溶性の原水に適している。

膜ろ過については、膜ろ過の単位プロセスだけでは対応し難く、特に、マンガンについては水質基準以下が望まれる。したがって、溶解性鉄・マンガンの処理は、酸化処理、凝集沈澱、急速ろ過（マンガン接触ろ過）等の前処理プロセスを付加する方法と膜ろ過後に急速ろ過（マンガン接触ろ過）を付加する方法により対応が可能である。

膜ろ過の場合、他のプロセス（A-1、A-2、B-1）との組合せにより、高濃度の鉄・マンガン及び懸濁物質の処理に対応ができる。

プロセス選定図では、A-1、B-1を主要プロセスとして作成している。

(3) 原水濃度と処理目標値

（原水濃度－鉄・マンガン）

日本水道協会の平成13年度水道統計水質編データより、各原水の鉄・マンガン濃度を調査した結果を示している。

各原水の鉄・マンガン濃度

原水の種類	表流水		地下水		湖沼・ダム水	
	鉄	マンガン	鉄	マンガン	鉄	マンガン
年最大値	40.40	10.034	15.0	8.230	8.34	0.58
年最小値	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
年平均値	0.305	0.040	0.174	0.049	0.233	0.039
年平均の最大値	9.060	10.034	10.740	2.932	2.370	0.210
年平均の最小値	0.000	0.001	0.000	0.000	0.010	0.001
検体数（件）	1,015	1,014	3,040	3,036	306	306

（単位；mg/L）

日本水道協会の平成13年度水道統計水質編データより、各処理プロセス毎の鉄・マンガンの原水濃度を示している。

各処理プロセスの原水の鉄・マンガンの濃度範囲

プロセスの種類	急速ろ過		緩速ろ過		膜ろ過	
	鉄	マンガン	鉄	マンガン	鉄	マンガン
年最大値	40.4	10.034	1.29	0.386	1.55	0.019
年平均値	0.305	0.040	1.30	0.049	0.233	0.019
検体数（件）	1,587	1,586	384	383	25	25

（単位；mg/L）

（処理目標値－鉄・マンガン）

鉄・マンガンの水道水質基準は、下記の通りである。

鉄（Fe）： 0.3 mg/L 以下

マンガン（Mn）： 0.05 mg/L 以下

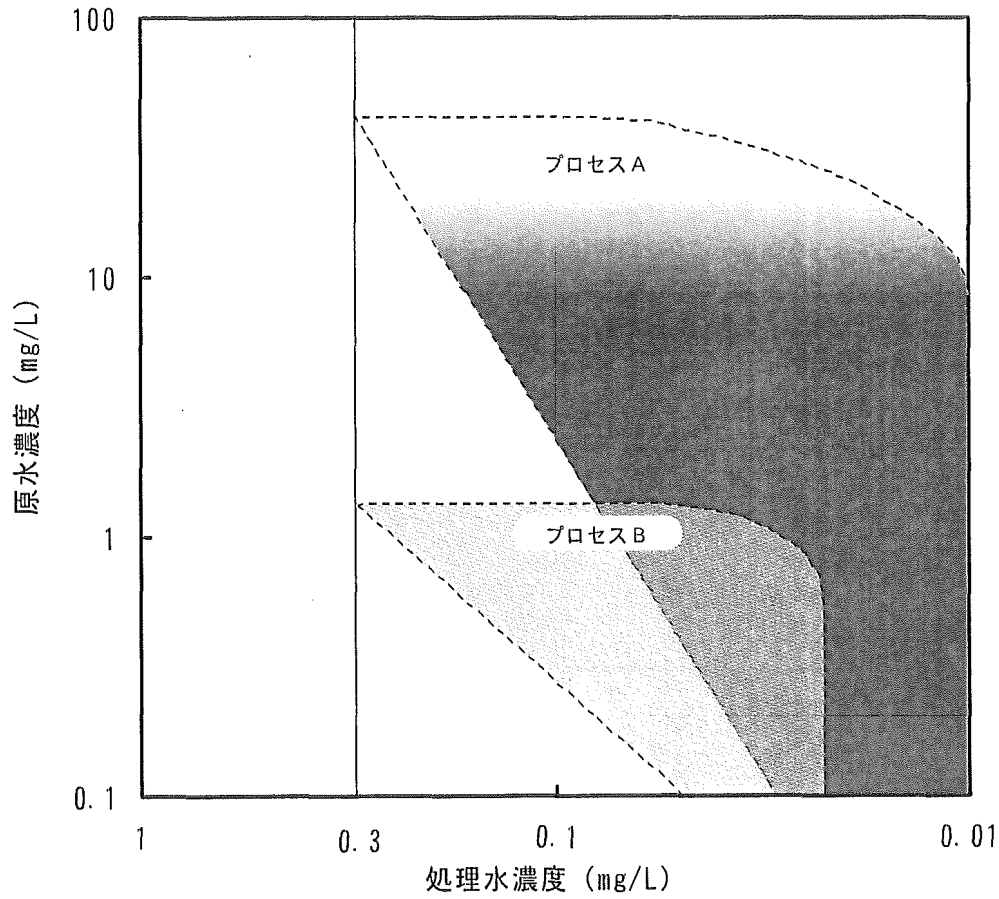
処理目標値として、鉄については0.05mg/L以下程度まで処理することが望まれる。

マンガンについては、水質管理目標値として0.01mg/L以下と定めている。特に、マンガンは、塩素酸化によりマンガン量の300～400倍の色度を発色させるので確実に処理する必要がある。

参考資料：「平成13年度水道統計 水質編」

（4）プロセス選定図

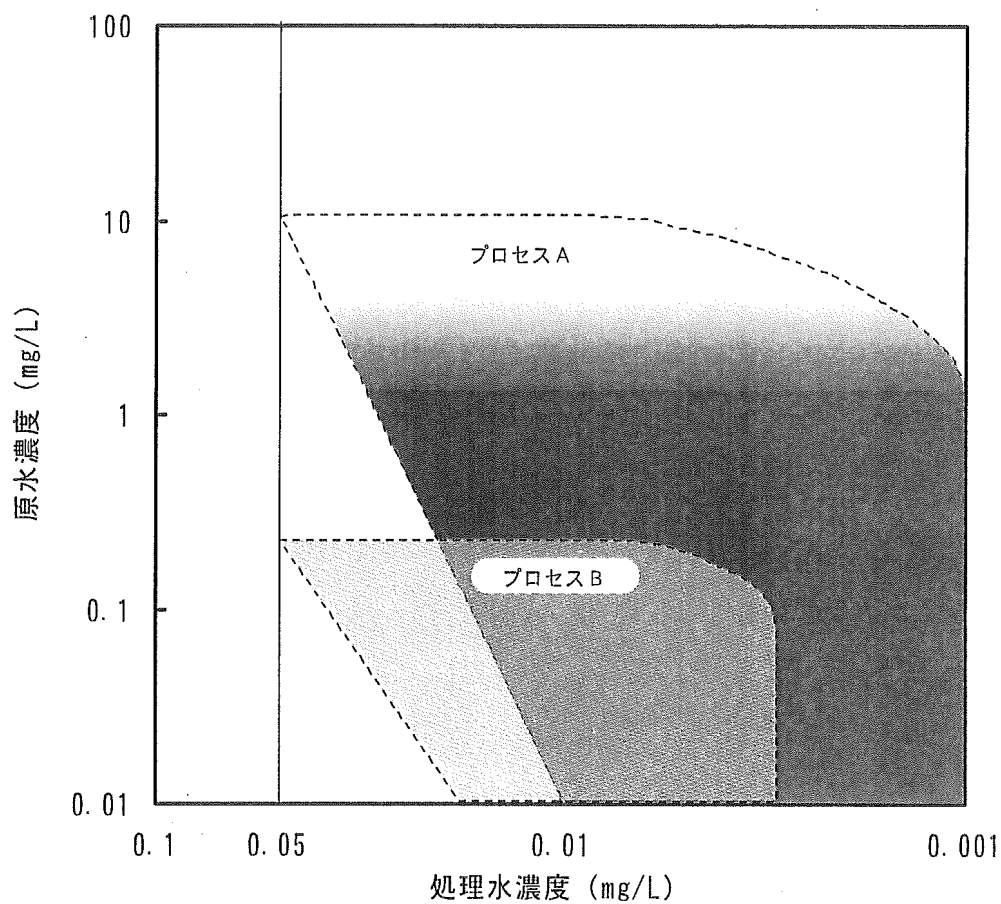
「平成13年度水道統計 水質編」の原水、処理水のデータを参考にして作成している。各図において破線部および曲線部は、明らかな境界ではない。



鉄用プロセス選定図

プロセスA：酸化処理 + 凝集沈殿 + 急速ろ過

プロセスB：緩速ろ過



マンガン用プロセス選定図

プロセスA：酸化処理 + 凝集沈殿 + 急速ろ過（マンガン接触ろ過）
 プロセスB：緩速ろ過

1. 4 異臭味（2-メチルイソボルネオール）

（1）概要

異臭味の発生原因としては、藻類や放線菌等の増殖、金属の含有など自然発生的なもの他に、工場等からの排水等人為的なものがある。ここではかび臭の代表的物質である2-メチルイソボルネオールを対象に説明する。

2-メチルイソボルネオール（2-methylisoborneol, 2-MIB）は、ある種の藍藻類と放線菌が産生するかび臭物質の一つである。Geber 及び Medsker らによって放線菌から分離したかび臭物質で墨汁のような臭いを呈する。水中にごく微量に含まれていても感知され、閾値は5ng/Lといわれるが、20人のパネラーによる臭気感知範囲は0.1~115 ng/Lと個人差が大きい。濃度を定量的に測定するにはガスクロマトグラフ-質量分析法を用いる。

参考資料：「水道水質ハンドブック」,平成6年,日本水道新聞社

（2）対応技術

通常の急速ろ過法では除去困難で、対応技術としては、活性炭、オゾン+粒状活性炭処理、活性炭処理（粉末炭、粒状炭）、NF膜等がある。これらは浄水量規模、発生頻度、原水濃度条件によって選択・適用する。なお、NF膜については実報告例が少ないため今回は除外した。

①プロセスA：粉末活性炭処理

発生期間が短期間で、濃度が比較的低い場合に用いる。

平成13年度水道統計データによれば、原水2-MIBが数ng/L~50ng/L程度の場合に粉末活性炭処理が適用されている。

粉末活性炭処理を行った場合、必ず注入した粉末活性炭の処理が必要なため、濁度のプロセス選定図を用いて除濁処理を行うこと。

②プロセスB：粒状活性炭処理

年間を通じて定常的に発生する場合に用いる。

平成13年度水道統計データによれば、原水2-MIBが数ng/L~150ng/L程度の場合に粒状活性炭処理（単独）が適用されている。

③プロセスC：オゾン+活性炭処理

高濃度でも有効であり、オゾン+活性炭処理でほぼ100%除去することができる。

平成13年度水道統計データによれば、原水2-MIBが数ng/L~1000ng/L程度の場合にオゾン+活性炭処理が適用されている。

参考資料：「浄水技術ガイドライン」

平成13年度水道統計データ

(3) 原水濃度と処理水濃度

(原水濃度－2-MIB濃度)

発刊またはホームページ等で公開されているデータのうち、本研究で調査した結果を示す。

2-MIB濃度（単位 ng/L）

	原水			浄水		
	表流水	ダム湖沼	地下水	表流水	ダム湖沼	地下水
年最大値	130.7	70	20.2	0	20	20
年最小値	0	0	0	0	0	0
年平均値	4.76	.94	.6	3.9	4.3	2.8
年平均値の最大値	21	52	20.2	0	20	20
年平均値の最小値	0	1	0	0	0	0
データ数	163	51	84	278	76	415

出典：平成13年度水道統計データ

ジェオスミン濃度（参考データ）（単位 ng/L）

	原水			浄水		
	表流水	ダム湖沼	地下水	表流水	ダム湖沼	地下水
年最大値	420	860	20	20	20	20
年最小値	0	0	0	0	0	0
年平均値	4.4	7.0	4.6	4.0	1.4	4.6
年平均値の最大値	39	71	20	20	20	20
年平均値の最小値	0	0	0	0	0	0
データ数	163	53	84	278	78	415

出典：平成13年度水道統計データ

(処理目標値－2-MIB)

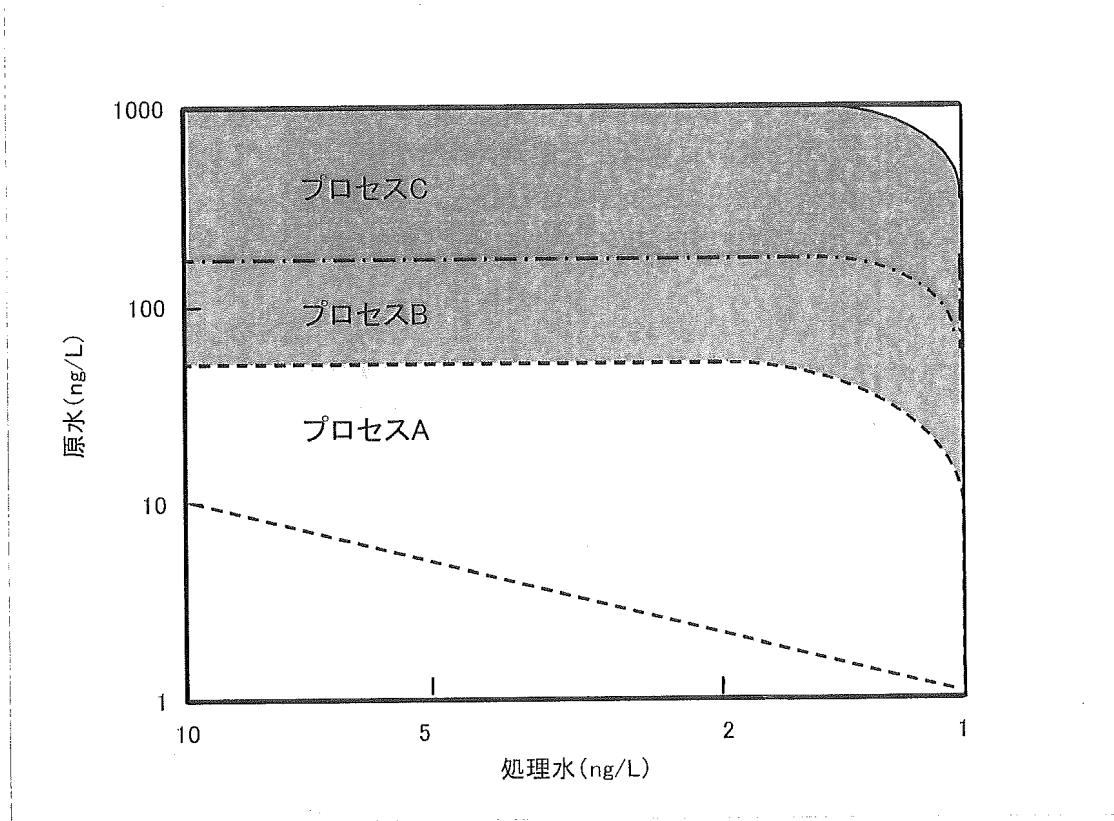
平成16年4月1日に施行された水道水質基準では、「0.00001mg/L (10 ng/L) 以下であること」である。ただし、経過措置として平成19年3月31日までの間は「0.00002mg/L (20 ng/L) 以下であること」である。

参考資料：水質基準に関する省令（平成15年5月30日厚生労働省令第101号）

（経過措置）

この省令の施行の際現に布設されている水道により供給される水に係る表四十一の項及び四十二の項に掲げる基準については、平成十九年三月三十一日までの間は、これらの項中「0.00001mg/L」とあるのは「0.00002mg/L」とする。

(4) プロセス選定図（2-MIB）



異臭味（2-MIB）用プロセス選定図

- プロセスA：粉末活性炭処理
- プロセスB：粒状活性炭処理
- プロセスC：オゾン + 活性炭処理

注記：粉末活性炭処理を行った場合、必ず注入した粉末活性炭の処理が必要なため、濁度のプロセス選定図を用いて除濁処理を行うこと

1. 5 アンモニア性窒素

(1) 概要

アンモニア性窒素は、ヒトへの健康障害は少ないが、浄水処理システムにおける塩素処理に大きく関係している。1mg/Lのアンモニア性窒素に対しては8~10mg/Lの塩素が消費されるため、浄水中の残留塩素が不足しないように塩素注入量の制御が必要となる。したがってアンモニア性窒素を多量に含む原水に対してはその除去が重要となる。

地下水：深井戸で硝酸性・亜硝酸性窒素が還元されアンモニア性窒素が検出されることがある。

河川水：下水等の有機性排水の混入によりアンモニア性窒素が検出される。水温の高い夏季は河川の自浄作用も大きいですが、冬季渇水時は水温が低く自浄作用が少ない上に水量の減少に伴い、アンモニア性窒素濃度が上昇することがある。

湖沼・ダム水：ダムの底層水に含まれる場合が多い。また底泥から溶出することもある。

(2) 対応技術

対応技術としては、不連続点塩素処理、生物処理、生物活性炭処理、緩速ろ過がある。

①プロセスA：不連続点塩素処理

有機物濃度によっては適用が難しい。適用可能な場合の除去率は100%である。

②プロセスB：生物処理

無機態窒素濃度として10mg/L以下、アルカリ度はアンモニア性窒素の10倍以上、水温5℃以上の条件がある。除去率は条件により30~95%である。その他、pH、D0、栄養塩類など処理効果に影響する要因が多く処理操作には注意が必要。

③プロセスC：生物活性炭処理

無機態窒素濃度として10mg/L以下、アルカリ度はアンモニア性窒素の10倍以上、水温5℃以上の条件がある。除去率はおよそ20~90%となる。その他、pH、D0、栄養塩類など処理効果に影響する要因が多く処理操作には注意が必要。微生物の漏出に留意。

④プロセスD：緩速ろ過

アンモニア性窒素を除去する目的の単位プロセスではないが、砂層表面の生物によりある程度の除去される。

(3) 原水濃度と処理水濃度

(原水濃度－アンモニア性窒素)

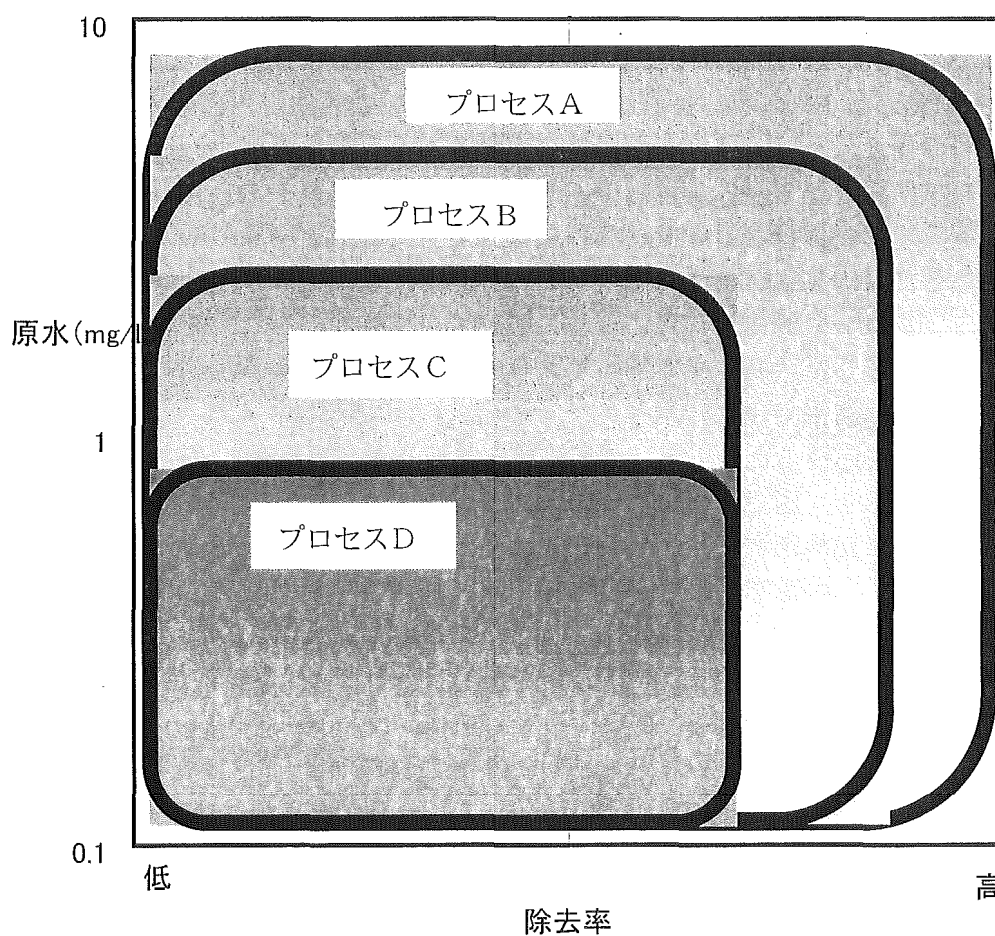
平成13年度日本水道協会発行の水道統計（水質編）を調査した結果を示す。

原水濃度－アンモニア性窒素

原水の種類	原水中のアンモニア性窒素濃度 (mg/L)	標本数
表流水	0.00~0.65	608
ダム・湖沼	0.00~0.51	209
地下水	0.00~7.00	1415
その他	0.05~4.40	386

(処理目標値－アンモニア性窒素) 消毒を目的とした塩素処理によってアンモニア性窒素が消費されるため、単独項目としての処理目標値はない。

(4) プロセス選定図（アンモニア性窒素）



アンモニア性窒素用プロセス選定図

プロセスA：不連続点塩素処理（前塩、中塩の場合）

プロセスB：生物処理

プロセスC：生物活性炭処理

プロセスD：緩速ろ過

注意：各プロセスとも塩素消毒によるアンモニア性窒素の除去効果を除く

1. 6 色度のプロセス選定図

(1) 概要

一般に色度は、天然水中に含まれる腐植物質（フミン質）による黄色または黄褐色に着色した色度や、鉄・マンガン等金属による色度、工場排水による色度がある。ここでは天然水中の色度について記述する。

(2) 対応技術

フミン質の主な成分は、フミン酸、フルボ酸である。フミン酸は一般的に分子量が比較的大きく、凝集沈澱処理で対応が可能である。フルボ酸はフミン酸と比較して分子量が非常に小さく、凝集沈澱処理では対応できない。従って有機物質と同様に活性炭処理やオゾン処理を組み合わせて対応する必要がある。

またフミン質は一般的に、天然に分解し続けて自然条件のもとでそれ以上ほとんど分解できないような安定した状態にまで達しており、緩速ろ過法による生物ろ過ではそれ以上の分解は難しく処理は期待できない。

以上により、対応技術としては、凝集沈澱+急速ろ過（膜ろ過）、粒状活性炭処理、オゾン+活性炭処理がある。選定の目安は、対象がフミン酸とフルボ酸で対応が異なる。またフミン酸の場合、塩素処理工程で副生成物を生成するので色度対応技術と他の水質対応技術を組み合わせて検討し、選定することが必要である。

①プロセスA：凝集沈澱+急速ろ過（膜ろ過）

フミン酸を対象とする。凝集処理ではpH6前後で行うことにより、色フロックとして急速ろ過または膜ろ過により除去する。

②プロセスB：(粉末活性炭)+凝集沈澱+急速ろ過（膜ろ過）+粒状活性炭

フミン酸、フルボ酸ともに除去は可能である。ただし分子量の小さいフルボ酸は効果的に吸着除去されるが、分子量の大きいフミン酸は活性炭の孔に入り難く表面に吸着し有効に除去できない場合がある。またフミン酸が吸着することによりフルボ酸の吸着能力を減少させる場合もある。

③プロセスC：凝集沈澱+急速ろ過（膜ろ過）+オゾン+粒状活性炭

オゾン酸化はフミン酸、フルボ酸ともに極めて有効である。

(3) 原水濃度と処理水濃度

(原水濃度－色度)

原水種類ごとの原水色度の濃度範囲を示す。

各原水の色度値

原水種類	検体数	年最大値	年平均の最大	年最小値
表流水	1,016	3,470	151	0
ダム湖沼水	305	290	95	0
地下水	3,038	140	102	0
その他	831	258	62	0

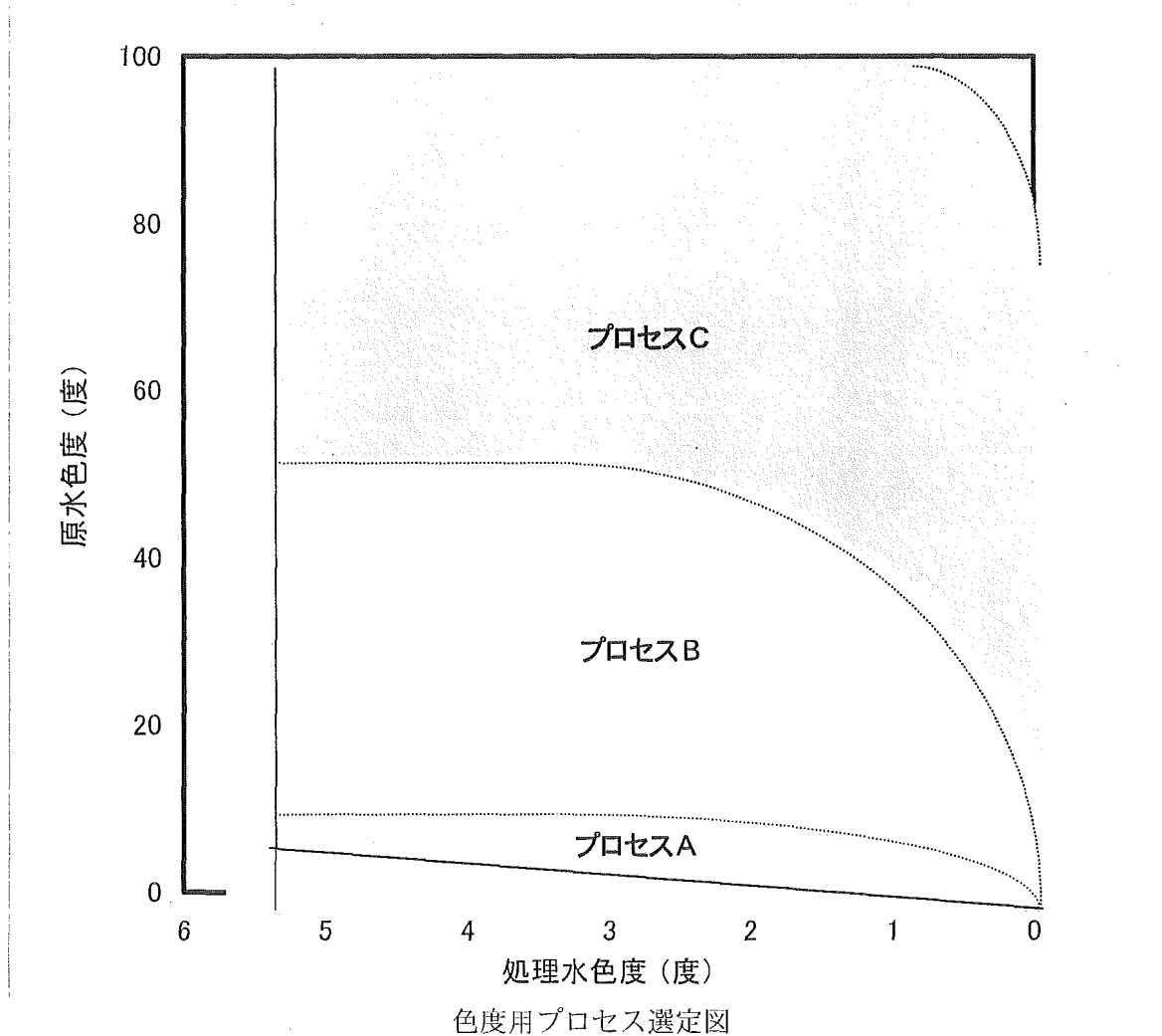
(出典：平成13年度水道統計水質編)

この年平均の最大において100度を超える検体数は、表流水では3検体、地下水では1検体であり、それ以外は100度以下であった。そこでプロセス選定図作成における原水範囲は0度から100度とした。

（処理目標値－色度）

色度の水道水質基準値5度以下である。このため、プロセス選定図作成における処理目標値は5度以下とした。

（4）プロセス選定図（色度）



図内の記号に対応する処理方法は下記の通りである。

プロセスA：凝集沈澱＋急速ろ過（膜ろ過）

プロセスB：粉末活性炭＋凝集沈澱＋急速ろ過（膜ろ過）＋粒状活性炭

プロセスC：凝集沈澱＋急速ろ過（膜ろ過）＋オゾン＋粒状活性炭

プロセスA（凝集沈澱＋ろ過）については、原水色度の平均値が10度を超える水源では、高度処理の導入率が高まる統計があるので、10度程度を境界線とした。

また高度処理として、プロセスB（粒状活性炭）やプロセスC（オゾン＋活性炭）を導入した